

4. MRV 方法論の調査

4.1. CCS の CDM 化に関する調査

4.1.1. CCS の CDM 化の制度調査

CCS の CDM 化については、2009 年 12 月にデンマーク・コペンハーゲンにて開催された国連気候変動会議（COP15, CMP5）で最初に議論され、2010 年の CMP6（メキシコ・カンクンにて開催）において CDM として適格と認められた。また、2011 年の CMP7（南アフリカ共和国・ダーバンにて開催）において CCS の様式・手順が決定された。

本項目では、CMP ならびに CDM 理事会における決定事項や議論の最新状況を整理する。

コペンハーゲン合意（COP15, CMP5, 2009 年）

- 2009 年に開催された国連気候変動会議（COP 15、CMP 5）では、CCS の CDM 化が取り上げられ議論された。
- 温暖化対策としてのポテンシャルは認められたものの、以下の懸念も共有され、議論は持ち越された。
 - －CCS の CDM 化における懸念事項：長期永続性を含む非永続性、測定・報告・検証、環境への影響、プロジェクト活動の境界、国際法、信頼性、予期せぬ結果となる可能性、安全性、漏出・リーケージによるダメージの保険担保および補償

国連気候変動会議は、2009 年 12 月 7～19 日、デンマークのコペンハーゲンで開催され、CMP 5 の議題「CDM に関する問題」において、CCS の CDM 化が取り上げられた。CMP5 における結果は以下のとおりである（GISPRI（2009）[1]より抜粋）。

「柔軟性メカニズムに関し、次の点で意見が一致しなかったと指摘した：クリーン開発メカニズム（CDM）における炭素回収貯留（CCS）、…（以下略）」

「決定書（FCCC/KP/CMP/2009/L.10）において、CMP は理事会に対し、下記の点を要請した：（略）」

- 可能な緩和技術としての地層 CCS の重要性を認識し、保留された問題に関する懸念を念頭に置くとともに、SBSTA に対し、CDM に地層 CCS を含める可能性に関する作業を継続し、CMP 6 でこの問題に関する決定書の採択を目指すよう要請し、締約国に対し、この問題に関するそれぞれの見解を 2010 年 3 月 22 日までに事務局に提出するよう求める（以下略）」

SBSTA 31 における結果は以下のとおりである（GISPRI（2009）[1]より抜粋）。

「CDM の下での CCS：この問題は、当初 SBSTA プレナリーで議論され、議長の Plume は、この問題の進め方について合意に至らなかったと報告した。サウジアラ

ビアとオーストラリアは、合意がなかったことへの失望感を表明した。ガーナは、緩和技術および活動としての CCS プログラムを設置するよう SBSTA に要請することを提案した。」

CMP 決定においては下記のように決定がなされた。

- 下記の点に関する懸念を認識した上で、可能性を秘めた緩和技術として CCS は重要であることを認識する。
 - a. 長期永続性を含む非永続性
 - b. 測定・報告・検証
 - c. 環境への影響
 - d. プロジェクト活動の境界
 - e. 国際法
 - f. 信頼性
 - g. 予期せぬ結果となる可能性
 - h. 安全性
 - i. 漏出・リーケージ²⁰によるダメージの保険担保および補償
- CMP6 でこの問題の決定が採択できるよう、CCS の CDM 化に関して上記の問題点に取り組みつつ作業を継続するよう、科学および技術に関する補助機関 (SBSTA : the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice) へ要請する。
- 上記問題点に関する意見を 2010 年 3 月 22 日までに事務局へ提出するよう、京都議定書締約国に奨励する。
- 京都議定書締約国から提出された意見を SBSTA32 での検証に向けて集約するよう、事務局に要請する。

カンクン合意 (COP16, CMP6, 2010 年)

○2010 年に開催された国連気候変動会議 (COP 16、CMP 6) では、CCS の CDM 化が取り上げられ、コペンハーゲン合意の時の懸念事項が解決されることを前提に、基本的に CCS を CDM に含める (CDM の資格がある) こととの決定がなされた。

○ただし、懸念事項を解決し CDM 運用の基本方針となる modalities and procedures については、次回の CMP 7 で決定されることになった。

国連気候変動会議は、2010 年 11 月 29～12 月 10 日、メキシコのカンクンで開催された。懸案となっていた、CCS を CDM に含めるかどうかの決定に関しては、コペンハーゲン合

²⁰ 「リーケージ」とは、「プロジェクトバウンダリー外で発生する、CDM プロジェクトの活動又は PoA (Programme of Activities) に起因する測定可能な GHG の純変化と定義される (UNFCCC “Glossary CDM terms Version 07.0” (CDM-EB07-A04-GLOS))」 (パシフィックコンサルタンツ(2012)[1]より抜粋)

意の時の懸念事項が解決されることを前提に、基本的に CCS を CDM に含める（CDM の資格がある）こととの決定がなされた（決定第二項）。

ただし、CDM 運用の基本方針となる modalities and procedures については、臨時に technical workshop を開催し、次回の CMP 7 と共に開催される第 35SBSTA が作成し、CMP 7 に提出することになった。

ダーバン合意（COP17, CMP7, 2011 年）

○2011 年に開催された国連気候変動会議（COP17, CMP7）においては、CDM における CCS の様式・手順（Modalities and Procedures）が決定された。

○CCS が CDM として承認され、認証排出削減量（CERs）を得られることが認められたが、様式・手順は 5 年以内に再検討される。また、越境問題等の議論は持ち越された。

2011 年 12 月にダーバン（南アフリカ共和国）で開かれた CMP7 において、CCS の様式・手順が決定された（Decision 10 / CMP7; Modalities and procedures for carbon dioxide capture and storage in geological formations as clean development mechanism project activities）。CMP7 における結果は以下のとおりである（GISPRI（2011）[2]より抜粋）。なお、プロジェクト別のリザーブおよび越境問題は SBSTA 36 に回されたと報告された。

- CDM プロジェクト活動としての CCS の様式・手順（Modalities and Procedures）を採用し、これを本決定採択後、5 年以内に再検討する。
- 二酸化炭素のある国から別の国への移動を含める CCS、または 2 か国以上に位置する地層への貯留を含める CCS の適格性に関し、CMP8 において検討することで合意する。
- SBSTA 36 に対し、決定草案を CMP8 での審議にかけることを念頭に、紛争解決メカニズムの可能性など、関連するプロジェクト活動のタイプに対する規定を検討するよう要請する。
- 締約国およびオブザーバーに対し、2012 年 3 月 5 日までに意見を提出するよう求め、事務局に対し、提出文書をその他の文書の中にまとめるよう要請する。

同様式・手順においては、CCS に対する追加的要求事項として、貯留サイトの選定、リスクと安全評価、モニタリング、資金準備要件、法的責任、及び環境と社会経済への影響評価が規定されている。以下に、各項目の概要について示す。

- 貯留サイトの選定
 - 地中貯留地点（地中貯留サイト）は提案された利用条件において、漏出や環境・健康影響の重大なリスクがなく、ホスト国の法規制を全て遵守し、CDM プロジェクトによる CO2 貯留にのみ利用される。

- 地中貯留地点は、国際水域に位置しない。
- 環境・健康影響の重大なリスクがないこと、地中貯留地点が飲料水供給に適しているかどうかについて評価する。
- 上記 3 つの条件を満たすかどうか判断するために、地中貯留地点の特性を評価する。
- 地中貯留地点の特性評価および選定においては、地質学的情報、地震探鉱情報等の幅広いデータおよび情報を活用することが必要である。
- リスクと安全評価
 - 地上・地下設備からの漏出および地下飲料水等への影響、地中貯留地点からの漏出、および配管の破裂などによる CO₂ の大量放出について考慮する。
 - 周辺環境を含め、CCS のチェーンすべてをカバーした評価を行う。
 - 誘発地震の可能性や他の地層への影響についても考慮する。
- モニタリング[4]
 - プロジェクト実施前にモニタリングを実施し、キャップロックや地中貯留地点の表土、周辺領域の経路を通じた潜在的漏出を検出するとともに、貯留地点のリスク評価を行う数値モデルに必要なデータを取得する。
 - CO₂ 貯留時、CO₂ 注入井閉鎖時、注入井閉鎖後の各フェーズにおいてモニタリングを実施し、貯留されている CO₂ の挙動や漏出有無を検知する。また、取得したデータを用いて数値モデルを検査、更新する。
 - 漏出があった場合、モニタリング結果並びに数値モデルの結果により、定量化する。
 - CDM プロジェクト活動の最終クレジット期間の終了後または CER の発行が停止した後、20 年以内は終了してはならない。
 - 過去 10 年間一度も漏出が観測されなかったとき、また、観測およびモデルによるすべての入手可能な証拠により、貯留された CO₂ が長期間にわたって大気中から完全に隔離されていることが示された場合のみ、モニタリングを終えることが認められる。
- 資金準備要件
 - ホスト国の法規制に従って安全に CCS を実施するとともに、貯留地点から CO₂ の漏出があった場合に影響を受けるコミュニティや生態系に対する救済手段がとれるよう、資金を準備しておく必要がある。
 - モニタリング、漏出時、ホスト国の法規制に必要とされる救済策等の資金を準備する。
- 法的責任
 - 提案する CCS プロジェクトや貯留サイトにおける法的責任について、プロジェクト実施フェーズ、プロジェクト終了フェーズおよびその後（貯留層閉鎖まで）においてどのように分担するか、プロジェクト設計書に明確に記載する。

- プロジェクト参加者からホスト国への法的責任の移転については、地下貯留サイトのモニタリングを終えることが認められ、指定国家機関が規定する法制度上の条件をホスト国が満たすことが認められた後に有効となる。
- 環境と社会経済への影響評価
 - CCS 実施に伴う大気への排出、固体廃棄物、水利用による環境および社会経済への影響評価を実施しなければならない。その際、利用可能な最善の技術を適用して評価を行う。環境および社会経済への影響評価には、影響に対する総合的解析が必要である。

ダーバン合意以降（2012年～）

○2012年にドーハ（カタール）にて開催された国連気候変動会議（COP18, CMP8）においては、CDM 理事会における検討状況が報告された。

○2013年にワルシャワ（ポーランド）にて開催された国連気候変動会議（COP19, CMP9）においては、CDM としての CCS に関する議論はなかった。

ダーバン合意を受け、第 66 回 CDM 理事会（EB66、2012 年 2 月 27 日～3 月 2 日）においては、CDM における CCS の様式・手順（Decision 10 / CMP7; Modalities and procedures for carbon dioxide capture and storage in geological formations as clean development mechanism project activities）を実行するための” 2012 CDM-MAP (Management Plan)” が合意され、新規に CCS に関するワーキンググループ（炭素回収貯留 WG、CCS WG）を創設することを念頭に置いた作業計画作成を事務局に指示した[5]。

さらに、第 67 回 CDM 理事会（EB67、2012 年 5 月 7 日～11 日）では、CCS に関して以下の成果があった[6]。

- CCS ワーキンググループ（CCS WG）が設立された。
 - 議長：Mr. José Miguez（ブラジル）、副議長：Ms. Pauline Kennedy（豪）
- 指定運営組織（Designated Operational Entity, DOE）信認基準に CCS が新たな対象分野として追加された。
 - DOE に対する人材資質要件（CCS に関連する（あるいはそれと同等の）教育課程の修了、同様の分野における 3 年以上の職務経験等）が記載された。
- 「提案される CCS の新しいベースライン及びモニタリング方法論の様式（CDM-CCS-NM）の記入ガイドライン[7]」、「CCS CDM プロジェクト活動のプロジェクト設計書記入ガイドライン[8]」、および「CCS CDM プロジェクト活動の新規提案ベースラインおよびモニタリング方法論の申請・検討のための手順[9]」が採択された。
 - プロジェクト設計書（PDD）には、CMP7 で決定された CCS 様式・手順に基づき、

以下の項目が必要である[1]。

- ◇ <セクション A. プロジェクト活動の説明>地中貯留地点の選定と特性把握、財政に関する措置、法的責任に関する措置（CCS CDM プロジェクト活動またはその地中貯留地点に起因する法的責任による義務が実施段階、終了段階、および終了後の段階にどのように割り当てられているか）、適用する法律および規制
- ◇ <セクション B. 選択した承認済みベースラインおよびモニタリング方法論の適用>モニタリング計画
- ◇ <セクション C. プロジェクト期間およびクレジット期間>プロジェクト活動の予定実施期間および段階
- ◇ <セクション D. リスクおよび安全性の評価>包括的・詳細なリスクおよび安全性評価、重大事故への備えとして整備すべき計画すべてから成るコミュニケーション計画および危機管理計画
- ◇ <セクション E. 環境影響および社会経済的影響の評価>プロジェクト活動による環境影響および社会経済的影響の包括的な分析についての説明
- ◇ <セクション F. サイトの開発および管理計画>提案される地中貯留地点の使用条件、地中貯留地点の運営・管理

第 68 回 CDM 理事会（EB68、2012 年 7 月 16 日～20 日）においては CCS WG のメンバー 6 名が任命された。現在の CCS WG メンバーは、第 77 回 CDM 理事会（EB77、2014 年 2 月 17 日～21 日）において承認された以下の 7 名である。

表 4-1 CCS WG メンバー

	氏名	国籍	所属
議長	Mr. Kazunari Kainou (戒能一成)	日本	(独)経済産業研究所
副議長	Mr. José Miguez	ブラジル	Brazilian Ministry of Environment
メンバー	Mr. Gregory Leamon	豪州	Geoscience Australia
	Mr. Paul Zakkour	英国	Carbon Counts
	Ms. Shujuan Wang	中国	Tsinghua University(精華大学)
	Mr. Luis de La Torre	ペルー	Repsol Gas Downstream Peru
	Mr. Jeremiah Muia	ケニア	South Eastern Kenya University

(出典) UNFCCC[10]

CMP8（2012 年 11 月 26 日～12 月 7 日）では、SBSTA45（2016 年の実施を予定）まで

に、CDM に関連する CCS の 2 つの事項、(i) 複数国にまたがる (the transboundary movement of CO₂, ある国から別の国への CO₂ の移動を伴う) CCS、および (ii) CERs のグローバルリザーブについて検討を行うことを要求した。これらは、ダーバン合意では CMP8 において検討する事項であったが、議論が持ち越された。

その後の第 74 回 CDM 理事会 (EB74、2013 年 7 月 22 日～26 日) では、受入国法規への事業の適合性や損害賠償の資金的基礎の適否は DOE が確認判定すること、CCS 事業のモニタリング中「重大な変異」が発生したか否かの判定基準は一律基準を設けず方法論で規定することなどにおいて部分合意が成立したが、他については継続検討となった。

第 76 回 CDM 理事会 (EB76、2013 年 11 月 4 日～8 日) では、飲料水貯蔵地層での事業実施の可否やホスト国の関連法規を指定しておくことの要否等について検討したが、理事の見解が分かれたため再検討となった。

今後の予定としては、2014 年 3 月末に開催される第 78 回 CDM 理事会 (EB78) において、CCS の CDM 活動に関連する規定の導入のためドキュメントのドラフトパッケージについて議論されることが計画されている。

4.1.2. プロジェクト事例調査

これまで CCS プロジェクトの PDD (プロジェクト設計書) が CDM 理事会に提出された事例は表 4-2 の 2 件である。

表 4-2 CCS に関する PDD が CDM 理事会に提出された事例

プロジェクト名	The White Tiger Oil Field Carbon Capture and Storage (CCS) project in Vietnam	The capture of the CO ₂ from the Liquefied Natural Gas (LNG) complex and its geological storage in the aquifer located in Malaysia
提出日	2005 年 9 月	2006 年 1 月
プロジェクト参加者	三菱重工(日本) Vietsovpetro(ベトナム) 丸紅(日本)	日揮(日本) Petroliam Nasional Berhad (マレーシア)
ホスト国	ベトナム	マレーシア
サイト	Vung Tau	Bintulu
排出源	Phy My 発電所	LNG コンビナート
分離回収技術	化学吸収法(KS-1 吸収液)	化学吸収法
輸送	パイプライン(陸 37km, 海 107km)	パイプライン(海 120km)
貯留層	ホワイトタイガー油田 海底下 4000m の破碎花崗岩	Pudina フィールド 海底下 1400m の炭酸塩岩
CO ₂ 排出削減量	約 4.6Mt-CO ₂ /年	約 3.1Mt-CO ₂ /年

上記の 2 つのプロジェクトの PDD を基に、以下の事項を整理する。

1. 方法論適用の条件
 - 排出源の条件、貯留層の条件
2. プロジェクト境界
3. ベースライン
 - ベースラインシナリオ、ベースライン排出
4. 追加性の証明
5. プロジェクト
 - プロジェクトシナリオ、プロジェクト排出
6. リークージ
7. 排出削減量の算出方法
8. 現在の状況、その他

ベトナム・ホワイトタイガー油田における CCS プロジェクト

1. 方法論適用の条件

ベースライン方法論「大規模産業 GHG 排出源からの人為起源 CO₂ の回収および石油貯留層への貯留」は、下記の条件に合う CCS プロジェクトに対して適用可能とする。

- 排出源の条件
 - 本方法論は、人為起源の CO₂ の貯留にのみ適用可能である。天然の地下貯留層（あるいは他の非人為起源排出源）から排他的に生産された CO₂ を隔離するプロジェクトは、本方法論を適用しない。
 - 排出源からの CO₂ はすべて排他的にプロジェクトへ供給し、他のプロジェクトや消費者へ供給しない。
- 貯留層の条件
 - 本方法論は、CO₂ を永遠に貯留する目的で陸域または海域の石油貯留層を活用する CCS プロジェクトにのみ適用可能である。
 - 石油貯留層は少なくとも地下 600m の深さに位置しなければならない。
 - プロジェクトは最小基準に合致しなければならない：
 - ◇ 石油貯留層の選択と完全性の確認
 - ◇ 石油貯留層と周辺地域のモニタリング
 - ◇ 坑井の廃坑処理と遮へいを保持する戦略
 - CO₂ の貯留構造からの漏出は 7 年間のクレジット期間中に、総貯留量の 0.7% を超えてはならない。
- その他の条件
 - 人為起源 CO₂ は排出源から圧入サイトまでパイプラインで輸送される。
 - 同一ホスト国内の排出と貯留にのみ、本方法論は適用可能である。
 - プロジェクトの石油貯留層は、他国との国境をまたいではならない。

2. プロジェクト境界

プロジェクト境界は、図 4-1 の二重線の範囲内である。A～E は主なモニタリングポイントを示す。

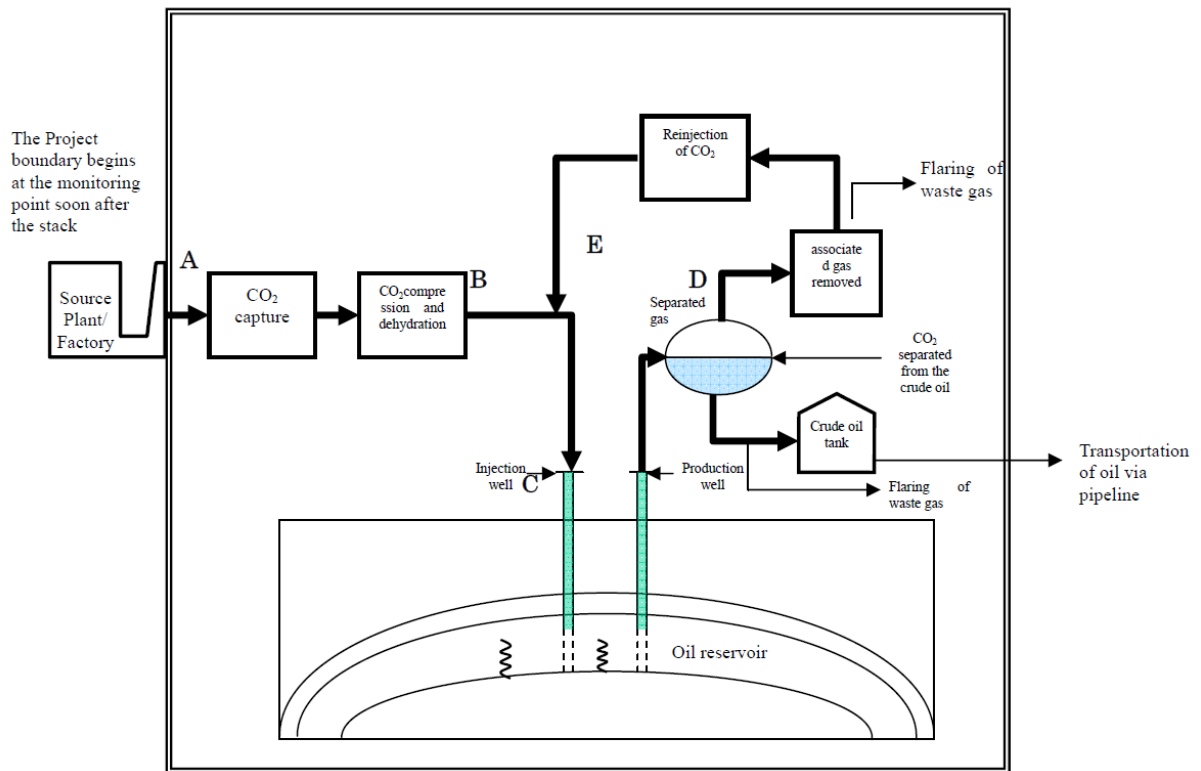


図 4-1 プロジェクト境界

3. ベースライン

ベースラインシナリオおよびベースライン排出は以下のとおりである。

- ベースラインシナリオ

ベースラインシナリオとしては、以下の 3 つのオプションが考えられるが、そのうち 2) は現状で非附属書 I 国では商業的に CCS が実施されていないことから実行不可能であり、3) もまた、排出源からの CO2 排出量に対して産業で必要とされる CO2 量は非常に小さいことから適していない。

- 1) 現状の継続 - 排出源からの CO2 を非制御のもと（回収されることなく）大気へ排出／放散される
- 2) 排出源からの CO2 は CCS 技術により回収・貯留される
- 3) 排出源からの CO2 は回収され、製造業で使用される（例：ソフトドリンク製造）

- ベースライン排出

上記のとおり、CDM のもとで CCS プロジェクトを実施しない場合、排出源で発生する CO2 は大気へ放散される。また、ベースライン排出は排出源から排出される CO2 の総量となる。

ベースライン排出の算定式は以下のとおりである。モニタリングポイント A における

CO₂ 排出量は排出源において大気中に排出されている CO₂ の総量に等しく、A で計測されるガス排出量にガス中の CO₂ 分率と CO₂ ガス濃度を乗じて算出される。モニタリングポイント B～E におけるベースライン排出はない。

$$\begin{aligned} & \text{モニタリングポイント A における排出量 (tCO}_2\text{/年)} \\ & = \text{モニタリングポイント A で計測されるガス排出量 (m}^3\text{Wgas/年)} \\ & \quad \times \text{ガス中の CO}_2\text{ 分率 (m}^3\text{CO}_2\text{/m}^3\text{Wgas)} \\ & \quad \times \text{CO}_2\text{ ガス密度 (tCO}_2\text{/m}^3\text{CO}_2\text{)} \end{aligned}$$

4. 追加性の証明

追加性は、CDM の「追加性の証明と評価のためのツール (Tool for the demonstration and assessment of additionality)」に従って評価されている。各ステップに対応する追加ガイドランスは以下のとおりである。

- Step 0 (提案されるプロジェクト活動が「初めてのケース」かどうかの証明：任意選択)
追加ガイドランスはない。

- Step 1 (現行の法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの特定)

代替シナリオは以下のとおりであり、これらの代替シナリオが CDM なしに利用可能であればプロジェクトは追加的でない。代替シナリオ 1 がベースラインシナリオになり得る場合にのみ、本手法論は適用可能である。

代替シナリオ 1：現状の継続・プロジェクトがなければ、排出源であるプラントや工場から CO₂ は大気へ排出される。石油生産が貯留構造において実施されているならば、一次／二次石油採取²¹が圧入 CO₂ を使用することなく継続し、三次石油採取は発生しないだろう。

代替シナリオ 2：CCS プロジェクトが CDM なしで実施される。

代替シナリオ 3：CCS プロジェクトが一次石油採取段階で実施され、排出源から回収された CO₂ を貯留構造へ貯留する。

代替シナリオ 4：CCS プロジェクトが二次石油採取段階で実施され、排出源から回収された CO₂ を貯留構造へ貯留する。

代替シナリオ 5：排出源からの CO₂ が回収され、外国へ輸送され、三次石油採取で使用される。

代替シナリオ 6：排出源からの CO₂ が回収され、製造業やプロセス産業向けに販売される。

²¹各採取法の説明は以下のとおり。

一次採取法：自然の排油エネルギーを利用して原油を生産する方法

二次採取法：水や天然ガスを圧入して油層圧を回復し、産油量の増加を図る方法

三次採取法：水蒸気や炭酸ガスを圧入して原油の粘度低下や界面張力を解消し、産油量の増加を図る方法

- Step 2 (投資分析)

プロジェクト参加者が選択できる 3 つの分析方法のうち、オプション I (簡易コスト分析) は「当該プロジェクト活動が CDM に関連した収益以外に財政的・経済的利益を生じない場合」[3]に利用されるため、CO₂ を回収して枯渇油田貯留層に圧入するプロジェクトにとって適している。

また、オプション III (ベンチマーク分析) は「当該 CDM プロジェクト活動が CDM に関連しない財政的・経済的利益を生じる場合」に利用され、は、石油が貯留層から生産されているプロジェクトにとって最も適している。このケースでは、化石燃料販売で得られるすべての収入は、IRR 計算に使われる。感度分析は以下を含む。

- ・期待される化石燃料生産よりも高い
- ・期待される化石燃料価格よりも高い
- ・期待される初期コスト総額よりも安い
- ・期待される O&M コストよりも安い

- Step 3 (バリア分析)

追加ガイダンスはない。

- Step 4 (一般的慣行分析)

追加ガイダンスはない。

5. プロジェクト

プロジェクト排出および排出の算定方法は以下の 4 種類である。

- ① 排出源からの CO₂ のうち、回収・輸送・リサイクルプロセスにおいて失われた CO₂
 - モニタリングポイント A~E において測定される CO₂ 量をもとに算定される。
- ② プロジェクトの装置や機械で使用されたエネルギー (化石燃料・電力) からの GHG
 - 使用した化石燃料の量や電力量に排出係数を乗じて算定される。
- ③ CO₂ リサイクルプラントの排ガスに含まれるメタン (CH₄) の放出 (フレアリング)
 - フレアリングのために排出されたメタン量のうち燃焼された分の CO₂ 量と、燃焼されなかった分のメタン量から算定される。
 - 放散された排ガス量にメタン分率を乗じて算定される。
- ④ 貯留された CO₂ が貯留構造から明確に放散されたことによる漏出 (必要に応じ)
 - クレジット期間 (7 年間) で、漏出量が貯留された総量の 0.7%を超えないことを確認するためにモニタリングを行う。明確に放散している場合は、漏出量は第三者機関により地震探査あるいは他の適切な技術により決定されなければならない。漏出量が正確に決定できる場合は、プロジェクト排出としてみなす。漏出量が正確に決定できない場合は、すべての CER をキャンセルし、既に附属書 I 国の順守として使用している場合は、同等量の CER、ERU、または AAU と置き換える。

6. リークージ

プロジェクトによっては、原油や排ガスから天然ガスが分離される場合がある。多くの場合は所内利用されるが、市場にパイプラインで輸送することも考えられるため、その場合のパイプラインからの天然ガス（CH₄）の漏出をリークージとする。算定式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} & \text{天然ガスパイプラインからの排出量 (tCO}_2\text{/年)} \\ & = \text{天然ガスパイプラインの全長 (km)} \times \text{パイプライン排出係数 (tCO}_2\text{e/km)} \end{aligned}$$

7. 排出削減量の算出方法

排出削減量は以下の式により算出される。

$$\begin{aligned} & \text{排出削減量} \\ & = \text{ベースライン排出量} - (\text{プロジェクト排出量} + \text{リークージ}) \\ & \hspace{15em} (\text{単位はいずれも tCO}_2\text{e/年}) \end{aligned}$$

8. 現在の状況、その他

2006年6月に **Methodology Panel recommendation** を受領したが、その後の進展はない。また、クレジット期間後のモニタリングの責任の所在の規定については、この方法論のスコープ外である。

マレーシア・LNGプラントからのCO₂回収と帯水層への地下貯留

1. 方法論適用の条件

ベースライン方法論「天然ガス処理プラントおよび液化天然ガス（LNG）プラントからのCO₂回収、および地下帯水層あるいは廃油ガス田への貯留」は、下記の条件に合うCCSプロジェクトに対して適用可能とする。

- 排出源の条件
 - CO₂ 排出源は、天然ガス処理プラントや LNG プラントの酸性ガス除去装置から排出される、CO₂ を含む酸性ガスである。
 - ホスト国に、CDM 実施手順（CDM M&P）（決定 17/CP.7, 2001 年 11 月 11 日）²² に先立って CO₂ 排出規制がない。
 - CO₂ は排出源（酸性ガス除去装置）から注入サイトまでパイプラインにより輸送される。
- 貯留層の条件
 - CO₂ を含む酸性ガスは塩水性帯水層あるいは廃油ガス田に地下貯留される。この方法論は、EOR/EGR や採掘不能なコールベッド、あるいは海洋貯留には適用できない。
 - CO₂ の排出源と貯留が同一国である場合にのみ、本方法論は適用される。
 - 貯留構造の健全性に関して、プロジェクトは以下の条件を満たす。
 - ◇ 貯留層が、注入された CO₂ が超臨界状態を保つのに十分な深さに位置すること。
 - ◇ 貯留層の地理学的安定性、貯留許容量、および CO₂ 貯留の安全性について確かめるための地理学的サイト報告書（a geological site report）が CO₂ 注入前に用意され、十分なデータが収集されていること。
 - ◇ 短期間および長期間の貯留層のシミュレーションを実施し、CO₂ が「適切に選択され管理されている貯留層（100 年以上確実に（very likely）貯留される確率が 99%以上であり、1,000 年以上貯留される確率が 99%以上である貯留層）」に注入されることを示すこと。その際に、シミュレーションモデルは第 3 期間（研究機関、政府系機関等）が検証すること。

2. プロジェクト境界

プロジェクト境界は図 4-2 に示されるとおりである。

²² 原文のとおりに記載。

Project Boundary

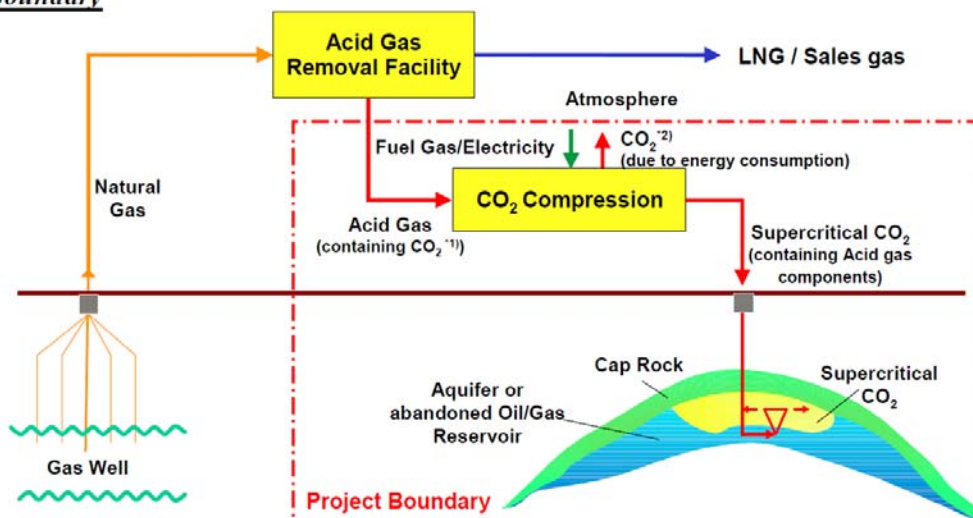


図 4-2 プロジェクト境界

3. ベースライン

ベースラインシナリオおよびベースライン排出は以下のとおりである。

● ベースラインシナリオ

CERs による収入がなければ CCS 実施の商業的インセンティブがほとんどないため、最もあり得るベースラインシナリオとしては「CCS が実施されない」というシナリオである。

● ベースライン排出

ベースライン排出は、以下の「酸性ガス除去装置からの CO2 排出」と、酸性ガスの排出が規制されている場合には「酸性ガス燃焼による CO2 排出」の合計となる。

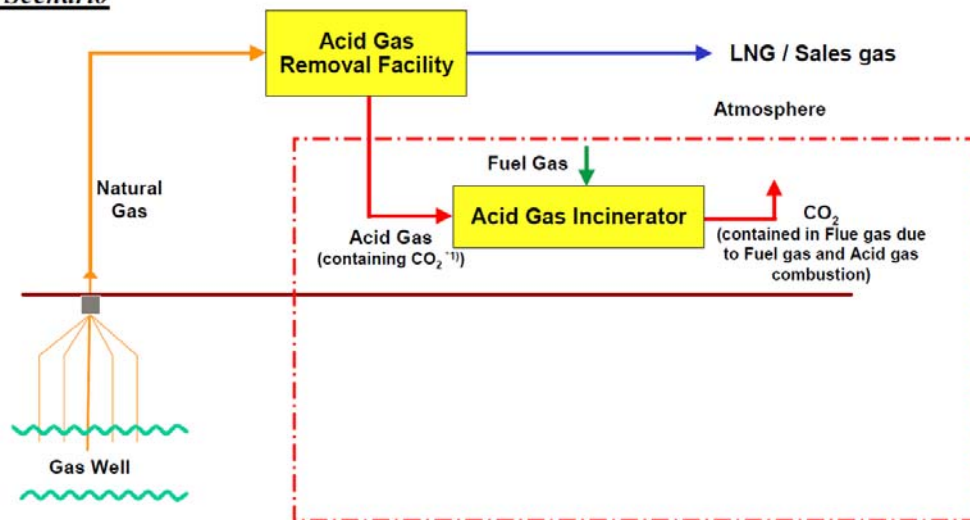
➤ 酸性ガス除去装置からの CO2 排出

◇ 天然ガスから分離される CO2 と酸性ガス除去装置から（直接、または酸性ガス燃焼の後に）排出される CO2 は、プロジェクトにおいて帯水層あるいは廃油ガス田に注入される CO2 の量と同じであるとみなされる。

➤ 酸性ガス燃焼による CO2 排出

◇ 地域の排出規制がある場合には、酸性ガスは燃焼処理される。その場合、燃焼処理に利用した燃料からの CO2 排出はベースライン排出に含める。

Baseline Scenario



*1) CO₂ concentration of the acid gas is approximately 95 wt%.

*2) Includes indirect CO₂ emission due to use of electricity supplied from outside the boundary.

図 4-3 ベースラインシナリオ

4. 追加性の証明

追加性は、CDM 理事会が提供している「追加性の証明と評価のためのツール (Tool for the demonstration and assessment of additionality)」を利用して評価する。各ステップに対応する追加ガイダンスは以下のとおりである。

- Step 0 (提案されるプロジェクト活動が「初めてのケース」かどうかの証明：任意選択)
追加ガイダンスはない。

- Step 1 (現行の法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの特定)

代替シナリオは以下のとおりである。天然ガス生産、および天然ガスからの酸性ガス除去は CDM 実施に関係なく行われるため、ベースラインシナリオ決定には、酸性ガスから除去した CO₂ の取り扱いが課題となる。

代替シナリオ 1：CO₂ を含む酸性ガスは大気中に直接放出される。

代替シナリオ 2：CO₂ を含む酸性ガスは酸性ガス燃焼処理後に大気中に放出される。

代替シナリオ 3：CDM スキームがなくても CCS が実施される。

代替シナリオ 4：CO₂ が回収され、工業用途や市場で売却されるなどの他の目的で利用される。

- Step 2 (投資分析)

CERs からの収入がなければ CCS には経済的インセンティブはほとんどないため、上記の代替シナリオ 3 が現実的である可能性は低い。

代替シナリオ 4 に関しては、CO₂ の需要（化学用途、炭酸飲料生産等）や価格を考慮して評価される。近傍に需要がない場合、あるいは CO₂ の価格が回収費用と比較して低い場

合は、代替シナリオ 1 または 2 がベースラインシナリオとして選ばれ、環境規制の有無によりいずれかに決定するとともに、CDM に関連する収入以外に経済的な便益がないため単純なコスト分析が適用される。近傍に需要がある場合は、投資比較分析またはベンチマーク分析により、CO₂ 販売による利益と CER による収入とを比較する。

- Step 3 (バリア分析)

以下のバリア (障害) が考慮できる。

- 技術的障害 (CO₂ 地下貯留には石油ガス産業において開発されたのと同じ技術が利用されるが、それらの技術が CCS プロジェクトに適用された事例が少ないこと)
- 技術の普及に関わる障害 (世界で CCS プロジェクトの操業事例が少ないこと)

- Step 4 (一般的慣行分析)

提案されたプロジェクトに類似の活動としては以下が挙げられる。

- EOR/EGR
- 海洋貯留、採掘不能なコールベッドへの貯留

- Step 5 (CDM 認証の影響)

追加ガイダンスはない。

5. プロジェクト

プロジェクト排出としては以下の 4 種類を考慮し、合計する。

① 燃料の燃焼に伴う CO₂ 排出

- CO₂ の圧縮、輸送、および注入における化石燃料の燃焼に伴って排出される CO₂ 排出量を考慮する。

② 電力消費に伴う CO₂ 排出

- CO₂ の圧縮、輸送、および注入における電力消費に伴って排出される CO₂ 排出量を考慮する。

③ パイプラインや注入井からの CO₂ 漏出

- 貯留層に注入した CO₂ 量が注入井の入り口で計測できる場合は、パイプラインからの CO₂ 漏出は考慮する必要がない。
- 貯留層に注入した CO₂ 量がパイプラインの入り口でしか計測できない場合は、通常の操業におけるパイプラインからの CO₂ 漏出について、直接計測したデータまたは推計値を用いて算出する。それらのデータが入手できない場合は、IPCC の石油・天然ガス産業における漏出量推計値を利用することができる。
- 事故によるパイプラインからの CO₂ の大量漏洩が起きた場合は、漏出量は「事故発生時点から CO₂ 流が止まるまでに流れた CO₂ 全量」と「パイプライン中に含まれていた CO₂ 全量」の合計以下となる。
- 注入井からの CO₂ 漏出は、注入井のケーシングとチュービングの間の圧力モニタリングにより計測することができる。

④ 貯留層からの CO2 漏出

- CO2 の漏出が起きた場合には、地震波または他の方法によりモニタリングを行い、漏出量はプロジェクト排出とみなされる。
- 漏出した CO2 が正確に把握できない場合は、漏出が不確実な CO2 全量に相当する CERs がキャンセルされ、付属書 I 国によりクレジットとして使用された分は同等の CER、ERU (Emission Reduction Unit)、または AAU (Assigned Amount Unit) で置き換えられる。
- プロジェクト終了時には、将来の CO2 漏出については最新の知見をもとに推計し、割引率を考慮してプロジェクト排出として含める。
- 貯留層からの CO2 漏出は以下にもとづき推計する。

◇可能性のある漏出メカニズムの特定

本方法論によるプロジェクトにおいて可能性のある漏出メカニズムは以下の 3 つである。

- ・シールが不完全な、古い廃坑井からの CO2 漏出 (図 4-4 のルート E)
(適切な手続きに従って廃坑された井戸や採掘坑は、クレジット期間中は CO2 漏出ルートとして考慮しなくてよいが、長期間においてはシールの完全性の劣化について考慮する。)
- ・溶解した CO2 が自然流によってトラップ構造の外に運ばれた場合の CO2 漏出 (図 4-4 のルート F)
- ・溶解した CO2 の、大気あるいは海洋への漏出 (図 4-4 のルート G)
(上記 2 つのルートについて、シミュレーションによりクレジット期間中に溶解した CO2 がキャップロックの周辺を超えることがないことを示す。また、長期間 (1,000 年など) においては、溶解した CO2 がキャップロックを超えて漏出する可能性があることを考慮する。他のルートはサイト選定の時点で排除されるとされている。)

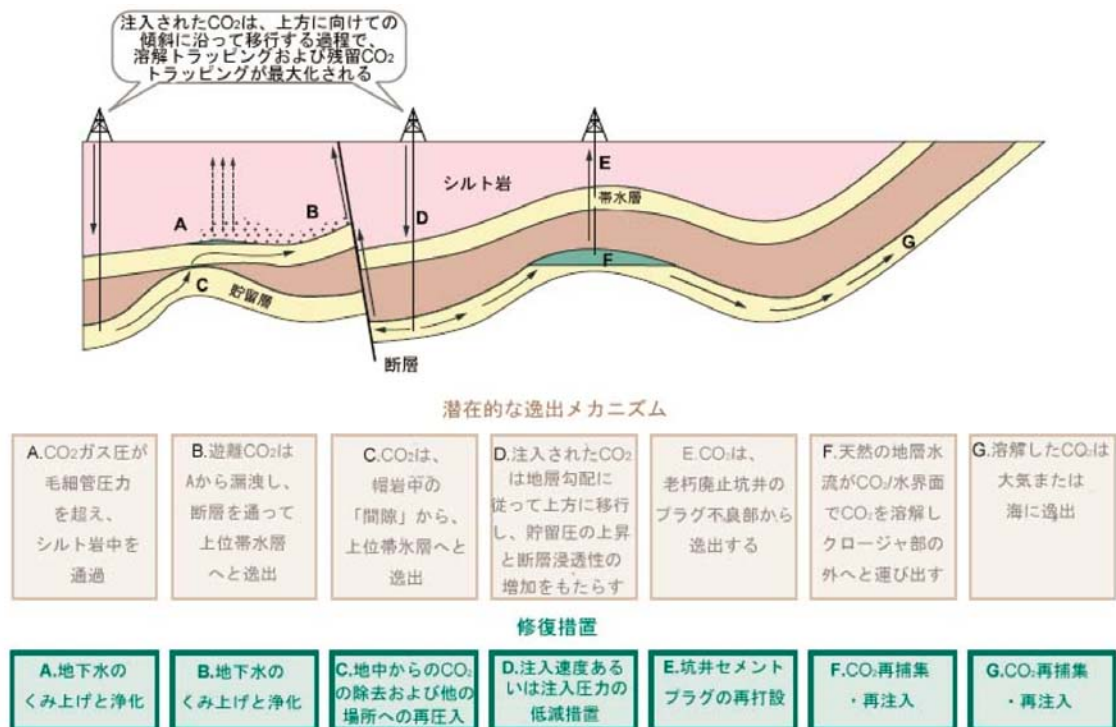


図 4-4 可能性のある CO₂ 漏出ルート

(出典) IPCC-SRCCS[11][12]

◇注入した CO₂ のモニタリング

プロジェクトでは、クレジット期間中はダウンホールモニタリングを利用してモニタリングを行い、シミュレーションに用いる貯留層の温度や圧力等のデータを取得するとともに、貯留層圧力がキャップロックの毛管圧を超えないことを確認し、CO₂ 注入が貯留層に亀裂を生じないように管理する。また、クレジット期間の最後、および CO₂ の漏出が確認された場合には 3D 地震波探査を実施し、注入した CO₂ が予想どおりの挙動を示しているかどうかを確認するとともに、貯留層シミュレーションとともに CO₂ 漏出量の定量化に利用する。

6. リークージ

この方法論におけるリークージはない。

7. 排出削減量の算出方法

排出削減量は以下の式により算出される。

排出削減量

$$= \text{ベースライン排出量} - \text{プロジェクト排出量} - \text{リークージ} (=0)$$

$$\begin{aligned} &= (\text{酸性ガス除去装置からの CO2 排出量} + \text{酸性ガス燃焼による CO2 排出量}) \\ &\quad - (\text{圧縮・輸送・注入過程に必要なエネルギー消費による CO2 排出量} \\ &\quad + \text{パイプラインや注入井からの CO2 漏出量} + \text{貯留層からの CO2 漏出量}) \end{aligned}$$

(単位はいずれも tCO₂e/年)

8. 現在の状況、その他

方法論パネルにより 2006 年 6 月に Preliminary recommendation が提出され、プロジェクト参加者からのフィードバックを待っている段階である[13]。

4.2. CCS の JCM 化に関する調査

4.2.1. 既往検討事例調査

4.2.1.1. JCM の特徴

本節では、JCM（二国間クレジット制度）の特徴や CDM との違いについて整理する。JCM は以下を考慮して設計され、実施されるべきであるとされている[14]。

- (1) 堅固な方法論、透明性、環境十全性を確保する。
- (2) ルールやガイドラインに基づきつつ、簡易で実用的な制度を維持する。
- (3) 地球規模の温室効果ガス排出削減・吸収のため、具体的な行動を推進する。
- (4) 温室効果ガスの排出削減・吸収量の二重計上を回避するために、JCM の下で登録された緩和プロジェクトを他の国際的な緩和メカニズムに重複して使用することを防止する。

JCM は日本と相手国とが共同で開発、実施している「様々な取組 (various approaches, 以下の決定 1/CP18 参照)」の一つであり、日本としては UNFCCC の下で「様々な取組のための枠組み」の精緻化に貢献していくとされている。また、日本は、JCM の活用に関して、決定 19/CP18 に基づく共通様式を含む隔年報告書に記入して、国連に報告していく。

JCM においてクレジットとして発行される排出削減量はリファレンス排出量 (Reference Emissions) とプロジェクト排出量 (Project Emissions) との差分と定義されており、リファレンス排出量は BaU (Business as Usual) 排出量よりも低く計算される。BaU 排出量は、ホスト国において JCM プロジェクトと同等のアウトプットあるいはサービスの提供においてもっともらしい排出量を表す[15]。

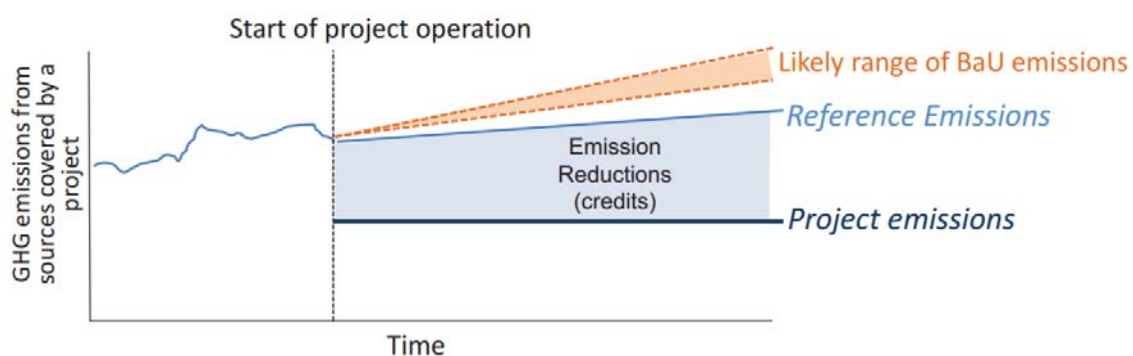


図 4-5 JCM プロジェクトにおけるプロジェクト排出量、リファレンス排出量、BaU 排出量の関係

以下に、MRV 方法論として考慮すべき項目について説明する。

①プロジェクト適格性

JCM では適格性要件 (Eligibility Criteria) として、明確な基準が方法論に定義される。適格性要件には、JCM プロジェクトとして登録されるためのプロジェクト要件、および JCM 方法論を適用することができるプロジェクトの要件を含む。方法論を適用するには、挙げられているすべての適格性要件を満たさなければならない。

適格性要件については、以下を満たすものである必要がある。

- 適格性要件には、方法論を適用する技術・製品・サービスを特定する特徴、および GHG 排出削減算出に必要な条件を含む。
- 検証可能なものであるべきであり、事後のモニタリングが必要な要件は避けるべきである。

②プロジェクトバウンダリ

JCM においては、プロジェクトに起因するすべての GHG 排出量について排出源ごとに特定し、リファレンス排出量とプロジェクト排出量を算出する。除外した排出についてはその理由を正当化する必要がある。ただし、上流側の GHG 排出量は除外してよい。

③ベースラインシナリオと追加性の証明

上記のとおり、JCM においてはリファレンス排出量を定義する必要がある。リファレンス排出量は以下の条件を満たす必要がある (一部を抜粋)。

- リファレンス排出量を定める手順は 1 つのみを規定する。
- リファレンス排出量は BaU (Business as Usual) 排出量よりも低い理由について記述する。
- リファレンス排出量の算出に用いるパラメータや係数等は正確な出典を明記するとともに、保守的な値であること (conservativeness of the values) を正当化する。
- ホスト国あるいはプロジェクトに特有なデータが入手できない、または入手が困難である場合は、必要に応じて最新の IPCC におけるデフォルト値を利用してもよい。

JCM においては、適格性要件を満たしているプロジェクトであれば、CDM において必要とされている追加性の証明は必要ないため、その分の負荷を低減できる。

④削減量算定方法

プロジェクトによる排出削減量は、リファレンス排出量とプロジェクト排出量の差分によって算出される。

リファレンス排出量は BaU 排出量よりも低く設定されているため、排出削減量は保守的な値となる。また、リファレンス排出量およびプロジェクト排出量の算定方法が規定されて

いるため、計算の透明性が高い。

⑤モニタリング

プロジェクト排出量は、「事後にモニタリングすべきパラメータ (Parameters to be monitored ex post)」と「事前に確定しておくプロジェクト固有のパラメータ (Projects-specific parameters to be fixed ex ante)」により算出される。

- 領収書等の証票から得られる取引量に基づいたモニタリングや計測機器を用いた使用量のモニタリングに加え、モニタリングの負荷を低減するため、デフォルト値が保守的な形で広く用いられる[14]。
 - ▶ 保守的なデフォルト値を用いることにより、実際のプロジェクト排出量よりも大きな排出量となり、温室効果ガス排出量の純削減及び／または回避が確保される[14]。

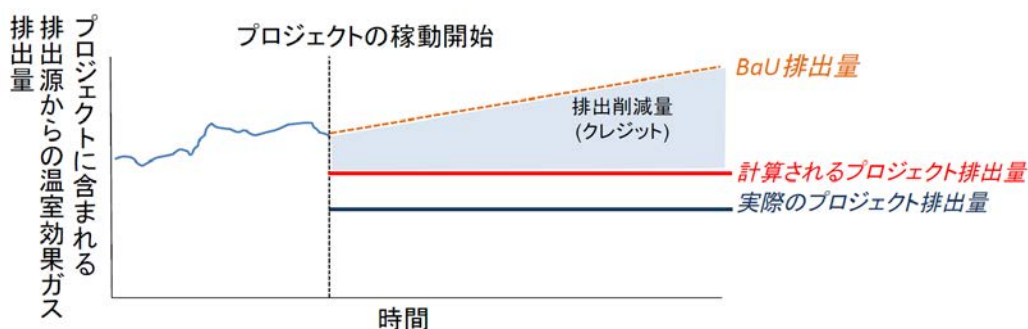


図 4-6 保守的なデフォルト値を用いた場合のプロジェクト排出量 (計算されるプロジェクト排出量) と BaU 排出量の関係

- モニタリングすべきパラメータに関しては、方法論において計測方法やモニタリングの頻度について記載される。

表 4-3 は、JCM と CDM の特徴を比較したものである。大きな違いとしては、以下の 2 点が挙げられる。

- 「プロジェクトの妥当性確認」に関して、CDM が「仮想シナリオに対して提案された各プロジェクトとの追加性 (additionality) を評価」する必要があるのに対し、JCM は「提案されたプロジェクトが、客観的に判断可能な適格性要件に合致しているかを確認」するのみにとどまる。
- 「排出削減量の計算」に関して、CDM は「パラメータの計測に関する厳格な要件」が必要とされるのに対し、JCM では「モニタリングを行うパラメータに制約がある場合、デフォルト値を保守的に用いる」ことができる。

表 4-3 CDM と比較した JCM の主な特徴

	JCM	CDM
ガバナンス	-“分権的”構造 (各国政府、合同委員会)	-“中央集権的”構造 (京都議定書締約国会合、CDM理事会)
対象セクター/ プロジェクトの 対象範囲	-より広範な対象範囲	-特定のプロジェクトは実施が困難 (例：超々臨界 石炭火力発電)
プロジェクトの 妥当性確認	-DOEsに加えて、ISO14065認証 機関が実施可能 <u>-提案されたプロジェクトが、客 観的に判断可能な適格性要 件に合致しているかを確認</u>	-指定運営機関(DOEs)のみ実施可能 <u>-仮想のシナリオに対して提案された各 プロジェクトとの追加性を評価</u>
排出削減量の 計算	-スプレッドシートが提供される <u>-モニタリングを行うパラメータ に制約がある場合、デフォルト 値を保守的に用いる</u>	-複数の計算式が掲載されている <u>-パラメータの計測に関する厳格な要件</u>
プロジェクトの 検証	-プロジェクトの妥当性確認を実施 した機関が検証を行うことが 可能 <u>-妥当性確認及び検証を同時に 実施可能</u>	-基本的にはプロジェクトの妥当性確認 を実施した機関は、検証を実施でき ない <u>-妥当性確認及び検証は別々に実施さ れなければならない</u>

(出典) 環境省 (2014) [14] ※ポイントとなる部分に下線を追加

4.2.1.2. JCMにおけるMRV方法論の検討事例

CCSのJCM化に関して我が国でこれまで検討された事例について調査する。

アラビア石油を中心としたコンソーシアムが、平成23年度から24年度にインドネシアにおけるCCSプロジェクトのフィージビリティ調査を実施しており[4][16]、そこではJCM枠組みのMRV方法論についても検討されている。この検討事例のうち、MRV方法論に係る下記の事項について整理する。

なお、当該調査においては、報告書に「本決定 (Decision 10/CMP7) はあくまでも CDM プロジェクトとして CCS を実施する際の要件を定めたものであるが、サイト選定基準やモニタリングの要件については BOCM (Bilateral Offset Credit Mechanism) においても同水準とすることが国際的に認められるために不可欠と考えられるため、同決定に準じて方法論を検討することとする。」とあるように、JCMの方法論の検討ではあるが CDMに求められるのと同程度の厳しい条件を課し、保守的な検討を行っている。

- 適用条件（回収／輸送／貯留）

- <回収>

- ▶ 人為起源の CO₂ を回収するプロジェクトであること。
 - ▶ リファレンスシナリオでは、CO₂ が大気中に放出されること。排出源から排出される CO₂ が、他用途（工業利用等）で用いられたり、他者に販売されたりしないこと。

- <輸送>

- ▶ 人為起源の CO₂ の排出源から圧入地点までの輸送がパイプラインを使って行われること。

- <貯留>

- ▶ 帯水層または油田、ガス田である地層に CO₂ を貯留するプロジェクト（石油・ガス増進回収法を含む）であること。
 - ▶ CO₂ の回収と貯留が同一のホスト国で行われること。
 - ▶ 貯留サイトの選定が適切に行われていること。

- リファレンスシナリオ・追加性

- <リファレンスシナリオ>

- ▶ 排出源における CO₂ の大気放出（現状の継続）
 - ▶ 排出源の CO₂ を回収し、産業用途等に利用／販売
 - ▶ 排出源の CO₂ を回収・貯留（JCM 以外による実施）
 - ▶ 排出源の CO₂ を回収・貯留（JCM による実施）

- <追加性の証明>

- ▶ 確実な CO₂ の回収・貯留のためには以下のような技術が不可欠であり、インドネシア単独での実施は困難である。つまり、技術的追加性は明らかであり、このようなプロジェクトについてはポジティブリストに含め、自動的に追加的と見なすことが適当であると考えられる。

- ◇ **Subsurface 技術**：地中に圧入貯留した CO₂ の挙動、漏洩の有無等の把握のために、正確で緻密な貯留層モデルの作成及びそれを使った将来予測

- ◇ **Surface Engineering 技術**：CO₂ の輸送、圧入、貯留をリークすることなしに正確に安全に行う技術、施設設計、建設、上質な資材、機器の提供

- プロジェクトバウンダリ

- ▶ CO₂ 圧縮、輸送、圧入、貯留に関する全ての設備・機器等を含む。
 - ▶ 適用条件において示したとおり、JCM 方法論において当面は 1 ヶ国でバウンダリが収まり、貯留層が複数のプロジェクトに共有されない単純なケースを対象とする。

- 削減量算定方法

- リファレンス排出量とプロジェクト排出量は、表 4-4 に示す排出を考慮する。
- リファレンス排出量からプロジェクト排出量との差分をプロジェクトによる排出削減量とする。

表 4-4 インドネシア CCS プロジェクトのフィージビリティ調査の方法論における
リファレンス排出、プロジェクト排出

	排出源	ガス	考慮	根拠/説明	
レファレンス	CO2 発生源	CO2	Yes	重要な排出源。CCS プロジェクトにおいて圧入地点への CO2 供給量をレファレンス排出と見なす。	
		CH4	No	CH4 は回収 CO2 に含まれる可能性はあるが、その量は無視できるほど少量であり、保守性に鑑み除外する。	
プロジェクト活動	CO2 回収・輸送・貯留に係るエネルギー消費	CO2	Yes	プロジェクトにおける化石燃料および/または電力使用から生じる排出。	
		CH4、N2O	No	化石燃料の燃焼時に CH4、N2O は排出されるが、その量は無視できるほど少量である。	
	地上設備	CO2	Yes	圧入地点の地上設備(回収原油からの CO2 分離・再圧入含む)における CO2 漏洩。なお、圧入地点への CO2 供給量=レファレンス排出と見なすことで、排出源からの CO2 回収やパイプライン輸送における漏洩の考慮は不要となる。	
		CH4	No	CH4 は回収・貯留される CO2 に含まれる可能性はあるが、その量は無視できるほど少量である。	
	漏洩	回収原油・ガス (EOR の場合)	CO2	Yes	CO2-EOR により回収した原油・ガスに含まれて生産される CO2 (圧入した CO2 の一部)。
		CH4	No	CH4 は CO2 と共に圧入され、原油・ガスに含まれて生産される可能性はあるが、その量は無視できるほど少量である。	
	貯留層	CO2	Yes	貯留層から漏出した CO2。安全な貯留層に保存されている場合、漏出の可能性は極めて低い。後述するモニタリング方法により把握する。	
		CH4	No	CH4 は CO2 と共に貯留され、貯留層から漏出する可能性はあるが、その量は無視できるほど少量である。	

(出典) NEDO (2012) [4]

- モニタリング項目

- リファレンス排出量は圧入地点への CO2 供給量とするため、CO2 供給量をモニタリングする。
- プロジェクト排出量に関しては、CO2 回収・輸送・貯留に係るエネルギー消費、地上設備における漏洩、回収原油からの漏洩、および貯留層からの漏出を把握する。

<CO2 回収・輸送・貯留に係るエネルギー消費>

- ▶ 各設備におけるエネルギー消費量及び排出係数のモニタリングが必要となる。
- ▶ 排出係数についてはホスト国の実態を反映した値を採用することが望ましいが、データ入手が困難な場合は IPCC 等のデータを採用する。

＜地上設備における漏洩＞

- ▶ CO₂ 回収設備、CO₂ 昇圧設備、CO₂ 脱湿設備において CO₂ の漏洩が生じるため、各設備における漏洩量をモニタリングする。
- ▶ 流量計によるガス流量の計測、またはサンプリングしたガスにおける CO₂ の含有率の計測により、流れている CO₂ 量を求め、圧入した CO₂ との差分を算出する。

＜回収原油からの漏洩＞

- ▶ CO₂-EOR により回収した原油には圧入した CO₂ の一部が含まれるため、分離した CO₂ を大気放出する場合、回収原油からの漏洩と見なす。原油に含まれる CO₂ を分離、回収した上で再圧入する場合、回収原油からの漏洩については 0 と見なす。
- ▶ 原油からの分離、回収時の漏洩については、前述の地上設備における漏洩に含まれる。

＜貯留層からの漏洩＞

- ▶ CMP7 決定で示されたモニタリングに関する要件と同様に、モニタリングと数値モデルの組合せにより漏出量を把握する。
- ▶ 事業者は、プロジェクトに適したモニタリング技術、数値モデルを選定し、その概要及び選定理由を明らかにすることとする。

4.2.2. CCS に関する MRV 方法論のあり方の提案

産業技術総合研究所とみずほ情報総研が 2006 年度に実施した経済産業省補助事業「二酸化炭素の国別排出インベントリ算出における隔離技術の適用ルールに関する研究」[17]において、プロジェクトベースのアカウントリングルールの検討を行っている。そこで挙げたキーイシュー（プロジェクト境界、ベースラインと追加性、長期的な漏洩に関する責任、及びモニタリング）に加え、4.1 章および 4.2.1 の調査結果を踏まえ、MRV 方法論のあり方について論点となり得るポイントを以下に整理する。

● プロジェクトバウンダリ

- ▶ 地理的（空間的）バウンダリに関して、複数国にまたがる可能性のある場合をどのように取り扱うか。
 - ◇ CCS では地下貯留層から CO₂ が移動して広範囲に広がる可能性があり、プロジェクト実施場所が地理的に国境に近い場合（あるいは貯留層が複数国にまたがる場合）は、CO₂ 漏洩責任の所在も含めて検討が必要である。

- ◇ なお、CDM においては、現段階では複数国にまたがる（ある国から別の国への CO₂ の移動を伴う）CCS に関しては CDM 理事会での検討事項となっている。
- リファレンスシナリオ（リファレンス排出量）
 - ▶ 発生源に関しては、回収装置付きをリファレンスシナリオとするかどうかなど、回収方法等についての検討が必要。
 - ▶ EOR（または EGR、ECBM）の場合、どのようなベースラインが適格か。
 - ◇ 将来の規制動向や国の政策動向を考慮し、経済的に最も魅力的なシナリオがベースラインとしてふさわしい。
 - ◇ 発生源に関しては現状では経済性の観点から回収装置なしが選択される。その地域の規制を満たすことが条件となるため、将来の設定に関しては、将来の規制動向や回収装置の配備状況等に留意する必要がある。
 - ◇ EOR（または EGR、ECBM）に関しては、現状の随伴ガスの処理状況や資源価格の高騰等がベースライン設定に影響する。
- 追加性の証明
 - ▶ EOR（または EGR、ECBM）の場合、追加性の証明が可能か。
 - ◇ ほとんどの CCS プロジェクトはエンドオブパイプ技術であり、CCS 実施には追加的な費用が必要となる。そのため、CDM 理事会が提供する「追加性の証明と評価ツール」の経済的分析法（提案しているプロジェクトは経済的魅力度に欠け、CER 等のクレジットの売却による収入がなければ BAU（Business As Usual）では行われなことを示す方法）により追加性を示すことは難しくないと考えられる。
 - ◇ 一方、EOR（または EGR、ECBM）の場合は増進回収された資源の売却益が存在するため、それが追加的コストを上回る場合は経済性があることになり、BAU である（追加性がない）と結論づけられる。売却益が追加コストを上回らないことを証明するには、変動しやすい資源価格やクレジット価格を考慮する必要があるが、不確実性が大きくなるため経済的分析法による追加性の証明が困難となる。よって、バリア分析（規制や技術における障壁の分析であり、CDM 制度がなければそのプロジェクトがおこなわれないことを示す）等の方法を選択することになると考えられる。
- プロジェクト排出量
 - ▶ 貯留層からの CO₂ 漏出を特定するためのモニタリングについて、方法、期間、頻度をどのように設定するか。
 - ◇ CCS M&P（決定 10/CMP7）では、「CDM プロジェクト活動の最終クレジット期間の終了後または CER の発行が停止した後、20 年以内は終了してはならない」（ただし 10 年間一度も漏出が観測されなかった場合やモデ

ル等で完全な隔離が示される場合のみモニタリングを終えることが認められる) とされている。

- ◇ 必要なモニタリングの方法や期間、頻度が事業者のコスト負担に影響を与えるとともに、モニタリングのコスト負担が大きい場合は CCS プロジェクト実施の障害になる可能性がある。
- ◇ 漏出量をモニタリングにより検知・定量化できる場合はクレジットへの反映により対応できると考えられるが、現実的には貯留層の「どこか」から「ほんのわずかに」漏出した場合の CO₂ 漏出量の検知・定量化は難しい（さらに、それが注入した CO₂ であることを証明するのは非常に困難である）。最新のモニタリング技術およびシミュレーション技術の両方を併用した定量化が必要となるが、定量化できない場合は貯留層に注入した全量が排出したと想定され、プロジェクト全体のクレジットがマイナス（CCS 実施のための CO₂ 排出分）となるリスクがある。

▶ 長期（～1,000 年）の CO₂ 漏出の可能性について、プロジェクト排出に含めるか。含める場合、モニタリングおよびアカウンティング、法的責任についてはどのように考えるか。

- ◇ IPCC-SRCCS[11][12]では「世界規模のリスクに関しては、現在の CO₂ 貯留サイト、自然体系、エンジニアリングシステム及びモデルの観察と分析に基づくと、適切に選定・管理される貯留層に CO₂ が保持される割合は 100 年後も 99%を越える可能性が極めて高く（very likely, 「可能性が極めて高い」とは「90～99%の確率である」ことを意味する）、また 1000 年後も 99%を越える可能性が高い（likely, 「可能性が高い」とは「66～90%の確率である」ことを意味する）。」とされている。
- ◇ みずほ情報総研・産業技術総合研究所（2007）[17]では、長期漏出（漏洩）リスクに関するアカウンティングルールのオプションとして以下の 3 種類を挙げている。

表 4-5 プロジェクトベースのアカウンティングルールオプション
(長期漏洩リスク関連)

オプション	責任の取扱い方	長所	短所
フルクレジット	<ul style="list-style-type: none"> ・長期漏洩リスクを無視する。 ・公的機関或いは基金、保険等がリスクを引き受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期漏洩に対する責任がない。 (ビジネスリスクが低い。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・リスクを引き受けた機関による補填がなければ排出削減のアカウンティングとしては保守的な扱いではない。 NGO 等に受け入れられることができるか？
割引クレジット	<ul style="list-style-type: none"> ・将来的な漏洩量が割引として反映される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期漏洩に対する責任がない。 (ビジネスリスクが低い。) ・温暖化対策効果がやや多目に進む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な割引率を決めることが難しい。(漏洩の期間を決める必要がある。) ・割引率が交渉の材料に使われる可能性がある。
補填	<ul style="list-style-type: none"> ・漏洩量がある期間ごとに漏洩を推定し、漏洩した量は補填される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・漏洩量の実状態が反映される。 ・温暖化対策効果が維持される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・継続的なモニタリングが必要である。 ・ビジネスリスクが高い。 ・取引コストが高くなる。

(出典) みずほ情報総研・産業技術総合研究所 (2007) [17]

- ☆ クレジットまたはモニタリング期間後の CO₂ 漏出に対する法的責任 (liability) に関しては、公的機関 (ホスト国や国際機関) に移管する、基金の設置 (例: CCS 実施者の全てが参加しクレジットの一部を協同でプールし、CO₂ 漏出が発生した場合にはそこから拠出)、保険等が考えられる。
- ▶ JCM スキームにおいてデフォルト値が使えるのか。使える場合、「保守的なデフォ

ルト値」を設定する必要があるが、その決定や妥当性の検証が可能か。

◇ IPCC ガイドライン[18]では「Tier 1 または 2 の排出係数は、現段階では二酸化炭素貯留サイトに対しては利用できない。」とされており、Tier 3（モニタリング等によるデータ収集）が必要とされている。

- リークージ

- ▶ EOR（または EGR、ECBM）のリークージをどのように定義するか。

- ◇ 増進回収した資源の消費による CO₂ 排出を考慮する場合は、増進回収により余分に必要となったエネルギーを加えた CO₂ 排出と、増進回収された資源が代替したエネルギーの CO₂ 排出との差分がリークージとなると考えられる。

- ◇ CO₂ 削減によるクレジットが高く市場で売却できる場合は、増進回収された資源はそうでない資源と比較して低い価格で供給できる。増進回収された資源が多く市場に供給されることにより資源の価格が低下し、資源の需要量を増加させる可能性がある。その場合の需要量増加に伴う CO₂ 排出増加はリークージとして考慮すべきかどうかについて検討が必要である。（増進回収された資源が市場における全供給量と比較して少ない場合は、需要の変動は少ないと考えられ、リークージとして考慮する必要はないと考えられる。）

- その他（MRV 方法論以外の論点）

- ▶ CDM または JCM として CCS を実施することによる、事業者、ホスト国のメリットを明確化しておく必要があるのではないか。

- ◇ CCS は CO₂ 排出の大規模削減につながる技術であり、限界 CO₂ 削減コストは低いと考えられる一方、大規模な投資が必要である。CER 取引価格は近年 1 トンあたり 1 ユーロを下回っており（図 4-7 参照）、現状では CCS 実施の事業性を担保できる状況ではないが、将来の政策・技術動向や CER の価格動向をふまえた事業性の評価は、事業者にとって有意義な情報となると考えられる。

- ◇ ホスト国にとっては、CCS 実施により最新技術の供与に加えて経済波及効果・雇用創出効果が見込まれる。一方、CO₂ 貯留による、非常に低いと考えられるがゼロではない長期間の漏出リスクに対する社会受容性については、国民の意見を十分に把握するとともに、慎重なコミュニケーションが必要である。

- ◇ 早期の CCS 実施に向けて、ホスト国となり得る国とのコミュニケーションを政府が主導して実施するとともに、CDM や JCM のスキームを CCS 実施に活用できるまでにはまだ時間がかかると考えられるため、政策対話の推進や ODA における実施の可能性について検討する価値はあると考えられる。

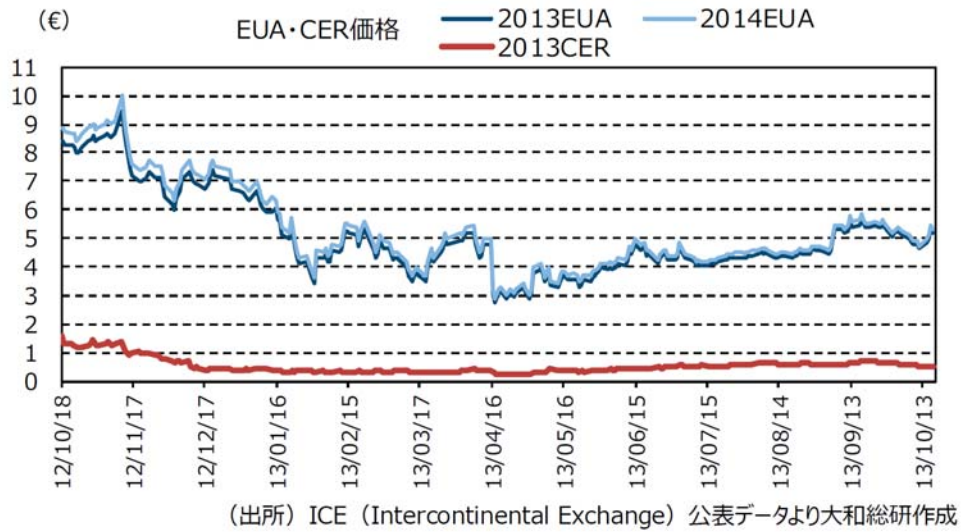


図 4-7 EUA/CER 価格推移 (1 トンあたり)

(出典) 大澤秀一(2013) [19]

4.3. 参考文献

- [1] 財団法人 地球産業文化研究所. “国連気候変動枠組条約第 15 回締約国会議 及び 京都議定書の第 5 回締約国会議 2009 年 12 月 7-19 日 概要レポート”. 2009.
<http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/pdf/enb12459j.pdf>, (accessed 2014-03-25).
- [2] 財団法人 地球産業文化研究所. “ダーバン気候変動会議のサマリー 2011 年 11 月 28 日 -12 月 11 日”. 2011.
<http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/pdf/enb12534-j.pdf>, (accessed 2014-03-25).
- [3] パシフィックコンサルタンツ. “CDM/JI 事業調査 事業実施マニュアル 2012”. 2012.
<http://www.kyomecha.org/document/pdf/cdmjimanual2012j.pdf>
- [4] NEDO (委託先：アラビア石油、丸紅、三菱総合研究所). 地球温暖化対策技術普及等推進事業 インドネシア国における温室効果ガス削減 C C S プロジェクトの案件組成調査. 2012.
- [5] 戒能一成. “国際連合気候変動枠組条約 C D M 理事会第 66 回理事会概要報告”. 経済産業研究所. 2012-03-03.
<http://www.rieti.go.jp/jp/projects/cdm/data/CDMEB66R.pdf>, (accessed 2014-03-14).
- [6] 戒能一成. “国際連合気候変動枠組条約 C D M 理事会第 67 回理事会概要報告”. 経済産業研究所. 2012-05-11.
<http://www.rieti.go.jp/jp/projects/cdm/data/CDMEB67R.pdf>, (accessed 2014-03-14).
- [7] UNFCCC CDM Executive Board. “Guidelines for Completing the Proposed New

- Carbon Capture and Storage Baseline and Monitoring Methodology Form”. United Nations Framework Convention on Climate Change.
https://cdm.unfccc.int/filestorage/D/N/X/DNXZQ7AS32B9JLHRFTO418PKCGMIV6/eb67_repan25.pdf?t=Y3F8bjJmYmFlfDCKyBNJC9WaIIu0Ju7Wfupl, (accessed 2014-03-14).
- [8] UNFCCC CDM Executive Board. “Guidelines for Completing the Project Design Document Form for Carbon Capture and Storage CDM Project Activities”. United Nations Framework Convention on Climate Change.
http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/pdd/PDD_guid19.pdf, (accessed 2014-03-14).
- [9] UNFCCC CDM Executive Board. “Procedure for the Submission and Consideration of a Proposed New Baseline and Monitoring Methodology for Carbon Capture and Storage CDM Project Activities”. United Nations Framework Convention on Climate Change.
https://cdm.unfccc.int/filestorage/M/7/E/M7E6PI93OCQ2XV5J0BRKTZDLF84HGN/eb67_repan27.pdf?t=RmN8bjJmYnmpfDAHf3k5yLx2U9SaJeEau7x5, (accessed 2014-03-14).
- [10] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). “Panels / Working Groups / Teams” . Clean Development Mechanism (CDM).
<http://cdm.unfccc.int/Panels/index.html> (accessed 2014-03-04).
- [11] UNEP. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2005.
- [12] 産業技術総合研究所. “二酸化炭素回収・貯留に関する IPCC 特別報告書(日本語版)”. 2005.
- [13] UNFCCC. “NM0168: The capture of the CO₂ from the Liquefied Natural Gas (LNG) complex and its geological storage in the aquifer located in Malaysia”. UNFCCC.
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/pnm/byref/NM0168>
 (accessed 2014-03-07).
- [14] 新メカニズム情報プラットフォーム. “二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism (JCM))” . 環境省. 2014-01.
http://www.mmechanisms.org/document/20140122_JCM_goj_jpn.pdf (accessed 2014-03-07).
- [15] 経済産業省. “Joint Crediting Mechanism Guidelines for Developing Proposed Methodology” . 経済産業省.
http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/pdf/JCM_MN_P

M_ver01.0.pdf (accessed 2014-03-07).

- [16] NEDO (委託先：アラビア石油、丸紅、三菱総合研究所) . 地球温暖化対策技術普及等推進事業 インドネシア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フォローアップ調査. 2013.
- [17] みずほ情報総研・産業技術総合研究所. “地球環境国際研究推進事業「二酸化炭素の国別排出インベントリ算出における隔離技術の適用ルールに関する研究 (ARCS) 平成18年度 (最終年度) 報告書」” . 2007-03.
- [18] Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. IPCC.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> , (accessed 2014-03-14).
- [19] 大澤秀一. “排出量取引マーケットレポート 2013.10.18 米国で発電所のCO2規制案 - 実施までには曲折が予想される - ” . 大和総研. 2013-10-18.