

インド国

西ベンガル州政府農業・マーケティング省スフ
アル・バングラプロジェクト

インド国
太陽光発電・蓄電小型定温倉庫活用
による西ベンガル州農産物
流通効率化普及・実証事業
業務完了報告書

令和元年 11 月

(2019 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

川崎陸送株式会社

民連
JR
19-159

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

巻頭写真	i
略語表	iii
地図	iv
案件概要	v
要約	vi
図表目次	ix
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ	1
(2) 普及・実証を図る製品・技術	4
2. 普及・実証事業の概要	5
(1) 事業目的	5
(2) 期待される成果	5
(3) 事業の実施方法・作業工程	6
(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入、その他)	6
(5) 事業実施体制	13
(6) 相手国政府関係機関（カウンターパート機関）の情報	13
3. 普及・実証事業の実績	14
(1) 活動項目毎の結果	14
(2) 事業目的の達成状況	98
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	108
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	110
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	112
(6) 今後の課題と対応策	113
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	115
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	115
(2) 想定されるリスクと対応	124
(3) 普及・実証事業において検討した事業化による開発効果	125
(4) 本事業から得られた教訓と提言	125

巻頭写真



2017年11月 基礎工事



2017年12月 建設工事



2018年1月 Bengal Global Business SummitにてMOU契約



2018年2月 漆喰塗装作業



保管庫内



倉庫外観（右側の白い建築物）



倉庫屋根 ソーラーパネル設置後



バッテリー庫内



2019年1月 シングル倉庫竣工式



竣工式ステージ上



2019年1月21日竣工式 JICA 松本所長（後列中央）を迎えて



2019年7月 バナナの花農家にて
納品サイズ交渉



2019年7月 調査団員による流通加工指導



2019年8月 電動TOTOによる野菜集荷



2019年8月 流通加工作業



2019年8月 流通加工野菜実験販売



2019年8月 流通加工野菜実験販売

略語表

略語	正式名称	日本語名称
WB	West Bengal	西ベンガル州
KRT	Kawasaki Rikuso Transportation	川崎陸送（株）
KSW	Kawasaki Solar Warehousing	川崎陸送が設立したインド現地法人
Sufal Bangla	スファール・バングラ	西ベンガル州政府が進めている、政府による直接買い付けと農産物の直販を中心とした、農民所得向上及び農業振興プロジェクト名。農家の子弟教育もバザールを中心に行っている
Krishak Bazar	クリシャック・バザール	スファール・バングラプロジェクトの中心となる、インド版道の駅的な州政府直接買い付け、直接販売の市場。2016年9月末時点で163カ所が建設済み（計画は州内に300カ所）
WBIDC	West Bengal Industrial Development Corporation	西ベンガル州産業振興公社
WBHIDCO	West Bengal Housing Infrastructure Development Corporation	西ベンガル州住宅インフラ開発公社
PCU	Power Conditioning Unit	パワーコンディショニングユニット ソーラーパネルで発電した直流を交流に変換し、倉庫、事務所内の電力を賄うと同時に、蓄電池に直流を太陽の出ている昼間に充電、夜間に放電する。蓄電池からの直流も交流に変換し夜間の電力負荷を賄う。太陽光パネルからの発電が気象条件等の変化で常に変動する最適動作点を追従しながら動作する機能も有する。
Go-Down	ゴードウン倉庫	（インドなどで）倉庫、貯蔵所を意味する。 西ベンガル州政府の倉庫は主として米・麦・穀類の保管に使われている。

地図



(シングル – 今回建設地)



(ファンシデワ、ダップグリ – 北部地区建設予定地)

出典: 【Google Map】

インド共和国

太陽光発電・蓄電小型定温倉庫活用による西ベンガル州農産物流通効率化普及・実証事業
川崎陸送株式会社(東京都港区)

インド共和国の開発ニーズ

- ▶ 生産者段階での温度管理ができていないために大量の農産物が腐ったりして廃棄されている。
- ▶ 選果作業が屋外で行われ、良品選別・袋詰め等基本的な管理ができていないため農産物に付加価値が付かず、農家の収入が上がりづらい。

普及・実証事業の内容

- ▶ 西ベンガル州、シンドールにあるクリシャックバザール内にショールーム的な定温倉庫を建設する。
- ▶ バザールに持ち込まれた農産物を、翌日の出荷まで定温倉庫に一時保管しないのは倉庫内で選果作業などの流通加工を行い、鮮度の維持、コールドチェーンの普及に貢献し、それによる農家の所得増加。
- ▶ 農民に対して流通加工及び倉庫の基本的なメンテナンスについての教育を実施する。

提案企業の技術・製品



太陽光発電・蓄電小型倉庫

一 積込18度から22度での農産物の一時保管が可能とする倉庫

一 漆喰で高温度によるカビと結露の防止

一 ソーラー発電及び、その電力を汎用性の高い蓄電池に貯めるため、電力の配線を小さくもよい

一 倉庫(150㎡)、バッテリー室(40㎡)

事業概要

相手国実施機関: 西ベンガル州政府農業マーケティング省スファールバンクラブプロジェクト

事業期間: 2017年10月～2019年9月

事業サイト: インド共和国、西ベンガル州、フーダリー市、シンドール村

インド共和国側に見込まれる成果

- ▶ 製品が劣化して翌日捨て値で販売することを防ぎ、農民の現金収入が増える。
- ▶ 定温倉庫の中で選果をきちんと行うことで、高付加価値販売を行う農業への転換。
- ▶ 安定した品質の農産物が増えることで、消費者の食生活レベルがアップするとともに、農産物の価格安定にも寄与する。

日本企業側の成果

現状

- ▶ 提案者として縮小する日本国内の物量に限界を感じている。

今後

- ▶ 1棟4,200万円程度で100棟を建築、国内に止まらざるを得ない倉庫業にとっても画期的な海外進出機会になり得ると考えている。
- ▶ 海外での倉庫業の長期投資として安定した倉庫収入と利益により、日本で行う倉庫投資より早い約8年での投資資金の回収を期待できる。総投資額は36億円。

要約

<p>案件名：太陽光発電・蓄電小型定温倉庫活用による西ベンガル州農産物流通効率化普及・実証事業</p> <p>Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Making the Distribution System of Agricultural Products efficient with Small Solar- powered & Self- charging Temperature Controlled Warehouses</p>	
1. 事業実施地	インド共和国西ベンガル州フーグリー市シンゲール村、他4地区(Jalpaiguri 県、Murshidabad 県、Nadia 県、Maldah 県)
2. 対象分野	①環境・エネルギー、②廃棄物処理、③水の浄化・水処理、④職業訓練・産業育成、⑤福祉、⑥農業、⑦医療保健、⑧教育、⑨防災・災害対策等、⑩その他（ ）
3. 事業の背景	インドでは大量の農産物を生産しているにもかかわらず、その 30～40%が廃棄 ¹ されている。コールドチェーンがなく、産地農家に保冷を可能とする保管設備がないという問題がある。また、冷蔵可能なトラックを配備しても道路事情が悪く、かつ費用が高いことから、農民がトラックを買うことすら難しい。本事業が対象とする西ベンガル州では、農民は平均 0.8ha 弱の農地しか保有しない零細がほとんどで、農村域での頻繁な停電は、保冷設備を整備することを難しくしている。ソーラー発電とフォークリフトに使用する鉛電池を組み合わせ、24 時間保冷可能な仕組みを埼玉県坂戸市の自社保有営業倉庫に整備した実績を基に、日射量の条件が格段に良いインドに、その技術を発展的に応用するものである。
4. 提案製品・技術の概要	ソーラーパネルで発電した電気を使用して、倉庫内を冷却する空調機を動かすのみならず、同時に倉庫で一般的に使用される鉛電池に蓄電し、太陽光がない夜間でも倉庫を動かそうというもの。リサイクルが安易な鉛電池を利用して、どこでもできる普及事業とする。また、蓄電池や倉庫自体が、インドの高温多湿の環境で使用されることから、当社が長年養ってきた菓子・食品の定温保冷技術、結露を防ぐ湿度管理方法などを建物に活かし、過酷な自然環境でも農

¹ 出典：India wastes more farm food than china:UN,chetan chauhan,Hindustan Time,Sep.11,2013

	<p>産物の保冷が可能であることを実証する。</p> <p>倉庫の機能²は 1) 収穫後の農産物を直ちに保管できるようにして劣化を防ぐ、2) 持ち戻り・売れ残り商品の定温保管、3) 農産物の流通加工が行えるようにする、の3点。</p>
5. 事業の目的	<p>高品質の農産物流通によって農家の所得向上に資するため、太陽光を使用した小型定温管理倉庫の有用性・優位性を実証し、西ベンガル州における普及方法と課題を整理・検討する。</p>
6. 事業の基本方針／実施方法	<p>インド政府がモディ首相の指導の下、推し進める「MAKE IN INDIA」³に貢献すべく、できるだけインド製の製品・建設資材を使用する。西ベンガル州政府が推進している農業および農民の振興策であるスファール・バングラプロジェクトに沿った形で普及を進める。</p> <p>実証活動：本定温倉庫がインドの気候の下、有効に機能し、農産物の劣化を防いで農民の実質収入を上昇させることに寄与する。</p> <p>普及活動：流通加工の研修を行い、農産物への付加価値を高めることを進める。また、本定温倉庫の説明会を随時開催し、様々な関係者からの意見を吸収し、将来的に西ベンガル州内で展開する倉庫のプロトタイプデザインを作成、本事業期間中に10箇所の倉庫建設候補地を調査決定する。</p>
7. 実績	<p>成果1: シングルバザール内に建設された小型定温倉庫の有用性・優位性が確認された</p> <p>気温 35C から 40C、湿度 100%に近い厳しい環境下でも、建物の断熱性能、ソーラーの発電性能はなんら問題なく、1年間停電・結露の発生を一度も起こすことなく、また消費電力 5kW 程度で室温 18 から 22 度を維持できることを実証できた。コルカタ市内のスーパー2店舗におけるテスト販売では、流通加工を行った野菜が鮮度と見た目のよさ、量り売りではなく袋単位での販売と言った利便性によって、他より高い価格でも売れることが確認できた。それによって、参加した農家 26 軒中、半数以上が 5%以上の収入増となった。</p>

² シングルバザール倉庫の保管スペースは 68 m²。内 50%に保管の場合、保管量はクレートと呼ばれる青果物専用の箱 (0.54×0.36×0.29m) で 1,190 個 (170 個×7 段) 保管可能。

³ 2022 年までに製造業 GDP シェアが現在の 16%から 25%へ向上する事を目指し、インドを重要な製造拠点とするよう外国企業投資を促進する政策。

	<p>成果 2: C/P および農家への研修を通じ、小型定温倉庫の運営体制が構築された</p> <p>市場スタッフや農家から採用した従業員に対して、基本的な機械のメンテナンス、5S の徹底を導入指導。流通加工における基本的な作業方法、生産性向上（カイゼン）の基本を指導し、日本人スタッフが不在でも運営できるようになった。</p> <p>成果 3: 西ベンガル州のクリシャック・バザール内への普及展開計画が策定された</p> <p>州政府からの許認可手続きには時間がかかるものの、西ベンガル州内 8 カ所の建設候補地を選定し、具体的に 3 カ所については申請を行い、その他についても 3 つの建設パターン化を行い、農家の収穫から集荷、流通加工、航空便輸送を含めた海外大消費地での付加価値販売ビジネスモデルを策定した。</p>
<p>II. 提案企業の概要</p>	
<p>企業名</p>	<p>川崎陸送株式会社</p>
<p>企業所在地</p>	<p>東京都港区</p>
<p>設立年月日</p>	<p>1948 年 7 月 6 日</p>
<p>業種</p>	<p>サービス業</p>
<p>主要事業・製品</p>	<p>運輸・倉庫</p>
<p>資本金</p>	<p>81,000 千円（2018 年 9 月）</p>
<p>売上高</p>	<p>8,355 百万円（2019 年 3 月期単独）</p>
<p>従業員数</p>	<p>520 名（2019 年 9 月）</p>

図表目次

図 1	事業実施体制.....	13
図 2	基礎土台の詳細.....	15
図 3	ベンチレーター補強仕様書の一部.....	23
図 4	インドで一般的に使用されるバラスト（置石）.....	25
図 5	バラスト（置石）の参考レイアウト.....	25
図 6	ソーラーパネル取付け断面図.....	27
図 7	取付け金具の構成図.....	28
図 8	マグネット部分組立て図.....	28
図 9	蓄電室レイアウト図.....	33
図 10	Go-Down 倉庫の構造、三角部分が垂木.....	37
図 11	段差を解消するプレートの設計図（流通加工室側）.....	48
図 12	温度グラフ.....	49
図 13	保管庫の温度分布（2018年9月23日）.....	50
図 14	温度テスト結果（2018年9月25日）.....	51
図 15	PCU データ（2018年9月25日）.....	51
図 16	スファール・バンガラ公示買取り価格 オクラ.....	56
図 17	スファール・バンガラ公示買取り価格 ナス.....	56
図 18	スファール・バンガラ公示買取り価格 ポインテッドゴード.....	57
図 19	スファール・バンガラ公示買取り価格 ひょうたん瓜.....	57
図 20	スファール・バンガラ公示買取り価格 ヘビ瓜.....	58
図 21	スファール・バンガラ公示買取り価格 トカドヘチマ.....	58
図 22	スファール・バンガラ公示買取り価格 ヘチマ.....	59
図 23	スファール・バンガラ公示買取り価格 サヤインゲン.....	59
図 24	スファール・バンガラ公示買取り価格 ゴーヤ.....	60
図 25	スファール・バンガラ公示買取り価格 バナナの花.....	60
図 26	スファール・バンガラ公示買取り価格 青パパイヤ.....	61
図 27	スファール・バンガラ公示買取り価格 ホウレンソウ.....	61
図 28	対象農家 年代別人数グラフ.....	64
図 29	対象農家 野菜別生産軒数グラフ.....	64
図 30	大手スーパーへの仕入れ～販売まで.....	65
図 31	流通加工作業内容のフロー図.....	66
図 32	他の一般販売野菜と当プロジェクトの販売価格比較グラフ.....	69
図 33	2017年7月27日～9月20日までの56日間売上記録推移.....	69
図 34	実証実験販売に携わった農家における20%プレミアムによる世帯月収増加割	

合ヒストグラム	70
図 35 実証実験販売に携わった農家における 20%プレミアムによる世帯月収増加額 別ヒストグラム	70
図 36 検疫タイプ定温倉庫のレイアウト図	73
図 37 Phansidewa での倉庫（大型）外観イメージ	75
図 38 大型タイプ定温倉庫レイアウト案	75
図 39 中型タイプ定温倉庫レイアウト案	76
図 40 2019 年 1 月-2019 年 8 月の午前 10:00 の日射量の推移	82
図 41 2019 年 5 月 3 日の発電量の推移	82
図 42 2019 年 8 月 31 日の発電量の推移	82
図 43 PCU から出力されるログデータ	83
図 44 日々の温度・湿度管理ノート	84
図 45 オペレーションマニュアルの一部（1）	87
図 46 オペレーションマニュアルの一部（2）	88
図 47 定温倉庫、発電・蓄電設備メンテナンス項目チェックリスト	88
図 48 流通加工場のレイアウト	90
図 49 ゴーヤの重量・長さの計測分布データ	92
図 50 倉庫内と屋外の温度データ比較	99
図 51 倉庫内と屋外の湿度データ比較	99
図 52 自然換気によるバッテリー室内の温度推移	99
図 53 自然換気によるバッテリー室内の湿度推移	100
図 54 カリフラワー試験結果	102
図 55 パプリカ試験結果	102
図 56 ナス試験結果	103
図 57 屋外・倉庫内内温度および野菜の品温度の関係	106
図 58 インド製製品使用割合	109
図 59 インドの名目 GDP の額（百万ドル）と順位の推移	116
図 60 ビジネス展開の計画・スケジュール	119
図 61 バグドグラ空港隣接施設の荷役フロー	120
表 1 各農産物の世界シェア	1
表 2 農産物生産高の世界ランク	1
表 3 作業工程計画表	8
表 4 要員計画表	9
表 5 資機材リスト	13
表 6 温度測定データ	49

表 7	2017年8月末日のスファール・バングラ農産物公示価格を100とした場合の他 年度との価格比較表.....	62
表 8	調査対象農家プロフィール一覧.....	63
表 9	2017年7月27日～9月20日までの56日間曜日別売上記録.....	69
表 10	タイプ別倉庫仕様比較表.....	72
表 11	インド仕様の倉庫パターン(クリシャック・バザールを使用した場合.....)	77
表 12	各野菜の重量・長さのバラつきの結果.....	93
表 13	シングル倉庫流通加工作業における生産性.....	93
表 14	トマトのテスト結果.....	104
表 15	ポインテッドゴードのテスト結果.....	105
表 16	赤ハウレンソウのテスト結果.....	105
表 17	ニンジンのテスト結果.....	105
表 18	パプリカのテスト結果.....	105
表 19	ハウレンソウのテスト結果.....	105
表 20	ゴーヤのテスト結果.....	106
表 21	2019年5月29日 Sufal Bangla 野菜買取り・販売価格.....	107
表 22	使用製品原産国一覧.....	109
表 23	2019年2月 インド・ブータン物流視察旅程表.....	112
表 24	インド州別1人当たりのGDP(ドル)と世帯当たりの月収.....	116
表 25	インド国外のインド人居住状況、上位20カ国.....	117
表 26	野菜の販売に係る作業数量別コスト.....	121
表 27	倉庫建築費用見込み.....	122
表 28	倉庫運営利益見込み.....	122

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ

インド共和国（以下、「インド」）と略する。）において農林水産業は、産業構造の変化に伴い国内総生産に占める割合が低下したものの、農業人口は約 5 割を占めており、依然として重要な産業に位置付けられる。さらにインドは世界で最も主要な果実および野菜の生産国である。その生産高は果実が 87 百万トン、野菜が 170 百万トンと世界の 14% 近くのシェアを占める。コーヒーや綿花を含む農産物の 80% 以上を生産する世界の 5 大生産国の中にランクされている（表 1、2 参照）。

しかしながら、需要と供給の間では大きなギャップが存在し、同国では収穫後、その 30～40% が廃棄されており国家的損失になっている。

表 1 各農産物の世界シェア

Commodities				
Vegetables	India share %		Fruits	India share %
Brinjal	8.3		Apple	2.4
Cabbage	5.3		Banana	32.6
Cauliflower	4.9		Litchi	0.7
Onion	10.4		Citrus Fruits	12.4
Peas	2.5		Sapota	1.8
Tomato	11.2		Grapes	3.1
Potato	28.0		Mango	22.1
Sweet Potato	0.7		Papaya	6.6
Tapioca	4.5		Pineapple	1.9
okra	3.9		Guava	3.9
others	20.5		Others	11.5
Cassava	8			

Table 1: Production Share of major fruits and vegetables in World [1].

出典：Scope of Supply Chain Management in Fruits and Vegetables in India - Rais and Sheoran, J Food Process Technology 2015, 6:3

表 2 農産物生産高の世界ランク

Commodities				
Vegetables	India Ranks		Fruits	India Ranks
Brinjal	2		Apple	10
Cabbage	2		Banana	1
Cauliflower	2		Lemon	2
Onion	2		Citrus Fruits	8
Peas	1		Orange	4
Tomato	6		Grapes	16
Potato	3		Mango	1
Sweet Potato	9		Papaya	5
Lettuce	5		Pineapple	5
Pumpkins/Gourda	2			
Beans	6			
Cassava	8			

Table 2: Ranking of India in production of fruits and vegetables in World [7].

出典：Scope of Supply Chain Management in Fruits and Vegetables in India – Rais and Sheoran, J Food Process Technology 2015, 6:3)

上記課題の主要因は、コールドチェーンが整備されておらず産地農家に保冷を可能とする保管設備がない点が挙げられる。また、冷蔵可能なトラックを配備しても道路事情が悪く、かつ費用が高いことから、所得の低い農民がトラックを買うことすら難しい。

しかし、今日日本を含む多くの先進国で行っているサプライチェーンマネジメントを適宜インドで展開することにより、こうした問題を解消できる余地があると見ている。収穫物の保管、梱包、取扱い、輸送、付加価値サービスなどに対する効果的な方法の適用である。

こうした対応は、特に事業展開が難しいとされるインドにおいては一民間レベルで行えることではなく、物理的な土地の取得やインフラの整備、情報システムの構築など官民一体となった対応が求められる。運輸、倉庫業を主たる事業とする当社が着眼したのは以上の点である。



(写真 1：自転車に付けた荷台で玉ねぎを持ち込む農民)

本普及・実証事業では西ベンガル州の強い要請のもと、同地での展開を決定した。西ベンガル州は降水量が多く農業が盛んな州であるが、平均 0.8ha 弱の農地しか保有しない零細農民が大勢を占める。このような状況下、同州政府は農民の所得向上を目指し、農産物直接買い付け・卸売り・農家子弟の教育を目的とした「スファール・バングラプロジェクト」を開始した。2015 年 2 月に建物が完成し、同年 9 月に運営が開始された「クリシャック・バザール」(インド版道の駅)は、同プロジェクトの中心的活動で、西ベンガル州全域で 300 か所の建設が予定され、2019 年 10 月現在 200 か所強が建設済となっているが、これらのバザールには温度を一定に保つ定温倉庫が存在しない。



(写真2：フーグリー市シンゲール村 Tapashi Malik Krishak Bazar 外観)

また、農村地域の頻繁な停電は、保冷設備の整備を困難にしている一つの要因である。保冷設備の未整備は品質保持に大きく影響し、農産物の価格（政府買い上げ・販売価格）は低く、農家収入も伸び悩んでいる。加えて、バザールの利用頻度、通過する農産物量にも影響を及ぼしている。

本事業で提案する定温倉庫は、ソーラーパネルで発電・充電した電気を使用して倉庫内を冷却する空調機を動かし、太陽光がない夜間でも倉庫を稼働させることが可能である。また、蓄電には倉庫で一般的に使用されている鉛電池を利用し、バザールでの導入・普及をしやすいものとしている。



Appearance of Battery Storage Room



30 fork trucks batteries & Power control unit

(写真3：埼玉県坂戸市の当社バッテリー庫外観 写真4：バッテリー庫内の蓄電池と PCU(パワーコンディショナー))

かかる状況下、本事業は当社が同州シンゲール村のクリシャック・バザールを対象としてサンプル倉庫を設置し、同倉庫の現地適用性を実証するとともに、倉庫設備（空調機、ソーラーパネルなど）の日常メンテナンスや効率的な流通加工方法を指導し、同国での保冷設備普及を図る事業である。

(2) 普及・実証を図る製品・技術

名称	農産物保管用の定温倉庫
スペック	<p>建物：外壁レンガ 2 層構造に冷蔵室（18～22℃）71.1 m²、 流通加工室 47.37 m²を有する倉庫 外壁、屋上部分：遮熱塗装塗 内壁：防カビ、防湿を目的として漆喰塗り 天井：防カビ、空調効果を考慮しジプトーン貼り 床：清潔、清掃を考慮しエポキシ樹脂塗装 バッテリー室内：空調なしの自然換気（1 時間 6～8 回） バッテリー室床は液漏れを考慮し耐酸性塗装 大雨洪水を考慮し、パワーコンディショナーの設置位置を 床面から 45cm 上げる</p> <p>空調機：三菱電機作業場向け 3 基（能力：4.41 kW/基） 型式：PLY-SP48BA 2 基で定温倉庫の温度管理（16～22℃） 1 基で流通加工室の温度管理を（24℃）</p> <p>電力：ソーラーパネル TATA 社製 255 W x 280 枚の 71.4kW、 鉛蓄電池は TAB 社製 2V x 420Ah を 240 個で 201.6 kWh の容量で 2 系統の AC、DC 電源を活用する。モンスーン対応の ため、電力社との系統連系</p> <p>パワーコンディショナー（PCU）：オプティモール製パワーコンディシ ョナー 出力：80kW で、空調機の動力源として 40kW 供給、残りの 40kW は蓄電池への充電のための電源 （ソーラー発電を空調機の電源に使用しながら蓄電池に充電 し、ソーラー発電不足時に蓄電池を電源とする）。</p> <p>蓄電池：鉛の蓄電池 TAB 社製 60PzS420（2V-420Ah）240 個 天候不順時、夜間時の電源供給</p>
特徴	<p>上記の建物、空調機、ソーラー、パワーコンディショナー、蓄電池、 電力会社とのグリッド等を 1 SET としたプロトタイプとする。 この普及を図る倉庫の特徴は以下の通り。</p> <p>① 電力事情の良くないインドにおいて、ソーラー発電と鉛蓄電池と の併用で定温倉庫の電力を賄うこと。</p> <p>② モンスーン時期が 4 か月間(6 月～9 月)あり、ソーラーと蓄電の みでは電力不足が想定されるため、電力会社とグリッドさせる。</p>

	③ 難しい機器などを極力使わず、現場でも基本的な日常管理が出来るようにする。 ソーラーパネルで発電した電気を日中は倉庫へ供給、余剰分をバッテリーに蓄電し、夜間は自動でバッテリーから倉庫へ給電する。同仕様は日本において当社のみが実際に稼働させている。
設置場所	インド 西ベンガル州フーグリー市シングル村 クリシャック・バザール内
今回提案する機材の数量	① ソーラーパネル 255 W x 275 枚 ② パワーコンディショナー 1 基 ③ 鉛蓄電池 2V x 420Ah 240 個 ④ 空調機 3 基 ⑤ その他 建設資材 一式
価格	約 4,700 万円

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業目的

高品質の農産物流通によって農家の所得向上に資するため、太陽光を使用した小型定温管理倉庫の有用性・優位性を実証し、西ベンガル州における普及方法と課題を整理・検討する。

- ① バザールを利用する運営管理者、農民が定温倉庫使用による農産物の品質保持、廃棄率の低下と高品質の農産物流通による農家の所得向上を図る。
- ② 流通加工（選果、袋詰め）を定温倉庫内で行うことで作物に付加価値を与え、販売価格、売り上げの向上と農民所得の向上を目指す。
- ③ 定温倉庫の適正な維持、管理の方法を現地作業員に指導し、効率的且つ安定した倉庫運営を行う。
- ④ 地元の農業関連政府職員・職業・農家訓練校との連携により、バザール利用の農民への調査、データの分析を綿密に行い、太陽光を活用した小型定温管理倉庫の有用性・優位性を実証する。
- ⑤ 同地に建設の定温倉庫をサンプル倉庫とし、西ベンガル州内における普及方法と課題を整理・検討する。

(2) 期待される成果

成果 1. シングルバザール内に建設された小型定温倉庫の有用性・優位性が確認される

シングルバザールを通過する農産物の歩留まりと返品率が、定温倉庫による

品質劣化防止によって良化し、最終的な廃棄率が半減する。また、農民の所得水準、農民の農産物納入金額（西ベンガル州政府の買い取り価格）が上昇する。

成果 2. C/P および農家への研修を通じ、小型定温倉庫の運営体制が構築される
5S が浸透した倉庫内保管が可能となる。また、日常的な空調機のメンテナンス（フィルター清掃など）が行われ、流通加工による選果作業や袋詰め作業が、日常的に行われるようになる。運営体制がきちんと行われるよう竣工後の毎月の現地訪問でフォローをしていく。

成果 3. 西ベンガル州のクリシャック・バザール内への普及展開計画が策定される

向こう 2 年間で西ベンガル州のその他のクリシャック・バザール内に建築する 10 棟の倉庫の候補地を決定し、その図面を策定する。それ以降の 20 棟分・30 棟分・40 棟分の候補地については本事業終了後に適宜決定する。また、バザール以外での建築も考慮する。今後展開されると予想される地域性・場所の違いや使い勝手の要望を想定し、第一次として 2 種類、第二次として 2 種類、合計 4 種類程度の倉庫のプロトタイプ設計図を完成する。

(3) 事業の実施方法・作業工程

インド政府方針である「MAKE IN INDIA」に貢献すべく、できるだけインド製の製品・建設資材を使用する。西ベンガル州政府が推進している農業および農民の振興策であるスファール・バングラプロジェクトに沿った形で普及を進める。

作業工程は次項表 3 の通り。

(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入、その他)

事業実施国政府機関であるスファール・バングラプロジェクト及び西ベンガル州による投入・役割は以下の通り。要員計画、投入機材についてはそれぞれ表 4、5 の通り。

① 建築関係

- 1) クリシャック・バザール内の土地提供
- 2) 建築許可関連の助言と、技術面での助言（図面提供、規制関係など）

② 倉庫運営面

- 1) 倉庫のセキュリティー提供
- 2) マーケット（バザール）管理者への指示徹底
- 3) 農民への指導・教育時の補助
- 4) 事務所スペースの提供

5) 日常メンテナンス（ソーラーパネルやエアコンのフィルター清掃など）

③ 実証実験分析面

1) マーケット（バザール）での実際販売データ集計

2) バザールのある地元の農業関連政府職員・職業・農家訓練校(Netaji Subhas Training Institute of Agricultural Marketing)との連携によりそれらデータの分析と同校の専門家との意見交換を行う。指導職 Mr. Sujit Bhadra の下、10～15人の農家の子弟を中心とした学生のグループに依頼する。

3) 同バザールを利用する地元農民へのヒアリングなど実施し、バザールの使い勝手から農村での課題に至るまで詳細に調査を行う。

④ 事業終了後に譲与した機材の維持管理体制

西ベンガル州政府が維持管理費用を負担することとなっており、本事業終了後は有償にて当社が提供する定期保守契約を結ぶ予定。当該システムは複雑な仕組みを要せず、汎用品を多く使っていることから、定期的にメンテナンスを行うことで維持管理できる。

2. 派遣法人（国内業務）

派遣者番号	氏名	担当業務	種付	所属	分類	項目	契約期間												社員月数 合計	備考								
							2017年						2018年								2019年							
							9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	1	2	3	4
1	樋口基一(東京)	業務主任者	2	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	77	3.85	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	181	9.05	
2	櫻田 伸幸(山)	ビジネス電子システム 専任 資金管理	2	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	22	1.10	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	37	1.85	
3	戸賀孝行(東京)	物流情報システム 専任 事務	3	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	18	0.90	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	4	0.20	
4	神原 薫(東京)	プロジェクト推進 管理	3	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	87	4.35	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	300	15.00	
5	二村拓直(埼玉)	流通加工業務研修 2	6	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	8	0.40	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	6	0.30	
5	堀井文香(埼玉)	流通加工業務研修 1	6	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	8	0.40	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	6	0.30	
6	玉山エドナ(東京)	流通加工業務研修 3	6	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	22	1.10	添付書類から交代
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	53	2.65	
7	山野 真乃(埼玉)	マニュアル作成・ 指導	6	山崎敬造 (株)	Z	新部署運用 (任意)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	(注)	345	17.25	
					Z	実績	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	0/1/30	273	13.65	
							計												895	44.75								
							管理用																					
							実績																					

4. 外雇人材【国内業務】

氏名	担当業務	種別	所属	項目	契約期間																								社歴月数 合計	備考		
					2017年						2018年						2019年						社歴月数 合計									
					9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		3	4	5	6	7			8	9
8 Sanjay Kumar (インド)	ソーラー発電技術アドバイザー1 4 (株)イフテック	B-1 B-1 B-1	計画 任意 実績																								19	0.95	契約満了では本邦在住。Memo J Bhattacharyya氏へ交代。			
Memo J Bhattacharyya (インド)	ソーラー発電技術アドバイザー2 4 株式会社イフテック	B-1 B-1 B-1	計画 任意 実績																													
8 Sameer Bhatnagar (インド)	ソーラー発電技術アドバイザー3 4 株式会社イフテック	B-1 B-1 B-1	計画 任意 実績																													
9 Gaurav Gaurkarathi (インド)	倉庫建設一発取組 4 (株)イフテック	B-2 B-2	計画 任意 実績																													
10 上田健一 (千葉)	建築・電気設備管理アドバイザー 2 個人	C-1 C-1 C-1	計画 任意 実績																													
11 柳澤孝子 (神奈川県)	マニュアル制作・細則化 5 個人	C-2 C-2	計画 任意 実績																													

凡例：業務発注計画(グレー)
業務発注実績(黒)
会社負担(斜線)
自社業務(点線)

計画	368.50	15.26
管理用		
実績	335.00	15.26

計画	168.50	9.93
管理用		
実績	246	12.30

表 5 資機材リスト

物品名称 (Name of Property)	規格・品番 (Standard, Part Number)	個数 (Quantity)	納入検査日 (Date of Inspection)	配置場所 (Location)	現況 (Current State)
小型低温倉庫	太陽光発電・蓄電形式	1	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
ソーラーパネル	255Wp	280	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
パワーコンディショナー	AC "Cool Room" System	1	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
バッテリー	6 OPzS 420	240	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
空調機	PLY-SP48BA/PUY-SP48YKA	3	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
ソーラーパネル追加分	255Wp	42	2018/9/28	Singur Krishak Bazar	稼働中
作業場機材 ロラーコンベア	テーパローラーTCN900	1	2018/3/7	Singur Krishak Bazar	稼働中
作業場機材 ロラーコンベア	アコーディオンカーブACC-B	1	2018/3/7	Singur Krishak Bazar	稼働中
作業場機材 トラバリーフト	ST80WW	1	2018/3/7	Singur Krishak Bazar	稼働中

(5) 事業実施体制

Kawasaki Rikuso Transportation
Solar Powered Warehouse
Project in West Bengal
Proposed Organization

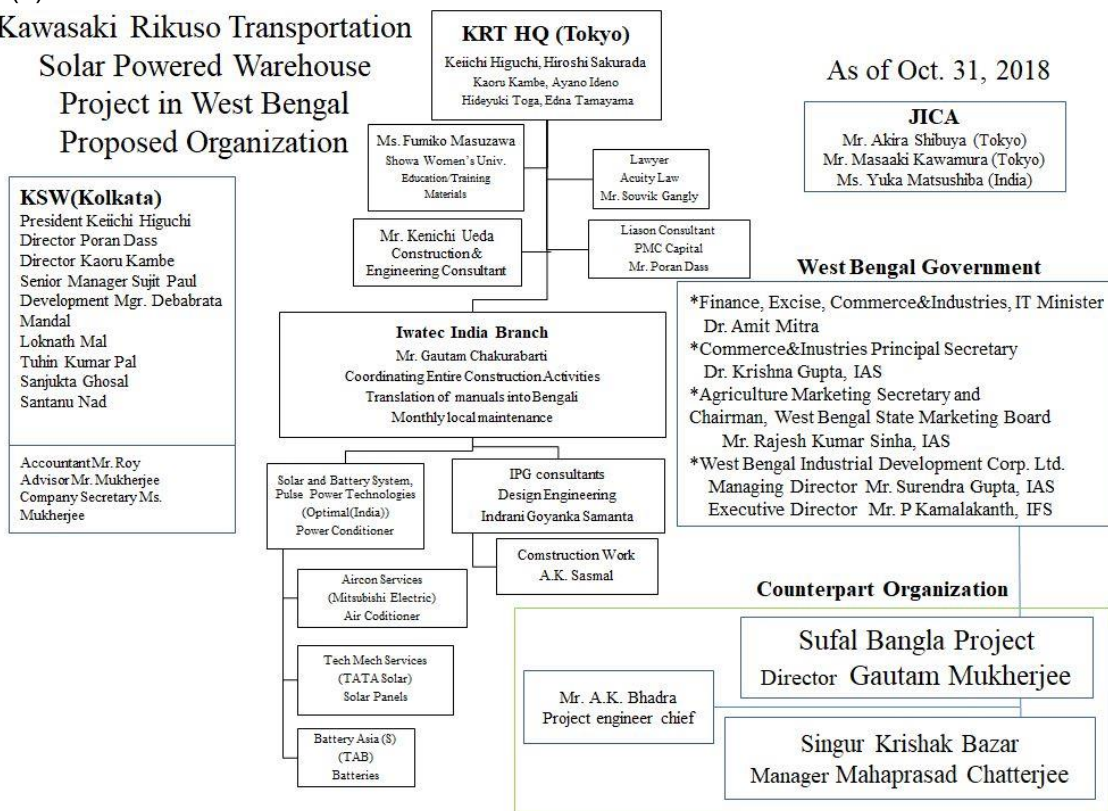


図 1 事業実施体制

(6) 相手国政府関係機関（カウンターパート機関）の情報

① 相手国政府関係機関の名称

Sufal Bangla Project from Department of Agriculture & Marketing, West Bengal Government（西ベンガル州政府農業・マーケティング省スファール・バングラプロジェクト）

② 基礎情報

インド共和国西ベンガル州政府内の農業・マーケティング省傘下の組織。現職の Mamata Banerjee 州知事の肝いりで以下の 3 点を主たる目的として、2015 年 2 月から実質的に始まったプロジェクト。

- 1) 仲介業者による中間搾取をなくして農民の所得を増やす。
- 2) 農民とその子弟に農業経営の教育を行う。
- 3) 農民に対する州政府の農産物直接販売によって消費者物価を安定させる。

2016 年 9 月末時点で州内に 163 カ所のクリシャック・バザールと呼ばれるインド版道の駅/集荷市場を建設。目標は 300 カ所を建設することになっている。

当社は当初マハラシュトラ州で太陽光発電とバッテリーへの蓄電を組み合わせた倉庫の展開を考えて活動していたが、この話を聞いた西ベンガル州政府から訪問要請が強くあり、Amit Mitra 大臣 (Minister for Finance & Excise, Commerce & Industries) が直接当社社長樋口と面会し、クリシャック・バザール内の土地を提供するので、この倉庫を建設して欲しいとの強い要望を受けた (2015 年 11 月 18 日)。

インドでは土地を取得することが最大の問題と言われていることから、州政府が当社に無償で土地を使用させていただけるという好条件は他にない。また、できるだけ多くの場所に展開することで、便宜的なコールドサプライチェーンを構築しようとする本構想に、クリシャック・バザールの州内他拠点展開が当てはまることから、西ベンガル州と取り組むこととした。

これにより、クリシャック・バザールを管轄する、スファール・バングラプロジェクトが先方より C/P として指名された (2016 年 2 月 25 日)。

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

【成果 1: シングルバザール内に建設された小型定温倉庫の有用性・優位性が確認される】

活動 1-1: 製品・機材を輸送し、サンプル倉庫を建設する

① 倉庫建築工事

1) 基礎工事 (2017 年 10 月 23 日-12 月 1 日)

2017 年 10 月 10 日の JICA との契約締結を受け、シングル・クリシャック・バザールでの倉庫建設工事が 10 月 23 日より開始された。建設場所であるクリシャック・バザールの、オークションホール南側の土壌を掘削する作業から開始した。

工程については図 2 を参照されたい。土地を 2m の深さまで掘削し、そこに①圧縮され

た砂を 925mm の高さまで敷き詰め、基礎の土台となる部分を造成した。

11 月からはその上に②75mm の厚さのレンガを敷き詰めた。鉄筋を格子状に 2 段施し、③コンクリートを 150mm の厚さで塗って 2 日間硬化させた上で、木枠を外した。次に、このコンクリート上に④レンガの層を 4 段、階段状で高さが 600mm になるまで積み上げた。11 月 20 日からは⑤倉庫の構造体の基礎となる壁の部分として 250mm の高さまでレンガを積み上げていく。これらの工程により、2m 掘削した部分まで基礎が完成した。さらにその上から 600mm の高さまでレンガを積み上げ、F.F.L.(床レベル)までが完成した。

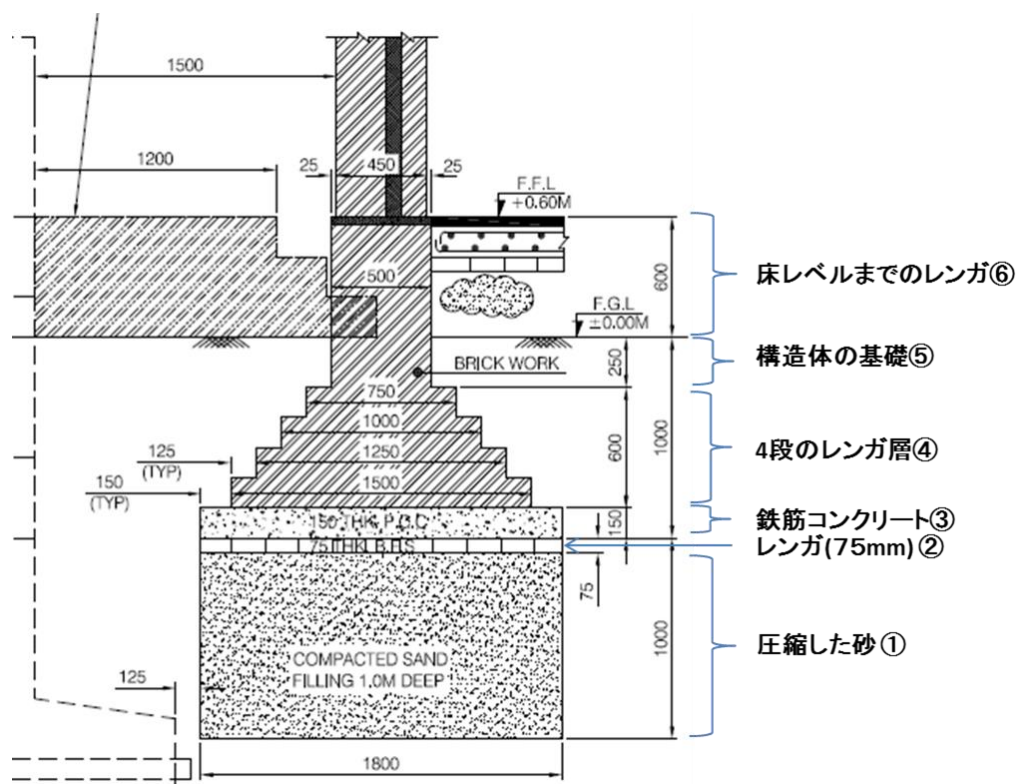


図 2 基礎土台の詳細



(写真 5：基礎工事、土壌の掘削作業風景。 写真 6：レンガを敷きコンクリートと鉄筋、さらにコンクリートを流し込む。)



(写真 7：基礎工事、4 段の階段状に高さは 600mm まで積み上げる。写真 8：レンガを積み上げ壁を形成。)

2) 外壁・屋根・内装工事 (2017 年 12 月 1 日・2018 年 2 月 1 日)

12 月からは床面から 2,100mm の地点までレンガが積み上げられ、その上にリントル(まぐさ石)と呼ばれる窓や出入り口などの上に水平に渡した構造を、木枠にコンクリートを流し込み形成した。その上にレンガを再び積み、屋根の基礎部分を形成する。この上に屋根を形成するコンクリートを流し込む為の木枠をはめ込み、室内側から竹の柱で屋根を支えてゆく。その上に格子状に成型した鉄筋をはめ込み、天井のスラブ構造の屋根を形成する。天井の木枠にはビニールシートで防水の措置を施した。

地上にてミキサーでコンクリートと砂利を混ぜ、12 月 14 日からこの木枠にコンクリートを流し込み、打設してゆく。コンクリートを流し込んだ後、水を張り冷却して硬化を促進する。

こうして建物の構造部分は 12 月中に完成し、年明けの 2018 年 1 月に外装のモルタル塗装が施され、建物の外壁はレンガ色から灰色に変わった。補強のための室内の竹の柱の支えも外され、モルタルの塗装が施された。

1月17日には床の鉄筋とコンクリートの打設が行われた。さらに倉庫と既存のオークションホールとの間の廊下も再舗装がなされ、室内のモルタルの壁は次工程である漆喰工事をする準備として、ブラッシング仕上げが施された。



(写真 9：屋根工事、木枠の上に格子状の鉄筋をはめ込む。写真 10：木枠にコンクリートを流し込む。)



(写真 11：打設したコンクリートを水で冷却。写真 12：室内から竹柱で屋根を支える。)



(写真 13：外装のモルタル塗装。写真 14：内装のモルタル塗装と床に鉄筋が施される。)

3) 漆喰塗装工事(2018年2月5日-2月21日)

建物室内におけるモルタル塗装の後、2月5日より日本から派遣した左官3名による漆喰塗装の工事を開始した。先ずモルタル塗装した壁面に接着増強剤を塗布し、漆喰材料の接着力を高める効果を持たせる。これは漆喰の吸水調整にも効果がある。

(漆喰塗装工事の再開)

当初準備した漆喰が材料不足になったゆえに2月9日に空輸で送っていた追加材料が現場に届かず、作業ができなかった。

漆喰材料が足りなくなった理由として、必要以上に壁面の凹凸が多かったことが推測される。漆喰を塗装する壁面には、モルタル塗装後、漆喰の材料の壁面への接着力を高めるためブラシによる繊細な仕上げを要求されていた。ところが、インドの業者による仕上げは、まるで剣山で引っ掻いたような仕上げとなっており、ブラシ仕上げとは程遠いものであった。原因追究はしなかったが、モルタル塗装の乾いた壁面に後から“ブラシ仕上げ風”に装うために鋭利な物で引っ掻いたものと推測した。この引っ掻いた溝を埋めるために多くの漆喰材料を消費してしまったため、材料不足に陥ったと考える。

漆喰の材料は15日深夜現場に到着し、翌16日に作業は開始された。左官職人が定温倉庫とバッテリー室の最後の仕上げ作業を帰国日当日のフライトに間に合う時間まで行い、現地時間18:00前に完了した。現場から直接コルカタ空港に車で向かい、デリー経由の便にて、翌日17日13:00に成田空港に到着した。



(写真 15：漆喰塗装前に塗装面に接着増強剤を塗布。写真 16：漆喰の材料を攪拌機で水と混ぜ合わせる様子。)



(写真 17、18：田中建設および現地作業員による漆喰塗装の様子)



(写真 19、20：窓枠に漆喰塗装を施している様子)

② 内装、エアコン、荷ずり、吊り天井取り付け工事(2018年2月19日-3月7日)

2月16日に完了した漆喰塗装工事の後、エアコンの取り付け工事が開始された。配管機材を含む全ての機器が2月19日に現場に到着し、2月22日から配管工事のために壁に穴を空ける作業を開始。同時に、蓄電室の床への防酸タイルの貼り付け作業も始まった。

エアコン工事は、室内機および室外機の取り付けが2月24日までに完了し、蓄電室の防酸タイル張り作業も2月26日に完了した。翌2月27日からは、漆喰塗装を施した壁の保護のための“荷ずり”と呼ばれる格子状の木枠を設置する工事を開始した。先ず縦方向の材木が壁面に取り付けられ、その上から横方向に材木が付けられ、同工事は2月28日に完了した。

3月5日からは、吊り天井のジブサムボード(石膏ボード)を支える金属のフレームとそれを吊るすワイヤーが取り付けられ、3月7日からはジブサムボードがフレーム上に取り付けられた。



(写真 21： 倉庫内に設置されたエアコンの室内機。写真 22： 倉庫の南側の壁に設置されたエアコンの室外機。これも水害と盗難対策用に、地面より高い所に設置した。)



(写真 23、24： 蓄電室の防酸タイル張り作業の様子)



(写真 25： 倉庫にて漆喰塗装した壁に“荷ずり”の縦木を取り付けている様子。写真 26：“荷ずり”が完成した様子。)



(写真 27、28：吊り天井の金属のフレームとそれを吊るすワイヤーが取り付けられた様子)

1) 日本からの機材の到着(2018年3月8日)

倉庫完成後に流通加工作業や保管などの倉庫運営で使われるローラーコンベアやカゴ台車、ハンドリフトといった日本からの追加機材が3月8日工事現場に到着した。

2) 定温倉庫仕上げ工事(2018年3月1日-3月8日)

壁の最下部の中木部分の塗装が施された。さらに定温倉庫及び流通加工室の床面の塗装工事も開始され、アクリル樹脂エマルジョンの塗料により床が青色に塗られていった。

3) ベンチレーター取り付け(2018年3月14日-4月16日)

蓄電室と流通加工室の間の、廊下を覆う屋根の取付け工事が3月14日から開始された。翌15日に、倉庫側の窓、及び蓄電室のドアが取り付けられた。

3月17日には、蓄電室の屋根に、庫内の自然換気を行うベンチレーターの取付け工事を開始した。ベンチレーターは、換気を行う上部と、土台に取り付けられる袴と呼ばれる下部に分かれている為、この二つをリベット等で留めておく必要がある。換気性能を良好に保つ為、また強風に煽られても飛ばないように、コンクリートの土台と袴の間にできた8mmの隙間を埋めて、且つ土台に固定させる必要があった。

この対策のため、日本で仕様書を作成し、現地に送付した(図3)。なお、ベンチレーターの上部と下部を取り付ける金具は日本で調達した。外部人材の上田氏が現地で取付けを行うこととなり、4月12日に取付けが完了した。16日には、ベンチレーターの天井側にある空気取入れ口の加工が完了した。

また、ベンチレーター下側の、吊り天井内部にステンレスの板を張り付け、庫内の空気が滞りなく屋外に排出されるように排気路を作った。(写真40)

4) 倉庫のドア未着問題 I (2018年2月21日-7月21日)

建設工事を請け負うAK Sasmal社が2月21日に入手した見積もりを基にドアの最終選定を行い、当社で確認と承認の後、4月10日にドアを発注した。

ドア業者の見積もりには納期が 10-15 日と明記されていたが期限を過ぎても届かず、再三、納品の督促を行っていたが、6 月になっても一向に製品は納品されなかった。且つドア業者からは、「材料費が高騰したため価格は一枚 55,500 ルピーだったものが 70,000 ルピーになり、納期は更に 3-4 週間掛かる」と、納期遅れの渦中にも拘わらず申し出がきた。

これらの非礼且つ理不尽な要求に AK Sasmal 社も業を煮やし発注のキャンセルを行った。ドアの選定は白紙に戻ったものの、適した代替品が見つからず、やむなく再度同じものを 6 月 20 日に発注する事となった。交渉により 68,000 ルピーで決着した。ドアの内側の取っ手の仕様についても、確認に時間を要し、納期は 7 月末に延期されることとなった。

7 月 21 日時点の回答で、納品は 7 月 28 日となったが、納期前日の 27 日に当社現地法人の社員が再確認したところ、ドアのフレームの入手が遅れ 8 月 2 日納入になるとのことであった。



(写真 29：ジプトーンボードを貼った天井の様子。写真 30：アクリル樹脂エマルジョンの塗料で床面を塗装している様子。)



(写真 31：日本から輸出した機材。写真 32：蓄電室と倉庫の間の廊下の屋根を設置した様子。)



(写真 33 : 倉庫に取り付けられた窓、写真 34 : 蓄電室のドア、写真 35 : 倉庫の裏口のドア)



(写真 36~38 : 蓄電室の屋根に設置されたベンチレーター、蓄電室の庫内を一時間に 6~10 回の自然排気を行う。)

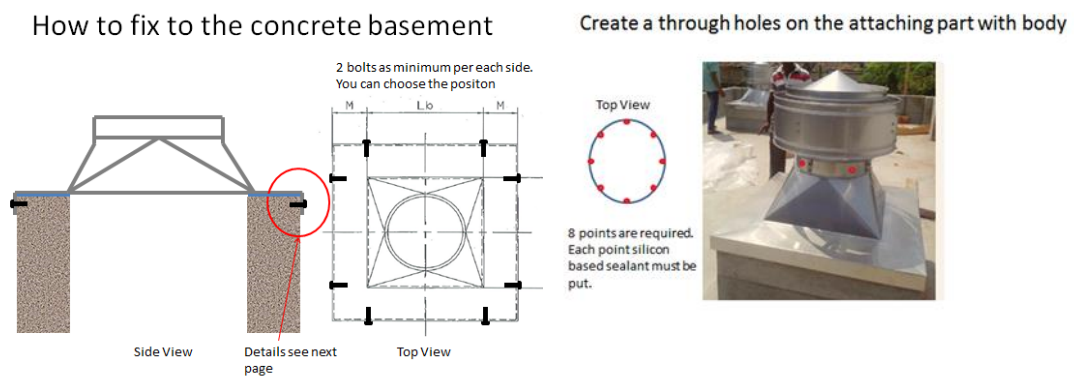


図 3 ベンチレーター補強仕様書の一部



(写真 39、40：ベンチレーターの排気路として吊り天井内部に取り付けられたスチールの板の様子)

③ 追加ソーラーパネル(42枚)設置工事(2018年5月9日-5月13日)

追加したソーラーパネルを、新築倉庫屋上に設置する工事を2018年5月9日から行った。追加のソーラーパネル42枚は、設置重量を出来るだけ軽くする目的で、日本の栄住産業(福岡市)が開発した超軽量の取り付け金具を採用し、必要な機材一式を日本から送った。機材パーツである永久磁石(直径80mm、40kg/基の着磁力)が航空便では輸出できなかった為、一式を船便にて輸出した。

この金具の特長は、重量が軽いことで、一枚のソーラーパネルあたり1セット僅か500gである。インドでは、ソーラーパネルの設置にはバラストと呼ばれる置石を設置して、その上に架台を設置するのが一般的な工法である。置石だけで約50kgも有るため、1枚搭載するのに200kgもの重量となる。今回採用したものは比較にならない程軽量であり、屋根への過重負担軽減に大きく貢献するものである。

5月9日より、今回の工事で現地作業員の作業指導のために同行していただいた栄住産業・エコリノベーション事業部東日本・主任 高野慎哉氏により、機材の内容や構造、組み立てた例などを関係者にレクチャーしていただいた。同日午後からは、陸屋根に接着する金具の位置決めのため、日本から持ち込んだ墨付け器を用い、屋根に印となる線を付ける作業を行った。

初めに、現地工事の再委託先である Optimal Power Synergy India Pvt 社(以下 OPS インド社)からの指示通り、コンパスを用いて真南より23度西側に(真東より南側に23度)傾ける位置決めを行った。これは、Go-Down 倉庫(提案製品である新築倉庫の設置場所からやや離れて位置する、カウンターパート機関所有の既存の米穀等保管倉庫)の屋根の上に設置される280枚のソーラーパネルの傾きと一致させる必要があると、OPS インド社から指定されたためである。

位置決めの後、墨出し器と鉛筆を用いて、高野氏と金具の垂直の位置を陸屋根に記入していった。

翌日 10 日は、日中の暑さを少しでも避けるため午前 8 時前には現地に到着し(本来は 7 時到着を意図していたが、高速道路での渋滞にはまり一時間も遅れてしまった)、前日に墨付けを行った線に従い、組立て作業が必要となる金具の準備を行った。新築の倉庫内にて、金具を組付けてボルトを手で仮留めする班と、それを電動ドライバーを用いて固定する班に分かれ作業を行った。

組み上がった金具は、間違った方向に取り付けていないかどうかの確認作業を行った後、野菜を入れるプラスチック製のクレートを借りてその中に保管した。クレートの大きさが程良く、屋上へ運ぶのに効率が良かったためである。

設置金具は、ソーラーパネルの端面をピンで固定する部分と、角度をつけるために組み上げた金具の、底面の磁石が発する磁気で接着する部分に分かれている。

屋根に固定する金具は、先ず底面に両面テープを張り付け、前日に書いた線に従い皆で並べていった。次にコーキングガンを用い、栄住産業製の特殊接着剤を金具の底面に塗布する者と、それを屋根に貼り付ける者に分かれて作業を行った。

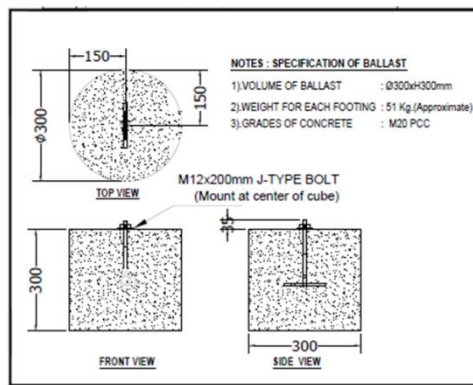


図 4 インドで一般的に使用されるバラスト (置石)

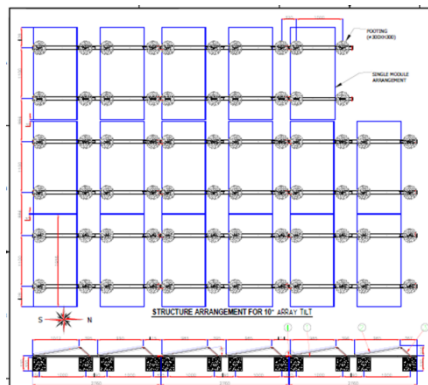


図 5 バラスト (置石) の参考レイアウト



(写真 41：真南より 23 度傾けられた位置決め作業の様子。写真 42、43：屋根に接着する金具を並べている様子。)



(写真 44、45：並べた金具にコーキングガンで接着剤を塗布し貼り付けている様子)

5 月 11 日は、前日金具に塗布した接着剤が硬化しているか確認作業を行ったが、ここで問題が発生した。接着した位置が間違っていないか治具などを作って確認をしていたが、取り付け位置の鉛筆跡を作業者が見誤ったため接着位置がずれていることが発見された。金具を屋根から剥がしたところ、陸屋根の平坦度を出すために塗布されたコンクリートの層が、卵のからのように何か所か剥がれてしまった(写真 49)。これらは陸屋根の東側に多く発生しており、7 カ所に及んだ。当日の午後から、これらの剥がれた箇所の修復を実施し、剥がれたコンクリートの部分に接着剤を塗布し、上から押さえつける修復作業を行った。

翌 12 日からはソーラーパネルを取り付ける作業を実施した。当日も暑さ対策のために午前 7 時 30 分に集合し、まずは保管したソーラーパネル 42 枚を梯子で屋根の上に運ぶ作業を行った。

ソーラーパネルは一枚たりとも余剰が無く、無駄に出来ないため、屋根の上からの落下による破損事故を避けるべく屋根への運搬の為クレーンを事前に手配していたが、当日朝になって手配できないとの連絡を受け、仕方なく人の手により屋上へ運ぶ事となった(写真 51)。

幸い、ソーラーパネルは一枚の落下事故もなく屋上に運び込まれた。ある程度の数のソー

ラーパネルが屋上へ運ばれると、併行して別のグループがパネルへの金具の取り付けを行った。パネルの4カ所に金具を取付けた後、昨日屋根に接着剤で貼り付けた金具に取付けた。2、3人のチームになり、一方がソーラーパネルを支え、もう一方で、パネルに装着した金具と屋根に接着した金具に、金属のピンを蝶番のように打ち込んだ。反対側の金具にマグネットを装着する作業は、前工程が完了してから行った。42枚全ての装着が終わった後、マグネット側の金具の装着を行った。

マグネット側の装着は、倒した状態のソーラーパネルを起き上がらせ、マグネット部を陸屋根に接着した金具の上に置いていく。置いた後にマグネットがずれないように2本のピンを打った。作業時間は短く、同日午後3時前に終了した。2枚のパネルについては追加で補修を施した為、その硬化を待つため翌日に持ち越した。

5月13日は午後から作業を行い、残り2枚の接着剤の硬化確認後、他と同様に設置作業を行った。高野氏に各パネルの配線作業をしていただき、同日午後2時には全ての作業を終了した。

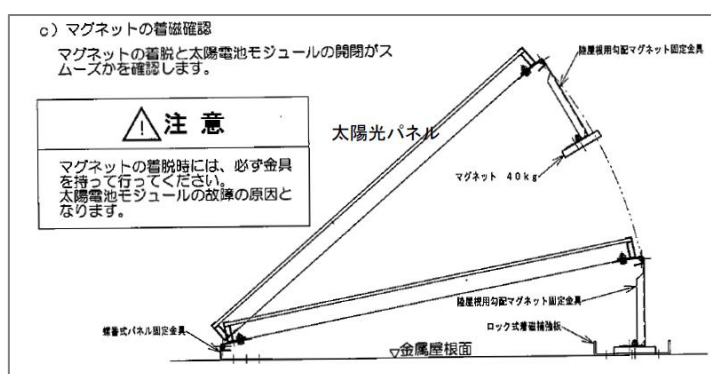


図6 ソーラーパネル取付け断面図



(写真 46: 屋根に接着剤で貼り付けられた金具。図7のように片側をソーラーパネルの端面にピンで蝶番状に固定し、もう片側を図8のようにマグネットの磁力で固定する。)



(写真 49: 屋根の表面から剥がれた金具 写真 50: 剥がれた金具を修復した様子)



(写真 51: ソーラーパネルを屋根の上に持ち上げている様子。写真 52: 屋根の上に取り付けられたソーラーパネル。)



(写真 53、54: ソーラーパネルに金具を取り付ける様子)



(写真 55、56: 金具の付いたソーラーパネルを陸屋根の金具に設置している様子)



(写真 57、58: マグネット組み立て品を屋根の金具に装着する前の様子)



(写真 59: マグネット部を装着している様子。写真 60: 42 枚のソーラーパネルが全て装着完了した様子。)

④ バッテリー設置、電気配線工事

1) バッテリーの輸入通関問題(2018年4月9日-6月4日)

今回採用した、スロベニアの TAB 社から購入したバッテリーと触媒装置は、2018年2月22日にスロベニアのコパル港を出港し、4月9日コルカタ港に到着した。乙仲である日通コルカタ支店に通関を依頼し、必要な書類(B/L やインボイス、パッキングリスト等)を送った。ただし、B/L の原本は通関で必要なため、TAB 社よりインドの当社現地法人に直接

送ってもらった。

4月17日に最初の問題が発生した。今回インドに到着した貨物は、製品の発注者の名前(当社、川崎陸送株式会社)と荷受人(Kawasaki Solar Warehousing Pvt Ltd.)が一致していないとのクレームがインド税関よりあった。そこでTAB社に事情を説明し、同社もスロベニアの税関に確認した上で書類を全て荷受人に一致する事で合意してもらった。

4月24日には、インド税関より、今回のバッテリーのインドへの輸入に際し、Pollution Registration Certificate(大気汚染登録証明書)の提示が求められた。鉛バッテリーがインドの法律では有害物質として扱われるため、この証明書の添付が必要との指示であった。この証明書は、ニューデリーにあるインド環境省の内部にある中央汚染管理局(CPCB:Central Pollution Control Board)により発行されるものであるが、輸入通関処理を依頼していた日通コルカタ支店ではこの証明書の取得経験がなく、対応困難とのことであった為、やむなく当方で対応をせざるを得なかった。

ウェブサイトを通じて同委員会に申請はできるが、受理された後承認まで7-10日は掛かるとのことであった。5月4日に同委員会とコンタクトし、翌週末には証明書の発行が出来るとの見込みをもらった。しかしながら、5月14日になっても発行されなかった為、翌日5月15日に担当者と連絡を取ったところ、申請には問題はないとの確認が取れた。5月21日、同委員会より当社現地法人の住所に証明書が送られるとの連絡が入り、6月1日に同証明書が到着し、再度インド通関処理への手続きを行った。

6月4日にインド税関より連絡があり、6月7日にバッテリーが倉庫へ到着するとの連絡を受けた。ところが直前になり、インド税関より、同梱されていた銅線のケーブルがパッキングリストに掲載が無いとのクレームを受けた。本件に関しては、パッキングリストに記載されているアクセサリ("Set of opzs accessories")がそれに当たるとの説明を行い、問題は解決した。

2) バッテリーラック型番の問題(2018年6月5日)

さらに、バッテリーを保管するラックの型番がパッキングリストに記載されているものと、Sanjay Kumar氏(担当業務:ソーラー発電技術アドバイザー。発電・蓄電設備関係全般のコーディネーションとシステムインテグレーションを担当していた外部人材-途中病気のため交替)より知らされていたラックの型番(2P-2F-670H/2300)が違うとの報告を現地から受けた。TAB社からのインボイス上の型番は2P-550/2400(r2)であり、当社からTAB社に今回コンテナに同梱したラックの寸法等詳細の仕様の確認を依頼した。同社からはこの情報は入手出来なかったが、パッキングリストに記載の型番に基づき、メーカー(Montanaro社)のウェブサイトを確認したところ、TAB社のパッキングリストの通りの型番2P-550/2400(r2)でバッテリーの設置上は問題ないことが分かった。ただし、全長が以前知らされていたものが2,300mmなのに対し、納品されるものは2,400mmと100mm長いためのどのような影響があるのかを確認する必要があった。

6月5日にメーカーより連絡があり、全長の寸法は2,400mmで間違いがないことが確認され、同時にバッテリーの配置図もこの寸法に合わせて変更された。

3) バッテリーの入荷と設置作業(2018年6月8日-6月25日)

上記のような諸問題を解決して、バッテリーは6月8日午後2時に現場に到着した。4月9日のコルカタ港への到着以来、実に2か月を要した結果となった。

同日夜9時、240台全てのバッテリーのラック格納が完了した。これらバッテリーの配線を行うにあたり、6月14日に必要なケーブルの数量確認を行ったところ、バッテリーのセル間を接続する長さ165mmのL1という最短のケーブルが232本必要であるのに対し226本しか同梱されておらず、6本足りない事が判明した。メーカーのTAB社に同日連絡し、即日国際宅急便にて送る手配をしてもらい、6月25日にスロベニアより6本のケーブルがインドに到着した。

また、バッテリーセル120個を直列に配線する配電盤もOPSインド社より到着した。なお、配電盤は、OPSオーストラリアに発注していたパワーコンディショナー(PCU)の付属品として手配していたものである。

4) 電気配線工事(2018年6月25日-7月16日)

その後、接続・配線工事が行われた。途中、7月2日以降は電気配線工事が材料の不足により中断されたものの、7月16日からの工事再開後は蓄電池室内の導管の設置と配線工事が行われ、PCUの到着を待つ状態にまで作業が進んだ。



(写真 61 : スロベニアから輸出された船荷証券。写真 62 : インド税関での検査の様子。)



(写真 63、64 : 現場に到着したバッテリーをコンテナから荷卸しする様子)

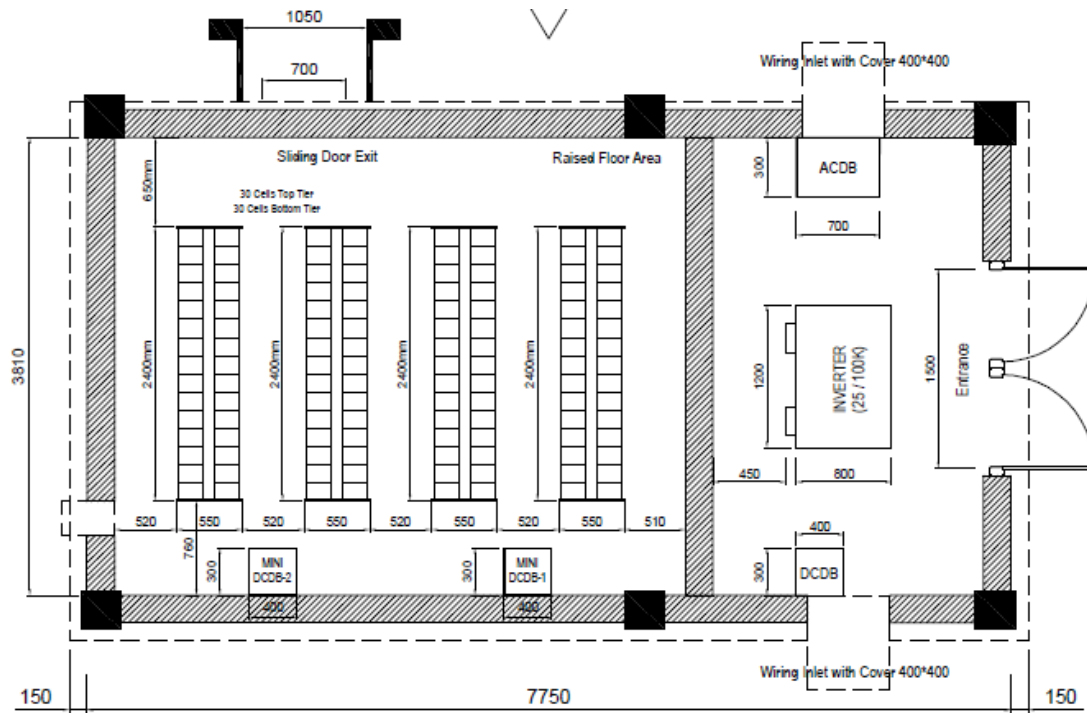


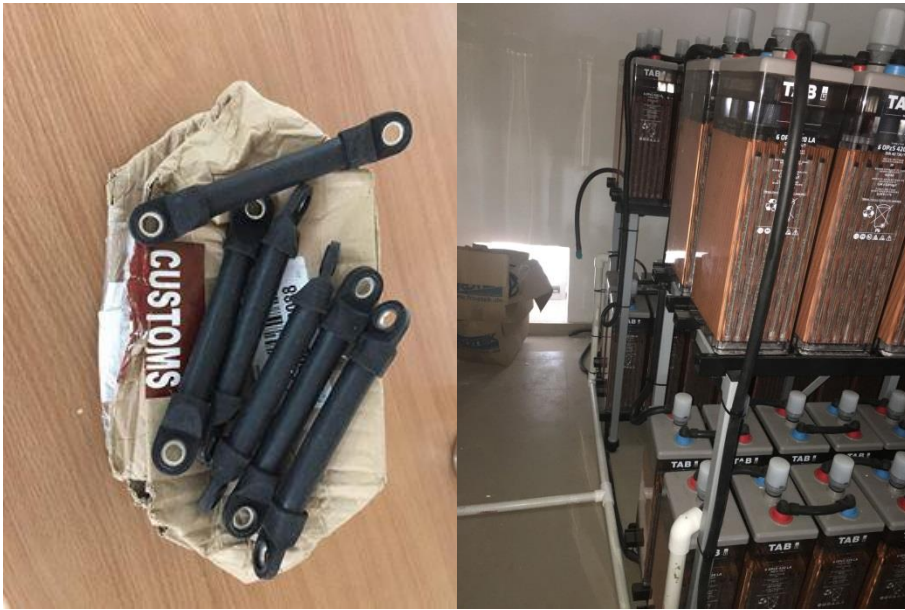
図 9 蓄電室レイアウト図



(写真 65:ラックを組み立てている様子)



(写真 66 : バッテリーのラックを組みながら格納している様子。写真 67 : 4つの全てのラックが完成し、240 台全てのバッテリーを収めた様子。)



(写真 68：不足したケーブルが国際宅急便で届いた様子。写真 69：配線されたバッテリーの様子。)



(写真 70、71：Mini DCDB(配電盤)の配線作業の様子)

⑤ 発電設備工事

1) OPS インド社への発注(2018年1月25日-6月7日)

2017年10月に外部人材で発電設備関係を担当することになっていた Sanjay Kumar 氏が、病気を患い活動できなくなった事態を受け、また、JICA との契約締結後、想定以上に急ピッチで工事が進んでいたこともあり、OPS インド社に対し、Sanjay Kumar 氏のバックアップ対応として電気配線工事に関し設計から工事の全てを当社独自で依頼する事を余儀なくされた。

また、Kumar 氏が作成していた図面や仕様書が一部を除き、未整備であったことも課題であった。OPS インド社は、今回使用するパワーコンディショナー(PCU)の供給元であるオーストラリア Optimal Power Solution Pty. Ltd.のインド子会社であり、且つ本プロジェ

クトで使用するパワーコンディショナー(PCU)の生産委託先でもある。従って、発電設備の電気配線に関わる川上から川下までの一貫したシステムを構築するには適切な存在であった。

元々280枚のソーラーパネルの設置のみを依頼する予定だったが、Kumar氏の代わりに電気配線工事に関わる一切を依頼することとなり、さらに他のベンダーが行う予定であったGo-Down倉庫屋根の補強工事も、そのベンダーが突然に請負辞退をしたことによりOPSインド社に依頼せざるを得なくなった(これらは自社負担となる見込み)。

同社には1月25日に発注を行い、電気関係の設計から着手した。図面や技術資料については、当社の現地エンジニアリングパートナーであり、外部人材でもあるイワテックインド社のチャクラバルティ所長を中心に内容が精査され、設計、図面作成は2月中に完了するとのことであった。

しかしながら、Go-Down倉庫屋根の補強工事についてはKumar氏が担当していた時期に、コルカタのジャダプール大学土木工学科の建物の強度分析を元に西ベンガル州政府が認可をした方法で施工しなければならないとの制約が州政府から示され、これを巡ってOPSインド社との確認作業に時間を費やした。加えて、この補強工事で使用される固定金具、追加の母屋材、アルミ製の補強材などの手配にも時間を要し、これらの材料は5月3日に現地に搬入された。

2) Go-Down倉庫屋根固定金具の取り付け(2018年5月22日-6月7日)

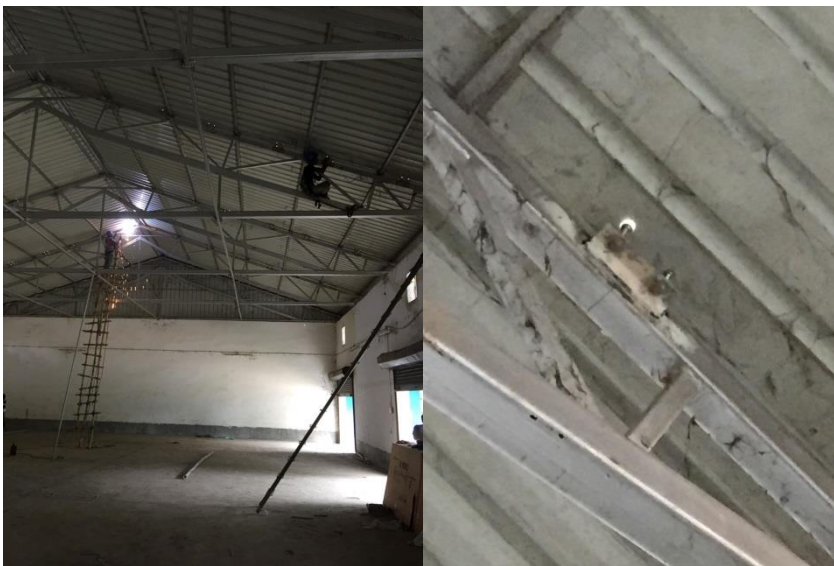
ボルト穴のサイズが小さくボルトが通らないなどの不具合が発見された。また、固定金具はGo-Down倉庫の垂木(屋根を構築する三角の鉄骨)(写真73)に穴を開け、そこにボルトナットで固定する設計となっていたが、この垂木の鉄骨が厚すぎてドリル穴を空けられないとの連絡がOPSインド社よりあった。

ガスバーナーで穴を空ける案も出されたが、穴径が均等ではなくなる可能性が高いため、見送られた。結局、固定金具を垂木にボルトとナットで固定せず、鉄骨に直接溶接することで決着した。この結果、実際の作業は溶接を行える人材の手配等で当初の予定より大きく遅れ、5月22日からの開始となった。

屋根の南北それぞれの方向に、鋼材の両面に16カ所ずつ、計32ヶ所の溶接が一本の垂木に必要であり、倉庫の垂木は10本なので合計320ヶ所の溶接が必要となったが、6月7日に全数の溶接が完了した。



(写真 72 : 屋根の補強工事に使用される金具 写真 73 : 補強を行う倉庫の垂木 (三角部))



(写真 74 : 屋根の垂木に溶接作業をしている様子。写真 75 : 溶接により装着した金具の様子。)

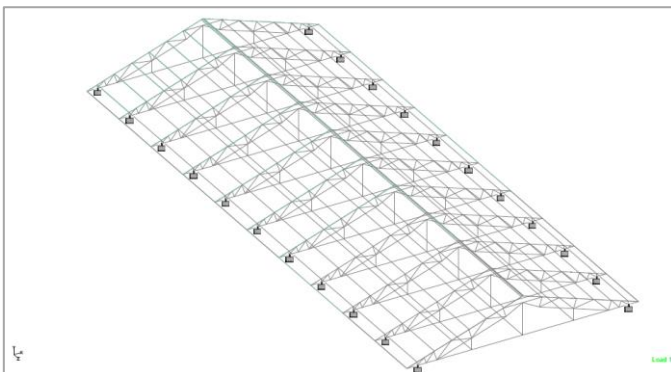


図 10 Go-Down 倉庫の構造、三角部分が垂木

3) Go-Down 倉庫屋根への補強材とソーラーパネルの取り付け(2018年6月11日-6月30日)

母屋材の屋根への運搬は6月11日より開始され、16日には280枚分のソーラーパネルの取付けも開始された。この屋根は高さが約9mあり、落下事故のリスクが高い。先に取り付けた42枚のパネル同様に一枚も無駄にできない状況であった。このリスクを無くす為、屋根への荷上げはロープを使い慎重に行われた。6月21日になって Sag Correction Bar と呼ばれる追加の母屋材を直角の方向で支えるアルミ製の棒材の寸法が合わないことがこの期に及び発覚した(36本の棒材の長さが短い)。

このため棒材の両端の90度に折り曲げられている部分をハンマー等で真っ直ぐに伸ばし、長さを確保する手直しを行う事となった。この作業により本来6月18日までに完了予定であったソーラーパネルの設置がさらに遅れる事となり、結局6月30日に完了した。



(写真 76: 屋根の上の母屋材。写真 77: 屋根の金具、垂木に溶接されたものと 90 度交差し、母屋材を支えている。)



(写真 78、79:ソーラーパネルを屋根に上げる様子。写真 80: 設置されたソーラーパネルの様子。)

4) 電気工事の中断と OPS インド社の財務問題 I(2018 年 7 月 2 日-7 月 16 日)

同時進行で進めていた電気配線については、6 月 30 日までにソーラーパネルからの配線が束ねられ AJB(アレイ・ジャンクション・ボックス)という接続箱に配線され、そこから MJB(メイン・ジャンクション・ボックス)に配線された。さらに MJB からインバーター (パワーコンディショナー内) に接続されるが、そこに使用される 35mm 径のケーブルの調達が行われておらず、7 月 2 日より再び配線工事が中断されることとなった。

なぜ配線材料が不足したのか不明であったが、当社現地法人 (KSW) の社員が確認したところ、材料を発注している OPS インド社の財務問題が原因である事が判った。

7 月 9 日より渡印していた樋口と OPS インド社の打合せが 7 月 11 日に行われ、今後の工事の進め方等について話合いの場が持たれた。結果、工事を継続させるために 120 万ルピーの追加支払の要請が同社からあった。同社には 2018 年 1 月に工事代金 5,394,082.08 ルピーのうち前金として 3,586,665.00 ルピーが既に支払われており、支払残 1,807,417.08 ルピーが残っていたが、同社の要請に基づき 7 月 13 日に残金のうち 120 万ルピーの支払を行った。

7 月 14 日には 35mm 径のケーブル等残りの配線材料が現場に搬入され、16 日より配線工事はようやく再開された。

5) パワーコンディショナーの出荷(2018 年 7 月 18 日-8 月 10 日)

7 月 18 日には PCU の FAT (工場受け入れ試験) が OPS インド社のバンガロール工場で行われたため、Dass、Chakrabarti が現地を訪問した。

試験結果は良好であり、7 月 24 日までに PDQ(出荷前品質検査)と木枠梱包を終え、25 日の夕方には運送業者が引き取り出荷される事になっていた。しかし、インドの運送業者で構成する国内最大の業界団体、全インド自動車運送業会議(All India Motor Transport Congress、以下 AIMTC)が全国規模で展開するストライキが 7 月 20 日に起こり、出荷当日の 7 月 25 日には 6 日目に突入していた。

AIMTC によると、加盟業者が保有する車両は約 930 万台に上るといふ。このストライキにより、パワーコンディショナーの出荷は遅延せざるを得なくなった。

6) ソーラーパネル破損事故(2018 年 7 月 28 日)

7 月 26 日から、95mm² 径のケーブルにて系統連系の配線工事が始まったが、7 月 28 日に、Go-Down 倉庫の西側に配置されていたソーラーパネルの一枚が破損する事故が発生した。原因は定かではないが、西側にある椰子の木の実が落下しソーラーパネルを破壊したものと見られる。これらの木は 7 月 23 日に既に伐採され、再発の心配はなくなった。

壊れたソーラーパネルの交換と、次回不測の事態が発生した際の予備として追加 5 枚のソーラーパネルを購入する事とした。一方、トラックのストライキは AIMTC と政府の間で

話がまとまり、7月28日に収束した。これを受けて、7月30日夕刻にPCUが出荷された。何度かの中継輸送を経て、8月10日にPCUが現地に到着した。

7) PCUの設置(2018年8月10日-8月11日)

日本から輸出したプラスチックパレット3枚の上にPCUを設置することを、現場には予め指示しておいた。パレットは一枚が150mmの厚さであり、洪水による水没から機器を守る為に合計450mmの高さにした上で設置する計画だった。また、蓄電室の床もバッテリーを設置した部分は、同様の目的で400mm床を高くしてある。

この設置仕様を予め打ち合わせていたにも拘わらず、600kg以上重量のあるPCUを450mmの高さの上に設置するのが困難ということで、現場に立ち会った当社現地採用従業員と業者の間での独断により、1枚のみのパレット上に設置されてしまった。設置作業している最中、理由として吊り天井とのクリアランスがほとんどない事や、PCU上部にある熱気の排気口が、屋根に設置したベンチレーターの真下になくシステムの保全上問題があるなど、様々な理由を主張してきたが、後に現場確認したところ、全て事実と異なることが判明した。単に設置が手間であり、作業を端折る為の言い訳であることが判明した。

これには当社は納得せず、業者にやり直しを命じた。結果、電気工事業者ではなく、建設工事を請け負うAK Sasmal社の機転によりジャッキと金属パイプ、竹の棒などを巧みに用いてプラスチックパレット3枚の上に設置した。

次に、OPSインド社により電気配線の結線状況確認の為、接続箱の地点の電圧と電流値の計測作業を行った。

8) OPSインド社の財務問題II(2018年8月9日-8月23日)

業務委託先のOPSインド社から実際の下請工事業者(Apollo Solar)への代金未払いにより、電気配線工事が8月9日~8月19日までの10日間中断した。前述の配線材料が購入できなかった事に続く、財務上の問題である。

また、社員への給与未払いによりストライキが行われたとの情報を8月23日にイワテックインド社より得た。OPSインド社の財務問題の深刻さが推測され、特に今後のPCUの不具合時などメンテナンスへの対応が懸念された。

そこで当社では電気配線工事再開の為に、やむなく下請けであるApollo Solar社への代金支払いの肩代わりや、万が一OPS社が倒産した場合に備えて、同社の将来に失望して、既に同社を退職した社員の当社現地法人(KSW)への技術職への採用などを行った。これにより今後PCUがシステムの障害等で止まった場合や、電気部品などの手配が必要な場合などに対応する予定である。

本システムはDSP(Digital Signal Processor)ベースのものであり、システムを制御するプログラムなどはオーストラリア本社の設計によるブラックボックスで、不具合がこの部分に及ぶと、同社の親会社であるOPS本社でないと対応が出来ないリスクは残っている。

9) 電気工事の再開と PCU の試運転(2018 年 8 月 19 日-8 月 20 日)

8 月 19 日によく電気工事が再開され、PCU とエアコン (A/C) の配電盤との接続配線工事が行われた。翌 20 日に PCU の試運転を行った。システムは問題なく立ち上がり、OPS 社の、内部状況を観察できるソフトウェア“OPSCOMS”を通じて PC 上からも、発電・バッテリーへの充電が正常に行われていることが確認できた(写真 103)。

10) エアコンの試運転(2018 年 8 月 21 日)

8 月 21 日に、三菱電機の代理店である Aircon Service 社が、A/C 配線への接続工事を行い、同日夕方、倉庫内に設置されたエアコンの試運転が行われた。当初、流通加工室にある 1 台が、ファンは回るものの冷気が出てこなく心配されたが、保管庫内の 2 台は問題無く冷気が出てくるのが確認された。吹き出し温度を計測したところ 11.6℃で、保管庫は 1 台だけの稼働でも、庫内温度は 22.5℃まで下がった。流通加工室の残り 1 台は、夕方 5 時過ぎであった為太陽光発電量も懸念されたが、確認作業後に正常運転した。

正常運転までに時間が掛かった原因は、配線の緩みとの回答であった。吹き出し温度も 14℃で、当日の試運転としてはまずまずの結果であった。

翌日はエアコン 3 台を同時に動かしてみたが、問題無く冷気が出てくるのが確認された。倉庫側の 2 台を 20 分程動かして庫内温度を計測したところ、22℃近くまで下がった。エアコンの位置から最も遠い西南の隅では 27℃であり、場所によって温度のばらつきが見られた。ただし、既に設置される筈であった倉庫の二枚の引き戸が未だ届いておらず、測定当時、入り口は応急的にベニア板を打ち付けていた状態であった為、庫内の気密性が不十分なままでの計測であった。従って、ドアの設置後に再度計測することとした。

11) 倉庫のドアの未着問題 II(2018 年 8 月 14 日-9 月 12 日)

倉庫の 2ヶ所に設置される引き戸は、8 月 14 日にメーカーの工場があるバンガロールを出発し、順当であれば 8 月 20 日には倉庫に到着し、23 日に取付ける予定であった。ところが 19 日に再度確認したところ、ドアは未だ出荷されておらず、運送会社の出荷拠点を移動したのみとの事であった。理由は木枠梱包にダメージがあった為との事で、修正の為に出荷が出来なかったとの事であった。その後出荷されたが、8 月 22 日がイスラム教謝肉祭(イド・ウル・ズハー)の為、23 日の配送は不可能との連絡を受けた。

8 月 24 日に、シングルから 30 分離れたところにあるダクニのトラックターミナルまで到着し、翌日にはシングルへ配達されるとの連絡を受けたが、結果ドアは届かなかった。運送会社のシングル方面への併せ荷物が無い為配車しなかったとの事であった。

日曜日を挟んだ翌週月曜日 27 日に確認したところ、当日 12 時までには配達されるとの回答であったが、実際の配達はなかった。前回同様に、併せて配送するシングル方面への荷物が無い為との事であった。同日夕方に、翌日 28 日には配達できるとの連絡を受けるが、

信用は出来ないとの判断により、28日は当社にて引取り用のトラックを手配した。引取った際に確認すると、ドアの部品の一部が激しく損傷していた。明らかに落下、または衝突したことによるへこみ傷がみられた。出荷当時にドアのメーカーより送られた画像ではそのような損傷は無かった為、輸送中に破損したとみられる。一度現場に持ち込み開梱したところ、傷は一か所ではなく数カ所にも及んでおり、また、フレームが歪んでいた。

最終的に、以下6点の部品について交換が必要となった。

1. Vertical Frames - 3 Legs
2. Horizontal Frames -2 Lengths
3. The Brackets on Horizontal Frame
4. Heater Carrier with Heater
5. Door Bottom Guide Set with Plate
6. Rail Cover

これらについて早急に部品交換の手配がなされることを期待したが、実際は、先ず当社からメーカーにこれらパーツの発注、部品代金の支払を行い、その後輸送会社による原因調査が行われ、損傷した貨物への保険請求が行われた後、それらの代金を当方に弁済する手順になるとの説明を受けた。

ドアについては、メーカーと8月28日に打ち合わせたところ、ドアの不具合の様子を取付け業者が29日に確認しに行くとの連絡を受けた。事態の解決を図るために9月10日に当社現地法人のPoran Dassが、メーカーであるAlfa Peb社のあるバンガロールに出向き、同社Narayan Murthy氏と打ち合わせを行った。結果、ドアの取付けを行うMurshid氏が同日または翌日9月11日に現場の状況について報告を行うとの事であった。2つのドアパネルのうち、1つは設置可能であるとの事だったので、もう片方のドアパネルについて打合せを行った。同社によると、ドアパネルの製作には2-3日を要し、また重量が100kg程有る為、緊急で空輸すると26,000ルピー程掛かるとのことであった。よってMurshied氏の現場確認により状況がより明らかになるのを待つ判断をした。

Narayan氏には当社で翌週に倉庫のテストをする為ドアの取付けが急務であることを伝えた。Murshid氏の現物確認の上、機材全てを現地で修理し、9月12日にドアの取付けを行った。ドアパネル自体は問題が無く、フレームも若干曲がっていたようだが現地で修理可能であった。上部のドアカバーも激しく破損していたが、木槌で叩いて修理し、ドアの機能上は問題がないと判断された。

12) ドアフレームによる段差(2018年9月12日)

ドアカバーに問題はなかったが、ドアフレームの床設置部分が高さ約30mm程あり、これが入出庫オペレーションの際に、段差として障害となる可能性が懸念された。段差を解消する為、下側のドアフレームを挟む形で段差解消プレートをドアの内外に置くことにし、仕

様の検討、設計を行った。

詳細の寸法は、現場で装着する時に調整することとした。ドアの取付け後、取付け工事の品質が懸念されていたが、庫内のエアコンを運転させ冷気の漏れの有無を確認したところ、問題は無かった。



(写真 81 : Go-Down 倉庫裏側から配線され、境界塀上を通り新築定温倉庫側に配線されたコンジット(電線を入れる導管)の様子。写真 82 : Go-Down 北側の接続箱の取り付け作業の様子。写真 83 : 写真手前の部分は地中に埋められる計画。)



(写真 84 : 到着した 35mm² のケーブルの荷卸し。写真 85 : 再開された電気工事の様子。)



(写真 86、87: 7月18日 OPS インド社で行われた FAT(工場受け入れ試験)の様子。写真 88: 工場受け入れ試験結果の抜粋)



(写真 89: 木枠梱包を終えた PCU。写真 90: トラック運転手のストの様子 (当時ニュース画像))



(写真 91: 系統連系のための配線工事の様子。写真 92: Go-Down 西側の椰子の木。写真 93: 破損したソーラーパネル。)



(写真 94、95 : Go-Down 西側の椰子の木を伐採した様子)



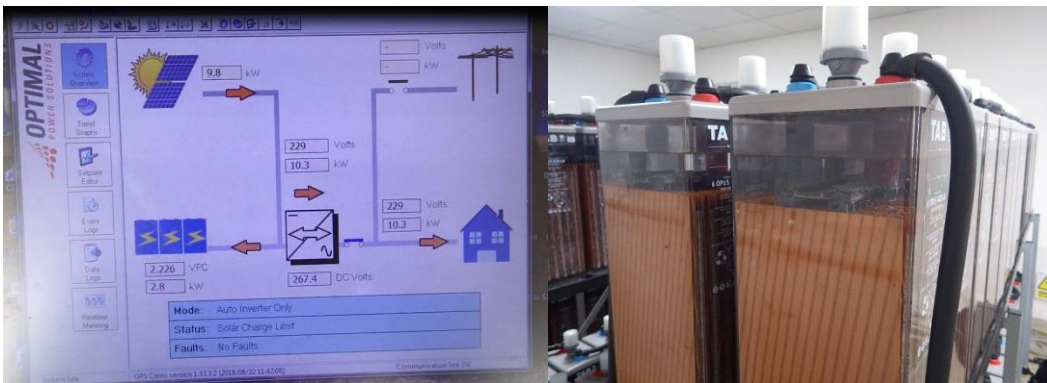
(写真 96 : 1 枚のみのプラスチックパレット上に設置された PCU。写真 97 : 3 枚のパレット上に設置された PCU)



(写真 98、99 : 3 枚のパレット上にジャッキで PCU を持ち上げ設置する様子)



(写真 100、101 : PCU のスイッチが入った様子。写真 102 : LED 照明が点灯された様子。)



(写真 103 : PCU の発電状況モニターシステム“OPSCOMS”。写真 104 : バッテリーに充電される様子。電極から気泡の発生が確認された。)



(写真 105 : エアコンの室外機の電気配線工事の様子、写真 106 : エアコンの室内機の電気配線工事の様子)



(写真 107：エアコンの吹き出し温度を計測する様子。写真 108：ドアの代わりに取り付けられたベニア板。)



(写真 109：ドアの出荷時のドアの様子。写真 110：引き取りの際発見されたへこみ傷)



(写真 111、112：木枠を開梱後確認された傷の様子)



(写真 113：ドアのフレームの取り付けが終わった様子。写真 114：ドアのフレームの下側の段差の様子。写真 115：ドアパネルの取り付けが終わった様子。)

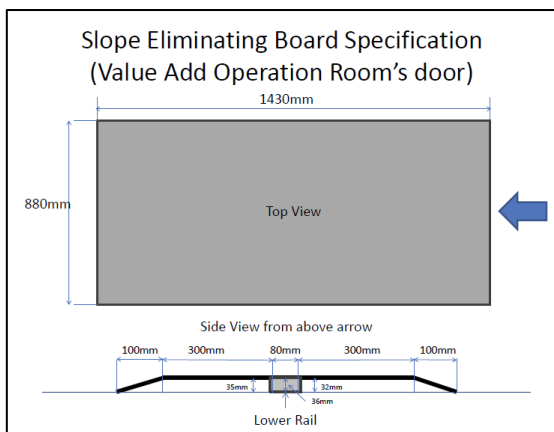


図 11 段差を解消するプレートの設計図 (流通加工室側)



(写真 116：ドアの段差解消プレートを取り付けている様子)

⑥ 定温倉庫冷却テスト(2018年9月23日-9月25日)

定温倉庫の最も重要な機能である冷却能力のテストを9月23日より実施した。24時間3日間を通して、3台のエアコンを連続して運転させ、太陽光発電と蓄電が上手く機能し、倉庫内の温度が一定の温度に冷却できるかどうかを確認した。また、食品には大敵である、カビの発生原因となる結露を抑えながら冷却が行えるかどうかも確認した。

当初は22日からのテストを予定していたが、雨の予報であった為、一日ずらして23日より行った。当日はタイミングよくモンスーンの時季が終わった模様で、若干雲はあるものの晴れており、絶好のテスト日和となった。朝9時時点で外気温は31.8℃、流通加工室温18.9℃、定温倉庫室温20.2℃であった。前日からエアコンを稼働させていた為、テスト初日朝の温度計測では、倉庫内の室温は既に十分に冷えていた。この状態が3日間持続するかどうかのテストを行った。

朝9時から夕刻の5時まで、一時間毎に計測し、9月25日までの3日間で合計27回計測を行った。これらの温度変化は、流通加工室温が最低17.7℃で最高が19℃、平均値が18.41℃、定温倉庫室温が最低19.5℃で最高が20.5℃、平均値が19.85℃という結果であった。いずれもエアコンのリモコンの温度設定は19℃であったが、両者部屋の大きさが異なり、定温倉庫は流通加工室の1.5倍の広さに対し、エアコンは2台を設置している。反対に、流通加工室は作業員が室内で作業するため設定温度は22℃以上になる予定である。

表 6 温度測定データ

9月23日									
時間	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
流通加工室	18.9	18.9	17.7	19.8	18.4	18.1	18.1	19	18.9
保管庫	20.2	20.2	20.3	20.5	20.2	20.1	20.2	20.1	19.9
9月24日									
時間	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
流通加工室	18.9	18.1	17.7	18.7	18.6	18.6	18.0	18.0	18.9
保管庫	19.7	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.8	19.9	19.7
9月25日									
時間	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
流通加工室	18.6	17.8	18.1	18.1	18.4	18.0	18.6	18.2	18.1
保管庫	19.8	19.7	19.5	19.8	19.8	19.7	19.6	19.6	19.6

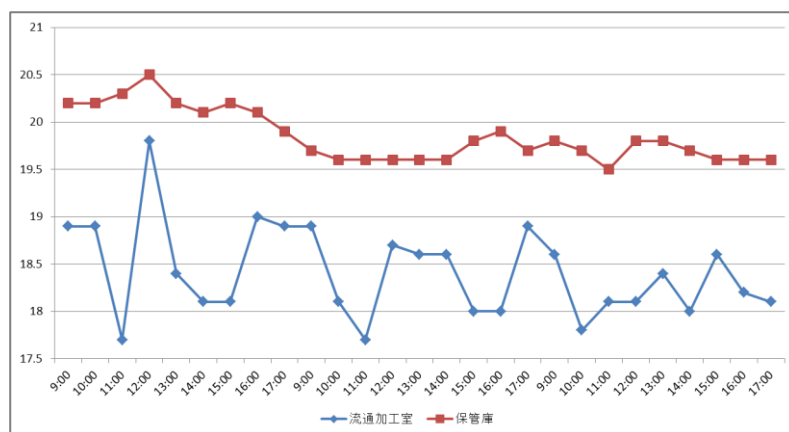


図 12 温度グラフ

保管庫の温度分布 19°C設定 床面:1.5m

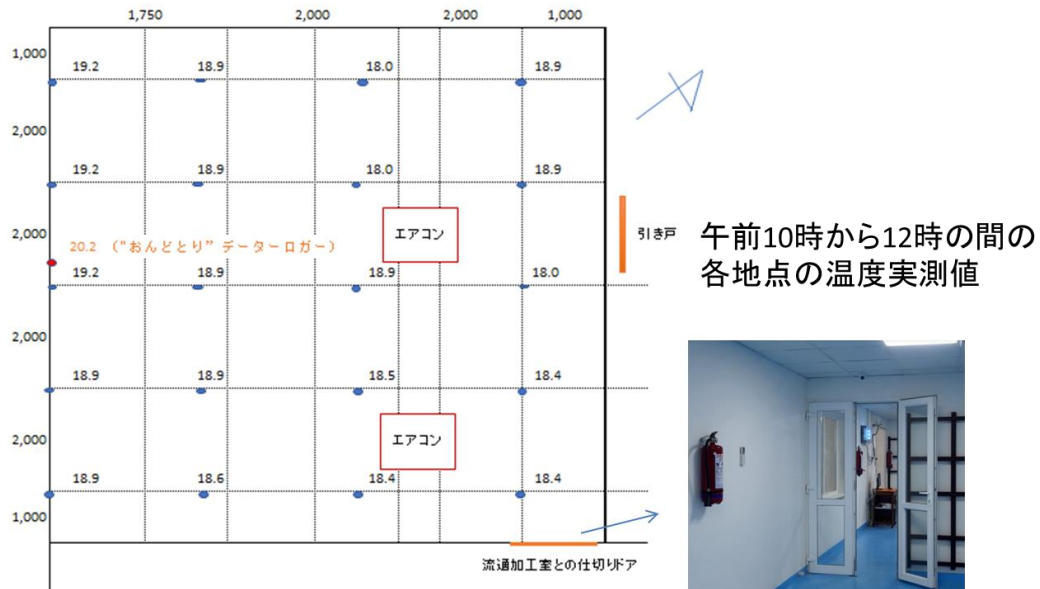


図 13 保管庫の温度分布 (2018年9月23日)

テスト結果は良好であった。今回採用したエアコンは一台 6.07kW の仕様のものであった為、 $6.07\text{kW} \times 3\text{台} = 18.21\text{kW}$ という数値に当初仮定した消費電力がどれ程近づくか、また、昼間に充電した鉛電池で、日没後にどの程度倉庫内の消費電力を補うことが出来るか等テスト前の不安があった。

エアコン、LED 照明、その他コンセントからパソコンや WiFi ルーター、害虫駆除の装置などを繋いで負荷をかけても、実際の消費電力は 3-6kW 程と予想以上に少ないものであった。

26 日からは、実際の倉庫オペレーションを想定した環境下でテストを行った。倉庫のドアを一定時間開放し、温度の変化、特に結露の発生の有無を確認した。2 時間ドアを開放しても、エアコンを付けた状態で結露することはなく、当初設計した機能が十分に働き、効果があることが実証できた。

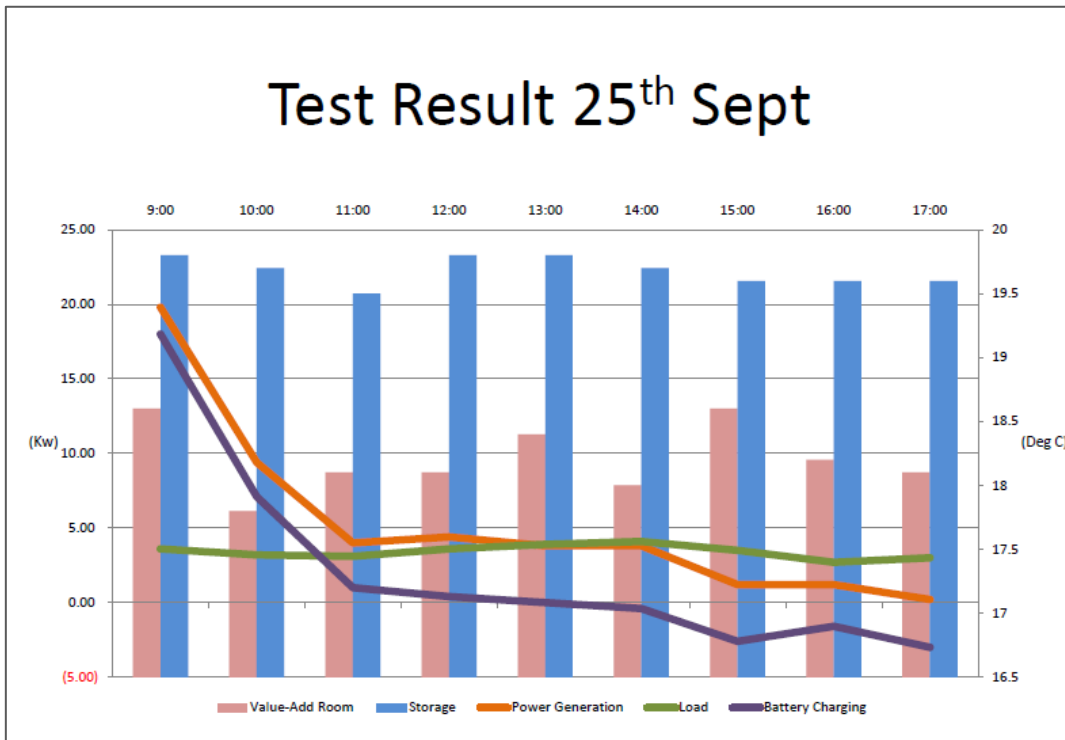


図 14 温度テスト結果 (2018年9月25日)

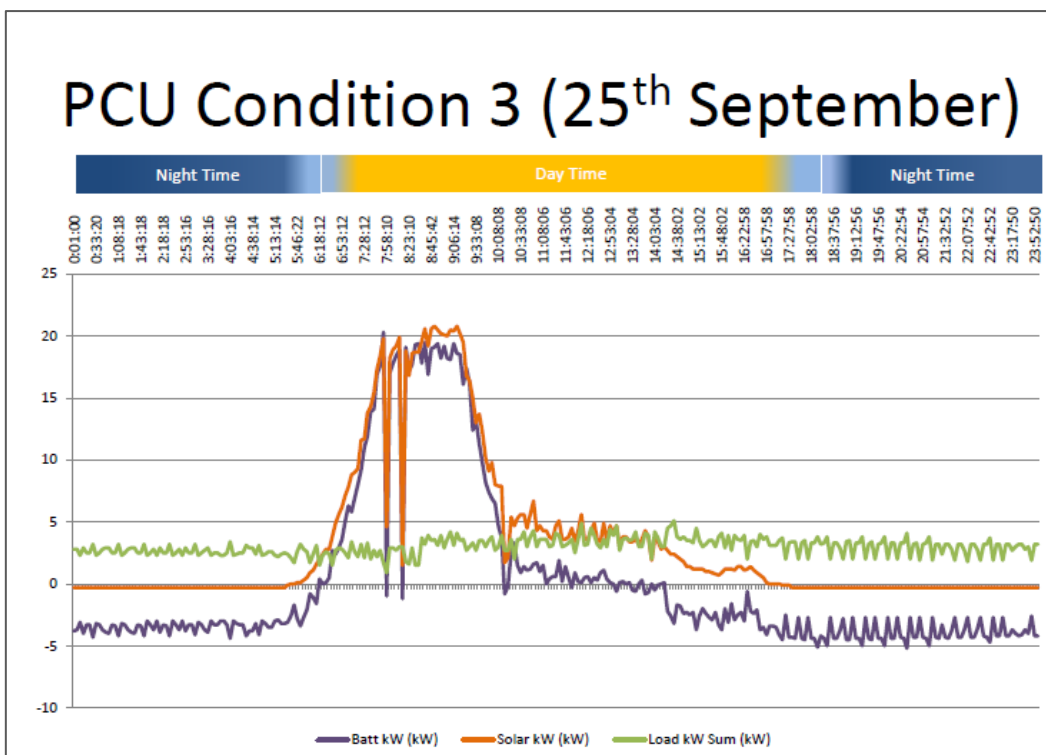


図 15 PCU データ (2018年9月25日)

活動 1-2 :関係者にヒアリングを行い、倉庫を規格化する為の情報を収集し、倉庫利用改善のための分析を行う

① 倉庫見学の受け入れ

関係者へのヒアリングの一環として、西ベンガル州政府関係者及びスファール・バングラ関係者はもとより、倉庫見学の要求があった際は都度応じている。

2019年1月21日に開催した竣工式後は、見学者が訪れるようになった(2019年8月30日時点で約30組)。カウンターパート関係者の他に、地元の業者、機材の納入業者、学生、新聞記者など様々な人が定温倉庫を見学した。

ショーケース倉庫として説明を分かりやすくする為、倉庫内に大画面のモニターや説明パネルを設置し、以下の説明を行っている。

- 1) 倉庫レイアウトや特徴、24時間電力供給サイクル自動運転の概要
- 2) PCUのソフトウェアを使い、大画面モニターにリアルタイムで太陽光発電量及びバッテリーへの蓄電量を表示
- 3) CCTVカメラからのGo-Down倉庫屋上、及び定温倉庫屋上のソーラーパネルのリアルタイム映像

訪問者には概要を説明後、倉庫内部、外部を案内した。定温倉庫の大きな特徴として、庫内壁に漆喰を施したことが挙げられるが、見た目では通常の白い壁にしか見えない為、漆喰材料メーカーより取寄せた原料サンプルをビーカーに入れ、それをプラスチックのサンプルケースに入れてサンプルキットを作成した。



(写真 117 : 漆喰の材料をシャーレーに入れたサンプルキット)

漆喰は消石灰だけではなく、海藻から出来る糊(つものまた)、麻スサなどを含み厚塗りすることが可能で、割れにくい成分が含まれていることを解説している。塗装工事中から倉庫

内壁に手を触れる人が多く、壁がすぐに汚れてしまう事が見られた為、塗り見本板も取り寄せ、見学者が直接触れられるようにした。これら倉庫の特長については、皆内容に感心していて、批判的な意見は見られなかった。

② 寄せられた意見について

1) 倉庫建築の建材についての意見

見学にきた倉庫用の建材を取り扱うメーカーからは、同社のプレハブサンドイッチ構造でポリウレタン又はポリイソシアヌレートフォームの建材の方がレンガの二重構造より安く、手軽に出来るとの売込みがあった。加えて、漆喰塗装が必要であればその建材の上から塗装したらどうかとの提案があった。

当社としては、サンドイッチパネルの設置・補修がインドの田舎で容易にできない状況を考えてレンガ造りにしたことと、二重の壁にして「空気層」を作ったことで、非常に高い断熱効果を示すことができたが、将来的に双方の建築方法を比較する必要がある。

2) 湿度管理についての意見①

庫内湿度を 80%近くにするべきだという意見が見学者から寄せられたが、これは当初から十分予想されていたもので、当社でも認識している。しかしながら、高すぎる庫内湿度は結露が起きやすく、カビが発生する原因になる。庫内湿度が 50-60%であっても 1~2 日程度の短期保管であれば鮮度は保たれている((2) 事業目的の達成状況 参照)。同様に、倉庫内で設定している管理温度 18 度は、多くの野菜に適していると言われる 4 度とは程遠い温度であるが、収穫直後の初熱を持っている状況から、「予冷」という意味で考えれば、こちらでも短期保管であれば問題ないと考えている。

3) 湿度管理についての意見②—高湿度にした場合のカビ防止対策

インドではいくつかの冷蔵倉庫を見学した。西ベンガル州マイナグリ (Maynaguri) にあるジャガイモの専用冷蔵倉庫は、民間企業により建てられ、西ベンガル州政府の補助金により運営されている。見学時には 150 トンのジャガイモが保管され、庫内温度は 0-5 度で管理されており、ジャガイモ以外の農産物の保管は認められていないとのことだった。

ジャガイモは 50Kg の袋単位で保管されており、収穫期の 3 月から、10 カ月間保管される。その冷蔵倉庫内は、庫内気温が低く保たれていたが、壁中にカビが発生していた。庫内はカビの臭いが漂っており、とても食品を保管するのに適している環境ではなかった。土地柄上、外気は高温多湿な環境下であることから、当社定温倉庫内の湿度を高くした場合、漆喰等の効果によりどれほどカビの発生を抑えられるかは今後、検証したいと考えている。

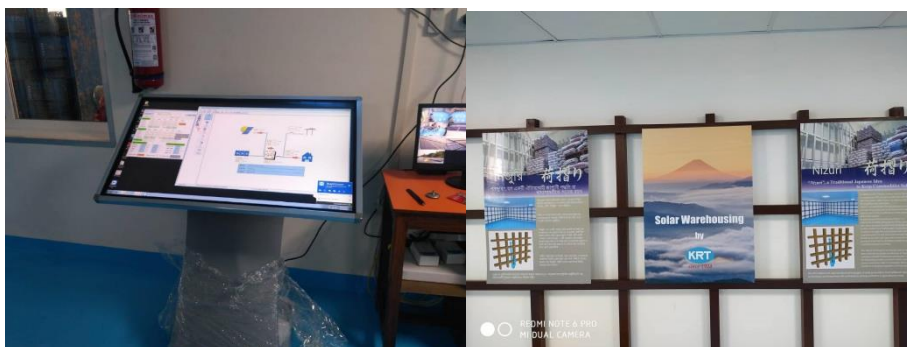
4) 湿度管理についての意見③—空調機における除湿機能の課題

庫内湿度が低いと見学者に指摘された 2019 年 4 月以降、庫内湿度を上げる為の実験とし

て、同年5月3日に10分間ドアを開放したところ、庫内温度20.5℃で庫内湿度は88%に上がった。(当時外気温度29.7℃ 外部湿度82.5%)。その後、30分間ドアを閉鎖した状態で確認すると、庫内温度20℃、庫内湿度50%に戻ってしまった。再度、10分間ドアを開放した後の気温と湿度は再び20℃と88%になり、同様にドアを30分間閉鎖した後は20℃と50%に戻った。倉庫に設置してあるエアコンが自動で除湿モードになったものと考えたが、機器の取扱説明書を読んでも、自動モードというものはなかった。

メーカーの技術者によると、熱には潜熱(湿度を含む熱)と顕熱(湿度を含まない熱)があり、今回使用したパッケージエアコン(通称スリム)は、冷却能力を100とした場合に潜熱:顕熱=20:80程度の割合(顕熱比(SHF)0.8と言う)でそれぞれに働きかけるとのことであった。エアコンが、この割合20程度の潜熱をとる働きをしてしまい、いわゆる除湿をしてしまっているとのことであった。顕熱比を1.0に近づければ、湿度は感知しなくなるだろうとのことでもあった。いくつか改善方法を提案されたが、エアコンが100%運転にならないよう、「制御」を加えることが効果的であるとアドバイスされた。これには追加費用にてオプション機器を購入し取付け、エアコンが100%運転をして、潜熱を取ろうとさせない設定にすることが有効とのことだった。

最大運転能力を50、75、100%に設定できるようにする為、当社で検討した結果、最大運転能力を50%に設定することとした。必要な部品はリレーを現地で調達してもらい、現場で設定することにより上記の能力を設定できる。もし問題が起きてもリレーの設定を変更することにより元に戻せるので、リスクは無いと判断した。ただし、室外機の制御基板と接続するアダプターは、日本製でメーカーオリジナルの部品である為、日本から調達する必要があったりと、入手までに3ヶ月を要した。



(写真 118: 倉庫に設置した大型モニター) (写真 119: 倉庫内に設置したポスター)

以上の意見を踏まえ、倉庫の規格化を推進するために、当面以下の事項が重要との結論を得られた。

ア 短期保管倉庫として、湿度がある程度低くても、結露とカビの発生を防ぐことを優先

する。

- イ 地方での展開から、当面メンテナンスが容易なレンガ作り、二重壁の構造とする。
(日本での倉庫建築設計とは大幅に異なる)



(写真 120 : 2019 年 7 月 25 日 Netasi Subash Training Institute Agriculture Marketing の学生たちが見学に来た様子)



(写真 121: ジャガイモ専用の冷蔵倉庫の内部の様子(左)、写真 122 : カビだらけの壁面、断熱用の発泡スチロール材が露わになっている(右))

活動 1-3 : クリシャック・バザールにおける農産物の流通量・価格について、倉庫の設置前・後で調査し、分析する

① スファール・バンガラによる野菜買取り価格

過去 2 年間(2017 年 1 月から 2018 年 12 月)におけるスファール・バンガラ公示農産物価格の推移を以下の図 16 から 27 に示す(実線がスファール・バンガラによる農家からの買取り価格であり、破線が消費者への販売価格となる)。

2017-2018 年における過去 2 年間分の価格推移を通して、全体として 11 月・2 月の乾季になると買取り価格及び消費者価格が上がる傾向がある。しかし 2017 年 8 月末日を基準とし、

2018年及び2019年の買取り価格を指標化したところ、同じ季節でも年度により指標数値に差がでた(表7参照)。大きな価格変動があるものの、総じて2017年からは、価格がインフレ率以上に上昇していると言える。オクラとバナナの花は生産し過ぎたことによる過剰供給とのことであった。

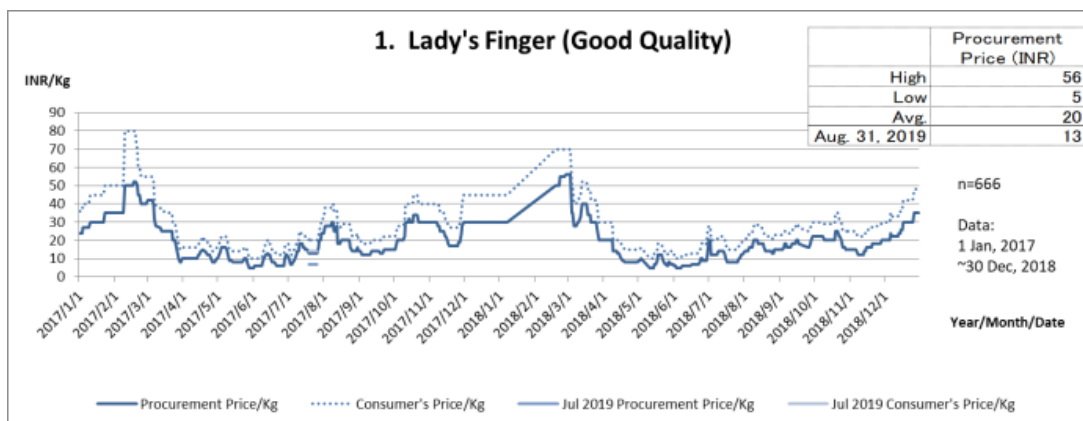


図 16 スファール・バングラ公示買取り価格 オクラ

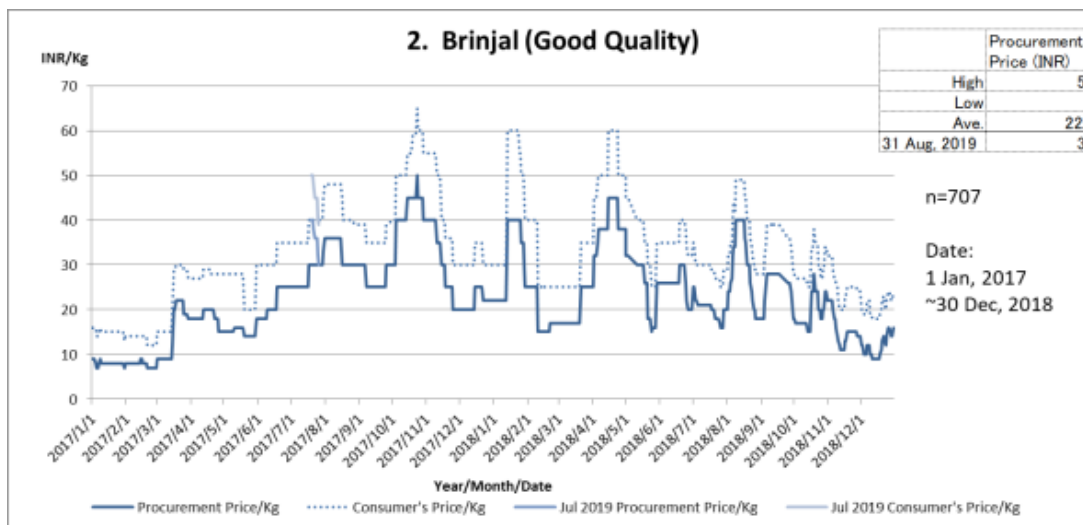


図 17 スファール・バングラ公示買取り価格 ナス

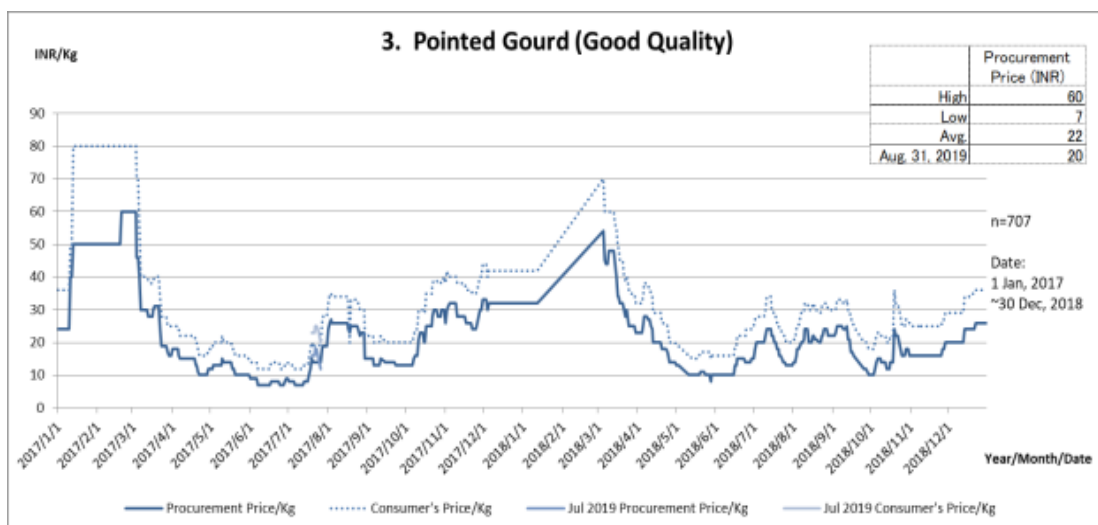


図 18 スファール・バングラ公示買取り価格 ポインテッドゴード

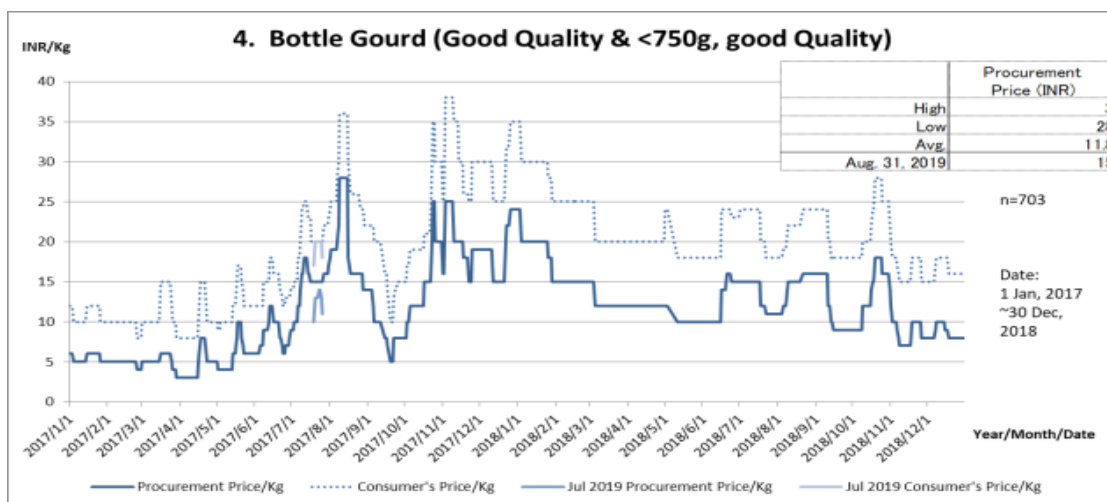


図 19 スファール・バングラ公示買取り価格 ひょうたん瓜

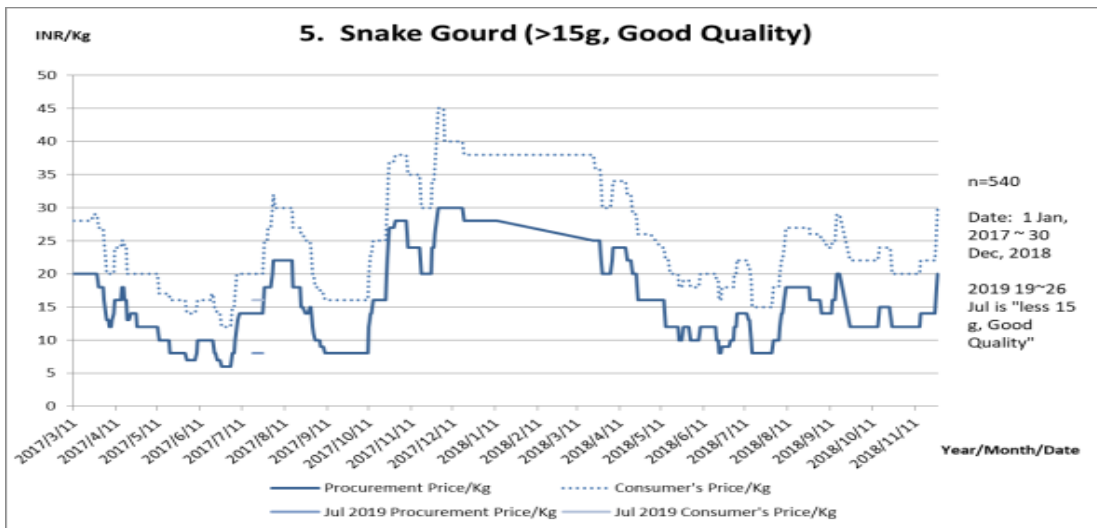


図 20 スファール・バングラ公示買取り価格 ヘビ瓜

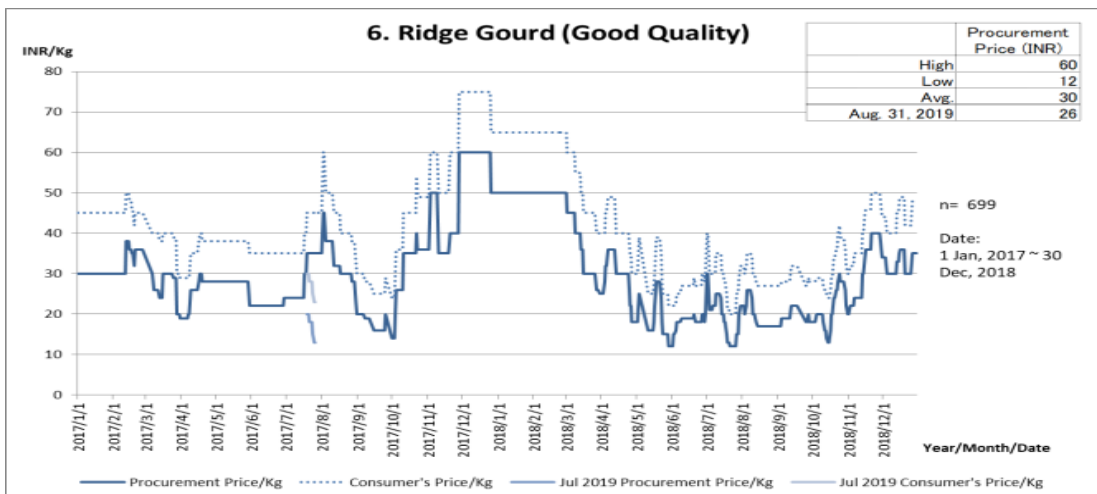


図 21 スファール・バングラ公示買取り価格 トカドヘチマ

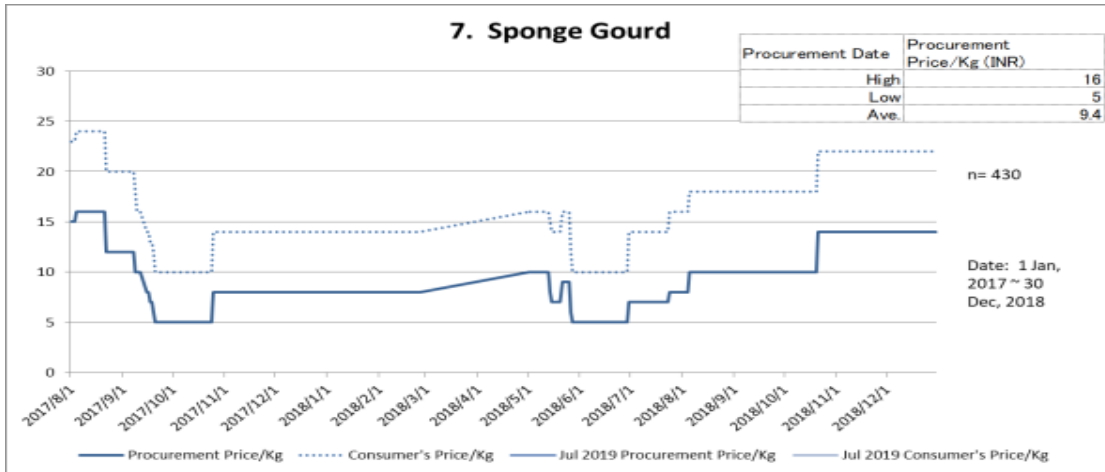


図 22 スファール・バングラ公示買取り価格 ヘチマ

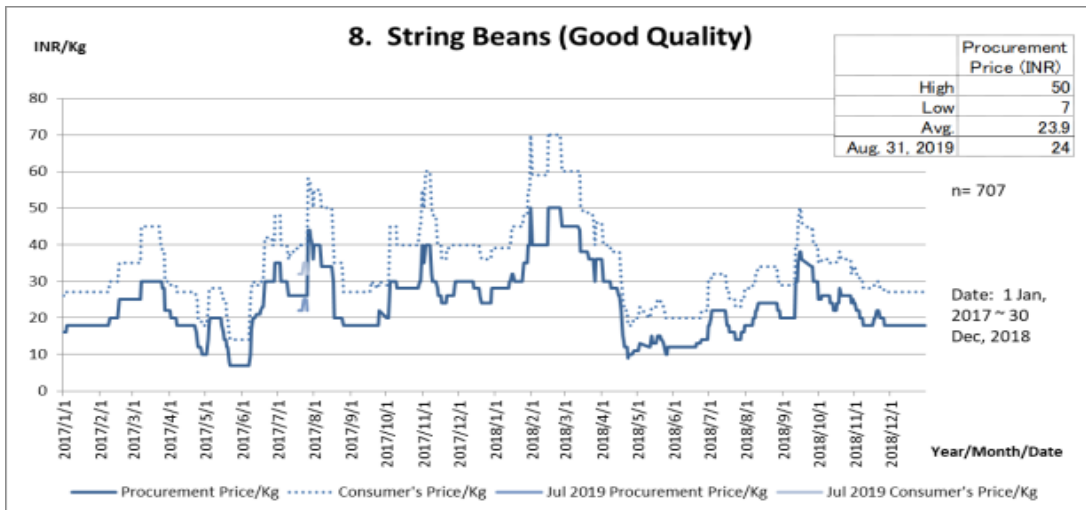


図 23 スファール・バングラ公示買取り価格 サヤインゲン

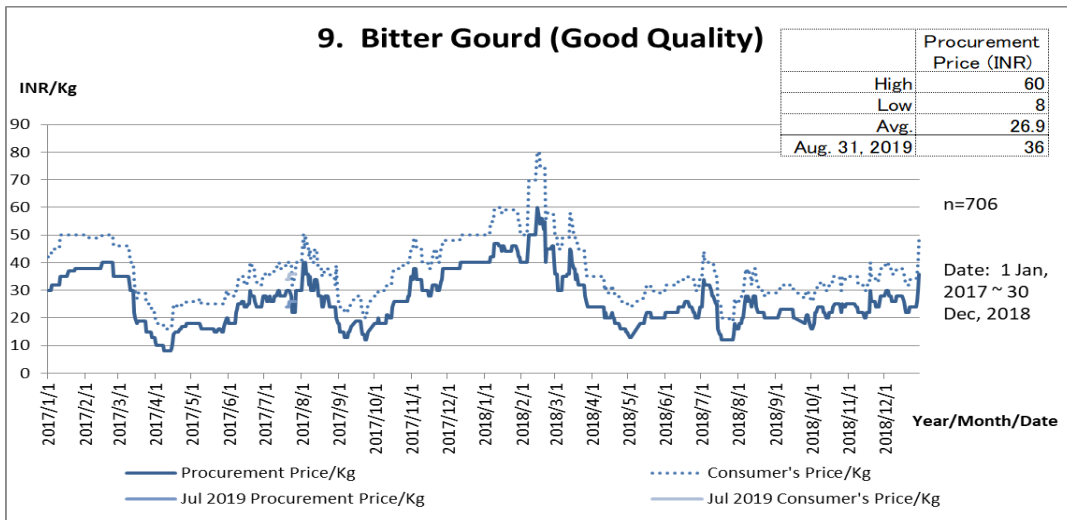


図 24 スファール・バングラ公示買取り価格 ゴーヤ

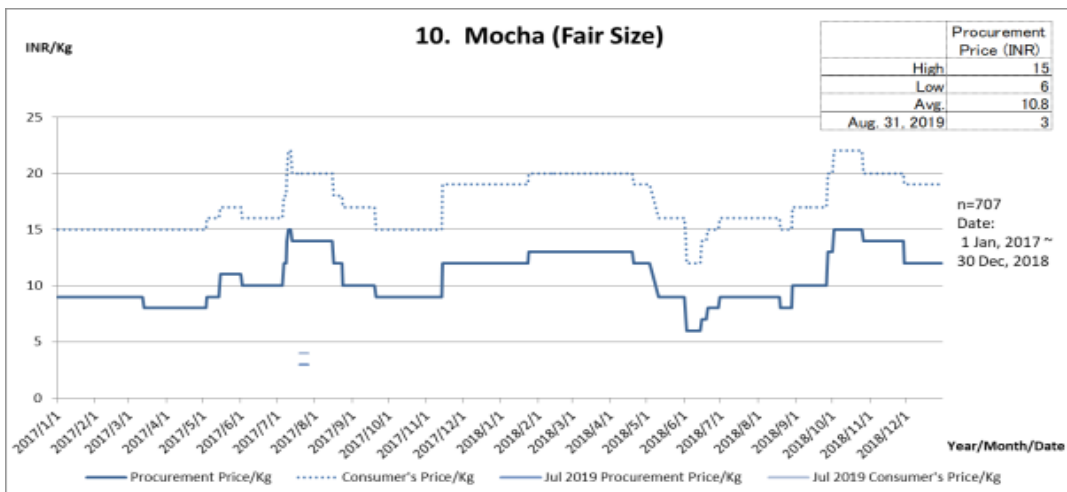


図 25 スファール・バングラ公示買取り価格 バナナの花

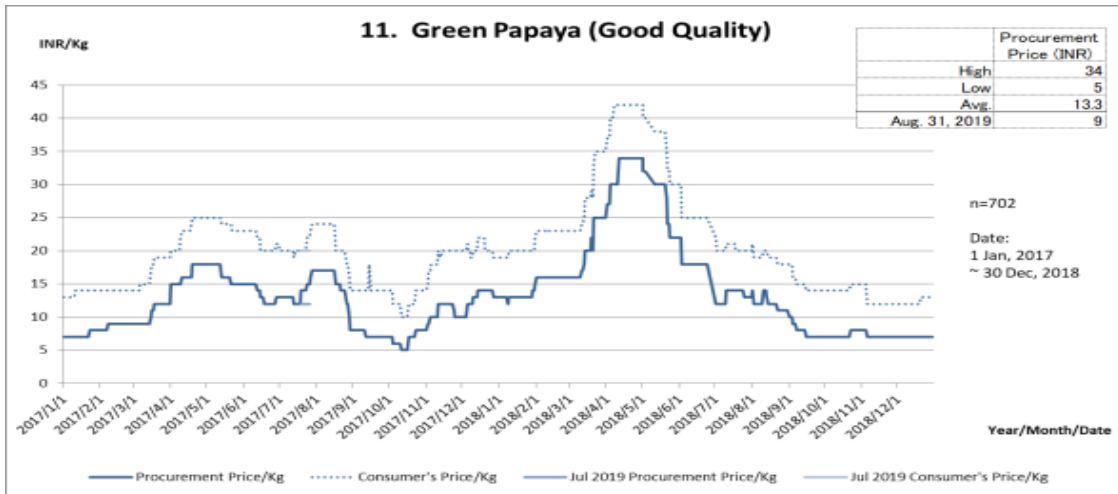


図 26 スファール・バングラ公示買取り価格 青パパイヤ

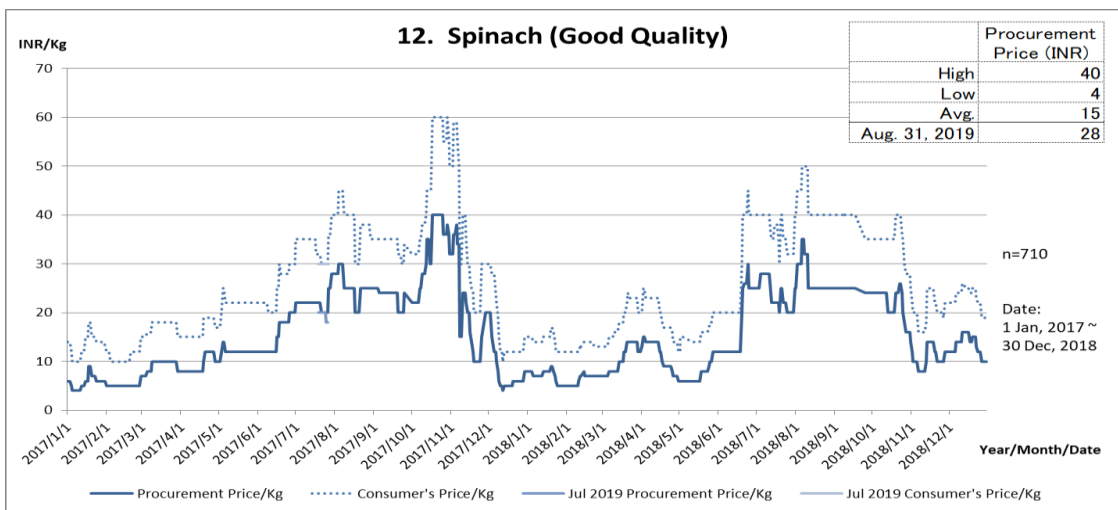


図 27 スファール・バングラ公示買取り価格 ホウレンソウ

表 7 2017年8月末日のスファール・バングラ農産物公示価格を100とした場合の他年度との価格比較表

No.	野菜	買取り価格指数		
		2017年8月末日	2018年8月末日	2019年8月末日
1	サヤインゲン	100	111	133
2	ゴーヤ	100	111	200
3	ひょうたん瓜	100	114	107
4	ナス	100	60	117
5	キュウリ	100	100	150
6	青パパイヤ	100	138	113
7	オクラ	100	107	93
8	バナナの花	100	100	30
9	ポインテッドゴード	100	147	133
10	トガドヘチマ	100	85	130
11	ヘビ瓜	100	133	142
12	ハウレンソウ	100	100	112
13	ヘチマ	100	83	公示価格無し

② 調査対象農家のプロフィール

現地農家を取りまとめているスファール・バングラから推薦された農家のうち、Future Retail Limited（本社所在地：ムンバイ）が経営する大手スーパーBig Bazaar（インド国内に239店舗（2019年9月26日現在）を展開するスーパーマーケットチェーン。以下、ビッグバザール。）にて販売する為に当社が仕入れを許可した12種類の作物を生産し、実証販売期間中に実績のあった26名のリストを表8に示した。

全体としてインドの農家の平均土地保有面積0.9エーカーよりはるかに少ない、小規模零細農家であることが判る。20代、30代の若手が16名と過半数を超えるのはインドの平均年齢が低いこともあるが、少しでも現状を打開したいという若い世代の意欲が示されているとも言え、本実証実験販売の成果・効果が、彼らの今後の所得向上に向けた大きな励みとなることが期待される。（図28）

作物の種類を見ると、南国だけにオクラ、ヘビウリなどの瓜類の生産が多く、全体として高価格帯のハウレンソウなどの葉物類が少ないのが特徴である（図29）。

表 8 調査対象農家プロフィール一覧

No.	年齢	性別	世帯月収 (円) *インドル ピー×1.6	世帯年収 (円) *インドル ピー×1.6	生産作物	収穫面積 (M2)	収穫面積 (エーカー)
1	39	男性	9,920	119,040	ハウレンソウ	445.2	0.11
2	37	男性	11,200	134,400	オクラ	485.6	0.12
					ハウレンソウ	323.7	0.08
3	32	男性	16,000	192,000	ポインテッドゴード	1375.9	0.34
					へび瓜	890.3	0.22
4	38	男性	11,200	134,400	ゴーヤ	1173.6	0.29
					バナナの花	445.2	0.11
					トカドヘチマ	930.8	0.23
5	48	男性	16,000	192,000	ゴーヤ	1173.6	0.29
					ナス	364.2	0.09
					オクラ	485.6	0.12
					ポインテッドゴード	1092.7	0.27
					トカドヘチマ	971.2	0.24
6	48	男性	11,200	134,400	へび瓜	242.8	0.06
					サヤインゲン	48.6	0.012
					ナス	1133.1	0.28
					バナナの花	9591.1	2.37
					ハウレンソウ	485.6	0.12
7	55	男性	11,200	134,400	オクラ	688.0	0.17
8	37	男性	12,800	153,600	ゴーヤ	323.7	0.08
					ひょうたん	1375.9	0.34
					ポインテッドゴード	728.4	0.18
					サヤインゲン	323.7	0.08
9	32	男性	11,200	134,400	サヤインゲン	161.9	0.04
					ゴーヤ	161.9	0.04
					ひょうたん	768.9	0.19
					ポインテッドゴード	971.2	0.24
					トカドヘチマ	768.9	0.19
10	29	男性	19,200	230,400	へび瓜	485.6	0.12
11	38	男性	11,200	134,400	バナナの花	9388.7	2.32
12	58	男性	7,200	86,400	へび瓜	4856.2	1.2
					オクラ	485.6	0.12
13	45	男性	11,200	134,400	ハウレンソウ	890.3	0.22
					ナス	768.9	0.19
14	50	男性	8,000	96,000	青パシバイヤ	3520.8	0.87
15	32	男性	11,200	134,400	オクラ	2711.4	0.67
16	38	男性	12,800	153,600	オクラ	566.6	0.14
					ひょうたん	890.3	0.22
					オクラ	485.6	0.12
					ポインテッドゴード	1375.9	0.34
17	39	男性	12,800	153,600	ゴーヤ	768.9	0.19
					ナス	1821.1	0.45
					キュウリ	2266.2	0.56
					トカドヘチマ	1295.0	0.32
					へび瓜	890.3	0.22
18	45	男性	6,400	76,800	サヤインゲン	890.3	0.22
					へび瓜	445.2	0.11
19	22	男性	7,680	92,160	ハウレンソウ	364.2	0.09
					オクラ	890.3	0.22
20	34	男性	12,800	153,600	バナナの花	566.6	0.14
					トカドヘチマ	1092.7	0.27
21	39	男性	12,800	153,600	青パシバイヤ	7648.6	1.89
22	47	男性	10,880	130,560	ポインテッドゴード	1173.6	0.29
23	29	男性	12,800	153,600	ゴーヤ	930.8	0.23
					ひょうたん	728.4	0.18
24	52	男性	12,800	153,600	ナス	849.8	0.21
					オクラ	283.3	0.07
25	35	男性	12,800	153,600	バナナの花	2185.3	0.54
26	48	男性	12,800	153,600	ポインテッドゴード	1295.0	0.32
平均	40		11,772	141,268		1,381	0.34

1 エーカー=4046.86m²

0.34 エーカー=1,376m²

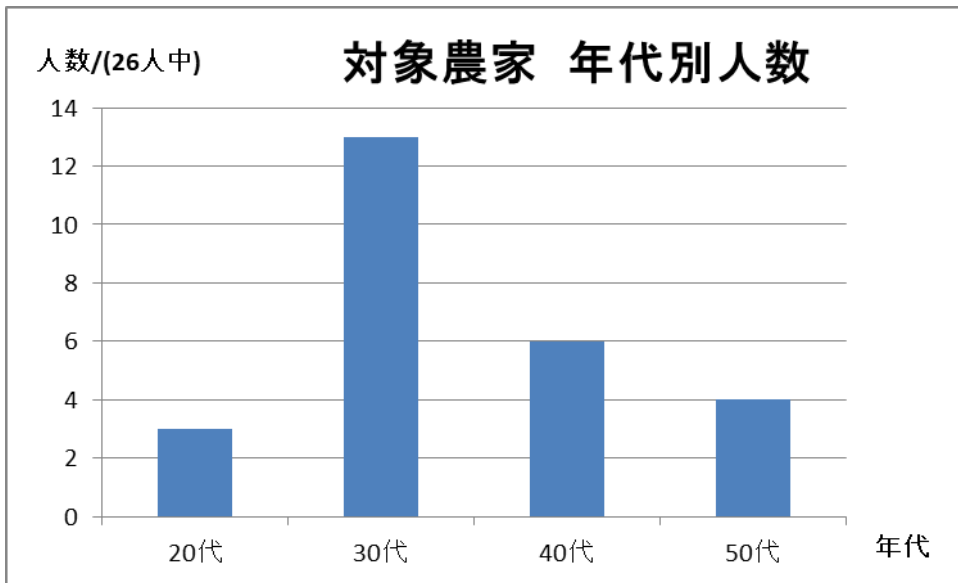


図 28 対象農家 年代別人数グラフ

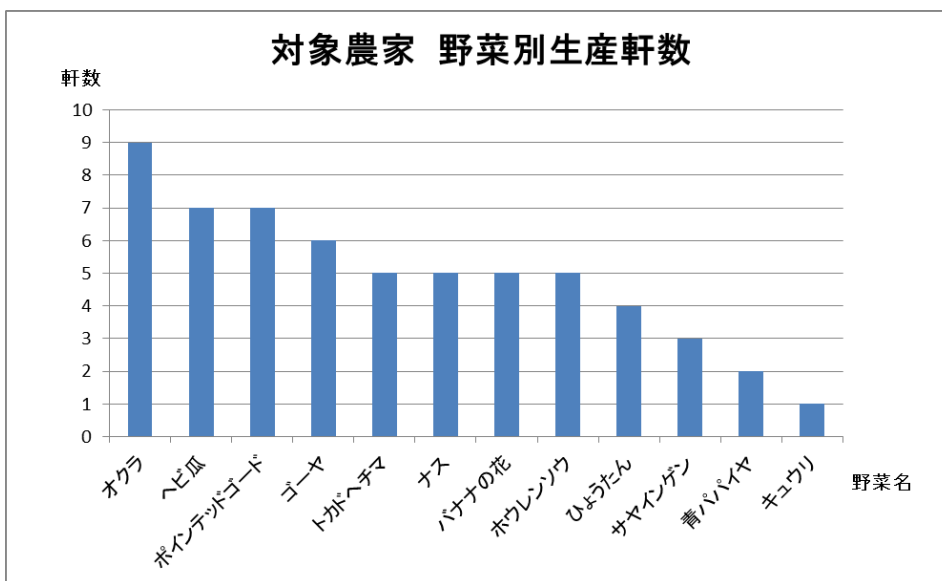


図 29 対象農家 野菜別生産軒数グラフ

(1 農家あたり複数種類の野菜を生産している場合も含む)

③ 農家の所得向上を目的とする倉庫内流通加工を行った野菜販売の実証実験

2019年7月27日より同年10月31日まで、ビッグバザールにて、流通加工をした野菜の実証実験販売を行った。以下、この実証実験販売について7月27日から9月20日までの実績を基に説明する。

1) 仕入れから販売までの概要

当実証実験の農家から小売店舗までの流れは以下の図 30 を参照されたい。

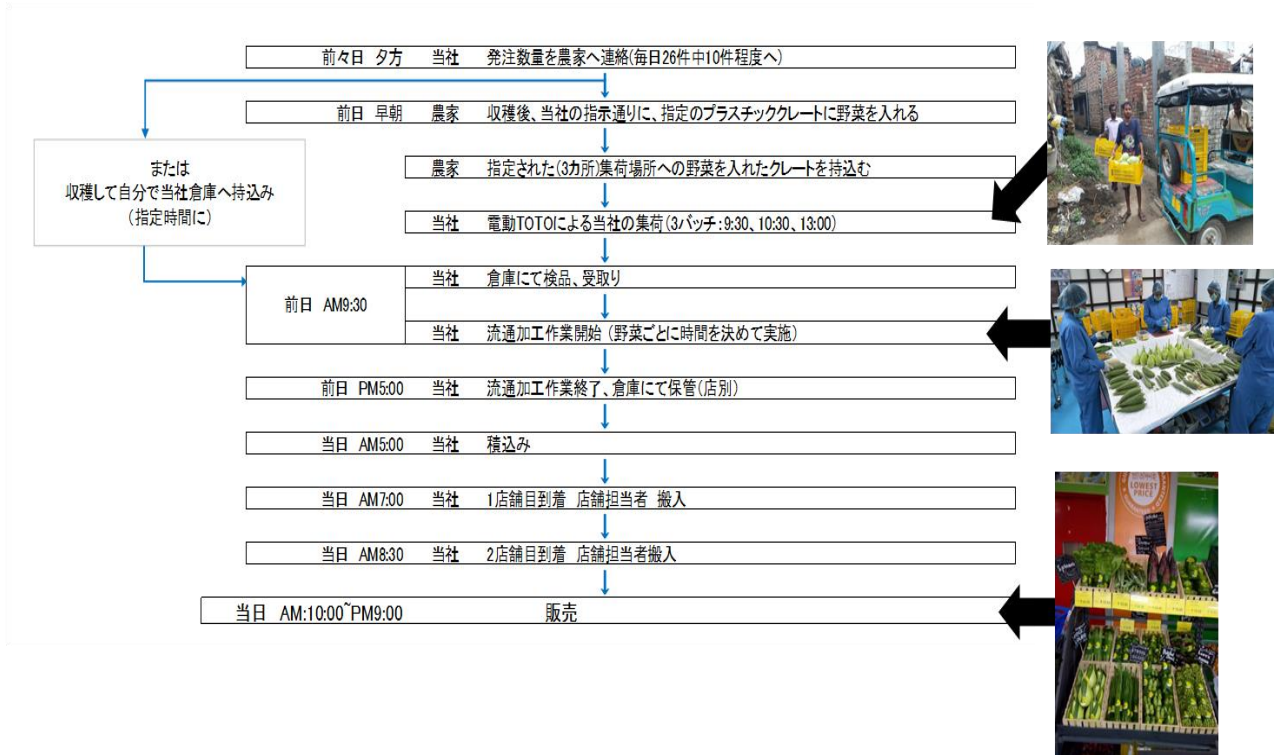


図 30 大手スーパーへの仕入れ～販売まで

2) 20%プレミアム価格での仕入れ

農家から直接買取りの際に、スファール・バングラが毎日公示している買取り価格に20%上乗せした価格を適用した。指定した品質、サイズのみを倉庫に搬入するという難易度の高い依頼に対してのインセンティブである。より高品質な野菜を栽培してもらうことで、消費者にも高い値で販売できるという仕組みを説明しながら仕入れを行った。

3) 農家への指導項目

高品質な野菜の継続的な仕入れには、生産農家からの協力が不可欠であり、また農家に対し積極的な指導が必要であった。以下、その指導内容である。

ア 収穫時にハサミを用いる。

収穫の際に手でもぎ取っているので、当社より剪定鋏を支給した。

イ 専用の野菜クレートに入れて納品する。

収穫後の野菜を、容量 10kg 程の麻袋に潰れる程押し込んでしまっており劣化を早める原因になっていた。

ウ 長さ、重量、品質など指定した範囲の野菜を納品する。

標準化された野菜であれば、通常価格より高い値の価値があることを説明した。これら項目は直接農家を訪ね、畑を見ながら、当社の調査団員が中心となって説明を行った。

4) 流通加工作業の内容

流通加工作業の内容とその流れについては以下の図 31 を参照されたい。

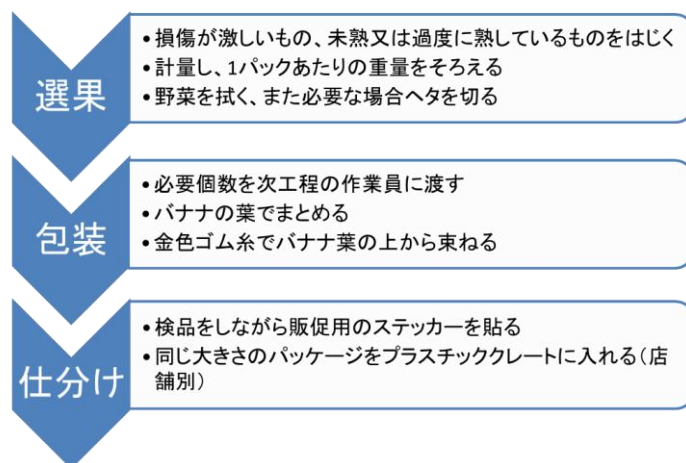


図 31 流通加工作業内容のフロー図

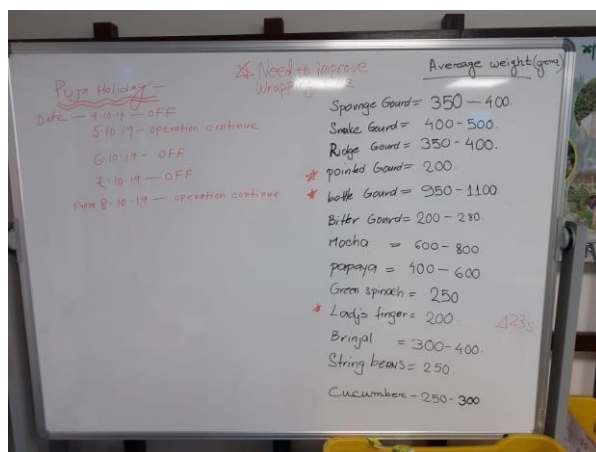
Procurement order

No.	Name of vegetable	PKT of Procurement	Farmer's Name	Expected Quantity	Required Weight
1	Lady's Finger	500 kg	Pura-Majal	500 kg	500 kg
2	Brinjal	500 kg	Sungkara-Batal	500 kg	500 kg
3	Pointed Gourd	500 kg	Jagorath-Mech	500 kg	500 kg
4	Bottle Gourd	500 kg	Raja-Lanka	500 kg	500 kg
5	Snake Gourd	500 kg	Polywanda-Din	500 kg	500 kg
6	Ridge Gourd	500 kg	Baba-Horah	500 kg	500 kg
7	Sponge Gourd	500 kg	Sunda-Lima	500 kg	500 kg
8	String Beans	500 kg	Colombo-Lava	500 kg	500 kg
9	Spinach	500 kg	Pekajati-Pala	500 kg	500 kg
10	Bitter Gourd	500 kg	Colombo-Lava	500 kg	500 kg
11	Mocha (Banana Flower)	500 kg	Rambit-Arah	500 kg	500 kg
12	Green Papaya	500 kg	Sukwah-Matano	500 kg	500 kg
13	Cucumber	500 kg	Colombo-Lava	500 kg	500 kg

Rina Beta
5:15 p.m.

Scanned by CamScanner

(写真 123: 各種野菜における当日の入荷予定時間をメモした紙)



(写真 124: 流通加工室内にて 1 パックあたりの基準重量を情報共有しているホワイトボード)

5) 販売方法（プロモーション）

昨今タイ等で流通している、バナナの葉で野菜をラッピングし、パッケージ梱包するという脱プラスチックをアピールした販売スタイルを採用した。ビッグバザールの店舗担当者とも打合せ、特長としては以下の通りである。

ア 梱包材料

バナナの葉と金色のゴム糸を使い、プラスチック不使用をアピールした。

イ 販促用のステッカーを包装に貼る

ステッカーに、レジ会計時に必要な商品コードをスタンプした。

ウ 販売スタイル

店舗にて木製のトレイに入れて陳列し、ナチュラルな印象を持たせる。

エ 手書きのPOP⁴をトレイに掲示

販促を目的としており、野菜の産地（シングル）や栄養豊富であることを記載した。

オ 採用した販売員（マネキン）を各店舗に配置

消費者に直接営業し、フィードバックを集める。

プラスチックを一切使用していないので、環境問題へ対応した包装となっている。こうした取組みは、品質以上の価値が提供できると考える。



⁴ POP 広告とは、『Point of purchase advertising』の頭文字から取った略語で、主に小売業の店頭プロモーションとして展開される広告媒体である。



(写真 125 ビッグバザールに陳列されたバナナの葉で野菜をラッピングされた農産物)

活動 1-4 : 倉庫の建設・運営コスト分析および 1-3 の結果を用いて、倉庫の収益性を分析する

後述の 4. (1)「今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定」の項に記載。

活動 1-5 : 農家の収入について倉庫の設置前・後で調査し、分析する

POP 広告で産地の「Singur」をアピールしたことで、Singur=近郊野菜=鮮度が良いという意見が多く寄せられた。販売前日の朝に収穫した野菜を（図 31 参照）、販売当日午前 10 時に店舗に陳列させていることから、夕方になったとしても、陳列されている他の一般仕入れの野菜とでは、消費者にとって鮮度の差が一目瞭然であった。このことから、実証実験販売の野菜が一般価格と比較して高額であるにもかかわらず、他よりも販売実績が高いとの評価をビッグバザールより受けた。

例えばオクラの場合、一般の量売りされているものより約 25%高額であるにもかかわらず、1 週間に渡って連日売切れたこともあり、このプロジェクトにおけるヒット商品となった。以下の図 32 は販売 2 店舗における実証実験販売のプレミアム野菜価格と一般野菜の価格比較である。この後も少しずつ値上げをしているが、へび瓜やひょうたん瓜の価格が安いのは、仕入れているシングル周辺が生産過剰により、スファール・バングラの公示価格そのものが安くなってしまっているからである。

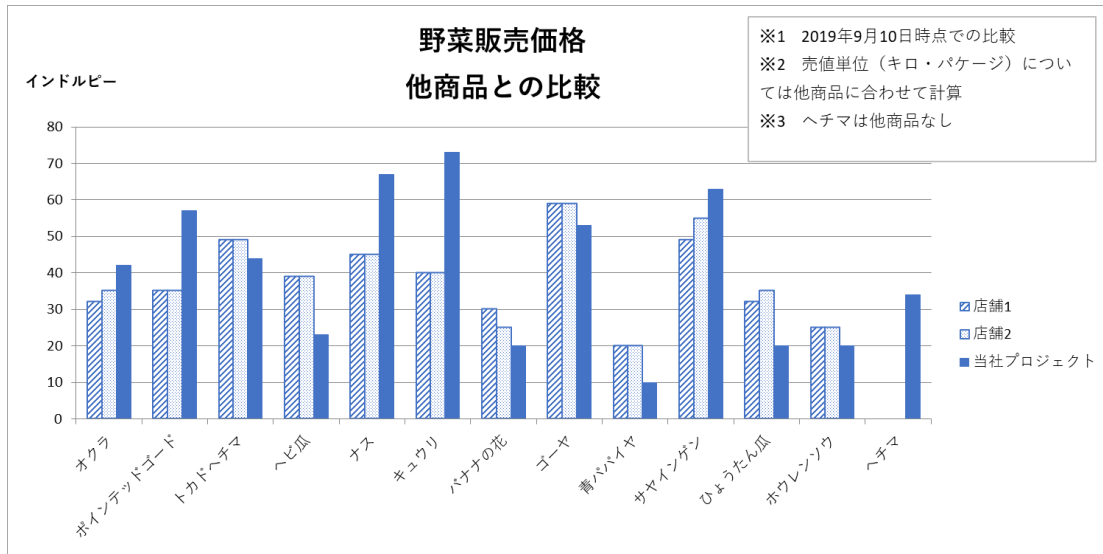


図 32 他の一般販売野菜と当プロジェクトの販売価格比較グラフ

以下、図 33、表 9 は実証実験販売を実施した 56 日間の売上記録の推移である。

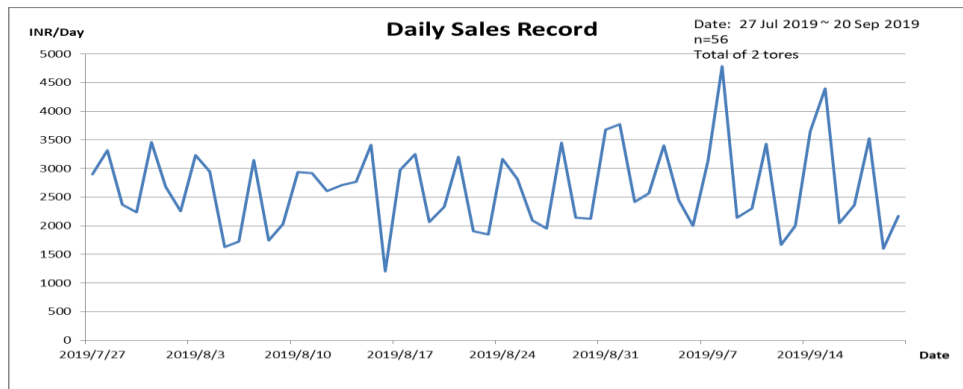


図 33 2017 年 7 月 27 日～9 月 20 日までの 56 日間売上記録推移

表 9 2017 年 7 月 27 日～9 月 20 日までの 56 日間曜日別売上記録

曜日	月	火	水	木	金	土	日	合計
データ数	8	8	8	8	8	8	8	56日間
合計売上(INR)	17,372	18,200	26,386	17,599	15,642	25,672	28,215	149,086
1日あたり平均売上(INR)	2,172	2,275	3,298	2,200	1,955	3,209	3,527	2,662

下記の図 34、図 35 により、26 人中半数近くが、20%プレミアム価格買取りにより、世帯月収が 6%以上増加したことが確認できる。インドのインフレ率を考慮しても、農家の所得向上において十分に効果があったと結論付けられる。

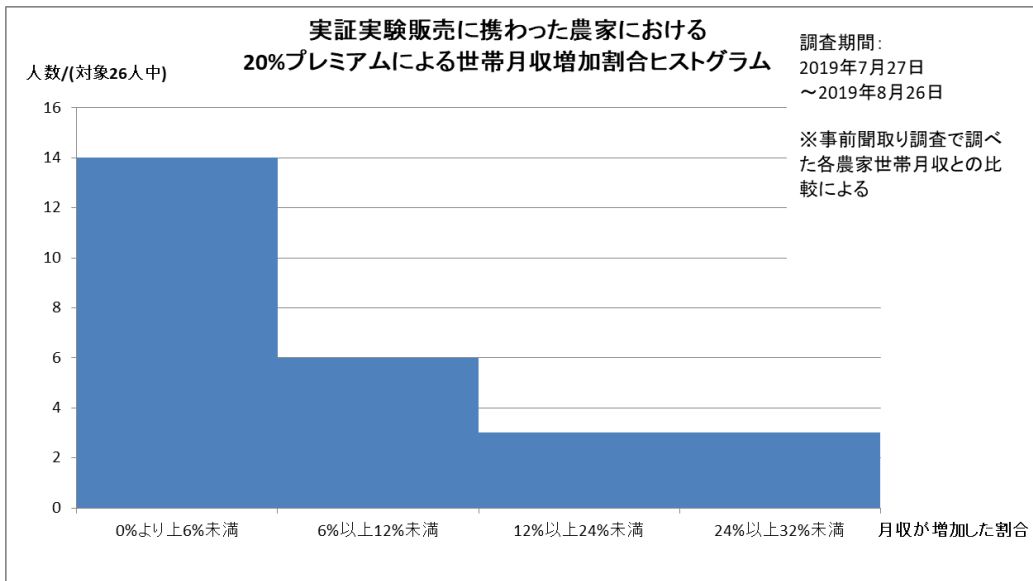


図 34 実証実験販売に携わった農家における 20%プレミアムによる世帯月収増加割合ヒストグラム

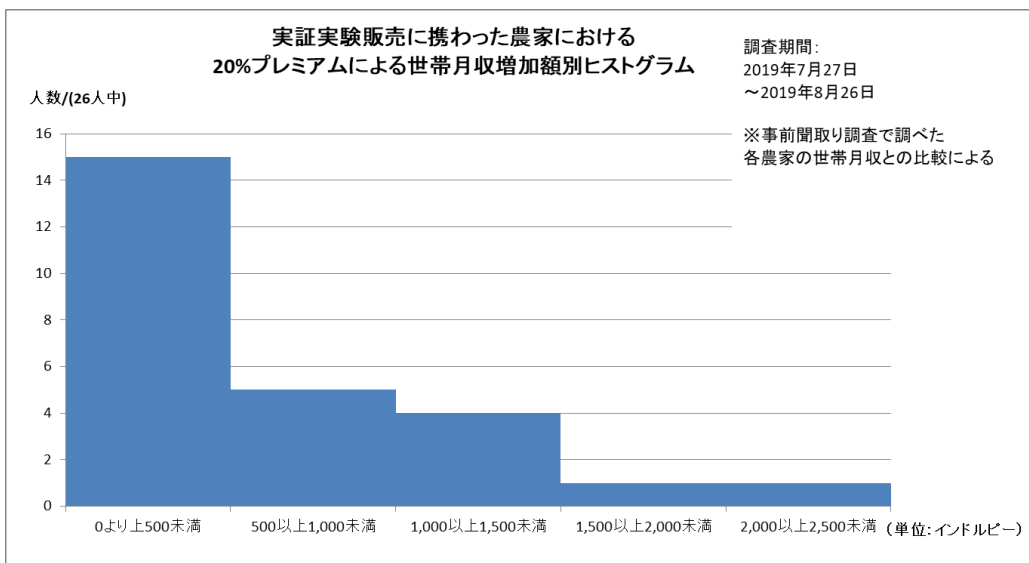


図 35 実証実験販売に携わった農家における 20%プレミアムによる世帯月収増加額別ヒストグラム

別添資料 1 に「消費者からの声」、別添資料 2 に実証実験の販売店となった「ビッグバザールからの要望」としてフィードバックを纏めている。消費者及び顧客からの良い評判が多い。実証実験中の為販売店舗数の拡大には至らなかったが、十分に流通加工野菜の需要があることがわかった。ビッグバザールからも実証実験販売を行っている 2 店舗のみならず、もう 1 店舗 (3 店舗目) にも商品を置いてほしいとの申し入れを受けている。

活動 1-6 : インド仕様の倉庫パターンを検討し、3-4 種類のデザインモジュールを完成させる

これまでの調査の中で、倉庫のパターンは表 10 の 3 種のうちの大型と中型倉庫にほぼ当てはまることが分かった。建設場所候補については、野菜の市場は農家と消費者を結びつける施設であるため、双方にとって一番需要が多い事が判った。

他方で、野菜や生鮮品の輸出となると、先行するマハラシュトラ州などと異なり、西ベンガル州では未だ体制・施設の設備が遅れていることから、近い将来の課題と考えるが、当社としては、西ベンガル州の高品質な野菜は商品価値が高く、地域の需要以外にもデリー、ムンバイなどの大都市への流通や、印僑の多く居住する国外への輸出も積極的に取り組んでいきたいと考えている。

倉庫を使用する市場職員や、野菜を入出庫させる生産者農家が気軽に使用できる事を第一に考慮し建設する必要がある。

発電を行うソーラーパネルや蓄電池室は電気配線を用いればよいので、必ずしも近くに設置する必要はないが、日常点検の事を考慮し、倉庫管理者の事務所からなるべく近くに建てる事が望ましい。管理事務所は数名が駐在するだけなので 3x4m 程度の広さで十分であると考えている。

本事業で建設したシングル倉庫では貯蔵庫が 71.1 m²、流通加工室が 47.36 m²と小型であったが、倉庫の大きさは建設予定地の市場ニーズや流通加工の必要に応じて、空地の制限内で設計する予定である。大量の流通加工が期待される場合には、複数の流通加工場を設置する必要がある。

ソーラーパネルは必要な発電量に応じて必要枚数が変わる為、なるべく広い土地に架台の上設置することが望ましい。シングル倉庫建設地では、地上から高さ 9m の既存の倉庫屋根に設置した為、清掃や修理などのメンテナンスに危険を伴うことと、屋根の強度がなく板厚が薄いことから、金具取付け用の穴から雨水が漏れるなどの不具合があった。このようなことから、地上に近い場所にソーラーパネルを設置した方が取付けからメンテナンスまで安全に出来るので、広い土地に設置するのが最適と理解した。ただし、この方法だと都市部での建設は不可能に近い。

また、本事業と同様にクリシャック・バザールの使用許可までに時間がかかる状況では、当社としては別の民間の土地を賃借や買取りなどにより入手し、早期に倉庫を建設する方が望ましい。以下、表 10 の 3 種の倉庫についてパターンごとに説明する。

表 10 タイプ別倉庫仕様比較表

項目	タイプ別倉庫仕様比較表		
	A 検疫タイプ	B 大型倉庫	B 中型倉庫
敷地面積	3,960m ²	3300m ²	2310m ²
燻蒸室	63m ²	なし	なし
保管庫	84m ²	165m ²	110m ²
出庫処理室・流通加工室	42m ²	112.2m ²	77m ²
プラットフォーム	W 3m x H 1m	低床式のためなし	低床式のためなし
管理温度	3-15C	3-15C	3-15C
冷凍機	6kW x 7=42kW	6kW x 6=36kW	6kW x 5=30kW
事務所空調機(1日9時間稼働)	3kW	3kW	3kW
燻蒸装置(1日7時間稼働)	30kW x 7h =210kWh	なし	なし
日中稼働時間	9	9	9
日中実効係数(当社推定)	0.6	0.6	0.6
空調日中消費電力	(42kW+3kW)x9hx0.6=243kWh	(36kW+3kW)x9hx0.6=210.6kWh	(30kW+3kW)x9hx0.6=178kWh
合計日中消費電力	243kW+210kW=453kWh	210.6kWh	178kWh
夜間稼働時間	15	15	15
夜間実効係数(当社推定)	0.5	0.5	0.5
空調夜間消費電力(事務所非稼働)	42kWx15hx0.5=315kWh	36kWx15hx0.5=270kWh	30kWx15hx0.5=225kWh
合計1日当たり消費電力	453kWh+315kWh=768kWh	210.6kWh+270kWh=481kWh	178kWh+225kWh=403kWh
太陽光パネル設置枚数	478(地上353枚 屋上125枚)	435(地上333枚 屋上102枚)	295(地上233枚 屋上62枚)
パネル公称出力	300W	300W	300W
発電能力	478x330W=157kW	435x330W=143kW	295x330W=97kW
日照時間10時間公称値	1570kW(NOCTベース、1177kW)	1430kW(NOCTベース、1072kW)	970kW(NOCTベース、727kW)
2日分の蓄電必要量	768kWh x 2日 =1536kWh	481kWh x 2日 =962kWh	403kWh x 2日 =806kWh
バッテリーセル電圧	2V	2V	2V
バッテリー容量	800Ah	800Ah	800Ah
修正係数(バッテリーのバラツキ)	0.8	0.8	0.8
240V電源用必要セル個数	240V ÷ 2V = 120個	240V ÷ 2V = 120個	240V ÷ 2V = 120個
必要バッテリーバンク数	2V x 800Ah x 0.8 x 120個 =153.6kW	2V x 800Ah x 0.8 x 120個 =153.6kW	2V x 800Ah x 0.8 x 120個 =153.6kW
PCU出力	1536kW ÷ 153.6kW = 10バンク	962kW ÷ 153.6kW = 6バンク	806kW ÷ 153.6kW = 5バンク
	160kW (発電80kW 蓄電80kW)	140kW (発電70kW 蓄電70kW)	100kW (発電50kW 蓄電50kW)

① 検疫タイプ定温倉庫

北部バグドグラ空港を利用することを想定している(同空港では空軍との併用のため、夜間の離発着が認められていない)。敷地の広さは約 1,200 坪 = 3,960 m²としており、輸出農産物に特化した、倉庫内に検疫施設を併設したタイプである。ここに、燻蒸施設(114 坪)+蓄電池・事務室(50 坪)+太陽光パネル設置エリア(321 坪)=485 坪を建設する。

野菜が搬入されてから空港に向かうまでの流れは以下ようになる。

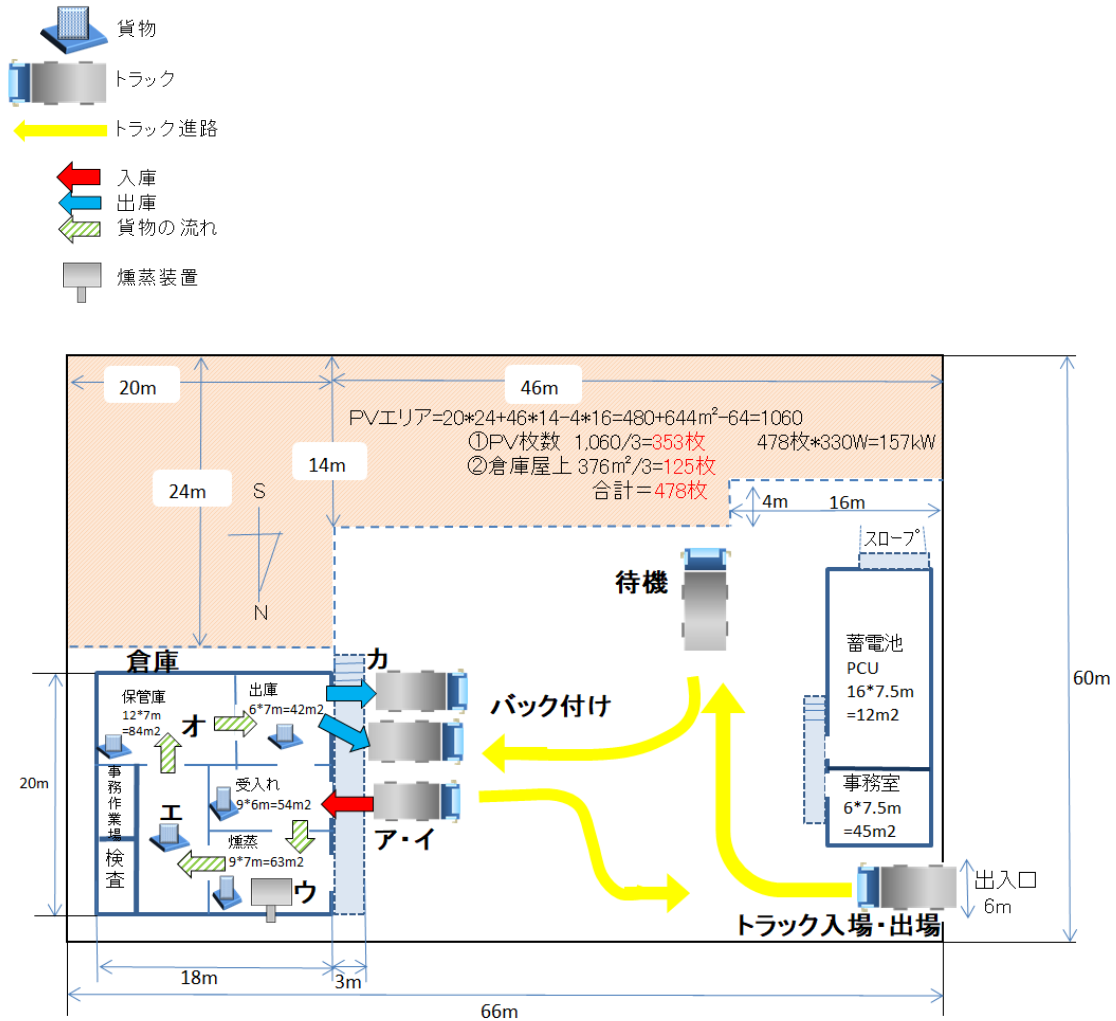


図 36 検疫タイプ定温倉庫のレイアウト図

- ア トラックによる搬入
- イ 待機 (仮置き)
- ウ 燻蒸
- エ 輸出梱包
- オ 積みつけ後仮置き
- カ 搬出

② 大型、中型定温倉庫

バザール内の主要取引を行っているオークションホールに隣接した形で建設し、そこから入出庫を時間差なく行えるように設置する。従ってオークションホールの周囲のいずれかに空いている土地があることが条件となる。敷地面積は大型(1,000 坪 = 3,300 m²)のものと、中型(700 坪 = 2,310 m²)のものを想定した(図 38、39)。上述の通り土地については民間所有のものとなる見込みである為、面積は上記の想定と異なることも予想される。その他、重要な点は以下の通り。

- 1) 最大全長 12m の長さのトラックが進入・退出できる動線を確認すること
- 2) 100kW 程度の発電量が確保できる太陽光パネルを設置できる土地があること
- 3) 定温倉庫ならびに蓄電池室と事務所のスペースが確保できること

詳細設計については、倉庫の仕様(面積、レイアウト、温度帯)を決めた後、以下のよう流れとなる。

- 1) 冷凍機の台数決定
- 2) 必要消費電力、発電量、蓄電量の計算
- 3) 太陽光パネルの枚数、バッテリーの台数決定
- 4) 必要な太陽光パネル設置面積とバッテリー室の面積決定

太陽光パネルは、敷地内に既存の建物等がある場合はそれらの屋上等を利用することもできるが、電気配線が複雑になり、工事やメンテナンスに手間が掛かるというデメリットがある。周囲の建物の状況次第では、影が太陽光パネルに掛かり、発電量に影響を及ぼす可能性も出てくる。

大型(1,000 坪 = 3,300 m²)については、図 38 に示すように、保管庫と流通加工室、ソーラーパネル設置エリアおよび蓄電室の三方に囲まれたレイアウトを想定している。これによりトラックの方向転換を可能にしている。

保管庫は約 165m²、流通加工室は約 110m²の合計 265m²となり、シングルサンプル倉庫の 2.3 倍程度の大きさとなる。中型(700 坪 = 2,310 m²)についても、図 39 に示すように大型と同様、トラックの方向転換を可能にするレイアウトを想定している。



図 37 Phansidewa での倉庫（大型）外観イメージ

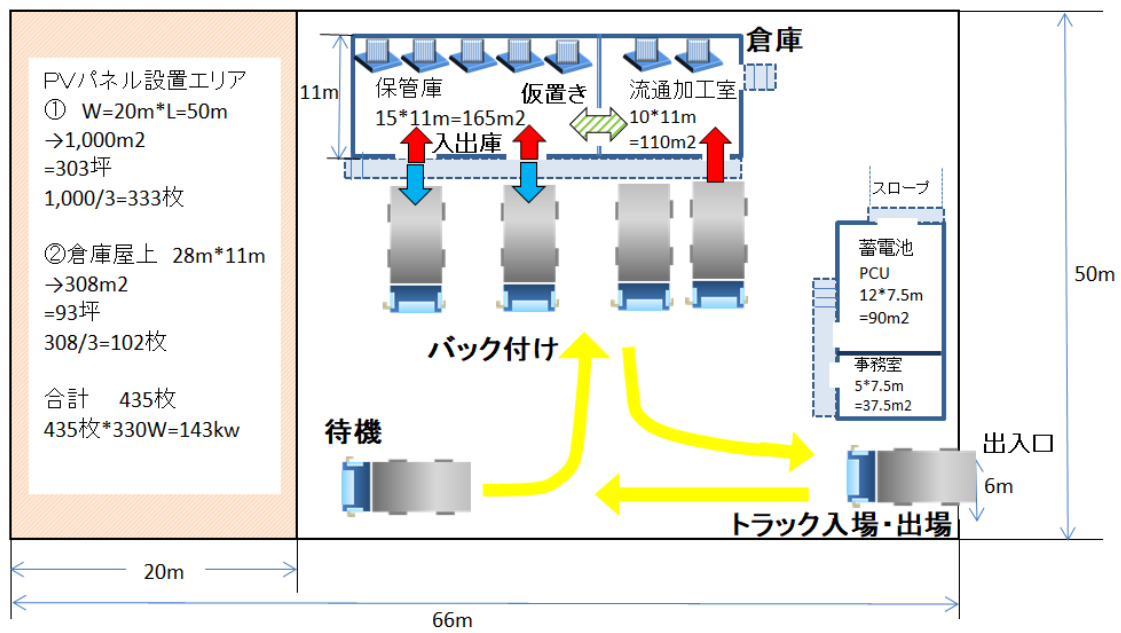


図 38 大型タイプ定温倉庫レイアウト案

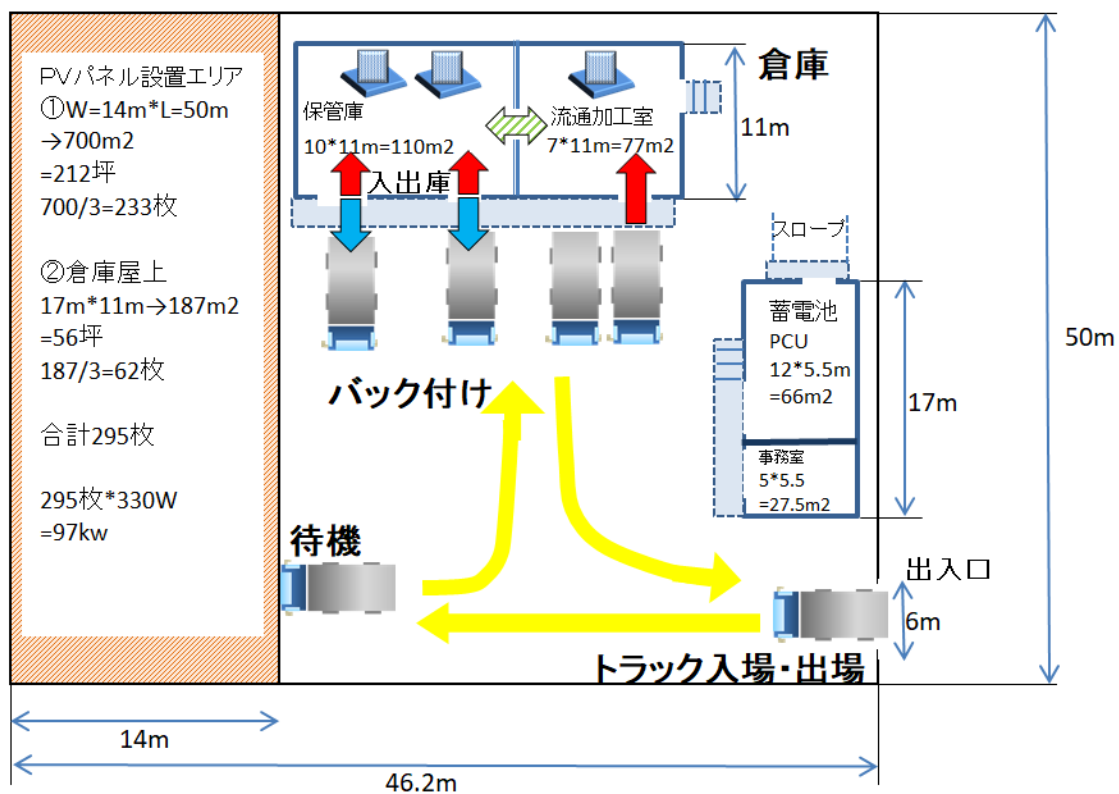


図 39 中型タイプ定温倉庫レイアウト案

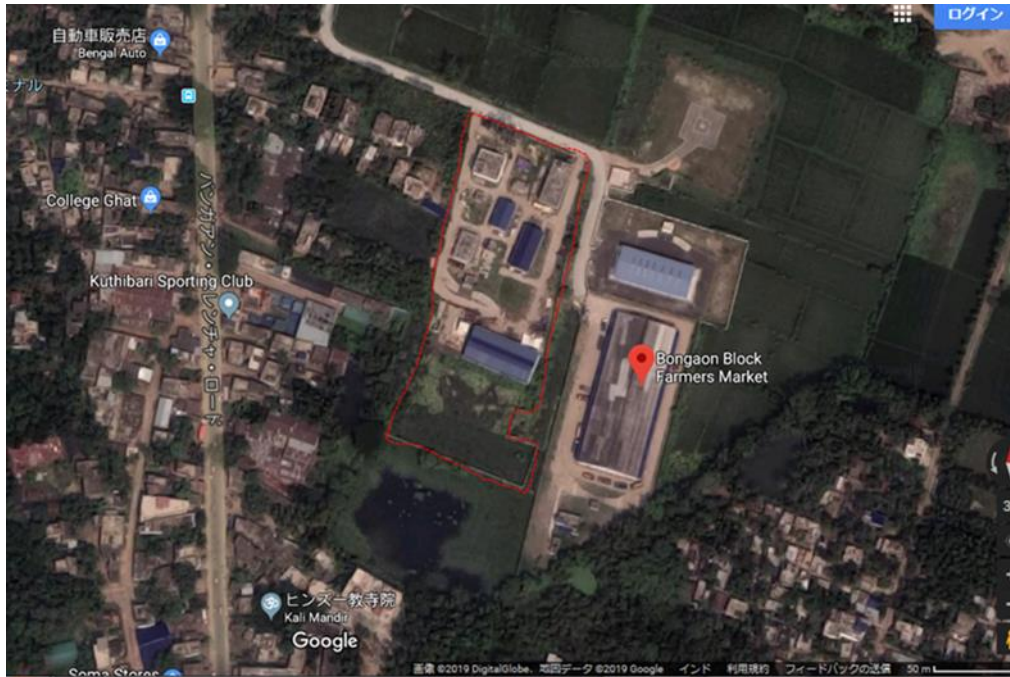
一方、本事業の倉庫のように西ベンガル州が保有する既存のクリシャック・バザールの敷地を利用した場合の倉庫パターンは以下の表 11 の通り。

表 11 インド仕様の倉庫パターン(クリシャック・バザールを使用した場合)

タイプ	特長	名称	場所	District	状況	分類
既存の倉庫併設型	今回のシングルでの倉庫のように既存の設備に併設するタイプ。既存農民ユーザーが拡張機能として定温倉庫利用を企図	Singur Tapasi Malik Krishak Baza	Singur	Hooghly	2019年1月竣工 (本普及実証事業による)	小型
		Bongaon Krishak Bazar	Bongaon	North 24 Parganas	測量完了	中型
		Nokpul (Habra) Krishak Bazar	Nokpul	North 24 Parganas	確認中	中型
		Gaighata Krishak Bazar	Chandpara	North 24 Parganas	確認中	中型
		Bardhaman-I Krishak Bazar	Bardhaman	Bardhaman	確認中	大型
輸出農産品対応型	西ベンガル州ファンシデワおよびバグドグラ空港に隣接した政府施設内に建設予定。近隣の地域からの農産品を集積し、空路インドの大都市、または海外への輸出用の検疫処理に対応した倉庫。	Phansidewa Krishak Bazar	Phansidewa	Darjeeling	建設許可交渉中	大型
		Perishable Cargo Process Center	Bagdogra	Darjeeling	建設許可交渉中	検疫
近隣諸国輸出対応型	デュープグりに建設予定。ブータンなどインド近隣諸国から主に陸路でインドに買い付けに来る仲買人等を対象にした大型倉庫	Dhupguri Krishak Bazar	Dhupguri	Jalpaiguri	建設許可交渉中	大型



(写真 126 : ボンガオンクリシャックバザールのオークションホール)



(写真 127 : ボンガオンクリシャックバザールのレイアウト)



(写真 128 : バグドグラ空港隣接の Perishable Cargo Processing Center のようす)

【成果 2: C/P および農家への研修を通じ、小型定温倉庫の運営体制が構築される】
活動 2-1: C/P および農家を対象として、倉庫の日常メンテナンス (保守点検・清掃・5S)
について研修を行う

本事業計画の活動経過については以下の通り。

① 倉庫内の清掃と 5S の徹底

食品を扱う倉庫として、倉庫の内外を常に清潔に保つ事は重要な課題であるが、同国の人との意識や慣習の差は大きいと言える。いろいろな場所の市場や農民の野菜の取扱いを見ても、大量の野菜が露地で山積みになれ、野菜の上を人が歩いていたりする様子が見られる。ガニーバッグと呼ばれる麻袋に野菜を押しつぶして詰めてしまうのは、重量で売るとい商

慣習のためでもある。一部を除き、政府の事務所も含めて清掃が行き届いていると表現できる場所は少ない。このため、当社現地法人が、建物のハンドオーバー後、C/P とメンテナンス契約を締結し、当社が C/P に代わりメンテナンスを行っていくことも予定している。

1) 倉庫内清掃

チェックリストを作成し、清掃を行う箇所と時間(始業前、終業後の 2 回)、清掃完了した場合「OK」と記載し、さらに確認者のサインを記入することとした。今回、清掃用具の箒や塵取りも、日本から持ち込んだ。箒でチリやゴミを掃いて飛ばしてしまうのではなく、きちんと集めて、塵取りに入れて捨てるためである。清掃はチリや埃を飛ばすのではなく、集めてゴミ箱に捨てるということから指導を行っている。机や荷ずりなどは雑巾で拭く事を指導した。後日、使い捨ての化学雑巾なども日本から持ち込み拭き掃除を指導した。

2) 整理整頓

5S の一つとして重要な整理整頓についても、最初は用具をバケツなどに入れペン立てのように使っていたが、日本からの輸出機材であるスチール製のロッカー 2 台のうち 1 台を道具入れとして使用した。

3) 掃除機の導入

バッテリー室はバッテリーと PCU でほぼ一杯な為、電気掃除機を購入し、これで清掃を行うこととした。

4) フィルターの定期清掃

重要なエアコンのフィルターの定期的な清掃についても、通り外し方法と清掃の指導をした。これは月一回の最初の営業日に行うように指導を行った。

5) ソーラーパネルの定期清掃

倉庫屋上に配置した 42 枚のソーラーパネルの清掃も、毎月第一営業日に行うようにした。Go-Down 倉庫の 280 枚については新たに足場を建設し、ソーラーパネルのメンテナンスと清掃が安全に行えるように計画しているソーラーパネルの清掃については界面活性剤入りの洗剤の使用を禁じた。これは界面活性剤の残渣がパネル表面にフィルム状のものを形成し、太陽光に乱反射し、発電性能に影響を与える為である。よって水での洗浄を推奨した。また清掃は太陽が沈んだ夕方の時間帯を指定した。同時に結線やその他パネルの異常の有無などを同時に確認するように指導した。

6) トイレ及び構内の清掃

2018 年 11 月には普段事務所として使わせてもらっている管理棟 2 階のトイレの清掃を

指導し清掃を行った。現場訪問時には日本人が率先してトイレや構内の清掃作業を行っている。敢えて呼びかけずに日本人だけで始めると、次第に市場の人間も手伝うようになる。こういった地道な実践的指導が必要であり、きれいになった職場は気持ちが良いという、当たり前を根気強く伝えた。



(写真 129: 清掃点検リスト、写真 130: 日本から持ち込んだ箒と塵取り)



(写真 131: エアコンのフィルター清掃の様子、写真 132: ソーラーパネル洗浄の様子)

② ゴミの分別と市場内のゴミ箱の設置

当社の負担でシングル市場内 10 か所にゴミ箱を設置した。また、可燃ゴミ、プラスチック、瓶、缶類などを区別する為にゴミ箱にラベルを張り付け分別を指導した。初めは当方の指導に従っていたものの、その後ゴミ箱の中身を確認すると分別すべきゴミが混ざって捨ててあったが、1年近くが経過し、徐々に分別されるようになってきている。



(写真 133: 屋外に設置した分別用のゴミ箱の様子)

③ 日射量の測定

日射量については毎日午前と午後一日 2 回、各 1 時間の日射量を 2018 年 11 月より太陽光強度計(SPM-SD、佐藤商事製)を用いて放射照度(単位は W/m^2 ワット毎平方メートル)を測定した。

日射量は日中でも天候による変動が大きく、また太陽に雲が一時的に掛かっただけでも値が急激に下がるという特徴がある。

2019 年 1 月 2 日より 8 月 31 日まで、午前 10 時時点の瞬間値を図 40 にグラフ化した。グラフの振幅が小さい場合はその時期の天候が安定しており、日射量がほぼ近似した値を示している。反対に振幅が大きい場合は、雨天、曇天、晴天であるなど、その時期の天候の変動が激しいことを示している。

1 月から 5 月までは緩やかに上昇し、モンスーン時季が始まる 7 月以降は俄雨が降ることが多く、日射量の変動が激しいことが読み取れる。最低値は 5 月 3 日の $15.6W/m^2$ であり、最大値は 8 月 31 日の $860.2 W/m^2$ であった。

当社がもっとも注目していたのは、日射量の変化が太陽光パネルの発電効率にどのような影響を与えるのか検証することであった。しかしながら、こうした変動にも拘わらず、発電に対する明らかな影響は確認されなかった。

以下図 41、図 42 は最低値を示した 5 月 3 日と、最大値を示した 8 月 31 日との発電量の比較グラフである。5 月 3 日は夜明けとともに午前 8 時 30 分くらいまで一度発電されているが、天候の悪い午前 9 時から午後 12 時の間発電量はゼロであった。しかしながら、午後 12 時から午後 4 時の間に問題なく発電している。8 月 31 日は日中を通して発電されている。これは PCU に内蔵されている、MPPT(最大電力点追従制御)機能がその役割を十分果たした結果、天候の悪い日でも、太陽光があたる間はきちんと発電された結果であると考えている。よって、日射量に大きなブレがあるものの、悪天候により日射量が少ない日でも、雲が切れ、一時的でも日が射せば、その間一定量の発電がなされ、システムを動かすことができることを確認できた。

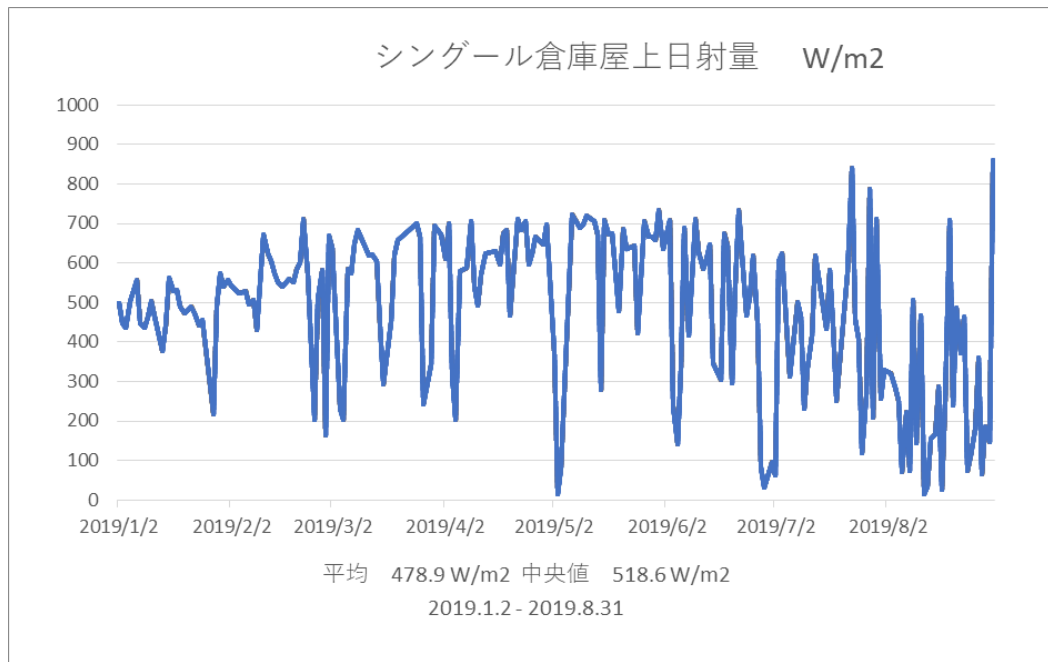


図 40 2019年1月-2019年8月の午前10:00の日射量の推移

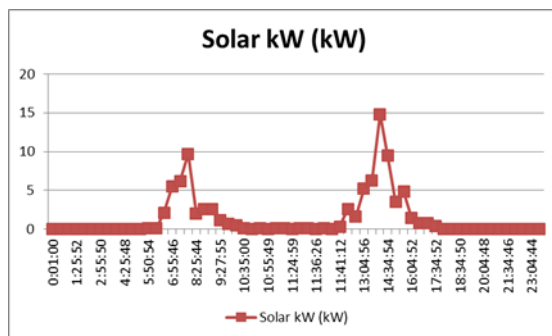


図 41 2019年5月3日の発電量の推移

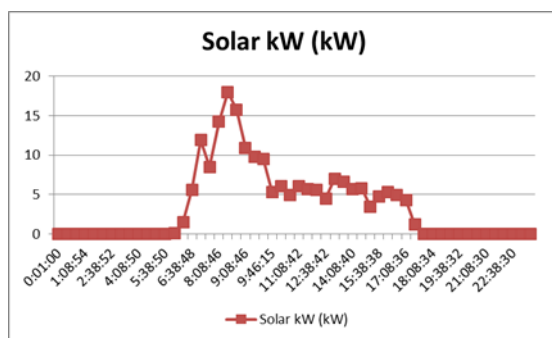


図 42 2019年8月31日の発電量の推移

発電の状況が把握できるPCUのデータについては、当社現地社員の技術担当者が出力し、毎日メールで送って貰い、共有している。当社は同じブランドのPCUを日本の当社倉庫で

使用している為、これまでに何度か不具合に遭遇してきた。その際どこに不具合の原因があったのかを追究するのにこのデータは非常に役立つ。

例えばソーラーの発電量が日中にも拘わらず 0 であれば、発電システムに異常があることが一目瞭然である。さらに OPSCOMS という監視システム(写真 103 参照)はインターネットを通じてどこでもシステムの状況が把握できる。下記のデータはシステムの情報をある一定間隔(現在では 30 分毎)で記録する瞬間値のデータである。

No	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
No	Date	Time	Description	Trigger	Inv kW Sum (kW)	Inv kVA Sum (kVA)	Batt Amps (A)	Batt kW (kW)	Solar Amps (A)	Solar kW (kW)	
2	2019/8/21	0:01:00	Status : Battery Charge Stage	Operation Auto Inverter Only	1.6	1.8	-10.6	-2.6	0	0	
3	2019/8/21	0:13:40	Data Log	Log Period	1.3	1.4	-8.9	-2.2	0	0	
4	2019/8/21	0:43:40	Data Log	Log Period	1.6	1.8	-10.6	-2.6	0	0	
5	2019/8/21	1:13:39	Data Log	Log Period	0.7	1.2	-6.1	-1.4	0	0	
6	2019/8/21	1:43:38	Data Log	Log Period	2.3	2.5	-13.4	-3.2	0	0	
7	2019/8/21	2:13:38	Data Log	Log Period	1.9	2	-11.8	-2.8	0	0	
8	2019/8/21	2:43:36	Data Log	Log Period	1.6	1.8	-10.6	-2.5	0	0	
9	2019/8/21	3:13:36	Data Log	Log Period	1.3	1.4	-9.3	-2.2	0	0	
10	2019/8/21	3:43:36	Data Log	Log Period	2.3	2.5	-13.4	-3.2	0	0	
11	2019/8/21	4:13:34	Data Log	Log Period	1.3	1.4	-8.9	-2.1	0	0	
12	2019/8/21	4:43:34	Data Log	Log Period	0.7	1.2	-6.1	-1.4	0	0	
13	2019/8/21	5:13:34	Data Log	Log Period	0.7	1.2	-6.1	-1.4	0	0	
14	2019/8/21	5:36:23	Status : Low Battery Bulk Enable	SP6 Util Bulk Chg Enable Vo	1.3	1.3	-6.9	-1.6	0.8	0.1	
15	2019/8/21	5:43:34	Data Log	Log Period	2.8	3.1	-12.6	-3	2.4	0.5	
16	2019/8/21	6:13:32	Data Log	Log Period	1.8	1.9	3.6	0.9	12.2	3	
17	2019/8/21	6:43:32	Data Log	Log Period	1.6	1.8	20.8	5.3	26.9	6.9	
18	2019/8/21	7:13:32	Data Log	Log Period	1.8	1.9	46.5	12.4	50.6	13.4	
19	2019/8/21	7:39:02	Status : Solar Control Enabled	SP9 Solar MPPT Min Chg Am	1.4	1.4	75.9	20.8	74.2	20.3	
20	2019/8/21	7:42:25	Fault : High DC Amps	None	2.6	2.8	76.3	20.9	80	22	
21	2019/8/21	7:43:30	Data Log	Log Period	2.5	2.5	67.3	17.7	70.2	19.1	
22	2019/8/21	7:46:45	Fault : High DC Amps	None	2.6	2.8	73.8	20.3	76.7	21.1	
23	2019/8/21	8:13:30	Data Log	Log Period	2.1	2.2	37.9	10.2	44	12	
24	2019/8/21	8:43:30	Data Log	Log Period	1.4	1.7	29.7	8.1	31.8	8.7	
25	2019/8/21	9:02:32	Status : Battery Charge Stage	SP71 Batt Bulk Cell Chg Volts	3.3	3.4	19.5	5.3	31	8.4	
26	2019/8/21	9:03:33	Status : Battery Charge Stage	SP76 Batt Min Bulk Chg	3.3	3.6	8.5	2.1	22	6	
27	2019/8/21	9:13:30	Data Log	Log Period	3.4	3.7	10.2	2	22.8	6	
28	2019/8/21	9:43:30	Data Log	Log Period	3.6	3.8	1.2	0.2	19.5	5.8	
29	2019/8/21	9:46:29	Status : Battery Charge Stage	SP78 Batt Float Cell Volts	3.3	3.3	6.1	1.6	19.5	5.1	
30	2019/8/21	10:13:29	Data Log	Log Period	3.5	3.5	5.7	1.2	18.7	4.7	
31	2019/8/21	10:43:28	Data Log	Log Period	2.9	2.9	0.8	0	14.6	3.8	
32	2019/8/21	11:02:16	User : Remote GSM disconnect	None	3.6	3.6	6.9	1.8	18.7	4.5	
33	2019/8/21	11:13:28	Data Log	Log Period	3.8	3.8	3.6	0.9	18.7	4.7	
34	2019/8/21	11:43:26	Data Log	Log Period	3.1	3.2	2.4	0.4	15.5	4.3	

図 43 PCU から出力されるログデータ



(写真 134 : 日射量計と三脚にセンサーを設置し、計測する様子)

④ 定温倉庫内の温度測定

定温倉庫において、庫内の温湿度管理は最重要課題である。いろいろなメーカーの温度計、湿度計を、医薬品業界の GMP(Good Manufacturing Practice)基準に則り庫内に配置した。現地にて手配したラトビア製のデータロガーを 15 台設置し、さらにバックアップや比較対象として、中国製の温度計、湿度計 20 台、その他日本から持ち込んだアナログの温湿度計 4 台、インドで手配したデジタル温湿度計 2 台の合計 41 台の温度センサー、温度計を配置した。途中からそれぞれのモデル各一台、合計 6 台の温湿度計とセンサーを 1 か所に配置し、どの

モデルが今後使用するのに最も相応しいのか検証を行った。

2019年1月10日から2019年7月23日までの計測の結果、温度計は現地で調達した HTC-1 Digital、湿度計は日本から持ち込んだエンペックス気象計(株) EMPEX(Big) Analog のものが最も適していることが分かった。記録はマニュアルで記入する必要があるが、精度は高い。よって今後はこの2つのモデルを使用し計測を継続して貰い、異常時の報告などの手順を徹底していく。



(写真 135: 1か所に集められた温湿度計 (左)、センサーの様子、エンペックス社のアナログ式温湿度計(中央)、HTC-1 Digital のもの(右))

COMPARISON CHART FOR TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSORS (ANALOG / DIGITAL)													
DATE: 9.9.2019													
TIME	Compressor load	EMPEX (SMALL) ANALOG		EMPEX (BIG) ANALOG		TANITA ANALOG		HTC-1 DIGITAL		SENSGUARD DIGITAL		AQARA DIGITAL	
		TEMP.	HUMIDITY	TEMP.	HUMIDITY	TEMP.	HUMIDITY	TEMP.	HUMIDITY	TEMP.	HUMIDITY	TEMP.	HUMIDITY
10:00 AM	100%	21	60	21	65	21	63	21.9	63	21	66	21	66
11:00 AM	100%	21	55	21	60	21	60	21.9	60	21	64	21	63
12:00 PM	100%	21	57	21	62	21	61	21.8	61	21	65	21	64
1:00 PM	75%	23	82	23	86	23	80	23.4	78	24	84	24	85
2:00 PM	75%	23	85	23	90	23	90	24.3	82	24	85	24	86
3:00 PM	75%	23	85	23	91	23	86	24	83	24	85	24	85
4:00 PM	50%	21	46	21	51	21	51	21.6	53	21	57	21	58
5:00 PM	50%	21	47	21	52	21	52	21.6	54	21	57	21	57

図 44 3日々の温度・湿度管理ノート

⑤ 野菜保管用クレートの適正な使用方法の指導

シングル市場では、野菜の保管にプラスチックのクレートが使用されている。しかしながらその扱いはとても効率的とは言えない。朝のトラックへの積み込みや、夕方販売先から戻った際の積降ろし作業は人海戦術であり、また重いクレートはオークションホールのコンクリートの床を作業員が引きずって移動させているので、プラスチックの底の部分は直ぐに傷んでしまう。定温倉庫にとっていかに速やかに搬入、搬出を行うかは温度管理や作業効率化の為には重要な要素である。

現地で使う野菜クレート運搬用に当社負担により、キャスターの付いたアングルフレーム型台車 (写真参照) を市場関係者に使うよう奨励した。台車は日本で設計し、試作品一台を現地に持ち込み、現地業者に発注することとした。これにより、台車にクレートを5から6

段積んで移動させるという方法が徐々に浸透し、効率化とクレートの破損が大幅に削減されるようになった。ただし、配達先でのクレートの利用には当該台車を使用していない。また、使用していない台車を投げるなどの行為も散見され、都度注意するなど、細かい点の指導が続いた。



(写真 136: 日本で製作したアングルフレーム型台車のサンプル (左) とインドで最初に現地製造した台車 (右)。キャスターは日本から持ち込んだ)



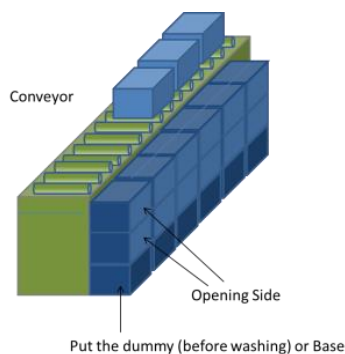
(写真 137: 台車に載せたクレート)

⑥ 野菜保管用クレートの洗浄指導

本普及・実証事業以前から市場内で使用されているプラスチック製クレートは、屋外で使用していることもあり、日常の手入れが不十分で、汚れが酷い状態であった。定温倉庫を訪れた訪問者からも汚いとの指摘を受けていた。そこで、将来的な食の安全も考え、市場関係者に対し、洗浄指導を行った。以前の洗浄方法は、クレートを市場敷地内中央に位置する池に放り投げ、軽く濯ぐのみであったため、ホースを用いて市場の水道から放水して洗浄を行

ったが、汚れがなかなか落ちなかった。

当社負担で高圧洗浄機を現地で購入し、当社が持ち込んだローラーコンベアを用いて洗浄作業ラインを作り、洗浄作業が楽になるようにした。洗浄方法について図を作成して説明・指導も行った。その結果、クレートは以前とは比べものにならないほど綺麗に洗浄された。これも 5S の一環である。



(写真 138 : 現地職員による当初の池での洗浄の様子(左)、洗浄方法についての指示書(右))



(写真 139 : クレート洗浄に用いているローラーコンベア (左)、高圧洗浄機での洗浄の様子 (右))



(写真 140: 高圧洗浄機による洗浄の結果。洗浄前(左)、洗浄後(右))

⑦ 発電・蓄電設備の保守点検

当初の計画通り、西ベンガル州政府が維持管理費用を負担することで、本事業終了後当社が提供する定期保守契約を結ぶ予定である。上記の通り市場の職員などに日常メンテナンスの技術移転は一部実施しているものの、ソーラーパネル、電気配線、PCU やバッテリーなど、メンテナンスにはある程度知識が必要なものもあり、それらに不具合があると発電が止まってしまう。保守作業契約を西ベンガル州政府と交わし、弊社主導でメンテナンスを行っていくことが最適であると考えており、州政府もその意向である。

各機器の保守点検手順についてはマニュアルを作成し (図 45)、指導を行ってきている。本マニュアルは前述の日射量の測定、倉庫内の温度・湿度測定、清掃手順や点検リスト記入方法など全てを網羅している。発電設備については、点検時に一旦システムを全て停止する必要がある為、この報告書執筆中の 2019 年 9 月現在実施していない。発電設備が完成した 2018 年 9 月 27 日から 1 年経過後の 10 月に実施する予定である。

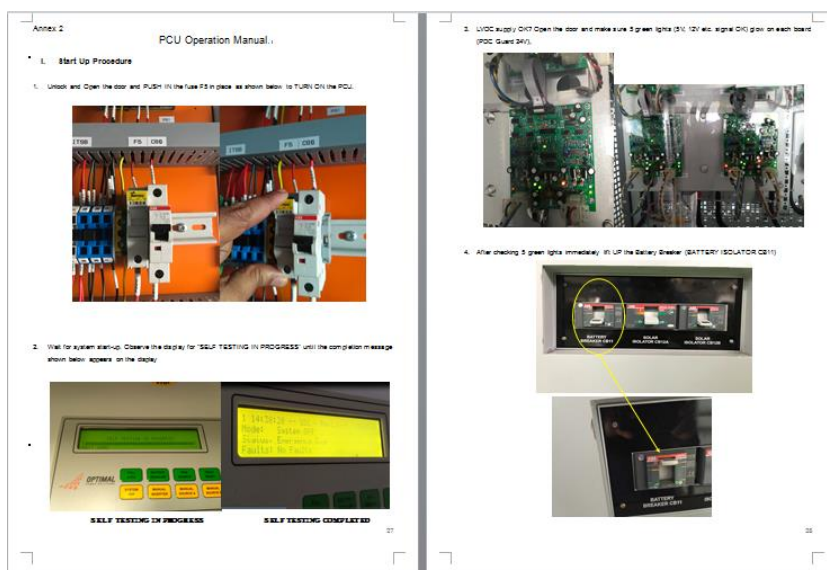


図 45 オペレーションマニュアルの一部 (1)

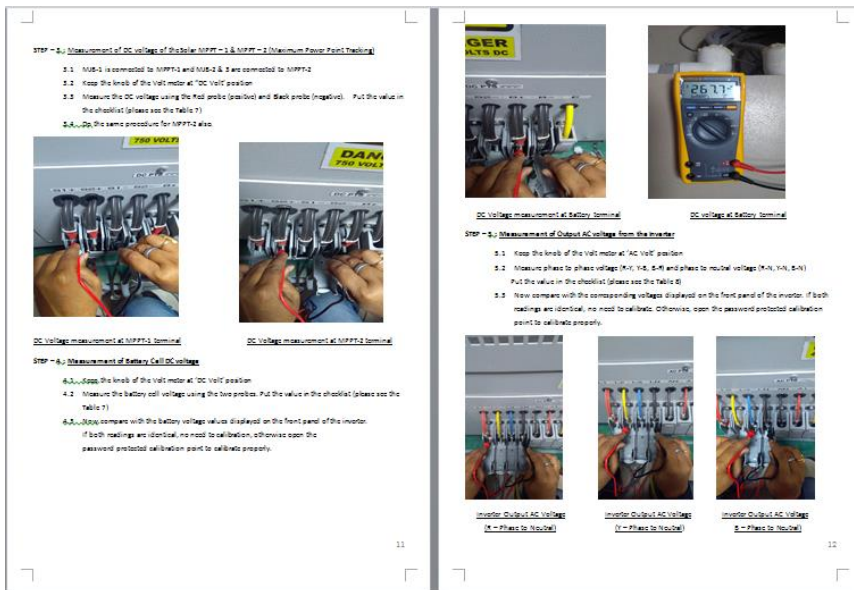


図 46 オペレーションマニュアルの一部 (2)

CHECK ITEM	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
A/c Filter check and cleaning	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A/c outdoor unit condenser cleaning	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
PV Panel check & cleaning	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Battery Liquid level check	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Battery s/d and voltage check	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Battery House Louver window cleaning	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Karcher Machine check	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Replace ultra vape cartridge	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable

check Month Not applicable

図 47 定温倉庫、発電・蓄電設備メンテナンス項目チェックリスト

活動 2-2: 農家を対象として、効率的な流通加工方法（作業ラインや選果方法など）の研修を行う

① 農家の採用教育

2018年10月1日より近隣の農家の方に流通加工の指導を開始した。近隣農家より女性4名を面接した。この4名に対して徹底的に流通加工についての教育を行い、将来はリーダーとなり、他の地域に展開する倉庫内での流通加工の指導を担って貰う目的もある。農家の女性は、苗の移植作業や収穫など、様々な農作業に従事しているが、彼女たちの労働は生産

コストで考慮されておらず、労働に対する報酬はない。そこで農家の女性を倉庫内作業員として採用することとし、地元へ貢献し、雇用を生み出す為に、以下の条件で女性メンバーを選抜した。

- 1) 農家において農業に従事するものであること
- 2) 指定された時間内に勤務すること（9:00～17:00）
- 3) 長時間の立ち仕事ができること
- 4) 基本的な衛生への観念と実践ができること
- 5) 読み書きができること

② トレーニング

インドで一般的に行われているような床に座った状態での作業ではなく、立った状態でのトレーニングを行うことから始まった。トレーニング内容は以下の通り。

- 1) 制服、マスク、ヘアキャップ、などの服務規程についての講義
- 2) 始業前の手洗いなど衛生慣行に対する講義
- 3) 日本での流通加工作業の様子を撮影したビデオの視聴
- 4) 野菜の測定、計量を行った上での野菜の標準化プロセスの重要性についての講義
- 5) カラーチャートを使って野菜の色をチェックし、その成熟度、品質を外観により視覚的に識別する訓練
- 6) 5S 活動に関する練習
- 7) 始業、終業時間など規律に関する講義

シングル倉庫が 2018 年 9 月に完成したことから、最初に行う流通加工作業は、西ベンガル州政府関係者と共同で開催する竣工式で配布したシングル産の新鮮な野菜のバスケットへの詰合せ作業となった。当社葛西流通センター（東京都江戸川区）にて 2 カ月間の流通加工研修を受けた経験のあるインド人現地社員により、竣工直前である 2018 年 8 月から 9 月にかけて座学を行った。なお、本詰合せ作業の具体的な指導については、当社の葛西流通センター内での流通加工作業のリーダーが当プロジェクトメンバーに加わり、またフィリピン出身で英語が堪能なことから、調査団員として現地にて指揮を執った。

② 作業場レイアウト

作業場のレイアウトについては以下の図 48 のようにし、基本的に作業員が歩き回らなくてもよいようにした。図の中心にあるのが「選果作業台」で、秋田県の野菜市場関係業者が実際に使っているものを手本として、当社で製作し、現地に持ち込んだものである。

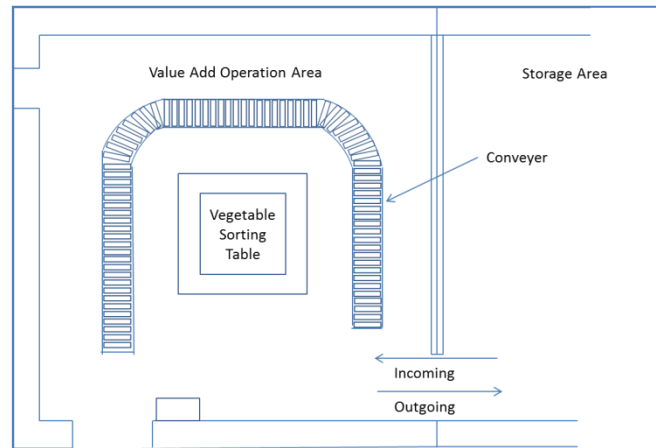


図 48 流通加工場のレイアウト

④ 選果作業と野菜の標準サイズ決定指導

竣工式後は野菜を量り売りではなく、パッケージで販売する為、各野菜のサイズ(長さ、胴囲など)と重量を計測し、分散を求め、当社独自の「標準サイズ」を決定する作業を行った。

当社の目標として分散の値(表 12 の「長さのバラつき」を参照)が 10 以下になるようにしたいと考え、生産農家に対して、より積極的な生産・技術指導を行い、バラつきの少ない均一した野菜が入荷できるようにしたいと考えた。

農家は量売りで市場に卸すため、大きいモノも小さいモノもなんでも持って来てしまうので、同じサイズの野菜を「一袋いくつ入り」といったパッケージにするには、選果した後のロスが多くなりすぎるため、これを防ぐ必要がある。この計測作業そのものが、従業員に対して格好の流通加工研修となった。

この後、2019年2月9日には西ベンガル州政府のスファール・バングラプロジェクトのダイレクターであるムカジー氏より「ボンガオンという地域で、農家がナスの価格の大暴落に抗議して、ナスを路上に大量に撒き、バリケードにして道路を占拠している。価格はそれまで、1kgあたり12ルピー(日本円で約20円)であったものが、突然50パイサ(0.5ルピーで日本円で約1円)まで暴落した為大騒動に発展した。西ベンガル州政府はこれを収める為に、トラック2台を手配し、農家からナスを買取ることにした。川崎陸送の定温倉庫にこのナスを入れて欲しい」という依頼があった。幸い、定温倉庫が出来ていたので、ナスの寿命が延ばせるというメリットがあった。

当地では野菜を「ガニーバッグ」と呼ばれるジュートでできた麻袋に入れるなど、様々な梱包形態で持ってくるので、すべてをプラスチック製の野菜専用クレートに入替え(物流用語でユニット化)ないと、倉庫に効率的に収納できない。さらに、翌日以降1kg14ルピーの公示価格で売れるようにする為に、ナスの蒂から長く伸びた茎を短く切り(当地の農家は収穫時に素手でもぎ取ってしまう)、タオルで綺麗に磨いて売れる商品にする必要があった。

麻袋の中には既に腐っているものも含まれており、そうした不良品を取り除く作業も必要だった。

この緊急依頼への対応は当社及び流通加工作業員にとっても入庫から流通加工、出荷するまでの一貫した流れを経験できる初のケースで格好の実践訓練となった。2019年2月12日から18日までの間に処理したナスは9.2トンに及んだ。定温倉庫に保管できたことで、入庫から4日後でもスファール・バングラの店舗で販売でき、かつ5日目は地元の学校給食にも提供することができた。定温倉庫の本領が発揮できたとともに、実践的な作業演習となった。



(写真 141: ボンガオンから輸送された大量のナスの様子 2019年2月12日)



(写真 142: ナスを計量しクレートに移し替える様子(左) ナスの流通加工の様子(右))



(写真 143: 流通加工作業のトレーニングの様子(左) 地元農家から採用した流通加工作業員(右))

通常の搬入では、以下の図 49、表 12 のようにバラつきが多過ぎてしまい、パッケージ化が非常に難しく、歩留まりが悪いことが明白である。

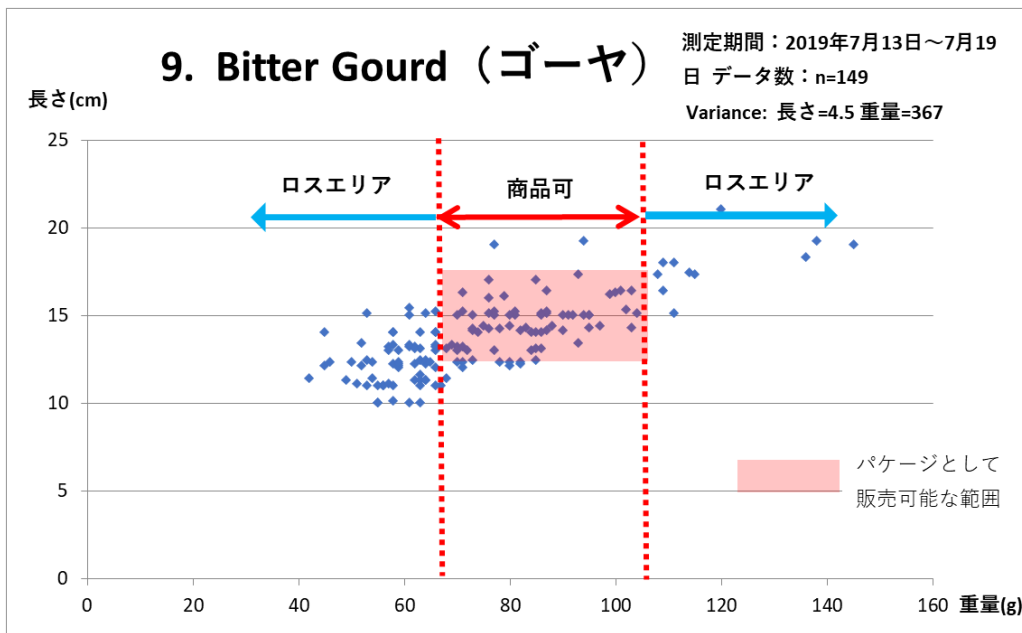


図 49 ゴーヤの重量・長さの計測分布データ

表 12 各野菜の重量・長さのバラつきの結果

SN ^o	Name of Vegetables ^o	測定日 ^o	データ数 ^o	長さバラつき ^o	重さバラつき ^o
1 ^o	Lady's Finger ^o	7/12 ^o	190 ^o	0.7 ^o	3.2 ^o
2 ^o	Brinjal ^o	7/2~7/22 ^o	102 ^o	1.8 ^o	311 ^o
3 ^o	Pointed Gourd ^o	7/20 ^o	128 ^o	0.7 ^o	41 ^o
4 ^o	Bottle Gourd ^o	8/7~8/16 ^o	112 ^o	5 ^o	10197 ^o
5 ^o	Snake Gourd ^o	7/13~8/8 ^o	141 ^o	31 ^o	1423 ^o
6 ^o	Ridge Gourd ^o	7/22~8/8 ^o	115 ^o	12 ^o	1574 ^o
7 ^o	Sponge Gourd ^o	7/19~8/8 ^o	101 ^o	9.8 ^o	1030 ^o
8 ^o	String Beans ^o	7/22 ^o	114 ^o	18 ^o	4.5 ^o
9 ^o	Bitter Gourd ^o	7/13~7/19 ^o	149 ^o	4.5 ^o	367 ^o
10 ^o	Mocha (Banana Flower) ^o	8/7~8/12 ^o	103 ^o	7 ^o	11485 ^o
11 ^o	Green Papaya ^o	7/22~8/9 ^o	125 ^o	1.4 ^o	4277 ^o
12 ^o	Spinach ^o	7/23 ^o	114 ^o	6.3 ^o	31 ^o

採用当初はまったくの初心者であった作業員たちであったが、生産性についても以下の表 13 のように、6人で1時間あたり、一番生産性が低いサヤインゲンを約 42 パック、最も生産性が高いトカドヘチマでは、時間あたり約 99 パック生産できるようになった。2019 年 9 月下旬現在では、この数字がさらに上昇していて、大幅に時間的余裕が出てきている。

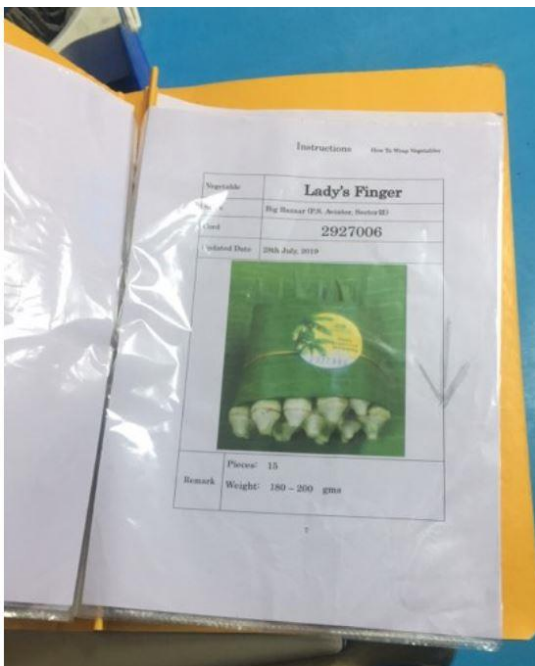
表 13 シングル倉庫流通加工作業における生産性

シングル倉庫 ラッピング生産性（1時間あたり、あるいは一人当たりのラッピング生産個数）
2019年7月26日～8月6日 計12日間

No.	野菜	12日間に計測した回数	合計 / パック数	合計 / 合計(時間)	合計 / 合計(人)	生産性 1時間一人あたりのラッピング生産個数
1	オクラ	12	726	13.68	6	8.8
2	ナス	12	370	7.07	6	8.7
3	ポインテッドゴード	11	458	8.35	6	9.1
4	ひょうたん瓜	12	360	4.62	6	13.0
5	ヘビ瓜	12	350	4.75	6	12.3
6	トカドヘチマ	11	313	3.13	6	16.6
7	ヘチマ	11	330	3.40	6	16.2
8	サヤインゲン	8	229	5.35	6	7.1
9	ゴーヤ	12	350	4.70	6	12.4
10	バナナの花	12	255	2.60	6	16.3
11	青パパイヤ	12	399	5.17	6	12.9
12	ホウレンソウ	12	591	13.12	6	7.5
	総計		4,731	75.9	6	平均 10.4



(写真 144、写真 145、写真 146、写真 147：野菜の選果・ラッピング作業風景)



(写真 148：手順書。パックあたりのピース数および重量を載せた手順書を作成し、完成品を常に確認できるようになっている。)

活動 2-3： 使用状況・方法をモニタリングし、倉庫が有効に活用されるよう助言する

別項でも記載したが、倉庫内の状況については、CCTV カメラを通して常時モニタリングできる。定温倉庫内 2 台、流通加工室 1 台、バッテリー室 1 台、定温倉庫屋上 3 台、280 枚のソーラーパネルを搭載した Go-Down 倉庫屋上 6 台、合計 13 台の CCTV カメラを配置して、全域をカバーしている。それらを活用して、倉庫内の保管状況・保管割合が確認できる。

ハンドオーバー後も、これらのカメラによるリアルタイム映像から、必要に応じて当社現地社員を通じ、保管のレイアウト、台車、ローラーコンベヤなど、マテハン機器の使用法まで指示が可能である。現在もビデオ会議を現地社員と繋ぎ、カメラの画像を見ながら、レイアウトや作業に関する指導している。

発電設備に関しては、現地社員が PCU の使用状況について毎日観測し、システムから出力できるデータログ（322 枚のソーラーパネルからの発電量、240 台のバッテリーへの充電状況、及び電圧、電流、温度など 200 項目以上の装置内部データ）を 30 分間隔で 24 時間記録しており、これを毎日日本に送る。仮に異常が発生すれば、このデータにより状況の確認が可能である。倉庫内の温度・湿度、倉庫屋上に配置した日射量計などのデータも入手している。これらのデータにより、倉庫内および発電設備等に異常があれば直ぐに分かるような体制を構築している。

以上のデータは、ハンドオーバー後は市場関係者とも共有され、西ベンガル州政府との定期保守契約にはこれらの項目はもとより、異常が起きた場合の対処方法、あるいは直接修理手配ができるような条項を設けて、問題発生時にすみやかに対応できるようにしたいと考えている。

【成果 3： 西ベンガル州のクリシャック・バザール内への普及展開計画が策定される】

活動 3-1： 実証活動の成果を説明会やワークショップを通じて、関係者へ共有するとともに関係構築を図る

本件に関してはこれまで適宜、C/P である西ベンガル州政府に対して、実証活動に係る報告を実施してきたが、本業務完了報告書の提出後、2019 年 12 月から 2020 年 2 月を目処に改めて西ベンガル州政府に対して実証実験結果に係る説明会を開催したいと考えている。

定期保守契約が締結された後には、設備を点検する項目や頻度、内容、体制等について市場関係者にマニュアルを参照してもらいながら共有する予定である。

活動 3-2： 倉庫建設の可能性があるクリシャック・バザールについて、関係者のニーズをふまえた上で情報収集し、将来の倉庫設置の優先順位を検討する

倉庫の特長について批判的な意見はなく、実際に倉庫への訪問者からは、好意的な意見を頂いている。それだけ定温倉庫のニーズが高いので、土地さえあれば進出したいと考えている。これら好意的な受け止めにされていることを受け、次期倉庫建設計画作成の為に、建設候補地の現地調査と優先順位付けを行ってきた。しかしながら、「3. (6) 今後の課題と対応策」の項で述べる通り、クリシャック・バザール内の倉庫建設が手続きに非常に時間を要するため、出来るだけ多くの候補地に対して倉庫建設の提案を投げかけ、反応があったところから積極的に話を進めていく状況となっている。

西ベンガル州において農地を購入することは、日本の「農転」以上に時間がかかり、かつ、シングル近郊では1エーカー（4,046.86m²）で2,000万ルピー＝平米7,900円以上での法外な売買を要求されることから、長期の賃借が妥当であると考えている。優先順位付けをするための条件としては、以下の点を挙げている。

- ① 太陽光パネルをできるだけ地上に置ける土地であること（屋上配置は設置コストがかかることと、洗浄などのメンテナンスが容易でない）
- ② 市場内、あるいは市場に隣接していること
- ③ 州外に野菜を輸送するため、空港などへのアクセスが3から4時間以内であること
- ④ 市場内の動線が狭く複雑でないこと
- ⑤ 野菜・花卉の品質が良く、大都市部で高い金額で売れるポテンシャルがあること

これらにより、2019年9月下旬時点での当社の建設優先順位は以下の5カ所に止まっている（ブータン以外すべて西ベンガル州内）。

- ① バグドグラ空港隣接の **Perishable Cargo Center** のリノベーション利用
2019年7月から西ベンガル州政府からインド中央政府に管理が移管された。
- ② ブータンのインド国境沿い **Phuntsholing**（ブンツォリン）市内
インドとブータン間の野菜物流の通過点として保管ニーズがある。
- ③ **Nadia 郡 Nakashipara Regulated Market** 内（ナカシパラ）
使用されていない倉庫が場内にあるので、建屋を建てる必要がないことと、コルカタまで約3時間で行けるアクセス。野菜と花卉の主力生産地区。
- ④ **Nadia 郡 Krishnagar Krishak Bazaar** 内（クリシュナガール）
使用されていない倉庫が場内にあるので、建屋を建てる必要がない。コルカタまでは約4時間半。野菜の主力生産地区。
- ⑤ バグドグラ空港近郊の **Phansedewa Krishak Bazaar**（ファンシディワ）
バグドグラ空港に近く、**Perishable Center** が使用不可の場合の候補地。

活動 3-3:クリシャック・バザール等行政運営施設の他、民需も含めてマーケット分析を行う

本件については、活動 1-6 の項で述べた通り、本普及・実証事業と同様にクリシャック・バザール等の行政運営施設の使用許可に膨大な時間がかかる状況を加味し、民間の土地を賃借や買取りなどにより入手し早期に倉庫を建設する方が望ましく、今後、広範囲にわたっての建設候補地探しが必要となっている。他方で、本事業期間中に受けた引き合いと関連する市場分析については次項(活動 3-4)に記載した。

活動 3-4 : 普及・展開計画を策定する

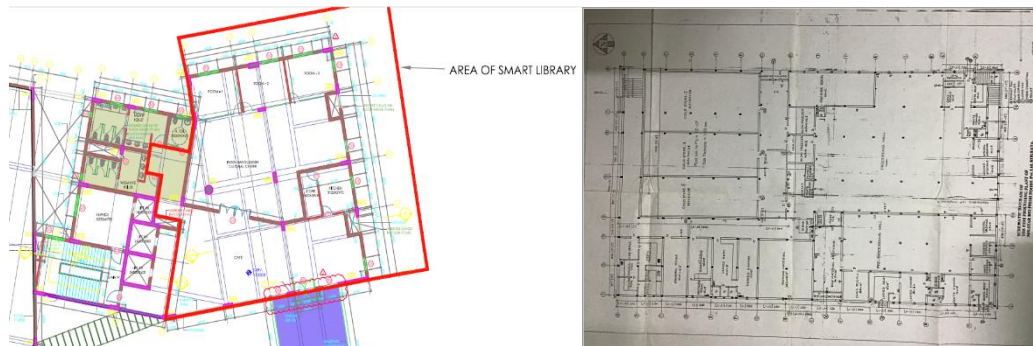
2019 年 7 月 10 日から当社現地法人の KSW では新たにセールス・マーケティングの人材を雇い入れた。今後、民間からさらなる引合いが入手できるように注力したいと考えている。このため、インドにおける当社のビジネス展開は以下の 3 本柱で進めていく。

- ① 西ベンガル州内の市場の中に倉庫を建築していく
- ② ブータン国内にインドとブータンの農産物サプライチェーン構築のための倉庫建築を行う
- ③ ソーラー発電・蓄電式のシステムを、倉庫以外での利用にも販売していく

三番目に関しては、WBHIDCO（西ベンガル州住宅インフラ開発公社）のセン次官によるシングル定温倉庫訪問から、この事業の大きな副産物として、同開発公社が運営するコルカタ市内のコミュニティセンター（" Nazrul Tirtha"）内にある新設の図書館の電源を、既存の電力会社から太陽光発電と蓄電池のものにすべて切り替えたいとの引き合いがあった。2019 年 9 月に技術内容提案と概算予算を提出している（事業規模 8,000 万円程度）。その他、ソーラー発電・蓄電式システムの倉庫以外での利用については、以下のような引き合いを受けている。

- ① 西ベンガル州の南東メディニプル県での、エビ養殖場(1,788.2 m²)の太陽光発電・蓄電システムへの切替え
- ② とうもろこしのデンプンから繊維を作り、隣国のバングラディッシュの首都ダッカにあるアパレル企業に輸出するという、バイオプラスチック繊維関連プロジェクトにおける太陽光発電・蓄電システムの販売・保守管理

こうした、倉庫以外の太陽光発電に対する需要は今後も期待できると考える。



(写真 149: WBHIDCO の図面(左)、エビの養殖場の図面(右))

倉庫建築に係るインドでの展開においては、特に土地確保が予想以上に時間を要するが、詳細は後述の 4. (1)「今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定」の項に記載する。

(2) 事業目的の達成状況

以下の事業目的について、その達成状況を下記に記載する。

事業目的：

「高品質の農産物流通によって農家の所得向上に資するため、太陽光を使用した小型定温管理倉庫の有用性・優位性を実証し、西ベンガル州における普及方法と課題を整理・検討する」

① 定温管理倉庫の有用性・優位性について

1) 温度・湿度の管理維持

倉庫内に配置した 6 台の温度計、湿度計で、2019 年 1 月 10 日より 7 月 23 日までの 195 日間、庫内温度および湿度の測定を行った。倉庫内外の温度及び湿度の推移を図 50、図 51 に日中の上下も示すローソク足チャートで表現した。結果として、外気温も低い 1 月には庫内温度 20℃を大きく下回り、4 月まで 20℃以下を維持した。暑さが本格的になる 5 月からは 20℃を若干超えたが、7 月までその状態を維持出来ており、定温状態がこの半年間安定して保たれているのが分かった。

庫内湿度については、1 月には 80-90%あった。その値が徐々に下がり、4 月の終わりには 60%にまで下がった。5 月の半ばには 50%近くまで下がり、活動 1-2 の結果報告にて言及した湿度の問題が出てきた時期にあたる。その後は庫内湿度 60%を上下していたが、低い日は 50%近くに下がる日も度々見られた。外気との比較においても、室外湿度は 1 月から 5 月まで 60-70%であり、当社の庫内湿度が問題になった頃より、庫内の状況とは反対に 70 %と高湿度を維持し、6 月からは外気湿度が 80%を超えた。庫内の湿度の問題が出た 5 月半ばを境に、庫内湿度より外気湿度が高い結果となった。理由については完全には把握で

きてはいないが、さらなる分析を今後行いたいと考えている。

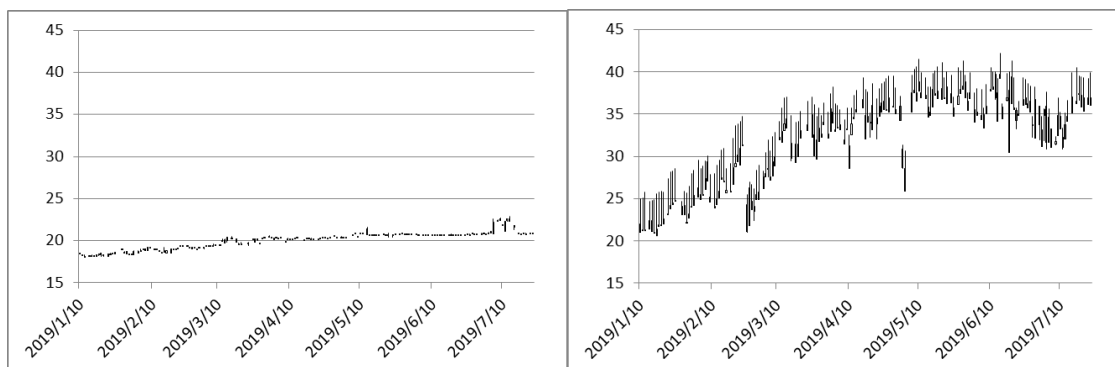


図 50 倉庫内と屋外の温度データ比較

(左) 倉庫内 (右) 屋外 調査対象期間： 2019年1月10日－2019年7月23日

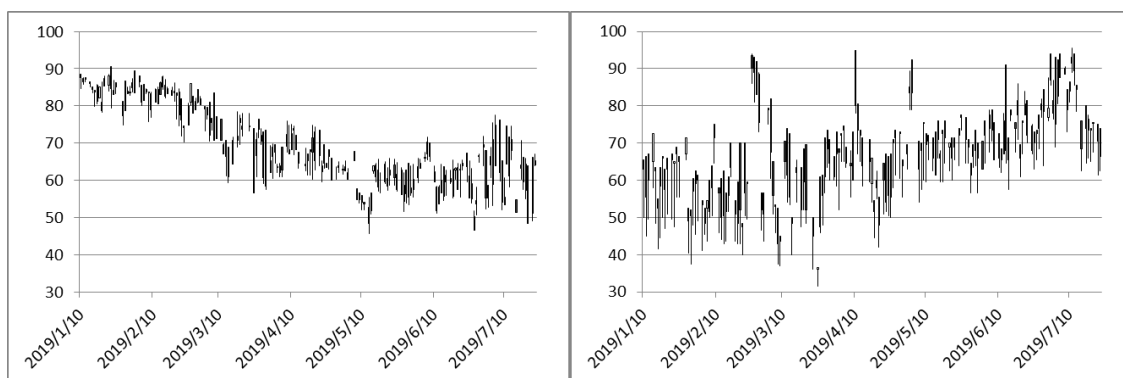


図 51 倉庫内と屋外の湿度データ比較

(左) 倉庫内 (右) 屋外 調査対象期間： 2019年1月10日－2019年7月23日

自然換気によるバッテリー室内の温度については図 52 のように、上限として設定した 45°Cをはるかに下回る数値で推移し、目標を完全に達成できている。

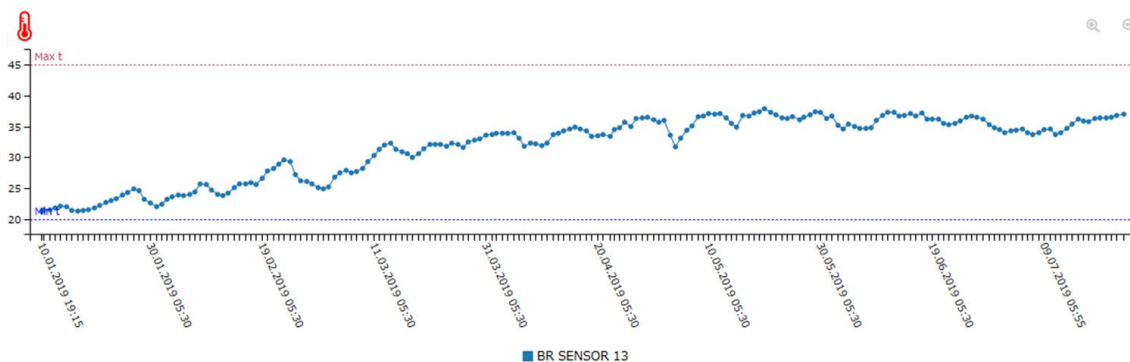


図 52 自然換気によるバッテリー室内の温度推移

調査対象期間： 2019年1月10－2019年7月23日 PCUの許容温度は45度

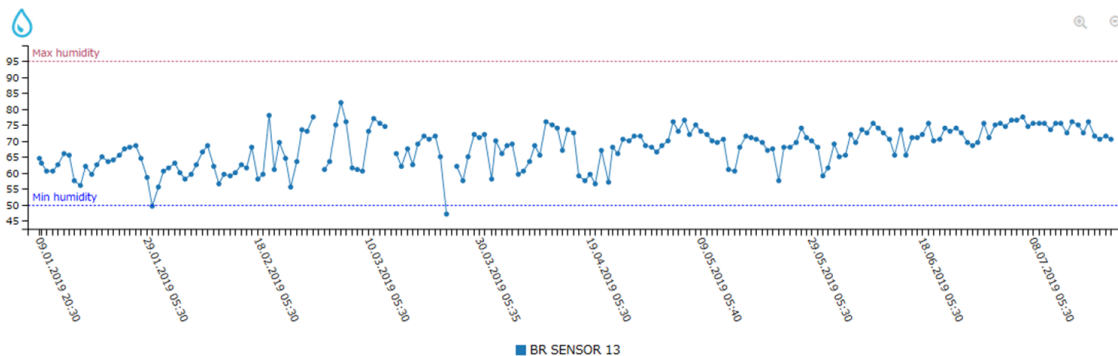


図 53 自然換気によるバッテリー室内の湿度推移

調査対象期間： 2019年1月10—2019年7月23日

以上のように、当社ノウハウによる断熱性能が実証された。

また、外気温が連日 35℃を超える夏場（4月～5月）であっても、設計当初に仮定していた消費電力 10.35kW を大きく下回り、実際は 3～6kW でエアコン・室内灯その他モニター画面等を稼働させている。

始動では庫内室温を 18～20 度程度まで急速に冷やしたが、その後もエアコンを 24 時間稼働させており、車のエンジンで言う「アイドリング」のような状態を続けている。翌日昼間を過ぎても庫内室温が急激に上昇することはないので、少量の電気を継続的に使用する形ですんでいる。

雨天により発電効率が低下し、電気不足を最も懸念していたモンスーン季でも、バッテリーからの電気共有のみで 24 時間問題なくエアコン稼働及び室内の電気系統を使用することができた。二重壁や低めに設定した天井、さらに漆喰といった断熱・除湿目的で行った工夫が予想以上に効果を発揮していることから、本事業にて建設した定温倉庫は、温度・湿度の維持管理上、以下の点で優位性があると考えられる。

- ア 空調機やバッテリーに対する負荷が非常に低いことから、設備そのものの寿命が長持ちする。
- イ 消費電力が少ないので、太陽光パネルや充電するバッテリーの数を減らすことが可能で、コストダウンにつながる。
- ウ パネルの発電量が減っても、使用電力が少ないので、バッテリーでのバックアップを長い期間使える。

今後の設計においては、この断熱性を活かして、さらに低い温度の管理に挑戦することも考えられる。

2) 定温倉庫利用による野菜の品質維持

定温倉庫にて保管した野菜の品質が、時間経過と共にどのように変化するかを検証する為、2回に分けて実験を行った。

ア 第1回実験

期間： 2018年11月22日から25日の4日間

対象野菜(サンプル数)：カリフラワー(40個)、ナス(80個)、パプリカ(100個)の3種類

実験方法： 現地社員が視覚、嗅覚により野菜の状態を判断する官能試験方式

実験条件： 各種半数ずつを倉庫内、屋外にそれぞれ置き、野菜の外観の変化を調査した。テスト期間中の環境としては、平均で、定温倉庫内温度：18.6℃、湿度：82%、外気温：25.7℃、湿度：51%となっている。

テスト結果は図54から図56の通りであるが、傾向を纏めると以下の通りであった。

1日目

3種類すべての野菜において定温倉庫内、屋外ともに大きな変化は見られなかった。

2日目

定温倉庫内の野菜は変化が無かったが、屋外の野菜についてカリフラワーは20個中8個、ナスは40個中2個に、若干の変色(茶色)した部分が確認された。

3日目

定温倉庫で保管していた野菜に変化が見られた。カリフラワーは20個中4個に黄色みがかったような変色があった。屋外に置いたカリフラワーは20個中12個に黄色みがかった変化が見られた。

「カリフラワーの外観変化率」

1日目 変化なし

2日目 定温倉庫内変化なし 屋外 40%変化

3日目 定温倉庫内 20%変化 屋外 60%変化

4日目 定温倉庫内 30%変化 屋外 70%変化

実際はこのように4日間も倉庫に保存してから販売されることはなく、どの野菜も収穫後2日以内の短期保管の後に販売されることを考えると、屋外よりも歩留まりがはるかに高く、ロスが少なくなることを証明できた。

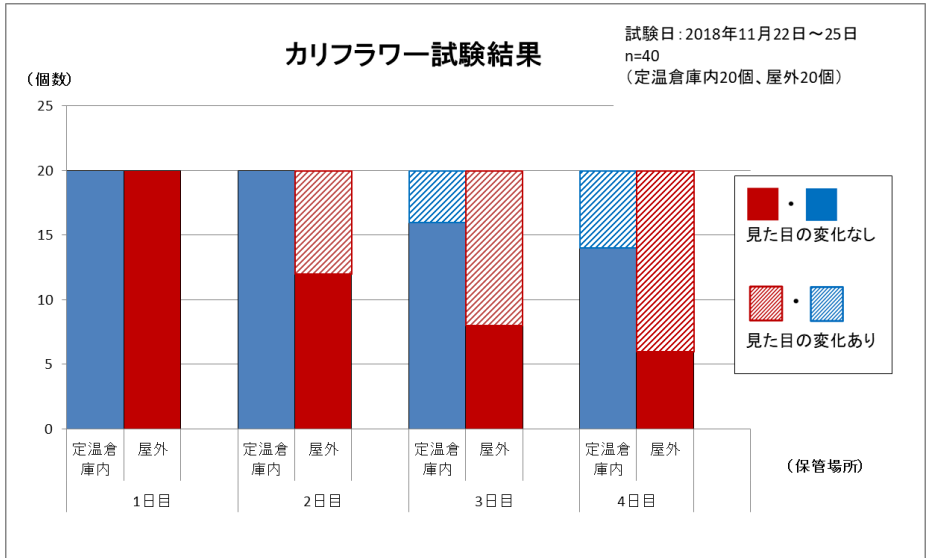


図 54 カリフラワー試験結果

保管 3 日間以内の歩留まり率

定温倉庫内 80% 屋外 40%

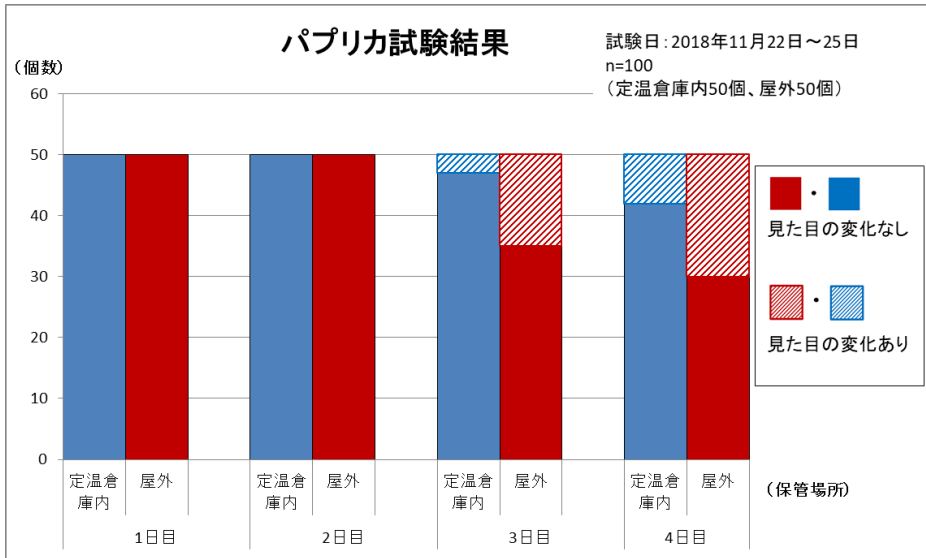


図 55 パプリカ試験結果

保管 3 日間以内の歩留まり率

定温倉庫内 94% 屋外 70%

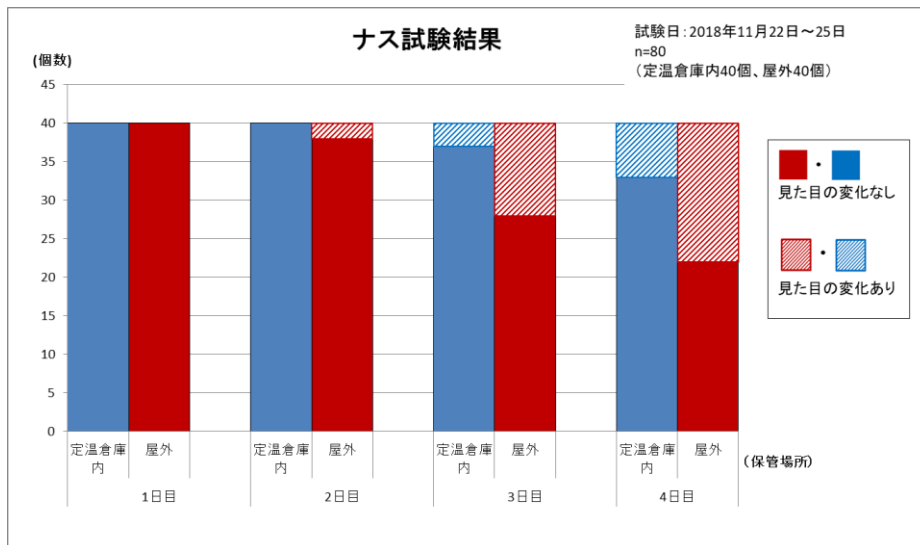


図 56 ナス試験結果

保管 3 日間以内の歩留まり率
定温倉庫内 92.5% 屋外 70%

イ 第 2 回実験

外気温、外湿度ともに高く(最高気温 33℃程度、最高湿度 90%近く)屋外に野菜を保管するには条件が厳しい時期となり、定温倉庫の能力を検証するには最適であった。

期間： 2019年5月30日から6月1日の3日間

対象野菜： a)トマト、b)ポインテッドゴード(ウリの一種)、c)赤ホウレンソウ、d)ニンジン、e)パプリカ、f)ホウレンソウ、g)ゴーヤ の7種

実験方法： 期間中午前9時から午後5時までの9時間中、毎時各種1個サンプルを抜き取り計量及び野菜内部の温度測定をした。時間経過とともに、野菜の水分量(=重量)がいかに減少するか、また、保管場所の気温と鮮度との関係性を検証した。

実験条件： 対象野菜各種において以下の通り、4つの条件を設定し、各々の場所においてクレート内に5Kgずつ保管した。

- a) 新規購入品を倉庫内保管
- b) 市場からの返却品を倉庫内保管
- c) 新規購入品を屋外保管
- d) 市場からの返却品を屋外保管

テスト環境： 期間中の平均として、定温倉庫内温度：20.07℃、湿度：54.4%、外気温：31.78℃、外湿度：61%

テストの結果は以下の表 14 から表 20 および図 57 の通りであり、定温倉庫内に保管した野菜の方が、重量の減少が少なく、水分量(鮮度)が保たれていることが分かる。また、返却品のほうが、重量減少率が高いことから、水分蒸発量が収穫時から時間当たり一定であると推測できる。トマトを例にすると、市場から返却されたものを比較しても、定温倉庫内(導入後)と屋外(導入前)の減少率は前者が 2.17%に対し、後者は 10.94%と約 5 倍以上の差となった。2 日以内に販売すると仮定しても、2 日間で定温倉庫内に置いた新規品が 0.74%、返却品が 1.05%の水分量減少にとどまるので十分販売でき、廃棄ロスが大幅に減少する。よって、トマトのケースでは定温倉庫の導入は 4-5 倍のポストハーベストロスの低減に寄与できるものと考えられる。

2019年5月29日のトマトの政府小売価格(表 21)は 1kg 60ルピーの為、5kg 当たりで 300ルピー。従来のスファール・バングラプロジェクトの廃棄ロスは 12%であるため、ロスを 4分の1の3%に削減できるとすると、効果を金額換算した場合、廃棄ロスは 1kg あたり 60ルピー x 3% = 1.8ルピーとなる。現在の 1kg 当たり 7.2ルピー (60 x 12%) の廃棄率が 1.8ルピーに減少する。倉庫に 500 クレート (1 クレート 20kg) を入れる (倉庫の全体保管可能数量は 1,300 クレート=26,000kg) だけでも、1 トン=1,000kg で、農家からの仕入れ原価ベースで 1 日 5,400ルピーのロス削減効果がある計算となる (1,000kg x (7.2-1.8)ルピー)。



写真 150 : 2019年6月1日テスト3日目撮影 ゴーヤ (左) 屋外保管 (右) 倉庫内保管

表 14 トマトのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日 平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.98	1.25%
屋外(オークションホール)	新規品	0.95	4.78%
定温倉庫	返却品	0.97	2.17%
屋外(オークションホール)	返却品	0.89	10.94%

表 15 ポインテッドゴードのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.90	9.76%
屋外(オークションホール)	新規品	0.83	16.83%
定温倉庫	返却品	0.85	14.33%
屋外(オークションホール)	返却品	0.74	25.18%

表 16 赤ホウレンソウのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.85	14.38%
屋外(オークションホール)	新規品	0.75	24.27%
定温倉庫	返却品	0.85	14.71%
屋外(オークションホール)	返却品	0.68	31.76%

表 17 ニンジンのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日 平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3日後の重量(比)	減少率
定温倉庫	新規品	0.89	10.07%
屋外(オークションホール)	新規品	0.86	13.25%
定温倉庫	返却品	0.89	10.45%
屋外(オークションホール)	返却品	0.86	13.28%

表 18 パプリカのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日 平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3.5日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.95	4.91%
屋外(オークションホール)	新規品	0.92	7.22%

表 19 ホウレンソウのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日 平均屋外湿度 61%)

保管場所	状態	3.5日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.70	29.49%
屋外(オークションホール)	新規品	0.33	66.28%

表 20 ゴーヤのテスト結果

(2019年5月30日-6月1日 平均屋外湿度61%)

保管場所	状態	3.5日後の重量(比)	重量減少率
定温倉庫	新規品	0.88	11.73%
屋外(オークションホール)	新規品	0.81	18.33%
定温倉庫	返却品	0.85	14.54%
屋外(オークションホール)	返却品	0.78	21.37%

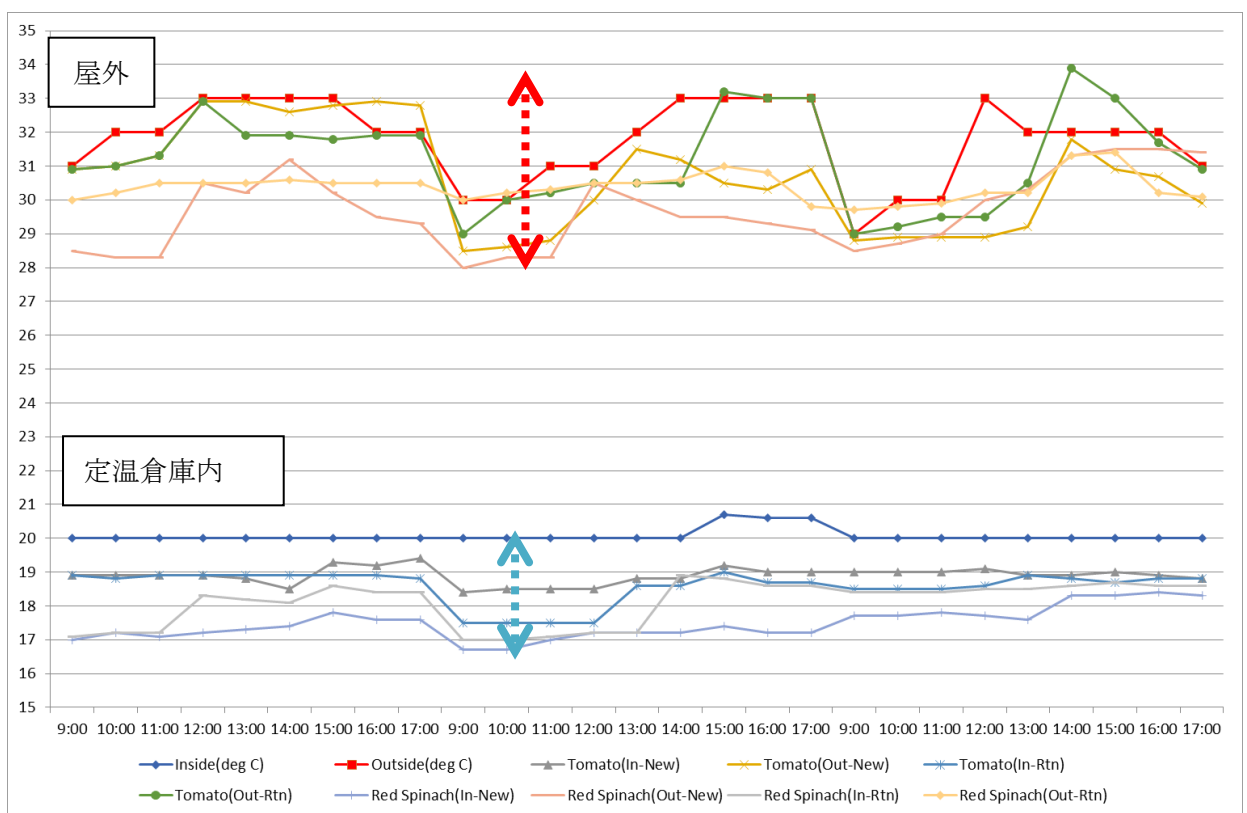


図 57 屋外・倉庫内内温度および野菜の品温度の関係

2019年5月30日~6月1日計測

屋外に置いた野菜はほぼ外気温に連動して変化し、振幅は6度(上記破線の矢印)になる。屋内のものは振幅が2度程度でほぼ一定に推移している。

表 21 2019年5月29日 Sufal Bangla 野菜買取り・販売価格



Government of West Bengal, Dept. Of Agricultural Marketing
Project Management Unit, SUFAL BANGLA

2nd Floor, Uttarapan Civic Centre, Maniktala, Kolkata - 700054

E_mail: sufalbangla@gmail.com, Ph.: 9433395012

No. 623/24/4/DPP/SB/2015-16 Dated 28.05.2019

Procurement Price for 28.05.2019 and Consumers' Price for 29.05.2019

Sl. No.	Commodity	Specifications	Procurement Price		Consumers' Price after Relief	
			Unit	Price (Rs. / Unit)	Unit	Price (Rs. / Unit)
1	Potato	New, Good Quality	Kg	9.30	Kg	13.00
2	Onion	Nasik, Good Quality	Kg	13.70	Kg	20.00
3	Ginger	Good Quality	Kg	121.00	Kg	160.00
4	Garlic	Flower Var. & Good Quality	Kg	86.00	Kg	130.00
5	Green Chilli	Normal Good Quality	Kg	63.00	Kg	90.00
6	Green Chilli	Bullet - Good Quality	Kg	50.00	Kg	80.00
7	Lime	Fair Size, Good Quality	Pc.	2.80	Pc.	4.00
8	Tomato	Good Quality	Kg	46.00	Kg	60.00
9	Cucumber	Good Quality	Kg	8.00	Kg	16.00
10	Carrot	Desi, Good Quality	Kg	30.00	Kg	45.00
11	Capsicum	Good Quality	Kg	38.00	Kg	60.00
12	Beans	Good Quality	Kg	70.00	Kg	100.00
13	Radish	Good Quality	Kg	12.00	Kg	20.00
14	Beetroot	Good Quality	Kg	22.00	Kg	34.00
15	Cauliflower	1 Kg & above, GQ	Pc.	20.00	Pc.	25.00
16	Cauliflower	500 g - 1 Kg, GQ	Pc.	15.00	Pc.	20.00
17	Cauliflower	350 -500 g, GQ	Pc.	10.00	Pc.	15.00
18	Cabbage	Good Quality	Kg	20.00	Kg	28.00
19	Pointed Gourd	Good Quality	Kg	16.00	Kg	24.00
20	Bottle Gourd	Good Quality	Kg	14.00	Kg	22.00
21	Bitter Gourd	Karala, GQ	Kg	35.00	Kg	48.00
22	Ridge Gourd	Good Quality	Kg	8.00	Kg	16.00
23	Snake Gourd	< 15", Good Quality	Kg	8.00	Kg	16.00
24	Spine Gourd	Good Quality	Kg	45.00	Kg	60.00
25	Lady's Finger	Good Quality	Kg	14.00	Kg	22.00
26	Brinjal	Garia, GQ	Kg	25.00	Kg	35.00
27	Brinjal	Makra, Good Quality	Kg	25.00	Kg	35.00
28	Ripe Pumpkin	Good Quality	Kg	8.00	Kg	16.00
29	Green Papaya	Good Quality	Kg	18.00	Kg	28.00
30	Ivy Gourd	Good Quality	Kg	10.00	Kg	19.00
31	String Beans	Good Quality	Kg	26.00	Kg	36.00
32	Veg Banana	Fair Size, Good Quality	Pc.	3.70	Pc.	4.50
33	Plantain Flower	Fair Size, Good Quality	Pc.	11.00	Pc.	18.00
34	Onion flower stalk	Good Quality	Kg	NA	Kg	NA
35	Broad beans	Good Quality	Kg	NA	Kg	NA
36	Green Peas	Good Quality	Kg	60.00	Kg	80.00
37	German Turnip	Good Quality	Kg	NA	Kg	NA
38	Broccoli	300- 500 g, Good Quality	pcs.	NA	pcs.	NA
39	Red Cabbage	Good Quality	Kg	NA	Kg	NA
40	Ripe Papaya	Good Quality	Kg	50.00	Kg	60.00
41	Amaranth	Good Quality	Kg	7.00	Kg	14.00
42	Spinach	Good Quality	Kg	14.00	Kg	28.00

② ポストハーベストレロス更なる低減への展望

クリシャック・バザールに登録し、野菜を納入している農家に対して、野菜の品質保持の為に、収穫時に専用のハサミを使用することを勧めた。ほとんどの農家が収穫の際に素手でちぎることが多く、ハサミなどを使用する習慣がない。ハサミを使わず茎から引き抜くと、それだけで野菜を傷める。傷のついた野菜は売れない為、これもポストハーベストレロスになる。また、手袋を使用して収穫することも同様の理由で勧めた。生産者に野菜の取扱いに対して注意を呼びかけることで、ロスを減らし、収益を増やすことに繋がると考えている。

今回のバナナの葉による野菜包装実験販売で、直接農家から仕入れることにより、農家の野菜の扱いも確認した。ある農家に対しては、収穫した野菜を事前に貸与した野菜専用クレートに入れて持ってくるようお願いしていたが、自転車にクレートを載せられず、ガニーバック（麻袋）に野菜を無理やり押し込んで持込み、野菜は傷んでしまっていた。このため、電動 TOTO での集荷のエリアを広げ、1日3便体制とした次第である。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

① 流通加工とスーパーマーケットでの実験販売から見る開発効果への貢献

現地の有力スーパーマーケットであるビッグバザールでの脱プラスチック、バナナの葉による野菜包装実験販売では以下のような開発課題への貢献可能性を確認した。

- 1) 流通加工により付加価値を付けた野菜（パッケージでの販売）は他の量り売りの野菜よりも 30 から 50% 高い値段でも、その利便性や鮮度の良さから消費者に評価を受け、市場に受け入れられることを証明した。当社の事業が普及・拡大することにより、貧困農家及および倉庫で生産加工を担う農家からの従業員の収入向上に寄与出来ることが確認され、顧客の様々な要求に対して柔軟に対応できる設備が定温倉庫に併設しているという点も注目を集める結果となった。

他方で、スファール・バングラの店舗にて、流通加工後の野菜を「スファールバングラプレミアム」として販売する機会は、政府との意見が調整できず、本業務完了報告書提出時点では実現しなかった。

- 2) 多くの農家は市場から離れたところに畑を持っており、通常、バイクにて野菜を市場に持ち込んでいる。未舗装の道路が多く輸送中の揺れが激しい為、野菜同士がぶつかり損傷しやすい。このような農家による野菜搬入の問題を解消するべく、電動 TOTO によるミルクラン（巡回集荷）を導入した。

納品場所へ移動する往復時間の節約により、野菜品質向上の為の耕作時間確保と、ポストハーベストレロス低減に貢献できたと考える。今回の販売実験では登録した農家

26 軒中、半数の 13 軒が当社の電動 TOTO による集荷サービスを利用した。

② 「Make in India への貢献」

インド政府方針である「Make in India」に貢献すべく、出来るだけインド製の製品・建設資材を使用することを事業の基本方針としてきた。漆喰材料、工具、また軽量のソーラーパネル取り付け金具など、当社定温倉庫の特長でもあり、インドでは入手できないものは日本から輸出を行った。

倉庫の建築、ソーラーパネル、電気配線工事の配電盤、接続箱、配線材料、パワーコンディショナー (PCU) についてはインド製のものを使用した。以下の図 58 がその割合である。

バッテリーは採用当時にも様々な議論があり、インド製のものを推す声も強かったが、バッテリー液（電解液で希硫酸）が充填されておらず、よって充電もされていない状態での出荷のみが条件であったため、当社が納入先で液の充填と充電作業を行わねばならず、追加の工数と危険を伴うことから、断念せざるを得なかった。

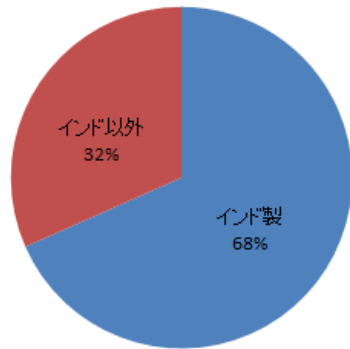


図 58 インド製製品使用割合

表 22 使用製品原産国一覧

品目	(円貨)	原産国
パワコン	¥9,153,060	インド製
パワコン(仕様変更費用)	¥904,095	インド製
電気設計費用	¥1,205,460	インド製
倉庫設計	¥580,290	インド製
倉庫建設	¥8,929,104	インド製
倉庫建設追加費用	¥3,139,252	インド製
ソーラーパネル	¥10,277,221	インド製
ソーラーパネル(追加)	¥1,255,674	インド製
Go-Down屋根補強、 電気工事	¥9,385,703	インド製
エアコン	¥1,251,575	インド製
バッテリー	¥11,952,000	インド以外
バッテリーGST	¥6,980,102	インド以外
バッテリー輸入諸掛	¥755,571	インド以外
漆喰工事	¥1,629,169	インド以外
	¥67,398,277	

また、日本から持込んだ選果作業台、台車、ローラーコンベヤなど、簡易なマテハン機器の導入は作業の効率化に貢献したが、野菜のクレート用台車は日本から見本を持ち込み、インド国内での内製にも成功した。今後当社事業を展開していく上で更なる貢献が出来得ると考える。



(写真 151： 選果台を使って流通加工作業をしている様子)

以上のように、今回はソーラー発電・蓄電式の定温倉庫の建設だけではなく、さまざまな物流手法を組み合わせた「ソリューションとしての物流サービスの提供」を行い、農家の生産地から小売店の店頭まで、ミニチュアながらも野菜のサプライチェーンを構築できたことが最大の貢献である。今後はこれをベースに順次、倉庫建設地の地区ごとに、このようなサプライチェーン構築を提供していくことが可能であり、また地元にも受け入れられることが実証できたと考える。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

① 漆喰と左官業の現地における認知向上

定温倉庫で内装に用いた漆喰塗装は、日本の左官技術を生かすことができたと同時に、漆喰職人を日本から派遣し、栃木県の企業の漆喰材料を輸出して工事を行ったという点で、日本国企業においても海外支援への足掛かりができた。同社からは、海外での漆喰材料の販売代理店になって欲しいとの依頼もあった。

漆喰塗装工事に関しては地方の建設業者を始め 10 社程が興味を示した。インドの建設業

者より、材料のサンプルの引き合いもあった。別項でも記載した西ベンガル州住宅開発公社(WBHIDCO)も漆喰塗装に興味を示している。

漆喰を行った左官業者からは、工事期間に工事助手として参加したインド人に漆喰塗装をやらせたところ、大変器用に塗装を行い、是非日本に連れて行きたいとの要望があった。人材不足に悩む建築業界及び左官業者にとって、インド人左官の可能性も感じさせた。また、今回現場作業を依頼したインドの建築会社より、漆喰塗装作業をインドにて展開したいとの申し出もあった。日本の伝統的な壁材である漆喰が、海外にて新たなマーケットを生む可能性がある。

② 日本の物流事業者の海外進出への足掛かりの提供

今回の実証実験期間に 2 回実施した、当社と同業である日本国内の運輸・倉庫業の代表の方々によるインド農産物物流視察ツアーでは、シングル倉庫、及びインドの倉庫事業者・港湾施設への訪問が大きな反響を呼んだ(2018年11月と2019年2月に開催。表19参照)。

道路などのインフラの状態、各種倉庫の様子などを現地で見学し、当社の取り組みが妥当なものであることをアピールした。同時にインドの野菜について、特に西ベンガル州北部シリグリでの試食などを通じて、日本人が通常持っているイメージと違い、非常に品質の高い野菜が生産されていることも理解していただけた。

当社のような海外事業の実績がない会社でも、さらには日本国内物流専門の会社でも、JICAの中小企業海外展開支援事業 普及・実証事業の機会を利用し、多くの中小企業が成してきたように海外事業への足掛かりが得られたことが、少しでも伝わったと自負している。さらに、この倉庫を利用して食品以外の医薬品などの保管ノウハウ、あるいは流通加工のノウハウを有する日本の物流企業が、今後の事業展開に参加し、一社単独では出来なくとも、各社が協力して様々な物流サービスソリューションを共同提供する機会となればと思っている。今後第二の倉庫建設に目途が立った時点で、具体的に当プロジェクトへの出資を参加各社に働きかけていく予定である。

③ ソリューション提供による地方企業の技術の紹介

地方の企業が持つ技術を、当社のインドでの事業にソリューションとして生かすことでも貢献は可能だと考える。すでにWBHIDCI(西ベンガル州住宅インフラ公社)から、福岡県の企業が持つ強力マグネット式超軽量の太陽光パネル取り付け金具と、コンクリート屋根に固定する接着剤の技術を生かす案件を打診いただいている。

また、流通加工に利用している野菜の選果作業台も、地方の小規模市場で使われているもので、このようなアイデアを持ち込むことで輸出やライセンス提供の機会が出来てくると考えている。

表 23 2019年2月 インド・ブータン物流視察旅程表

川崎陸送株式会社

《 インド共和国 西ベンガル州農産物物流事情視察ツアー 》
旅程表
北部2日間 → コルカタ5日間

日	月日	交通機関	現地時間	概要	食事
1	2月3日(日) 移動	AI307	11:30 成田空港 発 18:00 デリー 着		昼:機内食 夕:ホテル ★Pride Plaza Hotel Delhi デリー泊
2	2月4日(月) バグドグラ ファンシデワ	9W135 専用車	9:10 デリー 発 11:10 バグドグラ(西ベンガル州北部) 着 ファンシデワ市場	当社倉庫建設予定現場	朝:ホテル 昼:外食 夕:ホテル ★Sinclairs Siliguri シリグリ泊
3	2月5日(火) シリグリ デュップグリ	専用車	シリグリ中央市場 ファンシデワ市場		朝:ホテル 昼:外食 夕:ホテル ★Sinclairs Siliguri シリグリ泊
4	2月6日(水) コルカタ	I5 583 専用車	10:45 バグドグラ 発 11:55 コルカタ 着 夜 Bengal Global Business Summit (BGBS)		朝:ホテル 昼:外食 夕:BGBS ★Pride Plaza Hotel Kolkata コルカタ泊
5	2月7日(木) コルカタ	専用車	終日 BGBS		朝:ホテル 昼:外食 夕:ホテル ★Pride Plaza Hotel Kolkata コルカタ泊
6	2月8日(金) コルカタ	専用車	午前 BGBS コルカタ市内視察		朝:ホテル 昼:外食 夕:ホテル ★Pride Plaza Hotel Kolkata コルカタ泊
7	2月9日(土) コルカタ シングル	専用車	KSW事務所 コルカタ CFS見学 New Market視察		朝:ホテル 昼:外食 夕:事務所 ★Pride Plaza Hotel Kolkata コルカタ泊
8	2月10日(日) コルカタ 移動	専用車 AI701 AI306	川崎陸送シングル倉庫 17:00 コルカタ 発 19:50 デリー 着 21:15 デリー 発		朝:ホテル 昼:外食 夕:機内食
9	2月11日(月・祝) 移動		8:00 成田空港 着 解散		

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

① 保守契約を通じての維持管理のノウハウ提供

シングル倉庫については、西ベンガル州政府が維持管理費用を負担することで、本事業終了後、当社が提供する定期保守契約を結ぶ予定である。当該システムは複雑な仕組みを要せず、汎用品を多く使っていることから、定期的にメンテナンスを行うことで維持管理できると認識している。しかしながら、ソーラーパネル、電気配線、パワーコンディショナーやバッテリーなど、ある程度の知識が必要なものもあり、それらに不具合があると発電が止まってしまう。よって当初は保守作業契約を西ベンガル州政府と交わし、現地採用の従業員を使った、当社主導での保守作業を行っていくことが最も好ましい形と考えているが、2年

3年と経過した時点で、C/P側へ完全に移行できるようにしたいと考えている。これにより、当社の社員は他に展開する倉庫の方に異動し、順次同様のノウハウ提供を行っていくことが望ましい。

② 5S の徹底

継続的に維持管理するには、決められたことをきちんと実行することが大切で、5S の徹底や、マテハン機器の取扱い、野菜クレートの清掃などについては市場の職員にも指導を行っている。一朝一夕に浸透するというのはあり得ず、当社が保守契約を締結する期間、我慢強く指導していく方針である。

③ 日本からの遠隔監視

倉庫内および 322 枚のソーラーパネル、PCU、240 台のバッテリーなどは日本からも CCTV カメラを通してモニターが可能である。弊社現地社員が毎日観測している PCU に記録されたデータ（電圧、電流、温度など 200 項目以上の装置内部データ）、倉庫内の温度・湿度、倉庫屋上に配置した日射量計などのデータを共有している。これらのデータにより倉庫の発電設備等に問題があれば直ぐに分かるような体制を構築している。このデータを定期保守契約の条項に盛り込み、モニターを継続していく予定である。何らかの問題が生じた場合は、現地技術社員と連携し、速やかな問題解決を行っていく。C/P 側は倉庫運営に集中でき、結果として、本事業の自立的な活動継続に繋がると確信している。

(6) 今後の課題と対応策

① 政府の仕事を請けるための条件具備

本プロジェクトの倉庫建設の後、さらに州政府が所有するクリシャック・バザール内に倉庫を建てるためには入札のプロセスを経ることが必要で、現地子会社の **Kawasaki Solar Warehousing** (以下、**KSW**) が設立直後で売上げがないことが、応札条件に合致しないので難しくなっている。これをクリアするには現地の会社と提携して、現地の会社を元請けとしていくなどの便法が必要で、実績を積んでいかないとなかなか単独での仕事が出来ない。

② 先方政府との手続きに時間がかかる

西ベンガル州政府からの倉庫建設への同意書（アクセプタンスレター）を得るまでに要した時間が約 8 か月（2016 年 9 月 30 日 - 2017 年 6 月 20 日）、市場内の州政府所有の倉庫屋根へのソーラーパネルの取り付け申請に約 7 か月（2017 年 12 月 27 日 - 2018 年 7 月 26 日）、竣工式の開催が、州政府 VIP の日程調整から倉庫完成から約 4 か月（2018 年 9 月 27 日 - 2019 年 1 月 21 日）もかかり、すべてにかなりの時間を要している。2018 年 10 月提出の進捗報告書でも述べた工事期間の遅れ（約 6 か月）とも合わせて、先方政府関連事業

の推進については対応が非常に難しいと言わざるを得ない。よって、今後の事業展開については以下のような対応を取らざるを得ない状況である。

- 1) 自社または民間企業とのパートナーシップにて定温倉庫建設用地を取得して建設する。
- 2) バナナの葉による野菜包装実験販売で取引先となった **Future Retail** グループのような民間の売り先を探す

一方で、野菜そのものがインドでは市場を通しての流通が主体であるため、民間の土地を利用すると市場から若干遠くなってアクセスが悪くなる心配がある。

③ 海外事業のための人材育成の必要性

上記①、②で言及したことは一般的に言われているインドでのビジネス上の問題であるが、エージェントやコンサルタントを使わず、ほとんどを自社で独自に行ってきた当社にとっては大変なノウハウの蓄積となった。現地法人の設立では、知人の保有する休眠会社を譲り受けて設立に要する期間を短縮し、コストも節約できたが、これらはいろいろな方面を積極的に歩き回って人脈を丁寧に作ってきたからに他ならない。

当社の場合は社長をリーダーとして、当社の **OB** による技術面でのサポートと、中途入社
の海外駐在経験のあるマネジャー、そして自ら参加を希望した社員 1 名の計 4 名ではぼすべてを対応し、流通加工の現地指導については、当社の倉庫で働くフィリピン人の作業員リーダーを調査団に加え、インドに出張してもらい、直接英語で指導を行ってきた。英語を話すことができる人材を中小企業で確保することは大変難しい。また、「海外とのビジネスに関わる」「インドに行く」というだけで腰が引ける人が多いので、今回のノウハウをいかに社内で継続させるかが課題である。

逆にインド側では現地法人のインド人マネジャーがしっかりしていること、新しい仕事、農家に貢献をするビジネスに携わりたいということから、自ら現地子会社にて働きたいとの申し出が多かったことで、当社のビジネスがインドの方々にも認められていることを実感できた。このため、インド人従業員への日本語教育は積極的に行っていて、インド人従業員が日本と直接コミュニケーションを日本語で取ること、そして将来的にはこのプロジェクトをインド人によって行ってもらうことが現実的ではないかと考えている。

そのためにも、現地従業員を日本に呼び寄せて研修を行うことは欠かせず、本プロジェクトの中でも、3名の社員を1ヶ月から3ヶ月の期間、当社の自費で来日させ、倉庫での研修を行った。これらの社員が、さらに他の地区でのソーラー発電・蓄電式定温倉庫による物流ソリューションの提供という当社の海外事業展開に貢献してくれることを期待している。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析

1) 海外在住インド人市場

IMF 統計に基づくインドの 2018 年の名目 GDP（国内総生産）は 2,716,746 百万ドルで世界 193 カ国中 7 位であるが(図 59)、人口 1 人当たり GDP は 2,036 ドルで世界 192 カ国中 147 位となっており、人口規模によって GDP の上位を占めるに至っていることが明白である。西ベンガル州の 1 人当たりの GDP は 1,540 ドルで、デリー準州も入れたインド 30 州の中で 20 番目の水準となっている(表 24)。西ベンガル州農民の世帯あたり所得は、3,980 ルピー（1 ルピー約 1.6 円）となっており、ビハール州の 3,558 ルピーに次いで 2 番目に低い金額となっている。従って、同州内での販売を前提として市場とするのは、大都市であるコルカタ市を除いて厳しい状況である（表 24）。

また、インド国外のインド人の居住状況(非居住者とインド系移民の合計)は 2018 年 12 月時点で 3,100 万人、米国 446 万人、UAE 310 万人、マレーシア 300 万人サウジアラビア 280 万人となっている(表 25)。この内、インド系(印僑)は 1,790 万人(中国は約 5,000 万人)である。印僑が占める割合(% of PIO 図 38)では、米国は 71.3%で 446 万人の内、318 万人が印僑となっている。欧州においても UK の 182 万人のインド人居住者のうち 150 万人が印僑であり、率にすると 82.192%となっており、また、特に中東や米国・欧州にいるインド系住民は IT 系が多く、高所得であるため、高くても生まれ故郷のインド産の野菜を購入する市場として考えられる。

このため、インド野菜の海外への輸出ハブとして、バグドグラ空港隣接の Perishable Cargo Center が 13 年間も使われずに放置されていることから、これを管轄している AAI Cargo Logistics and Allied Services Co. Ltd. に対して、長期貸借の依頼を行い、同センターを中心とした西ベンガル州北部の野菜を海外に輸出するビジネス展開を図りたいと考えている。

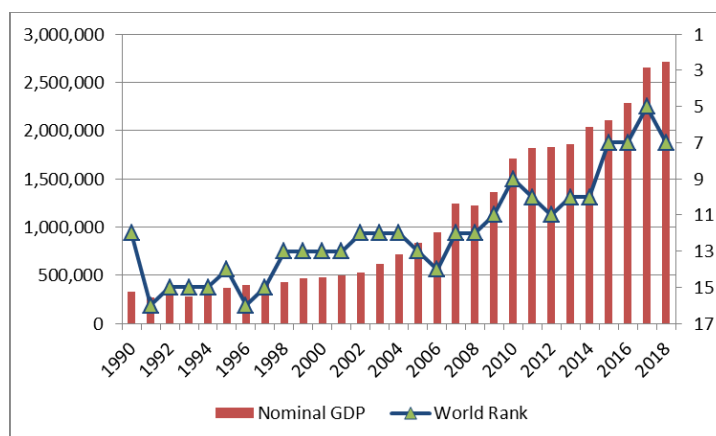


図 59 インドの名目 GDP の額（百万ドル）と順位の推移

(出典：資料：GLOBAL NOTE（出典：IMF）より当社作成)

表 24 インド州別 1人当たりの GDP(ドル)と世帯当たりの月収

州名	人口(万人)	1人当たりのGDP(ドル)	州名	農民世帯当たりの月収(ルピー)
ゴア	146	6,045	バンジャープ	18059
デリー準州	1,675	5,175	ハリヤーナー	14434
シッキム	61	4,513	ジャムムー・カシミール	12683
ハリヤーナー	2,535	3,099	ケーララ	11888
ウッタラーカンド	1,012	2,787	メーガーラヤ	11792
タミル・ナードゥ	7,214	2,736	アルナーチャル・プラデーシュ	10869
テランガーナ	3,529	2,736	ナガランド	10048
カルナータカ	6,113	2,709	ミゾラム	9099
ヒマーチャル・プラデーシュ	686	2,693	マニプル	8842
ケーララ	3,339	2,677	カルナータカ	8832
グジャラート	6,038	2,619	ヒマーチャル・プラデーシュ	8777
マハーラーシュトラ	11,237	2,545	Union Territories	8568
バンジャープ	2,770	2,227	グジャラート	7926
アーンドラ・プラデーシュ	4,938	2,139	マハーラーシュトラ	7386
アルナーチャル・プラデーシュ	138	2,026	ラージャスターン	7350
ジャムムー・カシミール	1,255	1,887	タミル・ナードゥ	6980
ミゾラム	109	1,735	シッキム	6798
チャットティースガル	2,554	1,612	アッサム	6695
ナガランド	198	1,562	テランガーナ	6311
西ベンガル	9,165	1,540	マディヤ・プラデーシュ	6210
トリプーラ	367	1,407	アーンドラ・プラデーシュ	5979
メーガーラヤ	296	1,374	トリプーラ	5429
ラージャスターン	6,862	1,348	チャットティースガル	5177
オリッサ	4,195	1,325	オリッサ	4976
マディヤ・プラデーシュ	7,260	1,262	ウッタール・プラデーシュ	4923
ジャールカンド	3,297	1,090	ジャールカンド	4721
アッサム	3,117	985	ウッタラーカンド	4701
ウッタール・プラデーシュ	19,958	933	西ベンガル	3980
マニプル	272	919	ビハール	3558
ビハール	10,380	598		

(資料：『インドの最新政治経済と日系企業動向』, ジェトロ・ニューデリー事務所, 2019年7月 (出典 インド国勢調査 2011年) 及び "Average monthly income (Rs.) and consumption expenditure (Rs) per agricultural household for the agricultural year July 2012-June 2013 for different States/ Group of UTs", Key Indicators of Situation of Agricultural Households in India, National Sample Survey Office, Ministry of Statistics and Programme Implementation, Government of India, December 2014 より抜粋)

表 25 インド国外のインド人居住状況、上位 20 ヲ国

Population of Overseas Indians (Compiled in December, 2018)					
Sl. No.	Country	Non-Resident Indians (NRIs)	Persons of Indian Origin (PIOs)	Overseas Indians	% of PIO
200	USA	1,280,000	3,180,000	4,460,000	71.300%
198	UAE	3,100,000	4,586	3,104,586	0.148%
116	Malaysia	227,950	2,760,000	2,987,950	92.371%
161	Saudi Arabia (Kingdom of)	2,812,408	2,160	2,814,568	0.077%
132	Myanmar	8,991	2,000,000	2,008,991	99.552%
199	UK	325,000	1,500,000	1,825,000	82.192%
173	Sri Lanka	14,000	1,600,000	1,614,000	99.133%
171	South Africa	60,000	1,500,000	1,560,000	96.154%
35	Canada	184,320	831,865	1,016,185	81.862%
103	Kuwait	928,421	1,482	929,903	0.159%
123	Mauritius	10,500	884,000	894,500	98.826%
154	Qatar	691,539	500	692,039	0.072%
143	Oman	688,226	919	689,145	0.133%
166	Singapore	350,000	300,000	650,000	46.154%
135	Nepal	600,000	0	600,000	0.000%
190	Trinidad & Tobago	1,800	555,000	556,800	99.677%
11	Australia	241,000	255,000	496,000	51.411%
15	Bahrain	312,918	3,257	316,175	1.030%
68	Fiji	1,400	313,798	315,198	99.556%
83	Guyana	300	297,493	297,793	99.899%

(資料: "Population of Overseas Indians", Ministry of External Affairs, Government of India May 2, 2017 より抜粋)

2) ブータンの倉庫事情

隣国でありインドとの交易が多いブータンは、国内に実効性のある定温倉庫は一つもなく、現在ある倉庫は以下のとおりである。

- ア ティンブーからパロに向かって 30Km 行ったところに 150 トン収容冷蔵倉庫 (ポテト・リンゴ、果汁等を保管)
- イ プンツォリン (Phuentsholing) の Food Cooperation Of Bhutan が運営する 150 トン冷蔵倉庫が 1 棟(民間が近々倉庫を作る予定があるとのこと)
- ウ パロの 60 トン収容の冷蔵倉庫(加えて民間の小型倉庫がいくつかある)

ブータンは冬場に農産物が収穫できないため、肉類を含めほとんどの食品が乾燥 (干物) された状態となっている。このため、西ベンガル州北部のダップグリ (Dhupguri) やファラカタ (Farakata) といった市場に、ブータンのトラックが野菜を大量に買い付けに来ている。

上記 1)、2)の状況から判断して、当社としての今後の定温倉庫に保管したものの流通計画としては以下を考えている。

- ア インド大都市圏向け販売 50%
- イ 欧州、中東、アフリカなど印僑居住地域への輸出 20%

ウ ブータン等近隣諸国への輸出 20%

エ 地元市場への販売 10%

3) 大手スーパーマーケットの販路

本実証実験で建設したシングル倉庫に関しては、ハンドオーバー後、西ベンガル州とのメンテナンス契約内での活動を想定しているが、西ベンガル州政府に対しては、流通加工室の借用を依頼し、現在の大手スーパーマーケット、ビッグバザール向けのプレミアム野菜の供給を継続していきたい旨申し入れをしており、先方からは

ア 委託販売ではなく、卸売りで完全買取り制

イ スファール・バングラのブランドを使わせて欲しい

という 2 つの条件を出されていることから、当社が西ベンガル州政府から野菜を買い取り、ビッグバザールで委託販売を行う方向で調整をしている。

2019年7月から8月の販売実験で得た実績とノウハウをベースに、他の小売業者にも同様のビジネスを展開していきたい。その間に同地で民間の土地を賃借するなどし、同規模の定温倉庫を建設し、流通加工の能力を上げていこうと考えている。

② ビジネス展開の仕組み

西ベンガル州(ダージリン、ジャルパイグリ県)、シッキム州、アッサム州などインド北東部州にて生産されている高品質な野菜や花卉類を仕入れ、集約し、施設内で流通加工を施し、また輸出用に検疫処理を行い、バグドグラ空港から海外やインドの大都市に空輸を行う予定である。

この場合、インドの輸出業者、あるいは各国の輸入業者からの委託で流通加工を含め物流部分を請け負うパターンと、当社が野菜を仕入れて販売する卸売りのパターンが考えられる。本来物流事業者である当社としては、請負パターンを基本として行っていくが、インド国内販売では、ビッグバザールに対して当社のインド現地法人である KSW を使って販売していく方針もあり、是々非々で対応したい。

また、インド近隣国のブータンとの交易用に同国国境の地、プンツォリン (Phuentsholing) に冷蔵・冷凍倉庫を建設し、野菜はもとより水産物、食肉、飲料、医薬品など、様々な物資の保管を可能にする貿易拠点倉庫を建設する予定である。ブータンは水力による発電量が豊富で、自国での電力消費はわずか 7%程である。世界で唯一のカーボンネガティブ国であることから、ソーラー発電ではなく、安い電力を利用したグリッド接続の通常の冷蔵・冷凍倉庫を運営することが可能である。これによって、ソーラー部分がなくなるので、建設費用が大幅に低下する。

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

想定されるビジネス展開の計画・スケジュールは下記図 60 の通りであり、三本の柱となる計画についてそれぞれ記載する。

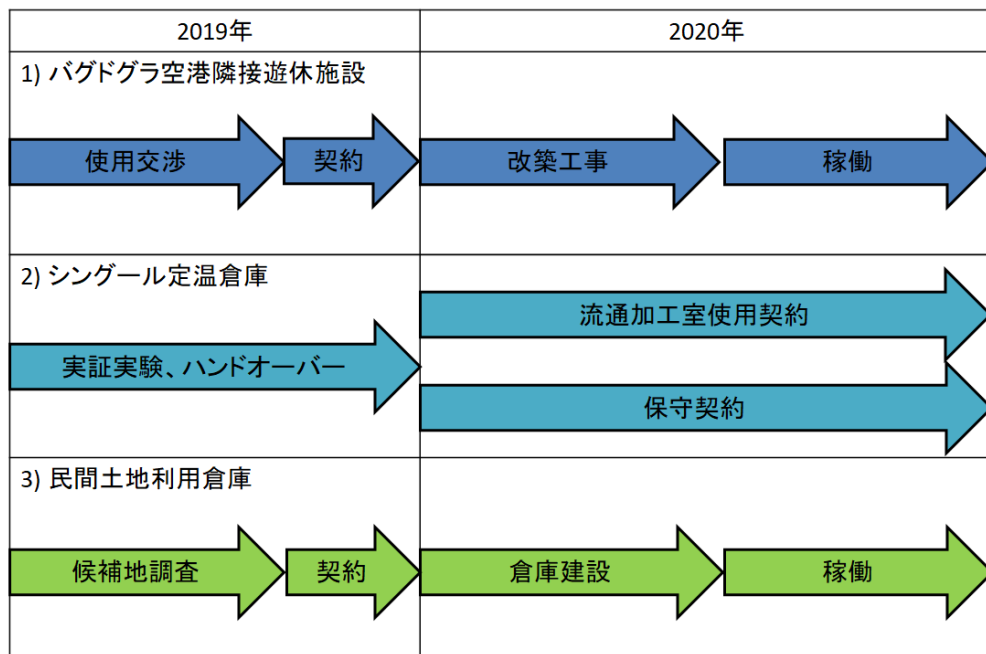


図 60 ビジネス展開の計画・スケジュール

- 1) シリグリ地区のバグドグラ空港に隣接している Perishable Cargo Center を管轄している、AAI Cargo Logistics and Allied Services Co. Ltd. に対して長期賃借の依頼をし、同センターを中心としたビジネス展開を図る

Perishable Cargo Center を長期借り上げた後は、同施設の改築を行う。建物の構造体はそのまま生かした形で、柱、梁、外壁等に必要に応じて補強、補修を行う。必要な許認可を取得の上、新たに燻蒸に必要な蒸熱処理装置等を設置するが、インド政府に対して輸出入の植物検疫官の駐在を依頼するなど、手続きに長期間を要する懸念がある。

西ベンガル州内のダージリン県、ジャルパイグリ県、クーチビハール県、およびシッキム州の農家から野菜や果実、花卉を集約し、同センター内で流通加工を施した上で輸出検疫を行い、内 50%はインド大都市圏へ出荷、20%が欧州、中東、アフリカなど印僑居住地域への輸出、更に 20%をブータン等近隣諸国への輸出、10%を地元市場へ販売したいと考えている。バグドグラ空港はインド空軍との共同空港という問題もあり、施設借用の可否が左右されるが、2020年までには稼働したいと考えている。

なお、本件が決まり次第、当社としては北部シリグリ（Siliguri）市内に現地法人 KSW の支店を設ける予定である。

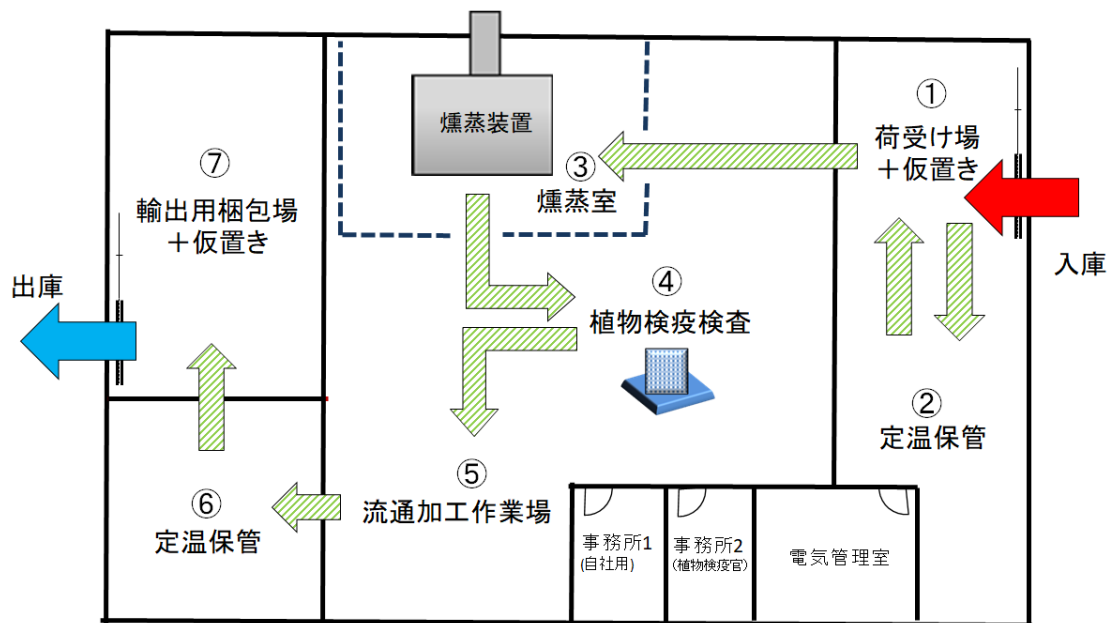


図 61 バグドグラ空港隣接施設の荷役フロー

- ① 荷受け場にて入庫及び仮置き
- ② 定温にて一時保管
- ③ 燻蒸処理
- ④ 植物検疫検査
- ⑤ 流通加工作業
- ⑥ 定温にて一時保管
- ⑦ 仮置き、及び輸出用梱包を施して出庫

【要員計画・人材育成計画】

このカーゴセンターでの雇用人員については、目下のところ以下を予定している。

- ア 受け入れ、保管、出荷作業員： 4 名
 - イ 燻蒸検査作業員： 2 名
 - ウ 流通加工作業員： 8 名
 - エ 施設管理職員(技術)： 1 名
 - オ 管理者： 1 名
- 合計 16 名

施設の処理能力は、当初は 1 日 4t を目標とし、以後 8t に増強する。人材の教育に関しては、シングル作業員に同地に出張して貰い、1～2 ヶ月間のオンサイトトレーニングを実施する予定である。

- 2) シングールの倉庫について前述の流通加工室のスファール・バングラからの借用使用により、ビッグバザール等顧客向けの商品を販売する

【収支分析 / 要員計画・人材育成計画】

本事業の実証実験販売ではコルカタ市内の2店舗で販売したが、本事業で建設したシングールの倉庫で7名の女性作業員がローテーションで1日500パック程度を流通加工した。下記の表26は、当社で流通加工をしているバナナの葉でラッピングをした野菜の、1日当たりの流通加工作業数量別に1パック当たりのコストと粗利を示している。下記費用を含むトータルの原価は1パック当たり18ルピーと、平均販売価格の12ルピーよりはるかに高い。12ルピーは本実証実験販売の平均ネット販売価格で、小売店の手数料を差し引いている。

- ア 野菜の原価
- イ 集荷運賃・配達運賃
- ウ スーパーのマージン
- エ 流通加工人件費
- オ 管理者費用
- カ 資材・消耗品費

表 26 野菜の販売に係る作業数量別コスト

Qty	Cost per Packet	VA Ladies	Sales Rep	Toto to collect	G-Margin
No. of Packets/day	INR	number	number	vegetables	% of Rs 12/packet
500	18.04	7	2	1	-42%
1,000	9.85	7	2	1	26%
2,000	6.68	8	4	2	53%
5,000	5.63	15	5	5	61%
10,000	4.82	25	8	7	68%

シングールの倉庫では流通加工の処理能力にはまだ大きな余裕があり、生産性の向上で5千パックを作る事も可能であり、その場合は15名程度の従業員で対応可能と考えられる(表26参照)。その他店舗毎に販促要員(表26のSales Rep)を置かなくてはならないので、複数店舗を兼務しても現在2名のところ、1日5千パック販売で5名、1万パックで8名を必要とするが、4千パック製造の段階である程度ブレイクイーブンを見込める(売れ残り率を現状並みの30%と想定。ただし、実証実験販売では実施しなかった閉店間際の値下げセールを実施すると、売れ残り率は下回る)。

これに自社で倉庫を建設した場合の減価償却(Depreciation)などを加えると、以下の表28に示すとおり、粗利70%近くを取れる1日1万パック、月間売上げ252万ルピー(Rs 12 x 10,000 ps x 30日 x 70%)になると十分に採算が取れる(表27の倉庫建設費用は量産効果を見込んで、今回の建設コストよりも安く見積もっている)。なお、1万パックの実重量は1日3トン程度であり(1パック平均300g)、小さな倉庫でも十分に処理可能な取扱量であ

る。

表 27 倉庫建築費用見込み

Construction Cost Estimate (build in Krishak Bazaar)				Rs
Construction	12,463,000		13,500,000	225m ² =2,421ft ² x Rs3,000 + Solar Rs 4,000,000 + Shikkui 1,200,000
Solar Panel	8,906,500		6,000,000	9,000,000m ² x 60% =5,400,000m ² 5.813Croreft ² x Rs500/ft ² LG base HW Tata as alternative
Batteries	3,000,000		3,000,000	Rs10,000/ps x 300
Power Conditioner	5,400,000	1 unit	5,400,000	
Air Conditioner	960,000		960,000	Rs240,000/unit x 4
Engineerring	600,000		600,000	Engineering Drawing
Tele communication			200,000	internet monitoring system
Transportation			500,000	
Customs Clearance			300,000	Import materials from Japan
Insurance			400,000	for Construction and Ocean Shipment 1%
Tax GST and Duty		0.18	5,554,800	
	Sub Total		36,414,800	

表 28 倉庫運営利益見込み

Warehouse Profitability for Sales of 10,000 Packets/day		
Avg. Unit Price(Rs)	12	
Vol. shipped/day	10,000	Packets
Net Vol sold/day	7,000	70%
Sales/day(Rs)	84,000	
days	30	
Sales/Month	2,520,000	
Sales/Year	30,240,000	
Variable Cost	17,352,000	4.82/packet
Gross Margin	12,888,000	
Depreciation	3,641,480	10 years
Maintenance	1,820,740	5% of Construction Cost
OH cost	5,000,000	
Net Profit	2,425,780	8.0%

多数カ所での建設を見込んでいるが、1棟当たりの建設費用が概ね日本円で6千万円程度を見込んでいることから、当面は自己資金での建設を行い、さらに前述した日本の物流事業者からの資金提供・出資を募り、様々なノウハウを活用した倉庫建設展開をする予定である。

3) 民間土地利用倉庫など

上記事業 2)が軌道に乗った際は、その間に、周辺に民間の土地、遊休施設等があれば、

貸借により新たに取得し、シングルに定温倉庫を建設、周辺農家より野菜を買付け、流通加工を施し、コルカタの大手スーパーやホテルチェーンに高品質野菜の提供を行う。また現在、日系自動車部品メーカーと小型冷蔵車の導入に向けて話をすすめている。これが実現できれば、2~3時間の範囲であれば、これら高品質の野菜を収穫から劣化させることなく配送可能となる。

同時に電動 TOTO(正式には乗客用を E-rickshaw、荷物用は E-cart と規定されている)によるミルクラン(巡回集荷)を展開していく。これにより農家は納品に使う時間が節約でき、作物の品質をより向上する為、耕作へ費やす時間の増加と、ポストハーベストロス低減に大きく貢献できると考える。

倉庫で発電した電気を電動 TOTO の充電に使う倉庫の「チャージステーション」化も検討しており、2025年までのインドの二輪車電動化政策にも貢献し得る。



(写真 152: ミルクランで使用した電動 TOTO の様子)

④ ビジネス展開可能性の評価

施設を利用して西ベンガル州北部、シッキム州の高品質な野菜類を調達し、空港隣接施設で加工、インドの大都市、および近隣諸国に輸出するという当社の考え方は、多くの関係者から好意的に受け止められている。

ブータンでは政府関係者、中央議会の議員、また同国から海外への輸出を希望している新興企業からも期待されている。道路事情の悪いインドでは、生産者農家から同施設までは地元の農家以外は 100-150km の距離にも及ぶ為、高品質の野菜を如何に持ってくるかがカギとなる。

なお、デリーやムンバイの野菜の価格は西ベンガル州北部の 5 倍近くにも達していることから、運賃面を考慮しても、採算性は高い。反対に、州外に販売していかないと大きく展開できない。

⑤ インド現地法人、Kawasaki Solar Warehousing Pvt Ltd.(KSW)の設立

2017年3月3日、当社の最初の海外現地法人である KSW を設立した。1982年創立の Oriental Trucking Company Pvt. Ltd.(休眠会社)を株式譲渡により買収。日本からの機材を輸入するライセンス IEC (IMPORTER-EXPORTER CODE)も2018年1月17日に取得し、今回の日本からの機材輸出に対して荷受人となることができた。本店はコルカタで、社長は当社社長の樋口恵一が兼務している。この現地法人が今後インドでの事業展開を担っていくことになる。

(2) 想定されるリスクと対応

① 土地取得

シングル近隣の土地取得がネックになってくると認識している。現在(2019年8月時点)候補地を探しているところである。シングルの定温倉庫の設備を借り上げ、流通加工事業を継続させ、その間に新倉庫を建設し、事業を移管することが最良だと考える。また、遊休となっている倉庫が州内にあることから、これらをリノベーションして倉庫として活用する提案を積極的に行っていないと、土地が手当てできないためにビジネスが進まないという問題に直面してしまうことになる。

② 許認可および手続き

政府の土地を賃借して建設する場合、倉庫建設の意向表明をした後に、入札のプロセスを経る必要がある。問題はその公告をするまでかなりの時間がかかることである(現地の地区行政の長に対しての提案の他に、農業部門を管轄する州政府次官にも提案・根回しが必要)。

漆喰などの技術を持った他の入札者がいるわけもないが、当社のような倉庫について、当社を含め3社以上が入札しなくては流札になってしまうため、入札を経ない特命随意契約などの方法を探る必要がある。また入札期間に関しては、第1回目が21日間、2回目が14日間、3回目が14日間と長期に渡り、これだけでも3ヶ月以上かかってしまうことになる。

③ 競合分析

当社のコンセプトのコピーについては、ソーラー発電や蓄電池、PCUなどは誰でも使える技術である。しかしながら、湿度管理、防カビ対策などの倉庫建築ノウハウについては、漆喰塗装や荷ずり、超軽量ソーラーパネル取り付け金具など固有の技術を持っているので真似ができないのではないかと考える。

当社独自の断熱方法によって冷房効率が格段に良いため、消費電力=発電能力やバッテリーへの蓄電容量を低く抑えることができている。この1年間、故障がまったく起きなかった点も自信を持っている部分であり、他社がやみくもにそれらの機器を接続しただけでは、より大きな発電能力(電力消費量大きい)が必要となり、コスト・品質面でも難しいものとなる。

またバッテリー室の自然換気式ベンチレーターも、当社独自の技術で断熱ノウハウと共に

競争優位性となって、リスク軽減につながると考える。

(3) 普及・実証事業において検討した事業化による開発効果

① 電気代のかからない定温倉庫の建設

小型でありながら、電力会社からの電気の供給を受けずに定温管理を可能とする保管設備の建設と、その保管能力を実証することが出来た。当社の事業が普及・拡大することにより、インドで喫緊の課題である省電力に関して今後も貢献し得るものと考えられる。

② 農家近隣のアクセスの良い小型倉庫の提供

一例として、ある農家は市場から 9km 離れたところに畑を持っており、普段バイクにて野菜を市場に持ち込んでいる。未舗装の道路が多く輸送中の揺れが激しい為、野菜同士がぶつかり損傷しやすい。野菜を持ち込むための時間も往復で負担となっていて、耕作に使うべき時間を無駄にしてしまう結果となる。さらに、トラックを保有する事が出来ないため、オートバイ、自転車での持ち込みとなるため、一度に市場に持ち込める野菜の重量は 10kg から 60kg 程度と非常に少なく、輸送面で見ても非効率である。

このようなことから、農家の近場に倉庫を建設するというアイデアは、インドでのワールドチェーン整備の一つの手段として十分有効であり、同国のポストハーベストロスの低減に大きく貢献するものと確信する。

③ 日本の伝統的な倉庫の保管技術の導入による衛生管理向上

日本の伝統的な倉庫の保管技術（漆喰、荷ずり）に対しても、現地の見学者から関心が寄せられるとともに、食品を扱う倉庫として、カビの無い清潔さを保っている点で衛生管理の実績を示すことができた。最大の成果は、結露をまったく出さずに定温を保つ事ができたことである。同国内の冷蔵倉庫で見てきたような、定温ではあるが倉庫の中がカビだらけというのは、近い将来インドにも浸透するであろう「食の安心・安全」において好ましくなく、当社の事業の普及・拡大に伴い、インドの「食」における衛生管理の向上にも貢献し得ると考えられる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

1) 手続きにかかる問題

本事業の倉庫建設にあたり、提案から許認可等の手続きを済ませてきたが、カウンターパート内でいくつもの部署・役員を挟む為、返答に至るまで時間がかかると共に、トップの決裁待ちが非常に多く、本事業遂行にあたっては最終的な建築許可がでるまでに申請から半年ほどかかり、大幅な時間ロスとなった。一般に言われる通り、相当の時間を要することを覚悟しなくてはならない。

2) 現地業者の経営難と優良な協力先の開発

本事業の性質上、指揮を執るのは日本企業ではあるが、実際の活動・調達にあたっては現地企業の協力が必要不可欠となる。倉庫建築とひとことに言っても、建設候補地の土地測量、土地の登記簿入手、電気配線関係、現地一般電気配線との接続及び接続許可、土木関係工事、必要器具や材料の手配、購入及び搬入と、多くの派生した作業が必要であり、自社だけで実施するのは不可能である。このため依頼可能な現地業者探しが必要であった。

本事業に関わったインドの事業者の一つは政府関係の売掛金が多く、支払条件が長期の為資金繰り難に陥り、従業員への賃金の支払いが滞る事態となった。当該社から人材が離散する結果となり、当社が依頼した作業案件が再三に渡り延期された。現地にて信頼できる業者を探すことは安易ではないが、今後多地点で倉庫建築を行っていく上では、当社の倉庫建設の考え方を理解してくれる地元業者を地道に探して、一緒に成長していくという姿勢が必要である。常に新規の業者を使っていると、当社のノウハウを伝えるだけでも時間を要し、さらにそれを具体的に工事に反映してその通りに出来るまでには時間がかかる。このためキーとなる元請業者を持つことが必要であり、そのためには労を惜しまないことが大切である。

3) 現地の慣習(現地企業)

納期を守るという意識が低い現地企業を多く見てきた。催促しなければ作業計画表が送られてくることもなく、自社都合で作業を進める業者が多い。また、プジャ(祭事)の期間には依頼者への断りもなく作業を中断し長期休みに入ってしまう為、建築作業が大幅に遅れた。祭事による祝日はインド国民の休日だけでなく、宗教や州、地区、町さらに村単位で独自に存在しており、倉庫建築場所が特に保守的な田舎であった為か、これらの理由による従業員の欠勤は容認されていた。この為、事前打合せの際に計画の細部まで確認する必要があることを痛感した。

また、事前に確認したにも関わらず、自社都合や勝手な解釈により依頼内容とまったく異なる結果や施工となることがある。不可抗力による理由ではなく、どちらかという、手間であったからやりたくなかったという自社都合の場合もある。この場合、依頼内容と異なっているものに対しては断固として料金を払わない姿勢を貫き、修正を聞き入れるまで交渉を繰り返す為、時間がかかることもあった。

4) 現地の慣習(スタッフ教育)

作業を指示した際、実際は理解していないにも関わらず問題ないと返答し、独断的な作業をする為に指示内容と異なる結果になることが多々あった。口頭での確認は意味をなさない判断し、作業の序盤だけでも必ず当人に付き添い、慣れるまでは常時マンツーマンで指導することが必要である。インドではジュガードという概念があり、いわゆるその場にあるもので工夫をして応急処置をする、といった慣習がある。事前に確認してミスを防ぐよりも、

ミスが起きてしまったから都度対応する傾向が強い。このような価値観を理解し、かつ確認不足によるミスを防ぎ時間の無駄を省くということも説明しながら、価値観のすり合わせが重要である。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

1) 優良事業者の紹介

上述のように、プロジェクトにはカウンターパートだけでなく多くの現地業者の協力が必要になる。都会では優良な現地業者を探すことが容易かもしれないが、現場によっては多くの地元零細業者に作業を依頼することになる。信用に値する企業より紹介を受けた業者であっても、依頼した作業を下請け業者に回している事も多々ある為、実務レベルでの作業進捗管理は困難を伴った。トライアンドエラーを繰り返しながら信頼できる優良企業を探すよりほかないが、もし現地の優良企業を事前に把握しておくことができれば、より実作業に集中して臨める。

2) メンテナンスが容易な仕組みの提供

インドでは「日本からのハイテク」を導入することや、マスコミに取り上げられやすい投資を呼び込みたいとの意識があるように思われる。実際にはメンテナンスが考慮されておらず使用開始後数年で故障し、そのまま補修もされず、利用もされない施設などを多くみてきた。

我々はインドに対して IT のイメージが強く、さらに数学が強いとのイメージもある。それは飽くまで「企画をするエリート」の部分であり、現場作業を行うローカル現場では、5S の徹底からして大変な労力を要する。また、メンテナンスをきちんとしないことから、できるだけローカルで調達できて、簡単に補修・交換ができるような仕組みを作ることで、設備が長持ちし、使いやすいものとなっていく。

このことから、当社の倉庫はレンガ造り（ブリック&モルタル）であり、ウレタン製の断熱材の入った「サンドイッチパネル」といったものを使用しておらず、フォークリフトを使わないことを想定した倉庫設計となっている（倉庫内で貨物がぶつかり損傷する可能性を避ける）。サンドイッチパネルは穴が空いたときに補修されないと、中に水が入ってカビの原因になり、田舎で電動フォークリフトを修理できる業者はいない（野菜を扱う倉庫内でエンジンフォークリフトは使用できない）。

このように、「修理を前提とした設計」が必要であり、ハイテクで効率化されたとしても、故障した際にすぐに修理が出来ない、やらないでは、結果として継続性がないプロジェクトになってしまう。メンテナンスが苦手な国民性に対し、「ハイテク」ではなく、ソリューションとしての「中テク」の提供が、途上国支援に必要な視点の一つと考える。

別添資料 1

実証実験 流通加工野菜販売のフィードバック

消費者からの声

- 1) **Nice concept please continue, freshly harvested concept excellent!**
すばらしいコンセプトです。是非続けていただきたい。取れたての野菜のコンセプトも大変すばらしい。
(2019年9月1日、56歳、PSアビエーター店)
- 2) **Satisfied with the product, price hike disappointing**
品物には満足しています。但し値上げにはがっかりです。
(2019年9月1日、夫妻、PSアビエーター店)
- 3) **Inspirational initiative!** 心に響く取り組みだと思います。
(2019年9月3日、32歳、PSアビエーター店)
- 4) **Time saving no need to sort grade individually pack and weight**
ひとつひとつ選ばなくて良いし、重量も決めて包装してあるので買い物の時間短縮になります。(2019年9月5日、PSアビエーター店)
- 5) **Freshness and the taste!** 新鮮でとても美味しいです。
(2019年9月6日、PSアビエーター店)
- 6) **Quality is good but did not expect the price rise** 品質が大変いいです。でも値上げされるとは思っていなかったです。
(2019年9月8日、PSアビエーター店)
- 7) **Good for us as we don't know how to grade and sort...if product is good, easy pickings for us if taste is good.** 独身の我々にとっては野菜をどうやって選んで良いのか分かりません。品質がよく、味も良いなら選ぶのがとても楽ですね。
(2019年9月8日、PSアビエーター店)
- 8) **Please introduce leafy vegetables more** もっと葉物野菜があるといいです。
(2019年9月8日、PSアビエーター店)
- 9) **Plastic free is refreshing along with the Freshness!** プラスチックを無くすということは野菜の新鮮さと共に元気にしてくれます。
(2019年9月10日、PSアビエーター店)
- 10) **Salute for the no plastic concept!** プラスチックを無くすというコンセプトは称賛いたします。(2019年9月11日、夫妻、PSアビエーター店)
- 11) **Looks good and fresh will try out the taste...** 見栄えが良く、新鮮なので試してみたいくなります。(2019年9月11日、PSアビエーター店)
- 12) **Support to your plastic free initiative, packing is superb!** プラスチックの無いこのアイデアを支持いたします。この包装はとてもよいと思います。

(2019年9月12日、PSアビエーター店)

13) Fond of your papaya! ここの青パパイヤが好きです。

(2019年9月14日、ソルトレークセクターIII店)

14) Feel energetic after eating your lady finger's! Prices should be lowered a bit!

このオクラを食べると元気がでます。価格はもう少し安いとよいのですが。

(2019年9月15日、ソルトレークセクターIII店)

15) Sorting made easy! 選ぶのがとても楽です。

(2019年9月15日、PSアビエーター店)

16) Beautiful in one word! 一言で綺麗だと思います。

(2019年9月17日、PSアビエーター店)

17) No plastic world! プラスチックの無い世界を。

(2019年9月17日、PSアビエーター店)

18) Waiting for more Products! もっと他の野菜があるといいです。

(2019年9月19日、夫妻、PSアビエーター店)

19) Beautiful とても綺麗だと思います。

(2019年9月21日、PSアビエーター店)

20) Bright initiative! すばらしいアイデアだと思います。

(2019年9月25日、PSアビエーター店)

21) Everything is good, please consider the prices! いつも来ています。全てがとてもよいです。価格をもうちょっと下げてくれたらよいのですが。

(2019年9月25日、PSアビエーター店)

22) Easy pickings for me, cauliflower? 品物が取りやすいです。カリフラワーもあればいいのですが。(2019年9月28日、PSアビエーター店)



(写真 153 : 店舗写真 1 写真 154 : 店舗写真 2)



(写真 155 : 店舗写真 3 写真 156 : 店舗写真 4)



(写真 157 : 店舗写真 5 写真 158 : 店舗写真 6)

別添資料 2

実証実験 流通加工野菜販売のフィードバック

ビッグバザールフロアマネジャーおよび販促員からの聴取り

- 1) 品質について大変評価している。
とくにオクラは「かわいい」ということもあって評判。いつも売り切れる。
- 2) 少人数家族や独身の方々に好評。数量も使い切りで残らないし、品質も良いと評判。これらの方々はあまり値段を気にしない。
- 3) カリフラワーがあれば入れて貰いたい（人気がある）→今の時期はシングル産のモノがないのと、近郊モノは殺虫剤を使っていることが多いので奨められないとのこと。
- 4) POP に「シングル産」を入れたことについて、近隣から来ているというのがわかるので、新鮮なイメージ。シングルで野菜を作っているのかという声もあるが、全般的に産地表示は好評。
- 5) ステッカーの印字は野菜からの水分でにじむモノもあるが、大きな問題にはなっていない。→ 要耐水性インクの購入が必要。
- 6) バナナの花（モチャ）はベンガルの人には食べるが、それ以外の人には食べない。来店客の半分近くがベンガルの人ではないので、モチャをアピールしたい。
→ 料理法は長い説明になるので、取りあえず、モチャは栄養価が高いという点をアピールすることとした。
- 7) このラッピングを見て「オーガニックなのか？」と聞く客が多い。ただ、オーガニックではないと答えると、大抵の場合はスルーしてしまう。オーガニックに対する需要が非常に強いことが分かる。→オーガニックは認証機関に認証されて初めて「オーガニック」と名乗れるので、費用の掛かるオーガニック認証は難しい。
- 8) 大抵の場合混雑をするのは夕方 5 時から 9 時くらいまでの時間帯。
- 9) リピーターは少しずつ増えている。

Republic of India

State of West Bengal Government Agriculture Marketing,

Sufal Bangla Project

Summary Report

Republic of India

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for Making the Distribution System of
Agricultural Products efficient with Small
Solar-powered & Self-charging
Temperature-Controlled Warehouses

November, 2019

Japan International Cooperation Agency

Kawasaki Rikuso Transportation Co., Ltd.

1. BACKGROUND

Since farmers occupying more than 50 percent of India's population, the agriculture sector still has been very significant in the Indian economy.

In the State of West Bengal, most of its farmers are small, with an average farmland of fewer than 0.9 acres. WB Government has been implementing the "Sufal Bangla Project," aiming direct purchase of crops from farmers, direct wholesaling, and educating farmers to increase their income.

The "Krishak Bazaar," started in September 2015, is the core activity of this project, and a total of 300 Bazaars are planned to be constructed all over the State of West Bengal.



Unfortunately, none of the Bazaar has a temperature-controlled warehousing facility to keep vegetables and fruits fresh. Vegetable wastage due to the lack of temperature-controlled warehouses results in lower price recovery of crops (in both government procurement and retail prices), and the income of farmers remain stagnant.

Because of the above, Kawasaki Rikuso Transportation Co., Ltd (KRT) has proposed to disseminate temperature-controlled warehouses in India by building a showcase warehouse powered by electricity generated by Solar PV Panels at Krishak Bazaar in Singur, West Bengal. This unique concept of a warehouse derives from a warehouse in Japan started by KRT in 2014 with its knowhow of decreasing due condensation and resulting growth of molds in the warehouse. Since India has more solar radiation than Japan, this system was considered fitting well to rural agricultural areas.

KRT will provide instructions on the daily maintenance of warehouse equipment (such as A/C and solar panels) and practical value add activities in addition to the verification of the local field applicability of this warehouse.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

Verify utility and superiority of small-sized, solar-powered & self-charging temperature-controlled warehouses to increase the income level of farmers by distributing high-quality agriculture crops.

Then, investigate the way of disseminating the warehouses in West Bengal and its related issues to be solved.

(2) Activities

1) Confirm utility and superiority

i) Built a showcase warehouse in Singur, and confirmed serviceability and advantages of a solar-powered, self-generating, small-sized temperature-controlled warehouse in Indian rural area.

ii) Collect Data and Opinion

Collected information about the prospective usage of the showcase warehouse by hearing from farmers and distribution-related personnel to analyze and improve the usage of the warehouse.

iii) Monitor the change of price and volume, before and after.

Volumes and price changes of agriculture crops in the past two years going through the Krishak Bazaar were monitored and analyzed. The data was acquired with the cooperation of the Krishak Bazaar office.

iv) Viability and feasibility study

Analyzed the cost of constructing and operating the warehouse, then conducted a feasibility study of the warehouse.

v) Monitor the change of farmers' income, before and after.

Conducted research and analyzed the income levels of farmers before and after the installation of the warehouse by selling value-added vegetables.

vi) Create prototype design modules.

Investigated patterns of warehouse suitable to Indian requirements of usage, then created three varieties of warehouse design modules.

2) Establish a management structure (Education and Training)

i) Provided training of daily warehouse maintenance (maintenance and 5S) to C/P and farmers in the local language.

ii) Provided seminars and training of practical value add activities (layout of activity lines or sorting/selection works of produce) to C/P, employees, and farmers. Farmers were also instructed to efficient methods of harvesting to standardize size and weight.

iii) Keep advising efficient utilization of the warehouse by monitoring the conditions and usage of the warehouse.

3) Establish a plan of dissemination and deploy this warehouse project.

i) Shared results of this Survey to stakeholders through seminars and workshops, then build a better relationship with them.

The inauguration ceremony of the warehouse was held on January 21, 2019. Dr. Amit Mitra, Hon'ble Minister of Finance, Commerce & Industries, Government of West Bengal, inaugurated the warehouse with an endorsement to launch its operation. Mr. Tapan Dasgupta, Minister-in-Charge, Department of Agriculture Marketing, Mr. Katsuo Matsumoto, Chief Representative, JICA India Office, Mr. Takayuki Taga, Hon'ble Consul General of Japan in Kolkata, and many other dignitaries and VIP's joined the inauguration with 800 attendees including 300 local farmers.

ii) Collected information about candidate Krishak Bazars to build warehouses with the consideration of stakeholders' needs by setting a priority of the locations.

iii) In addition to building a warehouse in the Krishak Bazars operated by the government, KRT conducted market analysis to build warehouses in the properties owned by private sectors.

iv) Formulate dissemination and development plan.

Capitals required to build additional warehouses in West Bengal were calculated, and prospective locations were identified.

(3) Product/Technology provided

Products and Technologies Used for the Dissemination and Verification Survey

Name	Small Solar-powered & Self-charging Temperature-Controlled Warehouses
Specs.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Building: Double layered outer wall with a refrigerated room of 71.1m² (765.3ft² 18C to 22C) plus Value Add Activity Room of 47.37m² (509.9ft²) 2. External walls and roof: heat resisting paints applied 3. Inner walls: “Shikkui” plaster painted for anti-mold and anti-humid 4. Ceiling: Gypsum boards are used for heat-resisting 5. Floor: Epoxy resin coatings will be applied for easier cleanup activities and its resulting cleanliness 6. Battery storage room: Natural ventilation (6 to 8 times of circulation each hour) 7. The floor of battery storage room: Acid-resistant coating will be applied by assuming possible leakage of batteries 8. Power Conditioner: Raise and sit Power Conditioner 50 cm above ground level anticipating probable flood 9. A/C: Three 4.1Kw institutional use A/C units by Mitsubishi Electric Model Name: PCY-P48KA Two units for storage room (16C to 22C) One unit for value add activity room (24C) 10. Electricity: From PV Module: TATA 255W x 280 modules =71.4 kw From Lead Batteries (Charged during daytime): TAB 2V x 420Ah x 240 pcs = 201.6 kwh Two electric systems of AC and DC power supplies are used. Grid connection is prepared to support electricity requirements during the monsoon season. 11. Power Conditioner: Made by Optimal (Australian maker, assembled in India) Output: 80kw (40kw for A/C operation and 40kw to charge batteries) 12. Lead batteries: TAB made 6OPzS420 (2V-420Ah) x 240 pcs. Supply electricity in the evening and under the unfavorable weather condition

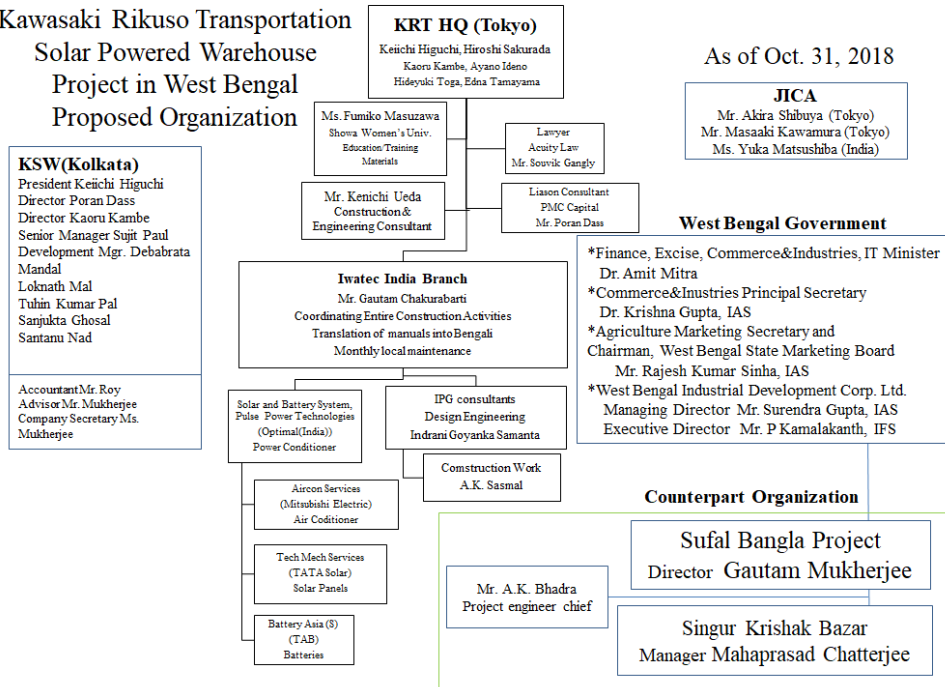
Unique features	<p>A combination of A/C, PV modules, Power Conditioner, Batteries, and Grid Connection makes this prototype warehouse unique with following features:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Supplying electricity to be used in the warehouse by the combination of PV modules and batteries. 2. Use the least amount of high-tech machines/systems to allow daily easy local maintenance possible. Electricity generated by PV modules is supplied to the warehouse during the daytime, and the remaining power is used to charge batteries. In the evening, the reverse flow of electricity will occur automatically, i.e., batteries supply its charged electricity to the warehouse. 3. Since this system generates surplus electricity, it will be provided to operate the office of Sufal Bangla in the Bazaar.
Location	At Krishak Bazaar in Singur, Hooghly, West Bengal, Republic of India
Equipment used in the survey	<ol style="list-style-type: none"> 1. PV modules 250 W x 280 pcs. 2. Power Conditioner x 1 3. Lead Batteries 2V x 420Ah 240 pcs. 4. A/C 3 units 5. Others construction materials
Total Price	Appx. JPY 4.2 crore

(4) Implementing Organizations

Japan: Kawasaki Rikuso Transportation Co., Ltd.

India : Sufal Bangla Project, Department of Agriculture Marketing, Government of West Bengal

Kawasaki Rikuso Transportation
Solar Powered Warehouse
Project in West Bengal
Proposed Organization



(5) Area and Beneficiaries

Area: Singur, West Bengal, India

The warehouse was built on the premise of Krishak Bazar, Singur, Hooghly were about 30 km away from Kolkata.

Beneficiaries:

- 1) Sufal Bangla Project of West Bengal Government
- 2) Farmers bringing in their crops and use the Krishak Bazars
- 3) Consumers in West Bengal (Fresher Vegetables/Fruits with reasonable price)

(6) Duration

From Oct. 2017 to Sep. 2019

(7) Progress Schedule

See Appendix 1

(8) Manning

See Appendix 2

(9) Implementation System

See Appendix 3

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

A) Performance of temperature-controlled warehouse was more than initially expected, and proved knowhow of KRT fit to the Indian climate.

Specially designed brick walls for insulation purposes, natural ventilation systems, locations of A/C, and Japanese old warehouse construction technologies, i.e., “Shikkui” and “Nizuri,” proved working well even under the hot and humid Indian weather conditions. As a result, the energy consumption of the only 5kW to keep 18C to 22C and performing non-stop operation since Sept. 27, 2018. Also, no dew condensation appeared in the warehouse, even with high humidity outside.

This lower than expected consumption of energy will be able to extend the life of A/C and batteries.

B) Quality and freshness of vegetables were extended for an additional 2 to 3 days

The 1st Storage Test was conducted for Cauliflower, Brinjal, Colored-Capsicum from Nov. 22, 2018, to Nov. 25, 2018 (4Days) proved the effectiveness of temperature-controlled warehouse with following yield rates measured after three days of storage:

Cauliflower 80% Brinjal 92.5% Colored-Capsicum 94%

The 2nd Storage Test was conducted for the following vegetables from May 30, 2019, to Jun. 1, 2019 (3 days) to evaluate weight-loss rates after 3.5 days of storage in the warehouse.

Tomato 1.25% Pointed Gourd 9.76% Red Spinach 14.38% Carrot 10.07%
Colored-Capsicum 4.91% Spinach 29.49% Bitter Gourd 11.73%

Even though 18C storage is not ideal for storing vegetables, the above results proved the warehouse worked energetically to increase yield rates or reduce spoilage rates of vegetables compared with mbient storage.

C) Introduced proper maintenance practice and 5S

“Medium Technologies” rather than “High Technologies” were intentionally introduced to this project to make maintenance works easier. However, proper execution of maintenance works and conforming 5S practices (Sorting, Setting-in-Order, Shining, Standardizing, Sustaining the

Discipline) was essential to making this project sustainable for the future.

KRT introduced and trained following maintenance and 5S activities to Singur Bazaar personnel.

- i) Monthly maintenance checking lists for A/C, Batteries, and PV Panels
- ii) Cleaning both inside and outside of the warehouse, and Plastic Crates

Periodical cleanups of the inside of Bazaar led by Japanese staff were repeated to persuade and recognize the importance of 5S to perform any jobs properly.

Plastic crates used to store and transport vegetables are now cleaned periodically by setting up a cleaning line by using roller conveyors and high-pressure water guns.

- iii) Cleaning PV Panels

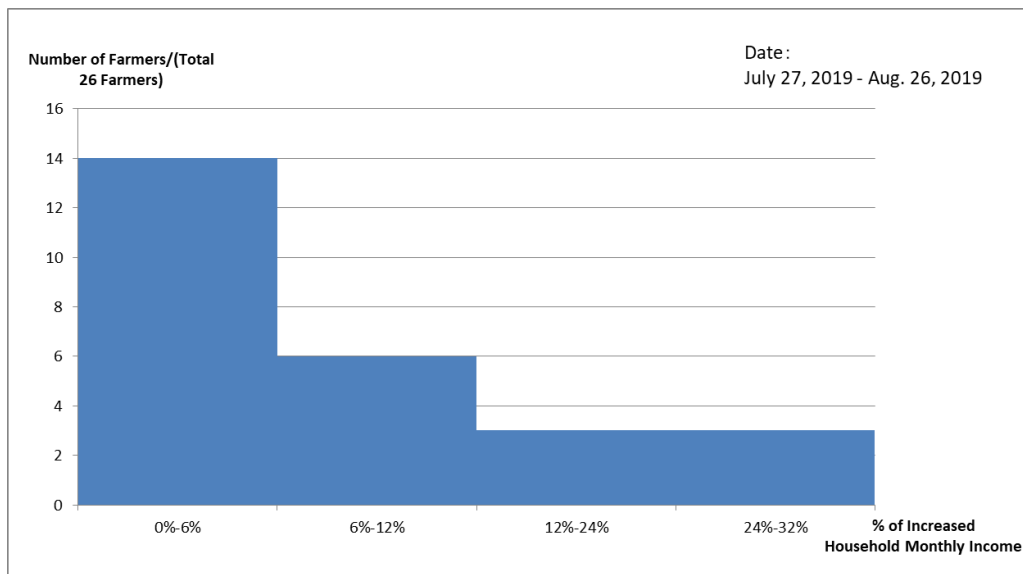
iv) Checking and analyzing temperature, humidity, solar radiation, Power Conditioner Unit (PCU) data

PCU data gathered by local Kawasaki Solar Warehousing (KSW) employee is periodically sent to Japan to be monitored and checked by KRT engineers.

Manual checking was introduced to make local personnel surely perform the necessary checking process without any excuse.

Many of the above have an objective to make that personnel eventually become trainers/instructors when KRT/KSW deploys many warehouses in West Bengal.

D) Could procure vegetables from farmers with 20% premium by selling value add vegetables in retail stores in Kolkata -> Increased income of farmers

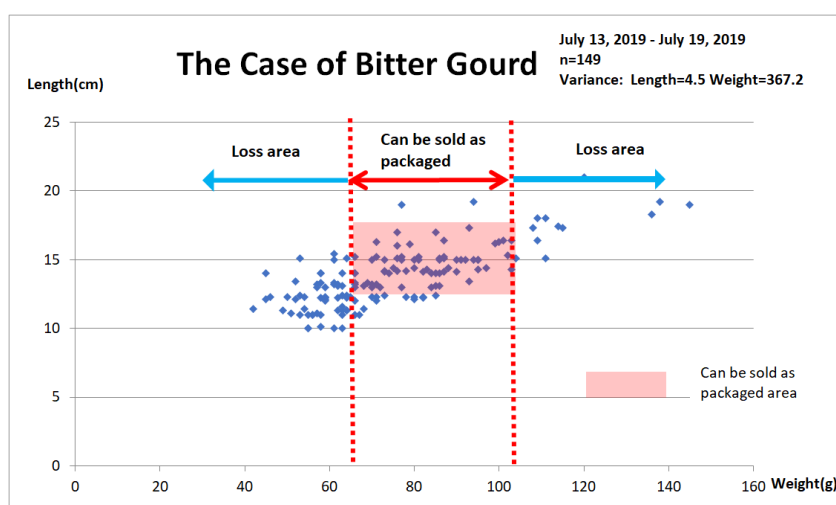


KRT/KSW negotiated with Future Group that operates “Big Bazaar” supermarkets in all over

India to sell “Banana Leaf Wrapped Vegetables” at two of their stores in Kolkata, i.e., “Salt Lake 3” and “Aviator.”

i) 26 farmers in Singur were selected to participate in this project. All males with averages of age 40, annual income Rs 141,268 with 0.34 acre of farmlands.

ii) Started “Standardization in terms of size and weight to sell vegetables in “Packets,” not in “Kg.” To make our standards, six newly recruited ladies from nearby farms began to measure the size and weight of 12 varieties of vegetables.



Sl. No.	Name of Vegetables	Date	# of Sample	Var.(Length)	Var.(Weight)
1	Lady's Finger	July 12th	190	0.7	3.2
2	Brinjal	July 2nd-22th	102	1.8	311.5
3	Pointed Gourd	July 20th	128	0.7	41.4
4	Bottle Gourd	August 7th-16th	112	5	10,197
5	Snake Gourd	July 13th-August 8th	141	30.8	1,423
6	Ridge Gourd	July 22th-August 8th	115	12	1,574
7	Sponge Gourd	July 19th-August 8th	101	9.8	1,030
8	String Beans	July 22nd	114	17.9	4.5
9	Bitter Gourd	July 13th-19th	149	4.5	367.2
10	Mocha (Banana Flower)	August 7th-12th	103	7	11,485
11	Green Papaya	July 22nd-August 9th	125	1.4	4,277
12	Spinach	July 23rd	114	6.3	31

iii) A supervisor dispatched from one of KRT's warehouses in Japan trained local female farmers to conduct “Value Add Activities” such as selecting/checking, sorting, polishing, wrapping, cutting banana leaves, and other necessary processes to make “packets of vegetables.”

iv) A so-called “Milk Run” collection/pick up service was provided by KRT/KSW for those farmers who had difficulties in meeting KRT/KSW designated time to deliver to the warehouse due to the distance from the warehouse. Electric TOTO was used to collect vegetables from three collection points in villages.

As a result, the productivity of value-add activities to prepare vegetables for sales increased, as shown below. They can be improved more by continuing the Kaizen practice.

Productivity of Value Add Activities in Singur Warehouse

Date: July 26th, 2019-August 8th

Total 12 days

Sl. No	Name of Vegetables	Total # of Count the Time	Total # of Packs	Total Hours	# of Workers	Productivity # of Packes 1 person can produce per 1 hour(Total Packs/Total Hours/Workers)
1	Lady's Finger	12	726	13.68	6	8.8
2	Brinjal	12	370	7.07	6	8.7
3	Pointed Gourd	11	458	8.35	6	9.1
4	Bottle Gourd	12	360	4.62	6	13.0
5	Snake Gourd	12	350	4.75	6	12.3
6	Ridge Gourd	11	313	3.13	6	16.6
7	Sponge Gourd	11	330	3.40	6	16.2
8	String Beans	8	229	5.35	6	7.1
9	Bitter Gourd	12	350	4.70	6	12.4
10	Mocha (Banana)	12	255	2.60	6	16.3
11	Green Papaya	12	399	5.17	6	12.9
12	Spinach	12	591	13.12	6	7.5
	Total		4,731	75.93	Avarage	10.4

v) Time phased Value Add Activity schedule, synchronized with the inbound schedule of vegetables, was made from 9 am to 5 pm to process 12 varieties of vegetables to make the idle time of female workers working in the warehouse minimum.

vi) Banana leaf wrapped vegetables also created a business for farmers to sell banana leaves. They were usually thrown away after being used. KRT/KSW's purchase them at the price of Rs 3 per leaf.

vii) Banana leaf wrapped vegetables sold at two locations were overwhelmingly welcomed by consumers even though their prices were set 20 to 50% higher than vegetables commonly sold in the stores. The movement of "No Plastic" in India helped sales of them, and the average 60 % of those vegetables were sold during the one-month test sales period. Also, sales of them topped in the entire sales of vegetables in Big Bazaar, hence KRT/KSW was offered to sell them in more stores.

viii) Quite a few positive comments from consumers at the stores were given. Many singles and small families positively welcomed sales in Packet. They found the convenience of no "piece by piece selection process" to purchase vegetables.

ix) As a result, half of the farmers who participated in these experimental sales of vegetables could increase their monthly income more than 6% or Rs, as shown in the graphs above.

This test sales could prove value-added vegetables with a higher price could still be sold well, especially in the urban market, when they could provide "freshness," "social value," and "convenience."

E) Created three prototype warehouse designs for future business development

To deploy more warehouses in India, three types of models were made.

i) Export Quarantine Type

Assuming using the Bagdogra Airport facility, this Type has around 4,000m² used exclusively for vegetables to be air-freighted to overseas or major cities in India.

Fumigation room has the equipment required for export quarantine (380m²), batteries and office (170m²), and PV panel area (1,100m²) or total appx. 1,700m² will be built to perform export packing function.

ii) Large Type and iii) Medium Type

Large Type (3,300m²) and Medium Type (2,310m²) were imaged and designed.

Both types can accommodate 12m long large trucks and can install enough number of PV panels to generate 100kW of electricity.

It also has a battery room and office space.

They are built typically in markets such as in Krishak Bazaar to allow easy access to farmers.

Other preferred conditions to build warehouses were identified and listed below:

i) PV panels can be laid out on the ground to allow easy maintenance.

ii) The location shall be either in the market or adjacent to the market.

iii) It should locate within 3 to 4 hours to airports to ship vegetables outside of State.

iv) The property shall allow simple traffic lines of vegetables and goods.

From the above points of view, a total of 8 prospective locations was identified to build warehouses, but it has taken time to get approvals.

(1) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

We learned the following valuable lessons through this project, which are quite helpful for our future development.

A. A longer time is required

Because of many authorization layers have to be gone through, it takes much more time than anticipated from the initial proposal to get an authorization of constructing a warehouse. A carefully planned schedule with the contingency plan is essential for our future development.

B. Financial problem of a local vendor and need to develop suitable local suppliers

Many supports from local vendors/suppliers are required to do such projects overseas. One of

our vendors experienced difficulties in getting cash due to the extended payment terms of its clients, hence resulted in the delay of payments and salaries. Since many of the employees left that vendor, our project was forced to delay. We need to grow with selected right vendors/suppliers by training and educating our knowhow, which will eventually make us possible to avoid teaching our knowhow in every project.

C. Local business practice

Lots of late deliveries made our warehouse construction spend 11 months even though scheduled initially in 6 months.

Sudden notices of late delivery of construction materials due to “Puja,” traditional holidays in India, advance check of dates of Puja, for both national and local areas, are mandatory.

Also, some vendors pretended that they understood technical instructions provided from us; hence, wrong production and wrong positioning occurred frequently.

The situations require great patience and repetitive expediting/checking schedule and work of vendors to remind them to understand the importance of due dates.

D. Local practice (employee education)

Making employees understand the importance of “solving root causes” is common in “Kaizen” training. However, it took a long time to train local employees because an Indian way of thinking “Jugaad” was often employed negatively, and they tended to do botch-up jobs.

Since we build a warehouse that will last 20 to 30 years or more, superficial remedies/corrections will cause the same troubles to occur repeatedly; hence, we lose time and money.

We urge the importance of a diligent approach to solving problems. Such an attitude will eventually get customer royalties for our services and products.

(2) Proposals to JICA and Government

i) Introduction of good and capable suppliers/vendors

Since subcontractors are engaged in many tasks, mainly SMSE’s, an introduction system operated by the government or JICA to companies who invest the first time in that local will help tremendously to save time and assure quality.

ii) Providing an Easy-to-Maintain System to counterparts

“High Technology from Japan” sounds excellent for Indians, but long term usage of such a

system requires proper maintenance.

Maintaining by themselves without Japanese engineers will eventually make costs lower and life of hardware/equipment longer, and most importantly, they will not be abandoned.

An introduction of so-called “Medium Technology” with “Maintenance assumed design” will be an essential factor in helping developing countries.

4. FUTURE PROSPECTS

The warehouse has not experienced any stoppage of electricity without a grid connection since Sept. 27, 2018, under 24x7 operation.

It also uses only 5kW electricity to keep the temperature between 18C to 22C, which is far below than initially engineered. The insulation and ventilation systems designed by KRT also have performing well to protect heat escalation and resulting damages to Batteries and PCU.

With these achievements, KRT/KSW will try to lease Perishable Cargo Packing Center next to Bagdogra Airport, WB, which was not in use for 13 years. By renovating the facility with Shikkui, Nizuri, and other techniques, the facility will serve as a hub to export northern Bengal vegetables to major cities in India and overseas by installing export quarantine functions.

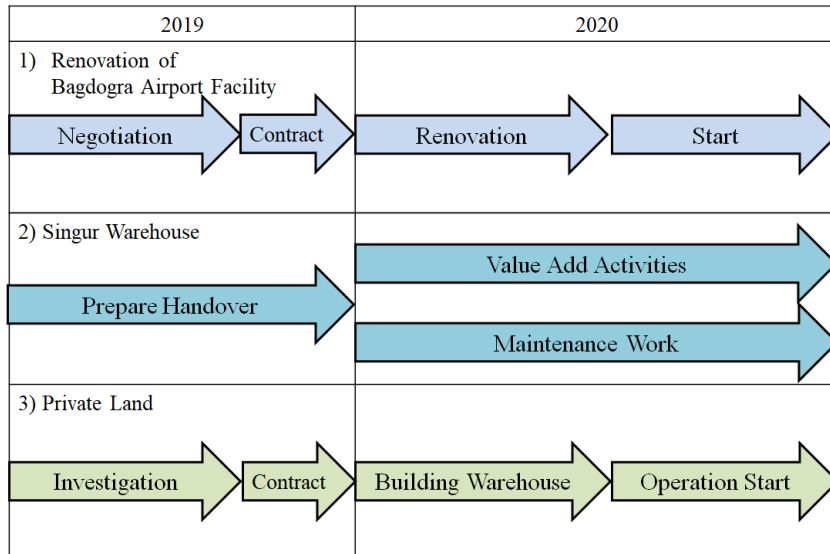
The facility is expected to employ a total of 16 personnel and handle 4 tons per day initially, then increased to 8 tons per day.

Local employees trained in Singur warehouse will train warehouse personnel.

Due to the difficulties experienced to clear permission to use government-owned lands, other prospective locations listed below are only in the stage of submitting proposals. We will continue to request the usage of land space to the government.

When the Bagdogra airport facility becomes available, KSW will put a branch office there to manage constructions in northern Bengal.

Future Schedule

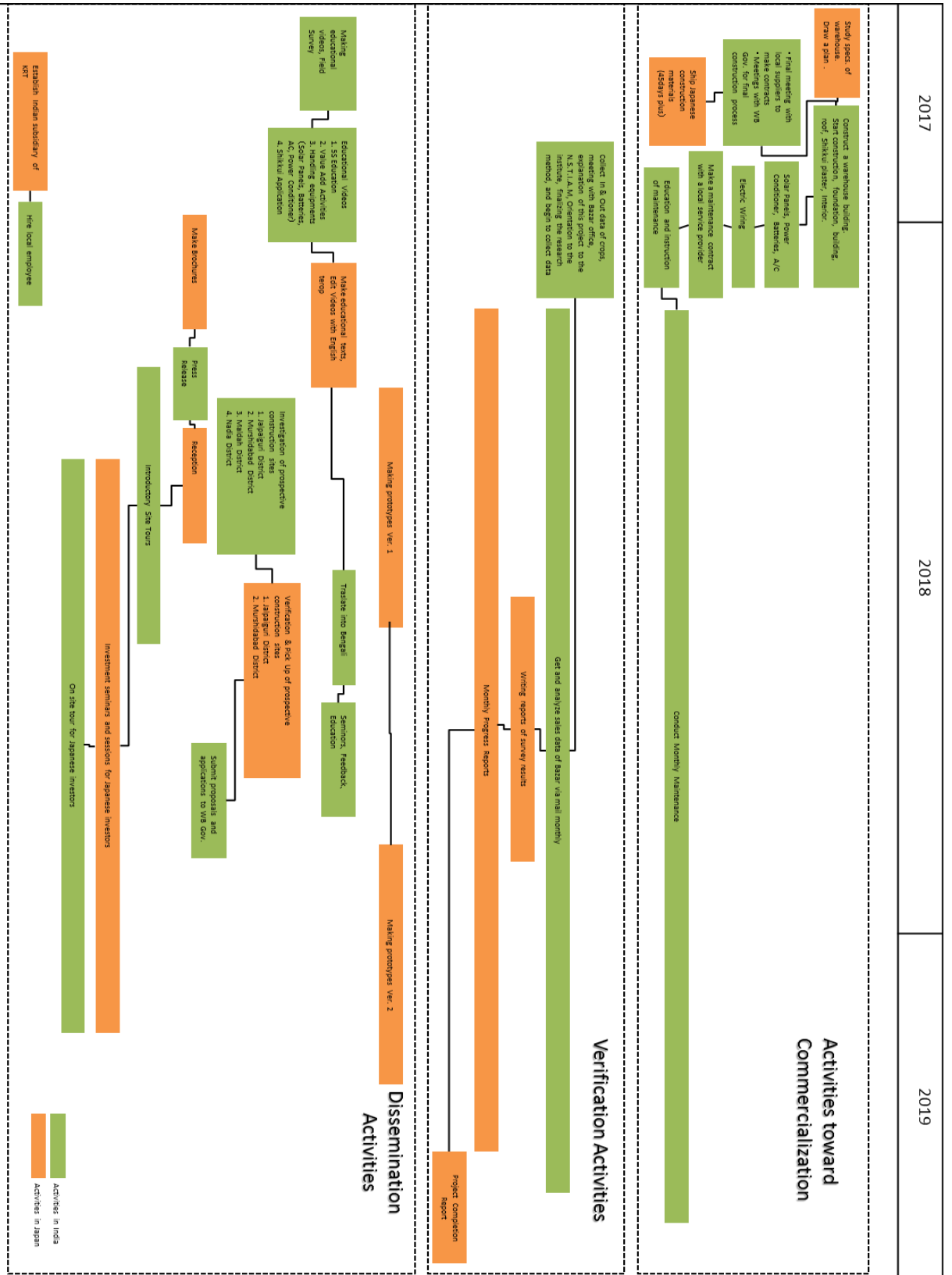


The procedure, including Permission, License, Legal Tender, will take a long time to start constructions.

Purchasing land, then constructing warehouses by our fund will be financially difficult to make profit compare with leasing land because the land price in the farm area is abnormally high even though the productivities of the earth are low.

Since major cities such as Delhi and Mumbai commands very high prices of vegetables, sometimes five-folds, there are lots of rooms to get profit, even paying transportation costs to ship vegetables.

This report emphasizes the availabilities of construction sites as the most crucial factor in making this project successful in the future.



Appendix 1: Survey Schedule

	Name	function in this project	Title	Company/Organization
1	Mr. Keiichi Higuchi	Chief Supervisor	President	Kawasaki Rikuso Transportation
2	Mr. Hiroshi Sakurada	Business Model, Cash Flow	Director, Finance	Kawasaki Rikuso Transportation
3	Mr. Hideyuki Toga	Market reserch, Progress report	Manager, Corporate Planning Office	Kawasaki Rikuso Transportation
4	Mr. Kaoru Kambe	Progress management	Manager, President's Office	Kawasaki Rikuso Transportation
5	Ms. Fumika Sakai	Trainer, Value Add Activities		Kawasaki Rikuso Transportation
6	Mr. Takuma Furamura	Trainer, Value Add Activities		Kawasaki Rikuso Transportation
7	Ms. Ayano Ideno	Manuall, Trainer, Value Add Activities		Kawasaki Rikuso Transportation
8	Mr. Sanjay Kumar	Advisor, Solar power generation	Director	Unisala Power Solution
9	Dr. Gautam Chakrabarti	Local supervision to construction and electric facilities	Manager	Iwatec Corporation
10	Mr. Kenichi Ueda	Chief Advisor to Construction and Electric Facilities		Independent Consultant
11	Ms. Fumiko Masuzawa	Supervisor to Manual and Training Program, Localization of educational materials	Independent	(Showa Women's University)
12	Mr. Manoj Bhattacharyya	Advisor, Solar power generation		Iwatec Corporation
13	Mr. Suman Brahma	Advisor, Solar power generation		Iwatec Corporation
14	Ms. Edna Tamayama	Trainer, Value Add Activities		Kawasaki Rikuso Transportation

(1) List of Team Members

Appendix 2: Survey Team Information

Republic of India

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for Making the Distribution System of Agricultural Products efficient with Small Solar-powered & Self-charging Temperature Controlled Warehouses

Kawasaki Rikuso Transportation Co., Ltd. (Minato-ku, Tokyo)

Concerned Development Issues in India

- Many agri. Crops have been spoiled and thrown away due to the lack of temperature control at the growers side
- Since selection processes are normally done outside ambient conditions, the income level of farmers has been sluggish due to the lack of value add activities to crops which can be done by those basic selections and packaging activities

Implemented Activities in the Survey

- Constructing a showcase warehouse in the Krishak Bazar in Singur, WB
- Store crops brought in to the warehouse temporarily till next day delivery and/or conducting value add activities such as selection and packaging, thus keeping the freshness and contributing to the dissemination of cold chain which eventually put a positive effect to increase farmers' income
- Provide farmers educational sessions of basic value add activities and warehouse maintenance procedures
- Conducting a survey among Farmers design modules
- Create a business plan

Proposed Products/Technologies



Small Solar Powered & Self-Charging Temperature Controlled Warehouse

- A warehouse with a temporary storage function for agri. Crops with 18C to 22C range
- Protecting items stored from humid and its resulting molds by the application of Shikkai plasters
- Do not need to worry about the supply of electricity since the system generates electricity by Solar PV then store them into the general batteries

Survey Overview

Name of Counterpart: Sufal Bangla Project
Department of Agricultural Marketing
Government of West Bengal
Survey duration: From Oct. 2017 to Sep. 2019
Survey Area: Singur, Hooghly district
West Bengal, India

Impact on the Concerned Development Issues in India

- Can increase farmers' income level by reducing the opportunity loss by selling with heavy discounts due to the product deterioration
- Transforming the style of agriculture into value add oriented marketing by conducting proper selection process in the temperature controlled warehouse
- Increase the food related lifestyle level of consumers and stabilizing price level by increasing the supply of stable quality crops

Outputs and Outcomes of the Survey

- Reducing disposal ratio 5% to 2.5% by introducing temperature controlled warehouse
- Increase of farmers' income level by reducing the opportunity loss by selling with heavy discounts due to the product deterioration
- Confirm serviceability and superiority of a small size temperature controlled warehouse
- Establish management structure of operating a small size temperature controlled warehouse
- Establish a plan of dissemination and deploy this warehouse project