

## 事業事前評価表

### 国際協力機構地球環境部環境管理グループ環境管理第一課

#### 1. 案件名

国名：インドネシア共和国

案件名：(科学技術) 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

Pilot Study for Carbon Sequestration and Monitoring in Gundih Area, Central Java Province, Indonesia

#### 2. 事業の背景と必要性

##### (1) 当該国における気候変動対策の現状と課題

インドネシアは、泥炭地からの二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を含めた場合、中国、米国に次ぐ世界第3位の温室効果ガス(GHG)排出国(31億4,300万CO<sub>2</sub>換算トン、国際湿地保全連合報告)である。経済成長に伴うエネルギー需要の増加に付随するGHG排出量の増加も懸念されており、GHG排出量削減に向けた同国の果たすべき役割が期待されている。

これを踏まえ、2009年10月に発足した第2期ユドヨノ政権は、2020年のGHG排出量を26%削減する自主的な削減目標を設定し、国家中長期開発計画の中に気候変動問題を主要課題として継続的に組み込むため、2010-2029年の約20年間にわたる適応策および緩和策にかかる部門別ロードマップ「インドネシア国気候変動ロードマップ(Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap: ICCSR (2010年3月))」を策定するなど、気候変動対策を同政権の重要な政策課題と位置づけている。

同ロードマップでは、特に同国がエネルギーを依存する石炭火力発電所から排出されるGHG増加が課題として示されており、二酸化炭素の回収貯留(Carbon Capture and Storage (CCS))は、エネルギーセクターの緩和策の一つになり得るとされている。一方、同国内においては、CCSに関する調査研究が始まったばかりであり、二酸化炭素の地中貯留部分に特に焦点を当てる本事業は、エネルギーの大部分を石炭火力発電に頼る同国において、経済成長と気候変動対策を両立しうる技術として開発ニーズは高い。

##### (2) 当該国における気候変動対策と本事業の位置づけ

インドネシア政府は、新エネ・省エネの推進のため2011年2月にエネルギー鉱物資源省内に、新・再生可能エネルギー・省エネルギー総局を設立した。同局

は、2025年の1次エネルギーに占める新・再生可能エネルギーの割合を25%<sup>1</sup>とする目標「Vision 25/25」や、それらを推進するための「Clean Energy Initiative」を公表している。同イニシアティブは化石燃料の燃焼によるCO<sub>2</sub>排出を削減する総合的な指針であり、化石燃料燃焼後の対策の一つとしてCCSの技術開発が進められることになっている。同国内で初のCO<sub>2</sub>地中貯留実証試験に取り組もうとする本事業は、CCS技術開発の基盤を確立する上で重要な役割を果たすことが期待される。

### (3) 気候変動対策に対する我が国及びJICAの援助方針と実績

近年、気候変動問題が深刻化する中、我が国は2009年9月の国連気候変動首脳会合において、途上国のCO<sub>2</sub>排出削減に対する先進国の資金・技術支援を表明するとともに、我が国のCO<sub>2</sub>25%削減目標（2020年までに1990年比で25%、2005年比で33.3%削減）を公表しており、CO<sub>2</sub>の削減問題への取り組みは日本・インドネシア両国において国家的な課題ともなっている。最新の我が国の「対インドネシア事業展開計画」（2010年8月1日付）において、気候変動対策プログラムは「特別課題」と位置付けられており、本事業は我が国及びJICAの援助方針に合致したものとなっている。

### (4) 他の援助機関の対応

同国におけるCCS導入への取り組みに対する他ドナーの支援はまさに始まったばかりである。2009年にCCS展開のポテンシャルに関する技術調査が英国大使館の支援を受けて実施され、さらに、アジア開発銀行（ADB）は、本年度より同国を含む各国にて、CCSの環境への影響、パイロットプロジェクトの実施可能性の調査等、CCS実施のロードマップを作成する技術支援を実施中である。なお、独立行政法人エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の地球温暖化対策技術普及等推進事業の中で、日系石油会社と商社が共同で同国における温室効果ガス削減CCSプロジェクトの案件組成調査を実施中。

## 3. 事業概要

### (1) 事業目的（協力プログラムにおける位置づけを含む）

本事業は、中部ジャワ州にあるグンディガス田においてCO<sub>2</sub>地中貯留時の深部地層の評価技術やCO<sub>2</sub>の分布・挙動モニタリング手法について調査し、手順書（SOP; Standard Operation Procedures）に纏めて提案することにより、インドネシアの陸域ガス田におけるCCS事業促進を図るものである。

<sup>1</sup> その他のエネルギー源の割合は、石油30%、天然ガス23%、石炭22%である。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名  
バンドン、中部ジャワ州グンディガス田

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）  
バンドン工科大学（ITB; Institut Teknologi Bandung）の研究者等約 50 名、その他 CCS 事業者・研究者等

(4) 事業スケジュール（協力期間）  
2012 年 4 月～2017 年 3 月を予定（計 60 か月）

(5) 総事業費（日本側）  
3.7 億円

(6) 相手国側実施機関  
ITB

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

- ① 専門家：長期専門家 1 名（業務調整）  
短期専門家約 20 名（地質・地質物理・石油開発等）  
総 80M/M（予定）
- ② 本邦研修（日本における CCS 等）
- ③ 供与機材：CO<sub>2</sub> モニタリング作業に必要な各種測定装置、データ解析用コンピュータ及びソフトウェア等
- ④ 在外事業強化費

2) インドネシア側

- ① カウンターパート：総括責任者、実施責任者を含めた研究者約 50 名
- ② 施設等

(8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類 B
- ② カテゴリ分類の根拠  
本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年 4 月公布）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に

該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため。

③ 環境許認可

事業実施段階で確認予定。

④ 汚染対策

事業実施段階で確認予定。

⑤ 自然環境面

事業実施段階で確認予定。

⑥ 社会環境面

事業実施段階で確認予定。

⑦ その他・モニタリング

事業実施段階で確認予定。

2) ジェンダー・平等推進／平和構築・貧困削減  
特になし。

3) その他  
特になし。

(9) 関連する援助活動  
特になし。

#### 4. 協力の枠組み

(1) 協力概要

1) プロジェクト目標：インドネシアの陸域ガス田における CCS 事業推進のため、CCS 技術を安全に適用するために不可欠となる深部地層の評価技術、地下での CO<sub>2</sub> 分布・挙動のモニタリング技術に関する SOP が提案される。

2) 成果及び活動

成果 1：グンディガス田における CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに関する実施体制が検討され、詳細な実施計画が作成される。

指標 1：

- ・ 実施体制、作業計画等が決定される。
- ・ グンディガス田での CO<sub>2</sub> 地中貯留・モニタリングの詳細実施計画書が協議・作成される。

活動：

1-1. 具体的な体制・担当者を決め、研究チームを作る。

- 1-2. 研究者の作業計画を作成する。
- 1-3. エネルギー・鉱物資源省等関係省・部局間の調整枠組みを設定する。
- 1-4. 国際的な調整の枠組みを設定する。
- 1-5. 上記 1-3 及び 1-4 で設定した枠組みを定期的に見直し、改訂する。
- 1-6. 技術交流会合（半年に 1 度）や CCS シンポジウムを開催する。
- 1-7. 技術的観点から、インドネシアにおける CCS に関する準備調査を実施する。
- 1-8. グンディガス田における CO<sub>2</sub> 注入及びモニタリングのための CCS 実施戦略に関して調査する。
- 1-9. 1-1. から 1-8. を踏まえ、詳細な実施計画が作成される。

成果 2：成果 3 での活動及び地表施設の設計シミュレーションを行うため、CO<sub>2</sub> 地中貯留サイト及び CO<sub>2</sub> 貯留層の特性が調査され、評価される。

指標 2：

- ・ グンディガス田に関する地質学・地球物理学的探査（G&G）及び物理学的特性のデータベースが構築される。
- ・ グンディガス田での CCS のための地質・貯留層モデルが構築される。
- ・ 貯留層における注入済み CO<sub>2</sub> の挙動が、少なくとも 3 段階（注入直後、CO<sub>2</sub> 貯留定着後、1000 年後）で予測される。
- ・ 地表施設を計画するためのシミュレーション予測がなされる。

活動：

- 2-1. CO<sub>2</sub> 地中貯留サイト、CO<sub>2</sub> 貯留を記述しモデルを作成する。
  - 2-1-1 CO<sub>2</sub> 地中貯留サイト及び貯留層を表す必要なデータを収集し、データベースを更新する。
  - 2-1-2 地質モデル構築のため、グンディガス田の周辺地域で補足的な地質学・地球物理学的探査（G&G）を実施する。
  - 2-1-3 既存及び新規データを利用して、同サイト・CO<sub>2</sub> 貯留層の地質モデルを構築する（静的貯留層モデル）
- 2-2. 室内実験
  - 2-2-1. 貯留層から得られたコアの利用可能性をチェックする。
  - 2-2-2. 室内実験の装置をセットアップする。
  - 2-2-3. 貯留層における岩石の特性を調べる室内実験を実施する。
- 2-3. 貯留層のシミュレーション及び評価を実施する。
  - 2-3-1. 地質データと室内実験データを用いて、貯留層モデルを構築する。
  - 2-3-2. 新しい地質学・地球物理学モデル（動的モデル）を用いて、貯留層のシミュレーション及び評価を実施する。
- 2-4. 地表施設設計の為のシミュレーションを行う。

成果 3： グンディガス田での CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングのため、地表施設設計とコスト評価を含むフィージビリティ調査 (F/S) が実施される。

指標 3：

- ・ グンディガス田における CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに関する指針をまとめた報告書が作成される。
- ・ グンディガス田における地表施設の設計報告書が作成される。

活動：

- 3-1. コスト評価を含む CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに関するグラウンドデザインを作成する。
- 3-2. CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングのための地表施設を設計する。
- 3-3. 環境社会への影響を調査する。

成果 4： CO<sub>2</sub> 貯留層の評価及びモニタリング技術検証のために CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに応用する地球物理学的及び地球化学的技術が実際の貯留層において適用され、評価される。

指標 4：

- ・ 貯留層の評価及びモニタリング手法でのデータ収集及びデータ処理の方法が報告書に纏められる。

活動：

- 4-1. JICA から提供された装置を用いて、測定技術に関する現場作業を実施する。
- 4-2. 以下に示すモニタリング手法について、データ取得、処理、解析を実施する。
  - 4-2-1. 4D 高分解能反射法地震探査
  - 4-2-2. 4D 電気／電磁探査法
  - 4-2-3. 4D マイクロ重力探査法
  - 4-2-4. InSAR・GPS を利用した手法
  - 4-2-5. 4D 微小地震モニタリング法
  - 4-2.6. 自然地震を利用したトモグラフィ／地震波干渉法によるモニタリング
  - 4-2-7. 地球化学／水理学的モニタリング手法
  - 4-2.8. 各種物性を利用した貯留層内の CO<sub>2</sub> 飽和状態定量的評価手法

成果 5： グンディガス田における CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングの分析・評価を基にして SOP が作成される。

指標 5：

- ・ 陸域ガス田での CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに関する SOP が作成される。

活動：

- 5-1. グンディガス田における CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングの結果をレビュー・評価する
- 5-2. CO<sub>2</sub> 地中貯留及びモニタリングに関する SOP を作成する。
- 5-3. SOP に関するセミナーを開催し、公表する。

### 3) プロジェクト実施上の留意点

#### ① CO<sub>2</sub> の注入について

本事業では注入する CO<sub>2</sub> 調達コストを下げるため、ガスの生産現場で分離され通常は大気に放出される CO<sub>2</sub> を用い、これを注入地点まで運搬し圧入する予定である。そのため、CO<sub>2</sub> 注入のサイトとして国営石油会社がガス生産を開始する予定である中部ジャワ州グンディガス田が選ばれた。

地表設備（パイプラインやコンプレッサー等）と注入井の用意は本事業外で国営石油会社等の協力を得て進める予定であり、本事業内で作成する F/S にて費用の算出等を行う予定。事業実施スケジュールを考慮すると開始後 2 年以内に注入井が用意される目途が立っている必要があるが、万一中途の段階でこれらの目途が立たない場合は、協力期間を見直しつつ、室内実験やシミュレーション結果を元に獲得した CO<sub>2</sub> 貯留手法につき手順書に纏める。

#### ② グンディガス田のデータの利用・公表について

同国においては、国内の油ガス田で、石油開発を目的に取得されたデータを国外に持ち出すことが禁じられている。そのため、グンディガス田のボーリングコア試料を用いた室内試験や各種データの解析は全てインドネシア国内の研究施設において実施する必要がある。従って、本事業を進める中でのデータの管理について、管理体制や手順を決めるとともに、公表手続きについても同様な管理を行うよう留意する。

#### ③ 環境影響評価について

グンディガス田では、ガスの生産に関わる環境影響評価はオペレータであるプルタミナによって既に実施されており、それに従って各種モニタリングも計画されている。一方、2011 年 12 月の国連気候変動枠組条約第 17 回締約国会議で CCS の CDM 化が承認されたのを踏まえ、今後国際的な流れの中で環境影響評価等が求められる可能性がある。その場合は適切に対応する必要がある。

### (2) その他インパクト

