The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	試行錯誤 : バングラデシュの農作業の改善にモノづくりで挑む
Author(s)	小峯, 茂嗣
Citation	GLOCOLブックレット. 2016, 18, p. 55-67
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/55594
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

2-4
試行錯誤
バングラデシュの農作業の改善にモノづくりで挑む

小峯茂嗣　大阪大学グローバルコラボレーションセンター特任助教

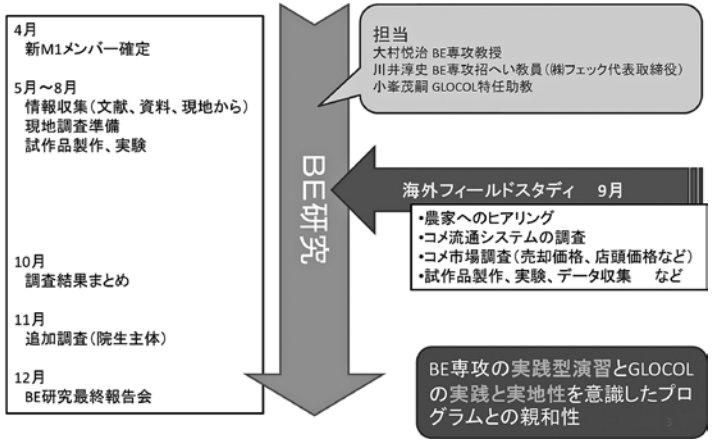
はじめに

本稿は、GLOCOL国際協力グループの研究プロジェクトの一つである「モノづくり研究プロジェクト」と、その研究の着想をもとにした、バングラデシュでのフィールドスタディを伴う大学院教育とを連動させた、実践的研究教育活動の取り組みについて紹介するものです。

モノづくり研究プロジェクトとは、アジア諸国が抱える課題に対し、「モノづくり」とその普及を通して、その解決もしくは軽減に貢献しようとするものです。「モノづくり」とは工学的なイメージが多分にあるのですが、それを現地で普及していくには、ローカルの慣習や価値観、技術力や社会の発展のスピードなどについても把握する必要があり、文化人類学、社会学、開発学などの多角的な視点が必要となります。

この取り組みを実践的な大学院教育に取り入れるために、GLOCOLが運営するグローバルコラボレーション科目「海外フィールドスタディ」（海外実習科目）と、工学研究科ビジネスエンジニアリング（BE）専攻の修士課程1年生の必修科目「ビジネスエンジニアリング（BE）研究」とを連動させる試みを、2013年度から開始しました。

「BE研究」とは、4～5人の学生が1つのテーマについて、1年を通してそのテーマに関する様々な課題の解決を提案するという科目です。その過程で学生たちは、外部機関へのヒアリングや、実験、学生同士のディスカッションを通じ、課題解決に貢献する提案をしていきます。BE研究では7つのテーマが担当教員によって掲げられ、その中の一つが、バングラデシュの農作業改善に貢献するモノづくりをテーマとするものです。そして一年間のBE研究の過程で、バングラデシュでのフィールド調査を行う部分を、グローバルコラボレーション科目である「海外フィールドスタディ」のバングラデシュ実習で実施するという形で、連携を行っています。



1年間の流れ

以下本稿では、バングラデシュに飛び込んだ阪大生たちによる、バングラデシュの農作業の改善に向けた奮闘と試行錯誤について報告していくこととします。

2013年度	4～6月　バングラデシュの社会経済状況の基礎調査、課題の設定（稲刈りと脱穀後の籾殻の除去）。 7～8月　試作品の製作、試行実験。 9月　バングラデシュ現地活動、試行実験。 10月　日本の既成の手動稲刈り機の性能分析。 11月　バングラデシュでの手動稲刈り機の試行実験、BRRI研究員へのヒアリング。 12月　2013年度結果報告。
2014年度	4～8月　籾乾燥のための装置の考案と試作品（ミニチュア）設計と試行実験。 9月　バングラデシュ現地活動。BRRIにおける回転式籾乾燥機試作品製作と試行実験。 10月～12月　大阪大学にて燃焼式籾乾燥機の設計と試行実験。 12月　2014年度結果報告。
2015年度	4～5月　燃焼式籾乾燥機設計のための燃焼構造を企業にヒアリング。 6～8月　燃焼式籾乾燥機の燃焼室の設計と燃焼実験実施。 9月　バングラデシュ現地活動。燃焼式籾乾燥機の試作品の製作と、農家における乾燥実験を実施。 10月　現地での実験結果を踏まえた改良案を作成。 11月　バングラデシュ再渡航、農村社会調査実施。 12月　2015年度結果報告。

1. バングラデシュへの着目とバングラデシュの農業

この研究教育プログラムでは、バングラデシュをフィールドとしています。バングラデシュは長らく、世界最貧国の一つとされてきましたが、近年では新興国群「ネクスト11」の一つにもあげられるほどに経済成長が進む国となっています。しかしながらその一方で、都市部と農村部の経済的、社会的格差の拡大が懸念されており、農村部における課題はいまだに大きい状況です。それでも、世界最大のNGOといわれるBRACや、マイクロファイナンスによる貧困削減に取り組むグラミン銀行をはじめとする、様々な開発の取り組みもまた豊富で、また近年では、民間企業が取り組むBoPビジネスの事例も多くあります。このように、様々な課題があると同時に、多様なアクターがそれらの解決や軽減に取り組んでいることから、バングラデシュに着目しました。

そしてこの研究教育プログラムでは、バングラデシュの稲作農業に着目しました。バングラデシュでは人口の54%が農民であり、しかしその多くが貧困層に属しています。稲作農業に目を転ずると、バングラデシュの主食であるコメの生産量は世界第4位の規模となっていますが、一方でコメの輸入も行っており、輸入農産物の10%（輸入額）がコメとなっています。このようなバングラデシュ国民に必須のコメの生産の工程に、モノづくりで貢献しうる余地があるのではないか。まずはバングラデシュの稲作の工程について、文献資料を基にしながら基礎調査を行いました。

バングラデシュの稲作の工程

上図に示すとおり、作業工程のほとんどは人間の手作業によって行われています。図の精米作業は機械化されていますが、これは精米業者が保有している機械になり、個別の農家が保有している者ではありません。バングラデシュでは、農民は脱穀した籾を精米業者に売却し、業者が籾のパーボイル(籾を水に浸したのちに蒸す工程)、乾燥、そして精米を行って、コメの卸売市場に売却します。

2. 手探りの第一歩――手押し稲刈り器と籾風選機(2013 年度)

2013年4月、大阪大学大学院工学研究科ビジネスエンジニアリング専攻に、新たに修士課程1年生が入学し、「BE研究」でバングラデシュでのモノづくりのテーマを選択した5名の大学院生が、スタートアップメンバーとなりました。

まずはバングラデシュについての文献調査に着手しました。バングラデシュの政治経済社会全般の概要に始まり、現地社会がどのような課題を抱えているかについて、学生たちそれぞれが、様々な角度から検討してきました。特に開発から立ち遅れている農村部に目を向け、公衆衛生、栄養、初等教育、ジェンダーなど、様々な課題について議論が交わされました。彼らが議論する中で、最終的には上記したようにバングラデシュの農作業工程に着目することになりました。しかし、農業のどの工程について貢献しうる提案をなせるであろうかについて検討は続きました。その結果として、肉体的負担の大きい稲刈りと、多くの手間(人力)と時間を要する籾とコメの選別に着目することとしました。

写真1　稲刈り作業

稲刈りは、鎌によって手作業で行われていますが、かがんで行う作業のため、腰への負担が大きいことを、過去の農民との対話から把握していました。籾とコメの選別の手作業は、農家が家庭で消費する際に行われているのですが(売却するコメは籾の状態で精米業者に託されて精米される)、主に女性がザルなどを使って手作業で行っており、手間と時間がかかるものとなっています。

写真2　籾とコメの選別

写真3

写真4

学生たちはまず、手作業の稲刈りの肉体的負担を軽減するために、腰をかがめずに稲刈りを行える、手押し稲刈り器を考案しました。これは日本で農業の機械化が進む以前に、短期間だけ普及していたものをヒントにしたものです。籾とコメの選別についても、日本で古来使用されていた唐箕(とうみ)をヒントにして設計を行いました。これらはともに、現地で材料を調達でき、製作が容易で、安価で普及できるようにすることを念頭に置きました。

こうして学生たちが製作したものが、のこぎりの歯を2枚並べてパイプの柄を付けた手押し稲刈り器(写真3)と、箱に入れた籾を隙間から落とし、横から手動のプロペラで起こす風によってもみ殻を吹き飛ばす籾風選機(写真4)です。2013年9月、チームは実際に農村での試行実験を行うべく、バングラデシュへ向かいました。

しかしながら結果としては、思ったような効果は得られませんでした。手押し稲刈り機については、刈取り直後に刈った稲穂がのこぎりの歯に絡んでしまい、歯が目詰まりを起こしてしまい、大量に効率よく刈り取りを行うことができませんでした。挙句の果てには、柄の部分と刃の部分の接合部が、刈取りの際にかかる負荷によって折れてしまうという事態も生じました。またあらためて発見した課題として、刈り取った後に稲穂を束ねなければならないことに気づきました。この手押し稲刈り機を使うと、刈取りの後に散乱した稲穂を一つずつ拾わなければならないため、結局は肉体の負担の軽減には貢献できないという問題に直面しました。

籾風選機についても、籾に雑草などが混在するため、籾が落ちるはずの機械の隙間が目詰まりを起こしてしまい、籾がうまく落ちてこないという欠陥が生じました。

「これなら今まで通りの手作業の方が早くていいねぇ」

「ちゃんとできるなら使いたいけどねぇ」

農民たちの率直な感想は、学生たちの胸に突き刺さるものでした。学生たちは、モノづくりというものが、頭で想像した通りにはいかないということを、身をもって痛感することとなりました。

写真5

写真6

しかし不幸中の幸いだったのが、9月の現地活動において、バングラデシュの国立研究機関であるバングラデシュ稲作研究所(Bangladesh Rice Research Institute：BRRI)を訪問し、農業機械部門の研究員と交流できたことでした。学生たちはモノづくりによるバングラデシュの農作業への貢献についてBRRI研究員らと語り合い、手押し稲刈り器の製作と実験の協力を引き出すことに成功しました。

9月の現地活動から日本に帰国後、学生たちは早速、手押し稲刈り機の改良に取り組みました。11月の再渡航を視野に入れ、そのために学生たちは既存の手押し稲刈り器「かりとりくん」(写真5)を購入し、分解して性能を分析する作業に着手しました。

その結果、刃の素材や、2枚の刃の合わせ目と角度などにも工夫がなされていることが明らかになりました。そしてこの構造を図面に起こし、BRRIで製作を行い、実験することを次の目標に掲げました。

2013年11月に、メンバーの内3名が再渡航を行い、BRRIへ赴きました。そしてBRRIの工房では、「かりとりくん」と同じものの製作を、現地の職人が行いました。その結果、現地技術によるエコノミー版ともいえる稲刈り機の試作品、「BRRI-OU Harvester」を製作しました。(写真6)。

そして完成後に、鎌による手作業、従来製品「かりとりくん」、そして現地で製作した「BRRI-OU Harvester」の3者による性能比較実験を実施しました。実験方法は、時間当たりの刈取り面積を比較するという形で行いました。その結果は、以下のようになりました。

	鎌(手作業)	かりとりくん	BRRI-OU
刈り取り速度[㎡/分]	2.52	1.26	0.60

このように、結果としては惨敗でした。原因は、刃の目詰まりの問題が解決されなかったことと、結束の手間の部分は手が付けられなかったことにありました。

惨憺たる結果に打ちひしがれた学生たちは、BRRIの研究員たちとも対話を重ねて、そこでBRRI側から、稲の収穫後の乾燥の需要について説明を受けました。

写真7

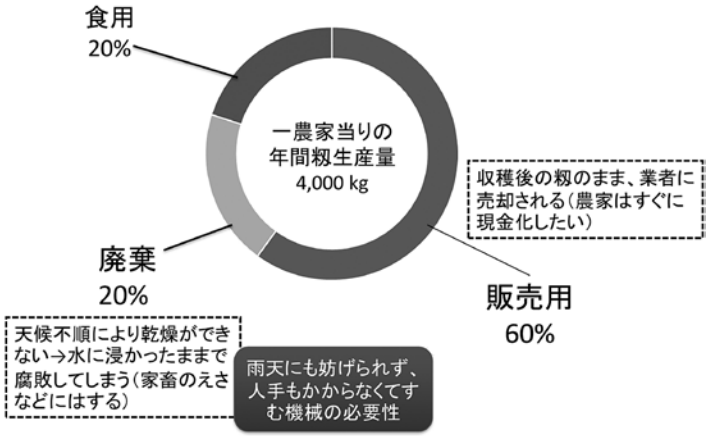
写真8

写真9

3. 未知の課題「パーボイル」ってなんだ？――籾乾燥機(2014年度)

バングラデシュの稲作農業の工程におけるパーボイルと乾燥については上記しましたが、この工程を経ることによって、ビタミンなどの栄養分がコメの内側に凝縮され、またコメが固くなり精米時の破砕米を減らすことができるという効果があります。パーボイルとは、籾を2日間ほど水に浸してから、鉄の鍋に乗せて下から火で加熱し、蒸すことをさします(写真7、8)。その後、天日によって籾を乾燥させていきます(写真9)。

しかしながら、雨季のように雨天が続く場合など、天日による乾燥ができないために、籾を廃棄せざるを得ず、収穫にロスが生じる状況があることを、BRRI研究員から説明を受けました。バングラデシュ南西部のジェソール郡の農家への聞き取りによると、各農家が廃棄する籾は、



収穫される籾の内訳

収穫量の約20％におよぶとのことでした。

このことを受けて、2014年度からは籾の乾燥にチャレンジすることとしました。

4月から新メンバー（M1）7人の新体制で発案したのが、回転式籾乾燥機です。これは回転による遠心力で水分を飛ばそうというアイデアです。学生たちは試作品を製作し（写真10）、実験を行いました（籾が入手できなかったため、精米後のコメで行った）。

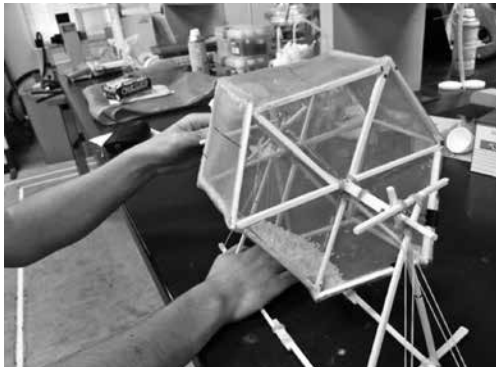
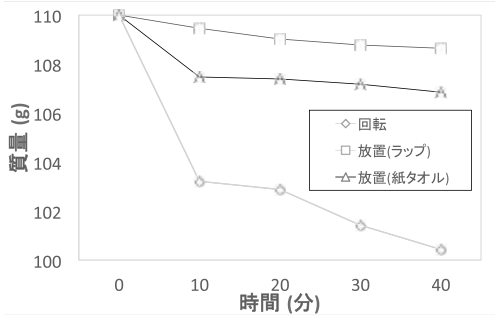


写真10

比較実験は、回転式籾乾燥器に入れた米、紙の上に放置した米、ラップの上に放置した米の3者の重量の変化を比較する形で行いました。その結果は右図の通りです。

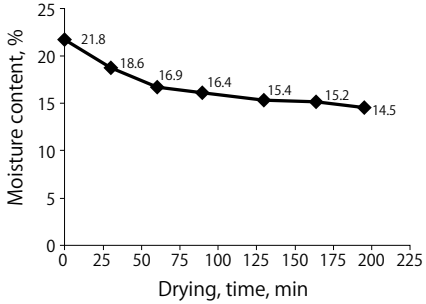


回転式籾乾燥機の試作品を用いた比較実験の結果

このように、回転による水分量の減少が実験から確認されました。

2014年9月、学生たちは試作品の図面を事前にBRRIに送り、我々がBRRIに到着した時は試作品製作の最終段階でした。そして学生たちはBRRIの職人とともに回転式乾燥機の試作品を完成させました（写真11）。

写真11



バングラデシュにおける回転式籾乾燥機による乾燥実験の結果

その後BRRIの協力で、パーボイル後の籾の乾燥実験を行い、結果は上図のようになりました。

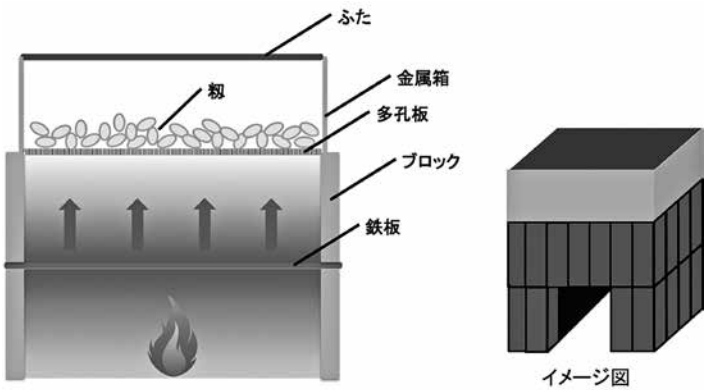
BRRIによると、籾の乾燥にあたり、水分含有率が10～12％程度になるのが理想の状態とのことでした。実験結果を見るかぎりでは、水分含有率は下がっているものの、実験を担当したBRRIの研究員によれば、長時間にわたり手動で操作することの負担や、乾燥できる分量が少ないこと（大型化すると強度の問題とそもそも手動操作が困難になる）、そしてやはりある程度の熱と送風が必要ではないかとの指摘を得ました。

学生たちは日本に帰国後、あらためて燃焼式乾燥機の製作を検討し、試作品の製作と実験を行いました。

4. バングラデシュで乾燥実験に挑む――燃焼式乾燥機の製作実験（2015年度）

2015年度に入り、新チームは前年度の燃焼式乾燥機のアイデアをベースに、さらに燃焼効率を高める工夫を続けてきました。そのために学生たちは、薪ストーブ製作会社へのヒアリングなどを行い、その知見を設計に取り込んできました。5月から7月にかけては、阪大吹田キャンパス内で試作品を組み立て、燃焼実験と温度の計測を行ってきました。

しかし何より、現地で入手可能な素材で製作が可能で、現地で調達可能な燃料で温度上昇が見込まれ、現地の気温や湿度の条件下で効果を発揮できるかを確認する必要があります。そのために、現地で実際に試作品を製作し、燃焼実験を行う準備に着手をしました。8月には設計図



学生たちが構想した燃焼式乾燥機の構造

をバングラデシュ側に送り、現地のリサーチ・コーディネーターを通じて鉄工所に部品を発注しました。そして9月の現地渡航の際に、発注した部品を受け取り、活動地の農家の敷地を借りて、試作品の組み立てを行いました(写真12 ～ 14)。

試作品完成後、パーボイルした籾を用いて乾燥実験を開始しました。燃料は、バングラデシュで薪として使用される、木の枝に牛糞を巻きつけて乾燥させたものを使用しました。第1回実験では、約40kgの籾の乾燥を試みました。しかし、上層部と下層部の温度差が激しく、手作業で籾

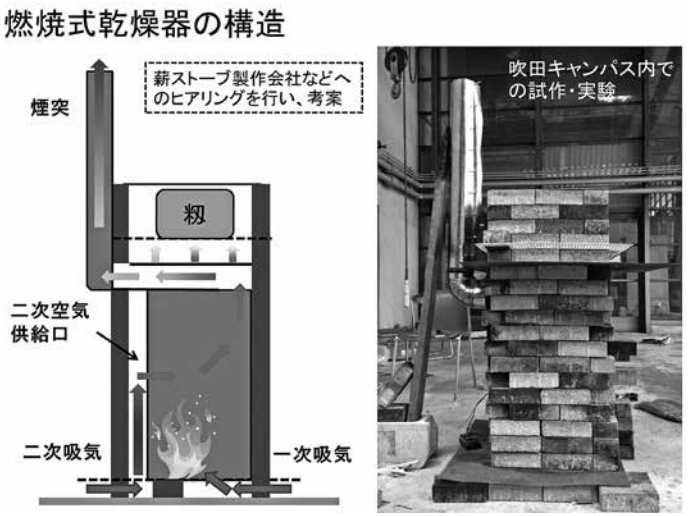


写真12

写真13

写真14

を撹拌しても、籾の状態は一定にはならず、結果として上層部は水分を含んだままで、下層部の籾は黒く焦げてしまうという、大きな差が生じてしまいました。第2回実験では、乾燥室内の籾の層を薄くし、厚みを5cmにした場合や10cmにした場合などで状態を比較しました。厚みを5cmにして、乾燥ムラを避けるために手動で撹拌を行った場合、約3時間で乾燥は完了しました。天日乾燥は5 ～ 6時間の時間を要するため、より短時間で乾燥が完了したことになります。なにより、学生たちが自ら設計した乾燥機で、現地の農家が良しとする質の乾燥を行えたということは、大きな喜びでした。

バングラデシュの農民たちは、初めは遠い日本から来た大学生たちが何をやっているのか不思議な顔で見ていましたが、日がたつにつれて近隣の農民が集まるようになり、乾燥機の組み立ての際にレンガ積みや、燃焼実験の際に薪をくべるのを手伝ってくれたりと、学生たちといろいろなかかわりを持つようになりました。学生たちが村の農業のために悪戦苦闘している姿を見て、取り組みに関心を深めてくれたようです。

実験終了後、学生たちは近隣の農民に集まってもらい、実験結果の報告を行いました。農民たちは学生の報告を熱心に聞いてくれて、また率直な意見を述べてくれました。(写真15)。

農民からは、使い方が複雑(慣れてない)である、乾燥の程度は天日干しとほぼ同等だが仕上がりにまだ若干のムラがある、燃料をかなり使う、一度に乾燥できる量が少ない、などの厳しくも率直な意見が聞かれました。しかしながら、これらの課題が解決すれば使いたいという声は、力づけられるものでありました。他にも、夜間

写真15

でも使えるのは良い(昼に別の作業を行える)という意見も得られました。また電力で送風する機能を付けるとよいのではないかという具体的な提案も得られました。

おわりに

2015年10月以降、学生たちは、電力による送風機能を取り入れた燃焼式乾燥器の設計を進めています。また11月初頭、昨年度のメンバーを含む有志5名がバングラデシュで追加調査を実施し、農業以外の問題についてもフィールドワークを行いました。

以下は、担当教員としての所感となります。

モノづくりというものは、思い通りの成果を上げることが実に難しいことを、バングラデシュでの活動を通して、学生たちとともに痛感することがしばしばありました。また異なる生活習慣を持つ人々との対話や協働は、情報の行き違いなど、様々なトラブルを引き起こすことも、学生たちには得難い学びであったようです。奇異なるものを見慣れない人々に想いを伝える困難もあり、想いを伝えるかということについて、いかに心を砕く必要があるかに気づかされたことだろうとも思いました。そして何より、思い通りの成果を上げられずに落ち込みつつも、ふつふつと沸き起こるチャレンジ精神を学生たちからは感じました。

筆者は、これらのような体験が、学生一人一人の成長につながっていることを実感します。海外体験型教育プログラムには様々な形態がありますが、このバングラデシュでのプログラムにおいては、現地の農家の人々という「当事者」との関わり合い(通訳を介する場合がほとんどですが)が、大きな契機になっているようです。ある参加学生は、「初めは授業だからという理由で取り組んできたけど、バングラデシュの農家の皆さんと触れ合うようになってから、本気でこの人たちの役に立つものを作りたくなった」と言っていました。これは、現地に行く前は「バングラデシュの貧しい農民」という記号だったものが、「農家の○○さん」という顔の見える関係となったことから生じた変化であると言えます。そしてこのような変化は、日本の大学生たちが海外の現場に足を踏み入れるべき大きな意義の一つであると思います。

これからも多くの学生たちが、異なる文化的・社会的背景を持つ人々と協働していくようになることを心より期待しております。

写真16