

二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業
終了時評価報告書
(概要版 案)

平成27年 月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

最終評価報告書概要

プロジェクト名	二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業			
上位施策名	資源エネルギー・環境政策			
事業担当課	産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業・技術室			
プロジェクトの目的・概要				
化石燃料は今後とも我が国の主要なエネルギーソースであり、持続的な経済成長と地球温暖化防止の観点から、化石燃料の利用に伴う温室効果ガスである二酸化炭素(以下「CO₂」という。)の削減技術の研究開発が求められている中、大規模発生源から分離回収した CO₂を地下深部の塩水性帯水層(以下「深部塩水層」という。)に貯留する技術が地球温暖化対策の重要な選択肢の一つとして期待されている。 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が 2005 年にまとめた「二酸化炭素回収・貯留(CCS:Carbon Capture and Storage)に関する特別報告書」では、世界全体における CO₂ 地中貯留のポテンシャルが約 2 兆トンと大きく、世界全体排出量の 70 年分にも相当すると見込まれている。 また、国際エネルギー機関(IEA)の「エネルギー技術展望 2014」では、CCS は、今後も長期的に極めて重要な役割を果たすとし、産業部門において大幅な CO₂ 排出量削減目標の達成を可能にする有望な技術であるとしている。さらに長期的に気温上昇を 2℃に抑えるシナリオにおいて、CCS は 2050 年までの CO₂ 累積削減量の最大 14%を占めると試算されている。 本事業は、大気中の CO₂ 濃度の急激な上昇を抑制させるため、火力発電所や製鉄所等の大規模発生源から分離回収した CO₂を深部塩水層に長期的に安定かつ安全に貯留する技術を開発することを目的としている。				
予算額等（委託） （単位:千円）				
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成 12 年度	平成 27 年度	平成 14, 18, 21, 24 年度	平成 27 年度	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 独立行政法人産業技術総合研究所
H25FY 予算額	H26FY 予算額	H27FY 予算額	総予算額	総執行額
700, 000	953, 000	812, 000 の内数	12, 828, 885	11, 399, 787

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

項目	目標	成果	達成度
I. 安全評価手法の開発			
1. 貯留性能評価手法開発	我が国特有の地質条件に対応した地質モデリング手法を実用化する。	我が国の不均質な地層において、限定された情報に基づき精度の高い地質モデルを構築する手法を確立した。本成果は、苫小牧大規模実証試験に活用されている。	達成
2. 貯留層内のCO ₂ 挙動解析	我が国特有の地質条件に対応したCO ₂ 長期挙動予測シミュレーション技術を実用化するとともに、海底下地中貯留に適応可能なモニタリング技術を実用化する。	地化学反応解析手法やヒステリシスを組み込んだCO ₂ 長期挙動予測手法を完成させ、苫小牧大規模実証試験の地化学反応事前評価に適用された。流体流動-岩石力学連成解析のフレームワークを構築し、中間成果が苫小牧実証試験の力学的応答性の事前評価に利用された。 弾性波探査と微小地震観測を兼ねた常設型OBCシステムを開発し、現在苫小牧実証試験で適用中である。また、深度方向に連続してひずみ等を計測可能な光ファイバー計測システムを開発し、実用深度の坑井で性能を検証した。また、高精度重力モニタリングの苫小牧実証試験への適用を可能とした。	達成
3. 貯留層外部へのCO ₂ 移行解析	貯留層から海底に至るまでの移行要因について移行経路をモデル化し、移行シミュレーションを実施する技術を実用化する。上記シミュレーションで予測した移行CO ₂ に対して、海域環境影響評価を行う手法を実用化する。	CO ₂ 移行・拡散シミュレーション技術、漏出CO ₂ 検出技術、生物影響データベースを開発し、苫小牧実証地点の環境調査に活用し、その成果は海洋汚染防止法に基づく許可申請にも利用された。	達成
II. CCS推進基盤の確立			
	CCS事業の推進に資するために開発した手法、技術の集大成として、CCS技術事例集の作成を行う。	CCSの「基本計画」「サイト選定」「サイト特性評価」「実施計画」の各ステージの技術事例集を作成した。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

平成20年度に国内でCCS大規模実証事業を実施する場合の候補地や技術的な可能性に関する検討が開始され、それに対応して本事業を従来の基礎研究から、2020年頃からCCS技術の本格導入に向けた基盤技術の開発に深化させる内容の見直しを行っている。

具体的には、大規模圧入実証事業と密接に連係して、CCS実用化に欠かせない社会的受容性獲得や

信頼性醸成に資する、CO₂の長期挙動予測やCO₂漏洩による海域環境影響評価に関する基盤技術開発に重点的に取り組むこととなり、平成21年度から、我が国の地質特性を反映した安全性評価に関する基盤技術開発を目的とした、貯留層性能評価手法開発、貯留層内のCO₂挙動解析、貯留層からのCO₂移行解析に関する安全評価手法の開発とともに実用化に向けたCCS推進基盤の確立にも取り組んでいる。

<共通指標>

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
39	18	4				

* H24 年度中間評価以降を集計

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

地球温暖化への対応が叫ばれる中で、その主要原因となっている温室効果ガスであるCO₂の削減は世界共通のテーマとなっている。経済の持続的成長に欠かせない化石燃料の利用によって大量に発生するCO₂の削減への取り組みは、地球温暖化対策の中でも特に重要な位置づけにある。本事業は、そのCO₂削減の取り組みの一環として、火力発電所や製鉄所等の大規模発生源から分離回収したCO₂を深部塩水層に長期的に安定かつ安全に貯留する技術を開発することを目的としている。しかし、CO₂地中貯留を具体化するにはその安全性を含めた評価のもとに社会全体に受け入れてもらう必要があり、そのためにもCO₂を深部塩水層に長期的に安定かつ安全に貯留する技術を確立する必要がある。さらに国内においては、CO₂を安全に貯留しやすい石油天然ガス油田は少なく日本特有の地層環境に対してCO₂を安全に長期的に貯留する技術を確立しなくてはならない。本事業は日本独自の地質環境で安定的かつ長期的にCO₂を地下貯留するための技術開発として、重要な位置づけを持っている。

一方、CCS技術が外部不経済とはいえ、経済性を欠いたままでは実用化は難しい。経済的な意義や具体的な経済試算が必要である。さらに、CCSの実用化には、国民合意、市民合意を得るための総合的社会技術開発が必要であり、そのための要素検討、課題抽出および実証を行う必要がある。

2. 研究開発等の目標の妥当性

安全評価手法の開発については、目標と共に、目標をブレイクダウンした具体的な指標が設定されており、妥当であると考えられる。また、CCS事業者向けの「CCS技術事例集」の作成が目標設定されており、将来の実施において大きな効果を発揮するとともに、成果の事業者への移転という観点からも適切な目標であると評価できる。

一方、全体的に目標が定性的であり、具体的に何をどこまで開発すると行ったところがやや不明確である。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

それぞれの開発課題で得られた知見は極めて有益であり、顕著な成果が認められる。特に、複雑な地形に対応したCCSの基本技術を確立したことは高く評価できる。また、長岡での長期モニタリングのデータは

貴重であり、今後の苫小牧での実証に有益と考えられる。事例集の作成も成果として評価できる。更に、原著論文39報、口頭発表125件など、成果の公開も十分である。

一方、目標そのものが定性的であるため、定量的にどこまで達成されたのか判断しがたい面もある。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

本事業で開発した技術は、苫小牧の大規模実証試験に様々な角度から貢献でき、事業化のための技術的基盤は確立していくものと思われる。また、本技術は、資源開発、地震対策など他分野への応用も十分期待できる。さらに、技術事例集の作成は国際標準化にも貢献できるものと期待できる

一方、他の地域あるいは地層へどれくらい適用可能かは、不明確な点がある。また、競合が予想される他の技術との性能評価やコスト計算がなされていないため、CCS 以外での波及効果がどの程度あるかは現状判断できない。また、この技術が関与できる市場はどの程度あるのかなどの調査も今後必要となる。さらに、技術事例集のほか、一般市民に対する説明資料(必要性、安全性、経済性)も必要である。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究計画、実施体制や運営、資金等は適切であったと考えられる。費用対効果については、CCS 事業の経済性効果が今後の金融・税制優遇措置や CO₂-クレジット価格によって大きく変わるため、現時点で経済的な評価を行うこと自体が困難であるが、地球温度上昇 2℃のシナリオにおいて、2050 年までに CCS 事業の CO₂ 累積削減量が 20%であることを鑑みると、その経済的な貢献は膨大であり、本事業の持つポテンシャル的な費用対効果は非常に大きいと言える。

一方、研究開発マネジメントにおいて、基礎研究段階や調査段階では、様々な不確定要素があり、研究としても探索的な研究の色合いが強く、自由闊達な意見を尊重し柔軟性の高い緩いマネジメントで進めることが望ましいが、実用化を見据えた技術開発においては、技術開発リスクをある程度評価し、技術難易度や時間・予算等を考慮したきっちりしたマネジメントに移行し運営する必要がある。しかし、体制面や運営面においても本事業を通して初期から最後まで同様のマネジメントのやり方が行われてきたようであるので、今後は研究開発のステージを意識し、それぞれのステージに応じた適切なマネジメントのやり方を実施するようにすべき。

6. 総合評価

CCS 技術開発は地球温暖化対策、外交戦略などにおいても我が国にとって極めて重要な課題である。得られた知見は新規性があり、苫小牧の大型実証にも貢献できるなど多くの成果が認められる。また、成果の公開やワークショップ開催など本開発技術を世界および国民に理解してもらう努力がなされていることも評価できる。また、日本の様々な複雑性を持った地層への対応と、本格的な実用への対応など、まだまだ技術的に解決すべき課題は多く存在するが、海外以上に困難な貯留条件での実用化は一方で CCS 活用の範囲をグローバルレベルで格段に広める可能性も示している。日本だけでなく、将来的な国際貢献も視野に入れ、本事業での技術の高度化を目指すべき。

一方、いずれの開発技術も今後の実用化に向けて、どこまで達成すれば十分かというような定量的目標がなされておらず、また、経済的評価がやや曖昧である。

また、国内で CO₂ 圧入事業を本格的に実施する場合、「誘発地震」のリスクについて、周辺住民に対して

いかに説明するかが最も大きな課題になる。圧入が始まった場合、圧入中に起きた自然地震や微小振動の原因に対し、その都度、説明責任を求められる可能性が高いため、「圧入と微小振動(地震)が関連しないこと」を説明できるデータ収集や分析手法という視点も必要。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

今回の成果を実際に苫小牧実証事業試験へ活用し、その評価を十分に行い、必要に応じて今回の成果の見直し・バージョンアップをすべき。

大変多くの貴重な知見を有することが出来ており、更に以下の方向を目指すことを期待する。

1. 当然ではあるが、長岡で行った小規模のデータと苫小牧の大規模実証との相関を十分検討し、スケールアップ指針を確立すること、
2. 安全性、経済性の観点から、我が国における CCS の適地、貯留量の選定を行うことが出来るような技術とすること。
3. CO₂ 回収型発電システム(大崎クールジェン)などとの連携によって、より実用的な実証システムによる検証を行うこと。
4. 国際的に認知されるような活動をより積極的に行うこと。
5. 市民合意に向けて、地域一体化技術などの社会技術開発を検討、実施すること。

我が国独自の CCS 技術を早期に確立する事は、地球温暖化対応のみならず、産業競争力強化の視点からも重要である。今後は、海外の技術とも、完成度、コストを比較しつつ、海外にも展開力のある CCS 技術へと仕上げるべく、努力してほしい。

評点結果

評点法による評点結果

(二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員	F 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.0	3	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.3	2	2	3	3	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.5	2	2	2	3	3	3
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.2	2	1	3	3	2	2
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・ 費用対効果等の妥当性	2.5	2	2	3	2	3	3
・総合評価	2.7	2	2	3	3	3	3

各項目ごとの評点

