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	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	滝ノ上層観測井（OB－1、OB－3） 萌別層観測井（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	定期的に実施	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	定期的に実施	四季ごとに生物生息状況、物理的化学的環境状態を測定

CO_2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CO_2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）社外有識者による技術指導																				
（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、CO_2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CO_2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CO_2含有ガスからCO_2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。

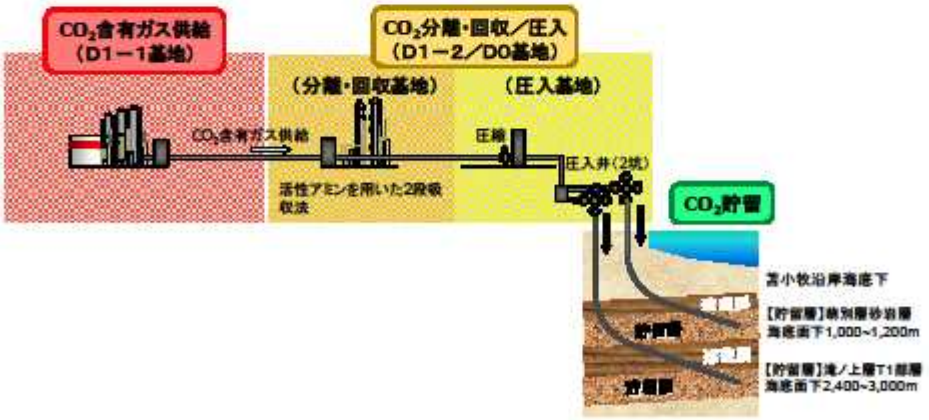

図１　苫小牧におけるＣＣＳ大規模実証試験設備のフロー

CO_2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。

出典：「LC81070302016141LGN00, courtesy of the U.S. Geological Survey」を加工

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まとめられる。

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CO_2含有原料ガス（ＰＳＡオフガス）からのCO_2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CO_2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）CO_2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－CO_2以下を目標とし、費用対効果も勘案しながら、２．０ＧＪ／ｔ－CO_2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、CO_2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CO_2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CO_2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CO_2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CO_2分離・回収量は４４，０００トン（見込み）、萌別層へのCO_2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（CO_2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－CO_2に対して実測結果は１．１５～１．２０ＧＪ／ｔ－CO_2、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－CO_2に対して実測結果は１．２７～１．２９ＧＪ／ｔ－CO_2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）CO_2ベントガス燃焼装置及びCO_2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）CO_2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CO_2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CO_2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CO_2量（トン数）で除した値でありＣｏｓｔ　ｏｆ　CO_2　Ｃａｐｔｕｒｅｄといわれ、以下の式で計算される。

Ｃｏｓｔ　ｏｆ　CO_2　Ｃａｐｔｕｒｅｄ＝圧入に要した費用／圧入したCO_2量

その値は、年間２０万トンの分離・回収、圧入では１１，２００円／ｔ－CO_2、年間１００万

トンでは6，５５８円／ｔ－CO_2となった。

7）単位量（１トン）あたりのCO_2の分離・回収、圧入のために新たに排出するCO_2の量（二酸化炭素排出係数）を考慮したＣＣＳコストをＣｏｓｔ　ｏｆ　CO_2　Ａｖｏｉｄｅｄといい、以下の式で計算される。

Ｃｏｓｔ　ｏｆ　CO_2　Ａｖｏｉｄｅｄ＝Ｃｏｓｔ　ｏｆ　CO_2　Ｃａｐｔｕｒｅｄ／（１－二酸化炭素排出係数）

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　CO_2　Ａｖｏｉｄｅｄは、年間２０万トンケースで１３，６４２円／ｔ－CO_2、年間１００万トンケースで７，８０７円／ｔ－CO_2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CO_2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CO_2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、CO_2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CO_2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）CO_2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CO_2濃度は４４％から５９％の範囲で変動する。そのため、吸収塔出口CO_2濃度を一定値（０．１％乾式基準）に維持、すなわち、CO_2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CO_2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。

CO_2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CO_2純度（設計値９９％以上）、CO_2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－CO_2）を算出する。

ＰＳＡオフガスの代表組成ケース（CO_2：５１．６%、H_2：３８．８%、CH_4：６．６%、ＣＯ：２．３%、H_2O：０．７%）においては、アミンリボイラーのスチーム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－CO_2、最大値として１．２２ＧＪ／ｔ－CO_2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。

分離・回収エネルギー（ＧＪ／ｔ－CO_2）＝CO_2放散塔アミンリボイラー熱量（ＧＪ／ｔ－CO_2）／０．９（スチームボイラー効率）＋分離・回収設備電力消費量（ｋＷｈ／ｔ－CO_2）×０．００３６（ＧＪ／ｋＷｈ）／０．４２０（代表発電効率：ＬＨＶ基準）

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－CO_2、７５%負荷では１．２７ＧＪ／ｔ－CO_2が想定される。

②－１－２　圧入設備の運転、検証

②－１－２－１　CO_2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

CO_2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／ベントスタックへの放出などの発生現象を解析し、本設備設計の安全対策の妥当性を検証する。

運転時に、CO_2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、ベ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、CO_2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、CO_2受入量と圧入量との差分量が圧力制御により自動的に分離・回収設備からベ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、最も電気消費量が大きい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２０万トンを分離・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、