

平成27年度二酸化炭素回収・貯留分野評価検討会(2)

(二酸化炭素削減技術実証試験 中間評価)

目次

1-A. 事業の目的・政策的位置付け	1
1-1-A 事業の目的	1
1-2-A 政策的位置付け	1
1-3-A 国の関与の必要性	3
1-3-1-A 背景	3
1-3-2-A 本事業での国の関与の必要性	3
2-A. 研究開発等の目標	3
2-1-A 研究開発目標	3
2-2-A 全体目標設定	6
2-3-A 個別要素技術目標設定	7
3-A. 成果、目標の達成度	9
3-1-A 成果	9
3-1-1-A 全体成果	9
3-1-2-A 個別要素技術成果	11
3-1-2-1-A 事業の経緯	11
(1) 調査事業の経緯	11
(2) 実証試験実施の決定	11
(3) 本事業の経緯	12
① 地上設備の設計・建設・試運転	14
② 坑井の掘削	14
③ モニタリング設備の整備	16
④ 法規制対応、安全性確保に係る調査、検討	16
⑤ 社会受容の醸成に向けた情報発信	16
(4) 「C C S 実証事業の安全な実施にあたって」への対応	17
3-1-2-2-A 地上設備の設計・建設・試運転	18
(1) ガス供給基地（D 1－1 基地）の設計・建設・試運転	18
① ガス供給基地の概要	18
② ガス供給基地の設計に係る基本的考慮事項	19
③ ガス供給基地 E P C 全体工程	20
④ 適用法規および規格・基準類	20
⑤ P S A オフガスの性状	22
⑥ プラントレイアウトに関する考慮事項	22
⑦ P S A オフガス送出設備	23
⑧ P S A オフガス移送設備（配管）	24

⑨	ブタン供給設備	25
⑩	ガス供給基地試運転による性能確認	25
(2)	CO ₂ 分離・回収／圧入基地（D1－2／D0基地）の 設計・建設・試運転概要	26
①	CO ₂ 分離・回収／圧入基地の概要	26
②	CO ₂ 分離・回収／圧入基地EPC全体工程	27
③	CO ₂ 分離・回収／圧入基地受電関連業務	30
④	CO ₂ 分離・回収／圧入基地受水関連業務	30
⑤	CO ₂ 分離・回収／圧入基地EPC実施体制	31
⑥	CO ₂ 分離・回収／圧入基地建設工事の適用法規等	32
⑦	プロットプラン	32
⑧	取合い条件	34
⑨	設計基本条項	34
(3)	CO ₂ 分離・回収／圧入基地内の各設備概要と設計の考え方	36
①	PSAオフガス圧縮設備	36
②	CO ₂ 分離・回収設備	37
③	CO ₂ 圧縮設備	42
④	ボイラー設備	43
⑤	自家発電設備	45
⑥	燃料設備	47
⑦	工業用水設備・純水製造設備	47
⑧	循環冷却水設備	48
⑨	排水処理設備	49
⑩	空気製造設備	50
⑪	窒素製造設備	50
⑫	フレア・CO ₂ ベント統合スタック設備	51
⑬	防消火設備	51
⑭	電気設備	51
⑮	計装設備	52
⑯	HAZOP	53
(4)	CO ₂ 分離・回収／圧入基地の設備調達・建設	53
①	建設工事の安全管理	54
②	地上配管工事	54
③	電気設備	54
④	分析計	54
⑤	地震計	55

⑥ 正門・通用門	55
⑦ 管理棟	56
⑧ CO ₂ 分離・回収／圧入基地EPC試運転による性能確認	56
3-1-2-3-A 坑井掘削および試料分析	59
(1) 萌別層観測井の掘削	59
① 目的	59
② 緒元	59
③ 概要	60
④ 地質状況	61
⑤ 最終坑内図	63
⑥ まとめ	64
(2) CCS-1の滝ノ上層観測井への改修	64
① 目的	64
② 緒元	64
③ 概要	65
④ 最終坑内図	66
⑤ まとめ	67
(3) 滝ノ上層観測井の掘削	68
① 目的	68
② 緒元	68
③ 概要	69
④ 地質状況	70
⑤ 最終坑内図	71
⑥ まとめ	73
(4) 滝ノ上層圧入井の掘削	73
① 目的	73
② 緒元	73
③ 概要	74
④ 地質状況	75
⑤ 最終坑内図	76
⑥ まとめ	78
(5) 萌別層圧入井の掘削	78
① 目的	78
② 緒元	78
③ 概要	79
④ 地質状況	80

⑤ 最終坑内図	80
⑥ まとめ	82
(6) 貯留層総合評価(圧入前最終評価)	82
① 目的・背景	82
② 実施概況	84
③ 期待される成果	87
3-1-2-4-A モニタリング	89
(1) モニタリングの概要	89
(2) 観測井を統合したモニタリングシステムの構築とベースライン観測	90
(3) 微小振動、自然地震観測の総合モニタリングシステムの構築と ベースライン観測	91
① 総合モニタリングシステムの主な機能	91
② 総合モニタリングシステムのハードウェア構成	92
③ 坑内観測機器の編成	96
④ 地上機器	99
⑤ ベースライン観測と維持管理	99
(4) 常設型OBCによる常時モニタリング観測システムの構築ベース ライン観測	99
① 事前調査	100
② OBC観測システムの構築	101
③ ベースライン観測と維持管理	105
(5) OBSによる微小振動、自然地震観測システムの構築とベース ライン観測	105
① 設計、開発および製作	106
② 海底ケーブル、海底設置容器、およびOBS本体の設置	107
(6) 陸上設置地震計観測システムの構築とベースライン観測	109
① 地震計設置場所の選定	109
② 現地観測施設の設置	110
③ 基地内観測施設の設置と観測データの送信システムの構築	113
④ ベースライン観測と保守管理	114
(7) 2D探査ベースライン観測	115
① データ取得	115
② データ解析	119
3-1-2-5-A 法規制対応	122
(1) 地上モニタリングシステム構築、操業運転に関する法規制対応等	122
(2) 坑井掘削、モニタリングシステム構築、操業運転に関する法規制	

対応等	122
(3) 海洋汚染防止法対応に係る調査、検討	122
3-1-2-6-A 社会受容醸成に向けた情報発信活動	125
(1) 情報発信活動の目的	125
(2) 本事業に係わる情報発信活動	125
① 苫小牧市とその周辺地域への情報発信活動	125
a. CCSパネル展	125
b. 子ども向け実験教室	129
c. 現場見学会	131
d. CCS講演会	132
e. 高齢者向け講演会	133
② 国内他地域への情報発信活動	133
a. 講演会	133
b. 国内展示会への出展	134
c. 日本CCS調査㈱ホームページの拡充	135
③ 海外への情報発信活動	137
a. GHGT-11	137
b. GHGT-12	137
c. 第10回Monitoring Network Meeting	138
d. 2015低炭素化カンファレンス・フォーラム	138
④ メディアを通じた情報発信活動	138
⑤ 解説用ツールの制作	139
a. パネル	139
b. パンフレット	139
c. DVD	139
d. ジオラマ	139
e. バナー	140
(3) 操業（試運転を含む）に係る緊急時対応等情報発信活動	140
① 緊急時対応の基本方針	140
② 広報手段	140
③ 報道機関への情報提供	140
3-1-3-A 特許出願状況等	141
3-2-A 目標の達成度ならびに評価	145
3-2-1-A 全体目標に対する成果・達成度	145
3-2-2-A 個別要素技術目標に対する成果・達成度	148
4-A. 事業化、波及効果について	153

4-1-A	事業化の見通し	153
4-2-A	波及効果	153
5-A.	研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	154
5-1-A	研究開発計画	154
5-2-A	研究開発実施者の実施体制・運営	155
5-3-A	資金配分	156
5-4-A	費用対効果	157
5-5-A	有識者等による評価と指摘事項への対応	157
(1)	総合科学技術会議（2008 年 12 月 8 日）	157
(2)	産業構造審議会産業技術分科会第 44 回評価小委員会（2012 年 3 月 13 日）	158
(3)	総合科学技術会議第 96 回評価専門調査会（2012 年 9 月 19 日）	158
5-6-A	変化への対応	159
6-A	別添資料	160
6-1-A	法規制対応（許認可・届出 一覧表）	160
6-2-A	用語集	171

1-A. 事業の目的・政策的位置づけ

1-1-A 事業の目的

二酸化炭素回収・貯留（CCS）は、二酸化炭素（以下、「CO₂」と称する）の大気中への排出量を削減する技術としてその効果が期待されており、技術的には地下の掘削技術、CO₂分離・回収技術および地下へのCO₂圧入技術など石油開発や化学プラントなどで培われた技術が応用できる。しかしながら、個別の技術を組み合わせたトータルシステムとしての技術の検証は不可欠であり、この点において世界各国で実証試験の計画が進んでいるところである。

わが国においても、2003 年から 2005 年にかけて約 1 万トンのCO₂を地下約 1,100m の深部塩水層（帯水層）に圧入する試験が（公財）地球環境産業技術研究機構（以下、「RITE」と称する）により実施され、圧入されたCO₂が 1,000 年にわたり安定して貯留できることを高い精度で確認するとともに、CO₂の挙動の把握や予測を行うシミュレータやモニタリング手法等の開発を行ってきた。

今般の大規模実証試験は、これらの技術開発の成果もふまえ、実用化レベルに近い規模として 10 万トン／年以上の規模でCO₂の圧入を行い、トータルシステムとしてCCS技術の実用化レベルでの検証を行うことを目的としている。「平成24年度二酸化炭素削減技術実証試験事業（国庫債務負担行為に係るもの）」（以下、「本事業」と称する）は、大規模実証試験の操業準備を整えることを目的とするのである。すなわち、2016 年度に予定されている実証試験開始に必要な設備やシステムを建設、設置するとともに、実証試験を安全に操業できる運用体制を整備し、さらに、社会的受容の情勢に向けての情報発信を広く、かつ継続的に行うものである。

1-2-A 政策的位置付け

温室効果ガスの排出削減に向けて、短期的には温室効果ガス排出削減に資する事業活動の促進、技術の開発・普及を推進するとともに、中期的には将来、枠組み構築に向けた国際交渉への対応と国内対策の検討、長期的には革新的な技術の開発と既存先進技術の普及を通じて地球全体での温室効果ガスの排出削減を実現し、将来にわたってわが国が地球温暖化問題に着実に対応しつつ、国際的に競争力ある経済活動を持続させる必要がある。

本事業はCCS技術を実用レベルを俯瞰できる規模で実証するものである。CCS技術に係る政策については、環境エネルギー技術革新計画、エネルギー基本計画、エネルギー関係技術開発ロードマップにおいて、以下のように明文化され位置付けられている。

1) 環境エネルギー技術革新計画（2013 年 9 月 13 日総合科学技術会議）：

（中長期（2030 年頃）で実用化・普及が見込まれる技術）

2020 年頃の C C S 技術の実用化が見込まれる C C S については、実用化に向けた研究開発・実証と共に、社会実装への取り組みを進める。

2) エネルギー基本計画（2014 年 4 月 11 日閣議決定）：

（高効率石炭・L N G 火力発電の有効利用の促進）

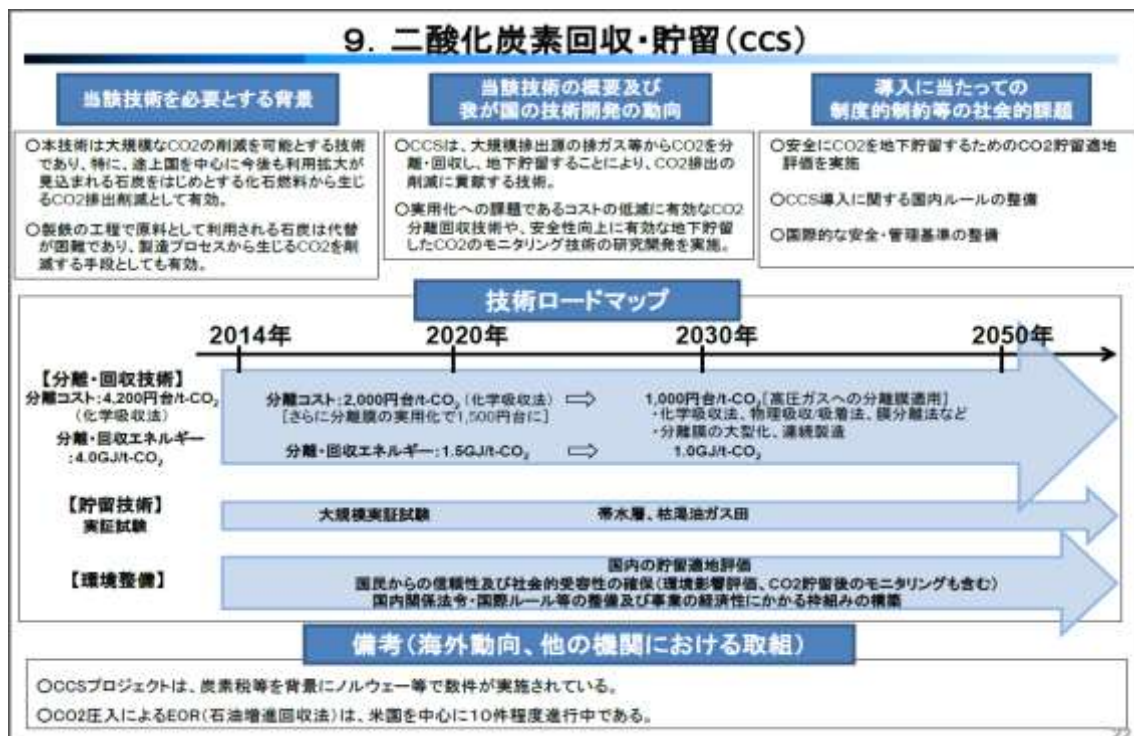
2020 年頃の C C S 技術の実用化を目指した研究開発や、C C S 技術の商用化の目途等も考慮しつつできるだけ早期の CCS Ready 導入に向けた検討を行うなど、環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める。

（戦略的な技術開発）

こうした徹底した効率化や水素エネルギーの活用のための取組を進める一方、それでも最終的に対応しなければならない地球温暖化などに関する課題について、例えば化石燃料を徹底的に効率的に利用した上で C C S などに関する C O₂ 削減技術開発も並行して進めていく。

3) エネルギー関係技術開発ロードマップ（2014 年 12 月 経済産業省）

経済産業省においては、「環境エネルギー技術革新計画」を受け、個別技術課題のロードマップの個表を作成している（図 1-1）。



経済産業省（2014）より

図 1-1 C C S のロードマップ

1-3-A 国の関与の必要性

1-3-1-A 背景

地球温暖化問題は、その予想される影響の大きさや深刻さに鑑み、人類の生存基盤に関わる最も重要な問題の一つとなっている。わが国は、2005年2月に発効した地球温暖化対策のための国際的な枠組みである京都議定書を締結しており、6%削減を達成する国際的な約束を果たすべく取り組みを進めた。さらに、将来にわたっても地球温暖化問題に着実に対応し、温室効果ガスの大幅削減に向けた努力を継続する必要がある。

こうした状況の下、CCS技術は大量のCO₂を大気に排出せずに地下に隔離する技術として世界的に広く注目されており、2014年に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）の第5次統合報告書においても、CCS技術なくしては2℃シナリオの達成は困難と位置付け、CCS技術の重要性を強調している。

1-3-2-A 本事業での国の関与の必要性

地球温暖化問題に対するわが国の総合的な環境・エネルギー政策については、CCS実証プロジェクトのような技術成果をどのように織り込んでいくかも含めて、国が主体となって、民間企業および研究機関の知見を結集して推進していくことが重要である。

CCS技術は世界各国で実証試験や実用化検討が行われており、わが国でもRITEによる1,461億トンの概算貯留可能量の算出や新潟県長岡市における二酸化炭素圧入実証試験により有望なCO₂隔離技術と位置づけられている。

しかしながら、CCS技術は省エネルギー技術の開発と異なり、CO₂削減に特化した技術であり、技術開発成果を営利事業に展開することが困難であり、民間企業には技術開発のインセンティブが働かないとされている。また、実用化に向けて、何らかの枠組みが必要とされている現状においては、CCS技術開発に対しては特に国が主導し、産業界、大学、官界等の研究機関の能力を集結して国家事業として推進させることが必要不可欠である。

2-A. 研究開発等の目標

2-1-A 研究開発目標

本事業は、CCS実証プロジェクトの一部を成すもので、2008年度～2011年度にかけて行われた事前調査計画段階に続き、2016年度に予定されている実証試験の開始に向けて、必要な準備を整えるものである。具体的には、大規模発生源から分離・回収したCO₂を年間10万トン以上規模で地下の深部塩水層（帯水層）へ圧入・貯留するために必要な設備を建設するとともに、モニタリングに必要な諸設備やシステム、各種ツールを整備し、そし

て予期せぬ異常事態に備えての保安管理体制を整えることにある。さらに、CCS技術および実証試験の必要性を広く国民に、特に地元苫小牧とその周辺地域に理解してもらうための情報発信活動を行って、実証試験がスムーズに開始できるような社会的環境を整える。

本報告書では、2012年度から2015年度半ば（2015年10月末）までに実施した、主として以下の項目に関する内容をまとめた。

- 1) 実証試験地上設備の設計・建設、保安管理体制の整備
- 2) 圧入井および観測網の設計・設置、ベースラインデータの取得
- 3) 法規制対応、情報公開の在り方等に係る調査、社会受容の醸成に向けた活動

本事業を開始するに当たっての経緯は「3-1-2-1-A 事業の経緯」の項に詳述するが、CCS大規模実証試験については、2008年度に総合科学技術会議において事前評価を受け、2008年度補正予算によって調査事業が開始され、2011年度まで継続された。その調査事業の成果に基づいて、経済産業省の「CCS実証試験実施に向けた専門検討会」（2011年）を経て大規模実証試験の開始が決定されるとともに、2012年度に総合科学技術会議による事前評価のフォローアップが行われている。本事業を推進するに当たっては、実証試験に対して当初設定した目標とともに、これら二つの会議において指摘された実証試験で取り組むべき諸課題を解決することも目標として加えて、本事業を進めている。

表2-1に、調査事業を含めた実証試験に係る事業全体の研究項目およびその目標をまとめた。なお、2016年度以降に予定されている実証試験での研究項目と目標は現時点での予定を示した。

表 2-1 CCS実証試験に係る事業全体の研究目標

※2016 年度以降については、2015 年 11 月時点の予定。

2008-2011 年度 研究項目	2008-2011 年度 目標	2012-2015 年度 研究項目	2012-2015 年度 目標	2016-2020 年度 研究項目	2016-2020 年度 目標
(候補地点の事前調査、実証試験計画(案)の策定)		(実証試験準備:設備およびシステムの整備)	(実証試験:圧入およびモニタリング)		
(1)候補地点における事前調査	実証試験候補地点ごとに地質調査や設備仕様等の必要な事前調査を実施し、実証試験計画(案)の策定に資する調査成果を得る。	(1)地上設備の設計・建設・試運転	・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。	(1)CCS全体システム実証	・年間 10 万トン以上の規模で、CO₂を圧入し、分離・回収から圧入・貯留までのCCS全体システムを実証する。 ・CCSが、安全かつ安心できるシステムであることを実証する。 ・地震に関連する国民の不安を緩和できるデータを蓄積する。
(2)実証試験計画(案)の策定	実証試験候補地点について、調査成果に基づき実証試験計画(案)を策定する。	(2)坑井の掘削	・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。	(2)モニタリング技術の検証	・CO₂ 賦存範囲等の測定技術、CO₂ 挙動予測技術等、CCSに係るモニタリング技術の検証を行う。
(3)法規制対応、安全性確保に係る技術等に関する調査	実証試験における体制整備に資するものとして法規制対応や安全性確保に係る技術等について調査する。	(3)モニタリングシステムの整備	・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機器およびシステムを整備するとともに、ベースライン観測を行う。	(3)法規制対応等に係る調査、検討	実証試験を通して適用された法規制について、必要に応じて制度上の課題を確認する。
(4)社会受容の醸成に向けた情報発信	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。	(4)法規制対応、情報公開の在り方等に係る調査、検討	・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。	(4)社会受容の醸成に向けた情報発信	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。
		(5)社会受容の醸成に向けた情報発信	・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。		

2-2-A 全体目標設定

表 2-2 実証試験準備：設備およびシステムの整備における全体目標

項目	目標	設定理由・根拠等
(1) 地上設備の設計・建設・試運転	・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。	本事業の目的を達成するために必要な設備、システム、操業体制を整備するとともに、ベースライン観測を行い、実証試験開始前の準備を整える。 経済産業省が公表した「CCS実証事業の安全な実施にあたって」および「苫小牧地点における実証試験計画」を基本とし、総合科学技術会議での指摘を反映している。
(2) 坑井の掘削	・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。	
(3) モニタリングシステムの整備	・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機器およびシステムを整備するとともに、ベースライン観測を行う。	
(4) 法規制対応、安全性確保に係る調査、検討	・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情報公開の在り方等の動向を調査する。	関係法令の遵守、安全性確保や環境影響防止等に向けた体制整備、国民の理解を醸成するための情報開示等の徹底は国内初の大規模実証試験を進めるにあたっていずれも重要であり、総合科学技術会議からもその必要性を指摘されている。
(5) 社会受容の醸成に向けた情報発信	・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。	

2-3-A 個別要素技術目標設定

表 2-3 実証試験準備：設備およびシステムの整備における個別要素技術目標

項目	目標	設定理由・根拠等
(1) 地上設備の設計・建設・試運転		
設備の設計・建設・試運転	必要な設備・システムを設計し、建設する。各設備が所定の性能を有することを確認する。	本事業の目的を達成するために必要な設備、システム、操業体制を整備する。 経済産業省が公表した「苫小牧地点における実証試験計画」を基本とし、総合科学技術会議での指摘を反映している。
省エネ型分離・回収プロセスの採用	分離・回収エネルギーが少ないプロセスを採用する。2.5 GJ/t-CO ₂ を目標とし、2.0 GJ/t-CO ₂ 以下まで低減することを検討する。	
操業体制整備	実証試験を安全に操業できる体制を整える。	
CO ₂ 発生源への影響排除	実証設備の運転変動に起因してCO ₂ 発生源の操業に影響が及ばないように、設備設計において対策を取る。	CO ₂ 発生源は商業設備であり、実証試験の影響を及ぼさないことが不可欠である。
(2) 坑井の掘削		
圧入井の掘削	圧入井 2 坑を掘削し、年間 10 万トン以上の規模でCO ₂ を圧入できることを確認する。	本事業の目的を達成するために必要な設備、システム、操業体制を整備する。 「苫小牧地点における実証試験計画」を基本としている。
観測井の改修、掘削	観測井の改修、掘削を行う。	
(3) モニタリングシステムの整備		
総合貯留層評価	坑井掘削等によって新たに得られた情報を反映して地質モデルを更新し、CO ₂ 挙動シミュレーションを行う。圧入前の総合貯留層評価を行う。	「苫小牧地点における実証試験計画」を基本とし、本事業の目的を達成するために必要な機器およびシステムを整備する。 安全な地中貯留には貯留層評価が極めて重要である。 経済産業省が公表した「CCS実証事業の安全な実施にあたって」においても貯留層評価、数値シミュレーションの必要性について言及している。
モニタリングシステム整備	CO ₂ 賦存状況把握、自然地震ならびに微小振動観測に資する機器およびシステムを整備する。	
ベースライン観測	CO ₂ 圧入前のベースライン観測を行う。	

(4) 法規制対応、安全性確保に係る技術等に関する調査		
設備建設に係る法規制対応	実証試験設備建設に係る法規制への対応を行う。	関係法令を遵守して設備の建設を行う。
各国の法令および動向の調査	操業に係る各国の諸法令や動向を調査する。	関係法令の遵守や、安全性確保は重要であり、総合科学技術会議においても取り組むべき課題として必要性が指摘されている。
(5) 社会受容の醸成に向けた情報発信		
社会受容の醸成に向けた情報発信	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。	広く国民的な理解の醸成を図ることは重要であり、総合科学技術会議の事前評価においてもその必要性が指摘されている。 操業時の異常時対応は、事業への信頼を維持するためにも不可欠な課題である。
異常時対応	情報公開の在り方とマニュアル等の整備	

3-A. 成果、目標の達成度

3-1-A 成果

3-1-1-A 全体成果

2012～2015 年度は、分離・回収（地上）設備の設計・建設・試運転、圧入井の掘削、社会的受容性向上に向けた諸取組み等を行い、目標どおり、苫小牧地点において C C S 実証試験を実施するために必要な準備を整えた（図 3-1）。これにより、2016 年度から年間 10 万トン以上の C O₂ 圧入・貯留を開始することが可能となった。



注）背景の貯留タンクは本事業とは関係ありません。

図 3-1 地上設備完成状況

地上設備は、年間 20 万トン相当（25.3 トン／時）の設備能力を持つ C O₂ 分離・回収設備や圧縮設備とともに操業に必要な諸用役設備を備えている。C O₂ 分離・回収設備は、省エネルギー型のプロセスシステムを採用することにより、C C S 技術としてはこれまでにない低いレベルのエネルギー消費で C O₂ を回収することを可能とした。

圧入設備として、国内では例がない大きな偏距をもつ 2 坑の圧入井（図 3-2）を陸域から海底下へ掘削し、ブラインによる試験圧入によって、計画通り年間 10 万トン以上の C O₂ を圧入できることを確認した。併せて、モニタリングに必要な観測井 3 坑を、調査

井からの改修または新規掘削によって整備した。



注) 背景の貯留タンクは本事業とは関係ありません。

図 3-2 圧入井 2 坑の坑口装置

本事業は先行する国内事例がない本邦初の大規模実証試験となることから、本事業を進めるうえで市民への情報発信はとりわけ重要である。そこで、準備業務を進める様々な段階において地元行政機関、港湾関係者、漁業関係者、近隣事業所等を中心に説明を行うとともに、マスメディアを通じての情報発信を継続的に行った。また、苫小牧地域の一般市民を対象としたフォーラム開催やパネル展示などによって市民へCCS技術に関する情報を提供した。これらの活動により、苫小牧および周辺地域ではCCS技術に対する認知が広がり、理解が深まりつつある。併せて、国内外での講演や展示、論文投稿などを通じて、CCS技術および苫小牧実証試験についての認知と理解の浸透に努めた。

さらに、実証試験に必要な地上設備の設置と試運転、モニタリング設備の設置とベースラインデータ取得を行うとともに、関連する法規制への対応、危機管理体制の構築等を行うなど、実証試験を安全に操業できる運用体制を整備した。

(3) 本事業の経緯

本事業は、当社が受託して 2012 年 4 月から業務を開始した。

実証試験地点は北海道苫小牧市の沿岸部に位置する。図 3-4 に実証試験設備の全体システムフローを、図 3-5 に位置関係を示す。商業運転中の製油所内の水素製造装置を排出源として、 CO_2 含有ガスから CO_2 を分離・回収した後、圧入に必要な圧力まで昇圧し、年間 10 万トン以上の CO_2 を苫小牧沖の 2 つの海底下貯留層に圧入する。設備の設計処理能力は、製油所から供給される CO_2 量の上限である年間 20 万トン相当 (25.3 トン/時) とした。実際の年間 CO_2 圧入量は排出源の操業状況等によって変化する。

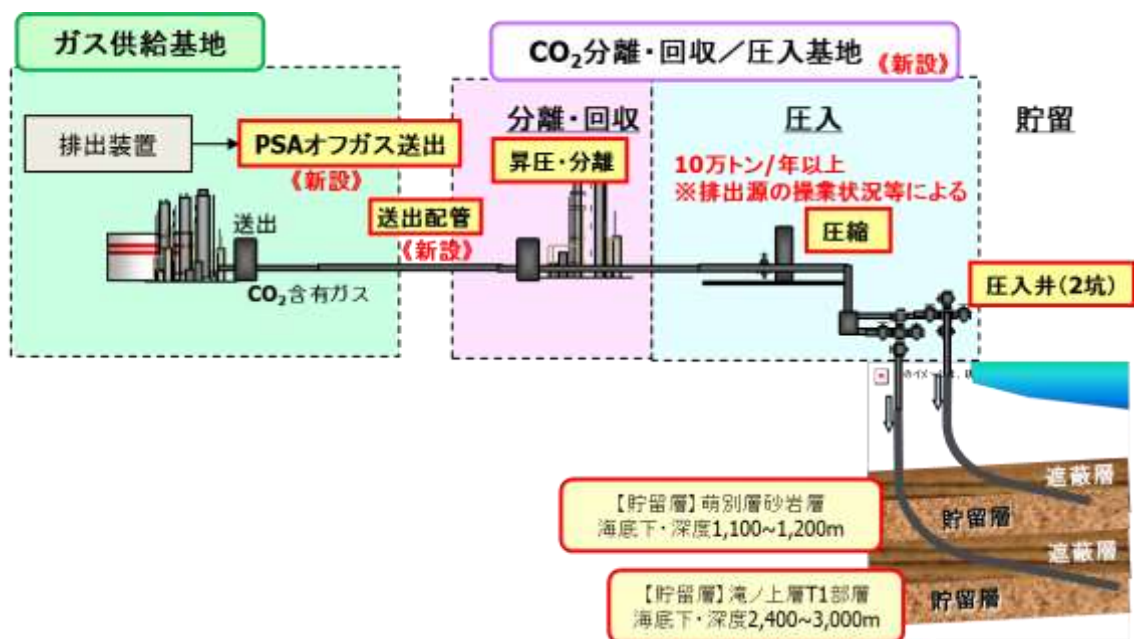


図 3-4 実証試験設備の全体システムフロー



図 3-5 実証試験設備の位置関係

本事業では、CO₂圧入に必要なガス供給基地、分離・回収／圧入基地の設計・建設と、2坑の圧入井の掘削を行うとともに、モニタリング設備等の必要な諸設備や諸システムを計画通りのスケジュールで整備した。各種設備の整備経過を図 3-6 に示す。

2014.06.13版

	平成24年(2012)年度	平成25年(2013)年度	平成26年(2014)年度	平成27年(2015)年度	平成28年(2016)年度以降
地上設備	準備	設計・建設	現地工事	試運転	運転
圧入井	海ノ上層圧入井 (IW-1) 陸別層圧入井 (IW-2)	準備	敷地造成 掘削装置改造 掘削	掘削 敷地復旧	圧入
モニタリング用設備	陸域	海ノ上層観測井 (OB-1) 海ノ上層観測井 (OB-3) 陸別層観測井 (OB-2)	準備 敷地造成 改修 敷地復旧 掘削 敷地復旧 観測機器設置	観測機器設置 観測機器設置 観測機器設置 ベースライン観測 (観測項目: 温度、圧力、自然地震) ベースライン観測 (観測項目: 自然地震) テスト観測 (観測項目: 自然地震)	観測 観測 観測
海洋	海上二次元弾性波探査 海洋環境ベースライン観測 (観測項目: 潮流、水質、底質、海洋生物等)	調査 観測 観測 観測	常設型OBC 設置 テスト観測 OBS 設置 テスト観測	ベースライン観測 (観測項目: 自然地震) テスト観測	観測

図 3-6 実証試験設備の整備経過

また、これらの準備業務と並行して、CCS技術の意義や技術、安全性等の理解を得るための活動として、苫小牧市の地元関係者を中心に広く国民に対して広報活動を行った。

① 地上設備の設計・建設・試運転

ガス供給基地では、商業運転中の製油所のナフサを原料とする水素製造装置をCO₂排出源とし、発生したCO₂含有ガスをPSA（Pressure Swing Adsorption）装置（高純度のH₂を得るために物理吸着法によりCO₂を含む不純物を除去する装置）の下流側から取り出し、昇圧して送出配管を通じて送出する（図3-5）。

CO₂分離・回収／圧入基地では、ガス供給基地から送出されたCO₂含有ガスを昇圧した後に、分離・回収設備により高純度のCO₂を回収する。回収されたCO₂の純度は99%以上が期待される。なお、CO₂分離後ガスは可燃性ガスであることから、ボイラーでスチームを発生させてアミン再生のための熱源とするとともにスチームタービンによる発電に利用し、その有効活用を図る。回収されたCO₂は、圧縮機により必要な圧力まで昇圧して、2坑の圧入井から各貯留層に圧入する。

地上設備は、2012年11月に設計を開始し、2014年7月に建設工事の起工式を行い、2015年10月に地上設備一式の建設が完了した。引き続いて、2015年11月から試運転を開始し、2016年2月中にはすべての設備が所定の性能を発揮することを確認する計画である。

なお、地上設備は、実証試験設備の運転変動が商業運転中の排出源の運転に影響を及ぼすことがないこと、分離・回収設備の省エネルギー化を実現することを目標として設計している。

安全管理規定、保安管理規定をはじめとする諸規定を策定するとともに、操業マニュアルを整備し、運転員の体制を整え、地上設備の試運転にあたった。これらの操業体制は、2016年度以降に操業を安全に継続するためにそのまま活用できる。

② 坑井の掘削

貯留層は、第四系萌別層の砂岩層からなる深部塩水層（帯水層）と新第三系滝ノ上層T1部層の火山岩からなる深部塩水層である。

萌別層砂岩層は、圧入計画地点では全体的に北西方向に1～3°程度で傾斜する。萌別層砂岩層の圧入計画地点付近での鉛直深度は約1,100～1,200mで、層厚は約100mである。また、遮蔽層は萌別層泥岩層で、層厚は約200mである。

滝ノ上層T1部層は、圧入計画地点付近では北東方向に約15°で傾斜する。滝ノ上層T1部層の圧入計画地点付近での鉛直深度は約2,400～3,000mで、層厚は約600mである。遮蔽層は振老層、平取＋軽舞層および荷葉層からなり、層厚は約1,100mである。

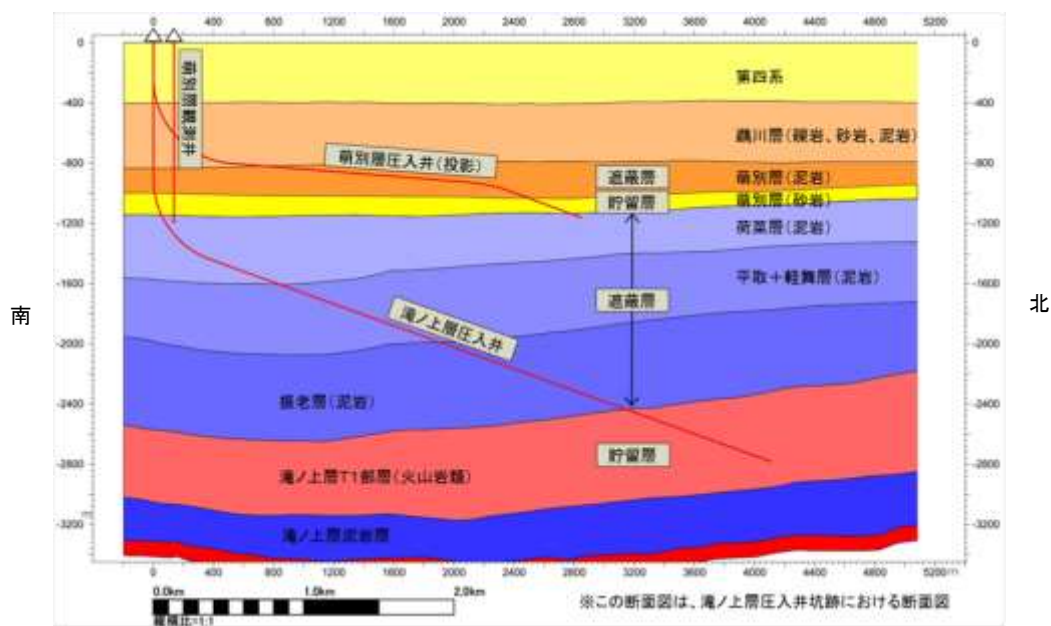


図 3-7 地質模式断面図



図 3-8 圧入およびモニタリング設備の配置

圧入井の配置は、図 3-7 および図 3-8 に示すとおりであり、2014 年 10 月から 2015 年 6 月にかけて 2 坑の圧入井を掘削した。すなわち、滝ノ上層 T 1 部層を対象とする圧入井（IW-1）は、水平偏距 4,346m、鉛直深度 2,753m、掘削長 5,800m、最大傾斜角 72° の高傾

斜井で、萌別層砂岩層を対象とする圧入井（IW-2）は、水平偏距 3,025m、鉛直深度 1,188m、掘削長 3,650m、最大傾斜角約 83° の大偏距井である。掘削後のブラインによる圧入試験では、IW-1 の圧入性能は期待よりも低かったが、IW-2 は良好で、本井だけで、少なくとも CO₂ 最大供給可能量の年間 20 万トン以上を圧入できることを確認した。

圧入井の掘削に先立って、3 坑の観測井を整備した。すなわち、調査時に掘削した滝ノ上調査井を改修した滝ノ上層観測井 OB-1、新たに掘削した萌別層観測井 OB-2、滝ノ上層観測井 OB-3 である。

③ モニタリング設備の整備

CCS 技術を安全かつ安定的に推進するためには、貯留した CO₂ の挙動（移動・広がり）の把握や貯留層外部への漏出・漏洩の監視を継続的に行う必要がある。そのため、坑井掘削と並行して、モニタリング設備を整備した（図 3-8）。これにより、圧入された CO₂ の量や貯留層における温度・圧力の観測および自然地震の観測が可能になる。これらの設備により、CO₂ 圧入前の状態を把握するためのベースライン観測を行っている。また、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（以下、「海洋汚染防止法」と称する）」に従って、圧入開始前の海洋環境のベースライン観測を行った。

さらに、本事業における坑井掘削時のデータ等を活用して本事業以前の調査段階で構築した地質モデルを更新するとともに、それを使って圧入開始から 1,000 年間までの CO₂ 挙動把握シミュレーションを行った。また、地化学反応を考慮したシミュレーションを実施し、圧入開始後 1 万年間の CO₂ の鉱物化による安定化状況を予測した。

④ 法規制対応、安全性確保に係る調査、検討

実証試験設備建設においては、関係官庁と密に連絡を取り、適用法規を遵守して建設工事および試運転を行った。

操業に係る各国の諸法令や動向を、文献および現地訪問によって調査して、安全に係る体制整備に反映し、試運転においても活用した。

⑤ 社会受容の醸成に向けた情報発信

苫小牧地点において CCS 実証試験を進めるに当たり、地域住民を中心に、CCS 技術に対する理解と協力を得るための広報活動を継続している。具体的には、市内および周辺地域における CCS パネル展、市民を対象とした CCS フォーラム、市内の大学や高等専門学校等の学生等を対象とした講演会、市民向けの現場見学会、子どもたちを対象とした実験教室などがあげられる。マスメディアを通じての情報発信も機会あるごとに継続的に

った。

またＣＣＳ技術と本事業を国内に広く紹介することを目的として、大規模展示会への出展や全国各地の大学での講義、温暖化対策に関する講演会等の行事での広報資料配布などを行うとともに、学会誌や業界紙への寄稿、各種機会をとらえての講演や発表を行なった。海外についても、寄稿、講演、展示を行った。

さらに、地震や津波などの自然災害や操業中の事故など、異常発生時における情報発信のあり方などを検討し、対応要領を整備した。

(4) 「ＣＣＳ実証事業の安全な実施にあたって」への対応

ＣＣＳ技術の大規模実証事業を実施する際に安全面・環境面から遵守することが望ましい基準として「ＣＣＳ実証事業の安全な実施にあたって」（２００９年８月、経済産業省）が策定された。

前述した「苫小牧地点における実証試験計画」（２０１２年、経済産業省）および本事業においては、この「ＣＣＳ実証事業の安全な実施にあたって」に記載された基準をふまえて、地質調査、対象貯留層・遮蔽層の評価、実証試験設備およびモニタリング技術等の仕様決定を行っており、本事業はそれらを反映したものとなっている。

3-1-2-2-A 地上設備の設計・建設・試運転

地上設備として、ガス供給基地（D 1－1 基地）およびCO₂分離・回収／圧入基地（D 1－2／D 0 基地）の設計、建設および試運転を行った。

(1) ガス供給基地（D 1－1 基地）の設計・建設・試運転

ガス供給基地は、操業運転中である出光興産㈱製油所（以下、「製油所」と称する）の既設水素製造装置からCO₂10 万トン/年以上（最大 20 万トン/年）の Pressure Swing Adsorption（以下、「P S A」と称する）オフガスをCO₂排出源として分岐し、製油所に隣接するCO₂分離・回収／圧入基地（D 1－2／D 0 基地）へ送出する。

- ・ 建設場所：北海道苫小牧市真砂町 25 番地（出光興産株式会社 北海道製油所内）
- ・ 建設および試運転期間：2012 年 11 月～2016 年 1 月末（予定）

ガス供給基地の主要な設備は、P S Aオフガス送出設備、移送設備（配管）、ブタン供給設備と用役設備等から成る。

設計に当たっての基本条件を以下に示す。

- ・ 年間 20 万トンのCO₂分離・回収が可能なP S Aオフガス量を送出する設備とする。
- ・ P S Aオフガスの分岐・送出により、製油所の水素製造装置で消費する改質炉の燃料が不足するが、その分は、別途供給するブタンで補う。
- ・ P S Aオフガスの分岐・送出が水素製造装置の運転に及ぼす影響を最小にする。

① ガス供給基地の概要

図 3-9 にガス供給基地の設備概要を示す。

P S Aオフガスは製油所にある水素製造装置に付帯するP S A装置から一部を分岐し、オフガス送風機（ブロワ）により移送配管を介して送出し、分離・回収／圧入基地（D 1－2／D 0 基地）に供給する。

製油所では、現時点ではP S Aオフガス全量を水素製造装置の改質炉用燃料として使用している。実証試験においては、P S Aオフガスの約 60%を分岐してCO₂分離・回収／圧入基地に送気するため、不足する上記改質炉用の燃料ガスを補填するためのブタン供給装置を新設する。

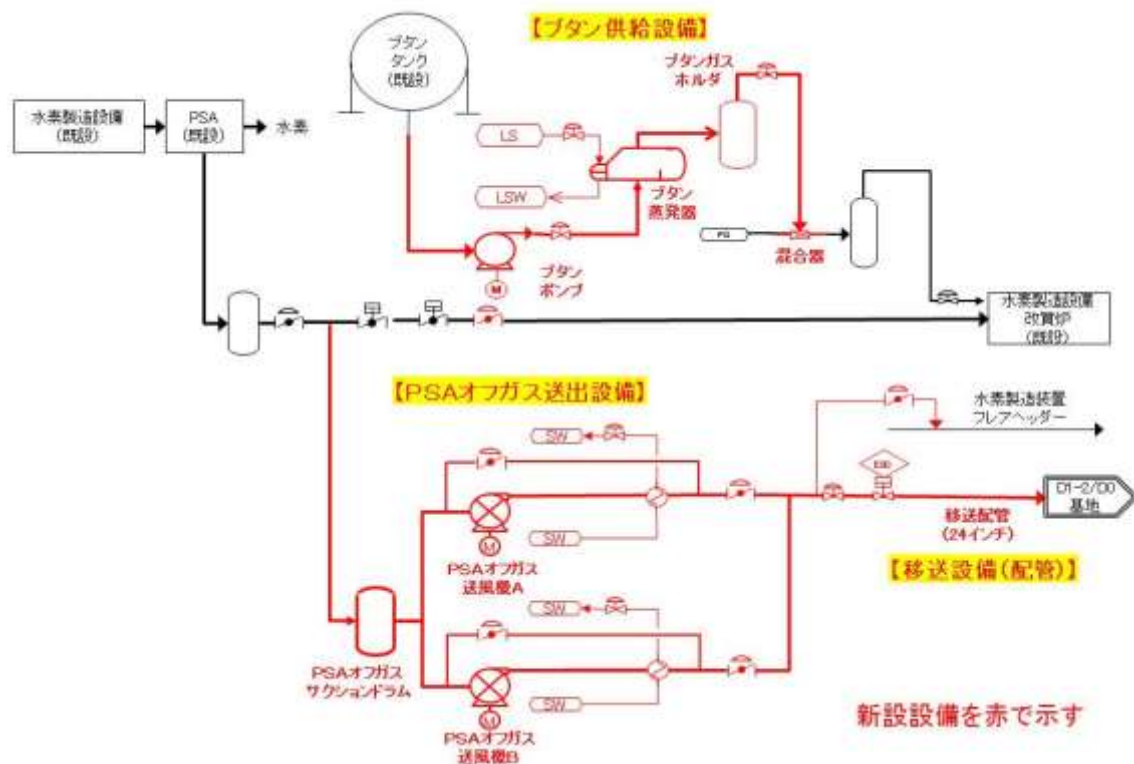


図 3-9 ガス供給基地（D1-1 基地）の設備概要

② ガス供給基地の設計に係る基本的考慮事項

P S A オフガス送出設備のうち、ブロワは、ガス供給基地の機能を維持する上で重要な機器であることから、単一故障で機能が喪失しないため、独立 2 系統を常時並列で運転する。並列運転する 2 系統が、同時に機能不全となる可能性を下げるために、電気、計装も含めた機器をそれぞれに対して設置する。

C O₂ 分離・回収／圧入基地への P S A オフガスの送出を緊急遮断する場合には、全量をフレアに送出して既設設備の運転に影響を及ぼさないようにする。

通常運転、スタートアップ、シャットダウン、装置緊急停止のいずれの場合でも、製油所内のすべての既設装置の運転に支障をおよぼすことがないことを設計条件とする。あわせて、潜在危険源や運転上の問題箇所を抽出し、的確な対応を検討して設計を行う。

実証試験が完了した際には、ガス供給基地の全ての設備を撤去することを前提とする。設備設置前の状況に復旧することを考慮し、製油所の既設設備との接続箇所は必要最小限とする。

連続運転期間は、年間 330 日とし、寒冷地に設置するため同製油所の寒冷地仕様も考慮する。

ガス供給基地で使用する用役は製油所から供給するが、P S A オフガス送風機（ブロワ）

の電源に限っては、操業の安定性を考慮してCO₂分離・回収／圧入基地から供給する。

③ ガス供給基地EPC全体工程

図3-10に、ガス供給基地EPCとEPCに関連する工事の全体工程を示す。

設計業務は2012年11月に開始した。設計業務と併行し、調達業務として2013年9月から各機器の製造業者（ベンダー）選定を開始した。現地工事は、2014年3月に着工し、2015年9月末に完了した。

試運転は、2015年10月～2016年1月に実施する予定である。なお、製油所安全操業の都合で、2015年12月18日にはオフガス送気が停止される（製油所フレアに切る）ため、オフガスの移送設備（配管）を含むオフガス送気に係る試運転はそれまでに完了させる計画である。

④ 適用法規および規格・基準類

ガス供給基地建設工事で適用される法規制および規格・基準類は以下のとおりである。

a. 適用法規

【法律】

石油コンビナート等災害防止法、消防法、ガス事業法、高圧ガス保安法、
労働安全衛生法、大気汚染防止法、建築基準法

【条例など】

北海道条例、苫小牧市条例、地方自治体との協定書・覚書、
その他（所轄官庁の規則等）

b. 規格・基準類

日本工業規格（JIS）、日本石油学会規格（JPI）、米国石油協会規格（API）、
米国規格協会規格（ANSI）、米国材料試験協会規格（ASTM）、
米国熱交換器工業会規格（TEMA）、日本電気規格調査標準規格（JEC）、
日本電気工業会標準規格（JEM）、国際電気標準会議規格（IEC）
日本建築学会建築工事標準仕様（JASS）、
その他関連規格等（出光興産㈱または同社北海道製油所の関連規定基準類、基本設計データ等を含む）

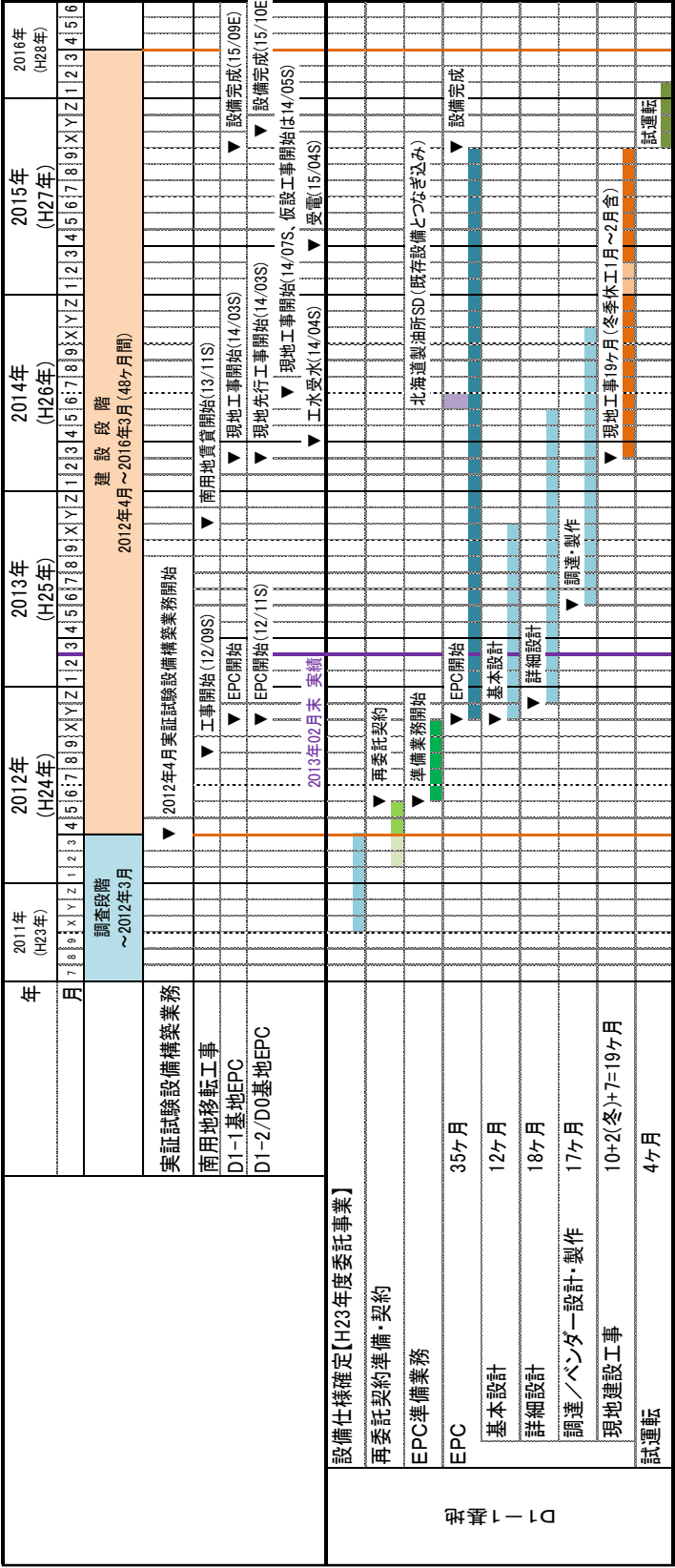


図 3-10 E P C全体工程（南用地移転工事、ガス供給基地）

⑤ P S Aオフガスの性状

a. ガス組成

P S Aオフガスの組成に係る実績データから、設計条件として、最もC O₂濃度が低いケースを最大流量ケース、最もC O₂濃度が高いケースを最小流量ケース、C O₂濃度の代表的な条件(この条件に近い組成のガスが供給される場合が最も多いと考えられる)を想定したものを代表組成ケースとし、その範囲内でガス組成が変動するものとする。

P S Aオフガスの分岐量は、ガス中のC O₂の濃度が変化することにより異なる。

1) 最大流量ケース (mol%)

C O₂ : 43.86、H₂ : 43.50、C H₄ : 8.03、C O : 3.99、H₂O : 0.62

2) 最小流量ケース (mol%)

C O₂ : 58.74、H₂ : 30.12、C H₄ : 6.81、C O : 3.53、H₂O : 0.81*

3) 代表組成ケース (mol%)

C O₂ : 51.6 、H₂ : 38.8 、C H₄ : 6.6 、C O : 2.3 、H₂O : 0.7

* : 四捨五入により、合計値は 100 とならない。

b. 流量、圧力・温度

P S Aオフガスの流量は、C O₂として年間 20 万トン(年間稼働日数 330 日、24 時間連続運転として 25.3 トン/時)となるオフガス量を送出の基準とする。

P S Aオフガスの代表的圧力、温度を 0.03MPaG、30℃とし、実運転を考慮して変動にも対応できるものとする。

⑥ プラントレイアウトに関する考慮事項

既設製油所内にガス供給基地を設置するため、敷地および配置には制限がある。加えてオフガス移送配管についても、埋設物の有無、既設設備との隔離距離等を考慮確認する必要がある。設計にあたってはこれらの諸制限を考慮した。

P S Aオフガス送出設備は、発生源である水素製造装置地区近傍に配置する。ブタン供給設備はブタントank地区内に配置する。ブタンガスホルダーは、既設機器の基礎との干渉を避けるため、単独配置とした。

ガス供給基地設備配置を図 3-11 に示す。



©Google ©ZENRIN Image ©2013DigitalGlobe

図 3-11 ガス供給基地設備配置

⑦ P S Aオフガス送出設備

P S Aオフガスの組成変動範囲において、C O₂相当で25.3 トン／時のP S Aオフガスを送出する。移送配管出口でのP S Aオフガスの圧力は0.04MPaG 以上、温度は40±10℃とする。

a. 設備設計の基本的考え方

P S A装置から排出されるP S Aオフガスの組成および流量は、P S Aの運転条件により変動することから、ガス供給基地でのP S Aオフガスの送出量も適宜変更して対応する。

P S Aオフガスの取り出し位置については、製油所内既設設備への影響を最小限にすることを考慮して決定する。また、P S Aオフガスの送出開始、停止によるP S A装置

パージドラムの圧力変動が、水素製造装置で製造する水素の収率や純度等に影響を及ぼさないよう、設備仕様を検討する。

送出するP S Aオフガスを分岐した後の残りのガスは水素製造装置の改質炉内のバーナーで燃焼する。バーナーを間引き運転することなく安定した燃焼が可能である流量を確保するために、分岐量は最大 60%とする。

b. 設備運転に対する留意点

P S Aオフガスの分岐位置は、P S A装置からの下流ガスを改質炉に燃料ガスとして供給している配管に設置されているサージドラム（流体などが過剰に流入した場合に、その流体を一時的に蓄えることで流量を緩和して増減を平準化することを目的に備えられる槽）の下流部分とする。移送配管の漏洩やC O₂分離・回収／圧入基地で分離・回収装置が停止するなどの異常事態が発生した場合には、C O₂分離・回収／圧入基地との間に設置した遮断弁を速やかに閉止する。分岐されたP S Aオフガスは圧力調節弁にて速やかに製油所内の既設フレアへ排出され、P S Aオフガスの拔出量が急激に変化しないようにする。拔出量の全量がフレアに移行した後は、改質炉の安定運転に影響を与えないようにP S Aオフガスの抜き出し量を手動にて減少させて、安全に停止する。

ブロワの送気能力は、1 台で必要ガス量を送れることとし、2 台を常時並列で運転して、通常運転時はそれぞれ 100%負荷で運転し、50%ガス量を送出し 50%をリサイクルする計画とする。これにより、仮に 1 台のブロワが故障した場合でも、1 台でリサイクルなしの運転をすることで、100%の送気量を維持することが可能となる。

また、2 台のブロワの電源は、1 台はC O₂分離・回収／圧入基地で外部より買電したものをガス供給基地に送ったものとし、1 台はC O₂分離・回収／圧入基地の自家発電設備からの送電とし、どちらか 1 系統の電源が何らかの理由で喪失した場合は、もう 1 台が即座に 100%負荷運転に移り、送気の安定性確保を可能とする。

なお、上述のようなブロワの故障や電源の喪失で、ブロワ 1 台運転になった時点で、製油所商業装置の信頼性確保のために、C O₂分離・回収／圧入基地と接続するバルブ（ガス供給基地とC O₂分離・回収／圧入基地の間で開閉するバルブ）を閉止し、ガス供給基地として、送気のシャットダウン運転に入れるようにする。この運転の詳細については、両基地間で共有する運転ルールに反映させる。

⑧ P S Aオフガス移送設備（配管）

P S Aオフガス移送設備は、P S Aオフガスを送出設備からC O₂分離・回収／圧入基地まで移送する配管である。送出設備が設置される製油所内の水素製造装置地区から同所

内および同所外の敷地に配管を敷設する。配管の長さは、水素製造装置地区から

CO₂分離・回収／圧入基地との取合い点まで、約 1.4km である。

移送配管の設計圧力は、配管が水素製造装置のサージドラムなどと直結されていることから、これらに揃えて 0.35MPaG とする。

PSAオフガスは微量の水分を含んだ高濃度CO₂含有ガスであることから、配管材の選定では耐腐食性を考慮した。PSAオフガスはブロウ入口部における露点と建設予定地の最低外気温等を考慮すると、十分な保温がされなければ水分が凝縮して高い腐食性をもつ場合が想定される。そのためガス供給基地内の配管のうち、水素製造装置地区に設置する配管は、スチームトレースにより保温する。その他のエリアの配管は、電気トレースで保温する。トレースが故障した場合も想定し、露点が上昇するブロウ出口以降の配管には、腐食を防止できるステンレス材を使用する。

⑨ ブタン供給設備

製油所では、PSAオフガス全量を水素製造装置の改質炉用燃料として使用してきたが、本事業によりPSAオフガスの約 60%を分岐してCO₂分離・回収／圧入基地に送気するため、改質炉の燃料ガスが不足する。ブタン供給設備は、この燃料ガスの不足を補填するための設備である。

ブタンは、既設の貯蔵タンク近傍に新設するポンプにより、水素製造装置の近傍に設置するブタン蒸発器へ送出される。ブタンポンプは2基設置し、通常は1基のみが稼働する。稼働していたブタンポンプが停止した場合には、もう1基が自動起動する。

ブタン蒸発器で蒸発したブタンは、燃料ガスと混合され、既設の燃料ガスロックアウトドラム（微小の液滴と気体を分離する槽）へ導入される。その後、ロックアウトドラムの下流に接続された加熱炉および改質炉燃料として使用される。ブタン供給設備に不具合が生じた場合、ガス供給基地で抜き出したPSAオフガスの熱量に見合う余裕がないことから、水素製造装置の緊急停止につながる可能性がある。こうした事態を避けるために、ブタン蒸発器は、周辺配管も含めて二重化することで供給安定性を確保する。

改質炉では、燃料が変更となることにより排出ガス性状が変化するが、硫黄酸化物、窒素酸化物、ばい塵の濃度と排出量が基準を遵守できることを確認した。

⑩ ガス供給基地試運転による性能確認

ガス供給基地設備の試運転は 2015 年 10 月～2016 年 1 月に実施する予定である。

(2) CO₂分離・回収／圧入基地（D1-2／D0基地）の設計・建設・試運転概要

ガス供給基地（D1-1基地）に隣接する敷地（南用地）に、CO₂分離・回収設備と圧入設備を併設したCO₂分離・回収／圧入基地（D1-2／D0基地）を建設した。

CO₂分離・回収／圧入基地は、ガス供給基地から送出されたPSAオフガスを受け入れ、CO₂分離・回収設備により10万トン/年以上（最大20万トン/年）の気体CO₂を回収した後に、CO₂圧縮設備によりCO₂を圧入に必要な圧力まで昇圧し、CO₂分離・回収／圧入基地に隣接して設置される2坑の圧入井に送出する。

CO₂分離・回収／圧入基地を建設するために必要な下記の業務を実施した。

- ・ CO₂分離・回収／圧入基地EPC（試運転を含む）業務
- ・ CO₂分離・回収／圧入基地受電関連業務
- ・ CO₂分離・回収／圧入基地受水関連業務

① CO₂分離・回収／圧入基地の概要

- ・ 建設場所：北海道苫小牧市真砂町12番地
- ・ 建設および試運転期間：2012年11月1日～2016年2月10日
- ・ 設備概要：プロセス設備、ボイラー設備、用役設備および共通設備で構成される。

設備構成を、図3-12に示す。

a. プロセス設備

ガス供給基地から送られてきたPSAオフガスをPSAオフガス圧縮設備で昇圧し、分離・回収設備で高純度のCO₂（濃度99容量%以上）を回収する。回収したCO₂を

CO₂圧縮設備で所定の地中圧入圧力まで昇圧し、南用地内にある圧入設備へ構内配管で移送する。プロセス設備は以下の3設備からなる。

- 1) PSAオフガス圧縮設備
- 2) 分離・回収設備
- 3) CO₂圧縮設備

b. ボイラー設備と自家発電設備

分離・回収設備でCO₂を分離した後のガス（H₂、CH₄、CO等からなる可燃性ガス）を燃料として使用する高圧ボイラーと低圧ボイラーを設置する。

高圧ボイラーで発生させたスチームは自家発電設備に送られ、スチームタービン発電機による発電に用いられる。発電された電力は、CO₂分離・回収／圧入基地およびガス供給基地設備への電力供給の一部として利用される。低圧ボイラーで発生させたスチームは、CO₂放散塔リボイラーの熱源等として利用する。

1) ボイラー設備

2) 自家発電設備

c. 用役設備

プロセス設備、ボイラー設備と自家発電設備を稼働するために必要な用役（燃料、空気、水、窒素、等）を供給する設備とその他付属設備を設置する。

1) 循環冷却水設備

2) 排水処理設備

3) 純水設備

4) 燃料設備

5) 計装空気設備

6) 窒素製造設備

7) 防消火設備

8) フレア・CO₂ベント統合スタック設備

d 共通設備

下記は、基地内各プラント設備に共通して設置される。

1) 共通配管

2) 土木建築

3) 電気設備

4) 計装設備

② CO₂分離・回収／圧入基地EPC全体工程

EPC開始時点における2012年度から2015年度の4年間にわたるCO₂分離・回収／圧入基地EPC全体工程を図3-13に示す。

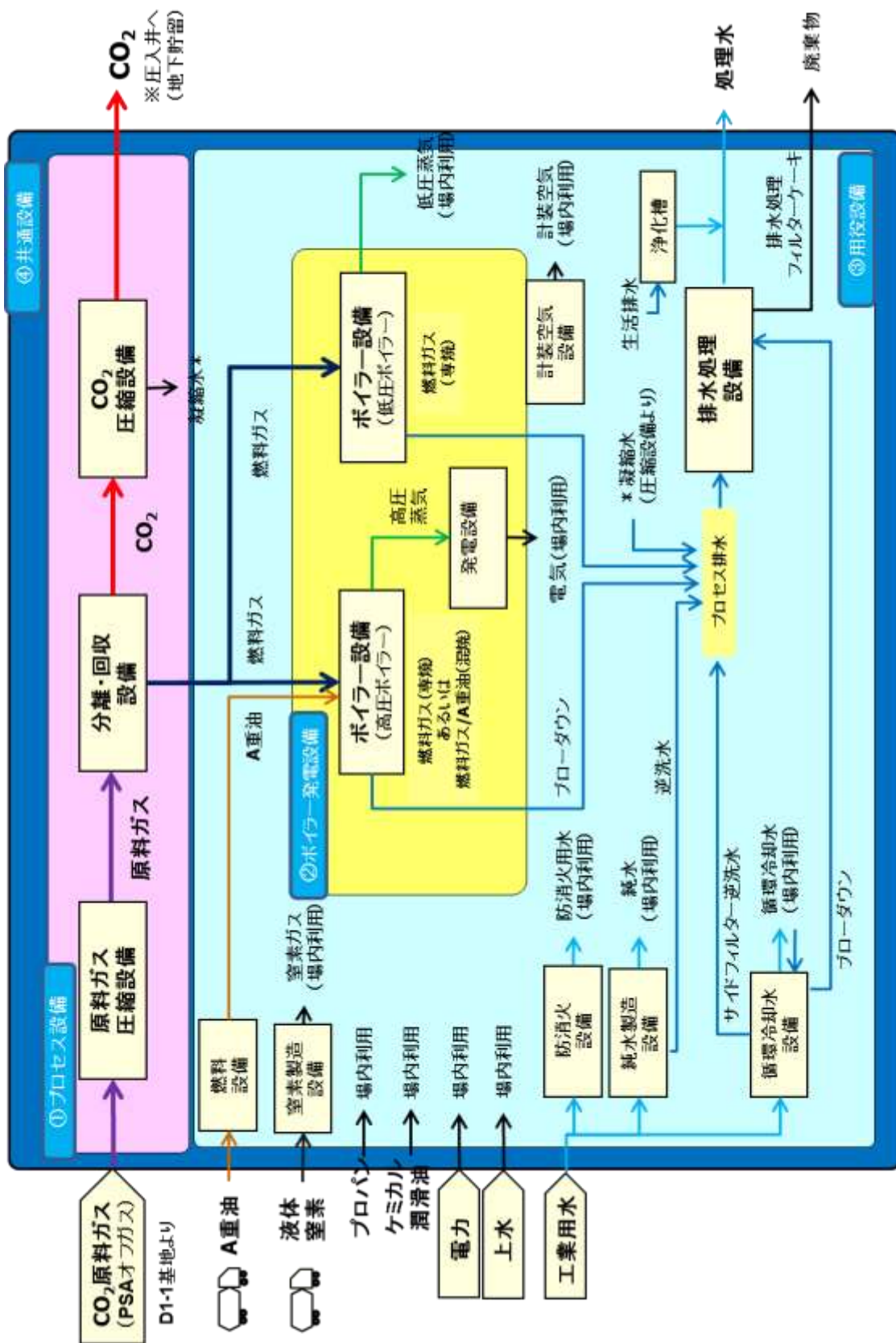


図 3-12 CO₂分離・回収／圧入基地 設備構成

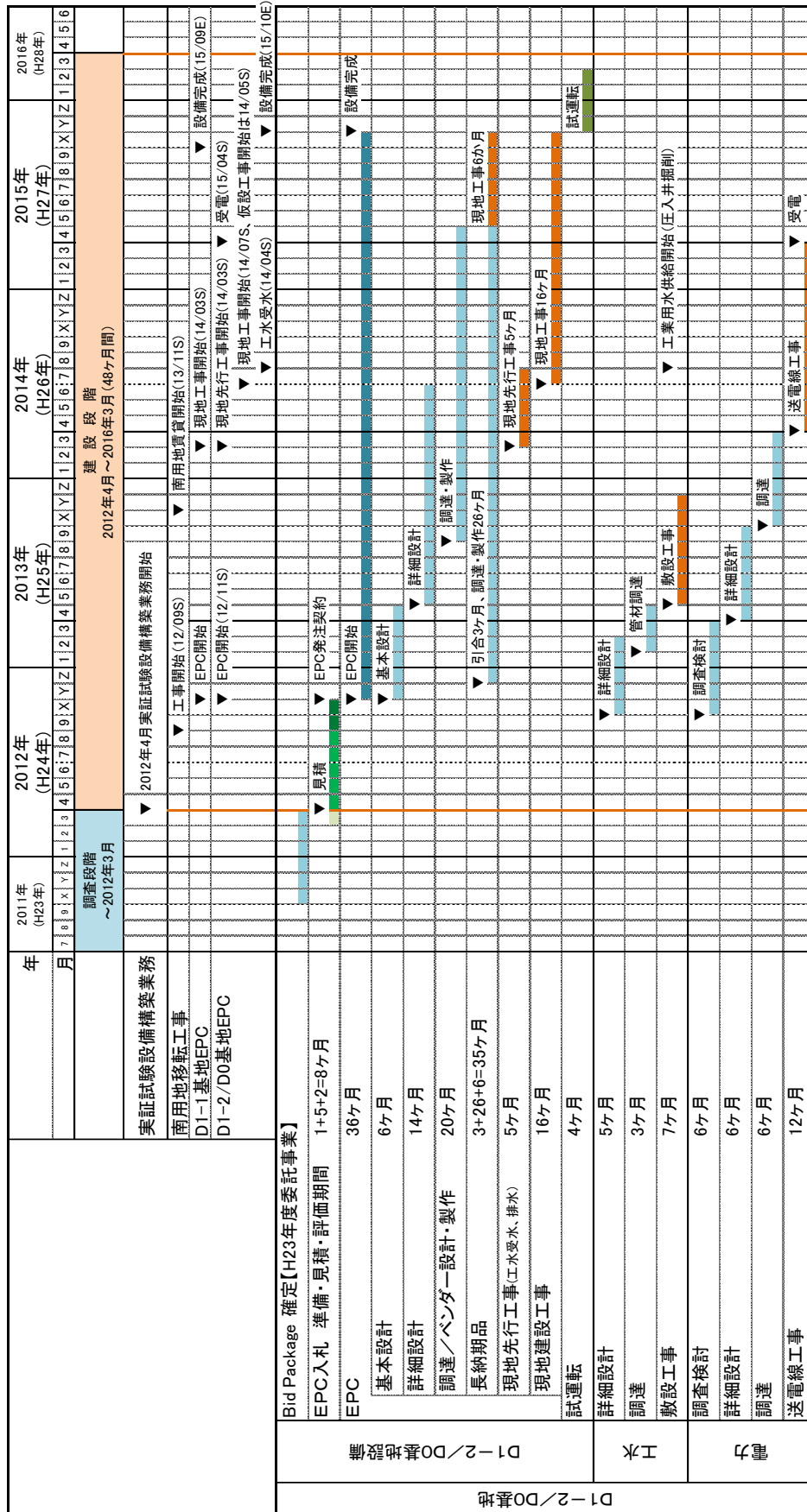


図 3-13 CO₂分離・回収／圧入基地EPC全体工程

③ CO₂分離・回収／圧入基地受電関連業務

CO₂分離・回収／圧入基地の操業に必要な電力の一部は、P S AオフガスからCO₂を分離した後のプロセスガスを燃料とした自家発電設備により賄うこととしており、残りの電力は北海道電力株式会社（以下、「北電」と称する）より送電系統を介して受電する。送電線は北電の既設送電系統より分岐し新規に敷設した。なお、試運転期間中は、使用電力量想定が難しく電力供給事業者に明確な条件提示ができないため、負荷率によらず約款により単価を確定できる北電と随意契約する方針とした。

受電する電力はCO₂分離・回収／圧入基地の試運転および関連設備で使用する。設備の詳細設計と資機材の調達を2013年度に、送電線敷設工事を2014年度に実施した。日本CCS調査(株)は2015年7月10日に受電を開始した。

電力供給条件および新設送電線の仕様を以下に示す：

- ・ 必要供給量： 13.5MW
- ・ 使用開始時期： 2015年7月
- ・ 送電方式・受電電圧： 交流3相3線式 66kV
- ・ 送電路区間： 苫小牧共同火力発電所（港南火力線分岐）～CO₂分離・回収／圧入基地
- ・ 亘長： 2.0km
- ・ 受電方式： 常用1回線受電方式

取合い点は、CO₂分離・回収／圧入基地内に設置する受電設備とし、受電設備を含むCO₂分離・回収／圧入基地内電気設備をEPC受注者、送電線の敷設および基地外からの特別高圧ケーブルを引込み受電設備に接続するまでを北電の分担とした。

④ CO₂分離・回収／圧入基地受水関連業務

CO₂分離・回収／圧入基地で使用する工業用水は、圧入井の掘削工事用水とCO₂分離・回収／圧入基地の冷却水に使用する。基地に工業用水を供給するために、北海道企業局の既設工業用水道（以下、「工水道」と称する）末端から新設工水道を分岐する。

工水道敷設工事計画時点での、それぞれの必要供給量と使用開始時期を以下に示す。

1) 圧入井掘削工事

- ・ 必要供給量 480 m³/日
- ・ 使用開始時期 2014年4月

2) CO₂分離・回収／圧入基地

- ・ 必要供給量 4,800 m³/日

- ・ 使用開始時期 2015 年 6 月

工水道設置位置を図 3-14 に示す。工水道の径は $\phi 400$ 、延長は約 895m である。



出典、1/25,000 地形図（国土地理院）

図 3-14 工水道敷設位置図

⑤ CO₂分離・回収／圧入基地 EPC 実施体制

CO₂分離・回収／圧入基地の EPC 業務は競争見積によって受注者を決定した。見積もりに当たっては、次の 2 点に留意した。

- 1) エネルギー負荷が大きい CO₂分離・回収設備のエネルギー負荷を低減する。
- 2) 費用の大きな設備設計・建設のコスト低減を図る。

見積もり受領後、技術評価により本基地の基本要求性能を満たしていることを確認したうえで、EPC 見積額と分離・回収エネルギー費用の合計額が最小となる見積者を選定した。

実証試験に供する CO₂分離・回収設備として、BASF 社の OASE プロセス（旧 aMDEA プロセス）を採用した。

OASE プロセスは BASF 社のライセンスプロセスであり、EPC 受注者が BASF 社とライセンス契約を締結し、BASF 社から受理した基本プロセス設計書に基づいて設計した。日本 CCS 調査㈱は、プロセス技術の情報開示を受け、かつプロセス技術を使用するため、EPC 受注者とライセンス権許諾に関する確認書を取り交わした。

⑥ CO₂分離・回収／圧入基地建設工事の適用法規等

CO₂分離・回収／圧入基地建設工事に適用される法規を以下（順不同）に示す。

消防法、ガス事業法、高圧ガス保安法、労働安全衛生法、建築基準法、電気事業法、
土壌汚染対策法、大気汚染防止法、海洋汚染等および海上災害の防止に関する法律、
騒音規制法・振動規制法、建設リサイクル法、景観法、道路法、道路交通法、
港湾法、港則法、海岸法、公害防止協定、北海道公害防止条例、
苫小牧市火災予防条例

CO₂分離・回収／圧入基地建設工事に適用される規格・基準等を以下に示す。

日本工業規格（JIS）、工場電気設備防爆指針（厚生労働省）、
ユーザーのための工場防爆電気設備ガイド（厚生労働省）、
産業安全研究所技術指針（厚生労働省）、日本電気技術規格委員会規格（JEAC）、
日本電線工業会規格（JCS）、日本電気制御機器工業会規格（NECA）、
日本電気規格調査会標準規格（JEC）、日本電機工業会標準規格（JEM）、
クレーン構造規格（厚生労働省）、製造設備等耐震設計指針（JGA指-101-02）、
製造所保安設備設置指針（JGA指-103-02）、米国材料試験協会規格（ASTM）、
米国機械学会規格（ASME）、米国規格協会規格（ANSI）、
米国石油協会規格（API）、日本石油学会規格（JPI）、
日本石油学会規格（JPI）、日本溶接協会規格（WES）、
国際標準化機構規格（ISO）、高圧ガス設備等耐震設計基準（高圧ガス保安協会）、
建築基礎構造設計基準（日本建築学会）、
鉄筋コンクリート構造計算基準（日本建築学会）、鋼構造設計基準（日本建築学会）、
コンクリート標準指示方書（土木学会）、舗装設計施工指針（日本道路協会）、
道路橋示方書（土木学会）、下水道施設設計指針（日本下水道協会）、
建築工事標準仕様書（JASS：日本建築学会）、
ボイラー構造規格（日本ボイラー協会）

⑦ プロットプラン

基地全体の設備配置を現すプロットプランは基地の機器・設備設計の基礎データとして
必要である。機器・設備の形状・寸法を反映させたプロットプランを図 3-15 に示す。

⑧ 取合い条件

a. P S Aオフガスの取合い条件

敷地境界に設置する移送配管出口のP S Aオフガスの条件を、以下のように設定した。

- ・ 圧力： 0.04MPaG
- ・ 温度： 40±10℃
- ・ 流量： 25,000Nm³/時 (C O₂=51.60mol%)

上記流量はプラント機器を設計するための代表組成ケースであり、P S AオフガスのC O₂濃度の変動に対応して、C O₂相当で25.3 トン/時のP S Aオフガス量を受け入れるように、下記の最大・最小流量を設定した（ただし、P S Aオフガスの組成およびC O₂量は製油所設備運転条件によって変動するものであることから、下記の最大・最小流量を保証するものではない）。

- ・ 最大流量ケース： 29,500Nm³/時 (C O₂=43.86mol%)
- ・ 最小流量ケース： 22,000Nm³/時 (C O₂=58.74mol%)

最小流量ケースの50%以上の流量を、通常運転範囲とする。

b. 圧入井との取合い条件

圧入井との取合い条件は、以下のとおりである。

- ・ 流量： 0～25.3 トン/時（乾式基準：萌別層、滝ノ上層圧入井合計）
- ・ 温度： 31.1～40℃
- ・ 圧力： 4.0～ 9.3MPaG（萌別層圧入井）
14.4～22.8MPaG（滝ノ上層圧入井）

c. 用役の取合い条件

C O₂分離・回収／圧入基地で受け入れる用役の取合い条件は、以下のとおりである。

- ・ 工業用水： 圧力 0.05MPaG、流量 200 トン/時
- ・ 上水： 圧力 0.2MPaG、流量 15 トン/時
- ・ 電力（特別高圧）： 66kV

⑨ 設計基本条項

設計基本条項は、C O₂分離・回収／圧入基地地上設備設計のための基本的条件、即ち立地条件や公害対策、配置計画、ユーティリティ条件、機器類の基本条件などを規定し、設計の全体的な整合性を図ることを目的としている。

a. 立地条件

- ・ 風向： 主方向は、冬季（1月）は北北東、夏季（7月）は南東とする。

- ・風速： 最大風速は、38.6m/sec とする。
- ・気温： 最高 35.5℃、最低-19.2℃、夏季平均 24.0℃（空気冷却器設計用）とする。
- ・湿度： 相対湿度 90%とする。
- ・降雨量： 最大記録降雨量 195.5mm（1 日）、79.5mm（1 時間）、設計降雨強度 60mm（1 時間）とする。
- ・積雪量： 設計基本積雪深 77cm とする。
- ・地震： 建築基準法、高圧ガス保安法、消防法、電気事業法の法定基準とする。
- ・潮位： 東京湾中等潮位+0.82m、苫小牧港平均水面+0.88m、干潮位+0.03m、満潮位+1.57m、基本水準面±0.03m、検潮基準面-2.11m とする。
- ・敷地高さ： 設計基準高さとして $E L \pm 0 = D L + 9,100\text{mm}$ とする。
- ・凍結深度： $G L - 700\text{mm}$ とする。

b. 公害対策

- ・騒音：騒音値（機側 1m、床上 1.5m）は、目標値として圧縮機 90dB(A)、その他ポンプなどの動機械 90dB(A) とする。また、敷地境界での管理目標値を 75dB(A) とする。
- ・排水：排水の水質基準は、水質汚濁防止法の規定による。プロセス排水・ユーティリティ排水は排水処理を行い海に放流し、雨水排水は地下浸透を基本とする。
- ・排ガス：ボイラー燃焼排ガスの排出基準は、大気汚染防止法、北海道条例の規定による。なお、北海道および苫小牧市と公害防止協定を締結する場合は、それによる。

c. 機器類の基本条件

- ・塔槽類：

トレイ型式はライセンサー規程がある場合はそれに従う。トレイおよび充填物の材質をステンレスとする。マンホールはインターナルの組み込みと内部点検が可能なように設置する。
- ・回転機械類：

駆動にはモーターを使用する。ポンプは予備機を保有するが、圧縮機・送風機は予備機なしとする。
- ・計装機器類：

オペレーターデスクは分散型制御システム（以下、「DCS（Distributed Control

System)」と称する)を、調節弁作動は空気式を採用する。

原料および製品の流量記録計はDCSトレンドを、積算計はDCS内積算計を使用する。熱交換器能力測定用の温度は、温度を検出する温度計を取付け、DCSにて温度監視を行う。液面指示計はDCS表示し上下限警報を設定する。分析計は必要箇所を個別に指定し設置する。

(3) CO₂分離・回収／圧入基地内の各設備概要と設計の考え方

① PSAオフガス圧縮設備

PSAオフガス圧縮設備は、D1-1基地から低压(圧力0.04MPaG、温度40℃±10℃)で受け入れたPSAオフガスを昇圧し、分離・回収設備のCO₂吸収塔に0.81MPaG、40℃の条件で供給する。設備能力は、受け入れる最大流量(29,500Nm³/時)のオフガスに対応する能力とした。

図3-16に示すように、PSAオフガス圧縮機(2段圧縮)、PSAオフガス圧縮機第1段冷却器、PSAオフガス圧縮機第2段気液分離槽、PSAオフガス圧縮機第2段冷却器、およびPSAオフガス圧縮機吐出気液分離槽で構成される。

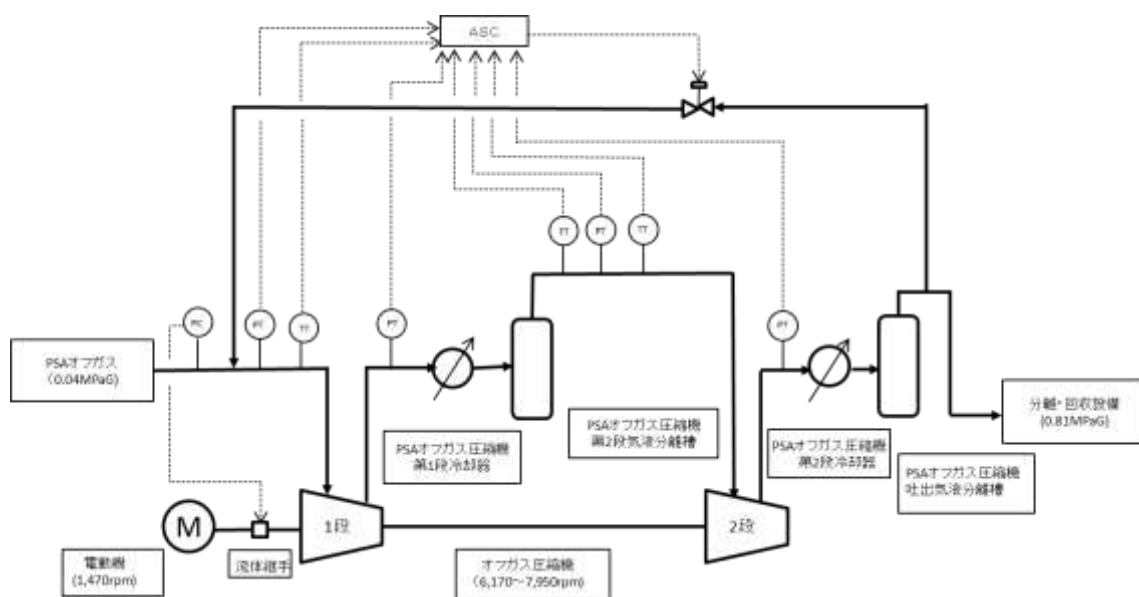


図 3-16 PSAオフガス圧縮設備 設備構成図

PSAオフガス圧縮設備の設計に当たっては、以下の点について特に考慮した。

- 1) PSAオフガスは流量および組成が大きく変動するため(表3-1)、PSAオフガス圧縮機は流体継手による回転数制御(6,170~7,950rpm)により、吸い込み圧力

を一定 (0.04MPaG) に保つ。

- 2) P S Aオフガス流量が低下してP S Aオフガス圧縮機の低負荷運転時 (ターンダウン時) には圧縮機のサージ領域に入るのでスピルバックライン (サージを回避するために吐出側のP S Aオフガスを吸い込み側にリサイクルさせる) を併用してアンチ・サージコントロール (A S C : Anti-Surge Control) を行う。

② C O₂分離・回収設備

C O₂分離・回収設備は、P S Aオフガス圧縮設備で昇圧されたP S Aオフガスから高純度のC O₂を分離・回収する設備である。回収したC O₂は、地下圧入のためC O₂圧縮設備へ送られる。C O₂を回収した後のP S Aオフガスは、燃料設備へ送られる。

a. 設計における基本的考え方

分離・回収設備の設計に関する基本的考え方は、以下のとおりとする。

- 1) 省エネルギー、低コスト化に向けた検討が可能な全体システムとする。
- 2) 排出源装置 (既存水素製造設備) への影響を最小限にする。

このため、本設備の設計上は、化学吸収プロセスの中でも特にC O₂の吸収性能に優れかつ商業規模での運転実績のある活性アミン (50 重量%程度のアミン水溶液にC O₂吸収促進剤を混合 : 以下、「アミン溶液」と称する) を採用し、装置コスト・運転コストを低く抑えることを可能にする分離・回収設備構成を検討した。

具体的には、分離・回収エネルギーを、2012 年 2 月経済産業省 (C C S 実証試験実施に向けた専門検討会) 作成の「苫小牧地点における貯留層総合評価および実証試験計画に係る評価」で挑戦目標とした 2.0GJ/トン-CO₂以下を大幅に下回る 1.22GJ/トン-CO₂ (代表組成ケース) まで低減することにより、3 年間の実証試験期間の分離・回収に伴う設備費用と運転用役費用の総額を小さくすることできるため、この分離・回収の設備構成が最も経済的であると判定した。このエネルギー値は、アミンリボイラー (図 3-17) におけるスチーム消費量とアミン溶液循環ポンプ (図 3-17) の動力を加算した値である。

石油精製 (水素製造)、アンモニア製造、天然ガス精製 (L N G 含む)、I G C C (石炭ガス化複合発電) などでのC O₂分離・回収は、対象ガスが比較的高いC O₂分圧をもち、酸素を含まないので、設備コスト、エネルギーコストの面で石炭火力などの燃焼排ガスからの分離・回収よりも有利であるといわれている。そこで、これらと類似のプロセス条件 (C O₂分圧、C O₂回収率など) を選定することにより、将来の比較的早い時期に商業的C C Sが期待されるこれら分野で設備最適設計を行う場合に対して、省エネルギー、低コスト化の基準データを提供することを目的とした。

b. 設備能力

ガス供給基地から供給される分離・回収の原料となるP S Aオフガスは、水素製造装置の運転変動によって生じるガス組成の変動を勘案し、P S Aオフガスの最小C O₂濃度から最大濃度の範囲で、表 3-1 に示す 3 種類のガス組成を設計条件として設定し、いずれの組成でもC O₂を最大 25.3 トン/時(一日 24 時間、一年 330 日稼動で年間 20 万トン相当)を回収できる設備とした。

最小C O₂濃度ではP S Aオフガス量が最大となり（最大流量ケース）、最大C O₂濃度ではP S Aオフガス最小流量ケースとなる。

表 3-1 P S Aオフガスならびに燃料ガスの組成

P S Aオフガス	最大流量ケース (最小C O ₂ 濃度)	代表組成ケース	最小流量ケース (最大C O ₂ 濃度)
オフガス処理量(Nm ³ /時)	29,500	25,000	22,000
ガス組成 (Vol. %)	P S Aオフガス (燃料ガス) *	P S Aオフガス (燃料ガス) *	P S Aオフガス (燃料ガス) *
C O ₂	43.86 (0.1)	51.60 (0.1)	58.74 (0.1)
H ₂	43.50 (77.25)	38.80 (80.20)	30.12 (73.41)
C H ₄	8.03 (14.24)	6.60 (13.62)	6.81 (16.56)
C O	3.99 (7.08)	2.30 (4.75)	3.53 (8.59)
H ₂ O	0.62 (1.33)	0.70 (1.33)	0.80 (1.33)
合計	100 (100)	100 (100)	100 (100)
分離・回収入口での オフガス圧力(MPaG)	0.81	0.81	0.81
オフガス温度(°C)	40	40	40

* : () 内の数値はP S Aオフガス中のC O₂を分離後の燃料ガスの組成を示す。

c. プロセスと設備構成

分離・回収プロセスには活性アミンを使用したO A S Eプロセス（ドイツB A S F社のライセンス）の省エネルギーフローを採用した（図 3-17）。

省エネルギーフローは低圧フラッシュ塔（L P F D : Low Pressure Flash Drum）と 2 段吸収法（図 3-17 において、C O₂吸収塔の 2 ヲ所で上段にリーンアミン溶液、下段にセミリーンアミン溶液を供給する方法）で構成され、分離・回収エネルギー（C O₂放散塔アミンリボイラーの熱量+アミン溶液循環ポンプの電気量）を低減する。

低圧フラッシュ塔では、加圧下(0.81MPaG)のCO₂吸収塔でCO₂を吸収したアミン溶液（リッチアミン溶液）を、低圧フラッシュ塔での減圧効果(0.06MPaG)とCO₂放散塔頂でCO₂に同伴される余剰熱（水蒸気）による加熱効果で吸収したCO₂の70%程度を放散することにより、大量の熱を必要とするCO₂放散塔でのアミンリボイラー熱量を低減する。

2段吸収法では、低圧フラッシュ塔底のセミリーンアミン溶液をCO₂吸収塔下段に循環して原料CO₂の約70%を粗吸収し、残り約30%を熱再生されたリーンアミン溶液によりCO₂吸収塔上段でCO₂濃度0.1%の低濃度まで吸収（深度吸収と呼ぶ）する。セミリーンアミン溶液には少量のCO₂が残存してアミン再生としては不完全であるが、CO₂吸収塔下段でのガス中CO₂濃度は入口で51.6%の高濃度であるため、CO₂吸収塔下段でのCO₂分圧－アミン平衡分圧の差（ドライビングフォース）により原料ガス中CO₂の70%程度を吸収することができる。

一方、CO₂吸収塔上段に供給されるリーンアミン溶液はアミンリボイラーで沸騰されCO₂が完全に放散されるため、ドライビングフォースによりCO₂吸収塔上段の出口ではCO₂濃度を0.1%まで低減できる。

CO₂吸収塔、低圧フラッシュ塔、CO₂放散塔には不規則充填物が充填されて、気体（CO₂、水蒸気、その他が上昇）と液体（アミン溶液が降下）の向流接触が促進される。

この省エネルギー設備構成の採用により、アミンリボイラーへの供給熱量を0.92GJ/トン-CO₂（代表組成ケース）程度までに低減した。アミンリボイラー加熱用スチームを製造するスチームボイラーの熱効率（90%）とアミン溶液循環ポンプ電力消費（発電効率42%として熱エネルギーに換算）を加算した分離・回収エネルギー（熱エネルギー）は、1.22GJ/トン-CO₂（代表組成ケース）まで低減することができた。

発電効率を42%（LHV基準）と想定しているが、これは石炭ガス化複合発電（IGCC）の実証試験結果と最近の石炭火力発電システム（超々臨界圧：USC）を根拠としている。CCSが商業化段階に入る時期には、更に高い発電効率が達成されていることが期待される。

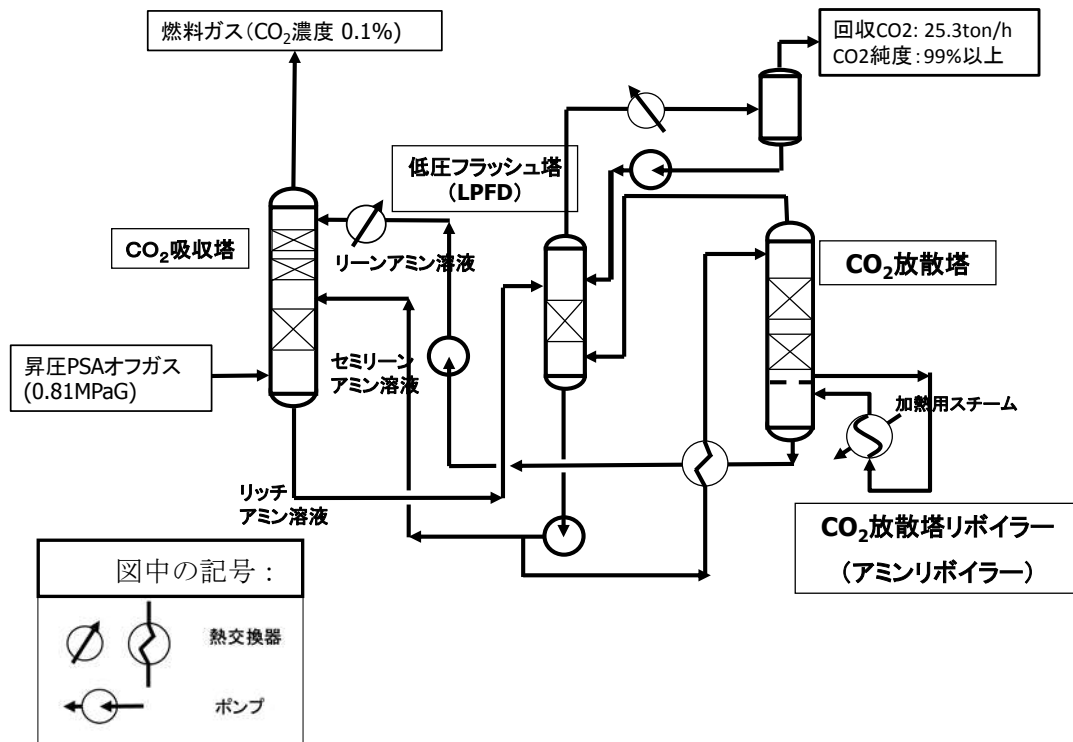


図 3-17 分離・回収の設備構成

d. プロセス性能

主なプロセス性能を示す。

- 1) 回収CO₂純度：99%以上（乾式基準）
- 2) 吸収塔出口CO₂濃度：0.1%以下（乾式基準）。すなわちCO₂吸収率は99.9%となる
- 3) 分離・回収エネルギー（表 3-2）：本エネルギー量は下記の計算式で定義する。

分離・回収エネルギー(GJ/トン-CO₂) =

CO₂放散塔アミンリボイラー熱量(GJ/トン-CO₂)/0.9(スチームボイラー効率)

+ 分離・回収設備電力消費量(kWh/トン-CO₂)

×0.0036(GJ/kWh)/0.420(代表発電効率：LHV 基準)

ただし、上記電力消費量には、PSAオフガス圧縮機は含めない。本実証試験では直ちにCCS商業設備の設計・建設に適用できる各種データを取得するため、その適用分野として高CO₂分圧領域（0.5MPa abs 程度）を目標としているためである。

表 3-2 分離・回収エネルギーのまとめ

	最大流量ケース	代表組成ケース	最小流量ケース
アミンリボイラー熱量 (GJ/トン-CO ₂)	1.19	0.92	0.73
スチームボイラー効率(%)	90	90	90
電気消費(kWh/トン-CO ₂)	23.5	23.5	23.5
電気消費(GJ/トン-CO ₂)	0.20	0.20	0.20
分離・回収エネルギー (GJ/トン-CO ₂)	1.52 (1.19/0.9+0.20)	1.22 (0.92/0.9+0.20)	1.01 (0.73/0.9+0.20)

e. 主要機器サイズ

分離・回収設備の主要機器のサイズを表 3-3 にまとめる。

表 3-3 主要機器サイズ

機器名称	主要サイズ		設計圧力(MPaG)	設計温度(°C)
CO ₂ 吸収塔	1.7/3.0m 直径 上部/下部	43.0m 高さ 上部/下部合計	0.98	95
CO ₂ 放散塔	2.0m 直径	24.0m 高さ	0.35	145
低圧フラッシュ塔	3.2m 直径	24.5m 高さ	0.35	120
低圧フラッシュ 塔頂凝縮器	1.2m 直径 5.0m 高さ	伝熱面積 111m ²	シェル側:0.35 チューブ:0.85	シェル側:120 チューブ:65
アミン リボイラー	1.1m 直径 4.0m 高さ	伝熱面積 280m ²	シェル側:0.70 チューブ:0.35	シェル側:205 チューブ:145
アミンタンク	8.5m 直径 8.2m 側面高さ	コーンルーフ 465m ³	満液+50mm 水柱	65

f. 特記事項

- 1) プロセスの選定と設備構成の検討では、本実証試験結果が直ちにCCS商業設備の設計・建設に適用できることを目標に、その適用分野として石油精製（水素製造における湿式CO₂分離法とPSA法の両方を含む）、アンモニア製造、天然ガス精製（LNG製造を含む）、IGCC（石炭ガス化複合発電）などを想定した。このため、PSAオフガスを昇圧してこれら適用分野に類似したCO₂分圧（0.5MPaA 程度）まで高め（ただし、高圧ガス保安法適用となる1MPaGを超えない）、かつ吸収塔出口CO₂濃度を0.1%以下（乾式基準）とした。
- 2) セミリーン溶液ポンプおよびリーン溶液ポンプが故障により停止すると、燃料ガ

ス中の CO_2 濃度が急激に上昇して発熱量が急激に低下するためボイラーが失火する。ボイラーが失火すると自家発電が停止することになるので、ガス供給基地から供給されるP S Aオフガスも停止することになる。ポンプ復旧後の CO_2 分離・回収／圧入設備の再稼動には時間が掛かり、かつ運転員の負荷が大きいため、各アミンポンプ2台（常用100%、予備100%）のうち常用機が故障の場合は予備機を自動的に起動するシステムとし、各アミンポンプの故障による操業停止を回避する。

③ CO_2 圧縮設備

CO_2 圧縮設備は、P S Aオフガスから分離・回収した CO_2 を大気圧から CO_2 圧入圧まで昇圧し、萌別層および滝ノ上層圧入井に供給する。

以下の圧入井入口（坑口）での取合い条件を満足させる。

- ・ 温度 : 31.1～40℃
- ・ 流量 : 0～25.3 トン/時
- ・ 圧力（萌別層圧入井） : 4.0～9.3MPaG
- ・ 圧力（滝ノ上層圧入井） : 14.4～22.8MPaG

CO_2 圧入設備は図3-18に示すように、第1低压 CO_2 圧縮機、第2低压 CO_2 圧縮機、高压 CO_2 圧縮機、および冷却器、気液分離槽などから構成される。

圧縮機は将来のC C Sの実用化を想定し大規模化に対応できるよう遠心式を採用した。また圧縮機の各段の出口圧力が一定となるようスピルバック（圧縮機の各段の吐出側 CO_2 の一部を吸い込み側にリサイクルさせる）により制御する。

また、低流量での CO_2 の圧入の際にも高精度で圧入量が測定できるよう、使用環境（流量・圧力）に合わせ、萌別層圧入井用にコリオリ式流量計（最大許容圧力：16.5MPaG、流量1.2トン/時での精度±1.5%）を、圧力の高い滝ノ上層圧入井用に超音波式流量計（最大許容圧力：45MPaG、流量1.0トン/時での精度±5%）を設置する。

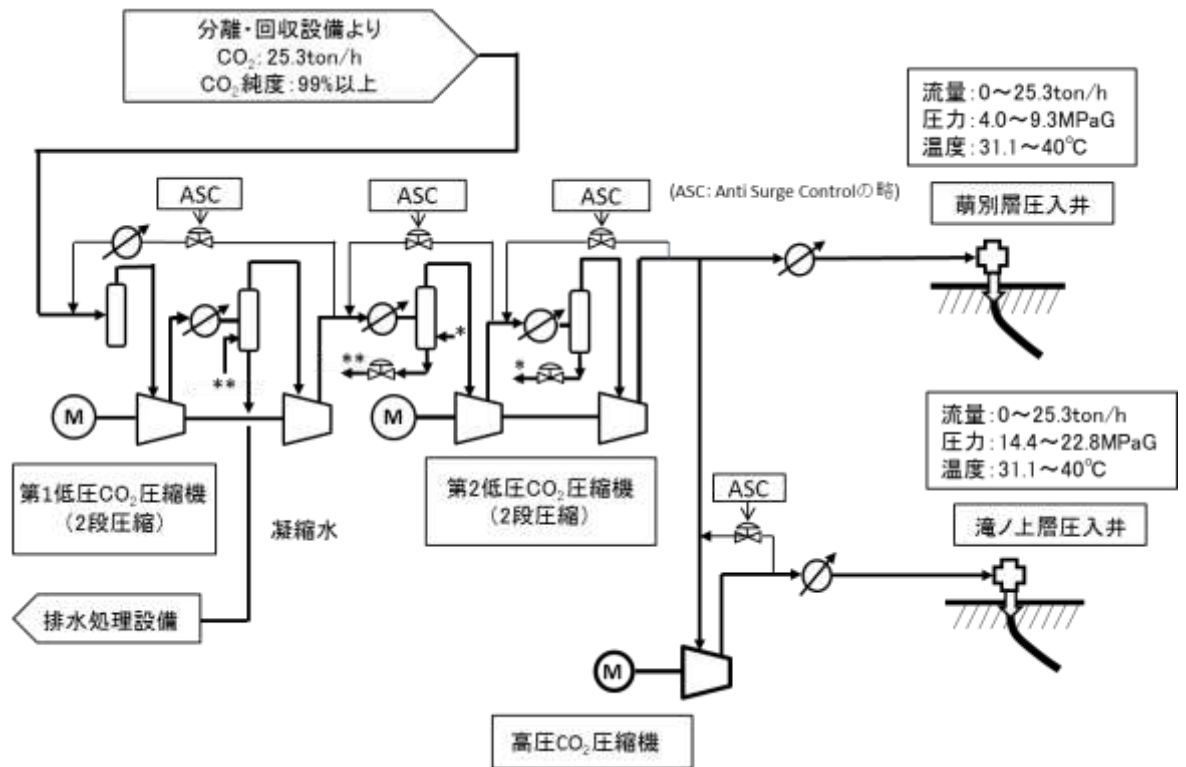


図 3-18 CO₂圧縮設備 設備構成図

CO₂圧入設備の設計にあたっては以下の点について特に考慮した：

- 1) 圧入井での水分の凝縮を防止するため、CO₂の水分は第2 低压CO₂圧縮機の気液分離槽で、CO₂の圧力変化に伴う含水率が極小(変曲点)となる 6.0MPaG、40℃の条件で気液分離し、それ以上の圧力（萌別層圧入井：6.0～9.3MPaG、滝ノ上層圧入井：6.0～22.8MPaG）では水が凝縮しない条件を選定した。
- 2) 厳冬期・低流量でCO₂を圧入する際に、CO₂温度が低下してCO₂ハイドレートが生成し、坑口装置内部が閉塞するのを防止するため、CO₂圧縮機出口の高圧 CO₂配管および坑口装置の周囲に電気トレースを設置し、厳冬期においても 高圧CO₂配管および坑口装置内部が 15℃以上になるように加温・保温し CO₂ハイドレート生成による坑口装置内部の閉塞を防止する。

④ ボイラー設備

ボイラー設備は、諸設備と自家発電設備に供給する蒸気を発生することを目的として設置する。P S AオフガスからCO₂を回収した残りの可燃性ガスを燃料ガスとして使用するが、燃料ガスは、優先的に低压ボイラーで燃焼し、諸設備に加熱用蒸気を供給する。残りの燃料ガスは、高压ボイラーで燃焼し、発電用蒸気を供給する。設備能力は、自家発電設

備や諸設備の蒸気使用量を考慮し、高圧ボイラーの能力は 61 トン/時、低圧ボイラーの能力は 30 トン/時とした。

設備構成を図 3-19 に示す。

高圧ボイラー設備（電気事業法適用）は、高圧給水ポンプ、燃烧用空気の押込送風機、ボイラー本体（蒸気過熱器、燃料ガスバーナー、燃料油バーナー、火炎検知器、蒸気ドラム、エコノマイザー等含む）および排ガススタック（煤塵測定計、 $\text{NO}_x \cdot \text{SO}_x \cdot \text{O}_2 \cdot \text{CO}$ 分析計含む）で構成される。

低圧ボイラー設備（労働安全衛生法適用）は、低圧給水ポンプ、燃烧用空気の押込送風機、ボイラー本体（燃料ガスバーナー、火炎検知器、蒸気ドラム、エコノマイザー等含む）、排ガススタック（煤塵測定計、 $\text{NO}_x \cdot \text{SO}_x \cdot \text{O}_2 \cdot \text{CO}$ 分析計含む）で構成される。

共通設備としては、ボイラー給水の溶存酸素を除去する脱気器、ブローダウン設備、脱酸素剤および防食剤用の薬剤注入設備、給水・缶水分析設備および高圧蒸気を減圧・減温して低圧蒸気ヘッダーに送るレットダウン設備（高圧蒸気を減温し圧力調整して低圧蒸気とする設備）で構成される。

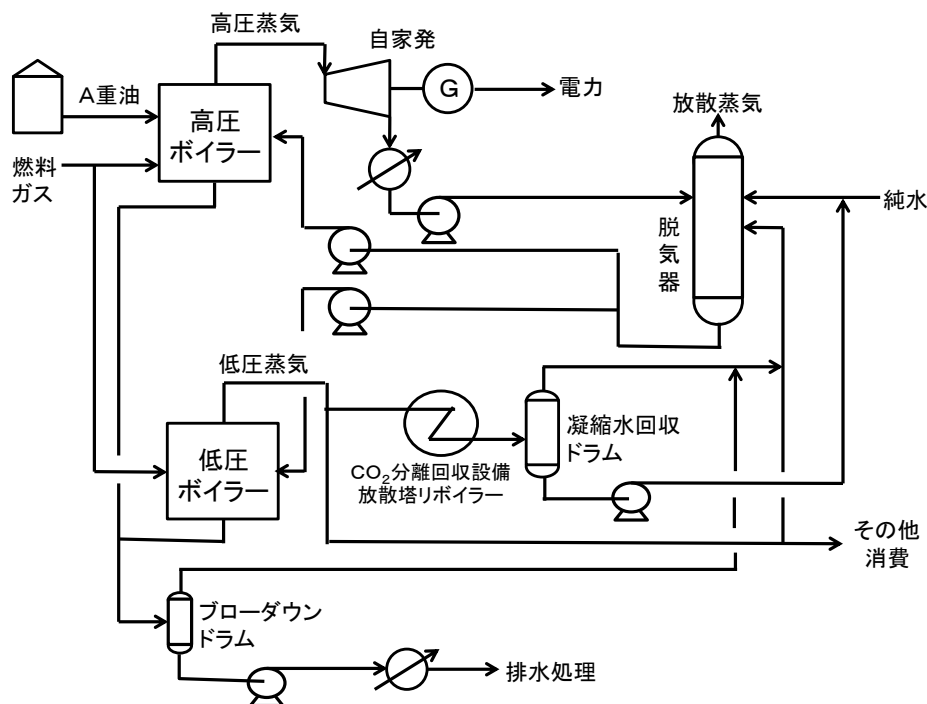


図 3-19 給水系統・ボイラー・蒸気系統 設備構成図

ボイラー設備の設計にあたっては以下の点について特に考慮した。

- 1) 高圧ボイラー・低圧ボイラーともにボイラー効率は90%以上とする。
- 2) 高圧ボイラーは発電機用タービンへの蒸気供給のため圧力 4.0MPaG、温度 350℃の高圧過熱蒸気を発生し、低圧ボイラーは諸設備の加熱用が主用途のため圧力 0.46MPaG、温度 168℃の低圧飽和蒸気を発生する。
- 3) 高圧ボイラーは燃料ガス・燃料油混焼とし、低圧ボイラーは燃料ガス専焼とする。運転開始時は、まず高圧ボイラーを燃料油燃焼でスタートし、レットダウン（水蒸気の落圧）設備で低圧蒸気を確保することとした。その後、燃料ガスが確保できてからは低圧ボイラーをスタートしレットダウン設備での低圧蒸気の確保を停止し、高圧ボイラーは燃料ガスも点火し混焼として蒸気系統のスタートが完了する。
- 4) 蒸気や凝縮水のロスを防止するため、CO₂分離・回収設備のリボイラーで排出される高温凝縮水から極低圧蒸気と凝縮水を回収し、ボイラーブローダウン設備の高温凝縮水から、極低圧蒸気を回収し脱気器で循環使用する設備とする。なお、ブローダウン設備の凝縮水は、冷却して排水処理設備へ送水する。
- 5) 燃料ガスは水素リッチな組成のため燃焼排ガス中のNO_xの濃度が高いことから、低NO_x対策としてバーナー部へのスチームインジェクション、火炎部の自己排ガス再循環、低過剰空気燃焼を行うことが可能なバーナーシステムと、燃焼用空気として常温空気の供給設備を採用する。

⑤ 自家発電設備

自家発電設備はCO₂分離後の原料ガスのエネルギーを有効活用する目的で設置する設備であり、高圧ボイラーが供給する高圧蒸気を用いて発電し、基地内負荷へ電力を供給する。設備能力は12.4 MW とした。

設備は、復水式蒸気タービン、ターニング装置、復水器設備、潤滑油装置（タンク・ポンプ、クーラー、オイルベーパーファン、非常用油ポンプなど）、グラウンド復水設備、調速機、復水ポンプ、保安装置等により構成される。

a. 電力供給系統と運用の考え方

所内設備には、図 3-20 に示すように、自家発電設備および外部受電の2系統から電力を供給する。自家発電設備は自家発電系統（BUS-B）の負荷以上の電力を発電することを基本とし、外部受電系統（BUS-A）の不足分は外部受電により賄うものとした。なお、両系統の連系運用と解列運用を可能としている。

CO₂分離・回収／圧入基地内では、外部受電系統からPSAオフガスブローア1台、

CO₂圧縮機3台および排水処理設備に相当する電力を供給し、自家発電系統からはCO₂分離・回収設備その他の設備に相当する電力を供給する2系統とした。

ガス供給基地にはCO₂分離・回収／圧入基地側から電力を供給することとした。2台あるPSAオフガスブロアの電力は、1台を外部受電系統、もう1台を自家発電系統から供給することとし、設備運転の信頼性の向上を図った。

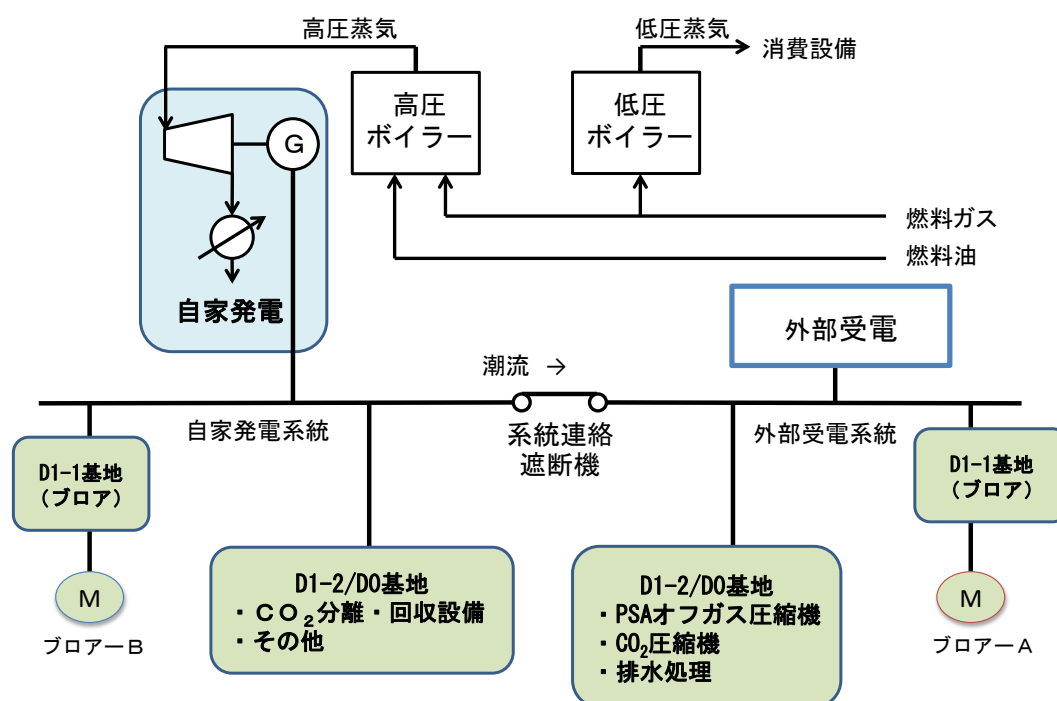


図 3-20 電力供給系統

b. PSAオフガスブロアの運転指針

PSAオフガスブロアは、常時2台運転とする。自家発電および外部受電のどちらかが停止した場合には、運転可能なPSAオフガスブロアの負荷を徐々に減少し、数時間後にPSAオフガスブロアを運転停止する。自家発電が停止した場合には外部受電のみで必要電力すべてを供給可能であり直ちに設備停止をする必要はないが、製油所の要請である水素製造装置の安定運転確保を確保するため、CO₂分離・回収／圧入基地で自家発電および外部受電の両方が可能である時のみ、PSAオフガスブロアを運転する。

PSAオフガスブロアが運転停止するとCO₂原料ガスの送出が止まるため、CO₂分離・回収設備および圧縮設備を運転停止する。また、ボイラーの燃料ガスもなくなるた

め低圧ボイラーを停止し、高圧ボイラーの燃料油燃焼にて高圧蒸気および低圧蒸気を確保する。

c. 自家発電設備の運転確保

自家発電設備の運転確保のため、自家発電系統から外部受電系統への潮流を常時確保する運用を行う。これにより、外部受電が突然停止した場合の自家発電負荷急増による自家発電設備の共倒れを防止する。

このための対策のひとつとして、外部受電停止時には自動的に自家発電系統と外部受電系統の解列を行う。もうひとつの対策として、燃料ガス供給が少ない場合（P S Aオフガス代表組成ケースの場合 75%負荷（15 万トン/年）以下の時）は、燃料ガスのみでは高圧ボイラー蒸気発生が少なく自家発電系統（B U S－B）から外部受電系統（B U S－A）への潮流を確保するための必要発電量（6MW 以上）が不足するケースが発生するが、その時は高圧ボイラーに燃料油を混焼し高圧ボイラー負荷を増加して潮流維持に必要な発電量を確保する。

⑥ 燃料設備

燃料設備は、高圧ボイラー用燃料油としてA重油をタンクローリー車で受け入れて貯蔵し、高圧ボイラーへ送油することを目的として設置する。燃料油タンクの貯蔵容量は 132kL、送油能力は 4kL/時とした。

本設備は、燃料油受入口、燃料油タンク、燃料油送油ポンプ、ボイラーへの送油および戻り配管の各設備で構成する。

なお、燃料油送油ポンプは、停止すると直ちに高圧ボイラー運転停止に至ることから、常用ポンプが 1 台故障停止しても予備ポンプ 1 台が自動起動し燃料油を確保するシステムとした。また、燃料油タンクの貯蔵容量は、代表的な運転ケース（C O₂原料ガスの代表組成で 20 万トン/年圧入時）では燃料油消費はゼロであること、また工業地帯に立地しA重油の入手が容易なことなどから、比較的燃料消費量が多いケース（原料ガスの代表組成で 10 万トン/年圧入時）の消費量の 4 日分（132kL）とした。

⑦ 工業用水設備・純水製造設備

a. 工業用水設備

工業用水設備は、諸設備で使用する工業用水を受水し、諸設備へ送水することを目的として設置する。工業用水は工業用水道末端から延伸し、C O₂分離・回収／圧入基地構内に受け入れる。諸設備の使用量を考慮し、受け入れおよび送水能力は 4,800 m³/日とした。

本設備は、延伸送水管、受入流量計、受入流量調節弁、工業用水受水槽および諸設備への送水用の工業用水ポンプで構成される。

なお、工業用水受水槽の容量は、通常使用量の2時間分として350 m³の有効容量を持たせる。また、別項で述べる防消火設備の防火ポンプは工業用水受水槽から給水する。

b. 純水製造設備

純水製造設備は、高圧ボイラー、低圧ボイラーおよびCO₂分離・回収設備へ供給する純水を製造する目的で設置する。これらの設備への供給量を考慮して、純水製造能力として20 トン/時とした。

本設備は、除鉄塔・除鉄処理水タンクで構成する除鉄設備、陽イオンおよび陰イオン交換樹脂を充填した混床塔、混床塔再生廃液中和設備、純水タンクおよび供給設備への送水用の純水ポンプと流量計で構成される。製造する純水の品質は、発電タービン用に過熱蒸気を発生する高圧ボイラー用純水として、鉄分0.3ppm未満、SiO₂・Cl⁻0.1ppm未満、電気伝導度5.0 μS/cm @25℃未満を確保する。

なお、設備の運転・監視は、計器室において設備の自動運転起動・停止が可能なシステムとした。また、北海道の立地を考慮した寒冷地対策として、タンク類にはスチームコイルによる加熱方式、屋外配管には電気トレース施工を採用するとともに、主要設備は屋内配置として凍結防止を図った。

⑧ 循環冷却水設備

循環冷却水設備は、諸設備で使用する循環冷却水を諸設備へ送水し、諸設備の熱交換器で高温流体から熱を吸収して温められて戻ってきた温水を冷却ファンで冷却して循環使用することを目的として設置する。設備能力は、諸設備の循環冷却水使用量を考慮し、循環冷却水送水能力は3,400 m³/時とした。

本設備は、循環冷却水冷却塔および冷却水貯水槽、諸設備への送水用の循環冷却水ポンプ、スケールを除去するサイドフィルターおよび殺菌・スケール防止薬剤注入設備で構成される。

なお、使用済み冷却水（約72%流量で40℃）と使用前冷却水（約28%流量で30℃）を合流し、自家発電設備蒸気タービン復水器へ直列に接続して復水器を冷却することにより（入口：37℃、出口：47℃）循環冷却水量を約50%削減した。

循環冷却水は諸設備の熱交換器で冷却水として使用することから、運転継続の重要度が高いため循環冷却水ポンプを2台設置し、常用ポンプ1台が故障停止しても予備ポンプ1台が自動起動し循環冷却水を確保するシステムとした。また、PSAオフガス圧縮設備の

冷却器からの可燃性ガス漏洩検知対策として、冷却塔への冷却水戻り部にガス検知器を設置した。

⑨ 排水処理設備

排水処理設備は、諸設備から排出される要処理水を処理し、排水中のSSを除去・浄化する。CO₂分離・回収／圧入設備構内の排水は、一次排水系、二次排水系、要処理排水系と生活排水系の4系統に区分し、それぞれに最適な排水処理を行う。

設備能力は、上記設備の要処理排水量を考慮し、排水処理設備能力は15トン/時とした。

本設備は、図3-21に示すように、要処理排水を一時的に貯蔵する排水貯水槽、排水を送水する排水ポンプ、油分を分離・回収するCPIセパレーター、SS分を除去処理する加圧浮上設備、処理排水を受け入れる排水処理水槽と処理排水ポンプ、および加圧浮上設備で使用する各種薬剤注入設備で構成される。管理棟等から発生する生活排水は、合併浄化槽で浄化処理した後、排水管に合流させて海へ排水する。

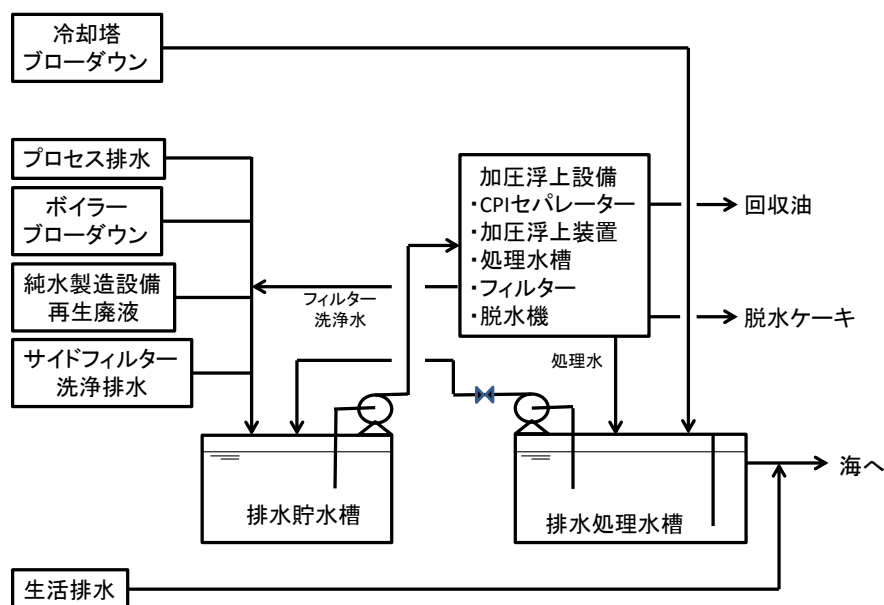


図 3-21 排水処理設備の設備構成

排水処理後の処理水と循環冷却水ブローダウンおよび浄化生活排水の合流排水性状は、SS分の法定値である日間最大200ppm、日間平均150ppmに対して、設計値を、それぞれ40ppm、30ppmとした。またCOD（化学的酸素要求量の英語表記 Chemical Oxygen Demand

の頭文字を用いた水質用語)の法定値である日間最大 160ppm、日間平均 120ppm に対して、設計値をそれぞれ 60ppm、40ppm とする。

なお、一次排水系、二次排水系を地下浸透処理とすることで海への排水量の大幅な減少を図った。排水性状が良いため、北海道および苫小牧市との排水に関する公害防止協定が不要となった。また、構内で新たにCOD分が付加されないことから、生物処理や活性炭吸着処理等が不要となり、SS分除去と油分除去の簡単な排水処理設備構成とした。

全体の排水量は約 1,300m³/日、そのうち要処理排水は約 240m³/日であるため、加圧浮上設備は通常間欠運転とし、何らかの不具合で要処理水が増加した場合の余力対応として、排水処理能力(加圧浮上設備能力)を 15 トン/時とした。

⑩ 空気製造設備

空気製造設備は、CO₂分離・回収/圧入基地で使用する計装空気、プラント用空気、エアラインマスク用空気を製造することを目的として設置する。CO₂分離・回収/圧入基地で使用する計装空気、プラント用空気、エアラインマスク用空気の常用使用量は 387Nm³/時であり、この常用使用量に 16%の余裕を見込み空気製造能力を 450Nm³/時とした。

本設備は、空気を製造するための、空気圧縮機、レシーバータンク、エアドライヤーおよび製造した空気を貯蔵するための空気ホルダーから構成される。

空気製造能力は 450Nm³/時で、計装空気ホルダーは本設備が停止した際にも安全にプラントを停止できるよう、15 分間分の製造容量を保持できる容量を有している。

⑪ 窒素製造設備

本設備は、CO₂分離・回収/圧入基地の設備機器のスタートアップ時の窒素パージと、運転開始後の圧縮機およびアミンタンクのシールに用いる窒素ガスを製造することを目的として設置し、250Nm³/時の窒素ガス製造能力を有する液化窒素ベーパーライザーを 2 台設置した。

スタートアップ時は窒素ガス消費量が多いため、液化窒素ベーパーライザー2 台を運転し、窒素ガスを製造する。通常運転時は窒素ガスの必要量が 140Nm³/時であるため、液化窒素ベーパーライザー1 台を運転し、窒素ガスを製造する。

外部からタンクローリー車で受け入れた液化窒素を気化させ、気体の窒素を供給する。液化窒素を受け入れるための液化窒素ドラムと、液化窒素を気化させるための液化窒素ベーパーライザーで構成される。液化窒素ベーパーライザーは、寒冷地を考慮し蒸気加熱式を採用する。液化窒素ドラムは、有効容量として 30m³を 2 基設置する。

⑫ フレア・CO₂ベント統合スタック設備

本設備は、CO₂分離・回収／圧入基地内の非定常運転時に発生する余剰可燃性ガスを燃焼処理することと、機器トラブルまたは電力停止時にCO₂分離・回収設備とCO₂圧縮設備内のCO₂を大気中に放出することを目的として設置する。ガス供給基地から供給されるP S Aオフガスの全量(最大 29,500Nm³/時)を燃焼できる設備能力とした。

フレアバーナーはP S Aオフガスの全量を燃焼させるケースに加え、回収CO₂の全量を放出する際にも失火しない設備機能とし、スタックの高さは輻射熱の地上における強度とCO₂の着地濃度を検討して決定した。

本設備は、ガスを燃焼させるフレアバーナーと放出するスタックで構成される。

なお、フレアバーナー点火用のパイロットバーナーの燃料はCO₂除去後のP S Aオフガス(燃料ガス)を使用するが、燃料ガスが供給されないスタートアップ時などは、L P Gを使用する。

⑬ 防消火設備

CO₂分離・回収／圧入基地の防火体制の構築を目的とし、消防法、高圧ガス保安法、ガス事業法で要求されている防消火設備として放水銃・固定散水設備および泡粉末消火器等を設置する。

⑭ 電気設備

本プラントでは、必要な電力を自家発電設備と電力会社の送電系統(外部商用電源)による2系統で供給することとしているが、そのうち受変電設備として、送電系統から供給される電力を所内に引き込むためのC-G I S設備および、受電した電力を必要な電圧まで降圧するための変圧器を設置することとした。

電気系統は外部商用電源から電力を供給する母線(B U S-A)、および自家発電設備から電力を供給する母線(B U S-B)の2母線構成とし、一方の電源が停止しても安全操業上最低限必要な設備の運転が継続でき、また安全にプラント停止ができるよう計画した。

操業中の製油所内に建設するガス供給基地からCO₂分離・回収基地にP S Aオフガスを送るため、ガス供給基地にP S Aオフガスブロアを設置する。同ブロアは操業時に電源停止などのトラブルが発生すれば製油所の操業に大きく影響する。そのため信頼性を考慮して2台設置し冗長化を図ることとしており、一方は外部商用電源、他方は自家発電設備からそれぞれ必要な電力を供給することとした。

なお、工場電気設備防爆指針―「ガス蒸気防爆2006：労働省産業安全研究所」に従

い、主に分離・回収設備とP S Aオフガス設備廻りを危険場所として計画した。

通信設備としては、構内の連絡を目的として有線・無線ページング装置および電話設備を計画した。無線ページングは無線子機を10台設置することとし、有線ページングと関係できる設計とした。電話設備についても同様にページング装置と関係できる設計とした。さらに、緊急時にも連絡できるようガス供給基地との専用電話を設置することとした。

また、構内の監視システムとしては工業用テレビ（I T V）を設置することとし計器室から必要な設備の画像監視が可能となるよう計画した。

構内および管理棟への入退構に関してはセキュリティを考慮してI Dカードによる通門管理システムを計画した。

⑮ 計装設備

C O₂分離・回収／圧入基地を運転および管理する設備主体としてD C Sを採用した。C O₂分離・回収／圧入基地は、各設備過程における流体のプロセス値（圧力、温度、流量、液位、性状等）を連続的に、かつ一定値に制御する必要があるため、石油・化学プラントの制御装置と同様にD C Sを用いて制御する。D C Sは、流体のプロセス値を計測し設定値となるよう操作端を介して制御する機能を有しているほか、計測値や設定値の異常の監視および各種機器の運転状況の監視、運転員による各設備の運転・操作を補助する機能、各種プロセス値の記録、保存、帳票出力など基地の操業および管理に関わる多種の機能を有する。

また、異常時の重大災害防止、設備保護を目的とした安全計装システム（以下、「E S D（Emergency Shutdown）」と称する）を用いた。E S Dは、基地の運転時に何等かの原因により重大な災害（爆発、火災、環境被害、人的被害、重大な機器損傷など）が発生した場合に他設備へ影響を最小限にとどめるため、設備内で運転異常が発生したことを自動的に検知し、C O₂分離・回収／圧入基地を構成する各設備単位または全設備を安全に停止、遮断、隔離動作を行う装置である。

E S Dは、システムの監視を除きD C Sとは独立したシステムとした。

P S Aオフガスの供給先であるC O₂分離・回収／圧入基地で緊急遮断が行われた場合、P S Aオフガス供給が停止される緊急時となるが、ガス供給基地の緊急遮断システムとC O₂分離・回収／圧入基地緊急遮断システムはそれぞれ独立したシステムを構築しているため、D 1－1基地で緊急遮断が発動した場合でもC O₂分離・回収／圧入基地を自動的に緊急遮断することはない。ガス供給基地で緊急遮断が発動した場合は、C O₂分離・回収／圧入基地は運転員判断においてE S D盤操作により手動緊急遮断操作をするものとする。

なお、両基地間の緊急遮断発動状況は、通信ケーブルを介して相互連絡できるようにしている。

⑩ HAZOP

プロセス危険性の特定手法の一つであるHAZOP (Hazard and Operability Study) を使用した安全性評価を実施した。設備やシステムの潜在危険性や運転上の阻害要因を洩れなく洗い出すために、プラントの運転状態の「設計意図からのずれ」、すなわちプロセス異常に着目し、考えられる「ずれ」をすべてリストアップする。

危険性の高い可燃性ガスや高圧ガスおよび火気や高温蒸気を扱うPSAオフガス圧縮設備、分離・回収設備、CO₂圧縮設備、ボイラー設備、自家発電設備をHAZOPの実施対象とし、その他用役設備は、水、空気、窒素を扱う設備で危険性が低いことからHAZOPの実施対象から除外した。

プロセス設備は、PSAオフガス圧縮機系統、CO₂吸収塔の塔頂から燃料ガス送出系統、リッチアミンおよびセミリーンアミン系統、CO₂吸収塔への給水およびリーンアミン系統、CO₂送出系統、第1低圧CO₂圧縮機および第2低圧CO₂圧縮機器系統、高圧圧縮機から圧入配管系統の7ノードに分割してHAZOPを実施した。378項目の原因事象が導き出され、299項目の勧告がなされた。299項目をアクションリスト化し、以後設計の進捗に応じて対処した。必要に応じて、ダイナミックシミュレーションモデルを構築して動的解析を行い、対策を立案した。

圧縮設備は、PSAオフガス圧縮機潤滑油系統、PSAオフガス圧縮機シールガス系統、3台のCO₂圧縮機潤滑油系統、3台のCO₂圧縮機シールガス系統の4ノードに分割してHAZOPを実施した。122項目の原因事象が導き出され、90項目の勧告がなされ、以後設計の進捗に応じて対処した。

ボイラー設備は、燃料供給・燃焼系統、ボイラー用水供給系統、蒸気ヘッダー・蒸気凝縮水回収系統の3ノードに分割してHAZOPを実施した。285項目の原因事象が導き出され、163項目の勧告がなされ、対処を行った。

(4) CO₂分離・回収／圧入基地の設備調達・建設

図3-10に示したように、機器の調達／ベンダー設計・製作は、長納期品を2013年3月、その他機器を2013年9月に開始した。現地工事は、2014年3月に先行工事を開始し、本工事のための仮設工事を2014年5～6月に実施した後、2014年7月2日に本工事に着工した。プロットプラン（図3-15）に示すCY=180～380mのプラントエリアの設備建設は、2015年9月15日に完工した。CY=0～180mの圧入井掘削エリアの設備建設は、圧入井掘削工事の終

了を待って 2015 年 7 月 31 日に開始し、2015 年 10 月 31 日に完工した。

先行工事として 2014 年 3 月 3 日から 7 月 25 日の期間に、排水管敷設工事、上水道引込工事、工業用水受水設備、外構工事を行った。

① 建設工事の安全管理

日本 C C S 調査㈱は、社員が安全に業務を遂行すること、ならびに日本 C C S 調査㈱が発注する調査/建設工事等が安全に遂行されることを目的に、安全管理体制と安全管理方法を明確にして安全の確保を図るため安全管理規程を制定している。

本規程に基づき、H S E 方針を制定し、C O₂分離・回収／圧入基地建設工事の安全管理活動を行った。特に工事計画検討会および安全パトロールを重視し、積極的な活動を行った。

② 地上配管工事

地上配管工事の工事数量を表 3-4 に示す。

表 3-4 配管工事工事量

配管工事	長さ (m)	重量 (ton)
高圧ガス配管 C/S	422	18.17
高圧ガス配管 SUS	190	14.07
電気事業法対象配管 C/S	141	5.82
一般配管 C/S	8,702	241.86
一般配管 SUS	1,458	35.04
配管合計	10,913	314.96

注) C/S : 炭素鋼 SUS : ステンレススチール鋼

③ 電気設備

電気設備として、北電の送電系統より特別高圧電力を構内に引込み各個別電気設備へ配電するための受変電・動力設備をはじめ、照明設備、避雷・接地設備、通信設備、自動火災報知設備、通門管理システム等を設置した。受電を 2015 年 7 月 10 日に開始し、2015 年 9 月 1 日に北海道産業保安監督部 電力安全課の検査員による安全審査を受けた。

④ 分析計

C O₂分析計 2 台、ガスクロマトグラフ 2 台、水分計 2 台、導電率計 1 台を設置した。

a. CO₂分析計

CO₂吸収塔燃料ガス出口と中段にCO₂の濃度監視用に設置した。

b. ガスクロマトグラフ

PSAオフガスの成分分析用にPSA圧縮機出口に設置した。CO₂量、燃料ガスカロリー算出を目的とする。同じく低圧フラッシュ塔塔頂受槽出口にCO₂濃度監視計測用に設置した。

c. 水分計

PSAオフガスの水分濃度分析用にPSAオフガス圧縮機出口に1台設置した。また、圧入CO₂の水分濃度分析用に第2低圧CO₂圧縮機1段出口に1台設置した。

d. 導電率計

薬剤注入の目安とするため、フランジ型検出器を冷却塔入口（循環冷却水戻り）ラインへ設置し、電極は絶えず液体に浸した状態により液中の導電率を測定する。

e. ガス検知器設備

圧入井クリスマスツリー部を構成する緊急遮断弁、手動弁などのフランジ部から、異常時にCO₂が漏洩することを検知するために、CO₂検知器を圧入井クリスマスツリー部近傍に各1台設置する。ガス検知器はスマート型を採用した。

可燃性ガスH₂・CH₄監視用22台、CO監視用15台、CO₂監視用18台を設置した。

⑤ 地震計

設備として地震計1台（センサー部3台）を設置した。加速度を高精度に計測処理でき、液状化発生の検知、時間窓内の最大値をSI値で出力できるなどの利点があることから、3軸サーボ型加速度センサーを採用した。安全計装システムへの信号はセンサー3台による「2 out of 3」とする。

⑥ 正門・通用門

プラント機器の据え付け工事がほぼ完了した後、正門と通用門を施工した。図3-22に正門と通用門の完成姿を示す。



図 3-22 正門と通用門

⑦ 管理棟

CO₂分離・回収／圧入基地で人が常駐する唯一の建屋であり、事務室、所長室、プレゼンテーションルーム、展示ロビー、会議室、応接室、休憩室、更衣室、浴室、洗濯脱衣室、守衛室、書庫、倉庫、喫煙室、トイレ、パントリー、空調機械室の事務管理棟機能に、プラント設備である電気室、制御盤室、計器室を併設した。管理棟の床面積は、1 階が 900.00 m²、2 階が 694.13 m²、屋上階が 24.59 m²である。屋根の一部は津波時避難可能な屋上（約 220 m²）とした。図 3-23 に管理棟の完成姿を示す。



図 3-23 管理棟の完成姿

⑧ CO₂分離・回収／圧入基地 EPC 試運転による性能確認

CO₂分離・回収／圧入基地設備の試運転は、図 3-24 試運転計画案に示すように 2015 年 11 月から開始した。

試運転に向けて、2015 年 4 月から、試運転員 22 名を採用し、約 4 ヶ月間の机上を主とす

るトレーニングを実施した。8月からは個別設備の稼動に伴い運転現場を含めたトレーニングを実施している。2015年10月末予定の建設工事完了を受けて、11月から試運転を開始し、2016年2月上旬の総合性能確認運転をもって試運転を終了する予定である。

3-1-2-3-A 坑井掘削および試料分析

(1) 萌別層観測井の掘削

① 目的

苫小牧C C S 実証試験における貯留したC O₂の挙動や微小振動、自然地震の観測のためのモニタリングシステム構築の一環として萌別層に圧入されるC O₂の挙動を観測するため、C O₂分離・回収／圧入基地の南側に隣接する位置に深度 1,200m の垂直井を掘削し、温度・圧力、微小振動、自然地震観測用の計測機を設置しデータを収集する。

② 緒元

坑井名	: O B - 2
種別	: 観測井
坑井タイプ	: 鉛直井
所在地	: 北海道苫小牧市真砂町 11-11 地先
位置	: 坑口（世界測地系第Ⅱ系） X=-151,993.007m、Y=-49,471.590m 標高=9.150m (胆振 坑井実測報告)
使用リグ	: TSL-1
作業期間	: 以下のとおり
敷地準備工事	: 予定：2012 年 11 月 20 日～2012 年 12 月 10 日 (21 日間) 実績：2012 年 11 月 20 日～2012 年 12 月 10 日 (21 日間)
掘削機器搬入・組立	: 予定：2012 年 12 月 11 日～2012 年 12 月 28 日 (18 日間) 実績：2012 年 12 月 11 日～2012 年 12 月 28 日 (18 日間)
掘削本体工事	: 予定：2013 年 1 月 5 日～2013 年 2 月 27 日 (54 日間) 実績：2013 年 1 月 5 日～2013 年 2 月 27 日 (54 日間)
掘削機器解体・搬出	: 予定：2013 年 2 月 28 日～2013 年 3 月 11 日 (12 日間) 実績：2013 年 2 月 28 日～2013 年 3 月 11 日 (12 日間)
敷地整理工事	: 予定：2013 年 3 月 12 日～2013 年 3 月 18 日 (7 日間) 実績：2013 年 3 月 9 日～2013 年 3 月 20 日 (10 日間)
掘削深度	: 予定 1,200m (垂直深度) 実績 1,200m (垂直深度)
坑井位置	: 本井の坑井位置を図 3-25 に示す。



©Google, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Image©2015 Digital Globe

図 3-25 OB-2 坑井位置図

③ 概要

OB-2 は、2012 年 11 月 20 日より敷地工事を開始し、敷地工事終了後直ちに掘削機材の搬入および設置組立工事を開始して 2012 年 12 月 28 日に設置作業を終了した。

2013 年 1 月 5 日より作業を再開し、翌 1 月 6 日より掘削泥水を作泥し、第一段である 12-1/4” 坑の掘削を開始した。12-1/4” 坑はベントナイト泥水を使用して深度 482m まで掘削した。坑内クリーニングのためのワイパートリップを行った後、第一次物理検層を実施し、9-5/8” ケーシング（以下、「CSG」と称する）を深度 479m まで降下・設置した。

その後、第二段である 8-1/2” 坑を深度 960m まで掘削した。前区間同様に掘削泥水にはベントナイト泥水を使用した。この区間では 849～858m 区間を掘削中にレート 0.7kL/時程度の逸泥が確認されたが、これは掘進を継続する中で自然治癒した。960m 到達後、坑内状況確認のためのトリップを挟み、第二次物理検層を行い、7” CSG を深度 957m まで降下・設置した。7” CSG の深部セメントスラリーには耐 CO₂ スラリーを使用した。最終段である 6-1/4” 坑を目 1,200m まで掘削した。6-1/4” 坑においては 965m にて萌別層泥岩部の地層強度確認のためのリークオフテストを実施し、等価泥水比重換算で比重 1.57 の値を得た。また泥岩層で 5 回、砂岩層部で 7 回、計 12 回のコア試料採取を行った。

その後、第三次物理検層を実施し、4-1/2” C S Gを深度 938m～1,200m に設置した。

4-1/2” C S G設置後、地層水採取のため、坑内を清水に入れ替えたが自噴量が想定よりも多く廃泥処理が困難となったため、1.06SG ブラインにて坑井を一旦抑圧し、自噴量調整のため、坑内約 100m 分を清水に入れ替えしたうえで地層水採取作業に移行した。地層水採取作業ではトータル 218.1kL の坑内流体を排出したうえで地層水採取を実施した。

地層水採取作業後、坑内流体を比重 1.03SG のブラインに入れ替えしたが、ダイバーター編成を降下したところ、1,105m 以深は閉塞物により降下ができないことが確認された。最後に、坑内浅部に不凍液を混入して坑口装置に盲フランジをセットし、2013 年 2 月 27 日に坑内作業を終了した。

翌 2 月 28 日より掘削機材の解体および撤去作業を開始し、敷地復旧工事を実施した後、2013 年 3 月 22 日に全工事を終了した。

④ 地質状況

本井の地層予実績図を図 3-26 に示す。

⑤ 最終坑内図

本井の最終坑内図を図 3-27 に示す。

深度 (m)

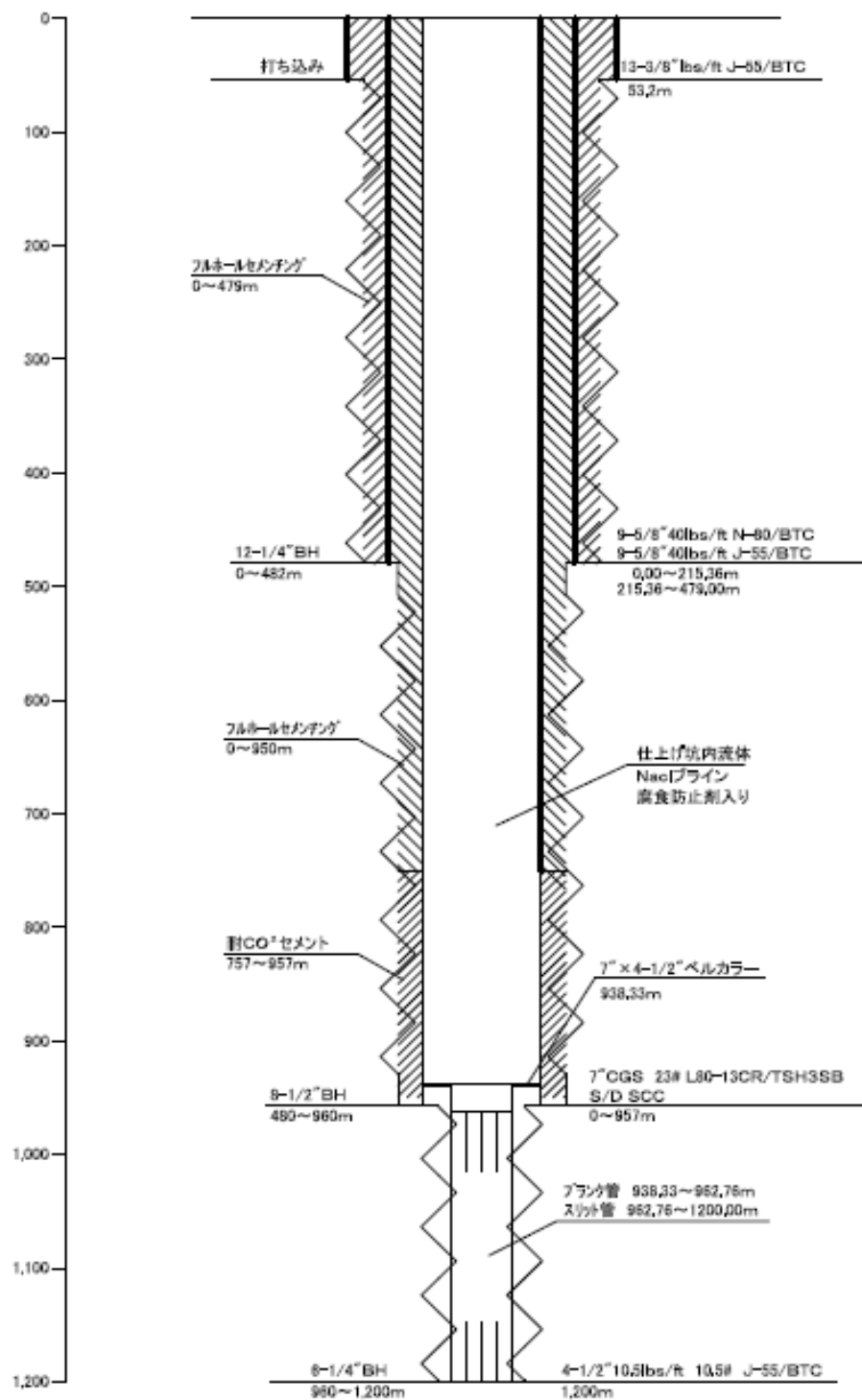


図 3-27 OB-2 最終坑内図

⑥ まとめ

OB-2掘削工事は、2012年11月20日より開始し2013年3月22日に全工事を終了した。掘削作業を通じて、検層データ、コア試料、萌別層地層水等の試料を取り、あわせて地層強度データを取得した。これらにより、萌別層砂岩層は予想以上に脆弱であり萌別層圧入井掘削における貯留層区間の仕上げにあたっては、出砂に関して何らかの対策が必要であることが判明した。

(2) CCS-1の滝ノ上層観測井への改修

① 目的

苫小牧CCS実証試験における貯留したCO₂の挙動や微小振動、自然地震の観測のためのモニタリングシステム構築の一環として、滝ノ上層T1部層に圧入されるCO₂の挙動を観測するため、2010年11月に掘削深度3,700mまで掘削されたCCS-1を滝ノ上層用の観測井として転用する。

② 緒元

坑井名	: CCS-1 (改修後はOB-1)
種別	: 観測井
坑井タイプ	: 傾斜井
所在地	: 北海道苫小牧市汐見町地先西港区土砂処分場
位置	: 坑口 (世界測地系第XII系) X=-152,965.378m、Y=-52,024.990m 標高=7.035m 指令点 垂直深度=2,409.49m 偏距=1,163.61m X=-153,856.757m、Y=-51,277.031m 坑底 垂直深度=3,046.89m 坑底偏距 = 1,754.00m X=-154,308.438m、Y=-50,896.850m 坑底方位=N 140.00° E
使用リグ	: 110-UE
作業期間	: 以下のとおり
敷地準備工事	: 予定: 2013年6月17日～2013年9月10日 (86日間) 実績: 2013年6月17日～2013年9月9日 (85日間)
掘削機器搬入・組立	: 予定: 2013年11月27日～2013年12月21日 (25日間) 実績: 2013年11月27日～2013年12月21日 (25日間)
改修本体工事	: 予定: 2013年12月22日～2014年1月14日 (24日間)

実績：2013 年 12 月 22 日～2014 年 1 月 13 日 (23 日間)

掘削機器解体・搬出：予定：2014 年 1 月 15 日～2014 年 1 月 29 日 (14 日間)

実績：2014 年 1 月 14 日～2014 年 1 月 27 日 (14 日間)

敷地整理工事：予定：2014 年 1 月 27 日～2014 年 2 月 3 日 (7 日間)

実績：2014 年 1 月 27 日～2014 年 2 月 3 日 (7 日間)

掘削深度：予定： 3,700m / 3,050.12m (垂直深度)

実績： 3,700m / 3,046.89m (垂直深度)

坑井位置：本井の坑井位置を図 3-28 に示す。



©Google, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Image©2015 Digital Globe

図 3-28 CCS-1 坑井位置図

③ 概要

CCS-1 は、貯留層候補である滝ノ上層 T1 部層の評価のため 2010 年 11 月に掘削深度 3,700m まで掘削された坑井であり、滝ノ上層 T1 部層と萌別層をそれぞれ評価した後、保安措置として坑内にセメントプラグを設置し残置されていたものである。これを滝ノ上

層 T 1 部層用の観測井として転用するため、改修工事を実施した。

今回の改修工事で使用する改修機器は、掘削工事で使用した掘削機器とはタイプが異なるため、敷地改造のための準備工事を行った。工事期間は滝ノ上層観測井敷地準備工事が休工になる 2013 年 6 月 17 日から 9 月 9 日にかけて実施した。

2013 年 11 月 27 日から改修機器の搬入・組立作業を開始し、12 月 21 日に搬入・組立作業を完了した。

2013 年 12 月 22 日より坑内作業を開始し、萌別層穿孔部に設置されていたセメントプラグの切削は、坑井の健全性を確認するために、加圧テストを繰り返して段階的に行った。加圧テストにより目標圧力が維持できなかった場合には補修セメンチングを実施した。結果として二回の補修セメンチングを実施し、萌別層穿孔部の閉塞を確認した。その後、萌別層穿孔部に対して、さらなる機械的な遮蔽を確立するため、エキスパンドブル・ケーシング使用し、ケーシングを内側より補強した。

萌別層穿孔部の閉塞作業が完了した後、7” ライナーケーシング内 2,859m にセットされているブリッジプラグを切削し、最終的に掘削深度 3,700m までビットを降下して、坑内流体を SG1.42（坑内平均）の NaBr ブラインに入れ替えた。

その後、仕上げ作業として 4-1/2” チュービングとダウンホールバルブを坑内に設置し、2014 年 1 月 13 日に坑内作業を終了した。

2014 年 1 月 14 日から改修機器の解体・搬出作業を開始し、同 1 月 27 日に解体・搬出作業を実施し、引き続き 1 月 27 日から同 2 月 3 日まで敷地整理工事を実施し、改修工事全作業を完了した。

④ 最終坑内図

本井の最終坑内図を図 3-29 に示す。

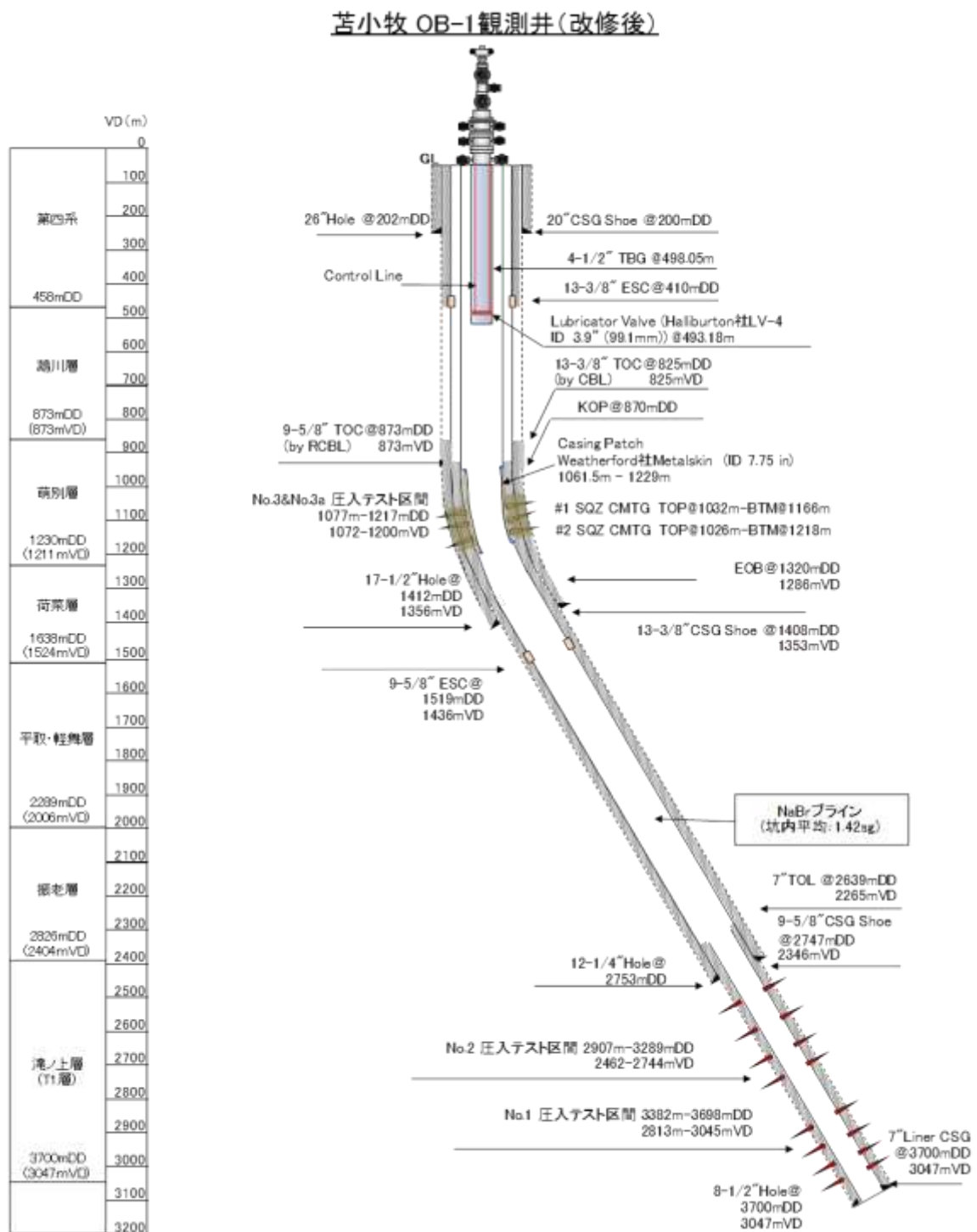


図 3-29 CCS-1 最終坑内図

⑤ まとめ

CCS-1 改修工事のうち、敷地準備工事は 2013 年 6 月 17 日より開始し同年 9 月 9 日に終了した。改修本体工事および敷地整理工事は、2013 年 11 月 27 日より開始し翌 2014 年 2 月 3 日に終了した。

(3) 滝ノ上層観測井の掘削

① 目的

苫小牧CCS実証試験における貯留したCO₂の挙動や微小振動、自然地震の観測のためのモニタリングシステム構築の一環として、滝ノ上層T1部層を対象とした観測井を掘削し、温度・圧力、微小振動、自然地震観測用の計測機を設置しデータを収集する。本観測井は圧入基地から約7.5km東に位置するが、これは石狩低地東縁断層帯南部へのCO₂圧入の影響を把握することを考慮して地点選定したことによるものである。

② 緒元

坑井名	: OB-3
種別	: 観測井
坑井タイプ	: 鉛直井
所在地	: 北海道苫小牧市弁天 58-3
位置	: 坑口（世界測地系第XII系） X=-152,637.485m、Y=-41,231.550m 標高=2.157m (計北技研坑井実測報告改訂版)
使用リグ	: 110-UE
作業期間	: 以下のとおり
敷地準備工事	: 予定：2013年5月10日～2013年5月24日 2013年9月2日～2013年11月30日（105日間） ※2013年5月25日～9月1日はアカモズ営巣期間のため休工。 実績：2013年5月10日～2013年5月24日 2013年9月2日～2013年11月29日（104日間） ※2013年5月25日～9月1日はアカモズ営巣期間のため休工。
掘削機器搬入・組立	: 予定：2014年1月28日～2014年2月21日（25日間） 実績：2014年1月28日～2014年2月21日（25日間） ※一部機材は2014年1月20日より搬入。
掘削本体工事	: 予定：2014年2月22日～2014年4月1日（39日間） 実績：2014年2月22日～2014年4月10日（48日間）
掘削機器解体・搬出	: 予定：2014年4月2日～2014年4月15日（14日間） 実績：2014年4月11日～2014年4月24日（14日間）
敷地整理工事	: 予定：2014年4月16日～2014年5月23日（38日間）

実績：2014 年 4 月 16 日～2014 年 5 月 22 日

2014 年 9 月 1 日～2014 年 9 月 9 日 （46 日間）

※2014 年 5 月 23 日～8 月 31 日はアカモズ営巣期間のため休工。

掘削深度：予定 2,800m（垂直深度）

実績 2,800m（垂直深度）

坑井位置図：坑井位置図を図 3-30 に示す。



©Google, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Image©2014 Digital Globe

図 3-30 OB-3 坑井位置図

③ 概要

滝ノ上層観測井（開坑後はOB-3、鉛直井、深度2,800m）の掘削工事を苫小牧市弁天地域にて実施した。

掘削工事に先立ち、敷地準備工事を2013年5月10日から11月29日の期間で実施した。なお、近傍に生息する絶滅危惧種の野鳥（アカモズ）の営巣への影響を考慮し、5月25日から9月1日までは休工とした。

CCS-1（改修後はOB-1）の改修工事終了後、2014年1月20日から掘削機器の搬入を開始、1月28日から組立を開始し、2月21日に完了した。

2014年2月22日より24時間体制に入り、作泥後、翌23日14:00より12-1/4”坑の掘削作業を開始した。12-1/4”坑はベントナイト泥水を用いて計画通り1,307mまで掘進し、第一次物理検層を実施した後、9-5/8”ケーシングを1,304mに設置した。

8-1/2”坑掘削では、泥水システムをKCLリグネートNC泥水に切り替えた。1,310mにてリークオフテストを実施し、地層強度等価泥水比重1.82を確認した。その後、振老層（泥岩）内を2,200mまで掘進し、第二次物理検層を実施した後、7”ライナーケーシングを計画通り1,192.38m～2,199mに設置した。

7”ライナーケーシング設置後、圧入層の遮蔽層である振老層にてエクステンデッドドリックオフテストを実施し、地層強度等価泥水比重換算2.24を確認した後、6-1/4”坑掘削を実施し、深度2,653mで対象層である滝ノ上層T1部層を確認し、計画深度2,800mにて掘り止めた。

検尺揚管後、第三次物理検層を実施し、4-1/2”スロットッドライナーケーシングを2,165m～2,800mに設置した。その後、坑内流体を比重1.38（坑内平均）のNaBrブラインに入れ替え、セメントボンド評価と垂直弾性波プロファイリング Vertical Seismic Profiling、（以下、「VSP」と称する）を実施し、4-1/2”チュービングを設置した。クリスマスツリーをセットした後、不要管の倒管を行い、2014年4月10日17:00をもって、本井の掘削本体作業を完了した。

引き続き掘削機器の解体・搬出に着手し、4月24日に完了した。その後、敷地整理工事を4月25日から5月22日と、休工後の9月1日から9月8日まで実施して、掘削工事全工事を完了した。

④ 地質状況

本井の地層予実績図を図3-31に示す。

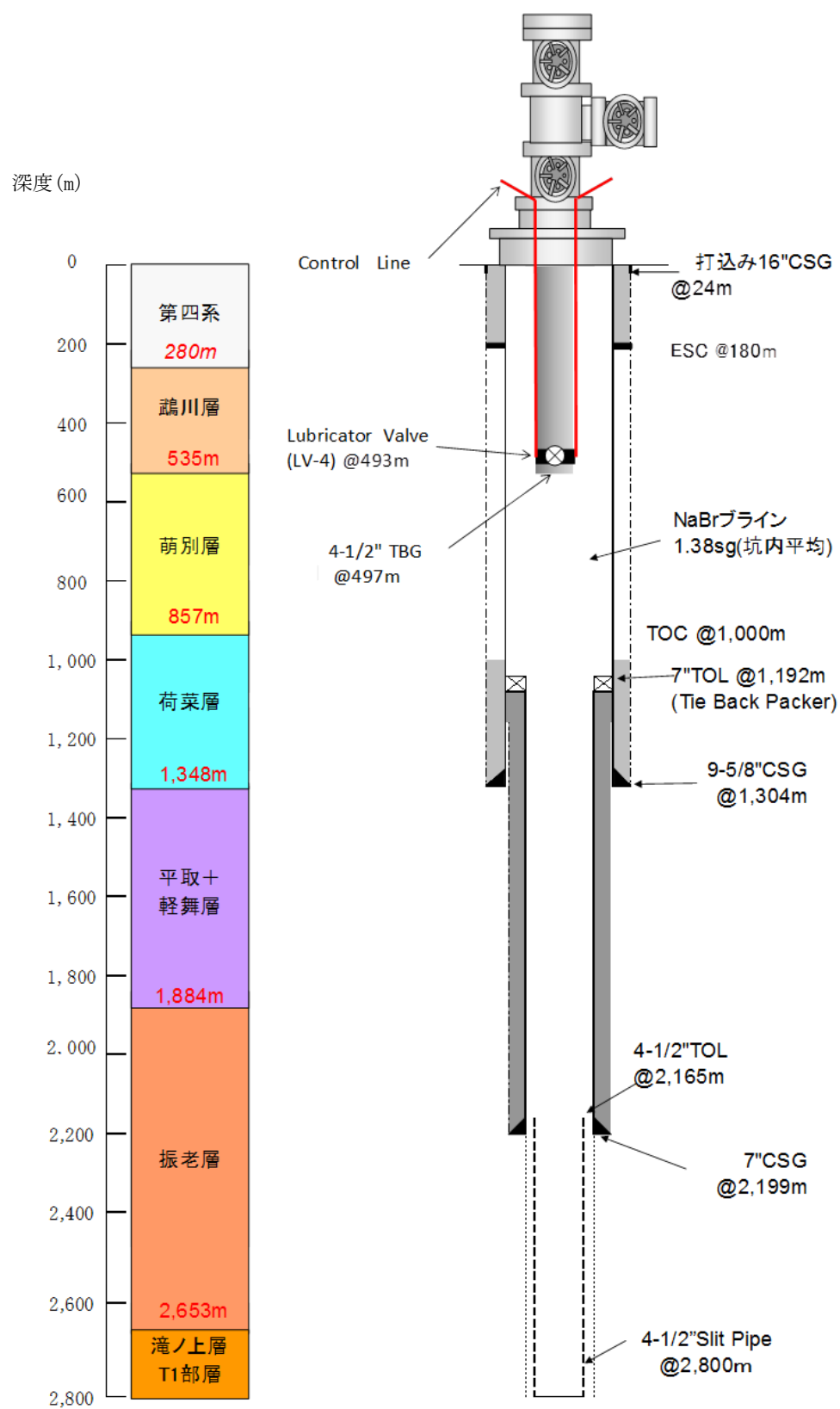


図 3-32 OB-3 最終坑内図

⑥ まとめ

滝ノ上層観測井掘削工事では、敷地準備工事を2013年5月10日より同年11月29日まで実施し（5月25日から9月1日までは休工）、CCS-1改修工事終了後の2014年1月28日に掘削機器の搬入を開始し掘削本体工事は、4月24日に終了した。掘削作業を通じて、検層データ、地層強度データを取得した。敷地整理工事は2014年4月25日から9月9日まで（5月23日から8月31日までは休工）実施した。

(4) 滝ノ上層圧入井の掘削

① 目的

苫小牧CCS実証試験の一環として、火山岩・凝灰岩からなり海底下2,400～2,500mに分布する滝ノ上層T1部層に対してCO₂圧入用の坑井を掘削する。

② 緒元

坑井名	: IW-1
種別	: 圧入井
坑井タイプ	: 大深度高傾斜井
所在地	: 北海道苫小牧市真砂町12
位置	: 坑口（世界測地系(JGD)第XII系) X=-151,856.598m、Y=-49,489.312m 標高=9.142m 坑底 垂直深度=2,754.14m 偏距=4,347.18m X=-155,924.84m、Y=-51,021.42m 坑底方位=JGD GN 200.64° E(=UTM GN 199.79° E) 垂直深度=TVD=mbmsl+GL、JGD GN=UTM GN+0.85°
使用リグ	: 1625-UDBE
作業期間	: 以下のとおり
敷地準備工事	: 予定：2014年4月1日～2014年7月31日 (122日間) 実績：2014年4月1日～2014年7月31日 (122日間)
掘削機器搬入・組立	: 予定：2014年9月1日～2014年10月15日 (45日間) 実績：2014年9月1日～2014年10月18日 (48日間)
掘削本体工事	: 予定：2014年10月16日～2015年2月16日 (124日間) 実績：2014年10月19日～2015年2月25日 (130日間)
掘削機器スライド	: 予定：2015年2月17日～2015年3月2日 (14日間) 実績：2015年2月26日～2015年3月11日 (14日間)

掘削深度 : 予定 5,800m / 2,754.14m (垂直深度)

実績 5,800m / 2,753.08m (垂直深度)

③ 概要

滝ノ上層圧入井 (IW-1) の敷地準備工事は、掘削工事に先立ち、2014 年 4 月 1 日から 7 月 31 日の期間で実施した。その後、9 月 1 日より掘削機材の搬入および設置組立工事を開始し、10 月 18 日に設置作業を終了した。

翌 10 月 19 日より夜業体制を取りベントナイト泥水の作泥等の作業を実施し、同日 26” 坑にて IW-1 の掘削を開始した。第一段である 26” 坑を 205m まで掘削し、20” ケーシングを 201m に設置した。

引き続き第二段である 17-1/2” 坑を、前段同様にベントナイト泥水を使用し、地層データを取得しながら掘削した。計画通り 925m から目標に向けた増角掘削を開始した。掘削中泥水ポンプが頻繁に停止する不具合が発生したため、1,189m まで掘削したところで、一旦掘削を中断し、原因究明と機械の修理に入った。最終的に原因は電気系統にあると判明したが、原因究明と修理に約 25 日間を要した。電気系統修理後、増角掘削を再開し、第 2 段の予定深度である 1,658m まで掘削し、13-3/8” ケーシングを 1,653m に設置した。13-3/8” ケーシングの設置にあたっては、萌別層砂層部を覆う区間についてケーシングおよびセメントは CO_2 に対する耐腐食性を持つものを使用した。また、本区間で計画傾斜角の 72 度に坑井を曲げた。

掘削泥水をベントナイト泥水から合成泥水に入れ替えた後、13-3/8” ケーシング内のセメントを切削し、13-3/8” ケーシング外側のセメントのボンディング評価を実施した。しかしながらセメントが未だ固まりきっていないことが判明したため、12-1/4” 坑掘削後に再度測定することとした。その後、リークオフテストを実施し、13-3/8” ケーシング直下の地層強度が等価泥水比重で 1.47 あることを確認し、第 3 段である 12-1/4” 坑の掘削を実施した。12-1/4” 坑掘削は傾斜 72 度を維持し坑跡の微調整を行いながら実施した。4,642m まで掘削したところ、同時に取得していた検層データに岩相の変化が確認され、カッティングス調査においても滝ノ上層 T1 部層に掘り込んだ可能性があることが示唆されたため、4,642m にて 12-1/4” 坑の掘削を取り止めた。13-3/8” ケーシング外側のセメントのボンディング状況の再測定後、振老層の地層強度評価を実施するため、4,612m まで一旦セメントにて埋め立て、9-5/8” ケーシングを 4,607m に設置した。9-5/8” ケーシングの設置にあたっては、ケーシングおよびセメントは CO_2 に対する耐腐食性を持つものを使用した。

9-5/8” ケーシング内のセメント切削中に掘削泥水を合成泥水から NaCl/KCl ポリ

マー泥水に入れ換えた。9-5/8” ケーシング外側のセメントのボンディング評価を実施した後、エクステンデッドリークオフテストを実施し、振老層の地層強度が等価泥水比重で 1.82 あることを確認した。その後、4,642m から 4,651m まで第 1 回目コア掘りを実施した後、8-1/2” 坑掘削を開始した。8-1/2” 坑は、途中 5,048m から 5,057m 間で第 2 回目コア掘りを挟んだが、計画通り 5,800m まで問題無く掘削した。その後、7” ライナーケーシングを 4,545m から 5,800m 間に設置した。

7” ライナーケーシング設置後、坑内の泥水を N a B r ブラインに入れ換え、3-1/2” チュービングを設置した。3-1/2” チュービングには温度・圧力センサーが組み込まれた。

その後、クリスマスツリーを設置し、坑内のクリーニングフローおよび圧入テストを実施した。圧入テストにおいては、この地点における滝ノ上層 T 1 部層の浸透性は非常に低いことが示唆された。

本井は工程 124 日で計画されたが、6 日の工程遅延となり、2015 年 2 月 25 日に掘削本体作業を終了した。翌 2 月 26 日から I W-2 へのスライド作業を行い、3 月 11 日に完了した。

④ 地質状況

本井の地層予実績図を図 3-33 に示す。

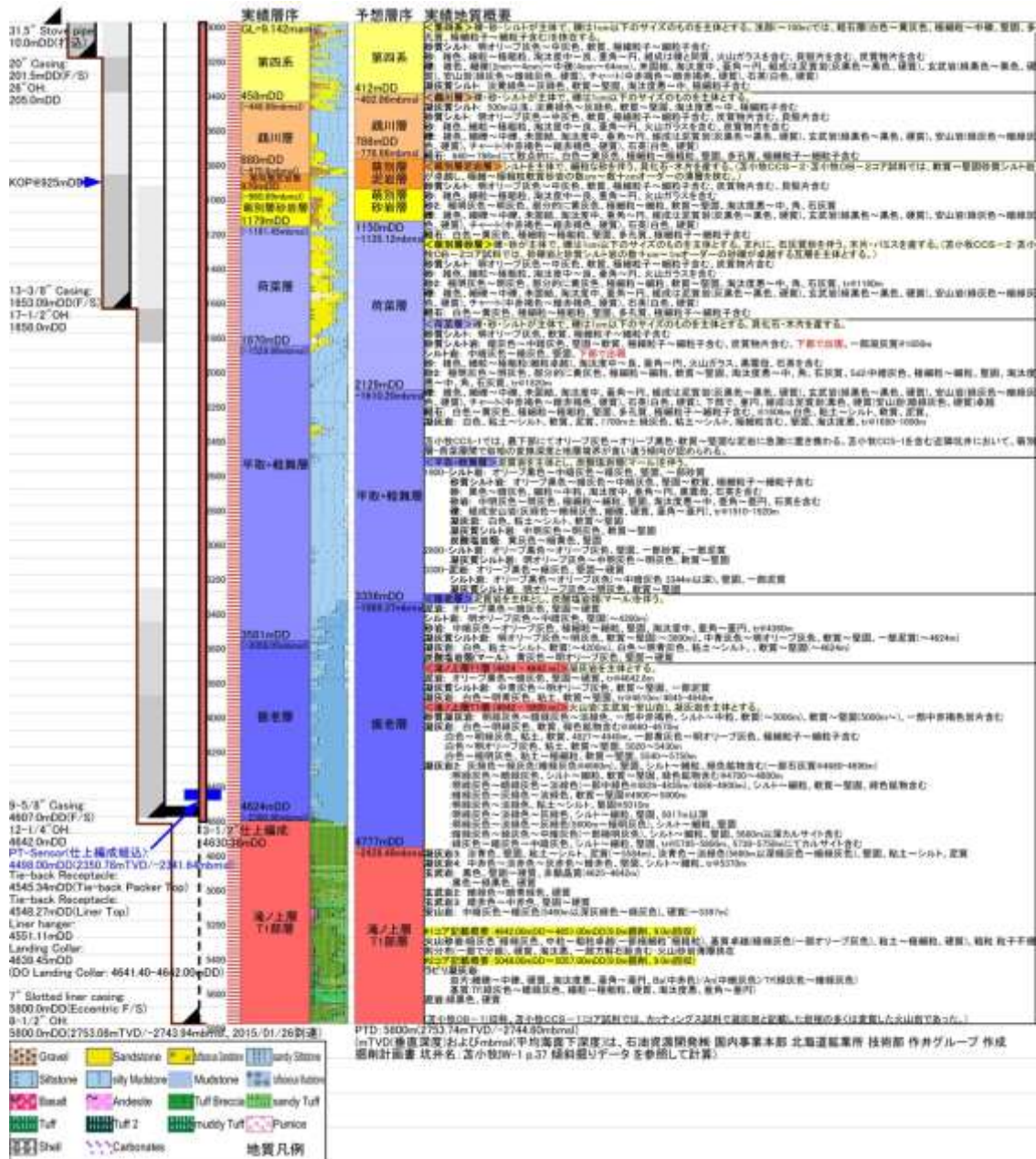


図 3-33 I W-1 地層 予実績図

⑤ 最終坑内図

本井の最終坑内図を図 3-34 に示す。

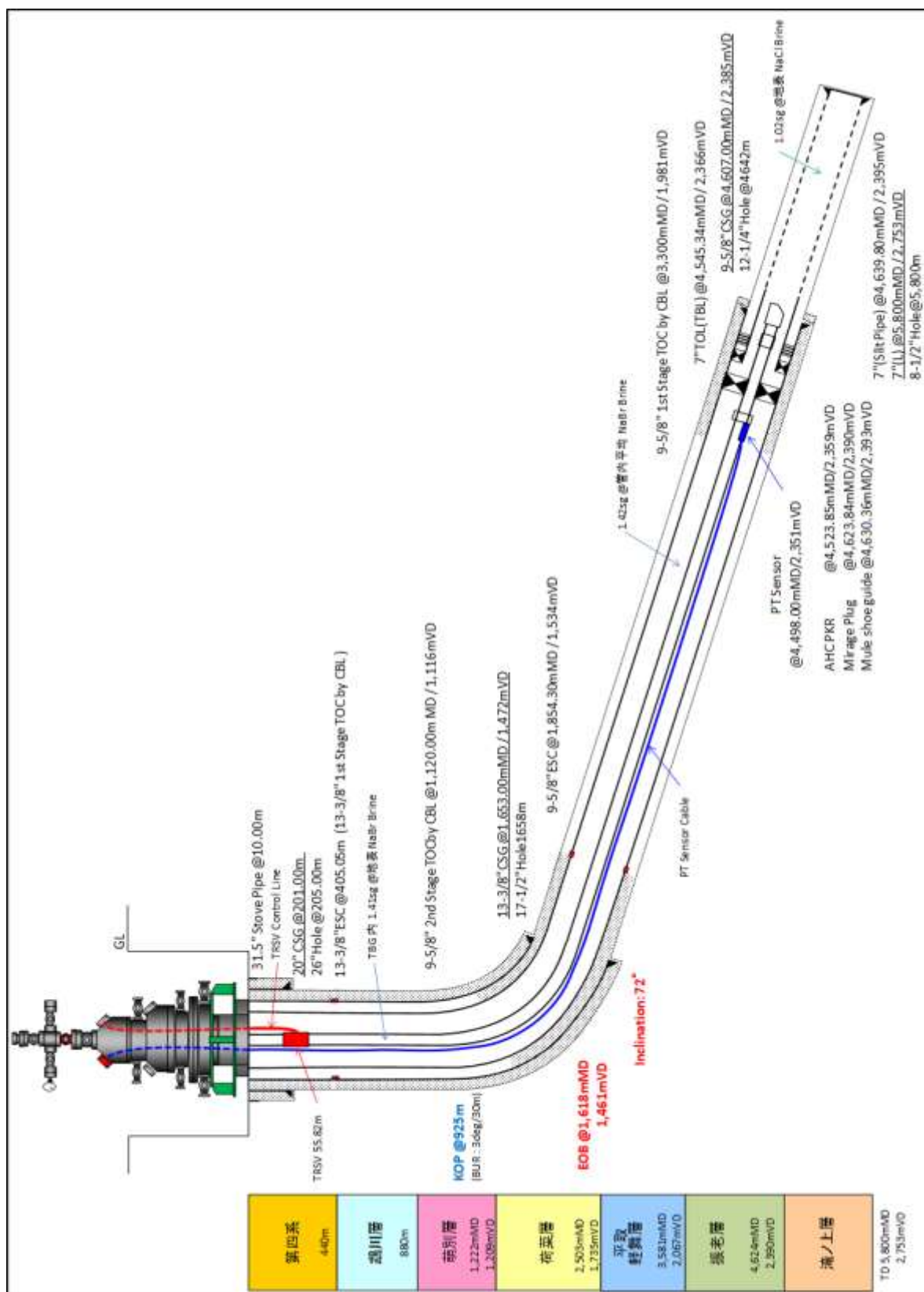


図 3-34 IW-1 最終坑内図

⑥ まとめ

滝ノ上層圧入井（IW-1）掘削工事は、2014年4月1日より開始し2015年3月11日にスライド作業を終了した。掘削作業を通じて、検層データ、コア試料を取り、あわせて地層強度データを取得した。これらにより、掘削地点における滝ノ上T1部層は予想以上に浸透性が低いことが判明した。

(5) 萌別層圧入井の掘削

① 目的

苫小牧CCS実証試験の一環として、海底下1,100～1,200mに分布する萌別層砂層部に對してCO₂圧入用の坑井を掘削する。

② 緒元

坑井名	: IW-2
種別	: 圧入井
坑井タイプ	: 大偏距井
所在地	: 北海道苫小牧市真砂町12
位置	: 坑口（世界測地系(JGD)第XII系） X=-151,856.713m、Y=-49,494.842m 標高=9.141m 坑底 垂直深度=1,161.07m 偏距=2,906.24m X=-154,694.55m、Y=-50,121.72m 坑底方位=JGD GN 191.61° E(=UTM GN 192.46° E)
使用リグ	: 1625-UDBE
作業期間	: 以下のとおり
掘削本体工事	: 予定：2015年3月12日～2015年6月14日（95日間）
実績	: 2015年3月12日～2015年6月22日（103日間）
掘削機器解体・搬出	: 予定：2015年6月15日～2015年7月6日（22日間） 実績：2015年6月23日～2015年7月14日（22日間）
敷地整理工事	: 予定：2015年7月13日～2015年8月5日（24日間） 実績：2015年7月13日～2015年8月5日（24日間）
掘削深度	: 予定 3,500m / 1,161.07m（垂直深度） 実績 3,650m / 1,187.86m（垂直深度）

③ 概要

萌別層圧入井（IW-2）は、滝ノ上層圧入井掘削後、掘削機器のスライド作業を実施し、2015年3月12日から26”坑掘削を開始した。第一段である26”坑を205mまで掘削し、20”ケーシングを201.5mに設置した。

引き続き第二段である17-1/2”坑を、前段同様にベントナイト泥水を使用し、地層データを取得しながら掘削した。計画通り240mから目標に向けた増角掘削を開始した。傾斜83度まで増角し、1,359mにて掘り止めた。その後、13-3/8”ケーシングを1,354mに設置した。13-3/8”ケーシングの設置にあたりケーシングおよびセメントはCO₂に対する耐腐食性を持つものを使用した。

掘削泥水をベントナイト泥水から合成泥水に入れ替え、13-3/8”ケーシング内のセメントを切削し、12-1/4”坑を新たに3m掘削した。その深度でリークオフテストを実施し、13-3/8”ケーシング直下の地層強度が等価泥水比重で1.23あることを確認し、第3段である12-1/4”坑の掘削を実施した。12-1/4”坑掘削は傾斜83度を維持し坑跡の微調整を行いながら実施した。滝ノ上層圧入井で貯留層に掘り込んだことから、12-1/4”坑の掘り止め深度を浅くし、2,410mにて12-1/4”坑の掘削を取り止めた。13-3/8”ケーシング外側のセメントのボンディング評価後、9-5/8”ケーシングを2,405mに設置した。9-5/8”ケーシングの設置にあたっては、ケーシングおよびセメントはCO₂に対する耐腐食性を持つものを使用した。

9-5/8”ケーシング内のセメント切削中に掘削泥水を合成泥水からNaCl/KClポリマー泥水に入れ換え、9-5/8”ケーシング直下にてエステンデッドリークオフテストを実施し、萌別層泥岩部の地層強度が等価泥水比重で1.508あることを確認した。その後、8-1/2”坑掘削を実施した。本井においては出砂対策として外径7-1/2”のワイヤーラップスクリーンを用いた仕上げ作業が計画されていたことから、掘削編成中にアンダーリーマーを組み込み8-1/2”坑掘削と同時に9-1/2”坑の拡張掘削を同時に実施した。また、途中、2,418mから2,420m、また、3,161mから3,170m間にてコア掘削を実施した。コア掘削後、計画深度である3,500mまで掘削したが、3,500m掘削時点でも良好な砂層が続いていたため、3,650mまで増し掘りし、掘り止めた。その後、7-1/2”のワイヤーラップスクリーン付き7”ライナーケーシングを2,288mから3,650m間に設置した。7”ライナーケーシングの上部をセメントチングした後、最上部タイバックパッカーを設置した。その後、坑内の泥水をNaClブラインに入れ換え、簡易圧入テストを実施した。簡易圧入テストにおいて目標圧入レートが十分に達成できると判断し、3-1/2”チュービングを設置した。3-1/2”チュービングには温度・圧力センサーが組み込まれた。クリスマスツリーを設置後、圧入テストを実施し

た。圧入テストにおいて、萌別層の圧入性が期待以上に良好であることが示唆された。

本井は2015年6月22日に掘削本体作業を終了した。翌6月23日から掘削装置の解体・搬出作業を行い、7月14日に完了した。

敷地整理工事は、掘削工事後の圧入ラインの繋ぎ込み工事との兼ね合いもあり、掘削機
器の解体・搬出作業中の2015年7月13日から前倒しにて実施し、8月5日に終了した。

④ 地質状況

本井の地層予実績図を図3-35に示す。

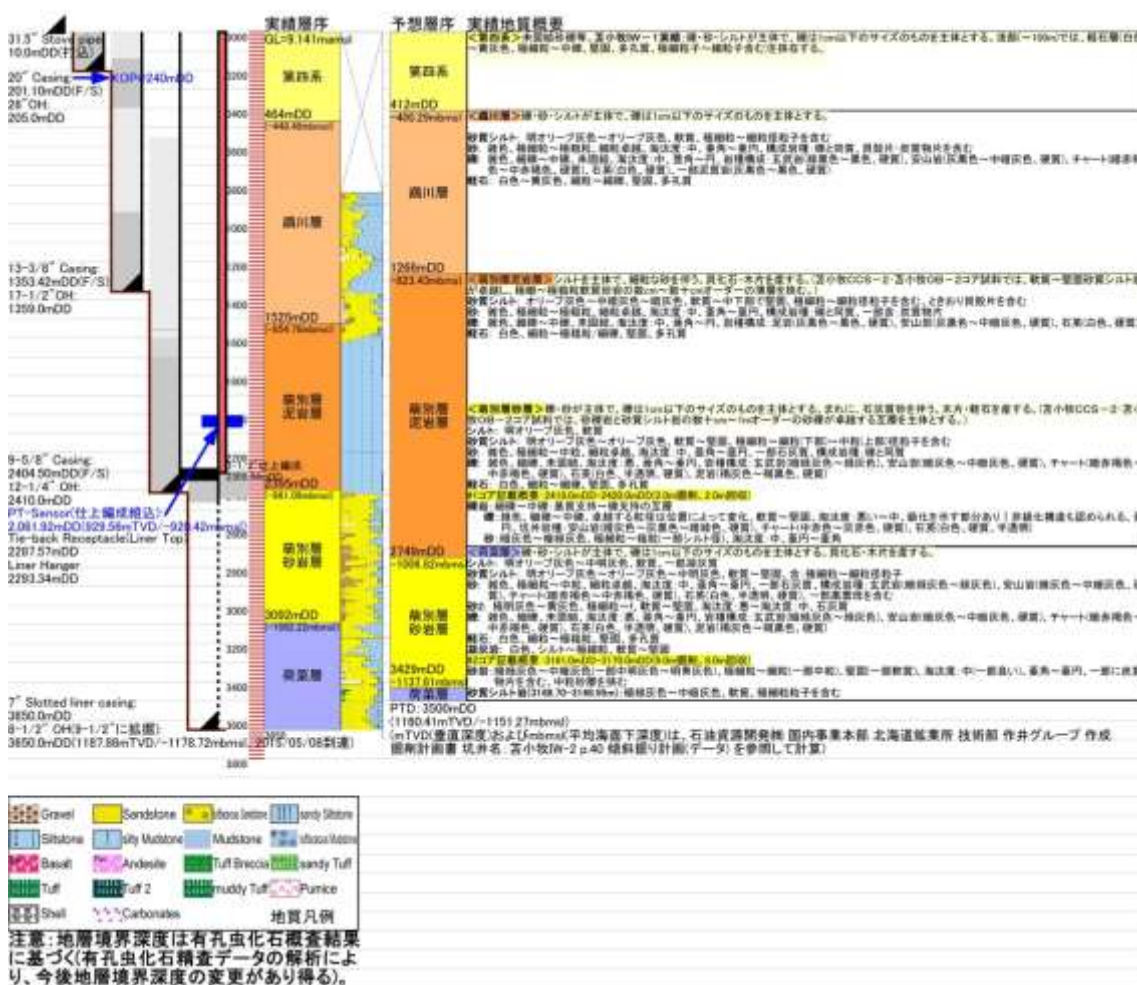


図 3-35 I W-2 地層 予実績図

⑤ 最終坑内図

本井の最終坑内図を図3-36に示す。

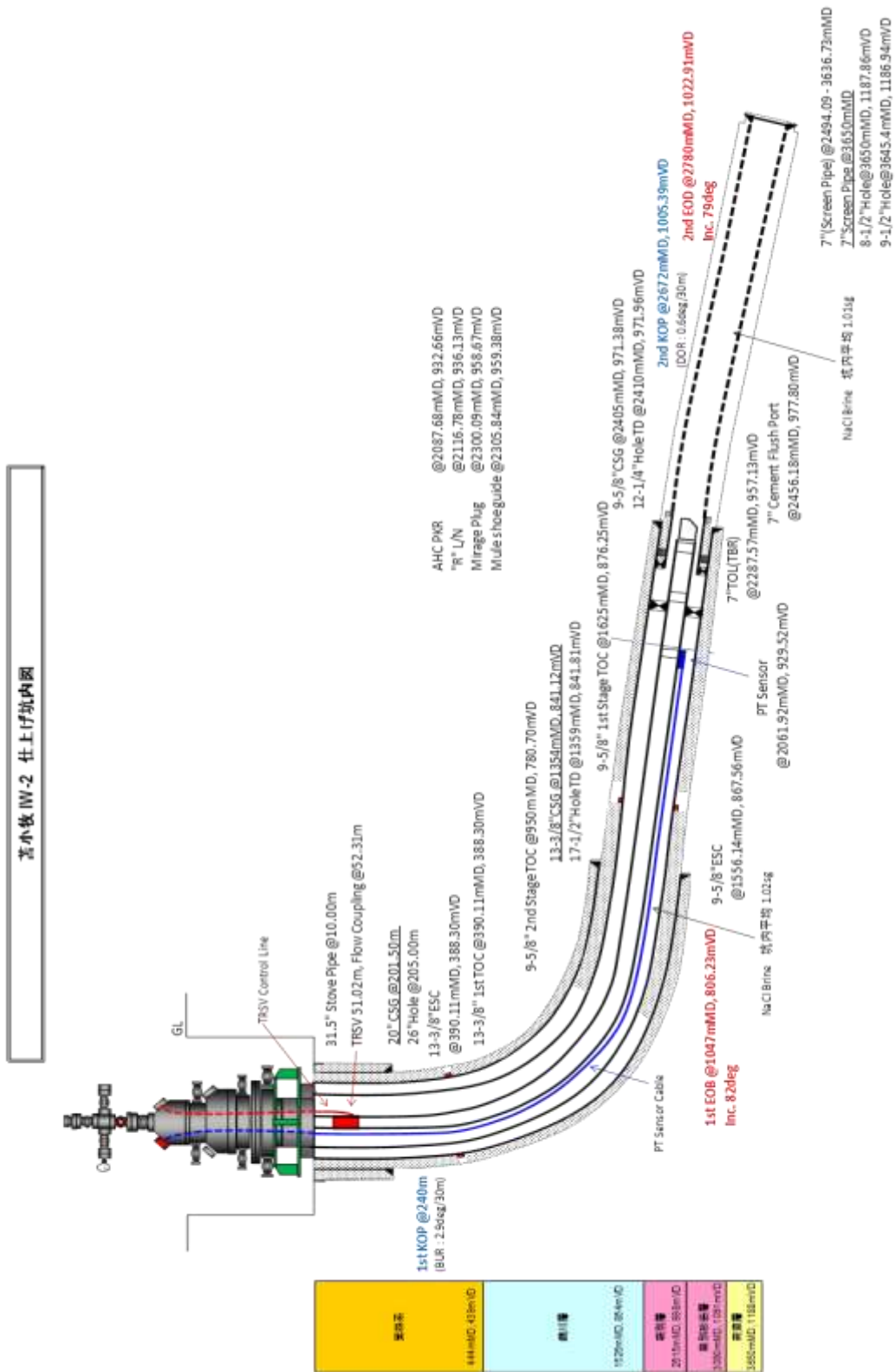


图 3-36 1 W-2 最終坑内図

⑥ まとめ

萌別層圧入井（IW-2）掘削工事は、2015年3月12日より開始し、2015年8月5日の敷地整理工事終了をもって完了した。掘削作業を通じて、検層データ、コア試料を取り、あわせて地層強度データを取得した。これらにより、萌別層砂層は予想以上に圧入性が良好であることが判明した。

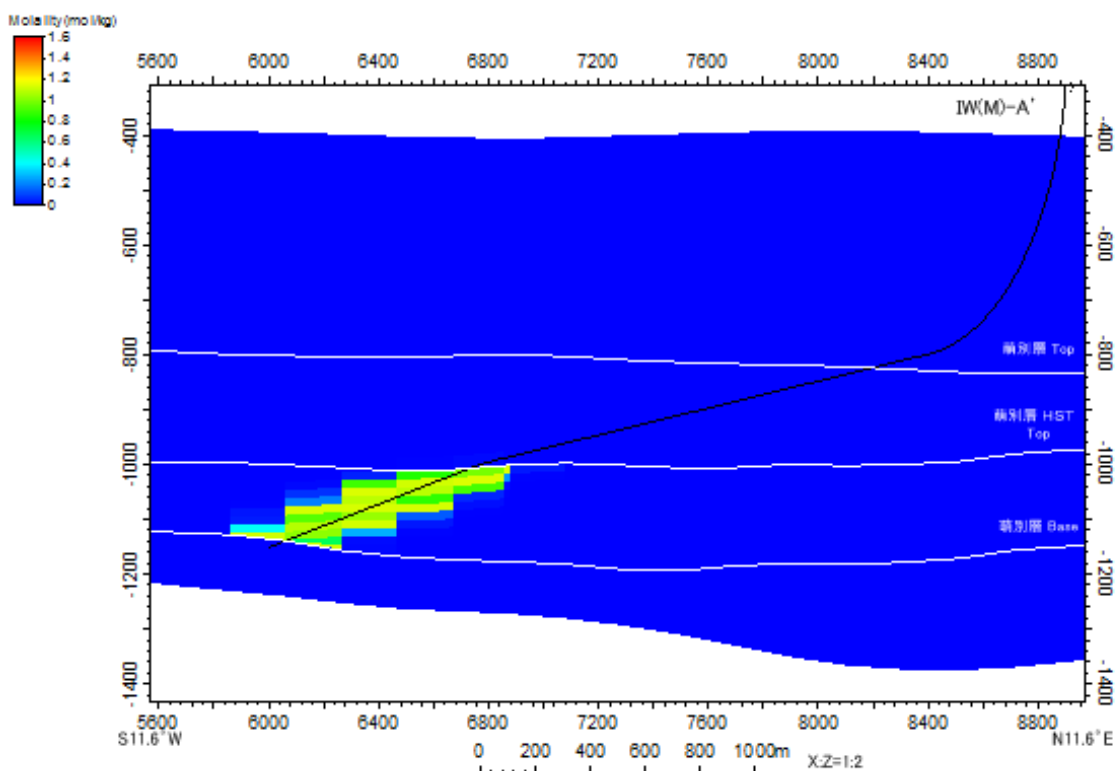
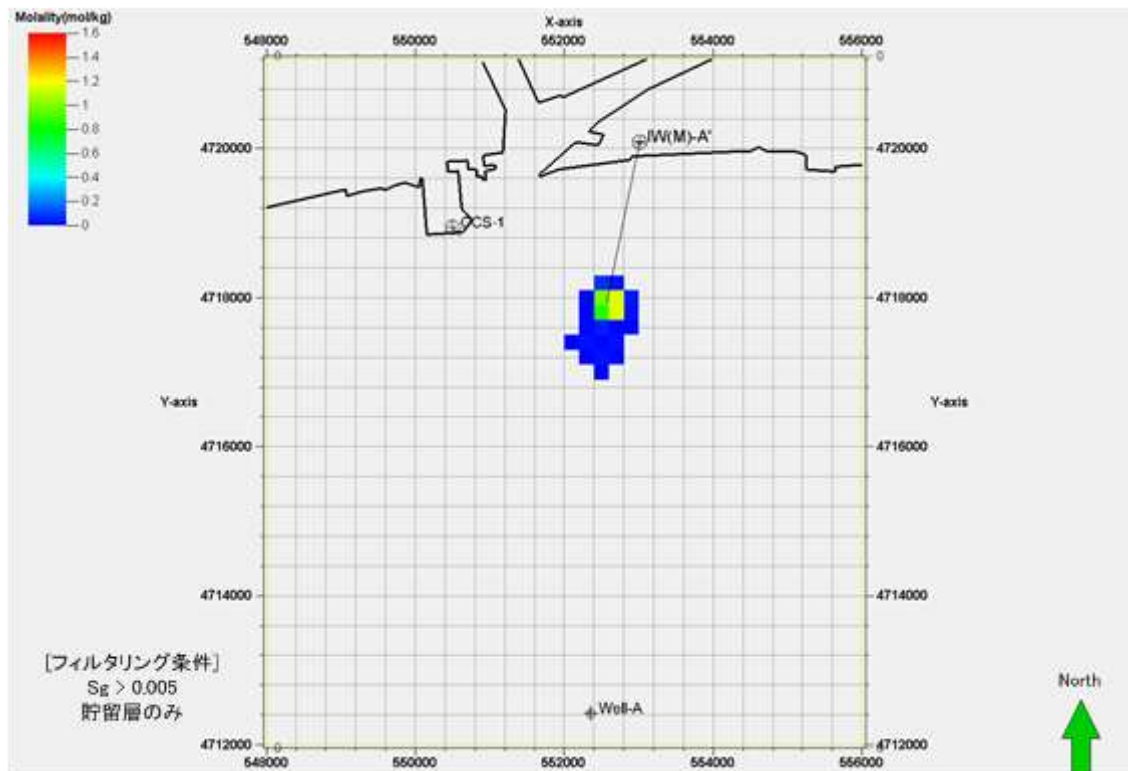
(6) 貯留層総合評価(圧入前最終評価)

① 目的・背景

苫小牧地点では、苫小牧沖で取得した三次元弾性波探査（以下、「3D探査」と称する）等のデータに基づき、調査井（CCS-1・CCS-2）および民間会社掘削井のデータも用いて3D地質モデルを構築し、滝ノ上層および萌別層を貯留層とする2坑の圧入井を計画した。この3D地質モデルにおいて、計画した圧入井からCO₂を圧入するCO₂長期挙動予測シミュレーション（以下、「流動シミュレーション」と称する）を実施し(図3-37)、所定の圧入量を圧入できることを確認している。

また、CO₂圧入までに、実現象により近い状態で貯留層を評価するため、圧入したCO₂と地層水・地層との地化学反応を考慮したシミュレーション（以下、「地化学シミュレーション」と称する）を実施することとし、シミュレータの選定や入力パラメータの設定等で課題が多いものの解決をはかりながら、本事業において最適化を行っている。なお、地化学反応も考慮したシミュレーションを行えば、圧入したCO₂がいずれ鉱物として固定されて安定化する挙動も予測できるなど、国民のCCSに対する安心感をより高める効果があると期待できる。

本事業では、掘削した2坑の圧入井において取得したデータを加えて3D地質モデルを更新し、圧入前の圧入計画等の立案に資することを目的として、CO₂長期挙動予測シミュレーションを実施し、CO₂圧入前最終の流動シミュレーションを実施し圧入時の圧力挙動や圧入したCO₂の貯留層内の広がりを検討する。また、社会的受容性向上に資することを目的として、地化学反応を考慮したCO₂圧入・長期挙動予測シミュレーションも実施し、より実現象に近い状態で貯留層を評価する。



(圧入終了時点の萌別層 溶解CO₂量の分布)

上：平面図 ($M_{CO_2} > 0.005$ でフィルタリング)

下：圧入井坑跡に沿った断面図

図 3-37 圧入井掘削前の 3D 地質モデルによる流動シミュレーション結果の例

② 実施概況

既存の3D地質モデルを圧入井の掘削結果を反映した3D地質モデルに更新し、CO₂圧入前最終の流動シミュレーションおよび、地化学シミュレーションを行うために以下の作業を実施中である。

a. 3D地質モデルの更新

圧入井の掘削結果を反映し、3D地質モデルの更新を実施中である。

b. シミュレータの調査と課題検討

7. 流動シミュレーション:

苫小牧地点におけるCO₂圧入の実証試験に先立って作成された『貯留層評価書』と同様に、GEM (Computer Modelling Group Ltd. (以下、「CMG社」と称する) 製) を用いることとして準備を進めている (図 3-37)。本ソフトは、RIT Eによる長岡 (岩野原) におけるCO₂圧入実証試験の解析および評価にも用いられている。

イ. 地化学シミュレーション

GEMでの実施が作業効率の面から望ましいが、GEMはドライアウト現象の計算における信頼性や地化学計算機能に係る計算上の問題がある。CMG社に改善を要求しある程度の改善は見たが未だ十分ではない。

一方、TOUGHREACT (Lawrence Berkeley National Laboratory が開発) は地化学計算機能を付加したシミュレータであり、近年、CCS、高レベル放射性廃棄物の地層処分、地熱等の分野で、世界各国の事例および調査等の地化学シミュレーションに数多くの実績を上げている。よって、本事業における地化学シミュレーションには、TOUGHREACT を使用することとする。

c. シミュレーション入力データセットの作成・検討

苫小牧地点における調査データをもとに、貯留層岩石の初生鉱物の容量比、地層水の化学種組成、反応速度に係るパラメータ等 (地化学モデル) を検討し、シミュレーション用の入力データファイルを作成した。検討には、調査井、観測井、圧入井の岩石や地層水サンプルの分析データを参照している。

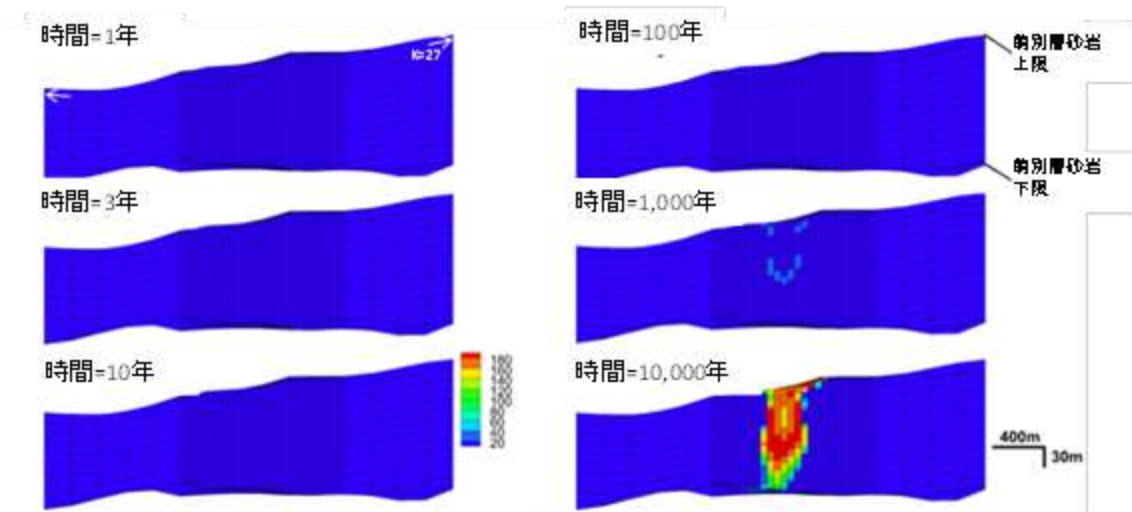
d. 地化学シミュレーション

CO₂圧入前最終の地化学シミュレーションを実施する準備を進めてきた。地化学シミュレーションは膨大な計算時間がかかるため、3D地質モデルの重要範囲のみを重要な範囲を細かくグリiddingしたモデル (セクターモデル) の使用を検討し、適切な方法を検討してきた (図 3-38)。CO₂圧入前最終においては、圧入井の掘削結果を考慮した3D地質モデルに対し適切なセクターモデルを作成し、地化学シミュレーションを実

施する。

なお、滝ノ上層に関しては、圧入井の掘削結果を考慮した一次元地化学反応-流体流動連成シミュレーションを実施し CO_2 鉱物固定化の度合いを考察する予定である。

また、新たに以下の課題が懸念されたため、検討を実施した。



(萌別層 菱鉄鉱の生成量分布)

図 3-38 セクターモデルを使用した 3D 地化学シミュレーションの検討例

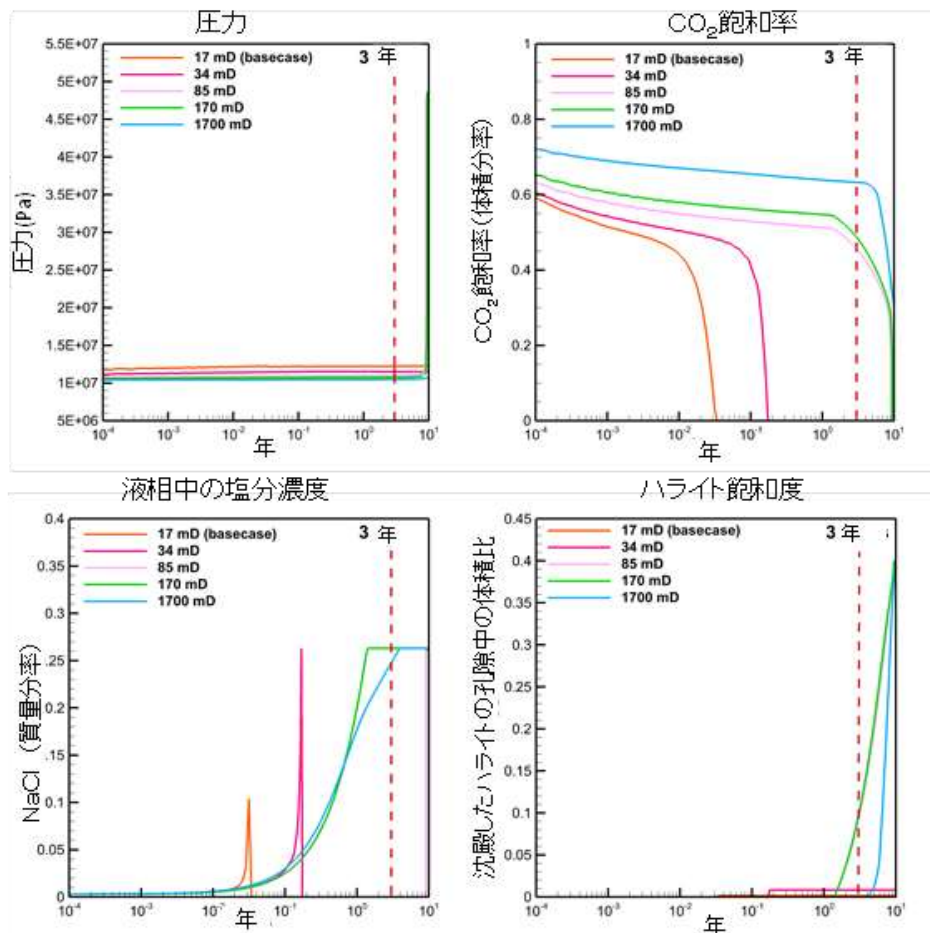
e. ハライトによる圧入性低下の可能性検討

天然ガス生産井では、ハライト析出による生産障害が発生する例が知られていたが、Snøhvit(ノルウェー)における CO_2 圧入に際して発生した圧入障害の原因をハライト沈殿に求める考えもある(Grude, et al.)¹⁾。苫小牧地点の地層水 C1 -濃度は 2,000～20,000 mg/L 程度であり、Snøhvit の地層水 C1 -濃度が 100,000 mg/L 以上のオーダーであることを勘案すると、苫小牧でのハライト沈殿の発生リスクは高いと予想されるが、ドライアウトゾーンでは、高い毛管力による圧力勾配の発生により井戸へ向かう塩水流れが生じ、 C1 -濃度が比較的低い場合でもハライトの沈殿が生じ得ることが指摘されている(Giorgis, et al.)²⁾。ハライトの沈殿および圧入性低下のリスクについて、圧入井掘削前の 3D 地質モデルを用いて、ハライト生成に影響の大きいパラメータ(地層水の塩分濃度、地層の毛管圧・相対浸透率・絶対浸透率、 CO_2 圧入レート)のシミュレーションによる感度解析を行った。その結果、以下のケースにおいてハライト析出の可能性が予見された。

- 1) 毛管圧が高くなるケース(設定の 10 倍程度)

- 2) CO_2 圧入レートが低いケース（設定の 1/20 程度）
- 3) 不動水飽和率を 0.25% まで低下させたケース（萌別層のみ）
- 4) 絶対浸透率が高いケース（設定の 10 倍程度、萌別層のみ）（図 3-39）

ハライト析出による圧入障害が発生している場合には、天然ガス生産性でのハライト対処法と同様に水の圧入が有効と考えられる。



（萌別層砂岩層）

図 3-39 ハライト生成の感度解析の例（絶対浸透率を変化させたケース）

f. 貯留層圧力上昇時の対応検討

CO_2 圧入時に何らかの原因により貯留層圧力を低下させる必要が生じた場合の対処について、圧入井掘削前の地質モデルを用いたシミュレーションにより検討した。

滝ノ上層圧入井、萌別層圧入井のそれぞれについて 20 万トン/年で 3 年間圧入した後、坑井を密閉した場合および圧入井の坑口から CO_2 ガスおよび CO_2 が溶解した地層水を放出させるケースを検討した。その結果、以下のことが判明した。

1) 滝ノ上層

19～21 ヲ月の放散施設等の建設期間を要するが、 CO_2 ガスおよび CO_2 が溶解した地層水をできるだけ高レートで放出することが有効である。

- 2) 萌別層： CO_2 ガスおよび CO_2 が溶解した地層水を坑口から放出することが有効だが、坑口を密閉し5 ヲ月以内に圧入により上昇した圧力の50%以下となることから、放散施設等の建設に必要な期間（19 ヲ月と試算）を考慮すると、坑口の密閉が最も有効である。

③ 期待される成果

a. モデルの更新

調査井・圧入井の掘削により取得したデータにより更新された3D地質モデルを更新する。層序データの追加によるグリッドモデルの更新の他、分析値に基づいた適切な物性値を採用する。

b. 流動シミュレーションによる CO_2 の長期挙動予測の実施と圧入計画の作成

更新した3D地質モデルを用い、20万トン/年×3年間の流動シミュレーションを行う。シミュレーション期間は圧入開始から1,000年間までとし、以下の内容を検討するものとする。また、シミュレータはGEMを用いる。

- ・ 圧入挙動予測
- ・ 圧力変化分布予測
- ・ CO_2 飽和率分布予測
- ・ 溶解 CO_2 量分布予測

c. 地化学反応を考慮した CO_2 圧入・長期挙動予測シミュレーション

7. 萌別層

3D地質モデルによる流動シミュレーションの結果から CO_2 ガスおよび溶解 CO_2 が圧入開始後10,000年間で移動する範囲を考慮した範囲のセクターモデルを3D地質モデルから切り出し、地化学反応を考慮した流動シミュレーションを行う。このセクターモデルを用いて、 CO_2 を20万トン/年×3年間圧入した際の、地層水の水質、鉱物の溶解・沈殿、 CO_2 固定の長期挙動の予測結果についてまとめる。

なお、初生鉱物容量比、地層水化学種組成などの入力パラメータは圧入井の掘削結果を反映した最新のデータを用いる。

4. 滝ノ上層

一次元地化学反応-流体流動連成シミュレーションによって CO_2 鉱物固定化の度合を

考察する。

なお、初生鉱物容量比、地層水化学種組成などの入力パラメータは圧入井の掘削結果を反映した最新のデータを用いる。

【文献】

- 1) Grude, S., J. Dvorkin, A. Clark, T. Vanorio, M. Landrø, “Pressure effects caused by CO₂ injection in the Snøhvit field”, First Break Vol. 31 p.99-101 (2013)
- 2) Giorgis, T., M. Carpita, A. Battistelli, “2D modeling of salt precipitation during the injection of dry CO₂ in a depleted gas reservoir”, Energy Conversion and Management, Vol. 48 p. 1816-1826 (2007)

(1) モニタリングシステムの概要

なお、実証試験では、圧入開始前（ベースライン観測）、圧入中、圧入後においてモニタリングを実施する計画である。圧入後のモニタリングは、CO₂圧入終了後の貯留層内圧力安定に要する期間を考慮して、2年程度実施する計画である。なお、これは実証試験としてのモニタリング期間であり、その後も「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」に基づき、必要なモニタリングが継続される。

The diagram illustrates the CO2 storage site management system. At the top, a building represents the '圧入基地管理棟' (Injection Base Management Building). It is connected to various monitoring wells and sensors via data lines labeled '観測データ' (Monitoring Data). The wells include '陸上設置地震観測点' (Land-based seismic observation point), '滝ノ上層 観測井OB-1 (調査井CCS-1を改修)' (Takino Upper layer observation well OB-1, modified from investigation well CCS-1), '滝ノ上層 圧入井' (Takino Upper layer injection well), '萌別層 圧入井' (Mokubetsu layer injection well), '萌別層 観測井OB-2' (Mokubetsu layer observation well OB-2), and '滝ノ上層 観測井OB-3' (Takino Upper layer observation well OB-3). The geological layers are shown as '常設型OBC' (Permanent type OBC), '萌別層砂岩層' (Mokubetsu layer sandstone layer), and '滝ノ上層T1部層' (Takino Upper layer T1 part layer). A legend at the bottom left identifies the symbols: red circle for 'CO2流量センサー' (CO2 flow sensor), blue circle for '温度・圧力センサー' (Temperature/pressure sensor), and yellow circle for '3成分地震計' (3-component seismometer).

図 3-40 モニタリングシステムの全体構成

表 3-5 モニタリング項目および頻度等の概要

モニタリング手段	モニタリング項目	観測頻度	特記事項
圧入井	坑内:温度・圧力 坑口:圧力・CO ₂ 圧入量	連続観測	淹ノ上層圧入井 萌別層圧入井
観測井	坑内:温度・圧力 微小振動、自然地震	連続観測	淹ノ上層観測井OB-1 萌別層観測井OB-2 淹ノ上層観測井OB-3
常設型海底受振ケーブル(OBC)	微小振動、自然地震 二次元弾性波探査の受振	連続観測	貯留地点直上を通過する1測線
海底地震計(OBS)	微小振動、自然地震	連続観測	貯留地点上 :1台 貯留地点周辺: 3台
陸上地震計	微小振動、自然地震	連続観測	苫小牧市内:1箇所 周辺のHi-net観測データも利用
二次元弾性波探査	貯留層中のCO ₂ 分布範囲	定期的実施	OBCを利用して定期的 に実施
三次元弾性波探査	貯留層中のCO ₂ 分布範囲	圧入中1回 圧入後1回	ベースラインデータは取得済
海洋モニタリング (海防法対応)	海洋データ(物理的・化学的 特性、生物生息状況など)	定期的実施	ベースラインデータは取得済

(2) 観測井を統合したモニタリングシステムの構築とベースライン観測

苫小牧実証試験サイトに設置された3地点の観測井(OB-1、OB-2、OB-3)に坑内観測機器(温度計、圧力計、地震計)、坑口観測機器(圧力計)、ワイヤーラインおよび地上観測設備から構成されるモニタリングシステムを設置し、2015年2月よりベースライン観測を開始した。観測井の位置図を図3-41に、各坑井の情報を表3-9に、設置したモニタリングシステムの概念図を図3-42に示す。



図 3-41 観測井位置図

(3) 微小振動、自然地震観測の総合モニタリングシステムの構築とベースライン観測

本実証試験で取得される常設型OBC、OBS、陸上設置地震計および観測井設置地震計、観測井および圧入井に温度・圧力計により得られる観測データ^{*1)}を一元的に管理し、各観測データの表示、異常検知および微小振動の振源および自然地震の震源（以下、「振源・震源」と称する）決定等を行う総合モニタリングシステムを構築し、2014年2月に開始されたベースライン観測に適用されている。

① 総合モニタリングシステムの主な機能

総合モニタリングシステムでは、観測データを共通フォーマットのデータファイル(以下、「統一フォーマットファイル」と称する)により管理する。表3-6に示すように観測データを振動、温度、圧力および圧入流量の4種類に分類した上で、各分類の統一フォーマットを定めた。

各観測システムから総合モニタリングシステムへの観測データの受け渡しは、観測システム側で指定したフォーマットおよび時間長のデータを納めたファイルを介して行う。

総合モニタリングシステムには、統一フォーマットファイルの観測データを用いた表3-7に示す機能を実装した。

表 3-6 観測データの分類と統一フォーマット

分類	観測データ	観測データのフォーマット	統一フォーマット
振動	常設型OBC	SEG-D (rev.2)	SEG-D (rev.3)
	有線型・独立型OBS	WIN	
	陸上設置地震計	WIN	
	観測井地震計	SEG-D (rev.2)	
	Hi-net データ	WIN	
温度	観測井温度、圧入井温度	テキストファイル	独自設定 (CSV)
	観測井DTS	LAS	LAS
圧力	観測井圧力、圧入井圧力	テキストファイル	独自設定 (CSV)
流量	圧入流量	テキストファイル	独自設定 (CSV)

^{*1)} 観測データとは、測定値である物理量を共通する地動速度や圧力などに変換した数値を意味する。

表 3-7 総合モニタリングシステムに実装した主な機能

実装機能	主な内容
統一フォーマットファイル管理	統一フォーマットファイル作成（リアルタイムおよび非リアルタイム）、管理、検索
観測データの表示	観測データの時系列表示機能（リアルタイムおよび非リアルタイム）
異常検出	異常検出、異常情報の表示、異常検出用パラメータ管理機能
振源・震源決定	振源・震源決定、振源・震源分布（空間的、規模別および時系列）分析、振源・震源分布（平面、断面および三次元）表示
振源・震源分布検討結果管理	振源・震源分布検討結果の管理、検索
定型報告書作成	週報および月報
アーカイブ	統一フォーマットファイルおよび振源・震源分布検討結果等の文書ファイルのバックアップ作成

② 総合モニタリングシステムのハードウェア構成

総合モニタリングシステムを構成するハードウェアと主な使用目的を表 3-8 に、ハードウェア構成全体の概念図を図 3-42 に示す。また、総合モニタリングシステムに実装した主な機能を表 3-7 に示す。

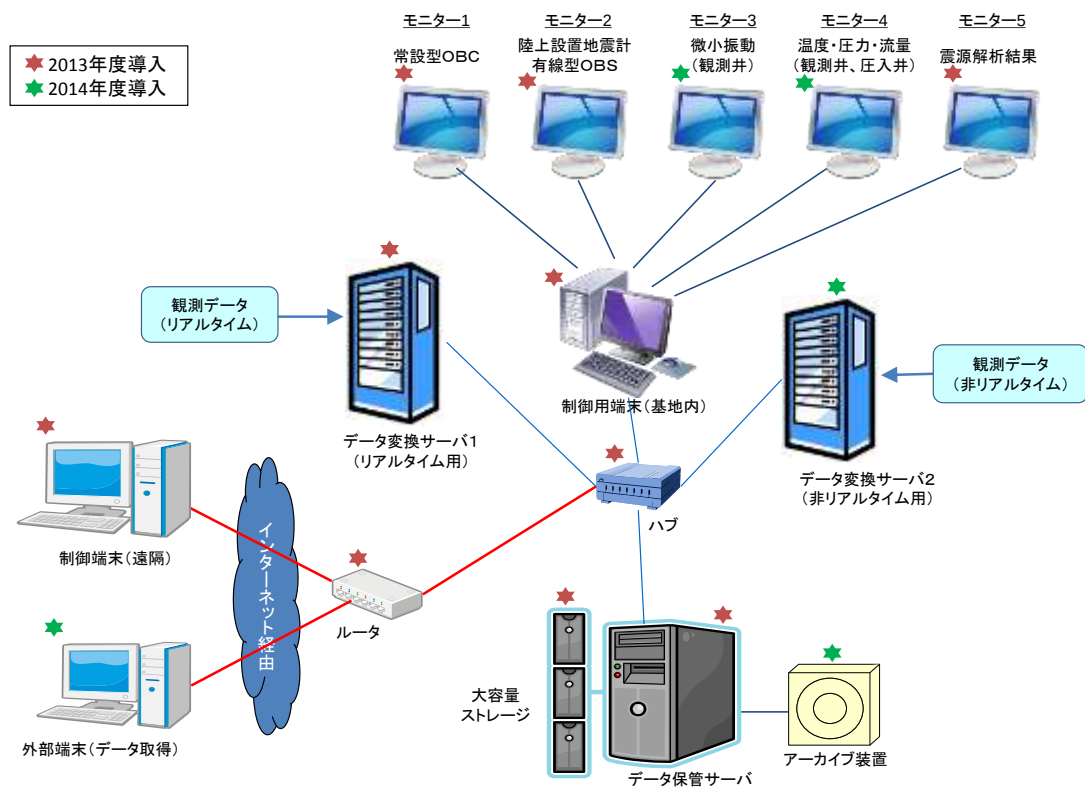


図 3-42 総合モニタリングシステムのハードウェア全体構成概念図

表 3-8 総合モニタリングシステムを構成するハードウェアと主な使用目的

ハードウェア	数量	主な使用目的
データ変換サーバ1	1 式	・リアルタイムでの観測データのフォーマット変換
データ変換サーバ2	1 式	・非リアルタイムでの観測データのフォーマット変換、各種データ処理、データ変換サーバ1のバックアップ
基地内制御用端末	1 式	・変換サーバ、データ保管サーバの制御およびモニター出力等を制御
遠隔制御用端末	1 式	・基地内制御用端末と同様
データ取得用端末 (遠隔)	1 式	・インターネット経由でのデータ取得等
モニター1	1 式	・常設型OBC観測データの時系列表示 他
モニター2	1 式	・陸上設置地震計観測データの時系列表示 ・OBS観測データの時系列表示 他
モニター3	1 式	・観測井での微小振動観測データの時系列表示 他
モニター4	1 式	・観測井での温度・圧力観測データの時系列表示 ・圧力井での温度・圧力および圧入流量データの時系列表示 他
モニター5	1 式	・震源解析結果の表示 他
データ保管サーバ	1 式	・統一フォーマットファイル、振源・震源解析結果、統計処理結果、各種パラメータや速度構造データ等の管理 ・アーカイブデータの作成とアーカイブデータの属性情報管理
大容量ストレージ	1 式	・統一フォーマットファイル、震源解析結果、統計処理結果、各種パラメータや速度構造データ等の管理
アーカイブ用テープ ドライブ	1 式	・アーカイブデータの出力
UPS (4 台) (無停電電源装置)	4 台	・非常時電源
ルータ	1 式	・外部接続によるメンテナンス用
スイッチングハブ	2 式	・基地内通信 (2 式)
温度計	1 式	・ラック内環境監視
WEB カメラ	1 式	・遠隔メンテナンス
ネットワーク電源	1 式	・遠隔メンテナンス
ラック	1 式	・データ変換サーバ1 および 2、データ保管サーバ、大容量ストレージおよびアーカイブ用テープドライブ等を格納

表 3-9 各坑井情報

項目		OB-1	OB-2	OB-3
坑口位置※	X (m)	-152,965.378	-151,993.007	-152,637.485
	Y (m)	-52,024.99	-49,471.59	-41,231.55
標高 (m aMSL)		7.035	9.15	2.16
坑底深度 (m)		3,700	1,200	2,800
ケーシング 深度 (m)	20 in	200	N/A	N/A
	13-3/8 in	1,408	53.2	24
	9-5/8 in	2,747	479	1,304
	7 in	2,639~3,700	957	1,192.38~2,199
4-1/2 in Slit CSG		N/A	962.78~1,200	2,165.18~2,800
Lubricator valve		493.18	N/A	492.52
坑内流体		NaBr brine	NaCl brine	NaCl/NaBr brine

※世界測定系 第12系平面直交座標

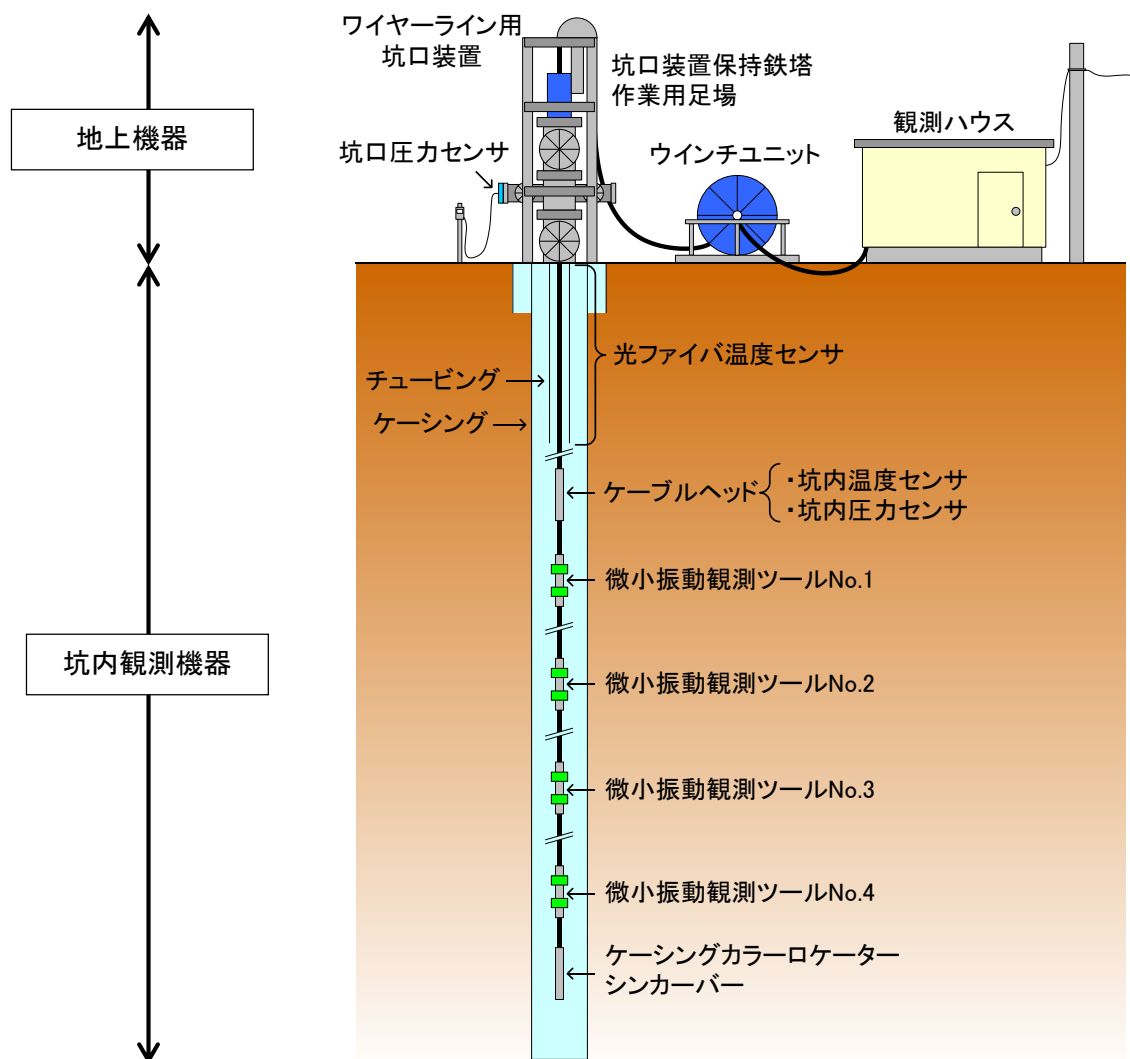


図 3-43 モニタリングシステム概念図

③ 坑内観測機器の編成

各坑井に設置した坑内観測機器は、温度および圧力センサー（F B Gセンサーと半導体センサー）を組み込んだケーブルヘッド、坑内三成分地震計（DS-150）、C C L（Casing Collar Locator）、シンカーバー（重錘）で構成される（図 3-43）。微小振動、自然地震観測ツール間を I T C（Interconnect Tool Cable：100m 長）で接続して多連編成で降下した。各坑井の坑内観測機器設置深度を表 3-10 に示す。

観測機器を接続するアーマードケーブルは、メタル線 6 本と光ファイバ線 6 本の芯線を持つ複合ケーブルとした。メタル線は、微小振動、自然地震観測機器および半導体圧力センサーの電力供給と同センサーの圧力信号の伝送に用いる。光ファイバ線は、F B G（Fiber Bragg Grating）センサーに接続され、地上からのパルス光伝達、圧力、温度情報を含んだ

計測結果の地上伝達に用いられるシングルモードと微小振動、自然地震観測データの地上伝達およびD T S（Distributed Temperature Sensor）による坑内温度分布測定に用いられるマルチモードにより構成される。

表 3-10 坑内観測機器設置深度

坑井			OB-1	OB-2	OB-3
坑内地震計設置数			4	1	4
測定基準面			G.L.	G.L.	G.L.
設置深度 (m)	坑内地震計	No.1	2,302.80	910.1	1,784.40
		No.2	2,402.80	—	1,884.40
		No.3	2,502.80	—	1,984.40
		No.4	2,602.80	—	2,084.40
	FBG（温度・圧力）		2,294.60	901.9	1,775.80
	半導体（圧力）		2,294.60	901.9	1,775.80
	DTS		0~2,294.6	0~901.9	0~1,775.8
	坑口圧力	内圧	坑口	坑口	坑口
		外圧	坑口	—	坑口
		外々圧	坑口	—	—

a. 坑内圧力・坑内温度観測

坑内圧力・坑内温度は、坑内地震計直上に配置したF B Gセンサーにより圧力および温度を、半導体センサーにより圧力測定を測定する他、光ファイバ線全体を温度センサーとして使用する分布型計測システム（D T S）により、坑井全体の温度分布を測定する。

表 3-11 にF B Gセンサーの仕様を、表 3-12 に半導体センサーの仕様を、表 3-13 にD T Sの仕様を示す。

表 3-11 F B Gセンサー仕様

項目	仕様
動作圧力レンジ	100MPa
動作温度レンジ	-20 ~ 200℃
測定精度	±0.5%以下
使用ch	2ch（SMF2線式）

表 3-12 半導体センサー仕様

項目	仕様
動作圧力レンジ	100MPa
動作温度レンジ	-55 ~ 232℃
入力電圧	10VDC
抵抗 (R in / R out)	1,000 Ω
出力フルスケール	100mV
使用チャンネル	2チャンネル (SMF2線式)

表 3-13 DTSの仕様

項目		仕様
距離	測定距離レンジ	1 ~ 6km
	サンプル分解能	10cm ~ 1m
	空中分解能	1m
温度	測定温度範囲	-200 ~ 800℃ (光ファイバに依存)
	温度分解能	1km 0.07℃ Typical
		3km 0.15℃ Typical
		6km 0.5℃ Typical
		(1σ、サンプリング分解能1m、DTSX200にセンサ用ファイバを接続した条件にて)
光	コネクタ、ファイバ	E2000/APC、50/125GI 光ファイバ
インターフェイス	Modbus	Serial、Modbus/TCP
	LAN	10BASE-Tまたは100BASE-T
一般仕様	動作温度範囲	-40 ~ 65℃
	電源電圧	用途に合わせた電源が選択可能
	消費電力	10W (全温度範囲)
		2W (パワーセーブ時)
	レーザー安全	IEC60825-1 Class 1M
		PDA 21CFR Part 1040.10

b. 微小振動、自然地震観測機器

微小振動、自然地震観測機器には、坑内用三成分地震計 (DS-150) および GeoRes 地上データ収録装置を用いる。表 3-14 に微小振動、自然地震観測機器仕様一覧を示す。

微小振動、自然地震観測機器設置後に、複数の地点から油圧インパクト (起振車) により発生させた弾性波を計測し坑内地震計の方位解析を行った。

表 3-14 微小振動、自然地震観測機器仕様一覧

項目	機器	型式	仕様
微小振動 自然地震 観測機器	坑内機器	DS-150	外径：1.63inch (41.3mm) 長さ / 重量：406mm / 2.3kg 耐熱 / 耐圧：150℃ / 20,000psi (138MPa) センサ：OMNI-2400(固有周波数15Hz 3成分) A/D：24bit Delta-Sigma Pre-Amp Gain：0～36dB クランプ：マグネットクランプ
		CCL	外径：1.63inch (41.3mm) 長さ：432mm
	地上装置	GeoRes Imagine HC-W Recorder	OS：Windows 7 Software：GeoRes Image ハードディスク：500GB SATA 収録モード：Shot / 連続 記録フォーマット：SEG-D Rev2、SEG-2 サンプリング：1/4、1/2、1、2、4msec GPS同期

④ 地上機器

地上機器は、坑内機器設置・回収用ウインチユニット、ワイヤーライン用坑口装置、観測ハウス、坑口装置保持鉄塔および作業用足場、地上収録装置により構成される(図 3-42)。

観測データは、アーマードケーブルまたは信号ケーブルを介して観測ハウスに伝送される。各データはそれぞれ専用の地上収録装置にて連続収録され、公衆回線を経由して所定の時間間隔でモニタリング室へ送信される。

⑤ ベースライン観測と維持管理

モニタリングシステム構築後、2015 年 2 月よりベースライン観測を開始した。並行して 1 日に 2 回の頻度でインターネットまたは配信メールによるシステム稼働状況とデータ取得状況の確認を実施するとともに、3 ヶ月に 1 回の頻度で各観測井に設置している地上機器(ワイヤーライン用坑口装置、アーマードケーブル、ドラム、観測ハウス、地上収録装置および信号ケーブルなど)の状況や敷地周辺の環境、管理棟に設置したデータ受信機器の目視点検を継続している。さらに、年に 1 回程度の頻度で坑内観測機器の回収点検、再設置を実施する。

(4) 常設型 O B C による常時モニタリング観測システムの構築ベースライン観測

2013 年度に萌別層砂岩層と滝ノ上層 T 1 部層の圧入地点の真上を横切る 3.6km の常設型

OBCを海底面下に敷設し、陸域部にはデータ収録装置等の設置をして常設型OBC観測システム（以下、「OBC観測システム」と称する）を構築した。試験観測を経て2015年2月1日よりCO₂圧入前の微小振動や自然地震のベースライン観測を開始した。

① 事前調査

常設型OBCの海底面下への敷設に先立ち、陸域測量と海底調査を実施した。

陸域では、既設基準点および水面観測による基準面を確認するための基準点測量を実施し、その結果に基づき陸揚げ地点の測量を行った。

海域では、図3-44および表3-15に示す海域部データ伝送ケーブルの陸揚げ部から常設型OBCの沖側終端までの敷設予定ルート（長さ5.1km）に沿う幅250m（片側各125m）を調査範囲として表3-16に示す調査を実施し、地形の観点、障害物の観点、堆積物の観点から予定ルートを変更する必要があることを確認した。

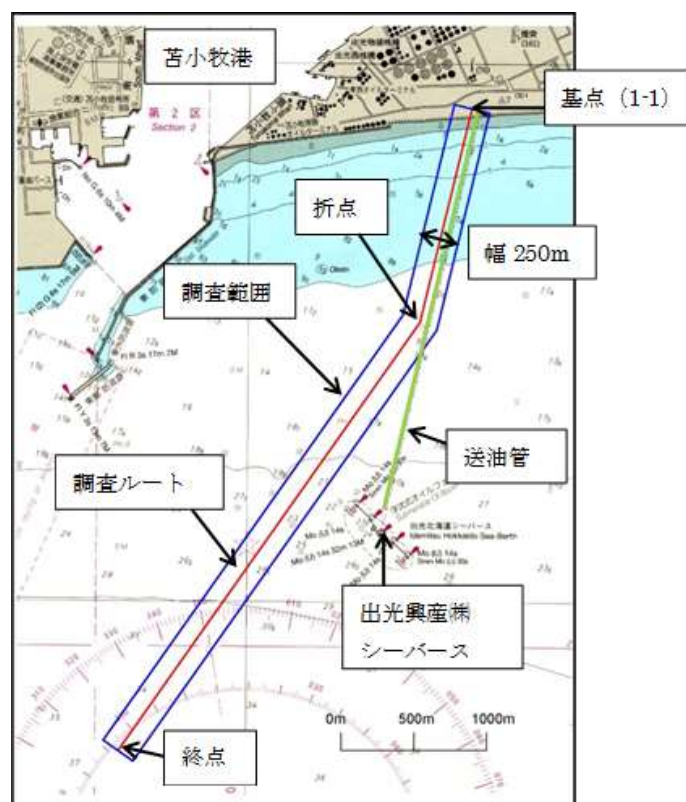


図 3-44 海域調査範囲概要図*2)

*2) 背景地図：海上保安庁発行 航海用海図 W1036（苫小牧港付近）を使用

表 3-15 調査ルート位置

地点名	緯度・経度	X Y座標	累積距離 (m)	水深 (m)
基点 (1-1)	N 42° 37' 50.122" E141° 39' 07.083"	X:-151,951.393 Y: -49,050.432	0.00	+8.959
折点	N 42° 37' 02.410" E141° 38' 51.790"	X:-153,421.038 Y: -49,409.335	1,512.83	12.8
終点	N 42° 35' 26.550" E141° 37' 21.680"	X:-156,363.785 Y: -51,484.697	5,113.79	37.5

表 3-16 海域調査内容と調査数量

調査	目的	調査方法
測深調査	詳細海底地形状況の把握	マルチビーム測深機 シングルビーム測深機
海底面調査	海底面表層の底質および障害物有無の確認	サイドスキャンソナー
地層探査	海底表層の地層厚の把握	サブボトムプロファイラー
採泥調査	海底表層の堆積物の底質確認	グラブ採泥器
潜水調査	障害物の確認、海底表層堆積物の確認および突き棒による地層厚の確認	水中カメラ、エアー式突き棒

② OBC観測システムの構築

OBC観測システムのデータ取得部は、センサーケーブル、データ伝送ケーブル（海域リードインケーブル、陸域リードインケーブルおよびデッキケーブル）、陸域部（モニタリング室）に設置した測定器本体（GeoRes Imagine ST-D）（以下、「GeoRes」と称する）、センサーモジュールへの電源を供給するパワーサプライおよびUPS^{*3)}により構成される。データ取得部の概要を図 3-45 に、主な仕様を表 3-17 に示す。

センサーケーブルおよび海域リードインケーブルの敷設状況は次のとおりである。なお、浅海部とは作業台船が進入できない水深約 3m 以下の海域を示す。

- ・浅海部以外の海域：原則海底面下 2m 以上の深度に埋設

*3) UPS (Uninterruptible Power Supply)：無停電電源装置。入力電源が断になった場合も、一定時間、接続されている機器に対して、停電することなく電力を供給し続ける電源装置。

- ・浅海部：防護管を取付けた上で海底面下は 0.6m 以上の深度に埋設
- ・汀部：地下 0.6m 以上に埋設
- ・陸域部：地下 1.2m 以上に埋設

常設型 O B C の敷設位置と各センサーモジュールの位置を図 3-46 に示す。

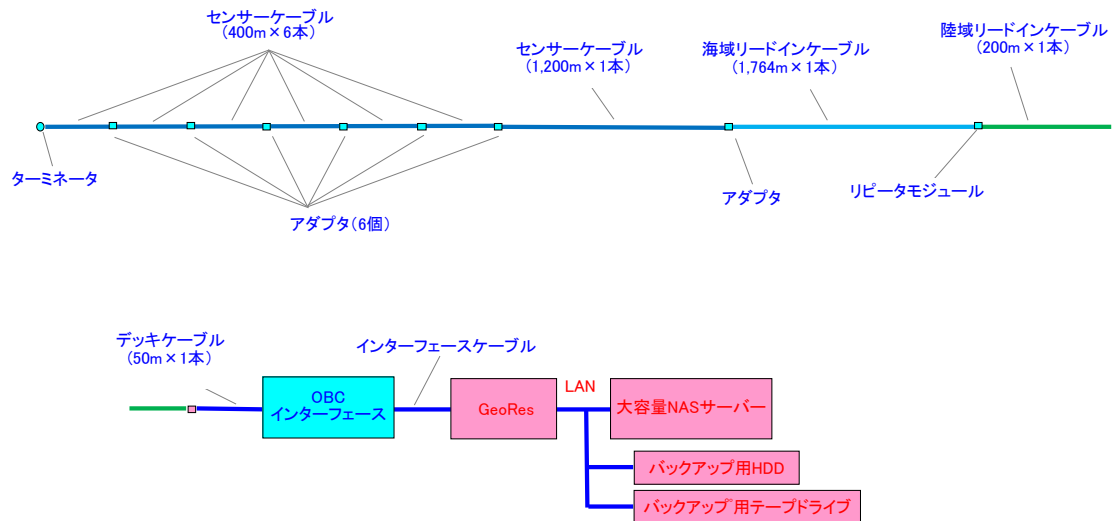


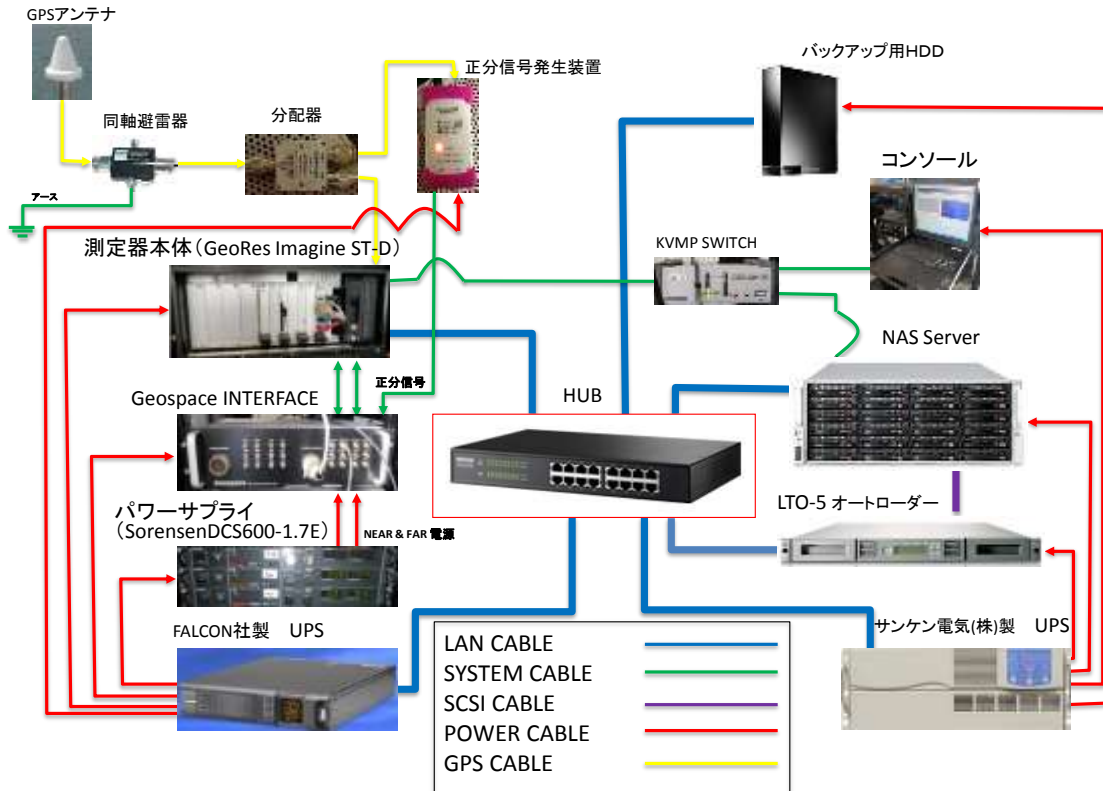
図 3-45 常設型 O B C データ取得部の概要図

表 3-17 常設型 O B C データ取得部の主な仕様

項目	仕様
センサーケーブル	長さ：3,600m (400m×6 本+1,200m) ×1 本) (鎧装ケーブル) センサー間隔：50m センサーユニット数：72 センサー構成：ジオフォン 3 成分+ハイドロフォン 1 成分
アダプタ (Back to Back アダプタ)	7 個 センサーケーブル間、またはセンサーケーブルと海域リードインケーブルを接続するためのアダプタ。 センサーケーブルは前後の区別がないため、アダプタは両側ともメス・メスになっている。
海域部リードインケーブル	1,764m × 1 本 信号ラインは光ファイバ 鎧装ケーブル
陸域部リードインケーブル	200m × 1 本 メタルケーブル (非鎧装)
測定器本体 GeoRes Imagine ST-D	1 台 4 成分、72 センサーユニットに対応可能
データ保存装置 大容量 N A S サーバ	容量：3TB × 24 台=72TB (R A I D 6 構成により、約 60TB 使用可能) O S : WSS (Windows Storage Server) 2008 R2

海域部リードインケーブルは、陸域部でリピータモジュールを介して陸域リードインケーブルに接続し、苫小牧実証試験センター内に設置したデータ収録部まで引込み、インターフェースボックスを介して測定器本体に接続されている。

測定器本体にはデータ保存用の大容量 N A S (Network Attached Storage) サーバ、データバックアップ用の 5 台の H D D (I O DATA 社 HDL-A2.0S : 容量 2TB) およびテープドライブ (TEAC 社 LT0-5 オートローダー) 等のデータ収録部が L A N 接続されている。データ収録部のシステム構成を図 3-47 に示す。



③ ベースライン観測と維持管理

ＯＢＣ観測システム構築後、試験観測を経て2015年2月1日よりベースライン観測を開始した。並行して現地での保守点検、データのバックアップおよびセンサーの健全性を確認するシステムテストと公衆回線を利用した遠隔監視による動作状況の確認を定期的を実施している。

(5) OBSによる微小振動、自然地震観測システムの構築とベースライン観測

モニタリング実施計画に従い、CO₂圧入地点直上および周辺の海域において微小振動および自然地震を観測するため、2014 年度に苫小牧港西港区沖合いの計 4 地点に OBS を設置し、試験観測を経て 2015 年 2 月 1 日より CO₂圧入前の微小振動や自然地震のベースライン観測（約 1 年間）を開始した。設置に先立ち、2012 年度から 2013 年度にかけて観測システム全体、OBS 本体、伝送ケーブル、地上収録装置の設計・開発・製作、OBS 海底設置容器の現地海域への敷設をおこなった。

① 設計、開発および製作

本事業で設置するOBSは、海底ケーブルを介して地上に接続される有線型OBSおよび独立型OBSの二種類である。OBSの現場海域への設置に先立ち、有線型および独立型OBS本体、伝送ケーブル、地上データ収録装置を設計、開発、製作した。

図 3-48 に有線型OBSの観測機器構成図を示す。海底で取得される波形データは海底ケーブルを介して、陸上に設置された観測装置に収録される。図 3-49 にOBS本体の外観写真を示す。

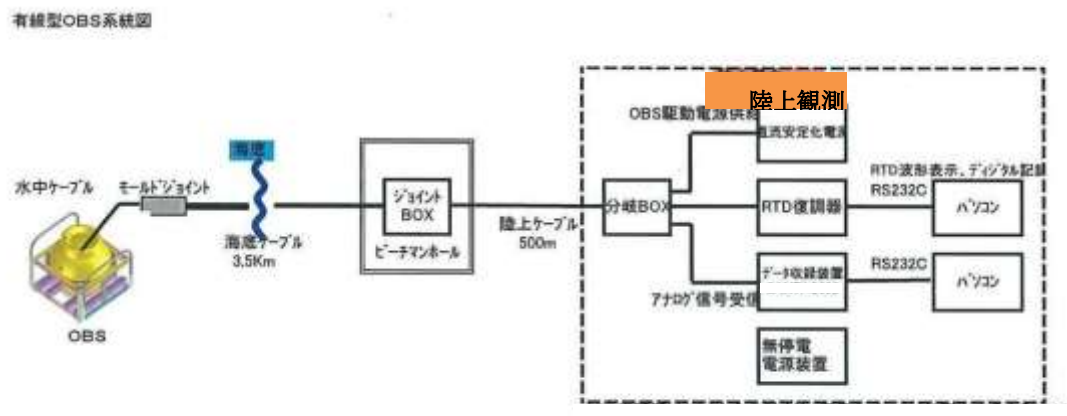


図 3-48 有線型OBSによる観測の機器構成図



図 3-49 有線型OBS本体の外観写真

本事業では、ベースライン観測期間中、圧入期間中および圧入後の長期間にわたってモニタリングを実施することから、同一地点での定期的な交換を可能とするため、OBSは



図 3-51 海底ケーブルの敷設



図 3-52 海底設置容器の敷設



図 3-53 O B S 本体の設置作業

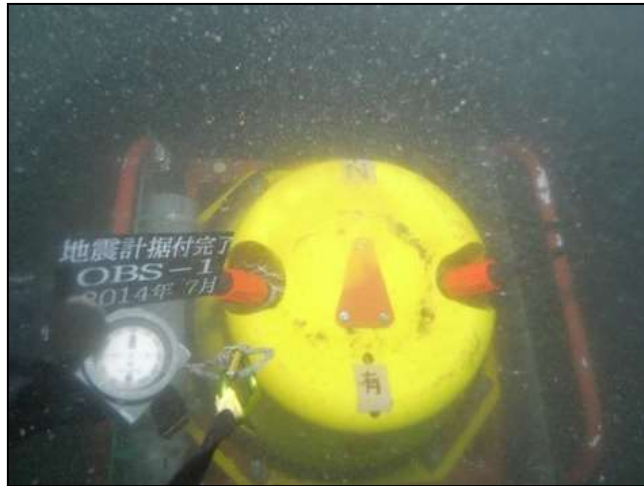


図 3-54 OBS 本体の設置状況

(6) 陸上設置地震計観測システムの構築とベースライン観測

陸上設置地震計観測システムとして、（国研）防災科学技術研究所の高感度地震観測網（Hi-net）に準じた仕様の地震観測システムを構築し、試験観測を経て 2015 年 2 月よりベースライン観測を開始した。

① 地震計設置場所の選定

地震計の設置場所は、苫小牧市内の 4 ヶ所を候補地としてノイズ測定を実施した上で、ノイズ調査の結果に加えて立地条件、周辺環境を加味した総合評価を行い、緑ヶ丘公園（苫小牧市清水町 3 丁目地内）を設置場所に選定した。

地震計設置場所には、観測孔を掘削して地震計を設置すると共にデータ収録装置等を設置するための観測小屋（以下、「現地観測施設」と称する）を設置した。現地観測施設に一旦収録された観測データは、公衆回線を利用して苫小牧実証試験センター内のモニタリング室（以下、「基地内観測施設」と称する）に送信される。現地観測施設と基地内観測施設の位置を図 3-55 に示す。



国土地理院発行地形図に加筆

図 3-55 現地観測施設と基地内観測施設の位置図

② 現地観測施設の設置

苫小牧市清水町 3 丁目地内 ($42^{\circ} 39' 01''$ 6408 N , $141^{\circ} 35' 39''$ 9062 E^{*6)} , 標高 9.202m) に地震計を設置するための観測孔を掘削した。

観測孔の掘進長 (余掘を含む) は 206.0m で深度 150.0m~200.0m 区間では、 $\phi 86\text{mm}$ ダブルコアチューブによるコア採取を行った。孔芯傾斜測定の結果、掘進中の G.L. -150m まで傾斜は 1° 以下であり、コア採取・拡孔後に測定した G.L. -200m における傾斜は、約 $1^{\circ} 20'$ 程度であった。

観測孔の掘削深度 0m~150m までのカッティングス試料、深度 150m~200m までのコア試料により地層の確認を行った結果、深度 36.0~74.0m には火砕流堆積物が分布しており、未区分ではあるものの支笏降下火砕堆積物等の火砕流堆積物に相当すると考えられる。このことからこの下位の深度 74.0~95.5m に分布する砂礫、砂質粘土、砂質シルト層は厚真層~本郷層に相当すると判断される。深度 95.5~150.0m に分布する砂質シルトは、早来層相当層 (中部更新統) と考えられ、深度 150~200m に分布する細砂、貝殻混じり粗粒砂、固結シルト等は、近藤ほか (1984) ¹⁾ において下部更新統と分類された SZ-I に相当する可能性が高いと考えられる。これらの層相変化は、既存資料とも比較することができ、火砕流堆積物との相対深度や岩相の特徴から、観測孔の最下部 (深度 200m) は下部更新統相当層と判断された。

観測孔の掘削およびケーシング設置作業の進捗に合わせ、P S 検層、キャリパー検層、

*6) UTM54 帯 : X (N) 4722170.938m , Y (E) 548723.870m

密度検層、電気検層および孔曲り検層を実施した。図 3-56 に観測孔 L S - 1 の総合柱状図を示す。

P S 検層により観測孔の深度 160m 以深で得られた P 波速度 (1,860m/s)、S 波速度 (490m/s) を、既存の Hi-net の「千歳」における P 波速度 (1,770m/s)、S 波速度 (500m/s)、「厚真」における P 波速度 (1,730m/s)、S 波速度 (520m/s) と比較し、また、平成 12 年建設省告示第 1461 号では構造物設計の際に地震動設定の基盤とする「工学的基盤」の S 波速度として、地下深所にあつて十分な層厚と剛性を有し、せん断波速度が約 400m/s 以上の地盤」と規定していること等を参考にして、観測孔における地震計設置深度を 200m 地点とした。設置した孔内地震計の主な仕様を次に示す。また、設置した地震計の外観を図 3-57 に示す。

- ・ 浅層用検出器 Hi-net タイプ
- ・ 外径：L=2837 mm× ϕ 114.3 mm
- ・ センサー型式：動コイル型地震計
- ・ チャンネル数：水平 2 (NS, EW)、上下 1 (UD)
- ・ 固有周波数：1 Hz $\pm$ 10%
- ・ 出力感度：1.7 V/kine
- ・ 振子ストローク：2 mm pp
- ・ 動作保障温度：0~60 $^{\circ}$ C
- ・ 許容傾斜： $\pm 3^{\circ}$ (傾斜補正装置内蔵)

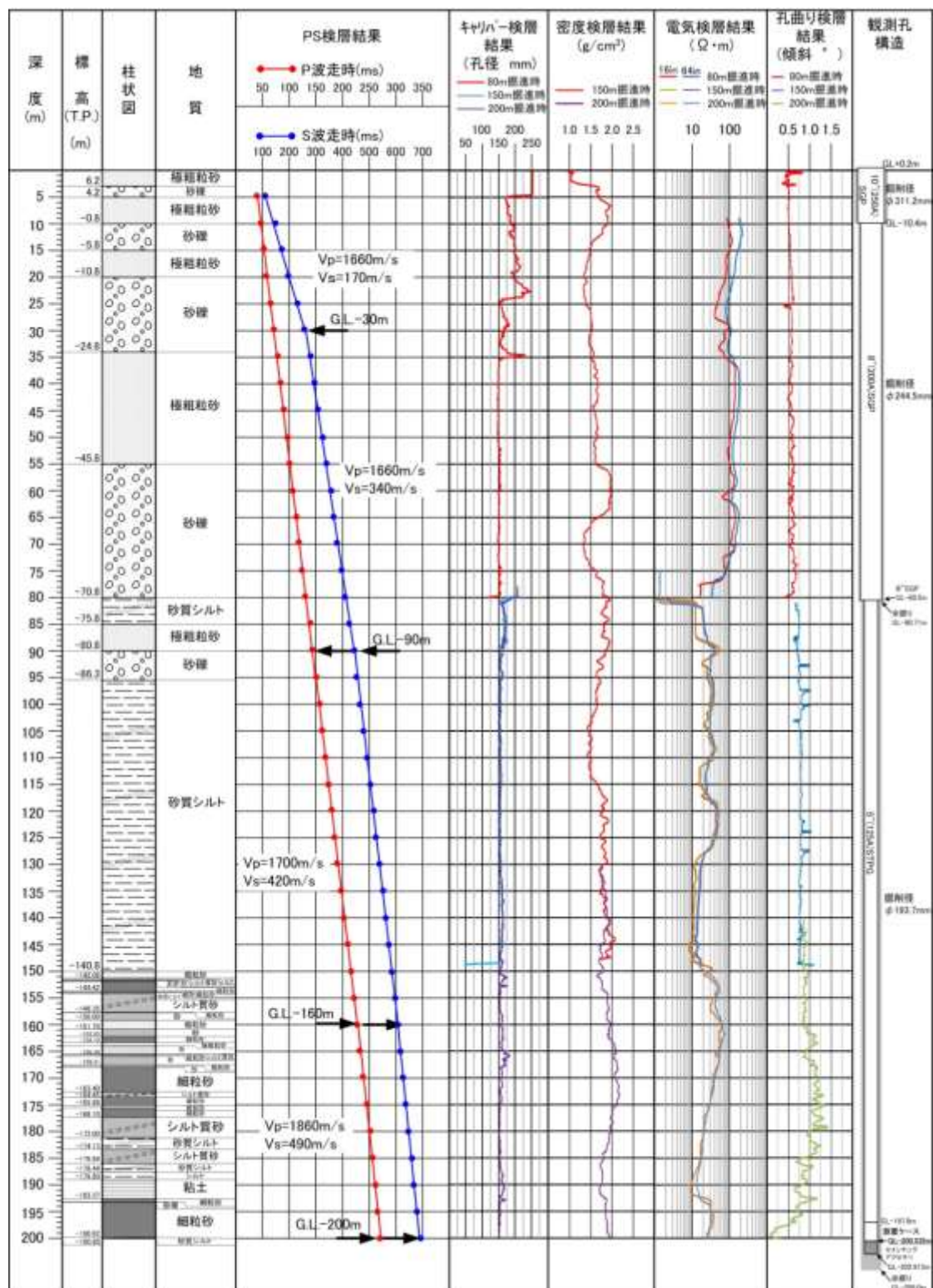


図 3-56 観測井の総合柱状図（坑井地質・孔内物理検層結果）

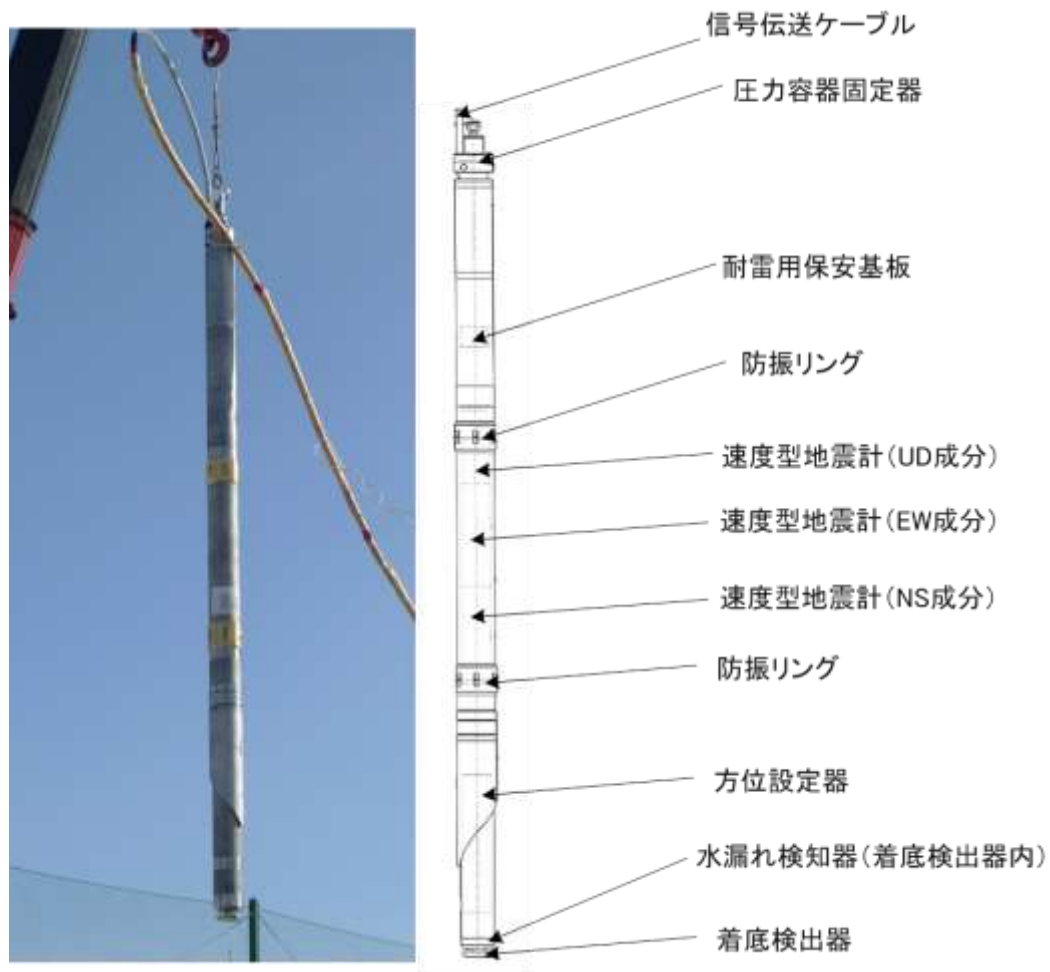


図 3-57 孔内地震計外観（写真・模式図）

③ 基地内観測施設の設置と観測データの送信システムの構築

地震観測データは、現地観測施設内に設置されたデータ収録装置に格納され、公衆回線を利用して基地内観測施設のサーバに送信する。図 3-58 に観測システム全体のシステム系統図、図 3-59 に基地内観測施設のデータ確認用ディスプレイに表示された観測データの例を示す。

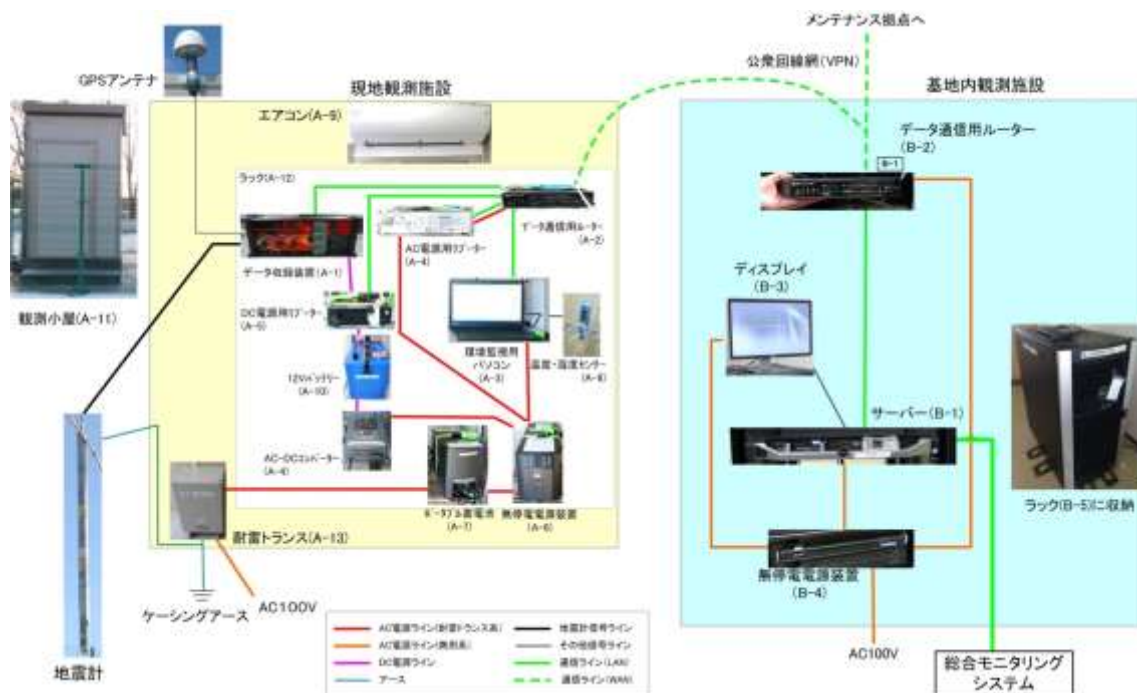


図 3-58 観測システム全体のシステム系統図

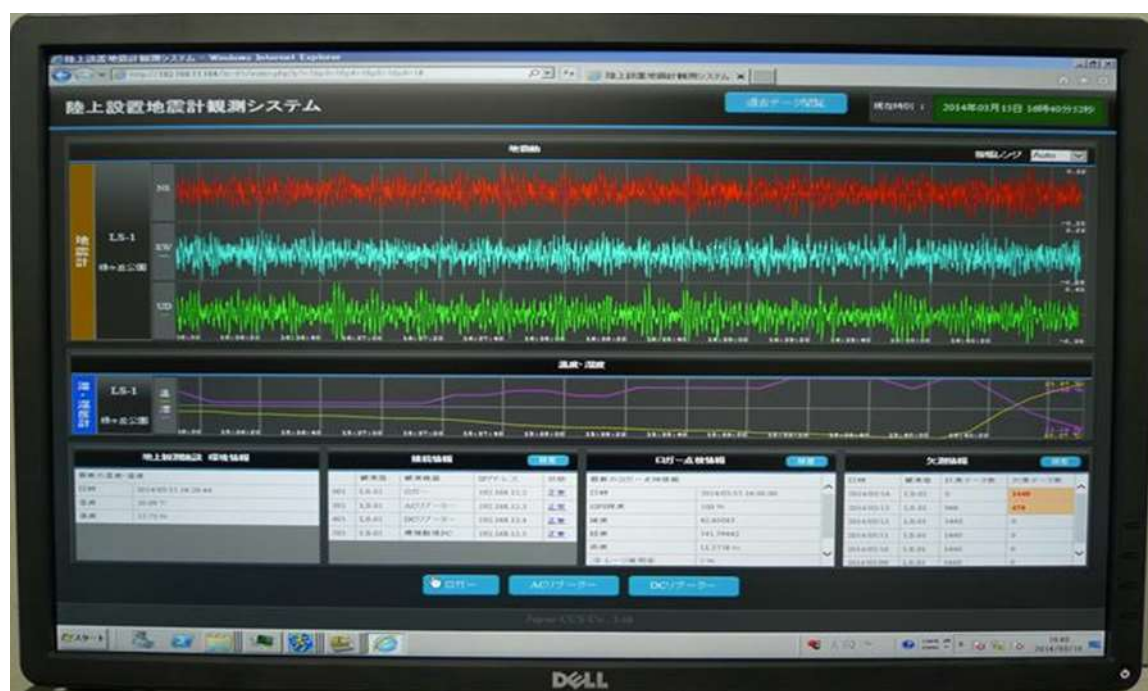


図 3-59 基地内観測施設のデータ確認用ディスプレイに表示された観測データの例

④ ベースライン観測と保守管理

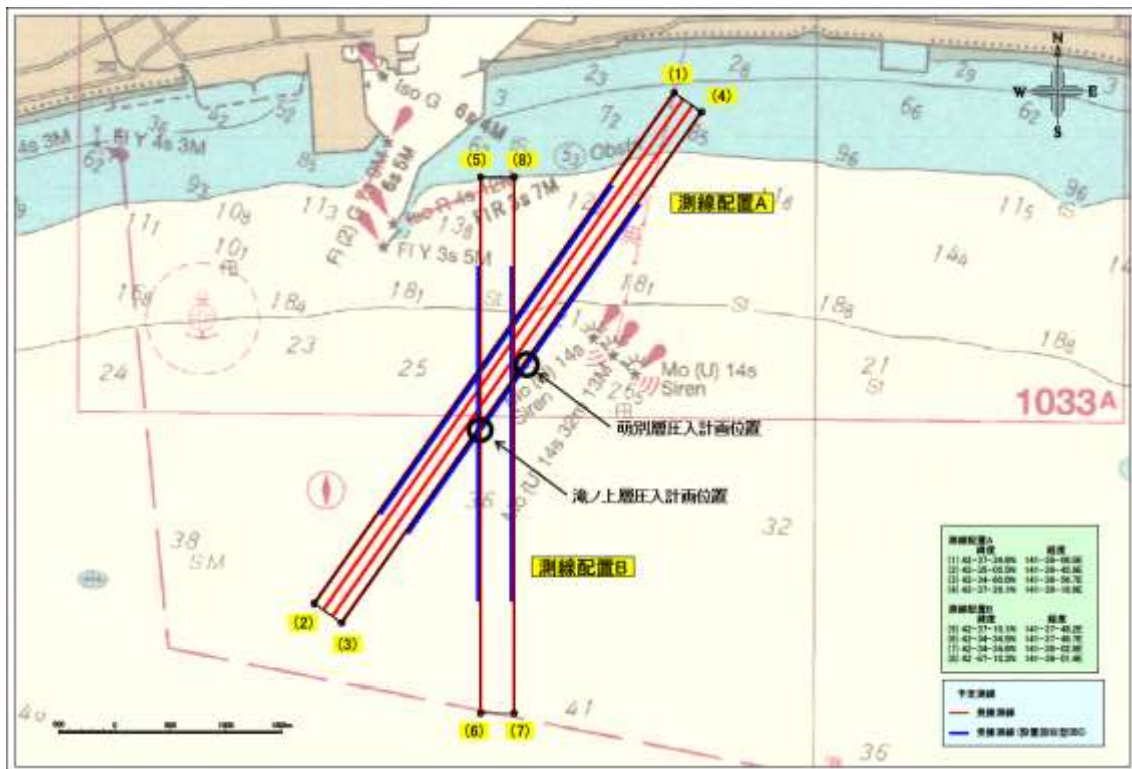
観測システム構築後、試験観測を経て 2015 年 2 月より観測を開始し、毎月 1 回の現地観測施設の目視確認、毎週 1 回のメンテナンス回線を利用した保守管理を継続している。

(7) 2D探査ベースライン観測

CO₂圧入前後の貯留層における弾性波の速度変化を抽出し、貯留層内のCO₂賦存範囲を推定する繰り返し弾性波探査手法のベースライン調査として、2013年度に苫小牧港西港区沖合において、2D探査を実施した。本調査で取得されたデータは、CO₂圧入開始以降、毎年度実施を予定している繰り返し弾性波探査の結果と比較するためのベースラインとして使用される。

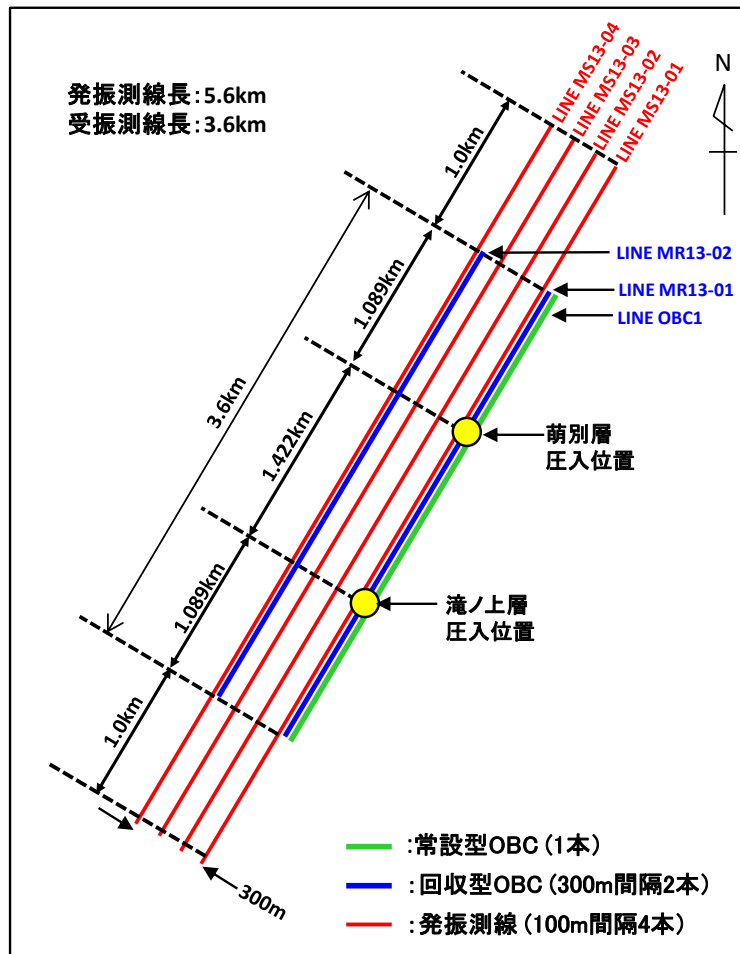
① データ取得

データ取得作業は、2013年8月に実施した。調査測線は、北海道苫小牧市苫小牧港西港区沖合の製油所の外洋シーバースの西方海域に位置する。調査測線位置図を図3-60、測線配置Aの模式図を図3-61、測線配置Bの模式図を図3-62にそれぞれ示す。



海上保安庁 航海用海図 室蘭港至苫小牧港 (W1034) に加筆

図 3-60 調査測線位置図



各層の圧入計画位置の座標は仕様書 4-1(5)項を参照されたい。

図 3-61 測線配置 A の発振・受振測線配置模式図

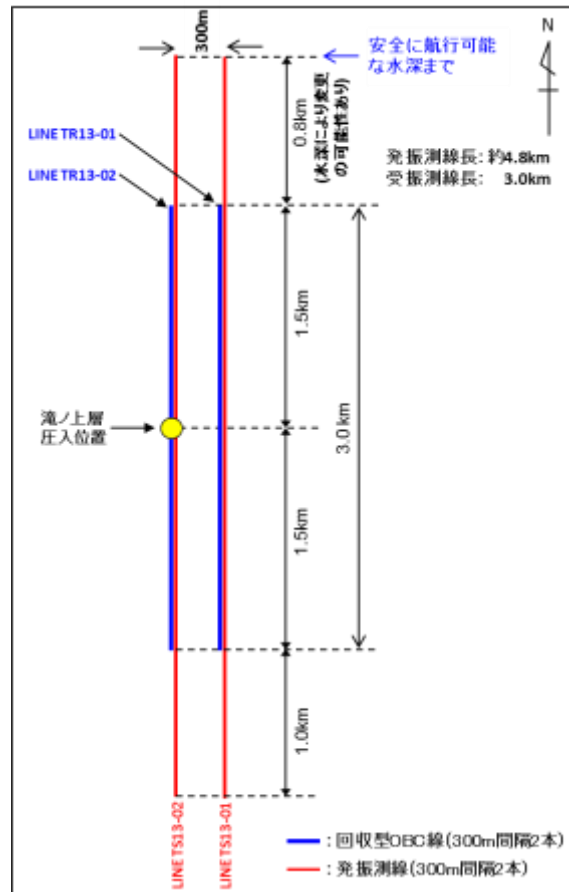


図 3-62 測線配置Bの発振・受振測線配置模式図

A、B二つの測線配置を設定し、測線配置Aは同年7月から8月にかけて敷設した常設型OBCと平行に設置回収型OBCを敷設して受振測線とする設定であり、萌別層貯留層、滝ノ上層貯留層上を通過する北東－南西方向の配置である。また、測線配置Bは、滝ノ上層貯留層のみを対象とする南北方向の測線配置である。測線配置Bは、繰り返し弾性波探査による貯留層変化を抽出する際に、上位の萌別層貯留層における変化が、滝ノ上層貯留層に生じる変化に影響されることを回避できるような測線配置として設定したものである。主要なデータ取得仕様は以下のとおりである。

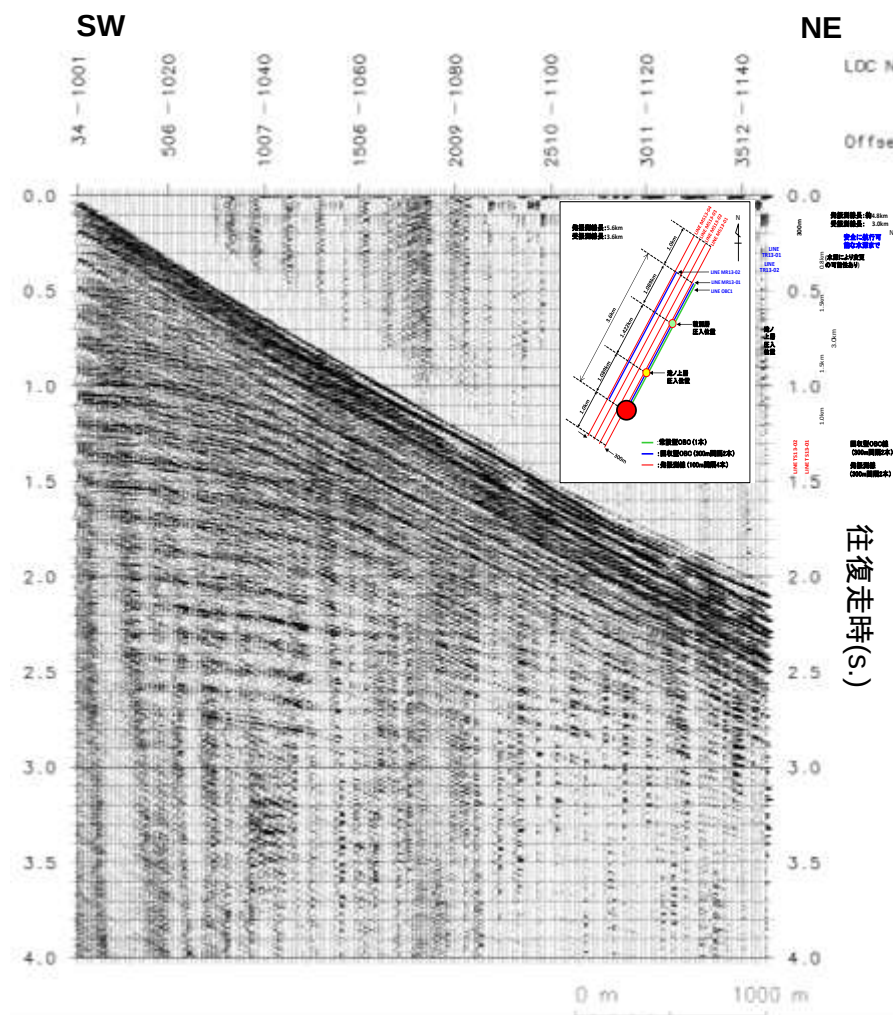
【測線配置A】

- ・受振測線長 3600m/測線
- ・受振測線数 1 測線（常設型OBC）
2 測線（設置回収型OBC）
- ・振源 小型エアガン（容量 480 cu. in.）
大型エアガン（容量 1520 cu. in.）

【測線配置B】

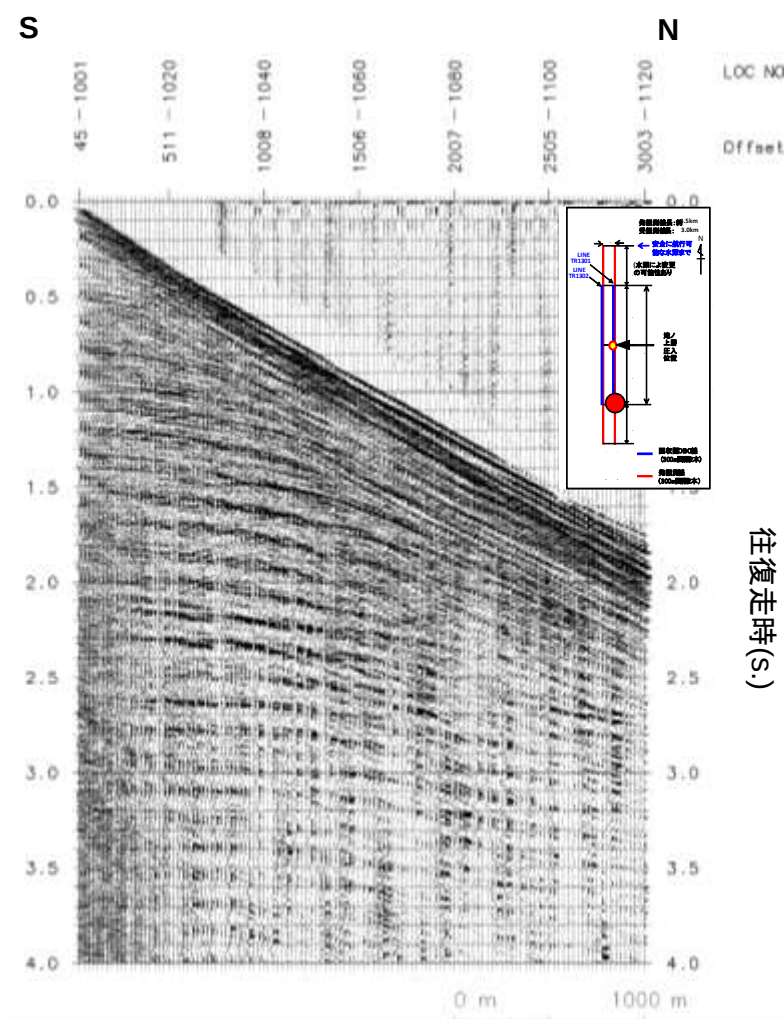
- ・受振測線長 3000m/測線
- ・受振測線数 2 測線（設置回収型OBC）
- ・振源 大型エアガン（容量 1520 cu. in.）

図 3-63 および図 3-64 に測線配置Aおよび測線配置Bの発振記録例を示した。



測線配置A MR13-01受振ライン / MS13-01(大型エアガン1回目)発振
SP1040 ハイドロフォン記録
AGC500msec. / trace sigam scaling
帯域通過フィルター 4/6-200/250Hz 適用

図 3-63 発振記録例（測線配置 A）



測線配置B TR13-01受振ライン / TS13-01(大型エアガン1回目)発振
SP1040 ハイドロフォン記録
AGC500msec. / trace sigam scaling
帯域通過フィルター 4/6-200/250Hz 適用

図 3-64 発振記録例（測線配置B）

② データ解析

取得されたデータに対して標準的な反射法データ処理を適用した。図 3-65 および図 3-66 に測線配置Aおよび測線配置Bのデータ処理結果例（重合前時間マイグレーション断面図）をそれぞれ示す。往復走時約 1 秒付近および同 2 秒付近が、萌別層および滝ノ上層にそれぞれ相当する。これらのデータ処理結果は、今後予定されている繰り返し弾性波探査のデータ処理結果との減算処理等を通じて、CO₂圧入に伴う弾性波速度等の物性変化が抽出され、貯留層内のCO₂賦存範囲の評価が実施される。

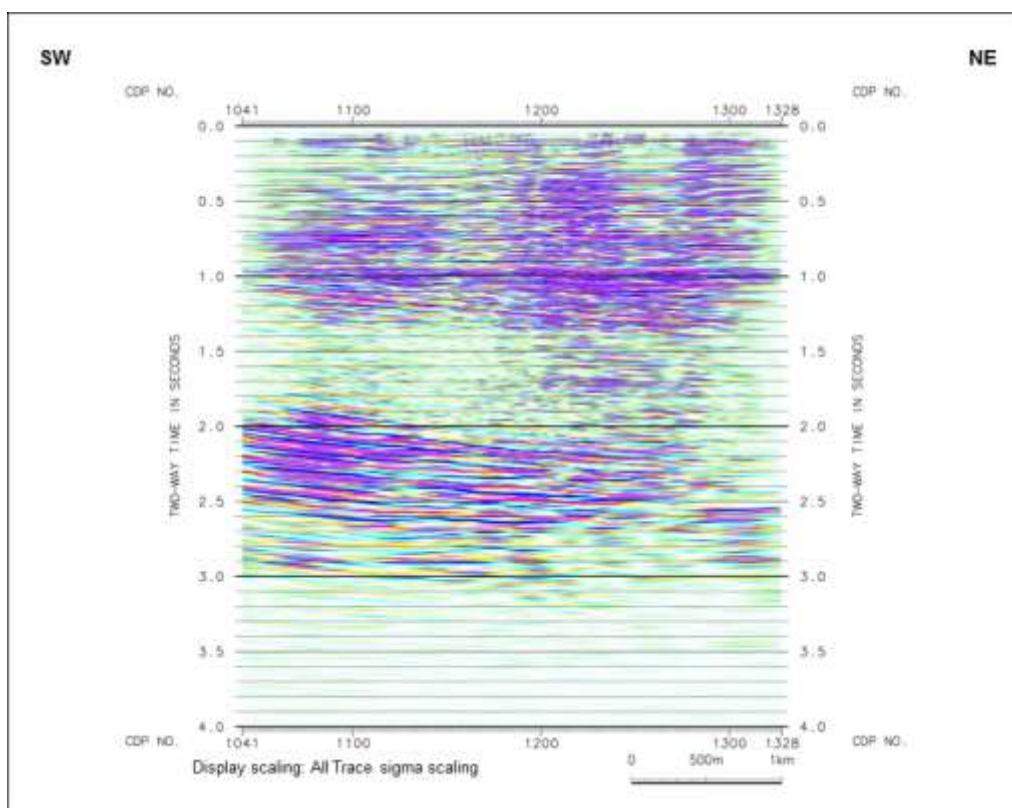


図 3-65 データ処理結果例（測線配置A、重合前時間マイグレーション断面）

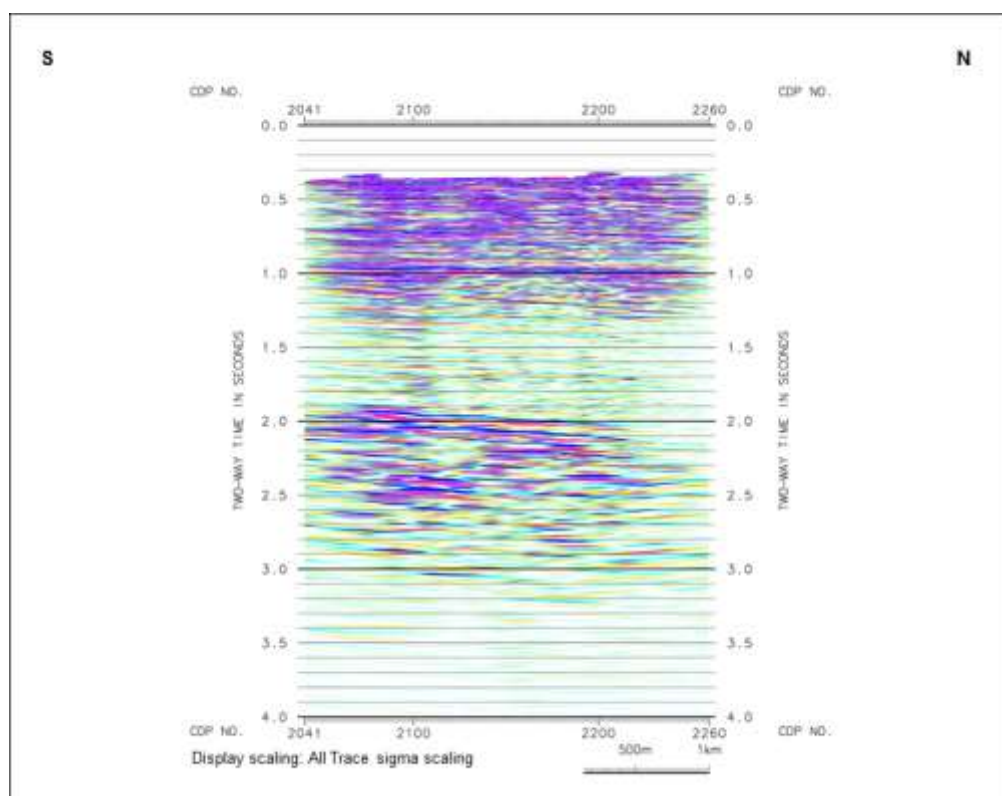


図 3-66 データ処理結果例（測線配置B、重合前時間マイグレーション断面）

文献

- 1) 近藤勉、五十嵐八重子、吉田充夫、赤松守雄、“北海道苫小牧市静川ボーリング・コアにみられる第四系”、第四紀研究 Vol. 22 No. 4 p. 313-325 (1984)

3-1-2-5-A 法規制対応

(1) 地上モニタリングシステム構築、操業運転に関する法規制対応等

製油所はコンビナート等災害防止法で定義された特定事業所（第一種事業所）である。ガス供給基地の建設工事にあたり、土地の所有者はCO₂分離・回収／圧入基地の用地を当社に貸与するため、特定事業所としての縮小届を苫小牧市消防本部に提出するとともに、CO₂分離・回収／圧入基地建設地（南用地）の資材移転先である東用地を「その他施設地区」から「事務所管理施設地区」に変更する手続きを実施した。

CO₂分離・回収／圧入基地建設工事において、許認可・届出が必要となる法規を別添資料 1-1 にまとめ記述する。

(2) 坑井掘削、モニタリングシステム構築、操業運転に関する法規制対応等

坑井掘削工事およびモニタリングシステムの設置工事ならびに海洋環境調査の実施にあたっては、それぞれ適用法規に則った許認可申請および届出を行う必要がある。

対象法令の監督官庁へのヒヤリングにより確認した要点、2012 年～2014 年に申請・届出を行った工事および調査の名称について、別添資料 1-2 にまとめた。

なお、「海岸法、港湾法、苫小牧市都市公園条例」に基づく土地の占用許可および「道路法」に基づく道路の占用許可ならびに「国有財産法」に基づく土地の一時貸付契約については、占用許可期間および契約期間を本事業期間である 2016 年 3 月 31 日までとしているため、CO₂圧入にかかる次期事業の継続に向けては、経済産業省もしくは次期事業の受託事業者が、占用許可期間満了までに許可更新の申請をする必要がある。

(3) 海洋汚染防止法対応に係る調査、検討

CO₂を海底下に貯留する場合は、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」（以下、「海洋汚染防止法」と称する）およびその関連法規の規定に遵い、CO₂圧入開始前に環境大臣の許可を取得する必要がある。許可を受けるために提出する書類には、「実施計画」と「監視計画」から構成される許可申請書と、「省令」で定める 6 項目の添付書類がある。添付書類の 1 つに「海底下廃棄事前評価書」があり、これは海底下の地層からの CO₂漏洩（貯留対象とする貯留層からの移動）についてその可能性を検討し、万が一の漏出（地中から大気または海洋への移動）が生じた場合の海洋環境への影響の予測評価を記載する書類である。

「海底下廃棄事前評価書」の作成にあたっては、まず漏出のシナリオの設定が要求される。初めに、CO₂圧入地点から海底面まで連続する 3 D 探査の検知限界以下の小規模な断層が存在し、CO₂の圧入により海底面への漏出が生じるという漏出シナリオ（シナリオ 1）

を設定し、地層漏洩シミュレーションによるCO₂漏出量の計算を行った。その結果は、少なくとも圧入終了後 40 年間は海底面への漏出はないというものであった。海洋汚染防止法では、海底面への漏出が生じるシナリオを組み立てる必要があることから、次に、地質学的には想定し得ない事象により新たな断層が発生し漏出が生じるという、現実には考え難い極端な漏出シナリオ（シナリオ 2）を設定し、地層漏洩シミュレーションによるCO₂漏出量の計算を行った。その結果、仮定した条件のもとで約 600 トン/年の漏出が計算された。

続いて海中拡散シミュレーションでは、まず海底面からのCO₂漏出がシナリオ 2 でのシミュレーション結果に基づく量（気相CO₂フラックスの最大値が 0.0175kg/s、その時間付近の溶存CO₂フラックスの極大値が 0.00124kg/s）のケース（以下、「地層モデルケース」と称する）について海洋でのCO₂拡散挙動の予測を行った。その結果は、海洋での溶存CO₂濃度の上昇は極めて低く、自然変動を超えないものであった。このように地層漏洩シミュレーションの結果による漏出量では海洋環境への影響は確認されなかったが、海洋汚染防止法では、万が一の漏出で影響を及ぼす範囲の予測に基づき、海域監視の調査範囲を設定することとしている。そこで、文献で検討されているCO₂圧入量に対する最大CO₂漏出量（最大約 1%/5,000 年）を参考にし、CO₂貯留予定量（約 60 万トン）の 1%（約 6,000 トン）が 1 年で漏出する（気相CO₂フラックスが 0.190kg/s、溶存CO₂フラックスが 0.00461kg/s）ケース（以下、「1%漏出ケース」と称する）を想定し、海洋でのCO₂拡散挙動の予測を行った。その結果、漏出域付近で溶存CO₂濃度の上昇が認められた。ただし、予測された濃度レベルは海洋生物に影響を与える値ではなく、かつ濃度上昇が認められる海域も非常に局所的な範囲であることから、周辺海域での漁業などへの影響は考えられないものであった。

海洋汚染防止法では、海底下の地層からのCO₂漏出の可能性を検討し、万が一のCO₂漏出が生じた場合の海洋環境への影響を予測評価することとしている。これは基本的にはCO₂漏出はあり得ないという前提に立ちながら、万が一のCO₂漏出が生じた場合の影響について適切に整理し、いち早くそれらを探知するための準備や態勢を整えることを求めているものである。今回の海洋環境への影響予測は、現在の地質学の知見からは起こり得ないシナリオから予測した漏出量（約 600 トン）のさらに 10 倍の漏出量（約 6,000 トン）で行った。

万が一のCO₂漏出が海洋環境に影響を及ぼす範囲の予測結果は、極めて狭い範囲にとどまるものであったが、海洋環境調査の範囲設定においては、漏出のおそれを監視する目的から、海底下の地層内におけるCO₂プルームの範囲や漏出位置の不確実性を考慮する必要がある。そこで、まず圧入地点の直上海域を中心とする 2km×2km の範囲を「海洋調査中心

域」と設定した。次に、漏出点が想定圧入地点上とは限らないことを考慮して、圧入地点の直上海域を中心とする 6km×6km の範囲を「海洋調査域」と設定した。その上で、圧入地点の直上海域となる 2 地点、海洋調査中心部境界域の東西南北に 4 地点、海洋調査域境界付近で過去に観測実績のある位置の近傍に 6 地点の計 12 地点を調査地点と設定した。また、海洋汚染防止法における指針に準拠して調査項目・調査頻度を定め、現地海洋環境調査（ベースライン観測）の実施計画を策定した。

海域の現況把握には四季ごとのデータ取得が必要であり、2013 年 8 月から 2014 年 5 月の間に、夏季調査、秋季調査、冬季調査および春季調査を実施し、現地海洋環境調査のベースライン観測データを取得した。

現地海洋環境調査のベースライン観測データを基に、海洋環境に関わる通常時監視、懸念時監視、異常時監視およびそれらの移行基準に係る事項を定め、許可申請の別紙-2「監視計画」の該当項目を作成した。さらに「苫小牧地点における実証試験計画」および「苫小牧地点における貯留層総合評価」などを引用として許可申請に必要な書類のドラフトを取り纏め、2014 年 12 月末に経済産業省へ提出した。

今後、経済産業大臣が環境大臣に許可申請を行う予定である。

また、海洋汚染防止法にかかる特定二酸化炭素ガスの海底下地層貯留の許可を取得後、次期の操業事業では、経済産業省および次期事業の受託者が、別紙-1「監視計画」に基づき、定期的な通常時監視の実施と、環境大臣への監視結果の報告を行う必要がある。

3-1-2-6-A 社会受容醸成に向けた情報発信活動

(1) 情報発信活動の目的

本事業において情報発信活動を行う目的は、広く国内外から本事業に対する理解を得て、本事業を円滑に推進することである。そのために、情報発信活動について、以下の基本方針を策定し、CCSの普及促進に貢献することとする。

【基本方針】

- 1) 地球温暖化対策としてのCCSについて、対話型の活動を通じ、幅広い世代にわかりやすく伝達する。
- 2) 情報発信活動を確実に推進するために、日本CCS調査(株)広報渉外部と苫小牧事務所の連携による組織体制を、これまで以上に強固に確立する。

(2) 本事業に係わる情報発信活動

CCSの目的、意義、仕組み、安全性や本事業への理解を得る為に、苫小牧を中心とした国内の幅広い世代に、わかりやすく、正確に情報発信した。また、日本のCCS技術をアピールする為に、本事業を通じて得られた各種の知見を海外に向けても発信した。CCSに対する社会受容を醸成し、実用化に向けた社会全体の理解を深める為、今後も継続して情報発信に努めることが重要である。個別の情報発信活動の内容を、以下に記す。

① 苫小牧市とその周辺地域への情報発信活動

CCSパネル展、子ども向け実験教室、現場見学会、CCS講演会、高齢者向け講演会を実施した。

a. CCSパネル展

7. 実施概要

本事業の初年度から4年間継続して開催したCCSパネル展は、苫小牧市とも協議し、地元住民が比較的多く集まる場所を選定し、パネルやDVD、パンフレット等の解説用ツールを利用し、本事業を地元住民へ直接かつ丁寧に説明した。CCSパネル展の開催状況一覧を、表3-18に示す。

2013年度以降は、前年度の実績を精査し、開催回数だけではなく、より効果的な集客力に主眼を置き、対話型の開催場所の選定に努めた。

パネル展は、回数を重ねて開催することが、地元住民の関心やCCSに対する理解を深める成果に繋がっていることを、改めて認識した。なお、開催場所の主催者のご協力により、実施費用を最小限に抑えることができた。

表 3-18 C C S パネル展の開催状況一覧

開催年度	主たる開催場所	開催回数
2012 年度	苫小牧市、札幌市他	29
2013 年度	苫小牧市、室蘭市、千歳市、札幌市他	18
2014 年度	苫小牧市、江別市、札幌市	8
2015 年度	苫小牧市、江別市、札幌市	6
	合計	61

イ. 開催場所（2015 年度の具体例）

開催場所一覧を表 3-19 に、会場の様子を図 3-67 に示す。

表 3-19 2015 年度 C C S パネル展の開催場所一覧

開催日	開催場所	展示品
2015 年 6 月 20 日－21 日	えべつ環境広場	実証試験パネル、バナー 顕微鏡観察セット、 コアサンプル、ビデオ放映
2015 年 6 月 30 日－7 月 1 日	北海道庁	実証試験パネル、バナー 顕微鏡観察セット
2015 年 7 月 17 日－8 月 31 日	苫小牧西港フェリーターミナル	実証試験パネル ビデオ放映
2015 年 7 月 31 日－8 月 2 日	環境広場さっぽろ	実証試験パネル、バナー 顕微鏡観察セット、 コアサンプル、ビデオ放映
2015 年 9 月 4 日－7 日	イオン苫小牧 ショッピングセンター	実証試験パネル、バナー 顕微鏡観察セット、 コアサンプル、ビデオ放映
2015 年 9 月 28 日－10 月 2 日	苫小牧市役所	実証試験パネル



(左) イオン苫小牧ショッピングセンター／(右) 苫小牧市役所

図 3-67 CCS パネル展会場の様子

ウ. 展示品

展示品を表 3-20 に、展示品の写真を図 3-68～図 3-71 に示す。

表 3-20 パネル展の展示品

展示品
実証試験パネル (10 枚)
CCS 解説パネル (10 枚)
CCS バナー
コアサンプル観察セット (iPad、マイクロスコープ、顕微鏡、薄片)
コアサンプル (泥岩、砂岩)
実証試験紹介ビデオ (放映)
CCS 解説版ビデオ「CCS の実用化に向けて 苫小牧 CCS 大規模実証プロジェクト」
CCS 解説アニメーションビデオ「新たな地球温暖化対策 CCS の可能性」



図 3-68 コアキット観察セット



図 3-69 実証試験パネル

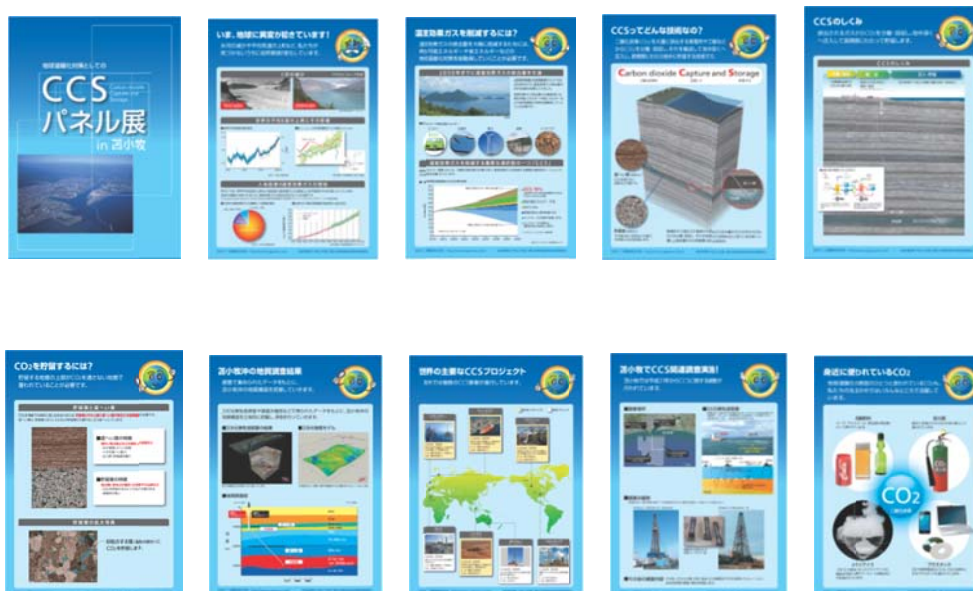


図 3-70 CCS解説パネル



(左) ビデオ「CCSの実用化に向けて苫小牧CCS大規模実証プロジェクト」
(右) 「新たな地球温暖化対策 CCSの可能性」

図 3-71 ビデオ

I. 配布パンフレット

パネル展の会場で配布したパンフレットを図 3-72 に示す。



図 3-72 CCSパンフレット

b. 子ども向け実験教室

7. 実施概要

本事業が長期にわたることに鑑み、本事業の実施地である苫小牧市の将来を担う子どもたちへ、CCSや本事業に対する関心を高めること、身近な場所で本事業が実施中であることを知ってもらうことを目的に、実験教室を開催実施した（表 3-21）。子どもの理解をより深めるため、平易な言葉で簡潔に解説し、楽しく学べるよう、工夫した。

同伴の保護者を通じ、家庭への波及効果も得た。

2015 年度に実施した、夏休み宿題教室（表 3-22）については、主に高学年小学生を対象に、子どもたちに記者になってもらい、現場見学を通じて CCS を取材し、記事を書いて新聞を作成するイベントを実施した。苫小牧市美術博物館と連携した、子ども実験教室についても、主な対象は高学年小学生であり、風船を利用した実験を実施した。楽しい実験を通じて、子どもたちに CCS に対する興味を抱かせることができた。

今後の実施については、対象となる学年に合わせて、環境教育の学習要綱に沿ったプログラムの開発を検討する。

表 3-21 子ども向け実験教室の対象および参加教室

開催年度	主たる対象者	参加者数
2012 年度	中学 3 年生	100 名/1 回
2013 年度	低学年小学生	270 名/10 回
2014 年度	低学年小学生	89 名/3 回
2015 年度	高学年小学生	※87 名/5 回
合計		546 名/19 回

※2015 年 11 月現在

4. 開催実績

日本 C C S 調査(株)が主催した夏休み宿題教室と、苫小牧市美術博物館と連携した子ども実験教室の開催実績を表 3-22 に、開催の様子を図 3-73 に示す。

表 3-22 子ども向け実験教室の開催実績

開催日	2015 年 8 月 6 日	2015 年 8 月 11, 12 日
名称	夏休み宿題教室	子ども実験教室
会場	日本 C C S 調査(株) 苫小牧事務所	苫小牧市美術博物館
参加数	36 名	51 名



夏休み宿題教室



子ども実験教室

図 3-73 子ども向け実験教室の様子

c. 現場見学会

7. 実施概要

C C S の意義や技術の概要、安全性の理解を得るための活動として、現場見学会を開催した（表 3-23）。建設工事が本格化する中、見学者数が激増し、かつ見学者の関心や専門分野も多方面に拡大したため、事前に先方と細やかな打合せを行い、迅速かつ適切に対応した。

当初は、先方の申し出に対応する受動型のものであったが、2014 年度より、苫小牧市民を主たる対象とした、日本 C C S 調査㈱が参加者を募る能動的な市民現場見学会や、（一社）苫小牧観光協会と連携した苫小牧市産業観光特別ツアーの一環での現場見学会の企画、運営を開始した。

本事業の内容や進捗状況を積極的に開示したことにより、事業の透明性を確保すると同時に、地域社会での C C S の受容の確保と理解促進に大きく貢献した。2015 年度は、海外からの視察者は 2014 年度の 90 名から 100 名へと激増した。本事業が世界的にも注目される中、今後も海外からの視察者は増大することが期待される。

表 3-23 現場見学会の開催状況

開催年度	参加者数
2012 年度	30 名/2 回
2013 年度	221 名/19 回
2014 年度	558 名/44 回
2015 年度	※1,170 名/83 回
合計	1,979 名/148 回

※2015 年 11 月現在

4. 想定効果

現場見学会の実施により、以下の効果が期待される。

- 〔地 元 関 係 者〕 苫小牧で本事業を実施する意義についての理解促進と協力
- 〔学 生〕 次世代を担う若者へ C C S の意義や本事業について理解促進
- 〔大 学 関 係 者〕 C C S の C O₂削減効果や安全性について、学術的観点からの応援
学生への情報発信と啓蒙活動の促進
- 〔ビジネス関係者〕 将来の実用化に向けた C C S 導入についての課題や可能性に関する情報交換
- 〔マスメディア〕 C C S の有効性や本事業に関する情報を、地元住民や国内向けに発信
- 〔議員、官公庁〕 C C S や本事業に関する情報を、国内の他地域へ発信
- 〔海外視察者〕 日本の C C S の取り組みや本事業に関する情報を、海外へ発信

d. C C S 講演会

C C S への理解を深める為、地球温暖化に関連する環境関連の話題をテーマに、本事業の初年度から C C S 講演会を苫小牧市で実施した（表 3-24）。地元住民の積極的な参加を促す為に、著名人の講演と大学教授等の講演を組み合わせ、年 1 回開催し、C C S を身近な話題として説明した。

講演会終了後に回収したアンケート結果からは、大半の方が C C S の必要性を感じている事や、地元での本事業の実施について、大きな期待を寄せている事が、窺えた。一方、「より積極的な情報公開を求める」との、意見も寄せられ、地元住民への周知は、未だ十分ではないと考えられる。今後も、より一層の C C S の周知ならびに、本事業への理解促進の為、継続的かつ積極的な情報発信活動が必要である。開催場所についても、苫小牧市のみならず、より多くの集客力が見込める首都圏での開催も視野に入れる。

表 3-24 C C S 講演会開催状況

開催日	来場者数
2013 年 3 月 16 日	236 名
2014 年 3 月 8 日	202 名
2015 年 3 月 14 日	369 名
2016 年 3 月 5 日（予定）	-
合計	※807 名

※2015 年 11 月現在

e. 高齢者向け講演会

苫小牧市老人クラブ連合会のご協力を得て、2014 年度からの新たな取組みとして、より幅広い世代に本事業を理解いただく為、新たな対象層である高齢者向けに、講演会を実施し、C C S や本事業に対する深い関心を得た（表 3-25）。

表 3-25 高齢者向け講演会開催状況

開催日	参加者数
2014 年 10 月 28 日	42 名
2015 年 3 月 20 日	36 名
2016 年 1～2 月（予定）	（苫小牧長生大学で開催予定）
合計	※78 名

※2015 年 11 月現在

② 国内他地域への情報発信活動

講演会、国内展示会への出展、日本 C C S 調査(株)ホームページの拡充を実施した。

a. 講演会

本事業に関する情報発信活動のうち、これから社会人となる若い世代やビジネス関係者へ C C S の普及を図ることと、啓蒙活動の促進を目的に、2013 年度より外部から依頼された案件も含め学会等での講演を行った（表 3-26、表 3-27）。有識者且つ第三者としての立場で、講演を聴講された教授の方々が、その後、授業等で C C S を取り上げられることにより、学内はもとより聴講者以外の広く社会への情報の波及・拡大効果と C C S への信頼性を得た。

また、学生からは、本事業の成功を期待するコメントを受け、現場見学会へ発展したケースも見られた。開催当初は、理系学部を中心に開催したが、回を重ねるに従い、文系学部への展開も図った。

表 3-26 各年度の講演参加者状況

開催年度	主たる対象者	参加者数
2013 年度	大学関係者	540 名
2014 年度	大学生、教授、ビジネス関係者	245 名
2015 年度	大学生、教授、ビジネス関係者	731 名
合計		※1,516 名

※2015 年 11 月現在

表 3-27 1 例として 2015 年度講演実績

日程	名称	対 象	人数
2015 年 5 月 12 日	(公社)物理探査学会 第 132 回春季学術講演会	学会参加者	200 名
2015 年 5 月 26 日	第 58 回石油学会年次通常総会	学会参加者	150 名
2015 年 6 月 12 日	新潟産業大学	教授、学生、社会人	97 名
2015 年 7 月 2 日	大阪府立大学	学生	77 名
2015 年 7 月 7 日	島原市主催・講演会	市議会議員	40 名
2015 年 7 月 17 日	早稲田大学 理工学術院	学生	30 名
2015 年 9 月 2 日	(公社)地盤工学会 第 50 回地盤工学研究発表会	学会参加者	100 名
2015 年 10 月 24 日	日本社会関連会計学会	学会参加者	37 名
合計			731 名

※2015 年 11 月現在

b. 国内展示会への出展

7. 実施概要

2013 年度より、多くの来場者が見込める首都圏で開催の環境関連の、2 つの展示会に出展した。今後も継続して出展する予定である。

イ. 地球温暖化防止展

毎年 5 月開催の地球温暖化防止展では、環境に関心の高いビジネス関係者を対象に、本事業の技術的・産業的特性を十分理解できるよう、技術的説明を多く盛り込んだパネルの展示、DVD の上映を行った。地球温暖化対策としての C C S の仕組み、安全性をわかりやすく説明し、日本初の本事業が苫小牧で行われていることを全国へ向けて紹介し、多くの来場者を得た（表 3-28）。

〔主催〕 日報ビジネス株式会社

〔会場〕 東京ビッグサイト（東京都）

表 3-28 地球温暖化防止展の各年度来場数

開催年度	全体来場者数	日本ＣＣＳ調査(株) ブース来場者数
2013 年度	165,810 名	約 380 名
2014 年度	167,210 名	約 600 名
2015 年度	167,540 名	約 600 名

ウ. エコプロダクツ

12 月開催のエコプロダクツは、ビジネス関係者のみならず、小中学生や家族連れの幅広い見学者を対象に、展示スペースを広く確保し、参加体験型の、子どもも意識したブースを設営し、多くの来場者を得た（表 3-29）。特に、来場する小中学生が、ＣＣＳの技術や、日本初の本事業が苫小牧で実施中であることを短時間で容易に理解できるよう、わかりやすく情報発信した。他の出展者との連携やスタンプラリー等の新たな企画にも取り組み、2015 年度も出展予定である。

〔主催〕 （一社）産業環境管理協会、日本経済新聞社

〔会場〕 東京ビッグサイト(東京都)

表 3-29 エコプロダクツの各年度の来場数

開催年度	全体来場者数	日本ＣＣＳ調査(株) ブース来場者数
2013 年度	16,076 名	約 1,600 名
2014 年度	16,647 名	約 1,400 名

ｃ. 日本ＣＣＳ調査(株)ホームページの拡充

ア. 実施概要

ＣＣＳや本事業のお知らせやプレスリリースなどを情報発信していたが、リアルタイムに情報発信する為、2013 年度より、日本ＣＣＳ調査(株)ホームページにおいて、ライブ映像の配信と本事業紹介動画の掲載を開始した。

イ. ライブ映像の配信

分離・回収/圧入基地に設置したカメラを用い、2014 年 3 月からライブ映像の公開を開始した。日本ＣＣＳ調査(株)ホームページ画面を図 3-74 に示す。



図 3-74 日本CCS調査(株)ホームページ内、ライブカメラ映像へのアクセスページ

ウ. 本事業紹介動画の掲載

2014年2月より、日本CCS調査(株)ホームページにCCS技術および本事業を紹介するビデオを掲載した。紹介ビデオへのアクセス画面を図3-75に、本事業紹介の動画を図3-76示す。



図 3-75 日本CCS調査(株)ホームページ内、本事業紹介ビデオへのアクセスページ



図 3-76 日本CCS調査(株)ホームページの本事業紹介ビデオ

③ 海外への情報発信活動

日本のCCS技術をアピールするために、本事業を通じて得られた各種の知見を海外に向けても発信した。また、海外からの参加者と交流関係を構築することにより、CCSに関する最新の情報を入手し、CCSへの理解向上と本事業推進に貢献した。

a. GHGT-11

概要を以下に示す。

[期 間] 2012 年 11 月 18 日～22 日

[会 場] 国立京都国際会館

[参 加 国] 米国、ドイツ、韓国、英国、豪州、日本、等

[参 加 人 数] 1,300 名

日本CCS調査(株)が、10 件の発表(口頭 2 件、ポスター 8 件)を行うと共に、展示ブースを出展した。展示内容の内、特にジオラマについては、国内のみならず、海外の参加者からも高い関心と評価を得た。GHGT-11 閉会后、本事業の理解促進のために、希望者を対象に現場見学会(フィールドトリップ)を開催し、43 名の参加者を得た。

b. GHGT-12

概要を以下に示す。

[期 間] 2014 年 10 月 6 日～9 日

[会 場] オースティンコンベンションセンター(米国、テキサス州)

[参 加 国] 米国、ドイツ、韓国、英国、豪州、日本、等

[参 加 人 数] 1,100 名

本事業のプレゼンテーションを行うと共に、展示ブースを出展し、高い関心と評価を得た。

c. 第 10 回 Monitoring Network Meeting

概要を以下に示す。

[期 間] 2014 年 6 月 10 日～12 日

[会 場] ローレンス・バークレー国立研究所(米国、カリフォルニア州)

[参 加 国] 米国、カナダ、英国、ノルウェー、オランダ、日本、等

[参 加 人 数] 60 名

本 Meeting では、本事業におけるモニタリングについて講演すると共に、CO₂ 地中貯留におけるモニタリングについて情報収集した。また、本 Meeting は、CCS に係る様々な技術分野の研究者、関係者を世界から集め、温室効果ガス削減のための技術の専門知識、経験、プロジェクト概要を紹介しているので、意見交換した。

d. 2015 低炭素化カンファレンス・フォーラム

概要を以下に示す。

[期 間] 2015 年 6 月 23 日～25 日

[会 場] 台湾:工業技術研究院(台湾、台北)

[参 加 国] 米国、ドイツ、タイ、日本、台湾、等

[参 加 人 数] 180 名

本フォーラムでは、陸上から海底地下への掘削方法や情報発信活動を中心に、本事業を講演した。また、本フォーラムにおける意見交換や低炭素化エキシビションを通じ、台湾では、真摯に減炭素化ならびに CCS に取り組んでいて、分離・回収法などの研究開発が進んでいるものの、圧入候補地における地元の理解を得ることが課題であると理解した。

④ マスメディアを通じた情報発信活動

近年、国内はもとより、世界的にも地球温暖化対策が議論されており、本事業についても、国内外のマスメディアからの関心は、高まりつつある。一方、マスメディアを活用した情報発信も効果的であり、講演会への来場者の増大へ貢献した。なお、視聴者や読者が

誤解する報道とならない様、配慮しながら、各マスメディアと対応した（表 3-30）。

建設工事の進捗に従い、報道の内容も、CCS全般に係るものから、設備完成や圧入に係るものへ変遷し、また地元のみならず全国的にも報道されるようになった。

表 3-30 各年度の報道実績件数

年度	テレビ	ラジオ	新聞	雑誌
2012 年度	14	1	57	2
2013 年度	5	0	35	1
2014 年度	9	0	27	6
2015 年度	2	0	14	4
合計	30	1	133	13

※2015 年 11 月現在

⑤ 解説用ツールの制作

CCSならびに、本事業の全体システムやスケールを多面的に理解できる様、以下の解説用ツールを制作した。これらのツールは、パネル展や展示会、講演会で来場者の関心をひき、集客拡大に寄与した。

a. パネル

地元住民を中心に、周知し、理解を得る為に、本事業が決定するまでの経緯、概要、位置などを、図解や写真を使用し、わかりやすい表現で解説したパネル(日本語版、英語版)を制作した。

b. パンフレット

CCS解説マンガ、CCSパンフレット、CCS実証試験パンフレット(日本語版、英語版)を制作した。

c. DVD

日本語版ならびに、英語版の本事業紹介DVDと子ども向けCCS解説アニメを制作した。また、本事業の建設工事の要所で撮影した記録映像を編集したDVDを今後制作する予定である。

d. ジオラマ

本事業の位置関係を視覚的に理解することを目的に、本事業実施地の地上および地下を示す立体模型を制作した。音声による解説と電飾発光により、本事業の一連の流れを再現し、理解を促すよう工夫した。ナレーションには日本語だけではなく、英語も加えた。

e. バナー

パネル展や展示会への出展の際に、集客拡大を図るため、シンプルでインパクトのあるデザイン構成とした、持ち運びや組み立てが容易であるバナーを制作した。

(3) 操業（試運転を含む）に係る緊急時対応等情報発信活動

分離・回収設備ならびに圧入設備等、実証試験に係るハード面での準備を進めると同時に、具体的な操業運転に移行するにあたり、関連法令を遵守し、安全性の確保や環境影響防止に向けた種々の取り組みを実施していることを、広く地元住民を中心に国内外へ情報発信することは、本事業が透明性を持って情報公開していることを知らしめるうえで極めて重要である。また社会受容の醸成に信頼性の維持は欠くことのできない要素であり、C S 事業への理解と協力を得るためにはなくてはならない重要な活動の一つである。

① 緊急時対応の基本方針

- ・ 透明性と即時性をもって監督官庁ならびに経済産業省に通知する
- ・ 事象ごとに開示方法と開示基準を設け、透明性と即効性をもって地元住民・国民へ情報公開する
- ・ 危機管理マニュアルを作成し、情報公開の徹底を図る
- ・ 設備見学者に対する危機管理マニュアルを作成し安全の確保に努める

② 広報手段

- ・ 市役所の常設モニターを介しての地元住民への情報開示
- ・ 定期的なマスメディアへの進捗状況の公開
- ・ 事象発生時の情報公開
 - a) 書面
 - b) 記者会見

③ 報道機関への情報提供

- ・ 主要マスメディアへの書面による情報提供
- ・ 記者会見を開催しての情報提供
- ・ マスメディアからの依頼に応じたの情報提供

危機管理マニュアルについては、現在順次作成中である

(名称)

(完成時期)

- ・ 問い合わせ対応マニュアル

2015 年 10 月末

(フレアスタックから出るフレアに関する暫定版)

3-1-3-A 特許出願状況等

本研究開発はＣＣＳ技術の確立に必要な地上分離・回収設備ならびに圧入設備の建設と圧入井・観測井の掘削を主目的とする実証事業の準備業務であり、一貫システムによる実証試験の検証が目的であることから、新技術を導入することによるリスクを避け既存技術の応用に徹したため、特段の新規発明はないが、本実証試験の意義や事業進捗を広く知らしめるため、ＣＣＳの認知とその実用化に向けた理解促進活動に注力して推進した。具体的には、多数の学会誌および業界誌への寄稿ならびに国内外における講演・発表を実施するとともに（表 3-31、表 3-32）、報道機関や出版社による取材を積極的に受け入れ、好意的な記事や報道となるよう努めた。また展示会への出展、大学や地域コミュニティの場等での講演活動、現場見学会での実地説明を通じて幅広い層への情報発信を行った（表 3-33）。下表に示していない多くの情報発信に係る諸活動については、3-1-2-6A を参照されたい。

表 3-31 特許・論文等件数

	論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
計	9	—	0	0	0	0	0

表 3-32 学会等での公表実績 件数

出版物等	（内、口頭発表の予稿）	口頭発表	合計
20	(10)	37	47

表 3-33 学会等での主な公表実績

公表先、題目等		時期
出版物等		
エネルギー・資源 (Vol. 33 No. 5) 2012 年 9 月号 「苫小牧地点におけるＣＣＳ大規模実証試験の概要」 発行：エネルギー・資源学会		2012. 9
化学工学 (Vol. 76 No. 9) 2012 年 9 月号 「ＣＣＳ特集」 発行：化学工学会		2012. 9
日本エネルギー学会 (Vol. 92 No. 3) 2013 年 3 月号 「苫小牧におけるＣＣＳ大規模実証試験」		2013. 3

公表先、題目等		時期
発行：日本エネルギー学会		
分離技術 (Vol. 44 No. 2) 「苫小牧 CCS 大規模実証試験の概要」 発行：分離技術会		2014. 3
OHM 2014 年 5 月号 「苫小牧 C C S 実証試験の現況について」 発行：オーム社		2014. 5
港のたより 2014 年 7 月号 「苫小牧 C C S 実証試験の現況について」 発行：寒地港湾技術研究センター		2014. 7
月刊ビジネスアイ エネコ 2014 年 11 月号 「C C S (二酸化炭素回収・貯留) の最新動向」 発行：日刊工業新聞社		2014. 10
エネルギーと動力 (No. 283) 2014 年秋季号 「苫小牧地点における C C S 大規模実証試験の概要」 発行：日本動力協会		2014. 11
日本機械学会 動力エネルギーシステム部門ニュースレター 50 号 「◇技術トピックス◇苫小牧 CCS 大規模実証試験の紹介」 発行：日本動力協会		2015. 9
化学工学 (Vol. 79 No. 11) 2015 年 11 月号 「国内外 C C S プロジェクトの分離回収プロセス」 発行：化学工学会		2015. 11
日本エネルギー学会 2016 年 1 月号 (予定) 「わが国における CO ₂ 回収・貯留実証プロジェクトの現状 (仮)」 発行：日本エネルギー学会		2016. 1 (予定)
環境管理 2016 年 3 月号 (予定) 「苫小牧 C C S 実証試験」(仮題) 発行：産業環境管理協会		2016. 3 (予定)
口頭・ポスター発表		
石油学会 資源講演会 「苫小牧における C C S 大規模実証試験」 主催：石油学会		2012. 7
日本エネルギー学会 天然ガス部会資源分科会シンポジウム 「苫小牧における C C S 大規模実証試験について」 主催：日本エネルギー学会 天然ガス部会資源分科会		2012. 10
第 11 回温室効果ガス制御技術国際会議 (GHGT-11: 11th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies) 「CCS Large-scale Demonstration in Japan」 「Effect of CO ₂ purity on energy requirement of CO ₂ capture processes」 「Tomakomai CCS Demonstration Project in Japan」 「Reservoir evaluation for the Moebetsu Formation at Tomakomai」		2012. 11

公表先、題目等	時期
candidate site for CCS demonstration project in Japan] 「Reservoir evaluation for the T1 Member of the Takinoue Formation at Tomakomai candidate site for CCS demonstration project in Japan] 「Chemical impacts of CO₂ flooding on well composite samples: Experimental assessment of well integrity for CO₂ sequestration] 「The long-term corrosion behavior of abandoned wells at CO₂ geological storage conditions: (1) Experimental results for cement alteration] 「The long-term corrosion behavior of abandoned wells at CO₂ geological storage conditions : (2) Experimental results for casing steel corrosion] 「The long-term corrosion behavior of abandoned wells at CO₂ geological storage conditions: (3) Assessment of long-term (1,000-year) performance of abandoned wells for geological CO₂ storage] (以上、9 件) 主催：地球環境産業技術研究機構 (RITE)、IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEAGHG) (＊：予稿あり)	
IEA GREENHOUSE GAS R&D PROGRAMME／第 42 回 執行委員会会議 (ExCoM) 「CCS Demonstration Project in the Tomakomai Area] 主催：IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEAGHG)	2012. 11
The 4th Symposium on CCS in Gundih Area, Central Java, Indonesia 「Prediction of CO₂ distribution at Tomakomai CCS demonstration site] 主催：京都大学、バンドン工科大学 (インドネシア)	2012. 12
第 9 回九州低炭素システム研究会 「苫小牧 CCS 大規模実証試験の概要] 主催：経済産業省九州経済産業局	2013. 1
日本地球惑星科学連合 2013 年度大会 「C C S 実証試験のための北九州地点における調査の概要] 「北九州沿岸地域を対象とした地質データの総合解析に基づく地質概念モデルの構 (以上、2 件) 主催：日本地球惑星科学連合	2013. 5
AOGS 10th Annual Meeting in Brisbane, Australia 「Tomakomai CCS Demonstration Project in Japan] 主催：Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)	2013. 6
海洋資源開発・利用プロジェクト創出研究会 「苫小牧における C C S 実証試験について] 主催：九州地域産業活性化センター	2013. 11
腐食防食学会 第 4 回 CCS 分科会 「C C S 動向と苫小牧実証試験進捗状況] 「CO₂ 地中貯留条件における廃坑井の長期腐食挙動：ケーシング鋼の腐	2013. 12

公表先、題目等	時期
食試験結果」 (以上、2 件) 主催：腐食防食学会	
CCS Technical Workshop 2014 「Progress on Tomakomai CCS Demonstration Project」 主催：地球環境産業技術研究機構(RITE)	2014. 1
資源・素材学会 平成 26 年度春季大会 「苫小牧における C C S 大規模実証試験」 主催：資源・素材学会	2014. 3
2014 International Conference for CCS in Taiwan 「Tomakomai CCS Demonstration Project in Japan」 主催：台湾工業技術研究院 (Industrial Technology Research Institute (ITRI))	2014. 5
Combined Monitoring and Modelling Network Meeting 「Monitoring Program in Tomakomai CCS Demonstration Project」 主催：IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEAGHG) West Virginia University	2014. 8
石油学会 第 44 回石油・石油化学討論会旭川大会 「苫小牧地点における大規模 C C S 実証試験の概要と現況」 主催：石油学会	2014. 10
第 12 回温室効果ガス制御技術国際会議 (GHGT-12: 12th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies) 「Tomakomai CCS demonstration project in Japan 2014 Update」 主催：地球環境産業技術研究機構、IEA Greenhouse Gas R&D Programme (IEAGHG) (＊：予稿あり)	2014. 10
腐食防食学会 第 61 回材料と環境討論会 「苫小牧地点における CCS 実証プロジェクト」 主催：腐食防食学会	2014. 11
平成 26 年度 JCOAL 台湾交流事業のうち台湾工業技術研究院 (ITRI) との 交流事業 第 4 回日台 CCT&CCS 情報交換会 「Tomakomai CCS demonstration project in Japan, 2014 Update」 主催：石炭エネルギーセンター (JCOAL)	2015. 1
第 5 回 CCS フォーラム 「北海道・苫小牧 C C S 実証試験の現状と今後の予定」 主催：東京大学エネルギー・資源フロンティアセンター	2015. 2
物理探査学会 第 1 3 2 回春季学術講演会 「二酸化炭素地中貯留 (C C S) に関する国内外の技術動向」 主催：物理探査学会	2015. 5
第 5 8 回石油学会年通常総会 「日本における C C S 大規模実証試験－苫小牧の現況－」 主催：石油学会	2015. 5
Monitoring Network Meeting	2015. 6

公表先、題目等		時期
「Seismic monitoring in the Tomakomai project」 主催：IEA-GHG, Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)		
2015 International Conference on Carbon Reductions Strategies: Partnership for Low Carbon Technologies Development (PLCTD) 「Tomakomai CCS demonstration project」 主催：台湾環境省		2015. 6
2015 Global Partnership for Low-carbon Technologies Development Forum 「Importance of Information Exchange and Public Dialogue - Contribution for Discussion through experience of Tomakomai CCS demonstration project -」 主催：台湾環境省		2015. 6
第 50 回地盤工学研究発表会 「苫小牧地点における C C S 大規模実証試験について」 主催：地盤工学会		2015. 9
インドネシア合同地質会議 (Joint Convention BALIKPAPAN 2015) 「Seismicity monitoring in the Tomakomai project」 主 催：The Indonesian Association of Geophysicist (HAGI), The Indonesian Association of Geologists (IAGI)I), The Indonesian Association of Oil and Gas Production Facilities Professionals (IAFMI), The Indonesian Association of Oil Petroleum Engineer (IATMI)		2015. 10
International Conference on Power Engineering 2015 “Tomakomai CCS Demonstration Project in Japan: Energy Saving and Environment-friendly Plant” 主催：日本機械学会		2015. 12 (予定)

3-2-A 目標の達成度ならびに評価

成果と目標の達成度は、全体目標については表 3-34、個別要素技術目標については表 3-35 に示した。

3-2-1-A 全体目標に対する成果・達成度

表 3-34 全体目標に対する成果・達成度の一覧表

項目	目標・指標	成果	達成度
(1) 地上設備の設計・建設・試運転	地上設備の設計・調達・建設（E P C）を実施し、その試運転によって各設備の所定性能を確認する。	・地上設備を完成した。 ・試運転は、機器単位の単体試験（9 月開始）とガスの供給を受けての総合試運転（11 月 20 日開始）とに分けて実施中。	・建設 100% ・試運転 32% (2016/2/10 までに 100%の予定)

項目	目標・指標	成果	達成度
	実証試験を安全に操業できる体制を整える。	・運転要員を確保し、事前教育を実施した。また、各種規定を整備した。	・継続中 (2016/3 完了予定)
(2) 坑井の掘削	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、新規掘削を行う。 坑井掘削時に試料および検層データを取得・分析し、貯留層評価のためのデータを取得する。	・圧入井 2 坑の掘削を完了した。また、ブラインによる圧入試験によって、CO₂を年間 10 万トン以上圧入できることを確認した。 ・調査井を観測井へ改修した。 ・観測井 2 坑の掘削を完了した。 ・物理検層、コア試料および地層水試料の分析により貯留層評価のためのデータを取得した。	・100% (2015/6 完了) ・100% (2014/1) ・100% (2014/4) ・継続中 (2016/3 完了予定)
(3) モニタリングシステムの整備	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機器およびシステムを整備するとともに、ベースライン観測を行う。	・新たな坑井の掘削で得られたデータを反映した貯留層総合評価を実施した。 海底受振ケーブル、海底地震計、坑井内計測機器、陸上地震計等の必要な機器およびシステムの整備を完了し、ベースライン観測を開始した。	・継続中 (2016/3 完了予定) ・100% ベースライン観測開始 (2015/2) 継続中
(4) 法規制対応、安全性確保に係る調査、検討	実証試験設備建設に係る法規制への対応を行う。 「海洋汚染防止法」への対応では、経済産業省による許可申請手続きの補助を行う。	設備建設に係る許認可、届出を遅滞なく実施した。 「海洋汚染防止法」の許可申請書案を作成し、経済産業省に提出した。	・100% ・申請中 (2016/3 許可見込み)

項目	目標・指標	成果	達成度
	実証事業における「CCS実証事業の安全な実施にあたって」への適切な対応に資するため、国内外のCCSに係る法規制や技術基準・ガイドライン等入手・検討する。	海外のCCS規制および技術基準・ガイドラインの最新情報入手・解析し、報告書にまとめた。	・継続中 (2016/3 完了予定)
(5) 社会的受容の醸成に向けた情報発信	地元苫小牧市ならびに、日本の全国民にCCS事業への理解と協力を求めるために、説明資料・ツールを作成し、理解促進活動を実施する。	地元市民への理解が深まり、実証事業が円滑に進捗している。また、日本国民へのCCS認知度向上に貢献した。 具体的には、現場見学会、シンポジウム、大学等での講演、新聞マスメディアでの情報公開、展示会等を実施した。	90% (継続中)
	国際会議での講演等を通して日本のCCS技術を国内外に知らしめる。	種々の国際会議で発表するとともに、海外からの見学者に説明を行った。 また、IEA、DOE、GCCSI等の海外機関との情報交流により最新の情報を入手し、CCSの理解向上ならびに事業推進に活用した。	90% (継続中)
	試運転を含む操業において、万が一の事故や自然災害等の危機が起きた際に対処する目的で、情報の公開方法ならびに管理マニュアルを作成し、事業に対する信頼性維持に貢献する。	問い合わせ対応マニュアル・危機管理広報対応マニュアルを作成した。	・継続中 (2016/3 完了予定)

3-2-2-A 個別要素技術目標に対する成果・達成度

表 3-35 個別要素技術目標に対する成果・達成度の一覧表

項目	目標・指標	成果	達成度
(1) 地上設備の設計・建設・試運転			
設備の設計・建設・試運転	設備を建設し、各設備が設計通りの性能で稼働することを確認する。	設備建設を完了した。総合試運転によって、設備性能および安全操作を確認中。	建設 100% 試運転 32%
省エネ型分離・回収プロセスの採用	分離・回収設備の所要エネルギー 2.5 GJ/t-CO_2 を目標とし、 2.0 GJ/t-CO_2 以下の低減を検討する。	分離・回収設備の所要エネルギーは 2.0 GJ/t-CO_2 を大きく下回る見込みである。	設計 100% 2016/2 総合試運転にて確認予定
CO_2 発生源への影響排除	実証設備の運転変動に起因して CO_2 発生源の操作に影響が及ばないように、設備設計において対策を取る。	オフガス分岐位置の選定、遮断装置の設置、冗長設計の採用等により、影響が及ばない設計とした。	100%
安全設計の追及	起こりうる各種リスクを事前に把握し、安全に操作ができる設備を設計・建設する。	HAZOPや動解析等の手法を使ってリスクを排除し、安全に操作できる設備とした。	100%
両基地間の連携	CO_2 供給基地と分離・回収基地との連携を密にし、スムーズな操作を確保する。	供給計画ならびに災害防止に係る要領書を作成した。	100%
操作体制の整備	運転要員（資格保持者）の確保と事前教育の実施 実証事業の安全の確保、事故・災害の未然防止に向けた体制を構築する。	- 必要資格保持者を含む要員 22 名の確保。 - 教育を座学とOJTに分けて実施。 - OJTを兼ねた試運転実施中。 - 保安規定や緊急時対応マニュアル等を整備した。	2015/4 採用完了 2015/8 座学完了 2015/9 開始、2016/2 完了予定 2015/10 完了
(2) 坑井の掘削			
圧入井掘削	圧入井 2 坑の掘削	坑井掘削の完了	100%
観測井転用	調査井 1 坑の観測井への改修	坑井改修の完了	100%
観測井掘削	観測井 2 坑の掘削		100%

項目	目標・指標	成果	達成度
坑井試料分析等	検層、コア試験、地層水分析等の実施	岩石物性データ、地層水データの取得	継続中（2016/3 完了予定）
(3) モニタリングシステムの整備			
総合貯留層評価	坑井掘削等によって新たに得られた情報を反映し、CO ₂ 圧入前の貯留層評価（地質モデルの更新とCO ₂ 長期挙動予測シミュレーション）を行う。	新たな情報を反映して地質モデルを更新し、CO ₂ 長期挙動シミュレーションを行った。 さらに、地化学反応を考慮したシミュレーションを行い、圧入したCO ₂ が将来鉱物となって安定化する状況を予測した。	継続中（2016/3 完了予定）
モニタリングシステム整備	CO ₂ 賦存状況把握、自然地震ならびに微小振動観測に資する機器およびシステムを整備する。	弾性波探査、貯留層の温度・圧力観測、微小地震、自然地震観測およびに必要な機器を設置してモニタリング体制を構築した。 ・OBCの敷設 ・海底地震計4点の設置 ・陸上地震計設置 ・観測井3坑への観測装置の設置	100% ・2014/3 完了 ・2014/7 完了 ・2014/3 完了 ・2015/1 完了
圧入前のベースライン観測	CO ₂ 圧入開始前のベースライン観測を開始して、CO ₂ 圧入以降のためのモニタリング体制を完成させる。	モニタリング体制の完成を待って、CO ₂ 圧入開始前のベースライン観測を開始した。	100% 2015/2 観測開始
(4) 法規制対応、安全性確保に係る調査、検討			
設備建設に係る法規制対応	諸法規制に則って工事を進めるとともに、所轄行政機関と協議し、必要な手続きを確実に実施する。	諸法規制に則って工事を実施するとともに、許認可取得、届出を遅滞なく実施した。	100%
海洋汚染防止法における許可申請、許可取得に係る業務	経済産業省による許可申請手続きの補助を行う。	「海洋汚染防止法」の許可申請書案をとりまとめ、経済産業省に提出した。	継続中 (2016/3 完了予定)

項目	目標・指標	成果	達成度
各国の法令および動向の調査	「CCS実証事業の安全な実施にあたって」への対応を念頭に、国内外のCCSに係る法規制や技術基準・ガイドライン等入手・検討する。	主に海外のCCS規制および技術基準・ガイドラインの最新情報入手・解析し、報告書にまとめた。	継続中 (2016/3 完了予定)
(5) 社会的受容の醸成に向けた情報発信 ① 社会受容の醸成に向けた情報発信			
CCSパネル展	地元住民を主対象に、パネル展を開催する。	直接対話と丁寧な説明を通じ、CCSに対する理解を得た。	100%
子ども向け実験教室	実証試験が長期にわたるので、将来を担う若い世代を対象に、環境問題に関心を持ってもらうべく、実験教室を開催する。	CCSを楽しく学べ、自然にCCSに興味を抱く機会を提供し、CCSに対する理解を得た。また、同伴の保護者・家庭への波及効果も得た。	残2回 (2016/3 完了予定)
現場見学会	実証試験の建設工事の内容や進捗状況を積極的に開示する。	設備を直接見てもらうことで、実証試験への理解を深めるとともに、透明性を持って情報を開示していることを示した。	2015年度分 106件 継続中
CCS講演会	苫小牧市民を主対象に、CCSに関連する環境関連の話題や大規模実証試験を紹介する。(年1回)	地球温暖化対策としてのCCSを、分かり易く、身近な話題として解説し、CCSに対する理解を得た。アンケートを「実施し、「より積極的な情報提供を求める」等の今後の取り組みに対するコメントも得た。	75% (2016/3/5 実施し完了予定)
高齢者向け情報発信	より幅広い世代への理解を深める為、苫小牧市内の高齢者を対象に勉強会を行う。	CCSに対する深い関心を得、家庭内等での普及に期待を持てた。	残5回 (2016/3 完了予定)
大学での講演	これから社会人となる次世代を担う若い世代へCCSの普及と啓蒙活動の促進を図る。	聴講者のCCSへの理解が深まるだけでなく、聴講者以外の他学生等への波及・拡大効果を得た。	残3回 (2016/3 完了予定)

項目	目標・指標	成果	達成度
国内展示会への出展	地球温暖化防止展への出展（年1回） エコプロダクツへの出展（年1回）	ビジネス関係者を主対象に、CCSや実証試験を紹介し、多くの来場者の理解を深めた。 ビジネス関係者のみならず、小中学生や家族連れを主対象に、CCSや実証試験を紹介し、多くの来場者の理解を深めた。	100% 75% (2015/12 残1回参加予定)
日本CCS調査(株)ホームページの拡充	・CCSの理解促進のための技術解説 ・お知らせ ・プレスリリース、等	CCSの技術的な理解促進に貢献した。 タイムリーな情報を発信すると共に、ライブ映像の配信と事業紹介動画の掲載により、信頼性の向上、理解の促進に貢献した。	100% 継続中 (2016/3 予定)
マスメディアを通じた情報発信	新聞、テレビ、雑誌、ラジオにより、幅広く情報発信を行う。	CCSに対するマスメディアの関心は高まっている。マスメディアを活用した情報発信は効果的であり、講演会来場者の増加などで具体的な効果が確認できた。また、視聴者や読者が誤解する報道とならない様に配慮することで、正確な情報提供に資することができた。	継続中 (2016/3 予定)
解説用ツールの制作	CCSパネル、CCS解説マンガ、CCSパンフレット、CCS実証試験パンフレット、DVD、ジオラマ、バナー	パネル展や展示会、講演会で、来場者の関心をひき、CCSの理解促進に寄与した。	継続中 (2016/3 予定)
海外への情報発信	GHGT-11および閉会後のフィールドトリップ(苫小牧実証試験現場) GHGT-12	10件の発表を行うとともに、展示やフィールドトリップを行い、日本のCCS事業に対する理解を深めた。 実証試験の発表を行うとともに、展示によって日本のCCS事業に対する理解を深めた。	2012/11 完了 2014/10 完了

項目	目標・指標	成果	達成度
(5) 社会的受容の醸成に向けた情報発信 ② C C Sプロジェクトに関する海外の情報収集、調査、技術交流			
DOE	経済産業省／DOE間技術協力関係への協力。	C C Sの技術情報の更新ならびに社会的受容性の向上に役立てた。	継続中 (2016/3 予定)
G C C S I	準会員として参加を継続し、最新情報の入手ならびに発信に資する。	C C Sの社会的受容性の向上に役立てた。	継続中 (2016/3 予定)
その他	C C Sに係る海外関係機関との情報交換。	C C Sの技術情報の更新ならびに社会的受容性の向上に役立てた。	継続中 (2016/3 予定)
(5) 社会的受容の醸成に向けた情報発信 ③ 異常時対応（緊急時の広報基本方針、事故対応マニュアル、問い合わせ対応マニュアル等）			
問 合 せ 対 応 マニュアル（フレアに関する問合せ対応方法）	事故等と誤認されるような事象が生じる場合に備えて、不安解消を目的として、事前通知や問合への回答などに的確に対応するためのマニュアルを作成する。	試運転期間中に、地上設備のフレアが大きくなる場合に備え、出光興産㈱とも連携し、地元民からの照会等に対する対応方法を定めた。	2015/10 完了
（仮称）危機管理広報対応マニュアル	危機管理に対する意識を啓蒙すると共に、緊急時の広報体制を平時から準備する。 緊急時対応方針を明確にし、事業者への信頼性の維持に努める。	マニュアル類の整備、情報公開方針の決定により信頼性の維持に貢献した。 想定される緊急対応時に、広報として迅速に行動するために必要な対応方針と情報発信の手順を定め、社会からの信頼の回復と維持に努める。	継続中(2016/3 完成予定)

4-A. 事業化、波及効果について

4-1-A 事業化の見通し

CCSは、大規模排出源から排出されるCO₂を分離・回収し地下の深部塩水層（帯水層）に貯留することで直接的に大気中へのCO₂排出抑制を図る技術であり、大規模なCO₂排出を伴う火力発電等と組み合わせての適用が可能なのか、他に有効なCO₂抑制手段を持たないセメント工業、製鉄、製油、化学工業への応用が図られることから、温暖化対策の重要なオプションの一つとして期待されている。本事業は、2020年頃のCCS技術の実用化を目指して、大規模実証試験を通して必要な基盤技術の確立を行うものである。

CCSは基本的に省エネルギーや再生可能エネルギーとは異なり、CO₂の削減に特化した方策であり、民間での導入に関しては何らかの枠組みが必要とされ、現時点においては、経済的なインセンティブは働き難いとされていることから、CCS単独での事業化は難しい。

4-2-A 波及効果

CCSは「Cool Earthーエネルギー革新技術計画」（2008年3月公表）で選出された21の革新的技術の中で、エネルギー分野における低炭素化を図る技術の1つと位置づけられた。更に、最新の「エネルギー基本計画」（2014年4月公表）においては、2020年頃のCCS技術の実用化を目指した研究開発や、CCSの商用化の目途等も考慮しつつできるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討を行うなど、環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める、としている。また、地球温暖化などに関する課題について、例えば化石燃料を徹底的に効率的に利用した上でCCSなどに関するCO₂削減技術開発も並行して進めていくとしている。

国際社会においても、2014年に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）第5次報告書においては、温室効果ガスの削減に当たって、CCS技術を利用しない場合には世界のCO₂削減コストが大幅に増加すること、また、CCS技術なしには2℃シナリオの達成は困難であることが述べられている。

CCS技術は、温暖化対策のオプションの一つとしての期待がますます高まっている。

また、複雑な地質条件を有する日本において100万トン規模のCCSが俯瞰できるトータルシステムを実証することにより、今後、国内外への積極的な事業展開も期待される。

5-A. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

5-1-A 研究開発計画

本事業は、将来のCCS実用化に資することを目的とした、実排出源である製油所から分離・回収した年間10万トン以上の規模のCO₂を地中貯留するCCS実証試験の一部であり、日本CCS調査㈱が経済産業省からの委託を受け、2016年度に予定されている操業運転に向けた実証試験設備の設計・建設等の準備業務を行うものである。

表5-1にCCS実証試験に係る全体スケジュールを示した。CCS実証試験は、本事業に先立つ、貯留地点決定に係る二酸化炭素削減技術実証試験委託費（2008～2011年度）、その成果を踏まえた本事業（2012～2015年度）、そしてそれを受けた操業運転およびモニタリング（2016～2020年度）から成る。

【実証試験の経緯と今後の計画】

1) 第78回総合科学技術会議（2008年12月8日）

事業開始の事前評価において、以下3点の指摘を受けた。

- ・ 貯留地点の諸条件に対応した実施計画の適切な検証・評価の実施および実施期間の適正化
- ・ 関連施策も含めたCCS技術の研究開発の計画的な推進
- ・ 安全性確保等への取組強化と国民への情報開示等の徹底

2) 二酸化炭素削減技術実証試験委託費（2008～2011年度）

貯留候補地点における事前調査と実証試験計画（案）を策定した。

3) 経済産業省CCS実証試験実施に向けた専門検討会（2011年10～12月）

実証すべき課題を記載した実証試験計画を確定した。

4) 中間評価（2011年12月1日、2012年2月3日）

総合科学技術会議（2008年12月8日）での指摘事項への対応等について説明した。

5) 産業構造審議会産業技術分科会第44回評価小委員会（2012年3月13日）

本事業について、国民にとっての利益を明示するよう指摘があった。

6) 平成24年度二酸化炭素削減技術実証試験事業（国庫債務負担行為に係るもの） （2012～2015年度）

本事業。実証試験設備の設計・建設等の準備業務を実施している。

7) 総合科学技術会議第96回評価専門調査会（2012年9月19日）

技術実証に向けた課題の指摘があった。

8) 中間評価 (2015 年 11 月 20 日)

9) 操業運転・モニタリング (2016～2020 年度)

2016～2018 年度はCO₂分離・回収、圧入、貯留の実証試験を実施し、2019～2020 年度は貯留後のモニタリングを継続する計画である。

表 5-1 平成 24 年度二酸化炭素削減技術実証試験事業（国庫債務負担行為に係るもの）およびCCS実証試験の全体スケジュール

年度（平成）	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
研究項目	貯留地点の選定				準備				操業運転・モニタリング				
1)候補地点における事前調査													
2)実証試験計画(案)の策定													
3)実証試験設備の設計・建設													
4)CO ₂ 分離・回収・貯留技術の実証													
5)貯留モニタリング技術の実証													
6)法規制対応、安全性評価等に係る調査・検討													
7)社会受容の醸成に向けた情報公開推進													

（補足）本研究開発の事業期間を黄色でマーク。・2016～2020 年度については、現時点における予定。

5-2-A 研究開発実施者の実施体制・運営

本事業は、二酸化炭素削減技術実証試験委託費からの継続事業として、日本CCS調査(株)が経済産業省からの委託を受けて実施している。

また、研究開発の実施に当たっては、事業を統括するプロジェクトリーダー（石井正一 日本CCS調査(株) 代表取締役社長）を設置するとともに、研究開発の進捗状況の確認ならび2016 年度からの操業運転計画に係る技術的な指導と助言を得るために、専門的知見を有する第三者の学識経験者（委員長 1 名、委員 7 名）からなる「苫小牧CCS実証試験に係わる課題検討会」を設置した。

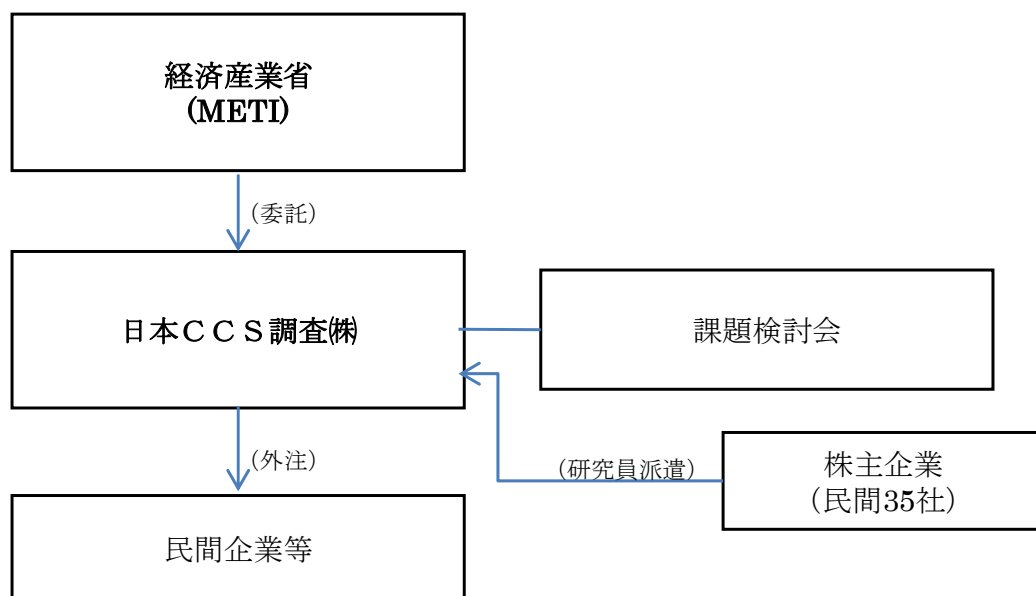


図 5-1 研究開発実施体制

5-3-A 資金配分

表 5-2 資金配分（予算と実績見込み）

	予算	実績見込	備考
合計	450	342	24%の削減見込
敷地賃借	16	11	
ガス供給基地建設	44	31	
CO ₂ 分離・回収圧入基地建設	198	118	ユーティリティ整備を含む
坑井掘削	101	110	
モニタリング／法規制調査・対応	31	27	
社会受容醸成／管理	39	29	展示会出展、見学会費用、事務所賃借料等の管理費用
設備・物品購入	21	16	ワークステーション使用料、燃料費等

単位：億円

5-4-A 費用対効果

本事業の実施にあたっては「ＣＣＳ実証事業の安全な実施にあたって」（2009 年 8 月、経済産業省）で示されたＣＣＳの大規模実証事業を実施する際に安全面・環境面から遵守することが望ましいとされる基準を考慮する必要がある、必ずしもコスト最優先で進められるものではなかった。また同基準は将来ＣＣＳが実用化される際に整備されるべき安全上のルールを先取りするものではないとされており、本事業の実施を経た後に安全面・環境面から遵守すべき基準について改めて議論される余地があるものとする。

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、技術面に限らず、実証試験を通して得た経験を今後の制度設計等の施策課題解決に活かす目的も含まれており、効率性のみで実施の是非を論ずることは適当ではないとする。

一方、総合評価落札方式により技術的な信頼性を担保したうえで一般競争入札を導入し設備建設費用・データ取得費用等を総額で 24%以上圧縮したことはコストを意識した事業推進の結果であるといえる。

また、実用化に向け操業コストの低減を図るという観点からは ＣＣＳにおけるエネルギー効率に大きく影響するＣＯ₂分離・回収設備の所要エネルギーを大幅に削減する工夫をし、その成果を確認した。すなわち、2.5GJ/t-CO₂以下の初期目標に対し、専門検討会で指摘のあった 2.0 GJ/t-CO₂以下を挑戦目標とし、省エネルギー型プロセスを採用するとともに設計の最適化を行って、所要エネルギーを挑戦目標値以下まで低減させた。

5-5-A 有識者等による評価と指摘事項への対応

(1) 総合科学技術会議（2008 年 12 月 8 日）

ＣＣＳ実証試験実施に向けた専門検討会（2011 年 10 ～12 月）

表 5-3 有識者等による指摘事項と対応

指摘	対応
①貯留地点の諸条件に対応した実施計画の適切な検証・評価の実施および実施期間の適正化	第三者の学識経験者を委員とする日本CCS調査㈱「技術委員会」を設置、本会での確認を経て「苫小牧地点における貯留層総合評価」とモニタリング計画を含む「苫小牧地点における実証試験計画（案）」を経済産業省に提出した。 これら検討結果の妥当性について、経済産業省「CCS実証試験実施に向けた専門検討会」において確認された。
②関連施策も含めたCCS技術の研究開発の計画的な推進	経済産業省「技術戦略マップ2010」は、新産業の創造や国際競争力強化に必要な重要技術に関する総合的な技術戦略であり、CCS技術も対象としている。
③安全性確保等への取組強化と国民への情報開示等の徹底	実地調査の実施等に際しては、新聞記事やテレビ番組報道等を通じて国民への情報発信を行った。 上記「技術委員会」ならびに経済産業省「CCS実証試験実施に向けた専門検討会」では、安全性確保と環境影響防止を重要課題として、各候補地点における調査成果について技術的確認を行った。

(2) 産業構造審議会産業技術分科会第44回評価小委員会（2012年3月13日）

巨費を投じる本事業について、国民にとっての利益を明示するよう指摘があった。

CCSは大気中CO₂濃度の抑制には即効性が高く、排出量を0以下にできる唯一の技術であり、当面の温暖化対策技術としては有望な選択肢のひとつである。このことについて、2012年度からの事業受託以降も学会や大学における学術講演・発表、業界紙等への寄稿、マスメディア報道、展示会、苫小牧現地見学会等の広報活動により、広くPRしている。

(3) 総合科学技術会議第96回評価専門調査会（2012年9月19日）

技術実証に向けた追加課題を加えるよう指摘があった。

2014年度より第三者の学識経験者を委員とする日本CCS調査㈱「苫小牧CCS実証試験に係わる課題検討会」を設置、(1)での指摘も網羅して、本実証試験事業で解決すべき具体的課題を再整理した。これまでに3回開催され、本事業の進捗状況を確認するとともに、円滑な事業推進を図るために多くの審議と助言がなされた。今後、第4回（2015年12月14日）、第5回（2016年3月15日）の開催が予定されており、操業に向けての更なる審議が予定されており、本事業の円滑な推進のために多くの助言が得られることが期待される。

5-6-A 変化への対応

- ・ 萌別層観測井（OB-2）掘削時に、萌別層の地層水サンプルを採取するために実施した地層水のフローバック時の状況および萌別層砂岩で採取したコアを検討した結果、貯留層（萌別層砂岩層）は脆弱であり出砂が懸念された。そのため、出砂対策を検討し萌別層圧入井には出砂対策を施した。
- ・ 滝ノ上層圧入井の掘削深度は、当初暫定的な検討から 5,570m としていたが、貯留岩性状が良好であると推定される区間を十分掘削できる深度を詳細に検討した結果、掘削深度を 5,800m に変更した。
- ・ 環境保護団体から、滝ノ上層観測井（OB-3）地点の近傍に営巣地がある絶滅危惧種の野鳥（アカモズ）の営巣活動への影響を回避するよう申し出があったことから、掘削の全体工事計画に影響しない範囲で、営巣期間を避ける作業工程を計画した。
- ・ 滝ノ上圧入井の掘削結果から、萌別層圧入井における貯留層（萌別層砂岩層）の出現深度が浅くなることが推定されたため、遮蔽層内で掘り止める深度を約 200m 浅く変更した。また萌別層圧入井の予定掘削深度付近には非常に良好な貯留層性状を有する砂岩の分布が確認されたため、圧入区間の延伸による最大限の圧入性の確保を目的とし、その砂岩の連続を確認しながら掘削深度を 150m 延長した。
- ・ 当初、情報発信は、一般市民および若年層としていたが、2013 年度 CCS 講演会に来場された苫小牧市長生大学学生総代表（苫小牧市老人クラブ連合会常任理事も兼任）より、同学での講演ならびに現場見学の要望を受け、高齢者向けにも情報発信ができた。
- ・ 小学生向けに計画していた実験教室は、市内の小学校での実施を想定していたが、苫小牧市との協議の結果、小学校で授業の一環として開催するには制約が多いことから断念し、賛同が得られた市内の児童館にて主に小学生を対象に開催した。
- ・ パネル展は苫小牧地域（苫小牧市および周辺 4 町）にて開催する計画であったが、札幌市内ならびに近郊でのパネル展開催の要望があり、北海道庁やいぶりエネルギー環境フェア（いずれも札幌市内）、ならびに札幌市に隣接しているえべつ環境広場と開催の場を広げて対応することができた。

6-A 別添資料

6-1-A 法規制対応（許認可・届出 一覧表）1-1 1-2

表 6-1 別添資料 1-1 許認可・届出 一覧表（プラント関係）（1/5）

	No.	対象法規	状況	条項	年								
					確認事項および進行状況	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	交渉先	申請期間	実績
環境関係 1		①土壌汚染対策法	完了	(土壌汚染のおそれがある土地の形質の変更が行われる場合の調査) 4	・土地の形質の変更であって、その対象となる土地の面積が環境省令で定める規模以上のものをしようとする者は、当該土地の形質の変更に着手する日の三十日前までに、届け出なければならない。 ・極微量の指定物質が検出されたため、地歴調査を行い、道に報告した。自然由来のものと認識された。 ・掘削工事、杭工事に伴い、深さ8m以深から出る残土の処理方法を届出の添付資料とする。 ・実証試験全体を一連の作業として届出対象とし、個別作業は具体化した時点で届出を行う。 ・工業用水道のうち、道道内の届出及び敷設工事は、完了した。引き続き、南用地から海域までの排水管設置及び道道から南用地までの上水道の引込に係る届出を完了した。 ・南用地の本体工事および道道との接続工事についても届出を完了し、プラント建設工事に係わる形質変更届を全て終了した。	届出	土地の形質の変更をしようとする者	JCCS	都道府県知事	当該土地の形質の変更に着手する日の30日前まで	○北海道環境生活部環境局環境保全課水環境グループ	1M+1M	工業用水 2013/4/11 届出 2013/4/18 受理 排水管等 2014/1/28 届出 2014/1/28 受理 南用地(本工事) 2014/3/28 届出 2014/3/28 受理 南用地(道道接続工事) 2014/4/22 届出 2014/4/22 受理
		②大気汚染防止法	完了	(ばい煙発生施設の設置の届出) 6 (実施の制限) 10	・ばい煙を大気中に排出する者は、ばい煙発生施設を設置しようとするときに、届け出なければならない。 ・一定規模以上のボイラー(ばい煙発生施設)の設置について、事前に相談した後、届出を実施し同日付にて受理された。	届出	ばい煙を大気中に排出する者(ばい煙発生施設を設置しようとするとき)	JCCS	苫小牧市長	その届出が受理された日から60日を経過した後でなければ、その届出に係る施設を設置してはならない。	○苫小牧市環境衛生部環境保全課	1M+2M	2014/4/25 届出 2014/4/25 受理
		③水質汚濁防止法	完了	(特定施設の設置の届出) 5 (実施の制限) 9	・工場又は事業場から公共用水域に水を排出する者は、特定施設を設置しようとするときは、届け出なければならない。 ・南用地に設置される施設は、「水質汚濁法施行令で規定する特定施設に該当しない」との確認を北海道環境生活部環境局環境保全課水環境グループから連絡を受けた。 ・上記から特定施設を設置しないので設置届は不要である。	届出	工場又は事業場から公共用水域に水を排出する者(特定施設を設置しようとするとき)	－(届出不要)	都道府県知事	その届出が受理された日から60日を経過した後でなければ、その届出に係る特定施設を設置してはならない。	○北海道胆振総合振興局保健環境部環境生活課地域環境係 ・苫小牧市環境衛生部環境保全課		
		④北海道公害防止条例	完了	(騒音発生施設等の設置の届出) 40 (騒音発生施設等に係る実施の制限) 44	・工場等に騒音発生施設若しくは振動発生施設を設置しようとする者又は工場等に悪臭発生施設を設置しようとする者は、知事に届け出なければならない。 ・騒音・振動規制法では、指定地域について規制されるが、設置先の南用地は、指定地域から除外する地域(工業専用地域)にあたるため、規制は受けない。ただし、北海道条例により新規に騒音・振動発生施設を設置する場合は、苫小牧市に対し届出が必要である。 ・騒音発生施設(送風機で駆動機の定格出力が7.5kW以上)に該当する機械は、ボイラーの押込み送風機及び冷却塔のファンである。 ・振動発生施設(圧縮機で駆動機の定格出力が7.5kW以上)に該当する機械は、P S A オフガス圧縮機およびC O ₂ 圧縮機である。 ・騒音発生施設および振動発生施設に該当する機械について、届出を実施し、同日付にて受理された。	届出	工場等に振動発生施設を設置しようとする者	JCCS	苫小牧市長	その届出が受理された日から30日を経過した後でなければ、その届出に係る施設を設置してはならない。	○北海道胆振総合振興局保健環境部環境生活課地域環境係 ・苫小牧市環境衛生部環境保全課	1M+1M	騒音発生施設及び振動発生施設 2014/4/25 届出 2014/4/25 受理
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②実線は、準備期間 1M+申請後の審査期間(M)を示す。(直近の予定) ③破線は、事前調査期間を示す。 ④○は申請窓口を示す。													

表 6-1 別添資料 1-1 許認可・届出 一覧表（プラント関係）（2/5）

	No.	対象法規	状況	条項	年								
					確認事項要点および進行状況	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	交渉先	申請期間	実績
環境関係	1	⑤公害防止協定 (3者協定：北海道、苫小牧市と事業者の協定) ・北海道 公害防止条例 ・苫小牧市 環境基本条例 ・苫小牧市 公害防止条例 ・公害防止協定の締結に係る取扱要綱	完了	(地域開発等における公害防止の措置) 10 (大気汚染防止法による排出基準等の特例) 24 (環境への負荷の低減に関する協定の締結等) 16 (事業者の責務) 10 (協定の締結時期) 4	・知事は、企業の立地等に際し、特に必要があるときは、事業者と公害の防止に関する協定を締結する等の措置を講ずるよう努めなければならない。 ・道は、自然的、社会的条件から判断して、大気汚染防止法の排出基準又は水質汚濁防止法の排水基準によっては、人の健康を保護し、又は生活環境を保全することが十分でないと認められる区域があるときは、法による排出基準等にかえて適用すべき法による排出基準等で定める許容限度よりきびしい許容限度を定める排出基準又は排水基準を別に条例で定めるものとする。 ・大気要件：計画排出ガス量が道及び市の公害防止協定の大気要件で二者協定または三者協定の範囲となった場合、公害防止協定の締結手続きが必要である。 ・水質要件：計画排水量が道及び市の公害防止協定の水質要件で二者協定または三者協定の範囲となった場合、公害防止協定の締結手続きが必要である。 ・水質要件での苫小牧市との二者協定は必要無しと判断され、大気要件での三者協定のみ締結となった。	協定	事業者	JCCS	・道知事 ・苫小牧市長	・建設工事に着手する日より前 注記 ・標準審査期間6カ月程度	○北海道 胆振総合振興局 保健環境部 環境生活課 苫小牧地方環境監視室 ・苫小牧市 環境衛生部 環境保全課	1M+6M	2014/5/13 協定締結
新設工場の立地環境	2	工場立地法	完了	(届出) 6 (実施の制限) 11	・製造業等に係る工場又は事業場であつて、政令で定める規模以上であるもの(特定工場*)の新設をしようとする者は、届け出なければならない。 ・南用地の敷地面積は、政令で定める規模以上の43,250㎡である。 ・当該事業所は、限られた運転期間内の国の試験事業であることから苫小牧市産業経済部企業立地推進室企業立地課との事前相談した結果、「運用例規集」1-3-2-21 試作プラントに分類され工場立地法の届出は不要となった。 *注記：工場立地法の対象となる特定工場は以下のとおり (1)業種 製造業 (2)規模「敷地面積が9,000㎡以上又は事業所内建築面積が3,000㎡以上」	届出	特定工場の新設をしようとする者	－ (届出不要)	都道府県知事	その届出が受理された日から90日を経過した後でなければ、当該特定工場の新設をしてはならない。	○苫小牧市 産業経済部 企業立地推進室 企業立地課		
地域保安関係	3	石油コンビナート等災害防止法	完了	(定義) 2 (特定事業者の責務) 3 (特定防災施設等) 15	・第二種事業所とは、特別防災区域に所在する事業所のうち、都道府県知事が指定するものをいう。 ・第一種および第二種事業所を特定事業所といい、それを設置する者を特定事業者という。 ・特定事業者は、その特定事業所に特定防災施設等を設置し維持し、届出をしなければならない。 ・南用地は、政令で指定する特別防災区域に含まれる。 ・取扱量について算定したところ基準値を超えないことから、北海道総務部危機対策局危機対策課より「第二種事業所として指定しない」との回答を受けた。従って、特定事業者として特定防災施設等を設置する必要はなく、届出も不要。	届出 (特定防災施設等)	特定事業者	－ (届出不要)	市町村長	特定防災施設等を設置したとき	・総務省消防庁 特別災害室 ○北海道総務部 危機対策局 危機対策課		
港湾環境保全関係	4	①港湾法	完了	(港湾区域内の工事等の許可) 37 (臨港地区内における行為の届出等) 38の2 (分区内の規制) 40 港湾法施行令 (港湾区域内の工事等の許可) 14 (臨港地区内における行為の届出等) 15の2 苫小牧港の臨港地区内の分区における構築物の規制に関する条例	①港湾区域内又は港湾隣接地域内において、法律で定める工事等の行為(公共空地の占用、排水きよの建設、廃物投棄、等)をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ②臨港地区内において、法律で定める建設等の行為(排水きよの建設、事業場で作業場の床面積の合計が2,500㎡以上若しくは事業場の敷地面積が5,000㎡以上の工場等の新設工事、等)をしようとする者は届け出なければならない。 ③構築物(建設)許可 建築物その他の構築物の規制 各分区の目的を著しく阻害する建築物その他の構築物であつて、港湾管理者としての地方公共団体の条例で定めるものを建設してはならず、また、建築物その他の構築物を改築し、又はその用途を変更して当該条例で定める構築物としてはならない。 よって以下の対象工事の取り扱いについて相談する。 ・海域へ処理排水の排水管の設置 ・管理棟など建築物・構築物の新設 ①許可 公共空地の占用、排水きよの建設、廃物投棄 ②届出 排水きよの建設、事業場内の新設 ③許可 構築物 建設・改築・用途変更 ・構築物の建設許可をもって、全て終了した。	①許可 (国が行為をしようとする場合、「港湾管理者の許可を受け」は港湾管理者と協議し、許可をし)は「許可に応じ」と読み替える。) ②届出 ③許可	①行為をしようとする者 ②行為をしようとする者 ③「工場等」の新設又は増設の行為をしようとする者	① JCCS ② JCCS ③ JCCS	港湾管理者	①行為開始前まで ②当該行為に係る工事の開始の日の60日前まで ③当該行為に係る工事の開始の日の60日前まで	○苫小牧港 管理組合 総務部 業務課	3M+3M	①廃物投棄許可 2014/2/4 許可申請 2014/4/1 許可 ②行為の届出 ・排水管等の新設 2013/12/26 届出 ・本体工事 2014/ 4/1 届出 ③南用地での構築物の建設許可申請 2014/4/ 4 許可申請 2014/4/21 許可
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②実線は、準備期間 1M+申請後の審査期間(M)を示す。(直近の予定) ③破線は、事前調査期間を示す。 ④○は申請窓口を示す。													

表 6-1 別添資料 1-1 許認可・届出 一覧表（プラント関係）（3/5）

事前相談 の有無		取 組	年										
No.			条項	相談・確認事項要点	許可・ 届出等 の別	法文上の 申請・ 届出者	申請・ 届出者	申請・ 届出先	法定 時期	相談先	申請 期間	実績	
港湾環境保全関係	4	②海岸法	完了	（海岸保全区域の占用）7 （海岸保全区域における行為の制限）8 ①海岸保全区域内において、海岸保全施設以外の施設又は工作物を設けて当該海岸保全区域を占用しようとするときは、海岸管理者の許可を受けなければならない。 よって以下の対象工事の取扱について相談した。 ・圧入井掘削工事および実証試験に伴う海域への排水管の設置 ②海岸保全区域内において、法律で定める施設の設置や土地の掘削等の行為をしようとする者は、海岸管理者の許可を受けなければならない。 よって以下の対象工事の取扱について相談する。 ・圧入井掘削工事および実証試験に伴う海域への排水管の設置 ・土対法の届出には、海岸保全区域の占用許可が必要である。 ・なお、財務省の保有する土地の一部を占用する場合国有財産法に基づき同意を得る必要がある。 ・排水管設置工事に伴う許可が終了したため、海岸法での工事関係許可手続きは終了したものの、駐車場目的としての占用許可が追加された。	許可	①占用しようとする者 ②行為をしようとする者	① JCCS ② JCCS	港湾管理者	あらかじめ	○苫小牧港管理組合 総務部 業務課	1M+2M	①排水管占用 2013/11/28 申請 2013/12/ 9 許可 ②-1 排水管施設等新設 2013/11/28 申請 2013/12/11 許可 ②-2 掘削行為 2013/11/28 申請 2013/12/11 許可 駐車場目的の占用 2014/8/7 許可	
	建築関係	5	①建築基準法	完了	（建築物の建築等に関する申請及び確認）6 （工作物への準用）88 建築基準法施行令（工作物の指定）138 （煙突及び煙突の支線）139 建築主は、建築物を建築しようとする場合、その計画が建築基準関係規程に適合するものであることについて、確認の申請書を提出して建築主事の確認を受け、確認済み証の交付を受けなければならない。 ・建築場所である南用地は、臨港地区に該当する。この場合、港湾法に基づく行為の届出が受理されてから建築確認申請をしなければならない。 ・確認申請図書について相談する。（建築物に対する不動産登記についても調査が必要である。） ・以下の施設毎に建築確認申請（工作物）が必要となる。 ①高さが6mを超える煙突 ②高さが12mを超える鉄柱	確認申請	建築主	JCCS	建築主事	当該工事に着手する前	○苫小牧市 都市建設部 建築指導課	1M+1M	建築確認申請 2014/4/22 申請 2014/6/18 許可 追加変更申請 2014/7/22 許可 （LPG貯蔵設備と薬注設備を含む最終確認） 2014/7/16 申請 2014/7/22 許可
②景観法		完了	（届出及び勧告等）16 景観計画区域内において、法律で定める行為（建築物の新築、工作物の新築、開発行為、等）をしようとする者は、届け出なければならない。 ・苫小牧市は北海道景観計画で届出対象区域による区分では一般区域にあたる。 ・管理棟などの建築物（最大高さ20m以上）ならびに工作物のうち、高さ15m以上である塔及びフレアスタック、ボイラー用煙突について届出をする必要がある。 ・南用地を借地して、造成等で一定規模（10,000㎡）を超える場合の景観法に規定する開発行為に関する届出は、都市計画法の開発行為と同等なので届出不要となった。	届出	行為をしようとする者	JCCS	景観行政団体の長	あらかじめ	○北海道 胆振総合振興局 室蘭建設管理部 建設行政室 建設指導課	1M+1M	南用地（本工事） 2014/4/25 届出		
都市計画関係	6	①都市計画法	完了	（定義）12 ・都市計画区域において開発行為をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ・南用地は都市計画区域にあり10,000㎡以上であるが、苫小牧市産業経済部企業立地推進室企業立地課より許可不要との連絡を受領している。 注記 「開発行為」とは、主として建築物の建築又は特定工作物の建設の用に供する目的で行なう土地の区画形質の変更をいう	許可	開発行為をしようとする者	－ （許可不要）	都道府県知事	あらかじめ	○苫小牧市 都市建設部 開発管理課			
	②国土利用計画法	完了	（土地に関する権利の移転又は設定後における利用目的等の届出）23 ・土地売買等の契約を締結した場合には、権利取得者は届け出なければならない。 ・市街化区域を除く都市計画区域（臨港区域）で5,000㎡以上の賃貸契約を締結するが、権利の移転ではないので苫小牧市企業立地推進室企業立地課により届出不要との連絡を受領している。	届出	権利取得者	－ （届出不要）	都道府県知事	契約を締結した日から起算して2週間以内	○苫小牧市 都市建設部 開発管理課				
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関係する申請等は、割愛した。 ②実線は、準備期間 1M+申請後の審査期間(M)を示す。（直近の予定） ③破線は、事前調査期間を示す。 ④○は申請窓口を示す。													

表 6-1 別添資料 1-1 許認可・届出 一覧表（プラント関係）（4/5）

	No.	事前相談 対象は相	談 状	年									
				条項	相談・確認事項要点	許可・ 届出等 の別	法文上の 申請・ 届出者	申請・ 届出者	申請・ 届出先	法定 時期	相談先	申請 期間	実績
事業場保安関係		①ガス事業法	完了	(準用) 38 (事業の開始等の届出) 39	・自ら製造したガスを使用する事業を行う者（以下「準用事業者」という。）に関し準用する。 ・準用事業者は、その事業を開始し、又は廃止したときは、遅滞なく、その旨を経済産業大臣に届け出なければならない。	届出	準用事業者	JCCS	経済産業大臣	事業を開始したとき遅滞なく	北海道産業保安監督部	1M	
	7	②高圧ガス保安法	完了	(製造の許可等) 5	・圧縮、液化その他の方法で処理することができるガスの容積が一日100Nm ³ 以上である設備を使用して高圧ガスの製造をしようとする者は、事業所ごとに、許可を受けなければならない。 ・北海道胆振総合振興局産業振興部商工労働観光課より、坑口装置の上流側である地上設備との縁切り用仕切り弁までが高圧ガス設備範囲との連絡があった。	許可	高圧ガスの製造をしようとする者	JCCS	都道府県知事	注 原則として工事着工の30日前（行政手続き）	○北海道胆振総合振興局産業振興部商工労働観光課	1M+2M	製造許可申請 2014/5/22 申請 2014/6/10 許可
		③電気事業法	完了	(工事計画) 48 電気事業法施行規則 (工事計画の事前届出) 65 (溶接安全管理検査) 52	・事業用電気工作物を設置しようとする者は、その工事の計画を届け出なければならない。 ・需要設備並びに高圧ボイラー、蒸気タービンおよび発電機の設置に係る工事計画届の範囲等について事前相談する。 ・電気主任技術者、BT主任技術者の選任時期および保安規程策定期間について事前相談する。 ・発電用のボイラー等であって、耐圧部分について溶接をするもの又は耐圧部分について溶接をしたボイラー等であって輸入したものを設置するものは、その溶接について事業者検査を行い、その結果を記録し、これを保存しなければならない。	届出	事業用電気工作物の設置をしようとする者 耐圧部分について溶接するもの	JCCS	経済産業大臣 登録安全管理審査機関	届出受理された日から三十日を経過した後、に工事を開始	○北海道産業保安監督部電力安全課	1M+2M	需要設備工事計画 2014/5/16 届出 火力発電所工事計画 2014/5/26 届出 ボイラー 2014/10/20 申請 脱気器 2014/10/20 申請
		④消防法	完了	(製造所等の設置、変更等) 11 (危険物の貯蔵・取扱の制限等) 10 (火災予防条例)	・貯蔵所、一般取扱所を設置しようとする者は、貯蔵所、一般取扱所ごとに、許可を受けなければならない。 ・ボイラー燃料用のA重油を使用するため、一般取扱所となり、A重油タンクは屋外に設置するため、屋外タンク貯蔵所となる。 ・指定数量以上の危険物は、貯蔵所以外の場所でこれを貯蔵し、又は製造所、貯蔵所及び取扱所以外の場所でこれを取り扱ってはならない。ただし所轄消防長又は消防署長の承認を受け、指定数量以上の危険物を、十日以内の期間、仮に貯蔵又は取り扱う場合は、この限りではない。 （CO ₂ 吸着剤であるアミン溶液については、搬入時に指定数量以上の危険物を取り扱うこととなるため、仮貯蔵・仮取扱いについて、所轄消防長の承認を受ける必要がある。） ・変電設備、蓄電池設備設置届 ・少量危険物貯蔵取扱届（アミン原液、搬入時に正式届出）	許可 承認 届出 届出	貯蔵所、一般取扱所を設置しようとする者 仮貯蔵、仮取扱する者 設置しようとする者 貯蔵しようとする者	JCCS JCCS JCCS JCCS	市町村長 所轄消防長 所轄消防長 所轄消防長	設置しようとするとき 仮貯蔵、仮取扱するとき 設置しようとするとき 貯蔵しようとするとき	○苫小牧市消防本部	1M+2M	貯蔵所・一般取扱所設置許可申請 2014/5/29 申請 2014/6/27 許可 変電・蓄電池設備設置届 2014/11/ 届出 少量危険物貯蔵取扱届 2015/ /
		⑤労働安全衛生法	完了	(計画の届出等) 88 (高圧ボイラー作業主任者の選任)	・事業者は、当該事業場の業種及び規模が政令で定めるものに該当する場合において、当該事業場に係る建築物若しくは機械等を設置するときは、届け出なければならない。 ・圧力容器の範囲および適用について設置県の労働基準監督に相談した際、製作県の労働局に相談する様に指導があり、製作県の労働局に相談した。その結果、いずれの事項についても設置県の労働基準監督署で決定するように指導を受けた。 ・第一種圧力容器設置届 ・ボイラー作業主任者の選任が必要。	届出 届出	設置する者 設置する者	JCCS JCCS	労働基準監督署署長 労働基準監督署署長	工事開始の30日前 工事開始の30日前	○苫小牧労働基準監督署 ○苫小牧労働基準監督署	1M+2M	建築物機械等設置届 2014/5/29 届出 第一種圧力容器設置届 2014/11/13 届出
公共交通関係	8	①道路法	完了	(道路の占用の許可) 32 (道路管理者以外の道路施工承認) 24	・工作物、物件又は施設を設け、継続して道路を使用しようとする場合は許可を受けなくてはならない。 ・工業用水道を道道に沿って敷設・占用する。 ・工業用水道の占用許可を申請し、許可を取得した。 ・南用地から海岸に向かって排水管を敷設する。その際、道道苫小牧環状線を地下横断、占用する。 ・土対法の届出には、道路の占用許可が必要である。 ・道道から南用地への取付道路の工事について道路施工許可申請が必要となる。	許可	工作物、物件又は施設を設け、継続して道路を使用しようとする者	JCCS	道路管理者	あらかじめ（工事計画書の提出は着工の30日前迄）	○北海道胆振総合振興局室蘭建設管理部 苫小牧出張所	1M+1M	工業用水占用 2013/3/08 申請 2013/4/ 4 許可 排水管占用 2013/12/19 申請 2014/ 1/10 許可 南用地出入口 2014/3/28 申請 2014/4/15 許可
		②道路交通法	完了	(道路の使用の許可) 77	・道路において工事若しくは作業等をしようとする者は許可を受けなくてはならない。 ・工業用水道を道道下へ敷設する工事に伴い道路使用許可申請により許可が必要である。 ・排水管工事にあたり道路交通の制限が発生することが予想されるので事前相談した。	許可	道路において工事若しくは作業等をしようとする者	工事請負者	所轄警察署長	あらかじめ	○苫小牧警察署	1M+1M	工業用水 2013/4/24 申請 2013/4/26 許可 排水管工事 2014/3/17 申請 2014/3/19 許可 南用地出入口 2014/6/3 申請 2014/6/5 許可
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関係する申請等は、割愛した。 ②実線は、準備期間 1M+申請後の審査期間(M)を示す。（直近の予定） ③破線は、事前調査期間を示す。 ④○は申請窓口を示す。													

表 6-1 別添資料 1-1 許認可・届出 一覧表（プラント関係）（5/5）

No.		事前相談 対象法相	談 状		年								
				条項	相談・確認事項要点	許可・ 届出等 の別	法文上の 申請・ 届出者	申請・ 届出者	申請・ 届出先	法定 時期	相談先	申請 期間	実績
土 地 の 借 用	9	国有財産法	完了	(処分等の制限) 18 の2	・国以外の者が行政財産である土地の上に土地に定着する工作物であつて当該行政財産である土地の供用の目的を効果的に達成することに資すると認められるものを所有し、又は所有しようとする場合において、行政財産は貸し付けることができる。 ・南用地からの排水管が財務省所有地を通過する。OBCのデータケーブルについては、売却等の障害にならない場所を、短期（3年間）の貸付契約およびその更新で借用できることを確認した。（操業部シート参照） ・土対法の申請には、土地所有者の同意（貸付契約書）が必要であるが、排水管設置工事では財務省所有地を通過するため、事前に北海道財務局の承諾書を発行して頂き、土対法の申請時にはこれを添付した。	契約	当該行政財産を所管する各省各庁の長が当該行政財産の適正な方法による管理を行う上で適当と認める者	JCCS	国	あらかじめ	◎北海道財務局 管財部	1M+1M	排水管 形質変更 の承諾 2013/11/25 国有財産 一時使用契約書 2014/4/8 締結
	10	①港則法	完了	(工事等の許可及び進水等の届出) 31	・特定港内又は特定港の境界附近で工事又は作業をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ・苫小牧港は特定港にあたるため、排水管設置工事について相談したが、海上での工事がないため届出は不要とされた。 ・苫小牧港内港で大型構造物の水切り作業について作業許可申請が必要である。	許可	工事又は作業をしようとする者	工事 請負者	港長	注 1ヶ月以上 （行政手続き）	・第一管区 海上保安本部 交通部安全課 ◎苫小牧 海上保安署	1M+1M	
		②海上交通安全法	完了	(目的及び適用海域) 1 (航路及びその周辺の海域以外の海域における工事等) 31	・航路又はその周辺の政令で定める海域以外の海域において、工事若しくは作業又は工作物の設置をしようとする者は届け出なければならない。 ・排水管の設置作業について相談する。 ・東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海に適用される法律のため、苫小牧では適用されない。	届出	工事又は作業又は工作物の設置をしようとする者	- 不要	海上 保安庁長官	届出のあつた日から起算して30日以内に限り、必要な措置をとるべきことを命ずることができる。	・第一管区 海上保安本部 交通部安全課 ◎苫小牧 海上保安署		
		③海洋水産資源開発促進法	完了	(開発区域における行為の届出等) 9	・開発区域内において、海底の掘削その他海底の形質の変更等の行為をしようとする者は届け出なければならない。 ・排水管の当該海域への設置位置は、指定海域（海岸の低潮線より約12km沖合が海岸側に最も近い指定海域の海岸線に沿った境界線であり、さらに沖合側までを指す）に達しないため、届出不要である。	届出	行為をしようとする者	- 不要	都道府県 知事	あらかじめ	◎北海道 水産林務部 水産振興課 漁場整備 グループ		
そ の 他	11	北海道営工業用水道供給規程	完了	(基本使用の申し込み) 4 (流末施設の新設等) 9	・工業用水道を使用しようとする者は、基本使用申込書により申し込まなければならない。 ・申込みを行い、基本使用決定通知書を受領した。 ・使用者は、流末施設を新設し、増設し、改造し、又は撤去しようとするときは、届け出なければならない。 ・工業用水を使用するために新設する施設について相談した。 ・南用地内に流量計を設置して検定試験を実施予定である。 ・本工事の受水設備の届出にて、全ての手続きを終了した。	申込み 届出	使用しようとする者 使用者	JCCS	北海道 公営企業 管理者	あらかじめ	◎北海道企業局 苫小牧地区 工業用水道 管理事務所	1M+1M	流末施設新設届 2013/2/27 届出 2013/3/8 承諾 施設近接工事 承認願い 2013/7/16 提出 2013/7/18 承認 流末施設新設(増設)届 2014/1/29 届出 2014/2/ 7 承諾 流末施設新設(改造)届 (本工事受水設備) 2014/7/7 届出 2014/7/14 承諾
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②実線は、準備期間 1M+申請後の審査期間(M)を示す。（直近の予定） ③破線は、事前調査期間を示す。 ④◎は申請窓口を示す。													

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（1/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
環境関係	1	①土壌汚染対策法	（土壌汚染のおそれがある土地の形質の変更が行われる場合の調査）4	・土地の形質の変更であって、その対象となる土地の面積が環境省令で定める規模以上のものをしようとする者は、当該土地の形質の変更に着手する日の三十日前までに、届け出なければならない。 ・極微量の指定物質が検出されたため、地歴調査を行い、道に報告した。自然由来の指定物質と認識された。 ・掘削工事、杭工事に伴い、深さ8m以深から出る残土の処理方法を届け出の添付資料とする。 ・実証試験全体を一連の作業として届出対象とし、個別作業は具体化した時点で随時届出を行う。そのため、予定地一覧表を資料として添付する。 ・なお、土対法の届出には所有者の同意（占用許可、賃貸契約書等）が必要である。	届出	土地の形質の変更をしようとする者	J C C S	都道府県知事	当該土地の形質の変更に着手する日の30日前まで	◎北海道環境生活部環境局環境推進課水環境グループ	萌別層観測井 2012. 10. 12届出 滝ノ上観測井 2013. 3. 29届出 ○B C設置 2013. 6. 4届出 陸上地震計設置 2013. 8. 27届出 圧入井掘削 2014. 2. 27届出
		②大気汚染防止法	（ばい煙発生施設の設置の届出）6 （実施の制限）10	・ばい煙を大気中に排出する者は、ばい煙発生施設を設置しようとするときは、環境省令で定めるところにより、届け出なければならない。 ・ばい煙発生施設のうち掘削工事で使用する主ポンプの駆動用エンジンは、A重油を燃料としている。 ・ばい煙（おもに、ばいじん、窒素酸化物、硫黄酸化物）発生施設を工事期間中のみ設置、使用するため、事前相談する。	届出	ばい煙を大気中に排出する者	工事請負者	都道府県知事	その届出が受理された日から60日を経過した後でなければ、それぞれ、その届出に係る施設を設置してはならない	・北海道胆振総合振興局保健環境部環境生活課苫小牧地方環境監視室 ◎苫小牧市環境衛生部環境保全課	萌別層観測井 2012. 10. 9届出 C C S－1改修 2013. 9. 20届出 滝ノ上観測井 2013. 11. 21届出 圧入井掘削 2014. 8. 7届出
		③水質汚濁防止法	（特定施設の設置の届出）5 （実施の制限）9	・工場または事業場から公共用水域に水を排出する者は、特定施設を設置しようとするときは、届け出なければならない。 ・南用地に設置される施設は、「水質汚濁法施行令で規定する特定施設に該当しない」との確認を北海道環境生活部環境局環境保全課水環境グループから連絡を受けた。 ・上記から特定施設を設置しないので設置届は不要である。 ・掘削工事に伴い泥水を処理してから仮設配管で苫小牧海域への放流を計画している。条例で適用される苫小牧海域の外海にあたるため生活環境項目としての一律排水基準（排出基準を定める省令）は適用されるが、上乘せ基準（条例27号）は、適用されない。	届出	工場又は事業場から公共用水域に水を排出する者（特定施設を設置しようとするとき）	－ （届出不要）	都道府県知事	その届出が受理された日から60日を経過した後でなければ、その届出に係る特定施設を設置してはならない	・北海道環境生活部環境局環境推進課水環境グループ ・北海道胆振総合振興局保健環境部環境生活課苫小牧地方環境監視室 ◎苫小牧市環境衛生部環境保全課	
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②◎は申請窓口を示す。 ③記載内容は2015年1月6日現在											

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（2/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
港湾環境保全関係	3	①港湾法	（港湾区域内の工事等の許可）37 （臨港地区内における行為の届出等）38の2 港湾法施行令 （港湾区域内の工事等の許可）14 （臨港地区内における行為の届出等）15の2	①港湾区域内又は港湾隣接地域内において、法律で定める工事等の行為（水域または公共空地の占用、排水きよの建設又は改良等）をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ②臨港地区内において、法律で定める建設等の行為をしようとする者は届け出なければならない。 ・ 萌別層観測井掘削における占用および工事については海岸法が適用され、港湾法は適用されなかった。 ・ 南用地内での〇ＢＣ敷設工事については、行為届の対象外であることを確認した。 ・ 占用許可は経産省との本事業期間である2016年3月31日までとしているため、圧入試験にかかる次期事業の継続に向けては、経済産業省もしくは次期事業の受託事業者が、占用許可期間満了の2ヶ月前までに許可更新の申請をする必要がある。 ・ 〇ＢＳの回収再設置作業（4か月ごと）時には港内作業許可書の写しを提出することで②の届出は不要となった。	①許可 （国が行為をしようとする場合、「港湾管理者の許可を受け」は港湾管理者と協議し、「許可をし」は「協議に応じ」と読み替える。」） ②届出	①行為をしようとする者 ②行為をしようとする者	① ＪＣＣＳ <占用> <工事> ② 工事 請負者	港湾管理者	① 行為開始前まで ② 当該行為に係る工事の開始の日の60日前まで	・ 北海道建設部 建設管理局 建設政策課 港湾グループ ○ 苫小牧港管理組合 総務部 業務課	① 〇ＢＣ設置 2013. 5. 28申請 2013. 7. 4許可 二次元弾性波探査 2013. 7. 17申請 2013. 7. 22許可 〇ＢＳ設置 2014. 4. 30申請 ② 圧入井掘削 2014. 1. 29届出
			（海岸保全区域の占用）7 （海岸保全区域における行為の制限）8 （許可の特例）10	①海岸保全区域内において、海岸保全施設以外の施設または工作物を設けて当該海岸保全区域を占用しようとするときは、海岸管理者の許可を受けなければならない。 ②海岸保全区域内において、法律で定める施設の設置や土地の掘削等の行為をしようとする者は、海岸管理者の許可を受けなければならない。 ・ 萌別層観測井掘削については、海岸保全区域内における施設等新設許可、掘削許可および占用許可を取得した。（申請者については、すべてＪＣＣＳとするよう港湾管理者から指示があった。） ・ 土対法の届出には、海岸保全地域の占用許可が必要である。 ・ なお、財務省の保有する土地の一部を占用する場合、国有財産法に基づき同意を得る必要がある。 ・ 占用許可は経産省との本事業期間である2016年3月31日までとしているため、圧入試験にかかる次期事業の継続に向けては、経済産業省もしくは次期事業の受託事業者が、占用許可期間満了の2ヶ月前までに許可更新の申請をする必要がある。	許可 （国が占用又は行為をしようとするときは、あらかじめ海岸管理者に協議することをもつて足る。）	①占用しようとする者 ②行為をしようとする者	① ＪＣＣＳ ② ＪＣＣＳ	港湾管理者	あらかじめ	・ 北海道建設部 建設管理局 建設政策課 港湾グループ ○ 苫小牧港管理組合 総務部 業務課	萌別層観測井 2012. 9. 14申請 2012. 9. 20許可 〇ＢＣ設置 2013. 5. 28申請 2013. 7. 4許可 〇ＢＣ接続ケーブル敷設 （占用期間の更新） 2013. 10. 31申請 2013. 11. 7許可 （工事） 2013. 12. 2申請 2013. 12. 3許可 〇Ｂ－１観測ハウス 2014. 1. 14申請 〇Ｂ－２観測ハウス 2014. 9. 1申請
建築関係	4	建築基準法	（建築物の建築等に関する申請及び確認）6 （仮設建築物に対する制限の緩和）85	・ 建築主は、建築物を建築しようとする場合、その計画が建築基準関係規定に適合するものであることについて、確認の申請書を提出して建築主事の確認を受け、確認済証の交付を受けなければならない。 ・ 〇ＢＣの仮設測定小屋は、工事用の仮設建築物とみなされ、建築申請の適用除外となることを確認した。	確認申請	建築主	工事 請負者	建築主事	当該工事に着手する前	○ 苫小牧市 都市建設部 建築指導課	陸上地震計設置 2013. 11. 14許可 〇Ｂ－１観測ハウス 2014. 9. 19申請 2014. 9. 26許可 〇Ｂ－２観測ハウス 2014. 9. 4申請 2014. 9. 9許可 〇Ｂ－３観測ハウス 2014. 9. 3申請 2014. 9. 9許可
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関係する申請等は、割愛した。 ②○は申請窓口を示す。 ③記載内容は2015年1月6日現在											

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（3/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
都市計画関係	5	都市計画法	(届出及び勧告等) 16 (開発許可を受けた土地以外の土地における建築等の制限) 43	・都市計画区域において開発行為をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ・〇ＢＣ観測小屋を設置する財務省所有地は市街化調整区域にあたるが、仮設建築物とみなされ建築等の制限の適用除外となることを確認した。 ・陸上地震計の観測施設を設置する緑ヶ丘公園は市街化調整区域にあたるが、地震観測施設は許可不要建築物の適用を受け申請不要であることを確認した。 ・〇Ｂ－２観測ハウスについては、都市計画法第29条第1項第3号に該当（公益上必要な施設）の適合証明を苫小牧市より得た。	許可	開発行為をしようとする者	J C C S	都道府県知事	あらかじめ	◎苫小牧市 都市建設部 開発管理課	〇Ｂ－２観測ハウス 2014. 9. 3許可
事業場保安関係	6	①電気事業法	(工事計画) 48 電気事業法施行規則（工事計画の事前届出） 64	・事業用電気工作物の設置または変更の工事をしようとする者は、その工事の計画を届け出なければならない。 ・掘削工事に使用する発電機は、ディーゼル機関で燃料の燃焼能力が重油換算1時間当たり50L以上であるものは、ばい煙発生施設に該当するため公害防止に関する工事計画の事前届が必要。 ・萌別層観測井掘削およびC C S－1改修工事では、工事期間が短いことから監督部ではなく苫小牧市への届出扱いとなり、市環境保安課より今回の作業は研究扱いの見解を受け、届出不要となった。	届出	事業用電気工作物の設置をしようとする者	工事請負者	経済産業大臣	届出が受理された日から三十日を経過した後でなければ、その届出に係る工事を開始してはならない。	◎北海道産業保安監督部 電力安全課	滝ノ上観測井 2014. 1. 27届出 圧入井掘削 2014. 9. 18届出
		②消防法	(製造所等の設置、変更等) 11	・貯蔵所、一般取扱所を設置しようとする者は、貯蔵所、一般取扱所ごとに、許可を受けなければならない。 ・観測井、圧入井の掘削工事に必要なA重油等の危険物に係る危険物一般取扱所、屋外貯蔵所、屋外タンク貯蔵所等の設置について事前に相談する。	許可	貯蔵所、一般取扱所を設置しようとする者	工事請負者	市町村長	設置しようとするとき	◎苫小牧市消防本部	C C S－1改修 2013. 7. 3申請 滝ノ上観測井 2013. 9. 6申請 2013. 9. 30許可 圧入井掘削 2014. 5. 14届出 2014. 6. 3許可
		③労働安全衛生法	(計画の届出等) 88	・事業者は、当該事業場の業種および規模が政令で定めるものに該当する場合において、当該事業場に係る建設物もしくは機械等を設置するときは、届け出なければならない。 ・圧入井、観測井の掘削工事に使用するリグの高さが一定規模(高さ31m)を超える工作物の建設、解体の場合は設置届が必要。	届出	設置する者	工事請負者	労働基準監督署長	工事開始の30日前	◎苫小牧 労働基準監督署	滝ノ上観測井 2013. 5. 8届出 圧入井掘削 2014. 9. 1届出
公共交通関係	7	①道路法	(道路管理者以外の者の行う工事) 24 (道路の占用の許可) 32 (国の行う道路の占用の特例) 35	・道路管理者以外の者は、道路に関する工事の設計および実施計画について道路管理者の承認を受けて道路に関する工事または道路の維持を行うことができる。（24） ・工作物、物件または施設を設け、継続して道路を使用しようとする場合は許可を受けなくてはならない。（32） ・〇ＢＣ接続ケーブルの道路横断について、道路（道道）の占用許可を取得することで、架空横断は可能であることを確認した。	承認（24） 許可（32）	道路管理者以外の者（24） 工作物、物件または施設を設け、継続して道路を使用しようとする者（32）	J C C S	道路管理者	あらかじめ	◎苫小牧市 都市建設部 道路維持課 ◎北海道 胆振総合振興局 室蘭建設管理部 苫小牧出張所 ・苫小牧警察署	滝ノ上観測井 2013. 4. 10届出 2013. 4. 15許可 〇ＢＣ接続ケーブル敷設 2013. 12. 3申請
		②道路交通安全法	(道路の使用の許可) 77	・道路において工事もしくは作業をしようとする者は許可を受けなくてはならない。 ・工事にあたり道路交通の制限が発生することが予想されるので事前相談する。	許可	道路において工事もしくは作業等をしようとする者	J C C S もしくは 工事請負者	所轄警察署長	あらかじめ	◎苫小牧警察署	滝ノ上観測井 2013. 4. 10申請 2013. 4. 12許可 〇ＢＣ接続ケーブル敷設 2013. 12. 3申請
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②◎は申請窓口を示す。 ③記載内容は2015年1月6日現在											

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（4/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
坑井掘削関係	8	①火薬類取締法	（譲渡又は譲受の許可）17 （消費）22	・火薬類を譲り渡し、または譲り受けようとする者は、許可を受けなければならない。 ・火薬類を爆発させ、または燃焼させようとする者は、許可を受けなければならない。 ・坑井の掘削工事にあたり火薬類の譲受・消費許可が必要。	許可	火薬類を譲り受けようとする者、火薬類を爆発させ、または燃焼させようとする者	工事請負者	都道府県知事	譲受および消費前	○北海道 胆振総合振興局 産業振興局 産業振興部 商工労働観光課	滝ノ上観測井 2014. 1. 27届出 圧入井掘削 2014. 9. 29許可
		②放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律	（使用の許可）4 （使用施設等の変更）10	・許可使用者は、一時的に使用をする場合において、使用の場所を変更しようとするときには、その旨を文部科学大臣に届け出なければならない。 ・坑井掘削に伴い物理検層のひとつとして放射性同位元素を使用する場合、使用場所が建設現場となるため放射性同位元素の使用の場所の変更に関する届け出をする必要がある。 ・本事業では、放射性同位元素を使用する物理検層は採用しない。	届出	許可使用者	－ 不要	文部科学大臣	あらかじめ	○文部科学省 原子力安全課 放射線規制室	
土地の借用	9	①国有財産法	（処分等の制限）18の2	・国以外の者が行政財産である土地の上に土地に定着する工作物であつて当該行政財産である土地の供用の目的を効果的に達成することに資すると認められるものを所有し、または所有しようとする場合において、行政財産は貸し付けることができる。 ・土対法の申請には、土地所有者の同意（貸付契約書）が必要である。		当該行政財産を所管する各省各庁の長が当該行政財産の適正な方法による管理を行う上で適当と認める者	J C C S	国	あらかじめ		
				・O B Cの信号ケーブルが財務省所有地を通過するが、売却等の障害にならない場所を、短期（3年間）の貸付契約およびその更新で借用できることを確認した。	申請および契約					○財務省 北海道財務局 管財部	O B C設置 2013. 5. 30申請 2013. 6. 27契約
				・O B－1の位置する苫小牧港西港区土砂処分地の使用に関しては、管轄する国土交通省北海道開発局室蘭建設部苫小牧港湾事務所を通じ、室蘭建設部長による国有財産使用許可が必要。 ・許可期間は1年以内とされ、使用許可の更新を受けようとするときは、使用を許可された期間の満了2ヶ月前までに、所定の様式により申請を行う。 ・O B－1施設への動力線および通信線引き込みのための電柱設置についても、使用許可が必要。	許可					○国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧港湾事務所	O B－1施設関連 2012. 12. 18申請 2012. 12. 26許可 2013. 1. 25申請 2013. 3. 7許可 2014. 1. 30申請 2014. 3. 24許可
		②苫小牧市都市公園条例	（公園施設の設置等の許可の申請書の記載事項）第6条の2		許可		J C C S	苫小牧市長	あらかじめ	○苫小牧市 都市建設部 道路維持課 緑地公園課	陸上地震計設置 2013. 8. 26申請 2013. 8. 26許可
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②○は申請窓口を示す。 ③記載内容は2015年1月6日現在											

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（5/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
海洋関係	10	①港則法	（工事等の許可及び進水等の届出）31	・特定港内または特定港の境界附近で工事または作業をしようとする者は、許可を受けなければならない。 ・海洋環境調査は、季節ごとの調査で個別に許可申請するように指導を受けた。 ・OBSの回収再設置作業（4か月ごと）は、都度港内作業許可の申請を行う。	許可	工事または作業をしようとする者	工事請負者	港長	注 1ヶ月以上（行政手続き）	・第一管区海上保安本部交通安全課 ○苫小牧海上保安署	○BC設置事前調査 2013. 3. 27申請 2013. 4. 16許可 ○BC設置 2013. 6. 3申請 2013. 7 許可 2014. 10. 21申請 二次元弾性波探査 2013. 8. 7許可 ○BS設置 2014. 4. 30申請 ○BS回収再設置 2014. 10. 21申請 海洋環境調査（夏季） 2013. 7. 4申請 2013. 8. 1許可 海洋環境調査（秋季） 2013. 9. 26申請 2013. 10. 25許可 海洋環境調査（冬季） 2014. 1. 16申請 2014. 2. 3許可 海洋環境調査（春季） 2014. 4. 1申請 2014. 5. 2許可
		②海上交通安全法	（目的及び適用海域）1 （航路及びその周辺の海域以外の海域における工事等）31	・航路またはその周辺の政令で定める海域以外の海域において、工事もしくは作業または工作物の設置をしようとする者は届け出なければならない。 ・以下の作業について相談する。 －掘削泥水の仮設放流管の設置作業 －弾性波探査、○BC・OBSの設置作業、 －海底地形測定、海洋環境調査 －掘削泥水の仮設放流管の設置作業（プラント関係と共通） ・東京湾、伊勢湾および瀬戸内海に適用される法律のため、苫小牧では適用されない。	届出	工事または作業または工作物の設置をしようとする者	－ 不要	海上保安庁長官	届出のあつた日から起算して三十日以内に限り、必要な措置をとるべきことを命ずることができる。	・第一管区海上保安本部交通安全課 ○苫小牧海上保安署	
		③海洋水産資源開発促進法	（沿岸水産資源開発区域の指定）5 （開発区域における行為の届出等）9	・開発区域内において、海底の掘削その他海底の形質の変更等の行為をしようとする者は届け出なければならない。 ・作業を行う海域は、指定海域（海岸の低潮線より約12km沖合が海岸側に最も近い指定海域の海岸線に沿った境界線であり、さらに沖合側までを指す）に達しないため、届け出不要である。	届出 （国の機関等が行為をしようとするときは、通知しなければならない。）	行為をしようとする者	－ 不要	都道府県知事	あらかじめ	○北海道水産林務部	

備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。
②○は申請窓口を示す。
③記載内容は2015年1月6日現在

表 6-2 別添資料 1-2 許認可・届出 一覧表（坑井・モニタリング関係）（6/6）

	No.	対象法規	条項	相談・確認事項要点	許可・届出等の別	法文上の申請・届出者	申請・届出者	申請・届出先	法定時期	相談先	許可申請・届出日
その他	11	①水路業務法	（海上保安庁以外の者が実施する水路測量）6	・海上保安庁以外の者が、その費用の全部または一部を国が負担し、または補助する水路測量を実施しようとするときは、許可を受けなければならない。 ・海洋環境調査（夏）に実施する海底面調査は法に記載する許可申請事由に適用しないのではないかと相談したところ、海中の障害物について簡易な情報提供を求めるという観点から許可申請を行うよう指導を受けた。。	許可	水路測量をする者	工事請負者	海上保安庁長官	注 水路測量実施の1ヶ月前まで（行政手続き）	○第一管区 海上保安本部 海洋情報部 管理課	○ＢＣ設置事前調査 2013. 3. 29申請 2013. 4. 11許可 二次元弾性波探査 2013. 7. 12申請 2013. 7. 22許可 海洋環境調査（夏季） 2013. 7. 16申請 2013. 7. 26許可
		②鉱業法	（鉱物の探査の許可）100の2 （国に関する特例）100の10 鉱業法施行規則（法第百条の二第一項の経済産業省令で定める方法等）44の2	・鉱物の探査を行おうとする者は、許可を受けなければならない。 ・弾性波探査を実施する場合は許可申請が必要（申請は経済産業省産業技術環境局環境政策課が行う） ・申請書の提出先は、海域調査の場合は資源エネルギー庁資源・燃料部政策課、陸域調査の場合は管轄する地域経済産業局資源エネルギー環境部鉱業課となる。 ・海洋環境調査における海底の底質採取は、鉱物の探査を目的としないので許可申請の対象外であることを確認した。	許可 （国の機関が行う探査については、許可を受けることを要しない。この場合において、当該国の機関は、その探査を行おうとするときは、あらかじめ、経済産業大臣に協議しなければならない。）	鉱物の探査を行おうとする者	経済産業省	経済産業大臣	あらかじめ （受理後標準審査期間は2ヶ月）	○資源エネルギー庁 資源・燃料部 政策課 ・北海道経済産業局 資源エネルギー 環境部 鉱業課	二次元弾性波探査 2013. 8. 8申請受理
		③北海道海面漁業調整規則	（試験研究等の適用除外）45	・試験研究等の適用除外の許可を受けようとする者は、特別採捕許可申請書を知事に提出しなければならない。 ・海洋環境調査においてプランクトン等を採取するため申請が必要。また、季節ごとの調査で個別に許可申請するように指導を受けた。	許可	適用除外の許可を受けようとする者	工事請負者	都道府県知事	あらかじめ	○北海道水産林務部 水産局 漁業管理課 許認可グループ（申請者が道外の場合） ・胆振総合振興局 産業振興部 水産課（申請者が道内の場合）	海洋環境調査（夏季） 2013. 8. 8申請 2013. 8. 9許可 海洋環境調査（秋季） 2013. 10. 8申請 2013. 10. 18許可 海洋環境調査（冬季） 2014. 2. 4申請 2014. 2. 14許可 海洋環境調査（春季） 2014. 4. 22申請 2014. 5. 9許可
備考：①事前調査が主目的のため完成検査等に関する申請等は、割愛した。 ②○は申請窓口を示す。 ③記載内容は2015年1月6日現在											

6-2-A 用語集

(1) 略語一覧

① 組織名

A I S T : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology／国立
研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）

A P I : American Petroleum Institute／アメリカ石油協会

A S T M : American Society for Testing and Materials／米国材料試験協会

B E G : Bureau of Geologic Economy, University of Texas at Austin／テキサス大学
オースチン校 経済地質学研究所

C C S A : Carbon Capture & Storage Association

C O 2 C R C : The Cooperative Research Centre for Greenhouse Gas Technologies

C O 2 N E T 2 : Carbon dioxide thematic network 2002-2005

C S A : Canadian Standards Association／カナダ規格協会

D N V : Det Norske Veritas

D O E : Department of Energy／米国エネルギー省

E N A A : Engineering Advancement Association／一般財団法人エンジニアリング協会

E P A : United States Environmental Protection Agency／米国環境保護庁

G C C C : Gulf Coast Carbon Center

G C C S I : Global CCS Institute

I E A : International Energy Agency／国際エネルギー機関

I M O : International Maritime Organization

N E D O : New Energy and Industrial Technology Development Organization／国立研
究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

N E T L : National Energy Technology Laboratory

R I T E : Research Institute of Innovative Technology for the Earth／公益財団法
人 地球環境産業技術研究機構

U C L : University College London

W R I : World Resource Institute／世界資源研究所

【プログラム・プロジェクト・会議・委員会 等】

G H G T : International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies／温室

効果ガス制御技術国際会議

I B D P : The Illinois Basin – Decatur Project／イリノイ州ディケーターC C Sプロジェクト

I E A G H G : The IEA Greenhouse Gas R&D Programme

M G S C : Midwest Geological Sequestration Consortium／中西部地質学的炭素隔離コンソーシアム

Q I C S : the Quantifying and Monitoring Potential Ecosystem Impacts of Geological Carbon Storage

R C S P : Regional Carbon Sequestration Partnerships／炭素隔離地域パートナーシップ

S A C S : Saline Aquifer CO₂ Storage Project

S E C A R B : Southeast Regional Carbon Sequestration Partnership／南東部炭素隔離パートナーシップ

S T E P : Sequestration Training and Education Program

② 事業名

平成20年度補助事業：経済産業省 二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業費補助金 平成20年度「二酸化炭素地中貯留技術研究開発（実証試験に適する地下帯水層等に係る評価技術開発）」

平成20年度委託事業：経済産業省 委託事業 平成20年度「二酸化炭素削減技術実証試験委託費」

平成21年度委託事業：経済産業省 委託事業 平成21年度「二酸化炭素削減技術実証試験委託費」

平成22年度委託事業：経済産業省 委託事業 平成22年度「二酸化炭素削減技術実証試験委託費」

平成23年度委託事業：経済産業省 委託事業 平成23年度「二酸化炭素削減技術実証試験委託費」

本事業：経済産業省 委託事業「平成24年度二酸化炭素削減技術実証試験事業（国庫債務負担行為に係わるもの）」

N E D O 委託事業：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業「革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト／ゼロエミッション石炭火力トータルシステム調査研究／特定サイトにおける石炭ガス化発電からCO₂貯

③ 法令名

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」（制定：昭和 45 年 12 月 25 日法律第 136 号）（最終改正：平成 26 年 6 月 18 日法律第 73 号）

(2) 用語一覧

表 6-3(1) 用語集（五十音）

五十音	用語	説明
ア行	圧入	圧力を加えて、地層中の孔隙に流体や気体を押し込むこと。
	圧入井	本書では、CO ₂ を地中に貯留するために圧入を行う際、使用する坑井のことを指す。
	圧入性	圧入するCO ₂ の地層への入り易さのこと。
	圧入テスト	流体を圧入することで、圧力および圧入量の時間変化を調査して、貯留層の圧入性を評価するためのテスト。
	アニユラス	ケーシングとチュービングあるいはケーシングとケーシングの間の環状の間隙。
	アミン吸収液	アミン（アンモニアの水素原子の1～3個を炭化水素基に置換した化合物の総称）水溶液からなるCO ₂ ガスの吸収液。
	逸泥	泥水は掘削時の坑壁安定性確保と、生じた掘り屑の地表への輸送のため循環させて用いるものであるが、掘削作業において循環泥水が地層中に流出し、地表に戻ってこない状況のこと。
	インベントリ	管やバルブの中に（流されず）残った流体のこと。
	インライン、クロスライン	直線状に延びる弾性波探査の測線に対し、測線方向をインラインといい、交叉する方向をクロスラインという。
	ウエルヘッドブレッシャーパルス	流動している流体の流れを急に止める措置を取った場合に発生するウォータハンマー現象。流動している流体は瞬時に停止するのではなく動き続けようとすることから圧力が発生する。
	エアガン	水中で圧縮空気を瞬間的に放出して衝撃波を発生させる装置で、弾性波探査の振源の一つである。海域での反射法弾性波探査では最も一般的に使用される。
	オフガス	製油所等の工場において、生産の過程で発生する製品以外の未利用ガス。
	温度躍層	海洋中の水温は、一般に深さと共に減少していくが、その鉛直勾配が特に大きな層。
	音響インピーダンス	弾性波速度と密度の積で表現される物理量のこと。境界の両側の地層の音響インピーダンスが異なるほど反射係数は大きくなり、反射波の振幅が大きくなる。
	音波検層	坑井内において音波を発信し、坑壁近傍の地層の一定区間を伝播する音波の到達時間を連続測定し、地層中の音波速度情報を取得する物理検層種目。
カ行	海底地震計（OBS）	Ocean Bottom Seismometer またはOcean Bottom Seismograph。海底に設置できるように設計された地震計。
	海底受振ケーブル（OBC）	Ocean Bottom Cable。地震計およびデータ転送装置を内蔵した、海底に設置するケーブル。長期間設置用に開発されたものは、常設型OBCとよばれ、長期間にわたる地震動のモニタリングに適している。

五十音	用語	説明
	海底反射 (海底面反射)	弾性波が海底で反射する現象。海底面反射ともいう。
	海面反射	弾性波が海水面で反射する現象のこと。
	化学吸収法	CO ₂ を分離・回収する方法の一つで、吸収剤との化学反応によりCO ₂ を分離する。
	化学種	化合物、イオン、原子、元素の区別なく、物質が持つ固有の物理的・化学的性質によって区別された物質のこと。
	ガスマン理論 (Gassmann理論)	多孔質中の空隙が水やガスによって満たされた場合の弾性波速度の変化を説明する理論で、石油・天然ガスの分野で用いられている。
	カッティングス (ザク)	井戸を掘削する際の掘り屑。ザクともいう。
	カッティングス調査	カッティングスを分析すること。
	岩相	地層の特徴。
	ガンマ線検層	岩石に含まれるカリウム等の放射性同位体が発するガンマ線量を測定する物理検層種目。
	北原式定量ネット	動物プランクトンの採取に使用されるネット。水深50mから鉛直方向にネットを引き上げると2立方メートル中の動物プランクトンを採取できる口径となっている。
力行	逆解析	ある物理モデルを仮定して、それをもたらし物理現象を求めることを、一般的に順問題(フォワード問題、forward problem)という。 これに対して、逆解析は、ある観測されたデータ(結果)を再現可能なモデル(原因)により推定する手法のことで、現状再現解析ともいう。
	ギャザー (発振点ギャザー、 受振点ギャザー)	弾性波探査のデータ処理において発振点を共通とするトレースの集まりを共通発振点ギャザーといい、受振点を共通とするトレースの集まりを共通受振点ギャザーという。
	キルストリング	坑井を抑圧するために坑内に設置されるチュービングやドリルパイプのこと。
	掘削ザク	カッティングスを参照。
	グラベルバック	地層内の砂がパーフォレーション孔や坑井内に侵入し、そこを閉塞することが無いように、予め粒子径を均一にした砂を充填して地層内の砂の移動を防止する手法のこと。
	クリスマスツリー	坑井の地表部に設置される坑口装置の上部バルブ群のこと。
	繰り返し弾性波探査	同じ調査対象、調査範囲に対し、変化を抽出する目的のために期間において再度弾性波探査を行うこと。
	クロスコリレーション	二種類の信号や配列(ベクトル)の類似性を確認するために使われる相互相関関数のこと。
	クロスフロー	坑井内で流体の逆流、地層間の流体の移動が発生すること。
	クロスライン、インライン	直線状に延びる弾性波探査の測線に対し、測線方向と交叉する方向のこと。 測線方向はインラインという。
	傾斜井	掘削ターゲットの位置が坑口位置から水平方向に離れている場合、坑井をある深度から曲げてターゲットへ向けて掘削される角度を持った坑井。
	ケーシング (ケーシングパイプ)	Casing。坑井掘削時に坑壁を保護するために設置する鉄製のパイプ。CSGと表記する。
	コア (コア試料)	井戸を用いて採取される円筒形の地層試料。

五十音	用語	説明
	高傾斜井	傾斜掘りにおいて傾斜角度が大きい坑井。特に明確な定義はないが、60～70度を超える坑井を高傾斜井といふことが多い。
	孔隙率	岩石の“かさ容積”に対する孔隙の容積の割合のこと。％で表すこともある。
	孔食	金属表面に生じた局所的な腐食。
	坑跡	坑井の形状をいう。
	構造的帯水層	伏せたお椀のような封じ込め構造を成し、上位に浸透性の低い遮蔽層を伴う帯水層をいう。
	坑底圧力	貯留層上限深度での坑内圧力をいう。
	ゴースト	海域における弾性波探査において受振器ケーブルおよびエアガンの曳航深度と海面間で発生する短時間の多重反射波が、初動波の後に表れ、ノイズとなってしまう現象。ゴースト反射波ともいう。
	固化ザク	ダンプによる搬出のため固化材にて固めた掘削ザクのこと。
	固形分画	堆積物試料から間隙水を分離する作業で分けられた固体部分。
	コミングル仕上げ	複数層を同時に仕上げる仕上げ方法。
	再現性（4D探査における）	4D探査における記録の同一性のこと。4D探査では探査対象の中で変化の生じない範囲の記録（断面やトレース）がデータ処理後において等しく再現されている必要がある。
	最小位相変換	弾性波の波形において時間ゼロの直後に最大振幅が発生し、徐々に減衰するインパルス型の波形（最小位相の波形）に変換するデータ処理のこと。デコンボリューション処理を適用する際に波形の歪が起ることを避けるために、振源波形を最小位相変換するオペレータを設計し、それを原記録に適用する。
	サイスミックアトリビュート	マルチアトリビュート解析で意味するアトリビュートを指し、弾性波探査の波形に対して何かしらの数学的な変換を適用して得られる特性の数値のこと。
サ行	サイスミックインバージョン	弾性波探査のデータを用いて逆解析を行うことにより、解析対象の地質の弾性波速度・密度（音響インピーダンス）を求める物理探査解析手法。
	サイスミックモデリング	地質構造モデルの各層に弾性波速度や密度を設定し、シミュレーション計算によって弾性波探査記録を合成すること。
	サイドスキャンソナー	調査船で曳航する送受波器より、超音波を扇状に発信し、海底面等で反射してくる音圧を受信すること。海底面の状況を音響映像記録として出力する。
	作泥	坑井の掘削作業に必要な循環泥水を調合すること。
	サブボトムプロファイラー	低周波高出力インパルス音源を使用して海底下の地層等を探査すること。低周波数を用いることで、海底下にも音波が浸透して反射波が得られる。
	三次元弾性波探査（3D探査）	面的に発振点、受振点を配置し、測定を空間的に密に行うことで、三次元的な地下構造を把握するための反射法弾性波探査。
	残差静補正	弾性波探査のデータ処理項目の一つである。静補正の補完的な位置づけの処理で、短波長の標高差、短波長の表層の層厚や速度の変化等に起因する影響を取り除く処理のこと。
	酸素燃焼法	ボイラーにおいて、空気の代わりに酸素で燃料を燃焼させる方法。燃料を酸素燃焼した場合、空気燃焼とは異なり主な排ガス組成がCO ₂ と水だけになるため、CO ₂ の回収が容易になるメリットがある。
	仕上げ方法	掘削した坑井を、その目的に合うように仕上げるための方法。特に、貯留層の仕上げ方法、パッカーのタイプ・セット深度、モニタリング機器および坑内流体等の選定することをいう。

五十音	用語	説明
	ジオフォン (受振器)	陸上の弾性波探査で主に使用される振動センサーのこと。弾性波探査で一般的に使用されるセンサーで、地面の速度に比例した出力が得られる速度型地震計のことをいう。
	遮蔽層 (キャップロック)	CO ₂ などの流体を通しにくい泥岩などで構成された層。
	シェーカースクリーン	掘削装置の一部で循環泥水と運搬されてくるカッティングスとを分離するふるい。
	重合	CDP重合(Common Depth Point stack) の略。共通反射点水平重合ともいう。一般に、CDP(共通反射点)は同一の反射点に対応する受振点と発振点のペアからなるトレース群を指し、水平構造の場合、共通反射点は発振点と受振点の中点に位置するため、CMP(Common Mid Point)ともいう。地下の反射点が同一であれば、反射波の進む経路にかかわらず、ほぼ同様な波形の反射波が得られる。これに反して、ランダムノイズの波形は全く不規則である。そこで、反射点を共有する記録を加え合わせれば、S/N比が大幅に上がる。このデータ処理の操作を、重合という。
	受振ケーブル	ジオフォンやハイドロフォンが一定の間隔で取り付けられた弾性波を受振するために使用するケーブルのこと。
	初生鉱物	primary mineral。マグマや熱水から初生的にできた鉱物。
	新第三系	用語集末尾の表2「地質年代表」参照。
	浸透率 (絶対浸透率)	岩石などの中を流れる流体の通りやすさを表す物性値。
	深部塩水層 (帯水層)	孔隙や割目が地下水で飽和された地層。
	水中残響 (リバーバレーション)	水中において、主として海面、海底または海中の散乱体からの1回の反射または散乱による音波のことをいう。残響とは、音源が停止した後に繰り返される反射または散乱の結果として空間に持続する音のこと。
	スクイズセメンチング	通常、セメンチングが不十分な個所や経年劣化等によりケーシングに腐食が生じた個所等の補修を目的として、特定区間に対してセメンチングを行うことをいう。
	ストリーマケーブル	海上の反射法地震探査で一般に用いられるハイドロフォンを内蔵したケーブル。
サ行	スペクトル (振幅スペクトル、位相スペクトル)	一般的に波動は、色々な周波数のサイン(正弦)波が重なってできていると考えられる。波動をフーリエ解析すると、周波数ごとに振幅と位相を計算できる。これらを周波数を横軸にプロットしたものが振幅スペクトルと位相スペクトルである。両スペクトルは、波動が含んでいる物理的情報で、これら进行操作する信号処理によって、ノイズを除去したり、ある周波数の波を強調したり低減させたりすることができる。
	スミス・マッキンタイヤ型採泥器	小型船による採泥調査に多く用いられる採泥器。着底すると2個の半円筒形バケットが回転して表層試料を採取する。
	スロットッドケーシング、スロットッドライナーケーシング	スロットッドケーシングは、一定の切れ目(スリット)を空けたケーシングのこと。スロットッドライナーケーシングは、ライナーケーシングにスリットを開けたもの。

五十音	用語	説明
	静水圧モデル	海洋のように鉛直流速が水平流速より十分に小さい場合には、運動方程式の鉛直成分は圧力項と重力項がつり合った静水圧平衡の式に近似できる。この近似を使ったモデルのこと。
	静補正	反射法弾性波探査において、地表面が起伏に富んでいたり、表層付近の風化層の層厚変化があったりすると、仮に反射面が水平であっても記録断面上では、見掛けの地下構造に変化があるように見える。このような地形および風化層の影響による誤差を補正するデータ処理のこと。
	世界測地系	国際間で共通に用いる地球上の座標系のこと。座標値(X,Y,Z)は地球を近似する準拋橢円体と、球面の座標を使いやすい平面の座標に直す時の投影法の組み合わせによって指定する。この組み合わせの仕方では座標値が異なるので注意が必要。 本報告書の調査では、準拋橢円体としてはWGS84 (GPSで用いられている)を、投影法としては、ユニバーサル横メルカトル (Universal Transverse Mercator: UTM) 図法を用いている。投影する時に歪みが一番小さくなる基準ゾーンを選定する必要がある。沖縄～九州ではUTM52系、中国～中部ではUTM53系、関東～北海道ではUTM54系が用いられる。
	セクターモデル	シミュレーション用のモデルを部分的に切り出したもの。重要な部分だけを切り出して詳細なモデルとすることにより、モデル全体を詳細なモデルとするよりもシミュレーション時間の短縮などに寄与する。
	セメンチング	坑壁の安定性保持や流体の流動経路遮断等を目的に行う作業であり、ケーシング降下後に地層とケーシングの間にセメントを充填する。
	セメンテーション	岩石の孔隙が炭酸塩鉱物やシリカ鉱物などの膠着物質の沈殿により、岩石が固化される作用。膠着作用ともいう。
	セメントプラグ	坑内のある区間にセメントをスポットすることにより、坑内を遮蔽すること。また、この目的で設置されたセメントコラムをいう。
	セメントボンド評価	セメンチング作業後に充填したセメントの位置、固まり具合を調査し評価すること。
	セラー	坑井の掘削作業のため、坑口周囲の地表面下に掘り込まれた約3m四方の桁形の設備。深さは坑口装置の設置段数によって異なる。
	相対浸透率	通常、浸透率といえば絶対浸透率を指すが、他にも有効浸透率と相対浸透率がある。原油・天然ガス貯留岩の孔隙内は地層水、原油、ガスなど多相共存状態にあるが、多孔質物体内に2種類以上の流体が存在して流動しているときに、それぞれの流体に対する浸透率をその流体の有効浸透率といい、この有効浸透率と絶対浸透率の比を相対浸透率という。
	相対浸透率のヒステリシス	地層水中にガスが押し込まれる (drainage) 過程と、ガスが排出される (imbibition) 過程での相対浸透率が異なる。このように過程に応じて物性が変化することをヒステリシスという。
	相対振幅保存	弾性波探査のデータ処理において地質の特性を反映した反射波の時間や空間的な強度変化を保存した状態のこと。断面図上では、反射波の振幅が反射記録断面全体の振幅の最大値および最小値に対する相対値で表示される。
	ソリッド	粒状の固形分。特に掘削作業においては、砂粒やその他微細な固形分を指す。
	スポット	掘削作業において掘削泥水やセメントを坑内の特定区間に放置すること。

五十音	用語	説明
	測線（弾性波探査での）	弾性波探査により地下構造を求める際に、発振点、受振点を設ける位置の連なりをいう。 発振点の連なりを発振測線、受振点の連なりを受振測線という。
	速度フィルター	弾性波探査データ処理において、特定の速度域の情報を取り出したり、除去したりする操作を行うためのフィルター。
タ行	ターゲット（坑跡デザインでの）	貯留対象層における圧入想定地点。ターゲットを目標に傾斜掘り計画を策定する。
	堆積学	地質学の1分野で、堆積物岩が形成される機構を研究し、堆積物の分布や性質などを調べる学問。
タ行	第二溶出量基準	汚染の除去等の措置の実施に関する技術的基準で、特定有害物質の種類及び土壤汚染が土壤溶出量基準の10倍又は30倍の溶出量をもって「土壤汚染対策法施行規則第24条第1号及び別表第四」に定められた濃度。第二溶出量基準に適合するか否かにより汚染土壤の処分方法が区分される。
	大偏距井（ERD井）	一般に、傾斜井において水平偏距と垂直深度の比が2以上の坑井。ERDはExtended Reach Drillingの略。
	第四系	用語集末尾の表2「地質年代表」参照。
	多重反射波	地層または海水層などで2回以上反射を繰り返した波のこと。反射法弾性波探査においては重大な雑音になる。特に、海上反射法においては、海水層の重複反射波（海面と海底面の間で反射を繰り返す）は非常に強く、優勢なノイズとなる。
	ダルシー流体	単位面積当たりの透過性物質を流れる流体の量は、浸透率（透過性物質固有の性質）と浸透面に直交する方向の単位長さ当たりの圧力差との積を流体の粘度で除したものに等しいという、ダルシーの法則を満足する流体のこと。
	探鉱機	反射法弾性波探査で使用するデータ収録装置を、一般に地震探鉱機または、略して探鉱機と呼称する。探鉱を目的とした弾性波探査では、地震探鉱機は不可欠の装置であり、探鉱機的能力が探鉱成果を大きく左右する。
	弾性波速度	一般的には、対象とする岩石、地層中を伝わるP波（縦波）の伝搬速度[単位：メートル/秒]を指すが、S波（横波）を対象とする場合もある。
	弾性波探査	地表や海中で振動（弾性波）を発生させ、地下の地層境界ではね返ってくる弾性波を計測することにより、地下の地質構造を知る手法のこと。反射法（弾性波）探査ともいう。
	弾性波特性	地層や岩石の有している弾性波の関係する特性。例えば、P波速度、S波速度、密度。
	弾性波トモグラフィ	X線CTなどと同様な原理を利用した断層撮像法の一つで、弾性波を用いて地層の断面や物性を把握する手法。一般的には、P波の初動走時データが用いられる。
	チェックショット	坑井を用いた弾性波探査の手法の一つ。坑井の坑口近傍に振源を設け、坑井内に受振器を設置し、P波弾性波が到達した初動走時から、坑井近傍における時間－深度の関係を求める。

五十音	用語	説明
	地化学反応	地層水と岩石・鉱物が共存する場合、地層水と岩石・鉱物が反応し、岩石・鉱物が地層水に溶解したり、地層水中の溶存成分が鉱物を形成し沈殿したりする現象のこと。 たとえば、圧入したCO ₂ が地層水に溶解すると地層水は酸性になり、鉱物(斜長石など)を溶解させ、地層水の化学組成が変化する。また、地層水に溶解したCO ₂ は主に重炭酸イオンとなり、岩石・鉱物の溶解によりカルシウムイオンが供給されれば、炭酸塩鉱物として沈殿する。
	地質モデル	地下深部の地質状況を、模式化したものをいう。 対象とする現象に対して必要なパラメータを設定したシミュレーションを用い、将来予測等を行う。
	地層圧	地層の孔隙内に存在する流体の圧力。
	地層水	地層が堆積した当時の海水または陸水が、堆積物中の孔隙内に閉じ込められたもの。
	地層破壊圧力	ここでは地層に清水を圧入する際に、地層が破壊されて亀裂が安定的に成長する圧力。
	チュービング	坑井で地下の石油やガスを地上まで導く、あるいはCO ₂ を地下に圧入するために、ケーシング内に設置される小口径のパイプ。
	超臨界CO ₂	気体と液体が共存できる限界の温度・圧力(臨界点)を超えた状態にあり、通常の気体、液体とは異なる性質を示す流体のCO ₂ のこと。この流体は、気体の性質(拡散性)と、成分を溶かし出す液体の性質(溶解性)を持ち、かつ、その物性を連続して大幅に変化できる特長を持つ。CO ₂ は、約31℃以上の温度、7.4MPa以上の圧力で超臨界状態となる。
	貯留層シミュレーション	油層・ガス層をモデル化し、その生産挙動および生産・圧入に伴う貯留層内の圧力、飽和率などの変化の様子を、実験あるいは計算によって解析し予測する方法をいう。
	貯留層モデル	CO ₂ 挙動予測シミュレーションにおいて、種々のパラメータを与えた後のモデルのこと。
タ行	貯留層モデリング	貯留層シミュレーションにより、貯留層モデルの修正・更新を行う作業のこと。
	泥水検層	坑井掘削時に、地表に各種のセンサーを設置し、地表にもどってくる循環泥水に含まれているガスの種類や量、掘削中のパラメータを測定する調査方法。
	泥岩	主として粘土(粒子直径1/256mm以下)ならびにシルト(粒子直径1/256～1/16mm)によって構成された堆積岩。
	デコンボリューション	反射法弾性波探査データ処理において、振源特性、観測機器の特性、地層特性等の影響を除去して記録の分解能を高めるフィルターののこと。
	デュアルセンサー	弾性波探査の受振器のうち、ハイドロフォンとジオフォンの両方を受振装置(センサー)として使用すること。
	土壌溶出基準	有害物質が地下水に溶出し、その地下水を飲用することによる健康リスクに対する基準値。1日2リットルの地下水を飲用することを想定し、一生(70年間)にわたりその地下水を飲用しても健康に対する有害な影響がない濃度として設定される。
	トップアウトジョブ	セメンチング作業の一種で、極浅部のケーシングに対し、地表からセメントを流し込む作業。

五十音	用語	説明
	トモグラフィ	調査対象をその周辺の様々な方向から多数の投影データを取得し、それらを用いて画像化する技術。
	トレース	弾性波探査において時間的に連続して観測された一観測点のデータ、あるいはこのデータの経時変化を連続する線として表示した波形のこと。
	トレース均等化 (Cross-equalization 処理)	繰り返し弾性波探査のデータ処理において本来は変化が生じない同一地点のトレースデータに変化が生じることを補正するフィルター処理の手法。 処理に使用するフィルターはマッチングフィルターと呼ばれる。
	トリップ	坑井の掘削作業において、ビットの交換や掘削編成の変更のために掘削編成を揚降する作業のことをいう。また、坑内状況の確認や、坑内に停滞している掘り屑の除去のために、掘削編成を一定区間揚降する作業のことをいう。 後者の坑内状況の確認等のトリップの場合、比較的長い区間の揚降を行うワイパートリップと短い区間の揚降を行うショートトリップとがある。
ナ行	ナフサ	石油化学品原料やガソリンの基材として利用される石油製品の一つ。 本書では、水素製造装置の原料として利用されている。
	ニアオフセット	弾性波探査において、発振点から受振点までの距離が短い状態や、そのような状態で取得されたデータのことを指す。
	二次元弾性波探査 (2D探査)	直線状に発振点、受振点を配置し、測定を行い、測線に沿う地下構造を把握するための反射法弾性波探査。
	二次鉱物	Secondary mineral。既存鉱物が地層水・天水や空気などと反応して別種の鉱物に変化した鉱物。
	ニスキン採水器	浅海域から外洋域に広く使われている気密性に優れた塩ビ製の採水器。任意の深度で上下の蓋を閉め採水する。
	二相流シミュレーション	物質の3相(気体、液体、固体)のうち、2相が混在する流れをシミュレーションすること。CCSにおいては、地層水と超臨界CO ₂ の二相流を取り扱う。
	ノッチ周波数	海域における弾性波探査においてエアガン深度や受振器深度に関係して特定の周波数の信号レベルが大きく低下する現象が生じる。そのような信号レベルが低下する周波数をいう。
ハ行	背斜構造	褶曲の1種で、上に凸の形態のもの。
	ハイドロフォン	海上の地震探査などで使用されるセンサーのこと。水中で、音圧変化を電圧に変換するセンサーであり、原理は空中の音圧を捉えるマイクロホンと同じである。
	パイロットトレース	弾性波探査記録のトレースの中で、比較の対象とする基準のトレースのことで、有意なシグナルが含まれているトレースが選ばれる。
	白亜紀	用語集末尾の表2「地質年代表」参照。
	パッカー (Packer)	ケーシングとチュービングの間の環状の間隙を閉塞する装置。
	パーフォレーション 孔	火薬を用いケーシングや地層を穿孔する操作をパーフォレーションといい、それにより形成された孔隙(穴)を指す。
	バライト (重晶石)	4.0g/cm ³ を超す高比重の鉱物。掘削泥水に混入し、比重を上げるために用いる。
ハ行	反射係数	弾性波が2つの層の境界面に入射した場合、弾性波のエネルギーの一部は境界面で反射し、残りは透過する。入射波の振幅を1としたときの反射波の振幅Rのことをいう。

五十音	用語	説明
	反射波イベント	弾性波探査の隣り合ったトレースにおいて反射波の信号が連続して表れている様のことをいう。反射波列ともいう。
	バンドーン型採水器	任意の水深で採水できる円筒型の採水器。水質分析の試料採取などに広く使用されている。
	ハンマリング	水撃作用のこと。管路内を流体が充滿して流れているとき、ポンプの停止・弁の急閉などにより流れを急に止めると、流体の慣性によって大きな圧力上昇が生じ、この圧力上昇は圧力波となって管内を伝わる。弁を急に開いて圧力が急降下したときにも同様の現象が起きる。
	非構造的帯水層	本書では、伏せたお椀のような明確な封じ込め構造を形成しないが、上位に浸透性の低い遮蔽層を伴う帯水層をいう。
	微小振動	荷重をかけたり、流体を圧入したりすることにより、地層内で生ずる可能性のある極めて微小な振動。
	ヒストリーマッチング	石油ガス開発において、将来的な挙動予測計算を行うにあたり、対象油ガス層の過去の生産実績およびモニタリングデータとシミュレーション結果が整合するように、浸透率、相対浸透率、流体性状などのパラメータについて貯留層モデルの修正を行う作業のこと。
	比抵抗検層	岩石の物理量の1つでの単位体積当たりの抵抗値を測定する物理検層種目。
	比抵抗トモグラフィ	探査対象領域(地下)の比抵抗を測定して地層の断面等の構造や物性を把握する手法のこと。電気抵抗トモグラフィともいう。
	ビット	地層を削る掘削用の器具。地層強度に合わせて種々のビットが使用される。代表的なビットは刃が三つのコーンに埋め込まれたトリコーンビットである。この他、焼結ダイヤモンドを加工して刃を持つPDCビットなどがある。
	ピル	比重や粘性を調整した掘削泥水の少量のもの。
	不攪乱柱状採泥器(アクリルコアラ)	堆積層を乱さずに、堆積物の柱状コアを採取するための器具。アクリル内管とステンレス外管からなり、アクリル管内に堆積物柱状コアが採取される。
	物性解析	物理探査手法によって地層を構成する岩石の物性値、すなわち物理的特性(密度、弾性波速度、孔隙率、浸透率など)を求めること。
	物理検層	坑井掘削時に、各種のセンサーや測定器を坑内に降下させ、種々の物理量を測定する調査方法。
	浮泥画分	堆積物表層の水中から沈降して堆積した新しい堆積物のうち、粒径が小さく含水率が高いものは比重も軽いため、流動性に富んでいる画分(フラクション)をいう。 流れがない場合には、堆積物表面を覆うように存在するが、流れがあると簡単に流される。
	ブライン	坑井の仕上げ時に坑内に置く塩水。
	フラクチャー	地層ができた後に力学的な力が作用して生じた割目。
	フラクチャー解析	3D探査のデータ等を基に、フラクチャーの生じている方向や発達を推定する解析。
	フラックス	物質が移動する場合の流れの大きさ。
	フランボイダル状黄鉄鉱	Framboidal pyrite。堆積岩中で、顕微鏡のオーダーで結晶が木苺の実状の集合状態を成す黄鉄鉱を示す。

五十音	用語	説明
	ブリッジプラグ	ブリッジプラグについている合成ゴム等を押し拡げることにより、坑内を遮蔽する機器。通常はケーシング内にセットされる。
	フレアー	可燃性の余剰ガスを燃焼して無害化すること、あるいはその装置。
	フレースタック	可燃性の余剰ガスを燃焼して無害化する装置。
	ブロア	遠心式送風機の一つで、空気その他の気体を圧縮して移送するための装置。
	ベースライン (Baseline)	CO ₂ 圧入前の状態のこと。ベースラインのデータは、圧入後のデータと比較することにより変化を知ることができるため、モニタリングでの基準データとなる。
	偏光顕微鏡	鉱物を識別するための顕微鏡。2枚の偏光板が装備され、組み合わせによりオープンニコル、クロスニコルの異なった観察様式が可能となる。それぞれの観察様式において示す特性から鉱物を識別する。
ハ行	偏距	井戸の掘削点と到達点の水平座標間の距離。
	ベントス (底生生物)	海底に生息している生物で、海底を這い回ったり、穴を掘ったり、岩などに付着するなどしているもの。
	放射境界条件	数値モデルの側面開境界条件の一つで、境界で波が反射しないように放射させる条件。
	飽和率	地層の孔隙を占める流体や気体の容積と全孔隙容積の比率。
マ行	マイグレーション	1. 反射法弾性波探査のデータ処理に含まれる処理ステップのひとつ。 反射法弾性波探査では、反射波はその到達方向によらず入射した受振点での往復走時として記録される。これをそのまま横軸を受振位置、縦軸を往復走時として表示すると、傾斜した反射面や地下回折源からの反射波はその真の位置ではなく、その受振点直下に表示されることになり、またその往復走時は真の深度と対応していないため、表示される記録断面は歪んだイメージとなる。例えば重合記録断面では、背斜構造は見掛け上大きくなり、逆に向斜構造は見掛け上小さくなる。マイグレーションは、このような反射波をその反射点・回折点に対応する水平位置と垂直往復走時に移動する処理である。地層の起伏の形状や、断層の位置・傾斜の把握をより正確に行えるようになる。 2. 地層中における、流体(石油や水)やガスの移動のこと。
	マッピング	同じ特徴を持つ分布範囲を特定すること。反射法弾性波探査のデータ処理に含まれる処理ステップのひとつ。
	マルチアトリビュート解析	坑井位置で観測される貯留層特性が坑井の存在しない場所でどのように分布するのかを弾性波探査データを介して予測するものであり、弾性波探査データの有効利用技術の一つ。
	水飽和率	岩石中の孔隙容積を1とした場合、その中に含まれる地層水の量を比率で表したもの。空隙の残りの容積(1－水飽和率)は石油・ガスで充填されていると考えられている。
	密度躍層	海水の密度は深さと共に増大していくが、その鉛直勾配の大きな層。
ヤ行	有義波	20分程度の時間内に観測された波を、高いものから順に1/3を選んで、それらの波の平均波高と平均周期を有する波のこと。この定義から1/3最大波ともいう。 有義波の波高・周期は、熟練した観測者が目視観測で報告してくる波高・周期に対応するように決められたもので、複雑な形状をもつ海洋の波浪の簡便な表現法として広く用いられる。有義波の波高・周期は、天気予報等でも用いられる。

五十音	用語	説明
ラ行	ライナーケーシング	坑内の一部(下部)のみにセットされるケーシング。 前段にセットされるケーシングに吊るしてセットされることが多い。
	裸坑部	坑内において坑壁がいまだケーシングにて保護されていない部分。
	ラディアルトレース ギャザー	反射法弾性波探査のデータにおいて空間-時間領域のデータを振源からの見かけ速度が一定な直線に沿ってリサンプルし、見かけ速度-時間領域に変換したものの。
	ラディアルフロー	放射方向の流体の流れ。
	ランダムノイズ	周波数や振幅、発生周期が不規則な信号のこと。
	リークオフテスト	坑井掘削作業において、地層強度の把握のため坑井内に流体を圧入し、圧力に応じた圧入量の変化をみる試験のこと。エクステンデッドリークオフテストは再現性の確認のため、これを繰り返し実施すること。
	リボイラー	再生塔において、水蒸気等を熱源として吸収液に熱を与える装置(熱交換器)。
	礫岩	主として礫(粒子直径2mm以上)によって構成された堆積岩。
	連成シミュレーション	複数の物理現象を同時に取扱う数値シミュレーション。
	漏洩	本書では、貯留対象とする貯留層からの、圧入したCO ₂ の移動をいう。
ワ行	漏出	本書では、地中から大気または海洋への、圧入したCO ₂ の移動をいう。
	ワイヤーライン (アーマードケーブル)	坑内の検層作業等で使われるワイヤーケーブル。電気信号で坑内の情報をリアルタイムで地表に伝達することができる。
	ワイヤーライン作業	坑内にドリルパイプ等の鉄管を降下させるのに替えて、ワイヤーラインで行う坑内作業。主なものに物理検層がある。

表 6-3 (2) 用語集 (英字)

英字	用語	説明
A	API規格	American Petroleum Institute(米国石油協会)が定めた石油の精製、輸送、試験法等に関する規格。
	AGC	Automatic Gain Control。入力信号が弱い場合にはレベルを上げ、逆に入力信号が強い場合にはレベルを下げて出力することによって、出力が常に一定であるように、入力データを自動的に可変制御することができる処理のこと。
	AVO	Amplitude Variation with Offsetの略。反射法弾性波探査において、反射波の振幅がオフセット(発振点と受振点との距離)に伴い変化する現象のこと。 一般に、含ガス貯留層上面では、P波の弾性波速度が大きく減少するため、オフセットの増加とともに負の方向に振幅が増加する(振幅の絶対値は大きくなる)顕著なAVO変化が見られる。
	AVO応答	AVO解析においてオフセットによる振幅変化がどのように表れるかの反応のこと。クラスⅠからクラスⅣに分けられる。AVO異常ともいう。
	AVO解析	反射法弾性波探査において、AVO変化(オフセットによる振幅変化)を抽出し、物性を推定する物理探査の解析手法。
C	CCS	Carbon dioxide Capture and Storage。CO ₂ の回収と貯留のこと。

英字	用語	説明
	CDP	Common Depth Point。反射法弾性波探査において同一の反射点に対応する受振点と発振点のペアからなるトレース群のこと。 水平構造の場合、共通反射点は発振点と受振点の midpoint に位置するため、CMP (Common Mid Point)ともいう。地下の反射点在同一であれば、反射波の進む経路にかかわらず、ほぼ同様な波形の反射波が得られる。
	CIP	Common Image Point。反射法弾性波探査のデータ処理において重合前処理の共通反射点のトレース群。
	CMP	Common Mid Point。CDP(Common Depth Point)と同義。反射法弾性波探査において共通反射点のこと。
	CO ₂ 挙動予測シミュレーション	本書では、貯留層にCO ₂ を圧入した際の温度・圧力や貯留層内での拡がりを予測するシミュレーションをいう。
	CO ₂ 挙動モニタリング	貯留層内におけるCO ₂ の移動・拡散・固定化といった分布状況の経時変化を物理的、化学的手法により把握すること。
	CO ₂ ブルーム	CO ₂ 地中貯留では、圧入したCO ₂ は貯留層内などに拡がるとともに、徐々に地層水に溶解し、溶解CO ₂ (HCO ₃ ⁻ などのイオン)になる。 CO ₂ ブルームとは、圧入に伴うCO ₂ が拡がっている範囲のうち、まだ溶解CO ₂ となっていないCO ₂ が存在する範囲を指す。
	CO ₂ 分離・回収	石炭ガス化ガス・化学合成ガス・天然ガスなどから、製品不純物としてのCO ₂ を除去することを分離という。 地中にCO ₂ を貯留するには、これらのガスや燃焼排ガスからCO ₂ を分離してさらに貯留用に回収する工程を分離・回収という。
	CO ₂ 飽和率	ここでは、貯留されたCO ₂ のうち地層水に溶解していない気体の全孔隙容積に対する比を示す。
	COD (化学的酸素要求量)	Chemical Oxygen Demand。水中の被酸化性物質を、酸化に要する酸素量で示したものである。代表的な水質の指標の一つで、水の汚染度を示し、CODが高いほど汚染度が高い。
E	EOR (石油増進回収法)	Enhanced Oil Recovery。水やガスを地下に圧入して石油を移動させて生産井へと送り出すことによって原油生産量を増加させたり油田の生産寿命を延ばしたりする手法。CCSと組み合わせて、回収したCO ₂ を地下に圧入することによって石油生産量を増やすことができる。
	EPC	Engineering、Procurement、Construction。設備の設計、調達、建設。
	EU-ETS (EU域内排出量取引制度)	European Union Emission Trading Scheme。2005年1月から開始(第1フェーズ: 2005~2007、第2フェーズ: 2008~2012)。発電所、石油精製、製鉄、セメント等のエネルギー多消費施設が対象。各加盟国は対象施設に排出枠(EU-Allowance)を交付。各施設は各年終了後に、排出量と同量の排出枠を政府に提出する義務あり。義務を果たすため、排出枠等を買ってくることもできる。
F	f平面モデル	海の流れには地球の自転に起因する慣性力であるコリオリの力が働く。コリオリの力は緯度に依存する力であるが、緯度方向に狭い領域であれば、緯度依存性は小さい。 コリオリの力の緯度依存性を考慮していないモデルをf平面モデルという。
	FEED	Front End Engineering Design。概念設計・FSの後に行われる基本設計。
G	GEM	CMG社(カナダ)の貯留層シミュレーションソフトウェアの名称。

英字	用語	説明
N	NMO補正 (動補正)	Normal Move Out correction。振源距離(振源と受振点間の距離、オフセット距離ともいう)と反射波走時(反射波出現時刻)の関係は、簡単な幾何学的考察により双曲線となる。CDP重合を行って記録の質を高めるには、その前にその双曲線に沿って反射波走時の違いを補正しなくてはならない。これをNMO補正という。
P	Packer (パッカー)	ケーシングとチュービングの間の環状の間隙を閉塞する装置。
	PDCビット	正式名称はPolycrystalline Diamond Compact(PDC)カッタービット。ビットのタイプの一つで、刃(カッター)に焼結ダイヤモンドを使用したもの。
	PSA	Pressure Swing Adsorption。物理吸着を利用して目的ガス中の不純物を除去する方式のひとつ。系内の圧力を変動させることによって、目的成分の吸着と脱着を行う。水素製造装置等で用いる。
	P波	Primary wave(第一波)またはCompressional wave(疎密波)ともいう。進行方向に対して平行に振動し、固体・液体・気体中を伝搬する弾性波。
	P波速度、P波弾性波速度	P波の進行する速さ。S波速度よりも速い。
	P-S変換波	S波のうちSV波は、P波に変換する場合(SV-P変換波)やP波からSV波に変換する場合(P-SV変換波)があり、通常P-SV変換波のことをP-S変換波という。
R	RMS振幅比	振幅値の二乗平均平方根の比。
S	S/N比	Signal to Noise ratio。ある時点の信号エネルギー(振幅とする場合もある)を残りのエネルギー(雑音)で除したもの。弾性波探査においてはS/N比の向上が重要であり、データ処理時における重合、各種フィルタリング処理などさまざまな手法が用いられる。
	S波、SH波、SV波	S波は、Secondary wave(第二波)またはShear wave(ねじれ波、たわみ波もしくは剪断波)のことをいう。固体中を伝わる。 S波は弾性波の伝播方向(進行方向)と粒子の振動方向が垂直な波であり、その内、地表面に平行に振動するものをhorizontalの頭文字をとってSH波、地表面に垂直方向に振動するものをverticalの頭文字をとってSV波という。
	S波速度	S波の進行する速さ。P波速度より遅い。
	SS (浮遊物質、懸濁物質)	Suspended Solids。水質指標の一つ。水中に浮遊する粒径2mm以下の不溶解性物質の総称であり、重量濃度(mg/L)で表される。
T	TDS	Top Drive Drilling System。掘削装置の機器の一つでドリルパイプに地表から回転を与える装置。
	TOUGHREACT	非等温・多成分・多相系流体シミュレータとして実績のある三次元積分差分法コードで、TOUGH2をベースに開発された化学反応を考慮できる物質移行解析シミュレータの名称。
	TOUGH2	米国ローレンスバークレイ国立研究所のK. Pruess博士らが開発した、地熱・核廃棄・産業廃棄物(揮発性溶媒)等の多成分多相状態での地下水の三次元流動を取り扱う有限差分法数値モデルシミュレータの名称。 状態方程式モジュールを交換することで、気液二相状態で、多くの地下流動を取り扱うことが可能。

英字	用語	説明
V	VSP (垂直弾性波プロファイリング)	Vertical Seismic Profiling。坑井内に受振機器を設置して、地表で発生させた弾性波を測定し、地質構造を知る手法。地表での弾性波探査よりも分解能の高い記録が得られるほか、深度と伝播時間を直接計れるため深度変換用の速度を正確に求められる。

表 6-3(2) 用語集 (英字)

数字	用語	説明
2	2D探査 (二次元弾性波探査)	直線上に発振点、受振点を設け、データ取得を行う弾性波探査の手法。そのため反射点も線状に分布し、得られる記録は二次元の断面図である。
3	3D探査 (三次元弾性波探査)	受発振点を面的に配置してデータを取得する弾性波探査の手法。反射点分布がある領域内に均等に分布させることから、三次元的なデータを得ることができる。
	3Dボリューム	水平2方向および鉛直(深度)方向に並ぶ三次元弾性波探査データの集合体のこと。水平方向は、ビン間隔、鉛直方向は時間もしくは深度で規定される。
4	4D探査 (四次元弾性波探査)	3D探査をある時間間隔で繰り返して実施し、その差分から地下の変化を推定する手法。 なお、2D探査／3D探査を問わずに、時間において繰り返し弾性波探査を行う手法をタイムラプス探査(Time lapse seismic survey)という。
	4Dノイズ	4D探査において再現性を低下させる要因となる要素全般のこと。 発振点、受振点位置の違いや潮位変化等が原因となる。
	4Dビンニング	比較対象とする2つの弾性波探査のトレースについて、受発振点のジオメトリ誤差が一定値以上のトレースを重合処理に用いない処理手法。

(3) 地質年代表

表 6-4 地質年代表

界／代	系／紀	統／世	階／期	年代／ 百万年前
新生界／代	第四系／紀	完新統／世		0. 0117
		更新統／世	上部／後期	0. 126
			中部／中期	0. 781
			カラブリアン	1. 80
			ジェラシアン	
	新第三系／紀	鮮新統／世	※	2. 58
		中新統／世	※	5. 333
	古第三系／紀	漸新統／世	※	23. 03
		始新統／世	※	33. 9
		暁新統／世	※	56. 0
中生界／代	白亜系／紀	※		66. 0
	ジュラ系／紀	※		145. 0
	三畳系／紀	※		
古生界／代	※			201. 3 ±0. 2
				252. 17±0. 06
				541. 0 ±1. 0

注 1) ※：記載を省略。

注 2) 「界」「系」「統」「階」は各地質時代に堆積した地層区分を表す場合に用い、「代」「紀」「世」「期」は地質時代を表す場合に用いる。

注 2) 出典：日本地質学会の国際年代層序表（2014 年 2 月）から抜粋して作成。