

ケニア共和国

ケニア国
非都市部における
水資源保全と衛生環境改善のための
循環型無水トイレシステム普及促進事業
報告書
(先行公開版)

平成28年3月
(2016年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 LIXIL

民連
JR(先)
16-055

地 図



通貨交換レート (2015年11月)
1米ドル = 120.03円
1ケニアシリング(Ksh) = 1.210円

目 次

第1章	事業の背景と概要	1
1.1	背景	1
1.2	ビジネス事業概要	2
1.3	普及するシステムの概要	2
1.4	本事業（民間技術普及促進事業）の実施概要	3
1.5	実施日程・要員計画（実績）	6
第2章	ケニアにおける水・衛生分野に関する開発課題と市場の可能性	8
2.1	水・衛生環境に関する開発課題	8
2.2	GTSの市場参入の可能性	9
第3章	事業実施内容と成果	11
3.1	第1回現地活動（2014年4月5日～5月11日）	11
3.2	第2回現地活動（2014年9月4日～12月21日）	12
3.3	第3回現地活動（2015年1月4日～2月21日）	14
3.4	第4回現地活動（2015年4月2日～5月22日）	17
3.5	第5回現地活動（2015年6月2日～7月23日）	21
3.6	第6回現地活動（2015年9月8日～10月26日）	24
3.7	第7回現地活動（2015年11月5日～12月16日）	26
第4章	今後のビジネス展開およびODA事業との連携の可能性	31
4.1	本事業の成果および教訓	31
4.2	今後の事業展開計画	33
4.3	ODA事業との連携可能性	34

略 語 集

GTS	Green Toilet System	グリーントイレシステム
JKUAT	Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology	ジョモケニヤッタ農工大学
KALRO	Kenya Agriculture and Livestock Research Organization	ケニア国立農業研究所
KEBS	Kenya Bureau of Standards	ケニア標準化機構
KEPHIS	Kenya Plant health inspectorate Service	ケニア植物検疫所
KIOF	Kenya Institute of Organic Farming	ケニア有機農業学校
KNBS	Kenya National Bureau of Statistics	ケニア統計局
KOAN	Kenya Organic Agriculture Network	ケニア有機農業協会
KSh	Kenyan Shilling	ケニアシリング
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MoH	Ministry of Health	ケニア保健省
MOP	Middle of the Economic Pyramid	中所得者層
NEMA	National Environmental Management Authority	ケニア環境管理局
SHEP	Smallholder Horticulture Empowerment and Promotion Unit Project	小規模園芸農民組織強化・振興ユニットプロジェクト
TWG	Technical Working Group	テクニカルワーキンググループ

第1章 事業の背景と概要

1.1 背景

ケニア共和国（以下「ケニア」）では、国家長期開発戦略「Vision2030」において、インフラ開発の1分野として衛生環境の改善が優先課題の一部として位置づけられている。しかしながら、「安全な衛生施設へのアクセスが無い人口を半分にする」というミレニアム開発目標（MDGs）の項目では、ケニアは1990年の25%に対し、2015年は30%と5ポイント¹の改善に留まっている。世界銀行によると、ケニアでは2,100万人が劣悪な環境で排泄を行っており、そのうち、560万人は屋外排泄となっている²。ナイロビなど都市部においては水洗トイレの普及が約半数を占めるものの、非都市部では伝統的な汲取り便所や適切な下水処理設備が無い環境下での水洗トイレ利用により、周辺の河川、地下水などの水源汚染が懸念されている。また、不十分な衛生設備により、毎年17,000人以上の5歳以下の乳幼児が死亡するなど、経済に与えるダメージは大きく、その経済的損失は年間3.24億ドルと試算されている³。以上のように、衛生環境が与える社会的・経済的・環境的インパクトは無視できない。持続可能な開発目標（SDGs）においても、きれいな水と衛生へのアクセスが17の目標の一つに含まれており、経済成長が進むケニアにおいては今後さらなる衛生環境の改善を実施していく必要がある。

こうした状況のなか、貴重な水を使わずに、安全・快適、かつ環境にやさしい循環型無水トイレ（グリーントイレシステム、GTS）の普及の可能性を見据え、LIXILは2012年12月から2013年9月に、ケニアのターゲット顧客の実態調査を実施した。その結果、住宅地が急速に拡大している非都市部においては、インフラ整備資金の不足により、ナイロビ郊外の宅地開発の停滞や下水処理インフラ整備が未熟な宅地開発が進み、未処理の下水が河川に放出され、今後深刻な環境への影響が懸念されていることがわかった。そこで、解決策のひとつとして住宅向けの循環型無水トイレシステム普及の可能性に着目し、アフリカ市場を含めたグローバル事業拡大を目指すLIXILは、ケニアを基点にアフリカ全土への展開を視野に入れ、ケニアが抱える衛生環境問題の解決を目指し、GTSのビジネス展開の可能性を探るべく、本事業の実施に至った。

¹ UNICEF and WHO, Progress on Drinking Water and Sanitation 2015 Update”

² Water and Sanitation Programme, “Economic Impacts of Poor Sanitation in Africa (March 2012)”

³ 同上

1.2 ビジネス事業概要

1. 対象国／対象地域	ケニア国、非都市部
2. 普及対象とする技術	グリーントイレシステム（略称：GTS） 水を使わずに排泄物を処理し、肥料化する一連システム。
3. 期待される開発効果	開発課題分野：その他 (1) 排泄物を無害化し、肥料として自然に帰すことで、水源、土壌汚染を抑制、「環境の持続可能性の確保」へ貢献する。 (2) 生成された肥料の活用により農作物の収穫量が増加する (3) 本システムの回収～肥料化プロセスや現地生産工場への勤務など雇用を創出する。 (4) 適切なトイレの不足により、就学、就業を控えていた女性の社会進出が促進される。
4. ビジネス展開方針	(1) LIXIL 中期計画にて、グローバル市場拡大戦略を掲げている。新規市場開拓として、アフリカ市場への進出を狙っている。GTS と日本の住宅関連商品を合わせて提案することで、住宅産業のグローバル化を牽引する。 (2) 「快適な住生活の未来に貢献する」という企業理念に従い、ケニア国における衛生環境の改善という社会的責任を果たす。
5. ビジネスの概要	非都市部を対象に、住宅密集地にある共同トイレを使用している長屋等をターゲットとしてGTSを販売する。また、回収から肥料化までをLIXILが行い、GTSでできた肥料を農家に販売する。回収や肥料化の技術は確立後、現地機関に技術移転を行う。
6. ビジネス実施体制	LIXILにて開発・生産・研修を担う。本システムの安全性・有効性の試験のため、ケニア研究機関やケニア有機農業学校等と連携する。一連プロセスの基準構築機関としてケニア環境局とケニア標準化機構、非都市部への導入制度構築機関として対象カウンティ政府を巻き込み、ビジネスを実施する。
7. ビジネス展開日程	2014年2月には現地法人を設立、同年6月より現地生産を開始し、商圏の拡大にあわせ、段階的に現地生産工場を建設する。
8. 投資計画・資金計画	2020年までの総事業費として22億円を予定。初期投資額は50百万円。初期投資回収期間は2年6ヶ月と想定する。

1.3 普及するシステムの概要

本事業で普及対象とするGTSは、循環型無水トイレシステムと呼ばれ、トイレ単体ではなく、環境に負荷のない排泄物処理、肥料化までの一連のシステムである点が大きな特徴である。さらに、便器下部の「固液分離装置」により臭いの発生を抑え、貴重な水を使わずに、安全、快適に排泄と排泄物の処理が可能となる。また、排泄物の貯留、回収、堆肥化までのプロセスを標準化し、安全で安定的に排泄物を肥料として有効活用が可能となることから、ユーザーにとっては水道代の節約だけでなく、肥料を用いた農業による収穫量の増加や肥料の販売による所得向上といったメリットが考えられる。また、敷設と維持に莫大な費用がかかる上下水道や下水処理設備のない地域でも導入が可能となり、政府にとっては、下水インフラ整備にかかるコスト削減だけでなく、下水汚染による環境へのダメージも軽減することができる。

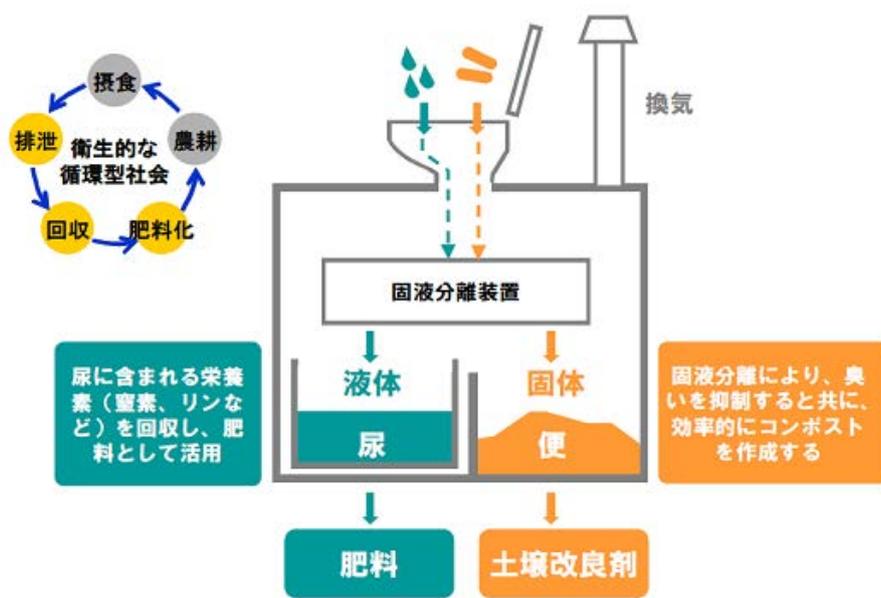


図 1-1 循環型無水トイレシステムの概要

1.4 本事業（民間技術普及促進事業）の実施概要

本事業では、水を使わずに衛生的かつ環境に配慮した上で排泄物を処理し、肥料化する一連のシステム「循環型無水トイレ」（GTS）の、下水処理が整備されていない非都市部の住宅地等における普及の可能性を探るべく、GTS生産・利用システムの確立からその成果の実証、同システムの拡大・事業化のための実証試験の準備までを実施した。GTSのような排泄物を肥料として活用する取り組みは農村部やスラムにおいて散見されているものの、一般的ではないことから、システムの確立を主眼とした小規模の実証試験から、確立したシステムが拡大した場合でも機能可能かを検証する大規模実証試験の実施という2段階の実施工程を採用した。また、実証試験とともに平行して、トイレおよびトイレから作成される肥料の市場調査を実施し、今後のビジネス事業計画のためのターゲット選定およびメイン商品の決定を行った。

(1) 事業期間：2014年1月～2016年3月

(2) 事業の達成目標

(ア) アフリカ向け商品（システム+研修プログラム）を完成させる

(イ) ケニアプロジェクトサイトで見学会/セミナーを実施し、GTSの必要性の理解を促進する

(ウ) ケニアにおける循環型無水トイレシステムの普及のために必要な基準を明らかにし、現地機関との協力体制を構築する。

(3) 事業の実施体制

LIXILは、「商品開発：現地向けカスタマイズ」、「研修：現地における見学会やセミナーの実施と本邦受入活動のプログラム作成」、「営業開発：販路整備、顧客獲得」を担当した。補強団員として、本ビジネスのF/S調査をパートナーとして進めたOSAジャパンを加え、現地政府関係者等との連携調整、並びに、枠組み・基準構築に向けアドバイザーを担当した。相手国政府側として

は、ナイロビカウンティ政府やケニア環境管理局（NEMA）からの協力を取り付けるとともに、大規模実証試験の対象サイトとなるナイバシャ市があるナクルカウンティ環境局からの協力を得た。その他の現地側の協力機関としては、現地NGOサイディア・フラハ、ケニア有機農業学校（KIOF）等と連携し、実証試験を行った。

(4) 事業の内容および実施工程

本事業では、計7回の現地業務を行った。詳細は第3章で記載するが、概要は下表のとおり。

実施工程	活動概要
第1回現地活動	<p>実証試験の準備および現地生産体制の確認、現地協力体制の確立 実証試験に向けた準備のため、現地NPOと協力し、GTSを導入する住宅建設サイトを選定した。また、現地委託生産を実施し、日本より輸送した部品と現地調達部品で現地生産が可能であることを確認した。ナイロビカウンティから協力を取り付け、現地協力体制を確立した。ターゲットとなる現地ディベロッパーと意見交換を実施した。</p>
第2回現地活動	<p>第1回小規模実証試験の開始 当初の実証試験サイトの住宅建設が遅延し、試験が開始できないことから、新たな実証試験サイトとして、現地NGOサイディア・フラハ所有の学校を選定し、試験サイトを建設した。また、モニター住民への説明会を実施し、試験を開始した。同時に、GTS生成コンポストの評価のため、コンポストを利用した農業試験を開始した。</p>
第3回現地活動	<p>第1回小規模実証試験に基づくビジネスシステムの確立 実証試験を継続し、モニター住民との意見交換会を実施した。システム確立のため、ケニア環境局（NEMA）の検査を受けた。また、無水トイレ市場、および有機肥料の市場調査を本格的に開始した。新たな協力先として、ケニア有機農業学校（KIOF）等との連携を開始した。</p>
第4回現地活動	<p>第1回小規模実証試験の結果分析と第2回小規模実証試験の実施 第1回実証試験より、GTS肥料の作物について他に比べて高評価を得た。KIOFにおいて、第2回小規模実証試験を開始した。第1回の結果から、新型トイレを設置した。また、コンポストの改良へ向け、KIOFと協力の上、肥料比較試験を実施することで合意した。</p> <p>本格的な市場調査（トイレおよび有機肥料）の開始 トイレ市場は、当初予定していた住宅ディベロッパー市場以外の市場の可能性を調査し、大規模農園の社宅を有力な市場として発掘した。</p>
第5回現地活動	<p>第2回小規模実証試験結果を受けたトイレとコンポストの改良(1) トイレの搬送性能を改善した。尿由来肥について、農業比較試験を実施した。KIOF製の人糞由来のコンポストの安全性を確認した。</p> <p>事業化を想定した大規模実証試験の準備(1) 大規模実証試験のサイトおよび協力企業を選定し、協力を取り付けた。</p>
第6回現地活動	<p>第2回小規模実証試験結果を受けたトイレとコンポストの改良(2) トイレおよびその建屋の改良モデルを開発した。KIOFのガイドラインに沿って、トイレでたまった便のコンポスト化を開始した。尿液肥とともに、便コンポストの農業比較試験を開始した。</p> <p>事業化を想定した大規模実証試験の準備(2) 大規模実証試験の協力パートナーを確保し、必要な許認可・ライセンスを確認した。また、モニター向けのKIOFサイト説明会を実施し、理解を得た。肥料モニターの候補者を選定した。</p> <p>本格的な市場調査の継続(1)</p>

実施工程	活動概要
	<p>トイレ市場に関しては、ターゲットの絞り込み条件を設定、3つの潜在的市場を絞り込んだ。肥料市場に関しては、規模の異なる農家へのヒアリングを実施し、農家規模によって異なるニーズを明確にした。</p>
第7回現地活動	<p>第2回小規模実証試験結果を受けた現地普及のためのモデル決定 試験結果による改良を重ね、ケニア市場のメイン商品を決定した。KIOFガイドラインに基づいて生成された便コンポストの安全性を確認した。農業効果検証を継続実施した。</p> <p>事業化を想定した大規模実証試験の準備(3) 大規模実証試験の相手国政府側協力者（ナクルカウンティ）の協力を取り付けた。肥料モニターへの説明会をKIOFにて実施した。大規模実証試験の計画を完成させた。</p> <p>本格的な市場調査の継続(2) トイレ市場に関しては、絞り込んだ3つの潜在的市場のうち、長屋オーナーを設定して調査した。肥料市場に関しては、便コンポスト（土壌改良材）の市場について詳細を分析した。</p>

1.5 実施日程・要員計画（実績）

(1) 第1回現地活動（2014年4月5日～5月11日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
今井 茂雄	4月10日～5月11日	現地機関との共同推進に向けた交渉
中宮 敏博	4月28日～5月11日	導入するGTS の現地組立 実証試験住宅への設置指導
三木 剛	4月24日～5月8日	現地市場・商流調査と営業開拓
山上 遊	4月5日～	現地機関への詳細説明 契約等に向けた準備、事務局
坂田 泉	4月20日～5月10日	実証試験サイトの住宅建築の監督・指導
Dick Olango	4月10日～5月15日	実証試験サイトの住宅建築の監督・指導 現地機関とのミーティング調整
Emmanuel Mutisya	4月24日～5月8日	政府機関を中心としたミーティング調整 現地市場・商流調査と営業開拓支援

(2) 第2回現地活動（2014年9月6日～12月21日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
北村 総謁	10月10日～10月25日	現地機関との共同推進に向けた交渉
中宮 敏博	10月18日～10月30日	GTS 実証試験 最終調整 JKUAT 共同研究調整
山上 遊	9月6日～11月5日 11月27日～12月21日	現地機関への詳細説明 契約等に向けた準備、事務局 農業試験に向けた準備 JKUAT 共同研究調整
坂田 泉	10月5日～10月26日	実証試験サイトの建築の監督・指導 現地交渉アドバイス
Dick Olango	10月5日～12月9日	実証試験サイトの住宅建築の監督・指導 現地機関とのミーティング調整

(3) 第3回現地活動（2015年1月4日～2月21日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
中宮 敏博	1月26日～2月7日	GTS 実証試験 改良 JKUAT 共同試験詳細調整
桑原 賢司	1月26日～2月7日	ビジネスモデル精査に向けた市場調査
山上 遊	1月7日～2月21日 11月27日～12月21日	実証試験や共同研究などの契約調整 ビジネスモデル精査に向けた市場調査
Dick Olango	1月14日 ～3月7日	実証試験サイトの現場環境構築 現地機関とのミーティング調整

(4) 第4回現地活動（2015年4月2日～5月22日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
中宮 敏博	5月13日～5月21日	実証試験機の設置工事 共同評価試験に向けた準備
桑原 賢司	4月20日～5月1日	ビジネスモデル精査に向けた市場調査
山上 遊	4月2日～5月22日	実証試験や共同研究などの契約調整 ビジネスモデル精査に向けた市場調査

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
Dick Olango	4月5日～5月30日	実証試験サイトの建設管理 現地機関とのミーティング調整

(5) 第5回現地活動（2015年6月2日～7月23日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
北村 総謁	6月28日～7月23日	現地ビジネスパートナーへの説明、協議・契約調整
中宮 敏博	7月5日～7月18日	モニターインタビュー、商品改良 共同試験慣習（肥料化、農業試験）
山上 遊	6月2日～7月23日	実証試験や共同研究などの契約調整 ビジネスモデル精査に向けた市場調査
Dick Olango	6月15日～7月8日	事業化に向けた土地・建屋・物流調査 トイレ建屋の設計とコスト積算

(6) 第6回現地活動（2015年9月18日～10月26日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
桑原 賢司	10月5日～10月18日	現地ビジネスパートナーへの説明、協議・契約調整
中宮 敏博	9月21日～10月4日	モニターインタビュー、商品改良 共同試験慣習（肥料化、農業試験）
山上 遊	9月8日～10月23日	実証試験や共同研究などの契約調整 ビジネスモデル精査に向けた市場調査
Dick Olango	10月6日～10月26日	事業化に向けた土地・建屋・物流調査 トイレ建屋の設計とコスト積算

(7) 第7回現地活動（2015年11月5日～12月16日）

業務従事者氏名	業務期間	主な担当業務
中宮 敏博	11月30日～12月11日	モニターインタビュー、商品改良 大規模実証試験 共同試験慣習（肥料化、農業試験）
山上 遊	11月4日～12月16日	実証試験や共同研究などの契約調整 ビジネスモデル精査に向けた市場調査

第2章 ケニアにおける水・衛生分野に関する開発課題と市場の可能性

2.1 水・衛生環境に関する開発課題

国土の約8割を乾燥・半乾燥地が占めるケニアでは、水源が非常に限られ、全人口4,670万人のうち、約1,730万人がまだ安全な水の確保が容易ではない⁴。下図のとおり、特に都市部では、安全な水へのアクセスが悪化しており、喫緊の課題となっている。これは、都市部への人口が急激に増加していること、そして未処理の下水が水源に流れ込むことで、貴重な水源が汚染され、安全な水の確保が容易ではないことが要因として考えられる。

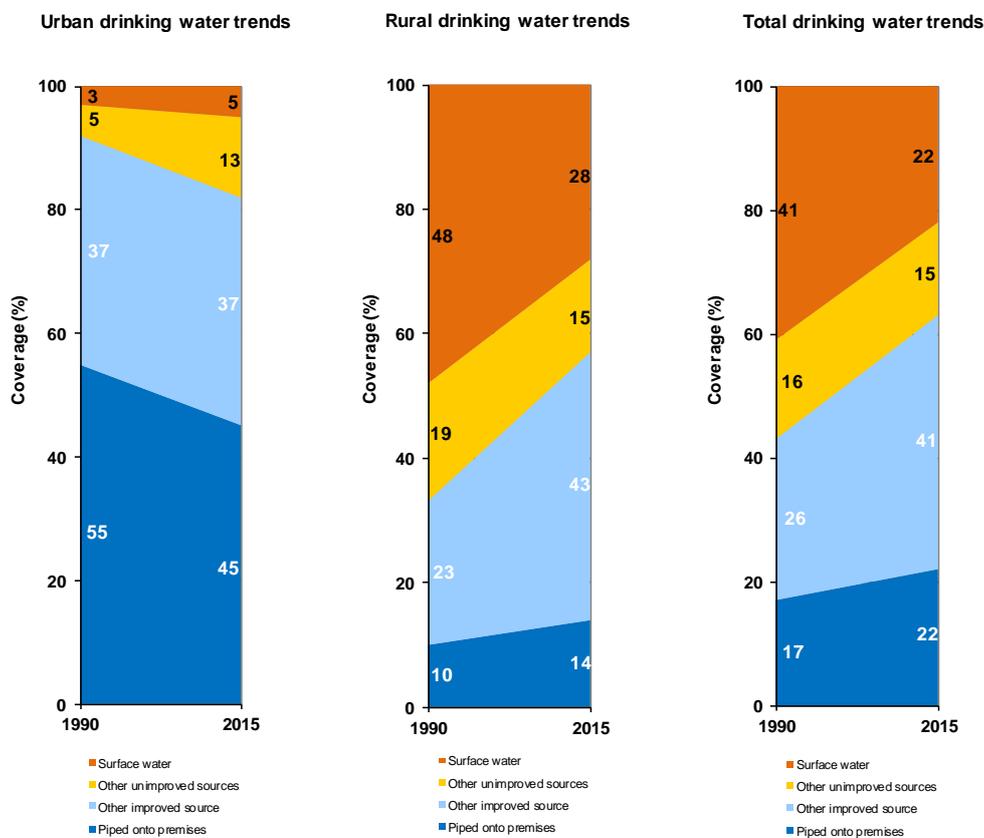


図 2-1 安全な水へのアクセスの変化

(出所：UNICEF and WHO, Progress on Drinking Water and Sanitation 2015 Update)

衛生分野に関しては、都市部・農村部ともに安全な衛生施設へのアクセスは改善されているものの、同施設にアクセス可能な人口の割合は1990年の25%に対し、2015年は30%と5ポイント⁵の改善に留まっている（下図の濃緑色部分を参照）。世界銀行によると、ケニアでは2,100万人は

⁴ Water.orgホームページより (<http://water.org/country/kenya/>、アクセス2015年12月17日)。

⁵ UNICEF and WHO, Progress on Drinking Water and Sanitation 2015 Update”

劣悪な環境で排泄を行っており、そのうち、560万人は屋外排泄となっている⁶。UNICEFによると、都市部における水洗トイレの普及は36.6%だが、非都市部では2%にすぎない。ほとんどが穴があるだけの伝統的な簡易トイレを利用しており（都市部の45.9%、農村部では73.4%）、安全な衛生施設の普及への絶対的なニーズが存在している。また、水洗トイレであっても、下水処理施設の状況としては、LIXIL調査によると、稼働率は低く、屎尿処理能力が不足し、未処理のままダンプサイトへ投棄されているケースを確認している。伝統的な便所や適切な下水処理設備が無い環境下での水洗トイレ利用により、周辺の河川、地下水などの水源汚染が懸念されている。

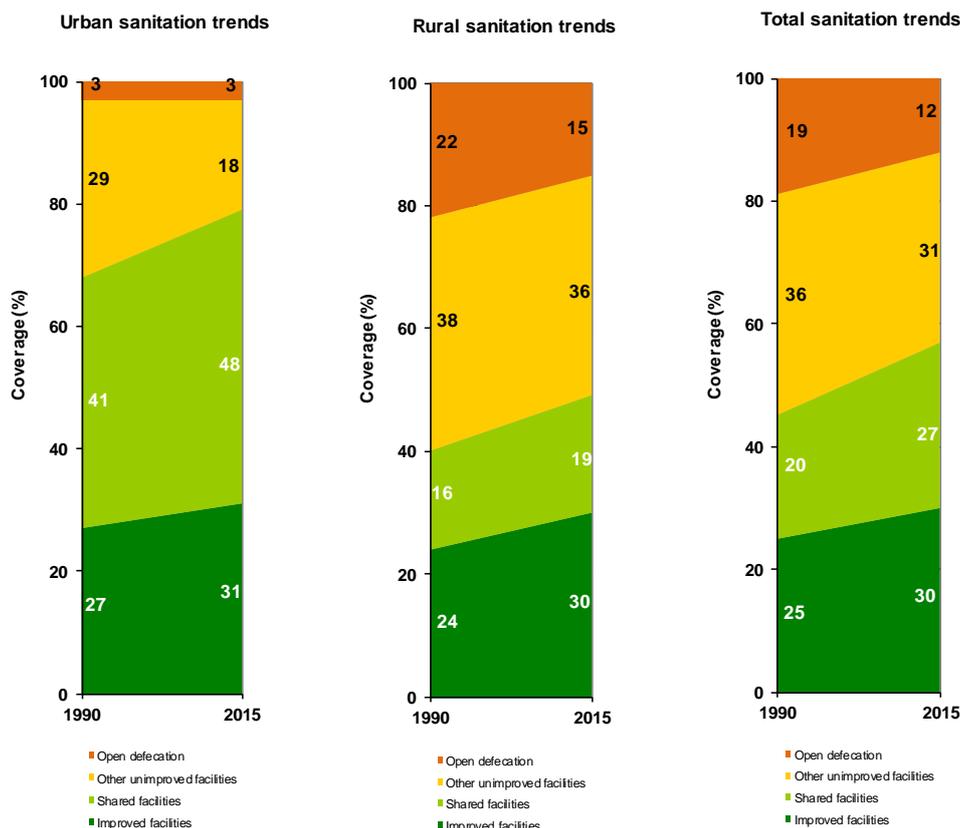


図 2-2 安全な衛生施設へのアクセスの変化

(出所：UNICEF and WHO, Progress on Drinking Water and Sanitation 2015 Update)

2.2 GTSの市場参入の可能性

前述のとおり、安全な衛生施設へのニーズは高いだけでなく、環境配慮や節水の観点から、GTSのような無水で環境にやさしいトイレの市場参入の可能性は高いと考えられるが、GTSの導入にあたっては、一定の購買力と規模があり、環境に対する配慮に理解をし、上水・下水のコストを負担できるターゲットを絞り込む必要がある。

本事業計画時には、下水処理として定期的な汚泥の引き抜きが必要となるような、下水インフラが不十分でありながら、拡大を広げるナイロビ郊外の住宅地をターゲットエリアとし、ターゲッ

⁶ Water and Sanitation Programme, “Economic Impacts of Poor Sanitation in Africa (March 2012)”

ト顧客は、個人の住宅を持つことができる中間所得層を想定していた。このターゲット層には、洗浄水量の多い、安価な中国製またはインド製の水洗トイレ（2,500Ksh⁷（3,000円）／個）が普及している。同トイレは1回当たり10リットルの水を利用するが、前述のとおり下水処理能力に課題があることから、汚水が垂れ流され、環境への影響も少なくはない。そこで、希少な水を使わないことで環境にやさしいGTSの参入の可能性を検討したが、本事業で実施した市場調査を通じ、ナイロビ郊外では、水道水や地下水が安価に得られることから、ターゲット顧客層は水洗トイレを強く希望していることがわかった。また、郊外の住宅地を建設する大手ディベロッパーは、水の供給に問題がないモダンな住宅を販売したいと考えているため、旧式であるピットトイレ（いわゆるボットン便所）は扱いたくないことが判明し、今後の市場参入の可能性は厳しいことがわかった。

そこで、本事業で実施した市場調査では、都市郊外の潤沢に水を得ることが難しいエリアにおいて、現在すでにピットトイレを使用している戸建て住民や長屋のオーナー、また輸出用作物を扱っており、環境に配慮する必要がある大規模プランテーションの農場・社宅用トイレとしての参入の可能性を検討した。その結果、長屋に関しては、ピットトイレの穴が屎尿でいっぱいになったらトイレごと建て替えている人たちがおり、その立替費用は5~8万Ksh（約6~9.6万円）と高く、10人を超える長屋の場合には2年程度で立て替えていることがわかった。また、立替えを行わずピットトイレの穴が埋まったら回収を依頼している人たちは、回収に一定程度の金額を頻度高く支払っていることが判明した。GTSの導入によって、立替えコストおよび回収依頼コストの削減に貢献できる可能性があることがわかった。大規模プランテーションに関しては、ヨーロッパへの輸出のために必要な環境規制や労働規制の遵守のため、トイレの整備や排水処理に多額のコストをかけているケースがあり、GTSの導入が、労働環境の改善や環境への配慮を低コスト実現するニーズを満たすことが判明した。本事業後においても実証試験を継続し、本市場の可能性を探る予定である。

⁷ 1ケニアシリング（Ksh）＝約1.2円（2015年11月）

第3章 事業実施内容と成果

3.1 第1回現地活動（2014年4月5日～5月11日）

(1) 実証試験に向けた準備

実証試験のためのプロジェクトサイトの選出および整備を行った。サイトは、現地NPO法人AMTが進める387戸のローコスト住宅開発地区があり、非都市部かつGTSの設置がこれから可能であったことから、ナイロビ郊外のカタニ地区（下図参照）を選んだ。

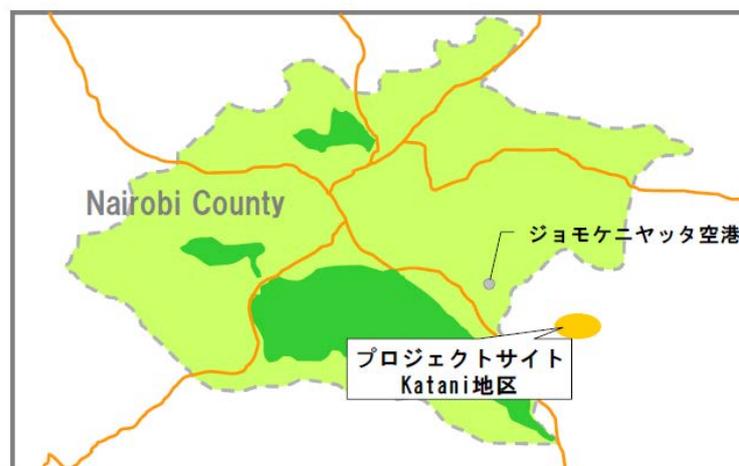


図 3-1 当初のプロジェクトサイト地図

実証試験のためのGTSの生産（機材は自社負担）においては、出来る限り現地調達を目指し、金属部材や樹脂パイプの加工は現地調達が可能であることがわかった。フレーム部分については現地委託生産を全12台中7台で施行した。検収の結果、多少の寸法誤差があるものの、許容範囲と判断し、納品した。日本より輸送した部品と現地調達部品の組み立ては滞りなく完了した。

プロジェクトサイトへのGTS設置は、住民からの要望（間取りや天井高）により住宅自体の設計の変更により、スケジュール変更を余儀なくされたが、ほぼ計画通りの日程で施工した。ただし、施工中も、建築物の寸法精度が著しく悪いことから、GTS導入に必要な幅が確保できないというトラブルが発生し、施工中断を余儀なくされるケースが頻発した。そのため、多少の遅れが発生したものの、最終的にはほぼ計画通りに12台の設置が完了した。

(2) 普及促進に向けた枠組み・基準策定に向けた協力関係の構築

GTSの普及促進に向けた枠組み・基準策定へ向け、ナイロビカウンティに対し、本事業の報告と今後の活動内容について説明を実施した。現在、同カウンティには、関連基準として水洗トイレに関する条例のみがあることから、GTSの普及のための枠組みや基準策定にあたっては、NEMAやKEBS等関係者間でワークショップを実施すること、また同カウンティからWSへの参加者選出への協力を取り付けた。また、実証試験に対して検討していたJKUATとの

共同研究に関しては、ナイロビカウンティの担当者を通じ、副学長との打合せを実施し、準備を開始した。

(3) 本邦受入活動

ナイロビカウンティにおいて、本邦受入活動案を提案し協議を実施した。しかし、以降の現地活動を進める中で、ケニア国内であっても本邦受入活動で想定される成果（提案GTSシステムに対する理解の促進、同システム管理手法の研修等）を得られる研修が可能であることから、本事業では実施しないことで決定した。

(4) 市場調査

ケニアですでにビジネスを実施しているLIXILグループ所属のGrohe社の協力の下、同社のネットワークを通じ、現地住宅ディベロッパーやディストリビューター等、6社へのヒアリングを実施した。

調査を通じ、エンドユーザーや民間ディベロッパーの節水意識は、LIXILの想定よりも低い事が分かった。主な理由としては、ナイロビ近郊の場合、上水道が整備されているエリアでは、政府設定の水道料金が安いこと、未整備のエリアでも地下水が手に入る事から、水の希少性への意識が低かった。

3.2 第2回現地活動（2014年9月4日～12月21日）

(1) 実証試験の開始

第1回現地活動で整備したカタニ地区の住宅開発エリアは、同エリアへのKenya Powerによる電気工事着手の遅れにより、入居開始の目処が立たず、トイレの利用の目処が立たないため、実証試験プロジェクトサイトを変更した。（協力機関である現地NPOのAMTは、次期住宅開発プロジェクトにて協力を検討すること、また、GTS撤退後はLIXIL負担にて水洗トイレを設置することで、実証試験サイトとして撤退することに合意を得た。）

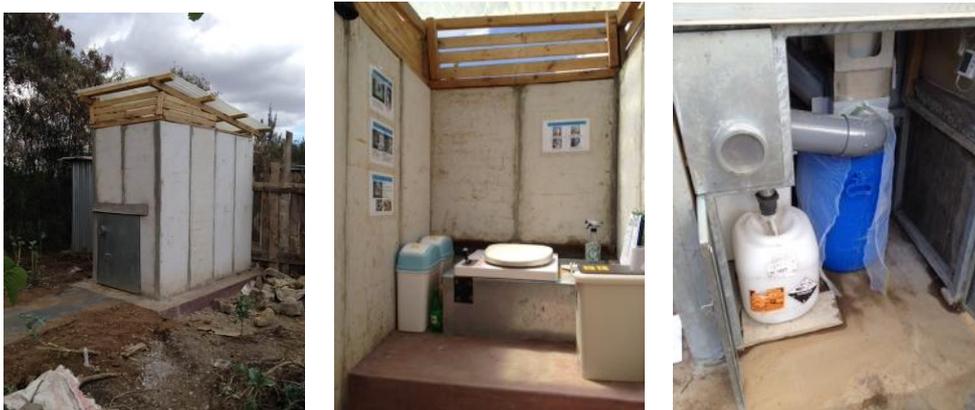
代替サイトとして、ナイロビ郊外のキテンゲラ地区にある日本人が代表を務める学校サイディア・フラハの教職員宿舎を選定した。ユーザーは6名であることから、GTSは1台を設置した。ユーザーに対し、プロジェクト概要、トイレの使用法、掃除方法、メンテナンス方法（尿尿の回収、堆肥化作業）に関する説明会を実施した。堆肥化に関しては、一部メンバーから抵抗感が見られたが、質問や提案（ティッシュの処理や便座に対する改善要望等）が挙がり、関心は高く、協議の結果、2014年10月から1年間の実証試験参加への合意を得ることが出来た。

また、同敷地内において、2015年1月より農業試験を実施することにも合意した。堆肥の有効性評価のため、ケニアの農業を熟知した農業コンサルタントの協力の下、NEMAやKEPHISの認証取得に向けた農業試験のための準備を実施した。また、JKUATに関しても、2014年6月にMoUを締結し、共同研究として、堆肥のKEBS認証取得を目指す農業試験の実施を行うことで合意した。



図 3-2 新しい実証試験プロジェクトサイトの位置とサイトの配置図

写真 サイディア・フラハに設置したトイレの写真（左からトイレ外観、内部、下部）



(2) 市場調査

ナイロビ近郊のベッドタウンであるBanana Hillの住宅を訪問し、エンドユーザーの水・衛生環境を調査した。同地では、上下水道インフラは幹線道路沿いには整備されているものの、各住宅へサプライ管を引くのにお金がかかることから、引けていない住宅も多かった。両住宅ともに、雨水貯留タンクを設けており、雨期の間には貯め、この水で乾期の3か月程度を賄っているとの事だが、すべてを賄う事はできず、近隣の水販売施設より、購入していた。トイレはともに汲取り式トイレを利用していた。深さ20mほどで、住み始めてから20年近く経っているが、まだ引き抜きはした事がなく、減容化のために、薬剤を年2回投入している。住宅内にて、家畜を育てており、その糞を堆肥として敷地内の農場にて利用しているため、GTSの堆肥利用も可能であることが判明した。

写真 市場調査訪問先住宅の様子



(3) 事業実施期間延長の協議とビジネスモデルの見直し

実証試験のプロジェクトサイト変更による実施計画の遅れのため、本事業の実施期間の半年間延長をJICAと協議を行った。その結果、当初は2015年10月までに1年半であった実施期間を半年間の延長し、2016年3月までの延長が決定した。

また、これまでの活動を通じ、ビジネスモデルを見直し、活動計画を改訂した。当初想定していたビジネスモデルは、都市郊外の個人住宅を持つことができる中間所得層をGTSのターゲットとし、LIXILはトイレ販売を実施し、GTSユーザー自身が回収・肥料化・肥料の利用の一連の流れを行うモデルを考えていた。しかし、これまでの現地活動を通じ、GTSのターゲットとしては、水洗トイレを強く希望する新興住宅地ではなく、都市郊外、特に水を得ることが困難なエリアで、住宅密集地にある共同・素掘式トイレを利用しているユーザーのニーズにより合致していることがわかった。そのため、GTS販売のターゲットを「都市郊外の個人住宅」ではなく、「都市郊外の住宅密集地の共同トイレユーザー」に変更することにした。また、GTSから生成する肥料は農家に販売することとし、LIXILがトイレ販売だけでなく、尿回収から肥料化を実施するモデルの確立を目指す。しかし、将来的には現地機関に回収から肥料化までの技術を移転することを想定している。

3.3 第3回現地活動（2015年1月4日～2月21日）

(1) 実証試験に基づくビジネスモデル検証着手

ケニア農業に精通した農業コンサルタントに試験農地の準備、および管理を委託し、実証試験サイトのサイディア・フラハにおいて、農業試験を開始した。農業サイトの土壌分析、コンポストの分析に基づき、試験作物と肥料分量を決定するとともに、ケニアにて一般的に用いられている化学肥料および牛糞肥料と比較試験を行うことになった。

また、堆肥販売のためのKEBS品質認証取得のためのJKUATとの共同研究に関しては、内容には同意しているものの、費用負担の点で協議は難航しているため、同試験で、KEBS取得を見据えた分析を進めることに決定した。

(2) モニターとの意見交換の実施

モニター4名と意見交換会を実施した。ハエや臭いなどの問題はなく、コンポスト化作業については、特に問題はないことが確認できたが、大便・小便を切り替えるハンドル操作が複雑である点、トイレ内部が暑い(明るさ確保のため、透過性の高い屋根材を使用していたため)、トイレの入り口(開口部)が換気性能向上のためではあるが大きすぎるため、埃が入る点に対する指摘があったため、今後の商品開発に活かすことになった。

(3) 認証取得に向けた環境調査の開始

ケニアにおいては廃棄物などの取り扱いに関し、NEMAの認証取得が必須であることから、NEMAの専門資格を有した民間団体による、環境アセスメントを開始した。専門家による現地視察を実施し、トイレ利用～農業試験に渡る全プロセスを説明したところ、コンポスト際との保護、堆肥による周辺環境への影響の未然防止のために試験区画に防水シートの設置、側溝の整備等、指摘事項を受けたため、対策を講ずることになった。また、アセスメントの書類作成に向けて、プロセスフローや駐在員事務所の認定証、モニター契約書などを提出し、2015年4月末までにはアセスメント完了を目指すことになった。

(4) 市場調査

無水トイレ市場調査(エンドユーザーヒアリング)として、ナイロビから30キロ圏内の新興住宅地のロンガイ地区、ウタワラ地区の調査を実施した。両地区ともに岩盤層が地表面に近く、住宅地として急激に発展しているものの、幹線道路沿いを除いて、上下水道インフラが未整備という特徴を持っている。4件の住宅を訪問し、ピットの建設コスト(穴+建屋)、引き抜き頻度、引き抜きコスト、困りごとなどをヒアリングした。その結果、工事費用として、穴掘り代に20,000Ksh～30,000Ksh(24,000円～36,000円)、メンテナンス代とし約2,000Ksh/月(約2,400円/月)かかっていることが分かった。現在の工事費用やメンテナンスコストを考えると、GTSのターゲットエリアになる可能性があるとして、事業性の検討を進めることになった。

トイレ市場調査と並行し、有機肥料としての魅力度の検証に向けて、以下の機関に対し、ケニアの有機農業市場の調査を実施した。

① SHEP 事務所

SHEPを推進する橋本JICA専門家にケニア農業事情のヒアリングを実施した。政府としては、収穫量の拡大が主目的である為、現時点では化学肥料を安価・安定供給が主流であることを伺った。有機農業や有機肥料市場については、これからの分野であり、市場としても未成熟であることが分かった。

② 有機農業学校 (KIOF: Kenya Institute of Organic Farming)

JKUATの近くにある有機農業の専門学校。元々は食糧危機への対策とした自助努力を進める学校であったが、有機野菜の価値向上に伴い、教育内容も変化している。家畜糞尿によるコ

ンポスト教育も実施しており、敷地内に実習用のサイトも保有する。GTS への関心も高く、同敷地内へのパイロットモデルの設置や研修プログラムの構築など提案が多く上がった。GTS の教育機関として協業可能な要素が多く、研修受け入れ先の候補のとして、精査を進めることとなった。

③ 有機農業協会 (KOAN: Kenya Organic Agriculture Network)

ケニアにおける有機野菜市場拡大に向けたプロモーション活動を行っている団体で、ケニア国内に40,000 の団体とのネットワークを保有する（前述したKIOF もその一つ）。輸出用、国内用共に有機野菜への関心度は高く、需要が伸びている。特に中間所得層が利用する大手スーパーマーケットも有機野菜の棚を設けるなど、国内消費の伸びが期待されることがわかった。農業試験結果などが明らかになれば、KOAN としてGTS をプロモーションする事は可能との意見が上がった。農業試験の結果がまとまり次第、実証試験現場へ見学会を実施することで、連携の可能性を探ることになった。

④ 有機野菜マーケット

高所得者層をターゲットに、定期的で開催される有機野菜マーケットを視察した。有機農家が集まるため、人間の排泄物由来の肥料利用に関して、ヒアリングを実施した。想定していたネガティブな反応は出ず、サンプルを持ってきてみればテストをすとの前向きな反応があった。

⑤ 農家訪問

キテンゲラカウンティの農家3 軒を訪問した。いずれの農家も牛糞堆肥と化学肥料を併用していた。化学肥料は政府補助金が出るが、その手間が複雑で、品質にも疑いを持っていることから、自前で調達していた。調達方法としては、牛糞、近隣の畜産農家から、トウモロコシの茎など家畜飼料になるものとの交換している。「牛糞堆肥」と説明を受けたが、実際は「乾燥牛糞」であり、牛糞堆肥としての性能を十分に生かしていない可能性が高い。訪問農家では、輸出用インゲン豆を育てており、輸出会社から農業指導や肥料提供、出荷品質ガイドラインの活用など様々なサポートを受けており、輸出作物と国内消費作物の生産では、肥料や品質に関して求められるレベルが異なり、そのために農家も様々な取り組みを行っていることが確認された。

写真 農家訪問の様子



3.4 第4回現地活動（2015年4月2日～5月22日）

(1) 現地普及に向けた現地標準化の推進

サイディア・フラハの実証試験において生成された排泄物由来の堆肥について、現地の分析機関において安全性や成分分析を実施し、共に問題ないことを確認した。併せて、農業比較試験にて栽培した作物に関して、周辺住民による官能評価の結果、コンポスト肥料の作物が青々としていることから、他に比べて高評価を得た。モニターからは「収穫して、食べたい」との意見が出たため、デモンストレーションの実施により、心理的なハードルは低くなることが確認できた。

表 3-1 農業評価試験概要

	第1バッチ	第2バッチ
概要	コンポストを利用したLIXIL肥料のプロットと、肥料なし、牛糞使用、化学肥料使用の3種類のプロットで栽培した作物について比較する。	
試験作物	ケール（75苗／プロット）	ほうれん草（48苗／プロット）
試験結果	乾季に加えて、ポンプ故障の影響から、LIXIL肥料以外のプロットはほぼ全滅。おがくずによる保水効果の好影響と分析される。	収穫量は、LIXIL肥料プロットは、第1バッチのケールの影響でほうれん草の育成が他に比べて若干悪い。また、同プロット育成の葉より、大腸菌が検出された。過熱すれば食用可能だが、発酵プロセスの改良を実施する予定。官能評価については、他に比べて高評価を得ることができた。

写真 第2バッチ農業評価試験結果



(2) KIOFとの肥料化プロセス改善の契約開始

牛糞コンポストのノウハウを持つ KIOF と共同で人糞コンポストのプロセス改善、および尿尿由来の有機肥料の普及を進めることで、4月から1年間の契約を締結した。設置するトイレは、第3回現地派遣で実施したサイディア・フラハにおける実証試験結果に基づき、改良したモデル（スクリーコンベア式）を新規に設置することが合意された。また、農業試験結果に基づき、コンポスト改良とともに、モニター試験を実施し、商品の確定につながる方向性が確認された。



図 3-3 KIOF実証試験地図 (上) と設置レイアウト (下)

写真 設置したトイレ



新型トイレ



トイレ外観



肥料化サイト

(3) 市場調査

候補地区に対して現地調査会社に委託し、ターゲット価格を決定するための市場調査を実施した。ターゲットとしては、トイレの設置費用や毎月のメンテナンス費用が比較的高額になる岩盤層のエリアを選定した。調査期間が2015年4月23日～30日。下図対象地区の420世帯を調査した。



図 3-4 調査対象地区（ウタワラ地区、オンガッタ・ロンガイ地区）

市場調査の結果、対象地区における水洗／非水洗トイレの利用状況はおよそ半々であることが判明した。非水洗トイレの場合、穴を掘る費用として1世帯あたり20,000～40,000Ksh (24,000～48,000円) がかかることがわかった。岩盤層は、水分の地下浸透が出来ずに定期的な汲み取りコストがかかっていることを想定していたが、本調査の結果、半数の住宅は地下浸透が出来ており、メンテナンスコストがかかっていないことが判明した。地下浸透が出来ていない住宅における汲み取りコストは年間10,000Ksh (12,000円) が平均であることがわかった。

上記市場調査に加え、尿尿由来の肥料の忌避感を最小化するため、食料以下の作物への利用を検討し、第一候補として、ケニアの特産物であるバラ農園（Twiga Roses）を訪問した。大規模農園は、周辺環境への意識が高いだけでなく、ヨーロッパへの輸出認証を得るために、多大な費用をかけて環境対策を実施していることがわかった。先方からは、安全性や効果のデータが提示できれば、肥料の利用が可能との回答を得ることができた。また同農園の社宅トイレの環境改善のため、GTSを提案したところ、労働者のための環境整備も企業責任として重視していることから、関心が示されたため、今後アプローチを継続する。

また、尿尿由来の肥料需要把握を目的に、現状のケニアにおける有機肥料市場の調査を調査会社とともに実施した。その結果、市場規模は小さいものの、大手肥料会社が取扱いを始めるなど、今後拡大する可能性を確認した。

(4) JKUATとの共同研究の推進（安全性評価試験）

JKUATと6ヶ月間の安全性分析および肥料効果の検証のための合同研究の詳細が合意された。費用やアウトプットは、LIXILとJKUATですべて折半とし、総費用として240万Ksh（288万円）が見込まれている。前述したKIOFで生成した肥料をサンプルとして、分析・評価を実施することで合意した。

3.5 第5回現地活動（2015年6月2日～7月23日）

(1) 現地普及に向けた現地標準化の推進：KIOFにおけるトイレと肥料化プロセスの改良

第4回現地活動にてKIOFに設置することで合意した改良したモデル（スクリーコンベア式）は、搬送性能が想定以下であったため、部品を改良し、入れ替えを実施した。製造面においては、搬送用スクリーがケニアでの現地生産が困難であることが課題として見つかった。肥料化プロセスに関しては、KIOFのガイドラインをベースに生成し、成分・コストを調べることで合意した。

農業試験に関しては、4区画（水のみ区、KIOF液肥区、尿液肥区、添加剤入り尿液肥区）を用いた比較試験を開始した。試験作物は、ケニアにおける一般的な作物であるキャベツ、メイズを用いた。3ヵ月後を目処に、試験農場にて周辺農家を招いたワークショップの実施を計画した。

なお、14年10月より、1年間のモニター契約を結んでいたサイディア・フラハについては、課題の洗出しを終え、課題解決としてKIOF実証試験サイトが稼働し始めたことから、モニター終了を決定した。

(2) 事業化を想定した大規模実証試験の準備

前回までの調査では、トイレの利用から尿尿回収、肥料化、運搬、施肥、収穫の一連の仕組みの確立に焦点を置いてきたが、第5回からは確立した仕組みがスケールアップしても成立するか、大規模実証試験を実施することを決定した。大規模実証試験のモデルは以下のとおり。大規模農園で試験を実施することで、複数台からの尿尿回収による回収作業の検証、収集される尿尿が増大したときの肥料化プロセスの技術確認、事業性検証に向けたイニシャルおよびオペレーションコスト、トイレおよび肥料販売価格等の情報収集を行うことになった。

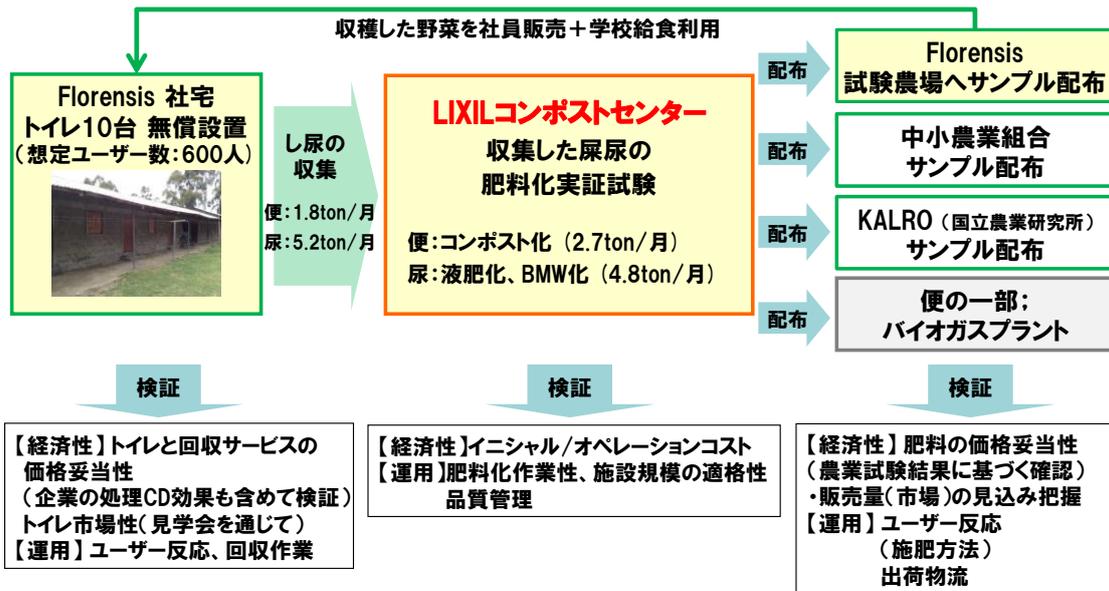


図 3-5 大規模実証試験概要

同プラン実施にあたり、現地大規模農家を対象とする環境コンサルタント会社と契約を結び、大規模実証試験実施のための必要許認可の準備を開始した。実施地区は、ケニアから車で2時間の都市ナイバシャを選定した。ケニアの花弁農業の中心地であり、大規模農園が多数存在するが、EUへの輸出基準クリアのために周辺環境（特にナイバシャ湖への排水制限）や労働環境へのインパクトを最小化するためのコストがかかっていることから、経済的に環境保全ができるGTSの参入の可能性がある。また、ナイロビ周辺に比べ、農業規模が大きく、農家単位での肥料の購入の可能性も高い。また、下水道普及率は低く、人口の85%がボットン便所を利用している（KNBS Census 2009）。



図 3-6 ナイバシャの地図

今回、試験に協力するFlorensis社は、バラ、カーネーションなどの花卉苗生産業者である。主にヨーロッパの花弁農家向けに輸出販売をしている。同社従業員は約600人、約300戸の社宅や学校を保有している。GTSの利用により、社員向けトイレ環境の整備、周辺環境への付加低減に加え、維持費の削減が期待できることから、今回の合意に至った。

生成された肥料の試験利用先としては、同社だけでなく、KALRO (Kenya Agriculture and Livestock Research Organization) や農業省ナイバシャ局を候補として調査を行った。KALROからは、試験作物として、チューベローズ (Tuberose) の提案があった。この作物は、高付加価値作物ながら、消費する肥料の量が多いことから、小規模農家では栽培できず、産業として伸び悩んでいる。尿由来の安価な肥料が入手できれば、新たな産業として期待できることがその理由である。農業省ナイバシャ局では、農業試験の協力先として除虫菊 (Pyrethru) 組合の紹介があった。除虫菊は、90年代には世界シェアの70%をケニア産が占めていたが、組合の腐敗から農家離れが進み、今では2%シェアまで落ち込んでいるため、このシェア回復を目指し、ケニア政府としても優先している植物であることがわかった。両作物ともに食用ではないこと、またケニア国内で加工となり尿由来であることへの規制がないことから、適切な試験作物として決定した。

(3) 安全性評価試験

ケニアにて流通している有機堆肥、および共同研究を進めているKIOFで実施した実証試験で生成したコンポストの組成分析を実施した。その結果、人糞堆肥の成分が、他堆肥に比べて遜色がないことを確認した。現地の農業専門家より、三大栄養素 (窒素、リン、カリ) のバランスから、農業の初期段階に適しているとのコメントが得られた。

JKUATとの共同研究進捗に関しては、契約書を作成したが、JKUATの法務で確認中であるものの、協議期間が長く続き、本事業期間中に結論が出ない可能性も高いため、先方の回答次第により、共同研究の中止も視野に入れた協議を進めることとなった。

(4) 政府機関への訪問および他ドナーへの説明会の実施

ケニア政府系の取組みや事業開始に向けたライセンスの取得方法などの、最新情報を収集する為に、6月7日、JICAケニア事務所 黛氏と共に、水省、保健省を訪問した。下水処理を管轄する水省では、サニテーション改善を目的とした活動は実施していないことや、ライセンスに関してはカウンティ毎に条例を持ち、管理をしている事がわかった。

保健省の訪問は本事業前の訪問に続き、2回目になるが、前回訪問の時にはなかった、民間企業との連携プログラムの紹介があり、衛生問題改善のテクニカルワーキンググループ(TWG)へ参加する許可を得た。6月19日のTWGミーティングにてLIXILの活動を報告した他、ケニアにおける他団体の活動状況など情報収集が出来た。今後とも継続的に参加し、情報収集だけでなく、実証活動の報告など普及活動の場としても活用していく。

写真 保健省におけるTWGでの発表の様子



3.6 第6回現地活動（2015年9月8日～10月26日）

(1) 現地普及に向けた現地標準化の推進

第5回現地活動より継続して実施しているKIOFにてモニター試験の進捗を確認した。前回改良した搬送不良のトラブルは解消され使い勝手がよいという声があったが、タンク式に比べて、便がしばらく見えてしまうことによる心理的な不満が高く、改善要望が出ているため、改良を進めることになった。

また、これまでのモニター試験により、ケニア市場向けにはスクワット式のニーズが高いことがわかったため、開発を行い、モニター試験を開始した。ユーザー表は良好であるが、床面への尿の飛び散りが発生しているため、メンテナンス者の意見も聞きながら改良を進める必要があることが判明した。



図 3-7 改良スクワット式トイレ

さらに、これまでの実証試験の中で、トイレ建屋の建設精度が悪く、工期が長引いたり、建屋側

の原因でトイレ空間としての快適性が想定以下になったりすることがわかった。一般的なトイレ建屋は石造りを基本としていることから、建屋重量を支持するための基礎工事のコスト増も問題となっていた。そこで、軽量かつ現地の大工でも精度が高く建設ができる建物として、プレカット木材を活用したトイレの建屋開発に着手した。

肥料プロセスに関しては、コンポスト化に適した便の量が溜まったため、KIOFの手順に基づき、ケニアにて手に入りやすい資材を活用し、コンポスト化を開始した。

農業効果検証については、前回開始した尿液肥試験の状況を確認したところ、メイズについては大きな差がないが、キャベツはKIOF液肥について、生成期間の気温が高く、窒素が気化してしまっており、生育状況は悪かったことが判明した。再生成したKIOF液肥を使って植え替えをしたところ、同等の育成状況が確認された。

また、尿液肥試験に加え、便コンポストを用いた農業比較試験を開始した。比較作物はケニアで一般的なマメ科の植物を選定し、「便コンポスト」「KIOFコンポスト」「一般的な牛糞堆肥」「何もし」の4区画の比較を開始した。施肥量は、窒素量を同量になるようにしたため、大きな差は出ていないが、葉の大きさなどの外観は「便コンポスト」の生育状況がよいことが判明した。リン、カリのバランスが良いことが要因のひとつと考えている。

(2) 事業化を想定した大規模実証試験の準備

前回策定した大規模実証試験の実施体制を整備した。協力会社Florensis敷地内にて、10台のGTS設置場所を決定した。住宅地区だけでなく、農場地区にも設置し、全ユーザーの人数は約100人を想定した。ユーザー代表へのKIOF見学会を実施し、トイレや肥料について説明を実施し、新しいトイレへの不安感を払拭するとともに、プロジェクトを理解してもらうことができた。また、実証試験期間中に生成される肥料をモニターとして利用協力してくれる可能性のある近隣農家を訪問した。いずれの農家も理解を示し、モニター利用の合意を形成することができた。また、次回現地業務にて見学会を実施することになった。

また、同実証試験は1年間を想定しているが、必要な許認可・ライセンスを確認できた。「試験」という目的ならばライセンスは容易に取得できることがわかったが、建物建設に関しては、試験にかかわらず、建設許可が必要になるため、申請準備を開始した。土地取得や各種契約に関しては、契約時のリスク回避を目的に現地大手法律事務所に相談の上、進めることになった。

(3) 安全性評価試験

ケニア国立農業研究所（KALRO）とともに、施肥効果とケニア市場への排泄物由来肥料の普及に向けた共同試験を進めることで合意した。KALRO内の試験圃場にて、チューベローズを対象作物として比較試験を実施することになり、2016年3月には、LIXILが主催予定のワークショップにて中間報告プレゼンテーションを依頼し、協力を得ることができた。

JKUATとの共同研究は、前回から引き続き協議が難航しており、共同試験は困難であると判断した。しかしながら、JICAのAfrica-ai-Japan Project等の協力を得て、たとえばJKUAT学生のインターン採用や研究発表会への協賛などを念頭に、よい関係を維持する方策を考えることになった。

(4) 市場調査

これまでの市場調査に基づき、以下のようなトイレのターゲット市場を分析した。ターゲットの条件としては、①上水・下水（汚物処理）のコストを負担している、②購買力がある、③集中的に存在している、の3つに絞り込んだ。同条件に見合う顧客としては、大規模実証試験の協力会社のような大規模農園に加え、低所得者向けの都市郊外の長屋および都市郊外の戸建というターゲットを選定した。長屋に関しては、ピットラトリン型のトイレが複数設置され、GTSの販売価格とほぼ同じコスト（5万Ksh、6万円）で買い替えを実施していることがわかった。都市郊外の戸建については、屋内に水洗トイレ、屋外にピットラトリン側を設置するケースが多いことがわかった。岩盤層のエリアや地下水位が高いエリアなど、ピットが深く掘れない地域においては定期的な屎尿回収を実施しており、年間12,000Ksh～20,000Ksh（14,400～24,000円）程度かけていることがわかり、ランニングコストの削減のため、GTSの参入の可能性があると想定される。これらの市場の可能性を見据え、引き続き、市場調査を実施することが決定した。

3.7 第7回現地活動（2015年11月5日～12月16日）

(1) 現地普及に向けた現地標準化の推進

これまでの現地調査を受け、稼働状況が良好と確認できたスクリュコンベア式を、スクワット式化した。その結果、床への飛び散りによる汚れは現時点でも課題ではあるが、ユーザー評価は良化した。また、スクリュコンベア式は、室内空間の快適性（臭いやハエの発生）の良化とともに、便がオガクズと混合された状態で貯留されるため、回収作業・コンポスト化作業を実施しているローカルスタッフの評価もきわめて高かった。さらに、既存のピットラトリンの建屋を生かした状態でのリフォームも可能なため、事業を見据えた大規模実証試験ではスクリュコンベア式×スクワット式をメイン商品として導入することが決定した。

KIOF手順に基づく肥料化プロセスの実施に関しては、第1バッチのコンポストが完成した。現地の民間分析機関による分析によると、成分、安全性とともに問題ないことが確認された。本手順をベースにして、肥料化を実施することで決定した。

継続中の農業効果試験については、尿液肥試験ではキャベツが収穫期を迎えたため、評価を実施した。4区画とも、外観や収穫量に関しては有意差が見られなかったが、専門家によると、初回であるため、土壌性能が同等であり、追肥した液肥の影響が少なかった可能性が推測されるとのことから、同じ土壌で今後も継続実施することで、土壌性能の変化による効果を検証することにした。なお、キャベツの葉の微生物測定を実施したところ、LIXIL肥料には糞便性大腸菌が少ないことが確認され、微生物による殺菌性能もしくは微生物分布の優位性が認められた。

便コンポストの試験も引き続き継続実施中であるが、初期は便コンポストの生育状況が良好であったものの、現時点では大きな変化は見られていない。2016年1月に収穫可能になるため、収穫で着次第、定量的に結果を比較する予定である。

写真 尿液肥（左）および便コンポスト（右）比較試験



(2) 事業化を想定した大規模実証試験

試験地区のナイバシャがあるナクルカウンティ環境局を訪問し、会社概要および実証試験について説明をしたところ、高い関心が示された、今後の実施について支援を取り付けることができた。

また、前回の活動にてコンタクトを取った農家のうち、組合員13,000人が所属する最大規模のMuki Cooperative Societyから3名をKIOFに招待し、肥料モニター候補への説明会を実施した。トイレやコンポスト場、試験圃場を見学し、実際のコンポストやその分析結果を見せることで不安感を払拭するとともに、背景や主旨まで理解を得ることができた。圃場で説明したメイズの育成状況が良好なことから、有機肥料による土壌改良に期待をよせるなど、積極的な意見が聞かれた。2016年1月から土壌分析を開始し、KIOFで生成された便コンポストをサンプルとして配布し、先行モニターを実施することで合意した。

写真 KIOFでの説明会の様子



(3) 市場調査

前回調査で絞り込んだ可能性のあるトイレ市場として、都市郊外の長屋オーナーについて調査を実施した。ケニアの住宅統計情報によると、都市部人口のうち、長屋住人は20%。世帯数では61.2万世帯となる。6世帯で1つのトイレを共有していたと仮定すると、長屋トイレの数は10.2万台となる。GTSでの年間切替率を1%とすると、年間販売台数は1,052台/年の見込みとなる。ナイロビ郊外の長屋密集地区での調査（5地区、190長屋）の結果、共同トイレの穴が埋まった際に立替を行う長屋は少ないことがわかった。多くの長屋は、回収を行うタイプ（エグゾスターズ長屋）であることがわかった。さらに、回収のため、トイレ維持費として7,000~30,000Ksh（8,400~36,000円/年）を支払っていることが本調査で明らかになった（下表参照）。GTSの導入によって、この

維持コストの削減が可能となることから、同市場について引き続き検討をすることになった。

表 3-2 長屋密集地区（5地区）におけるトイレの穴が埋まった際に立替をする長屋の割合

	調査長屋数	立替え長屋	エグゾスターズ長屋
Kangemi	51	10	41
Utiru	51	6	45
Kawangare	19	3	16
Ongata Rongai	31	1	30
Kitengela	38	1	37
	190	21	169

表 3-3 長屋密集地区（5地区）の回収費用（トイレ維持コスト）

	平均依頼期間	1回あたり平均コスト(Ksh)	備考
Kangemi	3カ月	7000-8000	100人規模の長屋が多くある。狭いエリアに長屋が集中
Utiru	6カ月～1年	30000程度	トリートメント剤を使用し、嵩を減らしている長屋がある
Kawangare	3カ月	9000-10000	セプティックタンクにつないでいるため穴を掘らなくてよい長屋がある
Ongata Rongai	1年程度	7000-8000	
Kitengela	3カ月	10000-15000	地盤が固く深い穴が掘れないためコストがかさむ。フラットが多く長屋の数は多くない

肥料市場に関しては、便コンポスト（土壌改良材）の潜在顧客の特定と市場の規模の推計を行った。作物、地域、規模が異なる52農家へのヒアリングに加え、土壌改良材販売者へのヒアリングを実施した。その結果、土壌の問題は全農家に認識される課題となっており、生産性を向上させるため、クロープローションや牛糞施肥で対策をしているが、効果があったと回答しているのは半数のみであった。土壌の問題に対し、有効な解決策が求められているが、まだ決定的な取り組み・商品が普及しているわけでないことがわかった。

表 3-4 調査対象農家の土壌問題に対する対策

	メイズ	さとうきび	ポテト	バナナ	牧草	紅茶	コットン	タバコ	小麦	総計
クロープローション	13	2	1	5	5	1	3	4	3	37
牛糞施肥	8	0	1	4	3	3	2	3	2	26
NPKを施肥する	0	0	4	2	0	0	0	0	2	8
化成肥料使用減少	5	0	0	1	0	0	0	1	0	7
液肥使用	3	1	1	0	0	0	0	0	1	6
作物かすを燃やさない	3	0	0	2	0	0	0	0	0	5
DAPを使わない	2	0	0	1	0	0	0	0	1	4
土地を休ませる	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
葉をまく	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ライムを与える	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

表 3-5 調査対象農家の土壌改良材使用状況

	メイズ	さとうきび	ポテト	バナナ	牧草	紅茶	コットン	タバコ	小麦	総計
Phymyx	5	5			4	3		5		22
Mavuno	3						1			4
AgroMax	1		2						1	4
Neem Gold			1							1
総計	9	5	3	0	4	3	1	5	1	31

	大規模	中規模	小規模	総計
Phymyx	11	7	4	22
Mavuno	2	2		4
AgroMax	3	1		4
Neem Gold		1		1
総計	16	11	4	31



	牛糞	Phymyx	Neem Gold	Mavuno
原料		マッシュルーム培養土	樹木Neem	NPK+PH調整成分
認識のされ方	生産性は上げないが、土をやわらかくし、生き返らせる	早期に生産性への効果も実現可能。 有機の土壌改良・肥料	生育中にも溶かして使える有機肥料	酸性化した土に使う PH調整剤
価格		50kg 2,600ksh 1acre 9,100ksh (1acre175kgとして)	25kg 1,750ksh	1acre 9,000ksh
使用農家	作物に抛らず、中小～大規模までカバー	中小～大規模までカバー 年間売上7,200万Ksh	花卉、 商業大規模農家	メイズ農家

図 3-8 土壌改良材の競合商品一覧

また、全メイズ農家15のうち、9農家が土壌改良材の使用経験があり、そのうち5農家がPhymyxと呼ばれる商品を使用していた。なお、土壌改良材を使用したことのある31農家のうち、22の農家が同商品を使用していた。土壌改良材の使い方は、費用節約のために毎年ではなく2~3年に1回の使用で、メイズ農家の場合は1エーカーあたり200Kgを使用する。農家のほとんどは、土壌改良材は即効性があるものと認識しており、ワンシーズンで効果が見られないと「効果がない」と判断することもあることがわかった。

土壌改良材の競合商品は上図のとおりだが、現時点で高いシェアを占めるPhymyxの売り上げ規模が土壌改良材の市場にほぼ等しいと考えられるところ、Phymyxの売り上げから2020年までの土壌改良材の市場規模は約1.4億Ksh（1.68億円）と推定される。また、土壌改良材を使っている割合が高いメイズ農地から推計すると、価格設定によって5億~45億Ksh（6億~54億円）の市場規模が考えられることがわかった。

表 3-6 土壌改良材市場シナリオ1：競合商品市場からの推計

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
期間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
売上	1	1,440	2,880	4,320	5,760	7,200	8,640	10,080	11,520	12,960	14,400
成長金額 (万Ksh)			1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440

現在の土壌改良材の市場規模

今後の市場規模
(このパイをPymyxと分け合う)

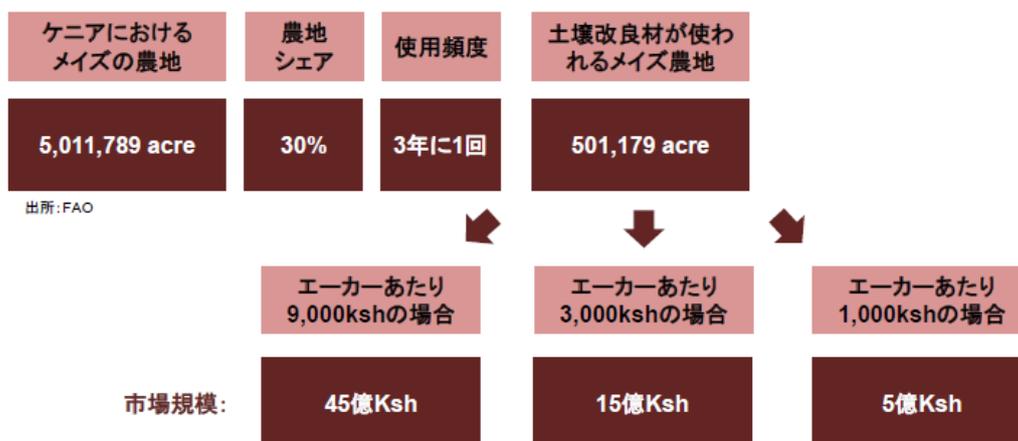


図 3-9 土壌改良材市場シナリオ2：メイズ農地からの推計

以上のように、農家によっては市販されている有機堆肥を購入利用していることが確認できたが、土壌改良材の市場はまだ確定しておらず、参入する余地はあるが、即効性が期待されているため、参入の仕方やポジショニング設定は十分に検討する必要があることがわかった。本事業終了後も引き続き、市場調査を継続することで対応する。

第4章 今後のビジネス展開およびODA事業との連携の可能性

4.1 本事業の成果および教訓

本事業では、GTSの普及のための実証試験と市場調査を通じ、GTSの生産・利用・肥料化という一連のシステムを確立するとともに、当初想定していた市場や商品を改良し、より現地のニーズにあったビジネスを展開するための基盤を築くことができた。

事業計画書において、事業実施に向け4つの基本方針を挙げており、その実施結果について、下記に記す。

<方針1> 実証試験を通じ、アフリカ向け商品（システム+研修プログラム）を完成させる

サイディア・フラハ、KIOFにおける2つの実証試験を通じて、現地に適した商品作り（改良スクワット式や安価なトイレ建屋）ができた。サイディア・フラハの実証試験で得られた課題の解決を日本に持ち帰るだけでなく、ケニアにおいて、家畜糞コンポストの知見を有するKIOFと共同研究を実施することで、現地風土に適合した商品作り、ならびに手順化に繋げることができた。その結果、肥料プロセスの改善がなされ、GTSの現地生産、利用、肥料化という一連のシステムを開発することができ、大規模展開のための仕組みが確立された。また、実証試験とともに平行して実施された、トイレおよびトイレから生成される肥料（尿液肥および便コンポスト）の市場調査によって、今後のビジネス展開のためのターゲット選定や、ケニアでは新しい尿尿由来の肥料市場の可能性と参入時の留意点が明らかになった。

<方針2> 実証試験サイトを見学会や研修の場として活用し、システムへの理解促進と顧客の獲得につなげる

顧客候補となる大規模農家や農業組合などを対象に見学会を実施した。トイレ本体では、一般的なボットン便所に比べて、臭いがなく快適であることに高い評価を得ることが出来た。本事業開始時点では、排泄物由来の肥料について心理的な抵抗感が懸念点として挙がっていたが、見学会にて堆肥の成分分析結果や安全性分析結果の説明や、完成した肥料に直接接触した事、肥料用いた試験農場を見学したことで、抵抗感が払しょくされ、理解を得ることができた。

<方針3> 政府機関を巻き込み、循環型無水トイレシステムの規格基準作成や普及促進に向けた法令・枠組作りを行う

当初、ナイロビカウンティより、枠組みの必要性について理解を得たものの、実証試験予定サイトの工事の遅延という予期せぬ事情によりサイトを変更せざるを得ず、同カウンティ内での実証試験サイトがなくなったため、ナイロビカウンティとは具体的な協議に繋げることが出来なかった。しかしながら、ナイバシヤの大規模実証試験では、現実場面に近い形で運用確認が出来るため、これを活用して、ナクルカウンティと協議を進める。

<方針4> 普及促進のキーマンに対し、日本にてGTS 管理手法やコンポスト評価など研修を行う

ケニア国内にて一連の流れを確認できる実証試験サイトをKIOFに整備したことで、現地の事情に合わせた経済的かつ効果的な研修を提供できるようになったため、今回は日本への招聘事業は実施しなかった。

事業計画時に比べると、いくつかの計画変更が余儀なくされたが、本事業で得られた主な教訓は以下のとおり。

(1) 現地実施体制の構築

本事業では、本システムの安全性・有効性の評価を担う教育機関として、JKUATとの連携の可能性を追求した。しかしながら、JKUATの連携は、MOUで枠組みや内容を定めたが、実施に至ることはできなかった。JKUATのような大規模な教育機関との連携は、指導教授や研究者・学生の研究対象や能力に左右されるだけでなく、手続きや費用分担の協議に想像以上に時間と手間がかかることが判明した。しかしながら、今後は学生のインターン受け入れや研究発表会への協賛等で協力しながら、良好な関係を継続する予定である。

JKUATに代わって本システムの安全性・有効性の評価を担う協力機関として、現地で広く農業関連機関に情報収集する中で見つけたKIOFや現地コンサルタント等と協力することで、予定通り農業比較試験を実施し、本システムで作られた肥料の有効性と安全性を証明することができた。

(2) 実証試験地の変更に伴う2段階方式の採用と対象カウンティの変更

当初の実証試験予定サイトにおいて、電気工事の遅延により入居が遅れるという想定外の出来事があったが、予定サイトの関係者には今後の住宅開発プロジェクトへの協力を約束し、良好な関係を継続しながら撤退した。そして、実証試験をまずは開始することを優先し、小規模で実証してから大規模に切り替えるという2段階方式を採用し柔軟に対応した。小規模でも実証試験を実施したことで、次の協力機関（KIOFやナイバシャのFlorensis社）にサイトを見せることができたことから、スムーズに協力を取り付けることができた。

しかし、小規模実証実験も大規模実証試験も、当初から本事業の制度化に協力を得ていたナイロビカウンティの管轄外となり、新たなカウンティと協力関係を構築する必要があった。新たなカウンティであるナクルカウンティには、実証試験サイトでの実例を見学してもらうことで本事業の内容や意義を理解してもらい、今後の協力を取り付けることができたことから、まずは小規模でも実証を開始するという2段階方式は現地協力体制の構築に有効であったと考えられる。

(3) ODA事業としてのタイムライン

(1)と(2)に関連するが、本事業では、応募・計画立案時点から実際に事業始めるまでに一定の時間があったこと、また事業期間に限りがあるため、(1)や(2)のような想定外の変更や時間のかかる協議を行うことが難しかったが、延長ができたことで、目指していたGTSの普及のための実証試験と市場調査を通じ、GTSの生産・利用・肥料化という一連のシステムを確立するとともに、当初想定していた市場や商品を改良し、より現地のニーズにあったビジネスを展開するための基盤を築くことができた。

(4) ビジネスモデルの変更

本事業開始時は、GTSのターゲットを非都市部の個人住宅を持つことができる中間所得層とし、LIXILはトイレ販売を実施し、GTSユーザー自身が回収・肥料化・肥料の利用の一連の流れを行うモデルを考えていた。しかし、早い段階で、中間所得層が好む新興住宅地は水洗トイレを強く希望することが判明した。そこで、節水という商品の特性に着目し、都市郊外、特に水を得ることが困難なエリアで、住宅密集地にある共同・素堀式トイレを利用しているユーザーを調査し、新たなニーズを掘り出すことができた。その結果、GTS販売のターゲットを「非都市部の個人住宅」ではなく、「都市郊外の住宅密集地の共同トイレユーザー」に変更することにした。また、GTSから生成する肥料は農家に販売することとし、LIXILがトイレ販売だけでなく、尿尿回収から肥料化を実施するモデルの確立を目指すことに切り替えた。ビジネスモデルの変更に伴い、肥料の市場調査を実施し、有機堆肥の可能性と留意点を明らかにした。ターゲットにあわせ、柔軟にビジネスモデルを再構築するとともに、必要な市場調査を追加で実施することで、今後の事業展開のための有益な情報を得ることができた。

4.2 今後の事業展開計画

LIXILは、トイレ製造・販売だけでなく尿尿回収業者と連携した回収システムと、処理業者または自治体に対して堆肥化の技術を提供するという、トイレの製造から回収・堆肥化まで一連のサービスを提供する。トイレ本体の販売と回収サービスの顧客は主に大規模農園オーナーと長屋オーナーを対象とする。また、NGO等のプロジェクトサイトにおいてもニーズがあれば、提供する。回収された尿尿からできた堆肥の販売先としては、尿尿由来の堆肥に抵抗が少ないと考えられる乳牛農家組合と苗農家を想定している。

なお、本事業をLIXILがインドネシアで実施した協力準備調査（BOPビジネス連携促進）「インドネシアにおける循環型無水トイレを利用した保健衛生改善事業」と比較すると、インドネシアでは尿尿回収業者がいないため、回収オペレーションを自社で行わなければならない、さらにユーザー側に回収に対して金銭を払う習慣がないため、回収にあたっては税を利用せざるをえないことから、自社の負担とリスクが高いと判断した。当初ナイロビも同じ状況ではないかと仮説を立てたが、ナイロビには民間の回収業者が存在し、人々は回収にお金を払う習慣があることがわかったため、民間の回収業者を使いながらユーザーが回収費用を負担する形で、トイレの製造から回収・堆肥化まで一連のサービスをLIXILが提供する、あるいは、LIXILが構築した回収・肥料化の仕組みを現地団体に技術提供することでビジネス展開が可能であると判断した。

今後トイレ顧客を大規模農園オーナー、肥料顧客を苗農家と想定したビジネス大規模実証試験をナイバシャで実施し、運用上の課題洗い出しや発生するコスト情報を収集し、最小限の投資にてビジネス実行に必要な情報を収集し、正確な判断に繋げる。2016年1月から同実証試験のための工事に着手、同年4月からモニター試験の開始を予定している。また、同試験と平行し、顧客開拓、技術改善等を実施する。大規模実証試験の結果を踏まえ、事業化の承認を受ける予定で進める。

なお、2016年8月～9月に予定されているTICAD VI開催時期には、現場見学会も含めたワークショップを実施し、プロモーション活動を実施することを検討している。

4.3 ODA事業との連携可能性

GTSの普及のためには、現在LIXILが確立を目指しているGTSの尿尿回収と肥料化のプロセスを、持続的かつある程度の規模で廉価に実施できる地方自治体と堆肥化施設の存在が重要となる。肥料化施設の建設・運営にあたっては、現地機関、特に地方自治体（カウンティ）と連携することが考えられる。地方自治体にとっては、GTSが普及できれば下水処理施設が不要となり、長期的に考えると、下水処理のための建設・維持コストを削減できることから、大きなメリットがある。そこで、地方自治体の下水処理サービスの改善のための、尿尿由来の肥料化システムの導入および肥料化施設の建設と運営のための技術協力が考えうる。肥料化の手順や施設運営のための技術移転に加え、施設整備・メンテナンス、また、パイロットでいくつかのカウンティで実施し、肥料化施設の運営モデルの策定といった活動が考えられる。

本事業の中で行なったSHEP事務所への聞き取りから、GTSの導入によって、衛生環境の改善だけではなく土壌改良のための有機堆肥活用が可能となることから、農業分野における技術協力プロジェクトの受益農家等へのGTS普及を促進することで、GTS生成肥料によって対象受益農家の土壌改善に貢献し、技術協力プロジェクトの効果をさらに促進するような、ゆるやかな連携の可能性が考えられる。

また、KIOFや現地NGOサイディア・フラハとの連携事例で見られるように、無償資金協力や草の根無償資金協カスキームにおいて、学校や医療施設等公共施設建設計画の際に、GTSを併設トイレとして導入することで、水へのアクセスが限られている地域においても衛生的かつ経済的なトイレの設置が可能となると考えられる⁸。

ODA事業案：ナイロビ近郊カウンティ屎尿処理能力強化プロジェクト

背景：住宅地が急速に拡大している非都市部においては、インフラ整備資金の不足により、ナイロビ郊外の宅地開発の停滞や下水処理インフラ整備が未熟な宅地開発が進み、未処理の下水が土壤に放出され、今後深刻な環境への影響が予想されるため、喫緊の対応が求められている。

目的：下水処理サービスが十分ではないナイロビ近郊カウンティのうち、いくつかのパイロットカウンティに対し、屎尿処理能力の向上を目指し、経済的なシステムとしてGTSを利用した下水処理のシステム(屎尿由来の堆肥化システム)を導入するとともに、下水処理に関する助言・指導を行なう。

実施機関：ケニア環境局およびナイロビ近郊カウンティの環境局

成果：

- (1) 各カウンティが経済的な下水処理システムを導入し、下水処理能力が向上する。
- (2) 各カウンティの民間業者・関連機関との連携による堆肥化能力が向上する。
- (3) 国家レベルにてGTSを利用した下水処理システムの導入ガイドラインが策定される。

活動案：現在の下水処理の状況と課題の把握、GTSを利用した下水処理に関する改善計画の立案、同計画の実施、GTS導入のための制度化、堆肥化施設の建設と運営のためのガイドライン作り、堆肥販売のための仕組み作り等。

実施機関：3年間

⁸ 外務省国際協力局開発総括協力総括課「ODAによる途上国のトイレ支援(平成27年3月)」による事例を参照。(www.cas.go.jp/jp/seisaku/kurashinoshitsu/bunkakai1/dai5/siryoushu2.pdf: アクセス日2016年2月20日)