

話題 55 農村での排出削減で得られる炭素クレジット

松原 英治

要旨

法的拘束力のある温室効果ガスの排出削減を目指して、1997年に合意された京都議定書では、京都メカニズムと呼ばれる補助手段が採択された。京都メカニズムの一つが、途上国における排出削減事業で削減された排出量を先進国の排出割当量に加算することができるクリーン開発メカニズム（CDM）である。CDMは排出削減量を炭素クレジットへ変換し、市場取引するもので、売却資金は途上国の事業参加者にも還元されるため、途上国の持続的な開発に資するものと期待された。排出削減事業は排出量の大きい発電や工場が主な対象とされたが、農村部でも事業が可能のため、世界各地で植林をはじめとする各種の農村向け CDM 事業の形成が試みられてきた。国際農林水産業研究センター（JIRCAS）は、2006年より低所得農家の生計向上と環境改善を目的として、パラグアイで植林による CDM 事業、ベトナムでバイオガスによる CDM 事業を実施してきた。この結果、いずれの事業も国連登録を果たし、2013年、パラグアイにおいてわが国初の植林からの炭素クレジットを取得した。しかし、2012年末の京都議定書第一約束期間の終了を控え、供給過剰と先進国経済の停滞による需要減により炭素クレジット価格は暴落し、当初計画していた炭素クレジットの農村への還元という目標が達成できなくなった。一方、世界全体では温室効果ガスの排出量は増加の一途をたどっており、CDM 事業の経験に基づく新たなメカニズムの導入を含め、途上国を含む各国で、一層の排出削減努力が求められている。

プロフィール

松原 英治(まつばら えいじ)

1977年 農用地開発公団入団、国内の農用地開発事業に従事

1982年 法改正により海外業務追加、以来、国内事業とともに海外農業開発調査業務に従事

1992年 国際協力事業団に出向、農業関連の技術協力事業に従事

1995年 農用地整備公団、緑資源公団、緑資源機構で国内の農用地整備事業、海外事業に従事

2008年 (独) 国際農林水産業研究センター 統括調査役

2011年 農業農村工学会 国際貢献賞

現在 (独) 国際農林水産業研究センター 農村開発領域 プロジェクト・リーダー

キーワード

CDM、炭素クレジット、CER、植林、バイオガスダイジェスター

目次

1	はじめに	1
2	途上国における農村開発の現状	2
3	CDM を活用した農村開発	4
4	CDM の構造	6
5	農村開発における CDM の検討	9
6	JIRCAS の CDM 事業	14
7	CDM の現状と将来	20
	参考文献.....	23

1 はじめに

近年、世界中で発生している異常な気象災害により、懐疑的に見られることもあった気候変動を人々は実感するに至っている。2013年、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は「気候システムへの人類の影響は明白」と宣言している（IPCC 2013）。

気候変動に対応する具体的な動きは、1990年11月に採択された第2回世界気候会議の閣僚宣言から始まる。この宣言に基づき、1992年5月、ニューヨークにおいて、「気候変動に関する国際連合枠組条約」（UNFCCC）が作成された。この条約は、「地球の気候の変動及びその悪影響が人類共通の関心事であることを確認し、人間活動が大気中の温室効果ガスの濃度を著しく増加させていること、その増加が自然の温室効果を増大させていること、並びにこのことが地表及び地球の大気を全体として追加的に温暖化することとなり、自然の生態系及び人類に悪影響を及ぼすおそれがあること」を認識し、「大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的」とするものである（UN 1992）。

UNFCCCは、1992年6月にリオ・デ・ジャネイロで開かれた「環境と開発に関する国際連合会議」で採択され、150カ国以上が署名した。その後、1994年3月、50カ国以上の批准を得て、UNFCCCは発効した。UNFCCCの事務局は、ドイツのボン市にあり、最高意思決定機関である気候変動枠組条約締約国会議（COP）のほか、常設の補助機関として、実施に関する補助機関（SBI¹）と、科学的、技術的な助言に関する補助機関（SBSTA²）の2つが設置された。COPは、条約発効の翌年である1995年から毎年開催されており、1997年12月に京都で開催された第3回締約国会議（COP3）において、先進各国について法的拘束力のある排出削減目標値の設定、並びに各国の数値目標を達成するための補助的手段として、市場原理を活用する京都メカニズム（共同実施、クリーン開発メカニズム、排出量取引）の導入が合意され、議決された。これが「京都議定書」（Kyoto Protocol）である。

京都メカニズムの一つであるクリーン開発メカニズム（CDM）は、温室効果ガス排出量の総排出枠が設定されている付属書I国（先進国等）が協力して、数値目標が設定されていない途上国内において排出削減または吸収増加の事業を実施し、その結果生じた排出削減量または吸収増加量に基づき炭素クレジット（CER）を発行した上で、そのクレジットを事業参加者間で分け合うことができるというものである。先進国は、この排出削減量を京都議定書で宣言された削減目標の達成のために算入することができる。なお、途上国からの炭素クレジットを扱うものとして、企業等が自主的に自己排出量をオフセットするための炭素クレジットがあり、VCS（Verified Carbon Standard）等が認証しているが、これは国際約束の削減目標には算入されない。

CDMは、先進国が途上国での温室効果ガス（GHG）削減努力を支援し、持続的な開発に資する新たな技術及び資金提供の機会を創出するものである。しかし、CDMは民間投資にそのベースを置いているため、実施されている事業の多くは企業経営的な要素が強く、特定分野、地域に偏ったものとなっている。特に、より多くのCERを効率的に確保可能な、GHG排出削減に係るプラント型事業が多い。

その一方、農村振興の要素を考慮に入れた事業は、途上国に大きなニーズがあると想定されるにもかかわらず、事例は少ない。途上国における農村開発にCDM事業を効果的に取り入れることは、所得向上及び農村環境の改善に有効と考えられるが、そのための方法論・実施方法

¹ Subsidiary Body for Implementation

² Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice

が明らかでないため、この分野への投資家の関心が高まっていない。2006年、農水省農村振興局は緑資源機構海外事業部（現国際農林水産業研究センター（JIRCAS）農村開発領域）への委託により、ホスト国（途上国）の農村開発のニーズに合った CDM 事業の方法論を開発し、実証することで、CDM 事業から得られるクレジットを活用し、持続可能な農村開発に資するための調査を開始した。この調査は、農民に直接裨益する CDM 事業の実施を通じて、農家所得の向上と環境保全に資する新たな農村開発モデルを確立することを目指すものであった。

この調査は、2008年から JIRCAS へ受け継がれ、パラグアイでの植林とベトナムでのバイオガスによる CDM 事業化が進められた。パラグアイの植林事業は、2009年、CDM 理事会に CDM 事業として登録され、2013年に CER を取得した。一方、ベトナムでは、2012年に CDM 理事会に登録され、2015年に CER を取得予定である。ここでは、パラグアイの植林による GHG 吸収増加を図る事業と、ベトナムのバイオガス・ダイジェスターの普及による調理用燃料からの GHG 排出削減を図る事業につき、成果と問題点を報告し、途上国の農村における GHG 排出削減活動を展望する。

2 途上国における農村開発の現状

途上国では、国民の多くが農村地域に居住し、農業生産の国内総生産（GDP）に占める割合が高いが、都市部での投資の集中、産業開発が進む中で、都市と農村の所得格差が広がり、農村部は貧困と低生産性のまま停滞する傾向が見られる。

世界 50 カ国あまりの後発開発途上国（LDC）についてみると、年間 2.4%程度の割合で人口が増加し、農村人口は 70%を越え、農業人口は 65%である（FAO 2011）。また LDC の農林水産業の GDP に占める割合は 25%を上回り、世界平均（3%弱）よりかなり大きい、農業人口比率に比べかなり低い（WB 2011）。所得格差を示すジニ係数³は 0.4 を越え、農村における貧困ライン以下の人口は 60%に達する。一方、農村地域での森林資源の劣化は進み、1990 年代から現在まで森林面積は毎年 300 万 ha 減少し、農地面積は生産性の低い限界地の無秩序な開発を含め、毎年 350 万 ha 増加している（FAO 2011）。

各国政府は様々な活動を通じて農村部の振興を図っているが、途上国のうち経済成長が停滞的な国では、所得向上の達成にまで至っていないのが実態である。経済の停滞的な途上国で実施されている農村開発においては、以下の傾向が見られる。

（1）途上国政府による農村開発

- ・ 農村開発は対象とする地域の地理的範囲が広く、住民数が多く、多様な内容を含むことから、長期間の継続的な投入が必要である。
- ・ 途上国の資源（人、資金など）は限定されているため、農村開発への投入は制約がある。
- ・ 農村は広域なため、都市部と比べ投入は広く、薄くなりがちで、早期の投入の効果を発揮しがたい。
- ・ 農村開発施策は長期間の低投入が積み重ねられながら、次第に改善が進む方向となり、

³ 世帯を所得の低い順番に並べ、横軸に世帯の累積比をとり、縦軸に所得の累積比をとって、数値をあてはめ、原点と結ぶことにより得られる線（ローレンツ曲線）と、原点を通る 45 度の直線で囲まれた面積を 2 倍した値のこと。所得が完全平等は 0、完全不平等は 1 となる。先進国では 0.3 程度である。

容易には本質的な改善が得られがたく、長期間貧困層が滞留することになる。また、農村開発の財政上のウエイトは高くないので、しばしば投入が途絶えることがあり、効果の持続性に問題を残す。

(2) 政府開発援助 (ODA) による農村開発

- ・ 途上国へ供与される政府開発援助 (ODA) は、貧困対策として、途上国の農村開発、支援に充当されるが、期間、投入が限定されるため、一定地域への集中投資となる。
- ・ 集中投資的な ODA による農村開発モデルは、資源の限られた途上国にとって独自の対応が難しく、普及が困難なことが多い。
- ・ ODA 予算は減少傾向にあり、途上国にとって、農村開発への ODA 投入を含む外部資源の減となっている。

(3) 非政府組織 (NGO)

- ・ 途上国では、貧困対策を目的とする NGO の活動が盛んだが、理念や活動内容が途上国の施策と合致しないことがあり、施策として普及されるのは限定的。
- ・ NGO の資源量も限定されるため、選択的、集中的とならざるを得ず、国独自での普及が困難なことが多い。
- ・ NGO の活動及び ODA は、事業終了後には、投入が急速に減少するため、事業インパクトが減退する傾向がある。

(4) 全般

- ・ 途上国の農村開発は、しばしば中断しながら長期間の低投入が継続される一方、一定地域に一定期間の集中投資が行われ、外部投入の途絶後、インパクトの減退するものが並行して存在する状況が見られる。
- ・ 農村の貧困対策のためには、外部からの投入を含む資源の確保、長期的な関与、経済的・効率的な改善策の導入、個別農家の自立、地域としての自立発展が必要である。

こうした状況を踏まえ、途上国において農村開発を促進するため、これまで低投入、自立発展型の開発手法が様々に試みられてきた。とくに住民参加型手法は、住民自ら地域内の問題点を検討し、解決策を考え、計画をまとめ、これを実行に移していくことにより農村開発を進めるもので、効率的に自立発展を促進するために有効とされ、盛んに導入されてきた。住民が自ら率先して様々な活動を実践することで、外部資源への依存を少なくし、自立発展することが可能となる。住民参加型手法は、地域のコミュニティをベースに、従来から取り組まれてきた共同活動を再認識させ、組織化し、活性化させる手法であることから、各地で大きな成果を達成してきた。

しかし、住民の多くが貧困で、自己資源による活動には制約があることから、活動を活性化するためには外部資源の投入が必要である。住民参加型手法では、外部からの投入を少なくし、次第に削減していくことは可能だが、一定期間を経過するまでは、外部からの投入を全くなくしてしまうことは活動の妨げとなる。途上国政府の資源は限られ、ODA や NGO による活動も投入量や期間が限定される中で、住民参加型手法による農村開発のため、外部からの投入を含む資源の確保、長期的な関与を継続的に、幅広く実施していくことは、大きな課題の一つである。

3 CDM を活用した農村開発

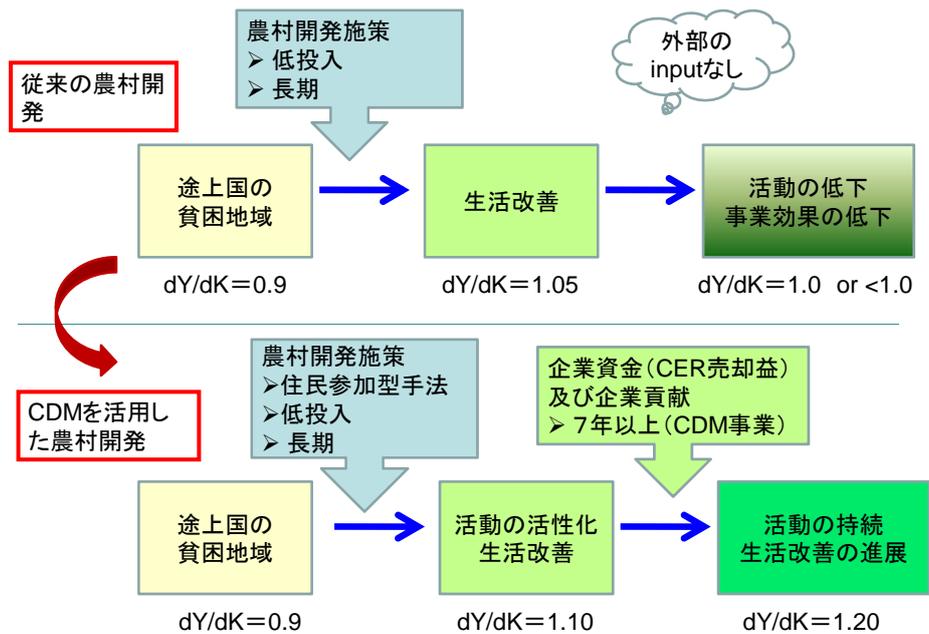
CDM は、GHG の削減または吸収増加の活動を実施することで、外部資源の投入を確保することが可能な手法であり、気候変動及び地球温暖化に対する認識が低かった時代には考えられなかった仕組みである。これまで開発されてきた住民参加型の農村開発手法に CDM を加えることで、農村の環境改善、追加的な外部資源の確保及び自立発展の促進が見込まれる。住民参加型のボトムアップによる計画立案と CDM 事業化を組み合わせた農村開発として、以下のプロセスが考えられる。

- ・ コミュニティ内の個別農家が自己資源の現状を認識し、自己資源を活用した将来計画を検討する動機付けを行う。
- ・ 住民が参加して、コミュニティ内で問題点を分析し、改善策を考え、計画し、実行する仕組みを導入する。
- ・ 農民の自立性と投入の効率性を重視し、農民に受け入れやすい営農改善技術（取り入れることが容易、少ない追加労働、低価格、低リスク、自己継続が可能など）を導入する。
- ・ 農家のニーズをもとに、コミュニティ内にある資源の有効利用を図る CDM 事業を計画する。
- ・ 自立発展のため、外部からの資源投入を少なくし、農村開発活動は農民負担を原則とする。
- ・ 農村開発活動終了後の事業効果の減退を防止し、自立発展レベルまで引き上げるための外部投入として、再生可能な資源を活用した CDM 事業化を図り、CER 収入を確保する。
- ・ 追加的な外部からの資源投入を獲得するため、CER 購入企業に対して、ビジネスチャンス（BOP ビジネス⁴）、企業の社会的責任（CSR⁵）発揮のための場として農村開発対象地域を紹介する。参加型の農村開発が実施されていることにより、農民の自立性が高まり、対象地域のコミュニティの受け入れ体制が整っており、企業は比較的容易に、低リスクで、農村開発へ参加可能である。
- ・ 住民が CDM 事業へ参加することにより、コミュニティにおける環境改善意識が高まり、資源の有効利用・保全のほか、生活環境の改善も行われる。

従来の農村開発に対する、住民参加型手法と CDM 事業化による CER 及び企業貢献を組み合わせた農村開発の相違をイメージすると図 1 のとおりである。

⁴ Base of the Pyramid の略。世界の所得別人口構成の中で、最も収入が低い所得層のこと。BOP ビジネスは、この層をターゲットとしたビジネスのこと。企業の利益を追求しつつ、低所得者層の生活水準の向上に貢献できることが想定されている。

⁵ Corporate social responsibility の略。企業が利益を追求するだけでなく、組織活動が社会へ与える影響に責任をもち、あらゆる利害関係者からの要求に対して適切に対応することを指す。



dY/dK: 投資 dK(資本ストックの増)に対する生産増 dYの比の想定値

図1 CDM を活用した農村開発の概念図

従来の農村開発では、非効率な生産システムが改善され、住民生活の改善が達成される。しかし、事業が終了し、外部資源の投入が減少することで活動は停滞し、投資効果が減退し、持続的な開発が阻害される。一方、農村開発の中で CDM 事業が実施される場合、従来の農村開発に加えて、CDM 事業による GHG 排出削減活動が行われるため、生活改善と環境改善が同時に達成される。CDM 事業期間中は CER の買い手である民間企業の関与が継続し、CER の売却益の一部が地域に還元され、一部の農村開発活動に振り向けられる。さらに、農村開発事業が継続することから、住民の能力開発が進む可能性があり、投資効率の一層の向上も期待できる。従来、農村開発の担い手は、政府職員、普及員等であったが、住民参加によりコミュニティが強化されれば、コミュニティのリーダーやモデル農家の意識が高まり、政府等の関与や施設の維持管理などの運営コストを削減することができる。また、CDM 事業を契機として、民間企業が事業参加者となることから、民間企業の能力を農村開発に活用する機会が与えられる。

想定される CDM を活用した農村開発の利点を要約すると以下のとおりである。

- ・ 住民の意識改革、自立発展性の確保による、資源の効率的な利用の実現
- ・ CDM の GHG 排出削減活動による環境改善及び生活改善の促進
- ・ CER 及び企業の貢献による、継続的な外部からの資源投入の確保
- ・ 外部からの資源投入がより長期化することによる自立発展性の一層の向上
- ・ 参加企業が農村開発の経験を蓄積することによるビジネス化 (CDM 地域内の生産物から環境改善の付加価値を生み出す等) または企業による一層の農村開発への関与の増加

4 CDM の構造

(1) CDM の概要

CDM 事業は、途上国における GHG の排出削減または吸収増加を達成する事業で、削減または吸収された GHG の量に応じて CER が発行される。CDM 事業は資金の限られた途上国において地球温暖化対策を促進する上で、合理的なシステムといえる。CER は先進国の民間企業等が購入し、京都議定書で宣言された各国の排出削減目標の達成のために算入することができる（図 2）。

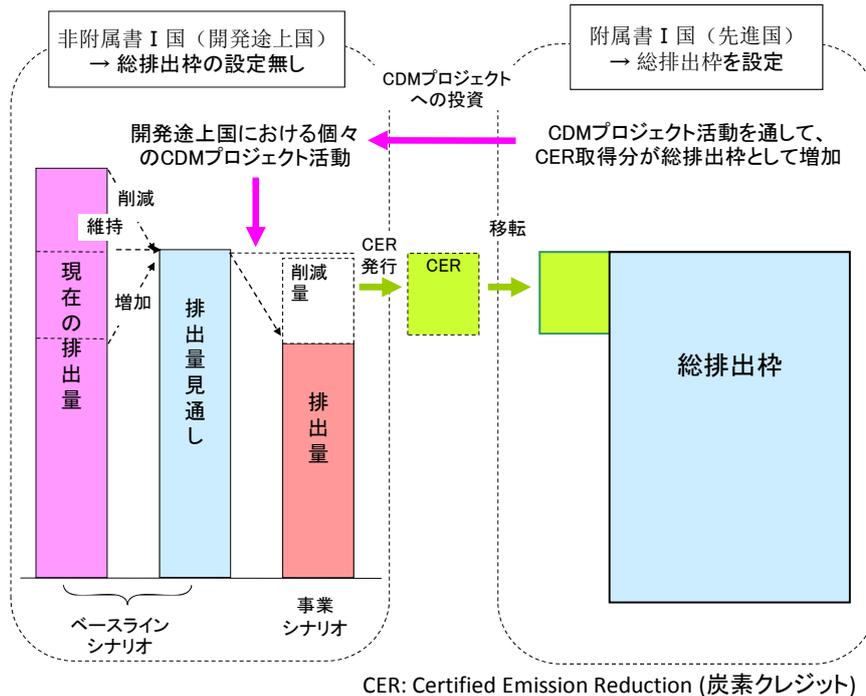


図 2 CDM の模式図。IGES 2009 の P4 から編集。

CDM 事業は、国際約束（京都議定書）で定められた GHG 排出削減の数値目標の達成に貢献するシステムであるため、国際的なルールに基づいた適正な評価が行われる必要がある。このため、UNFCCC が世界の CDM 事業を一括して管理する仕組みとなっている。UNFCCC は、COP 及び理事会（EB）を通じて、CDM 事業のための手続き、方法論、課題解決のためのツール等を定めるとともに、具体的に申請の上がった CDM 事業を評価し、登録・認証し、事業の検証結果に基づき CER を発行している。多様な CDM 事業に対応するため、UNFCCC では事業を 15 のセクターに区分し、ワーキング・グループ（WG）を設置して、具体的な方法論の検討や事業の評価を行っている。

さらに、個別事業の有効化審査、CER 発行のためには、膨大なチェック項目を検証する必要があるため、UNFCCC は、資格のある専門家を有する民間審査機関等を、一定のルールに基づいて審査したのち、指定運営組織（DOE）として認定し、CDM 事業の審査、検証を行うことができるようにしている。一方、各国政府は、CDM 事業の窓口として指定国家機関（DNA）を設置し、国内の CDM 事業の承認や必要文書の発行を行っている。

このように、CDM 事業は、公正、透明性、各国の利益・自主性を確保するため、厳格な手続きにより運営が行われている。京都議定書第 12 条に定められた CDM として登録され

るための主な要件は、以下のとおりである。

- ・ CDM が非付属書 I 国（途上国）の持続可能な開発の達成を支援すること
- ・ CDM 事業がなかった場合と比べて、人為的な GHG 排出量について追加的な削減をもたらすこと

なお、提案された CDM 事業が「持続可能な開発の達成に貢献する」という判断は、各ホスト国が行う。また、GHG 吸収増加に係る CDM 事業は、新規植林・再植林事業に限定されている（森林保全、土壌隔離等は含まれていない）。さらに CDM として登録されるためには、各種の要求項目をクリアした CDM 事業設計書（PDD）を作成する必要がある。京都議定書（第3条）では、2008～2012年の第一約束期間中に、GHG 排出量を1990年に比べ少なくとも5%削減することを目標としており、CDMの基準年も1990年である。

（2）資金源

CDM 事業は、民間資金による促進を想定しているが、事業参加者に公的機関が参入することに問題はない（京都議定書第12条）。ただし、CDM 事業の資金源として、公的資金の投入を制限する以下のルールがある。

- ・ 付属書 I 国（先進国等）からの公的資金を活用する場合、その資金は ODA の流用であってはならない。
- ・ 付属書 I 国が「その資金が ODA の流用ではなく、それらの国の資金的義務とは別である」という確認を行う必要がある。

なお、経済開発協力機構（OECD）の開発援助委員会（DAC）は、2004年4月のハイレベル会合において、「CDM 支出に対する ODA の適格性（DAC 2004）」という文書を承認している。この中で、「ODA は、ODA 支出からの援助国への純還付額を算定するものであり、ODA 融資による CDM 事業から得られる CER はこの還付に相当するので、ODA 支出額から減じるべきである。しかし、CER を受け取らないか、または当該事業が CER を発生しない場合（例えば能力開発事業）、減額の必要はない」としている。このため、CDM 事業への ODA の投入は、能力開発に限って認められている。ODA の CDM 事業への投入が原則禁止されたのは、CDM 事業へ ODA が優先され、CDM 事業以外への ODA の配分が減少することを、被援助国が危惧したことによる。

（3）排出量算定

CDM 事業による排出削減量は、ベースライン排出量と CDM 事業実施後の GHG 排出量（事業排出量）との差である。CDM 事業のベースラインとは、CDM 事業がなかった場合に排出されると合理的に推測される GHG 排出量である。ベースライン排出量は以下のように設定しなければならない（UNFCCC 2005a）。

- ・ 承認済み方法論に従って、事業参加者によって設定されること。

- ・ CDM事業化のプロセス、前提、方法論、パラメータ、データの出所、重要な要求項目、追加性の選択について、不確実性を考慮に入れつつ、透明かつ保守的に明らかにすること。
- ・ 個別の事業ごとにベースラインを設定すること。
- ・ 関連する国家政策や状況の変化を考慮すること。

ベースライン排出量は、事業境界内の全ての排出源からの排出量を考慮しなければならない。登録された CDM 事業がなかった場合と比べて、GHG の排出が削減されれば、その CDM 事業は追加的である。DOE は、事業設計書及び全ての関連文書を審査し、提案されている事業がなかった場合と比べて、GHG の追加的な排出削減が予想されることを確認する。事業参加者は、DOE に対して、その事業がなぜ、どのように追加的であるかを説明し、関連するベースライン方法論を用いて CDM 事業としての適格性を PDD の中に記述する必要がある。

なお、事業による GHG 排出削減量を算定する際、リーケージについて配慮する必要がある。リーケージとは、事業境界外で発生する、計測可能で CDM 事業活動に起因する GHG の発生源による、人為的 GHG 排出量の純変化量である。例えば、植林 CDM 事業で農地に植林した場合、農地が減少することになるが、他方で作物生産を確保するため植林により減少した面積分の自然林を農地へ転換して農業が行われるならば、消滅した森林内に蓄積された炭素量に相当する排出（リーケージ）が発生したことになる。CDM 事業による排出削減量は、ベースライン排出量から事業排出量とリーケージを控除した量となる。

（４）規模による区分

CDM 事業は、通常規模（または大規模）と小規模に区分される。小規模 CDM は次のとおり区分され、通常規模に比べ簡素化された様式・手続きが適用可能である。

タイプ1：最大出力が15MW（＝1.5万kW）（または同量相当分）までの再生可能エネルギー事業。「最大出力」とは、機器・プラントの製造者の示す設備/定格容量のことで、実際の負荷率は考慮しない。MWは電力を指し、熱量など電力以外の場合には適切な換算を行う。

タイプ2：エネルギーの供給または需要サイドにおける、年間の削減エネルギー量が60GWh（＝6千万kWh）（または同量相当分）までの省エネルギー事業。需要及び供給の省エネルギーが対象となる。60GWhの省エネルギーとは、15MWの設備が4千時間稼働した場合や、 $60 \times 3.6 \text{TJ} = 216 \text{TJ}$ （テラジュール：兆ジュール）と同等である。

タイプ3：その他、年間の排出削減量がCO₂換算で60kt（＝6万t）未満の事業。

植林CDM事業の場合、1)年間16,000tCO₂以下の純吸収量であること、2)低所得地域で実施されること、が小規模CDM事業の条件となっている。小規模CDM事業は、CDMの取り決め及び手続き（UNFCCC 2005b）に従って形成される。小規模CDMの定義に合致する場合、その取引費用を下げるため、通常のCDM事業と比べ、次のように手続きの簡素化が図られている。

- ・ 複数の小規模事業を一括して、手続き（PDD作成、有効化審査、登録、モニタリング、検証・認証）を行うことが可能。
- ・ CDM事業設計書（PDD）の記載事項が少ない。
- ・ ベースライン推定経費削減のため、事業の種類ごとに簡素化されたベースラインの適用が

可能。

- ・ モニタリング費用削減のため、簡素化されたモニタリング計画の適用が可能。
- ・ 同一のDOEが有効化審査と検証・認証を行うことができる。
- ・ CDM理事会による登録に際し、再審査の要求がない限り4週間（通常規模CDM事業は8週間）以内に登録される。

農村開発で取り組む CDM 事業は、コミュニティをベースとしており、農家にとって身近な活動が想定されている。一般に農村地域は、都市部に比べて GHG 排出量が少ないことから、コミュニティ・ベースの CDM 事業は、まず小規模事業として検討するのが適当である。小規模 CDM 事業では、その性格上、CER は小さく、運営が非効率となりがちだが、他方、CDM 事業化の手続きが簡素化され、モニタリングが比較的容易であり、身近な活動のため農家が取り組みやすいという利点がある。

5 農村開発における CDM の検討

(1) 農村における CDM の可能性

CDM 事業では大気中に排出される GHG を「人為的」に削減する事業を実施する必要がある。排出削減と吸収増加に大別される。排出削減事業では、GHG を排出している施設や場所において、GHG 排出量の少ない設備の導入、排ガスの利用、再生可能エネルギーによる化石燃料の代替等により、GHG 排出量を削減する。吸収増加事業では、植林により大気中の GHG を樹木に吸収させることや、有機物の投入等により土壌中の炭素量を増加（GHG の隔離）させることが考えられる。

一般的なのは排出削減事業で、GHG 排出量の大きい発電所、工場、鉱業所などへの排出削減プラントの導入や、水力、風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーによる化石燃料の代替などが盛んに行われている。一方、吸収増加事業では、植林だけが CDM 事業として認められている。

農村地域において CDM 事業を行う場合、まず GHG 排出源を特定する必要がある。なお、植林は土地利用の転換であり、一定の条件（1990 年以前から森林ではなかったこと、国の定める森林定義を満足すること、土地の生産性が低いこと、など）を満足すれば、検討可能である。

農村地域の排出源として、以下が考えられる。

- ・ 農村地域の農産物残渣、副産物、家畜糞尿などのバイオマス及び生活排水
- ・ 農地への化学肥料の投入
- ・ 農村地域内で使用される車両の燃焼機関
- ・ 農村地域内の工場や灌漑向けの揚水機場で使用される電力、化石燃料、燃料用
- ・ 農村地域内の工場廃棄物（副産物、廃液）
- ・ 電化農村における消費電力相当分の発電用化石燃料
- ・ 農家が調理等に使用する化石燃料、薪など

CDM 事業化のためには、特定された排出源に対し、排出削減する方法を検討する。農村地

域は、所得は低いが未利用資源が豊富なことから、資源の有効利用により、安価に排出削減を図る事業の優先度が高い。農村地域における未利用資源として、以下があげられる。

- ・ バイオマス（作物残渣、樹木、家畜糞尿）
- ・ 土地（荒廃地、遊休地）
- ・ 水（河川水、水田用排水など）
- ・ 未利用エネルギー（太陽光、風力、水力）

上記を勘案した場合、農村開発事業の一環として実施可能な CDM 事業のタイプは以下が想定される。

- ・ 未利用バイオマス資源の熱エネルギー、発電への利用
農産物残渣または林産物残渣による化石燃料の代替
モミガラ、バガス（サトウキビ搾りかす）、ココナッツ殻、油ヤシ殻（搾油かす）、キャッサバかす（タピオカ用澱粉かす）などの農産物残渣、または木屑、ノコくず、ゴム老木などの林産物残渣を燃焼させることにより、化石燃料の使用量を削減。
家畜糞尿から発生させるバイオガスによる化石燃料の代替
舎飼いの家畜（豚、乳牛など）からの糞尿の発酵により、バイオガスを発生させ、化石燃料または再生可能ではない薪⁶の使用量を削減。
- ・ バイオマス以外の未利用エネルギー資源の利用
小河川または水路の落差エネルギーによる発電または太陽光、風力、地熱など、再生可能エネルギー利用による発電
- ・ かんがい施設の燃料効率の向上によるエネルギー使用量の削減
老朽化ポンプの再生可能エネルギーを動力とするポンプへの更新、ポンプ効率向上またはポンプ灌漑地区において用水路のライニングによる漏水防止を図り、ポンプの燃料効率を向上など
- ・ 再生可能な燃料作物による化石燃料の代替
- ・ 改良かまどまたは太陽光利用の調理器具（Solar Cooker）による再生可能ではない調理用の薪の削減
- ・ 営農方法の改善による水田からの GHG 排出量の削減

ただし、実施可能な CDM 事業を形成するためには以下の課題がある。

- ・ CER は施設整備後に達成された排出削減量に応じて発行されるため、CER 獲得以前に施設整備への投資が必要であるが、農村地域では、農民による高額な施設整備費の負担は困難である。
- ・ 農村地域はもともとエネルギー消費が低い（ベースライン排出量が小さい）ため、未利用エネルギー資源により再生可能ではないエネルギー消費を代替しても、大きな CER は期待できない。

⁶ 薪に使用される木質バイオマスのうち、年間成長量に相当する量を薪として消費する場合、再生可能バイオマスの利用であるが、これを上回る消費は木質バイオマスのストック量の減少と見なされ、超過分は再生可能ではないバイオマスに分類される。

- ・ CER の大きな事業は、ベースライン排出量の大きな農産物加工企業などでのバイオマス資源や再生可能エネルギーの利用であるが、この CDM 事業は企業が対象であり、農家の参画は限定的なため、農村地域への CER 取得効果はあまり期待できない。
- ・ 個別農家レベルでの CDM 事業では規模が小さいので、一定規模とするためには相当数の農家の参加が必要となる。
- ・ 水力発電のウエイトの高い国では、再生可能な自然エネルギーを導入しても、生成されたエネルギーに相当する化石燃料の代替につながらない。

住民参加型の農村開発活動は、一般に、コミュニティまたは個別農家に直接裨益する活動である。このため、農村開発に貢献する CDM 事業は、工場や施設ではなく、個別農家が直接参加する事業とする必要がある。この場合、個別農家ごとの GHG 排出削減量は小さいため、実現可能な CDM 事業とするためには、多くの農家が参加可能となるよう、コミュニティの強化や、農家の受け入れやすい効率的かつ経済的な技術の導入が不可欠である。

(2) 農村における CDM 事業の事例

CDM 事業に個別農家が参加する場合、農家にとって GHG の削減が所得向上や生活改善につながり、かつ農家が事業に必要な費用を一部負担することが、主体性を持った事業実施と持続可能性の確保の観点から重要である。CDM 理事会に登録済みの CDM 事業の中から、個別農家を対象とする事例を取り上げると、以下のとおりである。

・ 農家向けバイオガス・ダイジェスター

この事業は、家畜糞尿を回収し、バイオガス発生器（バイオガス・ダイジェスター、以下「BD」という）で発酵させ、生成されたバイオガスを調理や照明用に使用し、化石燃料や再生可能ではない薪の節減を図ることにより、GHG を削減するものである。個別農家を対象とした BD は世界各地で導入されているが、CDM 事業化されているものは少ない。南アジア（インド、ネパール）で複数の事業が登録されているが、このうち最も早く CDM 理事会に登録されたインドの事例（UNFCCC 2005c）の概要を示すと、図 3 のとおりである。この事業では、2006 - 2007 年間でモニタリングが行われ、4,399 基の BD の導入により、11,761 tCO₂ の CER を獲得している（UNFCCC 2007a）。

- ・ 1戸当たり2m³級のバイオガス施設5,500 基を導入。
- ・ 各家庭は、牛の糞尿からバイオガスを発生させ、調理や湯沸かしに利用
- ・ CO₂排出削減量は、1戸当たり3.56 tCO₂e/year
- ・ 年間平均CO₂排出削減量は、全体で19,553 tCO₂e/year



図 3 バジェパリ CDM バイオガスプログラムの概要

・ 小水力発電

この事業は、全国規模の送電網に接続できない、山間部の農村において、小河川または水路に簡易な水力発電施設を設置し、水力発電量に見合うディーゼル発電に使用されると推定される化石燃料の消費削減を行うものである。小水力発電の CDM 事業として、2005 年に登録されたブータンの事例 (UNFCCC 2005d) がある (図 4)。この事業では、2005 - 2006 年のモニタリング結果に基づき、474tCO₂ の CER を獲得している (UNFCCC 2007b)。小水力発電は、山間部に落差のある小河川や水路のある地域で有効だが、標準化が困難で、地理的条件に応じて個別に発電所の設計を行う必要がある。したがって、CDM 事業化のためには調査、設計、建設に係る経費が高額となる傾向がある。

- 年間CO₂排出削減量: 524 tCO₂e/year
- 発電出力(kW): 70kW
- プロジェクト参加者: 関西電力(e7持続的エネルギー開発基金)



図 4 e7 ブータン・マイクロ水力発電事業の概要

・ 改良かまど

この事業は、燃料効率の良い改良かまどを農家へ導入し、三ツ石かまどなど既存のかまどと代替することにより、燃料として利用されている再生可能ではない木質バイオマスや化石燃料を削減するものである。主としてアフリカで実施され、特定の地域全体または国全体を対象としてプログラム化された CDM 事業も多い。図 5 にザンビアの事例を示す (UNFCCC 2006a)。

- CO₂排出削減量: 150,000 tCO₂e/年
- 改良かまど導入数: 30,000基
- 改良かまど1基当り排出削減量: 4.658 tCO₂/年
- 事業参加者: 2企業(ザンビア及びドイツ)



Cookstove Save80

図 5 ザンビア改良かまど事業の概要

・ ソーラークッカー

この事業は、太陽熱を利用する調理器具を導入し、化石燃料や再生可能ではない薪の節減を図るものである。最も早く登録された事業として、インドネシアの事例 (UNFCCC 2005e) (図 6) がある。この事業の 2006 - 2007 年のモニタリング結果では、842 基が設置され、1,077tCO₂ の CER を獲得している (UNFCCC 2006b)。ただし、2007 年以降のモニタリングは行われていない。太陽熱利用の調理器は、雨期の使用頻度が減少し、パラボラ部分が強風で倒れるなどの難点があるが、モニタリング結果では、利用率は高い。

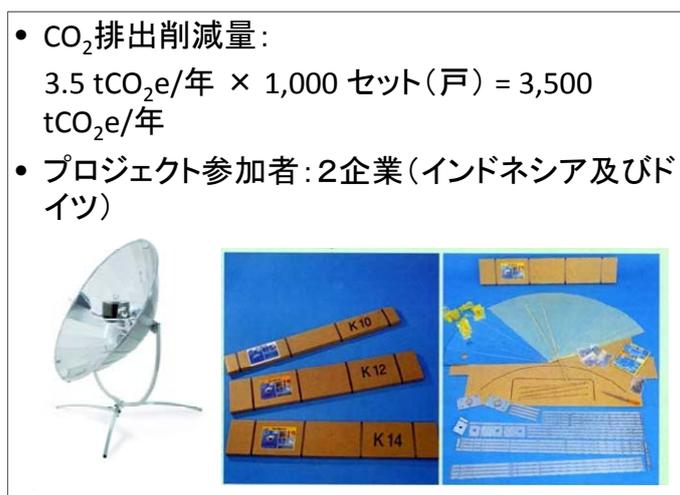


図 6 ソーラークッカー事業アチェ 1 の概要

・ 植林

この事業は、植林した樹木が成長することで CO₂ を吸収し、植林が行われなかった場合の CO₂ ストック量と比較して、増加した CO₂ ストック量を CER とするものである。未利用のまま放置されている地力の劣化した土地を有効活用することが可能で、特別な設備投資が不要なため、安価で効率的な CDM 事業となる。なお、木の伐採により吸収された CO₂ は大気中へ排出されるという「非永続性」⁷を前提としており、CER 単価が低い。植林 CDM 事業は、土地に蓄積された GHG の推定、樹木の成長シナリオ、リーケージの評価等が難しいため、2008 年までは 1 件しか登録されていなかったが、2009 年以降登録件数が増加している。樹木の成長が遅いため、最初の CER の発行は 2012 年となった。図 7 に JIRCAS によるパラグアイの事例 (UNFCCC 2008) を示す。本事例では当初から植林 CDM を農村開発の一部として位置づけているため、土壌保全、作物多様化等の農村開発活動と並行して植林 CDM 事業化が図られている。

⁷ 植林では、樹木が成長している間は CO₂ を蓄積するが、伐期が来て収穫されると、樹木に蓄積された CO₂ は全量が大気中に戻るため、永久的な GHG 削減にはつながらないという考え方。植林 CDM 事業では、通常の CER ではなく、ICER (長期の期限付きクレジット) と tCER (短期の期限付きクレジット) のいずれかを選択しなければならない。



図7 パラグアイにおける植林 CDM 事業の概要

6 JIRCAS の CDM 事業

JIRCAS の CDM 事業では、自己保有資源の有効利用を図り、所得の向上につなげたいという農家のニーズに基づく農村開発の一環として、CDM の仕組みを活用するものである。したがって、発電等のプラントで見られるような安価で確実な CER の獲得を目指し、CDM 事業を優先する事業化プロセスとは異なる。

地球温暖化は、18 世紀後半から始まる産業革命以降、急速に増大してきた温室効果ガス (GHG) の排出によりもたらされたと言われており、都市部とその周辺の活動に大きな要因がある。途上国の農村部は都市部に比べてはるかに GHG の排出量は少ない。しかし、農村人口の増加、森林の農地への転換、化学肥料や農薬の投与量の増加、機械化農業への転換、燃料使用量の増加、生活の近代化にともなう資源リサイクルシステムの消失など、途上国の農村地域においても GHG 排出量は増加している。このため農村地域において、土地生産性及び農業所得を減少させることなく、GHG の排出削減を行う事業の意義は大きい。また、土壌侵食などで荒廃し、生産性の非常に低い耕地や草地で、GHG 吸収源として植林を行う事業は、農村地域でのみ可能な活動である。

JIRCAS の CDM 事業は、選定された調査地域における農家自身の意思による参加型開発を基礎に置くもので、最初から CDM 事業を実施するのではない。まず、農家が選定した優先的な活動を実施し、組織化や事業実施の経験を積んだ上で、CDM 事業を導入した。具体的なプロセスは以下のとおりである。

- ・ ベースライン調査により、調査地域の農家の利用可能資源を把握し、当該情報を分かりやすくまとめた資料を農家に提供。
- ・ 提供された情報に基づき、個々の農家は、自ら保有する利用可能資源を有効に活用して所得向上を図るための農家計画を作成。
- ・ 農家計画の実績を踏まえて、集落ごとにワークショップを開催し、集落分析及び集落計画を作成。集落計画では、農家自ら実施可能なグループ活動と外部からの支援の必要な集落活動に区分。集落計画のうち集落活動は、プロジェクト対象外とし、行政機関等へ要請。

- ・ 農家計画を集約し、計画の一部を実現するため、希望する活動ごとに農家グループの結成を促し、JIRCAS 及び共同研究機関等による技術移転や資材の一部支援からなるパイロット事業の実施。
- ・ パイロット事業で習得した技術をベースとした農家計画の一層の推進と、マイクロクレジット等資金面のプログラムの追加。
- ・ 各種パイロット事業のうち、CDM 事業化の可能な活動につき、基礎的データの収集及びモニタリングの実施。
- ・ 当該活動の CDM 事業化に必要なベースライン調査の追加と、PDD をはじめとする必要な手続きの開始。
- ・ CDM 事業の国連登録後、モニタリングと DOE の検証で得られる CER の売却益を活用した農村開発の推進。
- ・ 上記プロセスをまとめたガイドライン、マニュアル等の整備。

農村地域での CDM 事業は農民の自主的意思で実施することを基本とするが、調査地域については、GHG 吸収源として植林のニーズが予想される地域と、水力やバイオマスなどを利用した GHG 排出削減に係る事業のニーズが想定される地域を選定し、吸収源 CDM 事業と排出削減 CDM 事業に取り組んだ。これらの事業内容は以下のとおりである。

(1) 吸収源 CDM 事業

植林 CDM 事業対象地域は、土地資源が豊富にありながら長期にわたる不適切な土壌管理で耕地や牧草が荒廃している南米地域で選定した。また、低所得農家の農業所得を維持するため、植林方法として農業と林業を同一の土地で一体として行うアグロフォレストリーの導入を基本とした。調査対象国として、以下の理由によりパラグアイを選定した。

- ・ パラグアイは森林破壊、土壌劣化が進行しており、早急な対策が必要となっている。
- ・ パラグアイは京都議定書に参加し、CDM 事業推進のための体制を整備しているが、国内には国連 CDM 理事会に登録された CDM 事業は 1 件もない。このため、CDM 事業化に熱心である。

GHG 吸収源については、京都議定書 3 条 4 項の追加的人為活動として、森林経営、植生回復、農地管理、牧草地管理から締約国が選択できることになっているが⁸、CDM 事業は植林・再植林しか認められていない。

農村開発では、栽培・営農面だけでなく、植林をはじめとする農村生活のあらゆる面に焦点をあてた総合的なアプローチが必要とされている。植林は、単に木材を生産するだけでなく、薪生産、防風林、家畜のための避陰林、土地所有境界線、アグロフォレストリーなど、農村開発に寄与している。

パラグアイ政府は、1999 年に京都議定書を批准し、翌 2000 年には環境庁を設置、また 2004 年には CDM 国家事務局を設置するなど、CDM に対応する国内体制を整備した。しかし、農

⁸ 2001.7、COP6.5 (COP6 再開会合) において政治的合意として、吸収源活動のルール、京都メカニズムの運用ルールが決定された。

牧業を主産業とするパラグアイでは、世界の主流である排出源を対象とする CDM のニーズは低く、JIRCAS の小規模植林 CDM 事業を含め、2014 年まで 2 件の CDM 事業が登録されているに過ぎない。

調査地域は、パラグアイの中でも小規模農民が多く居住するパラグアリ県とした。パラグアリ県では森林の減少が進み、1984 年には県土面積の 1.4% であった森林が、2005 年には 0.2% となっている。現在でも、不法伐採などにより、良質の自然林の伐採が進み、森林の消失・脆弱化が進行している。パラグアリ県における調査地域は、アカアイ市およびサンロケゴンザレス・デ・サンタクルス市（サンロケ市）の 16 集落とその周辺を対象とした。吸収源 CDM プロジェクトは、2006～2007 年に実施した農林水産省からの補助事業を引き継ぎ、2008 年以降は交付金事業として JIRCAS が実施した。パラグアリ県における CER を活用した農村開発のイメージは、図 8 のとおりである。

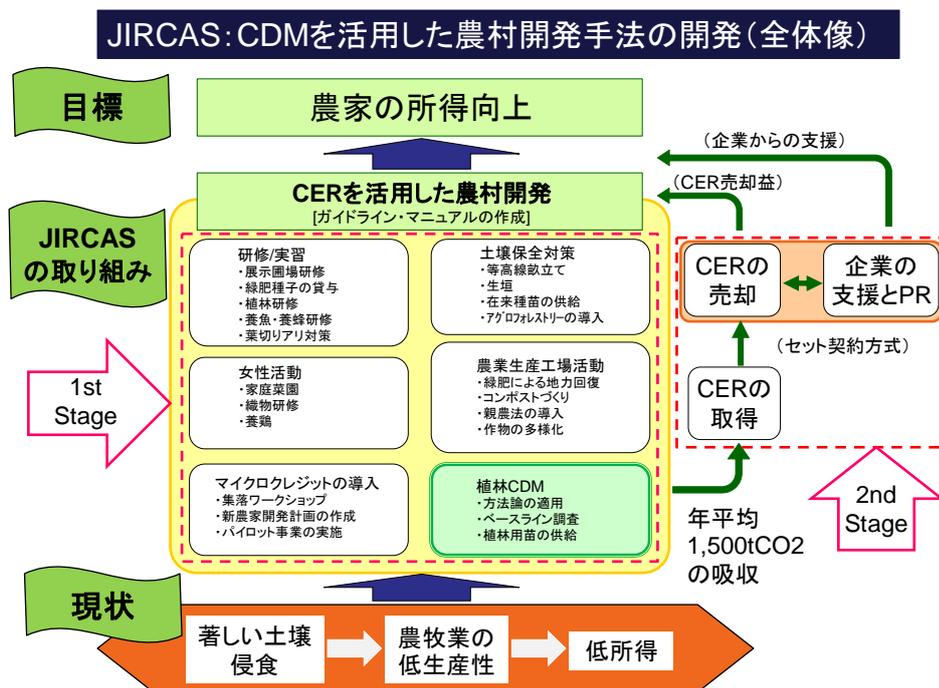


図 8 パラグアイにおける CDM を活用した農村開発の概念

プロジェクトでは、2006 年に調査の基本構想を立案し、現地実施機関の決定、実施体制の構築、行政職員の能力向上等を行い、2007 年には PDD 案を作成し、実際に植林を開始するとともに、2008 年、現地において DOE による有効化審査を受けた。DOE の指摘事項を解決し、審査を了し、2009 年、国連 CDM 理事会に登録された。2013 年には、樹木の成長量に係るモニタリング結果をベースに、6,819tCO₂ の CER を取得した。

小規模農家を対象とする事業では、国連の定めた方法論に基づく事業形成及び CER の取得は非常に困難であった。パラグアイの森林基準（面積 0.5ha 以上、樹冠率 25% 以上、樹高 5m 以上）に該当しない植林面積の農家、生育不良の農家などは除外せざるを得ず、当初の植林要望 325 戸、301ha に対し、炭素クレジットを取得できたのは 56 戸、82ha に過ぎなかった（表 1）。

表 1 植林計画面積及び事業参加農家数の推移（2007 - 2012 年）

区分	ユーカリ 植林面 積(ha)	グレビレア 植林面積 (ha)	面積計 (ha)	参加農家 数 (戸)
ベースライン調査時 の要望 (2006～2007)	—	—	301.20	325
苗木配布 (2007～2008)	172.80	82.90	255.70	239
植林CDM事業対象 (2008)	142.06	73.10	215.16	167
事前モニタリング (2010)	121.07	60.32	181.49	131
モニタリング(2012)	76.62	4.99	81.51	56

* 炭素クレジットを獲得した植林面積は、登録時の38% (81.51/
215.16 ha)、農家数は 34% (56/ 167 戸)に過ぎなかった。

（2）排出削減 CDM 事業

排出削減 CDM 事業対象地域は、水力やバイオマス利用のポテンシャルの高い東南アジア地域で選定した。排出削減 CDM 事業では、多数の方法論が国連で承認されているが、事前調査の結果、東南アジアの農村開発に利用可能と考えられる事業は以下のとおりであった。

- ・ 小水力発電（灌漑用水の利用などによる農村電化）
- ・ バイオマス利用（籾殻、タピオカ廃棄物等の燃料利用による熱エネルギー、発電における化石燃料の転換）
- ・ 家畜糞尿管理の改善（メタンガス発生削減、バイオガスによる発電）
- ・ 施肥管理改善または水管理改善による水田からの排出削減

調査対象国としては、以下の理由によりベトナムを選定した。

- ・ 東南アジアのモンスーン気候地帯への汎用化が期待できる。
- ・ 2008 年時点で CDM 理事会に登録された 2 件の CDM 事業（水力発電所再生事業、油田随伴ガス回収・有効利用事業）があるが、他の東南アジア諸国に比べ登録件数は少なく、CDM 事業へのポテンシャルが高い。
- ・ ベトナムは 2 つの豊かなデルタ地域（紅河デルタ、メコンデルタ）及び貧困な山岳地域を擁し、バイオマス、バイオガス、小水力発電など、CDM 事業化のための多様な取り組みを導入する可能性が高い。

排出源 CDM 事業では、農村開発において GHG 排出削減対策の事業を取り入れ、CER の農村開発への有効利用を図ることを目標とした。具体的なプロジェクト活動は、以下のとおりである。

- ・ 農村開発モデルの形成

選定した調査地域において、データ収集、利用可能資源の評価を行い、地域資源を有効活用した農村開発モデル（集落開発計画）を形成する。

- ・ **パイロット事業**
農村開発モデルからパイロット事業を選定し、実施体制の構築、行動計画の作成、事業の実施を行い、現地データを収集する。
- ・ **CDM 事業の形成**
農村開発モデルから CDM 事業を選定し、ベースライン調査の実施、事業境界の設定、PDD の作成を行い、国連 CDM 理事会へ登録する。
- ・ **企業の参加**
CDM 事業への資金提供の可能な CER の買い手企業の参加を得て、CDM 事業を実施する。
- ・ **CER の取得**
CDM 事業で達成した 1 年分の排出削減量から CER を取得する。CER の取得により CDM 事業の 1 サイクルを終了し、2 サイクル以降⁹は企業に事業の権利を譲渡する。
- ・ **マニュアルの作成**
CDM を活用した農村開発に係るマニュアル案を作成し、プロジェクト成果の普及のためのセミナーを開催する。

ベトナムにおける調査地域は、GHG 排出削減による CDM 事業化の対象となる地域資源量の豊富な地域の中から、関係機関との協議、実際の現地調査の結果を踏まえ、メコンデルタの中心部、カントー市を選定した。またカウンターパート機関は、メコンデルタ最大の大学で、かつ JIRCAS との関係の深いカントー大学（CTU）とし、CTU 本部からの推薦で環境自然資源学部とした。カントー市内での具体的な調査地域は、CTU と協議の上、以下の観点から選定した。

- ・ 調査の拠点となる CTU に近い農村地域
- ・ CDM 事業化の核となる可能性のある VACB システムがある程度普及している地域
- ・ 農村開発の必要な貧困層の多い地域

VACB とは、果樹園（V）、養魚（A）、養豚（C）、バイオガス（B）による複合的な営農システム（図 9）で、外部から導入が必要なバイオガス・ダイジェスター（BD）が GHG の排出削減に貢献すると想定された。

⁹ 排出削減 CDM 事業の事業期間は 7 年以上。

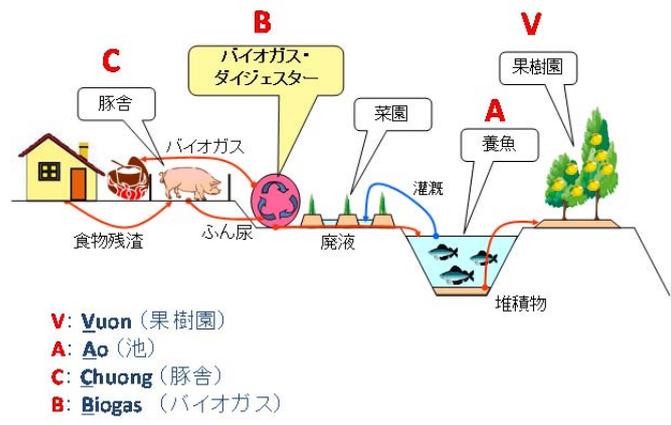


図 9 VACB システム概念図

CTU は、具体的な調査対象村として、過去に外国からの支援で BD の導入が行われたフォンディエン郡のミカン村を推薦した。JIRCAS と CTU は、フォンディエン郡の人民委員会(PC)、ミカン村 PC と協議し、ミカン村 PC の推薦で、ミカン村を構成する集落の中から、最も農村開発を必要としている集落として、ミフン集落を選定した。

JIRCAS と CTU は、2008 年以降、ミフン集落においてベースライン調査を行い、BD への高いニーズを確認し、パイロット事業によって基礎データを収集し、BD を核とする CDM 事業の形成に着手した。BD としては、安価で維持管理の容易なプラスチック製 (図 10) を採用した。事業規模を確保するため、カントー市中心部に接する 3 つの郡を対象に、事業参加者を募集したところ、1,000 戸以上の要望があった。要望農家に対し、質問票による面接と営農状況の調査を行い、961 戸の農家を選定し、事業化を図った。2012 年に DOE による審査を受け、同年に国連登録された。この事業はベトナム初の小規模農家へ直接裨益する CDM 事業となった。

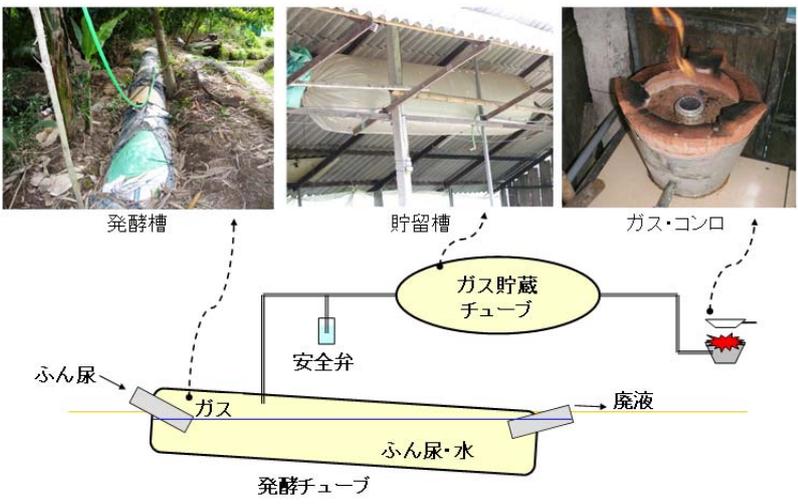


図 10 プラスチック製バイオガス・ダイジェスター構造図

BD は施設の設置だけでなく、バイオガスを安定的に生成するための維持管理が重要なため、集落ごとにキーファーマーを育成することとし、BD 設置と維持管理に係る実務研修を実施した。研修は実際に参加農家へ BD を導入することで実施し、30 名あまりのキーファーマーが育成され、事業の実施体制が整備された。国連 CDM 理事会登録後、見込まれる CER を基に BD 設置のための資金を提供可能な日本参加企業を公募した。しかし、日本政府は京都議定書第二約束期間（2013 -2020 年）に削減目標を提示しない方針としたため、企業の削減意欲は減退し、参加企業は現われないうまま、現在に至っている。

7 CDM の現状と将来

最初の CDM 事業は 2005 年に登録されたが、その後登録事業数は急速に増加し、これまでの CER 発行量（CDM 事業により削減された排出量）は 14 億 tCO₂を上回っている。しかし、京都議定書の第二約束期間（2013～2020）に入った現在、制度は危機的な状況にある。このことについて、JIRCAS が実際に CER を取得したパラグアイの植林事業をベースに考察する。

途上国は、CDM 事業に対し、民間ベースでの排出削減と CER からの追加収入に期待した。しかし排出削減事業を CDM 事業とするための方法論を満足させることは難しく、①地域的な偏り（中国、インド、ブラジル、メキシコ、ベトナムで 80%程度）、②事業分野の偏り（水力・風力などの再生可能エネルギー、工業ガスで 80%程度）が顕著となった。途上国では、低所得者の多く居住する農村地域の開発が大きな課題の一つである。CDM 事業の中でも、農地及び森林への CO₂の吸収・固定を対象とする CDM 事業は、排出削減だけでなく、途上国の農村地域への新たな収入源の機会を提供するものと期待された。とくに中南米諸国は、森林の破壊が最も進んだ地域で、年間排出量の 46%が土地の改変（森林破壊等）に由来すると言われ（De la Torre et al. 2009）、多様な機関により植林 CDM 事業が進められた。

しかし、森林には、①非永続性（森林はいずれ消失して CO₂を排出）、②不確実性（CO₂吸収量の正確な予測が不可能）、③長期性（森林の成長には長期間が必要）、という特徴がある（森林総研 2006）。また、森林の定義、土地の適格性、土地の権利などの課題があり、植林 CDM には他の分野に見られない複雑なルールが設定された。このため、第一約束期間末（2012 年 12 月）で、植林 CDM として形成された事業 94 件のうち、CDM 理事会に登録された事業は 45 件、うち炭素クレジットを取得できた事業は 6 件に過ぎなかった（<http://cdm.unfccc.int/>）。

JIRCAS では、植林 CDM 事業を計画・実施するに当たり、農家の自己責任を促すため、受益者負担の原則を取り入れ、①事業者は CDM 事業化に係る経費を負担、②事業者は苗木を無償配布し、農家への技術指導を実施、③農家は自費で植栽を行い、植林地を管理、④植林地内の樹木からの収益は全て農家が取得、⑤植林地の CO₂蓄積量は事業者が CER 化し売却資金を集落へ還元、という基本方針とした。CER 売却資金を参加農家個人ではなく、集落へ還元することとしたのは、売却資金を個人に配布するより、まとめて集落共通の便益のために使用するほうが、効果的と判断したためである。

植林 CDM 事業の基本方針をもとに、集落ワークショップにおいて事業内容を集落メンバーに説明し、参加者を募集した。基本方針は同意書に反映させ、参加農家とは個別に同意書を締結した。植林は 2007～8 年の 2 年間で計画どおり終了した。JIRCAS は植栽後 4～5 年経過した植林地を対象にモニタリングを行い、6,819t CO₂の CER を取得した。当初、23,500t CO₂の CER を計画していたが、実績が計画の 30%弱となった大きな理由は、干ばつや農家の管理不足によ

る樹木の生育不良であった。

小規模農家を対象とした植林 CDM 事業では、事業の長期性に伴うリスクを回避するため、第 1 回目の CER 発行で取引コスト（CDM 事業化から CER 取得までに必要な経費）を全て回収することが必要である。パラグアイにおいては、無駄がなかったとして、少なくとも 31 米ドル/t CO₂ の CER 単価が必要ことがわかった。これに対して、植林 CDM 事業の CER 単価は、概ね 3.8~5.5 米ドル/t CO₂ の範囲であった（Nakakaawa et al. 2010）。つまり、パラグアイの植林 CDM 事業に係る経費は、CER 市場価格の 6~10 倍となった。これは、多数の小規模農家をまとめて植林 CDM 事業化するには、作業に多くの時間と経費が必要だったためである。

一方、農家の植林ニーズは高く、受益者負担原則での植林が受け入れられ、苗を植えなかった農家は 167 戸中 6 戸（4%）に過ぎなかった。植林を進めるためには、植林 CDM 事業としなくとも、ODA などでの農民参加のワークショップで事業のオーナーシップを醸成すれば、苗の配布だけで、植林が行われることが実証された。

2003 年に最初の CDM 方法論、2004 年に最初の CDM 事業が登録されて以降、2013 年上半期には 7,300 件弱の CDM 事業が CDM 理事会に登録された。CER 単価については、世界の炭素クレジットの 8 割が取引されるといわれるヨーロッパ市場（EU-ETS）では、2008 年、30 米ドル/t CO₂ 以上の価格がついた（WB 2013a）。しかし、CDM 事業の登録件数及び CER の供給量の増とともに、CER 単価の下落傾向が生じた。2012 年には京都議定書の第一約束期間の終了を控え、大量の CER が発行されたが、欧米及び日本の経済の低迷に次期約束期間の不透明性が加わり、市場では炭素クレジット価格が 1 米ドル/t CO₂ を下回る状況となった（Vivid Economics 2013）。しかも植林 CDM 事業の CER は、植林の非永続性の特質から期限付きとされ、永続的な CER に比べ低価格で取引されていた。

今後の予想としても、第二約束期間には日本、ロシア、カナダが削減目標を提示しなかったこともあり、炭素クレジットの需要が低下したほか、2012 年以前の CDM 事業からの CER や共同実施事業による炭素クレジット（ERU¹⁰）の大量流入などで供給量が増大し、2020 年までは供給過剰な状態が続くと見られている（図 11）。CDM 事業の形成には植林以外で 2~4 年、植林で 3~5 年必要である。しかも CER は排出削減実績によって発行されるため、事業を実施し、モニタリングする必要がある、CER の発行は、CDM 事業の計画に着手後、植林以外で 5~7 年、植林で 7~9 年が必要である。パラグアイの場合は、7.5 年を要した。CDM 事業は、短期間で価格が大きく変動する市場メカニズムに適合できず、今後は実施されなくなると推測される（図 12）。

¹⁰ Emission Reduction Units の略。排出削減単位。共同実施（JI）プロジェクトの結果生み出される、ある特定された温室効果ガス排出削減量（クレジット）のこと。温室効果ガスの排出権取引において取引単位として扱われるクレジットのひとつ。

百万tCO₂

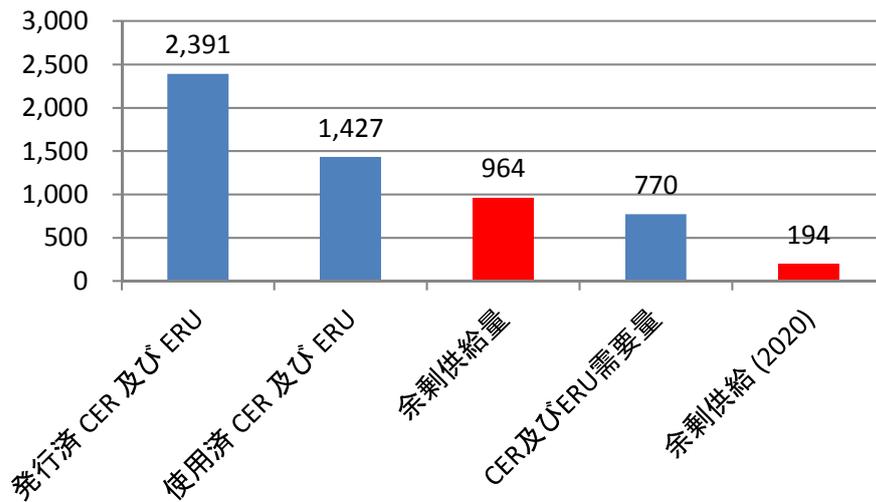


図 11 CER 及び ERU の余剰推定量。出典：Vivid Economics 2013。



図 12 CDM 事業の登録数の推移。2013 年 1 月以降激減している。出典：
<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/index.html/>, 2014 年 2 月 20 日。

世界銀行によれば、世界の GHG 排出量は増加を続け、2009 年には 320 億 t CO₂ に達し、京都議定書が議決された 1997 年 (240 億 t CO₂) の 1.3 倍となった (図 13)。この状況では、2100 年までに、工業化以前の時代と比した気温上昇は、UNFCCC の目標値 2℃に対し、3.5~4℃になると言われている (WB 2013a)。

先進国だけに排出削減目標を設定し、途上国には無制限の排出増を許容する京都議定書は、排出削減にほとんど効果がなかったと言える。Nordhaus (2007) は、量的規制はコスト高で効果がないのに対し、炭素税のように排出に対して課金する方式は低コストで効果的と述べている。我が国では、2012 年から化石燃料の利用に対し、地球温暖化対策税を導入した。この税金

は、既存の石油石炭税に上乗せするだけなので、徴税コストの増はないに等しく、その排出削減効果は 2020 年で 6~24 百万 tCO₂（日本の排出量の 0.5~2.2%）といわれている（環境省）。2010~11 年には、世界全体の土地の炭素のモニタリングだけで 63 億ドル（6,170 億円）が使用されたといわれており（Maslin et al. 2011）、量的規制が高くつくことには驚かされる。すなわち、経済性を考えれば、排出削減のためには京都議定書のような量的規制ではなく、国内の税制（環境税、炭素税）改革がはるかに効果的である。不公平をなくすため、UNFCCC の全締約国で一律の炭素税を設定し、排出削減が有利な経済状況を創出すれば、全産業において自主的な排出削減が進むと考えられる。炭素税収入は、排出削減技術に係る研究開発や普及への充実に目的化すれば、排出削減の技術革新と効率化も加速されるに違いない。また、炭素税収入の一部を基金として積み立て、JIRCAS 方式の植林（参加者の意識改革、受益者負担原則、優良苗木の無償配布、アグロフォレストリーなど）や低所得農家向けの BD の導入を推進すれば、農村の所得向上及び環境改善が広域的に進むことが期待される。

京都メカニズムの限界が明らかとなった現在、世界共通の、国の間で不公平とならない、炭素税を含めた低コストで効果的な排出削減のルール作りが望まれる。

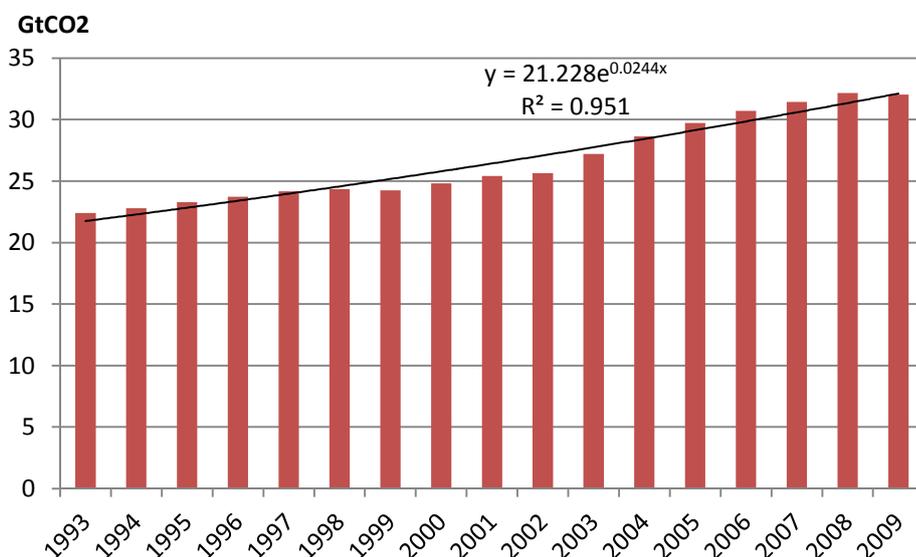


図 13 世界の温室効果ガス排出量の推移。出典：WB 2013b より松原が作成

（平成 26 年 2 月 24 日。本文内容は、松原 2012 及び松原 2013 をベースとしています。）

参考文献

- DAC. 2004. “ODA Eligibility Issues for Expenditures under the Clean Development Mechanism (CDM).” DAC/CHAIR(2004)4/FINAL. 30-Apr-2004, OECD.
- De la Torre, Fajnzylber P., and Nash J. 2009. “Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change: An Overview.” The World Bank.
- FAO. 2011. “FAOSTAT.” FAO Statistics Division. 31 August 2011.
- IGES. 2009. “図解京都メカニズム.” (財)地球環境戦略研究機関.
- IPCC. 2013. “Working group I contribution to the IPCC fifth assessment report climate change 2013: the physical science basis summary for policymakers.”

- Maslin, Scott J. 2011. “Carbon Trading Needs a Multi-level Approach.” *Nature* Vol. 475: 445-447.
- 松原. 2012. “クリーン開発メカニズム（CDM）を活用した農村開発－パラグアイ及びベトナムの事例.” 国際農業研究叢書第 20 号. (独) 国際農林水産業研究センター.
- 松原. 2013. “危機的状況にあるクリーン開発メカニズム（CDM）－開発途上国における排出削減事業の現場より.” EIC ネット Pick Up! コーナー. 環境情報センターホームページ <http://www.eic.or.jp/library/pickup/>.
- Nakakaawa, Aune J., and Vedeld P. 2010. “Changes in Carbon Stocks and Tree Diversity in Agro-ecosystems in South Western Uganda: What Role for Carbon Sequestration Payments?” *New Forest* Vol. 40:19-44.
- Nordhaus. 2007. “The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy”
- 森林総研. 2006. “ロードマップ（道案内解説書）新規植林/再植林クリーン開発メカニズム第 1.0 版 2006 年 3 月.” (独) 森林総合研究所.
- UN. 1992. “United Nations Framework Convention of Climate Change.”
- UNFCCC. 2005a. “CMP/2005/8/Ad1.”
- UNFCCC. 2005b. “Decision 3/CMP.1, Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol.”
- UNFCCC. 2005c. “CDM-SSC-PDD (version 02), Bagepalli CDM Biogas Programme, 8 July 2005.”
- UNFCCC. 2005d. “e7 Bhutan Micro Hydro Power CDM Project, Project Design Document Rev. 02, March 29, 2005, e7 Fund For Sustainable Energy Development.”
- UNFCCC. 2005e. “CDM-SSC-PDD (version 01), CDM Solar Cooker Project Aceh 1, 10 Oct. 2005.”
- UNFCCC. 2006a. “CDM Lusaka Sustainable Energy Project 1, Project Design Document Version 03, 22 December 2006.”
- UNFCCC. 2006b. “CDM Monitoring Report, CDM Registration number: UNFCCC0218: CDM Solar Cooker Project Aceh 1, Crediting period: 06 Feb 06 - 05 Feb 12, Klaus Trifellner, Klimaschutz e.V. Bonn.”
- UNFCCC. 2007a. “Verification/Certification report, Bagepalli CDM Biogas Programme in India, Verification period: 01 September 2006- 31 August 2007, Report NO. 2007-1121, DET NORSKE VERITAS.”
- UNCCC. 2007b. “Certification Report, Verification of e7 Bhutan Micro Hydro Power CDM Project, Revision No. 01, 2007. 02. 16, Report No. GR07W0001D JACO CDM., LTD.”
- UNFCCC. 2008. “CDM SSC-AR-PDD Version 02, Reforestation of croplands and grasslands in low income communities of Paraguari Department, Paraguay, Version 3, 18 December 2008.”
- Vivid Economics. 2013. “The market impact of a CDM capacity fund, Final Report June 2013.”
- WB. 2011. “World Development Indicators.” The World Bank. April 2011.
- WB. 2013a. “Mapping Carbon Pricing Initiatives - Developments and Prospects – 2013.” Carbon Finance Unit at the World Bank.
- WB. 2013b. “World Development Indicators.” The World Bank. September 2013.