

に、新たに小型コリオリ流量計（耐圧設計）を設置して、0.024トン/時（年間190トン）を精度±1.1%で測定する。

（2） 保全点検と設備状況の確認

3年間の日常保全、定期保全（Scheduled Shutdown Maintenance：SDM）の実績に基づいた点検実績と設備使用実績（腐食、故障など）をまとめる。

初年度（2016年度）6月前後に第1回SDMを実施し、予め計画した機器を開放し内部を点検する。次年度及び最終年度の6月前後にもSDMを実施し、同様の開放点検を実施する。

各SDM期間中に予め選定した機器の局所的腐食劣化状況を検査する。最終年度の翌年度（2019年度）は設備を撤去する計画であるので、その際には主要機器を開放し内部を点検し、腐食あるいは劣化、損傷のデータを採取する。

2.1.4 実証試験成果の活用及び実用展開

本実証試験の結果をまとめ、100万トン規模の地上設備（分離・回収、圧入設備）に実用展開する場合の技術課題とその実現のための手段、方法を明確にする。

そのためには、分離・回収、圧入の実用化（年間100万トン圧入）のトータルシステムモデルを想定し、本実証試験で得られた結果を基に分離・回収、圧入設備の最適化を検討する。

本実証試験では、排出源側（D1-1基地）のCO₂原料ガスの種類や供給条件の制限からCCSの分離・回収、圧入以外の大型設備も多数存在するため（高圧ボイラー、発電設備、D1-1基地への給電設備、PSAオフガスブローワー、PSAオフガス圧縮機などの設置）、将来の大規模CCSで実際に想定されるトータルシステムに並び替えて、更なる省エネルギー、低コスト化のシステムを検証する。

将来のCCSトータルシステムとして、既に世界的に稼働、建設しているプロジェクトを参考にして、天然ガス精製、水素製造、アンモニア/肥料製造、ガス化複合発電などを検討する。例えば、CO₂原料ガスの種類（還元性ガス、高CO₂分圧など）で類似のCCSプロジェクトとの比較としては、天然ガス原料による水素製造装置のCO₂除去プロセス（PSA法あるいは湿式法）のCO₂分圧が本実証試験のCO₂分圧0.47MPaAに近いため比較対象となる。

2.2 圧入実証試験

CO₂圧入は3年間にわたり実施する。本事業はその1年目となる。圧入は以下に説明する試験圧入と本圧入に区分する。

2. 2. 1 試験圧入

2016年4月から5月（SDMによるCO₂供給中断前）に萌別層圧入井（IW-2）に対する試験圧入を実施する。3段階程度のステップレート圧入により、レートアップとレートダウンを複数回行い、圧入指数やスキんファクターの変化を確認する。また、最大レートでの定量圧入を一定期間実施し圧入性を確認する。定量圧入の期間は、SDM期間を考慮して調整する。その後、徐々にレートダウンし、適切な圧入レートで坑井をシャットイン（密閉）して、フォールオフ試験を実施する。シャットイン期間はSDM期間を考慮して決定する。

滝ノ上層圧入井（IW-1）へは平成29年度事業にて試験圧入を実施する。

2. 2. 2 本圧入

本圧入は2段階に区分され、その初期段階（本圧入初期段階）は定期的なフォールオフ試験を実施して貯留層の性状の変化を把握し、その後の継続段階（本圧入継続段階）はオフガス供給量あるいは貯留層の圧入性等を考慮した一定レートによる圧入を継続するものである。

萌別層への本圧入は、低レートでCO₂の圧入を開始し、3段階程度のステップレート圧入を実施し、各24時間程度の定量圧入を実施しながら徐々に圧入レートを上げ、圧入指数、PQプロット等による解析を実施し、圧入性を把握する。最大圧入可能レートに到達後、定量長期間圧入に移行する。2～3ヶ月の頻度で定期的に圧入井をシャットインし、フォールオフテストを実施することで、坑井近傍のスキん、貯留層圧力等の推移を確認する。1回のシャットイン期間は10日間程度を見込む。

2. 3 モニタリング及び貯留層評価

観測井、常設型海底受振ケーブル、海底地震計及び陸上設置地震計により、CO₂を圧入する前のベースラインデータ（貯留層の温度及び圧力観測、微小地震、自然地震観測）を2014年2月から連続的に取得してきた。圧入井における貯留層の温度、圧力の連続観測は2015年2月から実施してきた。これらは2016年度も継続する。

弾性波探査については、常設型海底受振ケーブルを受振器とした二次元弾性波（2D）探査のベースラインデータを2013年に取得済みであり、三次元弾性波（3D）探査のベースラインデータは2009年度に取得済みである。2016年度は2D探査を実施する。観測井と圧入井における温度及び圧力の観測結果と2D探査の結果は、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海防法）」に係る監視結果として、当省から環境大臣に報告される。

モニタリング設備及びモニタリング項目を表1に示す。

表1 モニタリングの概要

モニタリング設備	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	連続測定	浅ノ上層圧入井(IW-1) 扇別層圧入井(IW-2)
観測井	坑内温度、坑内圧力 微小振動、自然地震	連続測定	浅ノ上層観測井(OB-1、OB-3) 扇別層観測井(OB-2)
常設型海底受信ケーブル (OBC)	微小振動、自然地震	連続測定	貯留地点直上付近を通過する1測線
海底地震計 (OBS)	微小振動、自然地震	連続測定	貯留地点直上付近1台 貯留地点周辺海域に3台
陸上設置地震計	微小振動、自然地震	連続測定	苫小牧市内1ヵ所 他にHi-net観測データを利用
二次元弾性波(2D)探査	貯留層中のCO ₂ 分布	定期的を実施	OBCを利用
三次元弾性波(3D)探査	貯留層中のCO ₂ 分布	圧入中1回 圧入後1回	
海洋モニタリング	海洋データ	定期的を実施	四季ごとに生物生息状況、物理的・化学的環境状態を測定

CO₂の圧入に伴う貯留層の温度、圧力の変化の実測値を、圧入開始前に作成した地質モデルを使用した数値シミュレーションによる予測結果と比較し、乖離が生じた場合にはヒストリーマッチングにおけるパラメータ調整などにより地質モデルの修正を行う。あわせて、2D探査で確認された分布範囲を数値シミュレーションによる予測結果と比較することにより地質モデルの修正を行う。

2.4 海洋環境調査

実証試験の継続に必要な法規制に係る許認可申請や届出について、所轄の行政機関等に事前調査のうえ、必要な書類等を整え、手続きを実施する。

海洋の水環境、海底環境及び海洋生物の生息状況を把握する海洋環境調査（海洋モニタリング）は、海防法に係り実施する監視事項であり、その結果について、当省が実施する環境省への報告を補助する。

海洋環境調査のCO₂圧入前のベースデータの取得は、2013年度から2014年度にかけて実施した。2016年度の海洋環境調査については、4回程度の現地調査を実施する。

また、海防法に基づく監視計画の変更に伴い、追加された調査項目について、その手順等について再検討し確認を行う。

2.5 CCSに関する法規制等の動向調査

国内外のCCSに関する法規制や技術基準、ガイドライン等の調査は、これまでの事業（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るもの）」）においても実施してきた。本事業においても調査を継続し、国内法規制の在り方を検討するための資料として供する。国内外のCCSプロジェクトについても調査を継続し、本事業の推進及び今後の国内におけるCCSプロジェクトの策定に資する。

2.6 CCSプロジェクトの動向調査

先行している海外CCSプロジェクトの成果や進捗状況が国際会議で発表されている。CCS実証試験を進める事業者として、このような国際会議に出席しCCSに関する情報を収集すること、また、海外プロジェクト実施者と個別に情報を交換し詳細情報を収集することは、CCS実証試験を効率的に遂行するために有意義である。そのため国際会議への参加や海外CCSプロジェクト実施者との情報交換を計画する。

2.7 社会的受容性に係る理解促進活動

平成24年度からの4年間の広報渉外活動を通じて、苫小牧市役所ほか地元の団体・組織及び苫小牧一般市民、さらには国内の団体・組織から一定の理解を得たが、平成28年度よりCCS実証試験事業が開始されることを踏まえて、この4年間で培った経験を基に、従来にも増して正確で丁寧な説明と対応を心掛けて広報渉外活動に取り組む。具体的な取り組みは以下のとおりである。

- ・地元市民や関係団体に対する事業計画や進捗等並びにCCS意義・技術・安全性の説明
- ・展示会や講演会、現地見学会等の開催
- ・エコプロダクツや環境展その他の環境関連展示会への出展
- ・学会発表、各種団体や大学等での講演
- ・受託者ホームページでの情報開示
- ・メディアを通じた情報発信活動
- ・CCS実証試験説明用ツールの制作

また、地球温暖化対策の一環として日本においてもCCS技術に積極的に取り組んでいることを広く海外にもアピールするために、国際会議での講演、展示会への出展や受託者ホームページを通じた情報発信活動を実施する。

2.8 社外有識者による技術指導

各種モニタリングデータ及び貯留層状況の総合解析等、本事業の進捗に応じて、定期的に社外有識者による技術指導を得て、本事業の円滑な運営に資する。

3. 研究開発実施スケジュール

3. 1 事業実施期間

契約締結日から平成29年11月30日まで。

3. 2. 実施スケジュール

	平成28年度				平成29年度				平成30年度				平成31年度				平成32年度			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
(1) 地上取償 における実証試 験																				
(2) 圧入実証 試験																				
(3) モニタリ ング及び貯留層 総合評価																				
(4) 海洋環境 調査																				
(5) CCSに 関する法規制等 の動向調査																				
(6) CCSプ ロジェクトの動 向調査																				
(7) 社会的受 容性に係る理解 促進活動																				
(8) 社外有関 者による技術指 導																				
(9) 成果報告 書の作成																				

4. 事業の実施計画

- (1) 地上設備における実証試験
- (2) 圧入実証試験
- (3) モニタリング及び貯留層評価
- (4) 海洋環境調査
- (5) CCSに関する法規制等の動向調査
- (6) CCSプロジェクトの動向調査
- (7) 社会的受容性に係る理解促進活動
- (8) 社外有識者による技術指導

6. 報告書の作成

上記2. 事業の内容を実施し取りまとめた事業報告書を作成する。

7. 成果物

事業報告書：電子媒体（DVD等の記録媒体に保存）3式

CCS事業解説用DVD：1式

8. 成果物の納入場所

当省産業技術環境局 環境政策課 地球環境連携室

9. 支出計画書

別添支出計画書のとおり。

(別紙1-1)

実施計画書(仕様書)

平成28年度二酸化炭素貯留適地調査事業

1. 事業概要

我が国においては、地球温暖化抑制のための有効な対策の一つとして期待されている二酸化炭素回収・貯留(CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)技術の2020年頃の実用化を目指し、苫小牧地点においてCCS大規模実証試験事業が推進されている。CCS導入の前提となる二酸化炭素貯留適地の調査については2013年4月に経済産業省と環境省による「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」において、2050年目標との関係から、国は、早期に結果が得られるよう取り組むこととされている。

これを受け、平成28年度二酸化炭素貯留適地調査事業(以下、「本事業」と言う。)では、経済産業省及び環境省の共同事業により行われた「平成27年度二酸化炭素貯留適地調査事業に係る有識者委員会」(以下、「H27有識者委員会」と言う。)において検討された調査候補地点をベースとして、二酸化炭素の貯留適地調査を行う。また、2017年度以降の調査地点の選定及び調査計画(案)の作成を行う。これら業務の実施に当たり、有識者による確認と指導・助言を受けるために委員会を開催し、当該委員会の事務局として円滑な運営を図る。

2. 事業内容

(1) 二酸化炭素貯留適地調査に係る弾性波探査の実施

二酸化炭素貯留適地調査を行うに当たり、H27有識者委員会において検討された調査候補地点をベースとして、民間等の保持する既存の弾性波探査データ(以下、「既存民間等探査データ」と言う。)の確認を行った上で、調査対象区域として、地元との調整及び経済的な観点から妥当と考える3カ所程度を委託者と協議の上、選定する。

選定した地点に対しては、必要に応じてH27有識者委員会の検討結果に加えた調査を行った上で、既存民間等探査データの入手に最大限努めることとし、既存民間等探査データが不足する場合は新たに弾性波探査データの取得を検討する。入手した探査データについては整理・概略解釈した上で概略評価を行う。

(2) 2017年度以降の調査候補地点の選定及び調査計画(案)の作成

2017年度以降の調査候補地点の選定、調査計画(案)及び測線計画(案)の策定を行う。さらに、各調査候補地点について、調査費用の概算及び調査スケジュール(案)の作成を行う。

なお、当該計画における調査候補地点については、以下に示す調査等を行った上で、選定する。

- a. 平成27年度二酸化炭素貯留適地調査事業(以下、「H27事業」と言う。)において二次元弾性波探査等により、データを取得し、概略評価を行った地点について、貯留可能量の評価を含む地質構造解析を行う。
- b. 上記 a. の対象地点以外の地点については、必要に応じて既存民間等探査データの取得及び追加文献調査を行った上で、調査候補地点を特定する。

(3) 2017年度以降の二酸化炭素貯留適地調査に向けた準備業務

上記(2)で策定した調査計画(案)に基づき、2017年度以降の調査を円滑かつ速やかに進めるために2016年度内に着手することが望ましい業務は、準備業務として着手する。

具体的には調査の優先度が高い区域の自治体等から漁期等の基本情報を収集するとともに、二酸化炭素貯留適地調査への自治体の考え方、協力を得るための進め方等を整理する。

(4) 入手したデータ・情報の整理

本事業で入手したデータや情報については、必要に応じて、データや情報の提供者から公開に係る了解を得る等、適切に管理を行った上で、WEB向けに情報の公開を可能とするべく整理する。

(5) 社会的受容性の醸成活動

社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動等を計画し実施する。

(6) 委員会による調査業務の推進

本事業を的確に実施するために、第三者の有識者により構成される委員会を設け、指導及び助言を受ける。また、委員会事務局として円滑な委員会の運営に努める。

(7) 成果報告書の作成

本事業での成果を、成果報告書として取りまとめる。

4. 成果物

成果報告書の電子媒体（透明テキスト付きPDFファイル）並びに調査で得られたデータ及び情報の電子媒体（CD-ROM等の記録媒体に保存） 5式

5. 成果物の納入場所

経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 地球環境連携室
環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室

6. 事業実施期間

委託契約締結日から平成30年1月31日まで

7. 支出計画

別添1支出計画書のとおり。

8. 情報セキュリティの確保

受託者は、下記の点に留意して、情報セキュリティを確保するものとする。

（1）受託者は、委託業務の開始時に、委託業務に係る情報セキュリティ対策とその実施方法及び管理体制について経済産業省及び環境省の担当官に書面で提出すること。

（2）受託者は、経済産業省及び環境省の担当官から要機密情報を提供された場合には、当該情報の機密性の格付けに応じて適切に取り扱うための措置を講ずること。

また、委託業務において受託者が作成する情報については、経済産業省及び環境省の担当官からの指示に応じて適切に取り扱うこと。

（3）受託者は、情報セキュリティ対策の履行が不十分と見なされるとき又は受託者において委託業務に係る情報セキュリティ事故が発生したときは、必要に応じて経済産業省及び環境省の担当官の行う情報セキュリティ対策に関する監査を受け入れること。

（4）受託者は、経済産業省及び環境省の担当官から提供された要機密情報が業務終了等により不要になった場合には、確実に返却し又は廃棄すること。

また、委託業務において受託者が作成した情報についても、経済産業省及び環境省の担当官からの指示に応じて適切に廃棄すること。

（5）受託者は、委託業務の終了時に、本業務で実施した情報セキュリティ対策を報告すること。

9. その他

受託者は、本仕様書に疑義が生じたとき、本仕様書により難い事由が生じたとき、あるいは本仕様書に記載のない細部については、経済産業省及び環境省の担当官と速やかに協議しその指示に従うこと。

(別紙1)

実施計画書（仕様書）

平成29年度苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業

本実施計画書は、平成29年度の苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業の実施計画を取りまとめたものである。

1. 苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業の概要

以下、苫小牧におけるCCS大規模実証試験事業を「本事業」と称する。我が国においては、地球温暖化対策の一環として、CO₂回収・貯留（CCS）技術の速やかな実用化が求められている。実用化のためには、実排出源から分離・回収したCO₂を用いて、実用に近い規模（年間10万トン規模）で分離・回収から圧入、貯留に至るまでのトータルシステムとしてCCS技術を実証する必要がある。

「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）」にて、CCS実証試験事業を実施するために必要な準備を苫小牧地点に整えた。すなわち、隣接する商業運転中の製油所の水素製造装置を排出源としたガス供給基地（D1-1基地）及びCO₂含有ガスからCO₂を分離・回収/圧入する基地（D1-2/D0基地）を建設、また、苫小牧沿岸の2つの貯留層（萌別層、滝ノ上層）にそれぞれ圧入井を掘削した。試運転を2016年2月末までに完了した。実証試験設備のフローを図1に示す。

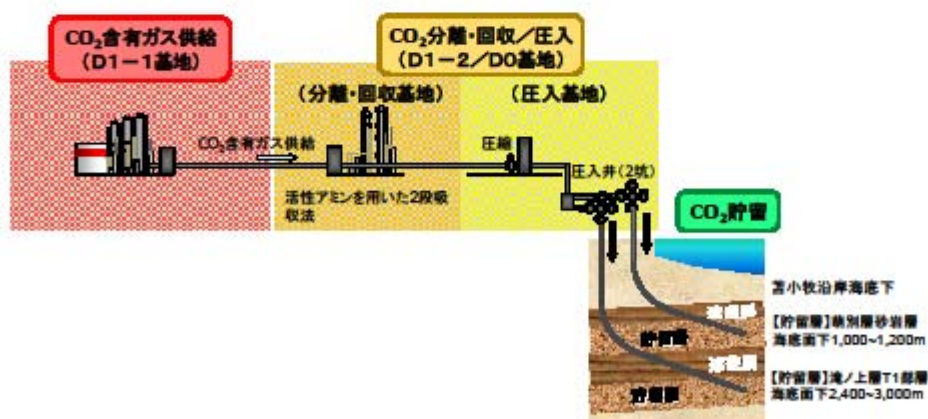


図1 苫小牧におけるCCS大規模実証試験設備のフロー

CO₂の圧入については、2016年4月から2019年3月までの計3年間、モニタリングについてはさらに2年間継続し2021年3月までの計5年間を計画している。平成29年度の事業はその2年目を担うものである。

圧入井については、平成24年度事業において滝ノ上層T1部層への圧入井（IW-1）と萌別層砂岩層への圧入井（IW-2）を掘削した。また、観測井として、滝ノ上層観測井OB-1、滝ノ上層観測井OB-3、萌別層観測井OB-2の3坑を整備し、坑内に温度計、圧力計及び地震計を設置した。微小振動、自然地震を観測するモニタリング設備として、常設型海底受振ケーブル1式、海底地震計4器、陸上設置地震計1器を設置した。苫小牧におけるCCS大規模実証試験設備の位置関係を図2に示す。



図2 苫小牧におけるCCS大規模実証試験設備

平成28年度事業において圧入試験を2016年4月から開始したが、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（以下、「海防法」と称する）に係る監視としての春季海洋環境調査の結果、海水の化学的性状調査の観測値の一部が追加調査の要否を判断する基準値を超過したことから追加の海洋環境調査及びその補足的調査を継続し、その間、圧入を停止した。2017年2月に圧入再開許可を受けて圧入試験を再開した。

これまでの実証試験事業において出された課題、指摘事項等を以下に記す。

2012年2月当省作成の「苫小牧地点における実証試験計画」の第1章第3項「苫小牧実証試験の技術的位置付け」に記載されている地上設備（分離・回収、圧入設備）の課題は以下のとおりにとめられる。

①システム全体

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

②分離・回収システム

D1-1基地及びD1-2/D0基地では、水素製造装置から送気されるCO₂含有原料ガス（PSAオフガス）からのCO₂分離・回収について、消費エネルギーの少ないモデルを実証する。

③圧入システム

異なるタイプの貯留層に対して、圧力とレートを的確に制御しながらCO₂を圧入、貯留する。

上記、苫小牧地点における実証試験計画第2章「実証試験計画（案）の内容」には以下の具体的な課題が記載されている。

- 1) CO₂分離・回収について消費エネルギーの少ないモデルを実証する。
- 2) 省エネルギー型分離・回収プロセスの性能を確認する（スチーム消費量と溶剤循環ポンプ動力の変化の測定、評価等）。分離・回収エネルギーは、現在運用されている分離・回収法におけるエネルギー値等を考慮して2.5GJ/t-CO₂以下を目標とし、費用対効果も勘案しながら、2.0GJ/t-CO₂以下まで低減することも狙う。
- 3) 圧縮設備における最適な制御システムを検証する（回転数制御及びアンチサージシステムの性能を確認し、CO₂を安定的に圧入できることを検証する）。
- 4) 圧入量の変動に対する圧縮設備の負荷追従性や電力消費量を確認する。
- 5) D1-2基地の分離・回収及び付帯設備に係るエネルギー消費データを蓄積し、エネルギー消費要因を明らかにする。
- 6) D1-2基地の分離・回収設備及び昇圧設備の運用実績を踏まえて、システム最適化に向けた課題を抽出し、対応策を取りまとめる。
- 7) 省エネルギー型プロセスの分離・回収エネルギーを実測、解析することにより、エネルギーの削減手法を検討する。
- 8) 実証設備の設計及び運転実績を踏まえ、実用設備のプロセス性能や長期運転性を確保するための設備設計等に関する基本的な考え方をまとめる。

2012年9月の総合科学技術会議評価専門調査会における指摘事項は以下のとおりであった。

- A) 本事業で年間10万トン規模のCO₂貯留で実証できる技術内容を明確にするとともに、100万トン規模に拡大する場合の技術的課題とその実現のための手段、方法を明確にする必要がある。

B) コスト削減目標（特に分離・回収コスト）を設定し、随時検証を行いつつその見直しを行っていくことが必要。

平成28年度以降の事業において、これら課題、指摘事項を解決し、トータルシステムとしてCCS技術を実証することを計画した。

2. 平成29年度事業の内容

(1) 地上設備における実証試験

① 平成28年度事業のまとめ

平成28年度は、4月～5月のCO₂試験圧入、D1-1基地の定期保全工事（Scheduled Shutdown Maintenance: SDM、6～7月）、8月～2017年1月の海洋環境調査、8月～12月の滝ノ上層少量圧入流量計設置工事、8月～2017年1月の燃焼装置設置工事などにより設備停止期間が長かったため、目標とした年間10万トン以上のCO₂分離・回収、圧入を達成することができなかった。得られた主な結果を以下にまとめる。

- 1) 2016年4月から2017年3月までのCO₂分離・回収量は44,000トン（見込み）、萌別層へのCO₂圧入量は23,000トン（見込み）である。
- 2) 分離・回収エネルギーは期待値の範囲内であった。100%負荷運転（CO₂分離・回収速度25.3t/h）においては、設計時の期待値1.13～1.22GJ/t-CO₂に対して実測結果は1.15～1.20GJ/t-CO₂、55～59%負荷運転（CO₂分離・回収速度13.9～14.9t/h）においては、設計時の期待値1.27～1.51GJ/t-CO₂に対して実測結果は1.27～1.29GJ/t-CO₂であった。平成29年度はさらに運転要因を検討して分離・回収エネルギー低減化の可能性を検討する。
- 3) CO₂ベントガス燃焼装置及びCO₂ベントスタックを新たに設置し、性能確認試験を終了した。
- 4) 滝ノ上層への少量圧入に備え、新たに少量圧入流量計を設置した。
- 5) CO₂圧縮制御システムを改善することにより、第1及び第2低圧圧縮機の各アンチサージシステム（ASC）と各圧力制御システム（PC）とにより、回収したCO₂全量を安定的に萌別層に圧入できることを確認した。
- 6) 実証試験設備のEPCデータを基に、将来の商業段階における、圧入したCO₂量あたりの費用（CCSコストという）を推算した。これは、圧入に要した費用を圧入したCO₂量（トン数）で除した値でありCost of CO₂ Capturedといわれ、以下の式で計算される。

$$\text{Cost of CO}_2 \text{ Captured} = \text{圧入に要した費用} / \text{圧入したCO}_2 \text{量}$$

その値は、年間20万トンの分離・回収、圧入では11,200円/t-CO₂、年間100万

トンでは6,558円/t-CO₂となった。

- 7) 単位量(1トン)あたりのCO₂の分離・回収、圧入のために新たに排出するCO₂の量(二酸化炭素排出係数)を考慮したCCSコストをCost of CO₂ Avoidedといい、以下の式で計算される。

$$\text{Cost of CO}_2 \text{ Avoided} = \text{Cost of CO}_2 \text{ Captured} / (1 - \text{二酸化炭素排出係数})$$

二酸化炭素排出係数は、年間20万トンケースでは0.179、年間100万トンケースでは0.160と算出され、Cost of CO₂ Avoidedは、年間20万トンケースで13,642円/t-CO₂、年間100万トンケースで7,807円/t-CO₂となった。

② 平成29年度事業の課題

平成29年度以降は、年間10万トン以上の圧入量を確保しながら、引き続き以下の課題に取り組み、実用化への展開を図る。

- イ) 本設備はCO₂の分離・回収について消費エネルギーの少ないプロセスを採用して設計したが、実際の設備におけるCO₂分離・回収エネルギーを検証する。また、分離・回収設備において、CO₂回収率を低下させ(80%~95%など)、分離・回収エネルギーの低減効果を実証する。
- ロ) タイプの異なる各貯留層に対して、各々、圧力とレートを的確に制御しながらCO₂を圧入するための圧縮設備における最適な制御システムを検証する。
- ハ) 緊急遮断システム等の安全システム及び装置個別の保安設備等の安全対策機能を確認し、また、開放点検時等に腐食、劣化、損傷状況のデータを採取し設備使用実績をまとめる。
- ニ) 得られた運転データ及び検討データからCCSコストを更新する。
- ホ) CO₂圧縮動力の低減など、実用化への改善を検討する。

②-1 設備運転及び性能検証

②-1-1 分離・回収設備

②-1-1-1 分離・回収エネルギーの検証

D1-1基地から供給されるPSAオフガス中のCO₂濃度は4.4%から5.9%の範囲で変動する。そのため、吸収塔出口CO₂濃度を一定値(0.1%乾式基準)に維持、すなわち、CO₂分離・回収速度を設備設計値の25.3t/h(年間20万トン回収に相当)等の一定値に維持しても、吸収塔入口CO₂濃度に応じてアミン溶液循環量を調節する必要が生じる。その結果、放散塔アミンリボイラーの熱量が変動することになり、分離・回収エネルギーも変動する。

CO₂回収率(下記、PSAオフガスの代表組成ケースにおける設計値99.9%以上)、回収CO₂純度(設計値99%以上)、CO₂吸収量(設計値:25.3t/h)及びアミンリボイラース

チーム消費量とポンプ動力を実測することにより、分離・回収エネルギー（GJ/t-CO₂）を算出する。

PSAオフガスの代表組成ケース（CO₂：51.6%、H₂：38.8%、CH₄：6.6%、CO：2.3%、H₂O：0.7%）においては、アミンリボイラーの蒸気消費量及び溶剤循環ポンプの動力を合算した分離・回収エネルギーは、期待値として1.13GJ/t-CO₂、最大値として1.22GJ/t-CO₂を想定している。

分離・回収エネルギーは以下の式で計算される。

$$\begin{aligned} \text{分離・回収エネルギー (GJ/t-CO}_2\text{)} &= \text{CO}_2\text{放散塔アミンリボイラー熱量 (GJ/t-CO}_2\text{)} \\ &/ 0.9 \text{ (蒸気ボイラー効率)} + \text{分離・回収設備電力消費量 (kWh/t-CO}_2\text{)} \times 0. \\ &\quad 0036 \text{ (GJ/kWh)} / 0.420 \text{ (代表発電効率: LHV基準)} \end{aligned}$$

②-1-1-2 負荷変動によるプロセス性能（分離・回収エネルギー）の変化の検証

設備能力の100%負荷、50%負荷及び75%負荷での分離・回収エネルギーを測定する。期待値として、代表組成ケースの50%負荷では1.51GJ/t-CO₂、75%負荷では1.27GJ/t-CO₂が想定される。

②-1-2 圧入設備の運転、検証

②-1-2-1 CO₂回収量変動への追従性

萌別層と滝ノ上層への圧入量は、主たる圧入を流量制御（FC）とし、従たる圧入を圧力制御（PC）とする。

運転可能な最低負荷である、設計量の30%負荷（6万t/年相当）で自動化運転範囲を確認する。

②-1-2-2 圧入量変動への追従性

各圧入井に安定的に圧入ができることを確認する。萌別圧入井の最少流量は1.7t/h（年間13,300トン、計器精度保証値）、滝ノ上圧入井の最少流量は0.024t/h（年間190トン、計器精度保証値）を実測できることを確認する。

圧入設備は、圧入計画に基づいて最少～最大流量の範囲で運転し、坑口装置の上流で流量、圧力、温度を測定する。

②-1-2-3 圧入圧力への追従性

CO₂圧縮機（第1低圧、第2低圧、高圧）に適用したアンチサージシステムが機能して、圧力と流量を制御し安定的に圧入できることを検証する。

50%負荷（年間10万トン圧入ベース）、75%負荷（同15万トン圧入ベース）、100%負荷（同20万トン圧入ベース）で運転し、萌別層圧入圧縮機のアンチサージコントロールの実績データを採取しデータを解析する。

②-2 運用システムの検証

②-2-1 緊急遮断システム

3年間の実証試験事業に渡り、自動緊急停止、安全弁の作動、統合フレア/ペントスタックへの放出などの発現象を解析し、本設備設計の安全対策の妥当性を検証する。

運転時に、CO₂圧縮設備の急激な変動により、自動緊急停止、安全弁の作動、ペントスタックへの放出などが発生した際は、そのデータを解析して基本設計時のダイナミックシミュレーションの結果の妥当性を評価する。

②-2-2 圧縮機制御システム

圧入量を変更する場合や計画外の突発的な圧入量の変動が生じた際は、CO₂圧縮機の負荷追従性や電気消費量の変動を確認する。また、圧入量が短時間に減少する場合は、CO₂受入量と圧入量との差分が圧力制御により自動的に分離・回収設備からペントスタックへ放出されることを確認する。

実証試験の課題の一つである負荷追従性を自動化するための回転数制御は、最も電気消費量が多いPSAオフガス圧縮機に適用し（4,100kW）、流量変動に対する性能、追従性を確認する。

②-3 設備運用段階の開放点検、安全管理及び保安設備の検証

平成29年度の日常保全、SDMの実績に基づいた点検実績と設備使用実績（腐食、故障など）をまとめる。

2017年6月前後に第2回SDMを実施し、予め計画した機器を開放し内部を点検する。圧入最終年度の2018年6月前後にもSDMを実施し、同様の開放点検を実施する。またSDM期間中には、予め選定した機器の局所的腐食劣化状況を検査する。

②-4 CCSコストの推算

実証試験設備のEPCを通じて蓄積した各種のコストに関するデータと今後の事業から得られる運転データとからCCSコストを推算する。

CCSコストを試算するため、以下の3項目を実施する。

i) 年間20万トンCCS

実証試験設備には、D1-1基地における供給条件の制約から、高圧ボイラー、発電設備、D1-1基地への給電設備、PSAオフガスブロワ、PSAオフガス圧縮機等の、CCSの分離・回収、圧入に直接的には不要な設備が存在する。これらの設備を除外して、年間20万トン分離・回収、圧入でき、かつ、水素製造や天然ガス精製のCCSに適用できる「展開型CCSモデル（将来の商業段階におけるCCSモデル）」を想定し、設備コスト、運転コストを推算する。

ii) 年間100万トンCCS

年間20万トンCCSの結果を年間100万トン規模の展開型CCSモデルに拡大し、設備コスト、

運転コストを推算する。

iii) 海外大規模CCSプロジェクトとの比較

既に稼働している世界の大規模CCSプロジェクトを参考にして（年間70万トン以上の規模で、天然ガス精製、水素製造、アンモニア/肥料製造、ガス化複合発電（IGCC）などに適用）、年間100万トン規模の展開型CCSモデル（分離・回収、圧入設備の構成）を検討し、その結果を上記の大規模CCSプロジェクトから公開されているCCSコストと比較検討する。

②-5 実用化への展開

100万トン規模の地上設備（分離・回収・圧入設備）に実用展開する場合の技術課題とその実現のための手段・方法を明確にする。そのためには、分離・回収、圧入の実用化モデル（年間100万トン圧入）を想定し、本実証試験で得られた結果を基に分離・回収、圧入の最適化を検討する。

実用化の技術課題として以下の3項目を実施する。

i) CO₂回収率と分離・回収エネルギーの相関

実証試験設備の設計はCO₂回収率を99.8～99.9%に設定したが、実用モデルでは回収率を下げるができる（例えば、80～95%）。回収率を下げるにより、必要とする分離・回収エネルギーが低下し、CCSコストを低下させることができる可能性がある。そこで回収率を低下させた場合の分離・回収エネルギーの低減幅を測定し、実用設備の設計に資する。

ii) CO₂放散系（低圧フラッシュ塔、放散塔）の昇圧化

CCSコストの検討により、CO₂圧縮機の動力消費量（通常は電動機の電気消費量）が運転コストの大きな割合を占めることが判明した。このため、圧縮機動力を削減するためにCO₂放散系（低圧フラッシュ塔、放散塔）の昇圧化を検討する。

iii) CO₂圧縮機圧縮効率の向上

CO₂圧縮機の動力を削減する更なる方法は、大型化によるインペラーサイズの拡大やインペラー枚数の増加などによる圧縮効率の向上が考えられる。具体的には圧縮機メーカーと共に実用モデルでの効率向上を検討する。

(2) 圧入実証試験

CO₂圧入実証試験は、以下に説明する試験圧入と本圧入とに区分される。試験圧入は2層の貯留層の性状を確認するために実施し、本圧入はPSAオフガス供給量を考慮した最大圧入可能レートによる定量圧入を行うものである。本圧入はさらに2段階に区分され、その初期段階（本圧入初期段階）では定期的なフォールオフ試験を実施して貯留層の性状の変化を把握し、その後の継続段階（本圧入継続段階）ではCCS実用化段階でのCO₂圧入に準じて、最大レートでのCO₂圧入を可能な限り長期間継続する。

平成28年度は萌別層に対する試験圧入と本圧入初期段階及び、滝ノ上層に対する試験圧入を実施し、平成29年度は萌別層に対する本圧入継続段階と滝ノ上層に対する本圧入を実施する計画であったが、萌別層への本圧入初期段階の開始の遅れに伴い、萌別層に対する本圧入初期段階は平成28年度事業として繰越し、その完了後、平成29年度事業にて萌別層に対する本圧入継続段階及び、滝ノ上層に対する試験圧入を実施する。

① 試験圧入

2016年4月から5月（SDMによるPSAオフガス中断前）に萌別層に対する試験圧入を実施した。3段階程度のステップレート圧入により、レートアップとレートダウンを複数回行い、圧入指数やスキンファクターの変化を確認した。また、最大レートでの定量圧入を実施し圧入性を確認した。SDM期間や作業上のトラブルにより、圧入を停止した際には、フォールオフ試験を実施した。

平成28年度に計画していた滝ノ上層への試験圧入は、2018年1月～3月に実施する。滝ノ上層への試験圧入期間の前半は、基本的に萌別層への圧入は行わない。低レートでCO₂の圧入を開始し、圧入圧力（坑底圧）が安定したことを確認しながら徐々に圧入レートを増加させ、定量圧入できる最大レートを確認する。その後、坑井をシャットインしてフォールオフ試験を実施する。シャットイン期間は1か月程度を予定している。滝ノ上層の試験圧入においては、CO₂圧入に先立つ圧入井坑内のラインの圧入に20日程度の期間を想定している。

② 本圧入

萌別層への本圧入初期段階は、当初計画の2016年8月開始から半年遅れて2017年2月より開始した。低レートからのCO₂圧入を開始し、2段階程度のステップレート圧入を実施しながら圧入レートを上げ、PSAオフガス供給量を考慮した最大圧入レートでの圧入に移行し、圧入指数、PQプロット等による解析を実施して、圧入性を把握した。萌別層への本圧入初期段階は平成28年度繰越し事業として2017年9月末まで継続し、基本的に2か月～3か月に1回の頻度で定期的に圧入井をシャットインし、フォールオフ試験を実施することで、坑井近傍のスキン、貯留層圧力等の推移を確認する。1回のシャットイン期間は3日間程度を見込んでいる。萌別層への本圧入継続段階は、当初計画の2017年4月開始から半年遅れて2017年10月に開始し、定期的シャットインとフォールオフ試験を伴わない形で、最大圧入レートでのCO₂圧入を可能な限り継続する。

滝ノ上層への本圧入の開始は2018年7月を計画している。

(3) モニタリング

観測井、常設型海底受振ケーブル、海底地震計及び陸上設置地震計により、CO₂を圧入する前のベースラインデータ（貯留層の温度及び圧力観測、微小地震、自然地震観測）を2014年2月から2016年3月まで、連続的に取得してきた。2016年4月以降はモニタリングとして連続測定している。圧入井における貯留層の温度、圧力の連続観測は2015年2月以降、実施している。これ

らの測定は平成29年度以降も継続して実施する。

弾性波探査については、常設型海底受振ケーブルを受振器とした二次元弾性波探査のベースラインデータを2013年に取得済みであり、三次元弾性波探査のベースラインデータは2009年に取得済みである。

平成29年度は三次元弾性波探査を実施する。観測井と圧入井における温度及び圧力の観測結果と三次元弾性波探査の結果は、海防法に係る監視結果として、当省から環境大臣に報告する。

微小振動モニタリングに関しては、リアルタイム自動解析による迅速化・高精度化・高感度化の可能性について検討する。モニタリング設備及びモニタリング項目を表1に示す。

表1 モニタリングの概要

モニタリング設備	モニタリング項目	観測頻度	備考
圧入井	坑内：温度、圧力 坑口：圧力、CO ₂ 圧入量	連続測定	滝ノ上層圧入井（IW-1） 萌別層圧入井（IW-2）
観測井	坑内温度、坑内圧力、 微小振動、自然地震	連続測定	滝ノ上層圧入井（OB-1、 OB-3） 萌別層圧入井（OB-2）
常設型海底受振 ケーブル（OBC）	微小振動、自然地震	連続測定	貯留地点直上付近を通過する1 測線
海底地震計 （OBS）	微小振動、自然地震	連続測定	貯留地点直上付近1台 貯留地点周辺海域3台
陸上地震計	微小振動、自然地震	連続測定	苫小牧市内1箇所 Hi-net観測データ利用
二次元弾性波探査	貯留層中のCO ₂ 分布	平成28年度 平成30年度 平成32年度	OBCを利用
三次元弾性波探査	貯留層中のCO ₂ 分布	平成29年度 平成31年度	
海洋環境調査	海洋データ	四季毎	生物生息状況 物理化学的環境状態

（4） 貯留層等総合評価

圧入井において実施するステップレート圧入、フォールオフ試験などの圧力解析に基づいて、貯留層性状の変化の有無、坑井の健全性を確認する。圧力解析結果、二次元弾性波探査及び三次元弾性波

探査で推定したCO₂の分布範囲から貯留層モデルや流動シミュレーションの貯留層パラメータを最適化し、坑底圧力等の挙動予測を行い、必要に応じて圧入計画の変更に資する。また、流動シミュレーションにより、圧入したCO₂や圧力の貯留層内での分布様式を予測する。

併せて、従来よりも解析範囲を周辺部に拡大した胡別層の貯留層モデルを作成し、実証試験の安全性をより広域的に確認するとともに、将来を見据えた累計100万トンの圧入や、さらに高いレートでの圧入に対する挙動を予測し、その可能性の検討に資する。また、CO₂圧入予定地域における海底地形データを取得する。

(5) 海洋環境調査

海洋の水環境、海底環境及び海洋生物の生息状況を把握する海洋環境調査を、海防法に係る監視計画に基づいて実施する。CO₂圧入前のベースデータを2013年から2015年（平成25年度及び26年度事業）にかけて取得し、CO₂圧入後の海洋環境調査を2016年6月から開始した。平成29年度は、2017年5月、8月、11月及び2018年2月に現地調査を予定している。その結果は、海防法に係る監視結果として、当省から環境大臣に報告される。

(6) CCSに関する法規制等の動向調査

国内外のCCSに関する法規制や技術基準、ガイドライン等の調査は、平成24年度事業においても実施してきた。平成29年度事業においても調査を継続し、国内法規制の在り方を検討するための資料として供する。国内外のCCSプロジェクトについても調査を継続し、本事業の推進及び今後の国内におけるCCSプロジェクトの策定に資する。

(7) CCSプロジェクトの動向調査

CCSに関する国際会議への参加及び、海外プロジェクト実施者との個別の情報交換により、CCSに関する情報を広範囲かつ詳細に収集する。

(8) 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動

本事業及びCCS技術の実用化のためには、実証試験地である苫小牧市民を始め広く社会的に理解を得る必要があるため、各方面への情報発信活動を継続する。特に本事業にとっては、苫小牧市民との信頼関係の維持強化が重要であるため、地元苫小牧市及びその周辺地域への情報発信及び意思疎通に重点を置く。また、環境関連の展示会への出展、論文や雑誌への寄稿等により、全国的な理解を深める。具体的な取り組みは以下のとおりである。

- 1) 地元市民や関係団体に対するCCS意義・技術・安全性の説明
- 2) パネル展、現地見学会の開催
- 3) エコプロ展、地球温暖化防止展、その他の環境関連展示会への出展
- 4) 各種団体、高齢者向け、大学等での講演会の開催
- 5) CCS講演会の開催

- 6) 子ども向け実験教室の開催
- 7) 受託者ホームページでの情報発信
- 8) メディアを通じた情報発信
- 9) 雑誌等への寄稿・投稿
- 10) 地域貢献活動
- 11) 説明用ツールの制作、改良

(9) 海外に向けた広報渉外活動

平成24年度設備建設開始以来、アジアにおけるCCSプロジェクトとして本事業に対する海外からの注目が高まる中、特に2016年4月の圧入開始以降は、各国政府関係者やCCS専門家による視察依頼や外国メディアの取材を多く受けこれに対応した。またGHGTなどの国際会議における情報発信も実施した。この中で本事業は、技術的要素に加えて、苫小牧市を中心とした日本国内における理解促進活動についても、海外から多くの関心を集め、高い評価を得た。

平成29年度は昨年度同様、各国のCCSに関する動向やCCSプロジェクトの進捗状況等の情報収集及び、海外からの視察対応、国際会議への参加に加えて、一層積極的な情報発信として在京大使館向け勉強会を開催するほか、海外のCCS専門機関や大学を訪問し、意見交換やミニ講演会等を実施する。また、GCCSIやCSLFと連携した広く国際的な活動を通じて、CCS技術の実用化に向けて貢献していく。

(10) 社外有識者による技術指導

各種モニタリングデータ及び貯留層状況の総合解析等、本事業の進捗に応じて社外有識者による技術指導を得て、本事業の円滑な運営に資する。

(11) 成果報告書の作成

本事業の成果を成果報告書として取りまとめる。

3. 研究開発実施スケジュール

3.1 事業実施期間

契約締結日から平成30年3月31日まで。

3.2 二酸化炭素削減技術実証試験事業実施期間

	平成28年度				平成29年度				平成30年度				平成31年度				平成32年度			
	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
(1) 地上設備における実証試験																				
(2) 圧入実証試験																				
(3) モニタリング																				
(4) 貯留層等総合評価																				
(5) 海洋環境調査																				
(6) CCSに関する法規制等の動向調査																				
(7) CCSプロジェクトの動向調査																				
(8) 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動																				
(9) 海外に向けた広報渉外活動																				
(10) 外有識者による技術指導																				
(11) 成果報告書の作成																				

4. 事業の実施計画

以下の項目を実施する。

- (1) 地上設備における実証試験
- (2) 圧入実証試験
- (3) モニタリング
- (4) 貯留層等総合評価
- (5) 海洋環境調査
- (6) CCSに関する法規制等の動向調査
- (7) CCSプロジェクトの動向調査
- (8) 国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動
- (9) 海外に向けた広報渉外活動
- (10) 社外有識者による技術指導
- (11) 成果報告書の作成

6. 報告書の作成

上記2. 事業の内容を実施し取りまとめた成果報告書を作成する。

7. 成果物

成果報告書：電子媒体（DVD等の記録媒体に保存）1式

CCS事業解説用DVD：1式

8. 成果物の納入場所

当省産業技術環境局 環境政策課 地球環境連携室

9. 支出計画書

別添支出計画書のとおり。

平成 29 年度二酸化炭素貯留適地調査事業委託業務に係る仕様書

1. 件名

平成 29 年度二酸化炭素貯留適地調査事業委託業務

2. 業務の目的

我が国においては、地球温暖化抑制のための有効な対策の一つとして期待されている二酸化炭素回収・貯留（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）技術の 2020 年頃の実用化を目指した研究開発等を行うこととしている。CCS 導入の前提となる二酸化炭素貯留適地の調査については、平成 25 年 4 月に経済産業省と環境省による「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」において、2050 年目標との関係から、国は、早期に結果が得られるよう取り組むこととされている。

これを受け、本事業では、環境省及び経済産業省の共同事業により行われた「平成 28 年度二酸化炭素貯留適地調査事業に係る有識者委員会」（以下、「H28 有識者委員会」と言う。）において検討された調査候補地点をベースとして、二酸化炭素の貯留適地調査を行う。また、平成 30 年度以降の調査地点の選定及び調査計画（案）の作成を行う。

3. 業務の内容

(1) 二酸化炭素貯留適地調査に係る弾性波探査の実施

二酸化炭素貯留適地調査を行うに当たり、H28 有識者委員会において検討された調査候補地点をベースとして、民間等の保持する既存の弾性波探査データ（以下、「既存民間弾性波データ」と言う。）の確認を行った上で、地元との調整及び経済的な観点から妥当と考える 4 か所程度を委託者と協議の上、選定する。

選定した地点に対しては、必要に応じて H28 有識者委員会の検討結果に加えた調査を行った上で、既存民間弾性波データの取得に最大限努めることとし、既存民間弾性波データが十分でない場合には弾性波探査を実施する。得られたデータについては、必要に応じて整理・解釈した上で概略評価を行う。

また、調査で得られたデータ及び情報について、WEB 上で公表できるよう整理を行う。

(2) 平成 30 年度以降の調査候補地点の選定及び調査計画（案）の作成

平成 30 年度以降の調査候補地点の選定、調査計画（案）の策定、必要に応じて測線計画（案）や調査井作井計画（案）の策定を行う。さらに、各調査候補地点について、調査費用の概算及び調査スケジュール（案）の作成を行う。

なお、当該計画における調査候補地点については、以下に示す調査等を行った上で、選定することとする。

- ① 平成 28 年度事業において二次元弾性波探査のデータを取得し、概略評価等を行った地点、あるいは三次元弾性波探査のデータを取得した地点について、地質構造解

析等を行う。

- ② ①の対象地点以外の地点については、必要に応じて既存民間弾性波データの取得や地質構造解析及び追加文献調査等を行う。
- ③ ①②の検討にさらに詳細な検討が必要と判断された地点については、貯留層シミュレーション等の貯留可能性検討を併せて行う。
- ④ 調査井掘削地選定に向けた貯留層および遮蔽層の性状評価に有効となる地質調査・分析検討業務を実施する。

また、平成30年度以降の調査を円滑かつ速やかに進めるために平成29年度内に着手することが望ましい業務は、準備業務として着手する。具体的には調査の優先度が高い区域の自治体等から漁期等の基本情報を収集するとともに、二酸化炭素貯留適地調査への自治体の考え方、協力を得るための進め方等を整理する。

(3) 社会的受容性の醸成活動

調査候補地点における社会的受容性の醸成に向けた調査検討や情報発信活動等を計画し実施する。

(4) 有識者委員会の開催、報告書の作成等

(1)から(3)の業務の実施に当たって有識者10名程度から助言及び指導を受けるための委員会を4回程度、都内において開催するとともに、環境省・経済産業省担当官と協議の上、必要に応じて有識者へのヒアリングや弾性波探査等に係る再委託契約の妥当性を判断する第三者委員会（委員5名程度）等を行う。

受託者は、会議の開催・運営、委員の招聘、議事録の作成、会議資料の作成・印刷（各回A4判100頁、40部程度）等、委員会等に必要な事務を実施するものとする。

4. 業務履行期限

平成30年3月31日まで

5. 成果物

紙媒体：報告書 11部（A4判 500頁程度）

電子媒体：報告書の電子データを収納したDVD-R等 5式（公表用）

・報告書、二次利用未承諾リスト（該当がある場合のみ）を納入する。

報告書の電子データ等を収納したDVD-R等 2式

・報告書、二次利用未承諾リスト（該当がある場合のみ）並びに調査で得られたデータ及び情報を納入する。

報告書等（業務上発生するパンフレット・冊子等の印刷物を含む。）及びその電子データの仕様及び記載事項等は、別添によること。

提出場所 環境省地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室
経済産業省産業技術環境局環境政策課地球環境連携室

6. 著作権等の扱い

- (1) 成果物に関する著作権、著作隣接権、商標権、商品化権、意匠権及び所有権（以下「著作権等」という。）は、環境省及び経済産業省が保有するものとする。
- (2) 受託者は、自ら制作・作成した著作物に対し、いかなる場合も著作権者人格権を行使しないものとする。
- (3) 成果物に含まれる受託者又は第三者が権利を有する著作物等（以下「既存著作物」という。）が含まれている場合、その著作権は受託者に留保されるが、可能な限り、環境省及び経済産業省が第三者に二次利用することを許諾することを含めて、無償で既存著作物の利用を許諾する。
- (4) 成果物の中に第三者の著作物が含まれている場合、その著作権は第三者に留保されるが、受託者は可能な限り、環境省及び経済産業省が第三者に二次利用することを許諾することを含めて、第三者から利用許諾を取得する。
- (5) 成果物納品の際には、第三者が二次利用できる箇所とできない箇所の区別がつくように留意するものとする。
- (6) 納入される成果物に既存著作物等が含まれる場合には、受託者が当該既存著作物の使用に必要な費用の負担及び使用許諾契約等に係る一切の手続を行うものとする。

7. 情報セキュリティの確保

受託者は、下記の点に留意して、情報セキュリティを確保するものとする。

- (1) 受託者は、委託業務の開始時に、委託業務に係る情報セキュリティ対策とその実施方法及び管理体制について環境省及び経済産業省担当官に書面で提出すること。
- (2) 受託者は、環境省担当官から要機密情報を提供された場合には、当該情報の機密性の格付けに応じて適切に取り扱うための措置を講ずること。
また、委託業務において受託者が作成する情報については、環境省及び経済産業省担当官からの指示に応じて適切に取り扱うこと。
- (3) 受託者は、環境省情報セキュリティポリシーに準拠した情報セキュリティ対策の履行が不十分と見なされるとき又は受託者において委託業務に係る情報セキュリティ事故が発生したときは、必要に応じて環境省及び経済産業省担当官の行う情報セキュリティ対策に関する監査を受け入れること。
- (4) 受託者は、環境省及び経済産業省担当官から提供された要機密情報が業務終了等により不要になった場合には、確実に返却し又は廃棄すること。
また、委託業務において受託者が作成した情報についても、環境省及び経済産業省担当官からの指示に応じて適切に廃棄すること。
- (5) 受託者は、委託業務の終了時に、本業務で実施した情報セキュリティ対策を報告すること。

（参考）環境省情報セキュリティポリシー

<http://www.env.go.jp/other/gyosei-johoka/sec-policy/full.pdf>

8. その他

- (1) 受託者は、本仕様書に疑義が生じたとき、本仕様書により難い事由が生じたとき、あるいは本仕様書に記載のない細部については、環境省及び経済産業省担当官と速やかに協議しその指示に従うこと。
- (2) 会議運営を含む業務
会議運営を含む業務にあつては、「環境物品等の調達に関する基本方針」（平成29年2月7日閣議決定）の「会議運営」の判断の基準を満たすこと。
- (3) 本業務に関する過年度の報告書は、環境省図書館において閲覧可能である。

P18006

仕様書
(日本CCS調査株式会社)

環境部

1. 件名

- <大項目> CCS研究開発・実証関連事業
<中項目> 苫小牧におけるCCS大規模実証試験

2. 研究開発の目的及び内容

(1) 事業内容

苫小牧におけるCCS大規模実証試験目標の達成を目指してCO₂(年間約10万トン規模)を分離・回収し、地中(地下1,000m以深)に貯留するCCS実証試験、年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転、年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留したCO₂のモニタリング試験を主として実施する。

また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染防止法に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動、海外への情報発信ならびに情報収集、社外有識者による技術指導、将来計画の検討・準備等を実施する。

(2) 研究開発の目的

CO₂回収・貯留(CCS)技術の2020年頃の実用化に向け、大規模レベルでのCO₂貯留の安全な実施に必要な技術の実用化研究を実施する。

(3) 研究開発の内容

主たる技術開発の実施項目は以下の通り。

①年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転

平成30年度のCO₂の圧入期間中、CO₂分離・回収設備の運転を行い、CO₂分離・回収エネルギー、CCSコストを算出する(CCSコストは分離・回収コスト、圧縮コスト、圧入コスト等に細分化して算出する)。その他、CO₂分離・回収設備の運転課題を抽出し、実用化に向けて改善検討を行う。

期間中、分離・回収したCO₂の濃度は99%以上とすることを目標とする。

②年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験

①で分離・回収したCO₂について、2層の貯留層(砂岩層、火山岩類)に年間10

万吨規模を目標として、圧入を行う。

③貯留したCO₂のモニタリング

CO₂が安全かつ安定的に貯留できることを実証するために、坑井および各種観測装置を用いたモニタリングを実施して、CO₂挙動（移動、拡がり）と状況（温度・圧力）に係る各種観測データ、ならびに微小振動・自然地震の観測データを取得する。

④貯留層等総合評価

圧入井での圧力解析を行い、その結果に基づき、貯留層性状の変化の有無、坑井の健全性を確認する。

⑤海洋環境調査

経済産業省が海洋汚染防止法に基づき提出した「特定二酸化炭素ガスの海底下投棄する海域の特定二酸化炭素ガスに起因する汚染状況の監視に関する計画に係る事項（監視計画）」に記載した海域の状況に関する事項のうち、海水の化学的性状および海洋生物の状況を把握するための調査を実施する。

⑥CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査

国内外のCCSプロジェクトについて調査し、技術基準、ガイドラインなどに関する最新情報を入手し、今後の国内法のあり方を検討するための資料を作成する。

⑦国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動

CCSに対する社会的受容性を醸成することを目的とし、実証試験地の地元を中心とした国内各地域に対し、情報発信活動や双方向の意見交換を行い、CCSへの理解促進を図る。

⑧海外への情報発信ならびに情報収集

各国のCCSに関する動向やCCSプロジェクトの進捗状況等の情報収集を行う。

⑨社外有識者による技術指導

モニタリングデータ及び貯留層の状況の解析等、本事業に係る課題検討を、外部有識者による技術指導の下に実施する。

⑩将来計画の検討・準備等

本事業終了後を見据え、各種設備の移転、撤去（必要な場合に限る）等の検討を行う。

(4) プロジェクトリーダー

本プロジェクトは、日本CCS調査株式会社 技術企画部長 田中 豊をプロジェ

クトリーダーとする。

3. 研究開発期間

NEDOの指示する日から平成32年3月31日

4. 中間年報、成果報告書の提出

中間年報、成果報告書の電子ファイル一式をCD-R等の不揮発性媒体に記録し、1セットをそれぞれ所定の期日までに提出すること。

5. その他重要事項

(1) 採択条件への対応

採択条件「安全・安心な実証方法について具体的な方法を実施計画書に記載すること」に対応する記述を実施計画書中に盛り込むこと。

(2) 特記事項

委託期間中あるいは委託期間終了後に、報告等をお願いすることがある。また、委託期間終了後に、本委託事業の成果に関する事後評価の実施に協力すること。

以 上

仕 様 書
(日本CCS調査株式会社)

P18006

環境部

1. 件 名

- <大項目> CCS研究開発・実証関連事業
<中項目> 苫小牧におけるCCS大規模実証試験

2. 研究開発の目的及び内容

(1) 事業内容

苫小牧におけるCCS大規模実証試験目標の達成を目指してCO₂（年間約10万トン規模）を分離・回収し、地中（地下1,000m以深）に貯留するCCS実証試験、年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転、年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留したCO₂のモニタリング試験、設備の解体研究を主として実施する。

また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染防止法に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動、海外への情報発信ならびに情報収集、社外有識者による技術指導、将来計画の検討・準備等を実施する。

(2) 研究開発の目的

CO₂の分離回収・圧入貯留（CCS）技術の2020年頃の実用化に向け、大規模レベルでのCO₂貯留の安全な実施に必要な技術の実用化研究を実施する。

(3) 研究開発の内容

主たる技術開発の実施項目は以下の通り。

①年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転

平成30～31年度のCO₂の圧入期間中、CO₂分離・回収設備の運転を行い、CO₂分離・回収エネルギー、CCSコストを算出する（CCSコストは分離・回収コスト、圧縮コスト、圧入コスト等に細分化して算出する）。その他、CO₂分離・回収設備の運転課題を抽出し、実用化に向けて改善検討を行う。

期間中、分離・回収したCO₂の濃度は99%以上とすることを目標とする。

②年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験

①で分離・回収したCO₂について、2層の貯留層（砂岩層、火山岩類）に年間10

万吨規模を目標として、圧入を行う。

③貯留したCO₂のモニタリング

CO₂が安全かつ安定的に貯留できることを実証するために、坑井および各種観測装置を用いたモニタリングを実施して、CO₂挙動（移動、拡がり）と状況（温度・圧力）に係る各種観測データ、ならびに微小振動・自然地震の観測データを取得する。

④貯留層等総合評価

圧入井での圧力解析を行い、その結果に基づき、貯留層性状の変化の有無、坑井の健全性を確認する。

⑤海洋環境調査

経済産業省が海洋汚染防止法に基づき提出した「特定二酸化炭素ガスの海底下投棄する海域の特定二酸化炭素ガスに起因する汚染状況の監視に関する計画に係る事項（監視計画）」に記載した海域の状況に関する事項のうち、海水の化学的性状および海洋生物の状況を把握するための調査を実施する。

⑥CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査

国内外のCCSプロジェクトについて調査し、技術基準、ガイドラインなどに関する最新情報を入手し、今後の国内法のあり方を検討するための資料を作成する。

⑦国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動

CCSに対する社会的受容性を醸成することを目的とし、実証試験地の地元を中心とした国内各地域に対し、情報収集発信活動や双方向の意見交換を行い、CCSへの理解促進を図る。

⑧海外への情報発信ならびに情報収集

各国のCCSに関する動向やCCSプロジェクトの進捗状況等の情報収集を行う。

⑨社外有識者による技術指導

モニタリングデータ及び貯留層の状況の解析等、本事業に係る課題検討を、外部有識者による技術指導の下に実施する。

⑩付来計画の検討・準備等

本事業終了後を見据え、各種設備の移転、撤去（必要な場合に限る）等の検討を行う。

⑪設備の解体研究

CO₂の分離回収圧入試験終了後に、設備の解体研究のため下記設備の撤去準備作業を実施し、運転終了後の設備劣化状況を評価するための位置の特定・分析内容をまとめる。

・D-I基地：撤去準備作業を実施する（廃止申請対応、仮設事務所設置など）。

・D1-2/00基地：撤去準備作業を実施する（液抜き、機器解放点検、非破壊検査など）。

(4) プロジェクトリーダー

本プロジェクトは、日本CCS調査株式会社 田中 豊をプロジェクトリーダーとする。

3. 研究開発期間

NEDOの指示する日から平成32年3月31日

4. 中間年報、成果報告書の提出

中間年報、成果報告書の電子ファイル一式をCD-R等の不揮発性媒体に記録し、1セットをそれぞれ所定の期日までに提出すること。

5. その他重要事項

(1) 採択条件への対応

採択条件「安全・安心な実証方法について具体的な方法を実施計画書に記載すること」に対応する記述を実施計画書中に盛り込むこと。

(2) 特記事項

委託期間中あるいは委託期間終了後に、報告等をお願いすることがある。また、委託期間終了後に、本委託事業の成果に関する事後評価の実施に協力すること。

(3) 再委託先の追加

設備の解体研究を実施するにあたり、実施計画書の実施体制に再委託先を追加すること。

以 上

P18006

仕様書
(日本CCS調査株式会社)

環境部

1. 件名

- <大項目> CCS研究開発・実証関連事業
<中項目> 苫小牧におけるCCS大規模実証試験

2. 研究開発の目的及び内容

(1) 事業内容

苫小牧におけるCCS大規模実証試験目標の達成を目指してCO₂(年間約10万吨規模)を分離・回収し、地中(地下1,000m以深)に貯留するCCS実証試験、年間約10万吨規模でのCO₂分離・回収設備の運転、年間約10万吨規模でのCO₂圧入、貯留したCO₂のモニタリング試験、設備の信頼性評価を主として実施する。

また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染防止法に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動、海外への情報発信ならびに情報収集、社外有識者による技術指導、将来計画の検討・準備等を実施する。

(2) 研究開発の目的

CO₂の分離回収・圧入貯留(CCS)技術の早期実用化に向け、大規模レベルでのCO₂貯留の安全な実施に必要な技術を確立する。

(3) 研究開発の内容

主たる技術開発の実施項目は以下の通り。

①年間約10万吨規模でのCO₂分離・回収設備の運転

2019年度までのCO₂の圧入期間中、CO₂分離・回収設備の運転を行い、CO₂分離・回収エネルギー、CCSコストを算出する(CCSコストは分離・回収コスト、圧縮コスト、圧入コスト等に相分化して算出する)。その他、CO₂分離・回収設備の運転課題を抽出し、実用化に向けて改善検討を行う。

期間中、分離・回収したCO₂の濃度は99%以上とすることを目標とする。

2020年度以降についても、プラントの維持管理に必要なメンテナンス、および保全工事を実施する。

②年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験

①で分離・回収したCO₂について、2層の貯留層（砂岩層、火山岩層）に年間10万トン規模を目標として、圧入を行う。

実証試験に必要な法規制に係る手続きについて、所轄行政機関への相談、連絡、調整等を行い、実証試験実施および継続に必要な手続きを実施する。

③貯留したCO₂のモニタリング

CO₂が安全かつ安定的に貯留できることを実証するために、坑井および各種観測装置を用いたモニタリングを実施して、CO₂挙動（移動、拡がり）と状況（温度・圧力）に係る各種観測データ、ならびに微小振動・自然地震の観測データを取得する。

観測結果に基づき、CCSの実用化を念頭に置いた観測システムの改善案などについて検討を行う。

④貯留層等総合評価

圧入井での圧力解析を行い、その結果に基づき、貯留層性状の変化の有無、坑井の健全性を確認する。

圧入後のCO₂の分布範囲について、実測結果を加味したモデルの修正等を実施し、シミュレーションの精度向上を図るとともに、長期的な安全貯留の指針に関する検討を行う。

⑤海洋環境調査

経済産業省が海洋汚染防止法に基づき提出した「特定二酸化炭素ガスの海底下設置する海域の特定二酸化炭素ガスに起因する汚染状況の監視に関する計画に係る事項（監視計画）」に記載した海域の状況に関する事項のうち、海水の化学的性状および海洋生物の状況を把握するための調査を実施し、将来的な監視計画に関する改善提案をまとめる。

⑥CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査

国内外のCCSプロジェクトについて調査し、技術基準、ガイドラインなどに関する最新情報を入力し、今後の国内法のあり方を検討するための資料を作成する。

⑦国内における社会的受容性の醸成に向けた情報収集発信活動

CCSに対する社会的受容性を醸成することを目的とし、実証試験地の地元を中心とした国内各地域に対し、情報収集発信活動や双方向の意見交換を行い、CCSへの理解促進を図る。

これまでの社会的受容性の活動成果を取りまとめ、今後の他CCSプロジェクトにも活用できる社会的受容性の醸成に向けた指針をまとめる。

⑩海外への情報発信ならびに情報収集

各国のCCSに関する動向やCCSプロジェクトの進捗状況等の情報収集を行う。
これまでの情報発信および情報収集の成果を今後の他CCSプロジェクトにも活用できるように整理する。

⑪社外有識者による技術指導

モニタリングデータ及び貯留層の状況の解析等、本事業に係る課題検討を、外部有識者による技術指導の下に実施する。

⑫将来計画の検討・準備等

本事業終了後を見据え、各種設備の移転、休止、撤去（必要な場合に限る）等の検討を行う。

⑬設備の信頼性検討

プラント運転期間中の設備劣化状況を評価して、CCS実用化の際のプラント設計に資する知見としてまとめる。

(4) プロジェクトリーダー

本プロジェクトは、日本CCS調査株式会社 田中 豊をプロジェクトリーダーとする。

3. 研究開発期間

NEDOの指示する日から2022年2月28日まで

4. 中間年報、成果報告書の提出

中間年報、成果報告書の電子ファイル一式をCD-R等の不揮発性媒体に記録し、1セットをそれぞれ所定の期日までに提出すること。

5. その他重要事項

(1) 採択条件への対応

採択条件「安全・安心な実証方法について具体的な方法を実施計画書に記載すること」に対応する記述を実施計画書中に盛り込むこと。

(2) 特記事項

委託期間中あるいは委託期間終了後に、報告等をお願いすることがある。また、委託期間終了後に、本委託事業の成果に関する事後評価の実施に協力すること。

以上

「CCS研究開発・実証関連事業／苫小牧におけるCCS大規模

実証試験」に係る委託業務変更実施計画書

(2018年度～2020年度)

2020年3月19日

日本CCS調査株式会社

1. 実施計画の細目（手法・手段・研究場所等）

(1) 事業目的

製油所から供給されるCO₂含有ガス（PSA※オフガス）からCO₂（年間約10万トン規模）を分離・回収し、地中（地下1,000m以深）に貯留するCCS実証試験を行う。実証試験では、①年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転、②年間約10万トン規模でのCO₂圧入、貯留試験、③貯留したCO₂のモニタリングを主として実施する。また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染等およ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。）に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動、海外への情報発信ならびに情報収集、社外有識者による技術指導、将来計画の検討・準備等を実施する。

苫小牧におけるCCS大規模実証試験設備につき、CO₂供給から、分離・回収、圧入、貯留のフローを図1に示す。

※PSA: Pressure Swing Adsorption

（圧力スウィング吸着。水素製造装置の生成ガスから高純度水素ガスを得る装置）



図1 苫小牧におけるCCS大規模実証試験設備のフロー

(2) 事業概要

苫小牧におけるCCS大規模実証試験の目標の達成を目指してCO₂（年間約10万トン規模）を分離・回収し、地中（地下1,000m以深）に貯留するCCS実証試験、年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転、年間約10万トン規模でCO₂圧入、貯留したCO₂のモニタリング試験を主として実施する。

また、貯留後のCO₂挙動評価のための貯留層等総合評価、海洋汚染防止法に基づく海洋環境調査、CCSに関する法規制・他プロジェクトの動向調査、国内における社会的受容性の醸成に向けた情報発信活動、海外への情報発信ならびに情報収集、社外有識者による技術指導、将来計画の検討・準備等を実施する。

事業実施に際しては、以下の基本方針に基づいて実施する。

- 適用法規の遵守

地上設備（分離・回収、圧入）：ガス事業法（準用設備）、高圧ガス保安法（ガス設備、高圧ガス設備）、消防法、電気事業法、労働安全衛生法（ボイラー及び压力容器安全規則）に関する許認可取得および保全・管理が行われている。

地上設備（圧入井）と地中貯留：適用法規がないため、自主的に鉱業法、鉱山保安法を準用している。

二酸化炭素の海底下廃棄：海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（海洋汚染防止法）に従い、事業（申請）者の経済産業省は、環境大臣による事業実施許可を取得。さらに、当社はより厳しい自主基準の設定も導入している（例えば、本プロジェクトのような水素精製に使用する水素の製造のためにアミン吸収法によりCO₂を回収する場合には、体積百分率で98%以上としているところ、自主基準で99%以上としている）。

- 経済産業省による“CCS実証事業の安全な実施にあたって”の指針を踏まえた運転
本指針に従って実証試験の計画立案から運転時の対応を的確に実施することにより、実証試験を安全に完遂させることで、CO₂漏出が起きないことの結果から、その妥当性を確認する。

(3) 事業内容

① 年間約10万トン規模でのCO₂分離・回収設備の運転

苫小牧の実証試験設備において、CO₂含有ガスを受け入れ、CO₂の分離・回収および圧入を実施し、得られた運転データ等から、分離・回収エネルギー、CCSコスト等を算出する。さらにシステム検証を行い、実用化に向けた改善検討を実施する。

2018年度、2019年度下期にかけては、CO₂の分離・回収、圧入貯留試験の終盤であり、年間10万トン規模以上の圧入量を確保しながら、これまでの3年を超える長期運転実績に基づき、以下の課題に取り組み、実用化への展開を図る。

①-1 設備運転および性能検証

1) 供給設備の運転検証

2018年度および2019年度下期にかけて、D1-1基地から供給されるCO₂含有ガスの年間供給計画を定期保全期間や供給側操業制約を踏まえて策定し、これに基づき供給運転を実施する。CO₂含有ガス供給条件（流量やCO₂濃度）は、供給元の操業事情で変更される可能性もあり、週間工程会議等で随時見直しを行う。

また、供給設備について、起動・停止、負荷変更、連続運転に対し、安定に運転されること、および異常時に保安装置が正常作動することを検証し、供給設備の異常発生があった場合は、原因と改善策を検討する。

なお、供給設備とその関連設備については、CO₂含有ガス供給終了後も、継続して設備機能の維持管理に必要な点検を行う。なお、D1-1自体の物損に係る保険は2020年度も継続する。

2020年度：

【実施概要項目】・送風機などの消耗部品交換等を含む機器の点検作業

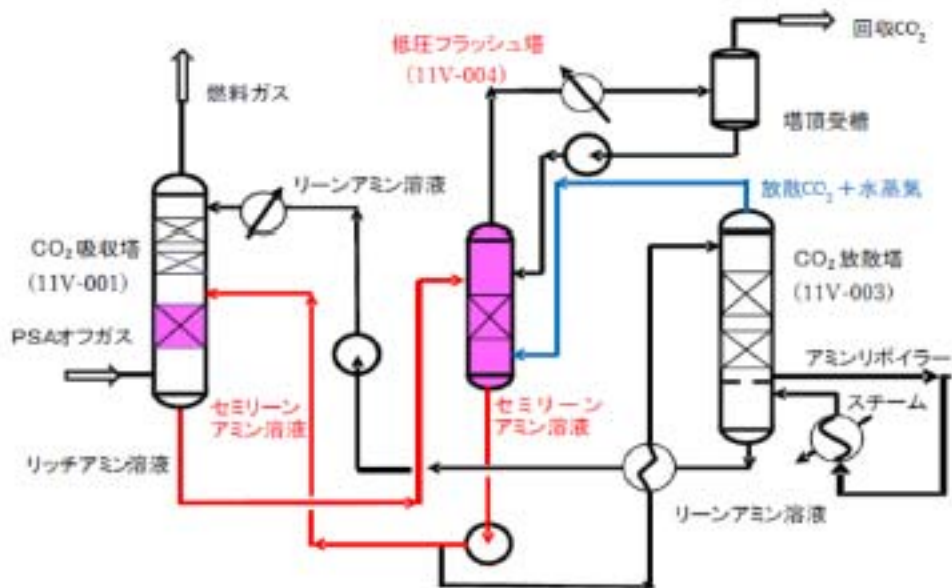
- ・CO₂含有ガス供給設備（D1-1基地）側の保全工事との干渉をさけるための隔離工事およびDCS中継整移設工事（設計）

【目標】・将来的な利活用に向けた機器の維持管理、保全作業を行い、ガス供給設備の健全性を確保する。

- ・供給元敷地内製油所の大規模保全工事との隔離を行い、当該設備への影響を回避するとともに、休止期間を利用し、設備の機能維持に必要な機器の移設に係る準備を整える。

2) 分離・回収設備の運転検証

2018年度、および2019年度下期にかけて、D1-2/D0基地の分離・回収設備を継続運転し、以下の事項を検証する。図①-1に分離・回収設備のプロセスフローを示す。



図①-1 分離・回収設備プロセスフロー

a. 分離・回収エネルギーの検証

運転データに基づき、分離・回収設備の分離・回収エネルギー ($GJ/ton-CO_2$) を算出し、設計期待値 (代表組成ケース: 1. 13 $GJ/ton-CO_2$)、および過年度性能確認試験時実績との比較評価を行い、分離・回収エネルギーの経時変化、回収 CO_2 濃度 (目標 $99.4 \pm 0.3\%$)、吸収率 (目標 99.9%)、アミン溶液 CO_2 吸収量 ($CO_2: g/アミン \cdot L$) などのデータを採取し検証を行う。回収 CO_2 濃度を維持するためには処理ガス量を減少させなければならないので、相対的に分離・回収エネルギーが増加する恐れがある。本実証試験においては、実用化の段階での経年劣化を予め設計に反映するための余裕度、アミン溶液の入れ替え時期などの参考データとすることができるデータ収集を行う。特にアミン溶液は経年劣化が心配され、アミン溶液 CO_2 吸収量 ($CO_2: g/アミン \cdot L$) が年々低下していく恐れがあるため、c. CO_2 吸収量の検証の項で検討を実施する。

目標：設備設計の分離・回収エネルギー (期待値) を表①-1 に示す。これらの値は現在稼働中の世界の CCS プラントでトップレベルであるが、長期連続運用運転開始 3 年目 (2018 年度) においても性能を維持できることを目標とする。

表①-1 分離・回収設備におけるCO₂分離・回収エネルギーの検証

設備の運転負荷(%)	100	75	50
CO ₂ 回収量(t/h)	25.3	19.0	12.7
分離・回収エネルギー(GJ/t-CO ₂)	1.13	1.27	1.51
総エネルギー割合(GJ/h)	28.6 (100%)	24.1 (84%)	19.2 (67%)

b. プロセス性能変化の検証

設備能力の100%負荷、50%負荷および75%負荷運転時における・エネルギー、CO₂回収率、CO₂純度を整理し、設計期待値、過年度性能確認試験時実績との比較を行い、各負荷帯におけるプロセス性能の経時変化を含めた検証をする。期待値として、代表組成ケースの50%負荷では1.51GJ/t-on-CO₂、75%負荷では1.27GJ/t-on-CO₂が想定される。

c. CO₂吸収液の検証

CO₂吸収液の分析結果を整理し、過年度の分析結果と比較し、経年的組成や不純物生成の定期的分析を行う。また、吸収剤の循環量やリボイラー熱量などの運転条件に対する吸収剤への影響、経年変化についても検討する。吸収液の経年変化については、3箇所(リーンアミン、セミリーンアミン、リッチアミン)で採取したアミン溶液のCO₂吸収量(CO₂-g/アミン・L)で評価する。さらに、アミン中の不純物(Heat Stable Anion-Formate, Acetate, Glycolate, Oxalate-Chloride, etc)濃度なども定期的に分析し2018年度で不純物生成の顕著な増加が確認された場合には(アニオン合計濃度が1,500ppmを基準)、吸収液の一部入れ替えや活性炭による吸収液の精製を検討する。現在の設備にはリクレーマーと活性炭吸着装置は設置されておらず、吸収液の全量入れ替えは費用が大きくなるため、少量入れ替え(年間の入れ替え量は運転総量の10%程度)とテンポラリー(レンタル)活性炭吸着装置による精製を想定している。

d. 分離・回収設備の全体総括

2019年度圧入終了を受け、実証試験中の分離・回収設備の運転実績、長期運転データに基づき、分離・回収設備運転の総括を行う(表①-2)。

表①-2 分離・回収設備に係る評価項目と基準値

評価項目	基準値
CO ₂ 分離・回収量	25.3 t/h
回収CO ₂ 純度	常時99.4±0.3% (最低98%)
CO ₂ 吸収率	99.9%
分離・回収エネルギー	1.13(100%)、1.27(75%)、1.51(50%) GJ/t-CO ₂ (分離・回収量負荷)
アミン溶液吸収量	リーンアミン: 1.9CO ₂ -g/amine solution-litter
吸収液の分析	Heat Stable Anion:

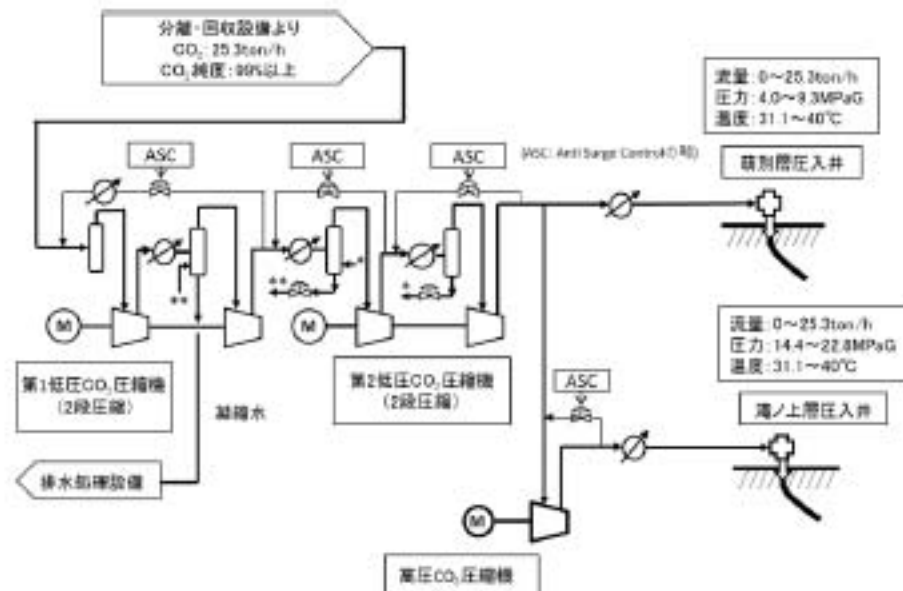
Max 1500 ppm-wt

なお、各種分析項目については、ほかにも多くの評価項目があるため、外注による分析を行うこととしている。

3) 圧入設備の運転検証

2018年度、および2019年度下期にかけて、D1-2/D0基地の圧入設備を継続運転し、以下のa~dに関する事項を検証する。図①-2にCO₂圧縮機圧入設備プロセスフローを示す。

この図に示すプロセスフローで、各圧縮機（合計5段）での流量、圧力、温度の制御システムを含むダイナミックシミュレーションモデルを構築しており、運転データと比較検証することで、このモデルの妥当性を検証し、実用化の設備設計に応用することを目標とする。



図①-2 CO₂圧縮機圧入設備プロセスフロー

a. CO₂回収量変動への追従性

CO₂回収量の変動、ペントスタックへの放熱状況を整理しCO₂回収量変動に対する圧入設備の制御追従性を検証する。

b. 圧入量変動への追従性

圧入開始・停止・流量設定変更時・連続運転時における圧入量変動に対する圧入設備の制御追従性を検証する。特に蔦別層、滝ノ上層への同時圧入における制御追従性の検証を行い、問題点を整理する。具体的には、蔦別層圧入量を変更した際に圧入井のPIC（圧力制

例：Pressure Indication Control) で追従できる制御範囲 (50~100%)、変更速度 (t/min)、制御変数 (PID値：Proportional integral and derivation control 比例動作、積分動作および微分動作を持った制御方式による変数) を追従する。

c. 圧入圧力への追従性

前別層、確ノ上層への同時圧入における各坑口での圧入圧力変動に対して、圧入設備の制御追従性の検証を行い、問題点を整理する。上記 b 項と同様に、前別層圧力設定値を変更した際に圧入井の P I C で追従できる制御範囲 (50~100%)、変更速度 (t/min)、制御変数 (PID値) を追従する。

d. 圧入設備の全体総括

圧入終了を受け、実証試験中の圧入設備の運転実績について、長期運転データに基づき、圧入設備の運転総括を行う (表①-3)。

表①-3 圧入設備に係る評価項目と基準値

評価項目	基準値
回収CO ₂ 量変動への追従性	回収CO ₂ の圧力制御：50 kPa G CO ₂ 圧縮機吸込み圧力制御：10 kPa G CO ₂ のベントスタックへの放散ゼロ
圧入量変動への追従性	CO ₂ 圧縮機の吐出圧力制御と連動した F I C ¹ での流量変動を±3%程度に制御
圧入圧力への追従性	CO ₂ 圧縮機の吐出圧力制御と連動した P I Cでの流量変動を±3%程度に制御

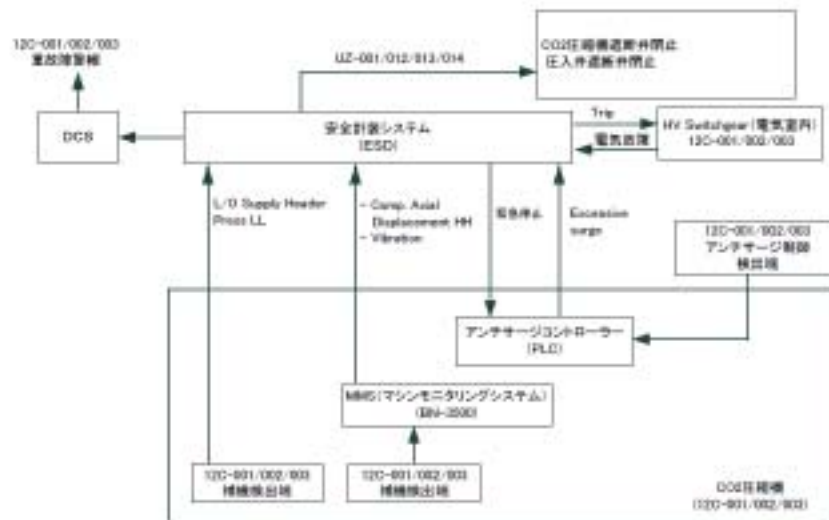
¹ F I C (流量制御：Flow Indication Control)

4) 運用システムの検証

2018年度、および2019年度下期にかけて、D1-2/D0基地の運用システムについて、以下の事項を検証する。2019年度には、実証試験中の運用システム全般について、長期運転データ実績に基づき総括する。

a. 緊急遮断システム

D1-2/D0基地の異常時における重大災害の防止、設備の保護を目的とした安全計装システムを採用した。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の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、D1-2/D0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 (図①-3)。実装置において、自動緊急停止、安全弁作動、フレア/ベントスタックへの緊急放出などの運転異常の発生があった場合、それらの事象を整理し、本設備設計の安全対策の妥当性を検証する。また、発生現象の原因究明と試験設備の改善対策を実施する。



図①-3 安全計装システムと外部システムの連携 (CO₂圧縮機の例)

b. 圧縮機制御システム

2017年度にCO₂回収量とCO₂圧入量の外乱によるアンバランスに対し、運転員による手動介入を最小限にして、かつ、大気放散を極力避ける圧縮機運転制御システムの改善を実施した。結果として、2018年1月以降の確認運転で全自動運転による制御可能という良好な成果を得た。

2018年度以降も、引き続きこの圧縮機制御システムが、前別層、滝ノ上層同時圧入や部分負荷運転などのあらゆる運転形態でも問題なく通常時には回収CO₂を大気に放出せず全自動運転できることを、下記に基づいて検証する。

- ・回収CO₂の圧力制御：50kPaG
- ・CO₂圧縮機吸込み圧力制御：10kPaG
- ・CO₂のベントスタックへの放散ゼロ

目標：各貯留層への圧入は流量制御(FIC)と圧力制御(PI C)を任意に選択することができるが、前別層は25、3t/hの圧入実績に対し滝ノ上層は0、2t/h以下であるので、前別層はPI C、滝ノ上層はFICの並列で各圧入井へのCO₂圧力および流量を安定させる(設定値の±3%程度)圧入制御できることを目標とする。

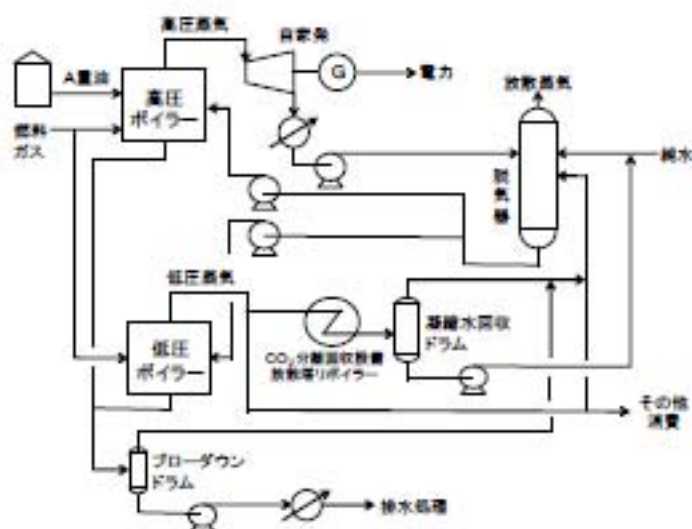
c. 蒸気・自家発電の需給制御システム

D1-2/D0基地では、蒸気は高压および低压ボイラー設備より供給、電力は自家発電設備と外部受電の二電源方式にて供給している(図①-4)。

このうち、ボイラー設備は、自家発電設備と諸設備に供給する蒸気を生産することを目的としている。PSAオフガスからCO₂を分離・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、高圧ボイラーでA重油と常時混焼し、主に自家発電設備向けの高圧蒸気を供給する。

高圧ボイラーでのA重油の常時混焼の目的は、外部受電に支障が発生した場合でも分離・回収の安定運転継続のための最低限の自家発電量を常時確保するためである。



図①-4 蒸気・自家発電システム

これまで、起動・停止時の需給変動が激しい場合も含むボイラーおよび自家発電設備の運転要領を確立し、D1-2/D0基地での蒸気・電力の供給支障は発生していない2018年度以降も負荷変動に対し蒸気・自家発電の需給制御システムが圧入期間中、安定的に稼働することを検証する。具体的には、50%～100%の分離・回収・圧入の負荷運転において、自家発電系統が常に外部受電系統を上回っていることを検証する。このことにより、外部受電が停止の際も、自家発電で分離・回収の運転を継続することができる（但し、圧入は停止）。なお、自家発電停止の際は、必要電気は全て受電することができる受電開閉器と変圧器を保有している。

5) 保安設備の運転検証

2018年度、および2019年度も引き続き地上設備の運転に伴う不調・故障・事故・災害の実績を記録・整理し、保安設備が作動した場合には、設備の運転・作動について検証するとともに、保安設備作動の原因と改善策について検討する。

また、保安設備の年間管理計画を策定し、管理実績を整理して、保安設備管理の妥当性を確認する。

目標：過去2年間の運転では、計測機器の不具合などの原因でCO₂圧縮機の緊急遮断や安全弁

の作動などがあつた。2018年度で同様のトラブルが発生した場合は、緊急遮断システム(E S D : Emergency Shut-down System)、安全弁、ベントスタックへの緊急放出などの安全対策が的確に機能することを評価する。評価基準は以下の三点とする。

- ・緊急遮断システムに沿って安全に圧縮機などが停止し、系外にCO₂ガスを放出させない。
- ・上記のシステムが完全に追従できない場合でも安全弁で設備を保護できる。
- ・安全弁作動の場合でもCO₂ガスを安全に大気に放出できること。

上記により最終的に年間100万トン圧入規模においても、現在の安全システムが適用できることを目標とする。

①-2 日常保全および定期保全

日常保全および定期保全、設備法定点検等の年間計画を策定し、必要に応じて各種分析を行うとともに点検を実施する。また、点検実績と設備使用実績(腐食、故障など)を整理する。設備の維持保全にあたっては、各機器の点検や、補修後の消耗品(パッキン・ガスケット)交換および、空素封入による防錆対策等を実施する。万が一、予定外の突発的な設備のトラブルが発生した場合は、速やかにその原因と対策を検討し早期に設備を復旧する(図①-5、図①-6、図①-7)。

また、毎年6月前後にCO₂供給側設備の定期保全に合わせ、CO₂分離・回収/圧入設備側も定期保全を実施し、各種法規に基づく法定点検を実施する計画であり、定期検査計画を作成するとともに、実績を整理する。

予め計画した機器を開放し内部を点検し、機器の局所的腐食劣化状況を検査する。

2020年度:

【実施概要項目】 ①日常保全業務(突発補修含む)

②定期点検検査

- ・年度定期点検
- ・メーカー推奨定期点検

③その他保全業務

- ・圧縮機の維持保管作業
- ・分離回収設備/腐食調査

④用役設備機能改善業務

- 【目標】
- ・2016年度の圧入開始から累積した設備運転実績に基づき、将来的な設備の利活用に備えて、耐久性、安全性、操作性等の面から改善事項の検討を実施し、必要に応じて、機能改善・増設工事を実施する。
 - ・定期点検では予め計画した機器を開放し内部を点検し、機器の局所的腐食・劣化状況(肉厚減肉など)が設計時に設備機器毎に材料と腐食速度(減肉速度)を規定し、材料選定基準範囲内であることを確認する。

2018年度 保全年間計画												
項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
口筒保全	→											
口筒保全草率補修費削減	1回目 ← → 2回目 ← → 3回目 ← →											
送電計画(変更)	← - - - - - → (送電停止5/25~7/18) ← - - - - - → (送電停止?) ← →											
定期保全	← → (計画: 火気使用6/7~5/27 準備金/5/25~7/8)											
定期保全準備金	← →											
電力契約検討	← → ★更新契約											
標準年度保全計画更新												
工事項目仕理書	← →											
業者見積	← →											
見積書更新	★											
(主要設備法定点検検査)												
高圧ガス設備 (高圧ガス保安法)	定期点検 6/22検査 ★6/22保安検査											
高圧ボイラー・タービン(電気事業法)	定期点検 6/22検査 ★安全使用検査											
高圧ボイラー・蒸気発生設備 (労働安全衛生法)	定期点検 6/22検査											
一般取扱い・漏洩対策検査 (漏洩法)	★点検結果提出 定期点検検査 ★点検結果提出											
公署防止関連 (公署防止協定)	★立入検査 ★騒音測定											
口筒保全主要項目:	ガス検知警報器定期点検、PH計・導電率計定期点検、ポンプ・モーター定期点検・点検、											
	火災警報器定期点検、消火器定期点検、その他各種作業											
定期保全主要項目:	高圧ガス設備・機器関係検査、安全弁検査、配管気密検査、CO検査											
	第1種圧力容器・高圧ボイラー・機器及び付属関係検査、高圧ボイラー・熱交換機											
	電事法・高圧ボイラー検査、電気設備検査、タービン・発電機点検											
	ガス事業法適用:安全弁検査											
	用役設備:フレア点検、ATO(CO濃度検測)点検、計器点検、冷媒点検、排水設備点検、雨水設備点検、											
	防火ポンプ点検等											

図①-5 2018年度 保全年間計画