

## V. 開発へのインパクト

ここでは、本調査で対象とする活動が、バングラデシュの開発にどのようなインパクトを持つか？と  
いうことを評価する。なお、ここでの活動はバイオガスダイジェスター導入全般に関するもので、マ  
イクロユータリティーに特化したものではない。

### V-1. 概要

提案する BOP ビジネスには、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。これは、新しいプログラムであるということとともに、マイクロユータリティー化＝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) 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。従来型のプログラムでは、バイオガスダイジェスターや SHS は、その初期投資資金を賄える農家しか導入できなかった。<sup>39</sup>
- (3) 省エネ意識の具現化。バイオガスダイジェスター/SHS 設置農家<sup>40</sup>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/電気購入農家も、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。

#### ■ ローカルなエネルギー以外のメリット

- (1) エネルギーコストの削減。照明用のケロシンや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 SHS やバイオガス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。夕方以降に照明を用いることで、ビジネ

<sup>39</sup> 熱エネルギーに関しては、そのような農家に対して、ICS (改良かまど)が次善の策として採られている。なお、Grameen Shakti は、農家の自己資金の程度に応じた独自のマイクロファイナンススキームを工夫し、導入を促進してきている。

<sup>40</sup> 日本でも、SHS 導入家庭、とくに電力会社へ余剰分を販売している家庭では、新たにこの省エネ意識が強く芽生え、それを実行している実態が観察されている。

ス(店舗等)や家内労働可能時間が増え、現金収入増に繋がる(女性の家内手工芸ビジネス機会の創出なども現実に観察されている)。

また、マイクロユティリティー自体が現金収入をもたらすビジネスであり、SHSやバイオガスダイジェスターを導入する 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(創意工夫の例は前述のかこみ参照)。

- (3) 教育, 通信, 娯楽等. いままで電気を使うことができなかった BOP 層農家が、利便性の高い電気エネルギーを使うことで、さまざまな便益を享受できる。とくに照明による教育/学習時間の創造効果が期待できる。
- (4) 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、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。また上述のように照明は夜間に現金収入を生む仕事を行うことができる時間を創出する。
- (5) 屋内大気汚染緩和. 固形燃料やケロシンを屋内で燃焼させる場合には(とくにバングラデシュでは、非常に効率の悪い 3 点支持粘土製かまどで、水分含有量の多いバイオマスを不完全燃焼させているケースが多い)、ブラックカーボンによる深刻な健康被害の元凶となる。バイオガスや蛍光灯に転換することで、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) 有機肥料の獲得. バイオガス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。

#### ■ 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。さらには、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。

## V-2. 個々の農家レベルでのインパクト

バイオガスダイジェスターは、地方におけるエネルギー供給を図るオプションとして、戸別レベルでの農家に対しての有益であることがよく知られている。バイオガスで非再生可能バイオマスの代替効果によって、燃料購入代金や労働負荷の緩和、屋内大気汚染緩和、良質の液肥が入手できるなど、「家庭レベル」での生活向上・生産活動拡大を導くことになる。

これらの農家にとっての実感を「相対的」にみてみよう。

バングラデシュでの調査では、バイオガスダイジェスター導入にいたる動機は以下となっている：

表 23: バイオガスダイジェスター導入の動機<sup>41</sup>

Motivating Factors	No. of HHs*
Economic benefits (saves time and energy)	35
Environmental benefits (saving of forest, clean surrounding etc.)	30
Subsidy	17
Health benefits	12
Non-availability of other fuel sources	9
Motivation from other plant owners	9
Motivation from service provider	7
Social benefits/Prestige	6
Fertilizer of higher nutrient value	5
Proper use of cattle dung	4
Pressure from neighbors (in the case of poultry)	3
Use digester as septic tank	2
Fish feed	1
Adopt the new technology and make the village ideal living place	1

\* more than 1 response from some respondents

一方で、バイオガスダイジェスター導入後のメリットは以下のように感じているようである(20 点満点での評価)：

<sup>41</sup> Prakash C. Ghimire, “Final Report on Technical Study of Biogas Plants Installed in Bangladesh”, submitted to National Program on Domestic Biogas in Bangladesh (SNV and IDCOL), Dec. 2005. [http://www.idcol.org/Download/Final\\_Survey\\_Report\\_Bangladesh.pdf](http://www.idcol.org/Download/Final_Survey_Report_Bangladesh.pdf)

表 24: ユーザーが感じているバイオガスダイジェスターのメリット<sup>41</sup>

Merits	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Kurtosis	Skewness
Easy and comfortable cooking	19.66	2.45	12	20	0.06	(0.16)
Environment friendly/Protection of forest	17.46	3.85	10	20	0.18	(0.54)
Saves time and workload	17.30	4.24	9	20	0.16	(0.42)
Nutrient rich fertilizer	12.14	5.32	8	20	(0.27)	(0.22)
Economically beneficial	11.78	5.24	8	20	(0.56)	0.18
Health benefits	8.58	4.37	6	20	(0.24)	(0.12)
Fuel saving	8.46	5.76	6	20	0.42	0.64
Comfort in cleaning cooking vessels	8.34	4.98	6	20	0.14	(0.87)
Utilizes waste materials	8.02	5.95	4	20	0.64	0.76
Readily available cooking fuel	7.24	5.12	2	20	1.10	1.20
Eliminates the problem due to wet-firewood during rainy season	5.26	4.16	1	20	0.23	0.98
Encourages livestock development	4.72	5.68	1	20	1.10	(0.98)
Easy to handle/operate	4.14	4.34	1	20	0.76	1.2
Enhances prestige in society	4.00	6.55	1	20	(0.08)	0.89
Clean kitchen and cooking environment	4.00	5.23	1	20	0.48	0.74
Safe to use	3.98	5.80	1	20	0.34	(0.06)
Helps to enhance quality of rural life	3.98	5.31	1	20	1.1	0.65
No need of storage place for firewood	3.98	5.26	1	20	1.20	0.45
Reduces foul odor from poultry farm	3.80	6.12	1	20	0.86	0.97

(1) 労働時間短縮面でのメリット

バイオガスダイジェスターを導入することによって女性が農家における雑用負荷から緩和できる。これは、女性が負担する様々な家事にかかる時間の短縮で明らかとなった。IDCOL が行った調査によるとバイオガスダイジェスターを導入により農家における労働時間が一日平均1時間21分も短縮できた。バイオガスダイジェスター導入により農家での様々な労働時間の変化(短縮あるいは増加)を下記の表で表す。

表 25: 労働における時間の変化

Activity	Average time saving/min/day*
Cooking of Meal	40
Collection of Water	(6)
Plant Feeding	(10)
Collection of Fuel	32
Cleaning of cooking vessels	27
Caring of Cattle	(2)
Average time saving	81 minutes (1 hour 21 minutes)

\* Numbers inside bracket indicated time added

時間短縮効果の金銭面の定量評価(家内手工業に利用したと仮定)に関しては、今後の調査課題

(2) 大気汚染緩和面でのメリット

農家の厨房は、バイオマスの燃焼により発生するPM<sub>10</sub>など有害物が一番集中する場所で、女性と子供達がこのような屋内大気汚染の直接被害者になっている。一方、バイオガスダイジェスターからのバイオガスを調理用に利用することで、屋内大気汚染が大分緩和でき、女性と子供達の健康

への被害源の解消ができる。

定量評価に関しては、今後の調査課題。

また、環境面では、悪臭の緩和というメリットも意味が大きい。

### (3) 経済面でのメリット

前述したように、現在、GS は IDCOL の National Domestic Biogas and Manure Program から、バイオガスダイジェスター1台を販売するにつき9,000 Tk の補助金に加え(うち4,000 Tk は農家に直接還元)、マイクロクレジットを利用し農家に対して下記のような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、以下の2つの支払いオプションがある:

- A. 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%の金利で、返済期間2年に支払いする(24回の分割払)。
- B. 農家がコストの全部を自己負担する。この場合、サービスおよび管理費の半分が前払いとなり、残りの部分はバイオガスダイジェスターが完成後に払われる。

農家への経済面でのインパクトに関して、標準的な3.2 m<sup>3</sup>/日のバイオガスダイジェスターの導入場合を例とすると以下の通りとなる(註: これはマイクロユティリティーモデルではない)。化学肥料代替効果はここでは計算に入れていない。

表 26: 計算の前提条件

分類	主要項目	条件
基礎条件	バイオガスダイジェスター容量	3.2 m <sup>3</sup> /日
	プロジェクト期間	10年
	CDM クレジット期間	10年(更新なし)
	CER	3.83 トン/年/戸 <sup>42</sup>
設備投資関連 <sup>43</sup>	無償補助金	9,000 Tk (130 US\$)/基
	自己調達貸出金	31,700 Tk (459 US\$)/基
収益関連	CER 価格	10 US\$/トン CO <sub>2</sub> e
	木質バイオマスの平均コスト	1,000 Tk (14 US\$)/月/戸 <sup>44</sup> (平均)

為替レート: US\$1 = Tk 69

<sup>42</sup> CER の半分だけが農家に還元されるという仮定。

<sup>43</sup> Grameen Shakti: バイオガス提供容量 3.2 m<sup>3</sup>/日のダイジェスターのコストは約 40,700 Tk。

<sup>44</sup> 本調査による(1,000 Tk/月程度)。

農家への経済面でのインパクトを分析するにあたって、財務ベンチマークにはグラミン銀行の貸出金利<sup>45</sup>を採用し、IRR との比較を行う。

表 28: 採算性の計算結果

ファイナンス方式 A	現在価値純収益(US\$)	内部収益率(税後)	投資回収期間(年)
CER 収益なし	352	56%	3.0
CER 収益あり	432	67%	2.7

ファイナンス方式 B	現在価値純収益(US\$)	内部収益率(税後)	投資回収期間(年)
CER 収益なし	329	36%	2.6
CER 収益あり	409	41%	2.3

### V-3. バングラデシュ国としてのインパクト

表 22 の普及加速シナリオの前提に立てば、2021 年末までに、100 万戸を超える農家が、バイオガスの恩恵を受けることができるようになる。潜在的需要が 300 万戸とするなら、ほぼ 1/3 をカバーすることとなる。

マイクロユティリティーモデル自体では、II-5 の推計にしたがって、5,000 戸の養鶏農家がマイクロユティリティーシステムを導入した場合、たとえば各農家が平均 10 戸に供給したとすると、5 万戸程度が、追加的にバイオガスの恩恵を受けることとなる。

<sup>45</sup> 出典：グラミン銀行ホームページ。16%を採用。

表 28: プロジェクト・デザイン・マトリクス

PDM(プロジェクト・デザイン・マトリクス)

事業名: エネルギー・マイクロユティリティ展開CDM事業準備調査

事業対象地域: バングラデシュ

受益者層(パイロット事業のターゲットグループ): バングラデシュ全域

プロジェクト要約 (Narrative Summary)	指標 (Objectively Verifiable Indicators)	指標データ入手手段 (Means of Verification)	外部条件 (Important Assumptions)
<p><b>上位目標(Overall Goal):</b> BOPビジネス実施によって達成される開発インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象地区の貧困層の生活が向上する。</li> <li>対象地区において持続可能なエネルギー供給が実現する。</li> <li>再生可能エネルギーの導入によって温室効果ガス(GHG)が削減することにより、グローバルな気候変動の影響緩和に寄与することができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>世帯収入の増加</li> <li>温室効果ガス(GHG)削減量</li> </ul>	N/A	N/A
<p><b>プロジェクト目標(Project Purpose):</b> 当該BOPビジネスの目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農村のBOP層(最貧困層を含む)がマイクロユティリティビジネスを通じ、安定的なエネルギーのアクセスを獲得する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マイクロユティリティ導入農家数。</li> <li>マイクロユティリティ導入農家から供給農家へのエネルギー販売件数及び量。</li> </ul>	(対象地方、関係機関への)統計 インタビュー アンケート ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>CDM化による排出権(CER)が安定的に確保できる。</li> <li>その他の資金(先進国の社会投資家、企業、国際機関等からの投資・融資等)についても安定的に調達できる。</li> </ul>
<p><b>成果(Output):</b> BOPビジネスの実現により直接的に達成される成果(BOPビジネスとして達成すべきコンポーネント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農村にて、最貧困層まで普及する、再生可能エネルギー(バイオガス)の供給体制が確立される。</li> <li>事業(全体又は一部)がCDM化される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マイクロユティリティ導入農家数。</li> <li>マイクロユティリティ導入農家から供給農家へのエネルギー販売件数及び量。</li> <li>CDMに基づくクレジット量</li> </ul>	(対象地方、関係機関への)インタビュー アンケート ヒアリング	CDM化に関する前提条件が整う(制度の存続、先進国におけるボランタリー/コンプライアンスマーケットからのファンド調達など)。
<p><b>活動(Activities):</b> BOPビジネス開始後のビジネス活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grameen Shaktiによるエネルギーマイクロユティリティ普及サービス事業の拡大</li> <li>マイクロユティリティ導入農家による最貧困農家へのエネルギー供給ビジネスの展開</li> <li>農村におけるエネルギーマイクロユティリティビジネスを活用したCDM事業モデルの展開</li> <li>バイオスラリーの有機肥料としての利用の拡大</li> </ul>	<b>投入(Inputs)</b>		<p><b>前提条件(Pre-conditions):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BOP層農家が事業実施に理解、協力する。</li> <li>Grameen Shaktiが、BMDのCDM化をIDCOLから認定される。</li> </ul>
	<b>日本側</b>	<b>現地側</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>PEARIによるビジネスモデル開発</li> <li>PEARIによる戸別バイオガスダイジェスターから、近隣家庭にガス供給を行うマイクロユティリティ事業マニュアル(料金モデル設定等のメニュー化)の作成</li> <li>PEARIによる上記事業のCDM化に関するバリデーション審査プロセスの開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grameen ShaktiによるBMDの設備導入/設置</li> <li>Grameen Shaktiによるマイクロユティリティビジネス指南(トレーニング)</li> <li>Grameen Shaktiによる(機器コスト支払いのための)マイクロファイナンス・サービスの提供</li> </ul>	

## VI. 先進国からの資金導入の方策検討

この章は、このレポートにおいては非公開となっています。



## VII. PEAR の先進国向けのビジネス

この章は、このレポートにおいては非公開となっています。

## VIII. まとめ

### VIII-1. まとめ

以上、本調査においては、バングラデシュにおいて、マイクロユーティリティーというマイクロ型ガス供給ビジネスの可能性を検討した。この特徴は、多数の BOP 層が他の BOP 層に対して、ビジネスを行うことで、技術/活動を普及していくというアプローチであり、とくにエネルギーの分野では、ほとんど採られることがなかった新しい開発モデルとなっている。

ここでのビジネスのメインプレーヤーは、マイクロユーティリティー事業を行う農家、とくにポテンシャルが高いのは中小規模養鶏農家である。採算性という観点からは、マイクロユーティリティーモデルはかなり魅力的であり、頭金を払えば、あとはガス販売収入でほぼ月賦の返済が行うことができ、毎月の薪購入費用分はそのまま不要となる。金銭以外の面でも多くのメリットがあるため、単純に考えれば、これからどんどん導入が促進される可能性を持つ。実際に、徐々にではあるが、実施している農家が現れている。

これを、大きくスピードアップするために、本調査においては、これらの農家の実態調査などを踏まえ、とくに外部資金導入の可能性を検討した。しかしながら、あくまで外部からの民間資金を投入することを想定すると、鳥インフルエンザによる大きなリスクが障壁となり、そのままでは民間資金の注入は難しそうである。

一方で、マイクロユーティリティーより広い範囲を対象とする CDM からの資金投入は可能であるが、大きさはさほどインパクトを持つほどではない。

その意味で、うまく公的資金を民間資金の呼び水に使う方策があることが望ましい。

一方で、PEAR による先進国向けビジネスは、バングラデシュやその他の国での CDM 事業規模に応じた展開を行うことになるが、市民の意識を喚起するクラウドファンディングが有望と思われる。

この調査ではほとんど検討できなかったが、他 LDCs へこのモデルの展開可能性に関しては、現時点ではやや否定的である。バイオガスダイジェスターは少なくとも従来型工法では普及が容易ではなく、表 9 の上位の国には可能性があるが、アフリカ諸国などでは ICS から入るべきであろう。また人口密度という面の課題もある。一方で、アフリカ諸国では協同組合や村落所有形態の方がフィージブルかもしれない。これらの可能性調査は、今後の課題である。

## VIII-2. 今後のステップと方向性

---

PEAR の今後のアプローチとしては、

- **CDM 化を急ぎ、今年中の登録を目指すこと**  
[現状は、バリデーション段階で、PoA-DD, CPA-DD はほぼ最終段階にある。DOE のチェックを経て、CDM 理事会に登録申請がなされ(8 月から 9 月を想定)、その 2 ヶ月後程度に登録見込み]
- **並行して、IDCOL との CER 購入契約を締結**  
[現状は、技術的な面を優先していたため、具体的手続きに入っていない。排他的契約となることは、口頭では了解済み。ドキュメント最終バージョンの DOE への提出と同時に、下記の CDM 固有の技術的詰めと同時に、文案を作成、交渉予定]
- **Grameen Shakti と IDCOL が、CDM の要求事項を正確に満たすためのシステム設計サポート**  
[データベース整備のサポートと、IDCOL のモニタリングレポートのテンプレートを作成、ならびに Annual Biogas Users Survey での追加項目の確認。現状ではデータベースやサーベイの追加項目に関する合意は得られていて、CPA 1 に関しては情報は得られている]
- **Grameen Shakti が、マイクロユーティリティーを進めるためのさらなる協同**  
[リーフレットの作成サポート、資金面のチャンネル開拓、進捗の状況共有など、今年度で 3 回ほど訪問し、フレキシブルに対応する]
- **カーボン・ファンドを対象としたクラウドファンディングをベースにした先進国向けプラットフォームのデザインと立ち上げ**  
[本調査の内容をベースに、サービスをどう魅力的なものとしてデザインするか、まずはクラウドファンディング、続いてあるいは並行して企業向けを検討する。現状は要素の検討段階で、具体化が今後の課題。その時点の CDM 事業規模短期想定に応じて設計]

などがあり、これらを今年度中に行う。また、とくに事業資金としてファイナンス面でのファンド形成<sup>46</sup>に向けて、準備を進め、外部資金を導入できるチャンネルを、先進国民間資金と公的資金の 2 方面から検討する(マザーファンドに対する IFC などの検討もあり、次章の JICA との協同が可能となるかもしれない)。

来年度末以降は、実際の CER が発行してくるため、その現物をどう活かすか? という点を、上述の

---

<sup>46</sup> バード・ボンドは、バイオガス・マイクロユーティリティー事業や他のファンドが一定の規模に達して初めて成立しうる。したがって、立ち上がりは他の 4 つのファンドの成功に依存する。

クラウドファンディングとあわせて、さらに検討を進める。

PEAR のビジネスの特徴は、入手できるであろう CER の量に応じてサイズが決定されるという意味では、柔軟性がある。また、マイクロユーティリティーだけに限っていないため、CER 量も非常に少なくなることはない。ただ、PEAR の目的としても、ビジネス面からも、大きく Bangladesh で活動を進めさせるための努力は続けることとなる。

Bangladesh においては、今後、Grameen Knitwear がコーディネーターとなった繊維加工工場・染色加工プロセスの省エネ CDM PoA を組成することになっていて、これも Gold Standard 認証を獲得する予定である。無電化や非ガス化地域の分散型エネルギーシステムに関しては、Ethiopia で Bangladesh の経験を活かすことができないかを検討することを想定している。

## IX. JICA 事業との連携の可能性

本調査を通じて、畜産業、特に養鶏産業にバイオガスダイジェスターを導入してバイオガスを周辺住宅に供給するガスマイクロユーティリティの有効性が明らかになった。また、電力不足に伴う長時間の計画停電に対応するため、バイオガスエンジン発電機の利用も始まっている。バイオガスダイジェスターから発生するバイオスラリーについても、有機肥料としての商品化する動きが始まっている。さらに、バイオガスダイジェスターの導入は畜産業の悪臭等公害対策としても効果的な対策であり、気候変動対策としても温室効果が高いメタンガスの排出抑制にも寄与する。

バングラデシュの畜産業は、経済成長に伴う鶏卵や牛乳等畜産品に対する消費の増大とともに成長が期待されており、畜産業振興の観点からもバイオガスダイジェスターの導入を加速することが必要である。このようにバイオガスダイジェスターは、エネルギー供給に限らず、公害・地球温暖化抑制、有機肥料供給、畜産業振興等多様な分野に関連する課題であり、従来の援助の区分を超えた分野横断的な検討が必要な課題である。

今後、バイオガスダイジェスターのプログラム CDM 化、バイオスラリーの有機肥料事業等バイオガス利用促進に資する事業を我が国の民間投資家が積極的に行っていくためには、畜産産業の振興、鳥インフルエンザ対策、バイオガスダイジェスターの普及支援策等について下記のような JICA 事業による支援が求められる。

### IX-1. 資金面での支援

現在、バイオガスダイジェスターについては、 $4.8\text{m}^3/\text{day}$  以下の住宅用ダイジェスターについては、ADB および KfW の低利融資等を活用して IDOCOL が補助および低利融資を行っている。 $4.8\text{m}^3/\text{day}$  超のマイクロユーティリティ展開に適した比較的大型のバイオガスダイジェスターについては KfW や IFC がバイオガス発電と組み合わせた融資制度の可能性を検討中である。

これに対して、ガスマイクロユーティリティ、バイオガス発電、バイオスラリーの有機肥料化というバイオガスダイジェスターの経済的な価値を最大限に引き出すための総合的な利用に対する支援策は講じられていない。

畜産業の現状を見ると、このような比較的大型のバイオガスダイジェスター導入の可能性が高く、かつバイオスラリーの肥料価値が高い分野は養鶏場(採卵施設)であるが、養鶏場については鳥インフルエンザの流行に伴う閉鎖・倒産リスクが高いため、民間資金のみでの事業展開は困難な状況にある。このような状況を解決するため、下記の内容の JICA の資金協力学スキームが期待される。

## □ 再生可能エネルギー開発支援を目的とする環境円借款の活用

---

バイオガスの経済的価値を最大限に引き出す畜産農家を優先的に支援するため、ガスユーティリティ、バイオガス発電、バイオスラリーの乾燥等有機肥料化を実施する事業を対象に、IDCOL に対して環境円借款を供与し、低利融資制度を創設する。具体的には、現在、IDCOL の助成および融資対象となっている家庭用バイオガスダイジェスター(4.8 m<sup>3</sup>/日以下)に加えて、大型のバイオガスダイジェスター、ガス導管施設、バイオガス発電施設、バイオスラリー乾燥化施設、バイオスラリー輸送運搬施設を対象とする融資制度とする。融資対象者は、養鶏農家だけでなく、バイオスラリーの有機肥料化事業者も対象とする。

## □ 鳥インフルエンザに対する事業継続性支援基金の創設

---

バイオガスの利用にとって最大のリスク要因は鳥インフルエンザにともなう養鶏場の閉鎖である。現在、バングラデシュは政策的にバイオセキュリティ対策を実施しており、バイオガスダイジェスター導入は畜舎の衛生管理を改善するため、バイオセキュリティ対策の一部としても評価されている。このように、バイオガスダイジェスターの普及は、エネルギー対策としてだけでなく、鳥インフルエンザ対策にも資する。

一方、鳥インフルエンザが発生すると7~8か月間は休業する必要があることが、養鶏農家の廃業率の高い原因の一つとなっている。この鳥インフルエンザ発生に伴う廃業を防止するための事業継続支援基金創設に必要な資金を JICA が拠出する。この基金はインフルエンザ被害に対する補償ではなく、養鶏事業およびバイオガス供給事業等の継続性を確保することを目的とし、インフルエンザに伴う休業期間(7~8 か月程度)中の各種借入金の返済猶予措置に必要な資金の提供、休業後の事業再開のためのひよこ購入等資金に対する低利融資等の事業を行う。このような事業は鳥インフルエンザの発生確率等が不明な現在、民間の保険事業等にはなじまないため、国が基金を設けて事業を行う。

## IX-2. 技術面での支援

---

上記の資金的な支援措置に加えて下記の分野における技術的支援も検討する。なお、バイオガス発電については GIZ が継続的に技術支援を行っている。

- 小規模なバイオガス発電の導入を支援するため、配電会社との系統連系の技術基準つくりとネットメーターリング制度の導入。
- バイオスラリーの有機肥料としての利用を促進するため、有機肥料の有効な利用方法に関する技術支援、有機肥料の有効性に関する普及啓もう活動を支援する。
- 鳥インフルエンザ事業継続性支援基金の制度設計、基金運用を支援する。

### IX-3. 日本における関連活動の支援

---

PEAR の活動は、日本や先進国の一般市民や企業に対し、「途上国貧困地域開発」と「気候変動緩和」をセットにし、それへの「寄与」を呼びかけることが特徴となっている。

対象としてさまざまなチャンネルが考えられるが、PEAR のような無名の弱小企業による広報活動が信頼性を得ていくためには、時間を要する。その意味で、

- 目的を共有する JICA とのさまざまな形のコラボレーション  
[共催イベントや JICA の広報活動への参加等]
- JICA 活動の一部のカーボンオフセット<sup>47</sup>

などが考えられる。

また、

- 今後、他の LDCs における無電化、非ガス化地域でのエネルギーアクセス問題への対応事業や国際協力を行う場合の各種サポート

も期待している。Grameen Shakti のような民間団体の事業とコラボレーションを行うケースと、NAMA などの政府プログラムとのコラボレーションとして行うケースが想定され、いずれにせよ、プログラム自体のデザインに関与していきたい。排出権化は、CDM だけでなく、BOCM などの新しいチャンネルの可能性もある。

---

<sup>47</sup> 国連の活動や、FIFA World Cup など国際的には多くの公共性の高い活動がカーボンオフセットされている。その意味でも、たとえば JICA の気候変動関係の研修にともなう CO<sub>2</sub> 排出(そのほとんどは航空機使用)を、JICA の支援した BOP ビジネスの CDM クレジットでオフセットするということは、JICA としても意味があり、世界のトレンドに乗ることもあろう。

ちなみに、日本人の家庭や交通からの CO<sub>2</sub> 排出量は、国内で、一人平均年間 2 トン強程度であるが、航空機で外国に行く場合、それと同程度の排出量を一回の往復フライトで排出する。

Annex 1. 現地調査報告



バンングラデッシュ国エネルギー・マイクロコミュニティ展開 CDM 事業準備調査  
第 1 回現地業務報告書

2011 年 4 月 25 日

マイクロコミュニティ展開 CDM 事業準備調査共同企業体

1. グラミンシヤクティ (GS) のマイクロコミュニティ事業の現状

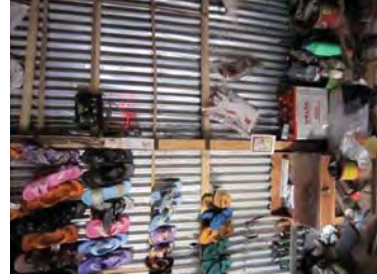
1.1 再生可能エネルギー普及事業の現状

GS は、SHS(ソーラーホームシステム)、バイオガスタジアエスター、改良型かまどの普及事業を推進している。2011 年 2 月時点の累積導入量は SHS が 556,605 台、バイオガスタジアエスターが 16,168 台、改良型かまどが 235,982 台である。GS の SHS の導入シェアはバンングラデッシュ国全体の 7 割を占めている。GS はさらに 2010 年から 2015 年までに SHS を約 500 万台、バイオガスタジアエスターを約 20 万台導入する計画を有している。このように入大量導入を実現するため、GS は全国に 1257 箇所のブランド、46 のテクノロジセンターを設置してマーケティング、設置及び維持管理、融資の返済回収、チャージコントローラー、直流蛍光灯、DC/DC コンバーター等の組立・設置、ユーザー教育等を行っている。

1.2 SHS・マイクロコミュニティ事業の現状

GS は SHS を未電化地域村落のマーケットで複数の商店の照明を 1 つの SHS から供給するマイクロコミュニティ事業に対して戸別の SHS よりも有利な融資条件(頭金:10%、返済期間:42 ヶ月、サービスチャージなし)を設定している。この制度を利用して導入された SHS は約 1 万台に達している。これに対して、SHS を用いたバッテリー充電サービス(携帯電話の充電を除く)の事例は皆無である。バッテリー充電の代わりに GS (IDCOL) の融資の対象はかなりの小さな 10W の SHS を融資対象としている。さらに小規模なソーラーランタン (3W 程度) については、ドイツの GIZ が普及のための市場調査、品質評価等を行っている。小規模な電力需要に対する対応技術の比較を下表に示す (1 TK=1.1 円程度)。

Technology	Load	Battery	Price
10W SHS	5W CFL or 2 LED lights	15Ah	8,800 TK
Solar lantern	1 LED light Mobile phone charging	1.5-3Ah	2,500-3,500 TK 600 TK (cheap Chinese lantern)
SHS micro utility (50W PV panel)	7W CFL, 4 units Black & White TV	80Ah	26,800 TK 6,700 TK/CFL
Battery charging	1-2 CFL lights Mobile phone charging	55Ah	Battery (6,757 TK) + charging fee



マーケットの靴製造販売者が SHS (65W パネル、100Ah バッテリー) を 4 年前に設置し、両隣の 3 軒の商店に電気を供給。(上図の左側がチャージコントローラーとバッテリーを、右側がチャージコントローラーから 4 軒分の配線が出ている状況を示す。) 電気代は毎月 150TK を各ユーザーから現金で受け取っている。GS へのローン返済がすでに終わっているため、毎月 450TK の電気代が純収入となっている。SHS の設置により自身の店も夜間も営業可能になり収入が増加。電気の使用時間は 4~5 時間。左図は、電気の供給を受けている理髪店。



GS テクノロジーセンター：女性、SHS のチャージコントローラー、モバイルチャージコントローラー、蛍光灯照明等を組み立てている。また、同センターは、学校での SHS の啓蒙活動、ユーザーに対する運転維持管理訓練も実施している。中央の女性が指導者で両側の女性は地元的女性。貧困層の女性、離婚した女性等を優先的に採用。

### 1.3 バイオガス・マイクロコミュニティティエーリアティエー事業の現状

バイオガス・マイクロコミュニティティエーリアティエーについては、4.8 m<sup>3</sup>/日以下の容量の住宅用バイオガスダイジェスターに対してはIDCOLがPO (partner organization)を通じて9,000TKの補助金及びソフトローンを提供している。GSはバイオガス発生量が自家消費を上回る畜産農家には周辺の住宅へのガス供給を推奨し、実施例もある程度あるようであるが、SHSと異なりマイクロコミュニティティエー事業向けの特別な低利融資制度等の支援措置は講じていない。以下に実際に周辺の住宅にバイオガス供給を行っている事例を示す。(Kalihati/Tangail)



養鶏農家：2000羽のケージからの糞尿をバイオダイジェスター(14.2 m<sup>3</sup>/日)で処理(2010年3月建設)。発生したバイオガスを周辺の17戸にプラスチックパイプで供給。バイオガス処理装置の建設費は8万TK。家庭用バイオガスダイジェスター融資制度の対象規模(4.8 m<sup>3</sup>/日)を越えるため、自費(総投資額80,000TK)で設置。バイオガスの販売価格は月額3000TK/戸。周辺の天然ガス価格は500TK/月/戸。液肥は利用していない。

上図はバイオガスダイジェスターと多岐に分かれたガス配管(チューブ)を示す。下図はバイオガス供給を受けている農家の台所を示す。

バイオガスダイジェスターは、バイオガスの供給に加えて、副製品として有機肥料として優れた液肥がとれる(窒素分含有の面でコンポスト肥料より優れている)。農業を行っている場合にはこの液肥を農場で活用して肥料の購入量を減らすことができる。自家消費を上回る液肥を有機肥料として販売する場合には政府の肥料免許が必要である。GSは有機肥料販売の免許を有しており、3つの民間団体(営利企業2社及びNGO1団体)に対してはGSが品質管理を行い、GSの肥料免許を用いて液肥を販売できるようにしている。中小規模の養鶏場等の余剰液肥については収集運搬、乾燥設備の投資費用等の問題がありGSは液肥販売に関与していない。

### 1.4 CDMへの取り組み状況

SHSについてはプログラムCDMのパリデーションが終了し、CDM理事会への登録申請

直前の状況。このため、SHS・マイクロコミュニティティエーリアティエーについて独自にプログラムCDM化を行うことは出来ない。一方、バイオガスダイジェスターについてはプログラムCDMの準備が行われておらず、GSは本調査を通じて、現在進行している通常の戸別バイオガスダイジェスタープログラムに含める形でプログラムCDM化の手続きを進めることを希望。

なお、今回の出張のあとで、CDM化に重要な「非再生可能バイオマス」に関するペーパーを取得している(既入手の文献と共に十分性を検討中)。

## 2. 政府及び援助機関の動向

### 2.1 電力・エネルギー・資源省

バン格拉デシュにおけるSHSの推進事業の7割はIDCOLの資金で行われ、残りは、民間の資金により行われている。今後500MWのSHSを設置する計画であり、その中の100MWは灌漑用PVポンプである。新しい展開としては、オフグリッド地域を対象に交流電力を24時間供給する太陽光発電ミニグリッドの導入を検討中である。(KIWの無償資金等により1つの島(漁村)で運転中)

バッテリーチャージングシステムは、利用者が毎日、電池を運搬しなければならぬため、このモデルの普及可能性は低いと考えられる。ドイツのGIZが、Vulnerable Group Feeding (VGF)対象者に4万台のソーラーランタンを導入する予定である。

農村のガス供給については、IDCOLの普及モデルにより住宅用バイオガスダイジェスターの普及が進みつつある。バイオガスを利用し発電を行うケースも存在するが、農村での調理用燃料の問題を解決するために、できるだけバイオガスは厨房用に使うことが望ましいと考えられている。

### 2.2 IDCOL

IDCOLは、政府系であるが採算のとれる事業を行う営利目的企業であり、そのモデルは、マイクロファイナンス及び市場経済を重視した支援モデルである。このため、返済能力のない最下層の世帯は事業の対象として考えていない。バン格拉デシュのSHSの潜在的な需要は、600万世帯ある。2012年までに、IDCOLモデルにより、事業の実施主体であるPartner Organization (PO) (現在30のPOがある)を通じて100万台のSHSを設置する予定である。ソーラーランタンはIDCOL融資対象としては規模が小さすぎると考えている。IDCOLは従来からの20Wシステムに加えて、より小規模の10WのSHSを融資対象に追加している(通常の導入ケースは50W程度)。マイクロコミュニティティエーリアティエーは既に存在しているが、IDCOLはバン格拉デシュにおいては、SHSを「共有する」仕組みは文化的にも経済的にも成功する可能性は低いと考えている。また現在の補助金制度では、マイクロコミュニティティエーよりも戸別に小規模のSHSを導入する方が補助率が相対的に高くなり有利である。今後のIDCOL事業の方向としては、生活水準の向上を求める経済力の高い層を対象とした交流の太陽光発電ミニグリッドの普及を目指している(従来型SHSは直流システム)。

現在までに 6 万世帯に家庭用バイオオガスタスダイジェスターが設置されている。家庭用バイオオガスタスダイジェスターはフアイナンス上、IDCOL にとって魅力が低い。その理由としては、投資金額が小規模 (25,000TK/台) で利益が小さいことなどである。一方、養鶏場におけるバイオオガスタスダイジェスターは簡業化の可能性が高い。全国に 10 万以上の養鶏場があり、農村でのガス供給または電化への貢献が期待されているが、SHS に比較すると重点は置かれていない。

### 2.3 環境省

バン格拉デシュにおける CDM プロジェクトの開発状況は次のとおりである。(登録済みを除く。登録済みの MSW (municipal solid waste) のコンポスト化プロジェクトは進行中。) バイオオガスタスダイジェスターの CDM プロジェクト化の動きはない。なお、共同企業体の PEAR とともに、GS は地方都市で MSW を用いたバイオオガス供給事業のプログラム CDM 化を推進中である (5 月に中国から専門家を招聘。現在バリデーション中)。

- IDCOL の SHS プログラム CDM
- CFL プログラム CDM
- 植林 CDM
- 改良かまどプログラム CDM
- 煉瓦工場 CDM

### 2.4 Kiw (ドイツ)

Kiw は SHS 及びバイオオガスタスダイジェスターの普及と事業に無償援助を行っている。住宅用バイオオガスタスダイジェスター (容量が 4.8 m<sup>3</sup>以下) の普及については、Kiw が SNV (オランダ) の援助を引継ぎ、設置費用の 80% の低利融資と 1 台あたり 9 ユーロの補助金を供与している。2012 年までに 6 万台の住宅用バイオオガスプラントを設置する予定である。Kiw としては今後、バイオオガスタスダイジェスターに対する援助を拡充したいと考えている。

### 2.5 GIZ (ドイツ)

バイオオガスタスダイジェスターは非常に面白い技術と考えている。現在、GIZ としては比較的大型のバイオオガスタスダイジェスターに焦点を当てている。バイオオガスタスダイジェスターの普及において、養鶏場と酪農場を優先している。中国製を改良したバイオオガス用の発電装置の開発を行っている。  
ピコソーラーランタン (3~5W) 普及のため、市場調査及び品質調査 (特にバッテリー) を行っている。また、輸入関税の免税化についても調査を行っている。

### 3. マイクロユティリティ事業インタピビュー調査計画

マイクロユティリティ事業を促進するため、現在のマイクロユティリティ事業

者の現状、事業の動機、収益性等を明らかにするとともに、今後、実施する可能性のある事業者及び需要家のニーズを明らかにするため、第 2 回現地業務 (9 月予定) までの間に GS から参加している調査団員が中心となりインタピビュー調査を行う。このための調査対象者グループの選定、サンプル数、インタピビュー表の設計等を行った。インタピビュー対象グループについては次のように選定した。

調査対象グループ	サンプル数(暫定値)	備考
SHS マイクロユティリティ所有者及び利用者	400	全国 (約 1 万台) から抽出。
バイオオガスタスダイジェスター所有者 (4.8 m <sup>3</sup> /日以上の容量) 及びバイオオガス利用者	300	バイオオガスが確実に自家消費を上回る規模のバイオオガスタスダイジェスター所有者を選定。IDCOL プログラムに基づく普及台数 (1 万台) の約 2 割弱が該当。
マイクロユティリティ利用者	上記調査対象者からバイオオガス供給を受けている全ての住宅	
畜産農家及び周辺住宅	200	500 羽が余剰バイオオガスを生じる限界規模。
上記養鶏農家の半径 100m 以内の住宅	2000	ダイジェスターの圧力でガス供給できる範囲は約 300m。余給をみて 100m 以内を供給可能範囲と設定。

## 付属資料：第1回現地業務日程表

日	業務内容
3月25日(金)	羽田-バンコク-ダッカ(松尾、ゴジャシ、森山 守、成田-バンコク(湯本)、開空-香港-ダッカ(森山 健))
3月26日(土)	資料整理(松尾、ゴジャシ、森山(健、守)、バンコク-ダッカ(湯本))
3月27日(日)	電力・エネルギー・資源省、IDCOL
3月28日(月)	JICA事務所、環境省
3月29日(火)	環境省 CDM ワークショップ参加、GS 打合せ
3月30日(水)	GS 打合せ、KFW 及び GIZ
3月31日(木)	バイオガス・マイクロユーティリティ現地調査(Tangail)
4月1日(金)	資料整理(松尾、ゴジャシ、森山(健、守)、湯本)
4月2日(土)	資料整理(松尾、ゴジャシ、森山(健、守)、湯本)
4月3日(日)	GS 打合せ、IDCOL
4月4日(月)	インタビュ-調査打合せ
4月5日(火)	インタビュ-調査準備 バンコク-成田(松尾、ゴジャシ)、香港-開空(森山 健)
4月6日(水)	インタビュ-調査準備
4月7日(木)	JICA事務所、SHS マイクロユーティリティ現地調査
4月8日(金)	ダッカ-バンコク(湯本)
4月9日(土)	バンコク-成田(湯本)
4月10日(日)	インタビュ-調査準備
4月11日(月)	同上
4月12日(火)	同上
4月13日(水)	同上
4月14日(木)	同上
4月15日(金)	ダッカ-バンコク(森山 守)
4月16日(土)	バンコク-成田(森山 守)

2011/10/14

## Bangladesh Energy Micro-Utility Expansion

## CDM 事業準備調査

## 第2回現地業務報告書

PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ、エネルギー環境研究所、アルセド

## 今回の現地調査の主目的

前回の現地調査では、エネルギー・マイクロユーティリティに関するニーズやシーズの状況に関して、アンケート調査を行うこととし、そのアンケートの設計を行った。

今回の調査(9月中旬～10月初旬)の主要目的は、そのアンケート結果を検査と分析である。

アンケートの対象は、以下の対象に分かれる：

Group	Chittagong	Bogra	Khulna	Tangail
1A	SHS Micro Utility Owner		SHS Micro Utility Owner	
1B	SHS Micro Utility User		SHS Micro Utility User	
2		Biogas Micro Utility Owner		Biogas Micro Utility Owner
3		Biogas Micro Utility User		Biogas Micro Utility User
4		Potential Biogas Micro Utility Owner		Potential Biogas Micro Utility Owner
5		Potential Biogas Micro Utility User		Potential Biogas Micro Utility User

なお、3月の調査において、SHS(太陽光によるソーラーホームシステム)に関しては、村落の市場における小規模店舗(農家の家庭は対象外)、バイオガスデザイナーに関しては、500羽以上の中小規模養鶏農家とその周辺農家に絞った。

Size (No of birds)	No. of farms (approximate)
100 – 249	15,000
250 – 499	35,000
500 – 999	45,000
1,000 – 4,999	12,000
5,000 – 9,999	8,000
10,000 – 50,000	1,200
>50,000	50
Total	116,250

Grameen Shakti は、SHS に関しては、マイクロローターティラー専用融資制度を持っているが、バイオガスに関してはそれはない。バイオガスダイジェスターは、4.8 m<sup>3</sup>/日以下のサイズに関しては、IDCOL の補助金対象となっているが(マイクロローターティラー事業を行うためには、3.2 m<sup>3</sup>/日以上は必要)、それ以上に関しては特別の手当はされていない。

### SHS マイクロローターティラーに関するサーベイ結果と分析の概要

SHS・マイクロローターティラー事業は、未電化地域の商店が SHS を導入し、自らの「照明」に使うとともに隣接する商店に電力供給を行う事業である(携帯電話の充電もニーズとして高い)。Grameen Shakti は、SHS・マイクロローターティラー事業を支援するために、頭金の比率を10%に下げる優遇措置(通常の融資は15%、返済機関3年、金利8%/年)を講じている。

今回実施したアンケート調査によれば、ビジネスモデルの実態として、50 ワットを導入して、近隣の3-4商店の照明用に電力供給している事例が圧倒的に多い。近隣商店から徴収している電気代は平均で146 TK/月であり、3軒の商店に電力供給すると、事業「オーナー」として、毎月のローン返済額が SHS 導入前の灯油購入額とほぼ同額となる。3年間のローン返済が完了すると、近隣商店からの電気代が SHS 導入商店の純所得となる。

SHS・マイクロローターティラー事業の「ユーザー」は、灯油ランプを使用していた際には毎月225 TK程度の灯油代を支払っており、SHSの電気代は灯油代よりも安い水準となっている。また、1/3強のユーザーは、SHS所有者の了解を得て携帯電話の充電器も使用している。このようにユーザーの満足度は高いが、一方では、70%近いユーザーは自ら SHS を所有することに関心を有しており、10-20 W程度の小型の SHS の普及に伴い、SHS・マイクロローターティラーに対するニーズは低下する可能性が高い。

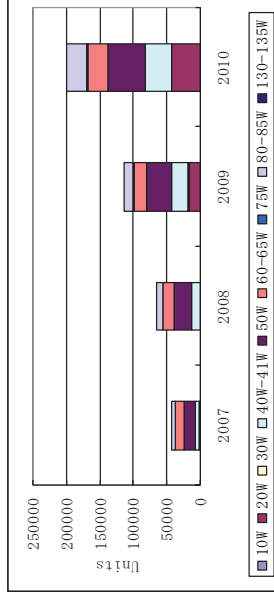


図 グラミンシヤクティの規模別 SHS 設置台数の推移

上記の状況を踏まえ、Grameen Shakti と協議した結果、マイクロローターティラー・ビジネスの検討については、バイオガス・マイクロローターティラーに焦点を絞ることとし、SHS・マイクロローターティラーについては調査結果に基づく現状の評価に留めることとなった。

### バイオガス、マイクロローターティラーに関するサーベイ結果概要

現在、大都市を除くと、家庭用の熱エネルギー(主として調理用)のほとんどは、バイオマス燃料によって賄われており、その主たるものは薪である。森林の減少と共に、薪市場で各家庭は1000 TK/月強の出費を強いられている。対抗策は、もともと成功している ICS(改良かまど)でも、Grameen Shakti が38万個導入しているに過ぎない(2%以下)。より望ましいバイオガスダイジェスターは、全部で5万個程度(動いている IDCOL のプログラムの半分以上を占める Grameen Shakti でも2万個程度)と、きわめて限定的である。

バイオガス・マイクロローターティラーの既存のオーナーに対する調査では、バイオガス利用形態は8割が調理用、2割が発電設備も有している(オングリッド地域でも発電が多い)が、発電のみのケースは1%程度。バイオガスダイジェスターの規模は、(さらに大きなダイジェスター導入が可能である場合)でも92%が4.8 m<sup>3</sup>のサイズで最大が14 m<sup>3</sup>であった。これは IDCOL の補助金/プロトローンの影響が大きい。平均的には、3軒の農家にバイオガスを供給している(約500 TK/月/ユーザー)。

バイオスラリーに関しては、9割がその経済的便益を理解し(販売したいと思っている)ものの、4割は廃棄している(他は魚の餌や肥料として利用)。自家消費であれば問題にならないが、販売にあたっては天日乾燥法と需要側の市場開発販売方法がネックとなる。

4 割強がダイジェスターに関して技術的な課題を経験しているが、100%が満足している。

バイオガス・マイクロコミュニティの既存のユーザーは、ダイジェスターからの距離は 30-50 m 程度が多いが、100 m を超えるケースもあり、ガスの技術的問題はこの程度であればないようである。ガスコネクションコストは、オーナーが出しているケースが多い(ガスコネクトはユーザー負担)。また、ガスの量はほぼ調理用として十分な量のようにある。

1000 Tk 程度の薪購入費用が、500 Tk 程度のコストで済むこと、利便性などから、100%が満足している。

バイオガス・マイクロコミュニティのオーナーになりそうな養鶏農家(500羽以上)に対する調査では、バイオガスダイジェスターに関してはほぼすべての人が知っており、8割の人が Grameen Shakti の branch office (1100 以上存在する)から知られたようである。それにもかかわらず導入されていない理由は、資金不足を挙げており、また具体的な経済的便益をきちんと理解していないことのようにある(また調査団の直接訪問では、お金があればダイジェスターより鶏の数を増やすことに使うという返答もあった)。これに対処するには、数字をきちんと示すこと、ダイジェスター固有の融資制度を設けることなどが有効であろうと考えられる。半数以上が鶏糞を単独販売していて、悪臭問題にもなっている(ダイジェスター導入で悪臭は8割以上軽減される)。

バイオガス・マイクロコミュニティのユーザーになりそうな周辺農家に関しては、feedstock や資金力の問題からバイオガスダイジェスターを自分で導入することができない。8割の人は、Grameen Shakti のスタッフからバイオガスのことは聞いており、使用したいと思っている。

インタビューでは、養鶏農家から50-100 m の距離に住んでいる人が多かった。また8割の人は養鶏農家の悪臭に不満を持っている。

## バイオガス マイクロコミュニティに関するその他のポイント

### 酪農業の可能性

なお、現在の Grameen Shakti のバイオガスダイジェスター導入プログラムにおいては、フィードストックの8割は牛糞、2割が鶏糞となっていて、サイズは2.4と3.2 m<sup>3</sup>/日のサイズが多い。マイクロコミュニティ・ビジネスのポテンシャルの大きさを養鶏農家に絞った調査を行ったが、やや比率は下がるかもしれないが、酪農業もオーナー候補である。

### 養鶏農家の将来性

養鶏のうち、とくに鶏肉生産を主体とする農家は、近年の資料穀物高騰などの影響で脆弱であるというニュアンスがある。5年程度で大規模養鶏業に淘汰されるという意見もあるが、文化的側面や地方市場その他の面から考えて、1000-3000羽程度のとくにタマゴを対象とした養鶏農家は、まだ10年オーダーで、地域に根ざした生産を続けられると思われる。

### 資金調達の方法・必要性について

Grameen Shakti のバイオガス・マイクロコミュニティ事業(BMU事業)の拡大を目的とした資金調達の必要性を検討するため、本調査のヒアリングで入手した情報をもとに、2007年1月から2012年12月末までの、簡易キャッシュ・フローおよび損益計算書を作成した。

現在、Grameen Shakti は IDCOL の National Domestic Biogas and Manure Program から、バイオガスダイジェスター(BD)1基を売却するにつき9,000 Tk の補助金に加え(うち4000 Tk は農家に直接還元)、マイクロクレジットの原資として、融資額80%までの低利融資(金利6%、7年、1年間の返済猶予付)を受けている。Grameen Shakti がBD購入者に提供しているマイクロクレジットは、金利8%、返済期間2年のため、IDCOLへの月々の返済額を大幅に下回る。また、IDCOLの低利融資は毎月実施され、Grameen Shakti は経費を補助金で賄い、かつGrameen Shakti は頭金としてBD購入代金の15%を購入者から受け取ることから、BD部門は手元流動性をほとんど必要としない。このことから、IDCOL以外からの資金調達は今のごとき必要ないと考えられる。

なお、日量4.8 m<sup>3</sup>を超えるBDはIDCOLのプログラムの支援対象外だが、本分析によるとGrameen Shakti のBD部門単独でも、大型BD向けマイクロクレジットを提供するだけの財務基盤があると考えられることから、資金調達がBMU事業拡大の制約になることは考えにくい。一方、BDの副産物である液肥の処理に関しては、技術面、制度面、収益面で多くの課題が山積しているため、これらの課題解決、有機肥料事業立ち上げのために今後、外部からの資金調達が必要になってくる(Grameen Shaktiはこのリスクを取ることに消極的であるため)。この点に関しては、Grameen Shakti と協力し、引き続き調査を進めていく。

### ユネス・センターを通じた他のグラミン・グループ企業との連携について

グラミン・グループは近年、ファースト・リテリングなど名だたるグローバル企業と提携し、さまざまな分野で新規事業を立ち上げている。ユネス・センターは、グラミン・グループ内のシンクタンク、新規事業立上支援の役割(インキュベーター)を担う組織である。ユネス・センター

に蓄積されている知見をBMU事業で活かすべく、本調査ではユネス・センターと2回にわたって協議を行った。今回はおもに、収益的に軌道に乗りつつあるグラミン(GD)の事業モデルと、現在、本事業構築のうえで課題となっている液肥の回収について話し合った。

GDでは、ヨーグルトの原料となる生乳は、地域経済を支えるために大手農場だけでなく畜産農家から積極的に調達している。この際、ヨーグルトの品質の安定化・向上を図るために、簡易品質テストをその場で実施し、その結果をもとに買取価格を決定する。GDの効率的に液状物質を回収する購買・物流モデルは、BMU事業の液肥回収モデルの構築の参考になるため、この事業に関する情報提供を依頼した。

また、事業形態に関しては、信託型のオットー・グラミン(現在設立中)の例が参考になると考えていることから、この案件についても情報提供してもらった。今後、有機肥料事業の設立に向けて、CSのみならず、グラミン・トラストなど他のグラミン・グループ企業との提携の可能性を、ユネス・センターと幅広く検討していく予定である。

#### バイオガスの技術的な新たなR&D

バイオガスダイジェスターのさらなる普及のためには、エンジニア育成プログラムの充実もそのであるが、工事の短縮化/専門知識を不要化するためにも、バイオバグラーズやバグタイアの工業製品としてのダイジェスター導入が重要である。

また、有機系廃棄物を使うようにすることで、その供給力増強と安定化がはかれる。現在、これは別プログラムとして、Grameen ShaktiがJICAダッカオフィスのサポートを受けて、実施に向けて動いている。

---

#### CDM

CDM化に関しては、バイオガスを対象とする。マイクロユナイティイーのみならず、従来型の単独の家庭用モデルも含む。

今回の出張の中では、PoA-DDの最終的な詰めとLocal Stakeholders' Meetingを実施した。

#### CDM化にあたってのルール側の適用性

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、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レイの利用可能性、CPAのinclusionの際の適格性条件などに関しては、意見が反映された。

いまコメントを受付中の非再生可能バイオマスに関するパブリックコメントにおいて、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出している。

#### モニタリング・マネージメント体制の構築

Grameen Shaktiの既存のモニタリング項目と、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ぬかは、ほぼ明らかになってきた(このプロセスは、PoA-DD作成作業と相互作用しながら進んでいる)。今後の課題はそれを整理して、日常的なモニタリング項目に載せ、データベースに組み込むことをGrameen Shaktiに行ってもらうことである。

#### PoA-DD, CPA-DDの作成とIRIデモン

PoA-DDは、IRIデモンに提出できる水準に近いものができた。モニタリング体制など、詳細の詰めを行って、12月中旬には、オンサイトIRIデモンを開始することを想定している(GoldStandard 認証等条件を厳しくしたため、DOE選定にやや時間を要してしまっただが、最終的にIQAを選定)。

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

なお、IDCOLをPoAのなかでどのような扱いとするか?という点で課題が発生してきていて、来週には決着が付く見込みである(PoAコーディネータをどこにするか?という問題に集約されると思われる)。

以上

付属資料：第2回現地業務日程表

日	業務内容
9月3日(土)	成田ーバンコク(森山(守))
9月4日(日)	バンコクーダッカ(森山(守))
9月5日(月)	9月12日まで、グラミン・シヤクティ本部(GS)で世帯調査結果入力・解析(森山(守))
9月11日(日)	成田ーバンコク(湯本)
9月12日(月)	バンコクーダッカ(湯本)
9月13日(火)	GS打合せ(森山(守)、湯本)
9月14日(水)	世帯調査結果入力・解析(森山(守)、湯本) 羽田ーバンコクーダッカ(松尾、ゴジャン)
9月15日(木)	GS打合せ(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本)
9月16日(金)	資料整理(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本) 関空ーシンガポールーダッカ(森山(健))
9月17日(土)	資料整理(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月18日(日)	世帯調査結果解析(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月19日(月)	世帯調査結果解析(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月20日(火)	GS、グラミン・トラス、ユヌス・センター(YC)との打合せ (松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月21日(水)	JICA事務所中間報告(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月22日(木)	バイオガス部門の財務分析、フィールドワーク準備(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月23日(金)	資料整理(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月24日(土)	バイオガス・ダイジェスター連盟打合せ、資料整理(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月25日(日)	GS、YC打合せ、Bangladesh Poultry Science Association 訪問(松尾、ゴジャン、森山(守)、湯本、森山(健))
9月26日(月)	養鶏業者訪問(松尾、森山(守)、湯本) Bangladesh Breeders Association 及び Bangladesh Poultry Industry Association 訪問(ゴジャン)
9月27日(火)	GS打合せ、財務モデル作成(森山(健)) 大型バイオガス・ダイジェスター製造業者代表との打ち合わせ(松尾、ゴジャン、湯本) ダッカーバンコクー成田(森山(守)) 29日まで病欠(森山(健))
9月28日(水)	資料整理(松尾、ゴジャン、湯本)
9月29日(木)	GS及びDepartment of Livestock(松尾、ゴジャン、湯本)
9月30日(金)	資料整理(松尾、ゴジャン) ダッカーバンコク(湯本) ダッカーバンコク(森山(健))
10月1日(土)	資料整理(松尾、ゴジャン) バンコクー成田(湯本) バンコクー関空(森山(健))
10月2日(日)	GS(松尾、ゴジャン)

10月3日(月)	Local Stakeholder Consultation Meeting(松尾、ゴジャン)
10月4日(火)	GS及びJICA事務所(松尾、ゴジャン)
10月5日(水)	ダッカーバンコクー羽田(松尾、ゴジャン)



## バン格拉デシュ国 エネルギー・マイクロユーターイリテイー展開

### CDM 事業準備調査

#### 第3 回現地業務報告書

PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ, エネルギー環境研究所, アルセド

#### 現在までの調査の概要と今回の現地調査

「現地におけるニーズとシーズの市場調査」(前回の現地調査まで)において、マイクロユーターイリテイーモデルの市場調査を行った[供給側農家と需要側農家]。その結果、SHS のマイクロユーターイリテイーには大きな発展を望まず、バイオガスを特化することとなった。バイオガスの方は、ダイジェスターオーナーにとってもユーザーにとってもかなり魅力的。

「CDM 化」に関しては、マイクロユーターイリテイー型に加え、従来からの IDCOL<sup>1</sup>プログラム(NDBMP; 4.8 m<sup>3</sup>/日以下)も含めた数十 m<sup>3</sup>/日規模以下のすべてのバイオガスダイジェスターを対象とする(ただし熟利用部分のみ)。CME (Coordinating and/or Managing Entity)として、GS ではなく、IDCOL がなることとなった。

PoA+DD, CPA+DD のドラフトを作成し、12 月に DOE によるバリデーション<sup>2</sup>を開始。2 月にオンサイト訪問を実施。CPA-1 は 2011/12/13-2012/1/31 の期間に稼働し始めたダイジェスターに限定(ロケーションは問わない)。各 CPA は 8,000 バルナーを上限として「期間」で設定。

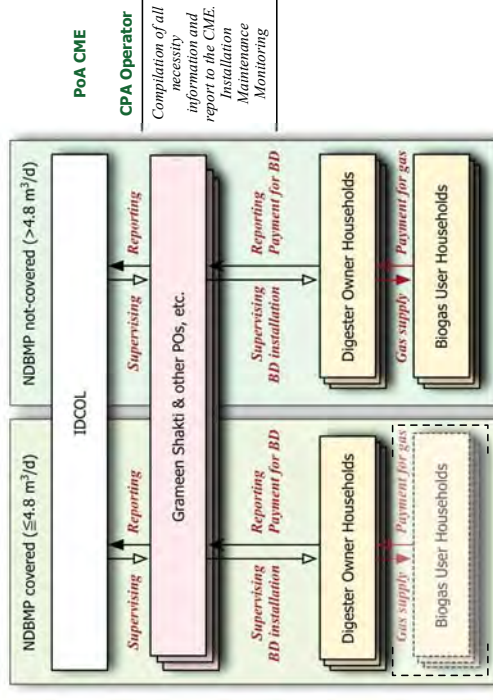
今回の調査では、バイオガスを利用した発電、ダイジェスターのスラリーを用いた肥料ビジネスの可能性、資金調達方法、CDM のフォローアップが、主たるポイントであった。

<sup>1</sup> 政府系ノンバンク金融機関、SHS(家庭用太陽光システム)や、家庭用バイオガスシステムに関する政府プログラムの実施機関。補助金とマイクロクレジットの原資を提供する。

<sup>2</sup> バリデーションは、地球環境センター(GEC)の CDM FS 資金を活用。GEC に提出した報告書は、[http://gcec.jp/main.nsf/jp/Activities-Feasibility\\_Studies\\_on\\_Climate\\_Change\\_Mitigation\\_Projects\\_for\\_CDM\\_and\\_J1-FS201104](http://gcec.jp/main.nsf/jp/Activities-Feasibility_Studies_on_Climate_Change_Mitigation_Projects_for_CDM_and_J1-FS201104) 参照。

#### CDM 化に関して

IDCOL を CME とした PoA のマネージメント構造は以下の通り:



CDM 化の方法論上の残されたキーポイント:

- 代替する木質系バイオマスの一家庭あたりの消費量(デフォルト値の利用?)
- 木質系バイオマスのうち、非再生可能バイオマスの比率(100%?)

解決された点:

- Appliance ごとの木質系バイオマス消費量 → 家庭ごと
- 追加性[PoA の追加性, CPA の追加性]

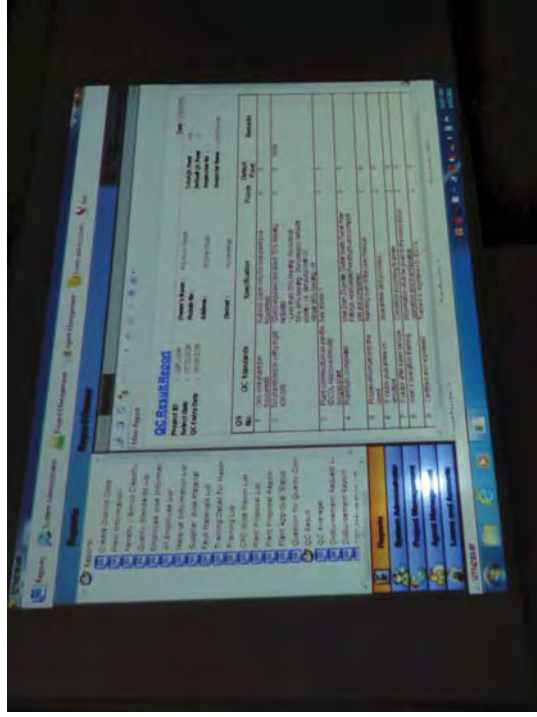
モニタリングおよびデータベース拡張のポイント:

- ダイジェスター単位 → ユーザー(ダイジェスターオーナーを含む)家庭単位
- ICS を利用していたか? (ICS→バイオガスも PoA に含めることとなった)
- バイオガスコンロの数、農家と PO との契約修正。

モニタリングのポイント: [対応: 既存の Annual Users' Survey に項目追加]

- 稼働しているバイオガスダイジェスターの数(比率)
- ダイジェスター利用後の木質系バイオマス利用量

現在, IDCOL は, NDBMP の運用面で非常に優れた運用データベースと QA/QC データベース+PDCA サイクルを稼働させている(LDC のお手本となる). これを, 拡張する必要性がある(> 4.8 m<sup>3</sup> に関しても類似データベースを作成).



今後は, IDCOL からの提供された情報(とくに CPA-I 農家情報)を組み込んで, PoA-DD, CPA-DD を仕上げる. サンプリング手法の文書化(PoA-DD), データベース拡張(IDCOL, GS 等 POS)などの技術的な点が残っている.

その後は, バングラデシュと日本の政府承認をとって, ハリデーションを終え, 登録申請を行う.

## バイオガスを用いた発電の状況と可能性

添付参照

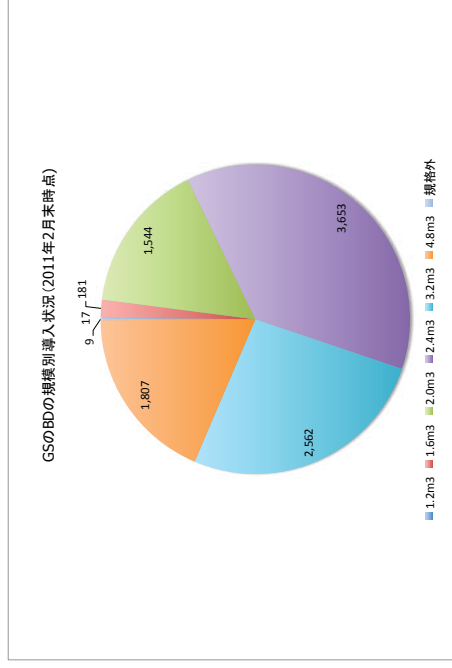
## バイオガス・マイクロユティティ拡大のためのビジネスモデル

添付参照.

## その他のバイオガス関連情報

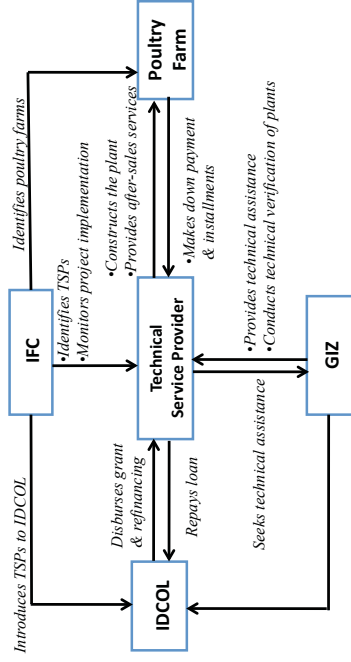
IDCOL の新しい目標: 2016 年未までに累計 15 万個(残り 128,000 個)のダイジェスターを NDBMP で導入. 年間 3 万個→4 万個程度の計画.

なお, GS の場合, 非 IDCOL タイプ(> 4.8 m<sup>3</sup>)が 1/10 程度の数. ただし, NDBMP でも 3.2 m<sup>3</sup> タイプの 4 割程度, 4.8 m<sup>3</sup> の 8 割程度はマイクロユティティ型. したがって, いまでもユーザー農家の数はダイジェスターの数の 3 倍程度以上であると推定される.



ダイジェスター大量導入の最大のネックは, 二週間以上要する建設期間とエンジニア育成であり, IDCOL は現在, 工業製品としてのファイバーグラスタイプのスタディーと技術承認を経て, 今年の後半にはファイバーグラスタイプの導入を行う予定.

IDCOL は、IFC の資金を得て、かなり大きな発電用コージェネレーション・バイオガスダイジェスター用のアэндを組成する予定。本調査の対象のマイクロユティティはこの対象サイズよりかなり小さいが、たとえば GS が「多くのマイクロユティティをバンドルして」この仕組みに載せることは可能であるという話であった。



一方で、IFCの投資部門（気候ビジネスグループ）の奥村氏からのアプローチで、IFC等が投資を行うようなファンド形成に関する議論が動いてきている。条件は、

- IFC ポーション < 20%
- IRR > 10%
- IFC ポーションで最低 100 万ドル

となっている。Faridpur 等で行おうとしている都市ゴミを使った 500 m<sup>3</sup> 規模の大型ダイジェスターモデル (GS がガス事業として行う) と統合化して扱うことも検討。近日に奥村氏からモデルに関して打診がある予定。

Grameen グループの Grameen Distribution が、ユヌスの右腕でもある Ashraf 氏 (Grameen Group 5 社の CEO/MD を兼ねる) の発案で、3 ヶ月前から非常に安価なマイクロ太陽光システムを販売開始。10 W<sub>p</sub> パネル + 5W LED × 3 + 小さなバッテリーで、小売ベースで 3500 ~ 4000 タカ (保証は 1 年)。GS の実質的下限である据付型 20 W<sub>p</sub> モデル (IDCOL プログラム

<sup>3</sup> 都市ゴミを用いたダイジェスターに関しては、JICA タッカオフィスのサポートで、50 m<sup>3</sup> × 2 のダイジェスターがタッカ近郊の大学に建設された。

下)と、ピコユティティ (ソーラーランタン) の中間をしめると想定される。あるいはソーラーランタンをオーバーバイドする。



### 残された課題

- CDM 化の手続き
- バングラデシュ内での GS スタッフおよび潜在的マイクロユティティオーナーに対するターゲットオーナー向け説明資料
- バングラデシュ内におけるマイクロユティティ潜在的オーナーに対する事業開始インセンティブ (マイクロクレジットの提供) のための仕組みと資金調達 = IFC の仕組みをどう利用するか?
- 日本や先進国向けのビジネスとしてのアэнд組成
- 先進国向けの商品/サービスの (付加価値の) デザイン

以上

付属資料：第3 回現地業務日程表

日	業務内容
3月1日(木)	間空ーバンコクーダッカ(森山健)
3月2日(金)	資料整理(森山健) 成田ーシンガポールーダッカ(森山守)
3月3日(土)	資料整理(森山健、守)
3月4日(日)	JETRO ダッカ事務所 鈴木所長訪問(森山健、守) SOKET 秋田氏と資金調達について意見交換(森山健)
3月5日(月)	成田ーバンコク(湯本) グラミン・シヤクティ本部訪問(森山健、守) 農業系 NGO Atmabiswas 訪問(森山健、守) バンコクーダッカ(湯本)
3月6日(火)	JICA バンガラジュ本部 柏村氏訪問(森山健、守、湯本) 電話会議(森山健、守、湯本、松尾、ゴジャン)
3月7日(水)	グラミン・シヤクティ本部訪問(森山守、湯本) JU 大学(森山守、湯本) IFC との打合せ(森山健、松尾) シンガポール投資関係者、インド IT 関係者との打合せ(森山健)
3月8日(木)	養鶏場訪問(森山守、湯本) MATI 有機肥料工場訪問(森山守、湯本) ダッカーバンコク(森山健)
3月9日(金)	資料整理(森山守、湯本)
3月10日(土)	Mridha AgricCare 有機肥料業者訪問(森山守、湯本)
3月11日(日)	グラミン・シヤクティ本部訪問(森山守、湯本)
3月12日(月)	チャタゴン出張 NGO Prottyashi 訪問(森山守、湯本) 有機肥料実演農場訪問(森山守、湯本)
3月13日(火)	チャタゴン出張 養鶏場訪問(森山守、湯本) 小型 SHS 訪問(森山守、湯本)
3月14日(水)	資料整理(森山守、湯本) 羽田ーバンコクーダッカ(松尾)
3月15日(木)	グラミン・シヤクティ本部訪問(森山守、湯本、松尾、) 羽田ーバンコクーダッカ(ゴジャン)
3月16日(金)	Mridha AgricCare 有機肥料工場訪問(森山守、松尾) 農業系 NGO Atmabiswas 訪問(森山守、松尾) ダッカーバンコク(湯本) 資料整理(ゴジャン)
3月17日(土)	農業系 NGO Atmabiswas 訪問(森山守、松尾)

	バンコクー成田(湯本) 資料整理(ゴジャン)
3月18日(日)	グラミン・シヤクティ本部訪問(松尾、ゴジャン) ダッカーシンガポール(森山守)
3月19日(月)	資料整理(松尾、ゴジャン) シンガポールー成田(森山守)
3月20日(火)	ファイバーグラスバイオカスダイジェスター製造事業者訪問(松尾、ゴジャン)
3月21日(水)	資料整理(松尾、ゴジャン)
3月22日(木)	IDCOL 訪問(松尾、ゴジャン)
3月23日(金)	資料整理(松尾、ゴジャン)
3月24日(土)	資料整理(松尾、ゴジャン)
3月25日(日)	IDCOL & IFC ダッカオフィス訪問(松尾、ゴジャン)
3月26日(月)	JU & Faridpur への現地調査(松尾、ゴジャン)
3月27日(火)	グラミン・シヤクティ本部訪問、IDCOL の PO 会議参加(松尾、ゴジャン)
3月28日(水)	JICA 報告(松尾、ゴジャン) グラミン・シヤクティ本部訪問(ゴジャン) ダッカーバンコク(松尾)
3月29日(木)	バンコクー成田(松尾) ダッカーバンコク(ゴジャン)
3月30日(金)	バンコクー成田(ゴジャン)

## バイオガスをエンジン発電機等の導入状況その他

バイオガスダイジェスターで発生したバイオガスは、調理用だけでなくバイオガスダイジェスター導入農家の発電時の発電機としても利用されている。以前に導入した農家はディーゼルとバイオガスの混焼であったが、最近導入した養鶏場では中国製のガスエンジン発電機を導入し、ガス圧低下時にLPGを混焼している。ディーゼル油の上昇に伴い、バイオガス専焼のガスエンジン発電機の利用が進むものと予想される。同国内のガスエンジンは中国製又は自動車エンジンの改造品である。脱硫装置の製造会社も存在する。

バイオガスダイジェスターで発生する液肥については天日乾燥して有機肥料業者に販売している事例から、スラリーピットも設けずに垂れ流し、または他の農家への無償譲渡を行っている事例まで多様である。液肥を利用した有機肥料については、GSのライセンスは乾燥液肥（水分15%以下）であるが、液肥と他のバイオマス原料を混ぜてコンポスト肥料を製造している事例、乾燥液肥と化学肥料との混合肥料等多様な取り組みが行われている。バイオガスの排熱利用を利用した液肥の乾燥技術については低コストで実現できればニーズは高そうである（特に雨期の乾燥対策）。有機肥料としての成分を維持するためには乾燥温度は40～45℃が良い。（80℃は高すぎる。）GSはダイジェスターの保温については気候条件から不要と考えているが、冬季に必要か否かについてはダイジェスター温度のモニタリングを行い、検討を行う価値はあると考えている。液肥の乾燥を除くと、一般農家等では温水需要はない。

### 1. 養鶏農家A (Mauna, GSのMauna regional & branch officeの近く)

GSのMauna regional officeのバイオガスダイジェスターの累積設置台数は432台。このうち、4.8 m<sup>3</sup>/日以上ダイジェスターは100台。バイオガスを他の農家に供給するマイクロユティリティを行っている農家は150軒。バイオガスダイジェスターを設置している養鶏場は大半が採卵業者（ブローラー農家はおおぐず敷き鶏を使い、糞尿の処理は15日に1回程度。固形分が多く、原料投入が15日に1回程度のため、バイオガスダイジェスターには適さない）。このうち、バイオガス発電機を設置している農家は1軒のみ。ただし、電力供給が不安定なため、多くの養鶏農家がディーゼル発電機を有している。

発電機を設置している農家を訪問。1000羽のケージ2台で2000羽を養鶏（卵）。バイオガスダイジェスターは容量9 m<sup>3</sup>/日で、6年前にGSの2年ローンを使い設置。液肥は天日乾燥して有機肥料業者に売却（その後の有機肥料業者訪問の結果では、4 TK/kgで業者が購入）。10軒にバイオガスを500 TK/月で供給。

発電機は当初から設置していたが、3か月前に中国製のガスエンジン発電機を購入。LPG

とバイオガスを燃料として利用。バイオガスの圧力が低い時はLPGも使用。1日の運転時間は2.5時間。（この地区の発電機は6時間程度であるため、点灯時間帯のみ利用）中国製ガスエンジンの容量は1.9 kWで、価格は30,000 TK(3万円)。バイオガスのクリーンアップ装置（filter）はGSが設計。バイオガスのクリーンアップ装置はGSのマウナオフィスのバイオダイジェスター担当エンジニアが設計。ダッカ市内で市販されている機器を転用して独自に製作。硫化水素の除去は酸化鉄を利用。硫化水素の2段階除去はこのエンジニアの経験に基づいて行われている。価格は2000 TK。クリーンアップ装置の交換は1年ごとの予定。運転開始以来3ヶ月で、今のところトラブルは生じていない。



バイオガスダイジェスター



スラリーピット



バイオスラリー天日乾燥



有機肥料で栽培した野菜



ガスエンジン発電機

(左側のボンベがLPG。右側の容器が硫化水素除去用フィルター)



中国製ガスエンジン発電機



圧力計及びフィルター



2 段式の脱硫装置



マウナ地域にあるGSの有機肥料実証用水田(有機肥料100%、有機肥料50%、化学肥料50%、化学肥料100%、伝統的なコンポスト肥料100%の4種類の肥料を比較栽培)

## 2. MATI (Multipurpose Attractive & Trusty Initiative)

MATIは2005年から2年間ほどGSの肥料ライセンスを使用して有機肥料を販売していた。現在は、液肥に人糞、牛糞、コットンシード、たばこダスト、フライアッシュ等を混ぜた有機コンポストを肥料として販売している。(肥料ライセンスは有していない。)液肥だけでは肥料成分は不足するので、各種のバイオマスコンポストを混合することにより、良い有機肥料ができる。現在の肥料生産は年間12000トン。肥料販売はDestiny社が行っている。



たばこダスト及びコットンシードのコンポスト



コンポスト粉砕機



異物除去機



コンポスト肥料袋詰め



肥料袋

### 3. Rahman Renewable Energy Co. (RREC)

Redwanor Rahman(Managing director)は、農務省に8年間勤務の後、3年間英国系NGOのPractical Actionで働き、2006年に独立。バイオガスタジアジェスターの設置台数は、GSについて第2位。これまでに家庭用ダイジェスターを1247台、商業用ダイジェスターを65台建設。現在、バンガラデシ国内で最大規模の450㎡(80㎡×3台、70㎡×3台)のバイオガスタジアジェスターを建設中。

IFC/GIZ/IDCOLの資金でバイオガス発電を推進中。バイオガスタジアジェスターは同社が担当し、バイオガス発電は新規に設立した会社が担当。発電機を担当する会社は数kWから10kWの中国製発電機を輸入販売。価格は3.5kWで12万TK(US\$1500)である。

### 4. 有機肥料会社 (Mridha Agri Care Limited)

GSの有機肥料ライセンスを使って有機肥料を販売している唯一の会社。3年前から販売開始。現在の有機肥料販売数量は250トン/月で、25kg入りの袋で販売。約200のバイオガスタジアジェスター所有者と契約して一次乾燥したバイオスラリーを購入。全国7か所に有機肥料工場を設けている。原料となる一次乾燥スラリーを農家から3-4TK(含水率20-50%)で購入。自社でさらに天日乾燥して水分15%以下の有機肥料にして販売(含水率が高いと採算が合わないが詳細は不明)。有機肥料の生産コストは原料費を含めて10TK、卸販売価格は12TK、市場での小売価格は16TK/kg。GSにライセンス使用料として5%を支払う。また、同社はMother landブランドでの肥料ライセンスを独自に申請中である。

チッタゴンのNGOのProtyashiでは、Mridha Agri Care Limitedの有機肥料と化学肥料を50%ずつ混ぜた肥料を使ったジャガイモ栽培を本年度から農家に指導している。有機肥料の価格は16TK/kgで、化学肥料の価格は20TK/kg。今後、順次、有機肥料の比率を高めることとしている。同NGOはコックスバザールの近くに自社の有機肥料工場建設を計画している。



有機肥料と化学肥料の混合肥料を利用したジャガイモ畑

### 5. Sitakundu 地区の養鶏農家

既述のRahman Renewable Energy Co.が設計・設置。6500羽を養鶏(卵)。4年前に35㎡/日のダイジェスター2基設置。バイオガスをプラスチックチューブで48世帯に供給。ガス価格は500TK/月。10kWの中国製ダイジェター発電機を設置。価格は45,000TK。ダイジェター50%、バイオガス50%で混焼。発電時間は発電時間の6時間/日。電気は、養鶏場、飼料のメーカ粉砕機、住宅5-10軒程度で使用。ダイジェター発電機のメンテナンスは地元のエンジニアに依頼して年に1回実施。現在まで特にトラブルなく運転。液肥は、敷地からパイプで外部に搬出。他の農家に無償で提供している。なお、卵の価格は現在、7.5円/個で、毎日の生産量は6,200個。従業員として3人を雇用。



養鶏場と排水路



バイオガスタジアジェスター(35㎡×2基)



10kW ダイジェター発電機



配電盤

### 6. Felix 社

Felix社は2009年11月からバイオガス発電機の製造販売を開始。ダイジェターエンジンをバイオガス用に改造(新品のエンジンの改造と中古エンジンの改造を手掛ける)し、発電機を付けて販売。中国製のガスエンジンは扱っていない。脱硫装置についても顧客のニ-

ズに応じて製造販売。小規模の製造拠点をダッカ市内に有し、全国 3 か所にサービスセンターを有している。製品の販売はバイオガスダイジェスター設置業者に依存している。製品サイズは 0.5 kW-200 kW で、6.5 kW 以上の発電機を得意としている。(メールを通じた取材のみ。会社のアドレスとしてはダッカのほかにはデンマークのコペンハーゲンも記載されている。)

## 7. 小型 SHS の利用状況

チッタゴン近くの Femi ブランチオフィスの管内にある未電化地域内の商店街の小型 SHS (20W)。20W システムの価格は 12,600 TK。1 年前に頭金 1800 TK、3 年ローン (36 か月) で購入。毎月の支払は 370 TK。CFL 2 灯及び携帯用充電器 (150 TK) を利用。SHS マイクロユティリティと比較すると毎月の負担額は 2 倍以上であるが、CFL を 2 灯使えること、ローン返済後は月額負担額がなくなること、近年の灯油価格上昇を考慮すると商店主にとって魅力あるシステム。なお、GS は現在、10 W の SHS は製品リストには残しているが、販売していない模様。(20 W と比較してコストパフォーマンスが悪いとのこと。パネル入手困難か?)



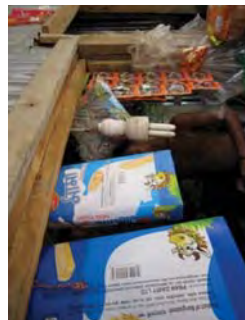
商店街の 20 W の SHS



チャージコンロローラー



店内の照明



店頭の照明

## 1. 資金調達の前提について

### バイオガスの料金

類似案件の世帯調査結果から、これまでは一世帯月額 350-500 タカの想定だったが、今回の調査で、昨今の都市ガス料金の高騰により 500-800 タカが一時的であることが判明したため、今後はこの前提で試算を行う。

### マイクロ・クレジットの形態

今回の調査で GS と協議した結果、NDBMP のマイクロ・クレジット (頭金 15%、利息 8%、24 回払い) を、単に 4.8 m<sup>3</sup> 超の BD に拡張するのではなく、より本事業に適した制度を検討・設計することで合意した。具体的には、貸倒率より低く設定されている利息を妥当な水準まで引き上げ (12%程度を想定)、貸出期間を 1 年 (頭金 50%、12 回払い) に短縮することを考えている。これは、本事業で販売する BD は、①自家消費用に比べて収益性が高く、②販売先の中小養鶏場が、一般家庭より資金力がある一方、③ 1 件あたりの貸出金額が大きく、鶏インフルなどの経営リスクを抱えているためである。1,000 羽規模の養鶏場の場合、毎月 20 万タカ程度の売り上げがあり、現に全 BD 購入者の 4 分の 1 が月賦払いではなく、一括払いで BD を購入していることから、これはより現状に則した制度と思われ。また、貸倒リスクを GS が負う既存の制度に加え、先週国投資家が貸倒リスクを負う制度も検討・開発する予定である。

### 有機肥料事業のコスト構造

まだ発展途上にある市場のため、ばらつきがあるが、原料となる液肥 (スラリー) は kg 当たり 5 タカ程度で、販売価格は 15 タカ程度 (単価は含水率 15% に統一)。乾燥技術の確立という課題が残っているが、肥料販売免許の申請が急増していることから (直近では 50 件程度)、高収益が見込めると考える業者が増えている模様。生産コストや収集体制について、いまだ不透明な点が多いため、引き続き調査を進める。

## 2. 資金調達先について

現在、ミュージック・セキユリテイズ(MS)および International Finance Corporation(IFC)と、本件の資金調達について協議を進めている。

MS の担当者によると、本件であれば、おそらく個人投資家から投資期間 3-4 年で、総額数千万円程度の出資金を調達できるそうである。社会的価値を求めると投資家を中心のため、資金の用途と貢献度をきちんと示せば、期待収益が数%でも資金調達は可能とのこと。MS とは、おもにバイオガス・フアンド設立について、今後協議を進める (詳細は下記参照)。

IFC とは、投資期間 5 年超で 100 万ドル以上の出資について、意見交換している。IFC は商業ベースで投融資判断をするため、バンングラデシュの場合、社会性を考えて最低でも IRR





## バングラデシュ国 エネルギーマイクロユナイテッド展開

### CDM 事業準備調査

#### 第 4 回現地業務報告書

PEAR カーボンオフセット、イニシアティブ、エネルギー環境研究所、アルセド

##### 資金調達の必要性・方法について

グラミン・ジャクワティのバイオガス・マイクロユナイテッド事業(BMU 事業)の拡大を目的としたバイオガスダイジェスター購入のためのマイクロ・クレジットについて、グラミン・ジャクワティ(GS)と協議した。

現在、GS は IDCOL の National Domestic Biogas and Manure Program から、バイオガスダイジェスター(BD)1 基を売却するにつき 9,000 Tk の補助金に加え(うち 4000 Tk は農家に直接還元)、マイクロ・クレジットの原資として、融資額 80%までの低利融資(金利 6%、月賦 84 回払い、1 年間の返済猶予付)を受けている。GS が BD 購入者に提供しているマイクロ・クレジットは、金利 8%、月賦 24 回払いのため、IDCOL への月々の返済額を大幅に下回る。また、GS は経費を補助金と BD の頭金を賄っていることから、BD 部門は手元流動性をほとんど必要としない。このため、GS は潤沢な資金を有しており、資金力の観点からは、BMU 事業開始のために GS が新たな資金調達をする必要はないと考えられる。しかし、GS はソーラーホームシステム部門に経営資源を集中させるために、BMU 事業の運転資金は外部から調達することを望んでいる。

BMU 事業対象となる中小養鶏場の支払い能力について、500 超の中小養鶏場と提携しているアグリゲーター大手の ABFL からの情報をもとに分析したところ、2000 羽規模の養鶏場であれば、平常時には売上高に対して約 1 割の純利益がでるといふ試算結果になった(月額 2 万タカ)。鳥インフルエンザ対策、期待バイオガス販売収入、養鶏場の返済能力を総合的に勘案し、BMU 事業参加者向けのマイクロ・クレジット・スキームは、頭金 50%、金利 10%、月賦 12 回払いとする予定である。このスキームだと、日産量 14 立米の BD の場合、月々 5000 タカの返済額になり、月々のバイオガス販売収入とほぼ均衡する。BD 購入者の採算性を向上させるために、日本からの出資金の一部を補助金にする提案が GS からあったが、ローンなしでも IRR38%という高収益が期待できることから、補助金は出さない方向である。

現地法律事務所と、日本の投資家が GS に対して資金提供する際のスキームについて、協議

した。海外投資家によるバングラデシュの私的有限責任会社(Private Limited Company)への投資手法は主に以下の通りである。

- ① 普通株式(Ordinary shares)
- ② 優先株式(Preference shares)
- ③ 新株予約権付社債(Shareholder loans)
- ④ 貸付金(Loans)

上記①と③は、議決権の移動(あるいはその可能性)を伴うことから、GS には受け入れられない。また、④の場合、貸付期間が最低 7 年以上で、かつ金利が LIBOR+4% (現在の水準だと 5%未満)未満でないと、投資庁(Board of Investment)および中央銀行(Bangladesh Bank)の認可が得られないため、本スキームには適していない。このことから、本件では上記②のスキームで GS に匿名組合出資金を投資するのが最善という結論に達した。GS からの配当は、BOI にプロジェクト登録し、国家歳入庁(National Board of Revenue)に税金控除証書取得申請すれば、二重課税防止条約に基づき、免税される。なお、通常、営業者が匿名組合員に分配すべき損益は営業者の課税対象から除外されるが、バングラデシュ法人である GS を営業者とする場合、この特例は認められない可能性が高い。バングラデシュでは、投資ファンドに係る法整備が進んでおらず、経済的に魅力的なファンド設計が困難なことから、現状では、利益よりも社会貢献を目的とする投資家に訴求することが肝要である。

##### Grameen Shakti に対するラップアップ

次ページ以降のプレゼンテーションを行い、関連する意見交換を行った。

## Outcome of Feasibility Study for Micro-Utility Model for Biogas and SHS

—Funded by JICA—

PEAR Carbon Offset Initiative  
Energy and Environment Institute  
Alcedo  
16/05/2012

## Contents

- CDM
- Household Questionnaire and Outcomes
- Biogas – Bio-slurry
- SHS Micro-Utility Model
- Business Model-related Aspects

## CDM for biogas

- IDCOL as the CME and GS as the joint focal point
- Includes NDBMP-covered and non-covered
  - GS to be responsible for non-covered ones (of GS-installed)
  - Owners “and Users (for micro-utility model)”
- CPA 1: 13/12/2011–31/01/2012
- On-site validation (Feb. 2012)
- PoA-DD, CPA-DD to be completed by June 3
  - Minor points are left...
- Following procedures
  - Governmental approvals (IDCOL, PEAR)
  - ERPA (IDCOL/PEAR)
  - Final validation report (JQA)
  - Request for registration

GS and IDCOL need to modify their databases

## CPA 1

NDBMP-covered

	1.6 m3	2 m3	2.4 m3	3.2 m3	4.8 m3	Total
Number of Digester Owners	2	112	211	160	127	612
Number of Biogas Users	2	112	211	161	140	626
ICS ex-users	0	2	3	11	6	22
Number of Micro Utility Owners	0	0	0	1	9	10
Number of Micro Utility Users	0	0	0	1	13	14
Average Number of Micro Utility Users	0	0	0	1	1.4	1.4

Emission reductions 3.83 tCO<sub>2</sub>/yr/household for non-ex-users of ICS

Each CPA: Cookstove burners < 8,000

Biogas users after 13/12/2011 are eligible under the CDM  
Emission reductions are counted after the date of registration

## Household Questionnaire

The objective of this household questionnaire was to understand and identify ways to improve the existing micro-utility model to expand the customer base.

Division	Chittagong	Bogra	Khulna	Tangail
Group	SHS Owner		SHS Owner	
1A	SHS Owner		SHS Owner	
1B	SHS User		SHS User	
2		Biogas Owner		Biogas owner
3		Biogas User		Biogas user

## Questionnaire summary

### Group 1A: Existing SHS micro-utility Owner

- Majority of micro-utility owners use 50W SHS system
- 70% based their choice on # of lights available
- Average # of micro-utility user is 3 @ average of 150Tk/user

### Group 1B: Existing SHS micro-utility User

- 98% used kerosene before SHS @ average of 225Tk/month
- Saving of 75Tk/month and longer working hour
- Mobile charge is also used along with lighting

### Group 2: Existing Biogas Micro-Utility Owner

- 72% sell their excess biogas to neighbor @ average of 475Tk/month
- 90% understand the benefit of bioslurry but 40% of them throw it away
- 92% claim odor problem resolved after installation of biogas digester

### Group 3: Existing Biogas Micro-Utility User

- 97% used fuelwood before biogas @ average of Tk900/month
- Buying biogas @ average of Tk500/month. Average saving of Tk400/month
- 99% claim biogas is fulfilling their energy demand

### Group 4: Potential Biogas Micro-Utility Owner

- Majority of owners are aware of the benefit of biogas digester
- 80% have considered installing biogas digester but high investment cost and suitable finance package not available for no installation
- 53% dump poultry litter around their farm even though 83% has received complaint from neighbor.

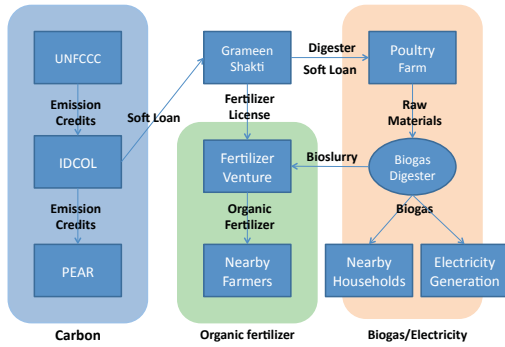
### Group 5: Potential Biogas Micro-Utility User

- 82% has complained about odor even though 56% live 50-100m away from poultry farm
- Majority of interviewee are aware about biogas
- 97% interested in using biogas if it becomes available

## SHS micro utility vs. small PV system

	Micro utility	Micro SHS	Mini SHS system	Solar lantern
Provider	Grameen Shakti	Grameen Shakti & other POs	Grameen distribution	Home appliance shops
Specification	50W SHS (typical size)	10 – 20W SHS	10W SHS kit	1 LED lamp with 2 -5 W PV panel
Capacity of battery (Ah)	80Ah (50W SHS)	18/30Ah	7Ah	A few Ah (2 – 3)
Application	1 CFL lamp per shop and mobile phone charger (option)	2/3 LED or CFL Lamps and mobile phone charger	3 LED lamps and a mobile phone charger (without house)	1 LED lamp and a mobile phone charger

### Value Chain Diagram



### Estimated revenue from each component (2000-bird poultry farm)

- 1) Organic Fertilizer: 133,120 BDT/year  
(256kg/week\*52weeks/year\*10BDT/kg)
- 2) Biogas: 54,000 BDT/year  
(500BDT/HH/month\*9HH\*12months/year)
- 3) Electricity: 38,873 BDT/year  
(14.2m<sup>3</sup>/day\*21.6MJ/m<sup>3</sup>\*25%\*1kWh/3.6MJ\*365days/year\*5BDT/kWh)
- 4) Carbon: 13,680 BDT/year  
(3.8t-CO<sub>2</sub>e/HH/year\*9HH\*400BDT/t-CO<sub>2</sub>e)

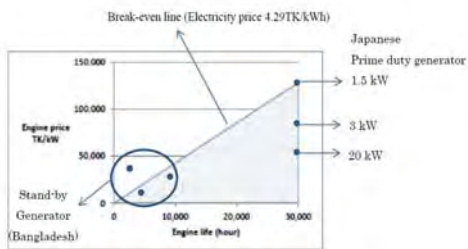
### Use of Bio-slurry

Name	Raw Material	Digester Size	Dry Method	Buy	Sell
Fortuna Biogas (GIZ)	230 Cattle	70, 70	x	x	5Tk/kg
Mridha Agricare	x	x	Sun	4Tk/kg	16Tk/kg
Biogas in Mawna	2,000 Layer	9	Sun	x	4Tk/kg
MATI	x	x	Compost	3Tk/kg	20Tk/kg
Mazim Agro Industries	20,000 Layer	70, 70, 30	Exhaust Heat	x	8Tk/kg

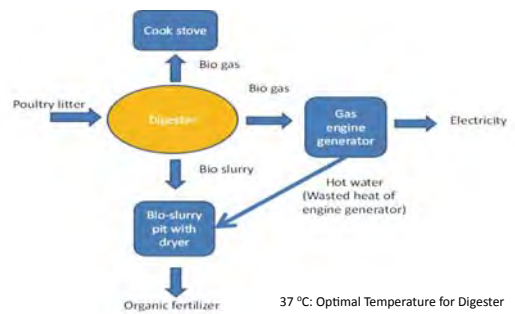
### Biogas engine generators

	Diesel engine co-firing or conversion	Petro engine conversion	Gas engine
Modification of engine	Conversion of diesel engine to gas engine is costly. Co-firing of biogas with diesel oil does not need any modification. <u>However co-firing needs diesel oil at least 10% of the fuel.</u>	Conversion of petro engine to gas engine is easy and conversion cost is low. Usually minimum generator size is more than 5 kW.	No modification is needed. Rated capacity of engine is 30% lower than the gas engine, because of caloric value of biogas is lower than natural gas.
Power generation efficiency (%)	25 - 35	20 - 25	25 - 30

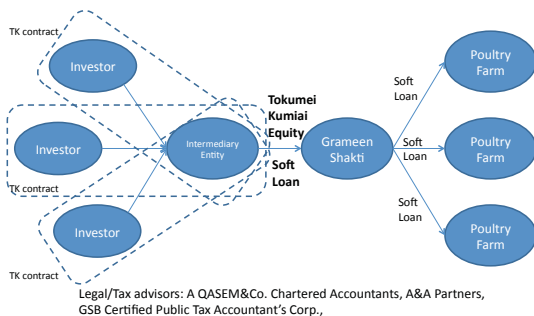
### Economic comparison between stand-by generators and prime duty generators



### Optimization of energy value of biogas



### Tokumei Kumiai Investment Scheme for Japanese Investors



### The way forward

- Registration as a CDM PoA
  - Several minor points to be clarified
  - Related management system modification needed
- Sales tool to promote micro-utility
- Micro-utility related business model
- Carbon credit business model

付属資料：第4回現地業務日程表

日	業務内容
5月4日(金)	関空-香港-ダッカ (森山健)
5月5日(土)	IIDFCとカーボン事業の資金調達について協議 (森山健) IT開発者とICTプラットフォームについて協議 (森山健)
5月6日(日)	グラミン・シャクティとバイオガスおおよびカーボン事業について協議 (森山健) デンマークのIT開発者とモニタリング・プラットフォームについて協議 (森山健)
5月7日(月)	IIDFCとカーボン・ファイナンスについて協議 (森山健) Eastern Bankと有機肥料事業の資金調達について協議 (森山健)
5月8日(火)	Noorul Azhar&Associates 事務所と匿名組合設立について協議 (森山健)
5月9日(水)	ユヌス・センターと投資環境について協議 (森山健) Noorul Azhar&Associates 事務所と匿名組合設立について協議 (森山健) A Qasem&Company 事務所と匿名組合設立について協議 (森山健)
5月10日(木)	羽田-バンコク-ダッカ (松尾、ゴジャシ) 成田-バンコク (湯本) 鳥インフルエンザ対策について協議 (森山健、松尾、ゴジャシ)
5月11日(金)	資料整理 (森山健、松尾、ゴジャシ) バンコク-ダッカ (湯本) 成田-シンガポール-ダッカ (森山守)
5月12日(土)	資料整理 (松尾、ゴジャシ、湯本) グラミン・シャクティと資金調達について協議 (森山健、森山守)
5月13日(日)	グラミン・シャクティ本部訪問 (森山健、松尾、ゴジャシ、森山守、湯本) Green Delta Insuranceと鳥インフルエンザ対策について協議 (森山健、松尾、ゴジャシ、森山守、湯本) Aftab Bahumukhi Farms Ltd (ABFL) 鳥インフルエンザ対策について協議 (森山健、松尾、ゴジャシ、森山守、湯本)
5月14日(月)	A Qasem&Company 事務所と匿名組合設立について協議 (森山健) Felix 発電機社訪問 (湯本) Bangladesh Poultry Industry Association (BPIA) 訪問 (松尾、ゴジャシ、森山守) BRACと鳥インフルエンザ対策について協議 (松尾、ゴジャシ、森山守、湯本)

	Green Delta Insuranceと鳥インフルエンザ対策について協議 (松尾、ゴジャシ、森山守、湯本)
5月15日(火)	ダッカ-香港-関空 (森山健) Department of Livestock Servicesに同国の畜産業政策についてヒアリング (松尾、ゴジャシ、森山守、湯本) Fisheries and Livestock Servicesに同国の畜産業政策についてヒアリング (松尾、ゴジャシ、森山守、湯本)
5月16日(水)	JICA事務所最終報告 (森山守、湯本、松尾、ゴジャシ) グラミン・シャクティ本部訪問 (森山守、湯本、松尾、ゴジャシ)
5月17日(木)	Abdullah Al-Sayeed氏(CPA)と現地法人設立について協議 (森山守) ダッカ-バンコク-成田 (松尾、湯本、ゴジャシ)
5月18日(金)	ダッカ-シンガポール (森山守)
5月19日(土)	シンガポール-成田 (森山守)

Annex 2. 現地サーベイ調査報告書



## **A Preliminary Study for the Promotion of Micro-Utility Services through Programmatic CDM in Bangladesh**

---

**Prepared by:**

**Mohammad Roqibul Islam**  
*Assistant Project Development Officer*

**&**

**Dr. Golum Rabbani**  
*Agriculture Specialist*  
Grameen Shakti

**Edited by:**

**Dr. M Shahidul Islam**  
*Head of International Cooperation & Development*  
Grameen Shakti

### **Introduction**

There cannot be any economical development without electricity. Only 47% of Bangladeshi people have access to grid electricity and only 6% are connected with the governmental natural gas supply system and, most of them live in cities. As a result, rural communities suffer from an under-utilized economy and depressed business activities. This lack of energy and power reduces business hours and does not enable people to access modern technology and equipment which are required for development. Mobility of the people is also hampered after dusk due to security problems. Grameen Shakti solar program has addressed many of these issues by extending business hours and increasing business turnover. However, many people cannot afford Solar Home Systems individually. This is one of the barriers to the scaling up of the Grameen Shakti Solar Program and the revitalization of the rural economy, through the use of Solar PV technology.

### **Grameen Shakti SHS Micro-Utility Program**

Solar home systems have significant income-generating potential. Many businesses can remain open for longer, including tailoring shops, restaurants and grocery shops. Solar home systems have also led to increased production in areas such as fishing, rice processing, poultry farming and handicraft. New jobs have been created for solar technicians, electronic repairers and in running community TV stations. New business opportunities are also made possible, such as renting mobile phone time. Grameen Shakti has set up the micro-utility model to help shopkeepers get access to photovoltaic lights and extend their business hours.

Grameen Shakti has developed a special program to make it easier for those who cannot afford SHSs individually. Under this program, Grameen Shakti allows people to share the cost and the subsequent benefit of using a SHS. This model allows the installer of the system, who is the actual owner, to share his costs and increase his income, by giving other people the benefit of electricity without buying the SHS. This program is based on the ownership model because this ensures individual responsibility. The actual owner of the system is responsible for paying installments to Grameen Shakti. S/he repays the due amount to Grameen Shakti by renting out electricity to other people, especially to his/her neighbors. This project is particularly targeted towards the shopkeepers.

### **Solar Home System Micro-Utility Program**

Sharing expensive technology can serve many users, even poor users. Over a decade ago, the Grameen Bank led the way with its village phone innovation: a Grameen borrower received a loan to buy a mobile phone and let other villagers use the phone for a small fee. Though the principle of sharing is well-known in many developing countries, its practical implementation can be demanding. It needs an entrepreneur to take the initiative and risk, and a partner with funds and know-how.

**September, 2011**



Mr. Gazi is one of thousands of entrepreneurs who own a solar system. Typical for rural Bangladesh, he runs a small shop at a village market and earns a modest monthly income of about 5,000 Taka. Not typical is that he can afford a 50 Wp solar system for five times more than what he earns in a month.

He can afford the solar system because he earns money using it. In addition to selling groceries at the market, he is a small-scale energy service provider, a *micro-utility*, serving a clientele of three. His solar system powers four lamps, but he uses only one to light his shop. The other three lamps he rents to his neighbors, shop owners like himself. All four benefit from solar electricity - Mr. Gazi from the monthly rental fees and Grameen Shakti's easy credit terms.

Grameen Shakti's financial model for micro-utilities is simple and adaptable. Micro-utility entrepreneurs need only pay 10% down, pay minimum service charge of 5% and enjoy an extended repayment period of 3 years. In the case of Mr. Gazi, a branch engineer first calculated if the shop owner could make a profit after paying his monthly installment. Grameen Shakti then provided one lamp for half price to help get him started. He paid full price for the remaining three lamps and backed the expense by renting them out to neighboring shop owners. Branch staff provided training and maintenance free of cost and were close at hand when Mr. Gazi had problems. Today he has repaid his loan, owns the solar system and enjoys additional income.

Thousands of micro-utilities are now in operation - run by shopkeepers, private householders, cattle and poultry farmers. The micro-utility model therefore varies. Low-income solar micro-utility owners like Mr. Gazi enjoy relaxed loan conditions to reduce their financial burden; biogas utilities for farmers, special kinds of maintenance.

When adapting the micro-utility model to different customers, Grameen Shakti often has to play things by ear with very low margins. And still, Grameen Shakti benefits - often in unspectacular ways. Thousands of solar micro-utilities for a poor clientele may not seem like much. But this also means three times of the SHS micro-utility owners, well lit shops in crowded bazaars and a splendid demonstrations of solar powered light. But most of all, it signifies Grameen Shakti's determination to succeed in a low-margin sector of the market to help rural communities thrive.

### Biogas Micro-Utility Program

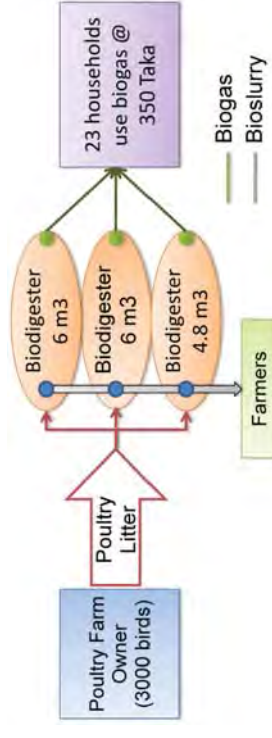
In spite of Bangladesh's ample supply of natural gas, biogas has great potential in rural areas. It need not be brought up from hundreds of feet below ground, be liquefied or be piped and distributed through large networks. Biomass and water are readily available in rural Bangladesh. Gas, like solar energy, can be produced where needed.

In 2005, Grameen Shakti launched the pilot phase of its biogas program for small farms and private households. It hired civil engineers, trained masons, developed training programs and constructed 450 biogas plants. What's more, it was challenging to create a market for a new and



expensive technology. And what better way to raise the interest of potential biogas customers than with the prospects of earning money as owners of a micro-utility.

Mr. Maola raises 3,000 chickens on his farm near the Dhaka airport. He is an entrepreneur with heart and soul. He quickly recognized the market opportunity of a biogas micro-utility near Dhaka. Liquefied petroleum gas (LPG) cost him 1,800 Taka a month in addition to the 1,000 Taka he was paying for fuel wood. A biogas plant could also be put to good use for what usually just cost him money to remove - the huge amount of dung produced by his 3,000 chickens.



Mr. Maola first invested in a 6 m<sup>3</sup> plant and easily found biogas customers in the densely populated area outside Dhaka. Everything worked out better than expected and soon more neighbors wanted biogas than he could accommodate. He invested in a second 6 m<sup>3</sup> plant and later in a third (4.8 m<sup>3</sup>). His plants now supply 23 families with biogas generating 8,050 Taka incomes per month. He has full ownership of two biogas plants and will finance the third in less than two years with a loan from Grameen Shakti.

Like thousands of other poultry farmers, Mr. Maola is a local entrepreneur. His biogas plants digest local digestible resources. The gas produced sells locally, which helps both the entrepreneurs and their village customers save on wood and imported kerosene. Local technicians and masons earn by building and maintaining the biogas plants. Their money stays in the village. This helps villages thrive.

### Micro-Utility Survey Study

Grameen Shakti has conducted household surveys and interviews in four different areas in Bangladesh under the agreement with three Japanese organizations namely PEAR Carbon Offset Initiatives Ltd., ALCEDO Corporation and Energy & Environment Institute Inc. The principal objective of the study is to identify RET dissemination hurdles for potential customers who are not covered by Grameen Shakti yet. Basically, we tried to explore various credit schemes and implementation mechanisms that would allow Grameen Shakti to expand their customer base to





poor rural households in remote areas with no chance of connection to the electricity and gas grids in the foreseeable future. Surveying to the existing micro-utility users also gave us much better understanding about clients mind set and concerns.

### Objectives of the Study

The primary objective of the study is to meet the energy demand of rural Bangladesh by improving access to affordable renewable energy solutions. Other objectives are stated below;

- a) Understand the status quo of Grameen Shakti's micro-utility program
  - Micro-utility potential in Bangladesh
- b) Conduct study through questionnaire survey
  - Surveys for existing SHS micro-utility owners and users
  - Surveys for existing Biogas micro-utility owners and users
  - Surveys for potential Biogas micro-utility owners and users

The ultimate objective of this survey study is to develop “**Micro-utility rural electrification and gas distribution business models**” and register these activities as programmatic CDM projects that encompass the entire country.

### Survey Locations and Justifications

Grameen Shakti has categorized our potential interviewees into five distinctive groups and based on the preliminary information provided by Grameen Shakti Divisional Managers, we chose four different areas for conducting the survey study.

Group	Chittagong	Bogra	Khulna	Tangail
1A	SHS Micro Utility Owner		SHS Micro Utility Owner	
1B	SHS Micro Utility User		SHS Micro Utility User	
2		Biogas Micro Utility Owner		Biogas Micro Utility Owner
3		Biogas Micro Utility User		Biogas Micro Utility User
4		Potential Biogas Micro Utility Owner		Potential Biogas Micro Utility Owner
5		Potential Biogas Micro Utility User		Potential Biogas Micro Utility User



For Solar Home System micro-utility study, Chittagong and Khulna division of Grameen Shakti has been selected as study area where questionnaire survey conducted because in these two areas Grameen Shakti solar home system micro-utility program status is better than the other areas of the country. Chittagong Hill Tracts is the area where grid electricity is very limited and people have less income due to the nature of job available in that area. And, Khulna is an area with so many large and small rivers. As a result, there are lots of areas bounded by the river (usually called *Hacour*) and char land. Same as Hill Tracts people their access to the grid electricity not only limited but also out of reach in most areas. Even though the people in Chittagong and Khulna are poor and underprivileged, they understood that access to the electricity is the key for their economic development. Hence, Grameen Shakti micro-utility program is so successful in these two areas.

For Biogas micro-utility study, Tangail and Bogra division of Grameen Shakti has been selected as study area where questionnaire survey conducted. Because, Tangail is the region where numerous number of poultry farms are available. And in Bogra division, almost every household has some domestic animals and cattle farming is very common business. As biogas technology is complex and required huge volume of raw materials like cattle and poultry manure, agricultural residue, solid waste etc., Grameen Shakti's biogas program is very successful in these two areas due to the availability of raw materials for biogas production.



### Group 1A: Existing SHS micro-utility owner

Group 1A consists of the people who are getting electricity using Solar Home System (SHS) and also sell extra electricity to their neighbors. The group members are actually Grameen Shakti clients in Chittagong and Khulna who got their system under Grameen Shakti micro-utility program. Under the current Grameen Shakti micro-utility program, clients can get a SHS by paying only 10% of the package price as down payment and rest of the 90% is payable through 24/36 monthly installments with 5/8% flat rate service charge.

### Sample Size:

74

### Group 1A Summary:

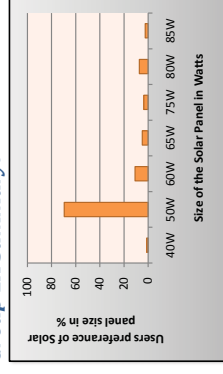


Figure 1: Users preference of Solar panel size

All clients in this group participated in Grameen Shakti micro-utility program. And, seventy percent of the interviewees chose the SHS package considering the number of lights they would receive. Most of the owners calculated probable income from renting lights before purchasing their SHS package.

Majority of Group 1A micro-utility owners own a 50 watt peak SHS. Micro-utility owners usually prefer to buy medium size SHS which allow the owner to use 4/5 CFL lights. In this way, they could rent up to 3/4 lights to their neighboring shops. The price of SHS more than 50 Wp seems unaffordable to the average micro-utility owners.

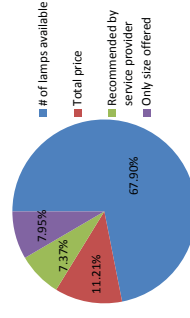


Figure 2: Factors affecting clients to choose SHS Packages

After purchasing the SHS, the micro-utility owners rented out three or four lights to their neighbors and on average every owner is managing three clients. Usually, owners prefer to charge per light and per month basis through negotiation with their clients. The average rent is 146 Taka per month per light. Hence, they are earning about 450 Taka per month by renting their spare lights. Micro-utility owners are able

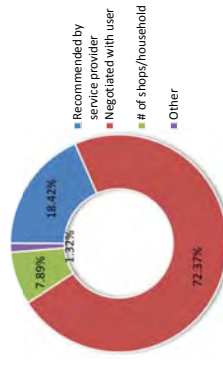


Figure 3: Approach of deciding rents for light

## Survey Data Analysis



to earn extra money also from charging mobile phones. Earning extra money were the main reasons the micro-utility owners purchased a SHS.

Not only that but also they are now saving money on their expenses for lighting. A SHS micro-utility owner's typical monthly cost on kerosene was about 324 Taka and counting the income from the rent, their monthly expenses remains same for the first three years. But after paying all the installments within three years, in addition of zero cost for lighting they are getting 450 Taka as extra income. Through the study, it appears evident that the SHS micro-utility program is successful as all the owners are completely satisfied with their system.



### Group 1B: Existing SHS micro-utility user

Group 1B consists of the people getting electricity through their neighbor who owns Grameen Shakti Micro-utility SHS. These people are not direct clients of Grameen Shakti but they became a part of Grameen Shakti renewable energy network.

### Sample Size:

60

### Group 1B Summary:

Group 1B populaces are usually used to use Kerosene before having the opportunity to enjoy electric light through their neighboring SHS micro-utility owners. At that time their monthly expenses on kerosene was 250 Taka which is about 75 Taka less than the SHS micro-utility owners' monthly expense on kerosene. This indicates, they are less capable to spend for electric lighting than the group 1A. Interesting part is that even though majority people use SHS for lighting, there are also a significant portion of people using solar electricity for mobile charging purposes.

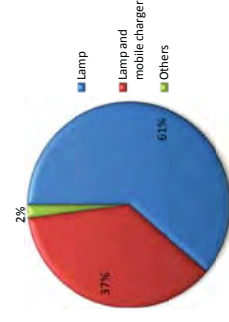
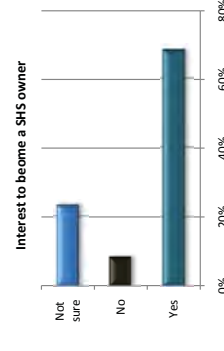


Figure 4: Appliances used by SHS service



Close to 70% participants of group 2 now become interested to have their own SHS. Less than 10% of the people are definitely not interested to install separate SHS. Among of these people, sixty percent interviewees are happy enough with the current service that they don't feel it is necessary to have separate SHS. Some also said they need more flexible financial scheme.

The solar home system micro-utility user group claimed that they are spending 150 Taka average for their solar electricity service. This is below their expenses on kerosene before getting the solar electricity. Not only they are saving money from their lighting expenses but also they are earning more by doing extended hour business. At the same time they are enjoying better living standard with no fumes and business environment has with shiny solar lights. It is also evident from the survey that the SHS micro-utility program has achieved its objectives as expected and that's why all the users are happy with the service.



### Group 2: Existing Biogas Micro-Utility Owners

We interviewed Grameen Shakti's biogas plant owners having at least 4.8 m<sup>3</sup> or larger size biogas plant, to understand the current situation, success and barriers. They are basically small or medium poultry farm owners and have more than 500 poultry birds. We categorized them in group 2 and most of the group 2 members, are selling their excess biogas and bioslurry to their neighbors and others. Some of them are also producing electricity through gas generator and use bioslurry for own land cultivation and/or fish farming (as fish feeds). Grameen Shakti's bio gas marketing is pretty successful, as almost 83% people came to know about biogas through Grameen Shakti's marketing staffs.

### Sample Size:

144

### Group 2 Summary

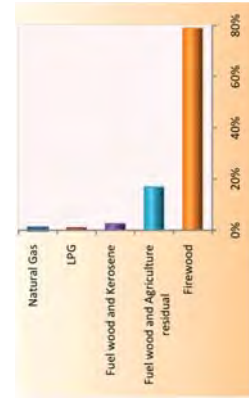


Figure 6: Main sources for cooking before Biogas installation

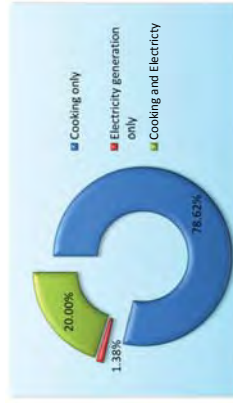


Figure 7: Use of Biogas by the biogas micro-utility owners

Approximately 44 million tons of biomass are used every year in Bangladesh for cooking and other heat generating purposes. This is the main reason of deforestation in Bangladesh. It can be easily understood from the statistics that in 2000, there was 10% forest area and in 2010 it reduced to 5.2%. Our survey data is showing the same trend, i.e., 79% interviewees were using fuel wood as their cooking fuel before installing biogas plant. 19% were using fuel woods along with agricultural residue, less than 1% people were connected with the national gas supply system and less than 1% people were using LPG (Liquid Petroleum Gas) due to its high price. On an average, these group members were used to spend 890 Taka for cooking purpose before. Now, more than 98% people are using biogas for cooking purpose, 1.4% people use biogas only for electricity generation and 20% people generates electricity in addition to cooking. For sure, biogas technology reduces the usage of biomass and therefore conserves the forests in Bangladesh.



About 92.5% participants have 4.8 m<sup>3</sup> biogas plants and the maximum size of the biogas plant interviewed was 14.2 m<sup>3</sup>. The average number of birds in those farms was 1400 which is enough raw materials for a 10 m<sup>3</sup> biogas plant. The reason behind this high percentage of 4.8 m<sup>3</sup> is that IDCOL is providing 9000 Taka subsidy for the household biogas plant up to 4.8 m<sup>3</sup>. Around 75% chose credit scheme for installing their plant. The rest of the owners invested their own money. This clearly indicates that poultry farm owners need financial support to build larger size biogas plant. So, subsidies or soft loans might be a very good motivation for small and medium poultry farm owners.

Average biogas micro-utility owners are managing 3 clients and the typical charge is 475 Taka per household per month. That means, on an average every biogas plant micro-utility owner is earning 1425 Taka per month. Even though 73% people are sharing biogas with their neighbors, 99% owners are getting either more or even quantity of biogas as expected. On an average, they use biogas stove approximately for 4.2 hours every day.

One of the interesting findings is that even though 90% people are aware about the economical benefit of bioslurry, about 40% just throw it away. Only 2.5% of the owners sell bioslurry, 20% use it in their own cultivation field, 25% use it in their fish farming as fish feeds and 10% are using it for both purposes. Drying of bioslurry is a problem and buyers need dry slurry, because it is convenient to carry. In most cases, people just leave the bioslurry outside for sun-drying and it takes long time to dry. Apart of this, another potential reason would be they don't have any clients around them who are interested to buy bioslurry as organic fertilizer. However, almost everybody knows the potential benefit of bioslurry and more than 80% people are interested to sell their bioslurry.

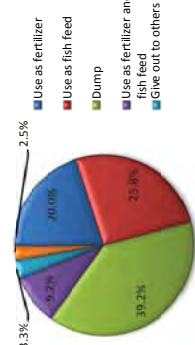


Figure 8: Use of bioslurry

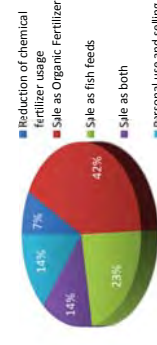


Figure 9: Potential benefit of bioslurry

Another interesting finding is that 92% poultry farm owners claimed the odor problem has been resolved after installing biogas plant. This means biogas is not only replacing biomass but also gives a good environment around the farm area. Although 44% clients in this group experienced technical problems, all the clients expressed 100% satisfaction regarding the biogas plant. This indicates, Grameen Shakti's after sales service is very efficient and the staffs are keen to help each and every client with their sound technical knowledge.



### Group 3: Existing Biogas Micro-Utility User

On an average each biogas owner, interviewed under group 2, usually rents his/her excess biogas to three customers. Those biogas customers were participating under group 3. That means, group 3 members are the people who do not have biogas plant on their own but use biogas for cooking purpose from their neighbors under group 2.

#### Sample Size:

333

#### Group 3 Summary

Same as group 2, 74% group 3 interviewees were used to use biomass as cooking fuel before getting biogas from their neighbors. 23% participants were using agricultural residue along with fuel wood. Only 3%, mainly upper middleclass, people could afford LPG though it was costly. Their average expenses on traditional fuels and LPG was about 930 Taka and it took about 4.7 hours to cook their every day meals. But after using biogas, their expenses have been reduced by approximately 50% and cooking time reduced by 1 hour. That means, by using biogas the clients are not only saving their money but also their time.

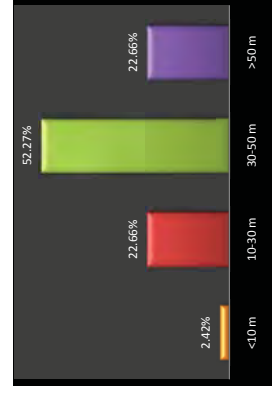


Figure 11: Distance of the biogas plant from user end



99.4% people said that they are getting enough gas for cooking. Depending on these statistics, it is evident that clients may use biogas with good pressure from a biogas plant owner even if s/he lives 100 meter away.

The most important thing is all the participants of group 3 were expressed their full satisfaction about biogas and are very happy to use it. Especially, environmental benefits like smoke-less environment, reduced cooking expenses and cooking time were much appreciated by the users.

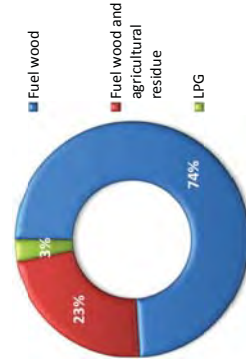


Figure 10: Types of fuel used before getting biogas

Among the group 3 participants, 38% have been using biogas for more than 3 years. 94% said, there was no additional cost for getting biogas connection. This indicates that in most cases the owner bears all the connection costs. However, the usual practice is that cook stove should be bought by the users. There is a concern among the group 3 members regarding the pressure at users end. But the survey data indicates that 52% users are living within 30 to 50 meter away from the biogas plant and about 23% users live in more than 50 to 100 meter distance.



#### Group 4: Potential Biogas Micro-Utility Owner

Poultry farm owners having more than 500 poultry birds, who have not installed any biogas plant yet, are classified as group 4. They have the resources for producing biogas and can be assumed as solvent enough to build biogas plant, but they require strong motivation and financial credit scheme for constructing biogas plant.

#### Sample Size:

216

#### Group 4 Summary

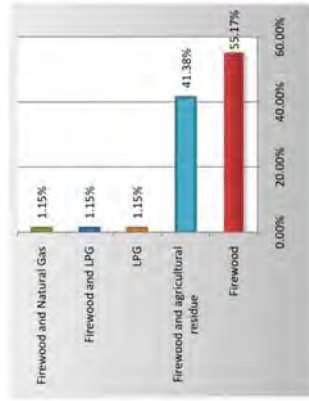
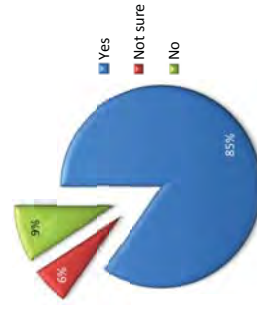


Figure 12: Main sources for cooking before Biogas installation

Although 99.5% participants are aware about the biogas plant and even they have sufficient source of raw materials, they haven't got one yet. About 81.5% participants told that they have been notified about biogas technology by the Grameen Shakti field staffs. 85% people have considered to install biogas plant and 6% people were not sure about biogas technology. Among the interviewees who haven't considered for installing biogas, 60% of them mentioned the reason of unavailable financial assistance. So, these are the most important people for this survey study and they

Figure 14: Consideration of installing biogas plant



need strong motivation, financial assistance and know-how about the financial benefits of having a biogas plant.

However, almost 50% people are aware about the benefits of biogas plant. At the moment they don't do much with the poultry litter. The majority of them, roughly about 53% interviewees, used to dump the poultry litter around the farm, which generates very bad odor and makes the environment unpleasant for the adjoining neighborhood. Only 30% people are getting financial benefits by selling poultry droppings and around 11% are using it for their own use as fertilizer. Greater part of group 4 has already received complaints from their neighbors regarding the bad smell from the poultry litter. Biogas is one of the suitable option for them to get rid of it, because, almost 80 to 85% odor is removed during anaerobic fermentation process in biogas digester.

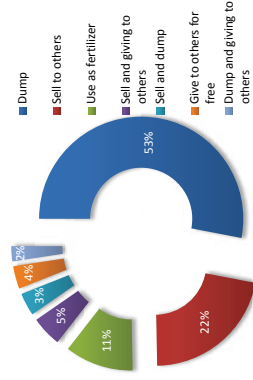


Figure 15: Current practice of poultry litter by group 4



### Group 5: Potential Biogas Micro-Utility User

The group 5 members are the households residing within 100 meter periphery of the farms incorporated in group 4. Almost, all of them are using biomass as cooking fuel. But they have strong desire to use biogas if the farm owners build biogas plant and offer them to get a connection.

#### Sample Size:

1230

#### Group 5 Summary

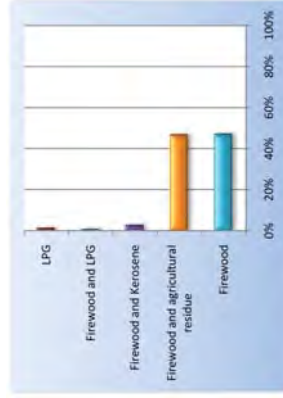


Figure 16: Current practice of cooking fuel

Same as group 4, almost 47% of the group 5 interviewees are using fuel wood as cooking fuel. Another 47% also use fuel wood and agricultural residue as cooking fuel. Very few people can afford to use LPG and Kerosene. The most interesting thing is, even though they have no raw materials to build biogas plant, 100% of them are aware about the biogas technology. More than 96% people are ready to accept biogas connection if it is offered to them. 80% people said, they got informed about the biogas technology through Grameen Shakti staffs and 14% know it by word of mouth i.e., through friends, relatives or other biogas owners.

Even though almost 78% group 5 interviewees are living 50 meter or more distance away from the nearest poultry farm, 82% participants already made complaints to the farm owners regarding the odor nuisance of poultry farm. Although 80% people in this group studied up to the secondary level, their awareness and positive attitude about biogas technology and awareness of environmental hazards are really impressive.

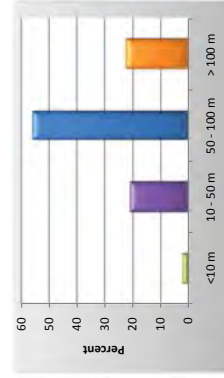


Figure 17: Distance from the nearby poultry farm



### Conclusion

The micro-utility survey provided a clear picture about the current trend and scenario of the existing micro-utility program. In addition, it also generated some ideas which may help Grameen Shakti to promote the existing program and what necessary changes could make the existing program more convenient and attractive among the prospective clients. The survey data was limited to 2100. However, it has been evident from the survey that selling biogas will not be a problem if the poultry farm owners build biogas plant. But, what needed is to develop a good market for organic fertilizer. That will allow the potential poultry farm owners would get the economical benefit of biogas plant as soon as they construct it.

### Recommendations

- Attractive financial packages may influence group 1B and group 4 members to have their own micro-utility system.
- Value added services like mobile charging facility in case of SHS and electricity generation through biogas may influence the respective groups.
- Forecasting the potential economical benefits and attractive financial packages may influence group 4 to install biogas plant.
- Selling bioslurry has a lot of potential to increase the income of biogas plant owners. But they are facing some problems if they want to sell bioslurry. On the one hand it takes a lot of time to dry the bioslurry under the sun to make it transportable. On the other hand there aren't a lot of customers for their bioslurry at the moment. Due to these there should be better techniques to dry the bioslurry faster.
- Government should promote Organic Fertilizer by creating a good market for organic fertilizer. There should be more advertisement for bioslurry to create a bigger demand for it. With this, another income generating activity next to selling biogas can be created, and the benefit from biogas plant increases.
- The survey of group 2 shows that the size of biogas plants is just up to 4.8 m<sup>3</sup> due to subsidies they get for plants smaller or equal that size. But actually a lot of biogas plant owners have potential for bigger plants because of their farm size. This makes clear that the demand for bigger biogas plant would increase if there are suitable subsidies and soft loans. By these they can produce more biogas and increase more income but also decrease the use of fuel wood and the deforestation.
- Extended period of after sales service may influence the potential clients to decide for getting micro-utility system. For example, five years after sales service can be offered in case of micro-utility programs.
- Policy makers should promote the biogas technology among the poultry farm owners. They may do this by developing new legislation viz. every poultry farm having more than 2500 birds must have to have a biogas plant, etc. It will solve the waste management problem around poultry farm as well as reduce the use of fuel woods.

## GROUP 1A

### Questionnaire for Existing Micro-Utility Owner

Name of Interviewee:  Date of interview:

GS Division Name:  GS Region Name:

GS Branch Name:

Name of Interviewee:

Address:

Village Name:  Upazila Name:

Post Office:  District Name:

Mobile:

Gender:  Male  Female

Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master

Type of Shop:

Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

#### A101. Micro-Utility system data

Year Installed:  (year)  (month)

Size of Solar Panel:  W

Size of Battery:  Ah

Appliance:  lamp  #  #  #

mobile charger  #

#### A102. How was Micro-Utility financed?

a) Credit

Total Cost:  Tk

Service charge (%):  %

Down-payment (%):  %

Period of payment (months):  months

b) Co-owned with other

c) Cash

d) Other (specify)

#### A103. How did you decide on the size of system?

- a) # of lamps available
- b) Total Price
- c) Recommended by provider
- d) Only size offered
- e) Other (specify)?  users

#### A104. How many users do you have?

#### A105. How did you decide on the fee?

- a) Recommended by service provider
- b) Negotiated with user
- c) # of shops/household
- d) Other (specify)

#### A106. How is the fee charged?

- a) Per time period (day, week, month)
- b) Per # and type of appliances (mobile, etc)
- c) Other (specify)

#### A107. How much fee do you charge?

Lamp:  Tk per

Mobile charge:  Tk per

Battery charge:  Tk per

#### A108. What was your lighting source before SHS installation?

- a) Kerosene lamp
- b) Diesel/petrol generator
- c) Others (specify)

#### 109. How much did you spend on such source?

Kerosene lamp:  Tk / month

Diesel generator:  Tk / month

Others:  Tk / month

#### A110. What is the motivating reason behind installing Micro-Utility?

- a) Economic benefit
- b) Convenience
- c) Other (specify)

#### A111. Do you have any maintenance contract with Grameen Shakti?

- (Applicable only if the owner has paid off all the credit)
- a) Yes
  - b) No

#### A112. Are you satisfied with the performance of SHS?

- a) Yes
- b) No

If No, please explain.

Questions / Comments:



## GROUP IB

Questionnaire for Existing Micro-Utility User

Name of Interviewer:  Date of interview:

GS Division Name:  GS Region Name:

GS Branch Name:

Name of Interviewee:

Address:

Village Name:  Upazila Name:

Post Office:  District Name:

Mobile:

Gender:  Male  Female

Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master

Type of Shop:

Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

B101. What was your lighting source before SHS service?

- a) Kerosene lamp
- b) Diesel/petrol generator
- c) Others (specify)

B102. How much did you spend on such source?

- Kerosene lamp  Tk / month
- Diesel generator  Tk / month
- Others  Tk / month

B103. How much do you pay for SHS service?

Tk / month

B104. List of appliances used by SHS service. (Circle all that apply)

- a) Lamp
- b) Mobile charge
- c) Battery charge
- d) Others (specify)

B105. Have you considered installing your own SHS?

- a) Yes (Skip to 107)
- b) No
- c) Not sure

B106. If No, what is the reason for not installing SHS?

- a) Not necessary
- b) High investment cost
- c) Suitable finance package not offered
- d) Other (specify)

B107. Are you satisfied with SHS service?

- a) Yes
- b) No

If No, please explain.

Questions / Comments:

Farm Name:

Farm Name:

### GROUP 2

Questionnaire for Existing Biogas Owner

Name of Interviewer:  Date of interview:

GS Division Name:  GS Region Name:

GS Branch Name:

Name of Interviewee:

Address:

Village Name:  Upazila Name:

Post Office:  District Name:

Mobile:

Gender:  Male  Female

Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master

Occupation:

Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

Access to natural gas utility:  Yes  No

Access to electricity utility:  Yes  No

201. Livestock data

# of Poultry birds:  # of Cattle:

202. Biogas digester data

Plant size (gas generation capacity)  m<sup>3</sup>/day

Year constructed  (year)  (month)

203. How was Biogas digester financed?

a) Credit

Total Cost  Tk

Service charge (%)  %

Down-payment (%)  %

Period of payment (months)  months

Subsidy (if any)  Tk

b) Cash

c) Other (specify)

204. What is the main source of raw material for the digester?

- a) Poultry litter
- b) Cow dung
- c) Kitchen waste
- d) Agricultural waste
- e) Other (specify)

205. For what purpose is biogas used?

- a) Cooking only (skip to 207)
- b) Electricity generation only
- c) Cooking and electricity generation
- d) Other (specify)

206. What is the size of engine generator?  kW

207. How did you know about Biogas?

- a) Through publicity media (TV, Radio, Newspaper)
- b) Through service provider
- c) Through friends/relatives
- d) Through other Biogas owner
- e) Other (specify)

208. What was the main source of energy for cooking before Biogas installation?

- a) Fuel wood
- b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
- c) Kerosene
- d) LPG
- e) Natural Gas
- f) Other (specify)

209. How much did you spend on such source?

- Fuel wood  Tk / month
- Agricultural residue  Tk / month
- Kerosene  Tk / month
- LPG  Tk / month
- Natural Gas  Tk / month
- Other  Tk / month

210. How many Biogas stove do you own?  stove

211. How many hours do you run your Biogas stove?  hrs/day

212. Is the digester producing as much biogas as what you expected?

- a) More
- b) Even (Skip to 216)

Farm Name:

Related Farm Name:

**GROUP 3**  
Questionnaire for Existing Biogas User

213. What are you doing with the excess biogas, if any?  
c) Less (Skip to 216)  
a) Sale to neighbor  
b) Give to others for free  
c) Nothing  
d) Other (specify)

214. If you sell your biogas, how many users do you have?  
\_\_\_\_\_ users  
\_\_\_\_\_ Tk / month

215. How much fee do you charge per user?  
\_\_\_\_\_ Tk / month

216. How many times did you ask technical advice/service to biogas digester providers?  
a) 3 or less  
b) 4 or more  
c) Never

217. Do you have any maintenance contract with Grameen Shakti?  
(Applicable only if the owner is using biogas digester for more than 2 years)  
a) Yes  
b) No

218. Have you noticed any difference of odor since installation of Biogas digester?  
a) Better  
b) no difference  
c) Worse

219. What do you do with the bio slurry? (Circle all that apply)  
a) Use as fertilizer  
b) Use as fish feed  
c) Dump  
d) Sale to others  
e) Give out to others  
f) Other (specify)

220. Have you seen any economic benefit from bio slurry? (Circle all that apply)  
a) Reduction of chemical fertilizer purchase  
b) Increase of income by sale of bio slurry  
c) Increase of income by sale of fish feed  
d) None  
e) Other (specify)

221. Are you interested in selling bio slurry?  
a) Yes  
b) No

222. Are you satisfied with performance of Biogas digester?  
a) Yes  
b) No  
If No, please explain.

Questions / Comments:

Name of Interviewer: \_\_\_\_\_ Date of interview: \_\_\_\_\_  
GS Division Name: \_\_\_\_\_ GS Region Name: \_\_\_\_\_  
GS Branch Name: \_\_\_\_\_

Name of Interviewee: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_  
Village Name: \_\_\_\_\_ Upazila Name: \_\_\_\_\_  
Post Office: \_\_\_\_\_ District Name: \_\_\_\_\_  
Mobile: \_\_\_\_\_

Gender:  Male  Female  
Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master  
Occupation: \_\_\_\_\_  
Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

Access to natural gas utility:  Yes  No  
Access to electricity utility:  Yes  No

301. What was the main source of energy for cooking before Biogas installation?  
a) Fuel wood  
b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)  
c) Kerosene  
d) LPG  
e) Natural Gas  
f) Other (specify)

302. How much did you spend on such source?  
Fuel wood \_\_\_\_\_ Tk / month  
Agricultural residue \_\_\_\_\_ Tk / month  
Kerosene \_\_\_\_\_ Tk / month  
LPG \_\_\_\_\_ Tk / month  
Natural Gas \_\_\_\_\_ Tk / month  
Other \_\_\_\_\_ Tk / month

303. How many hours did you spend cooking before Biogas installation?  
\_\_\_\_\_ hrs/day

Related Farm Name: \_\_\_\_\_

### GROUP 4

Questionnaire for Potential Biogas Owner

304. Any additional cost in getting Biogas connection?

- a) No
- b) Yes

Biogas stove  Tk

Gas pipeline  Tk

Other (specify)  Tk

305. How long have you been using Biogas?

- a) Less than 1 year
- b) 1-3 years
- c) Longer than 4 years

306. How many hours do you run your Biogas stove?

hrs/day

307. How much do you pay for Biogas?

Tk / month

308. Is the Biogas fulfilling your demand?

- a) No
- b) Yes (skip to 310)
- c) Not sure

309. If No, what is your secondary source of energy for cooking?

- a) Fuel wood
- b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
- c) Kerosene
- d) LPG
- e) Natural Gas
- f) Other (specify)

310. What is the approximate distance from Biogas digester?

- a) Less than 10m
- b) 10 - 50m
- c) 50 - 100m
- d) More than 100m

311. Are you satisfied with using Biogas?

- a) Yes
- b) No

If No, please explain.

Questions / Comments:

Name of Interviewer:  Date of interview:

GS Division Name:  GS Region Name:

GS Branch Name:

Name of Interviewee:

Address:

Village Name:  Upazila Name:

Post Office:  District Name:

Mobile:

Gender:  Male  Female

Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master

Occupation:

Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

Access to natural gas utility:  Yes  No

Access to electricity utility:  Yes  No

401. Livestock data  # of Poultry birds:  # of Cattle:

402. What is the main source of energy for cooking?

- a) Fuel wood
- b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
- c) Kerosene
- d) LPG
- e) Natural Gas
- f) Other (specify)

403. How much do you spend on such source?  Tk / month

Fuel wood  Tk / month

Agricultural residue  Tk / month

Kerosene  Tk / month

LPG  Tk / month

Natural Gas  Tk / month

Other  Tk / month

404. What do you do with the poultry litter? (Circle all that apply)

- d) Reduction in cooking time
  - e) No expense for biomass
411. Have you received any complaints from neighbor regarding odor from poultry farm?
- a) Yes
  - b) No (skip to Question / Comment)

412. If Yes, what is your suggestion to reduce odor?

Questions / Comments:

- a) Dump
  - b) Sale to others
  - c) Give to others for free
  - d) Use as fertilizer
  - e) Other (specify)
405. Are you aware of Biogas digester?
- a) Yes
  - b) No (skip to 410)
406. If Yes, how did you know about Biogas digester?
- a) Through publicity media (TV, Radio, Newspaper)
  - b) Through service provider
  - c) Through friends/relatives
  - d) Through other Biogas owner / user
  - e) Other (specify)

407. Have you considered installing Biogas digester?

- a) Yes
- b) No
- c) Not sure

408. If No, what is the reason for not installing Biogas digester?

- a) Not necessary
- b) High investment cost
- c) Suitable finance package not offered
- d) No land available
- e) Not enough information available
- f) Other (specify)

409. If you could purchase a Biogas digester, what would be your preferred way of finance?

Size (m3/day)	# of birds required	Working hours of single stove	Total Cost (Tk)
6.0	900-1,000	20 hrs	50,000

- a) 100% Cash
- b) Credit Option 1 - 15% Down payment, 36 installments
- c) Credit Option 2 - 30% Down payment, 24 installments
- d) Credit Option 3 - 50% Down payment, 12 installments
- e) Other (specify)

410. Do you know the benefit of installing Biogas digester? (Circle all that apply)

- a) Sale of excess Biogas
- b) Sale of bio slurry as fertilizer
- c) Sale of bio slurry as fish feed

## GROUP 5

### Questionnaire for Potential Biogas User

Name of Interviewer:  Date of interview:

GS Division Name:  GS Region Name:

GS Branch Name:

Name of Interviewee:

Address:

Village Name:  Upazila Name:

Post Office:  District Name:

Mobile:

Gender:  Male  Female

Age:  20-29  30-39  40-49  50+

Education:  No formal  Primary  Secondary  HSC  Honor  Master

Occupation:

Family Size:  1-2  3-4  5-6  7+

Access to natural gas utility:  Yes  No

Access to electricity utility:  Yes  No

501. What is the main source of energy for cooking?

- a) Fuel wood
- b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
- c) Kerosene
- d) LPG
- e) Natural Gas
- f) Other (specify)

502. How much do you spend on such source?

- Fuel wood  Tk / month
- Agricultural residue  Tk / month
- Kerosene  Tk / month
- LPG  Tk / month
- Natural Gas  Tk / month
- Other  Tk / month

503. Are you aware of Biogas?

- a) Yes
- b) No (skip to 505)

504. If Yes, how did you know about Biogas?

- a) Through publicity media (TV, Radio, Newspaper)
- b) Through service provider
- c) Through friends/relatives
- d) Through Biogas owner/user
- e) Other (specify)

505. Do you have any complaint against odor from poultry farm?

- a) Yes
- b) No

506. What is the approximate distance from poultry farm?

- a) Less than 10m
- b) 10 - 50m
- c) 50 - 100m
- d) More than 100m

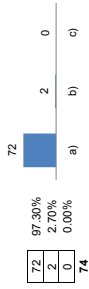
507. Would you be interested in using Biogas if it becomes available?

- a) Yes
- b) No

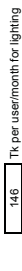
If No, please explain.

Questions / Comments:

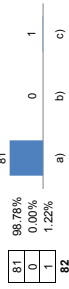
- A106. How is the fee charged?  
 a) per time period (day, week, month)  
 b) per # and type of appliance (mobile, etc)  
 c) Other



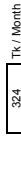
- A107. How much fee do you charge?



- A108. What was your lighting source before SHS installation?  
 a) Kerosene lamp  
 b) Diesel/petrol generator  
 c) Other



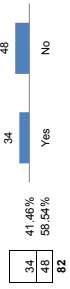
109. How much did you spend on such source?



- A110. What is the motivating reason behind installing Micro-Utality?  
 a) Economic benefit  
 b) Convenience  
 c) Other



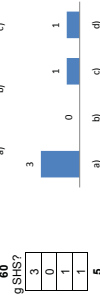
- A111. Do you have any maintenance contract with Grameen Shakti?  
 a) Yes  
 b) No



- B105. Have you considered installing your own SHS?  
 a) Yes  
 b) No  
 c) Not sure



- B106. If No, what is the reason for not installing SHS?  
 a) Not necessary  
 b) High investment cost  
 c) Suitable finance package not offered  
 d) Other

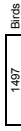


- B107. Are you satisfied with SHS service?  
 a) Yes  
 b) No



**GROUP 2**  
 Questionnaire for Existing Biogas Owner

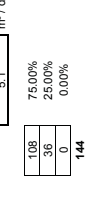
201. Livestock data



202. Biogas digester data



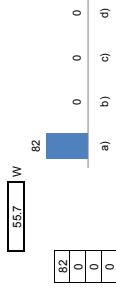
203. How was Biogas digester financed?  
 a) Credit  
 b) Cash  
 c) Other



**Annex**

**GROUP 1A**  
 Questionnaire for Existing Micro-Utality Owner

- A101. Micro-Utality system data



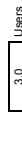
- A102. How was Micro-Utality financed?  
 a) Credit  
 b) Co-owned with other  
 c) Cash  
 d) Other



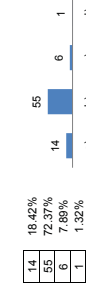
- A103. How did you decide on the size of system?  
 a) # of lamps available  
 b) Total price  
 c) Recommended by service provider  
 d) Only size offered  
 e) Other



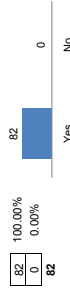
- A104. How many users do you have?



- A105. How did you decide on the fee?  
 a) Recommended by service provider  
 b) Negotiated with user  
 c) # of shops/household  
 d) Other



- A112. Are you satisfied with the performance of SHS?  
 a) Yes  
 b) No

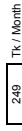


**GROUP 1B**  
 Questionnaire for Existing Micro-Utality User

- B101. What was your lighting source before SHS service?  
 a) Kerosene lamp  
 b) Diesel/petrol generator  
 c) Others



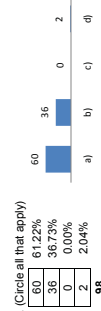
- B102. How much did you spend on such source?  
 Tk / Month



- B103. How much do you pay for SHS service?  
 Tk



- B104. List of appliances used by SHS service. (Circle all that apply)





208. What were your main sources of energy for cooking before Biogas installation?

a) Fuel wood	94	78.98%
b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)	20	18.61%
c) Kerosene	3	2.52%
d) LPG	1	0.84%
e) Natural Gas	0	0.00%
f) Other	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>119</b>	

209. How much did you spend on such source?

Tk / month

210. How many Biogas stove do you own?

Stove

211. How many hours do you run your Biogas stove?

Hrs / day

212. Is the digester producing as much biogas as what you expected?

a) More	94	64.83%
b) Even	50	34.48%
c) Less	1	0.69%
<b>Total</b>	<b>145</b>	

213. What are you doing with the excess biogas, if any?

a) Sale to neighbor	103	71.53%
b) Give to others for free	2	1.39%
c) Nothing	33	22.92%
d) Other	6	4.17%
<b>Total</b>	<b>144</b>	



220. Have you seen any economic benefit from bio slurry?

a) Reduction of chemical fertilizer purchase	6
b) Increase of income by sale of bio slurry	33
c) Increase of income by sale of fish feed	18
d) None	11
e) Other (specify)	11
<b>Total</b>	<b>80</b>

221. Are you interested in selling bio slurry?

a) Yes	114	81.43%
b) No	26	18.57%
<b>Total</b>	<b>140</b>	

222. Are you satisfied with performance of Biogas digester?

a) Yes	139
b) No	0
<b>Total</b>	<b>139</b>

**GROUP 3**

**Questionnaire for Existing Biogas User**

301. What was the main source of energy for cooking before Biogas installation?

- a) Fuel wood
- b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
- c) Kerosene
- d) LPG
- e) Natural Gas
- f) Other (specify)



204. What is the main source of raw material for the digester?

a) Poultry litter	142	97.98%
b) Cow dung	3	2.07%
c) Kitchen waste	0	0.00%
d) Agricultural waste	0	0.00%
e) Other	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>145</b>	

205. For what purpose is biogas used?

a) Cooking only	114	78.62%
b) Electricity generation only	29	20.00%
c) Cooking and Electricity	0	0.00%
d) Other	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>143</b>	

206. What is the size of engine generator?

kW

207. How did you learn about Biogas?

a) Through publicity media (TV, Radio, Newspaper)	2	1.36%
b) Through service provider	120	82.76%
c) Through friends/relatives	12	8.28%
d) Through other Biogas owner	11	7.59%
e) Other	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>145</b>	



214. If you sell your biogas, how many users do you have?

Users  Tk

215. How much fee do you charge per user?

Tk

216. How many times did you ask technical advice/service to biogas digester providers?

a) 3 or less	42	29.79%
b) 4 or more	20	14.18%
c) Never	79	56.03%
<b>Total</b>	<b>141</b>	

217. Do you have any maintenance contract with Grameen Shakti?

a) Yes	9	19.15%
b) No	38	80.85%
<b>Total</b>	<b>47</b>	

218. Have you noticed any difference of odor since installation of Biogas digester?

a) Better	110	91.67%
b) No difference	0	0.00%
c) Worse	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>110</b>	

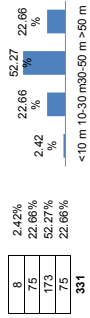
219. What do you do with the bio slurry?

a) Use as fertilizer	24	20.00%
b) Use as fish feed	31	25.83%
c) Dump	47	39.17%
d) Sell to others	11	9.17%
e) Give out to others	4	3.33%
f) Other (specify)	3	2.50%
<b>Total</b>	<b>120</b>	





310. How far do you live from Biogas digester?
- |                  |     |        |
|------------------|-----|--------|
| a) Less than 10m | 8   | 2.42%  |
| b) 10-30m        | 75  | 22.86% |
| c) 30-50m        | 173 | 52.27% |
| d) More than 50m | 75  | 22.86% |
- 331



311. Are you satisfied using Biogas?
- |        |     |
|--------|-----|
| a) Yes | 332 |
| b) No  | 0   |
- 332

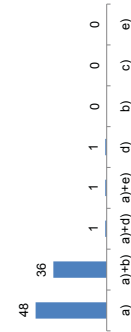


**Group 4**  
Questionnaire for Potential Biogas Owner

401. Livestock data

1672 Bids

402. What is the main source of energy for cooking?
- |                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| a) Firewood                          | 36 |
| b) Firewood and agricultural residue | 0  |
| c) Kerosene                          | 0  |
| d) Firewood and LPG                  | 0  |
| e) Firewood and Natural Gas          | 0  |
| f) Other                             | 0  |
- 48

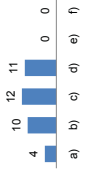


403. How much do you spend on such source?

1180 Tk / month

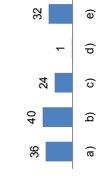


404. If No, what is the reason for not installing Biogas digester?
- |   |    |        |
|---|----|--------|
| a) Not necessary                        | 4  | 10.81% |
| b) High investment cost                 | 10 | 27.03% |
| c) Suitable finance package not offered | 12 | 32.43% |
| d) No land available                    | 11 | 29.73% |
| e) Not enough information available     | 0  | 0.00%  |
| f) Other (specify)                      | 0  | 0.00%  |
- 37



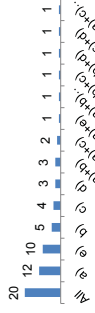
405. If you could purchase a Biogas digester, what would be your preferred way of finance?

- |                                       |    |        |
|---------------------------------------|----|--------|
| a) 100% Cash                          | 36 | 27.07% |
| b) Credit Option 1 - 15% Down payment | 40 | 30.08% |
| c) Credit Option 2 - 30% Down payment | 24 | 18.05% |
| d) Credit Option 3 - 50% Down payment | 1  | 0.75%  |
| e) Other (specify)                    | 32 | 24.06% |
- 133



410. Do you know the benefit of installing Biogas digester?

- |                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| a) Sale of excess Biogas            | 12 |
| b) Sale of bio slurry as fertilizer | 10 |
| c) Sale of bio slurry as fish feed  | 5  |
| d) Reduction in cooking time        | 4  |
| e) Others                           | 3  |
- 20



302. How much did you spend on such source?

928 Tk / month

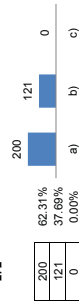
303. How many hours did you spend cooking before Biogas installation?

4.7 Hrs

304. Any additional cost in getting Biogas connection?
- |        |     |
|--------|-----|
| a) No  | 255 |
| b) Yes | 17  |
- 272



305. How long have you been using Biogas?
- |                        |     |        |
|------------------------|-----|--------|
| a) Less than 1 year    | 200 | 62.31% |
| b) 1-3 years           | 121 | 37.69% |
| c) Longer than 4 years | 0   | 0.00%  |
- 321



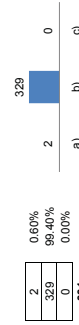
306. How many hours do you run your Biogas stove?

3.6 Hrs

307. How much do you pay for Biogas?

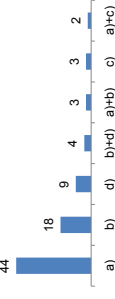
489 Tk

308. Is the Biogas fulfilling your demand?
- |             |     |        |
|-------------|-----|--------|
| a) No       | 2   | 0.60%  |
| b) Yes      | 329 | 99.40% |
| c) Not Sure | 0   | 0.00%  |
- 331



404. What do you do with the poultry litter? (Circle all that apply)

- |                            |    |
|----------------------------|----|
| a) Dump                    | 44 |
| b) Sell to others          | 18 |
| c) Give to others for free | 9  |
| d) Use as fertilizer       | 4  |
| e) Other (specify)         | 3  |
- 212



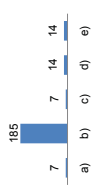
405. Are you aware of Biogas digester?

- |        |     |        |
|--------|-----|--------|
| a) Yes | 211 | 99.53% |
| b) No  | 1   | 0.47%  |
- 212



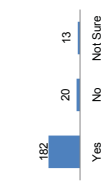
406. If Yes, how did you learn about Biogas digester?

- |   |     |        |
|---|-----|--------|
| a) Through publicity media (TV, Radio, Newspaper) | 7   | 3.08%  |
| b) Through service provider                       | 195 | 81.50% |
| c) Through friends/relatives                      | 7   | 3.08%  |
| d) Through other Biogas owner / user              | 14  | 6.17%  |
| e) Other (specify)                                | 14  | 6.17%  |
- 227



407. Have you considered installing Biogas digester?

- |             |     |        |
|-------------|-----|--------|
| a) Yes      | 182 | 84.65% |
| b) No       | 20  | 9.30%  |
| c) Not Sure | 13  | 6.05%  |
- 215





504. If Yes, how did you learn about Biogas?
- a) Through publicity media
  - b) Through service provider
  - c) Through friends/relatives
  - d) Through Biogas owner/user
  - e) Other (specify)



505. Do you have any complaint against odor from poultry farm?
- a) Yes
  - b) No



506. What is the approximate distance from poultry farm?

- a) Less than 10m
- b) 10 - 50m
- c) 50 - 100m
- d) More than 100m



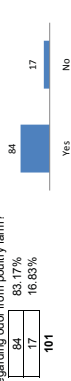
507. Would you be interested in using Biogas if it becomes available?

- a) Yes
- b) No



411. Have you received any complaints from neighbor regarding odor from poultry farm?

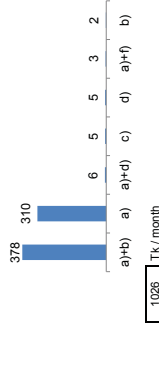
- a) Yes
- b) No



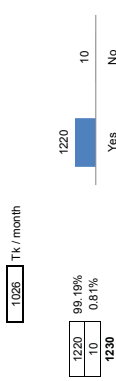
412. If Yes, what is your suggestion to reduce odor?

**Group 5**  
Questionnaire for Potential Biogas User

501. What is the main source of energy for cooking?
- a) Fuel wood
  - b) Agricultural residue (rice straw, leaf, etc)
  - c) Kerosene
  - d) LPG
  - e) Natural Gas
  - f) Other



502. How much do you spend on such source?



503. Are you aware of Biogas?

- a) Yes
- b) No