

スリランカ国

スリランカ国

カキ殻を活用した自己処理型水洗式 バイオトイレの導入に関する案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 3 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

永 和 国 土 環 境 株 式 会 社
株 式 会 社 八 杉 商 店

国内
JR(先)
17-034

スリランカ国

スリランカ国

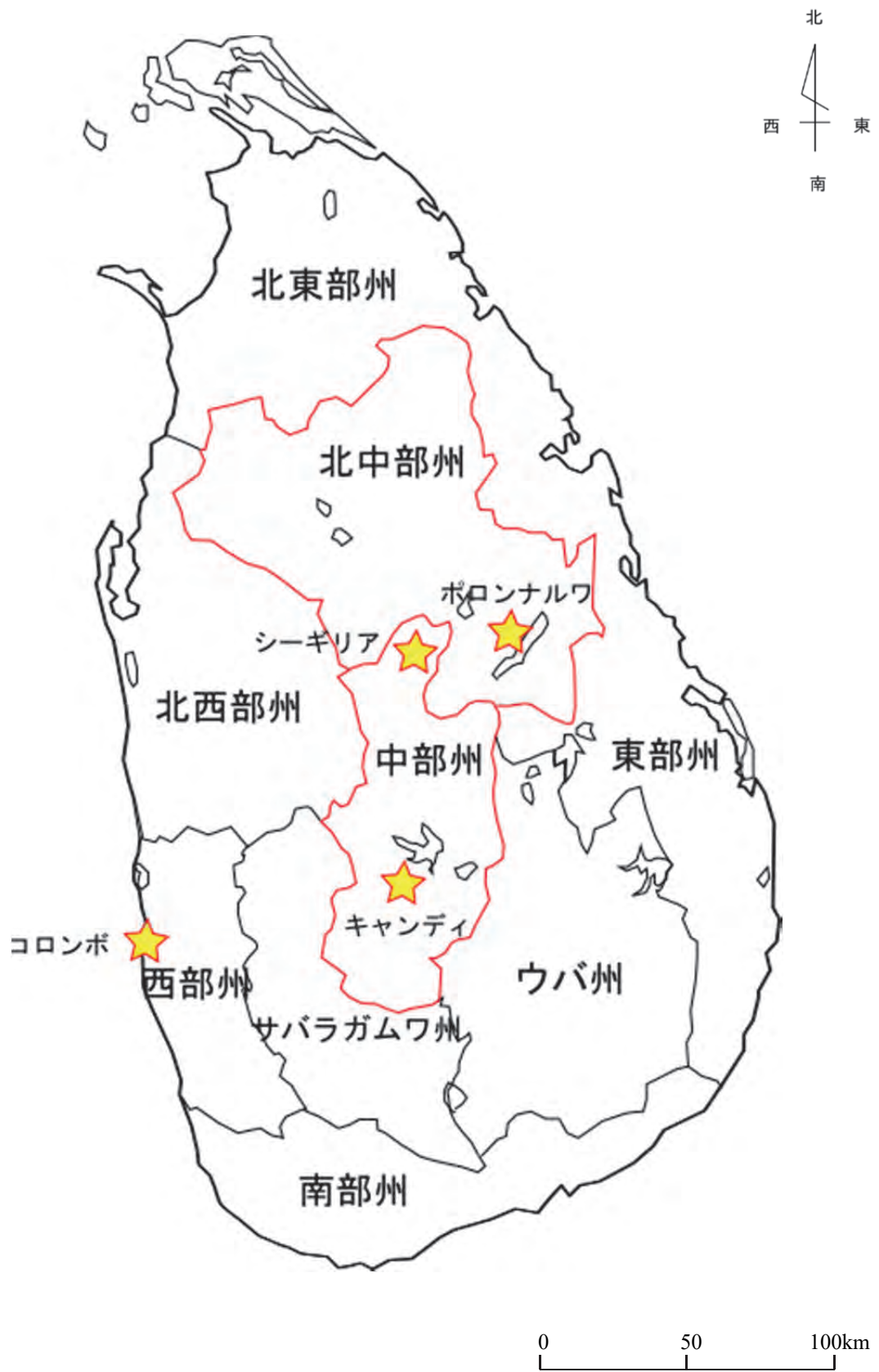
カキ殻を活用した自己処理型水洗式
バイオトイレの導入に関する案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 3 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

永 和 国 土 環 境 株 式 会 社
株 式 会 社 八 杉 商 店



調査地位置図

写 真



マハヴェリ開発環境省（Ministry of Mahaweli Development and Environment）との協議



政府・州議会省（MLGPC）協議



現場視察（コロンボ・フォート駅）



観光地ダンプラの公共トイレ使用状況視察



ポロンナルワ視察、中央文化基金（Central Cultural Fund : CCF）の方との集合写真



観光地のダンプラ公共トイレ使用状況視察



Lanka Water2016 展示会出展の様子



中央文化基金（CCF）本部での会議風景

目 次

略語表

要約（和文・和文ポンチ絵）

はじめに

第1章	対象国・地域の現状.....	1-1
1-1	対象国・地域の政治・社会経済状況.....	1-1
1-2	対象国・地域の対象分野における開発課題.....	1-2
1-3	対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む） 及び法制度.....	1-4
1-4	対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析.....	1-7
1-5	対象国・地域のビジネス環境の分析.....	1-7
第2章	提案企業の製品・技術の特長及び海外事業展開の方針.....	2-1
2-1	提案企業の製品・技術の特長.....	2-1
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....	2-6
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献.....	2-10
第3章	ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の 検討結果.....	3-1
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）.....	3-1
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果.....	3-23
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認.....	3-26
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性.....	3-28
第4章	ODA 案件にかかる具体的提案.....	4-1
4-1	ODA 案件概要.....	4-1
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果.....	4-7
4-3	他 ODA 案件との連携可能性.....	4-13
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策.....	4-13
4-5	環境社会配慮にかかる対応.....	4-14
第5章	ビジネス展開の具体的計画.....	5-1
5-1	マーケティング戦略.....	5-1
5-2	想定する事業計画及び開発効果.....	5-1
5-3	事業展開におけるリスクと対応策.....	5-1

別添資料

要約（英文・英文ポンチ絵）

図表リスト

図 1-1	自由港と保税地域における税制優遇措置.....	1-11
図 1-2	スリランカにおける事業認可手続き.....	1-12
図 2-1	提案するアクアメイクのイメージ.....	2-2
図 2-2	アクアメイクの設置例.....	2-4
図 2-3	スリランカにおいて一般的な地下浸透式浄化槽（腐敗槽+浸透施設）.....	2-5
図 2-4	永和国土環境の経営理念.....	2-7
図 2-5	海外事業展開（Look NEW Market）.....	2-8
図 2-6	インドにおけるトイレ普及分布.....	2-9
図 2-7	サウジアラビアの下水処理状況.....	2-10
図 3-1	ポロンナルワ遺跡全体図.....	3-4
図 3-2	プロジェクトサイトを含むポロンナルワ遺跡全体図.....	3-15
図 3-3	ガル・ヴィハーラを含むプロジェクトサイト.....	3-16
図 3-4	トイレ施設計画（案）.....	3-17
図 3-5	入場料有料観光地での有料トイレ使用における支払い意志額.....	3-19
図 3-6	観光地公衆トイレの改善が必要だ思う項目（複数回答）.....	3-20
図 3-7	公衆トイレの改善が必要だと思われる他地域（複数回答）.....	3-20
図 3-8	文化三角地帯観光地の外国人観光客数推移（2007～2015年）.....	3-26
図 3-9	ポロンナルワの観光客数推移（2010～2015年）.....	3-27
図 4-1	CCFの代表的なプロジェクトサイト.....	4-2
図 4-2	CCFからの関心表明.....	4-2
図 4-3	プロジェクトサイトを含むポロンナルワ遺跡全体図（再掲）.....	4-4
図 4-4	ガル・ヴィハーラを含むアクアメイク設置位置（案）.....	4-5
図 4-5	設置候補サイトの選定理由.....	4-6
図 4-6	アクアメイクのビジネスモデル.....	4-8
図 4-7	トイレ施設計画（案）（再掲）.....	4-10
図 4-8	普及・実証事業の実施体制（案）.....	4-11
図 4-9	普及・実証事業のスケジュール（案）.....	4-12
表 1-1	スリランカ国の人口当たりの衛生施設普及率.....	1-3
表 1-2	州別人口当たりの衛生施設普及率と人口（2012年）.....	1-3
表 1-3	衛生施設タイプ別世帯普及率（2012年）.....	1-3
表 1-4	排水放流基準概要.....	1-6
表 1-5	輸入申告手続きの必要書類.....	1-8
表 1-6	スリランカの関税以外の税金.....	1-9
表 1-7	環境ライセンス区分.....	1-12
表 2-1	提案するアクアメイクのスペック.....	2-3
表 2-2	現地化してコストを抑えた製品価格.....	2-3
表 2-3	日本国内の他製品と比較したアクアメイクの優位性.....	2-4

表 2-4	現地他製品と比較したアクアメイクの優位性.....	2-6
表 3-1	現地調査の訪問先と活動内容.....	3-1
表 3-2	導入候補サイト比較表（その1）.....	3-11
表 3-3	訪問者との意見交換（一部紹介）.....	3-12
表 3-4	導入するアクアメイクのスペック.....	3-16
表 3-5	アクアメイク導入の概算事業費.....	3-17
表 3-6	ガル・ヴィハーラ採水地点水質検査結果.....	3-18
表 3-7	想定している水質検査項目.....	3-18
表 3-8	性別、出身地域別アンケート回答者数.....	3-19
表 3-9	ポロンナルワ観光地で公衆トイレを利用したアンケート回答者数.....	3-20
表 3-10	アクアメイクの初期投資費用および維持管理費用.....	3-21
表 3-11	アクアメイクの衛生施設利用者数と料金徴収による収益.....	3-21
表 3-12	アクアメイク事業のキャッシュフロー.....	3-22
表 3-13	アクアメイクの維持管理費用を賄える利用料金を設定したキャッシュフロー.....	3-23
表 3-14	スリランカへのアクアメイク輸入時の輸入関税条件等.....	3-24
表 3-15	スリランカの電気料金（業務用）.....	3-25
表 3-16	日本の電気料金（業務用）.....	3-25
表 3-17	スリランカの水道料金（Government Institution）.....	3-25
表 3-18	一日当たりのポロンナルワ平均観光客数（2010～2015年）.....	3-27
表 4-1	普及・実証事業で想定される PDM.....	4-3
表 4-2	提案するアクアメイクのスペックおよび価格.....	4-10
表 4-3	普及・実証事業における日本側とスリランカ側の役割分担（案）.....	4-11
表 4-4	普及・実証事業における事業費概算（案）.....	4-12
表 4-5	ODA 案件の実施の必要性.....	4-13
表 4-6	環境社会配慮に係る主な関係法令.....	4-15
表 4-7	事業計画承認機関（PAAs）.....	4-16
表 4-8	EIA 手続き.....	4-17
表 4-9	プロジェクトサイトの環境・社会状況.....	4-18
表 4-10	スコーピング結果.....	4-20
表 4-11	代替案の比較.....	4-22
表 4-12	緩和策の検討結果（建設時）.....	4-24
表 4-13	緩和策の検討結果（供用時）.....	4-25
表 4-14	モニタリング計画案.....	4-25

略 語 表

略語	英文表記	日本語表記
ARF	ASEAN Regional Forum	アセアン地域フォーラム
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOI	Board of Investment	スリランカ投資委員会
CCF	Central Cultural Fund	中央文化基金
CEA	Central Environment Authority	スリランカ中央環境局
CIDA	Construction Industry Development Authority	建設業界開発公社
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DAPH	Department of Animal Production and Health	畜産・農村開発省動物性食品・健康局
EDB	Export Development Board	スリランカ輸出促進庁
EPL	Environmental Protection License	環境ライセンス
FRP	Fiber Reinforced Plastics	繊維強化プラスチック
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites	国際記念物遺跡会議
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LTTE	Liberation Tigers of Tamil Eelam	タミル・イーラム解放の虎
NEA	National Environmental Act	国家環境法
MLGPC	Ministry of Local Government and Provincial Council	政府・州議会省
NHDA	National Housing Development Authority	国家住宅開発公社
NWSDB	National Water Supply Drainage Board	国家上下水道公社
OCG	Oriental Consultants Global Ltd.	オリエンタルコンサルタンツグローバル
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリクス
SAARC	South Asian Association for Regional Cooperation	南アジア地域協力連合
SLFP	Sri Lanka Freedom Party	スリランカ自由党
SLSI	Sri Lanka Standards Institution	スリランカ基準機関
UDA	Urban Development Authority	都市開発公社
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	ユネスコ(国際連合教育科学文化機関)
UNFGG	United National Front for Good Governance	統一国民戦線
UNP	United National Party	統一国民党
UPFA	United People's Freedom Alliance	与党統一人民自由連合

要 約

1. 対象国・地域の現状

スリランカは、近年の観光業を主体に着実に経済成長（2011年：経済成長率 8.3%）を遂げ、高い成長率を維持して、中進国入りを目指している。一方で、経済基盤の未整備や地方部における社会サービスの質といった課題を抱えている。

特に下水セクターの課題として、上水道の普及に伴い汚水の排出量が増加する一方、全国の下水道普及率は 2.5%（2014年時点）にとどまっている。下水道網が比較的整備されているコロombo圏以外では、腐敗槽等の不十分な処理、もしくは汚水が未処理のまま海や河川へ放流され、衛生状態の悪化や水源河川の水質汚染につながっている。かかる状況下、適切な下水処理設備の整備は同国の喫緊の課題である。

スリランカ政府の開発計画であるマヒンダ・チンタナでは「環境に配慮した経済発展」を目指し、2020年までに下水道普及率を 3.3%とすることを掲げている。また、同国では 2025年までにオフサイトおよびオンサイト衛生施設へのアクセス率 100%を目標としている。上位政策に呼応し、中央文化基金（Central Cultural Fund：CCF）はスリランカにおける文化遺産の保存のために下水及び排水環境の改善を目指している。

CCF が管轄するポロンナルワはスリランカの有名な世界遺産の一つである。しかしながら、トイレ施設が絶対的に不足しているとともに、ポロンナルワの世界遺産地域の地下には遺跡群が埋まっており、十分に処理されていない汚水がこれら地下遺跡に環境面での負の影響を与えている。それゆえ、同地域において適切な排水処理による水質改善への取り組みは重要かつ必要である。

2. 提案企業の製品・技術の特長及び海外事業展開の方針

2.1 製品・技術の特長

提案する汚水処理システムであるアクアメイクは、トイレからの汚水や生活排水を浄化することを目的とした装置で、以下の特徴が挙げられる。

(1) 自己処理型環境保全性能

従来のトイレは、浄化槽で基準値まで汚水を浄化して放流するが、アクアメイクは排出される汚水を高度に処理（カキ殻等を利用し、無色無臭、大腸菌発生ゼロ、汚水を 90%以上浄化）し、放流せずに処理水をトイレに循環再利用するため、水の補充が必要なく衛生的な水洗式トイレである。アクアメイクは公共水域の富栄養化を抑制し、環境負荷の低減、環境に影響を与えない優れた環境保全性能を有する浄化システムである。



(2) 設置に立地条件を選ばない高い汎用性

アクアメイクは従来の水洗トイレと比較し、以下の厳しい立地条件で容易に設置利用が可能である。

- 経済社会インフラ（水源・水道、電気）が未整備もしくは整備が遅れている地域
- 放流水の水質基準が著しく厳しく、処理水を放流できない環境配慮が求められる地域
- 安定した給水量が必要で、上下水道料金が低い都市圏

(3) 下水工事費用および水道料金の節約による経済効果

アクアメイクは、水道管の敷設が必要なく、持続的な水資源の確保が容易であり汚水を発生しない。また、下水道工事も必要なく、工事費用の節約効果がある。洗浄水は自己処理水を再利用するため、何回トイレを使用しても、水道料金が発生しない経済的費用削減効果がある。

2.2 製品・技術のスペック

想定するアクアメイクの仕様は以下の通りである。

装置サイズ	長さ 13.1m x 幅 5.3m x 高さ 3.0m	利用回数(利用規模)	900 回/日 (250~300 人/日)
設置面積	基礎基盤面積 : 69.5m ²	利用者数	1 回/2 時間/人
装置重量	7,120kg	流入 BOD ¹ 濃度	260mg/l
処理能力	9t/日	処理水 BOD 濃度	5mg/l 以下 (魚の生育が可能な水質環境レベル)
処理方法	接触濾過+活性炭吸着方式		

2.3 提案企業の海外展開の方針

海外展開における拠点をスリランカとする投資環境上の利点としては、以下が考えられる。

- 質の高い労働力：高い生産性、高い識字率や手先の器用さ等
- 親日的な国民性：日本製品・技術/日本式マネジメントへの信頼、仏教国としての親和性
- 経済成長のポテンシャル：高い消費意欲、GDP の伸び率
- 下水セクターのインフラ課題：環境・水処理技術分野での競争性がまだ低く、下水セクターにおける公共インフラの整備需要
- 地理的優位性：インドとの近接性、東（アジア）と西（中東・欧州・アフリカ）の両方にアクセス可能

上述の通り、環境・水処理技術分野での競争性がまだ低く公共インフラの整備が進むスリランカを第一のターゲットとし、競争優位性の獲得を目指し、スリランカの外部環境の機会を最大限に活用し、現地製造・販売促進を図る。

スリランカを軸とした海外事業のビジネスモデルでは、現地企業による輸入原材料の加工・製造、製品の施工、O&M 支援等の実績を重ねつつ、スリランカの地理的優位性を活かした他地域へのビジネス展開を図る。

¹ BOD とは生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand）の略称で、河川水や工場排水中の汚染物質が微生物によって無機化あるいはガス化されるときに必要な酸素量のことである。この数値が大きくなれば、水質が汚濁していることを意味する。

3. ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3.1 プロジェクトサイトおよびカウンターパートの選定

本調査において提案するアクアメイク導入のプロジェクトサイト候補は複数挙げられ、その中から候補地の選定を行った。現場調査及び訪問先インタビューの結果に基づき、文化三角地帯にある世界遺産のポロンナルワが最終的にプロジェクトサイトに選定された。また、文化三角地帯（ポロンナルワ含む）を管轄する中央文化基金（CCF）をカウンターパートとすることとした。

どの訪問先においても、スリランカにおける排水処理設備の不足や環境悪化の懸念から、提案するアクアメイクへ期待する声が多く聞かれた。その一方で、C/P 候補（地方政府）の課題としては、設備設置後、適切に維持管理を行うために電気料金を含む維持管理費用を独自の予算で負担することが困難であるという点が挙げられた。そのため、トイレの利用料金をユーザーから徴収し、その収益を維持管理費用に充当できるビジネスモデルを構築し導入できる地域を対象とすることが現地に適応する重要なポイントとなる。この仕組みにより、地方政府は継続的に維持管理費用を捻出できるようになる。

3.2 製品・技術の現地適合性検証結果

(1) プロジェクトサイトにおけるニーズおよび需要

世界遺産ポロンナルワにおける既存の衛生施設及び衛生施設計画のレビューを行った。アクアメイクの導入地域であるポロンナルワの観光客数は平均 750 人/日であることがわかった。また、プロジェクトサイトでの公衆トイレに対するトイレ利用者の意識・ニーズを把握するためにアンケート調査を実施した。その結果、有料の衛生的で環境に優しいエコトイレ（汚水を排出しない循環トイレ）があった場合、全体回答者の 73%、外国人観光客のみ 80%、スリランカ人観光客のみ 55%が 20 ルピーから 50 ルピーであれば利用してもよいとのと回答であった。この結果から観光客は、トイレが有料であっても、50 ルピー以内の使用料であれば、衛生的で環境に良いトイレを選択する意思があると考えられる。

(2) 提案するアクアメイクの現地製造および運営維持管理体制の検証

アクアメイクの現地製造体制について、現地パートナー企業と検討を行った。プロジェクトサイトにおけるアクアメイクの運営維持管理体制については、カウンターパートである CCF に技術的に協働しながら、CCF が排水処理施設を運営し衛生施設のサービスを提供する。CCF には遺産保全管部があり、その傘下の維持管理ユニットが衛生施設を担当する。そのため日常的な維持管理は CCF が担当し、永和国土環境(株)および現地パートナーが維持管理の支援を行う。

(3) 提案するアクアメイクの普及活動

2016 年 8 月 12 日～14 日に開催された LankaWater2016（スリランカの国際水・排水技術展示会）に出展し、水・排水処理に関連する公的機関、開発事業者等民間企業にアクアメイクの PR 及び情報発信を行い、現地のニーズを確認した。その結果、環境や景観に対する意識は非常に高く、現在の腐敗槽形式から処理施設を改善することを考えていることが分かった。

4. ODA 案件にかかる具体的提案

4.1 提案する ODA 事業及び期待される効果の概要

案件化調査後、ODA 案件として JICA 『普及・実証事業』の実施を想定している。普及・実証事業では以下の活動を実施する。

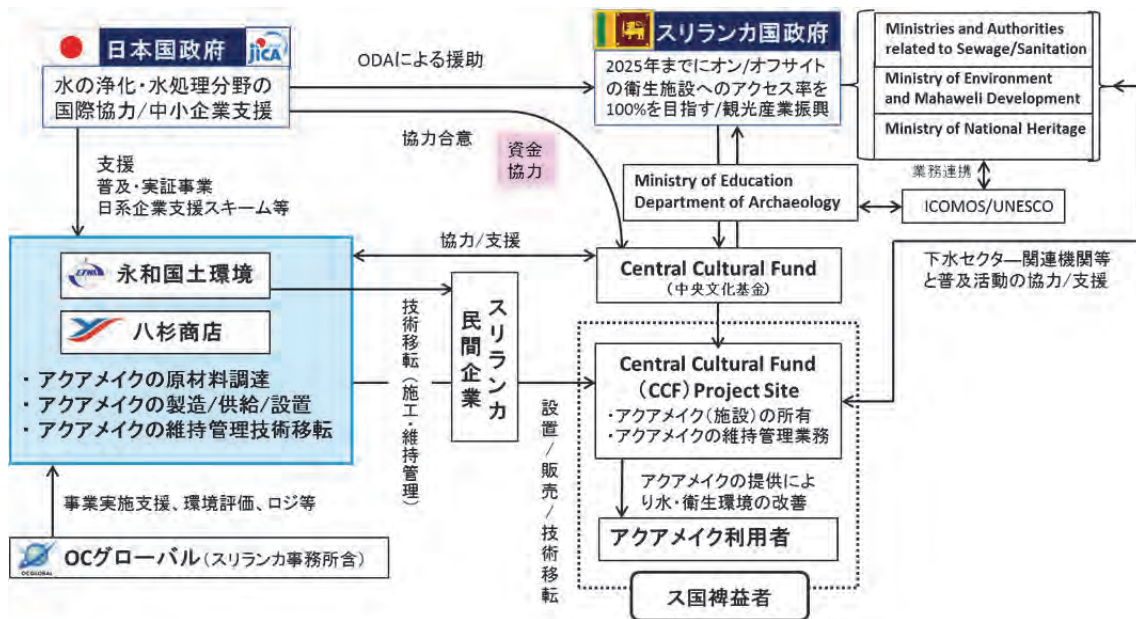
- 導入サイトにおいて Before-After の水質測定を行い、アクアメイクによる水質改善効果の検証
- CCF 向けアクアメイクの研修計画と維持管理マニュアルの策定並びに研修の実施
- アクアメイクの普及に向けてスリランカのその他地域へのアクアメイクの紹介

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目標、期待される成果、活動を以下に示す。

プロジェクト目標：スリランカ基準に準拠した汚水処理装置（アクアメイク）を活用して水質汚染の改善および持続的な維持管理モデルの構築が実証され、同国他地域にアクアメイクを普及する。	
期待される成果	活動案
【成果 1】 アクアメイク導入により処理水質濃度（BOD、COD、SS）が低減され、水質汚染が持続的に改善される。	1-1：対象地域においてアクアメイク導入計画を策定する。
	1-2：スリランカ基準に準拠したアクアメイクを製造する。
	1-3：アクアメイクを輸送、設置し、現地調整を行う。
	1-4：アクアメイク試験運転計画を策定する。
	1-5：上記 1-4 に基づきアクアメイクの試験運転を実施する。
	1-6：アクアメイク試験運転の結果を基に環境評価及び財務評価を実施する。
【成果 2】 環境技術の活用・持続可能な施設運営に係る対象機関職員の能力が向上する。	2-1：対象機関職員に対するアクアメイク運転のための研修計画を策定する。
	2-2：対象機関職員向けアクアメイク運営維持管理マニュアルを策定する。
	2-3：上記 2-1 に基づき対象機関職員に対して本邦受入活動を実施する。
【成果 3】 スリランカにおける水産業に係る人材・企業の能力が向上する。	3-1：アクアメイク施工・維持管理におけるスリランカ企業向けの本邦受入活動計画を策定する。
	3-2：上記 3-1 に基づきスリランカ企業向けの本邦受入活動を実施する。
	3-3：アクアメイク事業（製造・販売・運営管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定する。
【成果 4】 スリランカ国内の地域へアクアメイクが紹介される。	4-1：トイレ利用料の徴収により維持管理費用を賄うビジネスモデルの構築
	4-2：その他地域の関連機関向けアクアメイク普及活動計画を策定する。
	4-3：上記 4-2 に基づく普及活動および環境教育を実施する。
	4-4：アクアメイクの現地製造によるコスト低減計画を検討する。

4.2 ODA 案件の実施体制

CCF をカウンターパートとする普及・実証事業の実施体制は以下を想定している。

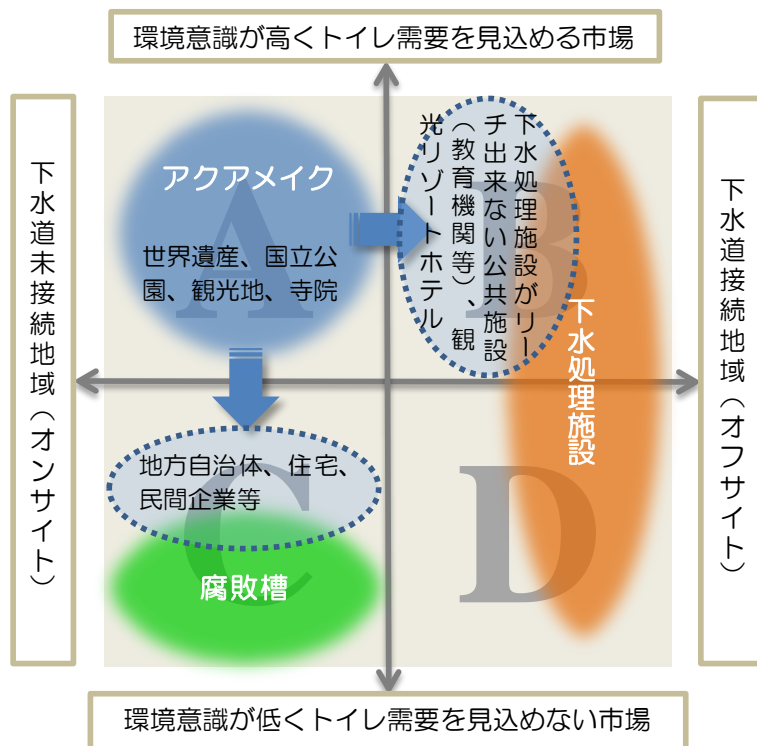


5. ビジネス展開の具体的計画

5.1 アクアメイクのマーケティング

最も魅力的なアクアメイク市場のセグメントがどこにあるかという観点から、衛生施設市場を細分化する基準を設定する。その細分化の基準として以下2つの基準を設定する。

- アクアメイクの導入先が下水道接続地域か
- アクアメイクの導入先が高い環境意識を持つとともにトイレ需要があるか



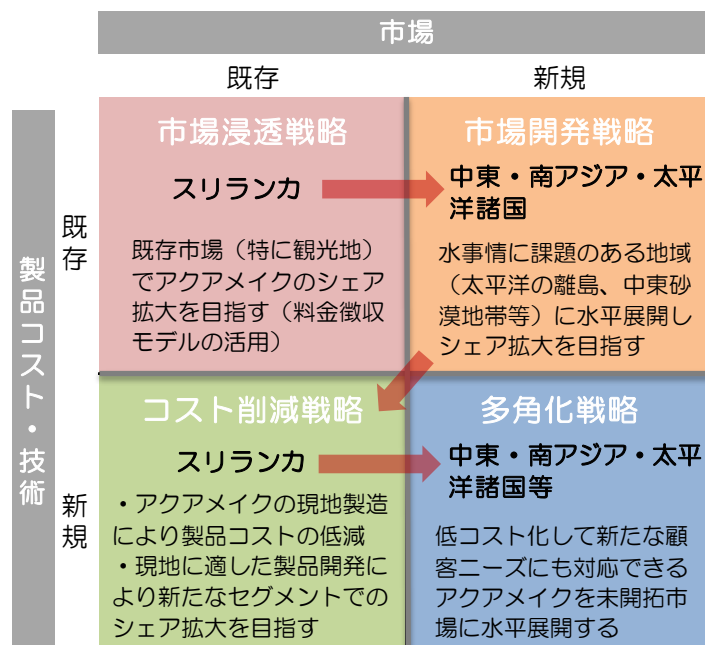
提案する製品であるアクアメイクは下水管に接続しない地域（オンサイト）に対する衛生施設であるため、下水処理施設と本製品・技術は競合しないと考える（上図参照）。オフサイトでの下水処理施設に接続する地域とは異なり、提案するアクアメイクの強みが活かせる上図のセグメント A（環境意識が高い観光地、特に世界遺産地域や国立公園等）を第1ターゲットとして、ポジショニングを取る。その際、スリランカ国の下水セクター改善政策など外部環境の機会を積極的に取り込む。また、将来的には、下水処理施設がリーチできない地域に対し ODA 事業（円借款事業）の1つのコンポーネントとして住宅など公共施設等への連携・導入も検討する。

5.2 事業戦略

アクアメイク事業における事業戦略を下図に整理する。市場浸透戦略（既存市場と既存製品の組み合わせ）では、既存のアクアメイクを用いて普及・実証事業をショーケースにして既存市場であるスリランカ（特に、料金徴収のビジネスモデルを導入できる環境意識の高い市場）においてアクアメイクのシェア拡大を目指す。それと並行して市場開拓戦略では、新規市場である水事情に課題を抱える南アジア、中東や太平洋地域の島国にアクアメイクを導入し市場展開を図る。

スリランカで現地製造体制が整った後に製品コストの低減および現地のニーズに適応したアクアメイクの機能を抽出し新製品を開発する。これを契機にコスト削減戦略として、スリランカにおいてこれまでリーチ出来なかった国内のセグメント（地方自治体、民間企業、ホテル、学校等）に対して普及を図る。

多角化戦略（新規市場と新規製品の組み合わせ）として、水事情に課題を抱える太平洋地域の諸島、中東、南アジア市場にスリランカでの製造ラインを活用しコスト低減したアクアメイクを導入し市場展開を図る。



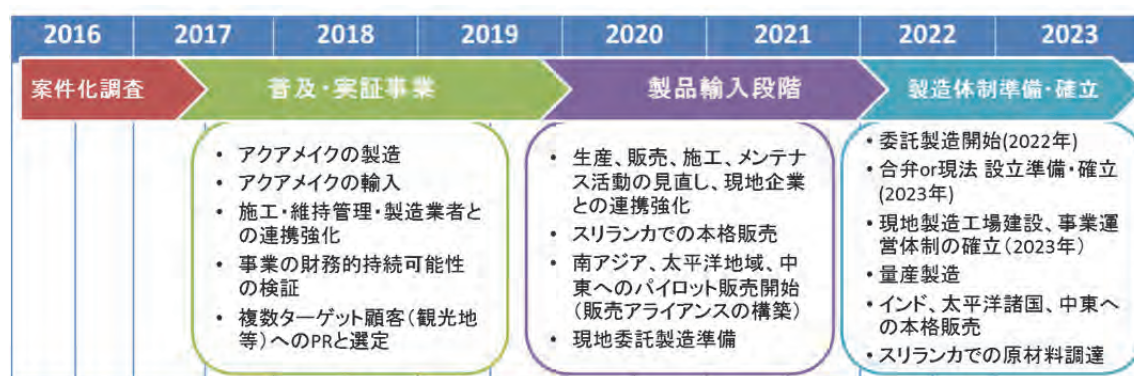
5.3 海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール

現在想定している事業スケジュールは下図のとおりである。CCFが管轄するポロンナルワにアクアメイクを導入し、それをショーケースとしたスリランカ他地域へのアクアメイクの販売、並びに南アジア、太平洋諸国、中東への展開を予定している。

2019年～2021年は、普及・実証事業を通じて得たスリランカでの納品先に対して、日本から輸入したアクアメイクを本格的に販売するとともに南アジア、太平洋諸国、中東地域にパイロット販売を行う。また、同期間中に現地での製造委託先候補の検討や選定を行う。

2022年には現地での製造委託先と連携し、アクアメイクの製造を現地企業にアウトソーシングし製造コストの低減を図る。また、本格的な製造体制の構築に向けて、現地企業との合弁企業もしくは現地法人の設立に向けた準備を行う。

2023年にはアクアメイクの共同生産体制を確立するために、合弁企業もしくは現地法人を設立することを検討する。その後、現地製造工場を建設し、量産体制に向けて製造体制を構築する。現地製造体制の整備によってアクアメイクの製品価格を低減でき、スリランカのみならず南アジア、太平洋諸国、中東地域に本格的に販売を行える。



5.4 海外ビジネス展開を通じた製品・技術の普及による期待される効果

(1) 水質汚濁および衛生施設不足に対する解決策の提示

アクアメイクは排出される汚水を高度に処理（カキ殻等を利用し、無色無臭、大腸菌発生ゼロ、汚水を90%以上浄化）し、放流せずに処理水をトイレに循環再利用するため、水の補充が必要なく衛生的かつ水を排出しない水洗式トイレである。アクアメイクは公共水域の富栄養化を抑制し、環境負荷の低減、環境に影響を与えない優れた環境保全性能を有する浄化システムである。この優れた環境性能を持つアクアメイクの普及により、水質汚濁の防止（環境保全）や衛生施設不足の解消等開発課題の解決に貢献する。

(2) 水質汚染の改善、衛生環境の改善に資する日本の先進技術の普及

スリランカに対する我が国開発協力方針においても、スリランカの経済成長に向けた基盤整備を中核とし、上下水道基盤などのインフラ整備を、我が国技術の活用も視野に入れつつ積極的に支援するとしている。そのため、アクアメイク事業の拡大により水質汚染の改善、衛生環境の改善に資する日本の先進技術が普及される。

案件化調査

スリランカ国 カキ殻を活用した自己処理型水洗式 バイオトイレの導入に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：永和国土環境(株)および(株)八杉商店
- 提案企業所在地：広島県福山市
- C/P機関：スリランカ国中央文化基金



スリランカ国の開発課題

- 国の開発計画であるマヒンダ・チンタナでは「環境に配慮した経済発展」を目指し、2020年までに下水道普及率を7%とすることを掲げ、下水道整備による水質汚濁の防止を含む環境保全や生活水準の改善という課題を抱えている。
- 我が国の対スリランカ援助方針では、上記を踏まえ、同国の経済成長を促進し、下水道を含むインフラ整備支援を行う(その際、環境保全や本邦技術の活用にも配慮する)。

中小企業の技術・製品

- 牡蠣殻を活用した循環自己処理型バイオトイレの概要
 - ・ 処理能力：9t/日、処理方式：接触濾過＋活性炭吸着方式、流入BOD濃度：260mg/ℓ、トイレ利用回数：900回/日
 - ・ 経済社会インフラ(水源・水道、電気)が未整備もしくは整備が遅れている地域でオンサイトで設置・利用が可能
 - ・ 簡易な設置工事および維持管理による技術移転が容易
- 自己処理型バイオトイレ(アクアメイク)による汚水浄化効果
 - ・ 処理水BOD濃度：5mg/ℓ以下、無色・無臭、大腸菌群数ゼロ

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及・実証事業で、中央文化基金(CCF: Central Cultural Fund)が管轄する文化三角地帯の観光地の公共衛生施設等にアクアメイクを数台導入し、循環型排水再利用による汚水処理システムを構築・運行し、汚水処理事業をCCFが運営する。汚水処理システムを適切かつ効率よく運行するために、CCFの維持管理者に、アクアメイクの運用ノウハウを技術移転する。
- アクアメイクの導入により水質汚濁の防止(環境保全)や衛生設備不足の解消が達成、開発課題の解決に貢献する。
- 水質汚染の改善、衛生環境の改善に資する日本の先進技術が普及される(スリランカからインド等南アジア諸国へ)。

日本の中小企業のビジネス展開

- スリランカ国において、先進的な汚水処理システム導入に関する具体的な計画を持つ観光地域で、環境に対する意識が高い組織をターゲットとして普及に向けた調査を実施するとともに、現地企業との協業体制構築を図る。
- スリランカでのODA事業を足掛かりに、その後、南アジア地域(インド含)や太平洋諸国の離島地域、中東の砂漠地帯、東南アジア等水事情に課題がある地域へのアクアメイクの普及展開を目指す。
- 一部の民間企業からアクアメイク購入の引き合いがあるため、引き続き民間企業や政府系機関との協力関係を構築する。

はじめに

1. 調査名

スリランカ国カキ殻を活用した自己処理型水洗式バイオトイレの導入に関する案件化調査
Feasibility Survey for Introducing Self-treatment Type Flush Bio-toilet Sri Lanka

2. 調査の背景

スリランカでは、上水道の普及と水需要の増加に伴い汚水の排出量が増加する一方、全国の下水道普及率は 2.5%（2014 年時点）に留まっており、河川等に未処理排水が放流されることによる衛生状態の悪化や水源河川の水質汚染が課題となっている。スリランカ政府の開発計画であるマヒンダ・チンタナでは「環境に配慮した経済発展」を目指し、2020 年までに下水道普及率を 7%とすることを掲げている。近年、国家上下水道公社（NWSDB）が作成した Cooperation Plan では、2020 年の下水道普及率の目標値が 3.3%に修正されている。また、マヒンダ・チンタナでは 2025 年までにオフサイトおよびオンサイト衛生施設へのアクセス率 100%を目標としている。

上記の開発課題に対し、JICA は上下水道・環境改善プログラムの一環として、マスタープラン「下水セクター開発計画策定プロジェクト」（2016 年 1 月～2017 年 6 月）、有償資金協力「キャンディ市下水道整備事業」（2010 年 3 月～2018 年 9 月）及び技術協力プロジェクト「水質管理能力向上プロジェクト」（2014 年 12 月～2018 年 2 月）等の協力を実施している。このような背景のもと、永和国土環境株式会社は同社が開発した汚水処理システム（製品名：アクアメイク）の活用可能性に関する調査を提案した。

3. 調査の目的

本調査は、上記背景の下、スリランカにおけるカキ殻を活用した自己処理型水洗式バイオトイレの導入の可能性を調査し、ODA 案件化及びビジネス展開の計画を策定することを目的とする。

4. 調査対象国・地域

スリランカ国の観光地である文化三角地帯に含まれるポロンナルワを対象地域とし、カウンターパート候補は中央文化基金（CCF：Central Cultural Fund）である。

5. 団員リスト

調査団員氏名	所 属	担当分野
岡本 良一	永和国土環境㈱	業務主任／維持管理計画 1
岡本 修次	永和国土環境㈱	施設・設備計画／組織体制 1
アジット クマラ	永和国土環境㈱	維持管理計画／組織体制 2
八杉 陽一郎	㈱八杉商店	調達計画
加藤 宏承	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	チーフアドバイザー
藤本 雅彦	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	ODA 案件化／事業計画
多田 康治	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	システム計画
渡津 永子	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	環境評価/環境社会配慮/政策法制度
門司 崇宏	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	マーケティング／経済・財務分析
鈴木 麻衣	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)	社会調査／業務調整

6. 現地調査工程

第1回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
岡本 良一	永和国土環境	業務主任／維持管理計画 1	2016年6月12日～6月19日
岡本 修次	永和国土環境	施設・設備計画／組織体制 1	2016年6月12日～6月22日
アジット クマラ	永和国土環境	維持管理計画／組織体制 2	2016年6月12日～6月22日
加藤 宏承	OCG	チーフアドバイザー	2016年6月14日～6月19日
渡津 永子	OCG	環境評価／環境社会配慮／政策法制度	2016年6月13日～6月22日
門司 崇宏	OCG	マーケティング／経済・財務分析	2016年6月12日～6月23日
鈴木 麻衣	OCG	社会調査／業務調整	2016年6月12日～6月23日

日付	時間 (現地時間)	都市名	訪問先
2016/6/13(月)	AM 9:00	コロンボ	Fort Railway Station
	AM 10:40	コロンボ	Sri Lanka Railway
	PM 0:30	コロンボ	Ministry of Mahaweli Development and Environment
	PM 1:45	コロンボ	Ministry of Local Government and Provincial Council
2016/6/14(火)	AM 8:30	コッテ	Central Environment Authority (CEA)
	AM 10:00	コッテ	Ministry of City Planning and Water Supply
2016/6/15(水)	AM 8:30	デヒワラ・マウン ント・ラビニア	National Water Supply Drainage Board (NWSDB)
	AM 11:30	コロンボ	JICA
	AM 3:00	コロンボ	Mahaweli Authority of Sri Lanka
2016/6/16(木)	PM 2:30	キャンディ	Kandy City Wastewater Management Project Office
	PM 4:30	キャンディ	Kandy Office, Central Environment Authority Central Provincial Office
2016/6/17(金)	AM 9:00	キャンディ	Kandy Municipal Hall
	AM 11:30	キャンディ	コハゴタ廃棄物処理場 (Katugastota)
	PM 3:00	キャンディ	School of Agriculture, Kundasale (Department of Agriculture)
2016/6/18(土)	AM-PM	ポロンナルワ	設置場所視察検討
		ミネリア	設置場所視察検討、博物館視察
2016/6/19(日)	AM-PM	シーギリヤ	設置場所視察検討、博物館視察
		ダンブッラ	設置場所視察、駐車場等視察
2016/6/20(月)		ヌワラエリヤ	設置場所視察検討
2016/6/21(火)	AM 9:45	コロンボ	Presidential Secretariat

第2回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
岡本 修次	永和国土環境	施設・設備計画／組織体制1	2016年7月17日～7月23日
アジット クマラ	永和国土環境	維持管理計画／組織体制2	2016年7月17日～7月23日
門司 崇宏	OCG	マーケティング／経済・財務分析	2016年7月17日～7月23日

日付	時間 (現地時間)	都市名	訪問先
2016/7/18(月)	AM 10:00	コロンボ	Sri Lanka Railways (コロンボ・フォート駅)
	PM 3:00	コロンボ	JETRO コロンボ事務所
	PM 4:30	コロンボ	民間企業
2016/7/19(火)	PM	ポロンナルワ着	移動
2016/7/20(水)	AM 9:00	ポロンナルワ	打ち合わせ、視察 (中央文化基金(Central Cultural Fund: CCF))
	PM 3:00	シーギリヤ	打ち合わせ、視察 (CCF)
2016/7/21(木)	AM10:30	ダンブッラ	ダンブッラ石窟寺院
2016/7/22(金)	AM 10:00	コロンボ	法制度等確認 (BOI)
	PM 3:00	コロンボ	JICA スリランカ事務所

第3回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
岡本 良一	永和国土環境	業務主任／維持管理計画1	2016年8月10日～8月17日
岡本 修次	永和国土環境	施設・設備計画／組織体制1	2016年8月10日～8月17日
アジット クマラ	永和国土環境	維持管理計画／組織体制2	2016年8月10日～8月17日
八杉 陽一郎	八杉商店	調達計画	2016年8月10日～8月14日
加藤 宏承	OCG	チーフアドバイザー	2016年8月10日～8月17日
多田 康治	OCG	システム計画	2016年8月10日～8月17日
門司 崇宏	OCG	マーケティング／経済・財務分析	2016年8月10日～8月17日

日付	時間 (現地時間)	都市名	訪問先
2016/8/11(木)	AM-PM	コロンボ	展示会 (Lanka Water 2016) 準備
2016/8/12(金)	AM-PM	コロンボ	展示会 (Lanka Water 2016) 出展
2016/8/13(土)	AM-PM	コロンボ	展示会 (Lanka Water 2016) 出展
2016/8/14(日)	AM-PM	コロンボ	展示会 (Lanka Water 2016) 出展
	AM10:00	シーギリヤ	サイト候補地視察 (CCF)
	PM 3:00	ポロンナルワ	サイト候補地視察 (CCF)
2016/8/15(月)	AM 9:30	シーギリヤ	打ち合わせ (CCF)
	AM 11:00	シーギリヤ	サイト候補地視察 (CCF)
	PM 15:00	ポロンナルワ	サイト候補地視察 (CCF)
2016/8/16(火)	AM 10:00	コロンボ	打ち合わせ (CCF)
	PM 2:00	コロンボ	JICA スリランカ事務所

第4回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
岡本 修次	永和国土環境	施設・設備計画／組織体制 1	2016年12月5日～12月10日
アジットクマラ	永和国土環境	維持管理計画／組織体制 2	2016年12月8日～12月12日
渡津 永子	OCG	環境評価／環境社会配慮／政策法制度	2016年12月3日～12月11日

日付	時間 (現地時間)	都市名	訪問先
2016/12/4(日)	PM	ポロンナルワ	候補地視察、ポロンナルワ資料収集
2016/12/5(月)	AM-PM	ポロンナルワ	打ち合わせ、候補地視察 (CCF)
2016/12/6(火)	AM	コロンボ	CEA 環境資料収集
	PM 1:00	コロンボ	民間企業 (輸送通関)
2016/12/7(水)	AM 9:00	コロンボ	税関
	AM 12:00	コロンボ	打ち合わせ (Department of Archaeology)
	PM	ガンパハ	民間企業 (建設)
2016/12/8(木)	AM-PM	コロンボ	民間企業 (窯業、輸送通関)
2016/12/9(金)	PM 2:00	コロンボ	打ち合わせ (CCF)
2016/12/10(土)	AM-PM	コロンボ	収集資料整理、移動
2016/12/11(日)	AM-PM	コロンボ	収集資料整理、移動

第5回現地調査

調査団員氏名	所属	担当分野	調査期間
岡本 良一	永和国土環境	業務主任／維持管理計画 1	2017年1月23日～1月26日
加藤 宏承	OCG	チーフアドバイザー	2017年1月22日～1月25日
門司 崇宏	OCG	マーケティング／経済・財務分析	2017年1月22日～1月28日

日付	時間 (現地時間)	都市名	訪問先
2017/1/23(月)	AM 10:30	コロンボ周辺	民間企業 (設備・工事業者)
2017/1/24(火)	AM 10:00	コロンボ	CCF 打ち合わせ
2017/1/25(水)	AM 10:00	コロンボ	打ち合わせ (Department of Archaeology)
	AM 12:00	コッテ	打合せ (Ministry of Education)
	PM 3:00	コロンボ	JICA スリランカ事務所
2017/1/26(木)	AM 9:00	コッテ	Central Environment Authority (CEA) 環境社会配慮部門
	AM 10:00	コッテ	Central Environment Authority (CEA) 環境教育部門

第1章 対象国・地域の現状

1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

スリランカ民主社会主義共和国は、スリジャヤワルダナプラコッテに首都を置く面積65,607km²の島国であり、シンハラ（73%）、タミル（18%）、スリランカ・ムーア（8%）等からなる多民族国家である。タミル人の反政府武装勢力である「タミル・イーラム解放の虎（LTTE）」が北・東部の分離独立を目指して活動する内戦が1983年から26年にわたり続いていたが、2009年5月に政府軍がLTTEを制圧するかたちで内戦が終結した。終結後はラージャパクシャ元大統領のイニシアティブの下、国家開発政策「マヒンダ・チンタナ（Mahinda Chintana）」に基づき、地方経済の活性化、市場経済の発展、貧困削減、財政改革等を進め、また治安状況も大きく改善した。2015年におこなわれた大統領選挙では、野党統一候補であったシリセーナ野党統一候補が当選、シリセーナ大統領は前政権下で強まっていた中国依存を修正し、欧米やインドとの関係を強化する全方位外交の方針を取っている。

1-1-1 政治概況

スリランカは1948年の独立以来、選挙により政権が選ばれる民主主義国家である。大統領をおく共和制で、国会は1院制（定数225議席）の政治体制をとっている。知識人や富裕層を基盤とする統一国民党（UNP）と、農村部や労働者層を基盤とするスリランカ自由党（SLFP）の2大政党を中心とし、少政党も一定の立場を築いている。内戦後はラージャパクサ元大統領率いるSLEPを中核とする与党統一人民自由連合（UPFA）が政権運営をになってきた。2015年、大統領総選挙の結果、シリセーナ大統領が誕生すると、公約であった議会の解散・総選挙を同年に実施、UNPを中心とした統一国民戦線（UNFGG）が225議席中106議席を獲得した。

外交に関しては、スリランカは非同盟の立場を維持しつつ、歴史的、文化的にも関係が深い隣国インドとは、政治・安全保障上きわめて重要な国として、良好な関係維持に努めている。また経済社会開発の観点から日本を含む先進諸国との関係を重視している一方、近年では、中国からの直接投資が急増し、スリランカ・中国自由貿易協定（FTA）交渉が始められるなど中国との外交関係も強化されている。また、南アジア地域協力連合（SAARC）の加盟国であり、発足当初よりその発展に積極的に関与したほか、2006年にはアセアン地域フォーラム（ARF）にも加盟し、域内および東南アジア諸国との協力関係強化にも力を入れている。

1-1-2 治安状況

内戦終結後、LTTE残党による爆弾テロやゲリラ的な攻撃などは発生しておらず、国内の治安は保たれている。これにともない、軍・警察の警戒態勢は緩和されており、北部州でも検問所が減少している。一方、北部の一部地域では、地雷や武器弾薬がいまだに存在しているとみられ、政府軍が対応を行っている。一般犯罪として外国人が殺人や強盗といった凶悪犯罪に巻き込まれることは多くないが、コロンボ周辺を中心に窃盗や車両盗難、置き引き、すり等の窃盗事件や傷害事件が増加傾向にある。

1-1-3 人口、人口密度

スリランカの公式統計である「Census of Population and Housing 2011」（Department of Census and Statistics Sri Lanka）によれば全人口は2012年時点で2,027万人であった。入手できる最新の統計資料である「Economic and Social Statistics of Sri Lanka」（スリランカ中央銀行）では、2014年に2,077.1万人（年央値）と報告されており、緩やかな増加傾向（0.9%）にある。州別人口では、首都コロンボの属する西部州が28.5%と最も多く、次いでスリランカ第2の都市キャンディや観光都市シーギリヤ（マタレ県）を有する中部州が12.7%となる一方、シーギリヤとならぶ観光地であるポロンナルワ（ポロンナルワ県）を有する北中部州は全国で2番目に人口が少なく、全体の6.2%程度である。人口密度も中部州は472（人/km²）であり、全国平均331（人/km²）と比較し高い一方、北中部州は133（人/km²）と低い。また、マタレ県、ポロンナルワ県のいずれも農村部人口が83.6%、100%（2012年）を占め、高い。

1-1-4 マクロ経済指標

内線の終結による復興需要や経済活動の活性化等によって、2012年に過去最高となる9.1%の実質GDP経済成長率を達成した後、2015年は4.8%とやや鈍化がみられるものの、教育水準、賃金水準とも相対的に高く、今後の持続的な経済発展が期待されている。一人当たりGDPは3,924ドル（2015年）で南インドではモルディブについて第2位、インドと比較すると2倍である。国連及び世銀の分類によれば、スリランカは中所得国とされ、同国が目標とする2016年の中進国入りも目前となっている。2015年の失業率は4.6%、インフレ率は0.9%増である。

1950年台の独立直後の産業構造は、天然ゴムや紅茶のプランテーションといったモノカルチャー的な経済構造であり、GDPに占める農業シェアが42%と最大であったが、2014年には農業9.9%、鉱工業33.8%、サービス業が56.3%となり産業構造の高度化が進んでいる。就業構造は、サービス産業が約45%、農業が約30%、工業が約26%となっている。とくに、内戦終結後の治安回復を反映し、サービス産業のなかでもホテル・レストラン部門は実質ベースで39.8%の伸びを2010年に記録したのち、2014年も11.5%増となっている。国内および外国からの旅行者数も2010年に前年比46.1%増、2014年時点では19.8%増と観光業は継続して好調である。

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

スリランカは、近年の観光業などを始めとし着実に経済成長を遂げ、高い成長率を維持して、2016年までに中進国入りを目指している。一方、経済基盤の未整備や地方部における社会サービスの質といった課題を抱えている。

特に下水セクターの課題として、上水道の普及に伴い汚水の排出量が増加する一方、全国のおフサイト処理施設普及率は2.4%（2012年時点）にとどまっている。表1-1に2012年時点でのスリランカの下水処理状況を示す。

表 1-1 スリランカ国の人口当たりの衛生施設普及率

衛生施設タイプ	推計普及率	
	(人)	(%)
下水管施設 (オフサイト)	486,329	2.4
オンサイト処理	17,021,528	84.0
その他 (共同処理など含む)	2,411,383	11.9
未処理	344,483	1.7

出典：Public Investment Programme on Sewerage Projects 2015-2020, National Water Supply and Drainage Board (2014)

また、表 1-2 に州 (県) 別のオンサイト衛生施設普及率を示した。下水道網が比較的整備されているコロンボ県でも 70%、中部州ならびに北中部州では 80%以上が、腐敗槽等の処理、もしくは未処理のまま海や河川へ放流されている。

表 1-2 州別人口当たりの衛生施設普及率と人口 (2012 年)

地域	人口 (人)	世帯数 (戸)	人口当たりの衛生施設普及率 (%)
全国	20,263,723	5,188,047	84
中部州	2,58,716	649,985	86.2
北中部州	1,259,567	338,780	83.7
コロンボ県	2,309,809	558,755	70

出典：Public Investment Programme on Sewerage Projects 2015-2020, National Water Supply and Drainage Board (2014)

オンサイト衛生施設の内訳については下表のとおりである。

表 1-3 衛生施設タイプ別世帯普及率 (2012 年)

	世帯数 (戸)	腐敗層等 (%)	Sewer tank (%)	水洗式 (%)	Direct Pit (%)	その他 (%)
全国	5,251,126	89.4	4.3	2	2.5	0.1
コロンボ県	577,779	80.7	16.6	1	1.1	0.3
マタレ県	129,078	84.9	4.1	3.2	7.8	0.1
ポロンナルワ県	110,575	87.4	2.3	1.9	4.8	0.1

出典：Census of Population and Housing, Ministry of Finance and Planning (2012)

また、スリランカ国下水道セクターに係る情報収集・確認調査 (2012 年) では、オンサイト衛生施設の管理を担う地方自治体 (調査対象 14 市) が抱える課題として、以下が指摘された。

スリランカ国下水道セクターに係る情報収集・確認調査 (2012 年)

- 雨期に地下水水位が上昇すると、腐敗槽で処理したし尿が地中に浸透しにくくなる。
- 雨期に地下水が浸透施設に浸入し腐敗槽から汚水があふれ出す。
- 腐敗槽から汚泥を引き抜くバキュームカーの不足、劣化及び老朽化。

以上のことから、十分な処理がなされず地下浸透・放流される下水は水源河川の水質汚染につながっており、人口の多くが依存するオンサイト衛生処理施設の整備や改善は同国の喫緊の課題であるといえる。

1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

1-3-1 開発計画、政策

後述する通り、スリランカの開発計画であるマヒンダ・チンタナではオフサイトおよびオンサイト衛生施設へのアクセス率 100%を目標としている。スリランカでは上水道および下水道ならびに処理施設の整備を国家上下水道公社（NWSDB: National Water Supply and Drainage Board）が担っている。一方、オフサイト施設の規制や管理は地方自治体がその責を担っているものの、オンサイト処理施設の整備は個人が行うこととなっている。このため、衛生施設へのアクセス率改善に向けた計画や戦略は、オフサイト処理施設については整備されているものの、普及率 8 割を超えるオンサイト整備施設については、その排水による水質汚染対策など国家レベルの対応が遅れている。以下に示す衛生施設にかかる主な開発計画、政策ではオフサイト施設に関する記述が非常に限定的である。

(1) マヒンダ・チンタナ

スリランカ政府は前述の開発課題に対して、汚水汚濁の防止を含む環境に配慮しながら、生活水準を改善するための持続可能な開発の達成を積極的に進めている。2016 年までの中進国入りを目指し発表した開発計画「マヒンダ・チンタナ」（2006～2016 年）では、下水及び衛生環境に係る計画を以下のとおりとしている。

スリランカ国開発計画のマヒンダ・チンタナ(2006～2016 年)

- 「環境に配慮した経済発展」を目指し、2020 年までに下水道普及率 7% (2012 年下水道普及率:2.4%)
- 戦略的アプローチでは、地方都市でも対応可能な上下水道整備が必要
- 2025 年までにオフサイトとオンサイトの衛生施設へのアクセス率を 100%

(2) 国家上下水道公社「Cooperate Plan」

NWSDB は、政府の開発計画を踏まえ、事業計画である「Cooperate Plan」を 5 年毎に策定している。最新の Cooperate Plan 2016-2020 では、4 つのゴールを設定しており、第 1 番目のゴールとして「給水および衛生設備の普及率の増加」を掲げている。具体的な下水道の普及率に関する数値目標は 2020 年までに 3.3%としている。また、下水道普及の優先順位は事業の準備状況や都市人口密度によって決定する、としている。

1-3-2 スリランカ国政府関連組織

(1) 上下水道省（Ministry of Water Supply and Drainage）

上下水道省は 2007 年に設立され、国民へ安全な水（上水道）と適切な衛生施設（下水道）を提供する責務を有する国の機関である。主な権限と機能は以下の通りであり、傘下に NWSDB を所管する。

- a) 飲料水供給と衛生施設整備についての政策立案と最終化
- b) NWSDB の運営管理と監督
- c) コロンボ市内における給水事業の持続性担保のための国家水委託委員会設立と運用
- d) コロンボ市内の無収水量削減プロジェクトの実施

(2) 国家上下水道公社 (National Water Supply and Drainage Board: NWSDB)

NWSDB は上下水道省の下部組織としてスリランカ国における上水道および下水道ならびに処理施設の整備を担っている (国家上下水道公社法 1974 年第 02 号、国家上下水道公社 (修正) 令 1992 年第 13 号)。

(3) Ministry of Local Government and Provincial Council (MLGPC)

MLGPC は中央政府と地方の行政帯との橋渡しをし、地方行政体の活動を促進する機能を有している。地方政府州政府法 2010 年 1681/3 号に基づき、地方自治関連法 (Municipal Council Ordinance No. 16 of 1947、Urban Council Ordinance No. 61 of 1939、Pradeshiya Sabha Act No. 15 of 1987) の実施、地方の経済発展及びインフラ整備を支援する役目を有している。

オンサイト衛生施設の規制、管理は地方自治体がその責を負っている。腐敗槽の設置は個人の責任によって行われ、地方自治体は、補助金の交付なしで住民への汚泥引き抜きサービスを運営している。運営費用は、手数料と固定資産税の一部で充当している。

(4) マハヴェリ開発環境省 (Ministry of Environment and Mahaweli Development)

マハヴェリ開発環境省は、2015 年に設立され、スリランカにおいて環境一般に関する政策、計画、等を所管する。水質環境基準を含む水質管理、水環境管理、水環境汚染対策に係る方針と施策実施は、傘下の CEA に委ねられている。

(5) 中央環境局 (Central Environmental Authority: CEA)

CEA は、国家環境法 (NEA: National Environmental Act No.47 of 1980) に基づいて 1981 年に設立され、MOE の傘下において環境政策ならびに環境行政を司る主要機関である。水質管理は主に CEA が担っており、環境許可書の発行や事業者への立ち入り水質検査、河川の水質モニタリングもおこなっている。

(6) 開発公社

都市開発公社 (UDA) が、都市開発地域 (Urban Development Areas) におけるオンサイトし尿処理についての条例や指針についての責任を有しているほか、国家住宅開発公社 (NHDA) も施設整備に関するガイドラインを有している。

(7) 中央文化基金 (Central Cultural Fund : CCF)

スリランカにおける世界遺産の管理を担う中央文化基金 (CCF : Central Cultural Fund) は UNESCO-Sri Lanka Cultural Triangle の実施機関として 1980 年に設立され、以降 35 年間にわたり、スリランカにおける文化遺産の保護、保全、管理のため活動している。基金は、スリランカ政府からの補助金、UNESCO からの資本金、UNDP 等国連機関からの寄付、文化三角地帯の入場料、他国や個人からの支援で成り立っている。CCF は文化財保護のため、より厳しい環境対策を実施するとともに、訪問者のためのインフラ整備も行っており、この一環として衛生施設整備を進めている (詳細は 4-1-2 章を参照)。

1-3-3 関連法制度

(1) 国家環境法

国家環境法 1980 年第 47 号 (1988 年) 修正第 56 号令及び国家環境 (保護、質) 令 (1990 年) 修正第 1 号により、a) 当局が許可した場合 b) 定められた基準や条件に従う場合を除き、

放流基準を定め、汚染の原因となる廃棄物の環境への放流、堆積及び放出を防ぐことを定めている。

(2) 排水放流基準

スリランカにおいては、一般水質環境基準が定められていないものの、事業者からの産業排水については、中央環境局（CEA）により下表の排水基準が定められている。

表 1-4 排水放流基準概要

項目	単位	陸水放流	工場排水 灌漑用放流	工場排水の 海洋放流	ゴム工場 廃水陸水放流	鋳物工業 陸水放流	皮革工業の 放流
TSS (<850μm)	mg/l	50		150(工程水) +10(冷却水)	100/100	50	100/150
PH	-	6.5-8.5	5.5-9.0	6.0-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	5.5-9.0
BOD	mg/l	30	250	100	60/50	60	60/100
ΦOH	mg/l	1		5.0		1.0	1.0/5.0
M	mg/l	0.2		0.2			
S ²⁻	mg/l	2.0		5.0		2.0	2.0/5.0
F ⁻	mg/l	2.0		15			
Cl ₂	mg/l	1.0		1.0			
As	mg/l	0.2	0.2	0.2			
Cd	mg/l	0.1	2.0	2.0			
T-Cr	mg/l	1.0	1.0	1.0		2.0	2.0/2.0
Cr ⁶⁺	mg/l					0.5	0.5/0.5
Cu	mg/l	3.0		3.0		3.0	
Pb	mg/l	0.1	1.0	1.0			
T-Hg	mg/l	0.0005	0.01	0.01			
Ni	mg/l	3.0		5.0			
Se	mg/l	0.05		0.05			
Zn	mg/l	5.0		5.0		5.0	
NH ₃ -N	mg/l	50.0		50	300/40	60	
殺虫剤	mg/l	ND					
放射線	A	μCi/ml	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸			
	B	μCi/ml	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷			
COD	mg/l	250		250	400/400	250	250/300
T-DS	mg/l		2,100				
Oil/Grease	mg/l		10.0	20		10	10/20
Cl ⁻	mg/l		600			70	1,000/-
SO ₄ ²⁻	mg/l		1,000				
B	mg/l		2.0				
SAR	mg/l		10-15				
N ₂ CO ₃	mg/l		2.5				
温度	℃			45		40	
有機リン化合物	mg/l			1.0			
塩素化炭化水素	mg/l			0.02			
T-S	mg/l				1,500/1,000		
T-N	mg/l				300/60		
アルカリ度	mg/l						750/-

1: Type I (Latex Concentrate) / Type II (Standard Lanka Rubber, Crepe Rubber and Ribbed Smoked Sheets)

2: Inland/Marin

出典：中央環境局

(3) 都市開発機関法

建築計画の提出と適合承認証の発行など、オンサイト施設の承認に必要な基準や条件は都市開発機関法（1978年）No. 41及び都市開発公社計画建設令1986年の中で定められている。同法では、原則として下水排水は既存の公共下水道システムに接続することを規定しているが、公共下水道システムが無い所や、公共システムに接続できないところでは、下水は腐敗槽で処理され、浸透施設により処分することとしている。

1-3-4 対象国に対する我が国開発協力方針

平成 24 年 6 月に、スリランカに対する我が国開発協力方針（右表参照）が示されている。

同方針では、スリランカの開発基本方針を踏まえ、同国の経済成長に向けた基盤整備を中核とし、上下水道基盤などのインフラ整備を、我が国技術の活用も視野に入れつつ積極的に支援するとしている。

■ 開発基本方針(大目標)

➤ 後発開発地域に配慮した経済成長の促進

■ 重点分野(中目標)

➤ 経済成長の促進

➤ 後発開発地域の開発支援

➤ 脆弱性の軽減

現在実施中の ODA 事業（後述）に加え、アクアメイクという我が国の先進技術を活用し、両国の政府機関と民間企業の連携による、現地人材育成や中小企業振興を通じた水環境インフラ整備、ひいては同国経済成長の促進に取り組むことは我が国開発協力方針に合致している。

スリランカの開発基本方針を踏まえ、平成 14 年策定の「対スリランカ民主主義共和国国別援助方針」では同国の一層の成長と安定化を促すため、経済成長のための基盤整備を支援の中核とすると述べている。また、そのための協力プログラムとして上下水道・環境改善プログラムが実施されている。

1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

1-4-1 水環境管理に対する我が国及び JICA の実績

下水セクターでは、下水道セクターに係る情報収集・確認調査（2012 年）、下水セクター案件形成調査（2012 年）及びスリランカ国下水道整備事業における案件形成調査（2013 年）がこれまで実施され、引き続きキャンディ市下水道整備事業（円借款：2010 年～実施中）や水質管理能力向上プロジェクト（技術協力プロジェクト：2015 年～実施中）、下水セクター開発計画策定プロジェクト（開発計画調査型技術協力：2015 年～）等が実施されている。

1-4-2 他の援助機関の対応

同国においては、世界銀行ならびにアジア開発銀行などが下水道セクターの開発課題に取り組んでいるが、コロンボを有する西部州に支援が集中しており、中部州・北中部州への他援助機関からの援助は現時点では実施されていない。

1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

今後のビジネス展開では、まず製品を日本からスリランカに輸出し、さらに、輸出を行いながら現地製造体制の構築も検討する。そのため、ビジネスを展開する上で必要となる輸出及び投資進出（外国投資・許認可等）のスリランカにおけるビジネス環境を以下に整理する。

1-5-1 輸出段階でのビジネス環境

(1) 輸入申告手続き

通関法第 47 条および第 57 条により、輸出入業者またはその委任代理人は、貨物の通関

または船積みのための貨物申告書の提出が義務付けられている。スリランカへの輸入手続きの必要書類は以下の通りである。

表 1-5 輸入申告手続きの必要書類

No.	必要書類	備考
1	通関書式番号 53	税関申告書 7 通
2	荷渡し指図書	
3	船荷証券 (B/L)	
4	関係為替交換ごとの商業送り状	
5	銀行が裏書きした商業為替交換書類	
6	梱包明細書	必要な場合
7	原産地証明	
8	輸入管理許可	必要な場合
9	中古自動車登録証明書	翻訳付き
10	食品の積み荷港の検査証明書	
11	検疫証明書	必要な場合
12	製品説明資料の一覧表	必要な場合
13	スリランカ基準機関／スリランカ産業技術機関の発行する証明書	必要な場合
14	所管政府当局の発行する承認書類	必要な場合

出典：JETRO

また、輸出業者、輸入業者、乙仲業者（通関代行業者）は、税関に申告し、内国歳入庁が発行する納税者識別番号（TIN）を登録しなければならない。個人の分類または単独事業経営者の分類に該当する輸出者、輸入者、乙仲は、税関に身分証明書番号（ID 番号）を申告しなければならない。なお、カキ殻の輸入に関して、現地税関を訪問し、汚水処理設備の接触材として取り扱われることを確認している。

(2) 関税

スリランカにおける関税率体系は、4段階区分である。

- 半製品原材料：5%
- 中間財、予備部品：15%
- 自動車および他の完成品、生鮮食料品など：30%
- 現地（スリランカ）で生産されない極めて基幹的な製品、原材料、機械類など：免税

スリランカ政府は、必要に応じ、特定の目的あるいは機関の輸入品目に対し、関税免除（官報で通知する）および関税放棄の特恵を供与する。

(3) 関税以外の諸税

関税に加え、スリランカでは輸入品に対し、税金・課徴金が課せられる。主な輸入業者に課税される税金を以下に示す。

表 1-6 スリランカの関税以外の税金

税金	税金内容	税金計算方法
付加価値税 (VAT)	2002 年法律第 14 号、付加価値税法 (同正式改定) に従い、付加価値税の支払対象となる輸入品に対し、15%の付加価値税が課せられる。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VAT の基準額 = 関税賦課対象価値 × 110% + 関税 + 物品 (特別規定) 税 + 港湾・空港開発税 + Cess ▪ VAT = 同基準額 × 15%
物品 (特別規定) 税	1989 年法律第 13 号、物品税 (特別規定) 法 (同正式改定) に従い、輸入または国内で製造・組み立てられた製品 (タバコ、軽油、ガソリン、ケロシン、自動車、ミネラルウォーター、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、TV、電化製品、競馬に関する出版物) に課税される。税率は 2015 年 11 月 20 日付官報 No.1885/42 で発表されている。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 物品 (特別規定) 税の基準額 = 関税賦課対象価値 + 関税 + 港湾・空港開発税 + Cess ▪ 物品 (特別規定) 税 = 同基準額 × 37%
港湾・空港開発税 (PAL)	スリランカに輸入される物品の通関価格の 7.5%が、港湾・空港開発税として課される。繊維産業向け消費財や、電子電機製品は 2.5%に引き下げられた。加工・再輸出または輸出品製造を目的とした輸入品は、非課税である。また、綿糸、ケロシン等のジェット燃料、人間・家畜用ワクチン、特定の薬剤、建設・酪農・農業用の機械の一部は免税。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PAL の基準額 = CIF 金額 ▪ PAL = 同基準額 × 7.5%
国家推進税 (NBT)	スリランカにおける輸入業者、製造業者、サービス業者に対し、四半期当たりの売上高が 50 万ルピーを超えた場合に適用される。四半期当たりの売上高に 2%の税率で計算される。	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NBT の基準額 = VAT の基準額 ▪ NBT = 同基準額 × 2%

出典：JETROの資料を基に調査団が編集

1-5-2 投資状況

2014 年のスリランカへの対内直接投資 (スリランカ投資許認可企業ベース、実行額、ネット、フロー) は業種別ではインフラ関連投資が全体の 44.7%であり、近年はコロombo市内のホテルや高級コンドミニアム等の建築ラッシュによる住宅物件開発・店舗・オフィスの伸び率が大きい。そのほか、製造業が 21.8%、サービス業が 33.1%となっている。

スリランカ国は親日性が高く、2014 年 9 月には安倍首相が現職の首相として 24 年ぶりにスリランカを訪問し、関係強化を相互に確認している。日本の対スリランカへの対内直接投資は 2014 年には 1,490 万ドル、前年比 60.4%と減少しており、傾向としては進出済みの企業の拡張投資が多く、業種は製造業が中心である。しかしながら、物流分野や、観光分野への日本からの投資は今後も有望であるとみられている。

1-5-3 投資環境

2013 年に日本貿易振興機構 (JETRO) が進出日系企業に対して行った調査によると、スリランカ投資環境の利点としては「安定した政治・社会情勢」、「まじめで生産性が高い」、「英語の習熟率が高い」などが挙げられている。また、地理的優位性として ASEAN や中東、欧米など様々な市場にアクセスできるハブ拠点としての利点が挙げられている。一方、阻害要因としては安定した電力供給体制がないことや、電力料金の高騰などが挙げられている。また、土地権利保持者の特定が困難であり、土地取引が不透明である他、会社設立、投資の認可、優遇制度、その他の規制などが不明確で、投資制度の理解を阻む要因となっているとしている。

また、同国は投資および貿易に関する以下の国際条約、協定を結んでいる。

- 貿易関連知的所有権保護 (TRIPS) 条約
- 日本を含む 28 ヶ国と二国間投資協定 (IPA)
- 38 カ国と二重課税防止条約 (DTAA)
- インドおよびパキスタンと自由貿易協定 (FTA)
- アジア太平洋貿易協定 (APTA)
- ベンガル湾多分野技術経済協力 (BIMSTEC)

1-5-4 投資政策

スリランカでは競争力のある産業セクターへの外国直接投資を特に推奨している。中長期的な成長を支えるインフラ開発が数多く実施されており、水の供給・衛生処理、住宅、商業施設、都市開発等の事業を含む経済インフラ開発事業全般が奨励されている。

これに加えて、スリランカ政府は観光セクターを紛争終結後の経済復興の要ととらえ、2016年までにスリランカへの年間旅行者数を 250 万人にするという目標を掲げている。当セクターでは、宿泊施設・レジャー関連等のインフラ開発を優先している。

スリランカへの外国投資は、投資委員会法第 4 号 (1978 年) および修正法が基本法となる。本法に基づき投資委員会 (BOI) が免税、税制優遇策、関税・為替管理法の非適用などを受けるための総括窓口となる。また、外国投資に関する為替管理は、2002 年 4 月 19 日付法令 No.1232/14 (2002 年 8 月 8 日付修正法 No.1248/19) により、製造業を含む広範な事業分野で外資の 100% 保有が認められ、当座預金からの支払いにかかる外国為替取引は、規制の対象外となっている。そのため、本事業においても将来的な製品の現地生産・製造は規制の対象外になる。

スリランカは陸路や海路でのアクセスに最適な戦略的位置にあり、以下に示す商業ハブ活動も推進している。

- 輸入、小規模加工、再輸出の中継貿易
- 物品輸入調達または他国で製造した物品をスリランカ国内に流通することなく第三国へ輸出するオフショアビジネス
- 海外顧客に対する営業活動
- ファイナンス・サプライチェーンのマネージメントや主要バイヤーの支給業務管理を実施する本社業務機能
- 保税倉庫または他国性合弁企業の物流サービス

スリランカ政府は、自由港 (Free Port) と保税地域 (Bonded Area) を定め、貿易に適したインフラを整備し、物品及びサービスの輸出入の円滑化を図っている。自由港と保税地域とは「地理的にスリランカ国内であるが法律上関税領域外とみなされる地区」を差す。(2012 年財政法第 57 号)

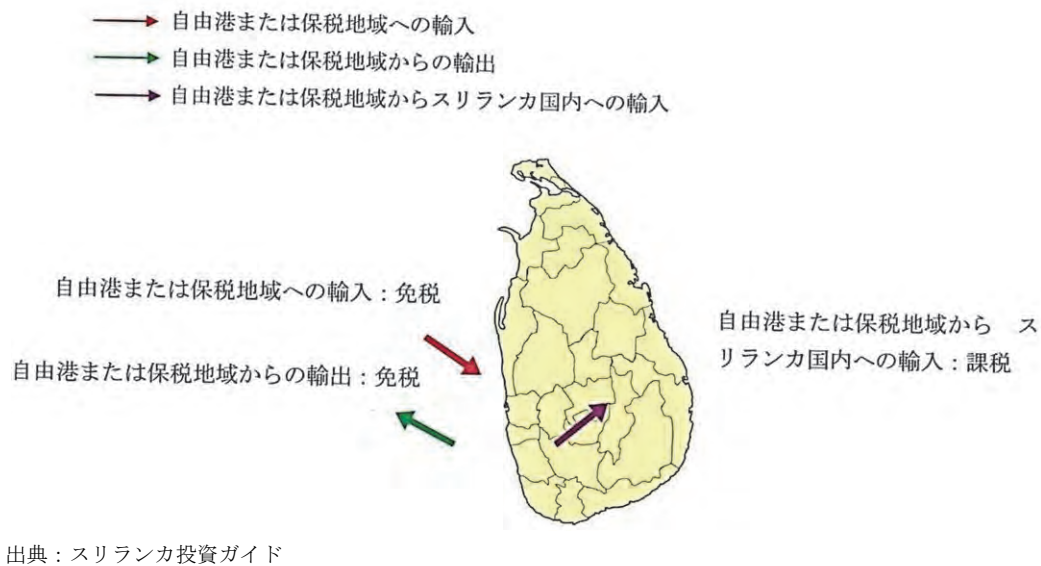


図 1-1 自由港と保税地域における税制優遇措置

1-5-5 BOI 法に基づく事業認可

前述のとおり、スリランカでは、競争力のある産業セクターへの外国直接投資やスリランカの地理的優位性を活用した商業ハブ活動を推奨している。スリランカ投資委員会（BOI）は、海外投資家を支援する中心的な窓口であり、事業認可をはじめ投資についてのアドバイスや手続きを支援する。以下のカテゴリに当てはまる投資活動は、BOIにより認可される。

(1) BOI 法 16 条認可投資

BOI 法 16 条のもとで認可された外国投資は、スリランカの一般の法律に従って運営され、国税法、関税法、外国為替管理法が適用される。第 16 条の認可を得るためには 25 万ドルの初期投資が必要となり、これには 100%外国投資、または現地企業との共同投資が可能である。

(2) BOI 法 17 条認可事業

BOI 法 17 条のもとでは、事業活動の認可や企業との契約締結を行い、投資の最低額やその他指定の要件を満たすことを条件に、内国税管理法や外国為替管理法、関税法等の法律に対する優遇措置を付与する。

本調査においては、スリランカでの生産・メンテナンス体制の構築に向けて、資材調達（カキ殻、ヤシガラ等）の可能性検討や、展示会参加を通じたビジネスパートナー（顧客、製造・販売を共同で行う現地企業）の開拓を進めている。（詳細は第 3 章参照）

スリランカ国内への海外直接投資及び、スリランカから他国へ展開する商業ハブ活動を支援する各種制度を活用し、海外展開を図っていく。

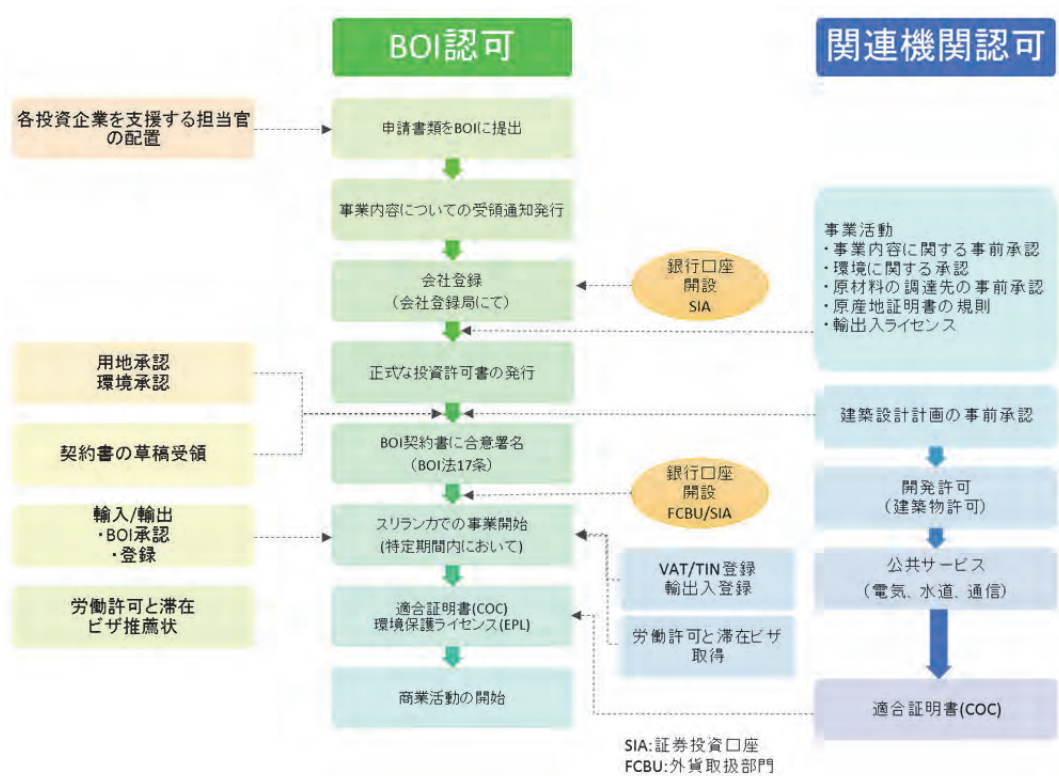


図 1-2 スリランカにおける事業認可手続き

1-5-6 環境ライセンス

スリランカにおいて工場等事業所の操業を行うためには、Environmental Protection License (EPL) を取得する必要がある。EPL は業種や汚染物質排出量に応じて A、B、C のカテゴリに分かれており、カテゴリ A は毎年、カテゴリ B、C は 3 年毎にこれを更新する必要がある。CEA はこのうちの A と B のライセンスを発行している。一方、C については地方政府 (Municipal Councils, Urban Councils や Pradeshiya Sabhas など) がライセンス発行、更新、モニタリングなどの権限を委譲されている。ライセンスの発行、更新にあたっては責任機関が書類検査、現場視察 (Inspection)、必要に応じて環境モニタリング (採水、水質検査等) を行い、法令順守、適切な汚染対策が実施されているか検査を行う。

表 1-7 環境ライセンス区分

カテゴリ	業種	更新期間
A	化学、合成ゴム、活性炭製造などやこれに指定がない業種で 200 名以上/シフトまたは 10m ³ /日以上 of 汚水を出す 80 業種	毎年更新
B	Part A と業種同じでも製造施設容量が小さく、環境負荷が小さい製造業や 3~10m ³ /日の汚水を出す 33 業種	3年に1回
C	上記 A、B より環境負荷が小さい 25 業種	3年に1回

出典：国家環境法 No. 47 of 1980 Order under Section 23A

第2章 提案企業の製品・技術の特長及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 業界分析

日本では、高度成長期からトイレの水洗化を目的とした単独処理浄化槽が急速に普及した。トイレの排水処理のみを対象とする単独処理浄化槽では、台所、風呂等を含む全ての生活排水を処理できないことから、平成 12 年に浄化槽法が改正され、単独浄化槽の新設は原則として禁止、既に設置されている単独処理浄化槽の使用者は合併処理浄化槽への転換等に努めるものとされた。市町村では、浄化槽を設置しようとする住民に対し、設置費用の補助を行うなど、単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換の促進を図っている。

日本国環境省の発表によれば、平成 26 年度末の汚水処理施設に係る普及人口は 1 億 1,275 万人、普及人口の総人口に対する割合（普及率）は、89.5%であり、このうち、浄化槽の普及人口は 1,124 万人、普及率は 8.92%という状況である。（平成 27 年 9 月発表）

日本の浄化槽（浄化槽法において「浄化槽」とは合併処理浄化槽のことを指す。）は、個別分散型施設としては世界で他の追随を許さない水準となっている。有機性排水処理技術としての生物膜法が浄化槽において確立されて以降、年々改良が加えられ、その処理機能は他の汚水処理施設と比べても遜色のない水準にまで技術的な進歩を遂げている。

世界の多くの地域において、適切な汚水処理のための基本的な施設が整っておらず、衛生面や環境面で問題が発生している。（疾病、水質の汚濁が発生等）こうした状況に対して、し尿処理システムとの適切な組合せを行うことにより、汚水処理システムとして浄化槽が役割を果たす余地も大きい。

提案する汚水処理システムであるアクアメイクは、浄化槽としての機能の加えてカキ殻を利用した三次処理を追加し、より高度浄化排水システムとなっている。

2-1-2 提案製品・技術の概要

(1) 製品・技術の特徴

提案する汚水処理システムであるアクアメイクは、トイレからの汚水や生活排水を浄化することを目的とした装置で、以下の特徴が挙げられる。

ア. カキ殻を利用した自己処理型環境保全性能

従来のトイレは、浄化槽で基準値まで汚水を浄化して放流するが、アクアメイクは排出される汚水を高度に処理（カキ殻等を利用し、無色無臭、大腸菌発生ゼロ、汚水を 90%以上浄化）し、放流せずに処理水をトイレに循環再利用するため、水の補充が不要なく衛生的かつ水を排出しない水洗式トイレである。アクアメイクは公共水域の富栄養化を抑制し、環境負荷の低減、環境に影響を与えない優れた環境保全性能を有する浄化システムである。



出典：JICA 調査団

図 2-1 提案するアクアメイクのイメージ

イ. 設置に立地条件を選ばない高い汎用性

アクアメイクは従来の水洗トイレと比較し、以下の厳しい立地条件で容易に設置利用が可能である。

- 放流水の水質基準が厳しく、処理水を放流できず環境配慮が求められる地域
- 経済社会インフラ（水源・水道、電気）が未整備もしくは整備が遅れている地域
- 工事現場等敷地が広大で配管工事に手間がかかる地域
- 散水用等の雑用水を多量に使用する地域
- 安定した給水量が必要で、上下水道料金が高い都市圏、医療施設、大型商業施設
- 被災地等で上水道がない、電気がないなど、ライフラインが閉ざされた地域

ウ. 下水工事費用および水道料金の節約による経済効果

アクアメイクは、水道管の敷設が必要なく、持続的な水資源の確保が容易であり汚水を発生しない。また、下水道工事も必要なく、工事費用の節約効果がある。洗浄水は自己処理水を再利用するため、何回トイレを使用しても、水道料金が発生しない経済的費用削減効果がある。さらに、配水管から配水しないため、漏水、盗水のリスクがない。

エ. 簡易な設置工事と維持管理による高い現地適応性と安い維持管理費用

国土交通省から「一般工事で活用普及を図る新技術」として登録されており、施工内容は極めて簡易であるため、スリランカの工事業者でも施工・据え付けが可能である。維持管理作業（主にカキ殻の補充、活性炭の交換等）も現地作業員でも容易に行えるため現地適応性が高い。これにより低廉な維持管理費用を実現する。

オ. スリランカ現地企業との分業による製品コストダウン

アクアメイクを構成する部品はできるだけ現地調達を目指し、組立・メンテナンスもスリランカの現地企業と協働することで、コストダウンが見込まれる。

(2) 製品・技術のスペック・価格

ア. 製品・技術のスペック

スリランカに導入する製品は、現地地方自治体等へのヒアリング結果を考慮して、より多くの利用頻度にも対応できる以下の製品スペックを検討している。

表 2-1 提案するアクアメイクのスペック

装置サイズ	長さ 13.1m x 幅 5.3m x 高さ 3.0m	利用回数(利用規模)	900 回/日 (250~300 人/日)
設置面積	基礎基盤面積：69.5m ²	利用者数	1 回/2 時間/人
装置重量	7,120kg	流入 BOD ² 濃度	260mg/l
処理能力	9t/日	処理水 BOD 濃度	5mg/l 以下 (魚の生育が可能な水質環境レベル)
処理方法	接触濾過+活性炭吸着方式		

出典：JICA 調査団

イ. 製品・技術の価格

前述のスペックで現地化してコストを抑えたアクアメイクの想定価格を下表に示す。現地化の第 1 段階として製造・組立を現地化し、コストを抑え現状の約 70%の価格で提供することを計画する。現地化の第 2 段階としては、日本製部品を第 3 国調達もしくは現地調達するとともに繊維強化プラスチック (Fiber Reinforced PlasticFRP) の管体や槽内部材等をコンクリートに代用することで、製品の本体価格を現状の約 1/3 (中国でのコスト削減実績に基づく) に低減することを検討する。ただし、コンクリートを代用した製造・施工に関しては、スリランカでの腐敗槽等の地下構造の現状では処理水が漏れる可能性があり、現地の施工レベルの向上が不可欠となる。なお、同スペックでの日本国内販売価格は約 2,000 万円である。

表 2-2 現地化してコストを抑えた製品価格

項目	第 1 段階 FRP 仕様 費用 (千円)	第 2 段階：コンクリート仕様 費用 (千円)
FRP 成形品 (管体、槽内部材)	6,000	3,200
その他スリランカ調達部品	2,000	1,000
日本製部品 (ブローヤ、循環ポンプ、制御盤等)	4,000	2,000
FRP 製造組立て	1,000	200
管理費	700	700
計	13,700	7,100

出典：JICA 調査団

(3) 国内外の販売実績

日本では過去 30 年間に全都道府県に約 600 基のアクアメイクの納入実績を持つ。海外では中国で約 50 基の納入実績があり、アメリカでも納入実績を有する。国内の納入先として

² BOD とは生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand) の略称で、河川水や工場排水中の汚染物質が微生物によって無機化あるいはガス化されるときに必要とされる酸素量のことである。この数値が大きくなれば、水質が汚濁していることを意味する。

は、公共施設が多く、世界遺産の熊野古道や富士山の公衆トイレの他、公園、学校、病院、集会施設、寺院等多様な納入実績を誇る。さらに、ソーラーパネル付アクアメイクもあり、電力供給が脆弱な地域への設置も可能であり、様々なニーズに対応できる。



図 2-2 アクアメイクの設置例

2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況及び比較優位性

(1) 国内類似製品・技術との比較

提案するアクアメイク（カキ殻方式）の競合製品として、土壌処理方式や杉チップ（おがくず）方式が挙げられる。アクアメイクはこれらと比較し以下の特徴を有する。

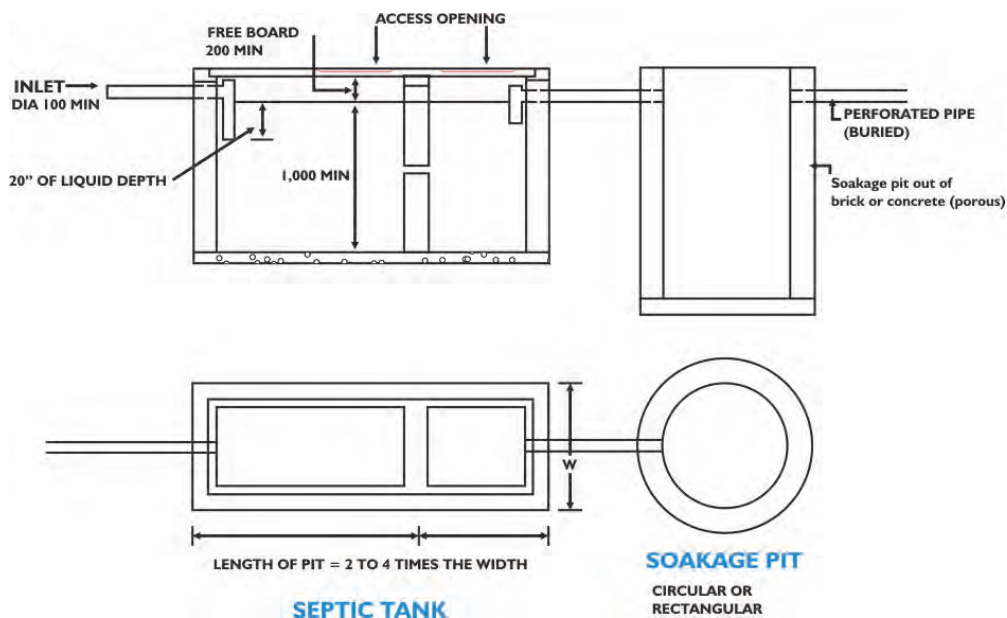
表 2-3 日本国内の他製品と比較したアクアメイクの優位性

処理方式 項目	①カキ殻方式 (常設トイレ実績多数)	②土壌処理方式 (常設トイレや山小屋の実績)	③杉チップ（おがくず）方式 (山岳や仮設トイレの実績)
処理方式の概要	無色無臭の処理水を便器洗浄水として再利用する方式	流入水を土壌処理装置で土壌微生物にし、処理水を再利用する方式	杉チップとそれに付着する微生物により、汚水を分解し、処理水を再利用する方式
トイレ洗浄水	無色無臭（優位性あり）	若干の着色あり	着色有り（こげ茶色）
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥汲取り、カキ殻の補充、活性炭の交換 ブロワー等機器類の定期点検 バキュームカーで処理 	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥汲取りと土壌の交換 ブロワー等機器類の定期点検 土壌閉塞時に土壌全体の交換が必要 	<ul style="list-style-type: none"> チップの交換・補充 清掃回数が多い 機器類の定期点検 チップ交換補充、清掃回数多い
長所	<ul style="list-style-type: none"> 高い浄化能力を維持 水の補充が不要 処理水を放流しない 計画以上の使用条件で、安全に使用が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 土壌の持つ浄化・ろ過能力を利用し省電力で運転可能 処理水を中水として利用 	<ul style="list-style-type: none"> 地上設置のため掘削等の土木工事が不要 緊急時に運搬ができる
短所	<ul style="list-style-type: none"> 計画比 1.5 倍以上の利用者がある場合、再利用水が着色する 電力無しでの運転は不可能 余剰水槽があるため、設置スペースが大きくなる 	<ul style="list-style-type: none"> 平らで広大な設置面積が必要、設置場所が限定 水の補充が必要 土壌流入水が悪化すると、土壌交換や目詰り除去困難 天候（雨・雪・気温）によっては処理能力が低下 	<ul style="list-style-type: none"> 残渣は産業廃棄物となり、専門の業者が維持管理 利用限度を超えると悪臭の原因やチップ材の交換が必要で、利用快適性は低い 予想以上の利用者がある場合、使用不可になる
初期投資費用 (スペックは 1m ³ の処理装置 で比較)	装置： 約 3,500,000 円 直接工事費： 約 1,000,000 円 合計： 約 4,500,000 円	合併浄化槽： 約 900,000 円 土壌処理： 約 3,500,000 円 直接工事費： 約 3,200,000 円 合計： 約 7,600,000 円	合計：5,500,000 円（工事費込）
維持管理費用 (スペックは 1m ³ の処理装置 で比較)	104,000 円／年 + 電気料金	123,000 円／年 + 電気料金 + 補給水料金	100,000 円／年 + 電気料金 *その他不定期な維持管理が必要 な為経費計上が困難

出典：JICA 調査団

(2) 現地既存製品・技術との比較

スリランカでの下水管未整備地域では、未処理もしくは腐敗槽等の浄化槽を使用し汚水処理を行っている。処理水は放流または地下浸透されており、周辺環境への悪影響（表流水、地下水の水質低下や臭気等）が懸念されている。中央環境局（Central Environmental Authority :CEA）へのヒアリングによれば、汚泥の引き抜き作業の頻度及び最終処理方法についても、十分とは言えない状況である。



出典：NWSDB資料

図 2-3 スリランカにおいて一般的な地下浸透式浄化槽（腐敗槽+浸透施設）

現地既存製品・技術との比較を以下に示す。提案するアクアメイクとの比較においては、技術の違いに留意する必要がある。日本の汚水処理技術を導入する場合、既存技術として合併浄化槽が比較対象となるため、トイレを1日に100回利用する場合のアクアメイクと日本の合併浄化槽との比較を併せて記す。

表 2-4 現地他製品と比較したアクアメイクの優位性

比較項目	腐敗槽	アクアメイク	合併浄化槽
汚水処理方法	処理水を放流または地下浸透方式	処理水を一切放流しない無放流方式	処理水の放流方式
処理水質濃度	BOD：120 mg/l以下（日本の腐敗槽とほぼ同じ構造であり同程度の処理レベルと想定）	BOD：5mg/l以下（魚の生育が可能な水質環境レベル）	BOD：20 mg/l以下
環境への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・処理水を放流、周辺環境に悪影響 ・浄化槽からの臭気が地域住民へ影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・処理水を放流せず、環境保全に貢献 ・臭気が極少、地域住民への影響がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・処理水を放流、周辺環境に悪影響 ・浄化槽からの臭気が地域住民へ影響
初期コスト（トイレ 100 回利用／日の場合）	約 55 万円	約 680 万円（本体：約 480 万円、工事費：約 200 万円）	約 1,030 万円（本体：約 790 万円、工事費：約 240 万円）
耐用年数	設置後は放置されている	30 年間	30 年間
強み	<ul style="list-style-type: none"> ・イニシャル・ランニングコストが安い ・設備内部の構造が簡易で現場で施工が可能 ・認知度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・処理水を放流しない（再利用可能） ・水道料金が掛からない ・カキ殻の効果により水質変動がない ・FRP タンクで製造され工期の短縮が可能・状況に応じた規模の計画・施工が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺環境の汚染は一定の範囲で済む ・FRP タンクで製造され工期の短縮が可能 ・認知度が高い
弱み	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥引抜きが必要（頻度が少なく豪雨等で汚物が流出するケースあり） ・処理水を放流・地下浸透する ・放流水質は周辺に富栄養化等の影響を及ぼす（日本では 1950 年以降廃止） ・汚水を放流するために水道料金の負担 	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥引抜き及び余剰水引抜きが必要 ・電動機を使用するため電力が必要 ・カキ殻の補充、活性炭の交換が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥引抜きが必要 ・処理水を放流する ・利用形態により放流水質が不安定 ・微生物剤などの投入等管理に手間 ・電動機を使用するため電力が必要 ・汚水を放流するため、水道料金の負担

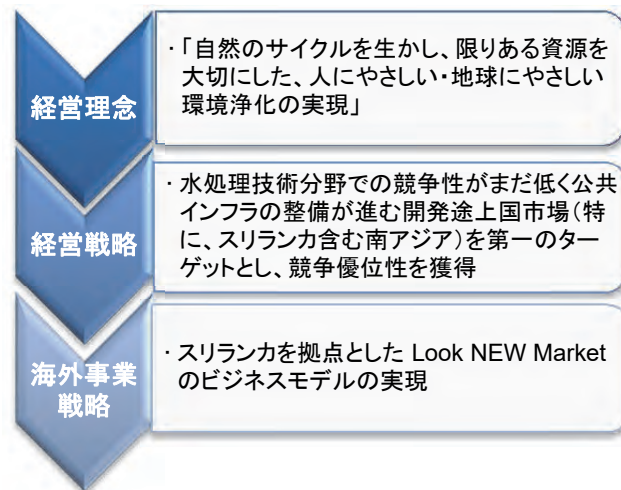
出典：JICA 調査団

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 海外進出の目的

(1) 経営理念とこれまでの国内外事業実績状況

永和国土環境は過去 30 年間に亘りアクアメイクの開発を行ってきた。同社の経営理念（下図参照）に基づき、同社は水環境の改善による持続可能な地球環境の実現に向けて、経営理念である、「自然のサイクルを生かし、限りある資源を大切に、人にやさしい・地球にやさしい環境浄化の実現」を目指し取り組んでいる。この経営理念に基づき国内全都道府県にこれまで約 600 基のアクアメイクを納入してきた。アクアメイクの販売は産業用資材の総合商社である八杉商店と連携して行っている。近年では日本国内での排水インフラ設備の需要が低迷しており、国内市場が大幅に拡大する兆しは見られないため、2007 年に永和国土環境は海外展開の拠点として中国に上海事務所を設立した。



出典：JICA 調査団

図 2-4 永和国土環境の経営理念

(2) 経営戦略と海外事業戦略

日本国内での外部環境の変化に対応するため、中国を足掛かりに海外事業展開を図り、水・衛生環境に課題があるスリランカを対象とした経営戦略（上図参照）の実現を目指す。この経営戦略のもと、海外進出の目的を下表に示す。

- 優れた製品・技術の普及
- 海外の成長市場の開拓
- 製品の生産・製造コストの削減
- 海外からの引き合い・要望への対応

海外拠点をスリランカとする投資環境上の利点としては、以下が考えられる。

- 質の高い労働力：高い生産性、高い識字率や手先の器用さ等
- 親日的な国民性：日本製品・技術／日本式マネージメントへの信頼、仏教国としての親和性
- 経済成長のポテンシャル：高い消費意欲、GDPの伸び率
- 下水セクターのインフラ課題：環境・水処理技術分野での競争性がまだ低く、下水セクターにおける公共インフラの整備需要
- 地理的優位性：インドとの近接性、東（アジア）と西（中東・欧州・アフリカ）の両方にアクセス可能

上述の通り、環境・水処理技術分野での競争性がまだ低く公共インフラの整備が進むスリランカを第一のターゲットとし、競争優位性の獲得を目指し、スリランカの外部環境の機会を最大限に活用し、現地製造・販売促進を図る。

2-2-2 海外展開の方針

(1) 自社の経営戦略における海外事業の位置付け

スリランカを軸とした海外事業のビジネスモデルでは、現地企業による輸入原材料の加工・製造、製品の施工、O&M 支援等の実績を重ねつつ、スリランカの地理的優位性を活か

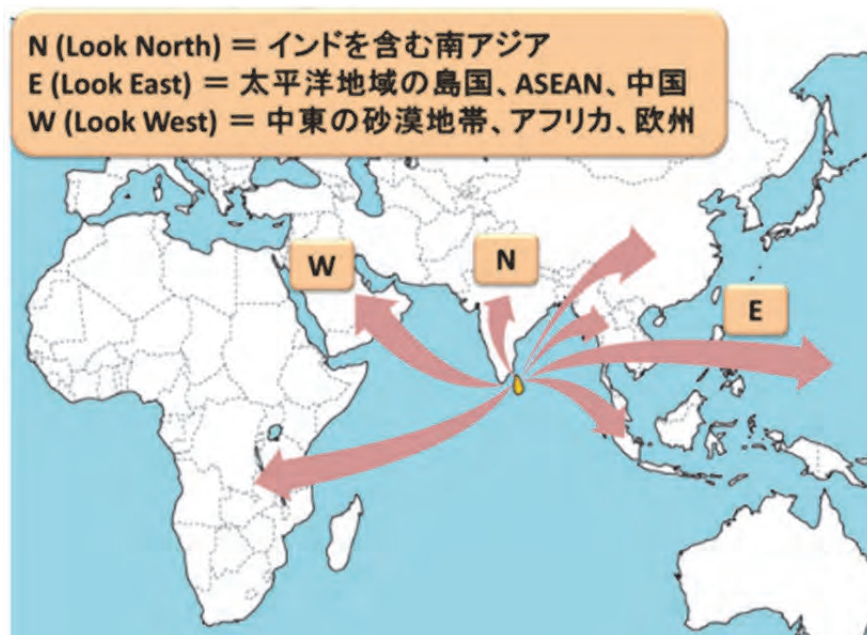
した他地域へのビジネス展開（インドへのゲートウェイおよび Look NEW Market：図 2-5 参照）を図る。

ア. インドへのゲートウェイ

スリランカはインドに比べ相対的に優れた投資環境が整っている。インドは州を跨いだ輸送は州税がかかり、税金体系も複雑なため、スリランカで製造し、インドの各都市へ直接輸出することで価格優位性を高める。また、インドでは代金回収も難しいことから、スリランカでの販売実績を重ね、スリランカからインド向けに製造販売することを検討する。また、インドより優れた労働者の質、流通面、品質面でのスリランカの投資環境の利点を生かしてスリランカをアクアメイクの現地生産・販売拠点とする。さらに、スリランカとインドとの自由貿易協定（FTA）を活用して、日本・スリランカ企業が連携して、付加価値の高い日本の技術を活かしたアクアメイクをインド市場に導入する。

イ. Look NEW Market

スリランカから見ると地理的にインドは北（**N**orth）、太平洋諸国や東南アジアは東（**E**ast）、中東やアフリカは西（**W**est）に位置する。スリランカはこれらの NEW Market を 1ヶ所で狙える地理的ロケーションに位置するため、海外事業展開を図る上で地理的優位性がある。近年、コロンボ港を初めとする港湾インフラは整備が進んでおり、スリランカを『NEW Market』への製品供給拠点とする。



出典：JICA 調査団

図 2-5 海外事業展開（Look NEW Market）

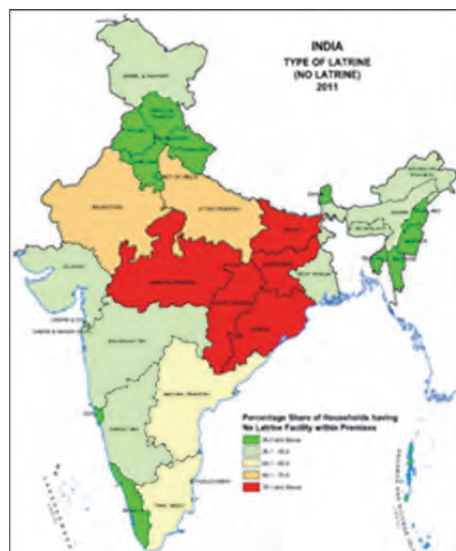
2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

スリランカでの生産体制が構築され、製品コストが低減された後、『Look NEW Market』のビジネスモデルに基づきスリランカ以外の特に水事情に課題がある他地域への海外展開を行う。アクアメイク事業展開は複数の対象市場で検討・構築を目指して、事業リスクの軽減を図る。

(1) 深刻な衛生問題を抱えるインド

インドは著しい経済成長の一方、深刻な衛生問題を抱えており、野外で排泄することも多い状況である。地方部では約 7 割の住民は十分な衛生設備にアクセスできない状況である。このような状況から、2014 年 8 月にナレンドラ・モディ首相は、「1 年以内にインドのすべての学校にトイレを設置すること」、また、「2019 年までに全家庭にトイレを設置する」ことを明確な目標として掲げている。

2011 年の国勢調査によると、北部 5 州（インド中部のオデーシャ州、ジャルカンド州、チャッティースガル州、マディヤ・プラデーシュ州、ビハール州）では、トイレのない世帯の割合が全体の 45%に上る（当該 5 州は上図の赤で示された地域）。インドの約



出典：Census of India 2011,

図 2-6 インドにおけるトイレ普及分布

8 割以上の学校では少なくとも 1 つのトイレが設置され衛生環境が改善しているが、残りの 2 割程度の学校に通う生徒は外で排泄している。このような状況下で、ユニセフは衛生問題を解決するために 2013 年末から「Poo 2 Loo」（Poo to the Loo: トイレで排泄しよう）という大々的なキャンペーンを実施している。

インドでの衛生環境の改善を目指し、このようなトイレ事情に問題を抱える地域や学校にアクアメイクの導入を検討し、普及・実証事業終了後にインドでの新規納入を目指す。

(2) 環境保全に配慮した持続的な経済・社会インフラが求められる太平洋諸国の離島地域

我が国は「太平洋・島サミット」での太平洋諸国への支援方針等を踏まえ、「環境保全や気候変動に対する支援」をはじめとし、「インフラ整備を含む持続的な経済成長基盤の強化」や「国民の生活水準の向上」等に対して支援を行っている。これらは特に、サモア、ソロモン諸島、ナウルおよびパラオでの共通の援助基本方針である。これら太平洋島嶼国に対し優れた環境保全性能を有するアクアメイクの導入を検討し、普及・実証事業終了後に太平洋島嶼国での新規納入を目指す。

(3) 水の希少性が非常に高い中東地域

サウジアラビアのジェッダ等西側では下水道普及率は低く 20%～30%である。そのため、下水処理できない汚水は都市部郊外の下水放流場所に運搬されている。このため放流場所は現在巨大な湖となり下水湖と呼ばれている。アブダビ、ドバイ等でも急激な都市化に排水処理インフラ設備が追いつかず、生活環境の悪化等が問題となっており、節水対策として、処理水再利用のニーズが急激に高まっている。

アクアメイクは処理水をトイレ洗浄水として循環・再利用するが、製品タイプによっては、高度処理された水を樹木等への散水用などの雑用水に利用できる。そのため、水の希少性が高い中東において、節水効果を発揮し、処理水を有効活用できるアクアメイクの導入を目指す。



ジェッダの下水湖



汚水を下水湖に放流する様子

図 2-7 サウジアラビアの下水処理状況

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

(1) 地元の経済・地域活性化への貢献実績

これまでの永和国土環境による地元経済・地域活性化への貢献実績は以下の通りである。

広島県の特産物であるカキのうちカキ殻は廃棄物扱いとなるため、廃棄処分コストがかかる。しかし、アクアメイクの特徴としてカキ殻（廃棄物）を再利用するため経済的費用の削減効果がある。また、永和国土環境は山梨県大月市に自社製造工場を持つ。大月市は人口及び就職機会の減少で経済活動が低迷しているが、同工場の稼働により就業機会の提供や地域活性化に貢献している。

(2) 事業実施による国内関連企業の売上増

事業初期段階では日本から供給する部品は永和国土環境の山梨大月市にある自社工場からの出荷となる。2023年には販売台数 75 台及び 1.6 億円／年の売上が見込まれる（5 章参照）。

その内、県内調達部品、材料、組立人件費はおよそ 30%と予想され、約 4,800 万円の直接的な国内経済効果が見込まれる。さらに、JV を組んでいる八杉商店社は原材料調達、輸出入、販売を担当するため、上記国内の経済効果として約 2,400 万円を享受することが期待できる。

(3) 事業実施による国内の雇用創出、新規開拓、新規開発

上述の売り上げに基づき、海外での需要に対応できる国内での原材料調達・生産製造・流通・新規製品開発体制を構築し、新たに 30 名程度の雇用を創出する。周辺産業の振興、裾野産業の発展等の副次的な波及効果も期待できる。また、開発途上国のニーズに沿った製品の開発を行う。

(4) 上記の他、事業実施による国内地元経済への裨益

永和国土環境の山梨県大月製造工場をアクアメイクの製造教育拠点とし、海外技術者の養成施設として技術伝承を行う。また、広島特殊織物㈱と特殊フィルターを共同開発しているため、今後アクアメイクの海外販売増加に伴い特殊フィルターの生産量も増加することが考えられる。

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）

本調査においては、スリランカでの製品の導入可能性を検証するために、アクアメイクに関心を持つ地方政府のニーズの確認や想定する製品仕様の妥当性を検証している。以下に活動概要を示す。

3-1-1 関係機関ヒアリングを通じた現地ニーズの把握及び導入サイトの検証

(1) 関係機関ヒアリングの概要

第1回から第5回現地調査にかけて、スリランカ国政府機関を訪問し、スリランカ及びカウンターパート候補地域における下水セクター政策、環境政策、衛生政策、さらに観光政策などの上位マスタープランを確認した。併せて、現地ニーズの把握、製品の導入計画、要望について協議を行った。訪問した機関と主な協議内容を下表に示す。

表 3-1 現地調査の訪問先と活動内容

訪問先	活動内容	現地調査時期
Presidential Secretariat	<ul style="list-style-type: none"> ■ 汚水処理への関心・ニーズの高い地方政府の確認 ■ アクアメイクの導入可能性についてヒアリング 	第1回現地調査
Ministry of Mahaweli Development and Environment 及び Mahaweli Authority of Sri Lanka	<ul style="list-style-type: none"> ■ 環境政策、衛生政策等上位マスタープラン確認 ■ 汚水処理への関心・ニーズの高い地方政府の確認 ■ アクアメイクの導入可能性についてヒアリング 	第1回現地調査
National Water Supply Drainage Board (NWSBD) 及び Ministry of Water Supply and City Planning	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下水セクター政策、環境政策、衛生政策等上位マスタープラン確認 ■ 汚水処理への関心・ニーズの高い地方政府の確認 ■ アクアメイクの導入可能性についてヒアリング 	第1回現地調査
CEA (Central Environmental Authority)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下水セクター政策、環境政策、衛生政策等マスタープランの確認 ■ 汚水処理への関心・ニーズの高い地方政府の確認 ■ 河川の水質管理や EPL 制度の環境制度情報収集 	第1回現地調査 第3回現地調査 第5回現地調査
MLGPC (Ministry of Local Government and Provincial Council)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下水道整備事業を含む都市開発の計画の確認 ■ 汚水処理への関心・ニーズの高い地方政府の確認 ■ 中央政府と地方政府との役割分担や予算配分手続き等の確認 	第1回現地調査
Ministry of Education	<ul style="list-style-type: none"> ■ 案件化調査の概要および結果報告 	第5回現地調査
Central Cultural Fund	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現地観光地に係る情報収集 ■ 汚水処理への関心・ニーズの確認 ■ 保護対象区域の確認 ■ アクアメイクの導入可能性（設置場所、仕様、許認可制度、コスト等）の検討 	第1回現地調査 第2回現地調査 第3回現地調査 第4回現地調査 第5回現地調査
Sri Lanka Railways	<ul style="list-style-type: none"> ■ アクアメイクの導入可能性についてヒアリング 	第1回現地調査
Colombo Fort Railway Station	<ul style="list-style-type: none"> ■ 汚水処理への関心・ニーズの確認 ■ アクアメイクの導入可能性（設置場所、仕様等）の検討 	第1回現地調査

訪問先	活動内容	現地調査時期
Department of Archaeology	<ul style="list-style-type: none"> ■ アクアメイク導入可能性についてヒアリング ■ 建設許認可の確認 	第4回現地調査 第5回現地調査
キャンディ市及び School of Agriculture Kundasale, Agriculture Department	<ul style="list-style-type: none"> ■ 汚水処理への関心・ニーズの確認 ■ 保護対象区域の確認 ■ アクアメイクの導入可能性（設置場所、仕様、許認可制度、コスト等）の検討 	第1回現地調査
キャンディ市下水道整備事業（円借款）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 円借款の進捗状況の確認、ODA 案件の連携可能性の検討 ■ 下水セクター政策、環境政策、衛生政策等上位マスタープラン確認 	第1回現地調査
スリランカ国水質管理能力向上プロジェクト（技プロ）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下水セクター政策、環境政策、衛生政策等上位マスタープラン確認 	第1回現地調査
現地企業	<ul style="list-style-type: none"> ■ アクアメイク製作に必要な一部部品の現地調達化の検討 	第1回現地調査
Hambantota 社	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現地製造体制の検討 	第2回現地調査
PURITAS 社	<ul style="list-style-type: none"> ■ 工事方法・衛生施設建設の検討 	第3回現地調査
Nexus ES Trading 社	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備メンテナンス体制の検討 	第4回現地調査
Aitken Spence 社		第5回現地調査
FINITE Lanka 社		
Yusen Logistic 社		
Shin Nippon Lanka 社		
BOI (Board of Investment)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 輸出入・会社設立制度や工業団地の水質状況の確認 	第2回現地調査
JETRO コロンボ事務所	<ul style="list-style-type: none"> ■ 関連許認可制度（許認可手続き、製品登録、電力供給、安全管理、輸出入制度等）、アクアメイク製造・購入に係る各種優遇措置等の情報収集 	第2回現地調査
税関	<ul style="list-style-type: none"> ■ アクアメイク輸入時の関税条件、輸入ライセンス有無の確認 	第4回現地調査

出典：JICA 調査団

第1回の現地調査では、スリランカにおける下水セクターの現状や、環境・衛生政策の確認とともに、提案するアクアメイクをパイロット的に導入するため、スリランカ側 C/P 及び対象地域を選定することが主な目的であった。複数の関連省庁との面談で事業概要及び技術の説明を行うとともに、本事業に適した自治体や担当する公的機関を紹介してもらい、現地視察を実施し、事業実施可能性を確認した。

どの訪問先においても、スリランカにおける排水処理設備の不足や環境悪化の懸念から、提案するアクアメイクへ期待する声が多く聞かれた。その一方で、C/P 候補（地方政府）の課題としては、設備設置後、適切に維持管理を行うために電気料金を含む維持管理費用を独自の予算で負担することが困難であるという点が挙げられた。そのため、トイレの利用料金をユーザーから徴収し、その収益を維持管理費用に充当できるビジネスモデルを構築し導入できる地域を対象とすることが現地に適応する重要なポイントとなる。この仕組みにより、地方政府は継続的に維持管理費用を捻出できるようになる。

さらにトイレ利用料金を持続的に徴収する上で、重要な前提条件として、①利用者の需要が期待できる地域、②アクアメイクのような環境技術の導入に積極的である環境意識の高い地域を選定することが重要と考える。スリランカは観光立国であり、一部の観光地は古代遺跡や自然保護区である。このような観光地には観光客が多く訪問し、遺跡や環境保護の観

点から環境意識が高いため、アクアメイクの導入候補先として観光地を対象とすることとした。

第 2 回、第 3 回現地調査では、関連する許認可制度にかかる情報収集を行うとともに、前回調査の結果を踏まえ、現地の需要に加え、継続的な維持管理ができることを念頭に、C/P 及び対象地域の選定作業を進めた。特に第 3 回、第 4 回及び第 5 回現地調査においてポロンナルワを含む文化三角地帯³を管轄する中央文化基金（CCF）を C/P 候補として面談、現地視察を行い、事業実施可能性を確認した。

(2) 主な現地視察先

ヒアリングを通じて確認された導入候補地について、アクアメイクの導入可能性を検討するため現地視察を行った。

環境意識が高く観光地である文化三角地帯は、歴史的文化遺産が点在しており、遺産や環境保護に力を入れている。遺跡に負の影響を与えないためにも、汚水を放流しないような環境技術が必要である。また、観光によるトイレの利用者需要を見込めるため、トイレの利用料金を徴収し、その収益を維持管理費用に充当する収益モデルを構築しやすいため、アクアメイクの導入可能性が高いと考えられた。

ア. ポロンナルワ遺跡

ポロンナルワ遺跡群は 10～12 世紀にシンハラ王朝の首都があった場所であり、一枚岩に涅槃像含む 3 石像（ガル・ヴィハーラ）が特に有名である。

遺跡地区（世界遺産区域）の中には、トイレ施設が 4 箇所あり、それぞれ外国人用／ローカル用に分かれている。外国人用トイレは通常施錠されており、使用する際に鍵が開けられる。利用は無料である。なお遺跡地区への外国人向け入場券は USD25（Rs.3,550）である。



ポロンナルワ遺跡のガル・ヴィハーラ

ポロンナルワ遺跡地区の管理は、CCF が行っている。CCF は、1980 年 12 月に設立され、ポロンナルワ遺跡だけでなく、後述するシーギリヤをはじめスリランカにある世界遺産の管理を行っている。CCF との協議の結果、遺跡地区内に 3 か所、アクアメイクの設置が考えられる場所があることが判明した。

³ スリランカの中央部、アヌラーダプラ、ポロンナルワ、キャンディの 3 都市を結んだ三角形の内側は、文化三角地帯と呼ばれ、世界有数の大遺跡群が残る地として、また仏教聖地として、観光客だけでなく、地元住民も多く訪れる地域である。



出典：CCF 資料

图 3-1 ポロンナルワ遺跡全体図

【博物館そばにある建設中のトイレ施設】

- CCF ではポロンナルワ博物館に隣接する場所に浄化施設を含むトイレ施設の建設計画があり、現在はトイレ建屋（男性：14（大便で 4、小便で 10）、女性：12）が建設中である。
- どのような排水処理装置を導入するかは確定しておらず、アクアメイクをぜひ導入したいとの回答を得た。先方は品質の良い（汚水を放流せず環境保護に貢献できる）製品を導入したいため、アクアメイクが導入されるのを待つことが可能という意向であった。
- 既に、Department of Archaeology から建設許可を取得済みである。
- 想定しているスペックの規模は 1,200 回/日とのことであり、アクアメイクの 700 回/日のスペックを 2 ユニット導入することで対応可能である。



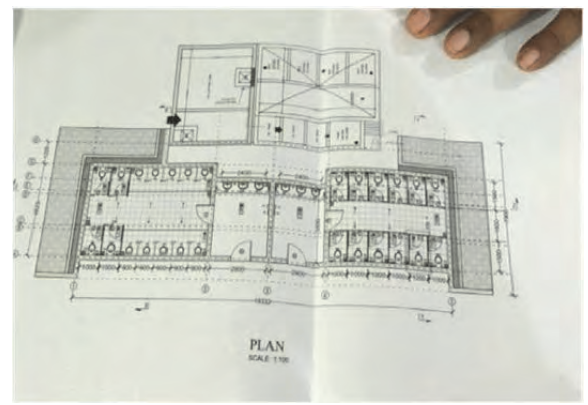
ポロンナルワ博物館



博物館近くの建設中トイレ施設



建設中トイレ施設の裏側



建設中トイレ施設の図面

【ガル・ヴィハーラ付近の駐車場トイレ施設】

- ガル・ヴィハーラ付近の駐車場トイレ施設は、遺跡群地域の中で最も古く 20 年間利用されている。
- 立替・新設することは可能であるが、その場合、Department of Archaeology から掘削許可を取得する（事前に考古学博士によって地中の調査を行う）必要がある。
- さらに、建屋を新たに立て替えて建設する場合には、景観に配慮したデザイン（仏教のコンセプトを取り入れたもの等）を考える必要があり、新たなトイレ建屋に対しても Department of Archaeology から許可を取得する必要があり、手続き等も含め時間を要する。
- 想定しているスペックの規模は 3 施設合わせて 1,000 回／日とのことである。博物館近くのトイレの方がトイレ利用者は多い（平均利用者数：外国人で 50 人／日、ローカルで 300 人／日）。



ガル・ヴィハーラの駐車場のトイレ（外観）



ガル・ヴィハーラの駐車場のトイレ（内観）

【宮殿跡（ロイヤルパレス）及び閣議場跡周辺】

- 観光遺跡が集まっており、乗用車やバン、バスが多く停車しているが、トイレ施設はなく本件のアクアメイク施設の設置導入候補になる可能性がある。
- 当該エリアは古代遺跡が地中に埋まっているため、従来のトイレでは、地下に眠る遺跡に負の影響を与えるが、アクアメイクを導入することによってこの問題を解決することができる。



ロイヤルパレス周辺の車両及び観光客の様子（トイレはない）

イ. シーギリヤ

シーギリヤ・ロックは、5世紀の後半に王都となった地であり、国内外の観光客に人気が高い。外国人入場者は時期によって、中国、アラブ、ヨーロッパ等からの観光客が訪れる。世界遺産区域の中には、トイレ施設が3箇所ある。利用は無料である。世界遺産区域の外国人向け入場券（シーギリヤ博物館の入園料含む）はUSD30（Rs.4,260）である。

CCF との協議の結果、以下の事項が判明した。

- 外国人向け出口駐車場には、現在男性用と女性用のトイレ施設がそれぞれ1つずつあり、利用料は無料である。
- 現在、同地域でトイレを増設工事中、ローカル（ガイド・ドライバー等）向け男性用／女性用トイレ施設（2ユニット）と障がい者用のトイレ施設の建屋はおおむね完成している。
- さらに1ユニットで外国人向け男女での使用を分けたトイレ建屋（男性25人、女性25人で計50人用）を施工中。
- 上記複数のトイレ施設に対するアクアメイクの導入を打診され、想定しているスペックの規模は1,200回／日とのことであった。しかしながら、外国人観光客数は平均3,000人／日程度であり、スペックとしては2,000回／日は必要と考えられる。



外国人向け駐車場に併設されるトイレ



既存のトイレ外観



既存トイレ内観1



既存トイレ内観2



建設中の外国人向けトイレ



建設中の外国人向けトイレ内観

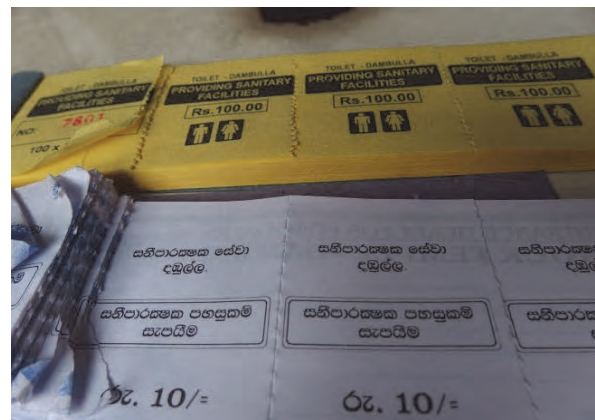
ウ. ダンブッラ石窟寺院

ダンブッラにはスリランカ最大の石窟寺院があり、世界遺産に指定されている。

ダンブッラ石窟寺院のトイレ施設としては、ゴールデン・ブッダ（博物館）に向かって右側に一か所と、駐車場に一か所設置されている。トイレは汲み取り式トイレであるが、汲み取る水自体が不足しトイレの利用が困難な状態であった。日本人観光客に同トイレについてヒアリングしたところ、トイレは非常に汚れており衛生状態が悪く、仕方なく利用せざるを得なかった、との回答であった。トイレ利用料を徴収しており、外国人からは利用料 Rs.100（現地の人は Rs.10 の利用料）を徴収している。



ダンブッラ石窟寺院隣の有料トイレ



左記トイレチケット（上：Foreign用、下：Local用）



上記トイレ内観（水不足で水を汲みとれない）



左記トイレがある施設名



ダンブッラ石窟寺院駐車場付近有料トイレ
(トイレ不足で行列をなす利用者)



ダンブッラ石窟寺院

エ. コロンボ・フォート駅内トイレ

首都コロンボ・フォート駅は1日に電車が272本発着し、10万人～20万人が駅を利用している。トイレの設置状況は、外国人用の男女トイレが駅構内に1か所、使用頻度は約500回/日程度である。ローカル用トイレは駅構内に3か所あり、いずれも汲み取り式であった。ローカル用トイレは非常に不衛生な印象であった。なおトイレ利用料の徴収はされていない。

駅のトイレから排出される汚水は、近くのベイラ湖に流れ、環境問題となっている。



駅内外国人向けトイレ外観



駅構内ローカル向けトイレ



利用者で混雑するコロンボ・フォート駅内



水質汚染が深刻なベイラ湖

オ. キャンディ

キャンディ市は、世界文化遺産の観光都市であり、スリランカ第2の都市である。

同市では、市内中心部を対象とした下水道整備事業（円借款）が実施されており、2018年に中央下水処理場及び主要パイプラインの完成、2019年稼働開始、2021年までに対象範囲の各世帯・事業所に順次接続されていく予定である。

下水道整備地区外における導入候補地としては、市内北部の低所得者層地域の公衆トイレ、農業局の学生寮が挙げたが、いずれも導入後の維持管理費用に課題があることが、関係者とのヒアリングにより判明した。



学生寮トイレ



処理槽の確認

(3) 導入候補サイトの比較

第3回現地調査までに、複数の関連省庁との面談で事業概要及び技術の説明を行うとともに、本事業に適した自治体や担当する公的機関を紹介してもらい、現地視察を実施し、事業実施可能性を確認した。提案されたアクアメイク導入候補地について、以下に整理した。

特にポロンナルワを含む文化三角地帯を管轄する CCF とは、事業概要及び技術の説明を行うとともに、候補地視察を実施し、事業実施可能性を確認した。その結果、CCF が管轄する世界遺産地域のポロンナルワが製品導入候補地に最も適している。

表 3-2 導入候補サイト比較表（その1）

	北中部州 ポロンナルフ	中部州 シーギリヤ	中部州 ダンブッラ	西部州 コロンボ	中部州 キャンディ
C/P候補	中央文化基金 (CCF: Central Cultural Fund)		未定(CCF他複数 機関が関与)	Sri Lanka Railways	農業局
所有者/維持 管理者	中央文化基金 (CCF: Central Cultural Fund)		寺院	コロンボ・フォー ト駅	クンデセル農業学 校
設置場所	涅槃像周辺駐車場の 既存トイレ施設の増設	外国人専用出口駐 車場に新設	石窟寺院の駐車 場等	フォート駅内	学生寮
トイレ利用 者	観光客(海外・国内)	観光客(海外、一部 国内)	観光客(海外・国 内)	観光客(海外・ 国内)、通勤者	学生
トイレ需要	・バスを含む車両が駐 車し、年々増加する観 光客が訪問するエリア ・トイレ施設が不足し、 需要が高い	外国人観光客専用 出口駐車場に位置 するため、需要が 高い	トイレ施設不足	衛生的なトイレ 施設不足	衛生的な公衆トイ レ不足
地域課題 への対応	・世界遺産で環境保護の 観点から汚水を浸 透及び放流したくない。 ・観光地で利用者に対し トイレ絶対数が不足。 ・人口密集地でないため、 下水道整備事業 がリーチしない。	観光客からの汚水を浸 透及び放流したくない。 ・観光地で利用者に対し トイレ絶対数が不足。 ・人口密集地でないため、 下水道整備事業 がリーチしない。	世界遺産に指定 された石窟寺院 がある観光地で 利用者に対しトイ レ絶対数が不足	駅内のトイレか ら排出される汚 水は隣接する ベイラ湖に放流、 環境問題	トイレからの汚水 は適切に浄化され ず放流。乾季には 水不足で不衛生 的
ビジネス展 開可能性	大統領出身地で開発 が今後進む(関係者 が積極的)	外国人向けに良い が国内利用者数 を見込めない	寺院を中心に、複 数機関が管理に 関わり、C/Pの特 定が困難	コロンボ駅の開 発計画が不確 定/下水道救 済の可能性	教育施設であり利 用者需要が限定 的かつトイレ利用 料の徴収が困難
選定	◎	○	△	△	△

出典：JICA 調査団

3-1-2 LankaWater2016（スリランカの国際水・排水技術展示会）出展

2016年8月12日～14日に開催された LankaWater2016（スリランカの国際水・排水技術展示会）に出展し、水・排水処理に関連する公的機関、開発事業者等民間企業にアクアメイクのPR及び情報発信を行い、現地のニーズを確認した。

(1) 展示会概要

日時：2016年8月12日～8月14日（3日間）

場所：スリランカ（Exhibition & Convention center）

目的：製品PR、製品市場調査

(2) 出展状況及び内容紹介

開催期間計3日間の活動において製品の市場調査、及び製品PRを行った。訪問者は建設会社や工場、水処理会社、コンサルティング会社、ホテル関連がメインであった。以下に訪問者との意見交換の内容を一部紹介する。

表 3-3 訪問者との意見交換（一部紹介）

会社名	: Noritake	職種	: 陶器工場
訪問者	: S.A.D.A Subasinghe	役職	: Manager Compliance
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在場内から排出される生活排水が 50 トン/日あり、各建物毎に腐敗槽を設置している。腐敗槽を通った後は直接地下浸透させているが、排水規制も厳しくなっており、早急に排水処理設備の設置の検討を行いたい。 ・ 各腐敗槽から排出される排水を集水して 1 箇所排水処理をする事を計画している。 		
会社名	: Enviromec International (Pvt) Ltd	職種	: 水処理会社
訪問者	: Dananjaya P. Kuruppu Anura Bandara	役職	: Managing Director Deputy General Manager
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本会社は水処商家材を取り扱っており、アクアメイクの技術提携に興味がある。もともと排水処理設備など自社で行っているため施工関連や機器調達は行える。内部の材料と設計について提携を希望している。 		
会社名	: Peak View Homes & Construction	職種	: 建設設計とコンサルティング
訪問者	: Aruna Wijayawardana	役職	: 設計士
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海外と国内両方の建設設計を行っており、住宅やホテルを主に設計している。 ・ 海外向けに興味を持っておりモルディブはリゾートホテル案件が多く、水が貴重であると同時に、周辺の汚染をさせたくないという意識が非常に高い。 ・ オーストラリアも内陸や北部においてモルディブ同様の問題がある。今後適した案件があれば紹介可能とのことである。 		
会社名	: ABC Trade & Investments (Pvt) Ltd.	職種	: 投資会社
訪問者	: Amalrajah Jayaseelan	役職	: CEO
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 別荘地開拓などに携わっており、上水用の投資設備などは納品している。排水処理の良い商品を探しており、現地パートナーとして今後展開していかないか提案された。 		

出典：JICA 調査団

(3) 所見（展示会に参加した企業の中で興味を持った企業等）

モルディブやインドネシアの島リゾート・土地開発を行うコンサルティングの会社や、ホテルオーナーは、リゾート開発、観光事業で高収入を得ている。環境や景観に対する意識は非常に高く、現在の腐敗槽形式から処理施設を改善することを考えている。

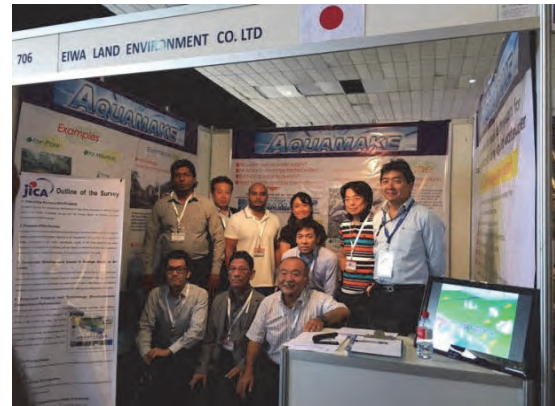
アパレル工場を運営しているマネージャーやオーナーからは、近年は排水規制が徐々に厳しくなっており、生産排水以外の生活排水へも改善指導が入っている様子が伺えた。

在スリランカ日本企業も数社訪れ、工場内の排水設備に困っているという話があった。

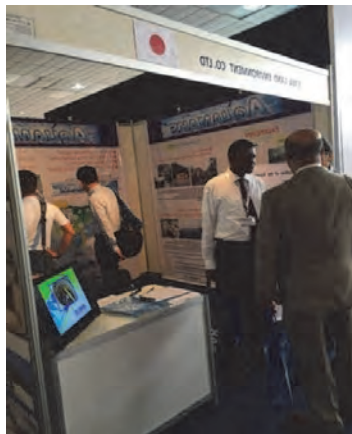
今回は訪問者がそれほど多くはなく、展示会場に出展していた企業からローカルビジネスパートナーと一緒にスリランカで展開したいという話が多かった。上記の訪問者からのヒアリングからも、提案するアクアメイクに対して需要がある事が分かったが、民間への販売は、時期と販売価格設定（現地組立ても踏まえた上）を慎重に判断する必要がある。



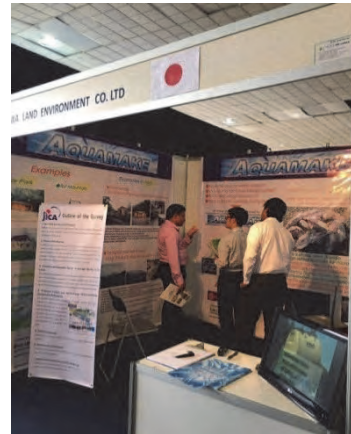
展示会場の様子



展示ブースの様子 1



展示ブースの様子 2



展示ブースの様子 3

3-1-3 現地製造・流通・施工・維持管理体制の検証

本調査においては、現地製造・流通・施工・維持管理体制の構築、製造費用と維持管理費用の低コスト化を目指し、原材料調達の一部及び製造の現地化による低コストの実現可能性を検証している。なお、据付工事や維持管理を行える連携可能な現地企業がある。

上述の LankaWater 2016 の出展においては、現地施工パートナーやサプライヤー等協力会社となりそうな現地企業の情報収集・関係構築を図った。

製造費用と維持管理費用の低コスト化については、カキ殻や活性炭など現地資材の利用可能性（調達可否を含む）を調査するとともに、導入サイト検証作業で把握した現地ニーズ（低コスト化）を踏まえ、維持管理方法やコスト削減手段を検討している。

(1) カキ殻

スリランカにおいて、沿岸漁業は外国投資が認められない業種であり、貝の殻などを採集するには政府よりライセンスが必要である事が判明した。Geological Survey & Mines Bureau が管轄しており、ライセンス取得会社の一覧を入手した。

ライセンス取得会社 Hambantota 社を視察したところ、生産商品は飼料用となっており、生産工程は砂浜で砂ごと工場内へ持ち帰りそこから分別を行い、貝殻のみを粉末状にして袋詰めになっている。

分別した貝殻はマルスダレガイ目（凹凸が無い形状の物）であり、アクアメイクのろ材としての使用は出来ないと判断した。また同社へのヒアリングにより、カキ殻のような凹凸がある形状の物を現地で入手することは、現況では困難であることが分かった。



(浜辺から採取した原材料)



(作業場)



(振るいを掛けて砂と分別)



(振るい後袋詰め)



(在庫保管)



(一番大きいと思われる貝)

(2) ヤシ殻活性炭

アクアメイクの排水処理において、脱色及び COD 除去用ろ材である活性炭について、現地調達の可能性を調査した。

視察・ヒアリングを行った PURITAS 社は、ヤシ殻活性炭の世界 15%シェアを持っており、シェア率は世界一である。アクアメイクの排水処理用として現在使用しているものの同等品を供給することが可能である。事前調査を通じ水浄化用途と説明を受けた 3 つの品番のサンプルを実際に確認した結果、品番 RWAP 1015 が最も適していると想定された。

また、同社は水処理関係の商材を持っており、接触ろ材や散気管なども、必要があれば情報提供してくれるとのことであった。アクアメイクへも興味を持っており、製品を現地化させ単価がマーケットに合えば販売店として動いてくれる可能性もある。

3-1-4 アクアメイク導入計画（設置場所、仕様、コスト等）検討

第3回現地調査では、文化三角地帯を管轄するCCFのDirector General等との面談で事業概要及び技術説明を行い、現地視察を実施し、事業実施可能性を確認した。

その結果、世界遺産であるポロンナルワのガル・ヴィハーラ（涅槃像）そばの駐車場にある衛生施設エリアに、新規にトイレ施設（ローカルおよび外国人利用可能）を建設しアクアメイクを据付・導入し、アクアメイクの運用ノウハウを移転する合意を得た。

(1) 設置場所

アクアメイクを設置する場所は下図のプロジェクトサイトと記載されたエリアである。



出典：CCF資料

図3-2 プロジェクトサイトを含むポロンナルワ遺跡全体図

ガル・ヴィハーラを含むプロジェクトサイトを拡大した地図を以下に示す。図の内赤で囲まれたエリアは既存のトイレ施設を示し、黄色で囲まれたエリアが新設のトイレ施設を設置する候補地である。



出典：Google マップを基に JICA 調査団が編集

図 3-3 ガル・ヴィハーラを含むプロジェクトサイト

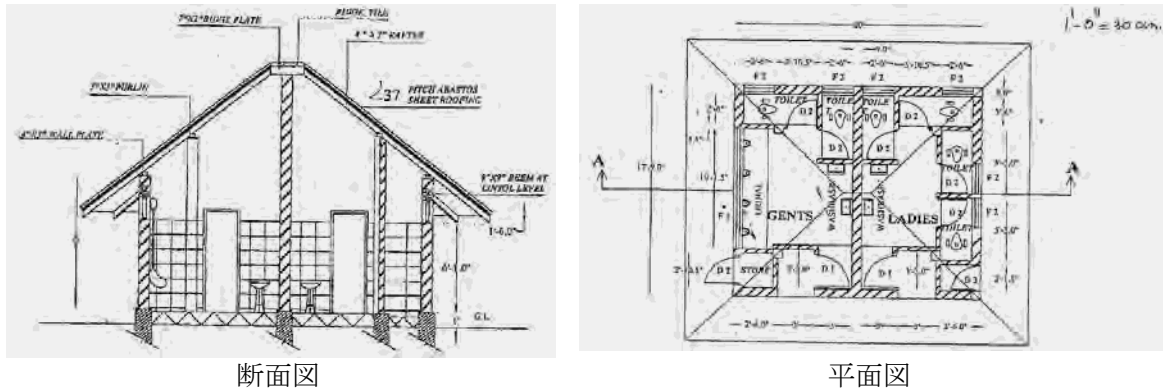
(2) 仕様

アクアメイクの技術面および費用面での実現可能性を高めるために、カウンターパートである CCF はじめ、関係機関との調整を行った。導入するアクアメイク及びトイレ施設の仕様計画（案）は以下の通りである。

表 3-4 導入するアクアメイクのスペック

装置サイズ	長さ 13.7m x 幅 5.3m x 高さ 3.0m	利用回数(利用規模)	900 回/日 (250~300 人/日)
設置面積	基礎基盤面積：69.5m ²	利用者数	1 回/2 時間/人
装置重量	7,120kg	流入 BOD 濃度	260mg/l
処理能力	9t/日	処理水 BOD 濃度	5mg/l 以下 (魚の生育が可能な水質環境レベル)
処理方法	接触濾過 + 活性炭吸着方式		

出典：JICA 調査団



出典：CCF

図 3-4 トイレ施設設計画（案）

上記トイレ施設の図面は CCF が現在使用している既存施設の図面である。トイレ施設の外観は世界遺産の景観と調和するよう配慮して設計・建築する必要があるため、本件のトイレ施設も既存施設を基本として、2 箇所のトイレ施設およびアクアメイク 1 基を導入する計画である。今後、施設の利便性や使い勝手を含むアメニティ等については CCF と協議を行い詳細な設計を確定する予定である。

(3) コスト

導入するアクアメイクおよびトイレ施設の概算事業費用は以下の通りである。

表 3-5 アクアメイク導入の概算事業費

費用項目	費用内訳	金額
アクアメイク	FRP 成形品（管体、槽内部材）	15,000,000 円
	ブロワー、循環ポンプ、制御盤	2,800,000 円
	その他調達部品	2,200,000 円
輸送費用	海上輸送（保険料、現地内陸輸送含む）	3,600,000 円
税金	関税、VAT、その他	6,600,000 円
トイレ建屋	建築資材・建築費	13,700,000 円
	据付工事（アクアメイク据付、配管・電気工事）	3,500,000 円
合計		47,400,000 円

出典：JICA 調査団

3-1-5 対象となるカウンターパートにおける現況水質調査及び衛生問題の確認

導入候補サイトの水環境・衛生環境及びトイレ事情等を調査し、同地域の課題やニーズを抽出する。

水質調査およびトイレに対する意識調査（アンケート調査）を行い、普及・実証事業のベースラインデータとし開発効果の検証を行った。

(1) 水質調査の概要

現地調査の結果、プロジェクトサイトの既存トイレ設備は、浸透式腐敗層を設置しており、処理排水は土壤に浸透していることが判明した。CCF は、プロジェクトサイトから 150m ほど離れたガル・ヴィハーラ近くにおいて水質調査（井戸水を飲料水として利用）を定期的に行っている。最新の調査結果を以下に示す。

表 3-6 ガル・ヴィハーラ採水地点水質検査結果

	Parameter	Unit	Maximum Requirement (SLS-614-2013)	Sampling result
01	Apperance			Clear
02	Colour	Hazen	15	<0.1
03	Turbidity	NTU	2	0.42
04	pH		6.5-8.5	7.36
05	Total Dissolved Solid	mg/L	500	120
06	Chloride	mg/L as Cl	250	12
07	Total Alkalinity	mg/L as CaCO3	200	90
08	Total Hardness	mg/L as CaCO3	250	100
09	Nitrate	mg/L as NO3	50	1.32
10	Nitrite	mg/L as NO2	3	0.007
11	Sulphate	mg/L as SO4	250	14
12	Floride	mg/L as F	1.0	0.19
13	Total Phosphate	mg/L as PO4	2.0	0.23
14	Total Iron	mg/L as Fe	0.3	0.02
15	Residual Chlorine	mg/L as OCl/HOCl	1.0	0.05
01	Total Coliform Bacteria	Coloneis/100ml	3	00
02	E-Coli Bacteria	Coloneis/100ml	00	00

出典 : CCF (2016.08.31 調査結果)

プロジェクトサイト周辺において水質（井戸水）に問題はないことを確認した。ただし上述のとおり、既存トイレ設備からの処理排水は、土壤に浸透して続けており、観光客が増え続けるなか、今後問題が発生しないとは限らない。既存の浸透式腐敗層は、自然が保有する浄化能力を利用した水処理技術の一つであるが、観光客増加により汚水処理量が増えれば、この浄化能力を超過してしまう（土壤に吸着されるものは蓄積して土壤を汚染し、吸着されないものは浸透して地下水を汚染する）。また雨季には、汚水が腐敗層から溢れ出ることもあるとの CCF 報告もあり、世界遺産として望ましい状況ではない。

提案する普及・実証事業においては、トイレ設備からの処理排水の処理レベルを検証するため、以下の水質項目について調査を行うことを検討している。スリランカにおける既存のトイレ設備との比較においては、土壤浸透直前の浸透柵からサンプルを採取し、アクアメイクによる処理水と比較することが考えられる。

表 3-7 想定している水質検査項目

Parameter	Parameter
Temperature/pH	Electrical Conductivity/Salinity/Turbidity
COD (Open Reflux and Titrametric Method)	BOD (Winkler)/ BOD (Manometric)
Phosphate (Colorimetric method)	Nitrate (Colouirmetric Method)
Total Suspended Solids	Total Coliform

(2) 観光客のトイレに対する意識調査の概要

環境配慮型トイレの導入にあたり、観光客のトイレに関する意識を把握するため、アンケート調査を実施した。概要は以下のとおりである。

[観光客へのアンケート調査概要]

1. 調査期間 : 2016年8月
2. 調査場所 : ポロンナルワ
3. 調査目的 : 観光客のトイレに関する意識把握。観光地トイレ事情等を汲み取り、ビジネス展開に向けた戦略を練る土台とする。主なアンケート内容は以下の通りである。
 - ・衛生的で環境に優しいエコ・トイレの利用にいくらなら料金を支払う意思があるか。
 - ・公衆トイレの衛生状態に対するニーズ要望
 - ・有料トイレの施設・設備への要望
4. 調査対象者 : 外国人および一部ローカルの観光客
5. 調査方法 : 観光地にてアンケート用紙を配布して記入を依頼し、その場で回収する。
6. 回答者数 : 111名

観光客からのアンケートは男性 53 名、女性 58 名の合計 111 名より回答を得た。外国人観光客の回答者は合計 77 名であり、全体の 7 割、残りの 3 割 (34 名) がスリランカ人の観光客からの回答であった。

表 3-8 性別、出身地域別アンケート回答者数

	東南アジア	東アジア	南アジア (スリランカ 除く)	中東	北アメリカ	中南米	ヨーロッパ	オセアニア	スリランカ	合計
男性	2	5	11	3	3	1	12	0	16	53
女性	3	9	4	6	2	0	16	0	18	58
総計	5	14	15	9	5	1	28	0	34	111

入場料有料の観光敷地内で、有料の衛生的で環境に優しいエコトイレ（汚水を排出しない循環トイレ）があった場合、全体回答者の 73%、外国人観光客のみであれば 80%、スリランカ人観光客のみの場合は 55%が 20 ルピーから 50 ルピーであれば利用してもよいと思うと回答した。無料であれば利用するという回答者は全体の 9%のみであり、外国人観光客では 2 名、スリランカ人観光客が 8 名であった。観光客は、トイレが有料であっても、50 ルピー以内の使用料であれば、衛生的で環境に良いトイレを選択する意思があると思われる。

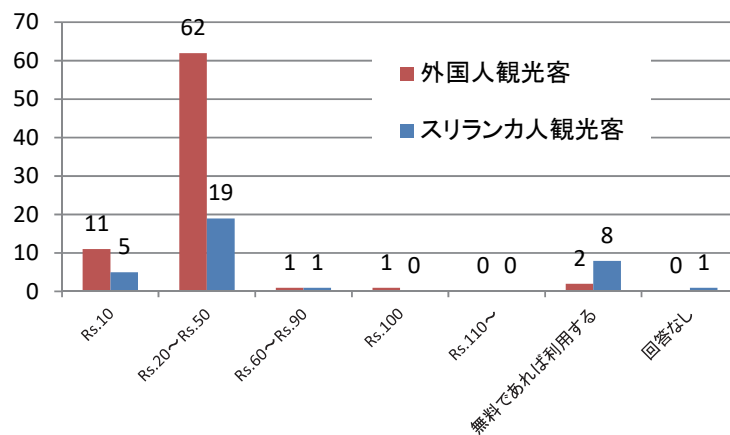


図 3-5 入場料有料観光地での有料トイレ使用における支払い意志額

アンケート実施場所であるポロンナルワ観光地で公衆トイレを利用したとの回答者は 111 名中 101 名、全体の 90%であった。

表 3-9 ポロンナルワ観光地で公衆トイレを利用したアンケート回答者数

	外国人観光客	スリランカ人観光客	全 体
利用した	71	30	101
利用していない	4	4	8
回答なし	2	0	2
合 計	77	34	111

観光地で公衆トイレを利用したと回答した 101 名の回答者のうち、観光地の公衆トイレの改善が必要だと回答した者は 92 名（91%）、必要だと思わないと回答した者は 4 名（4%）であった。改善の内容については、「待ち時間」と「トイレの数」との回答者が特に多く、公衆トイレの不足が指摘できる。次いで回答数が多かった項目は、「荷物置き場」「におい」「暑さ」「清潔さ」であった。

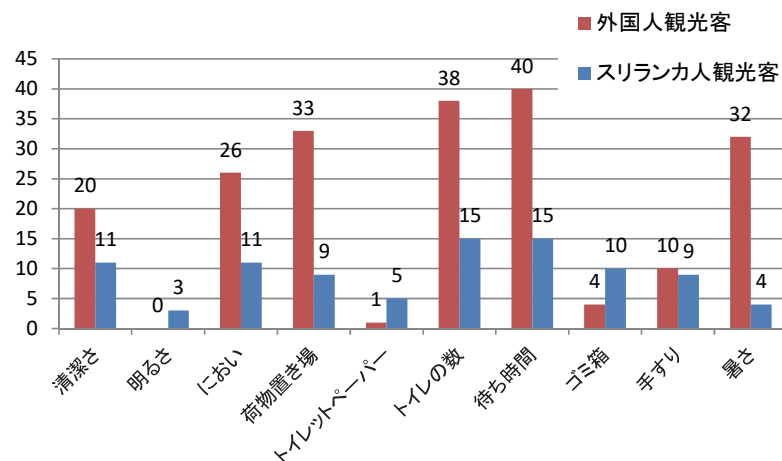


図 3-6 観光地公衆トイレの改善が必要だ思う項目（複数回答）

他の観光地域で使用したことのある公衆トイレで、改善が必要だと思われる地域を質問したところ、アヌラダプラとダンプラ、ミヒンタレーが多く挙げられた。

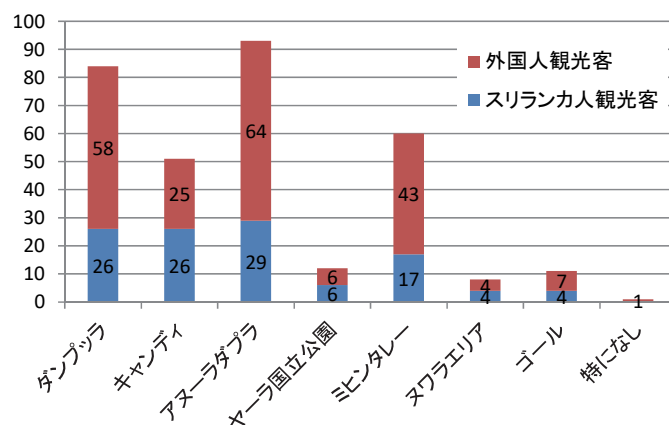


図 3-7 公衆トイレの改善が必要だと思われる他地域（複数回答）

3-1-6 アクアメイク導入による財務的実現可能性の検証

現地のニーズに合わせた初期投資費用（本体価格や建設費用）、維持管理費用、維持管理費用を賄う料金徴収システム（収入）から成るキャッシュフローを予測し、アクアメイクプロジェクトの財務的実現可能性を検証する。

上述の 3-1-4 で検討したアクアメイク導入計画に基づき、以下の項目を設定し、財務的実現可能性を検証する。

(1) 初期投資費用および維持管理費用

アクアメイク事業の初期投資費用と維持管理費用を下表に示す。

表 3-10 アクアメイクの初期投資費用および維持管理費用

費用大項目	費用詳細項目	金額
初期投資費用	アクアメイク設備	20,000,000 円
	輸送費	3,600,000 円
	税金（関税・VAT等）	6,600,000 円
	据付工事費（既存建屋に導入）	3,500,000 円
維持管理費用	保守点検（3ヶ月毎に実施）	15,000 円／年
	消耗品・交換部品（接触材交換）	3,000 円／年
	消耗品・交換部品（活性炭交換）	54,000 円／年
	汚泥引抜き	29,000 円／年
	電気料金	386,000 円／年
	水道料金	24,000 円／年
	日常清掃	48,000 円／年

出典：JICA 調査団

(2) アクアメイク事業による収入

アクアメイク事業については 4 章および 5 章で詳述するが、衛生的なトイレ施設及び環境に優しく付加価値の高いアクアメイクを導入し、利用者からトイレ利用料を徴収することによって、徴収金を維持管理費用もしくは初期投資費用の返済金の一部に充当する。これにより、アクアメイク購入者は財務的負担費用を利用料で賄うことができる。また、トイレ利用料を徴収することにより利用者の環境意識の向上、衛生的なトイレ施設の利用維持を図る。以下に収入に係る前提条件を示す。

ア. アクアメイクと接続する衛生施設利用者数

下表が示すように、アクアメイクと接続した衛生施設の観光客利用者数は 414 名／日（外国人観光客利用者数：288 名／日、現地観光客利用者数：126 名／日）とする。

表 3-11 アクアメイクの衛生施設利用者数と料金徴収による収益

	ポロンナル ワ観光客数 (人/日)	トイレ利用 割合	トイレ利 用者数 (人/日)	ガルビハーラ周辺トイレ 利用者割合(人/日)	環境配慮型有料トイレ 利用者割合(人/日)	年間利用者 数(人/年)	利用料金 (Rs./回)	利用徴収額 (Rs./年)	利用金徴収額 (円/年)		
外国人観光客	500	90%	450	80%	360	80%	288	105,120	30	3,153,600	2,365,200
現地観光客	250	90%	225	80%	180	70%	126	45,990	10	459,900	344,925
合計	750		675		540		414	151,110		3,613,500	2,710,125

出典：JICA 調査団

イ. アクアメイクと接続する衛生施設利用料金

衛生施設の利用料に関して、本調査で実施したアンケート調査の結果、環境に優しく衛生的なトイレ利用に対する支払意思額を確認したところ、外国人観光客の 80%が Rs.20～50（約 15～38 円）の価格の間、現地観光客の 70%が Rs.10（約 7.5 円）であれば利用するという回答であった。そのため、外国人観光客には Rs.30（約 25 円／回）、現地観光客には Rs.10（約 7.5 円／回）のトイレ利用料金を設定する（上表参照）。

(3) 事業キャッシュフロー

普及に向けたアクアメイク事業で想定される前述の初期投資費用、運営維持管理費用並びにトイレ利用料収入得る場合のキャッシュフローを以下に示す。なお、通常、事業キャッシュフロー分析では決められたライフサイクル（プロジェクト期間）で設定した収入と費用（初期投資費用と運営維持管理費）で最終的にプロジェクトが財務的に実現可能かを検証する。しかしながら、本キャッシュフロー分析では、設定した収入（利用料金と利用者数）により初期投資費用を含めた費用を何年間で事業が黒字化するかという観点から分析を実施する。

表 3-12 アクアメイク事業のキャッシュフロー

プロジェクト年	単位: Rs. 1,000												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
西暦	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
アクアメイク衛生施設利用者数	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110
1 外国人観光客	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120
2 現地観光客数	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990
A. キャッシュインフロー	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614	3,614
1 外国人観光客	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154	3,154
2 現地観光客	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460
B. キャッシュアウトフロー	37,145	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
1 初期投資費用	36,400												
a) アクアメイク本体価格	18,200												
b) 据付工事費	4,600												
c) 輸送費	4,800												
d) 税金（関税・VAT等）	8,800												
2 O&Mコスト	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
a) 保守点検	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
b) カキ殻接触材交換	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
c) 活性炭交換	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
d) 汚泥引抜	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
e) 電気料金	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514
f) 水道料金	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
g) 日常清掃	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
C. ネットキャッシュ (C = A - B)	-33,532	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868
(累計)	-33,532	-30,664	-27,796	-24,928	-22,060	-19,192	-16,324	-13,456	-10,588	-7,720	-4,852	-1,984	885

出典: JICA 調査団

上記キャッシュフロー分析の結果、事業開始後 2 年目以降は単年度で黒字化でき、運営維持管理費を賄える。一方で、事業開始後 13 年目に、初期投資費用等による累積赤字が解消し黒字化するため、同年が損益分岐点となる。なお、本分析の外国人観光客の利用料金は Rs. 30/人であるが、Rs.40（約 30 円）/人とする場合、損益分岐点は事業開始後 9 年目になる。そのため、本アクアメイク事業の損益分岐点は 10 年程度であると考えられる。

(4) 感度分析

上述したように本来の財務分析での財務的実行可能性および健全性の検証は、推定された初期投資費用、運営維持管理費及び収入に基づき実施され、その条件に基づきキャッシュ

フロー分析が行われる。しかしながら、本事業では観光客から衛生施設の利用に対し利用料金を徴収しその収益をアクアメイクの維持管理費用に充当するビジネスモデルを構築し、そのビジネスモデルも含めて普及展開することを検討している。そのため、運営維持管理費を賄える最低ラインの一人あたりの料金価格を算出することとする。そのため、最終的な事業利益がいくらになるかという事業採算性の検証に焦点を置くのではなく、利用料金をいくらに設定すれば事業が成り立つかという観点から感度分析を行う。

下表は外国人観光客には Rs.10（約 7.5 円／回）、現地観光客には Rs.5（約 3.8 円／回）のトイレ利用料金を設定した場合、毎年のトイレ利用料の収益（下表内項目 A：キャッシュインフロー）から初期投資費用の返済は行えないが、年間の維持管理費用（下表内項目 B：O&M コスト）を賄えることが確認できる。

表 3-13 アクアメイクの維持管理費用を賄える利用料金を設定したキャッシュフロー

		単位:Rs. 1,000												
プロジェクト年	西暦	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
アクアメイク衛生施設利用者数		151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110	151,110
1 外国人観光客		105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120	105,120
2 現地観光客数		45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990	45,990
A. キャッシュインフロー		1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281
1 外国人観光客		1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051	1,051
2 現地観光客		230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
B. キャッシュアウトフロー		37,145	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
1 初期投資費用		36,400												
a) アクアメイク本体価格		18,200												
b) 据付工事費		4,600												
c) 輸送費		4,800												
d) 税金（関税・VAT等）		8,800												
2 O&Mコスト		745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
a) 保守点検		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
b) カキ殻接触材交換		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
c) 活性炭交換		72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
d) 汚泥引抜		38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
e) 電気料金		514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514	514
f) 水道料金		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
g) 日常清掃		64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
C. ネットキャッシュ (C = A - B)		-35,864	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536
(累計)		-35,864	-35,329	-34,793	-34,257	-33,722	-33,186	-32,650	-32,114	-31,579	-31,043	-30,507	-29,972	-29,436

出典：JICA 調査団

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

3-2-1 製品・技術の法的適合性

提案するアクアメイクは、スリランカ政府が目指す下水セクター、環境、衛生分野の政策に合致していることを、関係省庁とのヒアリングにより確認した。

既述のとおり、都市開発機関法（1978 年）では、原則として下水排水は既存の公共下水道システムに接続することを規定しているが、公共下水道システムが無い所や、公共システムに接続できないところでは、下水は腐敗槽で処理され、浸透施設により処分することとしている。都市開発指定地域においては、都市開発公社（UDA）がオンサイトし尿処理についての条例や指針についての責任を有している。また NWSDB も、浄化槽設置に関する標準的なモデルや浸透施設の設置ルールを示している。アクアメイクの設置においては、設置場所に応じた指針、ルールを踏まえて設計、施工を行う必要がある。なおアクアメイクは処理水

を循環利用するため、外部に処理水を排出する可能性は低く、また仮に排出する場合でも環境局（CEA）が定める排水基準を十分満たす。（3-2-3 参照）

日本からスリランカに製品を輸出するにあたっては、スリランカ国の貿易管理制度を踏まえる必要がある。貿易管理の責任官庁は、産業商業省輸出入管理局（Department of Import and Export Control, Ministry of Industry and Commerce）、畜産・農村開発省動物性食品・健康局（DAPH）、スリランカ基準機関（SLSI）、スリランカ輸出促進庁（EDB）である。

スリランカでは、国家安全保障・公衆衛生・植物検疫上の理由から必要と判断される輸入規制品目を定めている。過去アクアメイクを中国やアメリカ等海外に輸出した際の取り扱いを踏まえ、日本からの輸出品リスト案を整理し、輸入規制品目の該当有無、必要な許可手続き、関税率の確認を、スリランカ税関に対して行った。2016年のスリランカ税関関税表における、輸出予定品の取扱いは以下のとおりである。加えて、関税率は毎年に見直されるため、輸出時に再度確認する必要がある。

表 3-14 スリランカへのアクアメイク輸入時の輸入関税条件等

品目番号	品目	ライセンス	Gen. Duty	VAT	PAL	NBT
84.21	Centrifuges, including centrifugal dryers; filtering or purifying machinery and apparatus, for liquids or gases.					
	-Filtering or purifying machinery and apparatus for liquids :					
8421.21	-- For filtering or purifying water :					
8421.21.90	--- Other	無	Free	15%	7.5%	2.0%

出典：スリランカ 2016 関税表

3-2-2 経済・社会的適合性

関係機関からのヒアリングにより、アクアメイクの運用・維持管理費用のうち電気代に対する懸念が、相手側から挙げられた。逆に使用する水が少ないことは、好意的に受け入れられた。スリランカにおける電気料金、水道料金は下表に示すとおりであり、電気料金については、日本と大きくは変わらないことが分かった。

アクアメイクの運用にあたり、ブロワーやポンプの稼働に電気を使用する。この維持管理費用を導入側で負担できなければ、継続的な運用は難しいことが分かった。

現地視察においては、トイレ使用料を徴収している場所が複数確認されている。また主な観光地の入場料金は、外国人と現地とで異なる料金を課している。公共施設の使用はもちろんのこと、世界遺産や自然環境の保全のために、利用者の特性に応じて必要な負担を要請することは、既に多くの地域で行われている。

3-1-6 章に示した通り、今後の普及・実証実証事業において、導入対象地域におけるアクアメイクの初期費用、運営維持管理費の検討、利用者（外国人観光客及び現地）が受け入れられるレベルの使用料を検討し、実際に料金徴収行い財務的実現可能性を検証する予定である。

表 3-15 スリランカの電気料金（業務用⁴）

月消費量 (kWh)	電力量料金 (Rs/kWh)	月額固定料金 (Rs/月)
0~300	22.85 (約 17 円)	240 (約 180 円)
301~	18.30 (約 14 円)	240 (約 180 円)

出典：Public Utilities Commission of Sri Lanka

表 3-16 日本の電気料金（業務用）

月消費量 (kW)	電力量料金 (円/kWh)	基本 料金 (円/契約 kW)
0~500	16.08	1,684.80
501~	16.08	

出典：東京電力

表 3-17 スリランカの水道料金（Government Institution）

月消費量 (Unit)	水道料金 (Rs/Unit)	月額固定料金 (Rs/月)
00 - 25	58.00	275.00
26 - 50	58.00	550.00
51 - 75	58.00	1,100.00
76 - 100	58.00	1,100.00
101 - 200	58.00	1,760.00
201 - 500	58.00	2,750.00
501 - 1,000	58.00	4,400.00
1,001 - 2,000	58.00	8,250.00
2,001 - 4,000	58.00	13,750.00
4,001 - 10,000	58.00	27,500.00
10,001 - 20,000	58.00	55,000.00
Over 20,000	58.00	110,000.00

出典：NWSDB

スリランカにおいては、工場はもちろんのこと、ホテルや商業施設等事業所の操業を行うためには、環境ライセンス（Environmental Pollution License: EPL）を取得しなければならない。EPLにはその環境負荷量に応じてカテゴリがあり、カテゴリ A 企業については毎年、カテゴリ B, C 企業については、3 年毎にこれを更新する必要がある。更新の際には、環境モニタリング結果を提出しなければならない。

3-1-2 章で述べたとおり、リゾート開発や観光事業に関わる開発事業者や、スリランカに多い軽工業（アパレル企業等）の経営者は、今後排水基準がより厳しくなることを見据え、より良い排水処理設備を求めており、こうしたニーズにもアクアメイクは十分応えられる。

さらに、社会的観点から、アクアメイクを導入するカウンターパートの CCF のビジョンは、将来世代へ引き継ぐ持続的なスリランカにおける文化古代遺跡の保護であり、環境に影響を与えないアクアメイクの導入は CCF のニーズにも一致する。

3-2-3 品質・性能等の適合性

スリランカにおいては、一般水質環境基準が定められていないものの、事業者からの産業排水については、中央環境局（CEA）により排水基準が定められている（1-3-3 章参照）。

⁴ ここで用いるスリランカ業務用電力料金は顧客タイプ General のうち、カテゴリ G-1（42kVA 以下）を採用している。

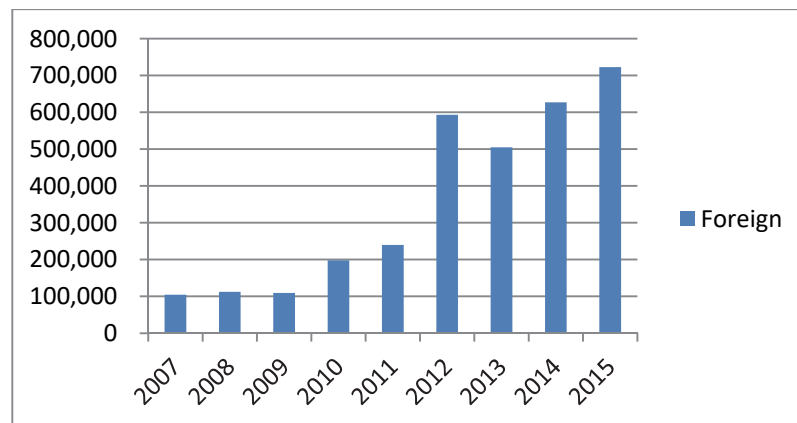
提案するアクアメイクは、処理汚水の BOD を 5mg/l 程度にまで低減することが可能であり、スリランカにおいて求められる基準と比較して、十分な性能を有していることが確認できた。ただし微生物による有機物（汚物）の分解速度は、環境条件に左右されるため、実際に設備を導入し、実証を行う必要がある。

なお CEA へのヒアリングにおいて、排水処理設備が導入されている場合でも、定期的な汚泥の汲み取りやその後の処理が適性に行われていないことについて、大きな問題意識をもっていることが判明した。今後は、汚泥処理についても留意しながら、検討を進める予定である。

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

上述のとおり、提案するアクアメイクは、スリランカ政府が目指す下水セクター、環境、衛生分野の政策に合致していることに加え、近年政府が特に力を入れている観光セクターや、その構成要素である文化遺産・自然遺産保護においても貢献できる可能性が調査によって判明した。

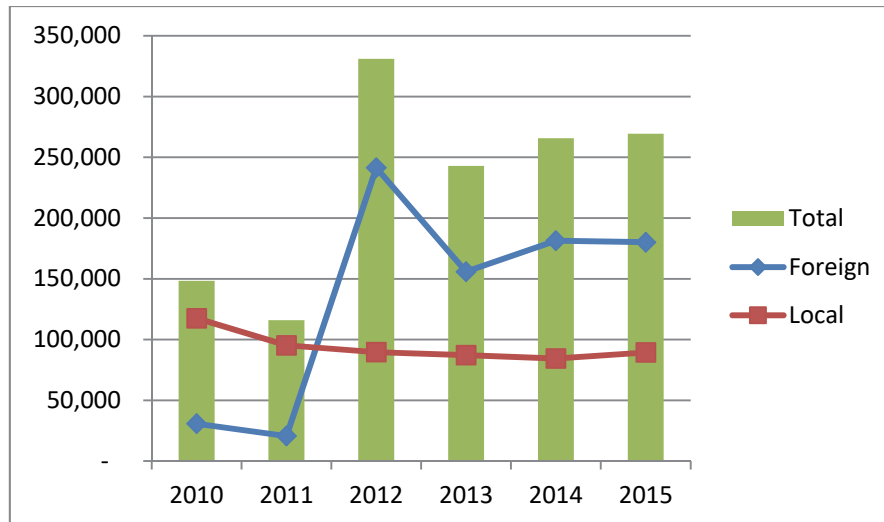
海外からスリランカへの観光客数は、治安の改善を受けて改善しており、2015 年は 1,798,380 人と、2012 年から 4 年連続で 100 万人を上回っている。（スリランカ政府観光開発庁発表）現在スリランカでは 8 つの世界遺産が登録されているが、そのうち文化三角地域に位置するシーギリヤ（Ancient City of Sigiriya : 1982 年登録）、ポロンナルワ（Ancient City of Polonnaruwa : 1982 年登録）を訪れる観光客は特に多く、文化三角地帯を訪問する外国人観光客数は年々増加傾向にあり、2012 年以降の外国人観光客数は 50 万人以上を超えている。



出典：CCF から受領した資料を JICA 調査団が編集

図 3-8 文化三角地帯観光地の外国人観光客数推移（2007～2015 年）

本プロジェクトでアクアメイクの導入地域であるポロンナルワの観光客数の推移を以下に示す。2012 年以降外国人観光客数は増加傾向にあり、年間 15 万人以上の外国人観光客がポロンナルワを訪れていることがわかる。



出典：CCF から受領した資料を JICA 調査団が編集

図 3-9 ポロンナルワの観光客数推移（2010～2015 年）

上図の年間訪問者数を 1 日当たりの平均観光客者に換算すると下表が示す通り外国人観光客が約 500 人／日、現地観光客が約 250 人／日、合計で約 750 人／日となる。なお、シーギリヤ、ポロンナルワに加え、アヌラーダプラ、視察を行ったキャンディ、ダンブッラの特徴は、仏教聖地として信仰の対象となっており、海外からの観光客だけでなく、地元住民や学生も多く訪れることである（一日に 1,000 人を超える学生がポロンナルワを訪問する日もある）。スリランカでは、毎週日曜日、毎月満月の日（ポヤデー）に寺院に参拝に行く習慣があり、また、増え続ける海外からの観光客を加えると、現状のトイレ施設は絶対的に不足している。

表 3-18 一日当たりのポロンナルワ平均観光客数（2010～2015 年）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Foreign	84	57	661	427	497	493
Local	322	261	246	239	231	245
Total	406	318	907	666	728	738

出典：CCF から受領した資料を JICA 調査団が編集

CCF は、こうした状況を受けてトイレ整備を進めている。スリランカの一般的な排水処理方法は、地下浸透式浄化槽（腐敗槽処理）であり、汚物を浮遊・沈殿させて分離し、嫌気性処理した後、その上澄み部分を土壤に浸透させるものである。

この方法では、地下部に残される遺跡に悪影響を与える可能性があること、また海外からも人気を集める観光地であるにも関わらず、臭気の問題が発生する等の懸念事項がある。

またスリランカでは、西南部（コロンボ）以外の地域では、乾期に水が不足しがちであるが、処理水を循環利用することで水使用を抑え、かつ処理水が外へ排出されないアクアメイクは、シーギリヤ、ポロンナルワを含む文化三角地帯など、スリランカ中央から北の地域に適している。

CCF との協議においては、CCF が管理する世界遺産地域におけるトイレ施設の絶対的不足、既存技術の問題点に対するアクアメイクの利点、継続的な運用のためのトイレ料金徴収の必要性について、双方の理解が深まり、ポロンナルワで観光客が多く訪れるガル・ヴィハーラ（涅槃像）近くの駐車場エリアにアクアメイクを設置することが合意された。

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

スリランカでは、十分な処理がなされないまま放流されている下水が、河川等の水質汚染の一因となっている。人口の多くが依存するオンサイト衛生処理施設の整備や改善は、同国の喫緊の課題である。

この課題に対し、提案するアクアメイクは、スリランカの排水基準を十分上回る処理能力を有しており、処理水を放流できない等環境配慮が求められる地域や、水不足が心配される地域においても利用可能であるなどスリランカの現地特性に合致した有効な技術といえる。

スリランカを訪れる海外からの観光客が年々増加するなか、国内外から観光客や地元住民が参拝に訪れる文化三角地帯等においてアクアメイクを導入することで、特に環境への配慮が必要な地域への対策、観光地としての魅力向上にも貢献できる可能性がある。さらに、下水道整備事業が行き届かない地域に多くの分散型の下水処理装置であるアクアメイクをスリランカに普及することにより、同国全体での下水セクターの課題解決にも貢献できる。

スリランカに同製品・技術を普及させるためには、モデル的に設備を導入し、期待される性能を実証するとともに、継続的な運用・維持管理が可能な運営モデルを構築する必要がある。

スリランカに同製品・技術を普及させるための第一歩として、先方政府機関との連携は重要である。スリランカにおける下水処理の整備は NWSDB が行い、下水道整備事業を実施し下水道処理施設も所有している。一方で、アクアメイクのようなオンサイト施設の所有・管轄者は各自治体等その施設の購入者であり、維持管理もその所有者が行うこととなる。そのため、オンサイト施設であるアクアメイクの普及には、NWSDB よりも CCF（Central Cultural Fund）のように環境意識が高く、複数の導入候補（世界遺産のサイト）を持ち、観光需要を呼び込める組織との連携は非常に重要となる。また、水質管理の観点では、同国環境省傘下の CEA が環境許可書の発行や事業者への立ち入り検査、河川の水質モニタリングを行っている。そのため、同製品の普及活動では、CEA と連携して同国の水質環境レベルの改善を図る啓発活動の実施並びに都市開発公社（UDA）、MLGPC、上下水道省等とアクアメイクの普及に関連する組織とも連携を図りたいと考えられる。次章において、ODA 案件にかかる提案を行う。

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

4-1-1 提案する ODA スキーム

(1) 提案する ODA スキーム

案件化調査後、ODA 案件として JICA 『普及・実証事業』の実施を提案する。

(2) ODA 案件形成の背景

スリランカでは、上水道の普及と水需要の増加に伴い汚水の排出量が増加する一方、全国の下水道普及率は 2.5%（2014 年時点）に留まっており、河川等に未処理排水が放流されることによる衛生状態の悪化や水源河川の水質汚染が課題となっている。スリランカ政府の開発計画であるマヒンダ・チンタナでは「環境に配慮した経済発展」を目指し、2020 年までに下水道普及率を 7%とすることを掲げている。近年、国家上下水道公社（NWSDB）が作成した Cooperation Plan では、2020 年の下水道普及率の目標値が 3.3%に修正されている。

また、オンサイト地域においては十分な汚水処理がなされず地下浸透・放流される排水は水源河川の水質汚染につながっており、人口の 95%以上が依存するオンサイト衛生処理施設の整備や改善は同国の喫緊の課題である。このような課題に対して、マヒンダ・チンタナではオフサイトおよびオンサイト衛生施設へのアクセス率 100%を目標としている。

上記の開発課題に対し、JICA は上下水道・環境改善プログラムの一環としてマスタープラン「下水セクター開発計画策定プロジェクト」（2016 年 1 月～2017 年 6 月）、有償資金協力「キャンディ市下水道整備事業」（2010 年 3 月～2018 年 9 月）や技術協力プロジェクト「水質管理能力向上プロジェクト」（2014 年 12 月～2018 年 2 月）等を実施している。

上位政策に呼応し、地方自治体やオンサイト衛生処理施設所有者は環境に配慮した政策として掲げており、文化三角地帯（対象地域であるポロンナルワ含む）を管轄する CCF も、環境保全の実現、環境技術の導入に積極的である。

(3) ODA 案件実施の目的

永和国土環境株式会社は同社が製造・販売する汚水処理システム（製品名：アクアメイク）は、首都圏等下水道整備事業ではリーチ出来ず、環境問題に課題を抱える地域に対し導入可能なオンサイト施設であり、水質管理に関する技術協力プロジェクトなどでの活用が考えられる。まずは「普及・実証事業」において、環境対策に積極的である CCF が管轄するポロンナルワで水質性能実証を行うとともに、分散型の下水処理の普及を目指し、都市開発公社（UDA）、MLGPC、上下水道省、マハヴェリ開発環境省等との連携を検討し、スリランカ全体への普及を図りたい。

4-1-2 想定するカウンターパート

本事業では、スリランカにおける世界遺産の管理を担う中央文化基金（CCF）をカウンターパートと想定している。

CCF は UNESCO-Sri Lanka Cultural Triangle の実施機関として 1980 年に設立され、以降 35

年間にわたり、スリランカにおける文化遺産の保護、保全、管理のため活動している。基金は、スリランカ政府からの補助金、UNESCO からの資本金、UNDP 等国連機関からの寄付、文化三角地帯の入場料、他国や個人からの支援で成り立っている。CCF は文化財保護のため、より厳しい環境対策を実施するとともに、訪問者のためのインフラ整備も行っており、この一環として衛生施設整備を進めている。

CCF は現在スリランカ全土 15 か所でプロジェクトを実施、6 か所で事業を計画中としている。このうちシーギリヤとポロンナルワはプロジェクトの規模が大きく、観光客も多いため、アクアメイクの導入ニーズが高いと考える。

シーギリヤとポロンナルワを含む文化三角地帯での事業実施は、オンサイト衛生処理施設の整備例として、スリランカ全体に波及する効果が期待できる。

さらに、CCF の上位機関である Ministry of Education、世界遺産区域における事業申請先である Ministry of National Heritage 及び Department of Archaeology、大統領が大臣を兼任する Ministry of Mahaweli Development and Environment 及び Mahaweli Authority of Sri Lanka、他、下水道整備や、環境・水質管理等に関わる機関、ICOMOS Sri Lanka (UNESCO) 等とも十分に連携を図る。なお、CCF はこれまでにシーギリヤ博物館建設 (2KR 見返り資金)、観光セクター開発事業 (有償資金協力)、シーギリヤにおける地域主導型観光振興プロジェクト (有償技術支援) 等の ODA 事業の実施経験を有している。

CCF から JICA に提出された普及・実証事業を希望する関心表明レターでは、CCF は持続的な文化遺産の保存を目指し、環境保護の観点から持続可能な発展を重視していること、環境に配慮したインフラ・技術への投資という位置づけで、案件化調査において提案したアクアメイクについて非常に関心を持っていることが示されている (右図参照)。



出典：CCF News Letter

図 4-1 CCF の代表的なプロジェクトサイト



図 4-2 CCF からの関心表明

4-1-3 当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される効果

(1) 当該製品・技術を必要とする開発課題

下水セクターの課題として、上水道の普及に伴い汚水の排出量が増加する一方、全国のおフサイト処理施設普及率は 2.4% (2012 年時点) にとどまっている。下水道網が比較的整備されているコロombo県でも 70%、中部州ならびに北中部州では 80%以上が、腐敗槽等の処理、もしくは未処理のまま海や河川へ放流されている。十分な処理がなされず地下浸透・放流される下水は水源河川の水質汚染につながっており、人口の多くが依存するオンサイト衛生処理施設の整備や改善は同国の喫緊の課題であるといえる。

スリランカ政府はこのような開発課題に対して、汚水汚濁の防止を含む環境に配慮しながら、生活水準を改善するための持続可能な開発の達成を積極的に進めている。スリランカの開発計画である「マヒンダ・チンタナ」（2006～2016年）では、下水及び衛生環境に係る計画として2025年までにオフサイトとオンサイトの衛生施設へのアクセス率100%を目指している。さらに、普及・実証事業でのカウンターパート候補であるCCFはスリランカにおける文化遺産の保護、保全、管理のため活動している。CCFは文化財保護のため、より厳しい環境対策を実施するとともに、訪問者のためのインフラ整備も行っている。そのため、CCFは持続的な文化遺産の保存を目指し、環境保護の観点から衛生施設の整備を進めているが、現状の衛生施設では腐敗槽レベルの水処理が行われ処理水は地下浸透している。世界遺産地域の地下には遺跡群が埋まっており、十分に処理されていない汚水がこれら地下遺跡に環境面での負の影響を与えている。このような課題に対して、普及・実証事業を実施することにより下述の開発効果が期待できる。

(2) 当該製品・技術を活用した期待される効果（成果）

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目標、期待される成果、活動案を、プロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM）案として、以下に示す。具体的な成果については4-2章に詳述する。

表 4-1 普及・実証事業で想定される PDM

プロジェクト目標：スリランカ基準に準拠した汚水処理装置（アクアメイク）を活用して水質汚染の改善および持続的な維持管理モデルの構築が実証され、同国他地域にアクアメイクを普及する。	
期待される成果	活動案
【成果1】 アクアメイク導入により処理水質濃度（BOD、COD、SS）が低減され、水質汚染が持続的に改善される。	1-1：対象地域においてアクアメイク導入計画を策定する。
	1-2：スリランカ基準に準拠したアクアメイクを製造する。
	1-3：アクアメイクを輸送、設置し、現地調整を行う。
	1-4：アクアメイク試験運転計画を策定する。
	1-5：上記1-4に基づきアクアメイクの試験運転を実施する。
	1-6：アクアメイク試験運転の結果を基に環境評価及び財務評価を実施する。
【成果2】 環境技術の活用・持続可能な施設運営に係る対象機関職員の能力が向上する。	2-1：対象機関職員に対するアクアメイク運転のための研修計画を策定する。
	2-2：対象機関職員向けアクアメイク運営維持管理マニュアルを策定する。
	2-3：上記2-1に基づき対象機関職員に対して本邦受入活動を実施する。
【成果3】 スリランカにおける水産業に係る人材・企業の能力が向上する。	3-1：アクアメイク施工・維持管理におけるスリランカ企業向けの本邦受入活動計画を策定する。
	3-2：上記3-1に基づきスリランカ企業向けの本邦受入活動を実施する。
	3-3：アクアメイク事業（製造・販売・運営管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定する。
【成果4】 スリランカ国内の地域へアクアメイクが紹介される。	4-1：トイレ利用料の徴収により維持管理費用を賄うビジネスモデルの構築
	4-2：その他地域の関連機関向けアクアメイク普及活動計画を策定する。
	4-3：上記4-2に基づく普及活動および環境教育を実施する。
	4-4：アクアメイクの現地製造によるコスト低減計画を検討する。

出典：JICA 調査団

4-1-4 対象地域及び製品・技術の設置候補サイト

(1) 提案する ODA 案件の対象地域

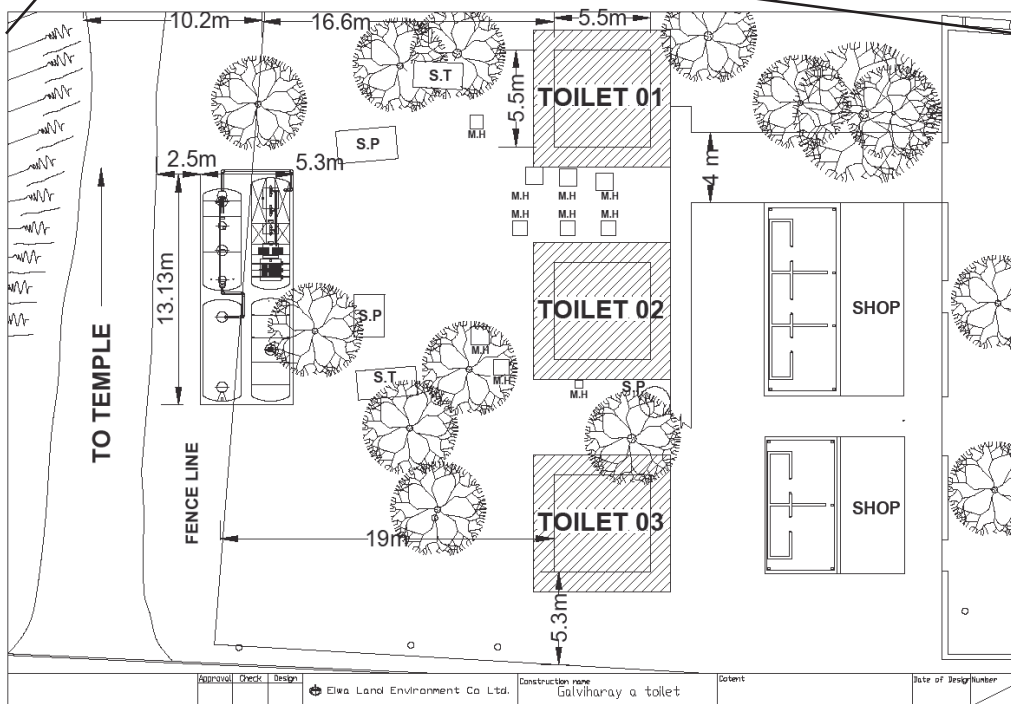
CCF が管轄する世界遺産であるポロンナルワのガル・ヴィハーラ（涅槃像）そばの駐車場にある衛生施設エリアに、トイレ施設（ローカル用および外国人用利用）を含み新設でアクアメイクを導入し、アクアメイクの運用ノウハウを移転する計画である。アクアメイクを設置する場所は下図のプロジェクトサイトと記載されたエリアである。



出典：CCF資料

図 4-3 プロジェクトサイトを含むポロンナルワ遺跡全体図（再掲）

ガル・ヴィハーラを含むプロジェクトサイトを拡大した地図を以下に示す。図の内赤で囲まれたエリアは既存のトイレ施設を示し、黄色で囲まれたエリアが新設のトイレ施設を設置する候補地である。既存衛生施設があるため、電力、水道等の周辺インフラは整備されている。



出典：Google マップおよび CCF 資料を基に JICA 調査団が編集

図 4-4 ガル・ヴィハアラを含むアクアメイク設置位置（案）

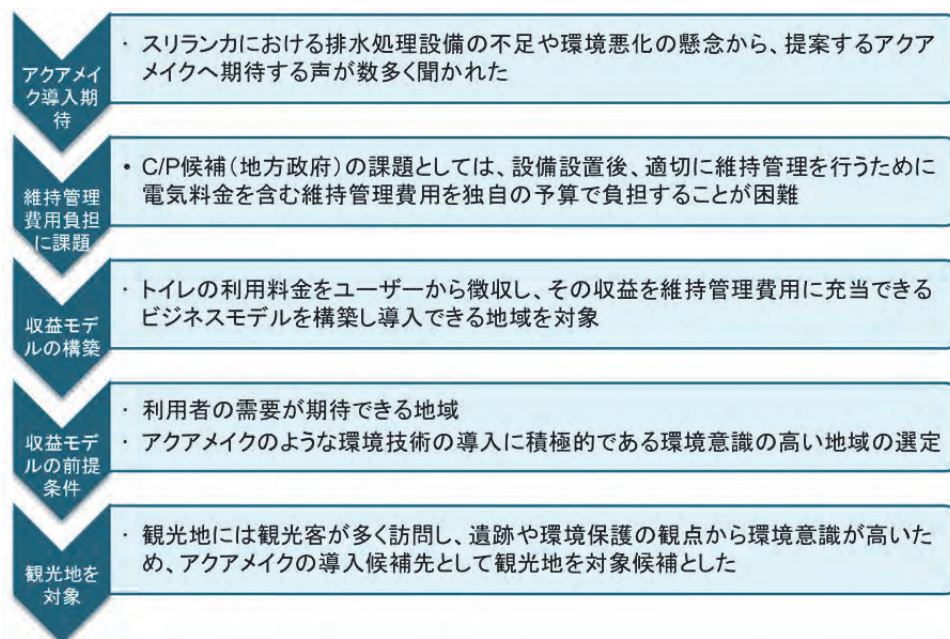
(2) 設置候補サイトの選定理由

提案するアクアメイクは、スリランカの排水基準を十分上回る処理能力を有しており、処理水を放流できない等環境配慮が求められる地域や、水不足が心配される地域においても利用可能であるなどスリランカの現地特性に合致した有効な技術といえる。

スリランカを訪れる海外からの観光客が年々増加するなか、国内外から観光客や地元住民が参拝に訪れる文化三角地帯等においてアクアメイクを導入することで、特に環境への配慮が必要な地域への対策、製品の普及に向けたショーケースとしてのアピール効果も期待できる。さらに、下水道整備事業が行き届かない地域に多くの分散型の下水処理装置であるアクアメイクをスリランカに普及することにより、同国全体での下水セクターの課題解決にも貢献できる。ポロンナルワのガル・ヴィハーラ（涅槃像）エリアは、ポロンナルワ遺跡の中で最も多くの観光客が立ち寄る地域であるため、アクアメイクの普及を促進する上で最適な設置場所であると考えられる。

スリランカに同製品・技術を普及させるためには、モデル的に設備を導入し、期待される性能を実証するとともに、継続的な運用・維持管理が可能な運営モデルを構築する必要がある。

スリランカに同製品・技術を普及させるための第一歩として、先方政府機関との連携は重要である。スリランカにおける下水処理の整備は NWSDB が行い、下水道整備事業を実施し下水道処理施設も所有している。一方で、アクアメイクのようなオンサイト施設の所有・管轄者は各自治体等その施設の購入者となり、維持管理もその所有者が行うこととなる。そのため、オンサイト施設であるアクアメイクの普及には、NWSDB よりも CCF（Central Cultural Fund）のように環境意識が高く、複数の導入候補（世界遺産のサイト）を持ち、観光需要を呼び込める組織との連携は非常に重要となる。



出典：JICA 調査団

図 4-5 設置候補サイトの選定理由

なお、ODA 案件の対象サイトは原則国立公園・保護対象地区外となるが、本事業は大型開発案件ではなく、対象国責任機関の管理のもと事業実施が可能である。また、提案製品であるアクアメイクの特徴として、排出される汚水を高度に処理し、放流せずに処理水をトイレに循環再利用するため、水使用量の削減、排水による公共水域の富栄養化の抑制に繋がる。こうした環境保全性能を有する汚水処理システムの導入は、地区の環境保護増進や回復を主たる目的とし、国立公園や保護区に重大な負の影響を及ぼさないものである。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 期待される開発効果

実施を目指す「普及・実証事業」ではスリランカを含む南アジア地域等向けに、アクアメイクの製造・施工・維持管理体制の構築を現地民間企業と共に検討する。また、観光に力を入れると同時に、世界遺産の保護を担う CCF のプロジェクトサイトに特許技術アクアメイクを導入し、同職員へ維持管理に係る技術移転等の人材育成を図ることにより、環境基準の達成と持続的な事業の実施を目指す。本汚水処理システムは処理水 BOD 濃度を 5mg/l 以下に低減することが可能であり、現在河川に放流される未処理排水による公共水域の富栄養化を抑制し、水質汚染の改善と地域の環境保全に大きく貢献できる。また、事業の財務的持続可能性を検証するために、トイレ使用料を利用者（外国人及びローカルの観光客）から徴収し、その徴収金を維持管理費に充当するビジネスモデルが成り立つか検証する。以下に事業実施による主な期待される開発効果を整理する。

(1) アクアメイク導入による水質改善効果

導入サイトにおいて Before-After の After にあたるアクアメイク設置後に水質測定を行い、アクアメイクによる水質改善効果を検証する。水質測定項目は pH、BOD、COD および SS を想定している。

(2) 環境技術の活用・持続可能な施設運営にかかる公的機関職員の能力向上

「普及・実証事業」では、カウンターパートの既存の施設運営方法を踏まえた上で、提案するアクアメイクの適切な設備維持のための保守管理レベルや料金徴収、財務的持続可能性について検証する。これらを踏まえ、カウンターパートとなるスリランカの公的機関職員（CCF を想定）に対し、アクアメイクの運営・維持管理に係る研修計画や維持管理マニュアルを策定し研修を実施する。また、運営維持管理に係る本邦受入活動を実施する。これにより、公的機関職員への能力強化を図り、持続可能な公共サービスの提供が可能となる。

(3) スリランカにおける水処理関連産業に係る人材・企業の能力向上

汚水処理技術の製造、施工、メンテナンス技術を、スリランカパートナー企業に技術移転し、協働で事業体制を構築し詳細事業計画を策定する。本活動では、現地企業向けに本邦受入活動を実施することも検討する。本活動により、同国水処理産業に係る人材育成により現地産業振興に寄与する。

(4) スリランカのその他地域へのアクアメイク普及

衛生的なトイレ施設及び環境に優しく付加価値の高いアクアメイクを導入し、実証期間中に利用者からトイレ利用料を徴収することによって、徴収金を維持管理費用に充当し維持

管理費用を利用料で賄えるかの検証を行う。料金徴収で維持管理費用を賄える検証結果が出る場合、普及・実証事業後のアクアメイク普及活動の促進に寄与する。また、PR 活動及び環境教育の一環として、下水、環境、観光セクター、地方自治体等関係機関および民間企業等に対し関係者セミナーを開催し、また C/P を本邦に招聘し、実際の技術性能を確認してもらった普及活動を実施する。

トイレ利用料を利用者から徴収し、その徴収金を維持管理費に充当するビジネスモデルが成り立つかを検証する。下図は CCF におけるビジネスモデルを示し、アクアメイク利用者からトイレ利用料を徴収することにより利用者の環境意識の向上、衛生的なトイレ施設の利用維持を図り、アクアメイク購入者の財務的費用（維持管理費用）負担の軽減並びに世界遺産地域の文化遺産の環境保護を促進する。

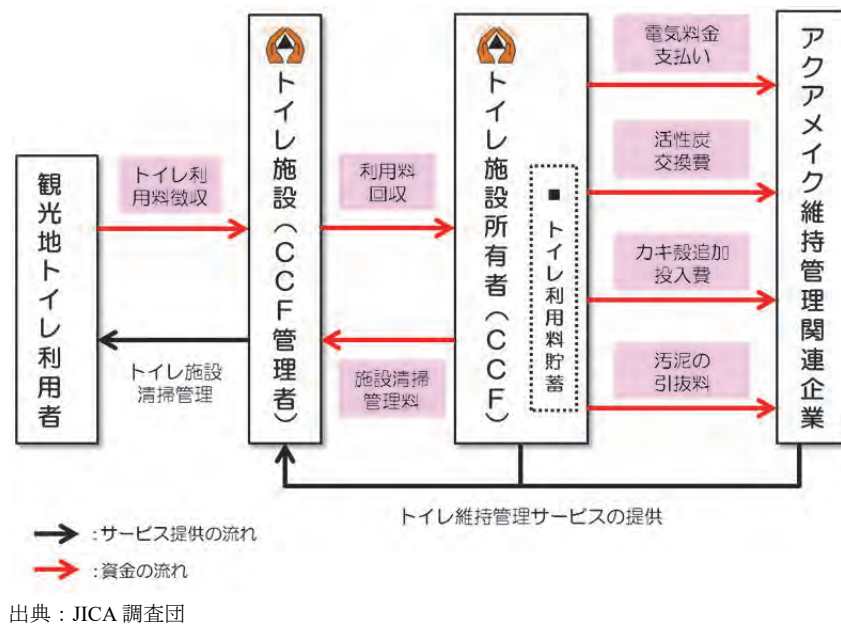


図 4-6 アクアメイクのビジネスモデル

4-2-2 詳細化した普及・実証事業の PDM

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目標、期待される成果、活動、投入案を、プロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM) として、次頁に示す。

プロジェクト名:スリランカ国観光地における自己処理型水洗式バイオトイレ普及・実証事業
 対象地域:スリランカ国帆区中部州ポロンナルワ遺跡群地域

プロジェクト期間:2017年9月-2019年8月
 対象者:中央文化基金(Central Cultural Fund、以下 CCF)

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手方法	外部条件
上位目標: ポロンナルワにおける自己処理型水洗式バイオトイレ普及実証により得られた結果が、下水道政策関連政府機関(中央、地方)、オンサイト地域の観光地等利害関係者間で共有され、スリランカで環境に配慮したオンサイト衛生施設数が増加することにより、開発計画である「マヒンダ・チンタナ」(2006-2016)の「オンサイト衛生施設へのアクセス率」の向上が促進される。	・スリランカにおける環境に配慮したオンサイト衛生施設数	・オンサイト衛生施設に係る統計資料	スリランカ開発計画である「マヒンダ・チンタナ」の下水および衛生環境政策が継続する。
プロジェクト目標: スリランカ基準に準拠した汚水処理装置(アクアメイク)を活用して水質汚染の改善および持続的な維持管理モデルの構築が実証され、同国他地域にアクアメイクを普及する。	・アクアメイク導入による環境改善効果(pH、BOD、COD、SSの減少) ・アクアメイク導入と料金徴収モデルによる維持管理費用の確保 ・アクアメイク運用に係る技術移転 ・アクアメイク普及活動による認知度	・プロジェクト進捗報告書	・水質調査を実施できる。 ・トイレ利用料金を徴収することができる。 ・CCFの維持管理担当が継続する。
期待される成果:			
成果 1:アクアメイク導入により処理水質濃度(BOD、COD、SS)が低減され、水質汚染が持続的に改善される。	・アクアメイク導入前後の処理水質濃度(BOD、COD、SS)	・アクアメイク試験運転実施報告レポート	・環境技術推進や観光促進にかかわる政府機関からの支援
成果 2:環境技術活用・持続可能な運営に係る CCF 職員の能力が向上する。	・研修プログラム、研修参加者の評価	・研修レポート	
成果 3:スリランカにおける水産業に係る人材・企業の能力が向上する。	・研修プログラム、研修参加者の評価 ・アクアメイク事業の詳細事業計画	・研修レポート ・詳細事業計画書	
成果 4:スリランカ国内の地域へアクアメイクが紹介される。	・普及活動の実施	・普及活動報告、広報資料	
活動	投入 (日本)	投入(相手側)	前提条件
1-1:対象地域においてアクアメイク導入計画を策定する。 1-2:スリランカ基準に準拠したアクアメイクを製造する。 1-3:アクアメイクを輸送、設置し、現地調整を行う。 1-4:アクアメイク試験運転計画を策定する。 1-5:上記 1-4 に基づきアクアメイクの試験運転を実施する。 1-6:アクアメイク試験運転の結果を基に環境評価及び財務評価を実施する。	【人材】 1) 団長 2) アクアメイク製造 3) 調達・施工管理 3) アクアメイク運転・メンテナンス 4) マーケティング 5) 環境評価 6) 人材育成 【機材・建築】 ・アクアメイク 1基 ・衛生施設 1棟 ・スペアパーツ等 【研修】 ・CCF 職員向け本邦研修 ・企業向け研修員受入活動	【人材】 1)CCF 職員(ポロンナルワ PM、環境保全担当、観光担当、衛生施設保守・整備担当等) 2)アクアメイク施工・維持管理に係るスリランカ企業 【機材等】 ・衛生施設の電力・水供給準備 ・実証期間中のアクアメイク運転にかかる電気代、水道代、清掃員(利用料金徴収)	・CCFによるアクアメイクの衛生施設運営
2-1:対象機関職員に対するアクアメイク運転のための研修計画を策定する。 2-2:対象機関職員向けアクアメイク運営維持管理マニュアルを策定する。 2-3:上記 2-1 に基づき対象機関職員に対して研修活動を実施する。			
3-1:施工・維持管理において現地企業向け研修活動計画を策定する。 3-2:上記 3-1 に基づきスリランカ企業向けの研修活動を実施する。 3-3:製造・販売・施工・維持管理に係るアクアメイク詳細事業計画を策定する。			
4-1:その他地域の関連機関向けアクアメイク普及活動計画を策定する。 4-2:上記 4-1 に基づく普及活動及び環境教育、関係者セミナーを実施する。 4-3:アクアメイクの現地製造によるコスト低減計画を検討する。			

4-2-3 事業における投入

(1) 日本側投入

アクアメイク事業における日本側で投入する機材の仕様、価格等を以下に整理する。

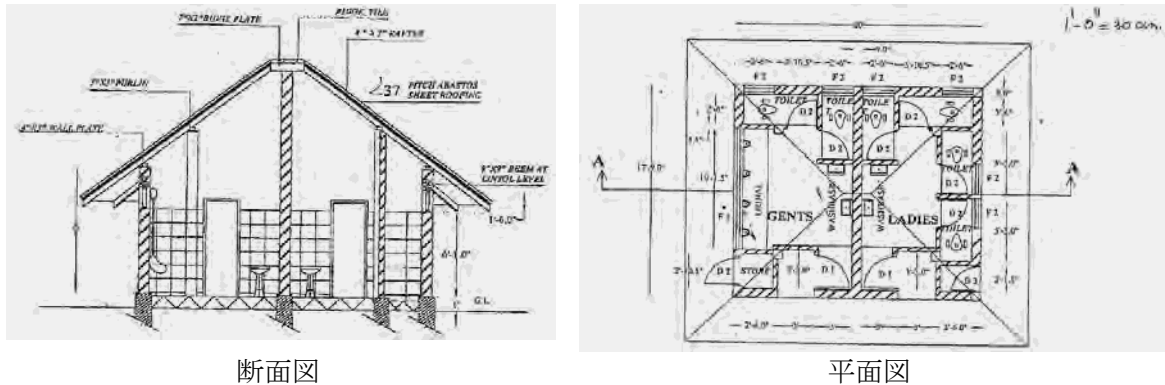
CCF が管轄するポロンナルワに導入する製品は、CCF 等へのヒアリング結果を考慮して、より多くの利用頻度にも対応できる以下の製品スペックを検討している。

表 4-2 提案するアクアメイクのスペックおよび価格

装置サイズ	長さ 13.1m x 幅 5.3m x 高さ 3.0m	利用回数(利用規模)	900 回/日 (250~300 人/日)
設置面積	基礎基盤面積 : 69.5m ²	利用者数	1 回/2 時間/人
装置重量	7,120kg	流入 BOD ⁵ 濃度	260mg/l
処理能力	9t/日	処理水 BOD 濃度	5mg/l 以下 (魚の生育が可能な水質環境レベル)
処理方法	接触濾過+活性炭吸着方式		
装置価格	約 2,000 万円 (税抜)		

出典：JICA 調査団

また、アクアメイク本体に加えて、アクアメイクが接続する衛生施設の建築も日本側で投入することを検討している。



出典：CCF

図 4-7 トイレ施設設計画 (案) (再掲)

なお、上述の衛生施設の仕様は CCF がポロンナルワのガル・ヴィハーラ (涅槃像) エリアに建設した仕様であり、普及・実証事業では幾分か機能性を高めた衛生施設を建設する予定である。

(2) カウンターパート側投入

カウンターパート候補である CCF が投入する内容 (C/P の業務内容、普及・実証事業における C/P の役割 (C/P の配置や費用負担他)、事業実施の際の人員投入 (料金徴収含む)、アクアメイクを設置する土地・インフラ設備、普及・実証事業実施後の維持管理体制等) については、最終の第 5 回現地調査で最終協議し主な先方負担事項の説明を既に行っている。現在想定している役割分担は以下の通りである。

⁵ BOD とは生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand) の略称で、河川水や工場排水中の汚染物質が微生物によって無機化あるいはガス化されるときに必要とされる酸素量のことである。この数値が大きくなれば、水質が汚濁していることを意味する。

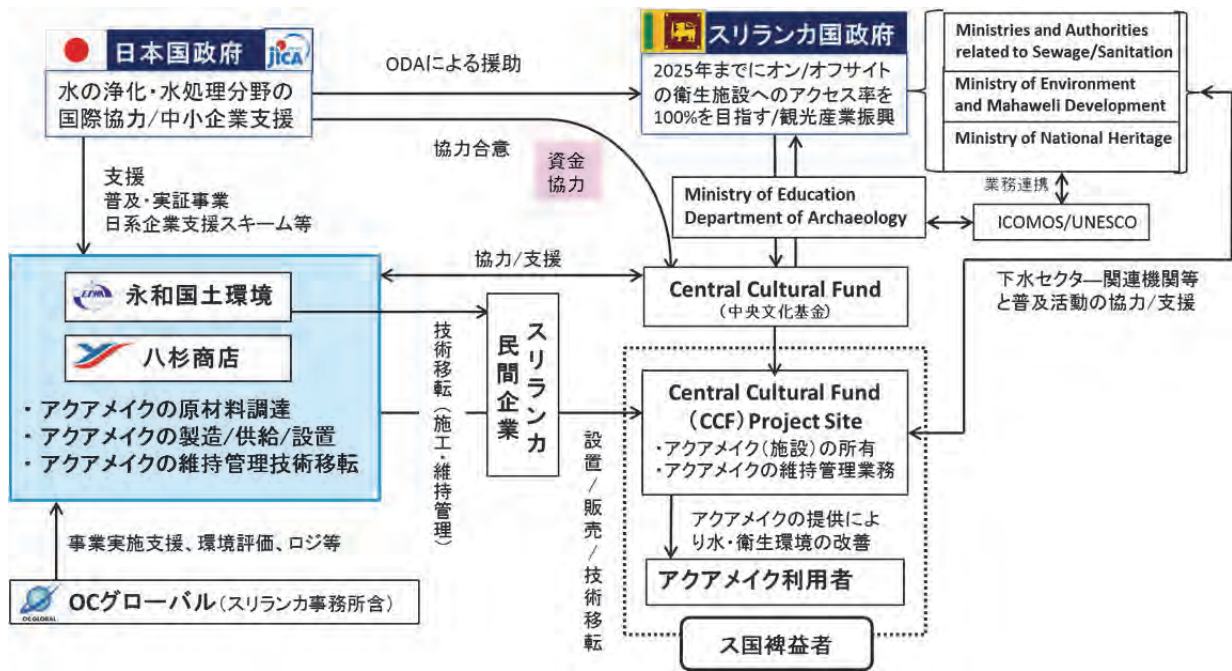
表 4-3 普及・実証事業における日本側とスリランカ側の役割分担（案）

段階	活動	日本側	スリランカ側（CCF）
製品設計、製造	詳細設計、製造	導入準備（アクアメイク1基）	
製品輸送	輸送・通関 免税手続き	輸送・通関手続き	輸送・通関・免税手続き 支援
衛生施設建設準備	衛生施設建設準備	詳細設計、サブコン等との協議	建設許可の取得
衛生施設建設	衛生施設建設	衛生施設の建設	土地の提供、建設立会い
製品設置	設備設置	アクアメイクの導入	電力・水道供給準備
		環境基準を満たした EPL の取得	EPL の取得支援
研修	現地／本邦研修	講師とプログラムの提供	研修生の提供
実証施設運営		定期的な維持管理状況の確認 データ収集・分析 普及活動の実施	維持管理担当者、清掃員 （料金徴収含む）の投入 電力・水道の提供 日常的な維持管理 普及活動への支援
実証事業終了後			アクアメイクの継続運営

出典：JICA 調査団

4-2-4 ODA 案件の実施体制

提案する普及・実証事業での実施体制は、以下を想定している。



出典：JICA 調査団

図 4-8 普及・実証事業の実施体制（案）

4-2-5 ODA 案件のスケジュール

事業スケジュールは、本案件化調査が 2017 年 4 月に終了し、途切れることなく普及・実証事業を提案する。普及・実証事業における詳細スケジュールを以下に示す。

活動項目	2017年				2018年								2019年												
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
成果1: アクアメイク導入により処理水質濃度(BOD、COD、SS)が低減され、水質汚染が改善される。																									
1-1 対象地域においてアクアメイクシステム導入計画の策定																									
1-2 スリランカ基準に準拠したアクアメイクの製造																									
1-3 アクアメイクに接続する衛生施設の詳細設計、建設																									
1-4 アクアメイクの輸送、設置、現地調整																									
1-5 アクアメイクシステム試験運転計画策定																									
1-6 上記1-4に基づくアクアメイクシステムの試験運転実施																									
1-7 アクアメイク試験運転結果をもとに環境・経済評価																									
成果2: 環境技術の活用・持続可能な運営に係るCCF職員の能力が向上する。																									
2-1 対象市職員に対するアクアメイク運転のための研修計画策定																									
2-2 対象市職員向けアクアメイクシステム運転管理マニュアルの策定																									
2-3 上記2-1に基づき対象市職員に対する研修活動実施																									
成果3: スリランカにおける水産業に係る人材・企業の能力が向上する。																									
3-1 アクアメイク施工・維持管理におけるスリランカ企業向け研修活動計画の策定																									
3-2 上記3-1に基づきスリランカ企業向け研修活動の実施																									
3-3 アクアメイク事業(製造・販売・施工・維持管理)の詳細事業計画の策定																									
成果4: スリランカ国内の地域へアクアメイクシステムが紹介される。																									
4-1 他地域向けアクアメイクシステム普及活動計画策定																									
4-2 上記4-1に基づく普及活動の実施																									

出典：JICA 調査団

図 4-9 普及・実証事業のスケジュール（案）

4-2-6 事業額概算

普及・実証事業における概算額は以下のとおりである。但し今後の調整・準備により変動する可能性がある。

表 4-4 普及・実証事業における事業費概算（案）

単位：1,000 円

費用項目	金額	備考
アクアメイク（1基）	20,000	アクアメイク設計・製作
輸送費	3,600	日本→コロンボ→ポロンナルワ（保険料含む）
税金	6,600	関税、VAT等
衛生施設建設費、工事費	17,200	現地コントラクター、外部人材の活用
調整費	15,000	監理費、本邦受入活動、現地活動費、渡航費等
普及・実証運営	30,000	外部人材の活用（渡航費含む）
計	92,400	

出典：JICA 調査団

4-2-7 本提案事業後のビジネス展開

普及・実証事業においては、関係者セミナーを開催するなど日本製の循環排水再利用の水洗トイレを紹介し、環境意識の高い現地機関のニーズの把握や優れた環境性能を有する日本技術のPR・普及活動を行う。その後、普及活動の成果によって輸入によるスリランカにおける製品の販売台数の増加、さらには将来的に太平洋諸国、中東、南アジア地域等向けの共同開発・生産体制をスリランカで確立したいと考えている。本普及・実証事業を経て、販売台数の増加（10-30基/年程度）のための基礎ができると考えている。また、アクアメイク事業により利益が蓄積されれば、現地でのアクアメイク製造工場の初期投資費用の準備が行える。現地での製造体制については今後更なる検討が必要になるが、現地での製造を目指し、既存アクアメイク組立施設の強化、継続的な人材育成活動を実施するなど、開発したアクア

メイクの量産体制（50基以上/年）を構築していきたいと考えている。本普及・実証事業は上記のビジネス展開を実施する上で非常に重要な足掛かりとなる。

海外事業戦略を計画的に実施する上で、ODA 案件の実施は以下の理由から重要である。

表 4-5 ODA 案件の実施の必要性

ビジネス展開での課題	ODA 案件による課題の解決
<p>永和国土環境および八杉商店は本邦中小企業であり、スリランカ公的機関との人脈も限定的で認知度が低い</p> <p>製品の有効性を現地関係機関に実証したいが、実証するための費用負担（先方：購入費用、永和国土環境：資機材調達・据付や継続的な現地活動）が課題となる</p>	<p>ODA 事業への参加をひとつの契機とし、スリランカでの納入実績を積み上げ、その後の海外展開を進める</p> <p>製品・技術が同国の開発に有効であることを実証し、その現地適合性を高め普及を図る</p>
<p>将来的にプロトタイプとなるアクアメイクの開発を行い、南アジア地域向けの共同開発・生産体制を確立したい</p>	<p>普及・実証事業により、市場を通じその技術・製品が広がることで、の海外事業展開が促進される</p>

出典：JICA 調査団

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

本普及・実証事業のカウンターパートである CCF はスリランカの主要な世界遺産（観光地）を管轄しており、CCF はこれまでにシーギリヤ博物館建設（2KR 見返り資金）、観光セクター開発事業（有償資金協力）、シーギリヤにおける地域主導型観光振興プロジェクト（有償技術支援）等の ODA 事業の実施経験を有している。このような ODA 連携実績を活用し、CCF が管轄する他地域世界遺産へのアクアメイクの導入を検討する予定である。

また、下水分野の観点から、下水セクター開発計画策定プロジェクト（2016 年 1 月～実施中）において、汚水対策として優先都市の下水道整備や下水処理施設のマスタープランを策定している。一方でアクアメイクは、首都圏等下水道整備事業ではリーチ出来ず、環境問題に課題を抱える地域に対し導入可能な分散型のオンサイト下水処理施設であるため、スリランカ全体としては同マスタープランでカバーできない地域を補完することができる。

さらに、水質管理能力向上プロジェクト（技術協力プロジェクト：2015 年～実施中）において環境省傘下の CEA がカウンターパートとなりコロンボ地域の水質改善に向けプロジェクトを実施している。また、CEA は環境許可書の発行や事業者への立ち入り検査、河川の水質モニタリングを行っている。そのため、同製品の普及活動では、CEA と連携して同国の水質環境レベルの改善を図る啓発活動を行うことも考えられる。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

提案する普及・実証事業では、製品・技術の導入先として選定された CCF を対象に、新規アクアメイクと接続する衛生施設からなるオンサイト衛生施設を導入する。CCF の維持管理技術者へのアクアメイク維持管理ノウハウを移転し、トイレ利用者からの料金徴収モデルを導入する。普及・実証事業に向けた主な課題は以下が想定される。

製品の普及活動を実施する上での課題として、維持管理費用が高いという意見が現地地方自治体等から案件化調査を通してあった。そのため、トイレ利用料金の徴収によりその徴

収金を維持管理費に充当するというビジネスモデルの検証を普及・実証事業で実施する予定である。なお、普及・実証事業期間に観光客から徴収する衛生施設の利用料金は日本側の収益とせず、現地側（CCF）の収入とする。

また、本提案は、インフラ整備、環境、衛生といった複数分野に関わりがあり、関連する法制度や許認可について理解し、対応していく必要がある。スリランカには数多くの省庁や公的機関があり、その編成も政権とともに変わることから、法制度や許認可の変更には十分注意する必要がある。

普及・実証事業の実施にあたって、製品の据付及び衛生施設の建設を行った後実証事業を実施することになる。実証事業の開始（製品の運用開始）を待って普及活動を実施する場合、施工作业等の遅延により運用開始が遅れるリスクがある。この場合、普及活動に割り当てる時間が少なくなる可能性がある。そのため、普及活動については、製品の運用が開始される以前から、関係者セミナーを開催するなど前広に製品 PR を行い、普及活動に割り当てる時間を確保する。これにより、実証の活動および普及活動の両方を実施できると考える。

今後の普及・実証事業では、現地展開にあたって必要な拠点づくりに関して、より具体的な検討・準備を進めていく。例えばスリランカでは、事業者が事業を開始する際に、中央環境局（CEA）から EPL（Environmental Protection License）という認可を取得し、排出基準を含め環境法規順守する必要がある。EPL の取得には、CEA に登録されたコンサルタントによる設備指導・評価や環境分析機関等による分析結果を提示する必要がある。現地でビジネスを開始するにあたり、事業認可はもちろんのこと、アクアメイクの信頼性を担保するため、CEA 登録コンサルタントの資格取得に向けた手続きを進めることも検討する。

4-5 環境社会配慮にかかる対応

4-5-1 相手国側の環境社会配慮制度・組織の確認

スリランカの環境保護、管理の基本的な枠組みを示す国家環境法（National Environmental Act No.47 of 1980 : NEA）は 1980 年に制定され、環境施策の実施機関として、中央環境局（CEA）が 1981 年に設立された。CEA は、環境への重大な影響が懸念される開発プロジェクトに対し、その実施前の EIA の要請を行うとともに、調査書の審査を行っている。

スリランカ国における環境社会影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）の実施規則は、NEA のもと 1993 年に定められている。この法令 IV 及び官報（Gazette No. 772/22 of 24 June 1993, 859/14 of 23 February 1995, 1104/22 of 5 November 1999 and 1106/1 of 29 November 1999.）で、EIA が必要とされるプロジェクトが明記されている。

スリランカにおける環境社会配慮に係る主な関係法令・基準を下表に示す。

表 4-6 環境社会配慮に係る主な関係法令

Law		Description
General		
National Environmental Act	No.47 of 1980	Provides for the declaration, protection, management and enhancement of the environment, for the regulation, maintenance and control of the quality of the environment; for the prevention, abatement and control of pollution.
Natural Environment		
National Heritage Wilderness Act	No.3 of 1988	Provides for the declaration, protection and preservation of any area of state land with unique ecosystems, genetic resources or outstanding natural features such as National Heritage Wilderness Areas.
Forest Ordinance	No.16 of 1907 No.11 of 1912 No.24 of 1918 No.23 of 1931 No.16 of 1935 No.30 of 1945 No.8 of 1947	Consolidates the laws relating to forests and to the felling and transportation of timber. Empowers the Minister to declare any area of state land as a Reserved Forest Conservation Forest or Village Forest.
Forest Act	No.34 of 1951 No.49 of 1954 No.13 of 1966 No.56 of 1979 No.13 of 1982 No.84 of 1988 No.23 of 1995	Supplemental rules for forests
Felling of Trees Ordinance	No.9 of 1951	Provides for the prohibition, regulation and control of the felling of specified tree species, including cultivated tree species such as Jack, Bread Fruit and female Palmyra trees.
Soil Conservation Act	No.25 of 1951 No.29 of 1953 No.30 of 1996	Provides for the conservation of soil resources, mitigation of soil erosion and protection of lands against flood and drought.
Flood Protection Ordinance	No. 4 of 1924 No. 22 of 1955	Flood protection
Fauna and Flora Protection Ordinance	No.2 of 1937 No.31 of 1942 No.12 of 1944 No.12 of 1945	Provides for the conservation of plants and animals that have been declared as protected species. Empowers the Minister to declare any area of state land as a National Reserve or Sanctuary.
Fauna and Flora Protection Ordinance Act	No.38 of 1949 No.44 of 1964 No.1 of 1970 No.49 of 1993 No.12 of 2005	Supplemental rules for fauna and flora
National Water Supply and Drainage Board Law	No.2 of 1974	Responsible for the provision of safe drinking water and facilitating the provision of sanitation to the people in Sri Lanka.
National Aquatic Resources Research and Development Agency Act	No.54 of 1981 No. 2 of 1996	Makes provision to protect and conserve fisheries and aquatic biodiversity in marine and freshwater areas and for the declaration of fisheries reserves. Imposes licensing and registration requirements for fishing. Defines the terms 'Sri Lankan Waters'
Social Environment		
Antiquities Ordinance	No.9 of 1940 No.24 of 1998	Provide for the better preservation of the Antiquities of Sri Lanka
Antiquities Act	No.2 of 1955 No.22 of 1955 No.24 of 1998	Supplemental rules for Antiquities Ordinance
Land Acquisition Act	No.9 of 1950 No.13 of 1986	To make provision for the acquisition of lands and servitudes for public purpose
National Involuntary Resettlement Policy	2001	Outline legislative and regulatory framework that guide land acquisition and valuation process
State Lands (Recovery of Possession) Act	No.7 of 1979	To make provision for the recovery of possession of state lands from persons in unauthorized possession or occupation
Tourist Development Act	No.14 of 1968 No.38 of 2005	Policy relating the tourism industry

出典：JICA 調査団

EIA は、大規模事業または環境影響を受けやすい地域における事業（environmental sensitive areas）に対して実施する。本提案事業は、世界遺産地域内において実施されるため、環境影響を受けやすい地域における事業とみなされる。

環境影響評価の承認は事業承認機関（PAA）によって行われる。現在 23 の政府機関が PAA として指名されている。通常、CEA が政府機関の中から、プロジェクトによる影響が最も大きいと考えられる事象の主務官庁である政府機関を EIA の総責任機関として指名する。場合によっては複数の機関が指名されることもある。但し、開発主体である政府機関が PAA になることはできない。

表 4-7 事業計画承認機関（PAAs）

区分	組織名
Ministry	National Planning
	Irrigation
	Energy
	Agriculture
	Lands
	Forests
	Industries
	Housing
	Construction
	Transport
	Highway
	Fisheries
	Aquatic Resources
	Plantation Industries
Department	Coast Conservation
	Wildlife Conservation
	Forest
Authority	The Urban Development Authority
	The Central Environmental Authority
	The Mahaweli Authority of Sri Lanka
Others	The Geological Survey and Mines Bureau
	The Ceylon Tourist Board
	The Board of Investment of Sri Lanka

出典：Guidance for implementing the environmental impact assessment process No.1 (CEA))

環境法では EIA には 2 通り方法があり、プロジェクトによる環境影響が小さいと判断される場合には初期環境影響調査（IEE）が要求され、その実施期間は短く、簡易なものとなる。またプロジェクトによる環境影響が大きいと判断される場合には環境影響評価（EIA）が要求され、詳細な内容、包括的な調査が求められる。

EIA 手続きとして、プロジェクト実施主体は CEA に初期概要情報（Preliminary Information: PI）を提出する。PI を出すタイミングは案件の実施場所が確定し、事業計画が確定次第提出する。

EIA/IEE 手続きは以下の 6 段階がある。

表 4-8 EIA 手続き

Step	EIA 手続き	必要日数 (Time allowed for the PAA)
1	Screening (Determining whether an EIA / IEE is required for a project)	6 days
2	Scoping (Determining the scope of the EIA / IEE study and issuing of Terms of Reference)	14 days for IEE and 30 days for EIA
3	Preparation of the EIA / IEE report	No time limit has been given since the project proponent is responsible for this.
4	Review of the EIA / IEE report (The review involves both public and technical review)	
	(a) Public review (applicable only for EIAs) The project proponent needs to respond to the public comments received.	30 working days
	(b) Technical review	21 days for IEE and 30 days for EIA.
5	EIA / IEE Decision Granting approval with terms and conditions or rejection with reasons.	
6	Post approval monitoring	

出典：CEA

本事業が EIA 対象となるか、CEA に確認したところ、事業規模が小さく、また環境に負の影響を及ぼす施設導入ではないため、EIA は必要ないとの回答を得た。ただし事業者からの要請があれば、事業計画に対する環境提言 (Environmental Recommendation) を実施するとのことであった。

また提案事業を実施するためには、Department of Archaeology に事業計画 (位置、規模を含む設計案) を提出し、現場視察を含む審査を受け、最終的に建設許可を得る。本事業では用地取得や住民移転は発生しないが、遺跡への影響が発生しない場所や工法を選定する必要がある。

4-5-2 プロジェクトサイトの環境・社会状況の確認

既存文献及び関係者ヒアリングにより、プロジェクトサイトの環境・社会状況を確認した。確認結果を下表に示す。

表 4-9 プロジェクトサイトの環境・社会状況

	環境項目	調査結果
汚染対策	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 対象地域周辺では、大気質の常時観測は実施されていない。 観光バスやレンタカーで訪れる外国人観光客の増加に加えて、毎月満月（ポヤデー）及び5月、6月は、多くの仏教徒がポロンナルワに参拝に訪れるため、交通渋滞による大気環境の悪化が示唆されている。
	水質	<ul style="list-style-type: none"> ポロンナルワ世界遺産区域内では、井戸水を使用している。 CCF は、定期的に区域内 2 か所において水質調査を実施している。調査結果からは水質汚染の兆候は確認されていない。
	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ポロンナルワ世界遺産区域内には 7 か所のトイレ設備があり、浸透式腐敗層で処理を行っている。自治体が汚泥の汲み取りを実施しており、観光客が最も多い 6 月中旬には 5 日間で 17 回、少ない 2 月でも月 9 回程度、汲み取り車が汲み取りを行い、往復約 50 km 離れたハバラナに汚泥を運んでいる。 CEA は廃棄物の分別収集及びリサイクルを推進しているものの、ポロンナルワ世界遺産区域内をはじめ、一般には浸透していない。
	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> ポロンナルワを含む北部中央州においては、カドミウム、ヒ素を含む土壌や水が原因と疑われる慢性腎臓疾患（CKDs）が報告されており、大きな問題になっている。
自然環境	気象	<ul style="list-style-type: none"> スリランカは赤道熱帯域に属し、モンスーンの影響を受ける。北東モンスーンによってスリランカ北部と東部は 12 月から 1 月の間に雨期がある。 ポロンナルワを含む北部中央州は、乾燥地帯に区分される。ポロンナルワ周辺の年間降水量は 1500mm、平均気温は乾燥地帯で 30°C である。
	保護区	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトサイトは世界遺産 Ancient City of Polonnaruwa（1982 年認定）区域内である。
	生態系	<ul style="list-style-type: none"> スリランカは国際自然保全 NGO Conservation International が指定する生物多様性ホットスポットの 1 つ「Western Ghats & Sri Lanka」に属している。 「The National Red List 2012 of Sri Lanka – Conservation Status of the Fauna and Flora」では動物 2240 種、植物 3490 種がリストアップされている。 プロジェクトサイトは、Department of Wildlife Conservation が指定する Nature Reserve 区域に指定されている Mineriya に隣接している。 ポロンナルワ地域の主な植生としては、Dry Mixed Evergreen Forest、Riverain Forest、Lowland Savanna、Wet Grasslands である。この地域に特徴的な動物相として、Dry Mixed Evergreen Forest では果実を常食とする鳥類、シカ、サル、イノシシ、ゾウ、Riverain Forest ではゾウ、イノシシ、水牛、Lowland Savanna はゾウ、Wet Grasslands では渡り鳥が多くみられる。 ポロンナルワ世界遺産区域内では、生態系調査は過去実施されていない。
	水象	<ul style="list-style-type: none"> ポロンナルワには 11～13 世紀にかけてシンハラ王朝の都があり、貯水池と水路を含んだ灌漑施設を建設した。現在も使用されている。 ポロンナルワ世界遺産区域内には貯水池が複数存在し、プロジェクトサイトとガル・ヴィハーラ石窟寺院との間にも池が存在する。 既設トイレは浸透式腐敗層で処理され、処理排水は土壌に浸透させているが、CCF によれば、雨季には隣接する池の水位上昇とともに浸透層から汚水が溢れ出ることもあるとのことである。
	地形地質	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトサイトは平たんで、その地質は、乾燥地帯に多い Reddish Brown Earths (RBE) に区分されている。この特徴は、赤茶色で砂利層があり、土質は砂質ローム、砂質粘土である。
社会環境	土地利用	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトサイトは世界遺産 Ancient City of Polonnaruwa（1982 年認定）区域内であり、その管理は CCF が定めた Ancient City of Polonnaruwa 世界遺産区域管理計画（2010 年）に基づき実施されている。 区域内には遺跡と寺院、観光客向けの売店、照明・トイレ設備が存在する。 区域内において新たな施設建設を行う場合には、Department of Archology の許可が必要となる。
	住民移転	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトサイトには、一般住宅等は存在せず住民移転はない。

環境項目	調査結果
貧困層	<ul style="list-style-type: none"> スリランカの民族別人口比は、主に、シンハラ人、シンハラタミル人、インドタミル人、ムーア人に大別され、それぞれ、74.9%、11.1%、4.1%、9.3%となっている。シンハラ人は、国の南部、西部、中央部及び中央北部の各地区において多数を占めており、特に低地の農村地帯においては、95%以上の構成比を示している。(2001年統計局データ) スリランカの貧困率は全国で8.9%であり、セクター別でみると、都市部が5.3%、農村部が9.4%、プランテーションが11.4%である。(政府統計局、2009/10年) 州別では、東部州14.8%が一番高く、次いでウバ州13.7%、北部州で12.8%となっている。ポロンナルワ県は、5.8%であり、全国に比べて貧困率は低い。
観光	<ul style="list-style-type: none"> スリランカ政府は観光業の発展に力を入れており、2009年の内戦終了後、海外からの観光客は年々増加している。 ポロンナルワ世界遺産区域の2015年の年間来場者数は205,693人であり、その内訳は外国人116,272人、国内89,421人であった。
生活・生計	<ul style="list-style-type: none"> スリランカの人口は20,277,597人、ポロンナルワ県の人口は403,859人であり、全人口の約2%を占めている。(国勢調査、2011年) スリランカの労働人口は約850万人、実際の雇用者数は819万人、失業率は約4.2%であり、最近10年間で失業率は約半分に減っている。 北部中央州のGDPは、Rs354,232百万であり、うち農業Rs73,428百万、Rs工業88,098百万、サービスRs192,707百万である。ポロンナルワ県においては、農業、衣類・革製品、木材加工業に従事する人が多い。(スリランカ中央銀行、2014年)
公共サービス	<ul style="list-style-type: none"> 北部中央州の年間電力消費量は383.72GWh(2012年)、年間水使用量は17.5百万m³(2013年)であり、どちらも毎年増加傾向にある。 ポロンナルワの既存の市街地は、改良された十分な社会基盤(道路、輸送システム、下水道、廃棄物処理、電気、通信など)を必要としている。
交通	<ul style="list-style-type: none"> コロンボとポロンナルワを結ぶ鉄道が存在するが、ポロンナルワ駅に停車する列車は少なく、駅自体が町の中心部から離れているため利用者は少ない。 観光客は、観光バス、レンタカー、自家用車、長距離バスを乗り継ぐ等の手段により、ポロンナルワを訪れる。
文化遺産	<ul style="list-style-type: none"> スリランカは世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約の締約国であり、プロジェクトサイトであるAncient City of Polonnaruwaを含め6つの世界文化遺産が登録されている。 ポロンナルワ遺跡調査は1982年よりUNESCOにより進められてきた。 プロジェクトサイト及びその周辺においては、2005年以前に駐車場、売店、トイレの整備がなされている。2005年に実施されたトイレ改修において、重要な遺跡等は発見されていない。 CCFは提案事業の実施に際し、Department of Archaeologyと連携し遺跡影響評価調査(HIA)を実施するとのことである。

出典：ECONOMIC AND SOCIAL STATISTICS OF SRI LANKA (スリランカ中央銀行)、
Environmental Atlas of Sri Lanka (CEA 2005)、An Environmental Profile of the Pronnaruwa District (CEA 1993)
Ancient City of Polonnaruwa World Heritage Site Management Plan (CCF 2010)等を踏まえJICA調査団整理

4-5-3 スコーピング案の作成

上記の地域特性と、現時点での事業内容を踏まえ、環境社会影響の洗い出し(スコーピング)を実施した。結果を以下に示す。

表 4-10 スコーピング結果

分類	影響項目	工事前 工事中	供用時	評価理由
汚染対策	1 大気汚染	B-	D	工事中：建設機材・車両の稼働等に伴い一時的ではあるが大気質の悪化が想定される。 供用時：本設備の供用により大気汚染を引き起こす可能性はない。
	2 水質	B-	A+	工事中：建設機械、車両の洗浄等により排水が発生する可能性がある。 供用時：トイレから発生する汚水は、処理後再生利用されるため、水質汚染の発生は想定されない。（スリランカで一般的なトイレ設備を導入する場合に比べ、排水を出さないため、水質改善に繋がる。）
	3 廃棄物	B-	D	工事中：アクアメイクの設置により建設残土の発生が予想される。 供用時：来場者が排出する固形廃棄物は、分別収集し、可能な限りリサイクルされる。
	4 土壌汚染	B-	D	工事中：建設機械からのオイル漏れ、車両の洗浄等により土壌汚染が発生する可能性がある。 供用時：本設備の供用により土壌汚染を引き起こす可能性はない。
	5 騒音・振動	B-	D	工事中：建設機材・車両の稼働等による騒音が想定される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような騒音・振動の発生は想定されない。
	6 地盤沈下	D	D	井戸水を使用するが、工事中の水使用量は限定的なこと、供用後は、処理水を再生利用するため、スリランカで一般的なトイレ設備を導入する場合に比べ、水使用量は抑えられる。よって地盤沈下を引き起こす可能性は低い。
	7 悪臭	D	A+	工事中：悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。 供用時：スリランカで一般的なトイレ設備を導入する場合に比べ、高度処理された汚水は悪臭が出ない。
	8 底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境	9 保護区	D	D	プロジェクトサイトは世界遺産区域であり、その管理規則に従って事業は実施される。
	10 生態系	B-	D	工事中：設備設置において、既存の二次林の伐採が一部生じるものの、多くは維持される。またプロジェクトサイトは既に開発されており、影響は生じない。 供用時：本設備の供用により生態系に悪影響を引き起こす可能性はない。
	11 水象	D	D	井戸水を使用するが、工事中の水使用量は限定的なこと、供用後は、処理水を再生利用するため、スリランカで一般的なトイレ設備を導入する場合に比べ、水使用量は抑えられる。よって水象へ影響を及ぼす可能性は低い。
	12 地形、地質	B-	D	工事中：建設に伴う掘削工事により、地形・地質へ影響を与える。 供用時：本設備の供用により地形・地質に悪影響を引き起こす可能性はない。
社会環境	13 住民移転	D	D	トイレ建設に伴う住民移転は発生しない。
	14 貧困層/少数民族・先住民族	D	B+	工事中：トイレ建設に伴う住民移転は発生しない。 供用時：清掃・維持管理などのトイレ管理作業は地域の雇用につながる。
	15 雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中：建設工事において雇用や地域における調達が見込まれる。また新しい建設技術の導入など、正の影響が見込まれる。 供用時：清掃・維持管理などのトイレ管理作業は地域の雇用につながる。
	16 土地利用や地域資源利用	D	D	プロジェクトサイトの土地利用に大きな変更は生じない。

分類	影響項目	工事前 工事中	供用時	評価理由
	17 水利用	B-	B-	工事中：建設工事において、資材準備、機器や現場洗浄等に水を使用する。 供用時：トイレ使用において水を使用する。ただし処理水を再生利用するため、スリランカで一般的なトイレ設備を導入する場合に比べ、水使用量は抑えられる。
	18 既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	工事中：観光交通に工事車両が加わることにより、渋滞が発生する可能性がある。 供用時：本設備の供用により、利用者のトイレへのアクセス、快適性が向上する。
	19 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業は CCF により関係機関と調整を図りながら実施されるため、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に負の影響を与えることはない。
	20 被害と便益の偏在	D	D	周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはない。
	21 文化遺産	C	D	工事中：詳細設計の段階で遺跡影響評価調査を実施する。整地の際にモニタリング調査をし、影響がないことを確かめる必要がある。 供用時：本設備の供用により文化遺産に悪影響を及ぼす可能性はない。
	22 景観	B-	D	工事中：建設作業や、機材・仮設設備の存在等により、観光地としての事業対象地の景観に、影響を与える可能性がある。 供用時：トイレ外装には現地産資材を使用し、色彩は自然色が採用されることから、周辺の自然景観との調和が図られる。
	23 ジェンダー	D	D	トイレは男女用それぞれ整備される。また本事業は CCF により関係機関と調整を図りながら実施されるため、負の影響を与えることはない。
	24 子どもの権利	D	B+	観光客、地域住民だけでなく子供たちの環境教育に繋がることが期待できる。
	25 HIV/AIDS 等の感染症	C	C	工事中：建設作業員の流入により、感染症が持ち込まれる可能性がある。ただし、健康管理・教育が実施されれば、感染症の発生の危険性は低い。 供用時：事業対象地は国際的な観光地であり、旅行客の半分以上は外国からの旅行者であることから、感染症が持ち込まれる可能性がある。
	26 労働環境	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。
その他	27 事故	B-	D	工事中：工事車両の事故を含め、建設作業中の事故に対する配慮が必要である。 供用時：本設備の供用により交通環境に悪影響を引き起こす可能性はない。
	28 越境の影響、及び気候変動	D	D	本事業は、衛生施設整備事業であり、越境、気候変動への影響はないと考えられる。
<p>凡例：A+/-: 重大な正または負の影響がある。 B+/-: 正または負の影響が若干発生する。 C+/-: 正または負の影響の程度が不明であり、更なる調査が必要である。 D: 影響は想定されない。</p>				

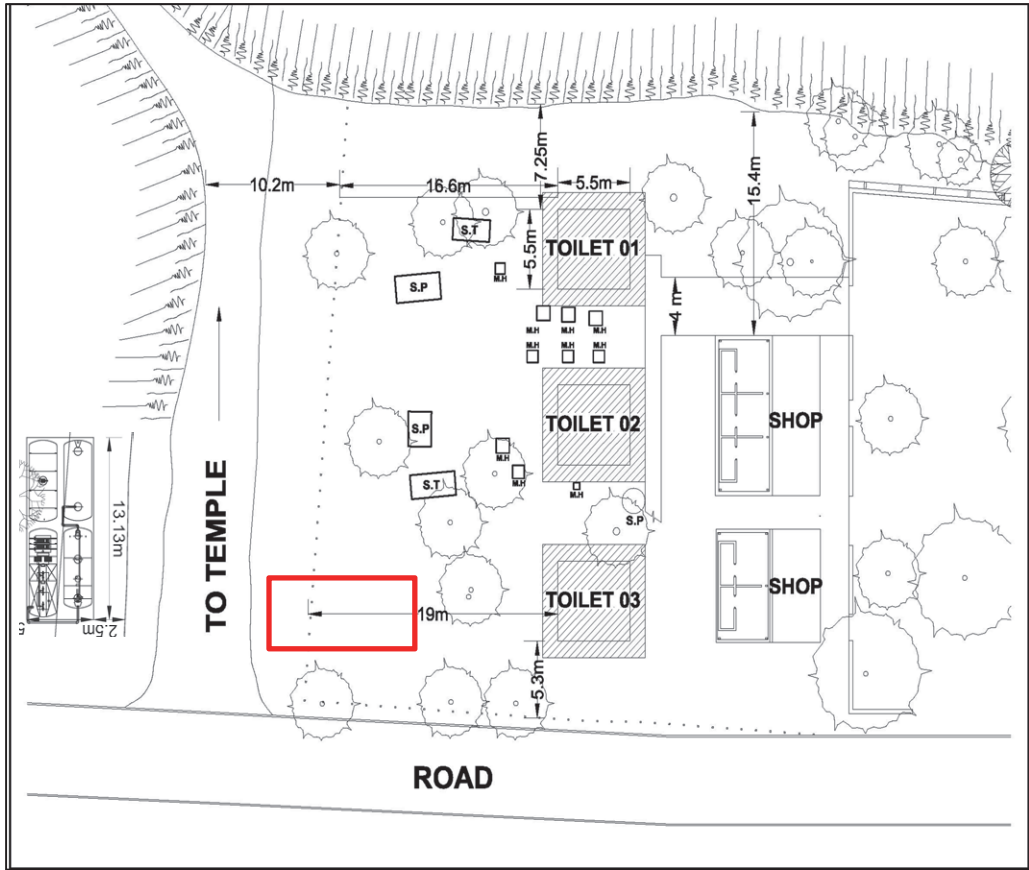
4-5-4 代替案の比較

トイレ建設予定地は、調査団による予備調査を行い、CCF 及び考古学省 (Department of Archology) との協議を踏まえ、周辺の土地利用状況、利用客のアクセス性、コスト等について、総合的に比較評価した結果、既存のトイレ設備の西側の場所が選定された。

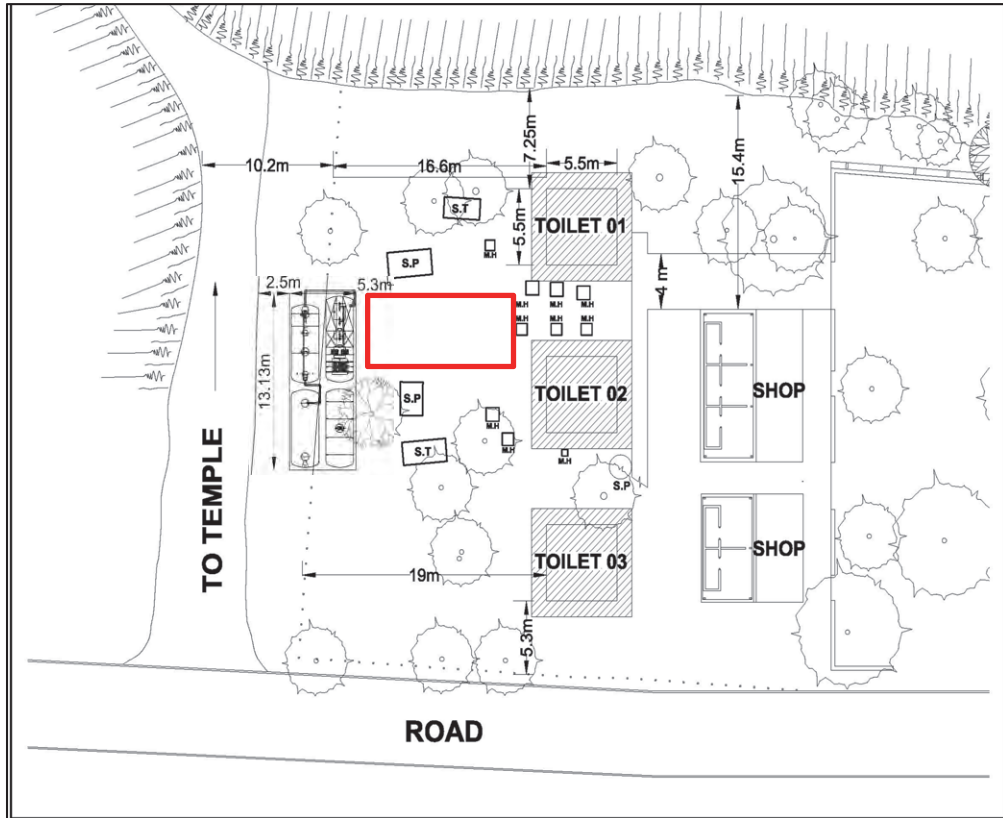
既存のトイレ設備の西側の場所について、更に 2 案 (Site A、Site B) について比較検討を行った結果、文化財に影響を与える可能性が低く、かつ建設コストも抑えられる Site B が、最適案として選定されている。

表 4-11 代替案の比較

	Site A	Site B
面積	アクアメイク約 70 m ² + 建屋約 80 m ²	
現在の土地利用状況	アクアメイク設置位置は、沼地である。トイレ建屋設置位置は既存トイレが存在し、空き空間は草地である。	アクアメイク設置及びトイレ建屋設置位置は既存トイレが存在し、空き空間は草地である。
駐車場からトイレへのアクセス性	トイレ入口は道路に面しており、駐車場からのアクセス性に問題ない。	既存トイレの奥に位置することになるが、駐車場からのアクセス性に問題ない。
緑地の状況	二次林が存在する。	
遺跡への影響	Department of Archaeology より、改変されていない場所は維持することが望ましいとのコメントを受領	CCF による初期遺跡調査結果を待つが、既存トイレ設置時には遺跡確認等の記録は存在しない。
メリット	アクアメイク設置個所の土地高さが、道路面よりも若干低いいため、掘削量を低減できる。	アクアメイクとトイレ建屋の距離が近く、建設コストを抑えられる。 すでに改変済みの土地を使用するため、遺跡への影響が発生する可能性が低い。
デメリット	アクアメイクを設置した沼地の大部分を埋める必要がある。 既存道路を挟んでアクアメイクとトイレ建屋を建設するため、パイプ設置等により建設費が SiteB に比べて高くなる。	使用する土地が限られるため、既存の植生(木)を伐採する必要がある。
選定結果		選定



Site A 配置図案



Site B 配置図案



プロジェクトサイトの現況

4-5-5 緩和策の検討

想定される環境影響に対する、緩和策の検討結果について、下表に示す。

表 4-12 緩和策の検討結果（建設時）

環境項目	影響の原因	緩和策
大気質	トイレ建設に伴う作業（整地等）や建設機械の稼働	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な機器メンテナンスによる排ガス防止 粉塵防止のための散水実施 建設資材の保護（防護壁又は幕の設置等、資材置場、運搬時の対策） 工事で使用する危険物の特定、監督機関への報告 車両運転時の配慮（アイドリングストップ等） 廃棄物の焼却禁止
水質		<ul style="list-style-type: none"> 工事現場で発生する排水の流出防止
騒音・振動		<ul style="list-style-type: none"> 定期的な機器メンテナンスによる騒音・振動の防止 低振動・低騒音型建設機械の採用 騒音を発生する作業のスケジュール調整 防護壁又は幕の設置
廃棄物	工事における廃棄物（廃土等）の発生	<ul style="list-style-type: none"> 工事で発生する廃棄物の分別・適正処理 工事で使用する危険物の特定、監督機関への報告 土捨て場や廃棄物管理場所からの排水の適正管理
生態系	既存林の伐採	<ul style="list-style-type: none"> 既存植栽の伐採回避 鳥類の繁殖時期への配慮 地域の生態系に配慮した植樹
生活環境（雇用）	雇用の創出	<ul style="list-style-type: none"> 雇用機会の配分における地域への配慮
生活環境（交通）	建設車両の通行による交通渋滞の発生、落下物	<ul style="list-style-type: none"> 工事計画策定時に、地域交通流を阻害しないスケジュール調整、不必要な運行禁止 建設資材の適切な運搬（落下物対策）
生活環境（その他）	建設機器の稼働による排気ガス・騒音	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の文化・生活を尊重し、邪魔や干渉を回避 地域住民とのコミュニケーション活動（事業説明、環境教育の実施等） 交通渋滞対策の実施
水利用	建設工事における水利用（資材準備等）	<ul style="list-style-type: none"> 地域の水利用に影響を与えない工事計画の立案
文化遺産	建設工事の実施	<ul style="list-style-type: none"> 工事前文化財モニタリングの実施と、監督機関への結果報告 文化財が存在する箇所周辺における構造物の建設、整地の回避 文化財が確認された場合の保護や博物館での展示
景観	建設における資材の保管、機材の運搬・稼働、仮設の設置等 植生（二次林）の伐採	<ul style="list-style-type: none"> 防護壁、又は幕の設置 既存植栽の伐採回避 地域の生態系に配慮した植樹
労働環境	建設工事における事故・感染症の発生	<ul style="list-style-type: none"> 建設作業員に対する安全教育・健康管理の実施

表 4-13 緩和策の検討結果（供用時）

環境項目	影響の内容	緩和策
廃棄物	トイレからの汚泥の発生	・汚泥の適正処理 ・世界遺産区域で発生する廃棄物の分別・適正処理
エネルギー利用	電力使用	・施設における自然換気や高効率照明等、省エネルギー技術の採用
生活環境（雇用）	トイレ管理における雇用の創出	・雇用機会の配分における地域への配慮（機会均等）
生活環境（その他）	観光客の流入・文化の違いによる対立の発生	・地域住民の文化・生活を尊重し、邪魔や干渉を回避
景観	トイレの存在	・建築高さを抑える ・外装に現地産資材を使用し、色彩は白、ベージュ、グレー、等の自然色を採用。

4-5-6 モニタリング計画の作成

現時点で想定される環境モニタリング計画を以下に示す。測定場所・頻度については、最終的な建設工事予定を踏まえて、工事前に適切に設定される必要がある。

実施体制については、建設時には建設事業者がモニタリングを実施し、CCF がこれを監督する。供用時には CCF がモニタリングを実施し、CEA に報告することが考えられる。

表 4-14 モニタリング計画案

時期	モニタリング項目		頻度	場所	備考
建設前又は建設中	大気質	PM10, PM2.5, NOx, SO2, CO	詳細工事計画を踏まえて設定※	建設現場	24hr 又は 8hr 平均値で評価
	騒音・振動				騒音基準を踏まえて評価
	植生	2 回（建設前後）			
	文化遺産	1 回			
	交通	詳細工事計画を踏まえて設定※		建設車両が通過する道路	
供用時	大気質	PM10, PM2.5, NOx, SO2, CO	年 2 回（観光シーズンを考慮）	観光車両による混雑ポイント	24hr 又は 8hr 平均値で評価
	交通	年 1 回（観光シーズンを考慮）			

※工事計画において建設機械・車両の種類や稼働時期を確認し、最も影響が大きい時期、期間を踏まえて設定。

4-5-7 総括

本調査により特定されたアクアメイク設置事業による負の影響は、一時的なものであり、緩和策の実施により最小化できると評価される。

一方、プロジェクトによって期待される正の影響については、以下のとおりである。

- 提案するアクアメイクは、トイレから排出される汚水を高度に処理し、放流せずに処理水を循環再利用するため、水使用量の削減、排水による周辺貯水池の富栄養化、悪臭発生の抑制に繋がる。
- アクアメイクを使用したトイレは、ジェンダー、障がい者、子ずれ等の観光客・参拝者に休憩場所を提供し、世界遺産区域内の快適性の向上に貢献する。
- アクアメイクを使用したトイレは、子供たちに対する環境教育の推進に貢献する。

本プロジェクトに対する地域の理解及び参加を促すために、事業実施者である CCF はこれらの正の影響を、Department of Archology、地域自治体、及び地域コミュニティに対して説明する必要がある。

また提案事業を推進するために、環境社会配慮に関して CCF が実施すべき事項は以下のとおりである。

- プロジェクトの基本計画と環境社会調査結果について、Department of Archology はじめ関係者に説明する。
- 上記の結果を CEA に提出し、環境提言を受ける。（追加調査及び対策の必要性が指摘された場合は、CEA の指導に基づき実施する。）

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 マーケティング戦略

「非公開部分につき非表示」

5-2 想定する事業計画及び開発効果

「非公開部分につき非表示」

5-3 事業展開におけるリスクと対応策

「非公開部分につき非表示」

別添資料

CCF からの普及・実証事業に向けた関心表明




අධ්‍යාපන අමාත්‍යාංශය
கல்வி அமைச்சு
Ministry of Education

මධ්‍යම සංස්කෘතික අරමුදල
மத்திய கலாசார நிதியம்
CENTRAL CULTURAL FUND

අංකය / No. : 13/DR/14

වසර / Year : 2016

දිනය / Date : 01.09.2016

මධ්‍යම සංස්කෘතික අමාත්‍යාංශය, කොළඹ 07. 212/1, Raeddiyakula Mawatha, Colombo 07.

Chief Representative
Japan International Cooperation Agency
Sri Lanka Office
10th Floor, DHPL Building,
No. 42,
Navam Mawatha,
Colombo 02.

Fax : 0112300473

Dear Sir,

Request of verification Survey for Disseminating Japanese Technologies for Introducing Self treatment Type Flush Bio-toilet by Utilizing Oyster Shell in Sri Lanka.

The Central Cultural Fund (CCF) is aiming at improvement of water and sanitation environment in order to preserve the ancient grandeur of Sri Lanka for the future generation as our vision at the heritage sites managed by our institution. One of the challenges towards CCF's vision is to promote sustainable development of heritage sites whilst powering the environmental preservation through new waste creation, especially, it is necessary for us to install toilet system which is not substantial negative impact on undiscovered and buried remains. Therefore, clean and environment-friendly technology of not discharging waste water will be required from the environment preservation point of view.

Increased awareness for sustainable development has placed CCF on the heritage site towards an eco-friendly development of sanitation CCF has established new toilet facilities at Polonnaruwa and Sigiriya. Investing in nature with "eco-friendly infrastructure and technology", we are interested in the installation of "Self-treatment Type Flush Bio-toilet by Utilizing Oyster Shell".

In view of the vast potential and suitability of the proposed project, we welcome JICA Survey Team to conduct a verification Survey. Ultimately, the joint-venture initiatives will promote cooperative relationship between the two countries.

We are optimistic that you will be able to conduct this survey on a grant basis in the scheme for JICA's partnership with Japanese Private Sector.

Your cooperation is deeply appreciated.

Thanking you,

Yours faithfully,

 Prof. Prishantha Gunawardene
 Director General
 Central Cultural Fund

අධ්‍යාපන අමාත්‍යාංශය 2504910 Director General	මධ්‍යම සංස්කෘතික අමාත්‍යාංශය 2308010 OLC	අංකය / No. : 13/00731 වසර / Year : 2016 Fax	අංකය / No. : 13/00731 වසර / Year : 2016 Email: ccf@ccf.lk www.ccf.lk
---	--	---	---

観光客のトイレに関する意識調査 アンケート用紙

Questionnaire for tourists on public restrooms

(1) Where are you now?

<input type="checkbox"/> Polonnaruwa world heritage site	<input type="checkbox"/> Sigiriya world heritage site
--	---

(2) Age

<input type="checkbox"/> 1. ~10's	<input type="checkbox"/> 2. 20's	<input type="checkbox"/> 3. 30's	<input type="checkbox"/> 4. 40's
<input type="checkbox"/> 5. 50's	<input type="checkbox"/> 6. 60's	<input type="checkbox"/> 7. 70's	<input type="checkbox"/> 8. 80's~

(3) Sex

<input type="checkbox"/> 1. Male	<input type="checkbox"/> 2. Female
----------------------------------	------------------------------------

(4) Your birthplace

<input type="checkbox"/> 1. South-Eastern Asia	<input type="checkbox"/> 2. Eastern Asia	<input type="checkbox"/> 3. Southern Asia (excluding Sri Lanka)
<input type="checkbox"/> 4. Middle East	<input type="checkbox"/> 5. North America	<input type="checkbox"/> 6. Latin America and the Caribbean
<input type="checkbox"/> 7. Europe	<input type="checkbox"/> 8. Oceania	<input type="checkbox"/> 9. Sri Lanka

(5) How much are you willing to pay to use a fee-charging public restroom in the tourist site: required usage fee, if the treated water is circulated for reuse to the toilet without discharging sewage and it is sanitary and eco-friendly?

<input type="checkbox"/> 1. Rs.10	<input type="checkbox"/> 2. Rs. 20~Rs. 50	<input type="checkbox"/> 3. Rs. 80~Rs. 90
<input type="checkbox"/> 4. Rs.100	<input type="checkbox"/> 5. Rs.110~	<input type="checkbox"/> 6. only use if it is free

(6) Have you used the public restroom in the tourist site where you are now?

<input type="checkbox"/> 1. Yes	<input type="checkbox"/> 2. No
---------------------------------	--------------------------------

(7) If you answered Yes to (6), how do you like it?

<input type="checkbox"/> 1. I never want to use it because it was not clean	<input type="checkbox"/> 2. It was not clean, but bearable.
<input type="checkbox"/> 3. No particular complaints	<input type="checkbox"/> 4. It was clean and comfortable.
<input type="checkbox"/> 5. others (please specify: _____)	

(8) If you answered Yes to (6), do you think the public restroom in the site needs improvement?

<input type="checkbox"/> 1. Yes	<input type="checkbox"/> 2. No
---------------------------------	--------------------------------

(9) If you answered Yes to (8), what kinds of improvement are necessary? (multiple selections allowed)

<input type="checkbox"/> 1. cleanliness	<input type="checkbox"/> 2. lightings	<input type="checkbox"/> 3. fragrance	<input type="checkbox"/> 4. baggage compartment
<input type="checkbox"/> 5. toilet papers	<input type="checkbox"/> 6. large number of toilets	<input type="checkbox"/> 7. less waiting time	<input type="checkbox"/> 8. garbage can
<input type="checkbox"/> 9. handrail	<input type="checkbox"/> 10. temperature	<input type="checkbox"/> 11. others (please specify: _____)	

(10) What kinds of equipment do you want for a fee-charging public restroom? (multiple selections allowed)

<input type="checkbox"/> 1. Outlet for mobile battery charge	<input type="checkbox"/> 2. Diaper changing station
<input type="checkbox"/> 3. Dresser	<input type="checkbox"/> 4. Free Wifi
<input type="checkbox"/> 5. Waiting area (Bench/ Chairs)	<input type="checkbox"/> 6. Air conditioner
<input type="checkbox"/> 7. Sensor touch toilet	<input type="checkbox"/> 8. Dressing room
<input type="checkbox"/> 9. Hand sanitizer	<input type="checkbox"/> 10. Others (please specify: _____)

(11) Which area do you think they need to improve public restrooms if you visited and used the below sites? (multiple selections allowed)

<input type="checkbox"/> 1. Dambulla	<input type="checkbox"/> 2. Kandy	<input type="checkbox"/> 3. Anuradhapura
<input type="checkbox"/> 4. Yala National Park	<input type="checkbox"/> 5. Mihintale	<input type="checkbox"/> 6. Nuwara Eliya
<input type="checkbox"/> 7. Galle	<input type="checkbox"/> 8. None	

Thank you very much for your precious time. Have a good day!
JICA Survey Team

JICA 環境チェックリスト (下水道)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1	許認可・説明	(1) EIAおよび環境許認可	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N/A	(a) EIA責任官庁である中央環境庁 (CEA) に確認したところ、事業規模が小さく、設備導入による環境悪化も考えられないため、EIAは必要ないと回答を得た。事業計画と併せて本調査におけるIEE報告書を提出し、環境提言を受ける予定である。 (b) (c) (d) N/A
		(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) Y (b) N/A	(a) プロジェクトサイトおよび周辺には居住者は存在しない。管理者であるCCF及び遺跡庁 (Department of Archeology) に説明し理解を得ている。 (b) N/A
		(3) 代替案の検討	(a) Y	(a) 代替案を検討し、より環境負荷の少ない計画を選定している。
2	汚染対策	(1) 水質	(a) Y (b) N	(a) 提案施設は汚水を再生利用するため基本的に処理水は排出されないが、排出する場合であってもスリランカ国の排出基準は満たす。 (b) 処理対象はトイレ排水であり、重金属は含まれない。
		(2) 廃棄物	(a) Y	(a) 既存のトイレ汚泥についても自治体により汲み取り、処分されており、提案設備についても同様に処理される。
		(3) 土壌汚染	(a) N/A	(a) N/A
		(4) 騒音・振動	(a) Y	(a) 提案設備による騒音・振動の発生は限定的である。(ポンプは地中埋設されるため)
		(5) 悪臭	(a) Y	(a) 提案施設において汚水は高度処理されるため、悪臭の発生はない。
3	自然環境	(1) 保護区	(a) Y	(a) プロジェクトサイトは世界遺産Ancient City of Polonnaruwa 区域内である。プロジェクトは区域を訪れる観光客用のトイレ設備であり、既存の設備と比較して水使用量の削減、排水を出さない等の環境負荷軽減につながるため、正の影響を与えるものである。
		(2) 生態系	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) Y	(a) (b) 生態学的に重要な生息地は含まない。処理水は再生利用され、放流されることはない。 (c) N/A (d) 処理水は再生利用され、放流されることはないため、河川やため池等の富栄養化を防ぐ。
4	社会環境	(1) 住民移転	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N/A (e) N/A (f) N/A (g) N/A (h) N/A (i) N/A (j) N/A	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じない。 (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) N/A
		(2) 生活・生計	(a) N (b) N	(a) プロジェクトサイトには既に既存のトイレが存在するため、土地利用の変更はない。処理水を再生利用する、水の使用量も限定的である。 (b) 住民への悪影響は特に生じない。建設及び供用後のトイレの清掃管理は地域の雇用に繋がる。
		(3) 文化遺産	(a) N	(a) プロジェクトサイトには既にトイレ設備 (処理用の地下埋設も含む) が存在する。新たな埋設に際して、CCFは簡易調査を行い遺産等がないことを再度確認する予定である。
		(4) 景観	(a) Y	(a) プロジェクトサイトは世界遺産Ancient City of Polonnaruwa 区域内であるため、提案設備の外装も、周囲の景観との調和に配慮した高さ、色、外装資材を選定する。
		(5) 少数民族、先住民族	(a) Y (b) Y	(a) 現地の仏教徒が参拝に訪れる聖地であることを念頭に、トイレ施設計画を行う。(外国人用と現地用とに分ける予定はない) (b) 遺跡の保護を最優先とする。
		(6) 労働環境	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) (b) (c) スリランカに労働安全衛生法はなく、工場法 (Factories Ordinance No. 45, 1942) を建設現場にも適用している。また労働省が労働安全衛生一般を所管しており、同省産業安全部 (Industrial Safety Division) が、労働基準、安全衛生に関する基準類を定めている。本事業においては、これらを踏まえ建設現場及び供用後の労働安全に十分配慮する。 (d) 工事中に観光客や参拝者を阻害しないよう、警備員が安全誘導を行う。
5	その他の	(1) 工事中の影響	(a) Y (b) N (c) Y (d) Y	(a) 事業者は工事中の環境影響に対する緩和策を用意する。 (b) 工事による自然環境 (生態系) に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか。また影響に対する緩和策が用意されるか。
		(2) モニタリング	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 実施される。 (b) (c) (d) CEAによる環境提言に従ってモニタリング計画、実施を行う。
6	留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) N/A	(a) N/A

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。
当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外 (日本における経験も含めて) の適切な基準との比較により検討を行う。
注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

要 約 (英 文)

Summary

1. Current Situation of the Target Country

Sri Lanka has achieved steady economic growth (economic growth rate of 8.3% in 2011), with a focus on the tourism sector and aims at becoming a middle-income country. On the other hand, Sri Lanka has development issues such as undeveloped economic infrastructure and the quality of social services in rural areas.

In particular, as issues of the sewage sector, the sewage system coverage rate in this country has remained at 2.5% in 2014, whilst the volume of sewage discharge has increased with the expansion of the water supply. Apart from Colombo where the sewer network is relatively well developed, in other areas there has been inadequate treatment of septic tanks or untreated discharge to the sea and rivers, which leads to deterioration of sanitary conditions and pollution of rivers that are used for water sources. Under these circumstances, the development of appropriate sewage treatment facilities is a pressing issue in Sri Lanka.

Sri Lanka is aiming at a sewerage system coverage rate of 3.3% by 2020. One of the development issues in Sri Lanka is “environmentally-friendly economic development”. In addition, Sri Lanka is aiming at access rates of 100% for sanitation facilities off-site and on-site by 2025. In response to this, the Central Cultural Fund (CCF) is also aiming at improvement of the water and sanitation environment in order to preserve the ancient grandeur of Sri Lanka for the future generations as the vision for the Central Triangle area.

Polonnaruwa managed by the Central Cultural Fund is one of the famous world heritage sites in Sri Lanka. Nonetheless, sewerage infrastructure is lacking and the small number of toilet facilities that are provided at Polonnaruwa as well as the discharging of black water from the existing sanitation facilities is having a substantial negative impact on undiscovered and underground ruins in the Polonnaruwa area, the world heritage site. Hence, it is significant and necessary to carry out the appropriate sewage treatment and to tackle the water quality improvement in this area.

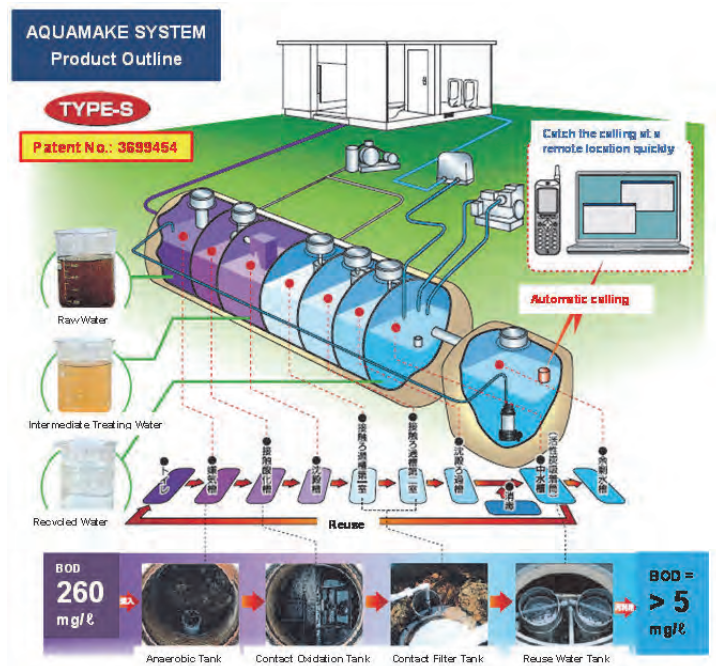
2. Characteristics of the Proposed Products and Technologies and Policies for Overseas Business Development

2.1 Characteristics of Products and Technologies

Aquamake, a proposed sewage treatment system, is a device aiming to purify the sewage in the toilet and waste water. The main characteristics of Aquamake are as follows.

(1) Environmental Conservation Performance of Self-treatment Type Bio-toilets Utilizing Oyster Shells

While conventional toilets discharge water after purifying the sewage up to the standard value in the septic tank, the Aquamake performs an advanced treatment of sewage (colorless and odorless, coliforms zero, more than 90% purification by utilizing oyster shells, etc.) and, the treated water is recirculated back to the toilet for reuse without discharge. In other words, the Aquamake is a sanitary flush toilet but it does not need a supplementary water supply.



Therefore, the Aquamake greatly reduces the eutrophication of public waters and is an ecosystem with excellent environmental conservation performance.

(2) High Versatility in Choosing the Location Requirements for Installation

Aquamake can be easily installed and utilized in the following severe location requirements.

- Area where economic infrastructure such as water resource, water supply and electricity is not developed (E.g. disaster area).
- Area where water quality standards of the discharged water are extremely strict in terms of environmental considerations and treated water cannot be discharged.
- Area where a stable water supply amount is required and the water and sewerage charges are considerably high

(3) Economic Benefit by Savings of Sewage Construction Costs and Water Usage Charge

Aquamake does not require the laying of water pipes or sewer construction work to connect to a sewage treatment facility so that there is a savings of construction costs. There is another economic cost savings of not incurring water usage charge, because the self-treated water is reused in the toilet repeatedly.

2.2 Specifications of Products and Technologies

The assumed specifications of the Product (Aquamake) are as follows:

Size of Equipment	L 13.1m x W 5.3m x H 3.0m
Basic Foundation Area	69.5m ²
Weight of Equipment	7,120 kg
Treatment Capacity (Method of Treatment)	9t/day (Contact filter + Activated carbon absorption method)
Utilization frequency (No. of users)	900 times/day (1time/2hours, 6 times/day/person)
Inflow BOD concentration	260mg/ℓ
Treated water BOD concentration	5mg/ ℓ (Water quality in which fish can grow)

2.3 Policies for Overseas Business Development

As an advantage of investment environment putting the overseas base of business development in Sri Lanka in, the following will be considered.

- High quality workforce: High productivity, high literacy rate and hand dexterity etc.
- Pro-Japanese citizenship: Trust in Japanese products / technology / Japanese style management, affinity as a Buddhist country
- Economic Growth Potential: High Consumer Consciousness, GDP Growth Rate
- Infrastructure Issues in the Sewerage Sector: Competitiveness in the environment / water treatment technology field is still low, demand for development of public infrastructure in the sewage sector
- Geographic advantage: Access to proximity to India, East (Asia) and West (Middle East, Europe and Africa) accessible

As mentioned above, Sri Lanka, whose competitiveness in the field of environment and water treatment technology is still low and the public infrastructure has been developed, is the primary target. The business development aims at acquiring competitive advantage, maximizing the opportunity of Sri Lanka's external environment and enhancing local manufacturing and sales promotion.

In the overseas business model centered on Sri Lanka, the business development to other areas using the geographical advantage of Sri Lanka will be accelerated, while processing and manufacturing of imported raw materials, construction of products, operation and maintenance conducted by the local company will be supported by us.

3. Verification of Adaptability of the Products and Technologies

3.1 Selection of the Project Site and Counterpart Agency

Several candidate areas were selected and evaluated to introduce the proposed Aquamake. Based on the site visit and interview survey, Polonnaruwa, in the cultural triangle area, which the Central Cultural Fund (CCF) has managed, was finally selected as the project site and CCF was selected as the counterpart agency.

Most of the C/P candidates were interested in the proposed Aquamake due to the lack of effluent

treatment facilities and environmental deterioration in Sri Lanka. On the other hand, it was confirmed that it was difficult for the C/P candidates (local governments) to bear the operation & maintenance cost of Aquamake including electric tariff. Therefore, the JICA survey team proposed to build a business model in which a toilet usage fee will be collected by toilet users and such collected usage fee can be appropriate to the operation and maintenance cost of Aquamake, because it is important to adapt Aquamake to the local environment. The local governments can secure the budget for continuous operation & maintenance cost of Aquamake by adopting this model.

3.2 Verification of Adaptability and Effectiveness of the SME's Products and Technologies

(1) Confirmation of Demand in the Project Site

The existing sanitation facilities at Polonnaruwa and their update plan were reviewed. Polonnaruwa, the project site to install the Aquamake, has 750 tourists / day on average. An interview survey was conducted to confirm toilet users' awareness and opinions and needs regarding the public toilet at the project site. In the case of being able to access and use a hygienically and eco-friendly toilet by paying a toilet usage fee, 73% of all respondents, 80% of foreign tourists, and 55% of Sri Lankan tourists answered that it is acceptable to use the toilet if such fee is somewhere between 20 and 50 rupees. It is considered that the tourists will choose a hygienically and eco-friendly toilet, as long as toilet usage fee is less than 50 rupees.

(2) Examination regarding the Local Manufacturing, Operation and Maintenance Structure for the Proposed Aquamake

A local manufacturing structure for Aquamake was considered with a Sri Lankan partner company. An Aquamake operation and maintenance structure for the project site has to be prepared in collaboration with the counterpart agency, which will provide and operate the water treatment facility and sanitary service. The Central Cultural Fund (CCF) has an operation and maintenance unit in the Conservation and Heritage Management Department, so that daily maintenance can be conducted by CCF, and Eiwa Land Environment and its local partner company will support the maintenance.

(3) Dissemination Activity for the Proposed Aquamake

The JICA survey team exhibited at the LankaWater 2016, which is an international water and wastewater technology show, held in Sri Lanka during the 12th ~14th of August, 2016 to disseminate the Aquamake. PR activities were conducted for the public agencies and private companies related to water and wastewater and we could confirm their needs through the exhibition. As a result, it became clear that they had a high awareness of the environment and were considering improving appropriate wastewater treatment facilities from existing septic tanks.

4. Concrete Proposal for ODA Projects

4.1 Outline of the Proposed ODA Project and Expected Impact

It is assumed that the “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies” is implemented as a proposed ODA project after completion of the Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies. The following main activities will be carried out in the Verification Survey.

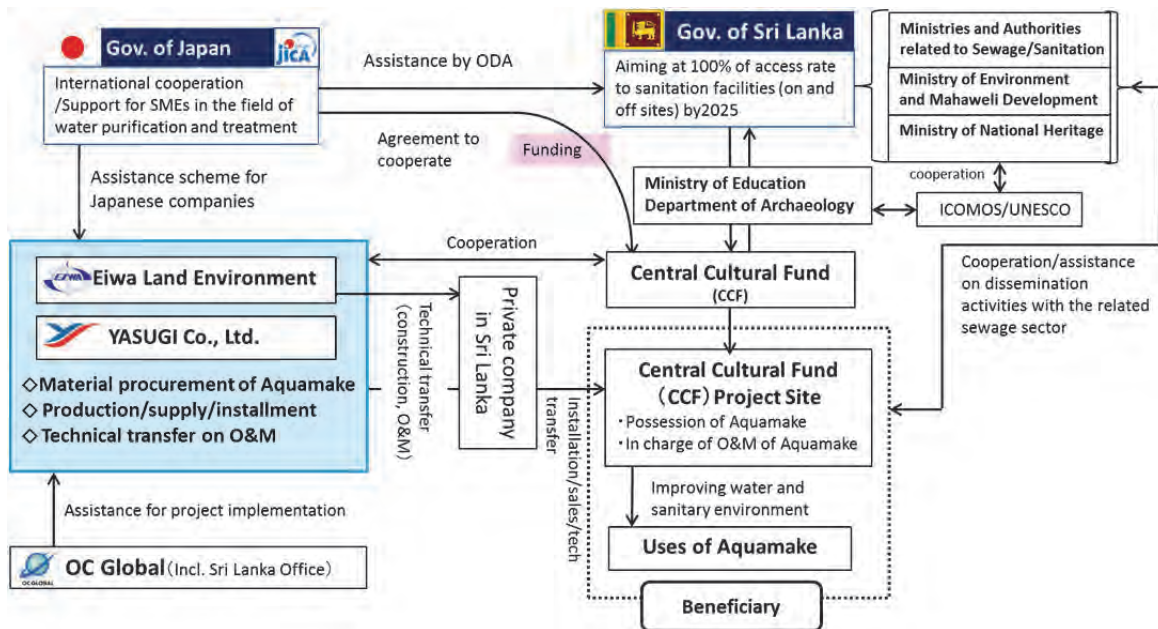
- To verify water improvement effect by introducing Aquamake and performing water quality measurements at the public sanitation facilities.
- To develop a training plan and operation and maintenance manual for Aquamake along with CCF (counterpart) and implement training.
- To introduce Aquamake to other areas in Sri Lanka in order to disseminate knowledge of it.

The expected outcomes and activities for the Verification Survey are summarized as follows:

Project Goal : To improve water quality and to build a sustainable operation and maintenance model using the Aquamake system as well as to disseminate knowledge regarding the Aquamake to other areas in Sri Lanka.	
Expected Outcome	Activities (Draft)
【Outcome 1】 To reduce treated water concentration (BOD, COD, SS) and reduce water pollution by introducing Aquamake	1-1: To develop introduction plan for Aquamake system in the target area.
	1-2: To produce an Aquamake that meets Sri Lanka standards.
	1-3: To transport and set up the Aquamake.
	1-4: To develop a test operation plan for the Aquamake system.
	1-5: To implement the test operation on Aquamake based on the above 1-4.
	1-6: To implement environmental and financial evaluations based on the result of the test operation of the Aquamake.
【Outcome 2】 To improve the efficacy of environmental technology for the officials of the target city.	2-1: To develop a training plan for the counterpart officials for the operation of the Aquamake system.
	2-2: To develop an O&M manual for the Aquamake system for the counterpart officials.
	2-3: To implement the Knowledge Co-creation Program in Japan for the counterparts.
【Outcome 3】 To improve capacity of the persons related to the water industry in Sri Lanka.	3-1: To develop a training plan regarding Aquamake production based on the Knowledge Co-creation Program in Japan for the partner company.
	3-2: To implement the Knowledge Co-creation Program in Japan for the partners
	3-3: To develop an Aquamake business plan for the manufacturing, sales, service, management, and maintenance.
【Outcome 4】 To introduce Aquamake into other areas in Sri Lanka.	4-1: To build a business model which bears operation and maintenance cost by collecting usage fee for the toilets
	4-2: To develop a plan for dissemination in other areas regarding Aquamake
	4-3: To implement the dissemination activities base on the above 4-2.
	4-4: To consider plans for cost reduction by manufacturing Aquamake in Sri Lanka

4.2 Implementation of the Structure of the Proposed ODA Project

The Central Cultural Fund (CCF) is the counterpart agency of this survey and the implementation structure is shown below.



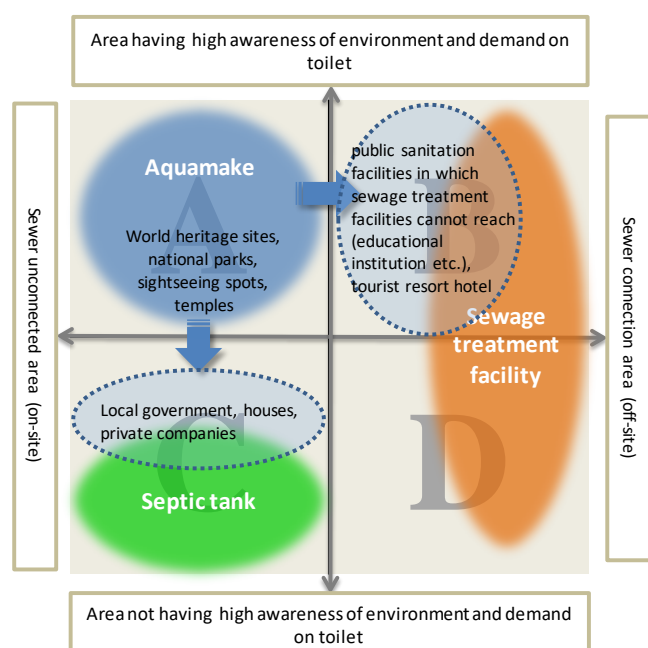
5. Plan for Intended Business Development

5.1 Marketing of Aquamake

From the viewpoint of where the most attractive Aquamake market segment is, two criteria for dividing the sanitation facilities market were set as follows:

- Whether the area has sewerage connection or not
- Whether the area has high awareness of the environment and demand for toilets or not

It is considered that the sewage treatment plant and this product/technology are not competitive (refer the figure), because the proposing Aquamake is a hygienic facility to be installed in areas (on-site area) which do not have connections to sewerage. Differing from an area that connects to a sewage treatment plant which is located off-site, Segment A (tourist sites being highly aware of the



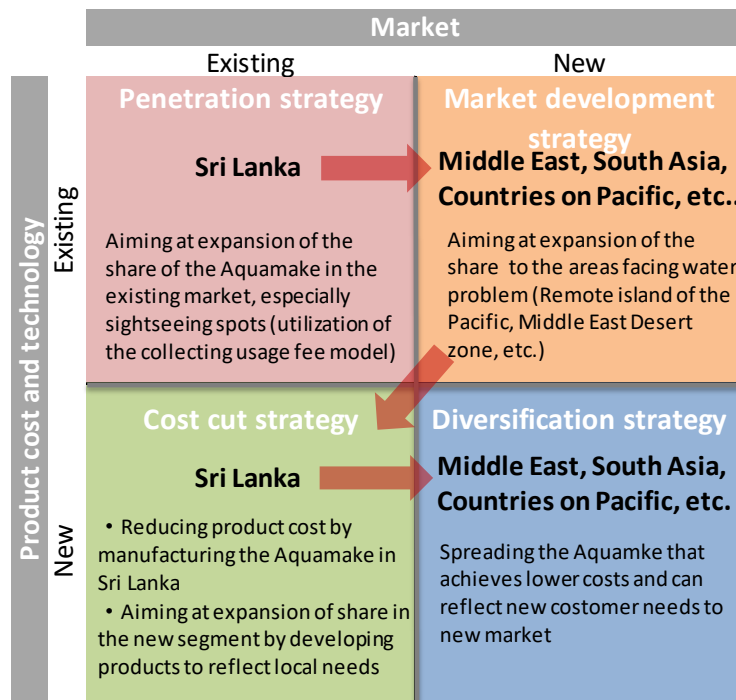
environment such as world heritage sites and national parks, etc.) in the figure will be the first target market for the Aquamake. At the same time, opportunities which may arise due to external factors such as a more stringent sewage sector improvement policy in Sri Lanka are to be effectively utilized. In the future, it is planned to introduce Aquamake to areas where sewage treatment facilities cannot reach as a component of an ODA loan project.

5.2 Business Strategy

The business strategy in the Aquamake project is mentioned in the figure below. In the penetration strategy (combination of existing market and existing products), it is planned to expand the share of the Aquamake in the existing market of Sri Lanka by utilizing the results of the verification survey as a showcase. Especially, the target market is the one which has enough awareness of the environment to be able to introduce the business model collecting usage fees. Subsequently, the Aquamake will be introduced to the new markets which face water issues such as South Asia, the Middle East, and islands in the Pacific Ocean in the market development strategy.

A new Aquamake product that meets local needs and reduces initial cost will be developed after building the manufacturing system in Sri Lanka. On this occasion, as the cost cutting strategy, the Aquamake will be promoted and expanded into domestic segments (local governments, private companies, hotels, schools, etc.) in Sri Lanka.

As a diversification strategy (combination of a new market and a new product), the reduced cost Aquamake will be introduced into the areas facing water issues such as islands in the Pacific Ocean area, the Middle East, and South Asia.



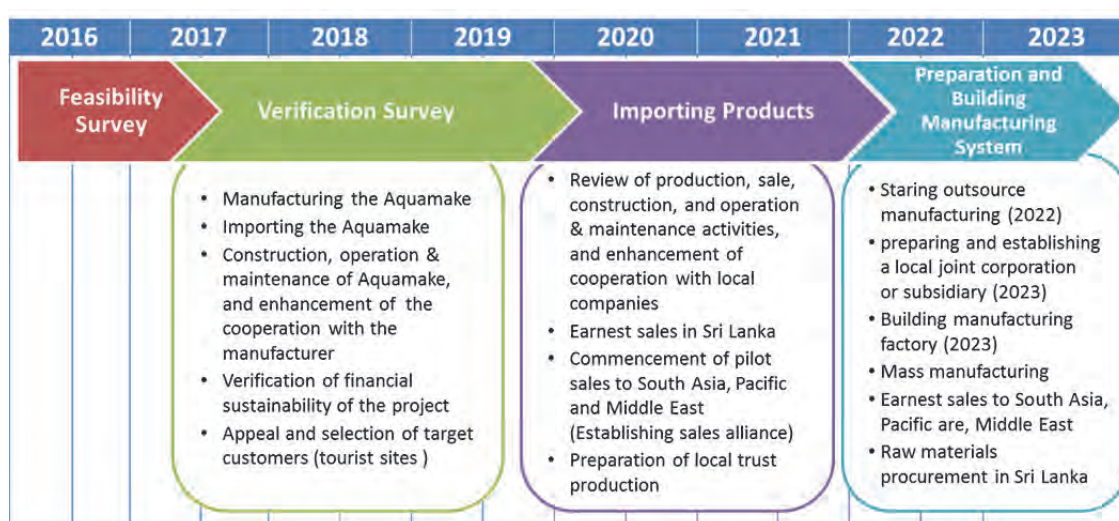
5.3 Implementation Schedule for Overseas Business

A draft implementation schedule is shown in the figure below. The Aquamake will be installed in Polunnaruwa and be managed by the Central Cultural Fund and it is planned to be sold to other areas in Sri Lanka as well as South Asia, the Pacific countries and the Middle East.

During the period between 2019 and 2021, the Aquamake imported from Japan will be sold in earnest to the customers in Sri Lanka which the JICA Survey team contacted during the Verification Survey, and the pilot sale to the areas such as South Asia, countries in the Pacific, and Middle East will be conducted.

In 2022, the Aquamake will be manufactured by the outsourced local company in order to reduce the manufacturing cost in Sri Lanka. Furthermore, in order to build the manufacturing system, preparations for the establishment of a joint corporation with a local company or local subsidiary will be conducted.

It is planned to establish a joint corporation or local subsidiary in 2023 in order to assure the co-production system of the Aquamake, afterwards, a local manufacturing plant is planned to be built to accomplish mass manufacturing. The development of the local manufacturing system will lead to reduction of the Aquamake price, and this will make it possible to sell it not only to Sri Lanka but South Asia, countries on the Pacific, and in the Middle East area in earnest.



5.4 Expected Effectiveness by Dissemination of Information regarding Proposed Products and Technologies through Overseas Business Development

(1) Proposal regarding Solution for Water Pollution and Lack of Sanitation Facilities

The Aquamake performs advanced treatment of sewage (colorless and odorless, coliforms zero, more than 90% purification by utilizing oyster shells, etc.) and, the treated water is recirculated for reuse in the toilet without discharge. In other words, the Aquamake, which is a sanitary flush toilet, does not need supplementary water. Therefore, the Aquamake greatly reduces the eutrophication of public waters and is an eco-system with excellent environmental conservation

performance. Disseminating the knowledge that the Aquamake has such superior environmental performance can contribute to solving the development issues such as preventing water pollution (environmental conservation) and the lack of sanitation facilities.

(2) Dissemination of Information regarding the Advanced Technologies to Contribute to the Reduction of Water Pollution and Improvement of the Hygienic Environment

According to Japan's development cooperation policy for Sri Lanka, it is proposed to actively support infrastructure development such as water supply and sewage infrastructure in order to develop Sri Lanka's economic growth, while focusing on utilizing Japanese technology. As a result, knowledge of Japan's advanced technology that contributes to a reduction in water pollution and to improvement of the hygienic environment will be disseminated through the spread of the Aquamake business.

Feasibility Survey for Introducing Self-treatment Type Flush Bio-toilet by Utilizing Oyster Shell

SMEs and Counterpart Organization

- Names of SMEs: Eiwa Land Environment Co., Ltd & Yasugi Co., Ltd.
- Location of SME: Fukuyama City Hiroshima Pref., Japan
- Counterpart Organization: Central Cultural Fund



Concerned Development Issues

- The Mahinda Chintana aiming at "economic development states that the sewerage system coverage rate of 7% by 2020 and environmental conservation including the prevention of water pollution.
- Japan's aid policy for Sri Lanka to promote the Sri Lanka's economic growth carry out infrastructure development including the sewer.

Products and Technologies of SMEs

- Summary of self-treatment type flush bio-toilet
 - Treatment Capacity: 9t/day, Inflow BOD: 260mg/ℓ, frequency of use: 900 times/day
 - Possible to install Aquamake at on-site area of no sewer and electricity, easy maintenance
- Treated water BOD: 5mg/ℓ (colorless, odorless, coliforms zero)

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Some of "Aquamake" will be installed at public toilet facilities at tourist places of cultural triangle area where Central Cultural Fund (CCF) manages in verification survey for disseminating Japanese technologies. A sewage treatment system of recycling wastewater reuse will be built and the sewage treatment will be operated by CCF. The technical transfer on operation & maintenance of Aquamake will be conducted in the Project.
- To introduce Aquamake contributes to prevention of water pollution (environmental conservation) and elimination of the lack of sanitation facilities
- Advanced technology of Japan leading to the improvement of water pollution and sanitary conditions is disseminated in Sri Lanka.