

# バングラデシュ・家庭用バイオガスダイジェスター普及プログラム CDM 実現可能性調査

(調査実施団体: 株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ)

## 1. 調査実施体制:

プロジェクトのカウンターパートかつ実施機関である Grameen Shakti (グラミン・シャクティ) が、調査の中では、PoA-DD 作成にあたっての各種情報提供と、ビジネスデザインの協議相手となる。なお、2011 年末に政府系金融機関である IDCOL がグラミン・シャクティの代わりに CME となることが決定した (グラミン・シャクティは、プログラムの下で直接ダイジェスターを導入する実施者の最大手という位置づけ)。

## 2. プロジェクトの概要:

### (1) プロジェクトについて:

バングラデシュ国において、グラミン・シャクティその他によるバングラデシュ全域の農村で家庭用バイオガスの利用を普及させるプログラムを、プログラム CDM 化する。グラミン・シャクティは、ホスト国でのカウンターパートである。

当初、グラミン・シャクティが CME となる予定であったが、この家庭用バイオガス導入活動の大部分が、政府系ノンバンク金融機関 IDCOL のプログラム下で行われていることもあり、最終的に IDCOL が CME となることが決定した。

このプログラムは、IDCOL のプログラム (NDBMP<sup>1</sup>) の下での活動と、それにカバーされない活動 (ガス生成能力が 4.8 m<sup>3</sup>/日以上 のダイジェスター) を含んでいる (ただ家庭の厨房用エネルギー代替対象で発電は含まない)。IDCOL は、CME として、NDBMP 傘下の活動だけでなく、すべての活動をコーディネートする。

グラミン・シャクティのこのプロジェクトでの役割は、最大の (半分以上を占める) プロジェクトの実施者で、地方で実際にバイオガスダイジェスターの導入を行う。バングラデシュ内に 1,400 ものオフィスをかまえ、農村のエネルギーアクセス問題に取り組んでいる (主要活動は、無電化地域の戸別太陽光システムと改良かまど)。グラミン・シャクティ以外にも、NDBMP のパートナーとなっている組織なども参加する。

CPA の要素である農家に関して、以下のようなになる:

---

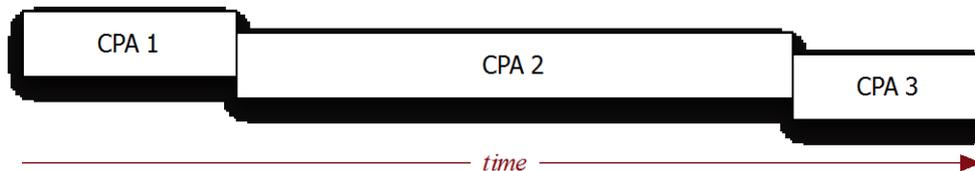
<sup>1</sup> National Domestic Biogas and Manure Program.

- ベースライン: 旧来型粘土製三点支持式調理用かまどでバイオマス(木質部分は 100%非再生可能)を燃焼.
- プロジェクト: バイオガスダイジェスター導入によりバイオガスをバイオガスコンロで調理用のために使用する.

このプロジェクトによって、LDC であるバングラデシュの貧困農家が、アフォーダブルで利便性の高いエネルギーへのアクセスすることができ、またブラックカーボンによる屋内大気汚染緩和等の貢献などがみられる(他の便益の概要は後述).

今回のCDM化にあたっては、従来型のIDCOLモデル(4.8 m<sup>3</sup>/日まで)を超えた容量で、かつバイオガスダイジェスターのオーナー農家がより貧しい(ダイジェスターを導入できない)まわりの農家に対してマイクロスケールであるがバイオガスのガス供給事業を行うモデルも組み込む(中小規模の養鶏農家や畜産農家などが対象). ボトムアップ的にビジネスで貧困問題へ対処できる新しいモデルとなっている(マイクロユティリティと称する). ガス購入農家も、薪購入費用(月 1,000 Taka)の半額程度で便利なガスのメリットを享受できる(1 Taka=約 1 円).

各CPAは、農家の地理的な場所を問わず、農家に導入されるバイオガスコンロの出力の総計は 15 MW<sub>th</sub> (microscale CDM projectの閾値)を超えないように農家の数の上限値(8,000 に設定<sup>2</sup>)を決定し<sup>3</sup>, バイオガスコンロの導入の順から数えてその上限値に至るまでのきりのよい期間における農家群を一つのCPAの対象とする. したがって、ひとつのCPAの実施者は単一の団体ではない.



また、CPA-DD は、基本的にはダイジェスターの導入が終わってから、その実績を踏まえて、作成するものとする. すなわち、個々のダイジェスターとユーザー農家のデータベースが完成した後、それを添付する形でCPA-DDを作成する. その場合でも、CER は導入時点からカウントすることができる.

最初の CPA は、2011 年 12 月 13 日のバリデーション開始日(=パブリックコメントを求めため CDM の Web サイトにアップロードされた時点)から 2011 年 1 月 31 日までに導入されたバイオガスダイジェスターを対象. パイロット的な位置づけとして、

<sup>2</sup> 本 PoA で導入されるバイオガスコンロの gas flow rate は 0.3 m<sup>3</sup>/hour であり、これから換算された熱出力は 1.83 kW となる(メタン 60%のバイオガスのカロリー値は 22 MJ/m<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> 本 PoA は一つ農家単独用のバイオガスダイジェスターとマイクロユティリティ用のバイオガスダイジェスター両方を対象とし、農家とダイジェスターの数は必ずしも一対一の関係ではない.

CDM としての登録と、モニタリング等のマネージメントシステムがきちんと機能することを確認する目的である。

本CPAにおけるCO<sub>2</sub>削減量は農家一戸あたり 3.83 トン程度である。

当該 PoA のクレジット期間は 28 年で、各 CPA のクレジット期間を renewal 用の 7 年 (×3)とする。

## (2)適用方法論について:

AMS-I.E. ver. 04

“Switch from non-renewable biomass for thermal applications by the user”

## 3. 調査の内容:

### (1)調査課題:

#### CDM化にあたってのルール側の適用可能性

当該PoAのCPAsに適用可能な方法論は、AMS-I.E.(非再生可能バイオマス代替)が想定される。バングラデシュにおいて、以前のCDM案件などを通して相当な関連データおよび情報を把握しており、当該PoAに必要なデータ及び情報などの収集についてグラミン・シャクティの調査結果<sup>4</sup>および 2011 年 9 月に登録されたグラミン・シャクティのPoAである“Improved Cooking Stoves in Bangladesh” (Ref. 4791) におけるデータおよび情報などを踏まえて、またCDM EBにおいて検討中のAMS-I.E.の修正事項など考慮したうえで検討を行った。

#### モニタリング等のマネージメント体制の構築

IDCOL は既存の NDBMP の管理システムを機能させている。またグラミン・シャクティなどの各種団体も、NDBMP の補助金システムを活用するため、IDCOL の指定するフォーマットに則ったデータベースシステムを機能させている。

今回の CDM 化にあたっては、この有効に機能している既存のマネージメントシステムを、いかに拡張し、CDM の要請事項に合った形とできるか？がポイントとなる。

モニタリング項目はできるだけ既存のシステムに合った形に(実施後はできるだけ余計なサーベイやサンプリングなどを避けるように)デザインするように心がけた。その

---

<sup>4</sup> グラミン・シャクティは、PEAR の JICA BOP ビジネス連携促進案件において、マイクロユティリティー対象の農家(バイオガス利用者と潜在的な利用者)に対して調査を行い、データ集計と報告書を作成した。

結果、バイオガスダイジェスターの導入時期と、それがきちんと機能していることを(全数)きちんと確認しておくという、CO<sub>2</sub>以外の点からも重要なモニタリングのみに集中することとした。

一方で、マイクロユーティリティモデルを機能させるためには、既存のダイジェスター単位の情報だけでなく、ユーザー農家単位の情報データベースが必要となる。この部分が、データベースの追加機能として、これからデザインが必要となる。

以上は、IDCOL もそうであるが、各実施者においても必要な追加事項となる。

### PoA-DD, CPA-DDの作成とバリデーション

方法論や現地事情実態などを踏まえ、長期にわたってリスクやモニタリング負荷の小さな形の PoA-DD, CPA-DD を作成し、2012 年 2 月 15-18 日に現地バリデーション審査を受けた。それを踏まえ、PoA-DD, CP-DD を完成させ、今年のできるだけ早期に(5 月位を想定)登録申請まで持って行く予定である。

## (2) 調査内容:

### CDM化にあたってのルール側の適用可能性

この調査過程で、われわれの目的に合うような修正となるように、SSC WG や CDM EB に対し、複数のコメントを提出している。PoA の追加性や家庭単位のサーベイの利用可能性、CPA の inclusion の際の適格性条件などに関しては、われわれの意見が反映された。

コメントを受付されていた非再生可能バイオマスに関するパブコメプロセス<sup>5</sup>において、もっとも重要なのは、Regional default value for woodfuel consumption per person and householdのデフォルト値の設定と、非再生可能バイオマス・ポーションを決める方法であり、これに関してもコメントを提出した。現時点で検討結果は呈示されていない。

また、ダーバン会議 CMP7 において Materiality に関する決定が出されたが、それを根拠に、プロジェクト実施後の非再生可能バイオマス消費量モニタリング(非常に小さいが方法論にモニタリング項目として挙がってしまっている)を避けるべく CDM 理事会に clarification を求めている。

### モニタリング等のマネージメント体制の構築

グラミン・シャクティの既存のモニタリング項目(および IDCOL の NDBMP 必要項目)と、データベースの構成要素に関して調査を行った。CDM 用に完備なシステムを構築するためには、それに加え、どのような items を追加しなければならないかが、明ら

---

<sup>5</sup> Call for inputs on standardized baselines in SSC methodologies for displacing non renewable biomass  
[http://cdm.unfccc.int/public\\_inputs/2011/eb63\\_03/index.html](http://cdm.unfccc.int/public_inputs/2011/eb63_03/index.html)

かにできた(上述参照).

それに基づいて、データベースソフトウェアの再構築を行い、それを実際に日々のオペレーション作業に組み込んでもらう必要がある。これに関しては、すでに IDCOL とグラミン・シャクティからの合意は得られている。3 月にその他の点を含めて詳細な議論を行う予定となっている。

なお、昨年度の GEC 調査の情報は有効に活用している。また今年度の JICA BOP 調査で重なるところがあり(JICA 調査はマイクロユティリティー部分のみ)、それは JICA 側の現地調査で明らかにしている。

#### PoA-DD, CPA-DDの作成とバリデーション

PoA-DD は、当初グラミン・シャクティを CME とした場合を想定して作成したが、IDCOL が CME となることが急遽決定したため、とりあえず形式的な CME として IDCOL を加えただけの PoA-DD, CPA-DD を作成し、パブリックコメントを求めることとした(CPA-DD は本報告書に添付)。ドキュメントは、2011 年 12 月 12 日にアップロードされている。

現在、それをさらに改訂したバージョンの PoA-DD を作成したが(本報告書に添付)、2 月のオンサイト・バリデーション時に IDCOL, グラミン・シャクティと協議した結果を踏まえ、PoA-DD, CPA-DD を改訂中である。

オンサイト・バリデーションは、2012 年 2 月 15-18 日に実施された。

PoA-DD, CPA-DD のテンプレートが EB 66 で改訂される模様であるので、それに応じて書き換える予定である。

Local Stakeholders' Meeting は、2011 年 10 月 3 日に Gazipur District の Mowna で実施した。

#### **4. CDM(JI)プロジェクト実施に向けた調査結果:**

##### **(1) ベースライン・モニタリング方法論:**

AMS-IE の適用可能条件は、すべて満たしている。

そのなかで最重要部分は、「非再生可能バイオマス」代替であるという論証で、方法論の計算式の中の木質系バイオマス中の非再生可能バイオマス比率である  $f_{NRB}$  というファクターの値が重要となる。多くの文献と、前述の登録済みの ICS PoA (Ref. 4791) と同じとすることで、この部分はクリアできると想定される。ただ、 $f_{NRB}$  の値に関しては、パブコメ<sup>5</sup>が実施された SSC WG ドキュメントの手法が LDC ではほぼ使えないので、その部分の採用を阻止すべくコメントを提出し、受け入れられた。

PoAの場合、方法論の適用可能条件以上に重要なのは、CPA inclusionの際の eligibility criteriaをどう設定するか<sup>6</sup>、という点である(EB 63でスタンダードが作成された):

- マイクロスケールの追加性論証方法が使えるように、各 CPA の規模を制限するが、このプロジェクトの場合、CDM のルールによると、これがバイオガスコンロのバーナーの数に対する制約となり、これをモニタリング・データベースのパラメータに入れた。定格出力から逆算して保守的に上限を 8,000 とした(現在のダイジェスター導入ペースは 500 箇所/月程度)。
- CPA の区切りを、地理的ではなく、「期間」で設定することとした(ルールではユニークに決定できるものであれば、地理的バウンダリーである必要性はない)。また、CPA は inclusion 時点以前の活動分も(PoA 登録後なら)CER 対象となるため、きちんとしたデータベース完成後に CPA-DD を提出するという形式をとることとした。
- IDCOL やグラミン・シャクティの既存のデータベースやマネジメントシステムに、何をどう加えれば、CDM PoA としての必要事項を満たせるか最新の注意を払って PoA-DD を作成した。マイクロユーティリティーモデルも加えるため、ダイジェスターオーナー農家情報だけでなく、バイオガスユーザー(被供給)農家情報も含むように拡張しなければならない。
- ダブルカウンティング予防策に関して留意すべき点は、バングラデシュでは同じくグラミン・シャクティの行っている ICS (improved cookstove)の PoA が登録された。すなわち、ICS 既導入農家にダイジェスターを導入しても、CER にカウントできない。これをモニタリングのチェック項目に入れた。

なお、これらの criteria に対して、その解説と、DOE が inclusion 審査の際になにをチェックすればそれが満たされたことになるか?という審査の方法を PoA-DD に指定しておいた(デスクレビューの可否も)。この PoA-DD で登録させることによって、(DOE やアセッサが代わった場合でも)あとで criteria の誤解や複数の解釈が生まれるリスクを予防することができる。

## (2) ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定:

地理的バウンダリーは、バングラデシュ全土。これは、個々の CPA に関しても同様。

ベースラインシナリオは、調理用には、非再生可能バイオマス<sup>7</sup>を含むバイオマスを

---

<sup>6</sup> 次年度から PoA に関しては CDM inclusion の eligibility criteria をどう設定するかを、報告書の項目に掲げることをお勧めします。最重要項目(の一つ)ですので、CPA の追加性論証もこの中で表現することになります。

<sup>7</sup> 非再生可能バイオマスの扱いは、CDM の中でかなり特殊である。ベースラインシナリオが非再生可能バイオマス利用であるにも拘わらず、それを化石燃料の CO<sub>2</sub> 排出原単位で表現させるようになっている。

用いるという「現状維持」となる。これを、バングラデシュ農村におけるサーベイの結果や、燃料の利用可能性などから論証する。

この証明は、個々の CPA に依存しない。

排出削減量は、以下の数式(1)で表される：

$$ER_y = B_y \cdot f_{NRB,y} \cdot NCV_{biomass} \cdot EF_{projected\_fossilfuel} \quad (1)$$

where

$B_y$  : Quantity of woody biomass that is substituted or displaced (ton). See the calculation method below.

$f_{NRB,y}$  : Fraction of woody biomass used in the absence of the project activity that can be established as non-renewable biomass using survey methods (no dimension). Fixed (time-independent) parameter. See the definition below.

$NCV_{biomass}$  : Net calorific value of the non-renewable woody biomass that is substituted. IPCC default factor for wood fuel (0.015 TJ/ton) is applied.

$EF_{projected\_fossilfuel}$  : Emission factor for the substitution of non-renewable woody biomass by similar consumers. Default value of 81.6 tCO<sub>2</sub>/TJ is applied per the methodology.

$$f_{NRB,y} = NRB / (NRB + DRB) \quad (2)$$

where

$NRB$  : Share of non-renewable woody biomass used in the absence of the project activity,

$DRB$  : Share of (demonstrably) renewable woody biomass used in the absence of the project activity.

この木質系バイオマスにおける非再生可能バイオマスのポーション $f_{NRB,y}$ は、バングラデシュでは 1 とおけることを、前述のような方法で論証する。

キーとなるのが $B_y$ の計算であり、方法論の

*(a) Calculated as the product of the number of appliances multiplied by the estimate of average annual consumption of woody biomass per appliance (tonnes/year); This can be derived from historical data or estimated using survey methods.*

を、appliances を、household と読み替えることができることを clarification SSC\_538 で

確認した(明らかに合計が同じのものであってもバリデーション以降に問題になる可能性がある).

リーケージは保守性ファクター0.95 を掛けておけばよいことが方法論に規定されている:

$$B_y = (B_y^{BL} - B_y^{PJ}) \cdot 0.95 \quad (3)$$

以下は, 方法論に規定されていない部分:

できるだけ, モニタリングの負荷を減らすため, プロジェクトでの(バイオガス使用後の)木質バイオマス消費量 $B_y^{PJ}$ は, ゼロとおける(モニタリング項目として無視できる)ことを, 100 軒を対象とした事前サンプル調査で確認したことにする. サンプルングに関しては, ダーバン会議において, CDMのマテリアリティーの扱い方に関するCMP決定がなされた(このタイプに関しては排出削減量の 10%が閾値となった. 現在, 適用可能性をclarification中).

そして, 最重要部分であるベースラインでの木質バイオマス消費量 $B_y^{BL}$ を求めるために, 「一家庭あたりの木質バイオマス消費量」のデフォルト値(アジア地域)を用いる. このデフォルト値は, 現在, パブコメ中の文献に示されているものであり, できるだけ早期にCDM EBの正式ドキュメントとなるように働きかけていく.

結局, モニタリングするほぼ唯一で最重要パラメタ=時間の変数としては, 「オペレーションされているバイオガスダイジェスターを使っている農家数 $N_{HH,y}^{OP}$ 」をセットすればよいこととなる:

$$B_y^{PJ} = B_{HH}^{PJ} \cdot N_{HH,y}^{OP} \quad (4)$$

このパラメタは, 365 日にブレイクダウンし,

$$N_{HH,y}^{OP} = (1/365) \cdot \sum_i n_i^{OP} \quad (5)$$

と表現される.  $n_i^{OP}$ はバイオガス利用農家*i*ごとのオペレーションされている日数である. すべてのバイオガスダイジェスターがオペレーションされているなら, バイオガスを使っている農家の数と等しくなる. このパラメタ $n_i^{OP}$ は,

- メンテナンスシステムと組み合わせることで, 故障期間を同定する(実際はゼロかかなり短い. 故障時にはすぐ通報することを農家との契約で抑える. 最初の2年間はローン(マイクロクレジット)回収のため, 毎月グラミン・シャクティのブランドオフィス・スタッフや他の実施者が訪れる)
- 初年度の導入時期を日割りで計算する

を表現し, サンプルングではなく, 全数きちんと把握する(導入期のインスペクションと,

アフターケアであるメンテナンスシステムの手続きに組み込み、同時に記録をデータベースに組み込むように設計する)。

これは、「CDM MRV を、CER のためだけのものと考えず、本来のプログラムのパフォーマンスに直結する MRV とすべき」という考え方を具現化したものである(そのように MRV をデザインした)。

### (3) モニタリング計画:

CPA は、前述のように、期間を設定して(半年程度)、その期間内に導入されたダイジェスターからのバイオガスを利用している農家が対象となる。

(最初の CPA を除くと) CPA は、inclusion 時期によらず、その対象となる活動は、(活動開始時に遡って)すべて CER の対象となる(ただし PoA としての登録以降)。したがって、CPA-DD 作成を急いで行う必要性はなく、ダイジェスター導入実績に基づいたデータベースへの組み込みが成されてから、データベースの農家やダイジェスター、バイオガスバーナーの数などのリストを添付して、CPA-DD を inclusion のために DOE に提出する。

キーとなるのは、この「管理」であって、前述のように、CME である IDCOL や主たる実施者であるグラミン・シャクティの既存のマネージメントシステム+データベースを改変する必要がある(グラミン・シャクティは 1,400 ものオフィスにおいて 4 層構造の管理システムができています)。加えて、他の NGO の活動も組み入れるため、(同様の記録・管理をお願いするだけでなく) IDCOL へのデータの報告(毎月を想定)が必要となる。

このような複雑で多様な情報をきちんと管理する必要があるため、CDM でモニターする「変数」はできるだけ少ない方が望ましい。それを、前述のように、 $n_i^{OP}_{HH,y}$  に集中させる(かつ CDM 固有のモニター項目とせず、通常の事業運用の中に組み込む)。もちろん、その他にローン支払い状況など、事業運用の中で、きちんとモニター、管理しなければならないものはある。

原則、サンプリングは用いない。これは正確性、(複雑な)サンプリング処理の問題もあるが、きちんと事業として動かすためには「全数把握」が不可欠であるという認識に基づくものでもある。

モニタリングに直接関係ないが、CPA が数十にわたる場合に、DOE がその検証を行う上で「多くの CPAs から検証すべき CPA のサンプリングを行う」(CPA の中の農家やダイジェスターのサンプリングではない)手法も、念のため、PoA-DD に記載しておいた。実際は利用されるまで CPA が増えるのは、5 年後以降であろう。

#### (4) 温室効果ガス排出削減量:

前述のデフォルト値を用いると、農家一家庭あたりの年間CO<sub>2</sub>排出削減量は

3.83 t CO<sub>2</sub>/年/農家

となる。現在のグラミン・シャクティの導入ペースは月 500 軒程度である。

保守的に、このペースがそのまま継続した場合、ペースが一年で 1.5 倍ずつ増えていく場合の試算を行うと、以下の通りとなる。簡単のため、2012年1月から導入されたとする:

	バイオガス利用農家数(累積)			
	一定ケース	導入ペース加速ケース	一定ケース	導入ペース加速ケース
2012	10,000	10,000	38,300	38,300
2013	20,000	25,000	76,600	95,750
2014	30,000	47,500	114,900	181,925
2015	40,000	81,250	153,200	311,188
2016	50,000	131,875	191,500	505,081
2017	60,000	207,813	229,800	795,922
2018	70,000	321,719	268,100	1,232,183
2019	80,000	492,578	306,400	1,886,574
2020	90,000	748,867	344,700	2,868,161
2021	100,000	1,133,301	383,000	4,340,542

なお、ペースの大幅増のためには、現行の煉瓦などを用いたダイジェスターのエンジニア育成プロセスだけではおそらく不十分で、ファイバーグラス製などの工業製品化したダイジェスターの導入が必要となる。現在、IDCOL での技術審査中で、一年程度で IDCOL プログラムで適格となる見通し。

ポテンシャル的には、バングラデシュには数千万の農家があるため、一般的となるにはかなりの時間を要するが、年間 1.5 倍ずつ増やした場合、10 年間で 100 万軒に達する。IDCOL は、新たに、2016 年に 15 万軒に導入する計画を立てている。

同じくオランダ SNV のバイオガスプログラムを行っているネパールでは、すでに 20 万軒導入されており、またグラミン・シャクティの他のプログラムである SHS (PV) と ICS では、すでにそれぞれ 68 万軒、36 万軒の導入実績があり、導入ペースはともに月に 20,000 台に及ぶ。遅れているバイオガスも(工業製品化などは必要であろうが)それなりに導入は可能であると思われる。

(5) プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間:

バリデーション開始日: 2011年12月13日  
これ以降の活動が, CPA 1として eligible となる  
(CPA 1の開始日=PoAの開始日. CER対象は登録以降分)

登録申請: 2012年のできるだけ早期

各 CPA は7年単位で2回更新. PoA全体でのクレジット期間は28年間を想定.

なお, PoAなので, prior consideration は必要ない.

(6) 環境影響・その他の間接影響:

家庭用バイオガスダイジェスターに関しては, バングラデシュでは(おそらくどの国でも)環境影響評価は必要ない.

(7) 利害関係者のコメント:

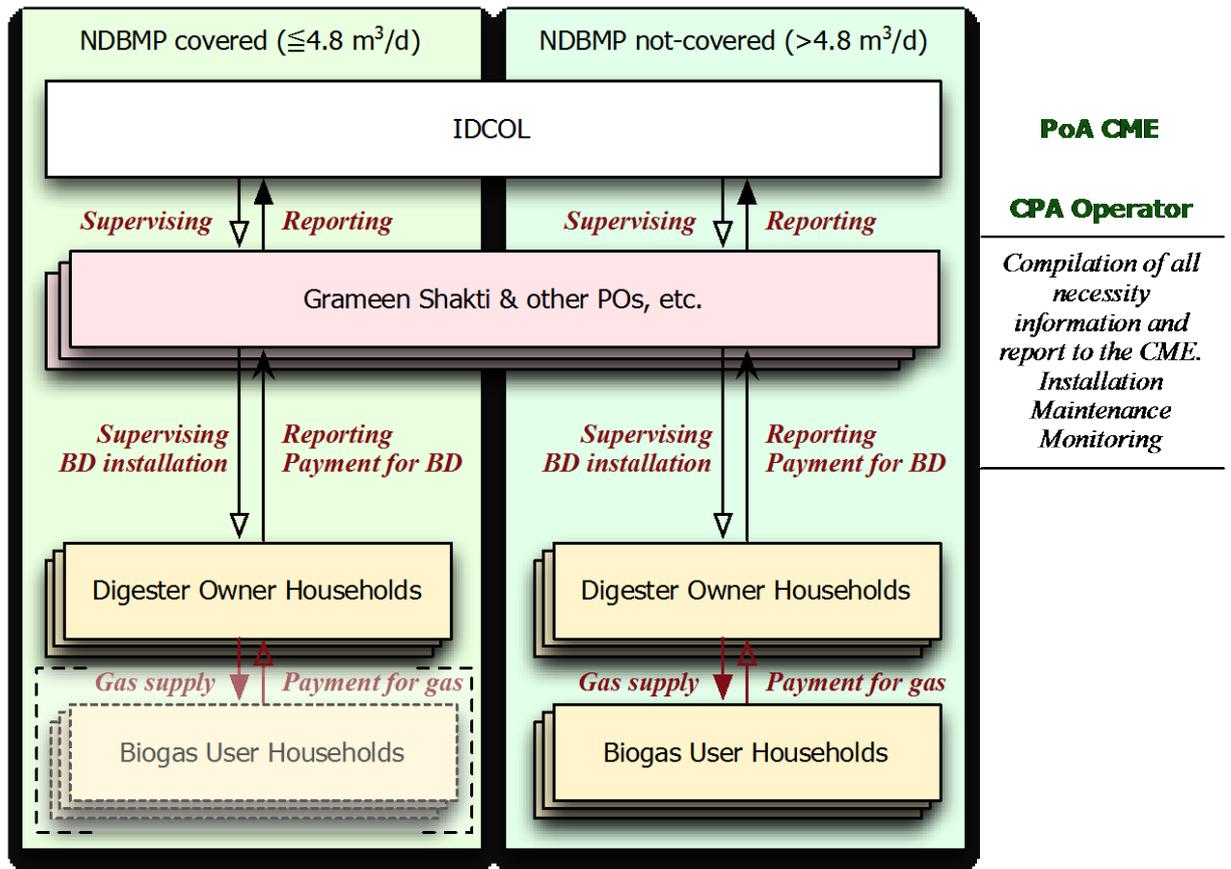
2011年11月3日に, Gazipur District の Mowna で実施した. すこしだけ提示された懸念は誤解に基づくもので, 会合で clarify を行って納得してもらった.

PoA, CPAともにバングラデシュ全域が対象であるため, local stakeholders をどう定義し, どこで会合を行うか, という点が明確でないが, Gold Standard 事務局との協議で, 典型的な一箇所で行うこととした (PoA レベルでの実施).

(8) プロジェクトの実施体制:

CME は IDCOL. 従来型の IDCOL のプログラム NDBMP 部分と, それにカバーされない部分も統合して, IDCOL が管轄する(次ページの図参照).

実施者は, グラミン・シャクティ自身とその他の NGOs を想定. ひとつの CPA で複数の実施者が係わる.



### (9) 資金計画:

まず、この PoA は通常の CDM プロジェクトとは異なり、グラミン・シャクティのビジネスはフィービジネスである。また、IDCOL も、主としてマイクロクレジットの原資を提供しているにすぎない。したがって、通常の意味の資金計画とは異なってくる。

当該PoAは、バングラデシュにおける農村バイオガス普及プログラムを(部分的に)活用する。PoA実施のための資金は、ソフトローンとしてIDCOLから調達される。IDCOLのバイオガス普及プログラム用の資金は、SNV (Netherlands Development Organization)からのグラントがダイジェスターへの補助金として用いられ、KfW (German Financial Cooperation)からのソフトローンがダイジェスターのマイクロファイナンスの原資となっている。<sup>8</sup>

<sup>8</sup> IDCOL のプログラムでは、バイオガスダイジェスターのサイズは、バイオガス生産容量  $1.6\text{--}4.8 \text{ m}^3/\text{日}$  となっており、ダイジェスターのサイズを関係せずに農家に対して一座あたり 9,000 Taka の補助金を提供すると共に、農家にマイクロクレジット(ローン)も提供することになっている。だが、当該 PoA は、 $4.8 \text{ m}^3$  を超えるダイジェスターも含んでおり、これらに対して IDCOL からの資金はなく、原則、農家が自己負担とし、グラミン・シャクティが必要なサービスなどを提供することになっている。

これらの資金は、ダイジェスター導入量に比例する形で、IDCOL から供給されるため、その意味での資金的懸念はない。

一方で、日バイオガス生産容量が 4.8m<sup>3</sup>以上のバイオガスダイジェスターは小・中規模の養鶏場所用者等がマイクロユーティリティーのために利用されることが期待される。このビジネスモデルはバングラデシュ農村でのバイオガス普及において大変意義があると思われ、このビジネスモデルを順調に拡張していくために、補助金あるいはソフトローンなどの形での資金援助が重要となる。IDCOLのプログラムに徐々にカバーされていくことも想定されている。

## (10) 経済性分析:

前述のように、グラミン・シャクティ自体はフィービジネスを行う主体で、投資採算性という点では、むしろ農家を検討すべきであろう。以下、ダイジェスター導入農家の採算性分析を示す。農家にとっては、便益: 薪購入費用削減効果, コスト: ダイジェスター導入費用となる(化学肥料代替効果や、その他の社会的便益はここでは考慮しない)。

グラミン・シャクティは、下記のような 2 つのファイナンス方式でバイオガスの普及プログラムを実施している(他の実施者も、NDBMP においてはおおむね同じ)。

- 農家が、コストの 15%を前払い、残りの 85%をマイクロクレジットとして 8%の単利で 24 回の分割払をする(ファイナンス方式 A)
- 農家が、コストの全部を自己負担する(ファイナンス方式 B)

以上の方式においてグラミン・シャクティの直接収益になるものは、農家に提供される SNV グラント由来の 9,000 Taka 補助金のうち、サービス費(建設費)としての 5,000 Taka である。

下記のような前提条件でバイオガスダイジェスター導入農家を対象に経済分析を行う。

分類	主要項目	条件
基礎条件	バイオガス日生産容量	3 m <sup>3</sup> /日
	プロジェクト期間	10 年
	クレジット期間	10 年(更新なし)
	バイオマス消費量	3.29 トン/年/戸 <sup>9</sup>
	CER 量	3.83 トン/年/戸 <sup>10</sup>

<sup>9</sup> AMS-I.E.への修正案におけるデフォルト値による計算。

<sup>10</sup> CER の半分が農家に直接還元されるという仮定。

設備投資関連 <sup>11</sup>	無償補助金 自己調達貸出金	119 US\$／基 411 US\$／基
収益関連	CER 価格 木質バイオマスの平均コスト	10 US\$／トンCO <sub>2</sub> 13 US\$／月／戸 <sup>12</sup> (平均)
税務関連	付加価値税	15.0%
金融市場関連	USD/BD    BD/USD	75.45    0.0132

## 分析結果

バングラデシュには成熟した株式市場が存在しないことから、財務ベンチマークには資本調達コストではなく、グラミン銀行貸出金利<sup>13</sup>を採用した。財務ベンチマークよりマイクロクレジットの金利が低いため、IRRでは非常に魅力的となっている。一方で、投資回収年という指標では、2～3年程度となつてかつファイナンス方式Bの方が魅力的と、IRRとは逆の結果となっている。これは上記のように財務ベンチマークよりマイクロクレジットの金利が低いためであり、もしIDCOLを通じた公的資金の注入がなければ、金融面でサステイナブルになるためには、財務ベンチで選んだ金利程度となることが必要となろう(グラミン銀行のマイクロクレジットとこの点が異なる)。

ファイナンス方式 A	内部収益率(税後)	投資回収年
CER 収益なし	56%	3.0 年
CER 収益あり	67%	2.7 年
財務ベンチマーク	12.3%	

ファイナンス方式 B	内部収益率(税後)	投資回収年
CER 収益なし	36%	2.6 年
CER 収益あり	41%	2.4 年
財務ベンチマーク	12.3%	

なお、マイクロユーティリティのユーザー農家に関しては、月に 1,000 Taka 強の薪購入支出が、500 Taka 強のバイオガス購入費用で済むため、これも非常に魅力的である。これは最貧層までバイオガスのメリットを享受できることを意味している。

マイクロユーティリティのオーナー側にとっても、ローン支払い相当額が毎月ガス販売益として得られる(自家薪消費削減分がそのまま収益となり、2 年を過ぎるとローン支払いもなくなる)という非常に魅力的なオプションとなる。

<sup>11</sup> グラミン・シャクティ: バイオガス提供容量 3m<sup>3</sup>/日のダイジェスターのコストは、40,000 Taka である。

<sup>12</sup> JICA BOP ビジネス調査における家庭訪問調査より(平均 1,000 Taka)

<sup>13</sup> 出典: グラミン銀行ホームページ

## (11) 追加性の証明:

CPA の追加性はマイクロスケール CDM プロジェクトのガイドラインに則って、自動的に追加的とされる。

PoA の追加性は、すべての CPA が追加的であることにより、PoA も追加的となる。

これは、EB 63 の新しい Standard で明確化された(事前の準備資料ではそのようになっていなかったため、コメントを付け、反映してもらった)。

## (12) 事業化の見込み:

すでに動いているプログラムであるため、事業化はまったく問題はない。マイクロユティリティービジネスモデルや、工業製品のダイジェスターなどの、拡大にあたってクリアすべき課題は残されている。

DNA には口頭で inform してあるが、4 月はじめにも正式にホスト国承認申請を行う予定。

## (13) プログラム型 CDM の普及シナリオに関する調査:

(4)で単純な拡大のシナリオと課題を示したが、より詳細な可能性検討はまだ行っていない。

## 5. コベネフィットに関する調査結果:

マニュアルのTierの分類では、実際の計測を行わずに文献調査をベースとするため、Tier 1による手法を採択する。マニュアルの用語での評価基準は「確実に排出削減効果が見込まれる」で、削減の確実性を表す評価点は5であると想定される。

一方で、「排出削減量見込み」は「評価軸(指標)と評価基準」の考え方をどう採るか大きく異なる。

ここでは、大小を表す評価基準として、US EPA基準やWHOガイドラインと比較して、どの程度の状況だったものが改善されることになるか?という評価基準で考えることにする。

評価軸すなわち何の指標で評価するか?という点に関しては、マニュアルでは「工場などのプラントから排出される排気ガス」や「自動車等からの排気ガス」が想定されているため、評価指標として、SOx, NOx, 煤塵の「排出量」の削減効果を評価すること

を想定している。

一方で当該プロジェクトの場合、屋内の大気汚染<sup>14</sup>が問題である。各種スタディーにおいても、排出量情報はavailableではなく、またあまり意味を持たない。屋内大気汚染であるため、重要で比較的直接的な指標は、排出量よりもむしろ「濃度」である。文献によると、典型的なケースとして、PM<sub>2.5</sub>で、ピーク時に一万～数千μg/m<sup>3</sup>、24時間平均で数百～数千μg/m<sup>3</sup>という数字が示されている(グアテマラのケース)。

一方で、US EPA 基準や WHO ガイドラインは次の数字を設定している：

	年間平均		24時間平均	
	EPA 基準	WHO ガイドライン	EPA 基準	WHO ガイドライン
PM <sub>2.5</sub>	15 μg/m <sup>3</sup>	10 μg/m <sup>3</sup>	35 μg/m <sup>3</sup>	25 μg/m <sup>3</sup>

これから、ベースラインはいかに「ひどい」屋内大気汚染であったものが、プロジェクトで改善されるか、を判断することができる。したがって、排出削減量見込みは「大」と評価すべきであろう(「ひどさ」の程度を、健康への影響をPM<sub>2.5</sub>濃度指標で、信頼できる機関が出した数字をベンチマークに評価したことになる)。

## 6. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果：

当該プロジェクトには、以下のようなメリットがある：

### ■ ローカルなエネルギーサービスに関するメリット

- (1) 農村の BOP 層に対するエネルギー供給総量が増える(エネルギーアクセス問題が改善する)。これは、新しいプログラムであるということとともに、マイクロユーティリティー化＝ビジネス化することで、より大規模で導入しようとするインセンティブが導入農家に対して働くことによる(導入量がブーストされる)。
- (2) マイクロユーティリティーモデルでは、初期投資資金を賄えない BOP 層の下層にいたるまで、再生可能エネルギーによるエネルギーサービスの恩恵を受けることができる。
- (3) 省エネ意識の具現化。ダイジェスター設置農家は、販売(現金収入)部分を増やすため、省エネを行おうとする。バイオガス購入農家も、現金支出を伴うことや見える化の影響で、省エネ意識が高まると期待される。

### ■ ローカルなエネルギー以外のメリット

<sup>14</sup> 主たる汚染物質は、PM(粒子状物質)、CO、NO<sub>2</sub>で、その他、formaldehyde, benzene, 1-3 butadiene, benzo[α]pyrene などの有毒物質があるようである。

- (1) エネルギーコストの削減. 調理用のバイオマス購入の費用が削減される. ネットではダイジェスター導入費用はエネルギーコスト削減でペイバックされるが, 初期導入コストがネックとなって導入が進まない現実がある.
- (2) 現金収入とビジネスのエンパワーメント. マイクロユティリティーを行う場合, これは現金収入をもたらすビジネスであり, BOP層農家にとってのインセンティブとなる. 加えて, そこで新しい創意工夫を行うことが期待される.
- (3) 時間の創造, 労働負荷の軽減. 厨房用のバイオマスの収集には, かなりの労働と時間を必要とする. また, 便利なガスコンロを用いることで, 従来型のバイオマスかまどに比較して, 調理時間が 1/2-1/3 程度に短縮され(一日 1 時間 20 分程度), その分の時間を(たとえば現金収入の得られる別の仕事に)充てることができる.
- (5) 屋内大気汚染緩和. 固形燃料屋内で燃焼させる場合には, ブラックカーボンによる深刻な健康被害の元凶となる. バイオガスに転換することで, その心配がなくなる. なお, この屋内大気汚染の影響を受けているのは, 調理を行う女性と, 子供たちとなっている.
- (6) 水質汚染や悪臭の緩和. ダイジェスター導入で, 適切な処理がなされなかった養鶏場や酪農場の排泄物による水質汚染や悪臭といったコミュニティレベルの環境問題への悪影響がなくなる.
- (7) 有機肥料や魚の餌の獲得. ダイジェスターは副産物として良質の有機肥料が得られる. 農作物の質の向上, 化学肥料の購入費用が不要になる, 健康被害, 農地の連作障害などの悪影響が回避されるなどの便益がある. 魚養殖の餌に用いられる場合もある.

#### ■ 国家レベルもしくはグローバルなメリット

- (1) CDM化で表現されるように, CO<sub>2</sub>削減効果によって, グローバルな気候変動緩和に寄与することができる. さらに, 低炭素で自立型農村社会経済開発のモデルとなる.
- (2) 国産エネルギー比率を向上させることで, バングラデシュのエネルギーセキュリティ向上に寄与することができる.
- (3) 民間による自律的な活動で, 政府の開発目標達成に寄与ことができ, 財政的に困窮しているバングラデシュ政府資金の有効活用にも寄与する.
- (4) バングラデシュでは, 薪炭材需要の伸びと共に, 森林が減少しつつある(バイオマス燃料のその地方での入手困難性から, バイオマスの市場性が高まってきている). バイオガスへの転換は, とりもなおさず, その分の森林破壊が食い止められることを意味する.

- (5) このビジネスモデルは、CDMを通じて、とくにLDCの社会開発という側面を強調する形で、先進国の企業や市民とのリンケージをつける(投資を促す)。それによって、人々の関心を喚起すると共に、新たな資金の流れをつける。

## 別添： 経済性分析

### ファイナンス方式A

CER価格 10  
金利 8%

#### CERあり (単位: US\$)

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow		0	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
1.1	バイオマス購入金節約による収入		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
1.2	CER 収入		0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
2	Cash outflow		69	226	226	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.1	自己調達金の15%(前払い)		69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	自己調達資金の85%のマイクロクレジット		0	226	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow		(69)	(33)	(33)	193	193	193	193	193	193	193	193	193

内部収益率	
IRR	67%
Payback period	2.70

#### CERなし (単位: US\$)

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
1.1	バイオマス購入金節約による収入		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
2	Cash outflow		69	226	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	自己調達金の15%(前払い)		69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	自己調達資金の85%のマイクロクレジット		0	226	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow		(69)	(53)	(53)	174	174	174	174	174	174	174	174	174

内部収益率	
IRR	56%
Payback period	3.00

### ファイナンス方式B

CER価格 10

#### CERあり (単位: US\$)

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow		0	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
1.1	バイオマス購入金節約による収入		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
1.2	CER 収入		0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
2	Cash outflow		459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	自己調達金(前払い)		459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow		(459)	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193

内部収益率	
IRR	41%
Payback period	2.38

#### CERなし (単位: US\$)

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
1.1	バイオマス購入金節約による収入		0	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
2	Cash outflow		459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	自己調達金の25%(前払い)		459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow		(459)	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174

内部収益率	
IRR	36%
Payback period	2.64

