

スリランカ民主社会主義共和国
ミルコ社

スリランカ国
旋回噴流式オゾン酸化法による
汚水処理技術の普及・実証事業
完了報告書

平成 29 年 2 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社ヒューエンス

国内
JR
16-123

目次

巻頭写真.....	i
略語表.....	iv
地図.....	v
図表番号.....	vi
案件概要.....	viii
要約.....	ix
1. 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	8
2. 普及・実証事業の概要.....	11
(1) 事業の目的.....	11
(2) 期待される成果.....	11
(3) 事業の実施方法・作業工程.....	11
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入）.....	15
(5) 事業実施体制.....	17
(6) 事業実施国政府機関の概要.....	18
3. 普及・実証事業の実績.....	20
(1) 活動項目毎の結果.....	20
(2) 事業目的の達成状況.....	38
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献.....	42
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	43
(5) 環境社会配慮.....	44
(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	45
(7) 今後の課題と対応策.....	45
4. 本事業実施後のビジネス展開計画.....	46
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	46
(2) 想定されるリスクと対応.....	49
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	50
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	52
参考文献.....	53
添付資料.....	54

巻頭写真

2016年3月撮影



プロジェクト全景



沈殿槽側からオゾン処理槽をみる



オゾン処理槽と嫌気槽を結ぶ



嫌気槽と沈殿槽を結ぶ



機械室の構築



嫌気槽の汚泥処理

2016年4月20日撮影



プロジェクト全景



流量調整槽屋上からオゾン処理槽・
機械室をみる



機械室入口側からオゾン処理槽をみる



機械室内部（動力制御盤とオゾン発生装置）

2016年5月13日撮影



オゾン処理槽と斜面保護



沈殿槽とアクセス階段/パイプサポート設置

2016年7月19日撮影



手前は新たに設置したグリース・トラップ
(右手が流量調整槽)



曝気槽の点検口にはフェンスと危険表示版
を設置



沈殿槽側からオゾン処理槽を見る
(排水溝を含む外構工事が完成)



工場側からオゾン処理槽を見る
(右手が曝気槽)

2016年10月20日撮影



(左) 完成式典のテープカット (首飾りの前列左から地方経済省ペリスゲ・ハリソン大臣、
菅沼健一日本国特命全権大使、設樂守良当社長) 及び (右) 除幕式後の記念撮影

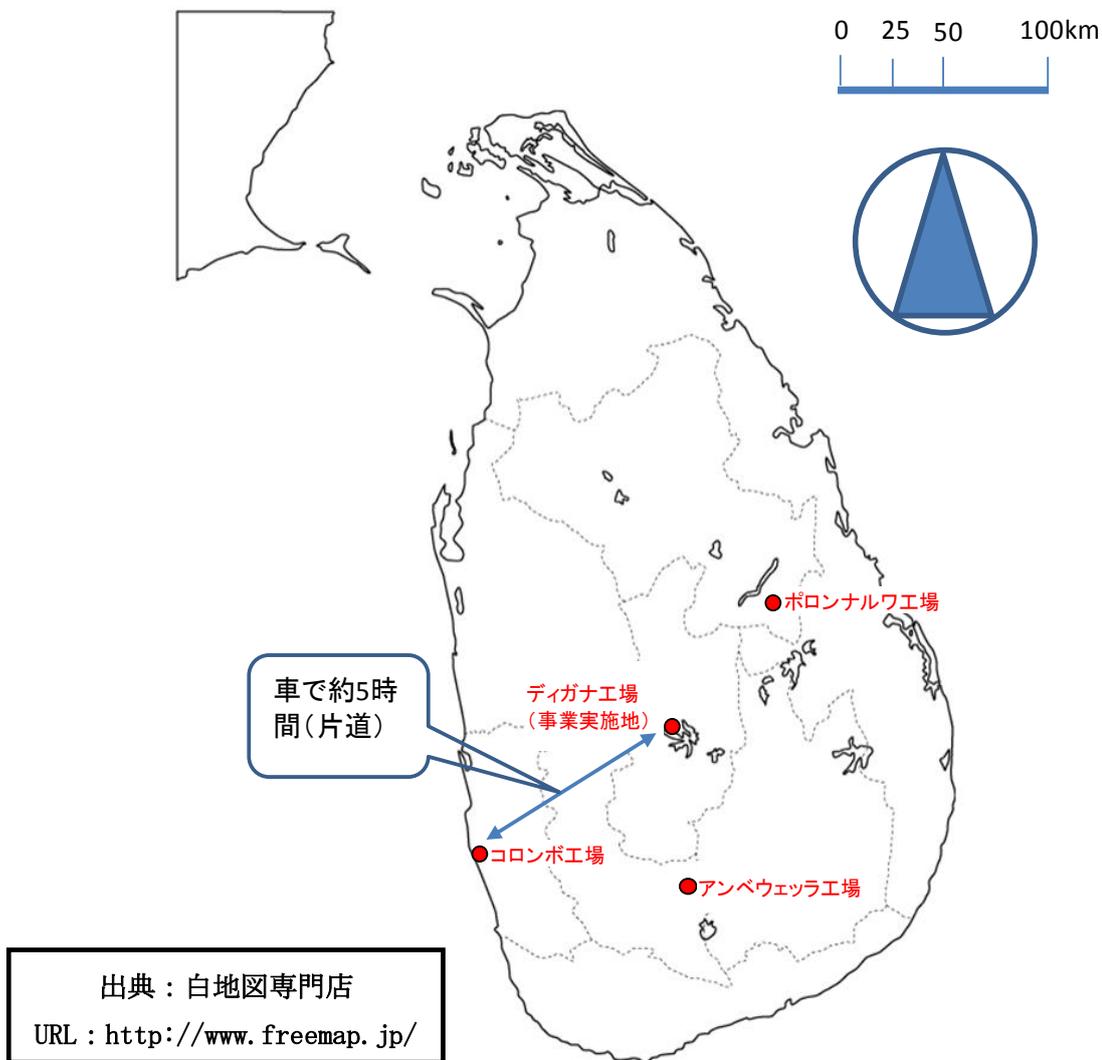


略語表

略語	英語（正式名称）	日本語名称
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOI	Board of Investment of Sri Lanka	スリランカ投資委員会
CEA	Central Environmental Authority	スリランカ中央環境庁
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
EPL	Environmental Protection License	環境保護ライセンス
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
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
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids	混合液中の浮遊物質
NLDB	National Livestock Development Board	スリランカ家畜開発委員会
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技 術協力
SLFP	Sri Lanka Freedom Party	スリランカ自由党
TSS	Total Suspended Solids	総浮遊物
UNP	United National Party	統一国民党
WDF	Wastewater Discharge Fee	排水に関する負担金制度

用語	定義
汚水	汚れた水
排水	不要な水（本件では、基本的に汚水を指す）を工場から流し出すこと
廃水	工場で使用後の汚れた水（本件では、汚水を指し、排水と同義となる）

地図



図表番号

図表番号	タイトル	掲載ページ
表 1-1	GDP の推移	2
表 1-2	業種別 GDP の推移 (単位：百万ルピー)	2
表 1-3	インフラ整備状況の国際比較 (国別順位)	3
表 1-4	カテゴリーA の新規環境保護ライセンス登録件数	5
表 1-5	環境保護ライセンス (食料品業界) のモニタリング状況	5
表 1-6	環境問題に関する苦情件数 (2013 年～2015 年)	5
表 1-7	有償 ODA の分野別内訳 (2005 年～2013 年)	6
表 1-8	無償 ODA の分野別内訳 (2005 年～2013 年)	7
表 1-9	スリランカにおける開発投資プロジェクト件数 (2015 年)	7
表 2-1	スリランカの酪農業における環境基準 (廃水基準)	11
表 2-2	ディガナ工場基本情報	11
表 2-3	作業工程表	14
表 2-4	要員計画表	15
表 2-5	資機材リスト	17
表 3-1	ディガナ工場の平均排水量 (単位：m ³ /日)	24
表 3-2	水質検査結果 (2016 年 4 月 27 日)	26
表 3-3	水質検査結果 (最終排水の BOD と COD の推移)	28
表 3-4	本邦受入活動概要	33
表 3-5	スリランカの総発電量	35
表 3-6	高濃度負荷排水 (2016 年 4 月 7 日水質検査結果)	40
表 4-1	スリランカの規模別食品工場数	47
図 2-1	メインプロセス (企画書段階)	12
図 2-2	事業実施体制	17
図 3-1	メインプロセス (再設計段階)	21
図 3-2	バルキング現象 (2016 年 5 月 9 日)	23
図 3-3	ディガナ工場の平均排水量の推移 (単位：m ³ /日)	25
図 3-4	水質モニタリング箇所	26
図 3-5	BOD の推移 (原水と処理水の比較)	28
図 3-6	COD の推移 (原水と処理水の比較)	29
図 3-7	原水と処理水 (最終排水) の比較 (2016 年 10 月 15 日)	30
図 3-8	各モニタリング箇所における処理水の状況 (2016 年 10 月 20 日)	30
図 3-9	メインプロセス (実施段階) (2016 年 10 月 20 日)	31

図 3-10	スリランカの総発電量の推移	35
図 3-11	排水フロー分析 (2016 年 7 月 21 日)	40
図 3-12	曝気槽における SV 計 (又は簡易検査) による確認	41

案件概要

スリランカ

旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業 株式会社ヒューエンス(北海道)

スリランカの開発ニーズ

- マヒンダチンタナ (スリランカ10年計画)で 汚水処理等の環境対策強化
- 工場廃水等による 水源汚染問題の深刻化

普及・実証事業の内容

- 食品加工場の既存汚水処理場に 「旋回噴流式オゾン酸化法」を用いた汚水処理システムを追加導入
- 廃水を法定基準以下に改善

提案企業の技術・製品



製品・技術名

—特許技術
「旋回噴流式オゾン酸化法」を用いた汚水処理技術

—低コスト・良品質・長寿命

—汚泥発生量低減

事業概要

相手国実施機関:ミルコ社
(スリランカ政府100%出資国営企業)

事業期間:2015年10月～2017年2月

事業サイト:ミルコ社ディガナ工場
(乳製品加工場)

スリランカに見込まれる成果

- 既存汚水処理場の環境汚染を 法定基準以下に改善
- 環境保全に資するローカル人材育成
- 食品工場をはじめ都市部・農村部を 含めた環境改善の仕組み作り

日本企業側の成果

現状

- 海外で2件の 技術デモンストレーションの実績
- 海外戦略は今後の重要課題

今後

- スリランカにおける高性能な 環境浄化システムの導入促進
- 海外の環境関連分野で商機拡大

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業 Verification Survey with Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Wastewater Treatment by Ozone Oxidation Method Using Swirling Jet
事業実施地	スリランカ国中部州キャンディ県（ミルコ社ディガナ工場内）
相手国 政府関係機関	ミルコ社 [Milco (Pvt) Ltd.] スリランカ政府 100%出資国営企業 ※スリランカ中央環境庁 (Central Environmental Authority) がファシリテーターとして参画
事業実施期間	2015年10月～2017年2月
契約金額	99,164,520円（税込）
事業の目的	スリランカの工場廃水等による水源汚染問題の解決に貢献すべく、食品加工場の既存汚水処理場に、当社の特許技術である「旋回噴流式オゾン酸化法」を用いた汚水処理システムを追加導入し、処理場の機能強化の効果を実証し、本製品・技術の普及を図る。
事業の実施方針	本事業のカウンターパート機関であるミルコ社のディガナ工場（乳製品加工場）の既存汚水処理場に、本技術を追加導入し、機能強化を図る。本事業では以下の成果について、実証を行う。 成果①：ミルコ社ディガナ工場の既存汚水処理場の廃水がスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善される。 成果②：ミルコ社による汚水処理システムの維持管理体制の構築を行い、その体制が継続される。 成果③：汚泥削減型の旋回噴流式オゾン酸化システムの普及展開案が策定される。
実績	【要約】 ミルコ社ディガナ工場（乳製品加工場）の既存汚水処理場に旋回噴流式オゾン酸化システムを導入するとともに、同時に既存汚水処理施設の改善を実施することにより、工場廃水が全体として（今回導入したシステムと、そのシステムと既存施設を合わせた処理のどちらも）スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善された。その実施活動の一環として、現場指導及び本邦受入研修を行い、システム運転維持管理マニュアルを作成し、汚水処理システムの維持管理体制が実証された。 1. 実証・普及活動 (1) 機材設置状況：日本で製作した旋回噴流式オゾン酸化シス

	<p>テムを設置し、試運転及びシステム調整を行った。</p> <p>(2) 事業実施国政府機関との協議状況：ステアリング・コミッティ（第1回）を開催し、ステークホルダー（ミルコ社、当社、CEA、JICAの4者の代表、なお、家畜省の代表は欠席）の本件事業への取り組み方針について共通理解を確認した。その上で、当社からミルコ社に事業進捗状況を詳細に報告しながら協働して事業を進めた。</p> <p>(3) 性能評価：汚水処理システム性能は工場からの排水量増大・高濃度負荷の影響を受けているが、概ねスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善できることを確認し、ステアリング・コミッティ（第2回）で報告した。システム導入前後の処理水比較（2016年4月7日と8月31日の比較）では、BODが318mg/Lから6mg/Lに、CODが4,480mg/Lから120mg/Lに改善、原水と処理水の比較（2016年8月31日時点）では、BODが2,006mg/Lから6mg/Lに、CODが3,600mg/Lから120mg/Lに改善した。改善の指標となる除去率（2016年4月25日から8月31日までの平均）は、BOD=92.5%、COD=90.3%と満足できる結果であり、ステアリング・コミッティ（第3回）で報告した。</p> <p>(4) モニタリング評価：当初想定していた排水量約25 m³/日に対して、実際には平均59~97 m³/日、また排水負荷も高濃度（当初設計の約5.4倍）であることが判明したため、排水量・排水負荷に応じて全体システム（今回導入したシステムと既存施設での処理の組み合わせ）の適切な運転を指導した。2016年10月20日時点で、人工湿地で合流後の最終放流水は、簡易検査でスリランカ環境基準（CODが250mg/L以下）をクリアしている。</p> <p>(5) システムの維持管理：現場指導を行い、システム運転維持管理マニュアルを作成した。</p> <p>(6) 本邦受入研修：ミルコ社から3名、CEAから3名の合計6名が参加し、当社の製品が導入されている施設等の視察等を行い、汚水処理システムに関する理解を深め、維持管理体制を強化した。</p> <p>(7) 完成式典・現地説明会：2016年10月20日、地方経済省ペリスゲ・ハリソン大臣、菅沼健一日本国特命全権大使、設楽守良当社長をはじめ、約100名の関係者が出席し、完成</p>
--	--

	<p>式典及び現地説明会を開催した。2016年10月22日付のスリランカ全国紙(英字新聞)2紙(Daily Mirror、Daily FT)において、当プロジェクト完成によってミルコ社はもとよりCEAやローカルコミュニティに大きな恩恵をもたらす旨、大きく取り上げられた(添付資料9参照)。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>(1) 現地ニーズへの対応：本事業での設計・搬入・設置・試運転の一連の活動を通じて得た知見をもとに、さらに現地適合性を高め、低コスト化という現地ニーズに対して現地調達率を向上させて対応していく。</p> <p>(2) 環境改善技術を組み合わせたアプローチ：当社の技術と汚泥改良剤(商品名:Quick2)¹や腐植化技術²等の環境改善技術と組み合わせながら、問題解決の選択肢を複数示し、刻々と変化する現場状況や事業者のニーズに効果的かつ柔軟に 대응していく。</p> <p>(3) データベースの活用：本事業を通じて構築したCEAとの関係および環境汚染に関するデータベースを活用した営業活動を展開していく。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) 現地通関：資機材輸送にかかる現地通関について、免税通関ができるようスリランカ政府機関へ働き掛けを行うも、その結論を出すのに時間を要した。</p> <p>(2) 現地最適化：機材納入・据付後、高濃度負荷排水が流入してきていることが判明した(工場生産能力増強、乳製品の廃棄等により、高濃度負荷排水になっていると推測される)ため、その対策検討と再設計(前処理による負荷低減方法の検討及び設計、旋回噴流式オゾン処理槽内部配管の設計変更、送水方法対策として計量槽の設置経路再検討及び流量調整槽の配管に係る再設計、エアレーション方法の検</p>

¹瞬間消臭力を持つだけでなく、植物の生育効果を発揮する資剤。腐植化技術の活用によって、悪臭物質を無臭化し、硝酸化抑制効果によって植物の健全育成を促すとされる。

²天然腐食の生成を触媒で人工的に再現する技術。天然腐食は、動植物の遺体が100年の時を経て生成された循環物であり、土壌の生産力を向上するフミン酸、植物生育を増進するフルボ酸等が含まれ、地球の植生を支える貴重な物質と知られているが、乳牛の初乳を材料とした新たな腐食物質(製品)が開発されている。これを使えば、土壌機能回復と植物生育促進の2つの効果が期待されている。

	<p>討・再設計、性能評価方法の再検討等)にも時間を要した。</p> <p>(3) モニタリング評価とシステム維持管理の継続：モニタリング評価を継続し、システム運転維持管理マニュアルに沿った維持管理が必要である。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>(1) ミルコ社との維持管理契約：ミルコ社との間では、別途、維持管理契約の締結を提案しているが、ミルコ社はこれまで外部の会社と維持管理契約を結んだ経験がなく、締結までには時間がかかることも想定される。</p> <p>(2) システムの現地化：より低コストでの導入を促進するため、資機材の現地調達率の向上、システムの簡素化、ローカル化を図る。</p>
事業後の展開	<p>ミルコ社との間で維持管理契約（別途契約）を締結し、事業後も当社製品のショーケースとして活用する。また、ミルコ社の別工場（アンベウエツラ工場）にも本技術の導入を提案する。</p> <p>それらの実績をもとに、既存食品工場のリニューアルや拡張時に本技術の導入を図る。より低コストでの導入を促進するため、資機材の現地調達率の向上を図る。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社ヒューエンス
企業所在地	北海道帯広市
設立年月日	1999年4月
業種	水処理
主要事業・製品	旋回噴流式オゾン酸化システム
資本金	1億円
売上高	6.5億円（2016年8月期）
従業員数	15人

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

①事業実施国の政治・経済の概況

スリランカ民主社会主義共和国（以下、スリランカ）は、南アジアのインド亜大陸の南東にポーク海峡を隔てて位置する共和国国家である。1948年2月、イギリスから自治領（英連邦国家）のセイロンとして独立し、1972年にはスリランカ共和国に改称し、英連邦内の共和国となり、1978年から現在の国名となった。人口は約2,067万人（2014年）である。スリランカの人口の約7割を占めるのがインド北部のアリア系を先祖にもつシンハラ人で、次いで多いのがインド南部から移住してきたタミル人で人口の約2割を占め、それぞれシンハラ語とタミル語という異なる言語を持ち、宗教はシンハラ人のほとんどが仏教徒であるのに対し、タミル人はヒンドゥー教徒が多い。

1948年の独立後、議会をめぐる政治は、統一国民党と自由党の2大政党間で政権抗争しながら進行し、1956年、自由党のバンダーラナーヤカ政権がシンハラ語公用語法を制定すると、タミル側は強く反発し、連邦制のもとの自治を要求した。1972年、自由党、平等社会党、共産党の統一戦線政権が憲法で仏教に準国教的地位を与えると、タミル側はとうとうタミル・イーラム国の分離独立を要求するに至った。1983年に反タミル大暴動が生じて多くの犠牲者が出ると、タミル・ゲリラの反撃が激化した。1987年にはインドが軍事介入したが、解決には至らなかった。スリランカの現代政治は、階級的、経済的矛盾や2大政党間の抗争、植民地政治の遺制、隣国インドの政治状況等が深く絡み合いながら、民族紛争という形で噴出したものと言われている。

長い間内線状態にあったスリランカ政府と反政府過激派組織タミル・イーラム解放の虎（LTTE）だが、スリランカ政府側が徐々にLTTEの拠点を制圧し、2009年5月、ラージャパクサ大統領がついに約25年続いた内戦の終結を宣言した。

内戦終結後、ラージャパクサ大統領は内戦終結の功績を背景に政権の強化を図り、2010年1月には任期を前倒ししての大統領選挙により、内戦の司令官だったフォンセカ前陸軍参謀総長を破り再選を達成し、同年9月には大統領の三選禁止条項を撤廃する憲法修正案も可決させる等、大統領への集権化を進めた。一方、内戦終結後は、国防省を国防・都市開発省と改称し、統一の実現と平和の到来とともに余剰となった戦力をインフラ整備にも動員した。

2015年1月に大統領選挙が実施され、シリセーナ野党統一候補がラージャパクサ大統領を破り当選した。シリセーナ大統領は、統一国民党（UNP）と政権樹立し、ウィクラマシンハ UNP 総裁が首相就任した。2015年8月、総選挙が実施され UNP が勝利した。単独過半数には達しなかったが、第二党のスリランカ自由党（SLFP）と大連立形成し、ウィクラマシンハ首相が再任された。

スリランカ経済は、内戦の終結による復興需要や経済活動の活発化、観光業の復活等によって、2011年に過去最高となる8.2%の経済成長を達成した後、2014年には7.4%成長となった。経済の拡大を受けて雇用機会が拡大し、失業率は2014年に4.3%と低水準である。GDPの推移は表1-1及び表1-2の通りである。

表 1-1 GDP の推移

項目	GDP (百万ルピー)	一人当たり GDP (ルピー)	一人当たり GDP (米ドル)
2010 年	6,413,668	310,214	2,744
2011 年	7,219,106 (12.6%)	345,925 (11.5%)	3,129 (14.0%)
2012 年	8,732,463 (21.0%)	427,559 (23.6%)	3,351 (7.1%)
2013 年	9,592,125 (9.8%)	466,112 (9.0%)	3,610 (7.7%)
2014 年	10,448,479 (8.9%)	503,032 (7.9%)	3,853 (6.7%)
2015 年	11,183,220 (7.0%)	533,398 (6.0%)	3,925 (1.9%)

()内は対前年度増加率 出典：スリランカ国勢統計庁資料（2015年暫定）より抜粋³
 ※ルピーと米ドルの対前年度増加率の相違は為替変動に因る。

表 1-2 業種別 GDP の推移 (単位：百万ルピー)

業種	Manufacture of food, beverages & tobacco product (食料・飲料・タバコ類)	Water collection, treatment and supply (上水・処理関連)	Sewerage, waste, treatment and disposal activities (下水・廃棄物処理関連)
2010 年	433,769	9,381	11,712
2011 年	604,367 (39.3%)	8,367 (△10.8)	9,452 (△19.3%)
2012 年	798,849 (32.2%)	9,413 (12.5%)	10,244 (8.4%)
2013 年	801,748 (0.4%)	11,189 (18.9%)	11,671 (13.9%)
2014 年	969,402 (20.9%)	14,427 (28.9%)	13,140 (12.6%)
2015 年	1,099,149 (13.4%)	14,939 (3.5%)	16,453 (25.2%)

()内は対前年度増加率 出典：スリランカ国勢統計庁資料（2015年暫定）より抜粋

外交面では、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、政治や経済、安全保障上、極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強化を重視しているほか、近年は中国やパキスタン、イランとの関係も強化しており、2009年には1986年以来長らく最大の援助国であった日本に代わって、中国が最大の援助国となっている。

1948年の独立以降、一貫して民主主義が維持されているが、他方で2009年の内戦最終局面での避難民や捕虜の取り扱い、2010年の大統領選挙に敗退したフォンセカ元陸軍参謀総長の逮捕、同年の憲法の大統領の三選禁止条項の撤廃といった点から、西欧諸国からは人権上の問題が指摘されている。2015年に就任したシリセーナ大統領は、ラージャパクサ大統領時代に悪化した欧米やインドとの関係を改善する方針を示している。シリセーナ大統領就任後の最初の訪問国はインドであり（2015年2月）、インドとの関係重視の表れと言われている。その後も、シリセーナ政権からはアジア（特にインド）との関係強化の姿勢が示されている。2016年8月の閣議では、インド支援

³http://www.statistics.gov.lk/national_accounts/dcsna_r2/reports/summary_tables_2015_english.pdf

によるハンバントタ地区漁村開発、中国支援によるコロンボポートシティ開発等について、開発推進方針が決定されている。

スリランカの主な経済部門は、観光産業、茶の栽培、繊維産業、それに稲作やその他農産業である。これらの部門に加えて、中東地域を中心とする海外への出稼ぎも経済に大きく寄与している。

②対象分野における開発課題

2009年の内戦終結後の急速な経済成長（2014年：7.4%）に伴い、海外投資が急増し、各地に工場建設が進んでいる。スリランカ政府は、水質汚濁防止を含む環境保全により、生活水準を改善するための持続可能な開発の達成を試みている。工場廃水については、各工場での有害廃水処理が義務付けられているが、実際には、各工場の廃水処理は不十分であり、工場廃水等による水源汚染問題が深刻化している。スリランカ政府は国家10か年開発計画（マヒンダチンタナと呼ばれるスリランカの新しい政策のフレームワークを示したもの）（2006～2016年）を定めており、この後期5か年計画においても、国家の新たなエネルギー政策やインフラ整備計画、貧困対策等、様々な政策の中で、環境に配慮した経済発展を掲げており、同国において環境対策強化が課題の一つとなっている。

シリセーナ政権は、産業の競争性向上、輸出・投資振興を掲げており、これまでの日本の支援もあり、表1-3の通り、相対的にはインフラが整備されている。世界経済フォーラムが発行する国際競争力レポートでは、スリランカ経済を労働力と天然資源に依存した段階（factor-driven stage）から工業化が進展した段階（efficiency-driven stage）への過渡期と分析している。表1-3では、スリランカの国際競争力は調査対象国中68位となっている。

表 1-3 インフラ整備状況の国際比較（国別順位）

項目	台湾	タイ	インド ネシア	フィリ ピン	インド	ベトナム	スリラ ンカ	バングラ デシュ
競争力	15	32	37	47	55	56	68	107
インフラ	12	44	62	90	81	76	64	123
道路	10	51	80	97	61	93	27	113
鉄道	11	78	43	84	29	48	37	75
港湾	19	52	82	103	60	76	58	93
空輸	26	38	66	98	71	75	45	121
電力	26	56	86	89	98	87	61	120
携帯電話 普及率	44	31	49	76	121	28	91	119
固定電話 普及率	2	88	80	108	116	100	78	128

一人当たり GDP (\$)	22,083	5,426	3,416	2,951	1,688	2,171	3,768	1,266
----------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

出典：World Economic Forum “Global Competitive Report 2015-2016”

一人当たり GDP は” World Economic Outlook Database” (2015)より

③事業実施国の関連計画、政策および法制度

【計画】

シリセーナ政権は、政治改革や生活必需品の価格引き下げ等では実績を上げてきたものの、経済政策あるいはインフラ開発においては目立った成果はなく、経済社会開発と財政再建の両立において、2016年の経済運営及び中期計画作成が重要となっている。2016年の第一四半期の経済成長率は5.5%であり、前年同期の4.4%を上回っている。2016年8月末現在、新たな中期計画は発表されていない。

【政策】

水・生活環境分野について、上水道は大都市圏を中心に比較的高い普及率を達成しているが、地方では中小都市を含め給水率は未だ低い。また、不十分な下水処理や急増する廃棄物による河川や海の水質汚濁、及び衛生環境の悪化も課題となっており、水質汚濁防止（下水道整備、水環境管理）や廃棄物管理は、緊要度が高まっている。

【法制度】

スリランカにおける汚水処理および排水に係る法制度としては、国家環境法（National Environmental Act No. 47 of 1980；その後、1988年と2000年に改正）があり、それをもとにスリランカ投資委員会（Board of Investment of Sri Lanka：“BOI”）の環境管理部（Environment Management Department）が環境基準（Environmental Norms）を定めている。

国家環境法及びそれに基づく規制は、輸出加工区（Export Processing Zone：“EPZ”）内においてはBOIが管轄し、EPZ外では、必要に応じてCEAによる審査後に環境保護ライセンス（Environmental Protection License：“EPL”）をBOIが発行する。上記環境基準には、共同排水処理施設に排出の場合の工業排水の許容限度値と、内陸水域水面に排出の場合の工業排水の許容限度値（添付資料4参照）が定められている。これがEPL取得の基準となる。

EPLには、A、B、Cの3つのカテゴリーがあり、2008年1月25日発行の官報No. 1533/16に基づき、汚染につながる活動の種類によって、環境負荷が高い活動（80種類）を含むA、環境負荷が中間的な活動（33種類）を含むB、環境負荷が低い活動しかないCにCEAによって分類される。環境への影響（汚染活動）が大きいカテゴリーA及びBは、CEAの地域事務所（Provincial Office）の担当者がそのEPLに関するデータをアップデートするが、特にカテゴリーAについては、CEAのEPC部門（Environmental Pollution Control）もEPLに関するデータを把握している。これまでの調査によれば、繊維工場や食品工場の大半がAもしくはBのカテゴリーであり、また、そのほとんどが西部州に集中している。カテゴリーAの分布図は添付資料8に示す。CEAの担当者によれば、現在、カテゴリーAは約11,000件、Bは約15,000件、Cは約20,000件が登録されている。2013～2015年の3年間のカテゴリーAの新規EPL登録件数は、表1-4

の通りであり、かなりの登録件数となっている。

表 1-4 カテゴリーAの新規環境保護ライセンス登録件数

	新規環境保護ライセンス登録の内、カテゴリーAの件数
2013年	1,006
2014年	3,175
2015年	1,289
合計	5,470

出典：”CEA Corporate Plan 2016-2020”より抜粋

CEAは、国家環境法に基づき、全産業に対してEPL取得を義務付け、審査・更新・モニタリングを行っている。CEAの業務の一環として、定期的に各工場の環境基準のモニタリングや指導を行い、基準を満たしていない企業への警告、法的制裁（工場の一時閉鎖を含む）を行っている。たとえば、食料品業界のEPLのモニタリング状況は、表1-5のとおりである。

表 1-5 環境保護ライセンス（食料品業界）のモニタリング状況

	カテゴリーA	カテゴリーB
基準合格企業数	607 (62%)	1,593 (68%)
不合格企業数	82 (8%)	275 (12%)
審査中	176 (18%)	325 (14%)
その他	111 (11%)	164 (7%)
合計（ライセンス保有企業数）	976 (100%)	2,357 (100%)

出典：CEAでの聞き取り調査（2016年6月）

CEAの地域事務所の主な役割は、環境汚染や環境問題に関する住民からの苦情処理であり、その内訳は下記表1-6の通りである。2013～2015年の3年間で、工業公害関連の苦情件数は3,780件、そのうち913件が解決されたということである。CEAの地域事務所は、苦情を受け付け、その内容を調査し、それに基づき解決策を提示し、場合によっては、他の担当機関へ照会し、必要なアクションを促す。

表 1-6 環境問題に関する苦情件数（2013年～2015年）

年	苦情件数		その内の解決件数		他機関への照会件数
	工業公害	天然資源	工業公害	天然資源	
2013年	1,434	372	457	111	191
2014年	875	225	186	52	117
2015年	1,471	465	270	122	156
合計	3,780	1,062	913	285	464

出典：”CEA Corporate Plan 2016-2020”より抜粋

工業公害に関する苦情は、CEA の EPC 部門 (Environmental Pollution Control)、天然資源に関する苦情は、CEA の NRM 部門 (Natural Resources Management) が担当。上記は、CEA の地域事務所 (Provincial Office) で処理した苦情。

スリランカの環境問題に対応するため、CEA は Corporate Plan 2016-2020 という 5 年間の基本計画を策定した。その計画には、スタッフの能力向上計画も含まれている。

スリランカの酪農業においては、添付資料 4 の環境基準が適用され、表 2-1 の BOD(20℃, mg/L) 30、COD(mg/L) 250 を含めて、pH 6.0-8.5、温度 (最高, °C) 40、油脂分 [oil/grease] (mg/L) 10.0、フェノール成分 [phenolic compounds] (mg/L) 1.0、総浮遊物 [total suspended solids] (mg/L) 50 等 21 項目の基準がある。その中で特に BOD と COD が重視されており、表 2-1 の最終的な基準値達成のため、第一段階として BOD(20℃, mg/L) 150、COD(mg/L) 400 の暫定基準も定められている。

本事業の事業地であるミルコ社のディガナ工場 (乳製品加工場) においても、汚水 (生乳及び乳製品製造過程から出る廃水) の処理施設はあるものの、不十分な維持管理や処理能力不足から機能せず、処理が不十分なまま、近くの河川に放流されており、環境・衛生面の問題が発生することが懸念されている。事前に行った水質検査では同工場からの廃水 (試運転開始前の 2016 年 4 月 7 日のデータでは、BOD=318mg/L、COD=4,480mg/L) はスリランカの法定基準値 (BOD=30mg/L、COD=250mg/L) を大きく上回っており CEA が EPL の更新を拒否している状態である。

④事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

スリランカの開発課題のうち、本事業の対象分野であり、なおかつ ODA 事業の対象となるのは、「成長のための経済基盤整備」課題である。基礎インフラの整備による経済活動のボトルネックの解消を目標としており、その中に、上下水道・都市環境改善プログラムがある。

日本からスリランカへの支援である ODA を有償・無償別、分野別に整理すると、下記表 1-7 及び表 1-8 のとおりである。

表 1-7 有償 ODA の分野別内訳 (2005 年～2013 年)

分野	金額 (百万米ドル)	割合 (%)
道路・橋梁 Roads & Bridges	1,186	49
上水 Water Supply	454	19
電力 Power Supply	371	15
その他	428	17
合計	2,439	100

出典 : External Resources Department

Global Partnership Towards Development 2013 P68-71

表 1-8 無償 ODA の分野別内訳 (2005 年～2013 年)

分野	金額 (百万米ドル)	割合 (%)
道路・橋梁 Roads & Bridges	78	23
健康・社会福祉 Health & Social welfare	68	20
農業 Agriculture	44	13
その他	150	44
合計	340	100

出典 : External Resources Department

Global Partnership Towards Development 2013 P68-71

本事業の対象分野の ODA 事例として、「水セクター開発事業(Ⅱ)」(有償 84 億円)、「キャンディ市下水道整備事業」(有償 141 億円)、「アヌラダプラ県北部上水道整備事業フェーズ 1」(有償 52 億円)、「キリノッチ上水道復旧計画」(無償 9.3 億円)、「水質管理能力向上プロジェクト」等があるが、その中の「水質管理能力向上プロジェクト」は本事業における水質検査活動に直接関与しており、検査の信頼性の担保に繋がっている。

日本の各種関係者との連携スキームの事例としては、本件と同じ連携スキームである中小企業海外展開支援・普及実証事業も実施されており、特に「スクリー型コンポストプラントによる有機性廃棄物・農業廃棄物のリサイクルに関する普及・実証事業」(株式会社カワシマ)については、事業実施地が近接しているだけでなく、プラントの運転調整や現地化という意味で、参考になった事例である。

さらに、「地球規模課題対応国際科学技術協力」(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : ”SATREPS”)である「廃棄物処分場における地域特性を活かした汚染防止と修復技術の構築プロジェクト」(埼玉大学)は、同じく環境分野における大学との連携スキームという意味で、参考になった事例である。

他ドナーも含めた世界からの開発投資プロジェクトの件数を資金別に整理すると、下記表 1-9 のとおりである。

表 1-9 スリランカにおける開発投資プロジェクト件数 (2015 年)

資金源	事業費の規模別 (単位 : 百万ルピー)			その他	合計
	500 以上	50～500	50 未満		
海外	141	29	5	-	175
国内	165	350	147	214	876
合計	306	379	152	214	1,051

出典 : Department of Project Management and Monitoring Development Performance
Year End Review 2015 Executive Summary

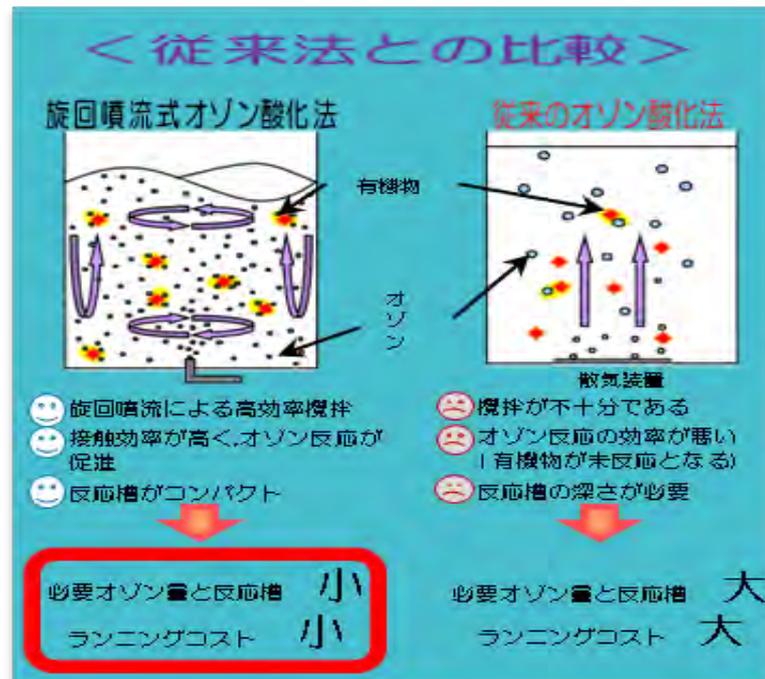
表 1-9 の「海外」に分類されるもののうち、かなりのプロジェクトが海外からの支援プロジェクトと考えられる。合計 1,051 件のうち、大規模プロジェクト（事業費の規模が 500 百万ルピー以上）は 306 件であり、そのうち 48 件（16%）は、本事業の対象分野である上下水道分野（Water Supply and Sanitation Sector）であり、分野別では最大のシェアとなっている。

スリランカにおける酪農分野の外国援助、協力関係としては、ヨーロッパ及びオーストラリアからの援助・協力を留意すべきである。オランダは、オランダ酪農開発プロジェクト（The Netherlands Dairy Development Project）として、スリランカ家畜開発委員会（National Livestock Development Board：“NLDB”）管轄の農場で、酪農業の自給自足を促す援助を 1978～1991 年に実施し、現在もその影響が残っている（オランダ製の老朽化した機器を使用している場所が多い）。デンマークも 2004 年から現在まで、様々な援助プロジェクト（Pelwatte Dairy Farm Project, Ambewela Dairy Farm Project, MILCO Dairy Farming Development Project）を実施しており、ミルコ社ディガナ工場のミルク製造能力の増強もその一環である。ドイツからは、主に製造機器の輸出を通じた援助が行われている。オーストラリアも、NLDB と協力して、酪農の効率性向上に取り組んでいる。

（2）普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	特許技術「旋回噴流式オゾン酸化法」を用いた污水处理技術
スペック（仕様）	旋回噴流式オゾン酸化システム（オゾン発生装置、旋回噴流発生装置、旋回噴流式オゾン処理槽、沈殿槽等から構成） 污水处理能力 25 m ³ /日
特徴	<p>本技術は旋回噴流式攪拌技術により汚水を攪拌し、高濃度オゾンと汚水の反応性を高めることで、効率的に有機物を酸化させ分解する、当社が日本国内及び海外（現在 3 ヶ国）で特許を取得している独自技術である。本技術は、以下の効果・優位性を有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚水を高速攪拌することによる効率的な処理が可能 ・脱臭・脱色に優れている（硫化水素等の悪臭ガスを安定的に脱臭可能） ・汚泥発生量の低減（従来方式〔生物学的処理〕の約 10 分の 1） ・機材のコンパクト化、省エネルギー仕様による設置スペース、ランニングコストの低減

競合他社製品と比べて比較優位性



「巡回噴流式オゾン酸化法」と従来のオゾン酸化法を比較すると、提案技術は次の点で優位である。

- ・「巡回噴流式攪拌技術」とオゾン酸化法を組み合わせることによって、高効率な巡回噴流を発生させ、攪拌の効率が良い。
- ・発生オゾンが微細気泡となり、オゾン反応効率が良い。
- ・反応槽がコンパクト。
- ・必要オゾン量と反応槽が小さく、ランニングコストも小さい。

なお、油分や殺菌剤などを含む廃水の処理は、主に微生物を使う方法（生物学的処理）とオゾンを使う方法（物理化学的処理）に分かれる。生物学的処理では、pH（水素イオン濃度）や温度を保つ必要がある上、濁りを除く脱色は難しい。

一方、オゾンを使う方法では、温度に関わりなく分解能力が安定しており、脱色・脱臭にも優れ、廃水の処理は有機物の酸化により行われるため、処理後の汚泥もほとんど出ない、という特徴がある。また提案技術は既存の污水处理システムにオゾン処理槽のみを加え、既存のシステムを利用しながら排水を法定環境基準以下に改善することが可能である。また生物処理槽の前にオゾン処理を加えることによって難分解性有機物（生物の食べにくい有機物）を易分解化（食べやすく）し、生物活性化を促している。さらに前段にオゾン処理を行うことによって、後段の生物槽には常に安定した水が送られることとなり、流入原水の負荷変動にも柔軟に対応できるシステムとなる。

加えて、オゾン酸化法では、オゾン発生装置の運転コストや排

	<p>オゾン処理（オゾン酸化処理槽からの排気を収集し、オゾンが空气中にそのまま放出されないようにする）システムが必要となるが、汚泥処理に必要なコストがほとんどかからないことも考慮した総合的なコスト評価では、既存の処理法と比べて優位性がある。</p> <p>さらに、「旋回噴流式オゾン酸化法」は、従来の生物学的処理に比し、処理プロセスにおける発生汚泥量において、約 1/10 程度に低減できることが大きな優位性となっている。従来の生物学的処理では、処理プロセスにおいて必ず発生する汚泥を適正に処理（系外排出）しないと、放流水質を保つことが出来ないが、水質汚濁が問題となっている国では、その管理（汚泥を系外搬出する）が杜撰なため、水質汚染が改善されないという状況となっている。したがって、発生汚泥が極めて少ないということは、産廃処理費低減の優位性のみならず、水質管理上においても、極めて重要な技術ファクターである。</p> <p>また、生活排水、工業排水における、窒素・リンまたは重金属工場排水への対応も可能である（処理対象に応じて、必要な処理槽の付加が必要となる）。</p>
国内外の販売実績	<p>販売実績：約 100 件（国内約 98%、海外約 2%）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内 乳製品加工メーカー、食品メーカー、製薬会社等 ・海外でのデモンストレーション（販売無し） <ul style="list-style-type: none"> ①日本政府・インドネシア政府の政府間対話“グリーン・エイド・プラン（GAP）政策対話”におけるデモンストレーション ②ベトナム・ダナン人民委員会（外務局、環境局）に対するデモンストレーション
サイズ	10.4m×3.4m の敷地に旋回噴流式オゾン酸化システム（オゾン発生装置、旋回噴流発生装置、旋回噴流式オゾン処理槽、沈殿槽等から構成）を設置。
設置場所	ミルコ社ディガナ工場内（中部州キャンディ県）
今回提案する機材の数量	システム一式 1 基

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

スリランカの工場廃水等による水源汚染問題の解決に貢献すべく、食品加工場の既存汚水処理場に、受注者の特許技術である「巡回噴流式オゾン酸化法」を用いた汚水処理システムを追加導入し、処理場の機能強化の効果を実証し、本製品・技術の普及を図る。

(2) 期待される成果

成果①：ミルコ社ディガナ工場（乳製品加工場）の既存汚水処理場の廃水がスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善される。表 2-1 参照。

成果②：ミルコ社による汚水処理システムの維持管理体制の構築を行い、その体制が継続される。

成果③：汚泥削減型の巡回噴流式オゾン酸化システムの普及展開案が策定される。

表 2-1 スリランカの酪農業における環境基準（廃水基準）

主な指標（処理後）		スリランカ環境基準
BOD（20℃, mg/L）	生物化学的酸素要求量	30
COD（mg/L）	化学的酸素要求量	250

出典：CEA INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL GUIDELINES No. 5 - Dairy Industry

(3) 事業の実施方法・作業工程

[成果 1 にかかる活動]

1-1: 最適な汚水処理システムを設計するために、対象となる既存汚水処理場（下記表 2-2 参照）のデータを収集・分析する。現在の汚水処理能力については、水の再利用を前提に 25 m³/日 で設計された経緯がある（設計当時の汚水量は 43 m³/日）。汚水処理量の日々の変動・季節の変動が大きいこと、水の使用量が業界水準よりもかなり多いこと、設計当時より汚水量が増大していること、等の指摘もある。本事業で提案しているスペック（仕様）は、汚水処理能力 25 m³/日、廃水原水 BOD=1,500mg/L、COD=1,800mg/L を前提として基本設計しているが、現状の廃水性状とその処理効率等のデータ収集検討が必要である。

表 2-2 ディガナ工場基本情報（従業員数：250 名）

開始時期	工場	1987 年
	ELP（環境保護ライセンス）	1993 年
	汚水処理施設	2007 年
生乳処理量	2014 年 10 月時点：25～60 m ³ /日 【拡張計画：76 m ³ /日】	
汚水処理量	2014 年 10 月時点	25 m ³ /日
水使用量	ミルク：水の比	1：4～6

出典：聞き取り調査

1-2: 汚水処理システムの基本設計・詳細設計を行う。現状の汚水処理は、大きく 2 系統あり、瓶洗浄プロセスとメインプロセスである。瓶洗浄プロセスは、プラントからの多量の廃水に洗浄剤 (NaOH) 等が混じっているため、中和処理タンク経由で、直接人工湿地へ放流 (生物学的処理は不要) している。一方、メインプロセスは、生物学的処理である嫌気、通気、好気の 3 段階を経て、人工湿地へ放流している。そのメインプロセスのフローは図 2-1 のとおりである。本事業は、主にこのメインプロセスの改善を提案する。既設のメインプロセスの「嫌気槽」と「通性池」の間に「旋回噴流式オゾン酸化処理槽」、そして「好気性池」と「人工湿地」の間に「沈殿槽」を新たに導入する。

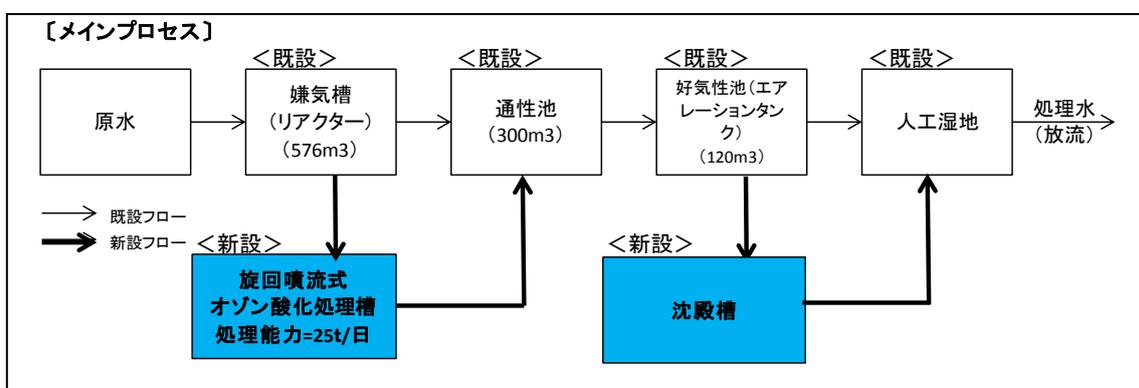


図 2-1 メインプロセス (企画書段階)

- 1-3: 旋回噴流式オゾン酸化システムの機材を発注・製造し、現地へ輸送する。資機材輸送にかかる現地通関については、免税通関ができるようスリランカ政府関係機関への働き掛けを行う。
- 1-4: ミルコ社のディガナ工場に機材を据付、動作確認する。機材の組立・据付工事 (土木工事等を含む) や試運転等は、当社の雇用する技術者等の派遣と、現地企業等への外注によって対応する。
- 1-5: 重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画案を作成する。必要に応じて、スリランカの現地事情に精通した環境専門家のアドバイスを受ける。
- 1-6: 旋回噴流式オゾン酸化システムを稼働させ、性能を評価する。
- 1-7: スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善されていることをモニタリングする。法定基準以下に改善されない場合には、その原因を分析し、対応策を提案する。
- 1-8: 性能評価の結果やモニタリング評価に合わせ、必要に応じてシステムの調整・改善を行う。
- 1-9: 調査結果をまとめるとともに汚水処理技術の先進性・優位性を確認する。

[成果 2 にかかる活動]

- 2-1: 事業実施国政府関係機関が適切かつ継続的に機材を利用できるようにシステム運転

維持管理マニュアルを作成する。

- 2-2: 上記 2-1 で作成したシステム運転マニュアルに基づきミルコ社担当者に現場指導を行う。処理水質の安定化とシステムの延命化を第一に、メンテナンスを指導する。処理前後の水質の分析、運転コストなどの性能評価を行い、普及活動の基本情報とする。
- 2-3: 本邦受入活動として、事業実施国政府関係機関の担当者に対し、汚水処理システムの運転・維持管理指導、日本の環境制度等を紹介する。ミルコ社及び CEA の上層部及び実務レベルより人選し、システムの運転・維持管理に関して、当社の地元でもある帯広にて実践的な研修を行う。帯広十勝地域には、その経済成長戦略である「フードバレーとまち」によって、CEA 及びミルコ社によって非常に参考となる小・中規模食品加工場が集積しており、外部人材を活用して「フードバレーとまち」との連携を図るために必要な視察等も行う。

[成果3にかかる活動]

- 3-1: スリランカにおける汚水処理及び廃水に係る法制度やニーズ、汚泥処理の現状、電力事情、補助金制度等を調査する。
- 3-2: 導入した旋回噴流式オゾン酸化システムを活用して説明会や研究会を開催し、汚水処理システムの効果・優位性等を示す PR 活動を実施する。
- 3-3: 汚水処理システムへの関心が高い組織に対し、重点的にシステム提案を行い、投資インセンティブを確認する。普及営業活動の一環として、ミルコ社のディガナ工場の姉妹工場のアンベウヅラ工場について、現状把握と提案を行う。
- 3-4: 上記普及活動をもとに、事業展開案を検討する。

[環境社会配慮に活動]

- 4-1: 環境チェックリストの内容を踏まえ、初回調査時に調査すべき項目を検討・決定する。
- 4-2: 決定した調査項目に基づきデータ収集・分析および確認を行う。

表 2-3 作業工程表

調査項目		2015年			2016年												2017年	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
活動1: 汚水処理システムの設計・製造・輸送・振付等を含む汚水処理システムの実証活動	① 現状把握とデータ収集・分析	予定	■															
		実績	■															
	② 全体システム設計・詳細設計	予定		□														
		実績		■	□													
	③ 機材の発注・製造・輸送	予定			□													
		実績			□													
	④ 機材の振付・試運転	予定						■										
		実績						■										
	⑤ モニタリング計画案作成	予定					□											
実績						■												
⑥ 性能評価	予定																	
	実績																	
⑦ モニタリング評価	予定																	
	実績																	
⑧ システムの調整・改善	予定																	
	実績																	
⑨ システムの確認	予定																	
	実績																	
活動2: 機材等に係る技術移転	① 維持管理マニュアルの作成	予定																
		実績																
	② 現場指導	予定																
③ 本邦研修	予定																	
	実績																	
活動3: 普及活動	① 制度等の調査	予定																
		実績																
	② PR活動	予定																
		実績																
③ 投資インセンティブの確認	予定																	
	実績																	
④ 普及展開案の検討	予定																	
	実績																	

凡例 スリランカでの業務
 日本での業務

【現地業務】

氏名	担当業務	所属	分類	種別	継続回数	契約期間												計画日数合計	実績日数合計	計画人月合計	実績人月合計	
						2015年			2016年						2017年							
						10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9					10
設楽 守良	業務主任者/総括	ヒューエンス	Z	計画	2	[Gantt chart for 設楽 守良]												14	0.47			
						実績	2	[Gantt chart for 設楽 守良]												11	0.37	
徳師 奈都子	設計・性能評価2	ヒューエンス	Z	計画	1	[Gantt chart for 徳師 奈都子]												0	0.00			
						実績	1	[Gantt chart for 徳師 奈都子]												6	0.20	
中畑 佑介	設計・現地振付・試運転	ヒューエンス	Z	計画	2	[Gantt chart for 中畑 佑介]												28	0.93			
						実績	4	[Gantt chart for 中畑 佑介]												38	1.27	
西貝 延禧 (買 併様)	現地振付・試運転1	ヒューエンス	Z	計画	3	[Gantt chart for 西貝 延禧]												35	1.17			
						実績	2	[Gantt chart for 西貝 延禧]												16	0.53	
神保 俊彰	現地振付・試運転2	ヒューエンス	Z	計画	1	[Gantt chart for 神保 俊彰]												7	0.23			
						実績	2	[Gantt chart for 神保 俊彰]												25	0.83	
千葉 さつき	普及・調査	ヒューエンス	Z	計画	3	[Gantt chart for 千葉 さつき]												21	0.70			
						実績	2	[Gantt chart for 千葉 さつき]												11	0.37	
辻本 義明	チーフアドバイザー/環境社会配慮	熊谷組	A	計画	6	[Gantt chart for 辻本 義明]												63	2.10			
						実績	5	[Gantt chart for 辻本 義明]												63	2.10	
内藤 敏	調査・分析・連携	熊谷組	A	計画	2	[Gantt chart for 内藤 敏]												14	0.47			
						実績	3	[Gantt chart for 内藤 敏]												21	0.70	
一ノ瀬 勝美	財務分析・会計	熊谷組	A	計画	1	[Gantt chart for 一ノ瀬 勝美]												7	0.23			
						実績	0	[Gantt chart for 一ノ瀬 勝美]												0	0.00	
内藤 宏忠	普及・調査 (技術)	テクノス	A	計画	1	[Gantt chart for 内藤 宏忠]												7	0.23			
						実績	0	[Gantt chart for 内藤 宏忠]												0	0.00	
ウバリ コスワタ	調査・分析	熊谷組 (ローカル)	A	計画	4	[Gantt chart for ウバリ コスワタ]												17	0.57			
						実績	3	[Gantt chart for ウバリ コスワタ]												10	0.33	
ギクレッツ ツアー氏	情報収集・分析	熊谷組 (ローカル)	A	計画	3	[Gantt chart for ギクレッツ ツアー氏]												9	0.30			
						実績	4	[Gantt chart for ギクレッツ ツアー氏]												9	0.30	
佐伯洋司	普及調査(営業)	オーウィル	B	計画	1	[Gantt chart for 佐伯洋司]												0	0.00			
						実績	1	[Gantt chart for 佐伯洋司]												7	0.23	
佐藤 求	普及調査(営業)	オーウィル	B	計画	3	[Gantt chart for 佐藤 求]												21	0.70			
						実績	1	[Gantt chart for 佐藤 求]												5	0.17	
※高橋、河野、丸山、大庭は国内業務のみのため記載なし														計画	実績	計画	実績	全体現地業務小計	計画	実績	計画	実績
														117	103	3.90	3.43	243	222	8.10	7.40	
														21	12	0.70	0.40	138	138	4.60	4.60	
														0	0	0.00	0.00	115	115	3.83	3.83	
														138	115	4.60	3.83					

(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入)
表 2-4 要員計画表

【国内業務】

氏名	担当業務	所属	分類	実績回数	契約期間												計画 日数 合計	実績 日数 合計	計画 人月 合計	実績 人月 合計
					2016年															
					10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
設楽 守良	業務主任者/総務	ヒューエンス	Z	計画	(12日)	(10,2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(3日)	(3日)	(3日)	(2日)	(2日)	(2日)	(4日)	(4日)	(4日)	57	
			Z	実績	10/3, 5-7, 13, 19, 26 (5日)	11/2, 9, 10, 16 (4日)	12/14, 28 (2日)	1/25 (1日)	2/15 (1日)	3/1, 11, 14, 25 (4日)	4/4, 25 (2日)	5/6, 13, 30 (3日)	6/6, 20 (2日)	7/11, 25 (2日)	8/8, 29 (2日)	9/14, 26 (2日)	11/2, 7, 24, 28 (4日)	12/5, 13, 19, 26 (4日)	38	
高橋 学	設計	ヒューエンス	Z	計画	(10日)	(10日)												20		
			Z	実績	10/3, 5, 13-15, 17, 19, 20, 26-31 (14日)	11/2, 4-7, 9-14, 16 (12日)				3/12, 14-18, 20-29 (8日)				8/24 (1日)					35	
河野 末広	設計・性能評価1	ヒューエンス	Z	計画	(10日)	(10日)												20		
			Z	実績	10/3, 5, 13-15, 17, 19, 20, 26-31 (14日)	11/2, 4, 5, 7, 9-14, 16 (11日)				3/14-18, 28-29 (7日)			8/22 (1日)					33		
藤原 菜都子	設計・性能評価2	ヒューエンス	Z	計画	(10日)	(10日)												20		
			Z	実績	10/3, 5, 13-15, 17, 19, 20, 26-31 (14日)	11/2, 4-7, 9-14, 16 (11日)				3/14-18, 28-29 (7日)			8/22-23 (2日)					34		
中畑 佑介	設計・現地搬付・試運転	ヒューエンス	Z	計画	(12日)	(10,2日)												24		
			Z	実績	10/3, 5, 13-15, 19, 20, 26-31 (13日)	11/2, 4-6, 9-11, 16 (8日)				3/28-31 (4日)								25		
西沢 雅雄 (買 切様)	現地搬付・試運転1	ヒューエンス	Z	計画	(2日)	(2日)												4		
			Z	実績										8/26 (1日)				1		
神保 俊彰	現地搬付・試運転2	ヒューエンス	Z	計画					(2日)									4		
			Z	実績					4/16 (1日)			(2日)			8/22-26 (5日)			6		
千葉 さつき	普及・調査	ヒューエンス	Z	計画	(2日)	(2日)												19		
			Z	実績	10/3-7 (2日)	12/14, 28 (2日)	1/18 (1日)	2/15 (1日)	3/1, 11, 25 (3日)	4/4, 5 (2日)	5/13, 30 (2日)	6/6, 20 (2日)	7/11, 25 (2日)	8/22-26 (5日)	9/14, 26 (2日)	11/2, 28 (2日)	12/5, 26 (2日)	28		
辻本 義明	チーフアドバイザー/環境社会配慮	熊谷組	A	計画	(4日)	(5日)	(5日)	(5日)	(2日)									44		
			A	実績	10/6, 7, 11, 12, 15-17, 29 (8日)	11/6, 9, 18, 20, 29 (6日)	12/2, 9, 11, 14, 16, 18, 21, 29 (8日)	1/7, 12, 14, 26, 29 (5日)	2/1, 8, 11, 16, 19, 21, 27 (7日)	3/1, 11, 25 (3日)	4/1, 2, 4, 6, 9, 12 (6日)	5/7, 9, 9, 11, 3, 18, 21, 22, 25, 26, 6, 20, 28 (10日)	6/1, 3, 4, 11, 12, 15, 16, 6, 20, 28 (10日)	7/1, 6, 8, 12, 2-9 (10日)	8/9, 11, 12, 2-9 (10日)	9/4, 6, 7, 11, 14, 19, 22, 9 (7日)	11/1, 5, 10, 13, 17, 13, 16, 20, 26 (7日)	12/1, 5, 12, 13, 16, 20, 26 (7日)	44	
内藤 敬	調査・分析・連携	熊谷組	A	計画	(4日)				(2日)									18		
			A	実績	10/6, 7, 29, 31 (4日)	11/17, 20 (2日)	12/3, 28 (2日)	1/20, 26 (2日)	2/1 (1日)		4/19 (1日)	5/18 (1日)		8/22-26 (5日)	9/14 (1日)			18		
内藤 俊忠	普及・調査 (技術)	テクノス	A	計画											(2日)			6		
			A	実績															0	
ウバノ ユスワ	調査・分析	熊谷組 (ローカル)	A	計画	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(20日)									86		
			A	実績	10/20, 21, 24, 28, 29 (5日)	11/5, 12, 18 (3日)	12/3, 10, 17, 29 (4日)	1/6, 20, 25, 27, 29 (5日)	2/3, 5, 10, 11, 16, 18, 24-26, 29 (11日)	3/7, 11, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 8-20 (12日)	4/2, 4-9, 15, 18, 19 (7日)	5/7, 14, 17, 19, 26 (5日)	6/3, 6, 10, 15, 21 (5日)	7/6, 11, 14, 20, 25 (5日)	8/2, 10, 15, 19 (4日)	9/2, 12, 19, 23, 28 (5日)	10/4, 7, 10, 14, 19 (5日)	11/7, 17, 24, 28, 29 (5日)	12/2, 6, 14, 20, 25 (5日)	86
ディック レッツ ツケー	情報収集・分析	熊谷組 (ローカル)	A	計画	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(10日)	(5日)	76		
			A	実績	10/2, 14, 16, 20, 21, 24, 26 (7日)	11/9, 13, 17, 18, 20, 24 (6日)	12/10, 11, 14, 16, 18 (5日)	1/8, 10, 14, 26, 29 (5日)	2/2, 5, 8-10, 15, 16, 19, 23 (9日)	3/14, 21 (2日)	4/11 (1日)	5/2, 3, 26 (3日)	6/9 (1日)	7/7 (1日)	8/2, 5, 9, 12, 18 (5日)	9/6, 9, 16, 4, 18, 21 (5日)	10/7, 13, 14, 18, 21 (5日)	11/8, 18, 21, 23, 28 (5日)	12/5, 9, 14, 20, 25 (5日)	65
丸山 敏彦	地方創生連携 (技術)	丸山技術 ユニティネット 研究所	B	計画	(2日)					(2日)	(2日)	(2日)						8		
			B	実績	10/6-7 (2日)										8/22-23 (2日)				4	
大庭 深	地方創生連携	公益財団法人 とかも財団	C	計画	(2日)					(2日)	(2日)	(2日)						8		
			C	実績	10/6-7 (2日)										8/23-24 (2日)				4	
佐藤 求	普及調査(営業)	オーワイ	B	計画	(2日)										(2日)			4		
			B	実績	10/6-7 (2日)														2	

※一ノ瀬は現地業務のための記載なし

凡例： 業務従事実績 (黒) 業務従事計画 (青) 自社負担 (赤)

	計画	実績	計画	実績	全体国内 業務小計	計画	実績	全体国内 業務小計	計画	実績
A合計	230	213	11.50	10.65		418	20.90		423	21.15
B合計	12	8	0.60	0.30		250	12.50			
C合計	8	4	0.40	0.20						
合計	250	225	12.50	11.15						

全体 合計	計画	実績	全体国内 業務小計	計画	実績
661	645	29.00	28.55		
388	388	17.10	14.98		
273	257	11.90	13.57		

表 2-5 資機材リスト

機材名	数量	納入年月	設置先
旋回噴流式オゾン酸化システム (オゾン発生装置、旋回噴流発生装置、旋回噴流式オゾン処理槽、沈殿槽等から構成)	1	2016年3月	ミルコ社ディガナ工場 (乳製品加工場)の既存 汚水処理場

- ・事業実施国政府機関側の投入
なし。

(5) 事業実施体制

提案企業である株式会社ヒューエンスと汚水処理分野を熟知した外部人材により実施する。現地での支援は熊谷組のスリランカ事務所が行うこととし、本事業終了後は、熊谷組と連携して現地拠点の開設も計画する。

なお、円滑な事業実施のために現地においてミルコ社、当社、CEA、JICA、家畜省をメンバーとしたステアリング・コミッティ (Steering Committee) を設立し、適宜情報共有等を行う (2015年10月22日に第1回ステアリング・コミッティ、2016年7月26日に第2回ステアリング・コミッティ、2016年10月20日に第3回ステアリング・コミッティを開催した)。図 2-2 に事業実施体制を示す。

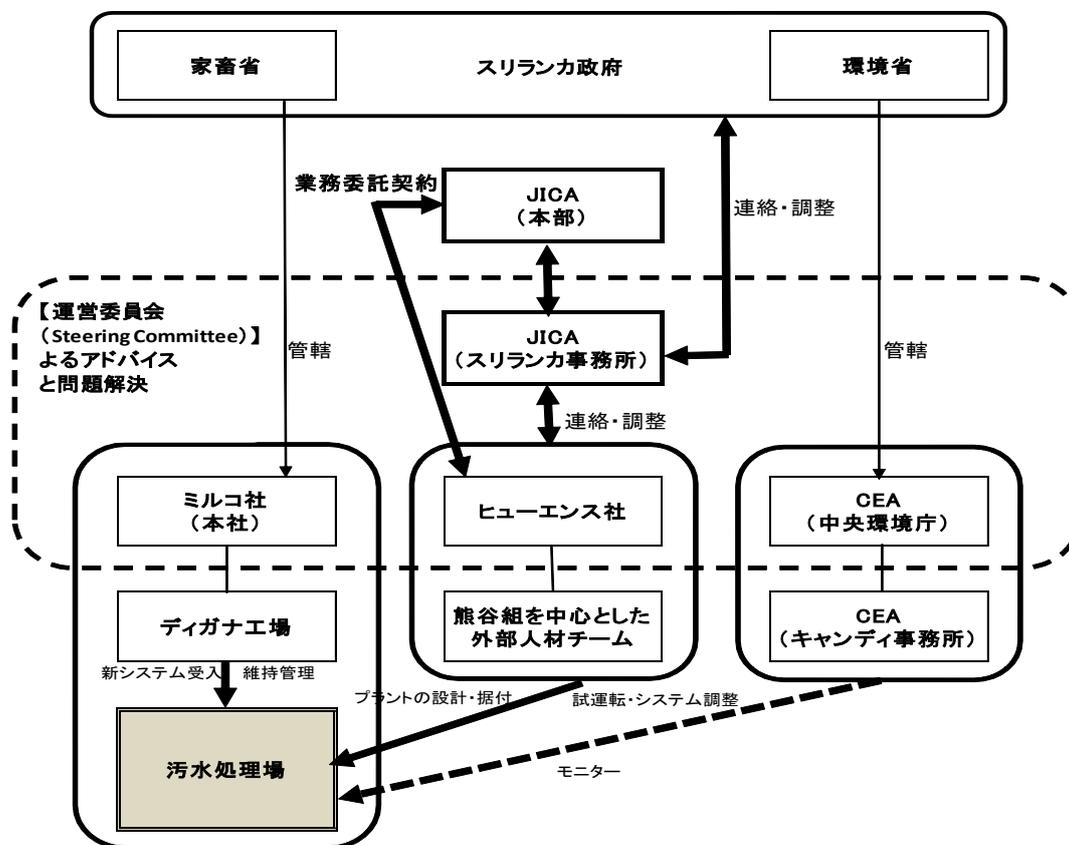


図 2-2 事業実施体制

(6) 事業実施国政府機関の概要

ミルコ社（スリランカ政府 100%出資の国営企業）[Milco (Pvt) Ltd.]

スリランカ政府 100%出資の国営企業である。1956 年に農業省管轄のナショナルミルク局として設立され、1986 年にスリランカ政府 100%出資企業 Milk Industries of Lanka Company Limited となり、1998 年から 2 年間民営化されたが、2000 年に Milco (Pvt) Ltd. としてスリランカ政府 100%出資の国営企業に戻った（Ministry of Social Services, Welfare and Livestock Development (家畜省)管轄となったが、2016年10月現在、Ministry of Rural Economic Affairs (地方経済省)に移管されている)。現在、スリランカの乳製品国内シェア 55%で、商品ブランド名 Highland として、牛乳、粉ミルク、ヨーグルト、バター、チーズ、アイスクリーム等の乳製品を製造販売する。

スリランカ全土に生乳の集荷ネットワークと 4 つの工場を持つ（巻頭の地図参照）。現在、4 つの工場のうち、ディガナ工場（本事業実施場所）、アンベウェッラ工場、ポロンナルワ工場の 3 工場で拡張計画（総額約 43 億円）が進められている。

【選定理由】

ミルコ社ディガナ工場は、1993 年に CEA より EPL を取得しているが、1997 年時点で環境基準を大幅に超過していた（BOD=1,400mg/L、COD=3,100mg/L）ため、ペラデニア大学のコンサルタントチームの調査・設計に基づき、2007 年に汚水処理の新プラントが建設された。

しかし、CEA は、汚水処理が不十分として、数々の警告を出した後、2009 年 7 月に EPL をキャンセルした結果、その判断は裁判所で争われ、2010 年 6 月に罰金命令と改善勧告が出たが、それでも改善せず、現在に至っている（一方、工場が操業停止となれば、学校給食用の牛乳 25 万パック/日の生産等を含め、影響は甚大）。このような状況にも関わらず、工場は現在、拡張を計画中であり、本事業により汚水処理システムを見直す良い機会と判断した。

【C/P に期待する役割・負担事項】

ミルコ社には、CEA と協力しながら、環境基準を満たし、EPL をスムーズに更新できるよう、本事業の成功に協力する役割を期待。具体的には、事業遂行に必要なファシリティ（新システムの設置場所、電気、執務スペース、保管倉庫等）の提供、既存施設の清掃や改善等である。

事業終了後にミルコ社に譲与するプラント及び機材は、ミルコ社の自己資金にて維持管理する。

スリランカ中央環境庁（Central Environmental Authority : ”CEA”）

ファシリテーターとして本事業に参画。スリランカの環境省（Ministry of Environment and Renewable Energy であったが、2016 年 10 月現在、Ministry of Mahaweli Development and Environment）所轄の CEA は、工場等の事業者に対し、廃水の汚濁発生量に応じて EPL を発行している。新規 EPL 発行数(カテゴリーA)は年間 1,000 件以上で、CEA は各種事業者への立ち入り採水の水質検査を実施しているが、排出基準の基準遵守率は 6 割程度に留まっており、環境管理に係る行政機関の能力向上や管理体制の強化も課題となっている。

そのような状況下、CEA は、JICA との間で水質管理能力向上プロジェクトを進めているところでもあり、本事業をその具体的な水質管理能力向上の実証の機会にすることができる。CEA には、環境規制とモニタリングを管轄する行政機関としての役割に加え、本事業の円滑な実施に向けたアドバイスと協力（ファシリテーターとして）の役割が期待される。

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

【成果1にかかる活動】

1-1:最適な汚水処理システムを設計するために、対象となる既存汚水処理場のデータを収集・分析する。(2015年10月)

第1回現地調査時点(2015年10月)において、汚水処理能力については、25 m³/日と想定された。これは、2007年の汚水処理施設の設計・建設の際に、水の再利用を前提に25 m³/日で設計された経緯を踏まえたものである(2007年の設計当時の汚水量は43 m³/日で、25 m³/日を超過していたが、水の再利用等により水の使用量を大幅に減少させる対策も盛り込まれていた)。汚水処理量の日々の変動・季節の変動が大きいこと、水の使用量が業界水準よりもかなり多いこと、設計当時より汚水量が増大している等の指摘もあった。設計時と現状(2015年10月時点)の廃水性状とその処理効率等のデータ比較検討が必要であったが、それらの信頼できるデータの入手は困難であった。2015年10月22日開催の第1回ステアリング・コミッティでは、「現状、工場からの排水量を測定する術がなく、測定の必要性を確認した」に留まった。そこで、時間と予算的な制約もあるため、設計条件を超える場合の対策として、当社は次の再設計の方針を提案し、ミルコ社との間で内容を確認した。

- 1) 設計条件を超える場合の対策として、メインプロセスに加えて、バイパスを確保するよう再設計する。(よって、当社の旋回噴流式オゾン酸化処理槽の容量を基本的に25 m³/日のままとする。)
- 2) 当社の汚水処理能力を超える排水は、オーバーフローさせ、既存設備を再利用して処理するよう再設計する。
- 3) 当社の汚水処理システムの前処理として、負荷低減方法(具体的には、新たなグリース・トラップの設置)を検討し、再設計する。

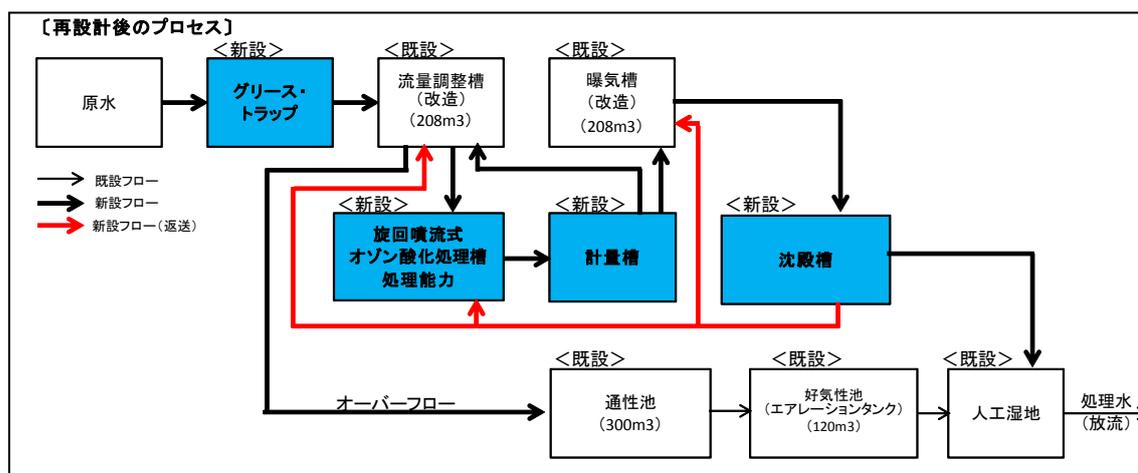
なお、排水量増加の大きな要因の一つと考えられる工場生産設備リニューアル(ミルコ社の既存のポロンナルワ工場、アンベウエツラ工場、ディガナ工場の3工場の生産設備の近代化プロジェクト)の具体的内容については、企画書作成時点(2014年10月)及び第1回現地調査時点(2015年10月)でも工場側から明確な説明はなく、説明がないまま、ディガナ工場内の生産設備のリニューアルが完了したのは、結果的に当社の機材据付完了と同時期の2016年3月頃である。また、工場からの排水量の正確なデータが得られるようになったのは、当社のシステム試運転開始後の2016年5月である。

1-2:汚水処理システムの基本設計・詳細設計を行う。(2015年11月)

第1回現地調査時点(2015年10月)では、瓶洗浄プロセスはなく、図2-1に示すメインプロセスもほとんど機能していないことが判明した。その理由としては、不十分な維持管理や処理能力不足から機能していないことが考えられる。本事業

の企画書提出時（2014年10月）では、既設のメインプロセスの「嫌気槽」と「通性池」の間に「旋回噴流式オゾン酸化処理槽」、そして「好気性池」と「人工湿地」の間に「沈殿槽」を新たに導入するという基本方針のもと、あくまで既設施設をベースに活用し、当社のシステムを追加導入するという単純なシステムを想定していた。しかし、上記 1-1 の結果から、下記図 3-1 のとおり、より高度なシステムに再設計することとした。その主な設計方針は次のとおりである。

- 1) 前処理として、グリース・トラップを設置し、高濃度負荷排水の流入（工場生産能力増強、乳製品の廃棄等により、高濃度負荷排水になっていると想定された）を軽減する。
- 2) 旋回噴流式オゾン処理槽について、サイズ、内部配管等の設計を変更し、対策を工夫する。
- 3) 既設の嫌気槽を清掃・改造し、流量調整槽、曝気槽として機能させる。
- 4) 送水方法として、計量槽を設置し、経路を再検討し、流量調整槽と曝気槽の両方へ送水調整が可能となるよう配管を変更し、沈殿槽からの返送ラインを確立する。
- 5) 流量調整槽、曝気槽におけるエアレーションが順調に機能するよう設置方法を工夫する。



1-3: 汚水処理システムの機材を発注・製造し、現地へ輸送する。（2015年12月～2016年3月）

資機材輸送にかかる現地通関については、免税通関ができるようスリランカ政府関係機関への働き掛けを行った。最終的には関税については免除され、消費税等の税金分のみの課税となった。

本事業に必要な旋回噴流式オゾン酸化処理システム（プラント及び機材）は、日本で発注・製造・調達し、スリランカにコンテナにて海上輸送した（2016年1月20日神戸出港）。コロンボ港で通関し（2016年3月1日）、港からディガナ工場まではトラックにて陸送した。工場への輸送上、コロンボでのコンテナ積替えのためコロンボで保管スペースが必要となる事態が懸念されたが、通関後直ちに陸送

できた。

工場到着後は、クレーンにて荷下ろし、工場内のアクセス道路を確保して、設置予定場所近くでいったん仮置きし（2016年3月2日）、その後、順次プラント及び機材の据付、そのための建物の建設及び土木工事等を行った。ミルコ社は、アクセス道路の確保、プラント設置場所の確保、電源の確保等、工場内での受け入れに必要な準備を行った。

1-4: ミルコ社のディガナ工場に機材を据付、動作確認する。(2016年3月～4月)

機材の組立・据付工事（土木工事等を含む）や試運転等は、当社の技術者と外部コンサルタント（熊谷組）の派遣と、現地企業(Valence Engineering)への外注によって対応した。

土木工事は現地企業へ外注し、機材の組立・据付工事は、当社の技術者の指示・指導のもと、現地企業が行った。熊谷組は契約管理を含む全体の管理を行った。

土木工事及び据付工事の実質的完成の確認は、試運転を開始できる状況であることを当社の技術者が目視確認することにより行った。

その後、当社の技術者が各パーツの動作確認を行い、プラントを初期設定にして稼働確認し、試運転を開始した。

1-5: 重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画案を作成する。(2016年3月～4月)

これら一連の業務は、スリランカの現地事情に精通したペラデニア大学の環境専門家(Dr. Herath)のアドバイスを受けながら進めたが、Dr. Herathの具体的なアドバイスと当社の実施した対応は、次のとおりである。

- 1) 既設嫌気槽（再設計の結果、流量調整槽と曝気槽に機能分離改造）の汚泥の安全処理を第一優先課題とした。日本の汚泥改良剤「Quick2」（脚注1参照）を利用し、安全かつ環境負荷をかけずに処理した。（本文3.(2)【成果1に対する分析】、添付資料1、添付資料2参照。）Dr. Herathからは有毒ガスの発生に対する注意喚起と汚泥搬出のバキューム装置手配についてアドバイスを受け、慎重に対応した。
- 2) 「Quick2」で安全に処理した汚泥は、「リサイクル土」として再利用した。具体的には、工場敷地内に新たに花壇を整備し、「リサイクル土」を植樹に利用した（4種の植樹を行い、「リサイクル土」を利用した試験区と通常の土のみの対照区を設定し、「リサイクル土」の効能を比較実証できるようにした）。また、「リサイクル土」を小型ポット（工場で廃棄処分されていたプラスチック製コンテナを再利用）に入れ、野菜の種（トマト、オクラ、カプシカム⁴の3種）を植えて、発芽させ、工場従業員にプレゼントした（2016年4月25日）。この企画は大変好評であり、今後のリサイクル運動のきっかけとなることを期待する。「リサイクル土」は、「Quick2」を散布した汚泥に土壌を重量比1:1

⁴ 唐辛子の一種。

で投入し、攪拌乾燥させることにより、作物の生育を促進する土壌改良材となり、さらに土壌を重量比 1:9 で混合して「リサイクル土」となる。その製造に際しては、汚泥の一時保管、汚泥と混合すべき敷地内の通常土の確保、余剰汚泥の処分等について、Dr. Herath からアドバイスを受け、現場状況に応じた「リサイクル土」を製造することができた。

- 3) プラント設置期間中の汚水放流に留意し、最小限とした。プラント設置期間中の汚水放流について、適宜、当社とミルコ社で協議し、必要に応じて Dr. Herath が立ち合い、ミルコ社への補足説明を行った。
- 4) プラント設置後（試運転中）は、定期的に水質検査を実施する。水質検査には、必要に応じて Dr. Herath が立ち合い、作業手順を確認する。
- 5) プラントの完成引き渡し後は、維持管理の一環としてミルコ社が水質管理を行う。

1-6: 汚水処理システムを稼働させ、性能を評価する。(2016年5月～8月)

試運転を開始し(2016年3月25日)、不具合(配管接合部の水漏れ、モーターの逆回転、ポンプの不具合、沈殿槽におけるバルキング⁵現象等)への対応を実施した。配管接合部の水漏れの原因は、配管接時の接着不足、モーター逆回転の原因は、誤配線、ポンプの不具合はポンプ着脱装置の設置状況に起因するもの、沈殿槽におけるバルキング(図3-2参照)は曝気槽の活性汚泥不足に起因するものと判断した。



図 3-2 バルキング現象 (2016年5月9日)

最適な汚水処理システム運転のために、工場からの排水データを当社のシステムの中でデータ把握できるようにし(電磁流量計の設置等)、そのデータの収集・分析結果をシステム運転に活用した。システムから収集できた排水量の概要を表3-1及び図3-3に示す。排水量の詳細データは添付資料5に示す。

⁵活性汚泥の沈殿不良。活性汚泥の膨化と呼ばれる現象で、正常な活性汚泥が持つ静置時の凝集・沈殿能力が損なわれて活性汚泥が軽くなった状態。活性汚泥をバルキング(膨化)させる原因は主に曝気槽の過負荷と酸素不足。曝気槽に処理能力以上の汚染物質が流入すると槽内部が過栄養(汚れた)状態になり、沈殿しにくいバルキング状態の活性汚泥になる。

表 3-1 ディガナ工場の平均排水量（単位：m³/日）

時期	流量調整槽 からの排水量	沈殿槽 からの排水量	処理量 の合計
2016年5月1日～5月7日	55	17	72
2016年5月8日～5月14日	63	29	92
2016年5月15日～5月21日	52	21	73
2016年5月22日～5月28日	45	24	69
2016年5月29日～6月2日	75	9	84
2016年6月7日～6月11日	89	8	97
2016年6月12日～6月18日	77	10	87
2016年6月19日～6月25日	80	13	93
2016年6月26日～7月2日	82	13	95
2016年7月3日～7月9日	80	16	96
2016年7月10日～7月16日	79	15	94
2016年7月17日～7月23日	46	30	76
2016年7月24日～7月25日	38	22	60
2016年7月27日～7月30日	62	17	79
2016年7月31日～8月6日	54	19	73
2016年8月7日～8月13日	51	30	81
2016年8月14日～8月20日	62	10	72
2016年8月21日～8月27日	68	11	79
2016年8月28日～9月3日	65	15	80
2016年9月4日～9月10日	57	21	78
2016年9月11日～9月17日	41	32	73
2016年9月18日～9月24日	43	34	77
2016年9月25日～10月1日	50	25	75
2016年10月2日～10月8日	75	8	83
2016年10月9日～10月15日	50	16	66
2016年10月16日～10月22日	58	20	78
2016年10月23日～10月29日	46	29	75
2016年10月30日～11月5日	34	34	68

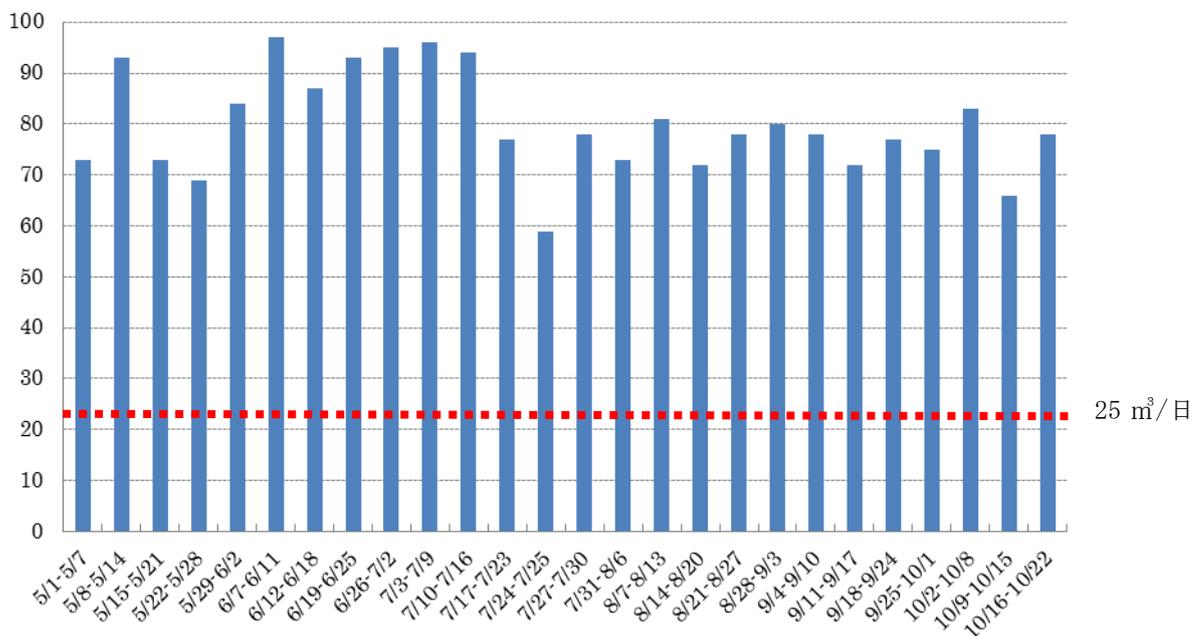


図 3-3 ディガナ工場の平均排水量の推移（単位：m³/日）

1-7:スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善されていることをモニタリングする。
 (2016年5月～10月)

水質モニタリングは、図 3-4 のとおり、試運転・システム調整期間中は、最大 5 箇所継続的に採水する（システム調整後は、最終排水のみとする）こととした。これは全体システムの特徴を考慮して、各プロセス処理後の状況を把握するためであるが、基本的には、④沈殿槽出口（最終排水）で改善状況を判定する。なお、2016年6月以降、上述の5箇所に加えて必要に応じて、既存污水处理施設である通性池、好気性池においても取水し、水質検査を実施した。

また、水質判定基準は、添付資料 4 にある全 31 項目のうち、基本的には、スリランカの酪農業における環境基準対象項目である BOD と COD の 2 項目とした。ただし、試運転・システム調整期間中において、活性汚泥の状況確認のため（活性汚泥の機能が不十分になると TSS の数値が上昇する傾向がある）、TSS についても継続的に検査し、グリース・トラップ新設のため、油脂分の検査も 4 月 27 日～6 月 16 日に実施し、グリース・トラップ設置前の状況を確認した。

このようなモニタリングにより、各プロセスでの処理状況を数値化して性能評価するとともに、5 月 12 日～25 日、8 月 4 日～15 日、9 月 23 日～30 日の 3 回のバルキング現象（後述のとおり、曝気槽への流入量増加によって曝気槽の活性汚泥の機能が低下したことが原因と推測。脚注 5 参照）とその対策実施の際には基礎データとして活用し、全体システムの性能評価にもなった。

pH については、現場にて適時、簡易検査を実施しており、4 月 27 日の CEA の正式検査も含めて、原水を除いて、これまで全て基準内（6.0～8.5）であることを確認した。

TSS については、BOD と COD の結果とほぼ連動していることが分かった。試運転・システム調整期間中、3 度に渡りスリランカ環境基準をオーバーする事態（5 月 12 日～25 日、8 月 4 日～15 日、9 月 23 日～30 日）となったが、これは上述のとおり、バルキング現象発生の主因である曝気槽の活性汚泥の機能低下が原因であると推測した。その特定期間中は BOD、COD、TSS の 3 指標とも基準オーバーとなったが、簡易検査が可能な COD をモニタリングすることにより、大よその水質を把握できることも分かった。

水質モニタリング箇所は、下記図 3-4 に示す。

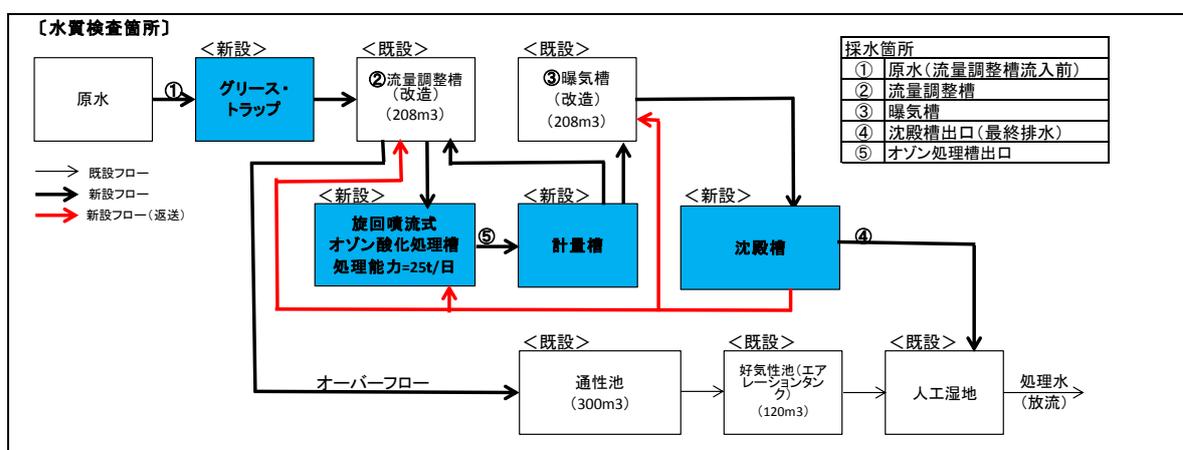


図 3-4 水質モニタリング箇所

試運転開始後最初の正式水質検査である 2016 年 4 月 27 日の結果は、表 3-2 に示す。

表 3-2 水質検査結果（2016 年 4 月 27 日）

採水箇所	BOD	COD	TSS	pH	油脂分
①原水（流量調整槽流入前）		6,785		7.4	273
②流量調整槽	1,656	4,107	1,245	6.7	76
③曝気槽	213	2,499	1,164	8.1	
④オゾン処理槽出口		3,928		7.3	
⑤沈殿槽出口（最終排水）	27	286	25	8.3	

（検査機関：CEA）なお、2016 年 4 月 27 日時点でグリース・トラップは未完成であったが、7 月末に実質的に完成し、油脂分対策が完了した。pH を除き、単位は、mg/L である。

その後の BOD と COD の推移は、表 3-3 に示すとおりである。2016 年 5 月 12 日～25 日は、1 回目のバルキング現象発生により、システムが不安定な期間であった。

4月の試運転開始後、まず曝気槽内のMLSS⁶ レベルを適切な水準に引き上げる必要があり、それに時間を要した。4月末にはいったん適切な水準に達したと判断したことから、5月1日以降、徐々に曝気槽に排水を導入し始めた。この時点での設定目標量は15 m³/日であった。ところが、原因不明であるが、5月6日前後に発生したと思われる（排水データより推測）排水の異常流入（一時は36 m³/日に達した）により、曝気槽の活性汚泥の機能が大幅に低下し、その結果、バルキング現象発生した。これら一連の事態を受け、その翌週には曝気槽への流入量を約25 m³/日まで絞り込んだ。これにより、バルキング現象は解消されたが、その主な原因と思われる曝気槽の活性汚泥はなかなか回復しなかった。そのため、システム全体が不安定な状態に陥った。曝気槽のMLSSは、5月12日の2,260mg/lから5月25日には430mg/lのレベルまで低下した。そこで、6月1日以降、数日間、曝気槽への流入を完全に停止させ、活性汚泥の回復を最優先とする対策を取った。これにより、曝気槽のMLSSレベルは徐々に回復し、それに合わせて、曝気槽への排水流入量を少しずつ増やした。

6月8日以降、システムの安定化に伴い、最終排水（沈殿槽出口）はスリランカ環境基準（BOD=30mg/L、COD=250mg/L）を満たし、7月18日の現場確認では、沈殿槽からの排水の水質は良好で、臭いもなく、オゾン酸化処理槽での処理量を徐々に増やしていくことにした（表3-3：7月21日の水質検査結果と合致）。

しかしながら、その後8月12日に曝気槽への排水流入量が46 m³/日に達して、2回目のバルキング現象が発生した。そのため曝気槽への排水流入量の調整を余儀なくされた。さらに、9月24日に曝気槽への排水流入量が42 m³/日に達したところで、3回目のバルキング現象が発生した。これらの対応の結果、曝気槽への排水流入量の上限は約40 m³/日と判断する。10月20日時点で、システムは機能回復し、3度のバルキング現象とその対策実施を通じて、安定化したものと判断する。

試運転・システム調整期間中、3度に渡りスリランカ環境基準（BOD=30mg/L、COD=250mg/L）をオーバーする事態（5月12日～25日、8月4日～15日、9月23日～30日）となったが、それは現場（沈殿槽）におけるバルキング現象の発時期と一致し、曝気槽の活性汚泥の機能低下が疑われる。一連の水質検査結果と合致するものである（表3-3参照）。

システムの安定化に向けた調整を継続した結果、8月末時点で、スリランカ環境基準（BOD=30mg/L、COD=250mg/L）を満たしている。その後、再度、スリランカ環境基準（BOD=30mg/L、COD=250mg/L）を超える事態（9月23日～9月30日）となったが、2016年10月20日時点で、人工湿地で合流後の最終放流水は、簡易検査でスリランカ環境基準（CODが250mg/L以下）をクリアしている。

最終の水質検査となる2016年11月8日時点で、沈殿槽出口の最終排水は、スリランカ環境基準（BOD=30mg/L、COD=250mg/L）を満たしている。

⁶ Mixed Liquor Suspended Solids の略。曝気槽内混合液中の浮遊物質。活性汚泥中の有機分解に関与する生物量を代表してMLSSで表す。

表 3-3 水質検査結果（最終排水の BOD と COD の推移） 単位：mg/L

採水日	BOD	COD
2016年4月27日	27	286
2016年5月5日	20	127
2016年5月12日	328	619
2016年5月18日	506	678
2016年5月25日	231	1,044
2016年6月8日	17	98
2016年6月16日	3	60
2016年6月23日	19	140
2016年6月30日	6	60
2016年7月7日	9	99
2016年7月13日	11	94
2016年7月21日	16	56
2016年8月4日	140	296
2016年8月11日	76	971
2016年8月15日	255	777
2016年8月23日	12	88
2016年8月31日	6	120
2016年9月6日	21	80
2016年9月15日	13	58
2016年9月23日	444	2,304
2016年9月30日	426	1,152
2016年10月7日	78	192
2016年11月8日	10	31
スリランカ環境基準	30	250

（検査機関：CEA）網掛けは、曝気槽の活性汚泥の機能低下が疑われる時期を示す。バルキング現象の発生時期と一致する。

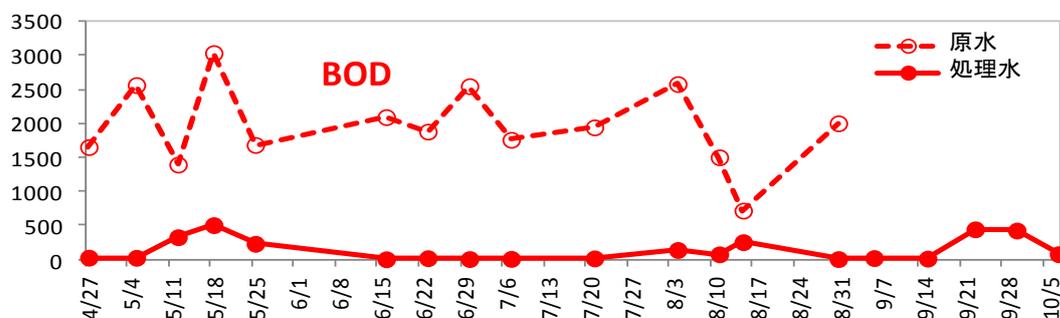


図 3-5 BOD の推移（原水と処理水の比較）

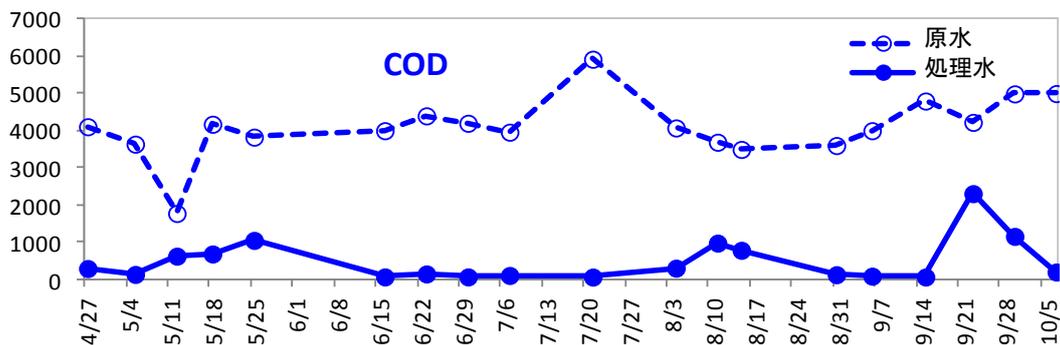


図 3-6 COD の推移（原水と処理水の比較）

1-8: 性能評価の結果やモニタリング評価に合わせ、必要に応じてシステムの調整・改善を行う。（2016年5月～10月）

これまでに次のシステム調整・改善を実施した。

- 1) 曝気槽に鶏糞、活性汚泥（シーディング用の種汚泥）を投入し、曝気槽の処理能力の改善。
- 2) オゾン処理が最適運転となるよう、計量槽の排水調整（曝気槽と流量調整槽への流入量の配分）の指導。
- 3) 工場排水からのゴミ流入によるシステムへの大きなダメージを防止するため、排水路のスクリーン設置および毎日の清掃を指導。
- 4) ゴミ流入を防ぎ油分の初期分離のためのグリース・トラップの設置。

第1回現地調査時点（2015年10月）において、汚水処理能力を25 m³/日と想定したが、工場からの排水量の正確なデータが初めて得られるようになった2016年5月末時点で、工場からの排水量（処理すべき量）が想定量よりはるかに多いことが判明したため、当社システム（曝気槽及び沈殿槽）への流入量を絞り込む調整を実施した。その後、2016年6月末より徐々に曝気槽及び沈殿槽への流入量を増やし、当社システムの最適化を目指した。

1-9: 調査結果をまとめるとともに汚水処理技術の先進性・優位性を確認する。（2016年10月）

当社システムの性能をまとめると、システム導入前後の処理水比較（2016年4月7日と8月31日の比較）では、BODが318mg/Lから6mg/Lに、CODが4,480mg/Lから120mg/Lに改善、原水と処理水の比較（2016年8月31日時点）では、BODが2,006mg/Lから6mg/Lに、CODが3,600mg/Lから120mg/Lに改善している。COD、BODともスリランカ環境基準を満たしている。改善の指標となる除去率（2016年4月25日から8月31日までの平均）は、BOD=92.5%、COD=90.3%と満足できる結果であり、ステアリング・コミッティ（第3回）で報告した。図3-5及び図3-6は、原水と処理水のBOD、CODの推移を示し、除去率を示している。図3-7に示すように、原水と処理水（最終排水）の改善された様子は明らかである。



図 3-7 原水（左）と処理水（最終排水：右）の比較（2016年10月15日）

また、オーバーフローしている排水（図 3-9 において流量調整槽から適性池へのフロー）についても、2016年10月に既存施設（人工湿地）の改善が完了し、全体として（当社のシステムとオーバーフロー分の合流として）スリランカ環境基準を満たしている。2016年10月20日時点で、人工湿地で合流後の最終放流水は、簡易検査でスリランカ環境基準（CODが250mg/L以下）をクリアしており、その処理水の状況は、図 3-8 に示す。



図 3-8 各モニタリング箇所における処理水の状況（2016年10月20日）
左側から①原水、②流量調整槽、③曝気槽、④沈殿槽出口（最終排水）の順
（番号①、②、③、④は図 3-4 の採水箇所番号と一致）

システムの調整・改善後の汚水処理フローは、図 3-9 に示す。

システム上、汚泥を沈殿槽から流量調整槽・オゾン酸化処理槽・曝気槽に返送する（図 3-9 のレッド色のライン）ことが可能であり、当社のシステムの処理能力を超える排水は既設設備にオーバーフローさせ、必要に応じて曝気槽から好気性池に定期的に汚泥を移送し（図 3-9 のオレンジ色のライン）、好気性池の活性化を図ることも可能としている。

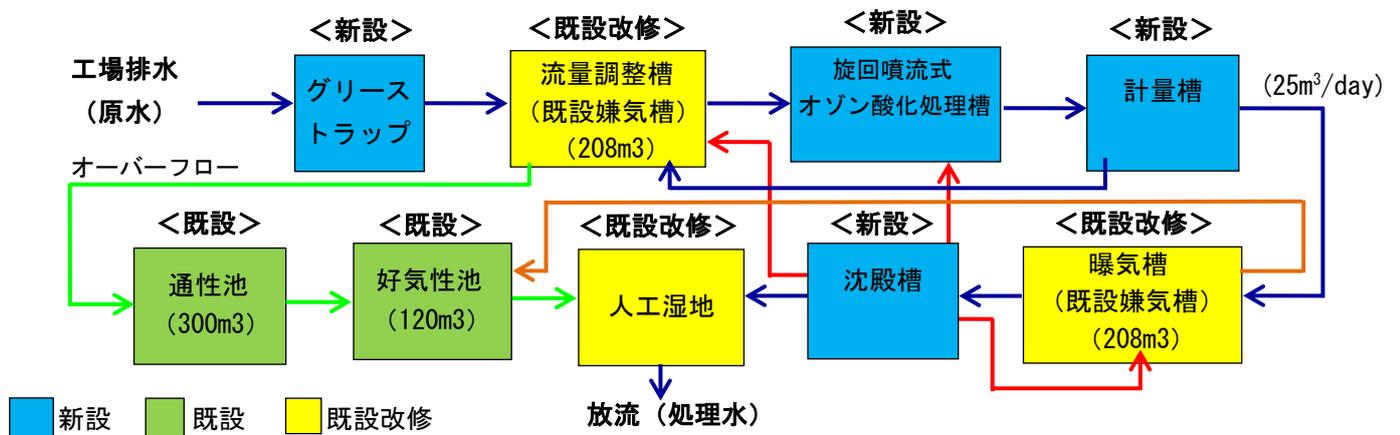
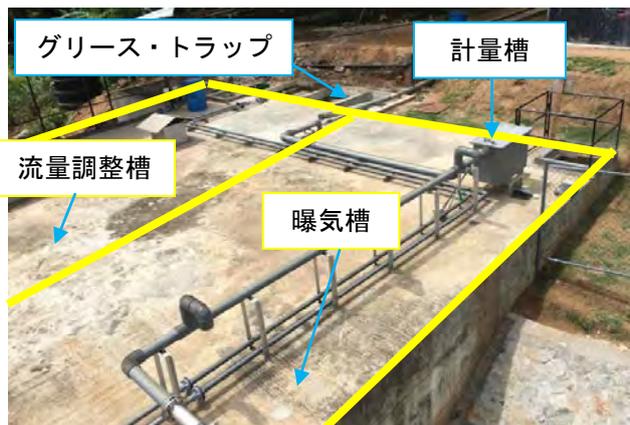
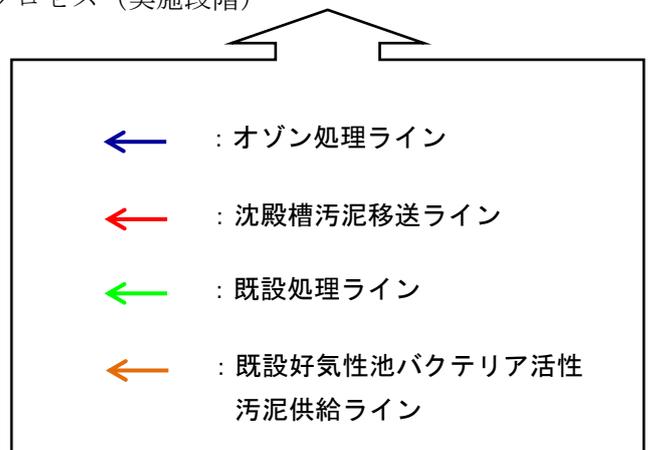


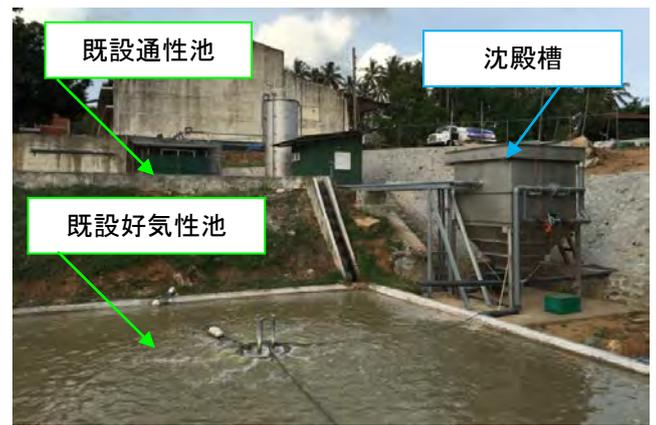
図 3-9 メインプロセス (実施段階)



施設外観写真①



施設外観写真②



施設外観写真③

【成果 2 にかかる活動】

2-1: 事業実施国政府関係機関が適切かつ継続的に機材を利用できるようにシステム運転維持管理マニュアルを作成する。(2016年4月~6月)

「システム運転維持管理マニュアル」は、現場状況を逐次反映させながら、目で分かるよう写真を掲載して、完成させた。日本語と英語で作成した。「システム

運転維持管理マニュアル」とは別に、「安全マニュアル」（日英併記）も作成した。

特に、現地では停電が頻発していることから、「停電時対応マニュアル」も作成した。

2-2: 上記 2-1 で作成したシステム運転マニュアルに基づきミルコ社担当者に現場指導を行う。(2016年4月～10月)

工場スタッフにシステムの運転指導を行った。あらかじめ工場側にシステム運転の管理責任者を新たに指名してもらい、その上で、その管理責任者を含むスタッフ（2～3名）に現場にて当社の技術者が実際に運転操作を見せ、さらに工場スタッフに運転を行わせ、運転指導を行った。当社技術者による直接的な運転指導は、4月の試運転開始以降、延べ10日間になる。

2016年3月31日、4月27日、6月8日には、工場スタッフだけでなく、工場長以下工場幹部4名立ち合いのもと、運転指導を行った。その後、システム運転マニュアルに基づき、手順を確認した。手順の確認は、実際に工場スタッフに運転操作をさせ、それを当社技術者が目視確認することにより実施した。

システム運転に際しては、処理水質の安定化とシステムの延命化を第一に、メンテナンスも指導した。指導対象者は、上述の管理責任者を含むスタッフ（2～3名）であり、システム運転マニュアルに「日常点検、管理内容まとめ」を記載し、「毎日実施」と「定期的に実施」する項目に区分して、繰り返し確認している。

しかし、停電復旧時の不手際（運転指導したにもかかわらず、タイムリーな復旧に手間取る）や日常の清掃メンテナンスが未だ不十分である状況に鑑み、継続して現場指導する必要がある。

なお、現地で頻発する停電対応策として、「停電時対応マニュアル」をもとに現場スタッフへの指導を行った。非常用発電室（24時間対応スタッフが滞在）にもオゾン機械室と連動した警報器を設置し、非常事態に迅速に対応できるよう工夫した。

2-3: 本邦受入活動として、事業実施国政府関係機関の担当者に対し、汚水処理システムの運転・維持管理指導、日本の環境制度等を紹介する。(2016年8月)

ミルコ社及びCEAの上層部及び実務レベルより人選し、ミルコ社から3名、CEAから3名の合計6名が参加し、システムの運転・維持管理に関して、当社の地元でもある帯広にて実践的な研修を行った（8月21日～27日）。帯広十勝地域には、その経済成長戦略である「フードバレーとかち」によって、CEA及びミルコ社によって非常に参考となる小・中規模食品加工場が集積しており、外部人材を活用して「フードバレーとかち」との連携を図るために必要な視察等も行った。受入活動の概要は下記表 3-4 に示す通りである。

表 3-4 本邦受入活動概要

活動		主な内容
ワークショップ (技術説明、事例紹介、意見交換) 8月23日		「旋回噴流式オゾン酸化法」の技術説明
		「地方創生連携」の事例紹介
		「ホエーの活用」の技術説明
		「地方創生による開発技術」の事例紹介
工場視察 8月23日	六花亭本社工場視察	排水施設の視察及び施設の維持管理の説明
	コスモ食品北海道工場	廃棄物（ホエー等）の有効活用等の技術の視察
工場視察 8月25日	コープさっぽろ江別工場	排水施設の視察及び施設の維持管理の説明
	明治十勝工場	乳製品製造工程の視察及び品質管理の説明
	雪印メグミルク大樹工場	乳製品製造工程の視察及び品質管理の説明
研修総括 8月26日		研修内容についての振り返り、意見交換

実際のプラント視察や各施設関係者との質疑応答を通して、オゾン酸化法に関する理解はかなり進んだ。日本の環境基準やモニタリング制度、廃棄物の有効活用等の技術ノウハウについても説明を行った。

一連の活動を通じて、当社とカウンターパートであるミルコ社、そしてファシリテーターである CEA の 3 者の協働体制を強化、発展させることができた。その結果、以下について 3 者での共通認識を得ることができた。

- ① 2016 年 10 月予定の完成式典の実施に向けて、JICA を含めた 4 者で協力していく。
- ② 今後 CEA がスリランカの廃棄物処理分野で中長期的なプロジェクトを組成するに際して、本邦受入での研修事例を参考に、日本の先端技術を取り入れることが有効である。
- ③ スリランカと日本の大学（具体的には、スリランカのペラデニア大学、日本の帯広畜産大学の名前が挙がったが、個別大学からの要請があったわけではなく、あくまでアイデアとして）間の連携を端緒に、状況によっては当社が連携促進役となって、例えば乳製品製造時の副産物（具体的には、ホエーの名前が挙がった）の利用や資源リサイクルに関して、双方で産学連携の可能性を探ることが重要である

上記③の意見を踏まえて、ペラデニア大学と当社の地元にある帯広畜産大学との連携を当社が取り持つ形で連携を模索している。

【成果 3 にかかる活動】

3-1: スリランカにおける汚水処理に係る法制度やニーズ、汚泥処理の現状、電力事情、補助金制度等を調査する。(2015 年 10 月～2016 年 9 月)

スリランカにおける汚水処理に関するニーズは非常に高いが、法整備や補助金等のインセンティブ制度は未整備である。これまでの調査（CEA を含む関係者へのヒアリング及び文献調査）では、工場に対するスリランカ政府の補助金はなく、CEA

の特別プログラムやトレーニングもない。

スリランカにおける汚水処理および排水に係る法制度としては、国家環境法があり、それをもとにBOIが環境基準（Environmental Norms）定めているが、本事業はEPZ外であり、実質的にCEAがEPLの状況をモニターしている。また、上記環境基準には、廃棄物管理等に係る規制もあるが、当事業では実質的に「内陸水域水面に排出の場合の工業排水の許容限度値」（添付資料4参照）をクリアできるかどうか問われている。

CEAの環境基準は、BOIの定める基準と同一であるが、CEAでは各業種別に汚染規制ガイドライン（Industrial Pollution Control Guidelines）を定め、個別具体的な相談に応じている。当事業では、“No. 5 - Dairy Industry”（酪農業）における環境基準が該当すると考えられる。

上記ガイドラインによれば、酪農業では特別な環境基準はなく、通常環境基準が適用される。また、排気に関する規制もなく、通常「内陸水域水面に排出の場合の工業排水の許容限度値」が適用される。その中で特にBODとCODが重視されており、最終的な基準値達成のため、第一段階としてBOD(20℃, mg/L)150、COD(mg/L)400の暫定基準も定められていることから、廃水性状と汚水処理施設の段階的な改善が想定されている。

CEAは、EPL違反への対策として、排水に関する負担金制度（Wastewater Discharge Fee:”WDF”）の導入を検討しているとの情報があるが、現在のところ、実施の目途は立っていない。WDFは、その制度内容によって、汚水処理のインセンティブになるものや補助金となるもの、あるいは違反への罰金とみなされるものなどが考えられ、米国やヨーロッパの一部で導入されており、スリランカ政府としては他国の事例も参考にしながら、排水の汚染負荷の高い業種（繊維、食品、化学）を優先対象に、CODを基準にして負担金を計算・徴収するシステムが想定されている。もし導入された場合、負担金を原資にして汚水処理施設の導入や改善に補助金を出す仕組みが考えられ、汚水処理技術の普及促進につながる可能性がある。CEAの事前調査によれば、ケラニ河沿いの調査対象（58事業所）のうち、50%はそもそも汚水処理施設がなく、20%は処理施設があるものの環境基準を満たしていない。

電力事情については、セイロン電力庁年次報告書によれば、総発電量及び発電源別の推移は表3-5及び図3-10のとおりである。最新情報は2013年実績までしかないが、電力の需要増に対応するため、2011年以降、石炭火力発電が増えている。水力発電量の変動が大きく、安定性に欠けているが、火力発電にて総発電量を調整しているように思われる。発電源の内訳は、水力57%、火力27%、石炭14%、その他2%である（2013年）。

表 3-5 スリランカの総発電量

(単位： GWh)

年	水力	火力	石炭	NCRE	合計
2006	4,634	4,751		4	9,389
2007	3,947	5,864		4	9,815
2008	4,130	5,763		8	9,901
2009	3,881	5,975		27	9,883
2010	5,634	4,995		86	10,715
2011	4,618	5,747	1,038	124	11,527
2012	3,292	6,935	1,404	171	11,802
2013	6,926	3,304	1,469	263	11,962

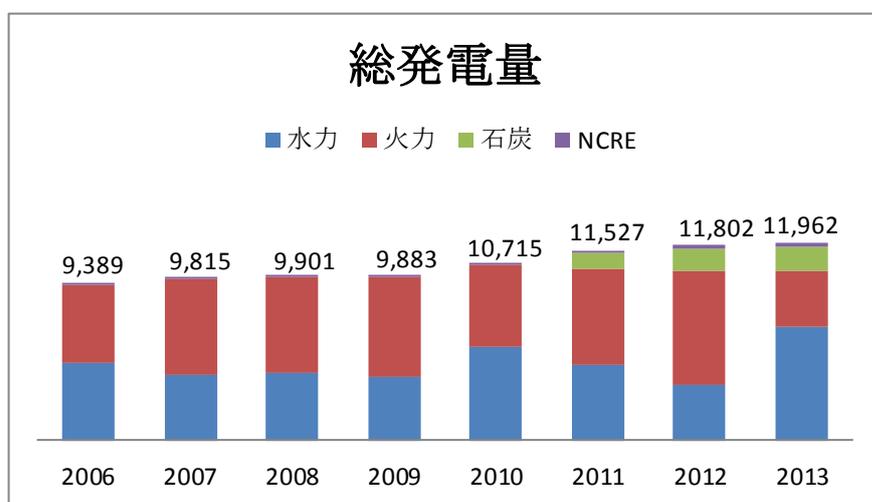


図 3-10 スリランカの総発電量の推移

出典：セイロン電力庁年次報告書（2006年～2013年）

総発電量は微増しているが、電力需要は供給を上回るペースで増えていると予測され、当工場でも停電が頻発している。そのため、自家発電装置が備わっているが、停電時の対応が課題である。そのため、停電復旧時のシステム運転操作を「停電時対応マニュアル」に明記した。

3-2: 導入した污水处理システムを活用して説明会や研究会を開催し、污水处理システムの効果・優位性等を示すPR活動を実施する。(2016年10月)

それらを通じて、ローカルスタッフに専門的な知識や経験を得る機会を提供し、人材育成にもつなげる。

2016年10月、新プラントをミルコ社に譲与し、その後はミルコ社の責任にて維持管理を行う。譲与後は、必要に応じて、ミルコ社と当社が別途契約を締結することになるが、導入した污水处理システムを活用して説明会等を開催することについて、ミルコ社側の協力を得られることになっている。当社の技術の今後ビジネス展開に活用する。

また、ペラデニア大学の Dr. Herath の研究室の学生らのフィールドワークの場として活用することについて、関係者の同意が得られた。

3-3: 汚水処理システムへの関心が高い組織に対し、重点的にシステム提案を行い、投資インセンティブを確認する。(2016年3月～10月)

普及営業活動の一環として、ミルコ社のディガナ工場の姉妹工場のアンベウエッラ工場について、現状把握と口頭での技術提案を実施した(2016年3月11日)。具体的には、当社の汚水処理システムの導入(420トン/日)、スラリータンクの設置(2,000トンを「Quick2」で処理して、液肥として周辺農家へ提供)、廃棄乳の活用(3トン/月の廃棄乳を腐植化技術活用して植生基盤材として販売)という幾つかの技術を組み合わせた将来の総合的な改善提案である。その後も意見交換、情報交換を継続している。

また、CEAにも技術提案を実施した(2016年3月18日)。その後も意見交換を継続している。具体的には、「Quick2」や腐植化技術の紹介であり、それらをきっかけに当社の汚水処理システムの導入候補企業、候補地を探っている。2016年10月には、CEAより当社の汚水処理システムの導入候補企業の紹介を受け、説明会を開催した(2016年10月19日、21日)。

3-4: 上記普及活動をもとに、事業展開案を検討する。(2016年8月～10月)

表1-5にある「EPLの不合格企業」、あるいは表1-6にある「環境問題の苦情で未解決になっている件」について、今後の事業展開の対象になり得ると考え、当社の技術の適用の可能性について検討している。

3-5: 完成式典・現地説明会を開催する。(2016年10月20日)

地方経済省ペリスゲ・ハリソン大臣、菅沼健一日本国特命全権大使、天田聖 JICA スリランカ事務所長、設楽守良当社長をはじめ、約100名の関係者が出席し、完成式典及び現地説明会を開催した。JICAによるプレスリリース、テレビ・新聞報道(添付資料9参照)があり、大きな営業的な効果もあった。完成式典開催に合わせて、現地説明会も開催し、英語の営業用説明書を作成し、さらにそれを説明パネル(90cm×150cm)としてプラント内及びディガナ工場内会議室に設置し、営業活動に活用している。

2016年10月22日付のスリランカ全国紙(英字新聞)2紙(Daily Mirror、Daily FT)において、当プロジェクト完成によってミルコ社はもとよりCEAやローカルコミュニティに大きな恩恵をもたらす旨、大きく取り上げられた。その後、当社の「旋回噴流式オゾン酸化法」やそのシステムについて、事業者等(ミルコ社以外)から具体的な問い合わせや引き合いが3件あり、対応している。

2016年10月20日のステアリング・コミッティ(第3回)における事業成果の発表では、当社の「旋回噴流式オゾン酸化法」やそのシステムの特徴を再確認し、改善の指標となる除去率(2016年4月25日から8月31日までの平均)はBOD=92.5%、COD=90.3%であり、全体として非常に満足のいく結果が得られたことを当社とミル

コ社で確認した。

【環境社会配慮にかかる活動】

4-1:環境チェックリストの内容を踏まえ、初回調査時に調査すべき項目を検討・決定する。(2015年10月～2016年4月)

初回現地調査時(2015年10月)より第3回現地調査時(2016年4月)まで検討を継続し、2016年4月、システム稼働後の水質検査及びその他必要な調査項目の詳細を決定した。添付資料4のスリランカ環境基準のうち、表2-1にあるとおり、BOD、CODの重点2項目をモニターし、TSS、pH、油脂分の3項目についてもシステム調整に必要な項目として、補助的にモニターする。これまでのミルコ社とCEAとのEPLの更新をめぐる経緯から、特にBODとCODが重視されており、結果として(特にミルコ社にとって現状では)BODとCODがスリランカ環境基準の重要な指標となっているためである。

モニター結果は、水質検査結果として添付資料6に示す。

4-2:決定した調査項目に基づきデータ収集・分析および確認を行う。(2016年5月～10月)

ミルク製造能力の増強等により、工場からの排水量が当社の当初想定量を大幅に超過している。表3-1(ディガナ工場の平均排水量)及び添付資料5(排水量データ)によれば、当初想定していた排水量約25 m³/日に対して、実際には平均59～97 m³/日であり、日々の変動が激しく、特に祝日や週末による工場操業停止の影響を受けている。また、何らかの理由で、突発的な変動も起きている。従って、そのような変動に対応できるような柔軟なシステム運転調整が求められた。

その結果、表3-3、図3-5、図3-6及び添付資料6(水質検査結果)に示すとおり、エラーを繰り返しながら、3回のバルキング現象とその対策実施、そして機能回復を経験して、徐々にシステムは安定化してきた。

このような状況を関係者間で情報共有し、全体としてスリランカ環境基準を満たすために必要なアクションを当社より提案し、実施した。アクションの具体的な内容は次の通りである。

- 1) 既存の(機能していない)人工湿地を改善し、日々の清掃活動を継続する。
- 2) 好気性池のエアレーターを機能させる。
- 3) 廃棄ミルクのシステムへの直接投棄を止める。
- 4) 洗浄用苛性ソーダの使用を最小化し、システムへの直接排水を止める。
- 5) 日々の清掃活動(特に、グリース・トラップ、通性池)を継続する。
- 6) 停電の復旧対応に注意する。
- 7) ディガナ工場側のシステム運転管理体制の構築が重要である。
- 8) 通性池の改善策として「Quick2」の使用を検討する。

(2) 事業目的の達成状況

【成果①（ミルコ社ディガナ工場の既存汚水処理場の廃水がスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善される）に対する分析】

嫌気槽（既設）については、システムとして再利用する前提として、内部に堆積した汚泥（2007年の設置以来、清掃がなされていなかったと思われる）を安全に処理するという課題に直面した。活動結果は、本文 3. (1)1-5:1) に記載したとおりであるが、「Quick2」使用内容を下記に整理する。

<「Quick2」選定経緯>

第1回現地調査(2015年10月)において、当初システム導入にあたり、嫌気槽の清掃は、ミルコ社が行うことになったが、有毒ガス等の発生により清掃作業が難航し、その後、本事業遂行上、必要不可欠な作業との認識から、当社が「Quick2」を日本から輸入し、散布することにより対処した。「Quick2」の使用は、第1回現地調査において、既存嫌気槽の清掃（汚泥の安全な除去）が課題として認識された段階で、汚泥処理対策の1つとして検討を開始したものであるが、最終的に、現地ミルコ社側で安全にしかも期限内に処理できる方策が示されなかったことから、日本(北海道)で同様なケースで使用実績がある Quick2 を利用した。北海道の酪農スラリー対策に使用実績があり、有機汚泥の悪臭（アンモニア、硫化水素）対策と肥料化ができる唯一のものであり、今回の有毒ガス対策にも使用可能である。

<「Quick2」使用内容>

ミルコ社、当社とも、もともと汚泥対策は危険であることを十分に認識しており、第1回現地調査（2015年10月）において、ミルコ社による事前作業として、既存嫌気槽の清掃、既存嫌気槽に開口部の追加設置等の対策が合意された。しかし、第2回現地調査（2016年3月）時点においても、ガス検知器による測定の結果、可燃性ガス濃度（LEL：爆発下限界）は100%超で、着火源があれば爆発する非常に危険なレベルのままであった。硫化水素は空気より重いいため最初は検知できなかったが、汚泥下部より高濃度（27ppm）が検出され、除去作業は非常に危険な状態であった。

そこで、既存嫌気槽内の汚泥の状況（水分、pH、臭気、ガス検知等）、汚泥量、汚泥の取り出し方法等を現地で確認しながら、「Quick2」の希釈水を嫌気槽内に検査口を通じて高圧噴射機で噴射攪拌する方法を採用した。それにより、嫌気槽の汚泥の危険レベルが大きく低下し、バキュームによる汚泥の吸引作業が可能となった。その結果、嫌気槽内の清掃が完了した（2016年3月20日）。

<「Quick2」使用に関連した成果等>

既存施設の再利用の難しさが浮き彫りになったが、いずれ対処すべき課題であり、本文 3. (1)1-5:2) に記載したとおり、「Quick2」で安全に処理した汚泥は「リサイクル土」として再利用した。本文 3. (1)1-5:8) に記載した通り、オーバーフロー排水対策（通性池の改善策）として「Quick2」の使用を提案しているが、同時に、「Quick2」を利用した汚泥をリサイクルする提案でもある。「Quick2」は、本事業の経験から、その即効性、扱い易さ、機能等が優れていることが実証された。即効性は、「Quick2」の急速分解力による無臭化・無害化であり、現場での実感・検知器によって実証され、扱い易さは、「Quick2」（液体）を水で希釈し、散布するだけ（ただし、散布対象の汚

泥の流動性確保は必要)¹¹で汚水全体に効果が出ることを指しており、機能は、無臭化・無害化に加えて、汚泥の堆肥化（リサイクル土）の可能性を示せたものとする。現在のところ、日本（製造元）からの輸入に限られるが、大きな需要が見込まれる場合には、製造元がスリランカでの現地生産を希望することも十分考えられる。

また、上記の「Quick2」使用過程で、既設のエアレーションが全く機能していなかったことが判明した（外部からの観察では不明であった）。当社では、エアレーション配管工事に工夫を凝らした。具体的には、エアレーションのディフューザーにスプリングディフューザー¹²を用いた。

高濃度負荷排水問題として、当初設計の約 5.4 倍の高濃度負荷排水が流入してきている。表 3-6 において、原水の COD は 1,800mg/L（2013 年 9 月 2 日）から 9,780mg/L（2016 年 4 月 7 日）に約 5.4 倍となっている。工場生産能力増強、乳製品の廃棄等により、排水量の増加、高濃度負荷排水になっていると想定される。この状況に対して、システム調整で対応しつつ、ミルコ社に対しては、雨水の流入防止の徹底、スクリーン清掃等の徹底によるゴミの流入防止、廃ミルクの直接投棄の禁止等を繰り返し働きかけた。オーバーフロー排水（当社のシステムの容量を超過する排水）の処理対策としては、既設の通性池、好気性池、人工湿地の清掃と機能改善を強く働きかけた。その結果、2016 年 10 月時点で、廃ミルクの直接投棄は見られなくなっており、通性池、好気性池、人工湿地の清掃は完了している。これらの改善効果は、2016 年 10 月 20 日の簡易検査でスリランカ環境基準（COD が 250mg/L 以下）をクリアしていることにより確認した。

¹¹ 「Quick2」使用量は、添付資料 2 にあるとおり、使用目的や対象となる汚泥の状況にもよるが、汚水量 1 トンに対して、「Quick2」の使用量は 0.01%～0.1%である。本件の場合、嫌気槽に最大 400 トンの処理すべき汚水があり、「Quick2」使用量を 0.05%と見積もって、「Quick2」（1 箱 200）10 箱の合計 2000 を調達した（輸送費用を含めて約 60 万円）。仮に「Quick2」を使用せず、換気設備による発生ガス対策やガス処理設備、汚泥回収運搬設備等を設置する対策を実施する場合、1,000 万円以上の費用がかかると見込まれる。

¹² ディフューザー（diffuser）の一種。排水処理における曝気処理・攪拌処理に適した散気装置。スプリング（板バネ）が組み込まれており、スプリングの振動により高い酸素吸収効率を長期間安定して維持できる。

表 3-6 高濃度負荷排水（2016年4月7日水質検査結果）

主な指標		スリランカ 環境基準	2016年 4月7日		2013年 9月2日
			処理後	原水	原水
BOD (20°C、mg/L)	生物化学的 酸素要求量	30	318	1,080	225
COD (mg/L)	化学的酸素 要求量	250	4,480	9,780	1,800
pH			7.4	6.7	
濁度			289	1,320	

出典： 2013年9月2日のデータはミルコ社提供

2016年4月7日のデータはDr. Herathのラボによる検査結果

水質検査を毎週実施し、その結果及び現場での簡易検査結果を見ながら、当社による新しいシステム（オゾン槽と沈殿槽による処理）への流入量調整を実施した。具体的には、計量槽において、曝気槽への流入量を1.0～2.0 m³/時で調整した。また、曝気槽の状況は、毎日SV計により確認（30分経過で沈降率が約20～30%を示すことを確認）し、流入量調整の目安とした。たとえば、2016年7月21日の工場原水から放流までの排水フローは、図3-11のように分析している。その際のSV計の状況は、図3-12に示す。

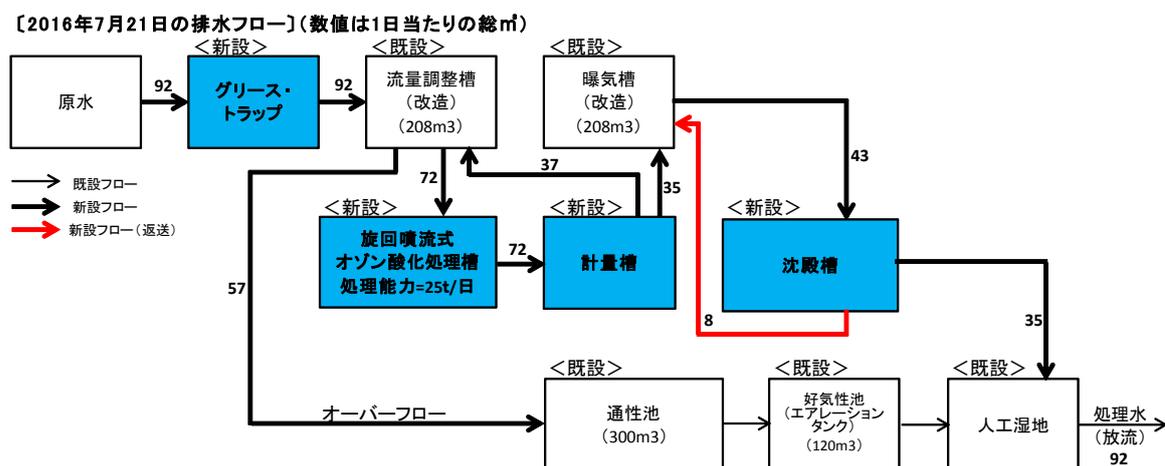


図 3-11 排水フロー分析（2016年7月21日）



採水直後の状況

30分経過後の状況

図 3-12 曝気槽における SV 計による確認

改善達成状況をまとめると、本文 3. (1) 1-9 にあるとおり、システム導入前後の処理水比較、原水と処理水の比較の両面で、BOD、COD が大きく改善し、スリランカ環境基準を満たしている。改善の指標となる除去率（2016 年 4 月 25 日から 8 月 31 日までの平均）は、BOD=92.5%、COD=90.3%と満足できる結果である。

また、オーバーフロー排水を含めた全体として（当社のシステムとオーバーフロー分の合流として）スリランカ環境基準を満たしている。2016 年 10 月 20 日時点で、人工湿地で合流後の最終放流水は、簡易検査でスリランカ環境基準（COD が 250mg/L 以下）をクリアしている。

【成果②（ミルコ社による汚水処理システムの維持管理体制の構築を行い、その体制が継続される）に対する分析】

2015 年 10 月 22 日の第 1 回ステアリング・コミッティでは、設備譲与後はミルコ社の責任にて維持管理を行うことを確認し、2016 年 10 月 20 日に機器引渡し証明書が三者（ミルコ社、当社、JICA）署名の上、発行された。

機器引渡し証明書発行と同時にミルコ社に「システム運転維持管理マニュアル」「安全マニュアル」「停電時対応マニュアル」も手渡し、一連のシステム運転指導が完成した。工場側のシステム運転の管理責任者が指名されており、日常の清掃メンテナンス等も含めて、維持管理体制が強化、継続されることが期待される。

当社とミルコ社は別途、維持管理契約を締結することも期待される。

【成果③（汚泥削減型の巡回噴流式オゾン酸化システムの普及展開案が策定される）に対する分析】

ミルコ社アンベウェッラ工場では、汚水処理施設は無く、工場排水を一度調整槽で受けて、そのまま用水路を通じて近くの川に放流している状況である。近隣農家（多様な野菜を栽培）は、ホエーが含まれている排水を畑に引き、肥料として活用している。今後、環境規制が強化されることを見越して、汚水処理計画を作成する

必要があり、工場を含む地域全体の活性化のための計画作成が望まれる。その際、本件技術の「旋回噴流式オゾン酸化法」の導入提案だけでなく、工場から出る廃乳と組み合わせた腐植化技術や「Quick2」と組み合わせた「リサイクル土」の活用等の環境改善技術との組合せながら、事業者のニーズに応じていくということが有効であると考えられる。環境改善技術を組み合わせたアプローチにより、現場状況や事業者のニーズに効果的かつ柔軟に応じていく。

また、本事業での設計・搬入・設置・試運転の一連の活動を通じて得た知見をもとに、現地適合性を高め、低コスト化という現地ニーズに対して、資機材の現地調達率の向上、システムの簡素化、ローカル化で対応していく。

ミルコ社ディガナ工場は、当社製品のショーケースとして活用する。この実績をもとに、既存食品工場のリニューアルや拡張時に本技術の導入を図る。その際、上述のとおり、より低コストでの導入を促進するため、資機材の現地調達率の向上を図る。

【環境社会配慮に対する分析】

本件事業の一環として、フロアの振動対策を検討し、設置場所及び設置方法を再設計した。また、既存施設の清掃作業、污水处理施設へのアクセス用の歩道整備や斜面保護を含むランドスケイピング、シンボルツリーの植樹等も実施し、プロジェクト全体として、環境に配慮し、污水处理について（工場従業員を含む）関係者全員の関心が高まるよう工夫した。また、安全対策として、フェンスの設置やシンハラ語での危険表示板の設置も実施した。

日本では、振動規制法や悪臭防止法等の法令が設定されているが、現在のスリランカの環境基準では、工業排水処理施設における振動や悪臭に関する明確な基準がなく、また景観や清掃等に関しても改善意識が低く、あくまで事業者の自主的な対応となっている。将来的には日本の様なガイドラインが環境基準に盛り込まれるべきであり、今回のケースがその1つの参考事例になることを期待する。

さらに、環境社会配慮への啓蒙活動として、ミルコ社ディガナ工場の「ごみゼロ運動」を提案、初めて実施した。これは、新たな污水处理施設の稼働開始の機会を捉えて、工場長以下、工場従業員全員に声をかけ、あくまで自主活動として環境美化活動（ごみ拾い）を実施したものである。第1回目となった2016年7月22日には、100名を超える参加者が集まり、日本における同様な活動を紹介した上で、污水处理場を含む工場敷地全体の清掃活動を実施した。工場側によれば、今後も継続的に実施するとのことである。本件事業実施前の状況と比較すると、工場敷地内のごみの散乱はかなり改善している。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

既存污水处理場に、「旋回噴流式オゾン酸化法」を用いた污水处理システムを追加導入し、既存処理場の機能を強化できることが実証できた。工場廃水が全体として（今回導入したシステムと、そのシステムと既存施設を合わせた処理のどちらも）スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善された。これにより、スリランカの工場廃水等

による水源汚染問題の解決に一つの技術的な解決案を提示できた。

CEA が作成するガイドライン” No. 5 - Dairy Industry”（酪農業）では現在、主に微生物を使う方法（生物学的処理）が紹介されているだけであり、今後、本事例を参考に、オゾンを使う方法（物理化学的処理）も解決策の一つとして紹介するよう働きかける予定である。それが課題解決策の選択肢を広げ、ひいては当社のビジネス展開に資するものと考ええる。

BOI は、CEA と同様に、スリランカにおける工業団地内の污水处理場を管轄しており、工業団地内の污水处理場を対象に当社が解決策を提案する場合には、CEA が管轄した事例の成果をそのまま活用できると考える。

課題解決の際に求められる検討の1つとして、損益への影響が挙げられる。本件事業の場合、もし仮に当社システムを導入しなかった場合の代替案との比較が有効である。当社システムを導入しなかった場合、既存施設の単純な増改築が必要となるが、嫌気槽や通性池・好気性池の新たな建設コストが必要となり、常識的には当社システム以上のコストがかかると推測される（そもそも立地上の制約からそのような拡張は現実的に不可能と思われる）。もう一つの論点として、もし仮に当初想定（25 m³/日）ではなく、実際の排水量レベル（50～100 m³/日）が判明していたとした場合の設計案との比較検証も有効である。仮に当初より排水処理量が50～100 m³/日と判明していた場合でも、設計上・予算上の制約から、現在の設計とほぼ同じシステム設計となったと考えられる。即ち、既存污水处理施設の改善と当社システムとの併用案である。

これら検討の結果として、当社システムは、様々な制約（特に土地利用上の制約）がある中で、污泥処理に関する柔軟性、対応力が非常に高いことが実証できたと考える。

（4）日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

【貢献1】

中小企業のアジアマーケット開拓事例として、北海道の中小企業がアジアマーケットに販路を拡大可能というモデルケースの一つになったと考える。本事業で当社の特許技術を活かした污水处理性能を実証できたことから、この実績をもとに、スリランカにおける事業範囲を拡大させながら、污水处理システムの販売が伸びることにより、雇用創出や関連プラントの製造・販売を通して地元経済・地域活性化に貢献できる。

海外への販路を広げることは、地元北海道で生まれた特許技術が海外で貢献できるということであり、中小企業のアジアマーケットの開拓事例として、北海道経済のモデルケースにもなり、さらなる技術開発への意欲と深度が深まることが期待できる。

（添付資料9参照）

【貢献2】

本事業では、スリランカ側の研究開発拠点でもあるペラデニア大学という国立大学との協働の可能性も検討しており、それができれば新たな（国境を越えた）産学連携にも発展し、日本とは異なる環境下での実証事業を通じて得た新たな知見は、技術的応用の成果として、地元での新規事業開拓のヒントとして積極的に情報発信していく。

ペラデニア大学と当社の地元にある帯広畜産大学との連携を当社が取り持つ形で連

携を模索している。

【貢献 3】

本事業は酪農関連の污水处理分野であるが、今後、污水处理だけでなく、地元で蓄積されている酪農関連の様々な技術ノウハウ（たとえば、乳製品生産技術や乳製品販売ノウハウ、ホエー豚の飼育）や帯広十勝地域経済成長戦略「フードバレーとまち」との連携を通じて、スリランカとの連携を促進し、商機を生むきっかけにできると考える。地方創生連携に精通した外部専門家のアドバイスも得ながら、本事業終了後も継続的にスリランカにおいてビジネス展開ができるような信頼関係の構築ができたと考えている。ひいては、広く酪農関連産業を通じて、地元経済・地域活性化に繋がるものと考えている。

スリランカでは現在、ホエー¹⁴は污水处理施設中に廃棄されており、このホエーの有効活用がなされれば、污水处理施設の汚濁負荷が下がり、ランニングコスト低減と安定した放流水質確保につながるため、まさに一石二鳥となる。

(5) 環境社会配慮

①事業実施前の状況

本事業の事業地であるミルコ社のディガナ工場（乳製品加工場）においては、污水（生乳及び乳製品製造過程から出る廃水）処理が不十分なまま、近くの河川に放流されており、環境・衛生面の問題が発生することが懸念されていた。事前に行った水質検査では同工場からの廃水はスリランカの法定基準値を大きく上回っており、CEAが発行しているEPLの更新を拒否されている状態である。

②事業実施国の環境社会配慮法制度・組織

スリランカにおける環境社会配慮法制度としては、国家環境法（National Environmental Act No. 47 of 1980；その後、1988年と2000年に改正）があり、それをもとにBOIの環境管理部（Environment Management Department）が環境基準¹⁵（Environmental Norms）を定めている。

その環境基準を踏まえて、スリランカの酪農業における環境基準において、廃水基準が定められている。最終的な基準値達成のため、第一段階としてBOD(20℃, mg/L) 150、COD(mg/L) 400の暫定基準¹⁶も定められている。

③事業実施上の環境及び社会への影響

本事業は工場廃水がスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善されることを目指しており、基本的に悪影響は考えられないが、プラント据付期間中の排水、及び既存

¹⁴ ホエー（乳清）とは、乳（牛乳）から乳脂肪分やカゼインなどを除いた水溶液。チーズを作る際に固形物と分離された副産物として大量に作られる。また、ヨーグルトを静かに放置しておくと上部に液体が溜まるが、これもホエーである。

¹⁵ BOI TOLERANCE LIMITS FOR INDUSTRIAL WASTE WATER (EFFLUENTS) DISCHARGED INTO THE COMMON WASTE WATER TREATMENT PLANT

¹⁶ CEA INDUSTRIAL POLLUTION CONTROL GUIDELINES No. 5 - Dairy Industry

施設に滞留していた汚泥処理の安全対策に留意した。システムの稼働後は、定期的な水質検査を行い、モニタリングを継続する体制を構築した。本事業期間中は、毎週、水質検査を行い、結果が安定したと判断された時点で検査間隔を見直す。

④環境社会配慮結果

本事業により工場廃水はスリランカの環境汚染の法定基準以下に改善されている。

(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

ステアリング・コミッティでは、ミルコ社への機材譲渡後は、ミルコ社の責任にて維持管理を行うことを確認した。システム運転維持管理マニュアルでは、当社とミルコ社が別途、維持管理契約を締結することを想定している。ミルコ社には、維持管理の担当者を指名してもらい、システム運転維持管理マニュアルに基づき担当者が自立的な活動を継続することを確認した。ミルコ社との維持管理契約締結には時間を要することも考えられるが、契約は、本件事業期間が満了する2017年3月開始し、毎年契約内容を実情に合わせて見直しができるよう、1年契約（契約切れを回避するため自動更新条件付き）にするのが適切と考えている。

(7) 今後の課題と対応策

工場からの排水量が多く、処理能力を上回る場合はオーバーフローさせ、そのオーバーフロー水の処理対策が求められる。対応策の一つとして、「Quick2」の使用を提案している。

また、システムの調整・維持管理について、工場側のシステム運転管理責任者の関与を高めて、システムの管理体制の構築をより確実にする必要がある。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

①マーケット分析

当社の経営全体の中で海外戦略は重要な位置づけである。今後、スリランカを含めてアジア全体で環境ビジネス、特に汚水処理に関するニーズはますます高まるものと考え、そのための貴重な実績作りを進める。当社の技術ノウハウは、個別工場はもとより、既存工業団地の汚水処理場や市街地の公共下水処理場等への追加適用も可能である。今回のケースでは、既存の汚水処理施設（従来の生物学的処理の方法）に新たにオゾン酸化処理法を追加導入し、全体として機能強化を図ることが技術的に可能であることを実証できた。工場廃水が全体として（今回導入したシステムと、そのシステムと既存施設を合わせた処理のどちらも）スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善されたことから、事業者のニーズに応える可能性が広がった。

これまでの汚水処理技術は、微生物で有機物を分解する方法（生物学的処理）が主流であったが、微生物の死骸などが汚泥として残り、汚水廃棄に処理コストがかかっていた。当社の技術は、高濃度のオゾンを活用し、汚水の有機物を酸化させて分解する。脱色や脱臭にも優れ、汚泥の発生量は生物学的処理に比べて1/10以下にすることができる。さらには、当社の技術を活用する事で、プラントの低コスト化、省スペース化が可能となるとともに、安定的に良好な処理水を確保することができ、水質保全にも資する事ができる。そのため、人口の集中している市街地での公共下水処理場等への適用が十分考えられる。水質浄化、汚泥削減のみならず、悪臭問題にも、コンパクトに対応できる当社の技術を最大限に生かして、今後も発展を続けていく途上国において、当社の技術は、広くニーズがあると考えられる。

本事業を通じて判明したことは、本文1(1)【法制度】にあるとおり、CEAの業務の一環として、定期的に各工場の環境基準のモニタリングや指導を行い、基準を満たしていない企業への警告、法的制裁（工場の一時閉鎖を含む）を行っており、それら業務により蓄積されている有用なデータベースの利用を働きかけるため、スリランカにおいて汚水処理に関するビジネスを展開するには、CEAとの関係構築が不可欠であり、またCEAに集まる情報をうまく活用することが重要であるということである。また、スリランカにおける工業団地内の汚水処理に関しては、本文1(1)【法制度】にある通り、CEAではなくBOIが（CEAの審査を受けずに）EPLを直接管轄しており、BOIとの関係構築も重要となる。CEAの基本計画をもとに、EPL（カテゴリーA）の分布を分析したのが添付資料8である。これによれば、2013年～2015年の3年間の新規発行及び更新数（合計）が1,000件を超えるのは、コロンボ、ガンパハ、キャンディ、カルタラの4州であり、当社のターゲットはこの4州に集中している。CEAの担当者によれば、現在、カテゴリーAは約11,000件、Bは約15,000件、Cは約20,000件が登録されている。

将来的には、スリランカの最大都市コロンボにおいて、水質浄化プロジェクトが必要となる可能性が高く、当社の技術ノウハウの普及に注力する。また、近隣国であるインドマーケット開拓への布石とする。

②ビジネス展開の仕組み

本事業で実証された技術は、既存の処理施設に付加することで現状の問題を解決できる技術であることから、事業者にとっても受け入れ易い技術である。また、本事業にて構築した官民連携の枠組みを発展させ、広く公共インフラ事業への展開も可能と考える。

最新データによると、スリランカの規模別食品工場数は下表 4-1 のとおりであり、当面の対象顧客層を大規模食品工場に絞った場合、40～50 億円の市場規模であり、さらに中規模食品工場や食品以外の（汚水を排出する）大規模工場に対象範囲を拡大すると、少なくともスリランカ全体で 100 億円の市場規模と判断する。これまでの市場ヒアリング等によると、ほぼ全ての工場で排水施設の改善が必要な状況であることから、そのうち少なくとも 10%のシェア、即ち約 10 億円の売上げを目標（今後 5 年間）とする。

表 4-1 スリランカの規模別食品工場数

規模別食品工場数		市場規模	当社シェア (目標)	当社売上 (目標)
大規模 (従業員 100 人以上)	269	40～50 億円	10%	4～5 億円
中規模 (従業員 25～99 人)	612	31～61 億円	10%	3～6 億円
小規模 (従業員 25 人未満)	3,384			
合計	4,265			7～11 億円

(A の出典) スリランカ統計庁 2012 年 Annual Survey of Industries

マーケティング戦略としては、既存工場のリニューアルや拡張時に導入を働きかける。また、地元の帯広十勝地域に集積している食品加工業との連携を図り、汚水処理技術だけでなく、広く汚水処理に関連する生産・加工・販売に関するノウハウや技術についてもアドバイスを行い、商機を拡大させる。例えば、乳製品生産過程で発生する副産物を飼料として活用したホエー豚の飼育の事例がある。

本事業の実証結果に基づき、当社の環境浄化システムをミルコ社の姉妹工場（3 工場）にも展開する可能性を検討した。その結果、コロンボ工場とポロンナルワ工場は、既存汚水処理場が機能しており、EPL 上の問題も抱えていないことから、残るアンベウエツラ工場を当面のターゲットとする予定である。アンベウエツラ工場は、現在、生産能力拡張工事中であるが、汚水処理施設がなく、いったん調整槽（約 700 m³）で受けて、そのまま用水路を通じて近くの川に放流している状況である。近隣農家（色々な野菜を栽培）は、ホエーが含まれている排水を畑に引き、肥料として活用しており、そのような背景もあってか近隣からのクレームは発生していないようであるが、環境

上の問題を抱えているように見受けられる。今後、環境規制が強化されることを見越して、工場を含む地域全体の活性化のための総合的な改善提案をミルコ社に行うことは、当社のマーケティング活動にとっても重要と考える。

③想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

・原材料・資機材の調達計画

特許技術（コア技術）が関係する製品については、日本で調達、組立を行うが、それ以外の原材料、資機材はできるだけ現地で調達する計画とする。具体的には、仕様と容量を確認した上であるが、計量槽（接続配管を含む）、センターウェル（接続配管を含む）、越流堰（接続配管を含む）、反応槽のコンクリート製化、水中ポンプ、陸上ポンプ、電磁流量計、レベルスイッチ、曝気ブロウ、電磁弁、水中ミキサー、掻寄機、フロートポンプ等、当社が扱う多くの資機材に渡り、現地調達の可能性を検討し、低コスト化を図ることが今後のビジネス展開のキーとなる。なお、特許技術（コア技術）が関係する製品の通関に際しては、特別な許認可が不要であることが確認できた。

・生産・流通・販売計画

販売は、基本的にオーダーメイドで、販売先の個別ニーズに応じた個別生産となるが、現地で調達する原材料、資機材は標準品を使用できるような設計とする。今回の設計・搬入・設置・試運転の一連の活動を通じて得た知見をもとに、さらに現地適合性を高め、現地調達率を向上させ、現地ニーズへの対応が可能な計画とする。なお、特許技術（コア技術）が関係する製品の販売に際しては、特別な許認可が不要であることが確認できた。

・要員計画・人材育成計画

機材の設置等の労務は現地工事業者、維持管理サービスは現地スタッフを使う計画とする。当面、システムの企画設計、試運転、調整等のサービスは日本から技術者が出張ベースで行うが、将来的には現地スタッフがかなりのサービスに対応できるような人材育成計画とする。

・経済効果

污水处理システムの導入に際しては、その導入費用を算出し、また代替案との比較検討が必要である。その一方で、本件事業で明らかのように（本文 3. (3) 参照）、その導入には様々な前提条件や判断基準があり、また状況も刻々と変化するため、一律的な、あるいは一般的な導入費用を示すのが困難であり、また誤解を生む危険がある。当社では、「旋回噴流式オゾン酸化法」の特徴、比較優位性を示しつつ、本件事業の現実をベースに（先行事例として最大限活用して）、「污水处理能力 25t/日、原水の水質条件 BOD=1,500mg/L、COD=1,800mg/L」を 1 つの基本形として、どのような問題解決策が有効か、各事業・各工場の個別ケース毎に具体的に示していく方針である。

④ビジネス展開可能性の評価

本件事業で明らかのように、環境負荷（工場排水）をめぐる状況は刻々と変化して

いる一方、信頼できるデータの入手が困難であるという課題もある。これら現場状況に効果的に対応するには、企画から設計・機器搬入・設置・試運転の一連の活動において、当社の特許技術（コア技術）だけでなく、必要に応じて「Quick2」や腐植化技術等の環境改善技術も組み合わせながら、事業者のニーズに柔軟に応じていくことが重要である。

今回の事業は、ミルコ社の既存污水处理場に当社システムを追加し、機能強化を図るシステムであり、既存嫌気槽内部に堆積していた汚泥を安全に処理する必要があったため、「Quick2」を投入したが、当社システムを初めから導入する場合は、汚泥はほとんど発生しないため、「Quick2」の使用は不要である。しかし、現地では発生した汚水をそのまま畑に撒き、肥料などとして採用している事例もあり、現地のニーズに対応して、当社システムと「Quick2」の複合システムを提案することも可能である。たとえば排水量等に応じて 200 m³/日の排水量を全て処理するとなると導入コストがかかってしまうが、100 m³は当社システムとしての処理、100 m³は「Quick2」で処理し液肥として活用するシステムとすれば導入コスト削減及び現地ニーズ に応えることが可能となる。

具体的に、ミルコ社のアンベウェッラ工場の現状把握と技術提案においても、当社システムと幾つかの環境改善技術（ホエーや廃乳等の副産物の有効利用や商品化、水のリサイクル、近隣のミルク工場や牧場との連携等）を組み合わせた将来の総合的な改善提案が工場側から評価された。当初、当社の特許技術の宣伝を重点的に考えていたが、それだけでなく、既存施設を活用した機能強化や他の環境改善技術との組み合わせ等、状況に応じた柔軟で幅広いアプローチが必要である。それにより、ビジネス展開可能性が広がり、工場側の改善の動機付けにもなる。

また現在のスリランカの法定環境基準は比較的厳しい基準となっているが、基準が守られているかのチェックシステムの構築が課題であると考え。一連の CEA との意見交換・関係構築を通じて、CEA にはビジネス展開につながる環境問題（苦情）が多く寄せられており、その貴重なデータベース（情報）を活用できる可能性があることが判明した。今回構築した CEA との関係や環境汚染に関する情報を活用し、水質改善が必要とされる企業を中心に（国営、民間に関わりなく）営業活動を展開していく方針であり、これらの活動により、ビジネス展開可能性は十分であると判断している。

（2）想定されるリスクと対応

①特許技術「旋回噴流式オゾン酸化法」の採用と普及

スリランカを含めて発展途上国では、污水处理は、微生物による生物学的処理が一般的であり、オゾンを使った物理化学的処理を普及させるには、時間がかかることが予想されるが、技術説明会等を展開しながら、本事業をモデルケースとして普及事業を積極的に実施する。

当社としては、本事業がオゾン酸化法による污水处理導入のスリランカへの導入第一号としてその性能をアピールしていく。スリランカには、当社の「旋回噴流式オゾン酸化法」の技術を提供する会社は現在のところない。そのため、従来の污水处理法（微生物による生物学的処理）との競合や比較となるが、特に、既存污水处理施設（従

来の汚水処理法)の改善や増改築の場合、既存施設の状況に応じて柔軟に対応できること、コンパクトなスペースで対応できることが比較優位性として実証できた。また今回の事業でスリランカでは原水に含まれるCODの濃度が高いということが明らかとなった。CODは化学的に酸化できる有機物量を表す指標であり、(BODは生物化学的に酸化できる有機物量を表す指標)、CODが高いと生物処理のみでは、処理が難しいものとなる。上述したようにスリランカを含め発展途上国では、微生物による生物学的処理が一般的であり、オゾンを使った物理化学的処理は比較優位性としてアピールできると考える。(当社の技術は特許及びノウハウにより守られており、現在のところ日本でも競合他社は存在しない。)

②環境法制との整合性

環境基準やその運用が未整備であることから生じるリスクがあり、環境法制の整備状況と個別ニーズを見極めながら、段階的に進めていく必要がある。

本事業による実証結果を踏まえて、CEAがミルコ社ディガナ工場のEPLの更新問題をどのように判断するかを見極める必要がある。

③水質保全に対するマインドの問題

環境改善を継続的に進めていくためには、水質保全に対するマインドの涵養が必要不可欠である。そのため、公的な教育支援や地域全体での取り組みが重要となるが、そのような取り組みに際して当社として積極的に関わり技術支援を進めていくこととする。

④製品・技術の模倣リスク

特許技術(コア技術)について、ブラックボックス化する対策を実施し、仮に分解されても、模倣できない仕組みに加工した。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

①環境基準の遵守

本事業のミルコ社ディガナ工場において、汚水処理施設はあるものの、不十分な維持管理や処理能力不足から機能せず、処理が不十分なまま、近くの河川に放流されており、環境・衛生面の問題が発生し、CEAがEPLの更新を拒否しているという深刻な事態に直面している。

それに対して、既存汚水処理場に旋回噴流式オゾン酸化システムを導入するとともに、同時に既存汚水処理施設の改善を実施することにより、工場廃水が全体として(今回導入したシステムと、そのシステムと既存施設を合わせた処理のどちらも)スリランカの環境汚染の法定基準以下に改善された。本事業の場合、もし仮に当社システムを導入しなかった場合、既存施設の単純な増改築が必要となるが、新たな建設コストが必要となり、当社システム以上のコストを要するか、あるいは立地上の制約からそのような拡張は現実的に不可能と思われる。当社システムは、様々な制約(特に土地利用上の制約)がある中で、汚泥処理に関する柔軟性、対応力が非常に高いことが実証できた。

②悪臭低減

悪臭そのものは環境基準にはないが、実際には悪臭問題が発生している。悪臭の有無というのは、現場で直ぐに実感できるものである。それに対して、本件事業では、BOD や COD という環境基準の達成によって、現場の実感として大幅な悪臭低減が実現できた。処理技術の効果を現場で実感できるものである。

③汚泥発生量低減と汚泥処理費用削減

既存污水处理施設ではもともと大量の汚泥が発生していたにもかかわらず、その適正処理を怠り、結果的に機能不全状態となっていた。新設したプラントは、汚泥処理が大幅に軽減された污水处理システムである。また、「Quick2」を使用すれば、汚泥を「リサイクル土」として使うことも可能であることを実際に示すことができた。当社のシステムは、汚泥返送(移送)方法に柔軟な調整機能があり、必要に応じて汚泥を少し発生させ、活性汚泥として利用する、あるいは「Quick2」と組み合わせて「リサイクル土」として利用することもでき、状況によっては汚泥を発生させないシステム運転も可能であり、汚泥処理に関する問題対応力が高いことを実証できた。

④低コストなランニングコストで安定的な污水处理

既存污水处理施設ではもともと専門担当者がおらず、施設運転が杜撰であった。新設プラントは、低ランニングコスト(本事業の場合、電気代は200円/日程度)で安定的に処理が可能であることを実証できたとともに、施設運転には組織的な対応と維持管理が不可欠であることをあらためて示すことができた。

⑤水源等の汚染改善

環境基準の達成によって、近隣地域からのクレームもなくなり、地域や地域住民の環境保全や効率的な污水处理の強化に寄与できることを実証できた。

⑥工場全体の生産性向上・環境配慮工場

節水や処理水の再利用、(洗浄水と製造排水の)排水分離等の努力を働きかけており、最終的には工場全体の効率化、利益率向上も期待できる。また、工場全体として環境配慮を向上させることも期待できる。

⑦実務的な水質管理能力向上

当社による具体的な現場指導を通じて、ローカル人材育成に寄与している。

⑧地球温暖化対策

省エネルギーで、かつ汚泥処理が軽減された污水处理システムであり、このシステムが普及すれば、エネルギー起源 CO2 排出削減はもちろんのこと、温室効果ガス全体の排出削減となり、地球温暖化対策につながる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

①今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本事業を通じて、清掃を含む日常管理、データ収集分析の重要性について、繰り返し現場指導したが、そのフォローアップが必要である。具体的には、組織的な対応が継続されていること（即ち、管理責任者、そのスタッフが現場に常駐していること）、システム運転マニュアル及びそこに含まれるチェックリストが規定どおり活用されていることを定期的に確認することである。

②JICA や政府関係機関に向けた提言

CEA は、排水に関する負担金制度（WDF）の導入を検討しているとの情報があり、その制度内容によって、汚水処理のインセンティブになるものが考えられ、スリランカ政府には、COD を基準にして負担金を計算・徴収するシステムの導入を進めてもらいたい。もし導入された場合、負担金を原資にして汚水処理施設の導入や改善に補助金を出す仕組みが考えられ、汚水処理技術の普及促進につながる可能性が大きいと考える。

③関連分野の連携

乳製品加工場の汚水処理分野だけでなく、その川上となる酪農業（乳牛の農場経営、生産機器、生産性向上）の改善努力との連携、また旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術と組み合わせた環境改善技術の総合的で柔軟な提案努力が必要である。

参考文献

1. スリランカ投資委員会 (BOI) 環境基準 (工場排水の許容限度値)
TOLERANCE LIMITS FOR INDUSTRIAL WASTE WATER (EFFLUENTS) DISCHARGED INTO THE
COMMON WASTE WATER TREATMENT PLANT
http://www.investsrilanka.com/images/publications/pdf/environmental_norms.pdf
2. スリランカ政府機関 ITI (Industrial Technology Institute)による汚水処理コンサル
タント事例 8 件
<http://iti.lk/en/our-divisions/research-development/environmental-technology/55-research-a-development/environment-technology-et/534-wastewater-treatment.html>
3. 国内工場一覧検索
Ministry of Industrial and Commerce
http://www.industry.gov.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=97&Itemid=119&lang=en
4. スリランカ電力省 統計ダイジェスト
Ceylon Electricity Board 2014 Stastical Digest
http://www.ceb.lk/index.php?aam_media=4331
5. スリランカ中央環境庁 基本計画 Corporate Plan 2016-2020
<http://203.115.26.10/CEAcp2016-2020.pdf>
6. 世界からスリランカへの支援 GLOBAL PARTNERSHIP TOWARDS DEVELOPMENT 2013
<http://www.erd.gov.lk/files/FM-Global%20Partnership-Book-English.pdf>
7. スリランカの開発状況 DEVELOPMENT PERFORMANCE YEAR END REVIEW 2015
http://www.pmm.gov.lk/resources/Development_Performance_YearEnd_2015.pdf
8. スリランカの排水に関する負担金制度 Sri Lanka Pollution Charge Program
<http://www.aecen.org/sri-lanka-pollution-charge-program>

添付資料

1. 有機汚泥（スラリー）消臭・腐植化資剤の概要
2. スラリー消臭・腐植化資剤（Quick2）使用計画
3. リサイクル土の概要
4. スリランカ環境基準のうち、内陸水域水面に排出する工業廃水の許容限度値（スリランカ投資委員会 環境管理部）
5. 排水量データ
6. 水質検査結果
7. 本邦受入活動完了報告
8. 環境保護ライセンス（カテゴリーA）の分布図
9. 完成式典に関する記事

「有機汚泥(スラリー) 消臭・腐植化資剤」



2大特長

1. はっきりと鼻で実感できる優れた消臭効果
 - ★驚異の瞬間消臭力
 - ★安定持続する消臭力
2. 牧草や大地に優しい循環型新機能効果
 - ★硝酸態窒素削減効果
 - ★牧草の健全生育

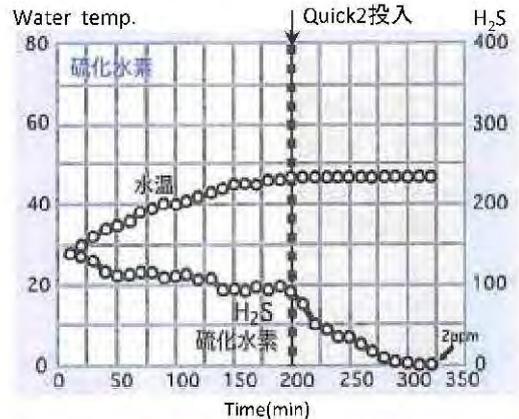
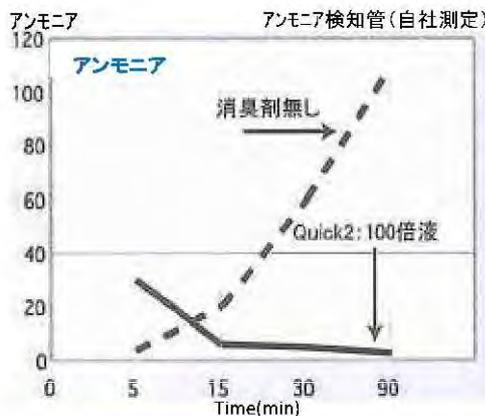
臭気・硝酸塩の害を防ぐスラリー新対策！

臭気 スラリーの散布時に発生する強い臭気は、周辺の住民に不快感を与えるばかりでなく、観光客のイメージダウンになるとして対策が急がれています。

硝酸塩害 スラリーの散布による硝酸態窒素の害は、土壌や牧草などに影響し牛に硝酸塩中毒が発生する問題や、流出した硝酸塩が地下水を汚染するなど健康への不安が高まり、対策が急がれています。

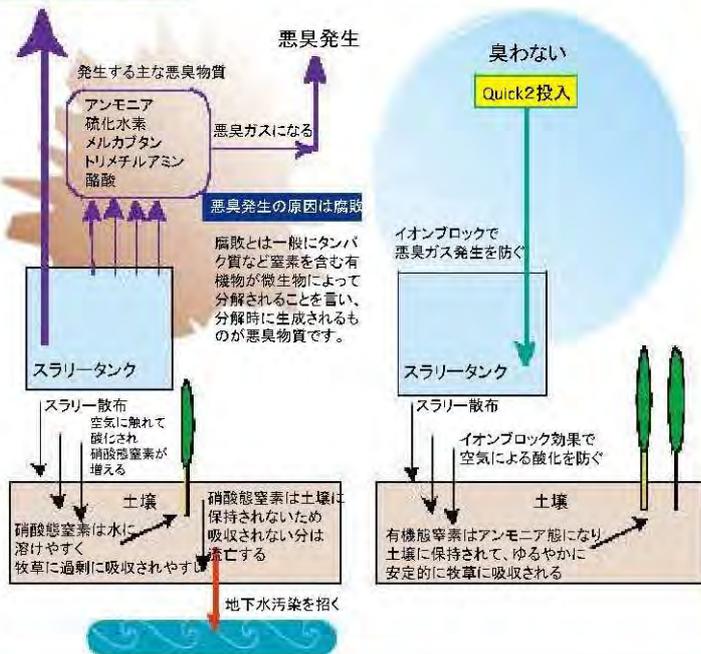
■腐植化技術の活用による瞬間消臭力と硝酸化抑制効果を発揮する画期的な循環型資剤！

2大悪臭、「アンモニア」と「硫化水素」の消臭効果



Quick2 によるスラリー処理効果

腐植化技術による急速分解、再合成力で悪臭物質を無臭化し、窒素の硝酸化を防ぎます。



Quick2の投入～散布まで



Quick2による植物の生育効果

添付資料1: 有機汚泥(スラリー) 消臭・腐植化資材の概要

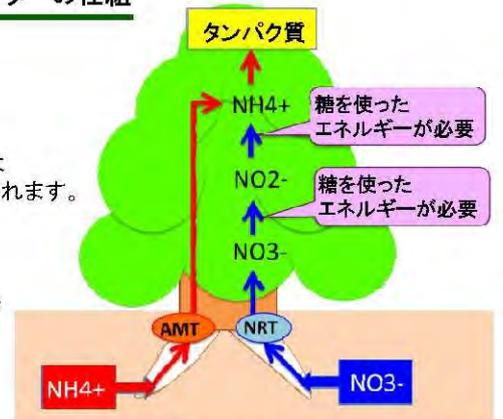
牧草の根に示されたQuick2の効果



無処理のスラリーを散布 Quick2で処理したスラリーを散布

植物の窒素トランスポーターの仕組み

植物は硝酸態窒素もアンモニア態窒素も吸収できます。
アンモニア態で吸収した時はそのままタンパク質に合成されます。硝酸態で吸収した時はエネルギーを使ってアンモニア態にしてからタンパク質に合成されるため植物は糖分が減少し生育が阻害されます。



AMT:アンモニウムトランスポーター NRT:硝酸トランスポーター

Quick2 使用法(例)

①牛乳工場の排水処理施設(沈殿槽)の消臭(土壌化)

※一般有機系物対象

汚水量/t × (Quick2)0.1%

例: 100tの処理物に100ℓ使用

(注意)

資材が処理物全体に行き渡り資材と接触することが必要。

右写真は牛乳工場の排水処理施設から発生する汚泥の処理状況である。**資材を添加した汚泥に土壌を重量比1:1で投入し攪拌乾燥すると作物の生育を促進する土壌改良材が出来上がる。**

(土壌改良材の使用法)

畑10アール当り100~200kgを投入し通常使用する。



②沈殿槽の消臭(腐敗防止)

※一般有機系物対象

汚水量/t × (Quick2)0.01%

例: 1,000tの汚水に100ℓ使用

(注意)

資材が汚水全体に混ざりきれる事が必要(流動性があればOK)



③酪農スラリーの場合

沈殿槽の消臭・硝酸化(腐敗)防止

汚水量/t × (Quick2)0.01%

例: 1,000tのスラリーに100ℓ使用

(注意)

攪拌が必要

資材が汚水全体に混ざりきれる事が必要(流動性があればOK)



スリランカ国旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業
におけるスラリー消臭・腐植化資剤(Quick2)の使用計画

1) 検討の背景

業務計画書(2015年10月19日)において、最適な汚水処理システムを設計するために、対象となる既存汚水処理場のデータを収集・分析することとした。第1回現地調査(2015年10月23日)において、検討の結果、既存嫌気槽を「流量調整槽」と「ばっ気槽」に分離変更して、ヒューエンスのオゾン処理システムに組み込むことになり、そのために既存嫌気槽の清掃(汚泥の安全な除去)が課題として認識された。そして、既存嫌気槽の汚泥処理対策の1つとして、汚泥から発生する硫化水素を安全に処理し、消臭し、肥料化するアイデアが出された。

汚泥の安全な処理は、ヒューエンスのオゾン処理システムの導入(既存処理システムへの追加導入)に際して、必ず解決しなければならない課題である。

2) スラリー消臭・腐植化資剤(Quick2)

Quick2の概要は、業務従事月報(2015年11月分)の別添2参照。

Quick2の適用可能性検討は、内藤(熊谷組)が詳しく、北海道で使用実績があり、条件の異なるスリランカでの実証実験が有意義であるとの結論となった。

Quick2(20ℓ)10ケースを空輸する方向で、ミルコ社、通関業者等、関係機関との事前確認が概ね整った。

3) Quick2の使用計画

既存嫌気槽内の汚泥に対して、下記手順で実験を行い、効果を実証する。

- ① 嫌気槽内の汚泥の状況(水分、pH、臭気等)、汚泥量、汚泥の取り出し方法を現地で確認する必要がある。(現地プラント据付とも密接に関連)
- ② スプレー容器にQuick2の希釈水を用意し、ビーカーに嫌気槽内汚泥サンプルを採取して実験を行う。
- ③ 嫌気槽を使って汚泥を攪拌し、腐植化(土壌化)する方法を検討する。(あるいは代替案を検討する。)
- ④ 土壌化した汚泥の利用について現地指導する。

4) 第2回現地調査との関係

業務計画書では、現地プラント据付関連業務を2016年2月後半～3月前半を見込んでいたが、現在、2016年2月29日～3月26日の予定である。一方、内藤は、調査・分析に加え、(日本とスリランカの)連携も担当しており、上記Quick2の実証実験により、連携推進の可能性もあることから、内藤も第2回現地調査に加わるのが適切と判断する。

第2回現地調査スケジュール	辻本	2月29日～3月26日
	中畑	2月29日～3月26日
	賈	3月21日～3月26日
	内藤	2月29日～3月6日

以上

SOIL RECYCLING PROJECT (リサイクル土の概要)

★スリランカで取り組む環境保全活動★

【プロジェクトのご紹介】

国際協力機構(JICA)の中小企業海外展開支援事業(普及・実証事業)「巡回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業」

スリランカの国営企業の乳製品製造工場に日本の汚水処理設備(注)を導入し、現在、試運転中です。

契約工期: 2015年10月~2017年2月
事業者: 株式会社ヒューエンス(北海道帯広市)

(注)汚水中にオゾンガスを吹き込み、一緒にかき回すことで酸化を促進する「巡回噴流式オゾン酸化法」という特許技術で、汚物である有機物をオゾンが効率よく分解するのが特長。



↑プロジェクト全景(2016年4月20日)



↑現場での植樹式(2016年3月19日)→

スリランカと愛媛県が共同開発した「スリランカオレンジ」の苗の記念植樹→

【Quick2のご紹介】(スラリー専用消臭剤)

優れた消臭効果(悪臭ガス発生防止)に加えて、腐植化技術により窒素の硝酸化を防止、土壌の環境改善効果があります。

このQuick2を左記プロジェクト現場で発生した汚泥の安全処理に適用しました。



←Quick2と汚泥を使った「リサイクル土」の製作



↑「リサイクル土」試験区と対照区の設置



↑リサイクル・ポットのプレゼント(2016年4月25日)↓



【リサイクル土】(汚泥の土壌化)

Quick2で安全に処理した汚泥は「リサイクル土」として再利用できます。

工場敷地内に花壇を整備し、リサイクル土を植樹に利用しました。4種の苗の植樹を行い、リサイクル土を利用した試験区と通常の土のみの対照区を設置し、リサイクル土の効能を比較実証できるようにしています。また、リサイクル土を小型ポット(工場で廃棄処分されていたプラスチック製コンテナを再利用)に入れ、野菜の種(トマト、オクラ、カブシカムの3種)を植えて、発芽させ、工場従業員にプレゼントしました。この企画は大好評であり、今後のリサイクル運動のきっかけになることを期待しています。



添付資料4:スリランカ環境基準

環境基準(スリランカ投資委員会 環境管理部)

内陸水域水面に排出する工業廃水の許容限度値

番号	項目	単位及び限度の種類	許容限度値
1	総浮遊物	mg/l, 最大	50
2	総浮遊物の粒径	µm, 未満	850
3	pH		6.0-8.5
4	BOD(20°Cで5日間、もしくは27°Cで3日間)	mg/l, 最大	30
5	温度(排水時)	°C, 最大	40°C以下(排水口から15m以内)
6	油脂分	mg/l, 最大	10
7	フェノール成分	mg/l, 最大	1
8	COD	mg/l, 最大	250
9	色	波長	最大分光吸収係数
		436nm (黄色)	7mのマイナス1乗
		525 (赤色) 620 (青色)	5mのマイナス1乗 3mのマイナス1乗
10	Dissolved phosphates (as P) 分解リン酸	mg/l, 最大	5
11	Total Kjeldahl nitrogen (as N) 窒素	mg/l, 最大	150
12	Ammonical nitrogen (as N) アンモニア窒素	mg/l, 最大	50
13	Cyanide (as CN-) シアン化物	mg/l, 最大	0.2
14	Total residual chlorine 残留塩素	mg/l, 最大	1
15	Flourides (as F-) フッ素	mg/l, 最大	2
16	Sulphides (as S2-) 硫化物	mg/l, 最大	2
17	Arsenic (as As) ヒ素	mg/l, 最大	0.2
18	Cadmium (as Cd) カドニウム	mg/l, 最大	0.1
19	Chromium, total (as Cr) クロム	mg/l, 最大	0.5
20	Chromium, Hexavalent (as Cr6+) 六価クロム	mg/l, 最大	0.1
21	Copper (as Cu) 銅	mg/l, 最大	3
22	Iron (as Fe) 鉄	mg/l, 最大	3
23	Lead (as Pb) 鉛	mg/l, 最大	0.1
24	Mercury (as Hg) 水銀	mg/l, 最大	0.0005
25	Nickel (as Ni) ニッケル	mg/l, 最大	3
26	Selenium (as Se) セレン	mg/l, 最大	0.05
27	Zinc (as Zn) 亜鉛	mg/l, 最大	2
28	Pesticides 農薬	mg/l, 最大	0.005
29	Detergents/surfactants 洗剤/界面活性剤	mg/l, 最大	5
30	Faecal Coliform 糞便大腸菌	MPN/100ml, 最大	40
31	放射性物質		
	(a) アルファ放射体	micro curie/ml, 最大	(a)10のマイナス8乗
	(b) ベータ放射体		(b)10のマイナス7乗

注1 悪臭除去の最大限の努力を行うこと

注2 最低8倍の汚染されていない水で希釈されていることが前提

注3 特定の業界基準が適用される場合は、上記基準は適用停止

注4 農薬はWHOとFAOの基準による

出典: BOIのENVIRONMENTAL NORMS

排水量データ

曜日	月日	時間	流量調整槽		沈殿槽		1日当たり流量(m³)			平均流量(m³)		
			累計値	計測時 流量値	累計値	計測時 流量値	流量調整槽 からの流出	沈殿槽 からの流出	合計	流量調整槽 からの流出	沈殿槽 からの流出	合計
Sun	1-May	8.30	138,130		240,918	0.51	1	9	10	55	17	73
Mon	2-May	8.30	138,131		240,927	0.51	26	10	36			
Tue	3-May	8.30	138,157	7.5	240,937	0.51	99	5	104			
Wed	4-May	8.30	138,256	5.75	240,942	0.56(調整後)	91	17	108			
Thu	5-May	8.30	138,347	5.59	240,959	0.53	88	15	103			
		15.00	138,384	6.63	240,962	1.15(調整後)						
		17.30	138,401	7.1	240,965	0.98						
Fri	6-May	8.15	138,435	6.88	240,974	0.90(調整後)	61	36	97			
		13.00	138,456	4.34	240,979	1.43						
		17.30	138,478	7.64	240,986	1.34						
Sat	7-May	8.30	138,496	0	241,010	1.63	20	30	50			
		17.50	138,511	1.3	241,022	1.5						
Sun	8-May	7.35	138,516	0	241,040	1.39	9	34	43			
		16.40	138,521	4	241,052	1.49						
Mon	9-May	7.30	138,525	0	241,074	1.57	67	35	102			
		17.30	138,572	7.3	241,087	1.48						
Tue	10-May	7.30	138,592	0	241,109	1.49	72	26	98			
		17.30	138,643	5.43	241,120	1.22						
Wed	11-May	7.30	138,664	0.52	241,135	1.5	77	32	109			
		17.30	138,712	7.93	241,149	1.46						
Thu	12-May	7.30	138,741	7.37	241,167	1.43	81	22	103			
Fri	13-May	8.00	138,822	5.38	241,189	1.38	72	25	97			
		19.30	138,886	1.38	241,201	1.36						
Sat	14-May	7.30	138,894	0	241,214	1.65	66	30	96			
		17.45	138,930	5.14	241,225	1.6						
Sun	15-May	12.00	138,960	6.3	241,244	1.7	47	22	69			
Mon	16-May	8.00	139,007	7.6	241,266	1.6	72	27	99			
Tue	17-May	8.45	139,079	10.8	241,293	1.62	82	24	106			
		17.30	139,093	6.3	241,303	1.6						
Wed	18-May	7.30	139,161	1.58	241,317	1.68	61	35	96			
		17.30	139,202	4.3	241,332	1.64						
Thu	19-May	7.30	139,222	0	241,352	1.63	49	22	71			
Fri	20-May	8.30	139,271	10.8	241,374	1.56	51	18	69			
Sat	21-May	8.30	139,322		241,392		0	0	0			
Sun	22-May	8.30	139,322		241,392		0	0	0			
Mon	23-May	8.30	139,322		241,392	1.56	24	11	35			
Tue	24-May	8.30	139,346		241,403		63	26	89			
Wed	25-May	8.30	139,409		241,429		64	26	90			
Thu	26-May	8.00	139,473	5.85	241,455	1.63	65	42	107			
Fri	27-May	8.00	139,538	0.6	241,497	2.54	76	31	107			
Sat	28-May	8.00	139,614	3.4	241,528	1.93	23	30	53			
Sun	29-May	8.30	139,637	0	241,558	1.76	16	31	47			
Mon	30-May	8.30	139,653	1.83	241,589	1.89	97	2	99			
Tue	31-May	8.30	139,750	4.45	241,591	0	136	11	147			
Wed	1-Jun	8.30	139,886		241,602		88	0	88			
Thu	2-Jun	8.30	139,974		241,602		40	0	40			
Fri	3-Jun	8.30	140,014		241,602							
Tue	7-Jun	8.30	140,336		241,602		75	9	84			
Wed	8-Jun	8.30	140,411		241,611		97	5	102			
Thu	9-Jun	8.30	140,508		241,616		102	4	106			
Fri	10-Jun	8.30	140,610		241,620		98	12	110			
Sat	11-Jun	8.30	140,708		241,632		72	11	83			
Sun	12-Jun	8.30	140,780		241,643		25	9	34			
Mon	13-Jun	8.30	140,805		241,652		104	11	115			
Tue	14-Jun	8.30	140,909		241,663		99	12	111			
Wed	15-Jun	8.30	141,008		241,675		93	11	104			
Thu	16-Jun	8.30	141,101		241,686		87	4	91			
Fri	17-Jun	8.30	141,188		241,690		80	10	90			
Sat	18-Jun	8.30	141,268		241,700		53	11	64			
Sun	19-Jun	8.30	141,321		241,711		30	11	41			
Mon	20-Jun	8.30	141,351		241,722		94	17	111			
Tue	21-Jun	8.30	141,445		241,739		87	13	100			
Wed	22-Jun	8.30	141,532		241,752		83	12	95			
Thu	23-Jun	8.30	141,615		241,764		100	8	108			
Fri	24-Jun	8.30	141,715		241,772		98	13	111			
Sat	25-Jun	8.30	141,813		241,785		67	16	83			
Sun	26-Jun	8.30	141,880		241,801		18	15	33			
Mon	27-Jun	8.30	141,898		241,816		106	10	116			
Tue	28-Jun	8.30	142,004		241,826		72	18	90			
Wed	29-Jun	8.30	142,076		241,844		106	13	119			
Thu	30-Jun	8.30	142,182		241,857		91	11	102			
Fri	1-Jul	8.30	142,273		241,868		108	10	118			
Sat	2-Jul	8.30	142,381		241,878		70	15	85			

添付資料5:排水量データ

Sun	3-Jul		142,451		241,893		0	52	52	80	16	96
Mon	4-Jul		142,451		241,945		111	8	119			
Tue	5-Jul		142,562		241,953		99	6	105			
Wed	6-Jul		142,661		241,959		107	8	115			
Thu	7-Jul		142,768		241,967		96	12	108			
Fri	8-Jul		142,864		241,979		78	13	91			
Sat	9-Jul		142,942		241,992		69	16	85			
Sun	10-Jul		143,011	0.1	242,008		20	9	29			
Mon	11-Jul		143,031	7.5	242,017		104	12	116			
Tue	12-Jul		143,135		242,029		75	20	95			
Wed	13-Jul		143,210		242,049		87	18	105			
Thu	14-Jul		143,297		242,067		89	19	108			
Fri	15-Jul		143,386		242,086		102	16	118			
Sat	16-Jul		143,488		242,102		77	13	90			
Sun	17-Jul		143,565		242,115		37	14	51			
Mon	18-Jul	8.30	143,602		242,129		61	30	91			
		20.30	143,665	63	242,143							
Tue	19-Jul	8.30	143,663		242,159		20	35	55			
		20.30	143,683		242,177							
Wed	20-Jul	8.30	143,683		242,194		50	45	95			
		20.30	143,730		242,217							
Thu	21-Jul	8.30	143,733		242,239		57	35	92			
Fri	22-Jul		143,790		242,274		55	30	85			
Sat	23-Jul		143,845		242,304		44	24	68			
Sun	24-Jul		143,889		242,328		5	23	28			
Mon	25-Jul		143,894		242,351		70	20	90			
Tue	26-Jul		143,964		242,371		45	18	62			
Wed	27-Jul		44,530		17,859		70	20	90			
Thu	28-Jul		114,310		37,595		62	29	90			
Fri	29-Jul		175,850		66,330		0	0	0			
Sat	30-Jul		175,850		66,330		115	18	133			
Sun	31-Jul		290,920		84,472		5	25	30			
Mon	1-Aug		295,710		109,760		76	9	85			
Tue	2-Aug		371,430		118,550		80	13	93			
Wed	3-Aug		451,700		131,570		68	20	88			
Thu	4-Aug		519,410		151,684		56	23	79			
Fri	5-Aug		575,900		174,475		51	25	77			
Sat	6-Aug		627,210		199,750		45	15	60			
Sun	7-Aug		671,910		214,905		0	13	13			
Mon	8-Aug		671,910		228,284		70	20	90			
Tue	9-Aug		742,280		248,289		94	29	123			
Wed	10-Aug		836,580		277,100		57	32	89			
Thu	11-Aug		893,590		308,790		53	31	85			
Fri	12-Aug		947,020		340,220		57	46	103			
Sat	13-Aug		1,003,570		386,277		25	36	61			
Sun	14-Aug		1,028,320		422,657		11	36	47			
Mon	15-Aug		1,039,720		458,500		63	13	76			
Tue	16-Aug		1,102,340		471,630		130	5	135			
Wed	17-Aug		1,232,500		476,780		8	5	13			
Thu	18-Aug		1,240,790		481,508		80	5	84			
Fri	19-Aug		1,320,360		486,279		89	4	93			
Sat	20-Aug		1,409,230		490,737		53	4	57			
Sun	21-Aug		1,461,800		495,120		43	4	47			
Mon	22-Aug		1,504,860		498,820		65	7	72			
Tue	23-Aug		1,569,510		505,675		78	17	95			
Wed	24-Aug		1,647,360		522,405		74	10	85			
Thu	25-Aug		1,721,700		532,770		75	11	85			
Fri	26-Aug		1,796,200		543,530		78	0	78			
Sat	27-Aug		1,874,000		543,530		62	27	88			
Sun	28-Aug		1,935,560		570,218		45	13	59			
Mon	29-Aug		1,980,880		583,594		73	18	91			
Tue	30-Aug		2,053,500		601,870		80	17	96			
Wed	31-Aug		2,133,250		618,433		74	14	88			
Thu	1-Sep		2,207,450		632,689		87	11	98			
Fri	2-Sep		2,294,480		643,713		55	14	69			
Sat	3-Sep		2,349,660		657,791		43	15	58			
Sun	4-Sep		2,392,340		672,900		34	17	51			
Mon	5-Sep		2,425,930		689,980		74	16	89			
Tue	6-Sep		2,499,600		705,566		74	20	94			
Wed	7-Sep		2,573,110		725,616		67	21	88			
Thu	8-Sep		2,639,840		746,409		54	22	76			
Fri	9-Sep		2,693,910		768,150		65	27	92			
Sat	10-Sep		2,758,820		794,960		32	28	60			
Sun	11-Sep		2,790,790		822,884		20	27	46			
Mon	12-Sep		2,810,410		849,636		59	27	86			
Tue	13-Sep		2,869,590		876,775		58	36	94			
Wed	14-Sep		2,927,230		912,816		50	40	90			
Thu	15-Sep		2,977,000		952,570		35	32	67			
Fri	16-Sep		3,011,640		984,853		33	27	60			
Sat	17-Sep		3,044,540		1,011,785		30	32	62			

添付資料5:排水量データ

Sun	18-Sep		3,074.530		1,044.267		0	33	33	43	34	77
Mon	19-Sep		3,074.930		1,077.045		46	31	77			
Tue	20-Sep		3,120.970		1,108.400		43	38	81			
Wed	21-Sep		3,164.080		1,146.500		54	29	83			
Thu	22-Sep		3,217.770		1,175.830		52	39	91			
Fri	23-Sep		3,269.530		1,214.870		72	27	99			
Sat	24-Sep		3,341.330		1,241.980		35	42	77			
Sun	25-Sep		3,376.450		1,284.148		0	40	40			
Mon	26-Sep		3,376.450		1,324.250		36	39	75			
Tue	27-Sep		3,412.560		1,363.520		49	39	88			
Wed	28-Sep		3,461.850		1,402.250		69	18	87			
Thu	29-Sep		3,530.590		1,420.250		61	16	77			
Fri	30-Sep		3,591.710		1,436.261		84	14	98			
Sat	1-Oct		3,676.200		1,449.975		50	11	61			
Sun	2-Oct		3,726.440		1,461.009		35	11	46			
Mon	3-Oct		3,761.600		1,472.299		80	11	91			
Tue	4-Oct		3,841.290		1,483.498		82	8	90			
Wed	5-Oct		3,923.100		1,491.303		84	1	86			
Thu	6-Oct		4,007.560		1,492.620		97	2	99			
Fri	7-Oct		4,104.250		1,494.685		78	10	88			
Sat	8-Oct		4,181.855		1,504.924		68	11	79			
Sun	9-Oct		4,250.300		1,515.484		27	11	38			
Mon	10-Oct		4,276.890		1,526.613		72	13	86			
Tue	11-Oct		4,349.300		1,540.100		70	18	88			
Wed	12-Oct		4,419.650		1,558.224		59	17	76			
Thu	13-Oct		4,479.090		1,574.771		66	17	83			
Fri	14-Oct		4,544.600		1,592.041		57	21	78			
Sat	15-Oct		4,601.620		1,612.945		0	13	13			
Sun	16-Oct		4,601.620		1,625.518		29	20	50			
Mon	17-Oct		4,631.100		1,645.880		68	21	89			
Tue	18-Oct		4,699.360		1,666.664		71	17	88			
Wed	19-Oct		4,770.700		1,683.352		59	19	78			
Thu	20-Oct		4,829.380		1,702.253		67	16	84			
Fri	21-Oct		4,896.690		1,718.501		59	25	84			
Sat	22-Oct		4,955.310		1,743.631		50	25	76			
Sun	23-Oct		5,005.800		1,768.750		19	17	36			
Mon	24-Oct		5,024.750		1,785.655		55	27	82			
Tue	25-Oct		5,079.890		1,812.927		51	30	82			
Wed	26-Oct		5,131.360		1,843.033							

スリランカ国旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業
水質検査結果

(1) BOD(単位は mg/L)

採水日	流量調整槽 (原水)	曝気槽	オゾン 処理槽	沈殿槽出口 (最終排水)	通性池	好気性池	人工湿地 (最終合流 排水)
2013年9月2日	225						
2014年8月12日	65						
2015年6月5日	627						
2016年4月7日	1,080	761	576	318			
試運転開始後							
4月27日	1,656	213		27			
5月5日	2,569	243		20			
5月12日	1,398	912		328			
5月18日	3,040	881		506			
5月25日	1,687	255		231			
6月8日				17			
6月16日	2,097			3			
6月23日	1,884		1,915	19			
6月30日	2,553			6			
7月7日	1,763		2,097	9			
7月13日			1,520	11			
7月21日	1,946		1,763	16		1,627	
8月4日	2,584		2,766	140	1,829		
8月11日	1,505		1,824	76	689		
8月15日	720			255			
8月23日				12			
8月31日	2,006		1,946	6			
9月6日				21			
9月15日				13			
9月23日				444		1,824	
9月30日				426		1,216	
10月7日				78			
11月8日				10		760	140
スリランカ環境基準				30			

添付資料6:水質検査結果

(2) COD(単位は mg/L)

採水日	原水 (流量調整槽 流入前)	流量 調整槽	曝気槽	オゾン 処理槽	沈殿槽 出口 (最終排水)	通性池	好気性池	人工湿地 (最終合流 排水)
2013年9月2日	1,800							
2014年8月12日	468							
2015年6月5日	943							
2016年4月7日		9,740	10,270	7,240	4,480			
試運転開始後								
4月27日	6,785	4,107	2,499	3,928	286			
5月5日	6,546	3,637	2,182	4,000	127			
5月12日	8,848	1,770	1,062	3,362	619			
5月18日	1,391	4,174	3,826	2,783	678			
5月25日	6,261	3,826	1,044	3,476	1,044			
5月31日	1,695	3,390	3,729	2,712				
6月8日		3,332			98	1,960		
6月16日		4,000		3,000	60	2,800		
6月23日		4,400		4,000	140	2,600		
6月30日		4,200		3,600	60	2,800		
7月7日		3,960		3,960	99	2,376		
7月13日		3,018		3,018	94			
7月21日		5,926		6,482	56	3,519	3,714	
8月4日		4,074	2,760	3,704	296	2,778		
8月11日		3,689		3,495	971	1,670		
8月15日		3,495		2,718	777	1,553		
8月23日		5,965		1,930	88			
8月31日		3,600		3,400	120	2,200		
9月6日		4,000		3,200	80	2,000		
9月15日		4,800			58	2,496		
9月23日		4,224		4,416	2,304	2,112	1,920	
9月30日		4,992			1,152	2,304	1,920	
10月7日		5,000			192	2,692	2,116	
11月8日					31		1,094	203
スリランカ環境基準					250			

(3) TSS(単位は mg/L)

採水日	流量調整槽	曝気槽	沈殿槽出口 (最終排水)	通性池	好気性池	人工湿地 (最終合流排水)
2013年9月2日	119					
2014年8月12日	164					
2015年6月5日						
2016年4月7日						
試運転開始後						
4月27日	1,245	1,164	25			
5月5日	1,200	1,490	25			
5月12日	600	2,260	62			
5月18日	600	1,270	250			
5月25日	808	430	220			
6月8日						
6月16日	580	1,800	1	660		
6月23日		1,344	30	58		
6月30日		1,430	12			
7月7日		1,350	27	2,376		
7月13日		850	29			
7月21日		1,885	26			
8月4日			71			
8月11日		1,100	440			
8月15日		3,400	210	150		
8月23日		2,410	5			
8月31日		2,150	23			
9月6日		1,920	2			
9月15日		2,700	8			
9月23日		2,800	1,000		575	
9月30日		3,304	180			
10月7日		3,900	96			
11月8日		2,800			300	80
スリランカ環境基準			50			

(4) 油脂分[Oil, Fat and Grease](単位は mg/L)

採水日	原水(流量調整槽流入前)	流量調整槽
4月27日	273	76
5月5日	122	104
5月12日	233	86
5月18日	31	145
5月25日	96	57
6月16日		117

本邦受入活動完了報告書

案件名:スリランカ国旋回噴流式オゾン酸化法による汚水処理技術の普及・実証事業

企業名:株式会社ヒューエンス

1. 報告内容

(1) 受入活動の概要

(ア) 概要

目標は、①ヒューエンスの特許技術について、実際のプラントの視察、工場担当者からの実践的な説明を聞くことにより、理解を深めること、②汚水処理システムの運転・維持管理について、実際のプラントの視察、工場担当者からの説明を通じて、実践的な研修を行うこと、③食品工場担当者や外部専門家との意見交換を通じて、「フードバレーとかち」との連携可能性、日本の環境制度等の知見を広め、今後のスリランカにおける汚水処理、環境問題への対応、工場運営等に役立てること、の3点であり、2件のヒューエンスの実際のプラント視察と説明、3人の外部専門家の講演と意見交換(ワークショップ)、3件の食品製造工場視察と説明を実施した。各活動における主な内容は次の通り。

活動		主な内容
ワークショップ (技術説明、事例紹介、意見交換)		ヒューエンスによる「旋回噴流式オゾン酸化法」の技術説明
		内藤氏による「地方創生連携」の事例紹介
		大庭氏による「ホエーの活用」の技術説明
		丸山氏による「地方創生による開発技術」の事例紹介
工場視察	六花亭本社工場視察	排水施設の視察及び施設の維持管理の説明
	コスモ食品北海道工場	廃棄物の有効活用等の技術ノウハウの視察
	コープさっぽろ江別工場	排水施設の視察及び施設の維持管理の説明
	明治十勝工場	製造工程の視察及び品質管理の説明
	雪印メグミルク大樹工場	製造工程の視察及び品質管理の説明
研修総括		研修内容についての振り返り、意見交換

(イ) 受入期間

2016年8月21日～27日

(ウ) 参加者リスト

	Participants' Name	日本語	Organization	Designation
1	Mr. RANHOTIGE Christi Lal Mervin Dharmasiri	ダルマシリ	CEA	Chairman,
2	Mr. RATNAYAKE Ratnayake Mudiyansele Sanjaya Kumara	ラトナヤケ	CEA	Acting Deputy Director General
3	Mr. DOLAPIHILLA MUDALIGE Saman Kumara Ariyawansa	アリアワンサ	CEA	Senior Environmental Officer,
4	Mr. WALIMUNI ARACHCHIGE Saman Bandara Aththanayaka	アタナヤカ	MLCO	Executive Quality Assurance
5	Mr. GATTIYA WALA YATINUWARA GEDARA Saman	サマン	MLCO	Assistant Manager
6	Mr. LIYANA ARACHCHIGE Ranjith Liyana Arachchi	ランジット	MLCO	Assistant Superintendent (Civil Engineering)

注: CEA (Central Environmental Authority) スリランカ中央環境庁

(エ) カリキュラム・日程

- 21日 移動日
- 22日 研修目的・内容・スケジュールの説明、歓迎会
- 23日 ワークショップ、工場(六花亭本社工場)視察
- 24日 工場(コスモ食品北海道工場、コープさっぽろ江別工場)視察
- 25日 工場(明治十勝工場、雪印メグミルク大樹工場)視察、懇親会
- 26日 研修総括
- 27日 移動日

(2) 受注者による所見

(ア) 本邦受入活動の結果・課題

カリキュラムはほぼ予定通りに実施することができた。全体として、快適な環境の中、研修を実施することができた。所期の目標は達成できたと考えるが、短期間で東京・帯広・札幌を移動するハードなスケジュールとなり、参加者及び同行者には大きな負担となった。

(イ) 参加者の意欲・受講態度・理解度

参加者の研修意欲は高く、集中して研修に参加し、協力的であった。特に、CEA は研修や議論に積極的で、全体をリードしていた。実際のプラント視察や質疑応答を通して、旋回噴流式オゾン酸化法に関する理解はかなり進んだと思われる。日本の環境基準やモニタリング制度、廃棄物の有効活用等の技術ノウハウに強い関心が示された。

(ウ) 本邦受入活動の活用

一連の活動を通じて、事業者側とカウンターパートであるミルク社、そしてファシリテーターであるCEAの3者の協働体制を強化、発展させることができた。その結果、①2016年10月予定の完成式典の実施に向けて、JICAを含めた4者で協力していくこと、②今後CEAがスリランカの廃棄物処理分野で中長期的なプロジェクトを組成するに際して、本邦受入での研修事例を参考に、日本の先端技術を取り入れることが有効であること、③スリランカと日本の大学(具体的には、スリランカのペラデニア大学、日本の帯広畜産大学の名前が挙げた)間の連携を端緒に、例えば乳製品製造時の副産物(具体的には、ホエーの名前が挙げた)の利用や資源リサイクルに関して、双方で産学連携の可能性を探ることが重要であること等で意見が一致した。なお、研修時に配付した参考情報(英文)は、ソフトコピーとしてまとめて参加者に再展開し、情報交換を継続することを確認した。

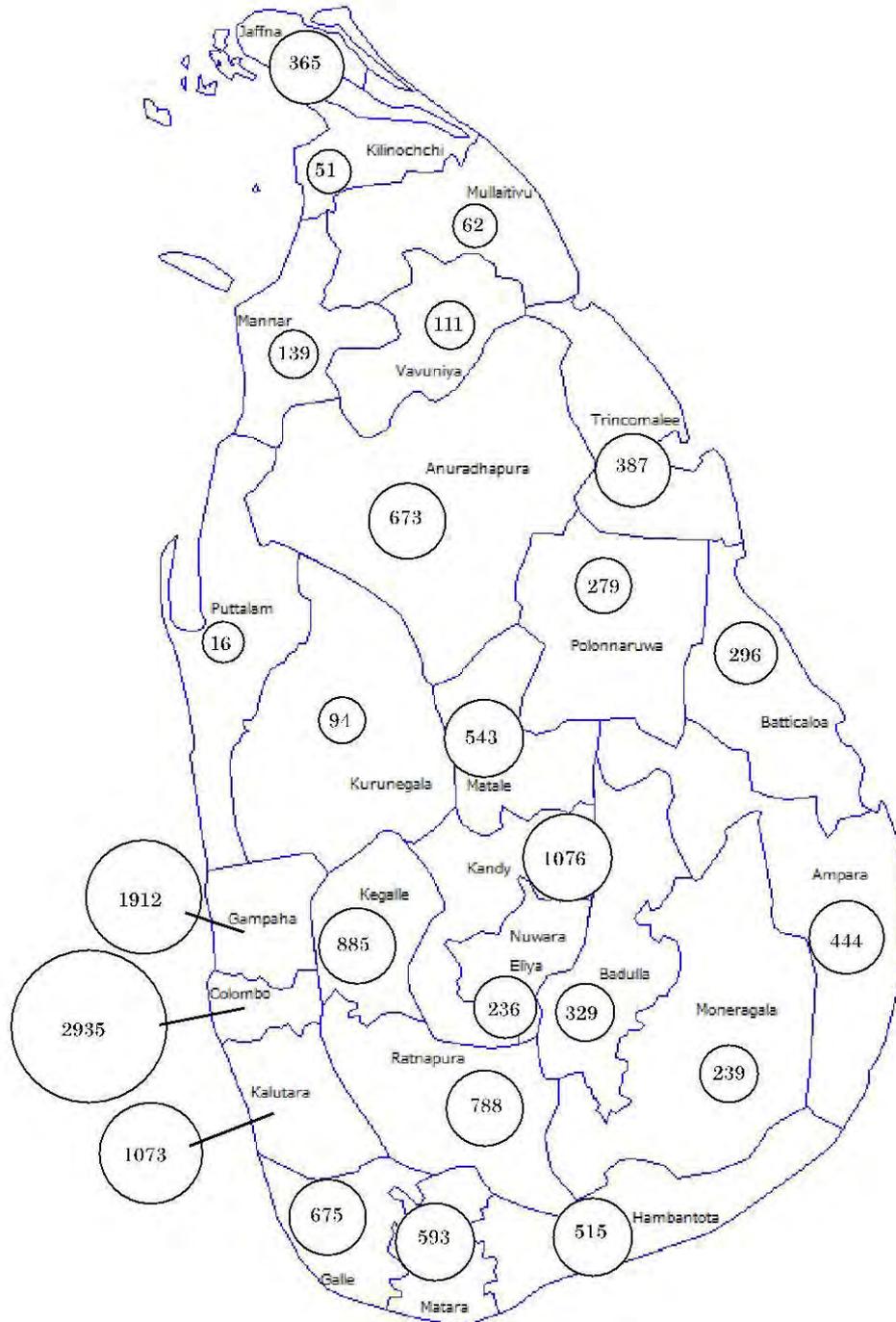
(エ) その他特記事項

- ・台風9号の影響により、22日の羽田から帯広へのフライト便が変更となったが、研修目的・内容・スケジュールの説明は、羽田空港での待ち時間を利用して実施し、歓迎会は予定通り帯広にて実施し、JICA 帯広訪問は23日に実施した。
- ・CEA のラトナヤケ氏は体調不良のため、24日に医師の診察を受け、胃腸炎との診断を受け、24日のみ宿泊施設にて安静したが、その後快復し、25日以降は研修に参加した。

以上

環境保護ライセンス(カテゴリーA)の分布図

2013年～2015年に新規発行されたもの及び更新されたものの合計



出典：CEA Corporate Plan 2016-2020 をもとに独自に作成

出典: CEA Corporate Plan 2016-2020

地域	EPLの新規発行数						EPLの更新数					
	2013		2014		2015		2013		2014		2015	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Colombo	123	91	525	341	261	175	530	116	811	228	685	161
Gampaha	88	82	305	315	181	149	208	94	554	186	576	84
Kalutara	42	43	168	112	114	76	230	57	280	99	239	58
Kandy	86	60	195	146	74	23	132	38	260	63	329	58
Matale	25	41	118	29	0	19	102	29	127	37	171	41
Nuwaraeliya	12	0	25	38	101	4	12	2	54	2	32	4
Galle	42	55	125	135	45	52	114	73	202	117	147	61
Matara	49	40	131	77	9	15	110	49	173	82	121	82
Hambantota	36	30	95	68	15	23	79	16	141	25	149	22
Kegalle	65	46	108	202	94	79	124	51	185	87	309	64
Ratnapura	88	46	141	199	90	82	120	32	124	71	225	60
Anuradhapura	90	59	169	51	72	10	129	62	100	24	113	11
Polonnaruwa	9	32	119	105	9	6	36	11	41	11	65	13
Trincomalle	49	34	104	45	8	22	71	41	47	26	108	40
Ampara	66	88	170	140	8	14	67	61	51	74	82	42
Bataloa	26	102	116	117	9	17	42	41	29	37	74	28
Vavunia	16	10	57	15	0	0	15	0	23	1	0	0
Mannar	1	1	67	106	38	74	1	0	4	0	28	5
Badulla	31	23	145	50	19	30	29	8	40	13	65	28
Monaragala	22	26	90	74	8	16	10	7	27	13	82	17
Jaffna	30	18	138	76	22	10	22	5	63	21	90	11
Kilinochchi	1	7	27	125	8	11	0	0	1	0	14	0
Mulathiw	9	4	31	40	0	16	5	0	10	0	7	0
Kurunagala			5	7	89	120			0		0	1
Puttalam			1	2	15	17			0		0	1
合計	1006	938	3175	2615	1289	1060	2188	793	3347	1217	3711	892

10083
12148

十勝毎日新聞 2016年10月25日 掲載

スリランカで施設完成

排水処理 ヒューエンスの技術活用

水処理プラント開発・ヒューエンス(帯広市、設楽守良社長)の技術を用いて、スリランカで建設が進められてきた排水処理施設がこのほど完成し、採用の乳製品製造工場がある同国ティガナ市内で完成式典が行われた。設楽社長も出席した。

同社の技術は「旋回噴流」状のオゾンを汚水内に分散式オゾン酸化法」。汚水槽 させる方式で、汚水の効率内を噴流でかき回し、気泡 浄化や汚泥発生の低減を図



完成した施設の前で式典に臨む出席者(右から設楽社長、ホン大臣、菅沼大使、ケエールティ会長)＝ヒューエンス提供

ることが出来る。

設置したのは国営企業のミルコ社。処理能力は日量25ト前後を想定。同技術を使った処理施設はこれまで、インドネシアなどで処理量10ト規模の実証プラントの稼働実績があるが、このクラスの本設置は海外では初めて。

国際協力機構(JICA)の2014年度中小企業海外展開支援事業として採択。今年3月に着工し、7月に完成、2カ月余りの試験稼働を経て引き渡しとな



施設完成と式典の様子は現地新聞「Daily Mirror」紙でも大きく報道された(ヒューエンス提供)

った。

式典は現地時間20日に行われ、JICAなどの関係者100人が出席する中、設楽社長も参加し、ミルコ社のケエールティ・ミヒリペンナ会長、ホン・ハリソ地方経済省大臣、菅沼健一在スリランカ日本大使、天田聖JICAスリランカ所長らとテープカットなどに臨んだ。

ヒューエンスでは、今回の稼働をきっかけに、同国ミルコ社の別工場や民間乳製品製造工場でも同様の設備の設計提案を依頼されている。設楽社長は「設置する前の状態を知っているだけに、完成後の整備された状況を見て感慨深い」と話していた。(佐藤いづみ)



WASTEWATER TREATMENT PLANT AT MILCO FACTORY OPENED

The Wastewater Treatment Plant constructed at the Milco factory, Digana under JICA assistance was ceremonially opened on October 20 by Rural Economic Affairs Minister P. Harrison and Ambassador of Japan in Sri Lanka Kenichi Suganuma.

Deputy Minister of Mahaweli Development and Environment Anuradha Jayaratna, Chief Representative of JICA Sri Lanka Office Kiyoshi Amada, Secretary to Ministry of Rural Economic Affairs B.K.R. Ekanayaka, Chairman Milco Keerthi Mihiripenna, GM Milco M.A.S. Munasinghe, Chairman of CEA Prof. Lal Mervin Dharmasiri, Chairman, Huens Co. Ltd. Moriyoshi Shitara and Senior Managing Director of Kumagai



Gumi Susumu Ogawa also graced the occasion.

The project created benefits for MILCO (Pvt.) Ltd. (Beneficiary), Central Environment Authority

(Regulator), Local Community living in the vicinity of the Plant (Stakeholder) and downstream of Mahaweli river users (Stakeholder).

JICA supports Milco factory in Digana to find solutions to wastewater problem

A wastewater treatment plant constructed at Milco factory Digana under JICA assistance was ceremonially opened on 20 October by Minister of Rural Economic Affairs P. Harrison and Ambassador of Japan in Sri Lanka Kenichi Suganuma.

Mahaweli Development and Environment Deputy Minister Anuradha Jayaratna, JICA Sri Lanka Office Chief Representative Kiyoshi Amada, Ministry of Rural Economic Affairs Secretary B.K.R. Ekanayaka, Milco Chairman Keerthi Mihiripenna, Milco GM M.A.S. Munasinghe, CEA Chairman Prof. Lal Mervin Dharmasiri, Huens Co. Ltd. Chairman Moriyoshi Shitara and Kumagai Gumi Senior Managing Director Susumu Ogawa also graced this occasion.

JICA extended support for construction of wastewater treatment at Milco Digana factory though Japanese private company, Huens Co., Ltd. The company adopted 'Ozone Oxidation Method Using Swirling Jet,' a tech-



nology developed by Huens Co., Ltd. Though the ozone treatment is common for treatment of waste water, this particular type of treatment is a patented technology of HUENS. The technology is possible to treat wastewater with highest efficiency and more energy-saving than other conventional methods, and has been put into use at approximately 100 projects in Japan and overseas.

The project created benefits for Milco (beneficiary), Central Environment Authority (regulator), local community living in the vicinity of the plant (stakeholder), and downstream of Mahaweli river users (stakeholder).

Milco is the premier dairy producer in Sri Lanka with over 55% of the market share in locally processed dairy products. Milco Factory at Digana had been facing serious problems in meeting environmental standards for discharged wastewater stipulated by CEA until Milco commissions the waste water treatment constructed under JICA assistance. JICA is very much happy to join hands with Sri Lanka's economic development agenda in the needy area in the right time, Kiyoshi Amada, Chief Representative of JICA said.

