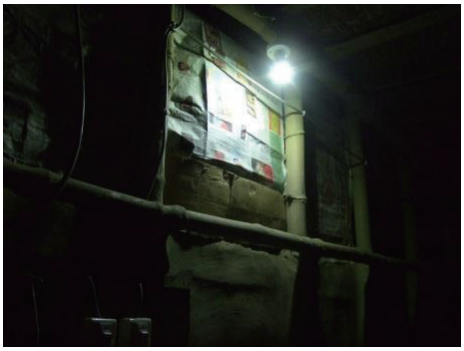
屋根の上のパネルの様子

その後、軽量太陽光パネルを 3 週間前に設置した家庭をモニタリングのため訪れた。訪問した家庭は 2 個の CFL ライト（電球型蛍光灯）を使用していた。ひとつは玄関の外側に付けてあり、防犯とともに夜間外へ出る際に足元を照らす用途に使用されていた。もうひとつのライトは家屋の 2 部屋の仕切りの真上に設置してあった。点灯してもらったところ設置場所がうまく工夫されていたため、一つのライトで 2 つの部屋を明るく照らすことができた。夕方だったため、その明かりの眩しさが際立った。同家庭の隣人はまだパネルを設置しておらず、ケロシンランプを頼りに暮らしているが、明るさの差は歴然としていた。

これまで使用していた
ケロシンランプ

ケロシンランプで料理する女性



軽量太陽光パネルによる
ランプ

iv）　シュナムゴンジのジャワバザールユニット　（12 日）

20W のパネルの設置の視察を行った。設置作業は問題なく終了した。設置後のパネルからの電圧も問題はなかった。

20W パネルの設置

設置後の様子

その後、既に設置が終了していた SHS 80W 2 台の視察を行ったところ、どちらも問題なく稼働していた。

（c）設置タイプの課題と改善案

軽量太陽光パネルは軽量、フレキシブルで取扱いやすいということをメリットとして展開している。このため設置方法は極力簡単にしたいところである。しかし、簡単にすれば風に対する抵抗も弱くなり、パネル内部が断線する恐れがある。現在 TMSS が様々な設置方法を試し、軽量太陽光パネルに適した設置方法を研究中である。その際、都度パネルからの電圧を測定し異常の有無をチェックしながら最適な設置法を確定することが必要である。比較対象の従来型太陽光パネルはこれまで長い年月をかけて設置方法が最適化されていることを考慮すれば、軽量太陽光パネルの設置方法も今後改善を重ね最適化されてゆくと考えられる。

設置後、TMSS スタッフに従来型太陽光パネルとの比較について尋ねたところ、「軽量太陽光パネルの設置には時間がかかる」という意見が多くを占めた。20W では差異がないが、その他のサイズでは、パネルの枚数が多くなるので手間が増え、40W の設置については、通常 1 時間で終了するものが、1 時間 30 分ほどかってしまうとのことだった。しかし、一度技術を習得してしまえば作業は迅速に行うことができ、設置時間は短縮されると思われるため今後の改善に期待したい。一方、良い点としては、運ぶのが軽くて楽なこと、設置がより安全に実施できることが挙げられた。従来型太陽光パネルは重いため、設置作業時に屋根の上でバランスを取るのが難しく、またパネルを落下させてしまう危険性が高いとのことであった。

（d） 1 ケ月点検：2012 年 11 月 14 日（水）～11 月 15 日（木）

設置上の問題がある場合は 1 ヶ月以内にトラブルとなって表れやすいとの助言が MCC のメンバーからあった。そのため 10 月 14 日と 15 日に設置したタンガイルの 3 台の 1 ヶ月点検を行った。合わせてタンガイルサイトに設置されたその他の 8 台の SHS の視察・点検を行った。

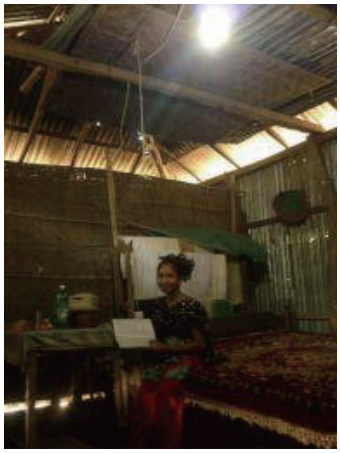
10 月 14 日に設置した 80W。パネルからの電圧、ボルトの緩み、固定金具のぐらつきなど

を点検したところ異常はみられなかった。

タンガイルの 80W SHS

次に 10 月 15 日に設置した 20W の家屋を訪問した。パネルからの電圧は 29. 4V で問題なし。電力の用途を聞いてみると、子供の夜間の勉強用ライトとのことだったのでデモをしてもらった。

タンガイルの 20W SHS



子供の夜間の勉強にライトが役立っている（写真は昼間撮影）

次に 10 月 15 日に設置を見学した家屋の 1 ケ月点検を行った。パネルは多少砂埃を被っていたが、それ以外は 1 ケ月前と変わらない状態で安定していた。外から見える範囲ではボルトの緩みなどは見られなかった。パネルからの起電力は 29. 8V で問題な

い範囲であった。電力の用途がキッチンの電灯との事だったので、デモをしてもらった。

Tangail の 40W SHS

キッチンの電灯が役立っている（写真は昼間撮影）

その他、既に設置済みの SHS を視察した。20W 2 台、40W 3 台、80W 3 台であった。ほぼ問題なかったが、20W のうち 1 台のパネルからの電圧が 22. 1V であった。この値は正常値の目安である 26V を下回っている。しかしながらこの家屋での使用電気機器はランプ 2 個だけである。消費電力が小さく、現段階ではバッテリーは常にフルチャージを継続しており問題が顕在化していない。この点について TMSS も事情はよく理解しており、今後も注意してモニタリングを継続する。また、80W のうち 1 台、および 40W のうち 1 台は 1 本の竹にパネルを取り付けている。竹は 1 本 30 タカ程度なので設置にかかるコストが低減される。触ってみたが金属ポールを用いる場合と安定性は変わりないように見えた。パネルの電圧を測定したところ、どちらも異常はみられなかった。

80W SHS　竹を使用

40W SHS 竹を使用

竹の固定箇所

d）エンドユーザーへのヒアリング

タンガイルで 1 ケ月点検を行った際、各エンドユーザーにヒアリング調査を行った。軽量太陽光パネルに期待するものは何か、との問いに対して一番多かった回答がケロシンランプと違い煙が出ないので健康的、かつコストがかからない点、及び夜間の仕事で収入が向上する点や子供のいる家庭では夜間の勉強用の灯りになる点であった。その他、携帯電話の充電が可能、保管している農作物や家畜の盗難防止、店舗に設置した場合は営業時間が延長できる事、等が挙げられた。

3）パイロット調査結果

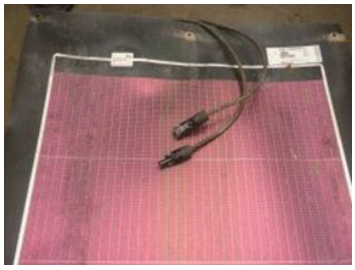
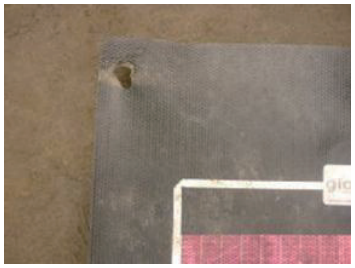
上記 SHS の調査に関し、8 ヶ月のモニタリング、及び設置方法の改善を行った。調査終了時点で、gioa のエンドユーザー向けの価格について TMSS にヒアリングしたところ、既存のシリコン結晶型パネルと同等の価格であれば販売できるのではないかという回答を得た。エンドユーザーにとってみれば既存のパネルであっても gioa であってもパフォーマンスを出していれば問題なく、たとえ安価品が粗悪で途中で故障しても保証があるので新品に交換してもらえる。SHS のように競合品がある場合、高品質であっても高価格であればバングラデシュでは売れないようである。一方、同価格である場合は間違いなく gioa が選ばれる。その理由は、①日本製なので信頼される、②エンドユーザーと設置者の負担が少ない、③雹（ひょう）で壊れにくいのでコスト安、④朝晩有効で発電時間が長い、⑤女性が設置できる、等である。⑤に関して、女性が屋根に登って設置するのは肉体的、社会的に無理だが今回開発した竹の先に付ける方法だと充分可能である。重たいバッテリーの運搬は近所の人々が手伝う。夜間の移動は避けるように計画すればよい。なお、屋根に登って設置すると屋根が傷みやすく雨漏りするという問題がある。

価格についてエンドユーザー価格は既存品と同一でなければならないとの調査結果が出たのでパネルの原価がどうなるのかを見積もった。gioa の場合は輸送や設置のコストが下がるので原価はある程度高めでよいのではないかと考えたが、削減されたコストは大きくは無かった。既存の 20W パネルの導入コスト 13750TK に対して、gioa の場合は 13653TK でそ

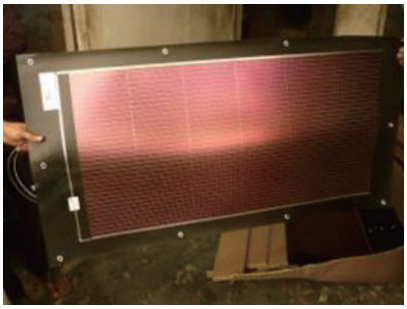
の差は 1%以下という見積もり結果となった。
1. 2(4)のエンドユーザーへのヒアリングを再度行い、情報の入手を試みた。以下の新しい意見が聞かれた。
① 灯りがあるので夜間の家族間の会話が増えた。お互いの情報交換に役立っている。
② 携帯電話の充電に役立っている。→　照明以外は禁止していたのではないか、との問いに対し、以前は間違った配線をしていたので注意した。正しい配線ならばよい。携帯電話の電気量は少ないので問題ないと回答であった。
③ 夜間に気軽に中庭に出られるようになった。
④ 3 年生から 4 年生になると読み物増えたので助かっている。
⑤ “A” grade で高校を卒業できた。毎日 12 時まで 5～6 時間勉強した。
⑥ ランプを持ち運ぶより動きやすくて助かる。

1. 4 ソーラーパネルの取り外し
本調査のルール上、PJ 終了後は PJ 前の状態に復帰させなければならない。そこでパネルを取り外して使用済みパネルの写真を撮影した。以下に 2 軒の例を示す。
パネルを取り外すと、ハトメの金具が取れている箇所があった。他のパネルでも散見されるとのこと。今後の課題として三菱化学社に伝えることにした。

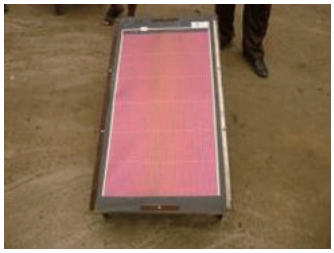
Karihathi ユニットにて取り外したパネル

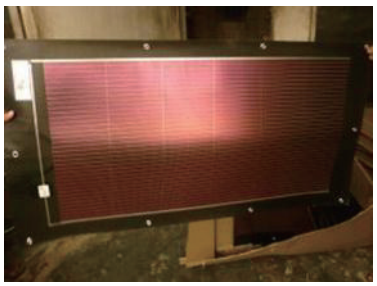
（参考）同パネルの新品の時の様子　2012 年 10 月撮影



Dharapara ユニットで取り外したパネル



（参考）同パネルの新品時の様子　2012 年 10 月撮影



4）考察

バ国の現在の太陽光パネル市場は、中国製とそれに続くインド製の安価なパネルによる寡占状態である。このため、バ国で事業性を確保するためには、有機薄膜太陽光パネルの大量生産により製造単価を大幅に引き下げることが最も重要な前提条件となる。現在バ国で販売されている太陽光パネルの市場価格は、ワットあたり約 1 ドルであるが、今後さらに低下する可能性も否定できないことから、競合他社の価格戦略ならびに三菱化学の量産化に向けた開発スピードがバ国市場における優位性を左右する。

一方で、現地で太陽光パネルを取扱っている業者からは、中国製のパネルは品質の見極めが非常に難しく、表示上の規格出力を大きく下回るなど、商品能力に難があるものが非常に多いとの声も聞かれている。
こういった現場の声をとらえ、有機薄膜太陽光パネルは、高い日本の技術力を用い、出力の安定性など品質面での担保を添えて競争力を強化することが有効であると推察する。さらに、薄型でフレキシブルという特性を生かし、従来型太陽光パネルでは実現できない設置方法を見出すことにより、中国製品との価格面での直接的な競争を避けることにつながることが期待される。

## 2. ソーラー灌漑ポンプパイロット調査実施内容

### 1）パイロット調査設計

#### a）調査の目的

本調査では、灌漑の度に業者から水を購入している小規模農家が、自らあるいは共同で小規模の灌漑ポンプを所有することにより農業にかかるコストを削減できないかを検証することを目的とする。バ国においては前述のとおりソーラー灌漑ポンプへの需要が高く様々な組織が試行的な設置を開始しているが、そのなかで小型灌漑ポンプの導入実績は少ないことから、実際に試作品を稼働させて技術的な実用性を検証するとともに潜在的なニーズを検証する。

#### b）調査項目

上記の目的を達成するため調査する項目は以下である。

- 平均揚水量の測定等のソーラー灌漑ポンプの性能の検証
- 設置・メンテナンスコストの算定と農家への所得へのインパクトの試算
- 設置方法の検討による新たな付加価値の確認

#### c）現地パートナーの選定

軽量太陽光パネルの利点を生かすような製品を開発するうえで重要なポイントは、サイズが小さく消費電力が少ない灌漑ポンプを使用することである。SHS 調査の現地パートナーである TMSS は、小規模農家に裨益する灌漑ポンプを開発中であることが判明したため、灌漑ポンプの調査についても現地パートナーとすることとした。また、TMSS は余剰電力を蓄電して照明等にも利用することで太陽光パネルの費用対効果を改善する構想を有しており、調査においてはこのような多機能システムの可能性も検証する。

#### d）実施場所の選定

本調査では小規模農家が利用できる小型ポンプを対象とするため、以下の条件に基づき実施場所を選定した。

(a) 地下水位が 100 フィート（約 33m）程度の深さであること
(b) 周囲に通年で灌漑を必要とする一定規模の農地があること

（c）　幹線道路に近く、多くの関係者や農家が視察できる立地であること

上記に加えてダッカから日帰りで訪問できる距離にあることを考慮し、ダッカの北西約230km に位置するボグラ（Bogra）を選定した。同地は TMSS の本部があり、周辺に TMSS が所有する病院やトレーニングセンターなどが散在するエリアである。そのうちのいくつかの候補地を視察した結果、TMSS Community Paramedic Institute （TCPI）の敷地内で実施することを決定した。

e）実施期間

2013 年 1 月～2013 年 5 月（予定）

2）パイロット調査実施内容

a）製品仕様

ソーラー灌漑ポンプシステムは以下のコンポーネントで構成される。

・太陽光パネル（軽量太陽光パネル）

・ポンプ

・架台

・配線コード、スイッチ

b）パネルと主な周辺機器のスペック

パイロットプロジェクトに適用する軽量太陽光パネルと周辺機器の仕様は以下のとおりである。

（a）パネル

三菱化学製軽量太陽光パネル gioa 40W（サイズ：107cm×109cm）。SHS 設置の際、加工しやすいように発電部分の外側に通常品よりも大きめにフィルム部を付け、ハト目の穴を 18 箇所入れた。また、フィルム部は防水仕様にするためラミネート構造になっているが、TMSS 側からの要望もあり補強のためにグラスファイバーを挟んだ構造にした。800W のシステムなので 20 枚を使用した。

（b）ポンプ

ドイツの Lorentz 社製 PS600 C−SJ8−5 を購入して使用した。ポンプの出力としては 700W で、約 1/2 馬力のポンプである。揚水深度 33m、平均揚水量 52MT（52 トン）/日である。特徴は直流仕様のポンプである点で、太陽光パネルからの直流電流で無駄なく駆動する。交流ポンプの場合は 20%程度ロスするためパネル数が多くなる。携帯性を重視した本 PJ に適したポンプであった。

（c）設置タイプ

20 枚のパネルのうち、10 枚は既存のパネルと同様の設置を行った。即ちコンクリート製の台の上に金属フレームを使ってしっかりと固定した。また残りの 10 枚は gioa の特徴である携帯性を持たせるように、ポールの上に 1 枚ずつパネルを取り付け簡便に設置できるような構造にした。TMSS 発想の農地スペースを犠牲にしないスタイルである。ポール 5kg＋ パ

ネル部分 2kg=計 7kg。 実際に持ってみたが軽かった。設置用の穴を掘って、土台を設置するまで約 2 分/穴。

c ）設置前トレーニング

4 月 7 日、後述のパイロットスタートアップに先駆け、三菱化学の小野寺氏による TMSS のオフィサーに向けて、軽量太陽光パネルの説明及び取扱についてのレクチャーが実施された。議論になった主なポイントとして、運搬・保管時にはセル面を外側にしてロール状にしておくことや折り曲げないことなどの注意点があげられた。

参加者からも積極的な質問がなされ、取扱について早く習熟したいという意欲が感じられた。また、レクチャーには実際にポンプの水が供給される農地を保有する零細農家の農民が農作業の合間を縫って参加し、軽量太陽光パネルの利点や取扱の注意点を含め主体的に理解に努めている姿が印象的であった。以下にレクチャー時のサンプル写真を添付する。

d）パイロットスタートアップ

4 月 7 日（日）、Bogra の TMSS　Paramedic Institute にてパイロットをスタートさせた。アライアンス・フォーラム財団の吉田氏、三菱化学の小野寺氏、地球快適化インスティテュートの藤田氏、TMSS の CEO の Begam 氏が出席してオープニングセレモニーを行った。パネルの設置法に関し、従来の SHS と同様に複数のパネルをしっかりと固定したタイプのものと、携帯性を考慮して一本のポールに一枚ずつ取り付けたタイプのものを採用した。ポールタイプのものはひとつ 7kg 程度の軽さで、設置時間は 2 分程度の短時間であった。当日は現地の新聞社や TV 局も押し寄せ、現地では大きく報道され、関心の高さを物語った。一同注目する中、スイッチを入れると同時にポンプが駆動し勢いよく水が吐出された。無事、プロジェクトがスタートした。

সিরাজগঞ্জে এক পরিবারের
৩ জনের মৃত্যু

e)パイロットのモニタリング

パイロット開始時から終了時まで毎日のポンプ稼働状況を TMSS にモニタリングしてもらい、ソーラーポンプの駆動状況を調査した。11 箇所、約 500Decimal = 2 ヘクタールの畑を灌漑することが可能であった。一日の駆動時間は 7〜9 時間であった。モニタリングシートを別添する。

3）パイロット調査結果

駆動時間に関して、朝早くから夕方遅くまで駆動することが好評であった。SHS で多く用いられている既存のパネルでは発電時間はもっと短い。gioa の特性のひとつである一日のうちの発電時間が長い事が高評価につながった。

6 月 29 日に再度現地を視察したところポンプは順調に稼働した。ポンプの吐出口にプラスチック製のチューブを取り付け、遠くまで水を運ぶ方法が開発されていた。遠方まで水を運ぶ場合、土を掘った溝に水を流すので途中に吸収される量が多く水が無駄になっていたがその問題を解消する手法である。ディーゼルポンプなどの他のポンプは時間に関係なく動くので無駄になる水に対してあまりケアされていない。チューブを用いるのは本 PJ のように小規模灌漑をおこなう場合に重要になる。

4）考察

ソーラーポンプが実際の灌漑に役に立つということが立証されたので、ビジネスになり得るのかどうかという点を考察した。例として 20 ビガの農地を灌漑する場合を考える。水を売る事による収入が約 75, 000TK/年、ポンプの管理等の労務費が約 15, 000TK/年より利益が約 60, 000TK/年となる。システムのコストが約 380, 000TK なので 6 年と少しで初期投資を回収できる計算となった。実際にはポンプを移動させ他の農地で使ったり、灌漑が必要ない時期は SHS や他の用途に使ったりできるのでもっと早い時期に回収することが可能である。

3. ソーラーふ卵器パイロット調査実施内容

1）パイロット調査設計

a）調査の目的

バ国においてソーラー孵卵器は開発段階であり、市場での販売例は少ないが、ニーズ調査の結果、人口成長が著しい同国における鶏やあひるの市場規模は大きく、かつ農村部の家庭で必ずと言ってよいほど飼育されており重要な副収入の手段となっていることから、製品の仕様と価格によっては BOP 層への裨益効果が高いと判断された。本調査では、実際に試作品を製作して農家の人々に利用してもらうことで製品へのニーズを検証することを目的とする。また、前述のとおりソーラー孵卵器は複数の農家が共同で購入し、使いまわすことで農家の負担を減らすことを想定しているため、実施する条件が整えば持ち運びを想定した検証を行う。

b）調査項目

上記の目的を達成するため調査する項目は以下である。

■　パネルの実際の使用によるエンドユーザーの評価、価格感度の確認

■　エンドユーザーの生活に与えるインパクトの測定

■　設置方法の検討による新たな付加価値の確認

c）現地パートナーの選定

本調査に関しては新規開発の製品であり、専門の技術者を有する組織であることが条件となることから、ニーズ調査の際にヒアリングを行った DJAgro を選定した。DJAgro は FAO の国際機関や政府機関に対して繁殖用の鶏やあひるを提供している民間企業であり、その他養鶏・酪農用機器の開発、販売も行っている。同社には電気技師を含むエンジニアが 7 名在籍しており、ソーラー孵卵器についてもインドや中国からソーラー孵卵器を輸入して国内製造に向けた開発に取り組むなど、技術と意欲の両面でパートナーとして適格であると判断した。同社社長はヒアリングの段階から軽量太陽光パネルの特徴を生かした用途開発に強い意欲を示し、新製品の開発には時間がかかることを経験上よく理解していることもあり、これまでのところ調査には全面的な協力を得ている。

d）実施場所の選定

候補地についてはダッカの南東約 15km に位置するナラヤンゴンジ（Narayangonj）にある中央あひる飼育場（Central Duck Breeding Farm）を選定した。理由として、あひる養殖の専門家が常駐しており技術アドバイスを受けられること、また、FAO の支援を受けて漁業畜産省家畜局（Ministry of Fisheries and Livestock, Livestock Department）が運営する飼育場であることから、将来的にそれらの機関との連携が可能になることなどが挙げられる。

e）実施期間

2013 年 1 月～2013 年 5 月（予定）

2）パイロット調査実施内容

a）製品仕様

ソーラー孵卵器は以下のコンポーネントで構成される。

・太陽光パネル（軽量太陽光パネル）
・チャージコントローラー
・架台
・配線コード、スイッチ
・孵卵器

b）パネルと主な周辺機器のスペック
パイロットプロジェクトに適用する軽量太陽光パネルと周辺機器の仕様は以下のとおりである。
（a）パネル
三菱化学製軽量太陽光パネル gioa 40W（サイズ：107cm×109cm）。SHS 設置の際、加工しやすいように発電部分の外側に通常品よりも大きめにフィルム部を付け、ハト目の穴を 18 箇所入れた。また、フィルム部は防水仕様にするためラミネート構造になっているが、TMSS 側からの要望もあり補強のためにグラスファイバーを挟んだ構造にした。400W のシステムなので 10 枚を使用した。
（b）孵卵器
インドから輸入した小型孵卵器を用いた。スペックは以下の通り。

12V/40 watt.
Humidity controlled manually between 53% to 65%.
Automatic temperature regulation at 36℃C – 38℃.
Length-24inch, Width-15 inch, Height-15inch, Weight 10 Kg.
36 chicken 30 duck or 80 Quail or 18 Goose eggs can be hatched.
Manual egg turning in 4 hour intervals.
2watt LED lights inside the box to view eggs.
4 Days Backup system.

（c）設置タイプ
10 枚のパネルが試験棟の屋根に設置された。金属製のフレームを使い 5 枚 1 組で 2 台の架台に固定された。

3）パイロット調査結果

Narayanganj の中央アヒル飼育場で孵卵器に 22 個のアヒルの卵が仕込まれ孵化実験が開始された。孵卵器の内部は 36～38℃、湿度 55%程度に保たれ、時々手動で卵の向きを変えた。5 月 29 日（水）、22 個の内 20 個の卵が孵化し、孵化率は 90%を上回った。通常の孵卵器は 50%程度であるので極めて良好な結果であった。続けて同じ条件で 2 回目の孵化実験を行い、4 月 27 日にパイロットサイトを視察した時点で順調に孵化が進んでいた。2 回連続で孵化実験に成功したので、3 回目はパネルバッテリーの数を半分に減らした実験を行うことにした。これは当初は必要十分な電気量がわからず安全サイドで設計したためにパネル数やバッテリーの容量が大きくなり、携帯性や価格の面でやや小規模農家に向けた設計になっていなかったためである。

4）考察

ソーラー孵卵器が実際に使用可能である事が立証された。パートナーの DJAgro の言葉では、オフグリッドの地域でこの結果を見せたら農民たちは魔法をみていると思うに違いない、ということである。現地ではそれ程強いインパクトのある事例のようである。そこでこれがビジネスになり得るのかどうかという点を小規模農家の例について考察した。

仮定

小規模農家は 25 羽のアヒルを飼育可能

一日に 20 個の卵が産まれ、10TK/個で販売可能

一月に 30 個の卵を孵卵器に入れ孵化させ、60TK/羽で販売可能
上記仮定にもとづけば 7500TK/月、90, 000TK/年の収入になる。
システムコストの初期投資を数年で回収できる計算となる。

# その他応用製品にかかるニーズ調査詳細

本編の「1-1 その他応用製品」の項で記載した、露天商、船上教室及びリキシャについて調査の詳細を報告する。

## 1) 露天商

照明はロングリスト上点数が高かった。照明は商業用照明および生活用照明があり、それぞれ複数の候補が含まれた。すべてについてパイロット調査を行うのは困難であったが、そのうち露天商用照明についてはヒアリング調査とデモ機を用いた小テストを行った。

(a) 調査の目的

露天商の中には夜間も営業している者がおり、暗い中、弱いライトの光で営業している。店舗も脆弱で結晶シリコンのソーラーパネルは設置できそうにないものが多いと思われた。そこで軽量太陽光パネルが受け入れられるのではないかと考え、調査を行った。

(b) 調査のまとめ

ヒアリングによる 1 次調査の結果、露天商の多くはライトを既に所有しており、所有していない露天商は夜間の営業の必要性を感じていない事、照明の暗さに不便を感じてはいない事が判った。また、デモ機を使った 2 次調査の結果でも印象は大きく変わらなかった。現状のシステムは充分安いと思われている。ただし次のような異なる意見も聞かれた。「軽量太陽光パネルは屋根がある露天商には役に立つ。何故なら充電のためにバッテリーを移動させる必要がないから。」また、今回使用した電灯の明るさは大いに好感をもたれた。パイロットテストで使用した電球の品質が良かったためであるが、それも含めたトータルシステムで売り込み認知度を上げると軽量太陽光パネルのシステムが売れる可能性はある。

(c) 仮説

露天商が軽量太陽光パネルを必要とする仮説をいくつか考案し、表にまとめた。

表 0-1: 露天商の軽量太陽光パネルに対するニーズ仮説

| 仮説 |
|---|
| 1 露天商は照明を持っていない |
| 2 露天商の照明は暗い |
| 3 既存のパネルが設置できない脆弱な作りの露天商が多い |
| 4 照明があれば夜間も商売ができる |
| 5 現状ではバッテリーやジェネレーターの持ち運びが困難 |
| 6 バッテリーの充電費用が高い |
| 7 ジェネレーターの燃料代が高い |

(d) 検証 1：露天商 30 名にヒアリング実施

ダッカ市内で露天商が多く出店している地区 3 か所において、30 の露天商にヒアリング調

査を実施した。軽量太陽光パネルを使っている図を見せながら仮説の 1～5、照明を使っている者については電源についてヒアリングした。さらに取扱商品、軽量太陽光パネルの照明システムに付ける価格に関する情報等をヒアリングした。

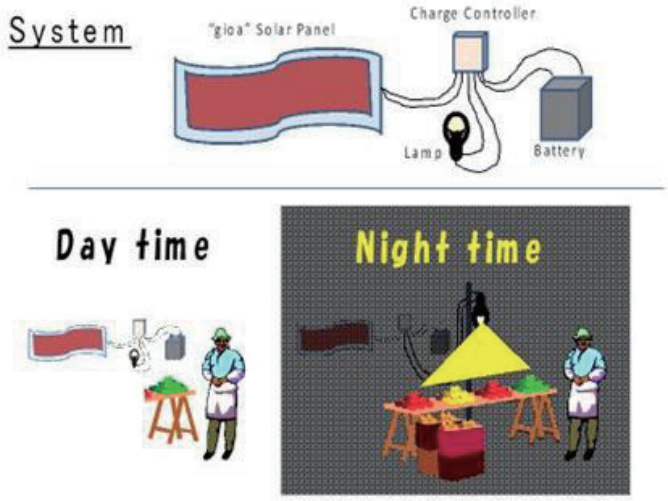



図 0-1: 軽量太陽光パネルを使っているイメージ

(e) 検証 1：結果

30 名中 21 名が夜間営業をしていた。9 名は夜間営業の必要なしと返答した。夜間営業をしている 21 名のうち 20 名が照明を所持しており 1 名は道路の灯りでよいと返答した。夜間営業の必要を感じている者は既に照明を使用していることが判った。照明の暗さについては特に不満を感じてはいない。11 名は屋根のない脆弱な店舗で営業しており、ポータブルな軽量太陽光パネルが好まれる可能性があったが、盗難や置き場所の事を心配するコメントがあった。

照明を使っている 20 名の内、15 名は系統電源を使っていた。停電時はジェネレーターに切り換わる。5 名がバッテリーを使用していたが、毎日の運搬について特に負担を感じていることは無かった。軽量太陽光パネルのシステムの価格については 3 名が 1000 タカ未満という回答をした。

(f) 検証 2：露天商 2 名でパイロットテスト実施

検証 1 で軽量太陽光パネルに対する露天商の大まかな反応が判った。積極的に使ってみたいという者は居なかったが実物でテストをすると印象が変わるかも知れないと考え 30 名の内 2 名を対象にパイロットテストを実施した。また、仮説 6、7 の電気代、燃料代に関するコストについても詳細をヒアリング調査した。

パイロット調査の装置類

軽量太陽光パネルパネル 20W　1 枚

バッテリー　7Ah　　1 台

照明　　100W　　1 個

選ばれた 2 名の属性は下記の通りである。

氏名：Polash Miah

取扱商品：お茶、たばこ、パン、お菓子、水

特徴

店舗の間口 60 インチ、奥行き 30 インチ。系統電源からの電気で照明を使用している。系統電源の使用料として、管理をしている者に 1 日に 10 タカを支払っている。この料金の中には停電時に稼働するジェネレーターの使用量も含まれている。

氏名：Abbas

取扱商品：女の子向け玩具、衣類

特徴

バンリキシャと呼ばれる、荷台が平らになっている自転車を店舗にしている。広さはおよそ 30×48 インチ。バッテリーを自宅で充電して使用している。バッテリー充電に掛かる電気代に大きな負担を感じてはいない。

(g)検証 2：結果

軽量太陽光パネルのパイロットテスト実施後のヒアリング

Polash Miah 氏

1 日に 10 タカ支払えば停電時のジェネレーターも含めてサービスが受けられる。この料金は安いと思っており問題意識は無いので軽量太陽光パネルがあってもバックアップシステムにしかならない。軽量太陽光パネルの価格に値段を付けるとすれば 3000 タカ未満。1 日 10 タカという現行システムの値段を考えると妥当な値段と考えられる。一方、軽量太陽光パネルのシステムは系統電源にアクセスできない人には有効とのコメントもあった。

Abbas 氏
バッテリーは毎日自宅で充電している。商品とともに移動させるので、毎日の運搬に負担を感じていない。また、充電に掛かる電気代を負担とは思っていない。唯一、バッテリーの寿命が 6 ヶ月程度で短い事は物足りなさを感じているので、軽量太陽光パネルのシステムが 16 ヶ月持ち、値段が 3000 タカ未満であれば購入するかもしれない。新品の IPS（蓄電池）が 2500 タカで手に入るので軽量太陽光パネルの値段もその額を参考になければならない。欠点として、ビルや木の影、雨の日、夜間などの影響で充分に充電できないこと、新しいシステムなので故障した時のメンテナンスが心配なことが挙げられた。一方、充電の時に移動させる必要がないので軽量太陽光パネルを取り付けられる屋根を持つ露天商には受け入れられるかもしれないとのコメントがあった。また、照明が明るいことに喜んでいた。

表 0-2: 検証 1、2 のまとめ

| 仮説 | 検証結果 | 根拠（検証1,2） |
|---|---|---|
| 1 露天商は照明を持っていない | 30名中20名が照明を所有。所有していない10名は必要性を感じていない | 1 |
| 2 露天商の照明は暗い | 現状で満足しているが、より明るい照明は好ましいと感じている | 1, 2 |
| 3 既存のパネルが設置できない脆弱な作りの露天商が多い | 30名中11名が屋根のない店舗 | 1 |
| 4 照明があれば夜間も商売ができる | 照明を所有していない者は夜間の商売の必要性を感じていない | 1 |
| 5 現状ではバッテリーやジェネレーターの持ち運びが困難 | 現状で満足している。ジェネレーターは有料で充電され持ち運ぶ必要なし | 2 |
| 6 バッテリーの充電費用が高い | 自宅で充電する際のコストに負担を感じていない | 2 |
| 7 ジェネレーターの燃料代が高い | 現状で満足している。ジェネレーターの燃料代は電源接続代金10タカ/日に含まれる。 | 2 |

## 2) 船上教室

前述したように、バングラデシュは国土の標高が低く水害が頻発している。そのような地域でも多くの人々が暮らしており、子供たちに継続した教育を受けさせる必要があると思われるが、なかなか難しいのが現状である。Shidhulai Swanirvar Sangstha (SSS)という NGO は洪水により道が寸断され学校に通えない子供たちのために船上教室を 2001 年に開始し、その後船上図書館、船上クリニック、船上トレーニングセンターと業務を拡大してきた。現在はダッカ HQ、Natore にある Regional Office の他に、8 つの Upazilla Office を保有。船上施設の電源に太陽光発電を使用しているため、軽量太陽光パネルが活用できないか、そのニーズを確認するため、プロジェクトを実施している Pabna を視察した。

(a) SSS が保有する船に関するデータ

保有隻数：109 隻

船上教室：20 隻

船上図書館：10 隻

船上トレーニング教室：10 隻

船上クリニック：5 隻

船上バス：9 隻

洪水時のシェルター：55 隻（通常使用されていない）

保有隻数は 2009 年より変化していないが、2014 年に新たに船上教室を 4-5 隻、船上図書館を 2 隻増やす計画である。1 隻当たりのトータルキャパシティ：600-1,200Wp（各隻の電力需要と船のデザインによって異なる）。エンジン馬力：12-25 馬力（1 馬力=760W）（隻のデザインによって異なる)

(b) 船上教室のデータ

パネル数：6 枚 x 120Wp（トータルキャパシティ：720Wp）

バッテリーキャパシティ：130Ah (200A)

バッテリー数：6 つ

バッテリー重量：50kg

電力需要：600W（電灯：5W x 6 つ、PC：300+W x 1 台、その他チャージャー等）

電灯は夜のみ使用。PC を搭載した船のため、night guard が付く。その際に防犯のため点灯している。

燃料費：68Tk/L[2013 年 6 月現在]、1-3L/日

最大乗船可能人数：50 人

SSS では 1 年生～4 年生の教室を開催している。小学校は通常 5 年生まで学年があるが、政府より 5 年生の教室開催許可が下りなかった。これは 5 年生が高校生に上がる重要な時期であるためと考えられている。（バ国に中学校はなく、小学校が終わると高校に入学する。高校は 11 歳～15 歳までが在籍）。ちなみに現在 NGO で 5 年生の教室開催許可が下りているのは BRAC だけである。授業料は無料である。

SSS が事業を行う地域は親の世代の就学率が非常に低いため、子供を学校に通わせる習慣がない。そこで、親が子供を学校に送るためのインセンティブとして、成績が良く、毎日学校に来ている子供にソーラーランタンを無料配布している。ソーラーランタンは船上教室で充電可能であるため、「充電するため」子供を学校に行かせる世帯もあり、結果的に継続した通学につながる。無電化地域のため、ソーラーランタンがある家庭はケロシンランプ代がかからないだけでなく、夜も子供が勉強できたり、親が内職できたりするため、収入が向上する。ただし、ソーラーランタンは各クラスにつき 5 人までにしか配られない。

船上教室外観

内部の様子

1 隻につき 1 台の PC がある。PC はゲイツ財団の寄付

充電中のソーラーランタン

(c) 軽量太陽光パネルに対するコメント

発電量は現在のもので特に不満はなく、教室の作りが頑丈なため、既存のやや重量のあるパネルでも十分に支えることができるため、軽量太陽光パネルのニーズは特に感じていない。見学日も各施設に多くの利用者が集まっており、SSS と地域住民の強い信頼関係が感じられた。ただし、資金ソースがほぼ 100%寄付であることには事業継続性の観点からやや不安を感じる。軽量太陽光パネルを壁に貼る案については扇風機がない限り、壁材の竹の間から入る隙間風などが重要となるため、厳しい印象であった。一方屋根については教室が頑丈であるため、efficiency が既存のものより高くない限り導入が難しい印象であった。

3)リキシャ

本応用製品は、リキシャの屋根に携帯電話充電アダプタ付きの軽量太陽光パネルを設置することにより、リキシャ運転手が携帯電話の充電等の副収入を得る手段を得られるのではないかとの仮説を検証することを目的としていた。これにより、リキシャ運転手の収入増、生活レベルの向上を目指す。しかし調査の結果、バ国では政府によるリキシャの法規制が

強まっていることから、将来の市場性は非常に不透明であり、拡大は見込めないことが判明した。また、リキシャ組合の政党色が強く非合法のリキシャが多いことから事業として成立する見込みが低いことも明らかとなった。以上から、本案件をパイロットとして実施することは断念した。

(a) 調査方法

文献調査及びリキシャ運転手、業界関係者などへのヒアリングを実施した。文献調査については世界銀行、JICA、Bangladesh Bureau of Statistics の書籍を参照した。また、AF 財団のナショナルオフィス・スタッフによるダッカ市内のリキシャ運転手 30 名への聞き取り調査を行った。さらに、リキシャ所有者、リキシャ製造者、車庫所有者に対しても聞き取り調査を行った。

(b) リキシャ登録制度

ダッカ市では公式の登録リキシャは約 8 万台（1987 年時点）であるが、実際には 40 万台ほどのリキシャが営業しており、大半は未登録ないしは 2 重登録の非合法のリキシャである。Dhaka City Corporation へのヒアリングから、それぞれの台数は以下のとおりである(表 0-1: ダッカ市内のリキシャ数)。登録番号は 2 万タカ程度で取引されているとの情報もあった。バ国政府は、世銀からのアドバイスもあり、渋滞の原因と考えられるリキシャを規制する方向であることから、1986 年～87 年以降新規のリキシャ登録は行われていない。

表 0-1: ダッカ市内のリキシャ数

| 分類 | 台数 |
|---|---|
| 正規登録 | 79,547 |
| 二重登録 | 13,000～200,000 |
| 未登録 | 100,000～150,000 |

出典: Dhaka City Corporation へのヒアリングに基き JICA 調査団作成

(c)リキシャ組合

ダッカ市内のリキシャの大半はリキシャ組合に所属しており、個人所有のリキシャは 2-3 万台に留まるとされる。リキシャ組合は政党色が強く、主要なリキシャ組合は 2 大政党の何れかを支持しており、政党の票田としての色彩が強い。リキシャを管轄する組合は複数あるが、リキシャ運転手のためにあるのではなく、政治団体のリーダーが運営しているものが多数である。

表 0-2 リキシャ組合リスト

| | 組合名 |
|---|---|
| 1 | Jatiya Rickshaw Van Sramik League |
| 2 | Bangladesh Rickshaw Malik League |
| 3 | Bangladesh Rickshaw Malik Somiti |
| 4 | Bangladesh Rickshaw Sramik Okkya Parishad |
| 5 | Bangladesh Rickshaw o Van Malik Somiti |
| 6 | Bangladesh Rickshaw-Van Chalok Federation |
| 7 | Dhaka City Corporation Rickshaw-Van Malik Okkya Parishad |
| 8 | New Dhaka Rickshaw Malik Somiti |
| 9 | Dhaka Mohanagar Rickshaw Malik League |
| 10 | Brihattar Dhaka Rickshaw-Van Malik Somiti |
| 11 | Rajdhani Rickshaw o Van Malik Somiti |
| 12 | Dhaka City Rickshaw Malik Somiti |
| 13 | Dhaka Mohanagar Rickshaw- Van Malik Kolyan Somiti |
| 14 | Dhaka Bibhag Rickshaw o Van Malik Somiti |
| 15 | Dhaka Rickshaw Malik Somiti |
| 16 | Dhaka Rickshaw Mistri Sromik League |
| 17 | Dhaka Mohanagar Rickshaw Sromik League |
| 18 | Dhaka City Rickshaw-Van Malik Somiti |
| 19 | Dhaka Ghat Van Sromik League |
| 20 | ShahAli Thana Rickshaw-Van Sromik Union |
| 21 | Dhaka City Rickshaw Sromik League |
| 22 | Bangladesh Rickshaw Sromik Okkya Parishad |
| 23 | Bangabondhu Jatiya Stadium Van Sromik Okkya Parishad |
| 24 | Dhaka City Rickshaw Van Calok Union |

出典: Bangladesh Rickshaw-Van Malik Sromik Songram Parishad

(d)リキシャ運転手

ダッカ市内のリキシャ運転手の数を正確に把握することは難しいが、Bangladesh Rickshaw-Van Malik Songram Parishad、 WBB Trust、 Bangladesh Environment Development Organization (BEDO)など複数のソースが公表するデータを平均すると、およそ 60-80 万人いるとされる。リキシャ運転手は流動性が非常に高く、1,200～8,000 人/日の流出と 1,800～10,000 人/日の流入があると言われている。このため、80%のリキシャ運転手が平均 2～3 ヵ月の期間労働者である。出身地域別でみると貧困割合の高い北バングラデシュからの流入比率が高い。また、ハリケーンや高潮の時期には沿岸部からの流入が多くなる。

バ国の農村で農業を営む人々は暮らしを季節に左右されやすく、農閑期は仕事がない場合がある。またバ国は自然災害が多く洪水で一時的に家を離れなければならない人が、リキシャ運転手となりダッカへ流入する。80%のリキシャ運転手が平均 2～3 ヵ月の期間労働者である。事業を実施する際にはリキシャ運転手の流動性の高さが事業の継続性における障害になる可能性が大変高い。