

二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業 中間評価報告書 (概要版)

平成25年3月
産業構造審議会産業技術分科会
評価小委員会

中間評価報告書概要

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 地球環境連携・技術室			
プロジェクトの目的・概要 大規模発生源から分離回収した二酸化炭素（以下「CO₂」という。）を地下深部の塩水性帯水層（以下「帯水層」という。）に貯留する技術開発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、先進国を中心に盛んに行われている。 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）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 2012」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。 このような背景のもと、我が国においても、地球温暖化対策としてCCSの実用化に向けた対応を速やかに進めることが求められており、CCSの実用化に資するため、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を帯水層に長期的に安定かつ安全に貯留する技術開発が必要とされてところである。 本事業では2020年までにCCS技術の実用化に向けて、我が国の地質的・社会的実情に適したCCS安全性評価技術を確立するほか、CCSに関する知見やノウハウを技術事例集にまとめることとしている。				
予算額等（委託） （単位：千円）				
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成 1 2 年度	平成 2 7 年度	平成 14, 18, 21, 24 年度	平成 2 8 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
H21FY 予算額	H22FY 予算額	H23FY 予算額	総予算額	総執行額
580, 000	980, 000	911, 671 の内数	9, 563, 671	8, 895. 988

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・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
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。	砂泥互層を対象にした地質モデリング手法を確立する。	油・ガス田に比べて少ない地質情報に基づき、砂泥互層に代表される不均質性に富む貯留層の地質モデルの構築手法を確立した。	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。	長期挙動予測に必要なシミュレーション手法の要素技術の検証および高精度化を進め、手法を確立する。 海底下地中貯留に適応可能なモニタリング手法を確立するために要素技術の検証、改良を行う。	TOUGH2 による長期挙動予測シミュレーション手法を確立した。さらに長岡サイトの長期モニタリング結果の解析から高精度なシミュレーションに必要な知見を提供できた。 常設型 OBC システムの実海域試験を実施。その有効性を確認し、大規模実証試験への適用が決定した。	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。	貯留層外部へのCO ₂ 移行の要因を分析し主要な原因を抽出する。断層に関する移行経路のモデル手法を調査する。 CO ₂ の海域環境影響評価手法を設計し、生物影響データベースを構築する。さらに、生態系機能の監視を可能とするバイオリジカルモニタリング手法の基盤技術を構築する。	FEP を用いてCO ₂ 移行要因を抽出した。抽出された要因である断層に関する移行経路のモデル手法を調査した。 文献調査を基に海洋生物影響データベースの構築・整備を行った。海洋微生物のアンモニア酸化活性を指標とするモニタリング手法について基盤技術を確立した。	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。海外展開に向けた国際連携の強化を図る。	国内外の CCS 関連機関との連携、海外の最新動向調査、理解促進活動を通じて、安全性・信頼性の構築に資する推進基盤を整備する。	技術動向、政策動向をとりまとめ、CCS データベースとして整理、構築した。 ワークショップを開催し、技術交流、CCS への理解促進を図った。	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
38	20	1				

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

地球温暖化対策として二酸化炭素の地中貯留技術は重要である。特に安全性評価手法の開発は CCS の実用化に向けた社会的受容性を確保するために極めて重要であることから、本事業の目的・政策的位置付けは妥当である。

また、CCS の実用化に当たっては、技術開発による安全性向上やコストダウンのほか、制度的、社会的課題を解決する必要がある。実用化時点でのビジネスモデルも明確になっていない現時点では、民間企業には技術開発のインセンティブが働きにくく、国の事業として実施することが必要である。

一方、CCS の実用化のためには、コスト競争力に加えて、安全性、安定性や貯留に対する地域住民の理解といったソフト面のアプローチや民間の事業への参画による技術移転の推進が必要であり、その準備として科学技術、社会受容、事業性をまとめた総合的能力の向上に配慮が必要。また、貯留地を国内に限定することが現実的であるが、安価に実施できそうな地点での共同参画も常に念頭におくことが必要。

2. 研究開発等の目標の妥当性

実際に地中貯留を進めるうえでの最大の課題は、圧入技術そのものよりも、むしろ安全かつ経済性の高いサイトの効率的な探索と周辺住民の理解だと思われる。地質モデリング、CO₂ の長期挙動予測、CO₂ 挙動モニタリング手法の開発、安全性評価、海域環境評価など必要な項目が挙げられていることから、目標は適切に設定されていると評価される。

また、CCS 実用化に向けた安全性・信頼性の構築に資する CCS 推進基盤を確立するという視点から、中間目標は立てられており、中間評価の目標設定も概ね妥当であると考ええる。

一方、開発課題の性格からやむを得ないところもあると思われるが、目標に曖昧なところがある。

地質モデリング手法やモニタリングに関して、高度化に向けての課題と解決策等が、より具体的に示されることが望ましい。

また、本開発は社会受容性を確保されるために行われるものであり、技術面だけでなく、マーケティング的な観点から何が必要かを検討し、その目標設定を行うことが必要。例えば、地震に関する項目等も必要であると考えられる。

今後、国際的競争力、優位性も大切な視点。つまり海外シミュレーターの日本への応用を超えて、世界標準技術を目指すべき。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

地質モデリング、CO₂ の長期挙動予測、CO₂ 挙動モニタリング手法等広範な分野において、期待される成果が得られ、貯留層内の CO₂ 挙動解析などは苫小牧における大規模実証実験に適用されることが決まり、現時点での成果は充分出ている。

また、長岡での長期モニタリング結果は非常に貴重なデータであり、貯留層における CO₂ の挙動を継続的に可視化するとともに、そのデータ解析などをもとに事業は着実に進んでおり、概ね目標は達成されている。石油坑井周辺における光ファイバー測定では、今まで圧力と温度しか測られておらず、今回は地層のひずみをそれらと同時に測定できることを示した。坑井のケーシング外側に光ファイバーを設置すれば、深度方向のひずみ分布が測定でき、CO₂ 圧入による地層安定性評価や CO₂ 漏洩監視に利用できることが期待される。今回の成果は、今後の開発方針につながる成果であり、高く評価できる。

一方、開発課題の性格からやむを得ないところもあると思われるが、目標に曖昧なところがあるため、目標にあった成果が得られているのか判断しがたい部分がある。得られた成果をどのように統合し、実際の事業に資するものとするかについて、さらに検討を進めて貰いたい。

長岡のCO₂貯留試験サイトで圧入された量は、CCSで想定されている量よりも遙かに少ないため、長岡のデータを根拠とする際には、その点を常に考慮する必要がある。

CO₂圧入に伴う微小振動の発生は、社会的受容性を確保する上で特に重要な問題と考えられる。その検証事例では微小振動が観測されていないが、地層との相関性を明確にできれば、実用化システムの構築にとってその意義は大きい。

また、CCSの認知度は未だ低く、認知度の向上を図る必要がある。その場合、「坑井間弾性波トモグラフィ」の測定結果画像については成果の説明において誤解を招かないよう、画像と共に解説文を入れるなど、きめ細かい説明が必要。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

苫小牧大規模実証試験に向けた明確な見通しを持って研究が進められており、開発されたCO₂挙動モニタリング技術が苫小牧の大規模実証試験に適用されることは大きな成果であり、事業化の加速化へつながるものと期待される。また、適用される常設型海底ケーブルはCO₂挙動モニタリングと微小振動観測の両方が可能であることから、CO₂圧入と誘発地震との関連性を検証することができ、社会的受容性を高めるための大きなデータとなる。

本事業の成果は、CCS に留まらず、地震観測のモニタリング、高レベル放射性廃棄物の地層処分や地熱開発などの技術に移転されることが期待される。光ファイバー測定システムは CCS だけでなく、石油天然ガ

スやメタンハイドレート開発における地層や坑井の安全性評価にも広く利用できる。

一方、事業化に向けて、さらに個々の技術の統合を進めることにより、CCS の実用化に資するものとして完成を目指して貰いたい。

今後CCS技術の国際標準化の動きが出てくることが予想されることから、本事業の成果が活用できない不利益な状況が起こらないよう、戦略的な取り組みが必要である。

国際貢献の方向も検討して欲しいが、本技術と海外技術との比較もなされていないため、国内限定の技術なのか、海外への技術展開が可能な普遍的な技術なのか判断ができない。このため、事業化においては適切な説明が必要である。

また、事業化には大規模実証試験を通じて技術的な課題を抽出することも必要であることから、今後、実用化にあたっては、国内のみならず、海外の大規模実証試験での実証、実証参加への要請が望まれる。

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

CCSの事業化は、国の環境政策や国際的な環境規制枠組みに大きく依存するため、研究機関が中心的な役割を担うことは適切であろう。

長岡サイトで得られたCO₂挙動モニタリングの知見は、2度の大きな地震を経験したにもかかわらず安定的に地中貯留されていることを証明し、国内外のCCSの社会的受容性の獲得や世界的展開に大きく寄与している。更にその知見は苫小牧の大規模実証試験でも活かされることから、定量的評価は難しいものの、その費用対効果は十分得られていると評価できる。

今後、海外の動向を踏まえた我が国のCCS技術が不利にならないバックアップが必要だが、2020年実用化を見据えて、本事業は計画に沿った進捗状況を示している。また、計画に応じた適切な資金配分が行われている。

一方、多岐に渡る開発項目それぞれが、個別に実行され、それぞれの達成レベルもまちまちである。このため、互いにリンクしながら共通の目標を効率的に達成する体制にすることが望まれる。

本研究開発の成果が苫小牧での大規模実証試験に適用されることから、苫小牧の大規模実証試験と十分にリンクした研究体制を構築することが望まれる。

また、他分野への応用可能性や海外展開で資金を回収できる展開（優位性が認められる方向）を考えて欲しい。

6. 総合評価

CCS技術はCO₂固定化の重要な技術であり、我が国としても確立しなくてはならない重要な技術である。CCSの社会的受容性の醸成のためには、CCSに対する安全性・信頼性の構築が必要であり、貯留層に圧入したCO₂の挙動解析や外部への移行解析等のデータは、地域住民の了解を取得するうえで有益である。

地質モデリング、CO₂の長期挙動予測、CO₂挙動モニタリング手法等広範な課題について、適切なマネジメントのもと、多くの成果が得られており、目標の達成度を含め概ね妥当である。長岡サイトで得られたCO₂挙動モニタリングの知見は、2度の大きな地震を経験したにもかかわらず安定的に地中貯留されていることを証明し、国内外のCCSの社会的受容性の獲得や世界的展開に大きく寄与している。

また、当該事業の成果は、苫小牧での大型実証試験に適用されることとなっており、国外も含めて実用化

の加速が期待される。

一方、CCS実用化にむけては、技術面だけでなく、地域住民などの貯留に対する理解が非常に重要であるが、CCSの社会的認知度は未だ低く、認知度の向上を図る必要がある。

また、技術課題の位置づけをさらに明確にしたうえで、研究開発を進めるとともに、実用化を進めるうえでは国内外の民間の事業への参画による技術移転の推進に一層の努力が必要である。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

- ・ 個別要素技術の成果をどう生かすかはCCS推進基盤活動の成果に大きく左右されることになる。このため、個別要素技術の成果を生かすため、国際標準化における優位性の確保と、CCSの社会的受容性の向上に向けた取り組みを進めて貰いたい。
- ・ 長期的な視点にたつて地球全体のCO₂を削減することも念頭に、海外の環境対策で評価され、貢献できるよう本研究開発を推進することが望まれる。

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	G 委員	H 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	3.00	3	3	3	3	3	3	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.00	2	2	1	3	2	2	2	2
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.13	2	2	2	3	2	2	2	2
4. 事業化、波及効果についての妥当性	2.25	2	2	1	3	3	1	3	3
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	2.13	2	2	1	3	2	2	3	2
6. 総合評価	2.50	2	2	2	3	3	2	3	3

