

ポータルブルトイレシシステムによるインドネシア国のスラム地区における衛生環境改善事業

「令和3年度 アジアにおける水環境改善ビジネスに関するセミナー」 講演資料

令和4年2月10日

LIXIL

Link to Good Living

株式会社LIXIL



MUFG 三菱UFJリサーチ&コンサルティング

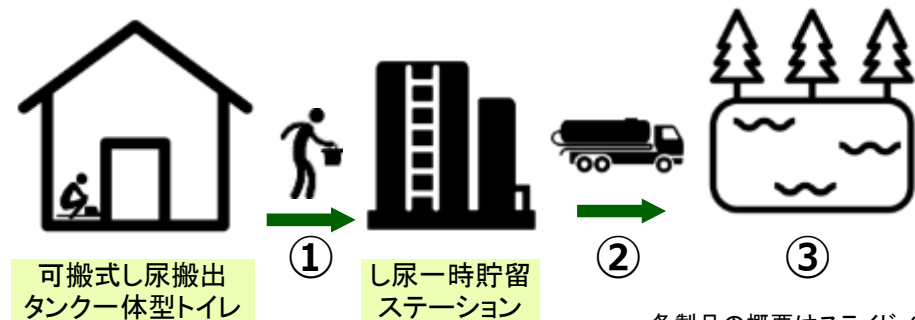
(1) 事業概要

<本事業の実施目的・内容>

- インドネシア国の公共事業・国民住宅省(PUPR)は、2019年末までに、①飲料水へのアクセス率100%達成、②低所得者居住地区(スラム地区)解消(0%)、③健全なトイレへのアクセス率100%達成を目指す「100-0-100」プログラムを展開している。2016年の健全なトイレへのアクセス率は76.4%であるが、過去10年間の進捗(約2%/年の改善率)を考えると、2019年末までのトイレアクセス率の目標達成は困難と考えられる。
- この主たる原因は、PUPRによると、インドネシア国の人口(約2億4千万人)の約12%(2014年、UN-HABITAT)が居住するスラム地区において、健全なトイレへのアクセス率が改善されていないためである。スラム地区では、約10~40%の家屋がトイレを所有しておらず、共同トイレ(MCK)*を利用するか、もしくは水上トイレによる河川への直接排泄等を行っており、スラム地区の衛生環境を悪化させている。*大半のMCKは維持管理が不十分なため浄化機能が失われている。
- スラム地区は河川沿いや沼地に所在することが多く、雨季は慢性的に洪水となるため、下水道やコミュニティ・プラントの設置は困難である。また、住民のコスト負担力が乏しいため、Septic tankの個人設置も難しい。このような条件下では、し尿をスラム地区外に搬出し、適正処理する仕組みが必要と考えられる。
- 以上を踏まえ、本モデル事業では、トイレを所有しないスラム地区の家屋に可搬式のし尿搬出タンクを備えた一体型トイレを設置し、し尿を地区外に搬出して処理するシステム(ポータブルトイレシステム)を導入する。また、住民がその維持管理コストを負担し、持続的に維持管理していく仕組みも導入する。これにより住民の生活の質の持続的な向上と衛生環境の改善を図る。

<適用技術の概要(ポータブルトイレシステム)>

- ポータブルトイレシステム(Portable Toilet System: PTS)は、以下の2つの製品(可搬式し尿搬出タンク一体型トイレ・し尿一時貯留ステーション)から構成される。



【PTSによるし尿搬出・処理フロー】

- ① 自宅のし尿搬出タンクが満杯になったら、住民が自らし尿搬出タンクをし尿一時貯留ステーションまで運び、タンク内のし尿をステーションに排出する(週3回程度)。
- ② し尿一時貯留ステーションが満杯になったら管理人がバキュームカーを手配する。
- ③ バキュームカーがし尿を汚泥処理施設に搬出し、し尿を処理もしくは再資源化する。

<本システムによる効果>

- トイレを所有しないスラム地区の家屋へのトイレ設置による生活の質の向上。
- 河川等に直接排泄されるし尿の削減による衛生環境改善及び放出されたし尿から発生する温室効果ガス(CH₄・N₂O)削減。
- 住民の費用負担による持続的な維持管理の仕組みの導入と、それをきっかけとした住民の環境保全意識の向上。

(2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯 (1/2)

<トイレを所有できない住民層の存在>

- スラム地区では、最大で40%の家屋がトイレを有しておらず※、共同トイレ(MCK)や近隣家屋のトイレを利用するか、もしくは水上トイレや河川への直接排泄、レジ袋を使った排泄等が行われており、スラム地区の衛生環境を悪化させている。



左:水上トイレ
右:管理不十分なMCK

※ PUPRパレンバン市スラム地区調査結果

<処理施設の設置が難しい立地条件>

- スラム地区は河川沿いや沼地に所在することが多く、雨季は慢性的に洪水となるため、下水道やコミュニティ・プラントの設置が困難である。また、住民のコスト負担力が乏しいため、Septic tankの個人設置も難しい。



左:地区内の滞留水の上立つ家屋、右:洪水に備えて高床式で作られる家屋

<狭隘な通路>

- 自然発生的に家屋が次々と建てられ、計画的な街区整備が行われていないため、通路は狭隘で迷路のように入り組んでおり、車両(バキュームカー)がスラム地区内に入ることはできない。このため、Septic tankの汚泥清掃や、汲み取り便槽のし尿回収を行うことはできない。



左:板製の狭隘通路、右:コンクリート製の狭隘通路

<住民の環境保全に関する知識不足>

- 住民が環境保全に関する正しい知識を有していないため、日常的な環境汚染が止まらない。また、コミュニティ内で環境保全に関する共通意識が十分に形成されていないため、住民間での抑止力が働かない。



左:庭地に散乱するごみ、右:ごみで埋め尽くされた河川の水面

(2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯 (2/2)

<事業実施地域選定までの経緯>

- 2018年4～5月、本モデル事業への応募を見据え、PUPRIにトイレアクセス率に課題のあるスラム地区について相談した結果、候補地の1つとして、パレンバン市スラム地区の紹介を受けた。
- 2018年7月、パレンバン市地域計画開発局(BAPPEDA)及び関係部局(公共事業局、環境局、清掃局、住宅局)幹部と協議を行い、本モデル事業実施についての了承を得た。
- 2018年8～9月、コミュニティリーダーの協力を得て、計3回のスラム地区調査を行い、モデル事業を実施するスラム地区として、5 Ulu地区及びオガンバル地区を選定した。
- 2018年10月、パレンバン市長より、5 Ulu地区及びOGANBARU地区におけるモデル事業実施についての予備的合意書(LOI: Letter of Intent)を受領し、2018～2020年度においてモデル事業を開始する準備を整えた。



左:パレンバン市長(Harjono新市長)署名のLOI(2018年10月5日受領)
 右: BAPPEDA及びパレンバン市関係部局幹部との会合(7月)

<事業実施地域の概要(2地区)>

名称	Kelurahan 5 ULU(ファイブウル地区)	
衛生環境 (PUPR調べ)	<ul style="list-style-type: none"> • トイレアクセス率(MCK含む): 83% • ごみ収集率: 49% 	
現地状況	<p>コミュニティリーダーとの協議の様子</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ムシ川右岸に立地。 • 同市スラム地区の中でも、生活水準が低い部類に入る。 • 住宅密度の高い街区のトイレ所有率が特に低い。 • トイレ所有への意欲が高い。コストを負担しても構わないとの意見多数。

名称	Kelurahan OGANBARU(オガンバル地区)	
衛生環境 (PUPR調べ)	<ul style="list-style-type: none"> • トイレアクセス率(MCK含む): 83% • ごみ収集率: 31% 	
現地状況	<p>コミュニティリーダーとの協議の様子</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ムシ川支流オガン川左岸に立地。オガン川増水により、雨季は頻繁に洪水が発生する。 • 生活水準は中程度だが、狭隘な通路が多い。 • トイレ所有への意欲が高い。コストを負担しても構わないとの意見多数。

(3) 事業実施体制・関係機関との調整状況

<事業実施体制>

代表事業者



- ・名称: 株式会社リクシル
- ・担当: 全体統括、PTS導入、可搬式し尿搬出タンク一体型トイレ・し尿一時貯留ステーション・費用管理携帯電話アプリ開発、ビジネスモデル検討、住民環境教育等。
- ・水回りと建材のグローバル企業として世界150ヶ国以上で中流層以上をメイン顧客とした事業を展開。一方、CR活動の一環としてBOP層向けにソーシャルビジネスを実施しており、スラム地区向けのトイレソリューション事業はその柱の1つに位置づけられ、サステイナブルなビジネスとして今後大きく発展することが期待されている。

共同実施事業者



- ・名称: 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
- ・担当: パレンバン市・公共事業・国民住宅省・現地関係機関との調整、環境改善効果の定量化、住民環境教育、各種資料作成、ローカルステークホルダー会合開催等。
- ・インドネシアにおけるJICA技術協力プロジェクトや官公庁プロジェクトを多数受注しており、また、公共事業・国民住宅省や地方政府等との良好なネットワークを有する等、同国での事業実施に強みを持つ。ジャカルタに現地法人を持ち、タイムリーな現地対応が可能。



LOI(2018年10月5日)に基づくモデル事業実施
(スライドp4参照)

カウンターパート(パレンバン市)



パレンバン市地域計画開発局
(BAPPEDA)

その他ステークホルダー

- ◆公共事業・国民住宅省(PUPR)
- ◆パレンバン市関係部局
- ◆5 ULU地区
- ◆OGANBARU地区



同市のシンボル
アンペラ橋

パレンバン市概要



パレンバン市位置図(Google Map)

- ・スマトラ島第二の人口規模(約170万人、2012年)を有する南スマトラ州の州都。本年8~9月に開催された18thアジア競技大会の開催都市(ジャカルタ市と共催)。ジャカルタからは空路で約1時間の距離。
- ・ムシ川の下流域に位置し、低地が多く、雨季はムシ川及びその支川周辺で洪水が頻発する。その地形的特徴から、スラム地区が多い。
- ・石油精製業、石炭業、パームオイル産業、ゴム産業等の素材産業・鉱業が盛ん。

(4) 導入する技術の概要

可搬式し尿搬出タンク一体型トイレ



- し尿搬出タンクを分離可能なポリエチレン樹脂製のタンク・本体一体型トイレであり、1m×1mのスペースがあれば設置可能。タンクのサイズは20L。
- マニュアルポンプによるボウル洗浄機能とおしりシャワー洗浄機能を備える。

し尿一時貯留ステーション

外観



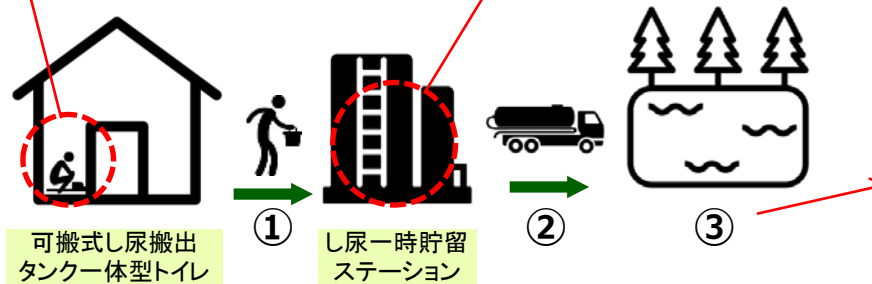
実作業中



- 30家屋のし尿を約1週間貯留可能(写真は開発中の試作品)。
- 家屋から運んできたし尿搬出タンクをソケットにセットし、手を汚さずにし尿を排出できる仕組みを実現。
- ステーションはバキュームカーがアクセスできる道路近傍に設置。
- 設置が難しいエリアによっては、車載型のモバイル式の運用も可能。

【類似案件への適応事例】

- PTSを適応するのは本モデル事業が初めてであるが、類似案件事例として、ケニアにおいて、共同トイレに搬出タンク型のトイレを設置する事業を実施している。



ポータルブルトイレシステム(PTS)



回収したし尿の処理先
(パレンバン市スカウィナタン汚泥処理場)

(5) 事業実施行程

<2018年度のFS調査結果>

時期	活動結果
7月	<ul style="list-style-type: none"> 第1回目の現地渡航 提案内容の準備、協議、調査遂行体制の構築 PLM市へFS調査及びモデル事業の趣旨説明、協力依頼
8月	<ul style="list-style-type: none"> 第2回目の現地渡航 PLM市関係部局とのFS調査・モデル事業実施に向けた協議 調査対象候補のスラム地区調査
9月	<ul style="list-style-type: none"> 第3回目・4回目の現地渡航 PLM市とのLOI記載内容に係る協議 調査対象候補のスラム地区調査
10月	<ul style="list-style-type: none"> 第5回目の現地渡航 PLM市からのLOI受領 本事業の公募、提案書提出、採択、現地報告
11月	<ul style="list-style-type: none"> 第6回目の現地渡航 調査対象候補のスラム地区調査 来年度中に実証事業を実施する地域のコミュニティリーダー協議等
12月	<ul style="list-style-type: none"> 第7回目の現地渡航 来年度中のし尿収集に係る清掃局との協議(具体的なし尿タンク回収方法等)
1月	<ul style="list-style-type: none"> 第8回目の現地渡航 現地ヒアリング結果に基づくPTSプロトタイプ的设计・試作 現地における調査実施可能性の検討(洪水対策)
2月	<ul style="list-style-type: none"> 現地ヒアリング結果に基づくPTSプロトタイプ的设计・試作 トイレのユーザーテスト/0次モニター(現地住民を日本に招いて実施) PTSによる生活環境改善効果及び温室効果ガス削減効果の定量化
3月	<ul style="list-style-type: none"> 第9回目の現地渡航 PLM市におけるステークホルダー会合の開催(3月1週目) 来年度のモデル事業実施内容の検討 報告書取りまとめ

<2019年度の実証試験>

時期	活動結果
6月	<ul style="list-style-type: none"> 第1回目の現地渡航 PLM市への今年度のモデル事業実施内容の説明、協力依頼 1次モニタリング実施に向けたパレンバン市ごみ処理公社(UPTTPA)、スラム地区のモニター被験者への協力依頼
7月	<ul style="list-style-type: none"> 第2回目の現地渡航 1次モニターの開始及び視察 し尿一時貯留ステーションの仕様の検討(~10月)
8-9月	<ul style="list-style-type: none"> 第3回目の現地渡航 1次モニターの終了及びモニター被験者へのヒアリング 1次モニター結果を踏まえ、トイレの設計を改良(~10月)
10月	<ul style="list-style-type: none"> 第4・5回目の現地渡航 2次事前モニターに向けたUPTTPA及びモニター被験者との調整 2次事前モニター開始、視察、終了及びモニター被験者へのヒアリング し尿一時貯留ステーションの作成、評価
11月	<ul style="list-style-type: none"> 第6回目の現地渡航 2次モニターに向けたUPTTPA及びモニター被験者との調整 し尿一時貯留ステーションの設計の改良(~12月)
12月	<ul style="list-style-type: none"> 第7回目の現地渡航 し尿一時貯留ステーション(2次用)の設置準備
1月	<ul style="list-style-type: none"> 第8回目の現地渡航 トイレタンク用消臭剤の評価
2月	<ul style="list-style-type: none"> 第9、10回目の現地渡航 2次モニターの実施及びモニター被験者へのヒアリング PTSによる水環境改善効果及び温室効果ガス削減効果の定量化 PLM市におけるステークホルダー会合の開催 現地ヒアリング結果に基づくステーション、PTSの設計の微修正
3月	<ul style="list-style-type: none"> 来年度のモデル事業実施内容の検討 報告書取りまとめ

<2020年度の調査結果>

時期	活動結果
8月	<ul style="list-style-type: none"> PLM市とのステークホルダー会合開催に向けた準備および調整
9月	<ul style="list-style-type: none"> PLM市とのステークホルダー会合開催(WEB会議) スラムモニター被験者ヒアリングに向けた準備および調整
10月	<ul style="list-style-type: none"> スラムモニター被験者へのヒアリング実施(現地協力機関を通じて遠隔で実施)
11月	<ul style="list-style-type: none"> スラムモニター被験者へのヒアリング結果まとめ
12月	<ul style="list-style-type: none"> PLM市との第2回ステークホルダー会合開催に向けた準備および調整 日尼環境ウィークにおける発表に向けた準備
1月	<ul style="list-style-type: none"> 日尼環境ウィークでの発表 スラム地域リーダー及び市し尿処理施設(UPTTPA)へのヒアリング
2月	<ul style="list-style-type: none"> PLM市との第2回ステークホルダー会合開催(WEB会議) モデル事業実施内容の取りまとめ
3月	<ul style="list-style-type: none"> 報告書取りまとめ

(6) 水環境改善効果実証試験の実施内容

<トイレ及びステーションのモニター評価及び改良経緯>

- 課題が多いスクワット式 からシッティング式への変更が受け入れられた。
- 容量に課題があった携帯おしりシャワーをトイレ本体に内蔵し、高評価を得た。ステーションも問題なく機能することが確認された。
- おしり洗いをバケツからシャワーに変更することで、タンクに貯まる汚物量も大幅に削減できることが確認された。

モニター種類		0次モニター	1次モニター	2次事前モニター	2次モニター
実施年月(期間)		2018年02月(2日)	2019年07月(3週間)	2019年10月(3週間)	2020年01月(4週間)
規模	世帯数	(日本に現地人数名を招聘)	2世帯(2地区)	4世帯(2地区)	25世帯(2地区)
構成	ポウル	スクワット式	シッティング式(市販品)	シッティング式	シッティング式
	おしり洗浄	バケツ	携帯おしりシャワー	トイレ内蔵おしりシャワー	トイレ内蔵おしりシャワー
	ステーション(ST)	無	無	有(UPTTPA内)	有(各スラム地域内)
イメージ	トイレ 又は ステーション				
汚物タンク回収と洗浄			オペレーター	オペレーター	オペレーター又はユーザー
汚物処理			UPTTPA内のラグーン	UPTTPA内のラグーン	UPTTPA内のラグーン
調査目的		・ 初号モデルの課題抽出	・ シッティング式の受容性 ・ おしりシャワーの受容性	・ 大容量シャワーの受容性 ・ STの操作感、所要時間	・ N数増しによる信憑性向上 ・ 汚物タンク回収対価の把握
成果と課題		×汚物タンク容量不足 ×用便時の不安定さ ×バケツ洗浄水の周囲飛散	○シッティング式に問題無 ○おしりシャワーの容量不足	○おしりシャワーに満足 ×汚物タンク内の残水 ○ST操作感、時間 ×ST構造上の不安定感	○おしりシャワーに満足 ○汚物タンク内の残水 ○ST操作感、時間 ○ST構造上の不安定感
タンク貯留汚物量		9.0 L/人/日	1.2 L/人/日	0.7 L/人/日	0.4 L/人/日

(7) これまでの事業実施内容と結果概要 (2019年度)

<トイレ使用世帯数N増し及び現地ステーション運用調査 / 2次モニター>

■ 調査期間・調査対象

- ✓ 調査期間: 2月1日及び2日より21日間 (1st: 17日間、2nd: 4日間)
- ✓ 調査対象: ファイブウル地区15世帯 / 公衆トイレ無
オガンバル地区10世帯 / 公衆トイレ有
計25世帯
(※計30台を予定していたが、輸送中に5台が破損。)

✓ ステーション運用:

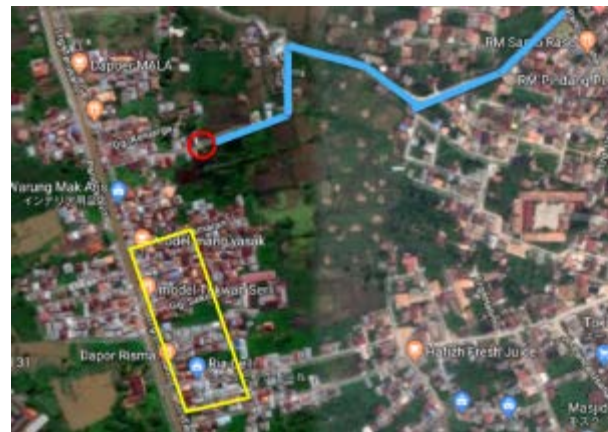
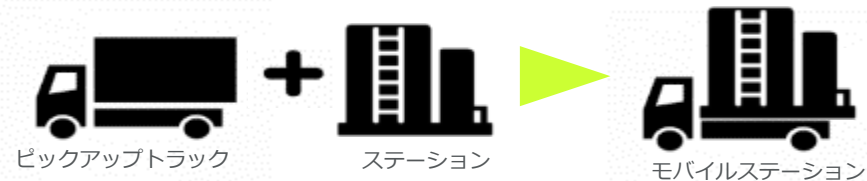
両地区において、固定型ステーションの設置が難いため、普通トラックにステーションを積載したモバイルステーションを隔日で配備。

■ オペレーションの概要

- ① コンテナの回収運搬: 原則オペレーターが行うが、回収運搬の労力をユーザーに理解してもらったうえでコンテナ回収料金の希望額を把握するため、期間中4日間(2nd)のみ被験者がコンテナの運搬を実施。運搬距離が長い世帯向けに、コンテナ運搬用に一輪車(ネコ)を貸与。
- ② コンテナの洗浄: 衛生面及びステーションでの破損、事故防止のため、専用オペレーターにて実施
- ③ 汚物処理: モバイルステーションで汚物回収後、トラックごとステーションをラグーンに移動させて処理。

■ 環境負荷改善効果の確認調査

- ✓ 平成30年度に検討した可搬式し尿搬出タンク一体型トイレによる水環境改善効果及び温室効果ガス削減効果の評価手法に基づき、両効果を実証するため、水質分析を実施(し尿貯留ステーションより5検体を採取)



OGANBARU地区のモバイルステーションイメージと設置場所

(7) これまでの事業実施内容と結果概要 (2019年度)

<トイレ使用世帯数N増し及び現地ステーション運用調査 / 2次モニター>

- トイレ使用感においては、2次事前モニター同様、5段階評価において、ほぼ4以上のスコアを獲得。全員がトイレ継続利用を希望。
- トイレ希望購入平均価格において、代替の公衆トイレが無い5ULUでは、200,000 IDR、メジアン値は100,000 IDR。
- 5ULUでのステーション利用料金は約13,000 IDR/月、運搬料金は約12,000 IDR/月、合計で25,000 IDR/月。1/3がセルフサービス希望。
- 公衆トイレを有するOGANBARU地区は0.22kg/人/日、公衆トイレが無い5ULU地区の0.34kg/人/日の約2/3となっている。
OGANBARUで、公衆トイレを並行利用している人は、昼間に公衆トイレ、夜間にPTSを利用していることが多い。

インタビュー結果

汚物排出量推移

Items		5ULU 平均	OGANBARU 平均
General info	Age	40.8	52.5
User	On average how many people daily use the toilet in your family ?	3.7	3.9
Operability	Seat and Seat Cover	4.1	4.2
	Shutter	4.0	4.2
	Pumping for Bowl Flushing and Bidet Shower	4.1	4.0
	Valve switching for Bowl Flushing and Bidet Shower	4.1	4.0
	Water Refilling	4.2	4.2
	Detaching the container	4.0	4.0
Cleanliness	Odor	4.2	4.3
	Insects	4.3	4.3
	Dirt around the Bowl	3.9	4.0
	Dirt around the Seat	4.1	4.0
	Dirt around the Shutter	4.1	4.2
	Dirt around the Shower Nozzle	4.0	4.0
Size	Hight and Plane Size of the Seat	4.2	4.2
	Bowl	4.2	4.2
Comfortability	Is Flush enough to clean the bowl ?	YES 15/15	YES 10/10
	Is Bidet Shower enough to wash your body ?	YES 10/15	YES 10/10
Careability	Is this toilet easy to clean ?	YES 15/15	YES 10/10
Safety	Have you ever felt danger ?	YES 0/15	YES 0/10
General	Are you willing to continue using this toilet ?	YES 15/15	YES 10/10
	Do you have any other requests for improvement ?	YES 0/15	YES 0/10
Toilet Price	How much is your suitable price to buy this toilet ?	196,000	93,500
Service Price	How much is your suitable price as station usage fee ?	13,333	7,500
	How much is your suitable price as container collection fee ?	11,667	11,250
Self Service	Are you willing to carry and clean the container by your self ?	YES 6/15	YES 5/10

5ULU		OGANBARU	
Waste Weight (kg) (Accumulation)	AVE	Waste Weight (kg) (Accumulation)	AVE
Collection Date		Collection Date	
4-Feb-20	0.29	5-Feb-20	0.00
6-Feb-20	0.31	7-Feb-20	0.26
8-Feb-20	0.34	9-Feb-20	0.22
10-Feb-20	0.32	11-Feb-20	0.23
12-Feb-20	0.32	13-Feb-20	0.23
14-Feb-20	0.33	15-Feb-20	0.23
16-Feb-20	0.34	17-Feb-20	0.23
18-Feb-20	0.33	19-Feb-20	0.24
20-Feb-20	0.33	21-Feb-20	0.23
22-Feb-20	0.34	24-Feb-20	0.24

(6) 水環境改善効果実証試験の実施内容

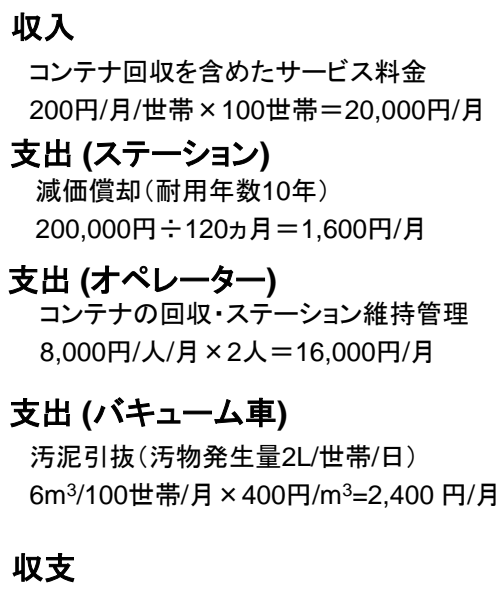
<損益モデルの検討>

<2次モニター以降の結果を踏まえた料金徴収の考え方>

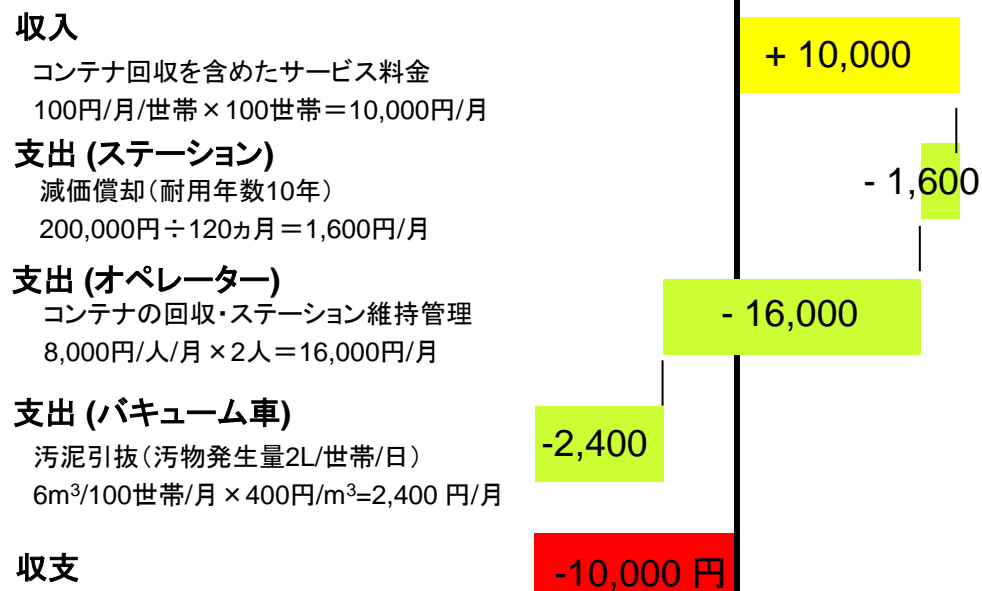
- 2020年10月のヒアリング時において、COVID19に起因する経済減速がスラム世帯の収入低下に大きな影響を与えていた。
- 可搬式し尿搬出タンクー体型トイレについてはユーザーによる購入を想定しており、2020年02月の結果では、ユーザー希望購入価格1,600円、メジアン値800円であった。同年10月の結果では、メジアン値に変化はないものの、平均値が860円まで低下した。

<ビジネス化へ向けた検討事項>

- 2020年02月の結果では、ユーザーからの料金回収分でステーションコスト、オペレーター労務費、バキューム車費用は賄いきれたものの、同年10月の結果では、収入が半減し、赤字見通しとなった。 ※車両費及びステーション用地借地料は含まれない



2020年02月のヒアリング結果



2020年10月のヒアリング結果

※ 100世帯にステーション1台、オペレーター2名を想定

(6) 水環境改善効果実証試験の実施内容

<水環境改善効果及び温室効果ガス削減効果>

■ 負荷量削減効果:

- し尿一次貯留ステーションより採取した5検体の水質分析結果(BOD)・し尿貯留量・PTS使用人数・使用日数より、1人1日あたりのし尿由来のBOD負荷量を試算(3.0g/人日)。1人1日あたりのし尿由来BOD×両地区の家庭数(1家庭5人と仮定)×トイレ非所持率より、両地区のトイレ非所持世帯にPTSが導入された場合の負荷量削減効果を試算

⇒ 4.8 tBOD/年(5ULU)、7.7 tBOD/年(Ogan Baru)

Area	BOD原単位(g/人日)	世帯数	トイレ非所持率	BOD削減効果 (t)
5ULU	3.0	3,895	22.8%	4.8
OGAN BARU	3.0	3,138	45.6%	7.7

※世帯数、トイレ所持率: 国家家族計画調整委員会(BKKBN)提供データより算出

※日中は職場・学校等の外出先でトイレをすまず習慣があり、PTSの利用が早朝・深夜に限定されているため、1人1日あたりのし尿由来のBOD負荷量が低い傾向にある(参考: 日本におけるし尿由来の1人1日あたりBODは13g/人日)

■ 温室効果ガス削減効果:

- (流れのない水域へ放流されたし尿が自然界において分解される際に生じるCH₄排出量)と(し尿処理施設においてし尿が処理される際に生じるCH₄排出量)の変化分を排水由来の温室効果ガス排出量削減効果とみなして試算

⇒ 21.6t CO₂/年(5ULU)、34.7 tCO₂/年(Ogan Baru)

排出係数	生活排水の自然界における分解	し尿処理施設における排水の処理
CH ₄ 排出係数 [kg-CH ₄ /kg-BOD]	0.3	0.12

※し尿の放流先を stagnant sewer、し尿処理施設を anaerobic shallow lagoon と想定

<コスト比較>

- スラム地区に設置されているトイレの多くはSeptic tankによって排水処理されていることから、PTSとコミュニティレベルのSeptic tankのコスト比較を実施
- トイレを所有していない100世帯400人に対して①各世帯にPTSを導入、②現地施工型セプティックタンク(30m³)1基を設置、することを想定。期間は10年
- 1世帯あたり月額単価は、Septic tank(344円)よりもPTS(210円)の方が低い


	PTS	Septic tank	備考
トイレ費	100,000円	416,667円	(PTS)100世帯×1,000円/PTS、耐用年数10年
ステーション費	200,000円	---	耐用年数10年
Septic tank費(施工費含む)	---	3,333,333円	
オペレーター費	1,920,000円	---	8,000円/人月×2人×120月
汚泥引抜費	300,000円	125,000円	(PTS)6m ³ /100世帯/月、150,000Rp/引抜と想定(Septic tank)年1回の引抜を想定
水質分析費	---	250,000円	年1回×10年の想定
合計(10年)	2,520,000円	4,125,000円	
1世帯あたり月額単価	210円	344円	100世帯として算定

※ 100世帯にステーション1台、オペレーター2名を想定


※ステーション用地借地料は含まれない

(8) 明らかになった課題と対応策


<トイレ・ステーション設計>

- タンク切欠き部での排出速度が遅く、ステーションでの作業時間増加要因のひとつ。排出時の臭気漏れ、液だれも課題。
 - トイレ使用中の荷重によるシャッターロッド部の変形により、ロッドの動作が固くなる。ポンプの操作荷重が高齢者には重い。
 - タンク洗浄水の吐出時間が長く、ステーションでの作業時間がかかる要因のひとつとなっている。
- 
- タンクの汚物排出部に突起部を設けない設計とする。排出時の機密性を向上する。排出後の液だれを防止する工夫を追加。
 - シャッターロッド部の強度を高め、ポンプはベローズ式とする。
 - トイレのフラッシュタンク機構のような、洗浄水を一気に吐出させる仕組みの採用を検討する。


<行政による制度化>

- し尿の直接排出は法令違反であるが、それを本格的に改善しようという行政側の意欲が乏しい。
- 
- 中央政府(公共事業省)ではトイレへのアクセス率を100%化する目標を掲げており、パレンバン市における対応として、住居へのトイレ設置義務化や、環境中へのし尿の直接排出を禁止する条例の設置等を働きかける。また、具体的な対策として、スラム地区における本事業の採用を働きかける。

<ステーションの設置方法>

- ステーションは事業エリアに固定することを想定しているが、土地の借用費用を事業費に見込むと採算性が悪化する。また、調査を行った2地区のように、ステーション設置に適した土地が見つからない、もしくは適地があっても借用許可を得られない可能性がある。
 - その対策として、今回の試験のようにステーションのモバイル化が考えられるが、ステーションを搭載する車両の確保・コスト負担が必要となる。
- 
- 土地の借用費用の負担は大きく、本事業を実施する前提条件として、行政によるステーション用地の確保・無償提供を盛り込む。もしくは、用地を確保できない場合には、行政によるステーション搭載車両の確保・コスト負担を前提条件として盛り込む。

<行政によるトイレ購入費用他の補助化>

- 2次モニターの結果、全ての家庭がトイレを今後設置したいと回答したが、トイレ購入希望価格(メジアン)は100,000Rp(約800円)と低く、原価との関係上、厳しい結果となっている。また、COVID19による経済減速下では、オペレーションにおける費用支援も必要である。
- 
- コスト削減の努力はするものの、限界はあることから、適正な価格による購入を説明していく。また、行政によるトイレ購入費用やオペレーション費の一部助成の可能性についても検討する。

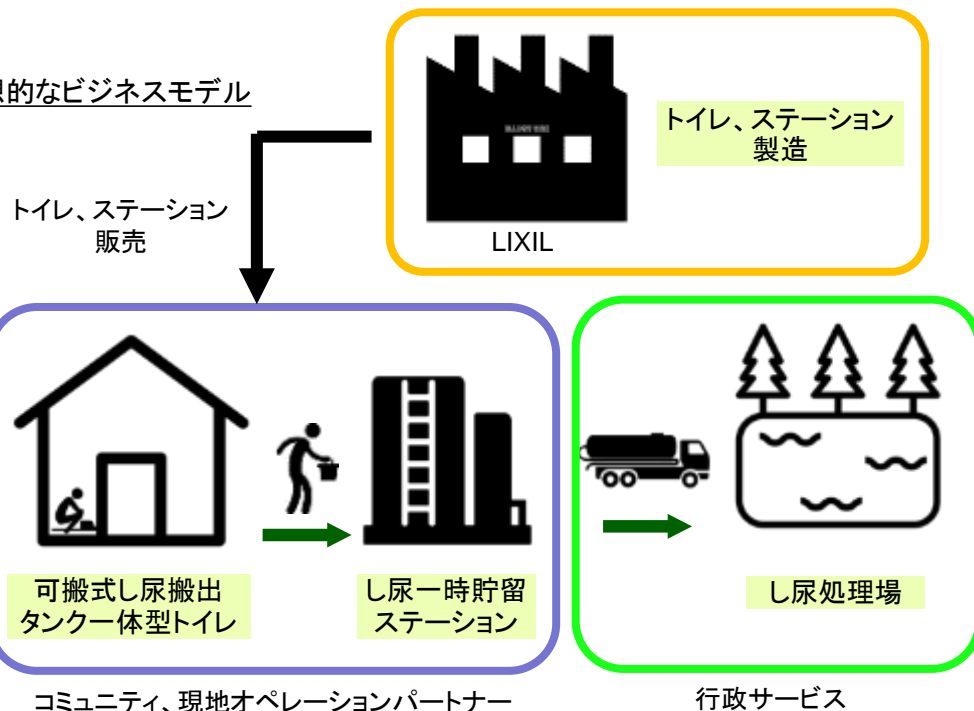
(8) 明らかになった課題と対応策 (9) 今後の展開可能性

<事業モデルにおける現地パートナーの必要性>

■当初、行政やコミュニティには、現地で強かに普及を進める主力プロジェクトオペレーターとして機能してもらうことを想定していたが、姿勢も能動的とはいえず、あまり期待できないことがわかってきた。また、当社の主たる事業領域は製品の製造販売であり、現地主カプロジェクトオペレーターとして機能するのにも限界がある。

■現地でプロジェクトを強かにけん引できるNGOなどのオペレーションパートナーを見つける必要性があり、今後、各種カンファレンスなどに参画し、本プロジェクトの認知活動を進める。

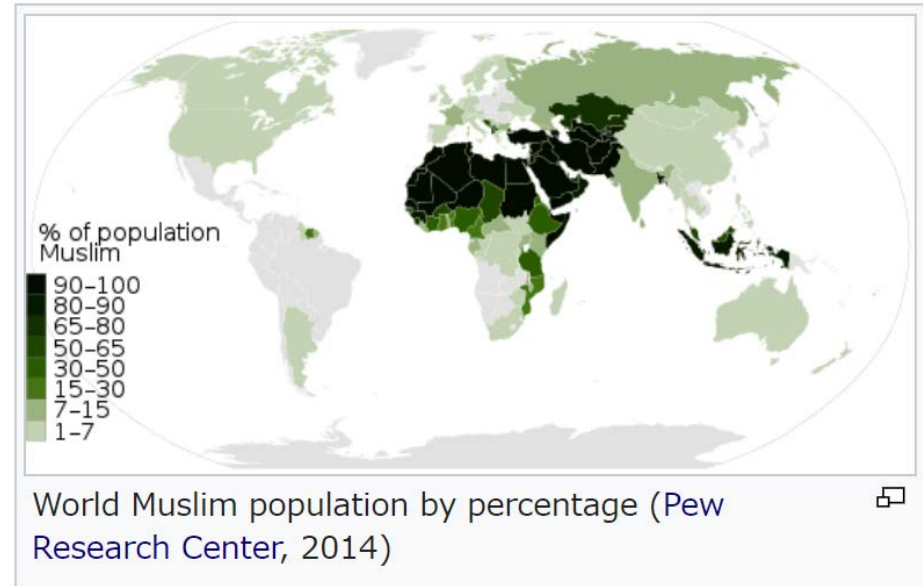
理想的なビジネスモデル



<インドネシア国以外の展開可能性>

インドネシア国外 (おしりを洗う文化を有するイスラム教国)

■市場およびパートナー調査検討 (経済規模の獲得=原価↓)



例) インドネシア国外への具体的な展開イメージ

■バングラデシュにて、すでにSATOで構築している強力なNGO (BRAC) とのパートナーシップの活用



本アジア水環境改善モデル事業に関係されたすべてのの方々に対し、感謝を申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。

株式会社LIXIL SATO事業部 北村 総謁
電話番号：0569-44-0350
e-mail : satoshi.kitamura@lixil.com