

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

「インドネシア中部ジャワ州グンディ・ガス田における二酸化炭素の地中貯留及びモニタリングに関する先導的研究」(2012年4月～2017年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 本側研究代表者：松岡 俊文 (京都大学 学際融合教育研究推進センター 特任教授)
2. 2. 相手国側研究代表者：Wawan G. A Kadir (インドネシア バンドン工科大学 (ITB) 教授)

3. 研究概要

インドネシアでは、泥炭地からの二酸化炭素 (CO₂) 排出量を含めた場合、中国、米国に次ぐ温室効果ガス (GHG) 排出国であり、経済成長に伴うエネルギー需要の増加に付随する GHG 排出量の増加が懸念されている。中でも、ガス田から天然ガスを生産する際に産出されるガスに含まれる CO₂ の空気中への大量の排出が問題視されており、2020年までに CO₂ を 2005年比で 26%削減することを計画している。

本プロジェクトでは、CO₂ の直接的な削減法としてガス生産の際に出た CO₂ を回収して地中に封じ込める CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 技術の体系化を目的に、中部ジャワ州グンディガス田において、同国内で初の CO₂ 地中貯留実証試験およびモニタリング技術の研究開発を行う。具体的には、研究フェーズ 1として貯留サイトの選定から CO₂ 注入までを実施し、研究フェーズ 2として CO₂ 圧入後のモニタリングや SOP (Standard Operation Procedure, 作業手順書) 作成および普及活動を行うことで、将来的にインドネシア国内での CCS の推進を図ることを目的とする。

4. 評価結果

総合評価 (A : 所期の計画と同等の取組みが行われている)

当初、インドネシア国有の石油・ガス関連企業であるプルタミナ社が本 CCS 事業に出資することを前提に計画していたが、インドネシア国内法により同社が本事業に資金を出せないことが判明した。そのため、CO₂ を圧入し貯留のモニタリングを行うフェーズ 2 への移行が計画より大きく遅れている。

他方、地層モデルや貯留層評価、貯留シミュレーション、各種モニタリング手法等の地質・地球物理学的研究は順調に行われ、貯留についても圧入地点の選定と圧入計画は既に作成されている。また電気・電磁法等のモニタリング技術開発、人的交流の進捗状況は良好であり、今後順調

に推進できればプロジェクト全体として大きな成果が期待できる。

なお、アジア開発銀行 (ADB) が東南アジア初の CCS 事業として本プロジェクトに強い関心を持ち、2200 万円を出資して実現可能性調査 (F/S) を実施、その良好な結果を受けて約 12 億円の本格出資が行われる見込みとなったことにより、プルトミナが引き続き本事業を行うことが可能となり、CO₂ 圧入に関連する地上設備建設とモニタリングに対しての見通しがついた。ADB の本プロジェクトへの高い期待と研究資金を得た点は評価できる。また、我が国の JCM (Joint Crediting Mechanism) の有力候補でもあり、本プロジェクトの政策的意義も大きい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

当初の研究計画から見た進捗状況については、フェーズ 2 への移行が計画より大きく遅れているものの、地層モデルや貯留層評価、貯留シミュレーション、各種モニタリング手法等の地質・地球物理学的研究は順調、貯留についても圧入地点の選定と圧入計画は作成されている。また、モニタリング等の技術開発や人事交流、理解増進活動やシンポジウムの開催など、その他の点についても順調に進捗している。海外の機関との連携プロジェクトであることを考えると、手続き面等で遅れが生じたことは不可抗力によるとも言えるが、今後遅れが生じないように研究代表者からも積極的に関係者に働きかけると共に関係者間で確認することが必要である。

併せて、本プロジェクトの成果が評価されるよう二国間クレジットにおける本研究の貢献の明確化、インドネシア政府への提言書作成なども検討する必要がある。

本プロジェクトに関して、ノルウェーがリスク調査を実施し、我が国の NEDO が JCM 実現可能性調査を行うなど本事業への関心度は高い。また、プルトミナ・JICA・ADB 三者による MOU が締結されたことは大きな意義がある。今後は ADB グラント資金が注入されることで、フェーズ 2 のモニタリングを実施する機会が生まれた。国際的にも多方面の関心を引きつけるという我が国のプロジェクトとしては稀有な結果を招いており、ADB の関与についても高く評価できる。

成果の科学的・技術的インパクトについては、東南アジアで初の CCS 実証実験であることに加え、時間領域電磁法等の新しいモニタリング手法等も取り入れられており、重要度は高い。多様な関係者の利害を調整して具体的プロジェクトに結実させた意義は大きい。本プロジェクトの重要性が内外に広く認識されることは、今後のプロジェクトの推進やその後の実用化について心強い動きである。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

研究チーム内での役割分担がうまくできており、チーム内外における多様な関係者の利害を調整して具体的プロジェクトに結実させた点で、研究代表者のリーダーシップが認められる。

但し CO₂ 圧入の遅れについては、プルトミナの CCS 事業への参画の制約というインドネシア国内事情によるものであり、この困難を乗り越えるため ADB 等との調整も精力的・効果的に行って

いるものの、プルタミナ社が注入試験の資金を提供できないことについて正確な情報の確認が遅くなってしまったことは残念である。

また、現時点で確認すべき点として、注入試験の日程にこれ以上の遅れが発生しないか、遅れに対応した予算執行がなされているか、遅延した場合の後半の資金が不足しないかなどの懸念があるので、その点に関しては注意する必要があるが、プロジェクト全体にかかる研究費の執行状況については、順調かつ有効に執行されている。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

今後の研究の進め方について、まず実質的にどのくらい低炭素化に貢献できるかを明確にする必要があるが、研究の方向性及び実施体制は非常に優れており、研究費計画も妥当といえる。但し、我が国の温暖化対策の政策ともうまく連携できるような進め方が望ましい。その意味では ADB の参加は重要な意味があり大いに期待できる。

今後見込まれる成果について、インドネシアは地質条件的にも我が国と共通する事項が多く、本プロジェクトから期待される成果は両国にとって価値が大きいと考えられる。特に、大規模 CO₂-EOR (Enhanced Oil Recovery, 石油増進回収法) 試験が実施できれば大きな成果となるが、この技術開発による CO₂ 削減ポテンシャルとコストについては、今後の研究においてより明確にしていく必要がある。

インドネシアにおける社会受容性の検討については、他地域でも参考になり、本プロジェクトにおけるモニタリングの実施と SOP を完成した上で、ISO 等で国際標準化する可能性もある。その際、日本が関与した技術手順書を標準化することによって、国際展開に寄与する可能性が期待されるとともに、達成された際のインパクトは、科学技術的にも、社会経済的にも極めて大きいと期待できる。問題はプロジェクト期間内にどこまで出来るかという点に大きく関わってくる。

インドネシアの気候変動対策オプションとしての CCS の意義を検討するための重要な知見を提供するとともに、我が国の技術基盤の向上に資する成果も得ている。また、ナツナ等、高 CO₂ 濃度ガス田の開発への道を開くことにも寄与できる可能性がある。

日本人若手研究者の人材育成については、短期間の共同実験やシンポジウム等にも積極的に参加していることから人的ネットワークの構築も順調に進んでおり期待できる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本プロジェクトを通じた相手国機関との信頼関係はすでに構築されており、活発な人的交流が行われていると判断できる。また、今後の人的交流を通じた持続的な研究活動への貢献も大いに期待できると同時に、CO₂ の圧入開始・モニタリングという段階に進めば、さらなる拡大が期待される。

研究・利用活動の持続的な発展に関しては、インドネシアの天然ガス田は随伴する CO₂ が多く、

CCS への要請は強い。本プロジェクトは東南アジアにおける最初の CCS 事業である。我が国の政策上、アジアでの CCS 技術開発に貢献することは非常に重要であり、本プロジェクトに対する期待は大きい。また、成果物である SOP とその基となるモニタリング技術は汎用性のあるものと思われるため、研究・利用活動は、今後も継続的に発展すると期待できる。政策等へも反映させるには、経済性、エネルギー収支、ビジネスモデル等についても検討を進めることが望ましい。

ITB が ADB 資金を活用して SOP を改定していく可能性があるため、終了後もインドネシアとの関係を継続していくことが望ましい。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

今後、残りの国際共同研究期間で成果目標を達成するために、以下に示す課題に取り組んで頂きたい。

- ・ プロジェクトに更なる遅延が発生しないようリスク管理を徹底する必要がある。関係者間で工程について十分確認合意しておくべきである。

- ・ SOP に記載する項目は設定されているが、そのベースとなる技術についての定量的な目標設定がなされていない。最終評価に向けて何らかの定量的指標による目標設定があった方がよい。また、CCS の実装を進めるためには、経済性、システム(プロセス)全体のエネルギー収支、CO2 削減効果の検討や関連事業との連携が重要であり、早期に成果をあげることが成果のインパクトを高めることにもなるので、これ以上の遅れを最小限にとどめるよう、研究代表者のリーダーシップにも期待したい。

(※本プロジェクト終了後の課題・研究者に対する要望事項)

- ・ モニタリング手法の開発を進め、CO2-EOR 実証試験を実施していくことが重要であるが、CO2-EOR のエネルギーおよびマスバランスを解析し、CO2 削減ポテンシャルを明らかにするとともに、コスト分析を十分に行い、技術の導入可能性を示すことが必要である。

以上

成果目標シート

研究課題名	インドネシア中部ジャワ州ガンディガス田における二酸化炭素の地中貯留及びモニタリングに関する先導的研究
研究代表者名 (所属機関)	松岡俊文 (京都大学大学院)
研究期間	平成24年採択(平成24年4月1日～平成29年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	インドネシア共和国、Pertamina国営石油、トリサクティ大学

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・日本人研究者による東南アジア初のCCS実証テストにより、関連日本企業の国際競争力向上と、国内でのCCS技術の発展及び、シナジー効果
科学技術の発展	・岩石表面の濡れ性、孔隙内CO ₂ 流動などに関する基礎研究をベースに、モニタリング技術や効率的CO ₂ 圧入技術の研究などによるCCS技術の向上
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・ISO等、世界におけるCCS技術標準化への貢献
世界で活躍できる日本人人材の育成	・インドネシアでの技術供与を通じた指導者の人材の育成・排出
技術及び人的ネットワークの構築	・本プロジェクト推進により、インドネシア石油業界、担当省庁、関連大学との広範囲な人的ネットワークの構築ができた
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・東南アジアで初のCCS作業手順書 ・CO ₂ 挙動把握の新手法を含む先進技術と周辺基盤技術の開発と成果公表

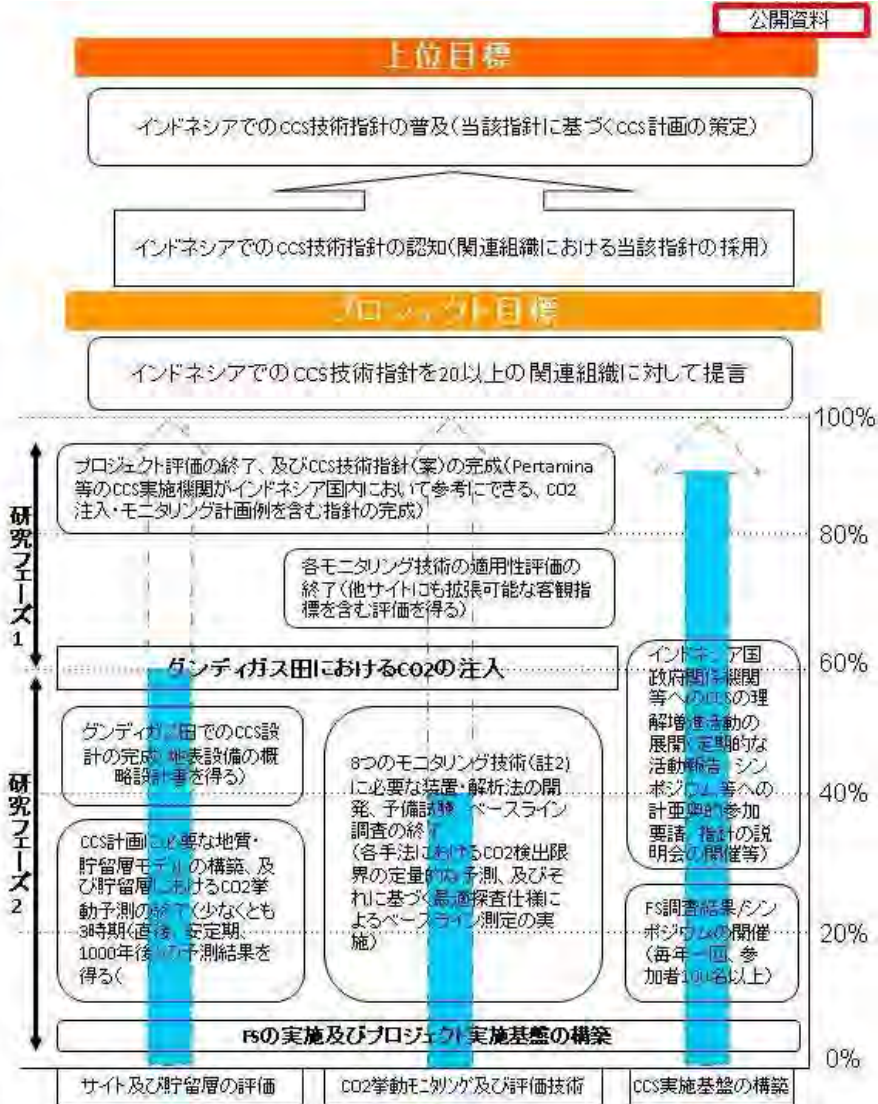


図1. 成果目標シートと達成状況 (2015年7月時点)