

スリランカ国

西部州廃棄物管理局

スリランカ国
都市ごみ再資源化施設に係る
普及・実証事業

業務完了報告書

平成 30 年 12 月

(2019 年)

独立行政法人国際協力機構（JICA）

株式会社リサイクル

国内
JR（先）
18-241

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

巻頭写真.....	i
略語表.....	iv
地図.....	vi
図表番号.....	vii
案件概要.....	x
要約.....	xi
1. 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ.....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況.....	1
② 対象分野における開発課題.....	2
③ 事業実施国の関連計画、政策および法制度.....	3
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.....	7
⑤ 提案採択に至った経緯.....	8
(2) 普及・実証を図る製品・技術.....	9
2. 普及・実証事業の概要.....	12
(1) 事業の目的.....	12
(2) 期待される成果.....	12
(3) 事業実施の方法（各活動内容）.....	12
(4) 業務フローチャート.....	17
(5) 投入.....	19
① 日本国側投入.....	19
② 事業実施国側投入.....	24
(6) 業務実施体制.....	25
(7) 相手国政府機関の概要.....	26
3. 普及・実証事業の実績.....	27
(1) 各活動の成果.....	27
(2) 目的の達成状況.....	51
(3) 開発課題解決への貢献.....	51
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	52
(5) 環境社会配慮.....	53
① 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要.....	53
② ベースとなる環境及び社会の状況.....	53
③ ス国の環境社会配慮法制度・組織.....	58
④ スクリーニング.....	68

⑤ 代替案の検討.....	68
⑥ スコーピング.....	69
⑦ 事業実施上の環境及び社会への影響.....	72
⑧ 環境社会配慮結果.....	76
(6) 貧困削減配慮.....	78
(7) 事業後の相手国実施機関の自立的な活動継続.....	78
(8) 今後の課題と対応策等.....	79
4. 本事業実施後のビジネス展開計画.....	80
(1) 今後のビジネス展開の方針・予定.....	80
① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）.....	80
② ビジネス展開の仕組・計画・スケジュール.....	81
③ ビジネス展開の実現可能性.....	81
(2) 想定されるリスクと対応.....	82
(3) 普及・実証において検討した事業化及びその開発効果.....	86
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	86
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	86
② JICA や政府関係機関に向けた提言.....	86
参考文献.....	88

巻頭写真



カラディアーナ埋立処分場の現況
(2016. 12)



生ごみ分別収集の状況 (2017. 08)



ケスベワ市分別生ごみ (2017. 08)



ケスベワ市その他ごみ (2017. 08)



設置された選別ライン (2018. 02)



設置された選別ライン (2018. 02)



再資源化施設建屋外観 (2018. 02)



再資源化施設案内板 (2018. 02)



運転員への安全運転教育 (2018. 01)



試験運転時の選別状況 (2018. 02)



試験運転で選別されたプラスチック
(2018. 02)



西部州 WMA 主催の開所式 (2018. 02)



堆肥化施設外観 (2018. 11)



SOW 粉碎機投入状況 (2018. 10)



ごみ由来堆肥パイルの状況 (2018. 11)



生産堆肥の状況 (2018. 11)



性能確認試験概況 (2018. 11)



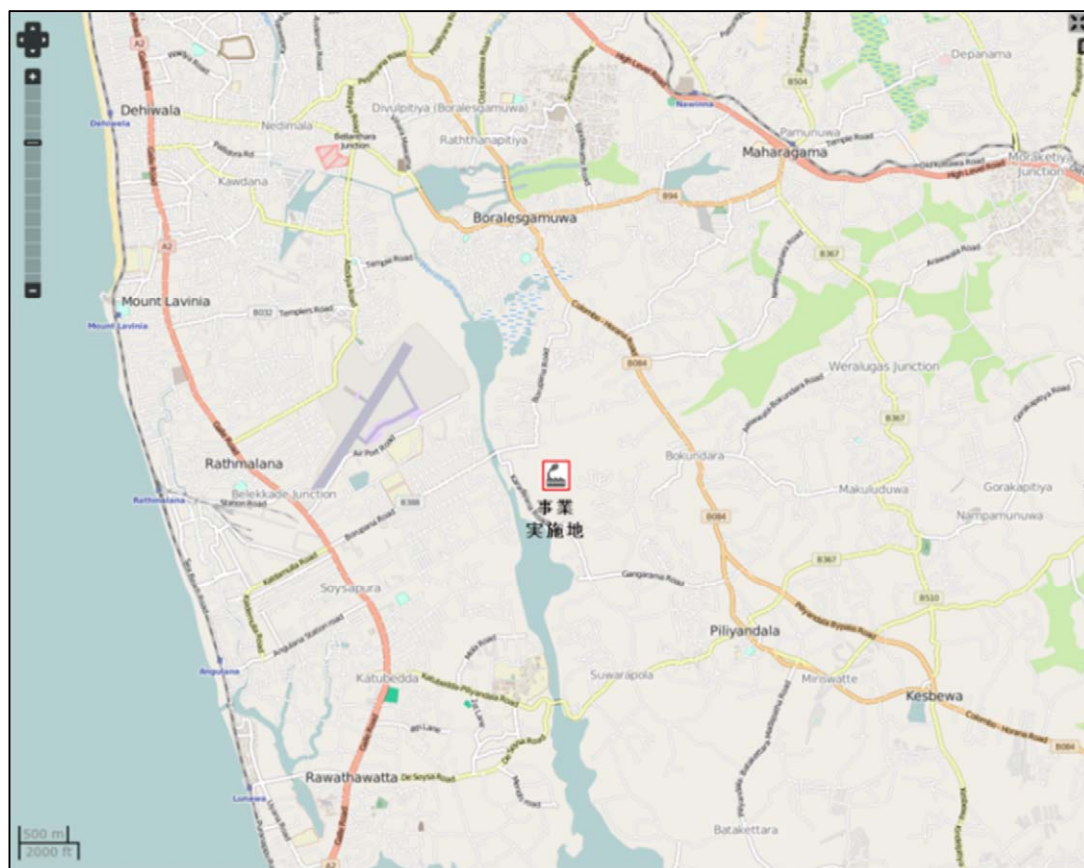
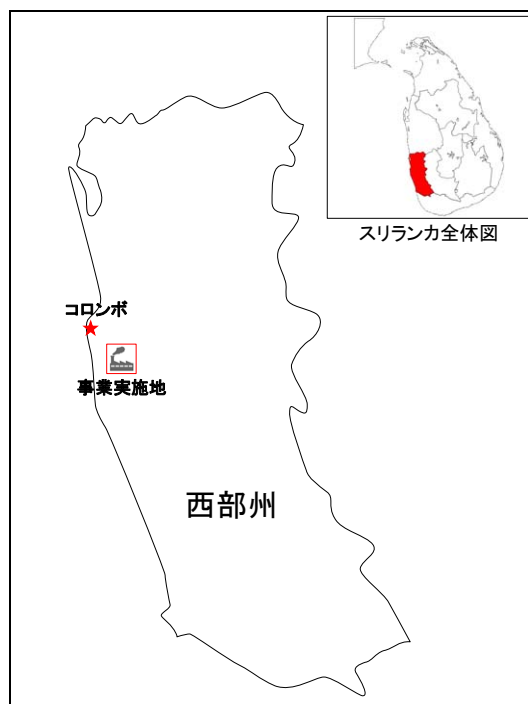
性能確認試験概況 (2018. 11)

略語表

略語	正式名称（英語）	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BOOT	Build Own Operate Transfer	建設・所有・運転・移転
BOO	Build Own Operate	建設・所有・運転
BOT	Build Operate Transfer	建設・運転・移転
CEA	Central Environmental Authority	中央環境庁
C/P	Counterpart	相手国政府機関
DS	Divisional Secretariat	郡事務所
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EJEC	Eight-Japan Engineering Consultants Inc.	株式会社エイト日本技術開発
EPL	Environmental Protection Licence	環境ライセンス
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HDPE	High-Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人 日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LDPE	Low-Density Polyethylene	低密度ポリエチレン
SLR	Sri Lanka Rupee	スリランカルピー
MC	Municipal Council	市（自治体単位）
MeRU	Medecal Relief Unit, Japan	特定非営利活動法人 日本医療救援機構
M/M	Minutes of Meetings	協議記録簿
MoERE	Ministry of Environment and Renewable Energy	環境再生可能エネルギー省
MRF	Material Recovery Facility	再資源化施設
MSW	Municipal Solid Waste	その他ごみ
NEA	National Environment Act	国家環境法
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織

略語	正式名称（英語）	日本語名称
NSSWM	National Strategy for Solid Waste Management	廃棄物管理国家戦略
NSWMSC	National Solid Waste Management Support Center	全国廃棄物管理支援センター
OECD/DAC	Organization for Economic Co-operation and Development / Development Assistance Committee	経済協力開発機構／開発援助委員会
PAA	Project Approving Agency	プロジェクト許認可機関
PE	Polyethylene	ポリエチレン
PET	Polyethylene Terephthalate	ポリエチレンテレフタレート
PP	Polypropylene	ポリプロピレン
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PS	Pradeshiya Sabha	村（自治体単位）
PS	Polystyrene	ポリスチレン
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
SLS	Sri Lanka Standard	スリランカ基準
SLSI	Sri Lanka Standards Institution	スリランカ基準院
SOW	Solid Organic Waste	生ごみ
UC	Urban Council	町（自治体単位）
WP-WMA (WMA)	Western Province, Waste Management Authority	西部州廃棄物管理庁

地図



出典：Openstreetmap (<https://openstreetmap.jp/>)

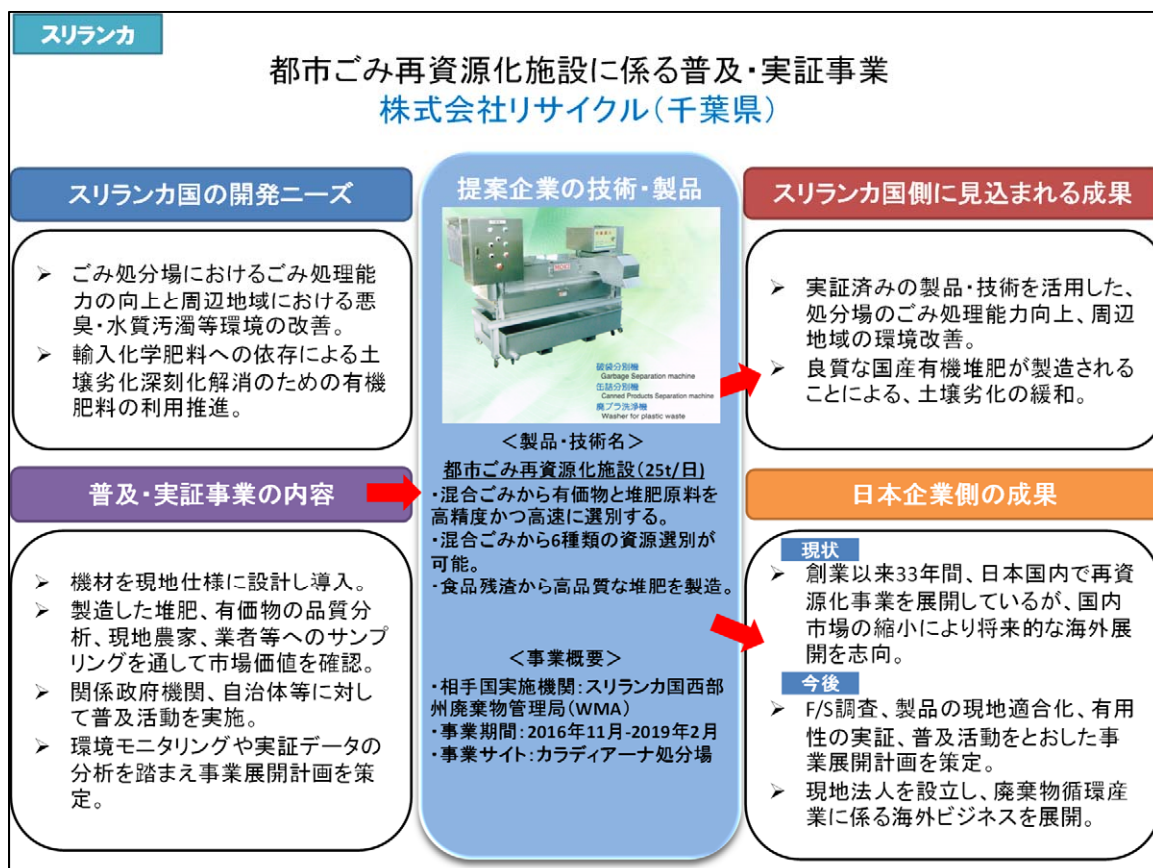
図表番号

図 1-1 Gampaha 地区 Dompe 衛生埋立処分場	8
図 2-1 業務実施体制	25
図 3-1 施設のプロセスフロー（SOW/MSW 合計で 25t/日 を処理）	29
図 3-2 再資源化施設配置図	32
図 3-3 工場検査（確認検査）	33
図 3-4 工場検査（制御盤検査）	33
図 3-5 工場検査（投入実験）	33
図 3-6 工場検査（投入実験）	33
図 3-7 作業員への技術指導①	35
図 3-8 作業員への技術指導②	35
図 3-9 作業員への技術指導③	35
図 3-10 作業員への技術指導④	35
図 3-11 対象車両の例（デヒワラ市）	38
図 3-12 対象車両の例（モラトゥワ市）	38
図 3-13 禁忌品混入状況確認調査（MSW）	38
図 3-14 禁忌品混入状況確認調査（SOW）	38
図 3-15 禁忌品の例（医療廃棄物）	38
図 3-16 禁忌品の例（大径物 > 30cm）	38
図 3-17 MSW 搬入車両別の資源回収率（複数回搬入する車両の場合は帯で表記）	39
図 3-18 MSW 搬入車両別の資源回収率及び資源物潜在量含有率（4 台の例）	40
図 3-19 ペットボトル再生工場	43
図 3-20 廃プラスチック再生工場	43
図 3-21 拡張工事	44
図 3-22 拡張工事後	44
図 3-23 開所式（西部州知事と菅沼大使）	48
図 3-24 開所式でのプラント説明（浦嶋氏）	48
図 3-25 ケスベワ DS 主催の廃棄物月例会議	48
図 3-26 ケスベワ DS 主催の廃棄物月例会議	48
図 3-27 中間処理ニーズを持つ自治体	50
図 3-28 設計・施工モデル（Design-Build）	50
図 3-29 設計・施工+運営サービス提供モデル（DB+O）	50
図 3-30 中間処理サービス提供モデル（BOO/BOT）	50
図 3-31 昼間騒音測定の様子（地点 2 にて）	55
図 3-32 昼間騒音測定の様子（地点 4 にて）	55
図 3-33 昼間騒音測定の様子（地点 5 にて）	55

図 3-34 夜間騒音測定の様子（地点 2 にて）	55
図 3-35 CEA の組織図	58
図 3-36 カラディヤーナ処分場周辺 3 地区 730 世帯の位置関係	75
図 3-37 騒音モニタリング位置（図中③④⑤）	75
図 4-1 事業展開計画	81
表 1-1 廃棄物管理に関する法体系とその概要	4
表 1-2 廃棄物管理に関する政策・計画	6
表 1-3 廃棄物管理にかかるガイドライン	6
表 1-4 廃棄物管理分野における JICA 案件	7
表 2-1 本事業で想定する堆肥の品質目標 ①組成基準	14
表 2-2 本事業で想定する堆肥の品質目標 ②有効成分の含有基準	14
表 2-3 堆肥の品質基準（規制値） ③重金属の含有基準	15
表 2-4 本事業で想定する回収資源物の品質基準	15
表 2-5 業務フローチャート（当初計画：2016 年 12 月時点）	18
表 2-6 業務フローチャート（2018 年 12 月）	18
表 2-7 提案法人（現地業務）	19
表 2-8 提案法人（国内業務）	20
表 2-9 外部人材（現地業務）	21
表 2-10 外部人材（国内業務）	22
表 2-11 日本側投入機材・重機の内訳	23
表 2-12 日本側投入消耗品の内訳	23
表 2-13 事業実施国側投入機材および重機	24
表 2-14 事業実施国側投入ユーティリティ	24
表 2-15 事業実施にあたる国内・現地協力機関の役割	25
表 2-16 相手国政府関係機関（C/P）の情報	26
表 2-17 カラディヤーナ処分場への自治体別月間搬入ごみ量（2017 年 5 月度）	26
表 3-1 現地調査日程と業務内容	27
表 3-2 本事業におけるモニタリング計画	28
表 3-3 主要図面一覧	31
表 3-4 都市ごみ再資源化施設でのごみ（SOW 及び MSW）受入れ状況（t/月）	36
表 3-5 MRF 資源化施設での品目別資源物回収状況（t/月）	36
表 3-6 SOW 堆肥化施設での堆肥製造状況（t/月）	37
表 3-7 MSW 及び SOW の対象自治体と収集・搬入曜日	37
表 3-8 搬入車両ショートリスト（案）	40
表 3-9 製造堆肥の分析結果	41
表 3-10 回収資源物の品質基準（自主基準、改定後）	42

表 3-11 堆肥及び資源物のサンプル提供状況	42
表 3-12 資源買取企業の買取り条件等ヒアリング結果（無償サンプル提供による）	43
表 3-13 WMA によるモニタリング結果（2017.2～2018.11、苦情件数ベース）	46
表 3-14 騒音モニタリング結果.....	46
表 3-15 開発課題に対する効果.....	52
表 3-16 WMA によるモニタリング結果（2017.2～2017.12、苦情件数ベース）	54
表 3-17 敷地境界における騒音の規制基準（環境騒音）	54
表 3-18 騒音モニタリング結果.....	55
表 3-19 スリランカの民族別人口動態（2012 年）	57
表 3-34 代替案の検討・評価結果.....	69
表 3-35 スコーピング結果.....	70
表 3-36 TOR 例	72
表 3-37 事業開始時の現地調査結果	72
表 3-38 調査結果に基づく影響評価表.....	72
表 3-39 環境管理計画（緩和策及び緩和策実施のための費用）	73
表 3-40 本事業における環境モニタリング計画（再掲）	74
表 3-41 WMA によるモニタリング結果（2017.2～2018.11、苦情件数ベース）	76
表 3-42 敷地境界における騒音の規制基準（環境騒音）（再掲）	77
表 3-43 騒音モニタリング結果.....	77
表 4-1 本事業開始時に想定された主なリスクとその発生状況と今後のビジネス展開に向 ける対応方針	83

案件概要



要約

I. 提案事業の概要	
案件名	(和文) スリランカ国西部州における都市ごみ再資源化施設の普及・実証事業 (英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Municipal Solid Waste Material Recovery Facility
事業実施地	スリランカ国西部州コロombo県デヒワラ市カラディアーナ埋立処分場内
相手国 政府関係機関	西部州廃棄物管理局 (WMA)
事業実施期間	2016年12月～2019年2月
契約金額	99,999,360円(税込)
事業の目的	スリランカ国における埋立処分場周辺地域の環境改善及び農地改善に貢献し得る有機性肥料の供給に資するため、都市ごみ再資源化施設の有用性が実証されるとともに、都市ごみ再資源化施設を活用した事業展開案を検討する。
事業の実施方針	<p>業務の実施方針は以下のとおり。</p> <p>(1) 成果</p> <p>成果1: 対象サイトに整備する都市ごみ再資源化施設の有用性証される。</p> <p>成果2: スリランカにおいて都市ごみ再資源化施設の有用性がされ、その事業展開計画案が策定される。</p> <p>(2) 活動</p> <p>[成果1にかかる活動]</p> <p>1-1: 情報収集と現地調査を実施する。</p> <p>1-2: 環境モニタリング計画・体制を策定する。</p> <p>1-3: 機材の仕様検討、設備設計を実施する。</p> <p>1-4: 都市ごみ再資源化施設に整備する破砕分離機を製造・輸送する。</p> <p>1-5: コンベアをはじめとしたその他の必要な機材、設備を現地で調達する。</p> <p>1-6: 本事業にかかる許認可を取得する。</p> <p>1-7: 都市ごみ再資源化施設を整備する。</p> <p>1-8: 運転員および選別作業員に対し技術指導を行う。</p> <p>1-9: 都市ごみ再資源化施設を操業し、資源選別、堆肥製造を実</p>

	<p>施する。</p> <p>1-10: 堆肥、有価物の品質を分析する。</p> <p>1-11: 現地農家、現地業者等へのサンプリングを通して市場価値を確認する。</p> <p>1-12: 分析結果を踏まえ、必要に応じて改修、改善を図る。</p> <p>1-13: 実証活動に基づいて収集したデータをもとに事業採算性を検討する。</p> <p>1-14: 環境モニタリングを実施する。</p> <p>[成果2にかかる活動]</p> <p>2-1: ビジネス展開に係る許認可や法制度、知的財産リスクを抽出・整理する。</p> <p>2-2: 関係政府機関、自治体等に対し都市ごみ再資源化施設の説明会を実施する。</p> <p>2-3: 堆肥、有価物の販売先について調査・検討する。</p> <p>2-4: 現地合弁事業を行う現地企業の候補先について調査・検討する。</p> <p>2-5: 公共サービスの民間受託型事業モデルを策定し、C/P等に提案する。</p> <p>2-6: 事業展開計画案を策定する。</p>
実績	<p><u>1. 実証・普及活動</u></p> <p><u>(1) 機材設置状況</u></p> <p>WMAが所有するカラディヤーナ処分場内に、分別された生ごみとその他混合ごみを対象に破碎選別を行う再資源化施設を設置した。土木・建築工事がC/P側所掌で建設されたが、事前に協議・受領していた図面と異なる形で施工されたため、計画・設計作業が当初予定よりも約9か月遅延することとなった。</p> <p>本邦製造機材と現地製造機材を調達し、2018年2月に都市ごみ再資源化施設（破碎分別機、コンベア及び補機）の設置完了、同4月にC/Pに引渡を行った。</p> <p><u>(2) 機材運転状況</u></p> <p>設置・引渡を行った再資源化施設をC/Pより借用し実証運転を行った。試運転（2019年2～3月）及び実証運転（同4～11月）期間を通じ、MSW 885.4t、SOW 800.0t、合計1,685.4tの廃棄物を受け入れ、資源物15.4tを回収、堆肥194tを生産した。</p> <p><u>(3) 事業実施国政府機関との協議状況</u></p> <p>実証期間を通じ、MSWとSOWの受入を行ったが、引き受けるMSWの中には法律で別途処分が義務付けられている医療系廃棄物の</p>

	<p>混入が頻発し、施設が定常稼働するまでに多くの時間を要した。これまで単純に埋め立てるだけの廃棄物管理を続けていたス国にとってごみが法律に則って排出されていない事実直面することになった。生産される堆肥や回収される有価物は質・量ともにこれまでC/Pが生産していたものを上回り、高い評価を受けており、実証運転を通じて本施設の有用性が証明された。</p> <p><u>2. ビジネス展開計画</u></p> <p>本事業で対象とした再資源化施設は堆肥化プロセスと資源回収プロセスにより構成される。双方のプロセスとも、廃棄物のマテリアルリサイクルを促進するものであり、政府による投資奨励・促進を背景に今後民間投資が進められる行われる分野である。個別事業の事業採算性については、原料となる都市ごみ、分別生ごみの処理ニーズは膨大である一方、生産堆肥の需要や資源再生工場の受入容量により供給が絞られてしまう可能性がある。</p> <p>現状、本施設の必要性についての理解が進み、いくつかの自治体や企業からの引き合いが来ている。当面は、本事業で設置・引渡を行ったプラントについて、WMA と別途運営委託契約を締結し、運営管理を継続しながら、これら引合への対応を進めていく。2-3年に一度、自治体又は民間企業からの引き合いに対するプラント設計・施工、及び長期包括型運営委託業務を受注していく予定である。</p>
課題	<p><u>1. 実証・普及活動</u></p> <p>当初計画から遅延して設備の設置・試運転ならびに実証運転終了まで漕ぎ着けたものの、施設に搬入されるごみの質は資源物を対象とした分別が行われていないため、依然変動が激しく、<u>施設的能力を最大限生かすことのできるごみ受入パターンの確立</u>、また<u>資源物回収の歩掛りを最大化できるような排出源（自治体側）での分別手法の検討</u>、<u>回収された資源物の引取先企業側での容量不足（設備増強の必要性）</u>等、資源循環社会の創出に向けた官民連携事業として行うためのデータ収集・解析や、官民での責任分担・協力体制に係る協議・交渉はまさに始まったところである。</p> <p><u>2. ビジネス展開計画</u></p> <p>これら課題については、住民や自治体、循環産業を巻き込んだスリランカの廃棄物管理システム全体が有す課題であることから、一朝一夕には解決できないものである。現在、本事業で設置</p>

	<p>された再資源化施設については、継続運転に係る契約の提案を行っており、引き続きこの施設を運転し続けることで、ス国廃棄物管理システムの最適化に貢献していく考えである。</p>
事業後の展開	<p>本事業実施後に施設の管理・監督はWMAが引き続きその任に就くことになるが、(株)リサイクルは、そのまま官民連携による「長期包括型運営委託」形式により、施設の運転を継続受託する提案を行っている。</p> <p>同時に州内他の自治体からの関心も受けており、プラントの販売及びそのO&Mだけでなく、機械を持ち込んで運転委託を請けるようなPPPスキーム(B00またはBOT)での業務受注に繋げていく予定である。</p>

II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社リサイクル
企業所在地	千葉県我孫子市中峠台 7-11
設立年月日	1981 年 12 月 2 日
業種	産業廃棄物収集運搬業
主要事業・製品	一般廃棄物収集・処理・再生
資本金	10,000 千円 (2018 年 3 月時点)
売上高	600 百万円
従業員数	80 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ

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、ス国）はベンガル湾の南西に浮かぶ、面積 65,610 km²（北海道の約 80%）の島国である。首都は 1985 年コロンボから遷都されたスリ・ジャヤワルダナプラ・コッテであるが、いまだ経済の中心はコロンボである。

2017年の人口は2,144万人、74.9%を先住民とシンハラ人が占める。さらにタミル人が15.4%、スリランカ・ムーア人が9.2%と続き、その他バーガー人、マレー人が数%と、多様な民族が共存している。

内戦が終結した2009年以降、復興需要及び都市化の進行により鉱工業、運輸・通信業、観光業をはじめス国経済は急速に活性化した。2011年に8.4%、2012年に9.1%の経済成長を達成し、2014年には中所得国入りを果たした。2017年国民1人当たりのGDP（推定値）は、4,065 USDである。戦後復興需要も落ち着きつつあることから、最近の成長率は鈍化傾向にあり、2016年、2017年の成長率は4.5%、3.1%にとどまっている。

一方で、依然として脆弱な経済社会基盤の整備、内戦や津波の影響が残る後発開発地域の開発等が課題とされている。また経済成長により雇用機会も拡大し、失業率も順調に低下しつつある。また、2017年の失業率は4.2%と、2015年の4.7%、2016年の4.4%と徐々に下降している。男女別に見ると、2017年の男性失業率が2.9%であるのに対し、女性の失業率は6.5%となっている。女性の失業率は、2015年の7.6%、2016年の7.0%と下降傾向にあるため、背景には地方からの女性の急速な社会進出があると見られる。

2017年セクター別GDP構成比は、サービス業（金融、不動産、運輸交通、小売流通等）56.8%、製造業（繊維・衣料、食品、タバコ等）26.8%、農林水産業6.9%となっており、主要輸出品目は繊維・衣料品に代表される工業製品（75.2%）、紅茶、ゴムなどの農業製品（24.4%）、輸入品目は石油（燃料・繊維・化学品）54.5%、資本財23.3%、食料品等21.5%である。従来はプランテーション作物（紅茶、ゴム、ココナッツ）を中心とする農業依存型経済であったが、内戦終結後の経済発展に伴い、現在では繊維工業に代表される製造業、卸・小売業等が台頭している。

ス国は共和制国家であり、大統領制と議員内閣制が混合した体制をとる。国会は任期6年、225名からなる一院制である。政府には24の主要省庁を含むおよそ100の庁が設置されている。

1980年代から地方分権化が進められ、1987年の第13次修正憲法により、地方自治体の監督権は州議会政府（Provincial Council）に移行された。州議会政府は大統領により任命された州知事と、選挙によって選出された議会からなる。地方行政区分は、9州25県（District）からなり、さらに市（Municipal Council）、町（Urban Council）、村（Pradhashiya Sabha）に細分され、各地域の地方行政を担う。

2005年から続いていたラジャパクサ政権は、2015年1月の大統領選でシリセーナ氏に僅差で敗れた。シリセーナ新大統領はアジア主要国とのバランス重視外交を打出したほか、マハヴェリ開発・環境大臣を兼任し、生物多様性保全、大気汚染対策や再生可能エネルギーの導入拡大といった環境分野にも積極的に取り組んでいる。

② 対象分野における開発課題

2018年1月に改訂された対ス国 国別開発協力方針の重点分野（1）質の高い経済成長の促進、及び重点分野（2）包摂性に配慮した開発支援（旧国別援助方針（2012年6月）の重点分野（1）経済成長の促進、及び重点分野（2）後発開発地域の開発支援）に合致する。

<重点分野（1）質の高い経済成長の促進>

ス国人口の約60%が居住するス国経済の中心部である西部州は、経済発展の負の影響として、廃棄物量の増加と不適正処分が問題となっている。処分場周辺の衛生状況は劣悪な状態にあり、埋立処分に伴う美観の損失、悪臭、害虫の発生、水質汚濁等の影響から、周辺住民の生活環境の悪化、民間投資や観光地としての魅力低下を招いている。2017年4月14日、コロombo郊外のミートタムツラ処分場（8.5ha）で48.5mの高さに積み上げられたごみ山の崩落事故が発生し、死者32名、近隣の住宅146軒の家屋が倒壊した。この事故を受けてス国政府は、埋立処分に依存した廃棄物管理からの脱却のため、西部州内に3つの焼却発電施設をPPP方式で調達する計画を進めている。

事業展開計画（外務省、2015年4月）によると、廃棄物管理については、複合的なアプローチが必要であるとされている。これまでのス国廃棄物管理に係る日本のODA事業は、同方針に沿い、地方都市を中心とした廃棄物管理計画策定やパイロットプロジェクトの実施（開発調査）、能力強化（技術協力）、SATREPSによる埋立処分場ガイドラインの策定など、中南部の自治体を対象としたソフト支援が主体であった。一方、2016年2月の「廃棄物管理情報収集・確認調査」では、ス国10都市を対象に廃棄物管理の現状を分析し、日本の中間処理や最終処分技術による支援の方向性を検討するための情報収集を行っている。これは、現在日本国が進めているインフラシステム輸出戦略や、2015年1月に就任したシリセーナ大統領（環境大臣を兼務）が掲げる経済発展と環境保全の両立した国家構築に合致した動きとして、我が国官民が一体となり進めて行くべき課題である。

また、2017年7月に改訂された事業展開計画によると、ス国の一層の質の高い経済成長には、産業の高付加価値化が課題とされており、製造業への投資促進の一環として行政の廃棄物管理能力の向上が必要とされている。

本事業で建設・実証運転を行った資源回収施設は、単純埋立に代わる都市ごみの中間処理として、単独での設置はもちろん、選別した有機ごみの堆肥化やメタン発酵・発電、選別残渣の焼却発電等、他の日本の技術と合わせて導入することで、相乗効果を発揮することが可能である。同時に、本施設は自治体が回収・運搬する都市ごみから資源物を回収し、リサイクルを行う資源再生工場への売却を行う施設であるため、上流側にあたる自治体が策定すべき廃棄物管理計画へのインプットや、下流側にあたる資源再生工場の設備投資への寄与など、

ス国の今後の廃棄物管理システム、資源循環社会のあり方を検討するために重要な役割を担うものである。

<重点分野（２）包摂性に配慮した開発支援>

農業セクターの農地改良や生産性向上に寄与する。人口の30%、GDPの20%を占める農業は、同国経済の重要な役割を担っている。しかし、伝統的な輸出産業としてス国経済をけん引してきた紅茶プランテーションから零細小規模農家に至るまで、生産性の維持・向上を輸入化学肥料に依存してきた結果、土壌の劣化（保水力や保肥力の低下）が深刻化しており、安定的な農業生産への影響が懸念されている。この状況に対し、中央政府も有機肥料の利用推進を進めているが、具体的な有機肥料供給体制の構築が進んでいない状況にある。

本事業は、埋立ごみの半分以上を占める有機性廃棄物（食品残渣）を機械選別し、高速堆肥化する事業である。現地でも食品残渣を原料とした堆肥化は一部行われているが、異物の混入が多い上、発酵技術が不十分なため、価値の低い堆肥が少量生産される状態に留まっている。本事業の実施により、品質の安定した有機堆肥を継続的に生産・供給することで地力の回復を促し、農業生産の持続かつ安定化への貢献とともに、農業を営む貧困層の生活水準向上に寄与することが可能である。

③ 事業実施国の関連計画、政策および法制度

ア) 法制度

ス国の環境保護と管理は、1972年の国連人間環境会議からその必要性を議論されるようになり1981年に制定された国家環境法（National Environment Act No. 47/1980、以下“NEA”）にて、初めて環境に係る基本法が制定・施行された。同法は5つのパートで構成されており、パート1～3にて、環境政策の立案、省庁間の調整等を担う中央環境庁（以下、CEA）の設置とその権限、運営方針について、パート4にて土地、天然資源や動植物等の環境管理に係る基本方針を、パート5にて総則を定めている。

1988年にはこのNEAが改定され（NEA-Amendment No.56/1988）、特に旧法のパート4にあたる環境管理基本方針についてパート4A（環境保護）、パート4B（環境の質）、パート4C（事業承認）が追加されている。パート4A（環境保護）では、すべての廃棄物や排水、排ガス等を排出する事業者には中央環境庁が発行する1年間有効の環境ライセンスの取得を義務付けるとともに、パートB（環境の質）にて、水質汚濁、大気汚染、土壌汚染、騒音、廃棄物等に係る規制について排出基準を定めること、またパートC（事業承認）にて、承認が必要な事業（Prescribed Projects）と承認を行う機関（PAA：Project Approving Agencies）を規定し、対象事業を実施する国や企業等すべての事業者に対して初期環境調査（Initial Environment Examination：IEE）又は環境影響評価（Environmental Impact Assessment：EIA）の報告書を提出することを義務付けている。

廃棄物管理については、Urban Council Ordinance No.61（1939年）やMunicipal Councils Ordinance（1947年）等の地方自治体条例により、廃棄物の収集・処分を地方自治体の責務と

されている。1987年の第13次修正憲法により、地方自治体の監督権は中央政府から州議会政府に移行し、同年制定された Provincial Council Act No.42 により廃棄物管理にかかる監督権も州議会政府に委譲された。

ス国の廃棄物管理にかかる法体系の概要を表 1-1 に示す。

表1-1 廃棄物管理に関する法体系とその概要

年	政策・規制	概要
1939	Urban Council Ordinance No. 61 of 1939	廃棄物管理・清掃およびごみ収集に関する自治体の義務・権利
1946	Nuisance Ordinance No. 62 of 1939 and No. 57 of 1946	Section 1-12 にて公共用地へのごみの投棄を禁止。
1947	Municipal Councils Ordinance No. 16 of 1947	廃棄物管理・清掃およびごみ収集に関する自治体の義務・権利
1979	Code of Criminal Procedure Act No. 15 of 1979 – Public Nuisances	Section 98 にて迷惑を除去するにあたっての裁判所による命令の条件を規定。
1980	National Environmental Act No.47 of 1980	国家環境法。環境保護諺原則、CEA 諺設置と役割・権限、詳細規則を設けることなどを規定。
1987	Provincial Councils Act No.42 of 1987	Amended by Act No.56 of 1988 地方自治体の責務として廃棄物管理を規定
1987	Pradeshiya Sabha Act No.15 of 1987	Sections 93 and 94/Pradeshiya Sabha の責務としての廃棄物管理を規定
2007	Prevention of Mosquitoes Breeding Act No.11 of 2007	蚊の発生源の抑制
2008	National Thoroughfares Act No. 40 of 2008	Section 64(a), (b), (c) and Section 65 にて公共道路や国道における個体・液体廃棄物の堆積及び流出を禁止。
2009	Gazette No. 1627/19 National Environmental (Municipal Solid Waste) Regulations, No. 1 of 2009.	指定場所以外への廃棄物投棄及び収集時間の制限（午後 6 時～翌午前 6 時までは廃棄物を収集してはならない）

出典) スリランカ国廃棄物管理分野に関する情報収集・確認調査 ファイナル・レポート (JICA、2016 年)

1) 関連計画

ス国では、2000年に廃棄物管理国家戦略（NSSWM:National Strategy for Solid Waste Management）が制定された。NSSWMでは、廃棄物管理を以下の4項目の通りに行うとしている¹。

1. Prioritize waste avoidance over recycling and recycling over the other forms of environmentally sound disposal
(廃棄物の発生抑制をリサイクルや他の環境的な廃棄よりも優先させる)
2. Reuse non-avoidable waste as far as possible (発生抑制できない廃棄物の再利用)
3. Maintain the content of hazardous substances in waste at the lowest possible level
(廃棄物中の有害物質の最小化)

¹ UNESCAP

(<http://www.unescap.org/resources/presentation-consultation-workshop-nationally-appropriate-mitigation-actions-namas-waste>)

4. Guarantee an environmentally sound residual waste treatment and disposal as basic prerequisites for human existence

(環境保全型の廃棄物処理と処分を人間の基本的な生存要件として保証する)

ス国政府は、「国家開発 10 カ年計画 (2006~2016 年)」において、適切かつ持続的廃棄物管理システムを優先課題に挙げ、持続可能な廃棄物管理体制の確立には 3R の推進、環境に配慮した最終処分場の整備等が重要であるとして、投資計画を立案、2006 年には JICA の支援を受けて、地方政府・州評議会省 (MPCLG:Ministry of Provincial Councils and Local Government) の下部組織として、全国廃棄物管理支援センター (NSWMSC: National Solid Waste Management Support Center) を設立、2007 年に「廃棄物管理国家政策 (National Policy on Solid Waste Management)」を策定した。これらの計画に基づき、2008 年には自治体が実施する廃棄物管理事業に対して総額約 56 億 SLR (約 46 億円) の無償資金を供与する Pilisar Project を開始している。

さらに 2009 年から、目標年度を 2016 年として策定された、持続的発展を目指した国家計画 (National Action Plan for Haritha Lanka Programme) では「Mission 3:気候変動対策」において廃棄物管理の推進を挙げられており、各地方自治体における廃棄物管理に必要なインフラ整備又は適切な代替方法の採用等を基本戦略として挙げている。廃棄物処理施設やし尿処理施設は、地方自治体でも適用可能な低コスト・低メンテナンス・低環境負荷の技術が必要とされている。

2017 年に発表された「Vision 2025」によると、西部地区メガポリス開発計画に基づき廃棄物発電事業を PPP スキームの下実施すること、排出源での住民による分別・3R を促進すること、レジ袋やプラスチック容器への課税を PPP プロジェクトの支払原資にすることなどを示している。

廃棄物管理に関する政策・計画を表 1-2 に、廃棄物管理のガイドラインを表 1-3 に示す。

表1-2 廃棄物管理に関する政策・計画

年	政策・規制	概要
2000	廃棄物管理国家戦略 National Strategy for Solid Waste Management (NSSWM)	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物発生量の抑制 ・廃棄物の再利用・廃棄物中の有害物質含有量の抑制 ・環境配慮型残渣ごみ処理および処分の保証
2003	Caring for Environment PhaseI (2003-2007) PhaseII (2008-2012)	国連開発プログラム (UNDP) 資金による国家環境アクションプランの実施
2005	国家開発 10 ヶ年計画 (2006-2016) Mahinda Chintana: Vision for A New Sri Lanka	3R の推進、環境配慮型最終処分場の整備
2006	全国廃棄物管理支援センター設立 National Solid Waste Management Support Center (NSWMSC)	JICA 支援により設立された全国廃棄物管理支援組織
2007	廃棄物管理国家政策 National Policy on Solid Waste Management	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物減量化、3R 推進、衛生理立場の設置 ・キャパシティ・ビルディング、研究開発
2008	Pilisararu Project PhaseI (Jan. 2008-Dec.2013) PhaseII (Jan. 2014-Dec.2018)	適切な固形廃棄物管理、固形廃棄物管理プロジェクトの実施・監理、固形廃棄物管理が適切に行われていない地方自治体への法的措置
2009	国家アクションプラン National Action Plan for Haritha Lanka Programme	持続可能な開発のための国家評議会の設立 Harita (Green) Lanka Programme

出典) スリランカ民主社会主義共和国環境基礎情報収集調査報告書 (OECC、2017)

表1-3 廃棄物管理にかかるガイドライン

年	ガイドライン名	関連する省庁	目的
2001	Healthcare Waste Management Guideline	Ministry of Health, & Indigenous Medicine	To provide evidence based recommendation to clinicians to manage hospital generated waste with minimum harm to the environment.
2003	Solid Waste Management Guideline for Local Authorities	Ministry of Home Affairs, Provincial Councils and Local Government	To support the SWM practice for LAs
2005	Technical Guidelines on Municipal Solid Waste Management in Sri Lanka	CEA	To support the SWM and siting of engineered landfills
2007	Technical Guidelines on Solid Waste Management in Sri Lanka	CEA	To support the SWM and siting of engineered landfills
2009	Guidelines for the Management of Scheduled Waste in Sri Lanka	CEA	To manage the scheduled waste management

出典) スリランカ国 廃棄物管理分野に関する情報収集・確認調査ファイナル・レポート (JICA、2016)

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

廃棄物分野では、JICA の他、韓国国際協力団 (KOICA : Korea International Cooperation Agency) が積極的な支援を行っている。

廃棄物管理分野における JICA 案件を表 1-4 に示す。現在、本事業の C/P である西部州を対象とした廃棄物管理マスタープランの策定に向けた技術協力プロジェクトの準備が行われている。

表1-4 廃棄物管理分野における JICA 案件

期間	案件名	目的
2007. 3～2011. 2	全国廃棄物管理支援センター能力向上プロジェクト	地方自治体の廃棄物管理事業を効果的に支援するために設置された中央政府機関の能力強化支援
2011. 4～2016. 3	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 (SATREPS)	廃棄物処分場における汚染防止および修復技術に関する研究開発能力強化支援
2015. 7～2016. 3	廃棄物管理分野に関する情報収集・確認調査	廃棄物セクターの現状と課題整理および調査対象地方自治体の基礎情報収集
2015. 1～2017. 8	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事業普及・実証事業	スクリー型コンポストプラントの導入による、家庭生ごみおよび農業廃棄物由来のコンポスト製造モデルの確立
2015. 10 ~ 2016. 9	医療廃棄物焼却処理案件化調査業務	医療廃棄物の処理状況調査及び提案製品の適合可能性調査
2017. 2～2019. 2	廃棄物管理における汚染防止・環境負荷低減	3つの地方自治体（クルネガラ、ラトナプラ、カタラガマ）における処分場改善パイロットプロジェクトを通じ、SATREPS ガイドラインの有用性、ス国の処分場管理に係る適性技術の確認を行う。この結果を通じて同ガイドの普及、CEA 行政官の能力強化を行う。
2018. 4～2018. 6	西部州における廃棄物マスタープラン策定支援プロジェクト詳細計画策定調査	コロンボ県を含む西部州において、他ドナーや複数の政府機関により計画される処分場や廃棄物発電施設の建設プロジェクトを包括的に管理する廃棄物管理マスタープランの早期策定に係る支援を行うための技術協力プロジェクト事前調査。

出典) JICA ウェブサイトを基に調査団作成

KOICA は、2008 年より Gampaha 地区 Dompe PS において、ス国初となる衛生埋立処分場を建設した。C/P は CEA であり、KOICA より約 450 万 USD、ス国政府より約 150 万 USD が拠出され、2015 年 4 月より供用を開始、供用開始当初は広域受入を想定していたが、周辺住民からの反対があり、現在は Dompe PS の廃棄物のみを受け入れている²³。

本プロジェクトには、処分場建設のほか、廃棄物管理を担当する政策立案者および行政担当者の能力強化や、廃棄物管理システムの効果的な履行に係る支援措置の確立、廃棄物発生

² CEA Website

(<http://www.cea.lk/web/latest-projects/23-latest-projects/140-the-construction-of-integrated-waste-management-system-at-maligawatta-dompe>, 2018 年 4 月訪問)

³ KOICA Website (http://www.koica.go.kr/english/resources/news/1276341_1962.html, 2018 年 4 月訪問)

源のインベントリ調査や、廃棄物の安全かつ効率的な収集システムの検討といったコンポーネントを含んでいる。



出典) CEA ウェブサイト (<http://www.cea.lk/>、2018年4月訪問)

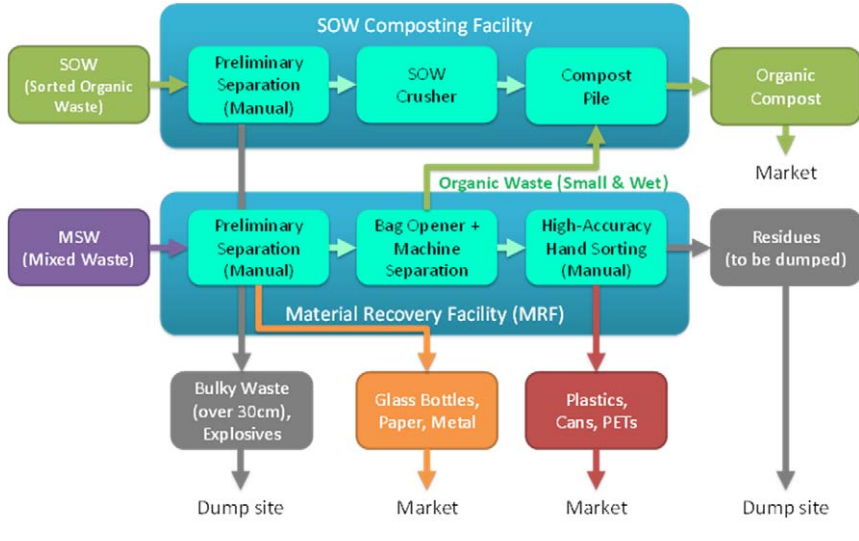
図1-1 Gampaha 地区 Dompe 衛生埋立処分場


⑤ 提案採択に至った経緯

(株)リサイクルは、2011年に衛生環境調査を目的に訪問した際、現地の環境問題や環境ビジネスのニーズを把握し、(株)リサイクルが保有する資源選別や堆肥化ノウハウが、ス国が抱える社会経済問題に幅広く貢献できる可能性があることを確認した。加えて、2014年には、環境省「平成26年度 我が国循環産業海外展開事業化促進業務 事業環境基礎調査」を実施。現地調査や関係機関との調整・協議を行い、本事業に係る実現可能性について評価を実施し、プロジェクトIRRが16.8%と、実現可能性が十分にあるという調査結果を得ているものの、同調査はヒアリングによる情報収集を主として行われたため、実際の埋立ごみの組成分析や、堆肥や有価物サンプルの生産、試験利用及びその評価が必要とされている。

このような背景を踏まえて、実際の搬入ごみを対象とした、都市ごみ再資源化施設の「高精度な資源選別機能」、「高品質な堆肥製造機能」等の有用性及び「事業採算性」を実証し、ビジネスとしての事業展開案を検討することを目的とした提案を行い、今般同提案が採択されるに至った。

(2) 普及・実証を図る製品・技術

<p>名称</p>	<p>都市ごみ再資源化施設 (機械選別、手選別、堆肥製造技術を組み合わせた廃棄物再資源化システムの構築・運転・製造ノウハウ)</p>
<p>スペック (仕様)</p>	<p>25 t / 日 × 1 系統 (選別ライン + 堆肥化エリア) 日量 25t ± 10% を目安とし、毎月 500t (20 日稼働) を受け入れる方針。受入ごみは、カラディヤーナ処分場に搬入 (埋立処分) される分別生ごみ (SOW : Sorted Organic Waste) ならびに都市ごみ (MSW : Municipal Solid Waste) を対象とする。</p>
<p>特徴</p>	<p>埋立処分場敷地内に MSW 資源化施設 5t/日と SOW 堆肥化施設 20t/日、計 25 t / 日の再資源化施設を整備する。</p> <p>MSW 資源化施設では、MSW から資源物 (有価物) を高精度かつ高速に選別する。資源選別ラインは、破袋分離機と選別コンベア等で構成され、現地採用の選別作業員との組合せから、①ペットボトル、②ビン、③金属、④紙、⑤プラスチック、⑥食品残渣、⑥その他 (埋立処分対象物) の 6 種類に選別する。</p> <p>SOW 堆肥化施設は、搬入される SOW からの異物を除去、破砕し堆肥発酵パイルにて熟成、日本国内で培った堆肥製造ノウハウを活用して高品質な堆肥を製造する。</p>  <p>The flowchart illustrates the process flow for MSW resource recovery and SOW composting. It starts with two input streams: SOW (Sorted Organic Waste) and MSW (Mixed Waste). SOW enters the SOW Composting Facility, which includes Preliminary Separation (Manual), SOW Crusher, and Compost Pile, leading to Organic Compost for the Market. MSW enters the Material Recovery Facility (MRF), which includes Preliminary Separation (Manual), Bag Opener + Machine Separation, and High-Accuracy Hand Sorting (Manual). From the MRF, materials are sent to either the Market (Glass Bottles, Paper, Metal; Plastics, Cans, PETs) or a Dump site (Bulky Waste over 30cm, Explosives; Residues to be dumped). There is also a feedback loop from the MRF back to the SOW Composting Facility labeled 'Organic Waste (Small & Wet)'.</p> <p>MSW 資源化・SOW 堆肥化プロセスフロー (25t/日)</p>
<p>競合他社製品と比べた比較優位性</p>	<p>(株) リサイクルは、国内自治体を顧客とした資源ごみ分別業務 (ビン・缶・鉄・プラスチック、紙) や不燃・粗大ごみ破砕選別施設の運転・維持管理業務について 30 年以上に及ぶ実績を有している。更に、容器包装プラスチックの選別処理については、BOT 方式による設計・</p>

	<p>施工、運転・維持管理事業を展開している。選別の精度を高めることで有価物の量・質を上げ、会社の利益につながるビジネスモデルを展開している。</p> <p>(株) リサイクルの比較優位は、これらの業務や事業を通じて蓄積した廃棄物の再資源化ノウハウであり、対象ごみに合わせた資源選別システムを設計できることである。本事業のシステムで言えば、食品残渣の分離と資源回収にあたり、以下のような設備上の工夫を加えている。</p> <p>①破砕機能：雑多なものが含まれる混合ごみを安定的に選別処理するために、処理困難物の除去や粗破砕を行う。</p> <p>②破袋機能：収集袋の他、カップ容器等の破砕を行う。これにより食品残渣の回収率の向上とともに、後段の選別作業員の負担軽減を図る。</p> <p>③洗浄機能：選別中のプラスチックに対する洗浄機能を付加することで、回収するプラスチックの品質を向上させる。</p> <p>④風力選別機能：風力選別により軽量物（主にプラ、紙、ペットボトル）と重量物（主に缶、食品残渣）を分離することで目視による選別作業を容易にし、作業員の負担軽減と回収率の向上を図る。</p> <p>⑤粉砕機能：食品残渣を1cm程度に粉砕することで、食品残渣の分離精度と堆肥化工程での発酵菌の分解速度の向上を図る。</p> <p>これらのノウハウの導入は、選別精度や事業の収益性を向上させるだけでなく、貧困層の雇用機会の幅を広げることに繋がるものである。</p>
国内外の販売実績	<p>国内 直近3年（12件、20億円）千葉県我孫子市、柏市等から一般廃棄物中間処理運営委託業務を受託</p> <p>海外 なし</p>
サイズ	<p>①資源選別エリア：23m×7.5m</p> <p>②主要機器（25t/日）</p> <p>破袋分離機（日本製）：W1.3m×L4.9m×H2.0m</p> <p>選別コンベア（現地製作）：1m×7m程度</p> <p>分別生ごみ粉砕機（現地製作）：W1.3m×L2.7m×H2.8m</p> <p>③コンポストヤード（現地支給）：2,500m²</p>
設置場所	<p>ス国西部州コロombo県デヒワラ市 カラディヤーナ埋立処分場内</p>  <p>既設コンポストヤード</p>

	(WMA より無償貸与)
今回提案する機材の 数量	MSW 資源化ライン、SOW 堆肥化ライン各 1 系統
価格	非公開

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

ス国における埋立処分場周辺地域の環境改善及び農地改善に貢献し得る有機性肥料の供給に資するため、都市ごみ再資源化施設の有用性が実証されるとともに、都市ごみ再資源化施設を活用した事業展開案を検討する。

(2) 期待される成果

成果 1：対象サイトに整備する都市ごみ再資源化施設の有用性が実証される。

成果 2：ス国において都市ごみ再資源化施設の有用性が理解され、その事業展開計画案が策定される。

(3) 事業実施の方法(各活動内容)

「(2) 期待される成果」で示した成果 1 及び 2 を達成するために、以下の活動を実施する。なお、これら活動の実施状況・成果は「3.1 各活動の成果」にて記載することとし、本項では、業務計画書（2016 年 12 月）策定時に企画した当初計画を掲載した。

[成果 1 にかかる活動]

1-1: 情報収集と現地調査を実施する。

初回現地調査に先立ち、事業実施サイトの現状や搬入ごみの状況について現地 C/P からの情報収集を行うと共に、JICA 報告書等文献よりス国廃棄物に係る情報の収集・整理を行う。初回現地調査では、全体工程の確認、関係者への実施スケジュール連絡、設備設計仕様の確認、外注先の選定を行う。

1-2: 環境モニタリング計画・体制を策定する。

初回現地調査に先立ち、現地の環境規制について文献調査を行い、事業実施前及び実施中の環境モニタリング項目及び実施体制について記載した環境モニタリング計画(案)を作成する。作成した環境モニタリング(案)について、初回現地調査にて現地 C/P と協議し、また現地分析機関の対応可否により本事業における環境モニタリング計画を確定する。

1-3: 機材の仕様検討、設備設計を実施する。

事前入手情報に基づき、現地で設置する機材の概略仕様を設定のうえ、初回現地調査時に現地状況を確認の上、調達機材の仕様を確定する。確定した仕様に基づき、都市ごみ再資源化施設の設備設計を行う。

1-4: 都市ごみ再資源化施設に整備する破砕分離機を製造・輸送する。

1-3 で確定した設備仕様に基づき、都市ごみ再資源化施設内に整備する破砕分離機（調達先：株式会社モキ製作所 長野県千曲市）の発注を行う。破砕分離機の製造には4ヶ月程度要し、全体工程のクリティカルパスとなることから、発注先との事前協議、製造期間中の進捗確認、出荷前工場検査等、工程管理・品質管理を徹底する。

工場検査後、横浜港まで陸送・船荷し、コロンボ港荷受け・実施サイトまでの陸運についても運送業者及び現地 C/P、税関と十分な事前協議を行い実施する。

1-5: コンベアをはじめとしたその他の必要な機材、設備を現地で調達する。

1-3 で行う詳細設計完了後、第2回現地調査にて堆肥原料搬送コンベア、手選別コンベアの発注を行う。排水だめタンク等付帯機材の調達を行う。1-4 で示した本邦調達機材と現地設置工事の期間を合わせられるよう、発注・製造に係るスケジュール管理を行う。

1-6: 本事業にかかる許認可を取得する。

本施設設置場所は、C/P である西部州廃棄物管理局が管理する処分場の敷地内であり、また環境影響評価や初期環境調査についても既に CEA への照会の結果、これら調査の適用外とされた。初回調査時にこの他に必要な許認可、書類が必要であればこれを取得する。

1-7: 都市ごみ再資源化施設を整備する。

本施設設置場所には、C/P 提供品として既に土木・建築工事が進められている。1-1 の現地調査時に状況を確認した上で、1-2～1-6 の作業と並行し、必要な修正等を要請する。

1-4 の本邦輸出機材、1-5 の現地調達機材の現地到着に合わせ、組立・設置工事を行う。設置工事前及び設置工事期間中には施工管理のため現地渡航を行う。

設置工事完了後、約1ヶ月程度の試運転を実施する。試運転期間内には引渡性能試験を実施し、性能を確認した段階で JICA への引渡を行う。性能試験項目は、搬入ごみ処理量、堆肥発酵槽温度とし、5日間稼働した結果にて能力確認とする。

1-8: 運転員および選別作業員に対し技術指導を行う。

本施設の運転維持管理業務は、ス国現地企業に外部委託する。人員は監督員1名、重機オペレーター2名、作業員4名の計7名を想定する。1-7 の設置工事完了後、これら人

員に対する技術指導を行う。この技術指導は、別途運転・選別マニュアルを作成の上試運転期間中を通じて行う。

1-9: 都市ごみ再資源化施設を操業し、資源選別、堆肥製造を実施する。

1-7、1-8 の設置工事、試運転終了後、JICA より施設の貸与を受け、10 か月間の通常運転を行う。施設の概略処理フローは下図のとおり。

施設の運転維持管理は 1-8 で指導したス国現地企業により実施する。運転状況は日報、週報により管理し、必要に応じ改善指導を図る。業務主任を含む団員は操業期間中 3 回程度、運転状況の確認のため現地調査を行う。

1-10: 堆肥、有価物の品質を分析する。

選別・回収された堆肥、有価物は月 1 回程度、想定する品質基準の達成状況を判定するため品質分析を行う。日本の肥料取締法では、堆肥を含む特殊肥料は、有害成分に関する含有量基準が設けられているものの、肥料成分については、基準値は設けられておらず成分の表示義務に留まっている。全国農業協同組合中央会が行った自主的な堆肥品質保全のための「有機質肥料等品質保全推進事業」では、家畜ふん堆肥の肥料成分に係る推奨基準が設けられている。

一方ス国では、CEA が発行している「Technical Guidelines on Solid Waste Management in Sri Lanka (2005, 2007)」により、最終製品堆肥は SLS1246 (2003) に従うことが義務付けられており、同基準でも、有害成分及び肥料成分の基準が設定されている。

本事業で想定する堆肥、有価物の品質基準を下表に示す。

表2-1 本事業で想定する堆肥の品質目標 ①組成基準

項目	本事業における目標値	ス国都市ごみ由来の堆肥に係る基準
水分含水率	現物当たり 70%以下	乾物あたり 25%以下 (SLS645 Part2)
異物含有量	3%以下 (乾ベース) ただし、プラスチック及び金属片の混入は極力抑える。	砂含有量として 10%以下 (SLS1245 Appendix C)
C/N 比 (炭素率)	30 以下	10~25

出典) 堆肥化施設設計マニュアル ((社) 中央畜産会、2001)
SLS1246(2003) SPECIFICATION FOR COMPOST FROM MUNICIPAL SOLID WASTE AND AGRICULTURAL WASTE

表2-2 本事業で想定する堆肥の品質目標 ②有効成分の含有基準

項目	本事業における目標値	ス国都市ごみ由来の堆肥に係る基準
窒素 (N) 全量	乾物当たり 1.0%以上	乾物当たり 1.0%以上
リン酸 (P2O5) 全量	乾物当たり 1.0%以上	乾物当たり 0.5%以上
加里 (K2O) 全量	乾物当たり 1.0%以上	乾物当たり 1.0%以上

出典) 堆肥化施設設計マニュアル ((社) 中央畜産会、2001)
SLS1246(2003) SPECIFICATION FOR COMPOST FROM MUNICIPAL SOLID WASTE AND AGRICULTURAL WASTE

表2-3 堆肥の品質基準（規制値） ③重金属の含有基準

項目	目標値
銅	400 以下 mg/kg
亜鉛	1,000 以下 mg/kg
ニッケル	100 以下 mg/kg
カドニウム	10. 以下 mg/kg
鉛	250 以下 mg/kg

出典) SLS1246(2003) Specification for compost from municipal solid waste and agricultural waste

表2-4 本事業で想定する回収資源物の品質基準

	純度	その他の条件
プラスチック	97%以上	異物混入がないもの
紙類	97%以上	汚れがないもの
鉄・スチール缶	97%以上	異物混入がないもの
アルミ類・アルミ缶	97%以上	異物混入がないもの
びん類	97%以上	異物混入がないもの

出典) JICA 調査団

1-11: 現地農家、現地業者等へのサンプリングを通して市場価値を確認する。

選別・回収された堆肥、有価物は、再資源化施設の物質収支とともに、1-10により品質を確認し、事業収益性や技術的改善の必要性等を検証する。また、適宜、堆肥、有価物を現地農家や引取業者へ提供し、価格交渉や引取業者の選定等、普及活動に向けた市場価値の確認を行う。

1-12: 分析結果を踏まえ、必要に応じて改修、改善を図る。

1-10の分析結果、及び1-11による市場価値検証結果を受け、必要に応じた施設の改修ならびに運転方法の改善を図る。

1-13: 実証活動に基づいて収集したデータをもとに事業採算性を検討する。

1-9の通常運転開始後、3か月終了時、及び10か月終了時の2回、得られた運転データを基に、本施設の建設・運営を通じた事業の採算性を検証する。

1-14: 環境モニタリングを実施する。

1-2で策定した環境モニタリング計画を基に、環境モニタリングを実施する。モニタリング項目・頻度は、初回調査を通じて最終決定されるが、現時点では粉じん、騒音、悪臭及び排水量を対象に、工事前、試運転時、運転期間中、運転期間終了時の計4回を想定する。

[成果2にかかると活動]

2-1: ビジネス展開に係る許認可や法制度、知的財産リスクを抽出・整理する。

1-13に記載の3ヶ月終了時事業採算性検証結果を基に、今後同規模の都市ごみ再資源化施設をB00（建設・所有・運転）又はB00T（建設・所有・運転・移転）スキームで実施する際に必要となる許認可や法制度、知的財産リスクを抽出整理する。

2-2: 関係政府機関、自治体等に対し都市ごみ再資源化施設の説明会を実施する。

1-9で示した10か月の操業期間中に2回程度、関係政府機関、自治体を招待し、都市ごみ再資源化施設の説明会・見学会を開催する。同説明会は、今後のビジネス展開にあたり、施設の安定稼働や製品の品質を示すと共に、都市ごみ再資源化施設のビジネスモデルを提案する場とする。

2-3: 堆肥、有価物の販売先について調査・検討する。

1-10、1-11を通じて得られた堆肥、有価物の品質、市場評価結果を基礎に、今後ビジネス展開する際の販路について調査し、具体的な顧客リストの検討を行う。

2-4: 現地合弁事業を行う現地企業の候補先について調査・検討する。

実証期間終了後の本施設に係る長期包括的運営委託業務や新規B00/B0T事業等の、今後のビジネス展開にあたり、現地で協業が可能なパートナー企業の調査・検討を行う。

2-5: 公共サービスの民間受託型事業モデルを策定し、C/P等に提案する。

自治体が処理責務を負う公共サービスに係る、ス国廃棄物の中間処理ビジネスとして、長期包括的運営委託やB00/B0T等事業スキームでの実現可能性を評価し、C/P及び中間処理ニーズを有する自治体や政府機関に対し提案を行う。

2-6: 事業展開計画案を策定する。

本実証事業で得られた知見を基に、今後ス国で同種事業を実施していくにあたっての事業展開計画を策定する。

(4) 業務フローチャート

業務着手時（2016年12月）の全体工程を表2-5に、本業務完了報告書で修正版全体工程を表2-6に示す。

事業進捗に応じた業務フローや期間・時期の変更のうち、主要なものは以下のとおり。

7) 再資源化施設設置完了の遅延

施設の計画・設計のための国内作業は、当初4か月を想定していたが、結果9か月と約5か月の延長になった。これは、現地側所掌である土木・建築工事が、事前提供のあった図面と異なる形で竣工していたことから、設備の配置や仕様、車両動線等すべての計画・設計の変更を行ったためである。これにより、設備の設置工事完了が当初計画では2017年7月であったのに対し、実際は2017年12月設置完了（自主検査1月）と5か月の遅延となっている。

4) 再資源化施設引渡に係る変更

施設の引渡にあたって、当初は試運転1ヶ月中に性能確認試験を行い、その結果を持って引渡としていた。しかし、WMAより毎日搬入される都市ごみの中に、法律上一般ごみとして排出することが禁止されている医療系廃棄物が頻繁に混入したことにより、施設の引渡条件である性能確認が行えない状況であった。これに対して、WMAから性能確認を引渡後としてでも、早期に施設の引渡を受けたいという要望があり、2018年4月10日に引渡を行った。

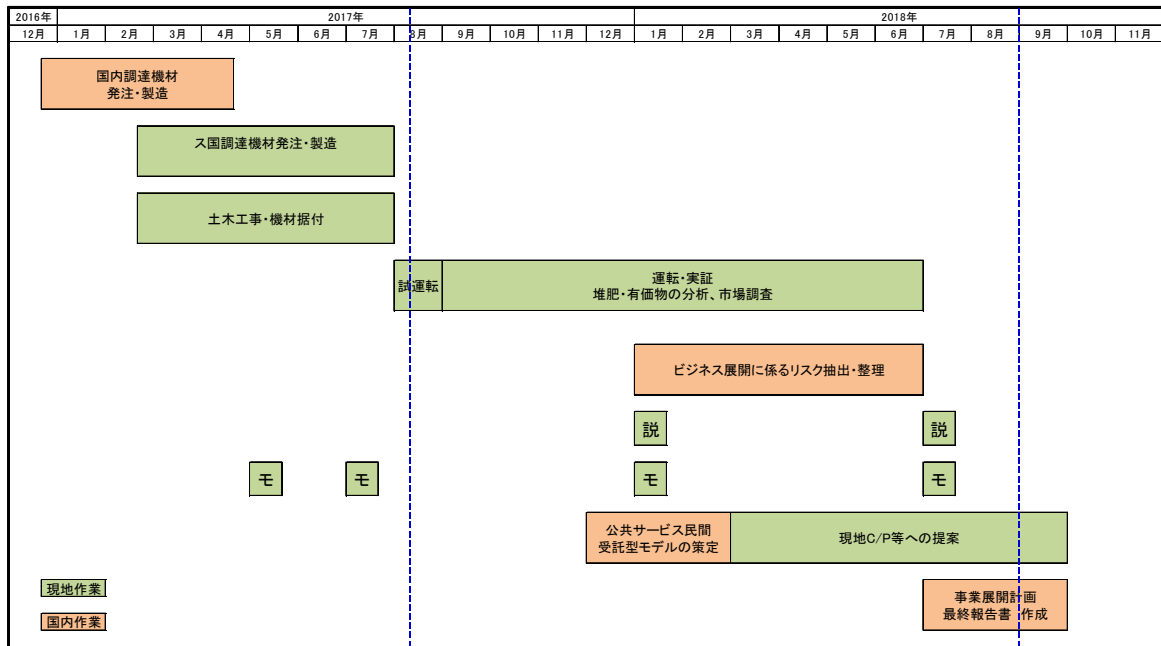
性能確認試験は、2018年11月23日にWMAの立会いの下実施した。性能確認試験の実施にあたっては、実証運転期間中に行ったプラント側での各種ハード面での調整の他、受入ごみ搬入車両の内容物調査を行うことで、プラントにとってより良いごみを搬入する車両をショートリスト化し、より効率的な施設の運営が行えるようなごみ搬入計画等ソフト面での準備を入念に行った。

これら変更を受けて、運転期間は、試運転1ヶ月＋実証運転10か月（実証運転への移行時に引渡性能試験）の当初計画を、試運転2ヶ月＋実証運転8か月（実証運転への移行時に引渡を行い、実証運転終了前に性能確認試験）に変更している。

4) 環境モニタリングの内容・頻度変更

環境モニタリングのタイミングは、当初では工事中（2017年5月末）、竣工時（2017年7月末）、運転時（2018年1月初旬）、引渡前（2018年7月初旬）の計4回の調査を予定していたが、CEAがWMA宛に発出している環境推薦書に基づきWMAが毎月行っている周辺住民を対象としたヒアリング調査を活用したモニタリングを行うこととした。この毎月の調査に加え、工事前（2017年8月）、性能確認試験時（2018年11月）の計2回の騒音実測調査を行った。

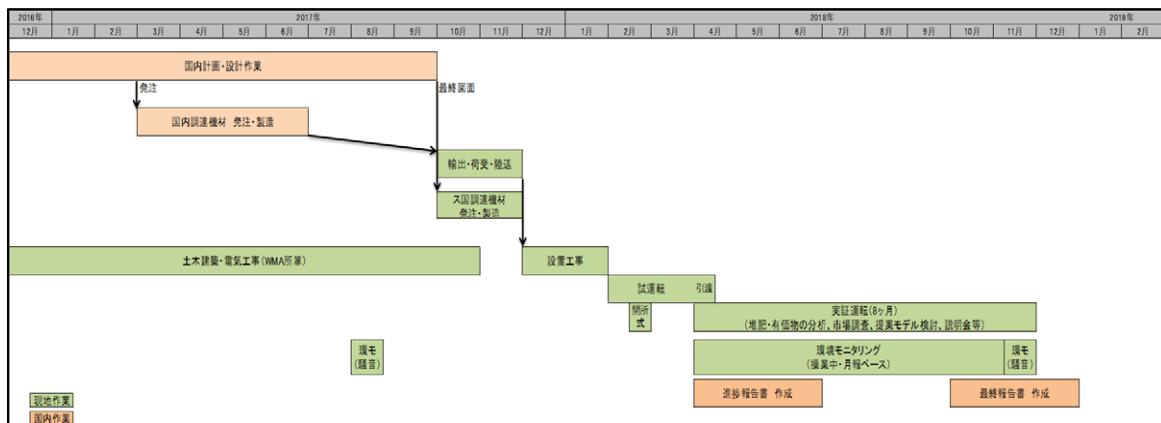
表2-5 業務フローチャート（当初計画：2016年12月時点）



モ：環境モニタリング

説：現地説明会

表2-6 業務フローチャート（2018年12月）



環モ：環境モニタリング

(b) 提案法人(国内業務)

表2-8 提案法人 (国内業務)

従事者 キー	氏名	担当業務	格付	項目	渡航 回数	契約期間																								計画日 数 合計	計画人月 合計																																																																																	
						2016年		2017年												2018年												2019年																																																																																
						12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12	1	2																																																																														
1	浦嶋 秀次	業務主任者	2	計画		(10日)	(7日)	(7日)	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(3日)	(3日)	(3日)	(7日)	(3日)	(10日)	(3日)	(3日)												111	5.55																																																																													
				計画管理用 (任意)		(10日)	(10日)	(10日)	(7日)	(10日)	(10日)	(5日)	(10日)	(5日)	(5日)	(15日)	(5日)	(7日)	(5日)	(5日)	(7日)	(5日)	(5日)	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)			178	8.90																																																																										
				実績		10-31	1-28	1-31	1-31	1-31	1-31	1-31	1-25	5-30	7-30	1-30	1-31	1-21	1-28	1-30	1-30	1-31	1-30	1-31	1-31	1-31	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30			168	8.40																																																																											
2	關 秀一	ビジネス展開・ 戦略	3	計画				(3日)																											13	0.65																																																																												
				計画管理用 (任意)				(1日)				26-27								15-20													25	29			6	0.30																																																																										
				実績				1-31				26-27								15-20													26	29			5	0.25																																																																										
3	田中 吉将	プラント設備設 計	5	計画		(3日)		(5日)	(8日)	(5日)	(5日)																								29	1.45																																																																												
				計画管理用 (任意)		(3日)	(3日)	(3日)	(3日)	(5日)	(4日)	(5日)	(3日)	(3日)	(3日)	(5日)	(5日)				(3日)	(3日)	(3日)	(2日)										29		64	3.20																																																																											
				実績		16-20	20-28	10-31	10-31	1-31	1-31	1-31	1-31	1-31	1-31	7-30	1-31	1-31	1-31	1-28			1-30	1-31	1-30	1-31								1-30	29		63	3.15																																																																										
5	田村 剛	プラント運転計 画	3	計画						(5日)																										9	0.45																																																																											
				計画管理用 (任意)								(1日)																									29		42	2.10																																																																								
				実績														1-31	1-31	1-21	1-28	1-30	1-30	1-31	1-30	1-31							1-30	29		41	2.05																																																																											
6	Janaka Jeewana	現地調達・調整	4	計画		(5日)		(2日)	(2日)	(4日)	(4日)	(4日)	(4日)	(4日)	(2日)	(2日)	(4日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)	(2日)							59	2.95																																																																											
				計画管理用 (任意)		(5日)		(3日)	(4日)	(10日)	(10日)	(4日)	(4日)	(4日)	(4日)	(2日)	(7日)	(5日)	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(7日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)	(5日)			126	6.30																																																																								
				実績		16-27		1-31	1-31	1-31	1-31	1-31	1-25	5-30	7-30	1-24	1-31	1-21	1-28	1-30	1-30	1-31	1-30	1-31	1-30	1-31	1-31	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30	1-30			116	5.80																																																																									
						<table border="1"> <tr> <td>計画</td> <td colspan="24"></td> <td>221</td> <td>11.05</td> </tr> <tr> <td>管理用</td> <td colspan="24"></td> <td>416</td> <td>20.80</td> </tr> <tr> <td>実績</td> <td colspan="24"></td> <td>393</td> <td>19.65</td> </tr> </table>																								計画																									221	11.05	管理用																									416	20.80	実績																									393	19.65		
計画																									221	11.05																																																																																						
管理用																									416	20.80																																																																																						
実績																									393	19.65																																																																																						

(e) 施設の運転・維持管理(現地再委託)

施設の運転・維持管理要員は、ス国企業に再委託して調達した。当初計画では監督員1名、重機オペレーター2名、作業員4名の計7名であったが、選別に時間を要すことから作業員を1名増員し計8名を雇用して施設の運営・維持管理を行っている。

4) 機材

日本側投入機材、重機及び消耗品の各内訳を表2-11～表2-12にそれぞれ示した。

表2-11 日本側投入機材・重機の内訳

No.	機材名	数量	現地納入年月
1	投入ホッパー	1式	2017年12月
2	手選別コンベア1	1式	2017年12月
3	破碎分離機	1式	2017年12月
4	生ごみ搬送コンベア	1式	2017年12月
5	手選別コンベア2	1式	2017年12月
6	残渣搬送コンベア	1式	2017年12月
7	バケット付フォークリフト(混合ごみ投入作業)	1台	2018年1月(リース契約)
8	選別生ごみ(SOW)粉砕機	1式	2018年10月

備考) 各機材の配置は、図3-2 再資源化施設配置図に記載。

表2-12 日本側投入消耗品の内訳

No.	消耗品名	数量	購入年月
1	安全ロープ(9mm×100m)	1巻	2018年1月
2	安全ロープ(7mm×100m)	1巻	2018年1月
3	カラーコーン	40個	2017年12月
4	消火器(3kg)	4本	2017年12月
5	散水ノズル(スプリンクラー)	1台	2018年1月
6	ホース	60m	2018年1月
7	高圧洗浄機	2台	2018年1月
8	排水溜めタンク	2個	2017年12月
9	ハンドスピーカー	2個	2017年12月

② 事業実施国側投入

ス国（WMA）の投入は以下のとおり。

ウ) 土木・建築物

再資源化施設を設置する建築物（屋根付き建屋）は、WMAにて土木工事・建築工事・電気工事を実施、本事業の実施期間中の使用許可（改造、改築を含む）を得ている。また、再資源化施設で選別した生ごみの発酵・堆肥化を行う堆肥化ヤード（屋根付き建屋）は、WMAの既設堆肥化ヤード（B50.0m×W33.2m）の約半分について事業期間中の使用許可を得た。

イ) 要員

WMAが雇用する堆肥化ヤードの作業員約10名は、本事業で生産する堆肥の切り返しや袋詰め等の生産支援作業にも従事。

エ) 機材

ス国側が投入する機材および重機の内訳は下表のとおり。

表2-13 事業実施国側投入機材および重機

No.	機材名	数量	備考
1	トラックスケール	1式	WMA所有機材をWMA業務の合間を見て借り受ける。
2	トロンメル	1式	同上。
3	バックホーローダー（通称JCB）	1台	同上。
4	スキッドステアローダー（通称ボブキャット）	1台	同上。
5	ダンプトラック	適宜	残渣ごみ搬出用（適宜搬出）

カ) その他ユーティリティ

表2-14 事業実施国側投入ユーティリティ

No.	ユーティリティ	備考
1	電気	配線工事及び基本料金はWMA所掌とし、従量料金に関しては、日本側にて負担する。料金の精算に必要な使用電力量は、本工事で設置する電力量計にて計測する。
2	用水	生活用水は、カラディヤーナ処分場の既設管理事務所（敷地から約20mに立地）内に設置してある水道を利用。プラント用水は同じくカラディヤーナ処分場の既設管理事務所内に存在する水道の蛇口にゴムホースを接続し、本施設内に設置する給水タンクを通じ給水する。 生活用水・プラント用水の供給はWMA所掌である。

(6) 業務実施体制

事業実施体制として、事業実施にあたる国内・現地協力機関の役割を下表に示す。

表2-15 事業実施にあたる国内・現地協力機関の役割

機関名	本事業における役割
受注者／ (株) リサイクル	廃棄物資源回収施設の建設・運営を国内で営む。今回ス国への事業展開を行うため、本事業の提案主体として応募。 本事業では、投資事業の技術的・経済的・社会慣習的実現可能性を実プラントの設置・運転により評価するため、経営者・技術者を現地に派遣し、機器の設計・設置、運転管理、及び現地政府・民間等関係機関との連携構築を行う。
外部人材／ (株) エイト日本技術開発 (EJEC)	外部人材として従事。資源回収施設の計画、設計、施工及び維持管理等についてアドバイスを行うと共に、現地政府機関との折衝支援、投資事業計画策定、同計画の実現可能性評価を行う。
外部人材／ (特非) 日本医療救援機構 (MeRU)	外部人材として従事。現地政府機関折衝を担当する。
西部州廃棄物管理局 (WP-WMA)	現地政府機関 C/P として、事業期間中の選別ライン用地、コンポストヤード貸与、電力供給、混合ごみの無償提供を担当。事業終了後の設備無償譲渡先。
現地協力企業	本事業の履行にあたり、現地土木・建築・電設等工事、施工監理、操業時の運転員動員等を行う再委託先企業。



図2-1 業務実施体制

(7) 相手国政府機関の概要

本事業の相手国政府機関（C/P）は、西部州廃棄物管理局である。西部州はコロombo県、ガンパハ県、カルタラ県の計3県49自治体で構成される。ス国の廃棄物管理は自治体（Local Authority）に処理責任があり、多くの自治体では自前の処分場を保有・管理しているが、首都スリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ市や商業都市コロombo市を有す西部州に限り広域での廃棄物管理・監督を行うための組織としてWMAを設置している。

WMAは本事業の実施サイトであるカラディヤーナ処分場の管理・運営を直営で行い、7つの自治体からの廃棄物を受け入れている。受入費用は、MSWがSLR1,000/t、SOWの場合はSLR250/tである。

WMAは本事業への土地・建屋の提供、対象とするMSW及びSOWの提供、及び事業で回収された有価物や堆肥の引取先となる。

表2-16 相手国政府関係機関（C/P）の情報

機関名	西部州廃棄物管理局（WP-WMA）
所在地	32 Sir Marcus Fernando Mawatha, Colombo07, Sri Lanka
設立年	1999年
機関基礎情報	西部州廃棄物法により、1999年に設立された、同国初の州単位での広域廃棄物管理機関。「ごみの無い環境」を目指し、州内の自治体、州が拠出する基金を財源とし、構成自治体（コロombo県、ガンパハ県、カルタラ県）の廃棄物収集・運搬・中間処理・埋立処分を構成自治体と協力して履行する。
選定理由	本事業実施サイトである、カラディヤーナ処分場の管理者であり、州内で発生・増加を続ける廃棄物の管理を所管する組織であるため。
期待する役割・負担事項	現地政府機関 C/P として、事業期間中の選別ライン用地、堆肥化エリアと必要機材貸与、電力・給水等ユーティリティの有償供給、混合ごみの無償提供、有価物・堆肥及びその他埋立処理対象物の引取・処分を担当する。又、本実証設備の無償譲渡相手方となる。

表2-17 カラディヤーナ処分場への自治体別月間搬入ごみ量（2017年5月度）

No.	自治体名	都市ごみ（MSW） （t/月）	分別生ごみ（SOW） （t/月）	合計 （t/月）
1	Moratuwa M.C.	1060.35	1214.84	2275.19
2	Boralesgamuwa U.C.	871.65	51.98	923.63
3	Kesbewa U.C.	1336.67	443.37	1780.04
4	Dehiwala-Maunt Lavinia M.C.	2792.87	1519.26	4312.13
5	Sri Jayawardanapura M.C.	894.38	451.09	1345.47
6	Maharagama U.C	2698.02	188.05	2886.07
7	Homagama P.S.	542.05	345.61	887.66

M.C.: Municipal Council

U.C.: Urban Council

P.S.: Pradeshiya Sabha

3. 普及・実証事業の実績

(1) 各活動の成果

[成果1にかかると活動]

1-1: 情報収集と現地調査を実施する。

2016年12月の事業開始以降、計6回の現地調査を実施した(表3-1)。また各渡航の間には、国内での情報収集、JICA本部や現地C/Pとの連絡・調整を行った。

表3-1 現地調査日程と業務内容

渡航回数	渡航日程	業務内容
第1回	2016/12/19- 2016/12/27	<ul style="list-style-type: none"> ✓ WMA、西部州、JICA、大使館、銀行、リサイクル事業者等を訪問・協議 ✓ プラント仕様、設計、配置計画に係る打合せ ✓ 環境調査企業等協議
第2回	2017/8/26- 2017/9/2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 運搬業者・現地コンベア業者・現地施工監理業者・現地運転・維持管理業者との契約締結 ✓ 環境モニタリング(バックグラウンド騒音) ✓ 搬入車両ごとの簡易ごみ質調査結果の整理
第3回	2017/11/27- 2017/12/21	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 破碎分離機および現地調達コンベアの据付 ✓ 個別機器の動作確認・土木建築工事作業指示 ✓ 受入ごみ組成および作業時間調査
第4回	2018/1/22- 2018/2/3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 外観検査および無負荷稼働試験の予行練習 ✓ 作業員向け安全運転教育 ✓ 引渡要領・試運転計画・引渡性能試験要領の策定
第5回	2018/2/19- 2018/2/24	<ul style="list-style-type: none"> ✓ セレモニーでの負荷稼働運転の予行練習 ✓ WMA 開所セレモニー出席
第6回	2018/4/5- 2018/4/12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 試運転・実証運転 ✓ 施設引渡に係る事務手続き(引渡証明書等)・調整 ✓ 堆肥成分分析会社との協議 ✓ 資源系買取会社との協議
第7回	2018/6/7- 2018/6/11	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラント機材設備の点検・調整 ✓ 資源物買取業者との協議 ✓ 施設運転・指導・監理
第8回	2018/7/29- 2018/8/5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資源物買取業者との協議(継続) ✓ 堆肥分析 ✓ 実証運転・指導・監理(継続)
第9回	2018/8/30- 2018/9/6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資源物買取業者との協議(継続) ✓ 堆肥分析(継続) ✓ 実証運転・指導・監理(継続)
第10回	2018/10/11- 2018/10/20	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証運転後の運転管理契約の提案及び契約交渉 ✓ 資源物買取業者との協議(継続) ✓ 堆肥分析(継続) ✓ 実証運転・指導・監理(継続)
第11回	2018/11/15- 2018/11/25	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証運転後の運転管理契約の提案及び契約交渉(継続) ✓ 資源物買取業者との協議(継続) ✓ 堆肥分析(継続) ✓ 実証運転・指導・監理(継続) ✓ 性能確認試験
第12回	2019/1月	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 普及・実証事業の完了報告

1-2: 環境モニタリング計画・体制を策定する。

本事業は、ス国国家環境法に基づく環境影響評価等の手続きは不要とされ、また JICA 環境社会配慮上の環境カテゴリは B とされている。2016 年 12 月の初回渡航において、現地の状況、環境モニタリング項目や頻度、緩和策および環境モニタリング方法について検討を行い、帰国後 JICA 審査部との協議の結果、環境モニタリング計画を表 3-2 のとおり策定した。

詳細は「3. (5) 環境社会配慮」を参照されたい。

表3-2 本事業におけるモニタリング計画

環境項目	項目	地点・方法	頻度	責任機関 (実施機関)	監督機関	費用
<施設設置工事前>						
大気質	粉じん	周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
騒音		近隣の住居に近い敷地境界3箇所における等価騒音レベル	工事前1回 (バックグラウンド騒音)	外注業者	(株)リサイクル/EJEC	計 SLR75,000
		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
振動		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
悪臭		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
<稼働時>						
大気質	粉じん	周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
騒音		近隣の住居に近い敷地境界3箇所における等価騒音レベル*	稼働時1回 (引渡性能試験の項目として)	外注業者	(株)リサイクル/EJEC	計 SLR75,000
		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
振動		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
悪臭		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMA のモニタリングに追加
水質	排水の有無	施設に設置する汚水貯留タンクの水位を確認	毎日	運転委託業者	(株)リサイクル/運転監理委託業者	0 運転員により実施
廃棄物		再資源化施設から搬出時に都度計量	搬出都度	運転委託業者	(株)リサイクル/運転監理委託業者	0 運転員により実施
現地ステークホルダーへの説明		WMA にて定期的な周辺住民への説明会の開催	1回/3ヶ月	WMA/ (株)リサイクル	WMA/ (株)リサイクル	0 WMA の定例説明会に追加

注) Gazette Notification No.924/12 (1996年5月23日、CEA)

1-3: 機材の仕様検討、設備設計を実施する

事前に入手した現地情報に基づき、現地で設置する機材の概略仕様を設定のうえ、初回現地調査時に状況を確認した。機材設置場所には、C/Pからの協力により、既に土木・建築工事が行われていたものの、事前に協議していた状況、受領していた図面と異なる形で施工されていることが判明したため、測量を再度行い、再資源化施設の計画・設計の再検討を行った。

カラディヤーナ処分場に持ち込まれるごみに関しては、対象の7自治体のうち、約半数の自治体で本格的な生ごみ(SOW:Sorted Organic Waste)とその他ごみ(MSW:Municipal Solid Waste)の発生源分別・収集がこの1~2年で導入されているが、自治体や収集地区、搬入車両により、その分別精度・ごみ質に大きな変動があることが判明した。

埋立処分場敷地内にMSW資源化施設5t/日とSOW堆肥化施設20t/日と決定し、計25t/日の再資源化施設を整備した。本施設の処理フローを以下に示す。

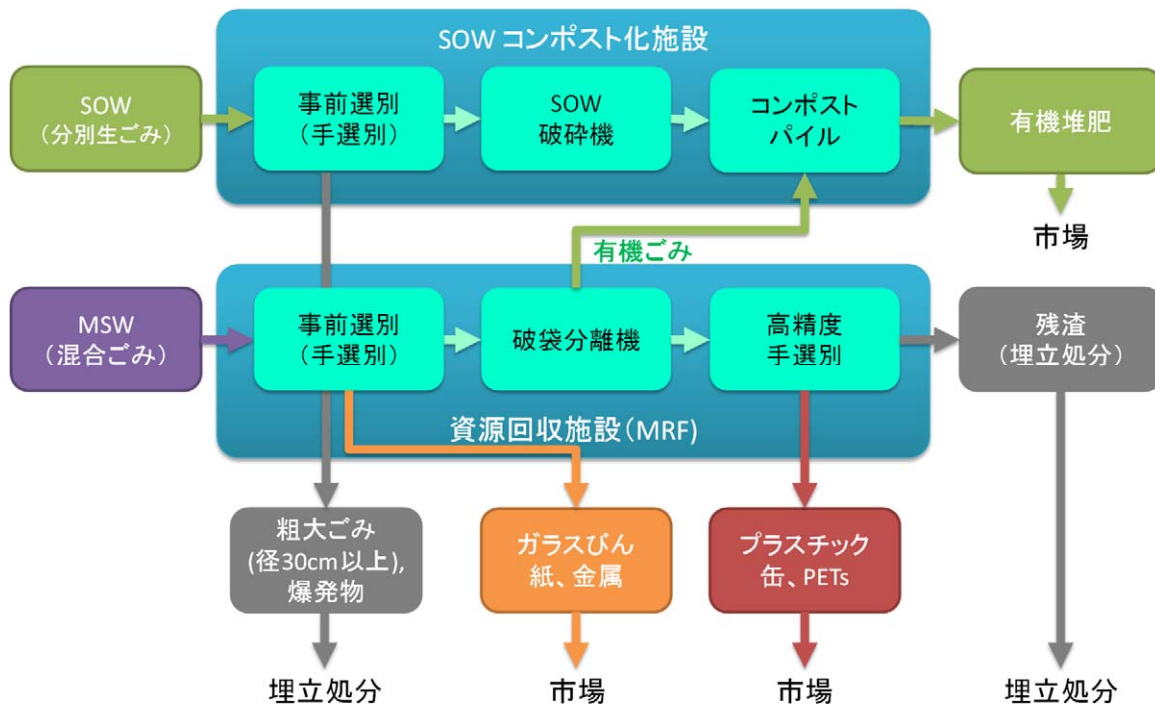


図3-1 施設のプロセスフロー（SOW/MSW 合計で 25t/日を処理）

①MSW 資源化施設の処理フロー

- 1) 搬入された MSW は受入ヤードに展開され、作業員が手作業により禁忌物（刃物等危険物、引火物、爆発物、30cm を超える大径物、スクリーコンベア回転部に絡みやすい紐など）及び容易に選別可能な資源物（紙類、リターナルビン、金属等）を除去し、バケットフォークにて受入ホッパーに投入する。
- 2) 受入ホッパー下部のスクリーコンベア（定量供給機）から排出されるごみは、手選別コンベア 1 に配置された作業員により、上述作業で除去しきれなかった禁忌品

のさらなる除去を行うと共に、資源物（リターナルビン等）の回収を行う。

- 3) 手選別コンベア 1 で禁忌品除去がなされたごみは、後段の破碎分離機に投入、ごみ袋を破袋し、内容物を粉碎、食品残渣などの粒径が細かく比較的重いごみは破碎分離機下部から生ごみ搬送コンベアに排出され堆肥化ヤードに移送、ペットボトルやプラスチックなどの比較的軽いごみは風力選別により後段の手選別コンベア 2 に排出される。
- 4) 回収する資源種別に手選別コンベア 2 に配置された 4 名の作業員はそれぞれ、ペットボトル、容器プラ、包装系プラ、金属（缶）、紙類等の有価物を回収する。手選別コンベア 2 で回収されなかった残渣はフレコンバッグに詰められ、埋立処分場に搬送される。

②SOW 堆肥化施設の処理フロー

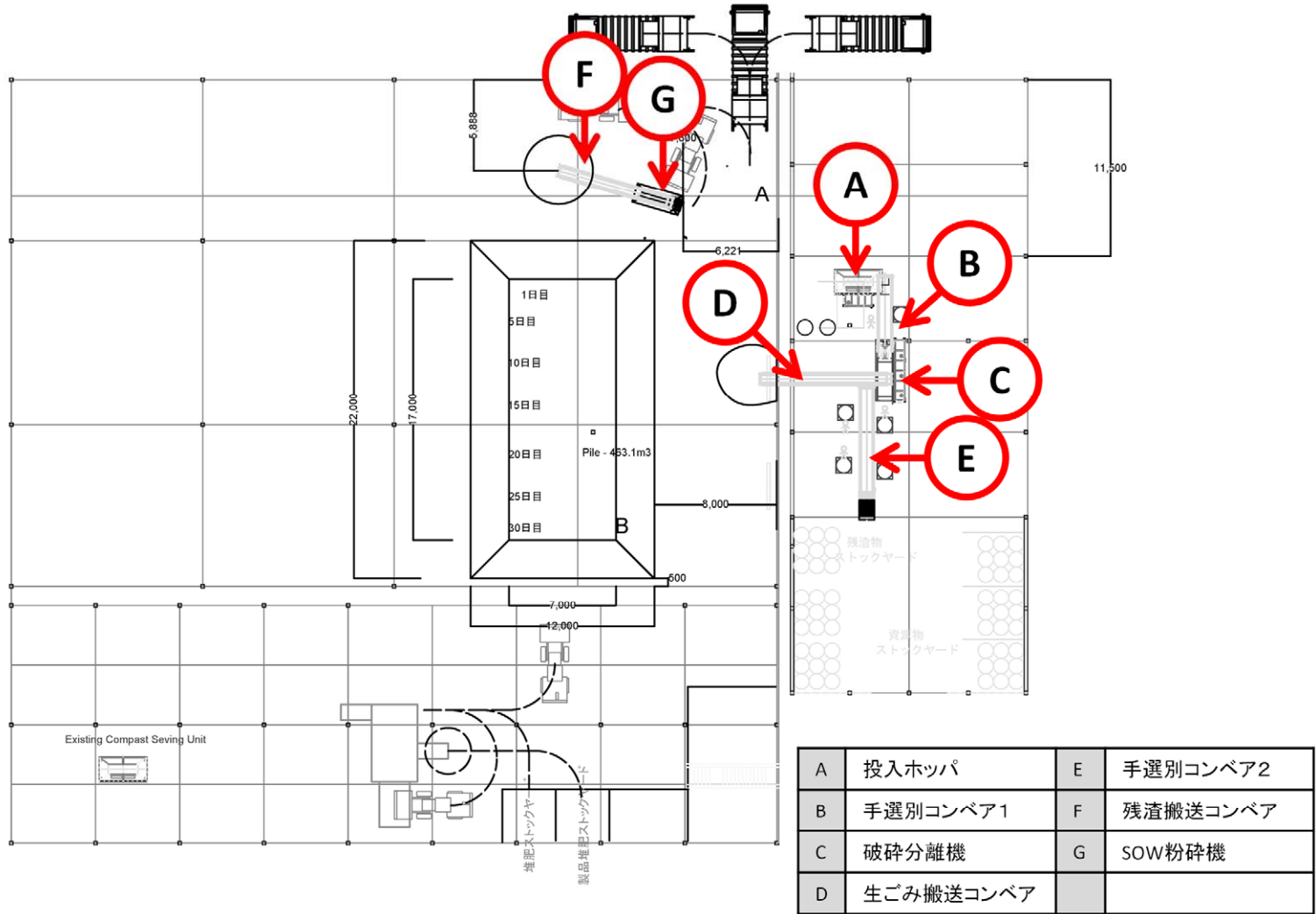
- 1) 搬入された SOW は受入ヤードに展開され、作業員が手作業により禁忌物を除去し、バケットフォークにて SOW 粉碎機に投入する。
- 2) SOW 粉碎機で約 5cm 程度に粗破碎された SOW は高さ約 2.5m のパイル状に積み上げられる。
- 3) 堆肥発酵パイルは隔日 1 回ホイールローダーを用いて切り返し作業を行いながら、約 30～60 日間熟成させる。
- 4) 完熟した堆肥は、WMA が所有する回転ふるい機（トロンメル）を使って粒度 5～12cm 程度に篩がけされ、製品堆肥として作業員により袋詰めされる。

表 3-3 に、施設計画に基づき作成した図面一覧を、また、再資源化施設全体配置図を図 3-2 に示す。主要設備のうち、投入ホッパー（A）、破碎分離機（C）、生ごみ搬送コンベア（D）の 3 点は、現地製作ができないことから、本邦での製作を行い、コンテナ梱包しス国の実施サイトまで搬送した。残る手選別コンベア 1（B）、手選別コンベア 2（E）、残渣搬送コンベア（F）は、日本側で図面を作成し現地製作とした。

なお、周辺自治体のうち 1～2 自治体では分別生ごみ（SOW）の純度が 95%を超えており、混合ごみを対象に設計された破碎分離機（C）では、この高純度 SOW の破碎には適さなかったことから、SOW 専用の粉碎機を現地製作し SOW の前処理に専従させることとした。この際、粉碎後の SOW を粉碎機出口から堆肥パイル近くまで搬送するため、残渣搬送コンベア（F）を堆肥化ヤードに移設することとした。

表3-3 主要図面一覧

図面番号	図面名称	製図年月日
01	全体取合図	2017年9月21日
02	建物平面図・断面図	2017年8月24日
03	再資源化施設配置図	2017年12月29日
04	車両動線図	2017年10月26日
05	建築土木外構図	2017年9月21日
06-01	分離機械及び生ごみ搬送コンベア	2017年12月29日
06-02	残渣搬送コンベア詳細図	2017年8月24日
06-03	手選別コンベア製作図面	2017年10月26日
06-04	手選別コンベア1詳細図	2017年12月29日
06-05	手選別コンベア2詳細図	2017年12月29日
06-06	残渣搬送コンベア詳細図	2017年9月21日
07-01	電気系統図	2017年8月24日
07-02	制御盤外形図	2017年8月24日
07-03	制御フロー図	2017年8月24日
07-04	結線図	2017年8月24日
08-01	SOW 粉砕機配置図	2018年10月9日
08-02	SOW 粉砕機及び同搬送コンベア	2018年10月13日
08-03	SOW 粉砕機械構造図	2018年10月16日
08-04	分離機械及び手選別ライン 平面図&立面図 (図03 再資源化施設配置図の一部変更を含む)	2018年10月9日



株式会社リサイクル

1級土木施工管理技士 増嶋秀次 大臣登録第00693044号

工事名称	都市ごみ再資源化施設に係る普及実証事業	図面番号	08-01
図面名称	S O W 粉碎機配置図	尺度	製図年月日 20181024

図3-2 再資源化施設配置図

1-4: 都市ごみ再資源化施設に整備する破碎分離機を製造・輸送する

「1-3: 機材の仕様検討、設備設計を実施する。」に記載のとおり、C/Pからの提供品である土木・建築工事が事前に協議していた状況、受領していた図面と異なる形で施工されていたことにより、計画・設計作業が当初予定よりも大幅に遅延したことを受け、システムの根幹を担う破碎分離機の設備仕様を先行して作成、2017年2月破碎分離機の製造業者に発注、製作を開始した。

破碎分離機の製造は当初の予定どおり約4か月、2017年7月に工場検査を行った。本邦の工場検査では、外観、寸法、無負荷運転及び電動機検査のほか、ペットボトル及び缶飲料を袋に入れた状態で破碎分離機への投入実験を行った（図3-3～図3-6）。



図3-3 工場検査（確認検査）



図3-4 工場検査（制御盤検査）



図3-5 工場検査（投入実験）



図3-6 工場検査（投入実験）

破碎分離機のス国への輸送は、当初計画では全体工程のクリティカルパスであったためスケジュール管理を入念に行っていたが、前述のとおり、計画・設計の再検討に時間を要したことで、現地製造のコンベア類の発注・製造期間中、本破碎分離機は7月の工場検査から約3ヶ月後の10月まで製造会社の工場に保管することとなった。

2017年10月24日、出荷前に再度破碎分離機の部材確認・梱包を行い、同月28日に横浜港からコロンボ港へ向け出港、翌月11月30日にコロンボ港着、通関・陸送を経て、12月1日現地搬入を完了した。

1-5: コンベアをはじめとしたその他の必要な機材、設備を現地で調達する

現地調達機材は、手選別コンベア1(B)、手選別コンベア2(E)、残渣搬送コンベア(F)の他、資源回収箱等の付帯機器から構成される。これら機材の設計を日本側で行い、図面を基に、ス国製作会社に機械製作と据付・設置工事を発注した。

本工程は、前述の計画・設計の遅れにより、全体工程に影響を与える工程となったことから、現地コンベア業者との契約(2017年10月2日)から、2017年12月の納品までを約3ヶ月で実施し、第3回渡航時に据付工事を完了させた。この際、1-4で示した本邦調達機材の到着と現地での設置工事の期間を合わせられるよう、発注・製造、船荷・陸送に係るスケジュール管理を行った。

1-6: 本事業にかかる許認可を取得する

本施設を設置する再資源化施設建屋は、C/PであるWMAが所有・管理・運営する埋立処分場の敷地内に所在する。事前にWMAから所管の自治体(ケスベワ市)やCEAに追加の許認可取得の可否を問い合わせた結果、環境影響評価(EIA)や初期環境調査(IEE)等、事前に取得すべき許認可が不要であることが確認された。

1-7: 都市ごみ再資源化施設を整備する

本施設設置場所には、C/Pの協力により既に土木・建築工事が既に行われており、初回の現地調査の結果を受けて、施設計画(配置、仕様)及び工程計画の変更が必要となった。

1-4の本邦輸出機材、1-5の現地調達機材の現地到着に合わせ、(株)リサイクル及び現地工事業者により、組立・設置工事を行った(第3回渡航)。

据付工事は2017年12月～2018年1月にかけて実施され2月1日より試運転を開始した。施設の引渡にあたって、当初は試運転1ヶ月中に性能確認試験を行い、その結果を持って引渡としていた。しかし、WMAより毎日搬入される都市ごみの中に、法律上一般ごみとして排出することが禁止されている医療系廃棄物が頻繁に混入したことにより、施設の引渡条件である性能確認が行えない状況であった。これに対して、WMAから性能確認を引渡後としてでも、早期に施設の引渡を受けたいという要望があり、2018年4月10日に引渡を行うこととした。

性能確認試験は、2018年11月23日に所有者であるWMAの立会いの下実施した。性能確認試験の実施にあたっては、実証運転期間中に行ったプラント側での各種ハード面での調整の他、受入ごみ搬入車両の内容物調査を行うことで、プラントにとってより良いごみを搬入する車両をショートリスト化し、より効率的な施設の運営が行えるようなソフト面での準備を入念に行った。

これら変更を受けて、運転期間は、試運転1ヶ月＋実証運転10か月（実証運転への移行時に引渡性能試験）の当初計画を、試運転2ヶ月＋実証運転8か月（実証運転への移行時に引渡を行い、実証運転終了前に性能確認試験）に変更している。

1-8: 運転員および選別作業員に対し技術指導を行う

本施設の運転・維持管理業務は、ス国現地企業に外部委託して実施する。人員に関しては、当初予定の7名から作業員を1名増員し、監督員1名、重機オペレーター2名、作業員5名の計8名とした。この作業員の人選について、ス国内で流通している資源の選別ができることを条件として探していたところ、WMA から処分場周辺に住むウェストピッカー家庭からの雇用をするよう依頼があり、WMA と共同での面接を行い、この8名全員を運転・維持管理の再委託先の職員として雇用することができた。

1-7 に示す再資源化施設の設置工事完了後、これら作業員に対する技術指導を行った。この技術指導にあたっては、別途、運転・選別マニュアル及び教材を作成し、試運転期間を通じて行った。



図3-7 作業員への技術指導①



図3-8 作業員への技術指導②



図3-9 作業員への技術指導③



図3-10 作業員への技術指導④

1-9: 都市ごみ再資源化施設を操業し、資源選別、堆肥製造を実施する

施設の運転・維持管理はス国現地の委託企業に委託して実施した。運転状況は日報、週報により管理し、業務主任を含む団員は操業期間中数回程度、運転状況の確認のため現地調査を行った。設置後の試運転（2019年2～3月）及び実証運転（同4～11月）期間を通じ、本施設への廃棄物受入総量はMSW 885.4t、SOW 800.0t、合計1,685.4tであった。施設のごみ受入状況を表3-4に示す。

表3-4 都市ごみ再資源化施設でのごみ（SOW及びMSW）受入れ状況（t/月）

	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Total
TOTAL MSW	89.4	134.0	45.3	155.7	64.2	102.0	104.9	93.8	81.8	14.3	885.4
<i>Kesbewa M.C.</i>	40.0	52.1	14.3	32.6	22.2	48.9	49.7	53.1	62.8	9.1	384.8
<i>Dehiwala Mt Lavinia M.C</i>	31.7	44.0	9.4	56.2	27.5	47.6	39.7	37.2	19.0	5.2	317.5
<i>Kotte M.C</i>	16.8	37.9	13.5	66.9	14.5	5.5	15.5	3.5	0.0	0.0	174.1
<i>Maharagama M.C</i>	0.9	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
TOTAL SOW	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	250.0	800.0
<i>Moratuwa M.C</i>	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	0.0	550.0
<i>Aged SOW (Piled at dump)</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	250.0	250.0
TOTAL INTAKE	121.1	173.1	85.8	242.1	76.1	211.5	174.7	186.7	150.0	264.3	1,685.4

MRF 資源化施設での月別品目別資源物回収状況を表3-5に示す。事業期間を通じて回収した資源の総量は15.4tとなった。

稼働当初は売払先の候補も少なく、また回収された資源物の品質にも変動があったため、回収品目が4種、数量も0.2t/月と少量であったが、2018年8月頃からは回収品目を8種（9月から紙が入り9種）に増やし、数量は3.0t/月を超えるレベルとなっている。

資源物回収率⁴としては当初1.0%未満であったものが、品目数を増やした2018年9-10月には3.8%まで上昇、また受入車両のショートリスト化（選り好み）を始めた11月には5.3%まで上昇しており、今後この数字を少しずつ上げていくことが重要である。

表3-5 MRF 資源化施設での品目別資源物回収状況（t/月）

N0	Type of Recyclable	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	TOTAL
1	PET	0.04	0.28	0.06	0.25	0.13	0.43	0.49	0.46	0.38	0.10	2.62
2	Plastic	0.06	0.31	0.04	0.18	0.12	0.34	0.41	0.41	0.34	0.09	2.3
3	Steel	0.05	0.42	0.02	0.2	0.13	0.37	0.38	0.36	0.31	0.08	2.32
4	Glass	0.06	0.92	0	0.2	0.12	0.32	0.82	0.76	0.66	0.18	4.04
5	Polythene	0	0	0	0	0	0	0.62	1.04	0.84	0.15	2.65
6	Aluminum	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	0.004	0.094
7	Copper	0	0	0	0	0	0	0.03	0.07	0.009	0.005	0.114
8	Coconut Shells	0	0	0	0	0	0	0.25	0.36	0.37	0.1	1.08
9	Paper	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.14	0.05	0.21
	Total Recyclables	0.21	1.93	0.12	0.83	0.50	1.46	3.03	3.51	3.08	0.76	15.428
	Total MSW Intake	89.4	134	45.3	155.7	64.2	102	104.9	93.8	81.8	14.3	885.4
	Recyclables Ratio	0.2%	1.4%	0.3%	0.5%	0.8%	1.4%	2.9%	3.7%	3.8%	5.3%	1.7%

表3-6に堆肥化施設での堆肥製造状況を示す。事業期間を通じて生産した堆肥の総量は194tである。堆肥の場合はSOW受入から堆肥化・製造するまでに約1ヶ月強のタイムラグがあることや、受注量によって出荷量が制限されるため一概に評価できないが、製造体制が整

⁴ 「資源回収率（Recycle Ratio）」は、資源回収ラインで回収された資源物重量を、MSW総重量で除したものをいう。

ってきた 2018 年 8 月から 22t/月、9 月が 85t/月と製造量が上昇している。2018 年 11 月には 10 月に設置完了した SOW 粉砕機を用い、250t/月の SOW を受け入れ堆肥の増産を進めている。

表3-6 SOW 堆肥化施設での堆肥製造状況 (t/月)

	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Total
Compost Production	0	0	0	0	8	12	22	85	52	15	194
TOTAL SOW INTAKE	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	250	800

資源化施設の安定的な継続のためには、事業者にとって“より良いごみ”を選定することが重要である。ここで、本再資源化施設における“よりよいごみ”とは、禁忌品（異物・危険物）が少なく、資源物が多いごみを指す。しかしながら、これまで単純埋立を続けてきたカラディヤーナ処分場において、どの地区を収集するどの車両が“よりよいごみ”を搬入しているかを判別する材料がないことが課題であった。

そこで、この判別材料を収集するため、再資源化施設の受入ヤードにおいて、7 自治体約 250 台の全搬入車両のうち、既に SOW と MSW の分別収集が進んでいる 4 自治体 171 台（表 3-7 参照）を対象に、①MSW 及び SOW に混入される禁忌品の種類や混入頻度の調査、②MSW 搬入ごみから回収される資源物の量（資源物回収率）、③MSW 搬入ごみに潜在する回収可能な資源物の量（資源物潜在率）、に関する調査を実施した。以下にその結果を示す。

表3-7 MSW 及び SOW の対象自治体と収集・搬入曜日

対象ごみ区分	収集自治体名	対象車両台数	収集・搬入曜日
MSW	Dehiwara-Mt. Lavinia MC	87	火木
	Sri Jayawardanapura Kotte MC	25	水
	Kesbewa UC	29	月金
	小計	141	
SOW	Moratuwa MC	30	月火水木金
合計		171	—

①禁忌品混入状況調査

搬入される MSW 及び SOW を受入ヤードに荷下ろし・展開し、作業員により禁忌品の混入状況の確認を行った（図 3-11～図 3-16）。

本施設が建設されるまでは、こういった検品作業なく単純に埋立処分がされていたため、NEA 等法律により本来排出者が処理・処分責任を持つ医療系廃棄物の混入が非常に多く見られ、作業員の衛生・安全上、選別作業を中断することが数多く発生した（図 3-15）。また、医療廃棄物の混入が確認された際は、排出源を特定するため現場を保存、WMA が自治体担当者を、自治体担当者が排出源となる病院やクリニックを呼び出して厳重注意を行う必要があることから、最低 1 日、長くて 2 日間、ごみの搬入を止めることが余儀なくされ、当初想定していた作業工程から大幅に遅れることとなった。この医療系廃棄物の混入頻度は、繰り返し排出する悪質なクリニックには罰金や営業停止を行うなど対策を行うことで、量・頻度共に少しずつ減少してきている。



図3-11 対象車両の例（デヒワラ市）



図3-12 対象車両の例（モラトゥワ市）



図3-13 禁忌品混入状況確認調査（MSW）



図3-14 禁忌品混入状況確認調査（SOW）



図3-15 禁忌品の例（医療廃棄物）



図3-16 禁忌品の例（大径物>30cm）

②MSW 搬入車両別の資源物回収率

MSW の受入⇒禁忌品除去⇒投入⇒資源選別、といった一連の作業に作業員が慣れてきた2018年8月頃から、資源回収ラインを使い、MSWを搬入する車両別に「資源物回収率」に係る調査を行った。これは、車両別（ナンバー別）に回収資源の多寡を評価の可否を試行したものである。調査は2018年8月から11月の3ヶ月実施した。

調査期間を通じ、表 3-7 に示す 3 自治体からの搬入車両、累計 168 台・回（ナンバーとしては 56 台分）を対象とした資源回収率の調査結果を図 3-17 に示す。

資源回収率の最大値は 24.0%、最小値は 0%（回収ができないレベルで生ごみの混入があるケースなど）、平均値は 4.7%であった。

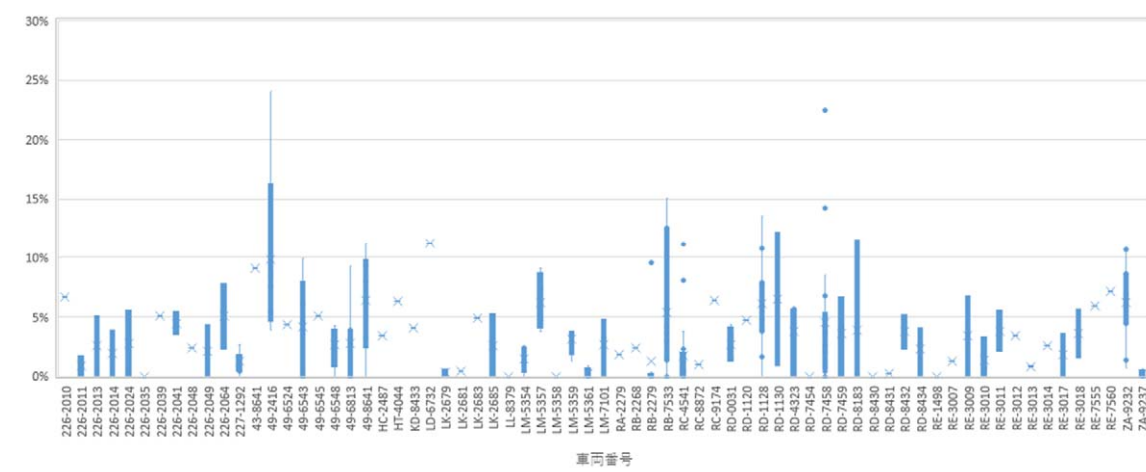


図3-17 MSW 搬入車両別の資源回収率（複数回搬入する車両の場合は帯で表記）

③MSW 搬入車両別の資源物潜在量

②で行った資源物回収率は、資源回収ラインで回収された資源物を対象としているが、搬入された MSW にはそもそもの程度賦存しているのかを把握するため、2018 年 10 月中旬の 1 週間、回収されず除外品や残渣として埋立処分されるごみを対象に組成調査を実施した。結果を図 3-18 に示す。

図 3-18 に示すとおり、例えば車両番号 RD-7458 の場合、「資源回収率」は 5%程度であったが、資源物潜在量は約 10%と、約半分が回収されずに処分されている。一方、車両番号 49-6813 の場合、資源回収率は 9.33%、潜在量は 12.65%と半分以上がシステムにより回収されていることがわかった。

この資源回収率と資源物潜在量含有率の差は、選別作業員の技術不足やシステム上の問題（例えば破砕機により人手では回収できないほど細かく破砕されてしまう、選別作業時間や人数が不足している等）が原因と考えられるため、このデータは今後のシステム改善に向けて重要なデータであることが読み取れる。

一方、資源物潜在量そのものは、現在ス国に存在する回収資源の引取企業による引取基準に基づいて算定されるものであるため、今後資源再生ビジネスへの投資が進むことでこの資源物潜在量を引き上げ、リサイクルできる資源の幅を広げていくことが必要である。

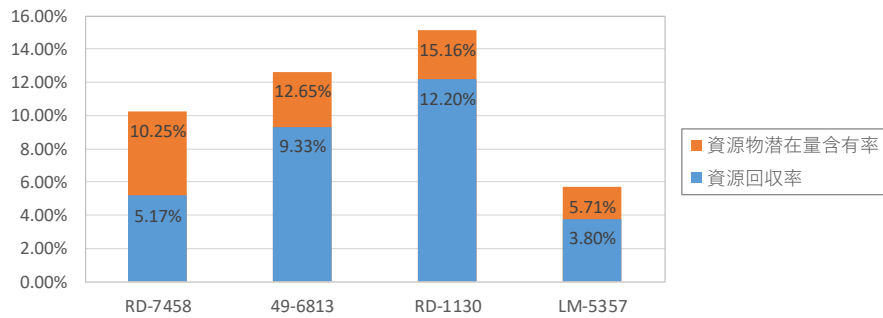


図3-18 MSW 搬入車両別の資源回収率及び資源物潜在量含有率（4 台の例）

④搬入車両のショートリスト化

以上の結果を踏まえ、施設が商業運転を行う際により高い資源物潜在量を示す搬入車両 10 台をショートリスト（案）として以下のとおり策定した。

MSW で対象とした 3 自治体のうち Sri Jayawardanapura Kotte MC は、コンパクターでの収集・運搬を行っているためか、MSW 中の生ごみ含有量が多く、資源の回収精度悪化や回収資源の品質低下が考えられたため、対象車両リストから除外した。Kesbewa UC や Dehiwara - Mt. Lavinia MC ではトラクターやダンプトラックでの収集・運搬が行われているため、住民や収集作業員レベルでの分別意識が保たれているものと考えられる。

SOW については、以前モラトゥワ市で行われている排出源分別・収集状況を視察したところ（巻頭写真に掲載）、いわゆるバケツ方式（托鉢方式）とよばれる排出・回収方式を行っており、その生ごみ純度は 95% を超えるものとなっている。今後、経済発展が進む中でこの方式が継続できるかどうかについては課題が存在するものの、当面、モラトゥワ市のどの SOW 搬入車両を見ても高い純度での SOW を運搬しているため、個別の車両番号を特定せず、「モラトゥワ市の SOW 約 30 台すべて」をショートリストに含めることとした。

なお、本リストは調査期間が少ない中で当面の対応方針として策定した（案）であり、実際のところ、前述した図 3-17 のとおり、同じ車両でも搬入都度その組成が大きく変わってくる事象を解決するにはまだまだサンプル数が少ない。そのため、実際の施設運営過程で、リストに選んだ車両の資源物含有率が少ないと判断された場合には、随時リストの更新・車両の入れ替えを行っていく必要がある。

表3-8 搬入車両ショートリスト（案）

対象ごみ区分	搬入自治体（排出源）	車両番号			
		MSW	Kesbewa U.C.	43-8641 RC-4541	49-2416 RD-1128
	Dehiwala-Mt Lavinia M.C.	49-6543	LM-5357		
SOW	Moratuwa MC	全車両			

1-10: 堆肥、有価物の品質を分析する

①製造堆肥の品質

製造堆肥及び有価物の品質分析を、2018年5月～11月までの実証運転期間を通じ行った。堆肥の分析結果及びSLS認証基準との比較を表3-9に示す。SLS認証基準はSLS認証ロゴマークを付した高品質な堆肥として販売するためのものであるが、現状、WMAや他の生ごみ由来の堆肥はこの認証基準をクリアして販売しているものはない。なお、SLSIによると、近くこの基準が改定される予定とのことである。

分析の結果、SLS認証基準を超過した項目は、水分、カリウムであった。水分については、出荷前に水分調整を行うことで対応が可能であり、また、カリウムは生ごみ由来の堆肥では不足しがちなため、今後は剪定枝や草木などを添加することで肥料としての価値を高めていく考えである。

重金属類（銅、亜鉛、ニッケル、カドミウム、鉛）については、2018年10月に行った分析の結果、すべてSLS1246の規制値を下回った。

表3-9 製造堆肥の分析結果

非公開

②回収資源物の品質基準

回収する資源物は、1-9で行った資源物含有状況調査や1-11に示す引取先とのヒアリングの結果、当初は想定していなかったペットボトルが十分に販売できるレベルであることが判明した。このヒアリングを踏まえ、各品目に係る要求水準を設定した。修正後の資源物の品質基準を表3-10に示す。

表3-10 回収資源物の品質基準（自主基準、改定後）

	純度	当初の条件	調査を通じて追加された条件
プラスチック (軟質・硬質)	97% 以上	異物混入がないもの	- ある程度の汚れは問題ない - ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) のみが対象。
紙類	97% 以上	汚れがないもの	- 汚れ、破れは不可。 - ダンボール、白紙のみが対象。
鉄・スチール缶	97% 以上	異物混入がないもの	- とくになし
アルミ類・アルミ缶	97% 以上	異物混入がないもの	- とくになし
びん類	97% 以上	異物混入がないもの	- 生きびん又は破損の少ないもののみ対象（破砕は不可） - ある程度の汚れは問題ない。
ペットボトル			- ある程度の汚れは問題ないが触れる程度。 - 破損の少ないものが好ましい。

出典) JICA 調査団

1-11: 現地農家、現地業者等へのサンプリングを通して市場価値を確認する

2018年5月～11月までの実証期間を通じ、製造した堆肥や回収した有価物サンプルを現地農家やリサイクル業者に無償提供し、買い取り条件や価格の交渉、より高価格で販売するための荷姿や選別方法の検討を行った。サンプル提供状況を表3-11に示す。

表3-11 堆肥及び資源物のサンプル提供状況

品目	7月	8月	9月	10月	11月
堆肥	5社 15kg	WMA	WMA	WMA	WMA
PET		1社 1t	1社バラ		WMA
硬質プラ		1社 100kg	WMA		WMA
軟質プラ			1社バラ	WMA	1社バラ
金属		2社バラ	1社バラ	WMA	WMA
紙			1社バラ	1社バラ	WMA
ココヤシ				1社バラ	

サンプル提供を通じて得られたヒアリングの結果を以下及び表3-12に示す。

- ✓ ペットボトルや硬質プラスチックは引取先が複数存在し価格相場が形成されている。また引取先での設備投資が進んでおり、洗浄～粉砕～フレック化だけでなく、そのまま繊維や衣類、ブラシなどの製品化をする工場もある。同様に鉄、アルミ、銅などは処分場から回収された汚れたものであっても一定の量が確保できれば引取が可能。
- ✓ 一方、軟質プラスチック引取先は零細企業がほとんどであり、引取数量も限られ、また洗浄ラインを設けていないなど、再資源化施設側での洗浄や梱包などの設備投資が必要となる可能性が考えられる。
- ✓ これら「軟質・硬質プラ」については、手選別コンベア1により汚れのひどいもの、異物を含むものを除去し、また破砕分離機で破袋・破砕されることにより、手選別コンベア2で回収される純度を上げる工夫をした結果、品質基準を達成する資源回収が可能となった。

一方、高い純度を求めることで、残渣側に流れてしまう潜在的なプラスチック資源が増え
てしまうことも散見された。

- ✓ また、紙やダンボールは国内に製紙工場等の再生ラインが存在せず、すべて輸出になるた
め、一定の品質基準（汚れや濡れがないこと）また白紙（コピー用紙）やダンボールに限
定などの条件が付されている。これらは、破碎選別機に入れてしまうと価値がなくなるた
め、受入ヤードでの回収を主体とした回収方針に変更している。
- ✓ 「鉄・スチール缶」「アルミ・アルミ缶」は、識別が容易であり、本施設のシステムでの
選別において大きな障害はない。
- ✓ 「びん類」については、ス国ではリターナルびんの市場が存在するが、処分場で回収され
る生きびんは既にそのルートに乗せることができないため、破碎・成形を前提とした価格
帯になってしまう。
- ✓ 「堆肥」については、WMA が既に販路開拓を行っており、毎年仲介業者の入札を行って売
価を決めている。バルク品で SLR6/kg 程度、袋詰だと最小 2kg で約 SLR14/kg 程度の幅があ
る。

表3-12 資源買取企業の買取り条件等ヒアリング結果（無償サンプル提供による）

非公開



図3-19 ペットボトル再生工場



図3-20 廃プラスチック再生工場

1-12: 分析結果を踏まえ、必要に応じて改修、改善を図る

1-10 の分析結果、及び 1-11 による市場価値の確認結果を受け、以下の施設改修や運転方
法の改善を実施した。

①SOW 破碎機導入(SOW と MSW の処理効率向上のため)

2016 年から排出源である自治体にて導入された生ごみ分別・収集により、各家庭で分別さ
れた純度の高い SOW を効率的に処理するために SOW 破碎機を導入した。これにより、本邦よ
り導入した破碎分離機を MSW の破碎・選別に専従させることで、ごみ質の変更に伴う洗浄の
必要性が低下すると共に、回収される資源への汚物不着等を軽減することができた。

なお、この変更により、MSW 破碎分離プロセスで破碎・分離される有機物量が当初想定していた投入量の 50%から、投入量の 10%程度と少量になり、また小径のプラスチック等の混入があることなどから、当面は堆肥原料としては使用していない。

②破碎分離機投入部・出口部の拡張工事(幅広いごみ質への対応)

SOW そのものや、MSW に混入する生ごみが、日本の生ごみよりも粘性が高いことが判明、破碎分離機の投入部や出口部に粘着し、破碎分離機への円滑な投入を阻害したため、投入部・出口部の拡張工事を行った。



図3-21 拡張工事



図3-22 拡張工事後

③手選別コンベア1への磁選機の導入(効率的な金属類回収のため)

現在手選別により回収している金属類の回収に磁選機を導入することを検討したが、磁選機は現地にて数十万円の設備投資を伴うため、本事業期間中は手選別での金属類回収に留め、実際の商業運転時に投資回収効果を検討することとした。

④受入ヤードでの禁忌品除去作業・小型重機の投入

搬入される MSW には、想定していなかった MSW 中に医療系廃棄物の混入がかなりの頻度で発生し、作業員による禁忌品除去の作業が必要となった。また、MSW はトラックから荷卸しする際に固まりとなって降ろされる傾向があり、この固まりから禁忌品や異物等の除去をしやすいようにするために、小型重機（バックホウ）を投入し、薄く広く拡散することで人力による展開作業の効率化及び選別作業の精度向上を図った。

⑤プラスチックやペットボトル等軽量物の荷姿に係る変更

プラスチック、ペットボトルについては、現状フレコンバッグ渡しを想定しているが、運搬費の軽減・効率化のため、ベラー（圧縮梱包機）の導入を検討している。また、いくつかの引受先工場では、これらの洗浄工程を有していたことから、本施設内での洗浄は基本行わないこととした。

⑥資源回収率向上のための MSW 対象車両のリスト化

高い資源回収率は事業収支に大きな影響を与えることから、資源潜在量の高い車両を優先的に呼び込むための搬入車両のごみ質調査と対象車両のリスト化を行った。

1-13: 実証活動に基づいて収集したデータをもとに事業採算性を検討する

以上の実証活動に基づいて収集した運転データならびに堆肥や有価物の価格を基に、本施設の建設・運営を通じた事業の採算性検証結果を以下に示す。

非公開

1-14: 環境モニタリングを実施する

1-2 で策定した環境モニタリング計画を基に、環境モニタリングを実施した。表 3-13 に WMA が行ったヒアリング調査の結果を示す。

再資源化施設の設置前（～2018年1月）は、悪臭にかかる苦情は月 0～2 件程度、その他の苦情が半年に 1 件程度ずつ寄せられている。施設稼働後も同様に月 2 件程度の苦情が寄せられているが、これらは本施設の後背地に日 5-600t の都市ごみが埋め立てされる処分場の存在に起因するものであった。

また、施設の騒音レベルに係るモニタリングを施設稼働前のバックグラウンド騒音（2017年8月）、ならびに稼働後（2018年11月）の 2 回実施した（表 3-14）。敷地境界 3 地点（No. 3～No. 5）でス国の規制基準値（昼間：63 dB(A)以下、夜間：50 dB(A)以下）と比較した結果、No. 3 夜間のみ基準値を超過している状況であった。昼間は WMA の振動ふるい機が運転中であったが、敷地境界での騒音レベルは基準値を下回っていた。

稼働後の騒音モニタリング調査は 11 月 23 日の性能確認試験時に実施した。敷地境界 3 地点すべてで基準値を下回っている。夜間の調査は雷雨のため延期となり、12 月中に実施する予定であるが、夜間（18 時以降）の操業は行わないため、操業時の騒音レベルの評価に影響はないと考えられる。

調査地点や調査内容等の詳細は、「3. (5) 環境社会配慮」を参照。

表3-13 WMA によるモニタリング結果（2017.2～2018.11、苦情件数ベース）

項目	年月	2017											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粉じん ¹									0	0	0	0	0
騒音 ¹									0	0	0	0	0
振動 ²													
悪臭			1	2	0	0	2	0	0	1	1	2	2
その他（含振動）			0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
項目	年月	2018											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粉じん ¹		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
騒音 ¹		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
振動 ²				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
悪臭		2	2	1	1	1	2	2	1	0	1	1	
その他（含振動）		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

1: 黒枠（2018年1月）は本施設の設置月を示す。

2: 2017年8月から項目追加された。

3: 2018年3月から項目追加され、その他より独立表記された。

表3-14 騒音モニタリング結果

対象騒音	バックグラウンド騒音 (dB(A))		施設稼働時騒音 (dB(A))	
	2017/8/28	2017/8/28	2018/11/23	2018/12/8
時刻	昼間 14:00-17:00	夜間 18:00-19:15	昼間	夜間
基準値	63.0		50.0	
No. 2	59.6	50.2	52.3	TBF
No. 4	52.3	48.8	51.4	TBF
No. 5	56.7	50.0	53.4	TBF

注 1) No. 1 及び No. 3 は建屋周縁部での参考値のため省略。

注 2) 11/23 の夜間データは雷雨のため 12/8 に補足的に実施した。

[成果2にかかると活動]

2-1: ビジネス展開に係る許認可や法制度、知的財産リスクを抽出・整理する

① ビジネス展開に係る許認可

JETROによると、ス国新会社法（2007年5月3日施行）に基づき、外国企業はス国内に支店・支社の開設申請の際に、下記の書類を会社登記局に提出しなければならない⁵。

- a) 会社登録申請書
- b) 会社設立の認証謄本（最近の日付で認証を受けること）
- c) 会社設立の定款の規定・綱領の認証謄本。ただし、英語で記載されていない場合は、正確な翻訳（英訳）文書が必要。
- d) ス国居住者（1人または複数）に、当該企業の代理人としての権限を付与する内容の委任状（会社印を押印し認証すること）
- e) 申請書提出の事業年度から過去2年間に遡っての外国企業の財務諸表の写し
- f) 様式44：外国企業の登録事務所または主たる事務所所在地、およびス国における主たる事務所所在地を記載した供述書
- g) 様式45：外国企業の取締役一覧表
- h) 様式46：外国企業を代理・代表し、手続・サービスを受ける権限、および外国企業宛に送付される通知を受領する権限を付与されたス国国内居住者（少なくとも1人）の氏名と住所
- i) ス国内で行う事業内容を明記した取締役会決議案の認証謄本。

上記の「認証」とは、次の方法により書類が真正な謄本であると証明されることを示す。

- ✓ 書類の原本を管理する当該国政府職員による認証
- ✓ 当該国の公証人による承認
- ✓ 当該国で宣誓を執り行う権限を有する者の面前で行う、外国企業の取締役による承認
- ✓ 当該国の政府職員による署名・捺印、当該国の公証人の署名・捺印、または当該国で宣誓を執り行う権限を持つ者の署名・捺印。これらの署名・捺印は、当該国に設置されたス国大使館の職員により認証される（当該国にス国の大使館が存在しない場合、当該国に所在するス国の通商代表部またはス国政府代表部により認証を受ける。これも不可能な場合、当該国の司法当局の職員により認証を受ける）。

会社登記局は、財務相および通商・消費者問題担当相の承認書を受け取り次第、登録証明書を発給する。登録証明書は外国企業に対し、ス国内において営業事務所を開設することを認可するものである。

なお、外国企業がス国内に事業所在地を登録する場合は、会社登記局において6万SLRを納付する必要がある。

⁵ JETRO ウェブ (https://www.jetro.go.jp/world/asia/lk/invest_09.html、2018年2月訪問)

2-2: 関係政府機関、自治体等に対し都市ごみ再資源化施設の説明会を実施する

2018年2月23日、本施設の竣工・開所を記念したセレモニーがC/PであるWMA主催により開催された。セレモニーには、日本側から菅沼日本国大使を筆頭に、JICAスリランカ事務所、JICA専門家、(株)リサイクル及び外部人材が参加、現地側からは西部州のK. C. Logeshwaran知事、Isura Devapriya筆頭大臣のほか、中央環境庁、土地開発庁、都市開発庁からの代表者、7自治体の市長・副市長、市議、公衆衛生管理官等、その他地区代表者、メディア等総勢約200名が参加し、本事業の背景、具体的内容と合わせ、資源リサイクルの意義ならびに今後の廃棄物管理の在り方に係る情報共有がなされた。

開所式の直前、2月20日には、Kesbewa Divisional Secretariat (DS) が主催するカラディヤーナ処分場の廃棄物管理事業に係る月例会議に参加。プロジェクト及び施設の概要説明と、今後実証事業実施期間中の協力及び情報交換の機会の要請を行った。同月以降、毎月開催される本DS月例会議にて、本施設の稼働状況に係る報告を行っている。

この他、WMAを通じ複数の自治体が視察に訪問、都度プラントの説明を行っている。これら自治体では独自に処分場を保有しているも受入容量を超過しており、最終処分量の減容化及び資源リサイクルに貢献する本施設への関心を持たれている。



図3-23 開所式（西部州知事と菅沼大使）



図3-24 開所式でのプラント説明（浦嶋氏）



図3-25 ケスベワ DS 主催の廃棄物月例会議



図3-26 ケスベワ DS 主催の廃棄物月例会議

2-3: 堆肥、有価物の販売先について調査・検討する

1-10、1-11 を通じて得られた堆肥、有価物の品質に係るヒアリング結果を基に、1-12 に示す改善を行った。

堆肥については WMA の仲介業者や農園等から一定の評価を受けており、今後も継続して購入する旨の了解を取り付けている。有価物については、1-12 に示した改善以外にも顧客から要望のあった圧縮梱包や洗浄について、今後の回収・販売量の増加に合わせて検討していく考えである。

当面は、WMA との官民連携事業として実施するため、WMA の調達ルールに基づき、開拓した顧客と引取品目・数量について個別契約を締結していく予定である。

2-4: 現地合弁事業を行う現地企業の候補先について調査・検討する

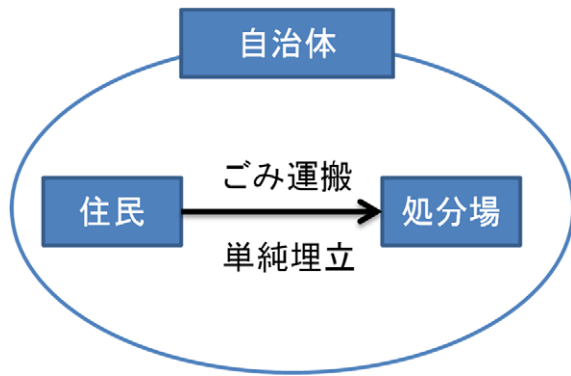
実証期間終了後の本施設ならびに類似施設の運営・維持管理に関し、リサイクル業者や、堆肥の仲介業者、機械装置の製造会社、販売会社やオペレーションを行う企業らと、今後のビジネス展開に係る協議を行った。

その結果、本事業で現地運転の再委託を行った EKLIT 社と合弁会社を設立し、今後の再資源化施設の設計・建設事業、ならびに再資源化施設の運営事業を行っていく方針で合意している。同社は本実証次号期間中を通じ、現地人員を雇用し、施設の運転・維持管理に大きな事故もなく、また C/P や引取業者等との協議・調整においても苦情が無かったことなどが選定された要因である。

2-5: 公共サービスの民間受託型事業モデルを策定し、C/P 等に提案する

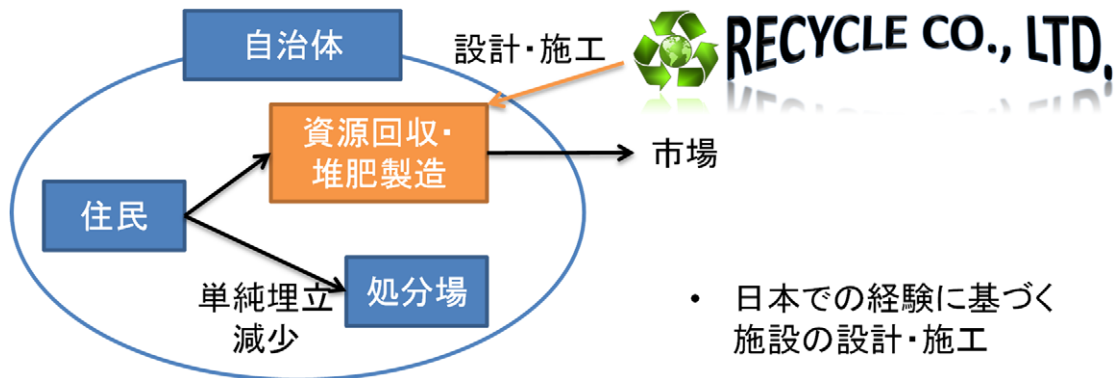
自治体が処理責務を負う廃棄物の中間処理ビジネスとして、本事業を通じて再資源化施設の設置・運転を行った。本事業の C/P に対しては、設置した本施設を継続して運転・維持管理を行うサービス契約を提案、契約条件の精緻化のための検証を 2019 年 2 月までの 3 ヶ月間実施することとし、その結果を受けて 2019 年 3 月以降の契約を締結することとなった。

本事業の実証期間には、いくつかの自治体から引き合いがあった。そのうちの 1 自治体は自治体の予算で類似の施設を建設する意向があり、現在並行して協議を行っている。このように、ス国では引き続きこのような廃棄物のマテリアルリサイクル需要は増えていくものと考えらる。一方で、ス国の自治体は一般的にまだまだ環境に回せる予算が乏しく、設備投資を行う予算が不足していることから、必要に応じ、(株)リサイクルが設備投資を負担する BOT 事業での提案を行っていく予定である。



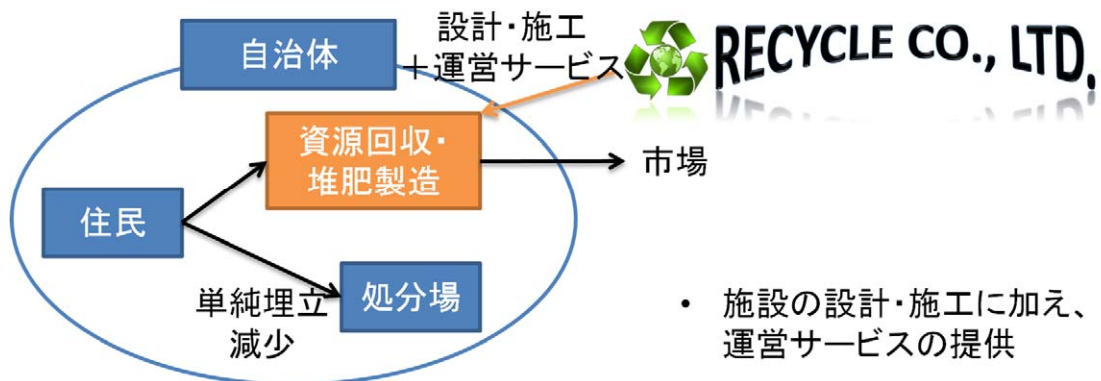
- 埋立処分が主な自治体
- 資源回収・堆肥製造による最終処分量の低減ニーズ

図3-27 中間処理ニーズを持つ自治体



- 日本での経験に基づく施設の設計・施工

図3-28 設計・施工モデル (Design-Build)



- 施設の設計・施工に加え、運営サービスの提供

図3-29 設計・施工+運営サービス提供モデル (DB+O)



- 施設の建設・運営を自社負担で持ち込むごみ処理サービスの提供

図3-30 中間処理サービス提供モデル (B00/BOT)

2-6: 事業展開計画案を策定する

本実証事業で得られた知見を基に、今後ス国で同種事業を実施していくにあたっての事業展開計画を策定した。内容については「4. 本事業実施後のビジネス展開計画」に記載した。

(2) 目的の達成状況

2018年2月1日、対象サイトに都市ごみ再資源化施設の設置を完了し、同22日に西部州知事ら約200人を招いた開所式を開催、ニュースでの報道もなされた。また、20日には周辺住民を含むケスベワ Divisional Secretariat 主催の月次会議に参加し状況を報告するなど、認知度は少しずつ上がっている。

2018年4月～11月末までの約8ヶ月間の実証運転を通じ、受け入れたごみの総量は1,685.4t。これに対し、回収資源物15.4t、生産堆肥194tをWMAに納めている。本事業が無い場合と比較して、毎月の回収資源物は150%、生産堆肥は約30%増加している。これら堆肥や資源物がWMAを通じ最終消費者に販売されたことで、本施設の有用性は実証されたと考えられる。

同時に西部州内外の自治体や中央省庁、民間の廃棄物関連事業者の視察を受け入れ、都市ごみ再資源化施設の有用性の周知を図った。本事業C/PであるWMAとの施設継続運転契約に係る協議を行っているほか、類似施設の建設を企画する自治体や企業からの引合、施設から生産される堆肥及び資源物の引取業者からの引合も増えており、本施設の有用性に関する認知度が広がっているものと評価できる。

(3) 開発課題解決への貢献

本事業の実施により得られる、各開発課題に対する効果を下表に示す。

重要な社会問題となっている都市ごみ管理においては、自治体にてSOWとMSWの排出源分別が進んでいることを踏まえ、本事業で計25t/日の都市ごみ再資源化施設の建設・運転を行い、埋立ごみのうち生ごみを堆肥化に、有価物を回収・販売することで、本事業がなければ埋め立てされていたごみを最大で約81%削減することができた(2018年10月)。この数字は、今後引取業者の増加、品目数や容量の増加により向上することができるほか、現在WMAが進めている廃棄物発電(Waste to Energy)事業に供することで更に増やすことが可能である。

また、周辺環境に影響を及ぼす生ごみの埋立回避は、悪臭や水質汚濁、また温室効果ガスであるメタンガスの発生回避に大きく貢献するものである。

事業期間8か月間(約160日)に渡り、MSW885.4t、SOW800.0t、計1,685.4tを受け入れ、資源物15.4tの回収及び堆肥194tを製造した。この国産有機たい肥を製造・使用することで、輸入化学肥料の多用による土壌劣化の緩和に貢献することができた。

加えて、本事業の実施により、混合ごみに対する再資源化システムが現地周辺への経済効果や農業生産への貢献を産み出す可能性を現地政府機関に具体的に見せることができた。さ

らに、資源物（有価物）の品質向上や回収量の増加は、再資源物の流通量や流通ルートを拡大し、資源循環産業の創生や発展にも寄与する可能性を有している。

本事業の規模（25t/日）は、西部州やス国廃棄物の総量と比べるとわずかな量であり、本事業のみで大きな効果を期待できるものではない。そのため（株）リサイクルでは、本事業の実施を通じ、資源回収施設の有効性と現地への貢献度、本事業の持続性等を検証した後、BOT等の事業スキームで後続機の導入を進めて行く計画である。インドやタイ、ベトナムなど、アジアの開発途上国で一般的になりつつある都市ごみ中間処理のBOT事業は、現地政府側の初期投資負担や事業継続リスクを軽減し、提案事業者が持つノウハウを最大限利用できるスキームである。

表3-15 開発課題に対する効果

	普及・実証事業にて達成される効果 (受入ごみ 25t/日×1 系統あたり)	普及・実証事業にて達成された効果
(環境衛生面1) 埋立ごみ量の減量・処分場の延命化	25t/日 ⇒ 12.1t/日 (埋立ごみ量 52%減)	SOW 受入 20t/日 ⇒ 処分量ほぼゼロ MSW 受入 5t/日×残渣率 96.2%⇒4.81t/日 合計 25t/日⇒4.81t/日 (埋立量 81%減)
(環境衛生面2) 埋立地周辺の衛生環境改善	カラディヤーナ処分場の埋立量 550t/日に対して 5%に満たず、大きな改善にはならない。	カラディヤーナ処分場の埋立量 550t/日に対して 5%に満たず、大きな改善にはならないが、生ごみや資源化可能な廃棄物埋立処分回避により周辺環境への影響が改善される。
(農業振興) 国産有機堆肥生産	7.5t/日×20 日/月=150t/月 150t/月×8 ヶ月=1,200 t	実際に生産された堆肥の総量は 194t。/8 カ月 計画生産量は 10t/日×20 日/月=200t/月
非公開	非公開	非公開
(雇用機会創出) 事業への従事者	手選別の従事者として雇用 8 名 (ウエストピッカー等貧困層の雇用を検討)	手選別の従事者として雇用 8 名 (ウエストピッカー等貧困層の雇用を検討)

注) 資源物や堆肥販売は WMA が年初に決めた入札価格に準拠して計算。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業並びに（株）リサイクルのビジネス事業の展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献内容は以下のとおり。

- ✓ 事業投資や、長期包括的運営委託の受注 1 件につき、社内で 2 名程度の雇用が創出される。また、投資事業からの配当収入や、長期包括的運営委託の受注・売上に伴い、（株）リサイクルの納税額が増加する。
- ✓ 本事業やその後の事業展開により、ス国の資源循環産業を興隆することで、千葉県内のプラスチック資源化工場や再資源化機械メーカー等の海外進出が期待される。
- ✓ 本事業で採用する国産破袋分離機の製造メーカー（長野県千曲市）や、その調達先への売上貢献、雇用促進につながる。

(5) 環境社会配慮

① 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業は、コロンボ県ケスベワ市に位置するカラディヤーナ埋立処分場において、同処分場に搬入される混合ごみのうち25t/日を対象に、資源回収及び堆肥の製造を行う「都市ごみ再資源化施設」の建設と、同施設の実証運転によりその有用性を実証するものである。

7) 製品

都市ごみ再資源化施設

1) スペック

25 t /日×1 系統（資源選別ライン+堆肥化エリア）

2) 製品・技術の概要

混合ごみから資源物（有価物）と食品残渣（堆肥原料）を高精度かつ高速に選別する。資源選別ラインは、高性能な破袋分離機や選別コンベヤ等で構成され、①ペットボトル、②ビン、缶、③紙、④プラスチック、⑤食品残渣、⑥その他（埋立処分対象物）の6種類に選別が可能。食品残渣は隣接するコンポストヤードにて、日本国内で培った堆肥製造ノウハウを活用して高品質な堆肥を製造する。

3) 施設の構成要素

(a) 資源選別エリア：23m×7.5m

カラディヤーナ処分場内に既に設置されているコンポストヤード（コンクリート基礎及び屋根付き建屋）の一部において、資源選別ライン1系統を設置する。

(b) 資源選別ライン(施設規模：25t/日)構成

破袋分離機（日本製）：W1.3m×L4.9m×H2.0m

選別コンベヤ（日本製）2基、有機物・残渣物搬出コンベヤ（現地製作）各1基

(c) コンポストヤード(既設):2,500m²

既設のコンポストヤードの約半面にて、堆肥製造を行う。完熟した堆肥は、コンポストヤードに既設の回転ふるい機を利用した粒度調整を行う。

4) 施設の稼働時間

カラディヤーナ処分場の開場時間（月～土、朝8時～夜18時）と同一とする。

② ベースとなる環境及び社会の状況

本事業の対象地である西部州は、ス国に9ある州のひとつであり、首都であるスリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ市や、商業の中心地コロンボ市を擁す、最も人口の集中した地域である（2012年センサスによると総人口の28%、約5.8百万人）。西部州はコロンボ県、ガンパハ県、カルタラ県の3つの県（District）に分かれ、これら県は40の郡により構成されている。

本事業の対象地であるカラディヤーナ処分場は、コロンボ県ケスベワ市に位置し、西部州7自治体の都市ごみ約550t/日、収集運搬車両として約270台が毎日搬入、オープンダンプされる埋立処分場である。当該処分場は、元々民間事業者が運営していた土地を、環境規制の不遵守を理由に州政府により接収されたものであり、現在州政府により各種改善計画が進められており、本事業による資源物の回収や生ごみの堆肥化は、最終埋立処分量を削減する、これら一連の改善計画の一部に位置づけられている。

7) 汚染対象項目

表 3-41 に本事業実施前に WMA が行ったヒアリング調査の結果を示す。

WMA のヒアリング調査には、従来、悪臭や害虫等の調査項目はあったが粉じん、騒音・振動の調査項目が含まれていなかったことから、本事業のため 2017 年 8 月から粉じんと騒音が新たな項目として追加された。

再資源化施設の稼働前（～2017 年 12 月）は、悪臭に係る苦情は月 0～2 件程度、その他の苦情が半年に 1 件程度ずつ寄せられている。

表3-16 WMA によるモニタリング結果（2017.2～2017.12、苦情件数ベース）

項目	年月	2017											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粉じん ¹									0	0	0	0	0
騒音 ¹									0	0	0	0	0
悪臭			1	2	0	0	2	0	0	1	1	2	2
その他（含振動）			0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1

1: 2017 年 8 月から項目追加された。

ス国において適用される騒音の規制基準（環境騒音）を表 3-42 に示す。地域の区分は「Medium Noise」を参照したが、これは、2012 年に WMA に宛てられた CEA からの環境配慮推薦書において、「維持されることが望ましい基準は、敷地境界において昼間は 63 dB(A) 以下、夜間は 50 dB(A) 以下」との記載を引用している。

2017 年 8 月に実施したバックグラウンドの等価騒音レベルでは、昼間は WMA の振動ふるい機が稼働していたが敷地境界での騒音レベルはすべて基準値以下であった。また、夜間は No. 3 で基準値を超過していたが、これは風や鳥の鳴き声、周辺を通行する車両に起因するものであった。

表3-17 敷地境界における騒音の規制基準（環境騒音）

地域の区分	等価騒音レベル $L_{Aeq, T}$	
	昼間（6～18 時）	夜間（18～6 時）
Low Noise	55 dB(A) 以下	45 dB(A) 以下
Medium Noise	63 dB(A) 以下	50 dB(A) 以下
High Noise	70 dB(A) 以下	60 dB(A) 以下
Silent Zone	50 dB(A) 以下	45 dB(A) 以下

出典：Gazette Notification No. 924/12（1996 年 5 月 23 日、CEA）

注）適用される規制基準（中騒音地域）は、2012 年に中央環境庁 CEA から WMA に宛てられた環境推薦書に基づく。

表3-18 騒音モニタリング結果

対象騒音	バックグラウンド騒音 (dB(A))	
	2017/8/28	2017/8/28
日付	2017/8/28	2017/8/28
時刻	昼間 14:00-17:00	夜間 18:00-19:15
基準値	63.0	50.0
No. 2	59.6	50.2
No. 4	52.3	48.8
No. 5	56.7	50.0

注 1) No. 1 及び No. 3 は建屋周縁部での参考値のため省略。



図3-31 昼間騒音測定の様子（地点 2 にて）



図3-32 昼間騒音測定の様子（地点 4 にて）



図3-33 昼間騒音測定の様子（地点 5 にて）



図3-34 夜間騒音測定の様子（地点 2 にて）

イ) 自然環境

スリランカがあるセイロン島は、ベンガル湾の南西、アラビア海の南東に位置し(北緯 6~10°、東経 80~82°)、65,610km²(東西 240km、南北 435km)の国土面積を保有するインド洋上の島国である。約 1,600km にもおよぶ広大な海岸線と豊かな海洋資源を有する海岸部があり、国土の北部から東部、南西部にかけては平坦な土地が広がる。また、国土の中央南部には、最高峰のピドゥルタラーガラ山(2,524m)を有し、河川の水源地を構成する中央高地があり、中央高地の周辺部には標高 300~1,000m の高原ベルト地帯が広がる。

雨量の多い南部の中央高地から河川が放射線上に流れ、自然河川流域の総数は103、総延長は約4,500kmにも及ぶ。最大河川はマハヴェリ川で、延長335km、流域面積は10,448km²である。マハヴェリ川は北東に流れ、ベンガル湾に注ぎ、海岸部に広い沖積平野を形成している。このように、中央南部に広がる高地群、多くの河川、広大な海岸線により、多様な景観と豊かな資源を擁している。

自然河川の流域面積は国土の約90%を占め、年間集水量の大部分を占めている。なお、乾燥地域の自然河川は、灌漑用の貯水池が重要な水資源となっている。また、自然湖沼もいくつか存在し、プッタラム地方には海洋から分離された塩湖であるマンデル湖や、コロombo市から南のボルゴダ川の一部で約37,400haの面積を有するボルゴダ湖などがある。沿岸部には、マングローブ湿地帯や礁湖があり、沿岸部の生態系に大きな役割を果たしている。なお、表流水の約80%は灌漑設備に利用しており、今後拡大する水需要を考慮した場合、新たな水源開発および現存する灌漑設備を改良し、灌漑設備からの水利用を効率化する必要がある。

国際連合環境計画（UNEP: United Nations Environmental Programme）によると、地下水量は表流量より少ないとされているが、現在までに6種類の帯水層が確認されており、全島で年間7,800MCM（million cubic meter:100万m³）の地下水量があると推測されている。また、乾燥地帯の農村人口の約72%が生活用に地下水を利用している。ただし、腎臓病疾患の報告や国の水質基準を上回る人体に有害な高濃度フッ素が検出されている地域も存在し、利用者に健康被害が生じている。

国際自然保護連合（IUCN: International Union for Conservation of Nature）発行のNational Red List 2012によると、スリランカには、2,240種（936の固有種を含む）の動物相および3,492種（943の固有種を含む）の植物相が生息している。

また、生態系に重要な役割を果たしている潟湖が海岸線沿いに多く存在しているが、現存する16の潟湖が脅威にさらされている。また、最近20年間で沿岸部で商業目的の開発や養殖が進み、湿地帯の埋立や生活・工業排水による海水の汚染問題により、生物多様性への影響が懸念される。また、近年においては、津波、サイクロンや豪雨による沿岸部での被害も観測されており、都市開発に伴う海水汚染や自然災害に対する対策を検討していかなければならない。

本事業はカラディヤーナ処分場敷地内で行われる。カラディヤーナ処分場はス国の法律・国際条約等に定められた保護区内には立地していない。また、原生林や熱帯自然林、生態学的に重要な生息地にも該当していない。

ウ) 社会経済状況

スリランカ国には、「ヴェッタ」と呼ばれる先住民族が存在するが、「少数民族」に関する明確な定義はない。これは独立後の1956年、シンハラ語のみが公用語とされ、タミル民族が冷遇されたこと（1988年の憲法改正によりタミル語も公用語に）や、長期にわたるシンハラ民族とタミル民族をはじめとする民族間紛争が継続したことなどが背景と推察される。

下表は、スリランカ統計局による民族分類別の人口分布（全国、西部州コロombo県、北部州ジャフナ県、東部州トリンコマリー県）を示す。全国の約75%がシンハラ民族、タミル民族は約15%、イスラム教徒であるムーア民族が9%、その他混血のバーガー、マレー民族等から構成される。一方、ジャフナ県を州都と

する北部州では人口の80%以上をスリランカ・タミル民族が占めており、また東部州のトリンコマリー県やアンパラ県では、約40%がスリランカ・ムーア民族で構成される。

表3-19 スリランカの民族別人口動態（2012年）

	Total	Sinhalese	Sri Lanka Tamil	Indial Tamil	Sri Lanka Moor	Burgher	Malay	Sri Lanka Chetty	Bharatha	Other
全国	20,263.7	15,173.8	2,270.9	842.3	1,869.8	37.1	40.2	6.1	1.7	21.8
(%)	100.0%	74.9%	11.2%	4.2%	9.2%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%
コロンボ県	2,309.7	1,771.3	231.3	27.3	242.7	13.3	12.5	1.3	0.7	9.3
(%)	100.0%	76.7%	10.0%	1.2%	10.5%	0.6%	0.5%	0.1%	0.0%	0.4%
ジャフナ県	583.2	3.3	577.2	0.5	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
(%)	100.0%	0.6%	99.0%	0.1%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
トリンコマリー県	378.2	102.0	115.5	6.5	152.9	0.8	0.4	0.0	0.0	0.1
(%)	100.0%	27.0%	30.5%	1.7%	40.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%

出典) スリランカ統計局県別民族別人口 (2012年)

<http://www.statistics.gov.lk/PopHouSat/CPH2011/index.php?fileName=pop42&gp=Activities&tpl=3>

「Profile on Environmental and Social Considerations in Sri Lanka (2012年、JICA)」によると、憲法やその他法律による先住民族や少数民族に係る権利が明文化されていないスリランカにおいて、国内法に基づく先住民族への配慮計画を策定することは不可能である、としている。また、アジア開発銀行(ADB)の社会安全保障ポリシーに従い、スリランカ国道路開発局(RDA: Road Development Authority)やマハヴェリ開発局(MDA: Mahaveli Development Authority)等がADBの支援の下行うプロジェクトにおいては、スクリーニング手段として、以下のような質問に基づくチェックリストにより、先住民族計画の策定(IPP:カテゴリーA)や、特定のアクションプラン導入(カテゴリーB)等の導入要件を整理している。

- ✓ プロジェクト実施場所には先住民族や少数民族が存在しているか。
- ✓ プロジェクト実施により困難な状況に陥りやすい民族独自の週間や経済活動が根付いているか。
- ✓ プロジェクトがその社会・経済活動を妨げ、悪影響を及ぼす可能性があるか。
- ✓ プロジェクトが当該民族の共同体としての生活に混乱を生じる可能性があるか。
- ✓ プロジェクトが当該民族の健康、教育、生計や社会保障に正の影響を与えるか。
- ✓ プロジェクトが当該民族の情報認識の改変、慣習的行動の排除、及びその慣習への影響を及ぼす可能性があるか。
- ✓ 仮にプロジェクトが先住民族全体としてのコミュニティに混乱がない場合、民族が先住民族がここに保有、あるいは管理する住宅、土地、収穫、立木や他の固定資産に損失が生じる可能性があるか。

本事業はカラディヤーナ処分場敷地内で行われる。処分場周辺には、文化遺産ならびに少数民族・先住民族は存在しない。

処分場周辺にはWMAに登録しているウェストピッカーの住居があり、ダンプトラックから都市ごみが荷降ろされると、ウェストピッカー十数人が群がり、有価物の分類・回収をしている。WMAとウェストピッカーの協定では、このウェストピッカーが回収し、WMAが販売する売上の一定割合を両社で配分することになっている。

③ ス国の環境社会配慮法制度・組織

a) ス国の環境社会配慮

ス国の NEA Part C では、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) 又は初期環境調査 (Initial Environment Examination: IEE) の実施を義務付ける対象事業 (Prescribed Projects) を規定している。同規定によると、廃棄物の処分事業は、100t/日以上 of 固形廃棄物の処分事業が対象とされており、本事業の規模 (25t/日) ではこれに該当しない。

本事業実施に先立ち、WMA から EIA の所管省庁である CEA に EIA 又は IEE の要否について照会した結果、対象外である書面を 2016 年 1 月に受領している。

CEA は 1981 年、環境施策の実施機関として、環境省 (当時) の付属機関として設立された。①環境問題に関する規制、②環境の保護及び管理、③環境意識向上、環境教育の推進、④汚染、排出削減等に対するイニシアチブ行動を主な役割とし、環境汚染管理部、環境管理・評価部、環境教育部と廃棄物管理部の 4 つの技術部門、及び事務部門からなる。長官は大統領が指名し、長官を議長とする環境審議会 (Environment Council) を毎月開催している。環境審議会には、CEA 理事会で決定された各省庁、民間企業、NGO、大学等のステークホルダーからの代表者が参加する。議題となる分野ごとに大学や民間から専門家を呼び、CEA に対しガイドライン実施に係る意思決定や助言を行う。また、9 州 25 県に州支局、県支局が配置されており、各支局はガイドラインに従って登録証発行業務等を担う。

図 3-35 に CEA の組織図を示す。

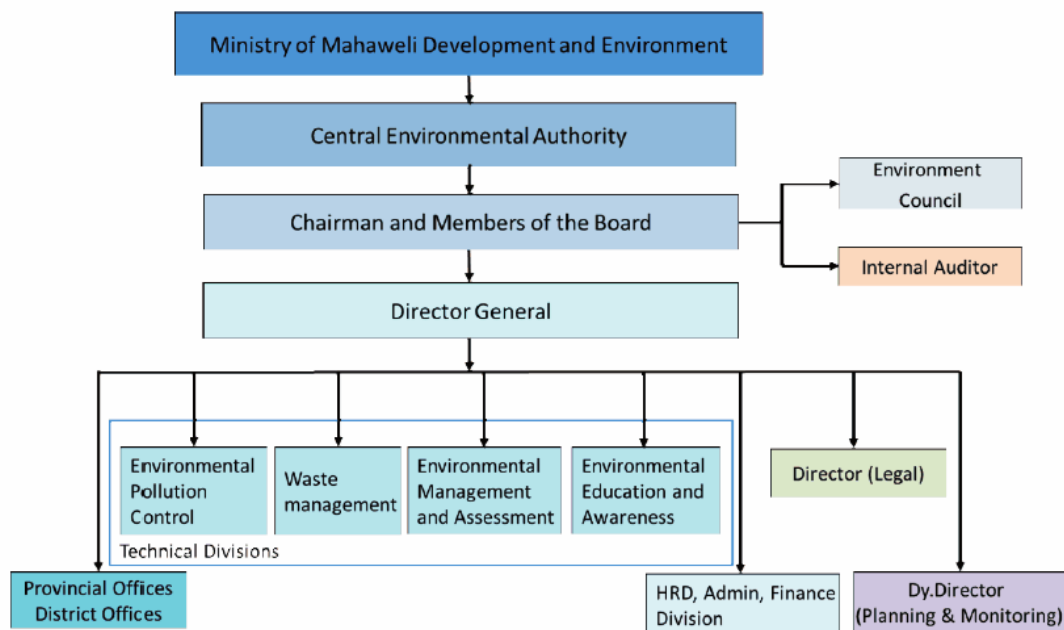


図3-35 CEA の組織図

また、NEA では、EIA の承諾責任をプロジェクト許認可機関 (PAA) に委任しており、EIA の対象エリアに対して、関与の比重 (面積、生態系、希少種等) が高い公的機関が PAA に任命されることになる。また、CEA を含め、プロジェクト実施者と許認可機関は同一であってはならないと規定されている。

b) 汚染対象項目

スリランカにおける環境基準や規制基準は、国家環境法 NEA の付帯規則として官報 (Gazette) で公表され、逐次アップデートされる仕組みとなっている。以下に、日本の環境基準や規制基準が設置されている項目に合わせて、スリランカの基準の有無、存在する場合にはその内容を整理した。

(a) 大気汚染

スリランカの大気汚染に係る基準は、一般環境基準と車両や工場等からの排ガス基準に分類される。一般環境基準が設置されているものの、一般環境大気のモニタリングはスリランカ国内で一箇所しか行っておらず、またその測定値も環境基準を超過していることから、現状は目標値といった位置づけに留まっている。

表3-20 大気質に係る一般環境基準

物質	時間平均	最大許容濃度		測定方法
		μgm^{-3}	ppm	
粒子状物質 PM10	年平均値	50	—	ハイポリウムエアサンプラーを用いた濾過捕集—重量測定法もしくは β 線吸収法
	24時間平均値	100	—	
粒子状物質 PM2.5	年平均値	25	—	
	24時間平均値	50	—	
二酸化窒素 (NO ₂)	24時間平均値	100	0.05	ザルツマン試薬を用いる吸光光度法または気相化学発光法
	8時間平均値	150	0.08	
	1時間平均値	250	0.13	
二酸化硫黄 (SO ₂)	24時間平均値	80	0.03	パラローズアニリン法またはパルス蛍光法
	8時間平均値	120	0.05	
	1時間平均値	200	0.08	
オゾン (O ₃)	1時間平均値	200	0.10	化学発光法または紫外線吸収法
一酸化炭素 (CO)	8時間平均値	10,000	9.00	非分散型赤外分析
	1時間平均値	30,000	26.00	
	瞬時値	58,000	50.00	

※平均時間を求める際の最低測定時間

3時間平均値を求める場合には、連続3時間以上測定された場合を有効とする。

8時間平均値を求める場合には、連続8時間以上測定された場合を有効とする。

24時間平均値を求める場合には、連続18時間以上測定された場合を有効とする。

年間平均値を求める場合には、2ヶ月以上の各四半期月間平均を含む9ヶ月間以上測定された場合を有効とする。

出典：大気汚染に係る環境基準 Gazette Notification No. 1562/22 dated 15.08.2008

発生源に係る排ガス基準として、2003年に自動車に係る排ガス基準が制定された。Part I (Schedule 1) で車両排ガス基準値、Part II (Schedule 2) で燃料基準を、Part III (Schedule 3) で輸入車両に対する排ガス基準を規定している。このうち、Part I について、2008年、2014年に改定がなされている。

表3-21 車両排ガス規制値 (Air, Fuel & Vehicle Importation Standards)

車両の種類	排出基準		特記事項
	一酸化炭素 [% v/v]	炭化水素 [ppm v/v]	
ガソリン車	3.0	1000	アイドリング及びエンジン回転数 2500 rpm 時 (無鉛ガソリン使用)
自動二輪車	4.0	6000	
自動三輪車	4.0	6000	

出典 : Gazette No. 1887/20 (2014/11/5, CEA) 及び No. 1895/43 (2015/1/2, CEA)

工場等の固定排出源排ガス規制については、CEA の環境公害管理局が工場等の固定排出源における排ガス規制を現在策定中との情報があったが、報告書作成時点では公開されていない。

(b) 水質汚濁

スリランカの水質に係る基準には、飲用水質基準(SLS614(1983年、2013年改訂))、産業排水基準(SL652(1984年)、SL721(1985年))の他、2016年に一般環境水質基準が制定されている。

表3-22 水質環境基準 (案) における水域区分

カテゴリ	水域区分
A	Water Source for Simple Treatment
B	Bathing and Contact Recreational Water
C	Fish and Aquatic Life Water
D	Water source for general treatment
E	Irrigation & Agriculture
F	Minimum Water Quality

出典) Environmental Pollution Control Division, CEA

2008年2月に官報(Gazette. No. 1534/18)により、工業排水、生活排水の水質基準について、排水先の水域区分により以下のように規定されている。また、工場排水の中でも、ゴム工場、繊維工場、皮革工場については、別途基準が設けられている。

表3-23 表流水域に排出する工業排水の許容限度

No.	項目	単位	許容限度
1	総浮遊物質 (TSS)	mg/L	< 50
2	TSS 粒径	μm	< 850
3	pH (気温条件下)	-	6.0 - 8.5
4	生物化学的酸素要求量 BOD ₅ (20°C) または BOD ₃ (27°C)	mg/L	< 30
5	排水温度	°C	排水地点から下流 15 m 以内で 40°C を超えないこと
6	油脂	mg/L	< 10
7	フェノール類 (フェノールとして)	mg/L	< 1
8	化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	< 250
9	色度	m ⁻¹	< 7 (波長 436 nm (黄色) 下にて)
		m ⁻¹	< 5 (波長 525 nm (赤色) 下にて)
		m ⁻¹	< 3 (波長 620 nm (青色) 下にて)
10	溶存リン (リンとして)	mg/L	< 5
11	ケルダール窒素 (窒素として)	mg/L	< 150
12	アンモニア性窒素	mg/L	< 50
13	シアン化物 (シアンとして)	mg/L	< 0.2
14	総残留塩素	mg/L	< 1.0
15	フッ化物 (フッ素として)	mg/L	< 2.0
16	硫化物 (硫黄として)	mg/L	< 2.0
17	ヒ素 (As)	mg/L	< 0.2
18	カドミウム (Cd)	mg/L	< 0.1
19	全クロム	mg/L	< 0.5
20	六価クロム (Cr ⁶⁺)	mg/L	< 0.1
21	銅 (Cu)	mg/L	< 3.0
22	鉄 (Fe)	mg/L	< 3.0
23	鉛 (Pb)	mg/L	< 0.1
24	水銀 (Hg)	mg/L	< 0.0005
25	ニッケル (Ni)	mg/L	< 3.0
26	セレン (Se)	mg/L	< 0.05
27	亜鉛 (Zn)	mg/L	< 2.0
28	殺虫剤	mg/L	< 0.005
29	界面活性剤	mg/L	< 5
30	糞便性大腸菌	個数 /100 mL	< 40
31	全 α 放射能	μCi/mL	< 10 ⁻⁸
	全 β 放射能	μCi /mL	< 10 ⁻⁷

※注記

1. 実行可能な限り、悪臭を取り除く取り組みを行わなければならない。
 2. 上記の値は、清浄な放流水により最低でも 8 倍希釈された排水を考慮したものである。
希釈倍率が 8 倍に満たない時は、許容限度に 実際の希釈倍率を 1/8 倍する。
 3. 上記の一般基準は、特定の水質基準が設けられている事業に関しては適用しない。
 4. 殺虫剤に関しては世界保健機関 (WHO) ならびに国際連合食糧農業機関 (FAO) の満たすべき基準に準じている。
- 出典: The Gazette No. No. 1534/18 (2008/2/1、CEA)

(c) 土壌汚染

NEA では、土壌汚染についても公害防止対象として触れているものの、土壌汚染に係る基準は制定されておらず、今後、制定されていくものと考えられる。

(d) 廃棄物

NEA では、事業者は事業の実施から発生する廃棄物について、適切に処分する義務を有すとしている。環境ライセンス(EPL)の取得に際し、要件に合致する事業については、その廃棄物の発生量、内容、処分方法について申請し、承認を得る必要がある。

(e) 騒音

騒音に係る規制基準は、1996年5月23日に公布された Gazette No. 924/12 にて、敷地境界における騒音レベルに基づき、以下のとおり規定されている。

表3-24 敷地境界上の最大許容騒音レベル（環境騒音）

地域の区分	等価騒音レベル $L_{Aeq, T}$	
	昼間（6～18時）	夜間（18～6時）
Low Noise	55 デシベル以下	45 デシベル以下
Medium Noise	63 デシベル以下	50 デシベル以下
High Noise	70 デシベル以下	60 デシベル以下
Silent Zone	50 デシベル以下	45 デシベル以下

※屋内へ透過する騒音に係る基準に関しては、昼間にあっては 60 dB(A) を超えるべきではない。

出典：Gazette Notification No. 924/12（1996年5月23日、CEA）

表3-25 敷地境界上の最大許容騒音レベル（工場及び事業所）

地域の区分	等価騒音レベル $L_{Aeq, T}$	
	昼間（6～18時）	夜間（18～6時）
Rural Residential Area	55 デシベル以下	45 デシベル以下
Urban Residential Area	60 デシベル以下	50 デシベル以下
Noise Sensitive Area	50 デシベル以下	45 デシベル以下
Mixed Residential	63 デシベル以下	55 デシベル以下
Commercial Areas	65 デシベル以下	55 デシベル以下
Industrial Area	70 デシベル以下	60 デシベル以下

出典：Gazette Notification No. 924/12（1996年5月23日、CEA）

表3-26 敷地境界上の最大許容騒音レベル（建設工事）


地域の区分	等価騒音レベル $L_{Aeq, T}$	
	昼間（6～18時）	夜間（18～6時）
Industrial/Commercial	75 デシベル以下	60 デシベル以下
Urban/Rural/Mixed Residential Area	65 デシベル以下	56 デシベル以下

出典：Gazette Notification No. 924/12（1996年5月23日、CEA）

(f) 振動規制(暫定)基準

振動に係る規制基準は、我が国で採用されている敷地境界における振動レベル規制ではなく、事業活動により振動の影響を受ける周辺の建築物の構造によりタイプ分けされたカテゴリーごとに、最大速度振幅 (PPV: Peak Particle Velocity、単位 mm/s) で規制することが暫定的に決められている。

表3-27 振動規制のための建築物構造区分

建築物の構造の種類		説明
高耐振動性	Type 1	ブロック、レンガまたはプレキャスト部材による補強が施された RC 造もしくは S 造高層建築物。耐震性には配慮されていない。
	Type 2	床および屋根が補強され、RC もしくはプレキャスト部材で建てられた 2 階建て住居・建築物。または全体において補強が施された建築物。耐震性には配慮されていない。
	Type 3	レンガやセメントブロックなどの軽い素材でできた 1 階および 2 階建て住居・建築物。耐震性には配慮されていない。
低耐振動性	Type 4	耐振動性の点から上記の 1, 2 及び 3 に該当せず、また Department of Archaeology より考古学的な財産であるため保護すべきと言われた構造物。

出典：PROPOSED AIR-BLAST OVER PRESSURE AND GROUND VIBRATION STANDARDS (CEA、2008 年 12 月 4 日)

表3-28 機械の運転、建設工事又は車両稼動に伴う最大振幅速度基準

構造物の種類	振動の種類	振動数 [Hz]	最大振幅速度 PPV [mm/sec]
Type 1	持続振動	0-10	5.0
		10-50	7.5
		Over 50	15.0
	間欠振動	0-10	10.0
		10-50	15.0
		Over 50	30.0
Type 2	持続振動	0-10	2.0
		10-50	4.0
		Over 50	8.0
	間欠振動	0-10	4.0
		10-50	8.0
		Over 50	16.0
Type 3	持続振動	0-10	1.0
		10-50	2.0
		Over 50	4.0
	間欠振動	0-10	2.0
		10-50	4.0
		Over 50	8.0
Type 4	持続振動	0-10	0.25
		10-50	0.5
		Over 50	1.0
	間欠振動	0-10	0.5
		10-50	1.0
		Over 50	2.0

出典：PROPOSED AIR-BLAST OVER PRESSURE AND GROUND VIBRATION STANDARDS (CEA、2008 年 12 月 4 日)

表3-29 発破等爆風・衝撃による振動基準

構造物の種類	振動の種類	発破の種類	地盤振動における 最大速度振幅 PPV [mm/sec]	爆風による音圧レ ベル [dB(L)]
Type 1	衝撃振動	単独発破	8.0	105
		多数孔段発破	10.0	115
Type 2	衝撃振動	単独発破	6.0	105
		多数孔段発破	7.0	115
Type 3	衝撃振動	単独発破	4.0	115
		多数孔段発破	5.0	120
Type 4	衝撃振動	単独発破	0.5	95
		多数孔段発破	0.75	100

出典：PROPOSED AIR-BLAST OVER PRESSURE AND GROUND VIBRATION STANDARDS (CEA、2008年12月4日)

(g) 悪臭

CEA へのヒアリングの結果、現在、NEA 及び付帯規則における悪臭に関する基準は策定されていない。

c) 社会経済状況

(a) 国家非自発的住民移転政策

ス国政府は、公共セクターによる開発事業の実施による土地収用・住民移転に対する市民の懸念を鑑み、国家非自発的住民移転政策(National Involuntary Resettlement Policy:NIRP)を閣議決定した(2001年5月)。本政策は、(1)プロジェクトの影響住民が適切に補償され、移転及び生活の回復を図ること、(2)プロジェクト実施の遅延やコストの増加を抑えること、(3)よりよいコミュニティにおける人間関係を築くこと、をねらいとしている。

2003年5月、土地・土地開発省(MLD)により発行された、同政策の手続きマニュアル(Process Manual for Implementation of the NIRP)の記載内容を示す。

1) 目的

- ・ 影響住民(Affected people)の生産的で、自立型の土台の再構築を促進することで、非自発的住民移転による負の影響を回避、最小化、緩和する。同時に被影響住民とプロジェクト開発を促進する。
- ・ 開発プロジェクトによる負の影響を受ける住民に対して補償が速やかに行われ、移転が滞りなく実施されることを確保する。
- ・ 開発を目的とした国家による土地の強制収用の結果として、移転住民が貧困状態に置かれることないようにする。
- ・ 強制土地収用によって立ち退きとなる住民を、心理的・文化的・社会的・その他のストレスに適切に対処できるように支援する。
- ・ 移転により住民が被る困窮を救済するプロセスがあり、それがアクセスしやすいものでかつ求めに応

じてすぐに対応できるものであることをすべての影響住民に理解させる。

- ・ 非自発的住民移転プロセスが、プロジェクト実施官庁 (Project Executing Agency:PEA) と影響住民が合意したタイムフレームの中で、適切な協議を通じて、透明性、説明責任を有する形で実施されることを確保する。

2) 基本原則

- ・ 非自発的住民移転は、代替プロジェクトの検討あるいはプロジェクトの中での代替案の検討を通じて、可能な限り回避、最小化されなければならない。
- ・ 回避が不可避の場合は、被影響住民が移住先で生計を営むことが可能で、かつ生活レベルが改善されるよう支援しなければならない。
- ・ 本政策では、ジェンダーに関する平等が遵守されなければならない。
- ・ 影響住民が、移住先の選定や生計の補償、開発オプションの選定について、早い段階から参画できるようにしなければならない。
- ・ 影響住民が土地を喪失する場合、代替地の提供は補償の選択肢の1つであるべきである。代替地がない場合は、すべての影響住民にとって金銭補償がオプションの1つとならなければならない。
- ・ 土地・構造物・他の資産や収入に対してはその全額が速やかに補償されなければならない。また、取引に係る費用も含めなければならない。
- ・ 住民移転は州政府や市町村により計画され、かつ実施されなければならない。
- ・ 影響住民が移住先のコミュニティと経済的・社会的に融合できるように支援するために、参加のための方策が計画・実施されなければならない。
- ・ 影響住民に対しては、共有財産・資源及びコミュニティ・公共サービスが提供されなければならない。
- ・ 住民移転は、影響住民の開発の一環として計画されなければならない。
- ・ 土地所有権登記のない影響住民に対しても、公平に、公正な扱いを受けられるようにならなければならない。
- ・ 社会的弱者の有無を把握し、彼らの生活水準改善のため、適切な支援を行わなければならない。
- ・ プロジェクト実施機関 (PEA) は、補償と移転の全費用を負担しなければならない。

3) 適用範囲

- ・ 開発に伴うすべての土地収用及び土地所有権の国への回復を対象とする。
- ・ 本政策は、政府あるいはドナーによる資金の種類を問わず、すべてのプロジェクトに適用される。
- ・ 本政策は、施行日に計画中のプロジェクト並びに今後のプロジェクトのすべてに適用される。
- ・ 20 世帯以上を対象とした非自発的住民移転には、総合的な住民移転計画 (Resettlement Action Plan) の作成が要求される。
- ・ 20 世帯以下の移転の場合でも、本政策が適用され、より簡易な住民計画を作成しなければならない。(住民移転計画の詳細は Guidelines for the preparation of Resettlement Action Plans に規定)

4) 実行のための法的枠組み

本政策は、現在の土地・土地開発省 (MLD) が所管官庁となり、中央環境庁 (CEA) との連携のもとに実

施されている。関係する法律は、①土地収用法、②国家環境法、③他の法律(都市開発法、海岸域保全法など)、及び④これらの法律の下位の法令である。

5) 住民移転の管理と実施の責任体制

住民移転の管理と実施に責任を負っている機関は以下のとおりである。各機関の役割を下表に示す。

表3-30 非自発的住民移転の責任体制

機能	責任機関
全体の政策実施	土地・土地開発省(MLD:Ministry of Land and Land Development)
非自発的住民移転計画(RAPs)の準備	事業参加者(コンサルタント、大学、又はNGOへの委託が可能)
非自発的住民移転計画(RAPs)のレビュー	事業承認機関(PAA)及び中央環境庁(CEA)
非自発的住民移転計画(RAPs)の承認	事業承認機関(PAA)及び中央環境庁(CEA)
非自発的住民移転計画(RAPs)の実施	事業実施機関(PEA)、地域・州政府、自治体
モニタリング	中央環境庁(CEA)、土地・土地開発省(MLD)のレビューの下、事業実施機関(PEA)が実施
評価	土地・土地開発省(MLD)、事業実施機関(PEA)及び中央環境庁(CEA)を代表した独立機関

出典:Profile on Environmental and Social Considerations in Sri Lanka(2012年、JICA)

6) 用地買収ならびに非自発的住民移転に関する実施手続き

用地買収法第9条における用地買収ならびに住民移転に関するプロセスを下表に示す。

なお、補償金はプロジェクト実施機関から土地・土地開発省(MLD)を介して、移転する住民に支払われ、また、住民により補償金が受領された後は、プロジェクト実施主体はいかなる反対も受け付けなくてよいこととなっている。

表3-31 用地買収及び非自発的住民移転に関する実施プロセス

項目	担当する関係機関
用地買収計画の作成・提出	プロジェクト実施機関(PEA)
調査命令の発行(第2項)	土地・土地開発省(MLD)
通知作成・掲示(第2項)	Divisional Secretary
先行トレーシング(Advance Tracing)の作成	測量局(Survey Department)
用地買収指示書の発行(第4項)	土地・土地開発省(MLD)
用地買収法第9条第4項の掲示及び通知作成	Divisional Secretary、官報(政府印刷局)
反対住民からの問い合わせ対応	プロジェクト実施機関(PEA)
政令の公告(第5項)	土地・土地開発省(MLD)、政府印刷局
予備計画の作成	測量局(Survey Department)
政令の公告(第7項)	Divisional Secretary
問い合わせ対応(第9項)	Divisional Secretary
決定(第10項-1)	Divisional Secretary
補償金額の見積もり	評価担当部門(Valuation Department)
補償金額の決定(第17項)	Divisional Secretary
補償金の支払	Divisional Secretary
命令(第38項a)	土地・土地開発省(MLD)、政府印刷局
支給(第38項a)	土地・土地開発省(MLD)、政府印刷局
未保有地の買収	Divisional Secretary、プロジェクト実施機関(PEA)
登記	Divisional Secretary、プロジェクト実施機関

出典:Profile on Environmental and Social Considerations in Sri Lanka(2012年、JICA)

7) 補償金額の算出方法

用地買収側(行政区画内の政府機関、通常は、Divisional Secretary が担当)が 土地所有者に負う補償金額を決定するための査定を行う。公平性を確保するため、行政機関はこの査定に介入することは出来ない。土地所有者の名簿はこの段階で作成する。

補償金の積算は、土地の市場価格や用益権(地役権ならびに徴税権)に加え、(1)区画整理による損害、(2)区画整理以外の不動産への損害、(3)土地に関する事業への損害を換算して算出される。(1)および(2)は、対象となる土地の市場価値の20%以下、(3)は、平均年商の3倍以下に設定することが規定されている(用地買収法第9条第46項)。

(b) 文化遺産

スリランカ文化省(Ministry of Cultural Affairs)は文化遺産を保護する責務を、スリランカ観光委員会(Sri Lanka Tourist Board)は、観光マネジメントに責務を持つ。このうち、文化省考古学局(The Department of Archaeology, Ministry of Cultural Affairs)ならびに中央文化基金(Central Cultural Fund)は、文化遺産保護と将来世代に向けた文化遺産価値の認知に係る政策や規定、ガイドラインの策定を進めている。

スリランカでは、ある事業を実施する予定地域に、0.25 ha を超える遺跡の存在が確認された場合、すべての開発プロジェクトについて、考古学的影響評価(AIA: Archaeological Impact Assessment)に係る調査が必須とされている。

AIA の目的は、提案されたプロジェクトが遺跡にもたらす影響の評価を行い、次善策を詳細にまとめ報告書を作成することにある。通常は、考古学局が事業実施者に代わり調査を行う。AIA 調査プロセスに関する情報は、1998年に改正された遺跡保存法第43条(b)項および第47条の下、2000年10月4日付の文化・宗務大臣発行した Gazette No.1152/14 で規定されている。

スリランカにおける文化遺産保護に関連する法規制を下表に示す。

表3-32 文化遺産保護に関する法制度

No	名称	発行年
1	The Antiquities Ordinance, No.9	1940
2	The Antiquities Act, No.2	1955
3	The Antiquities Act, No.22	1955
4	The Antiquities Act, No.24	1940 (1998年改定)
5	National Museums Ordinance	1956
6	Urban Development Authority Law No.41	1978
7	National Environmental Act, No.47	1980
8	Central Cultural Fund Act, No.57	1980
9	Galle Heritage Foundation Act, No.7	1994

出典：Profile on Environmental and Social Considerations in Sri Lanka (2012年、JICA)

スリランカ国内の8つの世界遺産を下表に示す。

表3-33 スリランカの世界遺産

	場所	文化／自然遺産	登録年
1	Sacred city of Anuradhapura (アヌラーダプラ)	文化遺産	1982
2	Ancient City of Polonnaruwa (ポロンナルワ)	文化遺産	1982
3	Ancient City of Sigiriya (シーギリヤ)	文化遺産	1982
4	Sinharaja Forest Reserve (シンハラジャ森林保護区)	自然遺産	1988
5	Sacred City of Kandy (キャンディ)	文化遺産	1988
6	Old Town of Galle and its Fortifications (ゴールの旧市街と要塞)	文化遺産	1988
7	Golden Temple of Dambulla (ダンプッラの黄金寺院)	文化遺産	1991
8	Central Highlands of Sri Lanka (スリランカの中央高地)	自然遺産	2010

④ スクリーニング

NEA Part C では、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) 又は初期環境調査 (Initial Environment Examination: IEE) の実施を義務付ける対象事業 (Prescribed Projects) を規定している。同規定によると、廃棄物の処分事業は、100t/日以上以上の固形廃棄物の処分事業が対象とされており、本事業の規模 (25t/日) ではこれに該当しない。

本事業実施に先立ち、WMA から EIA の所管省庁である CEA に EIA 又は IEE の要否について照会した結果、WMA が当初から計画している資源化施設 (50t/日規模) での許可を既に得ていることから、本施設のために新規に取得する必要が無いという書面を 2016 年 1 月に受領している。

一方、JICA「環境社会配慮ガイドライン (2010 年 4 月公布)」に基づく本事業のカテゴリ分類は、廃棄物セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないことから、「カテゴリ B」に分類された。

以下本項では、環境社会配慮の結果について報告する。

⑤ 代替案の検討

本事業の対象地であるカラディヤーナ処分場は、西部州 7 自治体の都市ごみ約 550t/日、収集運搬車両として約 270 台が毎日搬入、オープンダンプングされる埋立処分場である。当該処分場は、元々民間事業者が運営していた土地を、環境規制の不遵守を理由に州政府により接收されたものであり、現在州政府により各種改善計画が進められており、本事業による資源物の回収や生ごみの堆肥化は、最終埋立処分量を削減する、これら一連の改善計画の一部に位置づけられている。

そのため、本事業を実施しない場合は、引き続き 550t/日の都市ごみが搬入され続け、水質・悪臭・大気質への影響が継続・増大するものと考えられる。WMA は他の方式 (処分場の適正化や焼却発電施設の導入等) に係る検討も進めているが、前者は代替地の確保や既に埋まっている大量のごみを含めた適正化は技術的に難しく、また焼却発電施設の導入は、現在の埋立処理費を基準とした場合、経済的な実現性に課題があることから、短期的にかつこれら他の計画との整合性を高める、本資源回収・堆肥化事業の妥当性は高いと考えられる。

表3-34 代替案の検討・評価結果

項目		現状（本事業を実施しない場合）	本事業	代替案
事業概要		カラディヤーナ処分場に550t/日のMSWが搬入・投棄される	搬入ごみ 550t/日のうち、25t/日が再資源化施設に搬入され、その一部（約13t/日）が資源物あるいは堆肥原料として回収され、残りは処分場に埋立される。	カラディヤーナ処分場に500t/日規模の焼却発電施設が設置・稼働する。
土地利用	周辺土地利用	従前民間の処分場であった土地を、環境規制不遵守を理由に西部州が接收	同左	同左
技術面	埋立処分量	550t/日	538t/日	灰として75t/日
	技術的要点	既設処分場には遮水シートも水処理施設も無く、周辺への環境影響が発生しているが、既設処分場の改善は多大な費用が掛かるため着手されていない。	全体量と比較するとわずかな量であるも、パイロット事業であり、有用性やコストが確認された後複製されていくことを期待。	埋立処分量を大幅に削減することが可能であるも、残渣（灰）処理や排ガス規制等の技術的課題のほか、数十億円規模の大規模な投資財源等が課題。
環境社会配慮	汚染対象項目	水質・悪臭・大気質への影響が継続・増大する	僅かではあるが汚染物質の埋立が回避され、水質・悪臭等への影響が軽減される。施設稼働による騒音の増加が考えられるが基準値以下と軽微である。	汚染物質の埋立が回避され、水質・悪臭等への影響が軽減される。施設稼働による大気質・騒音・振動面の影響が考えられる。
	社会環境	周辺住民への悪臭等影響が継続・増大する	僅かではあるが周辺住民への悪臭等への影響が軽減される。	周辺住民への悪臭等の影響が軽減される。
	自然環境	周辺の河川や生態系への影響が継続・増大する	僅かではあるが周辺の河川や生態系への影響が軽減される。	周辺の河川や生態系への影響が軽減される。
経済面	事業費	—	約1億円	約100億円
推奨される最適案とその根拠		これ以上現状を継続することは推奨されない。	マテリアルリサイクルは資源循環型社会形成の重要な項目であり3Rの一部として代替案よりも優先的に推奨されるため、本事業が最適である。	ごみからの熱回収は減量、再使用、再利用（資源回収や堆肥化）等3R活動の残渣に対して推奨されるため、本事業の実施なく代替案は推奨されない。

出典) JICA 調査団

⑥ スコーピング

本事業では、施設稼働中に、大気汚染（粉じん）、騒音・振動、悪臭、廃棄物に係る影響が発生すると考えられる。一方、選別ヤードや堆肥化施設から発生する排水に関しては、堆肥の水分管理のために循環利用するため、河川や水路、地下水等への影響は発生しない。

本事業の対象地域は国立公園等の影響を受けやすい地域またはその周辺に該当せず、自然環境への望ましくない影響は最小限であると想定される。また、本事業は、既設コンポストヤード内への設備導入であり、用地取得および住民移転を伴わない。

表3-35 スコーピング結果

分類	影響項目	スコーピングの評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1 大気汚染	B-	B-	工事中: 本事業の実施により、工事中重機の稼働や土工事に伴う粉じんや車両排ガス(NOx、SOx、PM等)の一時的な影響が考えられる。 供用時: 本事業の実施により、堆肥攪拌用重機の稼働や振動ふるい機の稼働に伴う粉じんや車両排ガス(NOx、SOx、PM等)の影響が考えられる。施設に廃棄物を搬入する車両の走行に伴う車両排ガス(NOx、SOx、PM等)の影響は、現状と変わらないことが予測される。
	2 水質汚濁	D	B+	工事中: 本事業の設備設置に伴う汚水の発生はない。 供用時: 本事業から生じる排水は全て循環利用するため、水質への影響はない。また、本事業の実施により、生ごみや有価物の埋立が回避・有効利用されるため、埋立ごみ由来の水質汚濁の一部が改善される。
	3 廃棄物	B-	B+	工事中: 既設建造物の改造及び設備の設置工事により、コンクリート殻等の廃棄物が一時的に発生する。 供用時: 本事業の実施により、堆肥ふるい残渣や資源回収ラインの残渣などが発生するものの、埋立処分量は減少・改善される。
	4 土壌汚染	D	D	工事中/供用時: 建設工事及び維持管理作業に土壌汚染を引き起こすような材料等は使用しない。
	5 騒音・振動	B-	B-	工事中: 建設機材の稼働による一時的な騒音・振動の影響が想定される。 供用時: 機械・重機の稼働による騒音・振動の影響が想定される。
	6 地盤沈下	D	D	工事中/供用時: 本事業は埋立処分場内に設置されるため、大規模な地形改変や地下水の取水など地盤沈下を引き起こす作業は発生しない。
	7 悪臭	D	B-	工事中: 本事業の実施により悪臭が発生するような作業は生じない。 供用時: 本事業の実施により SOW や MSW の選別・処理作業を行うことで悪臭の発生が考えられるものの、埋立処分に伴う悪臭発生源が削減される。
	8 底質	D	B+	工事中: 本事業の設備設置に伴う汚水の発生はない。 供用時: 本事業から生じる排水は全て循環利用するため、底質への影響はない。また、本事業の実施により、生ごみや有価物の埋立が回避・有効利用されるため、埋立ごみ由来の底質への影響が改善される。
自然環境	9 保護区	D	D	工事中/供用時: 事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10 生態系	D	D	工事中/供用時: 事業対象地に希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響は想定されない。
	11 水象	D	D	工事中/供用時: 近隣河川の河床や流況に悪影響をおよぼすような作業は想定されていない。
	12 地形・地質	D	D	工事中/供用時: 本事業は、埋立処分場内での施設整備であり、切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響は想定されない。
社会環境	13 用地取得・住民移転	D	D	工事中/供用時: 本事業は、C/P が管理する埋め立て処分場内での事業であるため、用地取得ならびに住民移転を行わない。
	14 貧困層	D	B+	工事中: 本事業の実施による貧困層向けの影響は想定されない。 供用時: 本事業の実施により、周辺に居住するウェストピッカー等貧困層の雇用が見込まれる。

	15	少数民族・先住民族	D	D	工事中／供用時: 事業実施地及びその周辺に少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段の地域経済	D	B+	工事中: 本事業の実施による地域経済への影響は想定されない。 供用時: 本事業の実施により、回収された資源物の販売など、地域経済活性化に寄与することが想定される。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	工事中・供用時: 本事業は、C/P が管理する埋立処分場内での事業であり、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。
	18	水利用	D	D	工事中: 本事業の設備設置に伴う汚水の発生はないため、周辺の水利用への影響はない。 供用時: 本事業から生じる排水は全て循環利用するため、周辺の水利用への影響はない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	工事中／供用時: 本事業の実施による周辺の交通渋滞や行政サービスの停滞等は想定されない。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	工事中／供用時: 本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は想定されない。
	21	被害と便益の偏在	D	D	工事中／供用時: 本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことは想定されない。
	22	地域内の利害対立	D	D	工事中／供用時: 本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、地域内の利害対立を引き起こすことは想定されない。
	23	文化遺産	D	D	工事中／供用時: 本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、文化的施設の価値を損なう恐れはない。
	24	景観	D	D	工事中／供用時: 本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、景観を損なう恐れはない。
	25	ジェンダー	D	D	工事中／供用時: 本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	D	D	工事中／供用時: 本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中／供用時: 本事業の実施による感染症への影響は特段想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）	D	D	工事中: 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時: 供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
その他	29	事故	B-	B-	工事中: 本事業の実施による、工事中の事故が想定される。 供用時: 本事業の実施による、供用中の事故が想定される。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	本事業は、既設埋立処分場内での事業であり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動にかかる影響等は想定されない。

A+/-: 重大な影響が発生しうる(正の影響なら+ / 負の影響なら-)

B+/-: ある程度の影響が発生しうる(正の影響なら+ / 負の影響なら-)

C: どの程度の影響を及ぼすか特定できない

D: 影響は皆無または最小限

表3-36 TOR 例

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	①環境基準の確認 ②事業実施前の事業対象地近隣の舗装状況等の確認 ③施設稼働時の影響	①既存資料調査 ②現地踏査 ③施設稼働時の重機・機械の稼働状況の確認
廃棄物	発生した廃棄物の処理方法	C/P ヒアリング
騒音・振動	①規制基準の確認 ②発生源から敷地境界、居住エリアまでの距離	①既存資料調査 ②現地踏査、C/P ヒアリング
悪臭	①規制基準の確認 ②発生源から敷地境界、居住エリアまでの距離 ③苦情等状況の確認	①既存資料調査 ②③現地踏査、C/P ヒアリング

⑦ 事業実施上の環境及び社会への影響

7) 事業開始時（2016年12月初回渡航時）の現地調査結果

「⑥ スコーピング」にて述べたが、本事業では「大気汚染（粉じん）」「廃棄物」「騒音・振動」「悪臭」に係る影響が想定される。

表3-37に、これら4項目に関する初回渡航時の現地調査結果を示す。

表3-37 事業開始時の現地調査結果

項目	現地調査結果
粉じん	処分場内の道路は未舗装であり、処分場に入出入りする搬入車両や工事用車両が通る度に、処分場内の職員は粉じんに曝露している可能性がある。周辺住宅への影響はモニタリングを要する。
廃棄物	発生する廃棄物はC/Pが管理する処分場に搬送・埋立される。廃棄物の量はモニタリングを要する。
騒音・振動	建屋に既設の弾性基礎が騒音・振動を緩和している。処分場に入出入りする搬入車両や工事用車両、施設の稼働により発生する騒音・振動による周辺住宅への影響はモニタリングを要する。
悪臭	処分場にオープンダンプされた膨大なごみ山から悪臭が漂っている。周辺住宅への影響はモニタリングを要する。

表3-38 調査結果に基づく影響評価表

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	B-	B-	B-	工事中: 工事用重機の稼働や土工事に伴う粉じんや車両排ガス（NOx、SOx、PM等）の一時的な影響が考えられるものの、敷地境界までの距離が約200mあり、国内基準値及び国際基準値を満たす見込みである。 供用時: 堆肥攪拌用重機の稼働や振動ふるい機の稼働に伴う粉じんや車両排ガス（NOx、SOx、PM等）の影響が考えられるものの、敷地境界までの距離が約200mあり、国内基準値及び国際基準値を満たす見込みである。
	2	水質汚濁	D	B+	N/A	B+	
	3	廃棄物	B-	B+	B-	B+	

	5	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	工事中: 建設機材の稼働による一時的な騒音・振動の影響が想定されるものの敷地境界までの距離が約 200m あり、国内基準値及び国際基準値を満たす見込みである。 供用時: 機械・重機の稼働による騒音・振動の影響が想定されるものの敷地境界までの距離が約 200m あり、国内基準値及び国際基準値を満たす見込みである。
	7	悪臭	D	B-	N/A	B-	
	8	底質	D	B+	N/A	B+	
社会環境	14	貧困層	D	B+	N/A	B+	
	16	雇用や生計手段の地域経済	D	B+	N/A	B+	
その他	29	事故	B-	B+	N/A	N/A	

イ) 環境管理計画（緩和策及び緩和策実施のための費用）

初回調査時の現地調査結果を踏まえ、表 3-39 に、「大気汚染（粉じん）」「騒音・振動」「悪臭」に関する緩和策について示す。

表3-39 環境管理計画（緩和策及び緩和策実施のための費用）

No.	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用 [SLR]
<施設稼働時>					
1	大気汚染 (粉じん)	<廃棄物運搬車両の通行> ・ 処分場へ続く道路への散水・清掃による粉じんの発生・飛散防止（毎日）	WMA	WMA (株)リサイクル	0 (WMA が従来実施している緩和策に含まれる)
		<資源化施設の稼働> ・ 堆肥のふるい作業時に振動ふるい機への麻袋等カバーによる粉じん飛散防止	(株)リサイクル	(株)リサイクル	0 (現地資材の利活用を行うため)
		・ 積み上げた堆肥の水分管理（加水）による粉じんの飛散防止	(株)リサイクル	(株)リサイクル	0 (都市ごみから出る水分の有効利用を行うため)
2	騒音・振動	・ 弾性基礎の設置	WMA	WMA	0 (既設建築物のため費用不明)
3	悪臭	・ 周辺の居住区への消臭剤散布（1回/週）	WMA	WMA	0 (WMA が従来実施している緩和策に含まれる)

ウ) 環境モニタリング計画

2016年12月の初回調査を受け、本事業の環境モニタリング計画を表3-40のとおり策定した。

WMAは、環境汚染と健康被害のモニタリングと緩和策の実行を行うために、環境タスクフォースを組織しており、周辺3地区約730世帯のうち、毎月ランダムに150世帯(50世帯/地区)を選定し、ヒアリング調査を実施している。本事業では、毎月の住民向けヒアリングの項目に、大気質(粉じん)、騒音、振動、悪臭を追加し、定性的なモニタリングを行うこととした。

CEAより定量的なモニタリングを行うよう示唆のあった騒音については、図3-37に示す敷地境界3か所において、等価騒音レベルの実測を工事前1回、操業時1回行い、規制基準値との比較を行うこととしている。

表3-40 本事業における環境モニタリング計画(再掲)

環境項目	項目	地点・方法	頻度	責任機関 (実施機関)	監督機関	費用
<施設設置工事前>						
大気質	粉じん	周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
騒音		近隣の住居に近い敷地境界3箇所における等価騒音レベル*	工事前1回 (バックグラウンド騒音)	外注業者	(株)リサイクル/EJEC	計SLR75,000
		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
振動		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
悪臭		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
<稼働時>						
大気質	粉じん	周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
騒音		近隣の住居に近い敷地境界3箇所における等価騒音レベル*	稼働時1回 (引渡性能試験の項目として)	外注業者	(株)リサイクル/EJEC	計SLR75,000
		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
振動		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
悪臭		周辺3地区における住民ヒアリング	毎月	WMA	WMA	0 WMAのモニタリングに追加
水質	排水の有無	施設に設置する汚水貯留タンクの水位を確認	毎日	運転委託業者	(株)リサイクル/運転監理委託業者	0 運転員により実施
廃棄物		再資源化施設から搬出時に都度計量	搬出都度	運転委託業者	(株)リサイクル/運転監理委託業者	0 運転員により実施
現地ステークホルダーへの説明		WMAにて定期的な周辺住民への説明会の開催	1回/3ヶ月	WMA/ (株)リサイクル	WMA/ (株)リサイクル	0 WMAの定例説明会に追加

注1) Gazette Notification No. 924/12 (1996年5月23日、CEA)

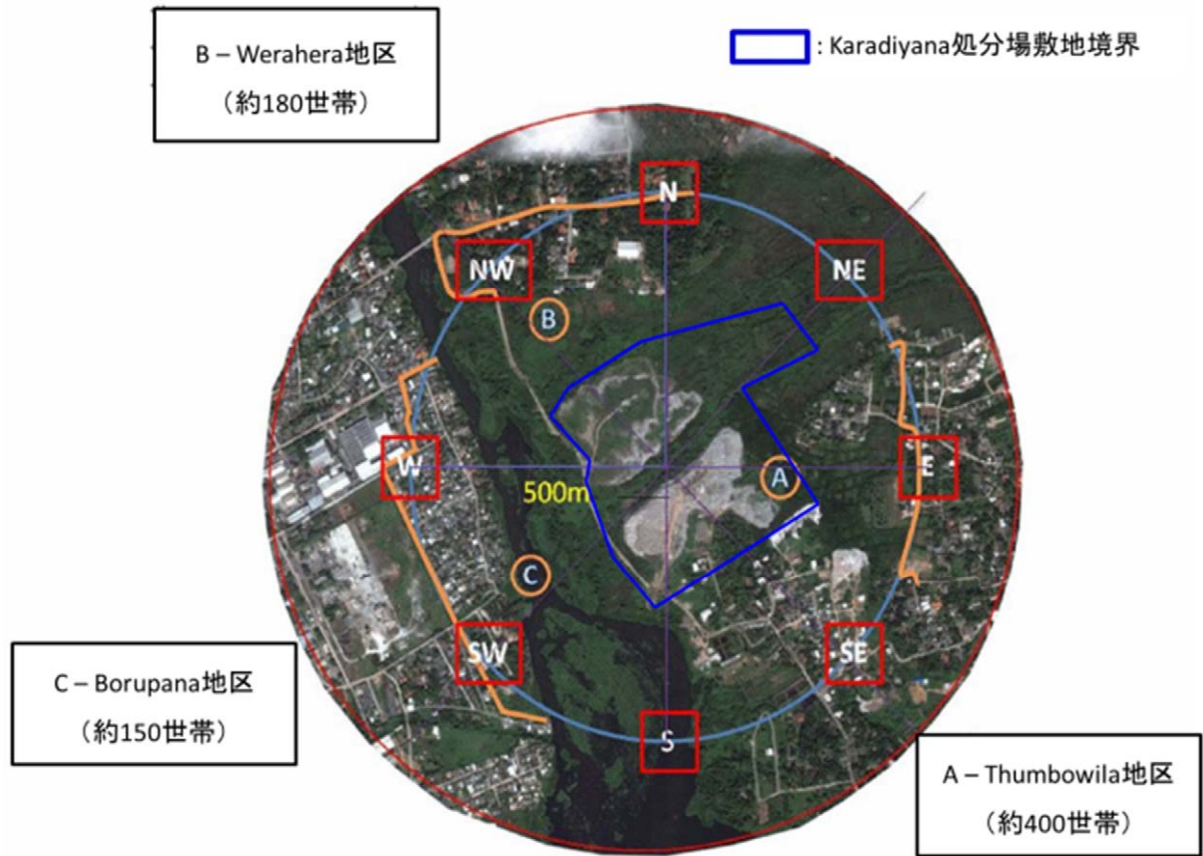


図3-36 カラディヤナ処分場周辺3地区730世帯の位置関係



図3-37 騒音モニタリング位置(図中③④⑤)⁶

⁶ 処分場の敷地境界は、河川と隣接しており、機材の設置ができないため、対岸住宅地をモニタリング地点として選定した。

⑧ 環境社会配慮結果

7) 大気質（粉じん）、騒音、振動、悪臭に係るヒアリング調査（WMAによるモニタリング）

表3-41にWMAが行っているヒアリング調査の結果を示す。

WMAのヒアリング調査には、従来、悪臭や害虫等の調査項目はあったが粉じん、騒音・振動の調査項目が含まれていなかったことから、本事業のため2017年8月から粉じんと騒音、2018年3月から新たに振動が項目として追記された。

再資源化施設の稼働前（～2018年1月）は、悪臭に係る苦情は月0～2件程度、その他の苦情が半年に1件程度ずつ寄せられている。施設稼働後も同様に月2件程度の苦情が寄せられているが、これらは本施設の後背地に日5-600tの都市ごみが埋め立てされる処分場の存在に起因するものであった。

表3-41 WMAによるモニタリング結果（2017.2～2018.11、苦情件数ベース）

項目	年月	2017											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粉じん ¹									0	0	0	0	0
騒音 ¹									0	0	0	0	0
振動 ²													
悪臭			1	2	0	0	2	0	0	1	1	2	2
その他（含振動）			0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
項目	年月	2018											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粉じん ¹		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
騒音 ¹		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
振動 ²				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
悪臭		2	2	1	1	1	2	2	1	0	1	1	
その他（含振動）		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

1: 黒枠（2018年1月）は本施設の設置月を示す。

2: 2017年8月から項目追加された。

3: 2018年3月から項目追加され、その他より独立表記された。

1) 等価騒音レベルの実測調査

ス国において適用される騒音の規制基準（環境騒音）を表3-42に示す。地域の区分は「Medium Noise」を参照したが、これは、2012年にWMAに宛てられたCEAからの環境配慮推薦書において、「維持されることが望ましい基準は、敷地境界において昼間は63 dB(A)以下、夜間は50 dB(A)以下」との記載を引用している。

2017年8月に実施したバックグラウンドの等価騒音レベルでは、昼間はWMAの振動ふるい機が稼働していたが敷地境界での騒音レベルはすべて基準値以下であった。また、夜間はNo.3で基準値を超過していたが、これは風や鳥の鳴き声、周辺を通行する車両に起因するものであった。

稼働後の騒音モニタリング調査は11月23日の性能確認試験時に実施した。敷地境界3地点すべてで基準値を下回る結果となった。夜間の調査は雷雨のため延期となり、12月中に実施する予定であるが、夜間（18時以降）の操業は行わないため、操業時の騒音レベルの評価に影響はないと考えられる。

表3-42 敷地境界における騒音の規制基準（環境騒音）（再掲）

地域の区分	等価騒音レベル $L_{Aeq, T}$	
	昼間（6～18時）	夜間（18～6時）
Low Noise	55 dB(A) 以下	45 dB(A) 以下
Medium Noise	63 dB(A) 以下	50 dB(A) 以下
High Noise	70 dB(A) 以下	60 dB(A) 以下
Silent Zone	50 dB(A) 以下	45 dB(A) 以下

出典：Gazette Notification No. 924/12（1996年5月23日、CEA）

注）適用される規制基準（中騒音地域）は、2012年に中央環境庁CEAからWMAに宛てられた環境推薦書に基づく。

表3-43 騒音モニタリング結果

対象騒音	バックグラウンド騒音 (dB(A))		施設稼働時騒音 (dB(A))	
	2017/8/28	2017/8/28	2018/11/23	2018/12/8
時刻	昼間 14:00-17:00	夜間 18:00-19:15	昼間	夜間
基準値	63.0	50.0	63.0	50.0
No. 2	59.6	50.2	52.3	TBF
No. 4	52.3	48.8	51.4	TBF
No. 5	56.7	50.0	53.4	TBF

注1）No. 1 及び No. 3 は建屋周縁部での参考値のため省略。

注2）11/23の夜間データは雷雨のため12/8に補足的に実施した。

り) ステークホルダー協議

2017年6月、カラディヤーナ処分場近隣のホテルにて、WMA主催で、周辺住民に対する廃棄物管理プロジェクト全体に対する説明会を開催、その中でWMAより本事業の内容を説明した。住民からは既設処分場の運営に対して苦情があった一方で、日本のJICA事業で再資源化施設を導入するプロジェクトの実施について了解を得た。なお、住民からはWMAが現状を少しでも改善するための検討を重ねている事実、また日本の技術に対する期待などの意見が寄せられた。

2018年1月の施設設置以降、2月開所式にて政府関係者及び周辺住民に対してプロジェクトの内容が大々的に報じられたことに加え、周辺住民に対しては毎月のDS月例会議にて事業の進捗を説明している。写真は図3-23～図3-26を参照されたい。

(a) 開所式

2018年2月23日（金）、本施設の竣工・開所を記念したセレモニーがC/PであるWMA主催により開催された。セレモニーには、日本側から菅沼日本国大使を筆頭に、JICAスリランカ事務所、JICA専門家、（株）リサイクル及び外部人材が参加、現地側からは西部州のK.C. Logeshwaran知事、Isura Devapriya筆頭大臣のほか、中央環境庁、土地開発庁、都市開発庁からの代表者、7自治体の市長・副市長、市議、公衆衛生管理官等、その他地区代表者、メディア等総勢約200名が参加し、本事業の背景、具体的内容と合わせ、資源リサイクルの意義ならびに今後の廃棄物管理の在り方に係る情報共有がなされた。

(b) Divisional Secretariat 主催の月次定例会議

開所式の直前、2月20日には、Kesbewa Divisional Secretariat (DS) が主催するカラディヤーナ処分場の廃棄物管理事業に係る月例会議に（株）リサイクルのジワナ氏、（株）エイト日本

技術開発の小坂氏が参加。プロジェクト及び施設の概要説明と、今後実証事業実施期間中の協力及び情報交換の機会の要請を行った。

同月以降、毎月開催される本 DS 月例会議にて、本施設の稼働状況に係る報告を実施し、本事業については最終処分量を減らし、リサイクル率を高める良い事業として DS や周辺住民からも好意的に受けて止められている。

(6) 貧困削減配慮

現在、処分場周辺には WMA に登録しているウェストピッカーの住居があり、ダンプトラックから都市ごみが荷降ろされると、ウェストピッカー十数人が群がり、有価物の分類・回収をしている。WMA とウェストピッカーの協定では、このウェストピッカーが回収し、WMA が販売する売上の一定割合を両社で配分することになっている。

しかしながら、2016 年からカラディヤーナ処分場に運びこむ 7 自治体の約半分では、生ごみとその他ごみの 2 分別を開始、各家庭からの排出・収集・運搬過程で、分別された有価物が市の収集作業員により転売され（市も了解）、処分場に来る有価物の量が激減、登録ウェストピッカーも売上が落ち込むことからその数を減らしている状況と聞いている。

本施設では、そういった職を失った、又は職を失いかけている登録ウェストピッカー及びその家族 11 名を面接、うち 8 名を採用している。彼らは「ごみの有価・無価の選別能力が高い、危険物の判断に優れている、ごみの選別に慣れている」といった長所を活かし本施設に投入する前の禁忌品除去作業、また本施設の手選別コンベアでの各資源物回収に従事している。

彼らの給与は WMA の規定に従い、一般的な民間作業員の月平均より高い給与を支払っている。今後、本施設の有用性が確認されれば、カラディヤーナでのライン増設・拡張、及び他の自治体での導入が可能となることから、更なる貧困削減につながる事が期待できる。

(7) 事業後の相手国実施機関の自立的な活動継続

本事業で対象とした再資源化施設は堆肥化プロセスと資源回収プロセスにより構成される。双方のプロセスとも、廃棄物のマテリアルリサイクルを促進するものであり、政府による制度構築や投資、または投資奨励・促進が進められるべき分野である。

個別事業の採算性は、原料となる都市ごみ、分別生ごみの処理ニーズは膨大であるものの、売上は資源物や生産堆肥等の引取側での需要により左右されてしまう状況にある。特に、現在ス国では回収資源を再生する工場の受入品目数が少ない、受入ができたとしても受入容量が少ないなど、回収した資源を有効に利用できず資源が循環できない状況がある。一方、堆肥の需要は、現状 WMA はス国内以外にも周辺国（モルディブや UAE など）からの引き合いを受け、今後も生産を増やしていく方向であるが、これら海外市場の継続的な開拓と合わせ、国内の民間企業や公共機関等に利用してもらえるような制度構築や販路開拓が重要である。

リサイクル事業は、資源の回収と有効利用を進めるため、日本では公共事業として自治体はその設備費と運営費を拠出している。ス国では未だリサイクルに関する制度がなく、またその理解も乏しい。

今後、この種のビジネスを民間企業が展開していくにあたっては、中央政府や自治体が廃棄物・リサイクル分野に関する正確な理解を持ち、「廃棄物が金になる」といった過度な期待を持たず、適切な施策を実施していくことが期待される。

現在、本施設の必要性についての理解が進み、(株)リサイクル宛にはいくつかの自治体や企業からの引き合いが来ている。具体的には、ビヤガマ市が中間処理施設のプラント配置計画の検討から、プラントの設置+包括運転管理業務に係る相談があったほか、現在ごみ回収を行っているアバンス社から、自社で所有地での中間処理施設について、機械設備の配置計画や機種選定などの相談がきている。当面は、これら自治体又は民間企業に対して、プラントの設計・施工、及び長期包括型運営委託業務を受注していくことを考えている

当面は、これら自治体又は民間企業に対して、プラントの設計・施工、及び長期包括型運営委託業務を受注していくことを考えている。しかしながら、自治体側で設備費の予算化ができない場合には、(株)リサイクルにより設備を持ち込んだBOT事業の提案を行うことも検討できる。この場合は、自治体のごみ質やごみ量、分別排出・回収等の実施状況、回収資源や製造堆肥の引取市場等の条件が揃うことが前提となることから、上流側での分別排出に係る制度、下流側での引取市場の創設など、本事業を共同で実施したWMAが中心となり、ス国内でのこれら機能を拡充することを期待する。

(8) 今後の課題と対応策等

当初計画から遅延して設備の設置・試運転ならびに実証運転終了まで漕ぎ着けたものの、施設に搬入されるごみの質は依然変動が激しく、**施設の能力を最大限生かすことのできるごみ受入パターンの確立**、また**資源物回収の歩掛りを最大化できるような排出源（自治体側）での分別手法の検討**、**回収された資源物の引取先企業側での容量不足（設備増強の必要性）**等、資源循環社会の創出に向けた官民連携事業として行うためのデータ収集・解析や、官民での責任分担・協力体制に係る協議・交渉はまさに始まったところである。

現在、本事業で設置された再資源化施設について、継続運転に係る契約交渉を進めており、前述した各課題については、今後事業者、行政、住民がより良い形で関与できる方法を検討していく予定である。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後のビジネス展開の方針・予定

(株)リサイクルは、創業以来33年間、日本国内で再資源化事業を展開してきた。ス国では再利用可能な資源物が埋立処分されているとともに、不適切な埋立処分場が周辺環境に悪影響を及ぼしていることを鑑み、(株)リサイクルは、日本国内で培った資源選別や堆肥製造ノウハウ、再資源化事業に係るビジネスノウハウを用いて、ス国内での事業展開を計画している。

本事業の実施後は、廃棄物中間処理事業者として、2019年2月頃ス国内に現地法人を立ち上げる計画を有しており、同種事業を展開していく方針である。また、将来的には本事業で得られた関係、成果、ノウハウを活用し、経済成長が期待される同国において、廃棄物循環産業に係るビジネスを幅広く展開していくことを計画している。

① マーケット分析(競合製品及び代替製品の分析を含む)

アジアの開発途上国では、自治体の財政がひっ迫していることから、公共施設の調達、民間の資金やノウハウを活用したPPP事業で行う事例が多い。例えば、廃棄物の焼却発電事業(Waste to Energy)については、2016年より西部開発・メガポリス省がPPP(BOT)での施設調達を掲げ、既に第1号の入札・選定が実施、現在カラディヤーナ処分場の裏手にて工事中であるも契約上の問題が発生し工事は中断している。

そのため、計画する再資源化事業においても、(株)リサイクルが日本で行っている容器包装プラスチックの選別に係るBOT事業等で得られた整備・運営ノウハウを活用し、PPP事業への投資参画を行う戦略である。なお、対象とする顧客層は、10万人以上の廃棄物を収集・処理する地方自治体や、広域管理を行う県・州を想定している。本事業で設置する再資源化施設の長期包括的運営委託を2018年度末から継続して受注するほか、2年に1回の頻度で他の自治体からの運営委託業務を受託することを予定している。なお、設立する現地合弁会社の投資原資に合わせて、25t/日規模の設備(50百万円)のPPP事業への新規投資を進める計画である。

② ビジネス展開の仕組・計画・スケジュール

本事業開始時点での事業展開計画を図 4-1 に示す。

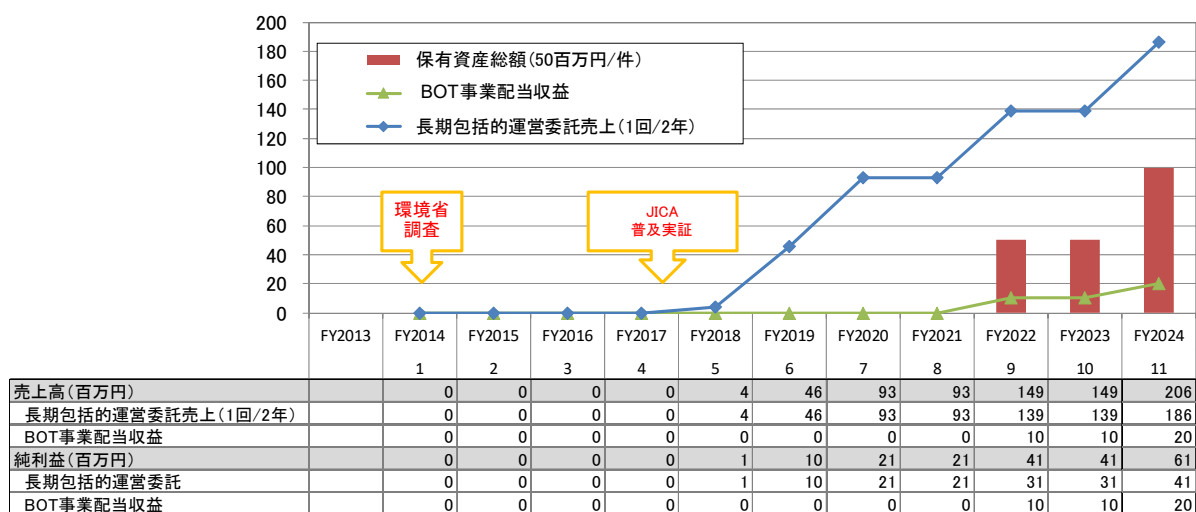


図4-1 事業展開計画

③ ビジネス展開の実現可能性

図 4-1 事業展開計画の実現性について以下に整理する。

本事業で対象とした再資源化施設は堆肥化プロセスと資源回収プロセスにより構成される。双方のプロセスとも、廃棄物のマテリアルリサイクルを促進するものであり、政府による投資奨励・促進を背景に今後民間投資が進められる行われる分野である。

個別事業の事業採算性については、原料となる都市ごみ、分別生ごみの処理ニーズは膨大である一方、生産堆肥の需要や資源再生工場の受入容量により供給が絞られてしまう可能性がある。堆肥の需要は現在 WMA はス国内だけでなく周辺国（モルディブや UAE など）からの引き合いを受け、生産を増やしていく方向であるが、これらの市場開拓と合わせ、国内の民間企業や公共機関等に利用してもらえるような販路開拓が重要である。

現状、本施設の必要性についての理解が進み、いくつかの自治体や企業からの引き合いが来ている。当面の売上原資としては、JICA 普及・実証事業で設置・引渡を行ったプラントについて、WMA と別途運営委託契約を締結し、運営管理を継続しながら、これら引合への対応を進めていく。2-3年に一度、自治体又は民間企業からの引き合いに対するプラント設計・施工、及び長期包括型運営委託業務を受注していくことは、自治体や企業側に設備の調達・運営ノウハウがないこと、競合が少ないことなどから参入は容易と考える。

自治体側で設備費の予算化ができない場合には、(株)リサイクルによる設備持込 BOT 事業の提案を行う。この場合は、自治体のごみ質やごみ量、分別排出・回収等の実施状況、回収資源や製造堆肥の引取市場等条件が揃えば、(株)リサイクルの投資判断によりビジネス展開が可能である。

(2) 想定されるリスクと対応

本事業実施後のビジネス展開にあたってのリスクとその対応については、表 4-1 に示すリスク管理の考え方を基本とした事業開発とその実施を進める計画である。

② ビジネス展開に関連する法制度の変更

本ビジネス展開を実施するための関連法について、2017 年 9 月に公布された厚さ 20 μ m 以下のポリエチレン製品の製造・使用・販売・無償提供の禁止に係る Gazette No. 2034/33⁷（施行は 2018 年 1 月）について触れておきたい。本 Gazette は業界への事前周知もほとんどない中で急ぎょ施行されたと聞いている。厚さ 20 μ m 以下のポリエチレン製品は本事業で対象とする資源化物としては考えていないため、大きな影響はないが、今後、こういった制度変更は（株）リサイクルのビジネス展開に大きな影響を与えることから、法制度の変更はひとつのリスクと考え、上位計画やス国政府の方針等を把握したビジネス展開計画を立てる必要がある。

③ ビジネス展開に係るリスク分析

本業務実施前に想定した主要なリスクについて、その発生状況・対応状況・ならびに本事業終了後のビジネス展開にあたっての対応方針を下表に整理した。

⁷ CEA ウェブページ

(<http://www.cea.lk/web/en/component/content/article/2-uncategorised/1080-regulations-on-polythene-plastic-management-2017>, 2018 年 4 月訪問)

表4-1 本事業開始時に想定された主なリスクとその発生状況と今後のビジネス展開に向けての対応方針

No	リスクの種類	顕在化確率	影響度	本普及・実証事業における対応方法	発生状況	結果／ビジネス展開への示唆
1	<u>許認可リスク</u> 許認可の不採択や遅延	C	A	事業地は C/P である WMA 所有地であり、既に廃棄物の中間処理・埋立事業を実施している。本事業の実施に係る新規の許認可は必要ないとのことを WMA より受領しており、顕在化確率は低いと考えられる。実際の事業実施に際しても WMA と連絡を密にとることで、リスクの回避を図る。	発生せず	本事業実施にあたり、本リスクは顕在化しなかった。 新規立地においては地権者や許認可権者について十分調査する。
2	<u>法令変更リスク</u> 本事業に直接関係する法令の変更	A	B	本事業は NEA が志向する環境を持続的に改善していく事業であるため、リサイクルに向けた活動を抑止する法令変更リスクは小さいと考えられる。 WMA や現地協力会社と連携して逐次法令や社会情勢を把握し、法令変更への速やかな対処や影響の最小化を図る。	発生	排出源における生ごみ分別や 20 μ m 以下のポリエチレン使用禁止など、川上・川下での制度変更が発生した。 このような制度変更については、契約書に対応方針について明記し、担当行政機関と綿密な連携を図り交渉をしていく。
3	<u>工事遅延リスク</u> 現地施工会社の施工不良や工程遅延、日本からの機材輸送による遅延	C	D	外部人材や現地パートナー、施工会社の協力を得て、施工監理を実施することで施工不良や工程遅延を回避する。また、日本から機材輸送が必要なものは、輸送手段や手続きを予め計画することでリスク回避を図る。	一部発生	現地側所掌工事が図面通りに施されず、測量・設計の再実施を要した。但し、日本側所掌工事については、適切な施工監理や入念な輸送手続きの確認によりリスクの回避が図られた。
4	<u>事業費増大リスク</u> 工事費及び普及実証事業中の費用増加	B	C	事業計画の精度向上を図り、施工費、機材調達費等、必要経費の積算精度の向上を図ることでリスクを最小化する。	発生	設計業務に時間を要した他、減容化・資源化を目的に排出自治体における生ごみ分別が導入されたため、当初予定していない SOW 粉砕機の調達が必要となった。本事項は No.2 法令変更リスクに起因するものであり、今後のビジネス展開では、同リスク対応方針と同様、契約書での取り決めを徹底していく方針である。
5	<u>性能未達リスク</u> 処理能力や品質の未達	E	C	各機器等の処理能力の設定根拠を明確にすることで顕在化を回避する。万一顕在化した場合は、現地での性能試験や品質分析を実施し、原因事象の究明と改善計画の立案を実施する。 回収された有価物や堆肥は無償で WMA に引き渡すこ	発生せず	11/23 に実施された性能確認試験の結果、所定の性能が発揮された (25t/d の処理、製造堆肥の品質、敷地境界における騒音レベル等)。 今後のビジネス展開にあたって同様に、要求される設備の能力を顧客と協議・明確化し、また堆

No	リスクの種類	顕在化確率	影響度	本普及・実証事業における対応方法	発生状況	結果／ビジネス展開への示唆
				ととし、品質未達による在庫保有リスクは低いが、実証期間を通じて、製品の引取先企業が受け入れうる品質基準の設定と定常的なその達成を行っていく考えである。		肥や資源物の品質についても基準や引き取り先との条件等の精査を入念に行うこととする。
6	不可抗力リスク 地震、水害、火災等の災害の発生	C	B	近年気候変動の影響で水害の影響が増加傾向にある。建設予定地はやや高台にあり洪水等の影響を受けづらいが、廃棄物を収集・運搬する市街地が浸水するリスクは回避できない。洪水等天災時の廃棄物受入や運転計画について、あらかじめ WMA と協議をすることで本事業及び設備への影響・負荷を軽減するよう努める。	一部発生	処分場へのアクセス道路が冠水し約 1 週間搬入がストップした。搬入が途絶えた場合のビジネス継続計画を策定することで対応する。また、製品堆肥や回収資源の売払契約においても不可抗力による債務不履行に係る免責条項を記載する。
7	事故発生リスク 作業員の傷病や事故	C	C	教育訓練や維持管理を徹底し、事故の発生リスクの低減に努める。	発生せず	普及・実証期間を通じ、事故は発生しなかった。今後も同様に作業員の教育訓練や設備の適切な維持管理を行い、事故の未然防止に努める。現状では未発生。実証運転期間を通じて検証される予定。
8	近隣対応リスク 近隣住民等からの苦情	C	C	WMA にて事業の目的、効果、ならびに環境モニタリング結果の公表等、近隣住民への説明を行うことで、事業への理解醸成を図る。	発生せず	本普及・実証事業に関する近隣住民等からの苦情は発生しなかった。今後のビジネス展開においても、同国の環境社会配慮制度に基づく施設計画、施工及び運転を所管の自治体と協力し実施していく。
9	物価変動リスク 物価の変動による維持管理費の増大	D	D	操業期間は 10 か月とさほど長期ではないため、物価変動のリスクは低い。現地再委託企業との契約は操業期間を通じて一括で行うこととし、事業側での物価変動リスクを最小化する。定期的に財務計画をチェックし、コストオーバーランの発生を回避する。	発生せず	実証運転期間を通じて物価変動に基づく運営費の増大は発生しなかった。実際の包括管理運営委託業務受託の際は、物価スライド式の長期契約を締結するか、スポット又は短期での契約とし、物価変動リスクを可能な限り回避していく方針とする。
10	ごみ質変動リスク 混合ごみ中の資源物や食品残渣の割合の季節変動	B	C	WMA に対して受入ごみの質を一定程度確保するよう協議記録簿 (M/M) に記載し、その順守を要請する。受け入れたごみの組成は毎日事業側で把握し、その状況及び問題があればその旨を定期的に WMA と共有することで、両者にとり負荷の少ない持続可能な運営計画を策定する。	発生	医療系廃棄物の混入が頻発し、(株)リサイクルから抗議文を数度発出し、WMA もその遵守について約束、それ以降混入頻度は減少傾向にある。また、WMA に資源物賦存量の高い MSW の提供を依頼することが非現実的と判断されたことから、事業者側でのごみ質調査データベースを基に

No	リスクの種類	顕在化確率	影響度	本普及・実証事業における対応方法	発生状況	結果／ビジネス展開への示唆
						搬入車両の台帳整備を行い、持続的な運営計画を立案した。
11	<u>知的財産権の不当利用リスク</u>	B	B	施設の建設や運転員との契約で、知的財産権保護の条文を入れる。また、重要なノウハウ部分の情報開示を可能な限り控える。	発生せず	本リスクは普及・実証事業期間中に発生しなかった。
12	<u>現地 C/P の方針転換リスク</u>	D	B	環境保護法や現地政府側ニーズに合致した事業であり、方針転換リスクは低い。定期的な関係者との協議により、情報共有を図る。	発生せず	本事業の上流側（自治体）で生ごみ分別の導入や、下流側で焼却発電事業の事業化等が進んでいるが、WMA が本事業に期待する SOW 堆肥化及び MSW 資源化の役割は不変であり逆に重要度が増している状況にある。

※顕在化確率及び影響度は A（最大）～E（最小）の 5 段階で設定

(3) 普及・実証において検討した事業化及びその開発効果

本事業実施後のビジネス展開にあたっての開発効果は、表 3-15 で示した以下の項目を想定する。

(環境衛生面 1)	埋立ごみ量の減量・処分場の延命化
(環境衛生面 2)	埋立地周辺の衛生環境改善
(農業振興)	国産有機堆肥生産
(産業の育成)	資源循環市場形成
(雇用機会創出)	事業への従事者

(4) 本事業から得られた教訓と提言

本事業を実施する上で得られた教訓・提言は以下のとおり。

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

- ✓ 途上国の廃棄物を利用した資源化及び堆肥製造事業（その他中間処理全般を含む）は、上流の制度変更の影響を多分に受けることから、事業計画段階から中長期の実施方針を自治体と協議し、対応方針を書面で締結しておくことが重要である。
- ✓ ス国においては、埋立処分が現時点での廃棄物処理のすべてであり、今のところ環境リスクがそれほど顕在化していないため、廃棄物処理に対するコスト意識が育っていない。そのため、廃棄物処理事業（資源リサイクル又はサーマルリサイクル）が収益を生むものと勘違いしている傾向がある。資源リサイクルのほんの一部は収益性を生む市場が形成できるが、それ以外のほとんどはあくまで廃棄物処理、という公共サービスによってのみ成り立つということをス国政府機関に対して丁寧に説明していくことが肝要である。
- ✓ ス国がどのような資源循環社会を形成していくのかの明確なビジョンがないことから、リサイクルの輪が回らない。具体的には、回収資源の種類や量、再生品の流通形態が不明であり、民間企業がリサイクル市場に参入する障壁になっている。国の支援を背景に、もっと企業が参入できる市場になる可能性がある。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

- ✓ 途上国の廃棄物を利用した資源化及び堆肥製造事業（その他中間処理全般を含む）は、上流の制度変更の影響を多分に受けることから、事業計画段階から中長期の実施方針を自治体と協議し、対応方針を書面で締結しておくことが重要である。
- ✓ 今後、ス国が資源循環社会を構築していくにあたっては、下流の資源再生工場に対する奨励措置を講じ、回収～資源化のループを作っていく必要がある。

- ✓ ス国がどのような資源循環社会を形成していくのかの明確なビジョンがないことから、リサイクルの輪が回らない。具体的には、回収資源の種類や量、再生品の流通形態が不明であり、民間企業がリサイクル市場に参入する障壁になっている。国の支援があればもっと企業が参入できる。
- ✓ 現在の2分別（生ごみとその他）だけでなく、今後は資源物をまとめて、又は品目ごとの分別回収が行うなどが検討される必要がある。

参考文献

1. Annual Report2017, Central Bank of Sri Lanka
2. 廃棄物管理分野に関する情報収集・確認調査ファイナル・レポート(2016),JICA
3. World Socialist Web Site (<https://www.wsws.org/en/articles/2018/04/12/iwic-a12.html>)
4. スリランカ民主社会主義共和国環境基礎情報収集調査報告書, OECC, 2017
5. スクリュ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事業 (2017), JICA
6. Presentation: Consultation Workshop on Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) for the Waste Management Sector in Sri Lanka: Opportunities for Linking the PILISARU Program with International Climate Financing
(<http://www.unescap.org/resources/presentation-consultation-workshop-nationally-appropriate-mitigation-actions-namas-waste>)
7. Annual Report 2016(English), Auditor General's Department
(<http://www.auditorgeneral.gov.lk/web/index.php/en/annual-reports>)
8. The Construction of Integrated Waste Management System at Maligawatta, Dompe
(<http://www.cea.lk/web/latest-projects/23-latest-projects/140-the-construction-of-integrated-waste-management-system-at-maligawatta-dompe>)
9. KOICA shares Waste Management Experience with Sri Lanka
(http://www.koica.go.kr/english/resources/news/1276341_1962.html)
10. スクリュ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事業 (2017), JICA
11. KOICA's Environmental Project in Sri Lanka
(http://webzine.koica.go.kr/201605/eng/content.php?code=201605_020105&ckattempt=1)
12. スリランカ国 外国企業の会社設立手続き・必要書類
(https://www.jetro.go.jp/world/asia/lk/invest_09.html)

Waste Management Authority,
Western Province (WMA)

Summary Report

Sri Lanka

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for Municipal Solid Waste Material
Recovery Facility in Western Province

December 2018

Japan International Cooperation Agency

Recycle Co., Ltd.

Contents

1. Background.....	1
2. Outline of the Survey	2
(1) Purpose	2
(2) Activities	3
(3) Information of the Product / Technology to be provided	4
(4) Counterpart Organization	6
(5) Target Area and Beneficiaries	7
(6) Duration.....	7
(7) Progress Schedule.....	7
(8) Manning Schedule	9
(9) Implementation System	13
3. Achievement of the Survey	14
(1) Output and Outcomes of the Survey	14
① Design of the Facility,.....	14
② Manufacturing, Transportation and Installation of the Facility,	17
③ Operation of the Facility,.....	18
④ Problems appeared,	20
⑤ Financial Viability	23
⑥ Environmental Monitoring.....	24
⑦ Promotion of the Facility,.....	25
(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization	27
4. Future Prospects	28
(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product / Technology in the Surveyed Country	28
(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey.....	29
ATTACHMENT: Outline of the Survey	30

1. Background

Sri Lanka Democratic Socialist Republic (hereinafter referred to as Sri Lanka) is an island state with area 65,610 km² (approximately 80% of Hokkaido) located in the southwest of Bengal Bay. The capital city is Sri Jayewardenepura Kotte, transferred from Colombo in 1985. The center of the economy is still Colombo. Since 2009, when the civil war ended, country's economy has been drastically activated due to reconstruction demand and urbanization, such as mining and manufacturing industry, transportation, communications and tourism. Economic growth of 8.4% in 2011 and 9.1% in 2012 has been achieved respectively and the country has reached the level of the middle income countries in 2014. Estimated GDP per capita in 2017 is USD 4,065. Since the demand for post-war reconstruction becomes stable, recent growth rate is slowing down. Growth rate in 2016 and 2017 is 4.5%, 3.1% respectively.

Western Province, the economic center of the country where about 60% of the population resides, has the problem of increase of municipal solid waste (MSW) and its inappropriate disposal as a negative influence of economic development. The sanitary conditions around the disposal site are very bad. Deterioration of living environment of the neighboring residents, attractiveness as a target of private investment and sightseeing spots are caused due to the effects of landscaping loss of beauty, odor, occurrence of pests, water pollution, etc. On April 14, 2017, collapse accident of garbage piled at the height of 48.5m occurred at a Meethotamulla disposal site (8.5 ha) outside Colombo, 32 deceased and 46 houses in neighborhood collapsed. In response to this accident, national government is preceding the plans to procure three incineration power generation facilities in the Western Province by PPP method in order to get rid of the MSW management dependent on landfill. The appropriate treatment and disposal of MSW is the major development problem in the country.

On the other hand, agriculture, which accounts for 30% of the population and 20% of GDP, plays an important role in the country's economy. However, as a result of reliance on imported chemical fertilizers to maintain and improve productivity from tea plantations, which was once driving the economy as a traditional export industry, to small-scale farmers, soil degradation (declining water retention and fertilizer retention) has become serious and there is concern about the impact on stable agricultural production. In response to this situation, the national government is promoting the use of organic fertilizers, but the construction of organic fertilizer supply system is not progressing.

According to the Project Development Plan of Ministry of Foreign Affairs – Japan (April 2015), a comprehensive approach is required for the sector of MSW management. Japan's ODA projects related to the MSW management in Sri Lanka, being in line with the same policy, were mainly soft supports targeting local municipalities in the central and south region, by formulating a MSW management plans, implementing pilot projects (development plan), strengthening capacity (Technical Cooperation), and formulating the guidelines to improve the disposal sites under SATREPS. Meanwhile, in accordance with "MSW Management Information Collection / Confirmation Survey" in February 2016, analysis of the current situation of MSW management for 10 cities in Sri Lanka and information collection to examine the direction of support by Japanese technology for intermediate treatment and final disposal have been made. This is the issue which the public and private sectors should jointly proceed as a movement consistent with infrastructure system export strategy being promoted by Japanese government and with the establishment of a state compatible economic development and environmental

preservation by President Sirisena (concurrently serving as the Minister of the Environment) appointed in January 2015.

2. Outline of the Survey

(1) Purpose

Recycling Co., Ltd. (hereinafter called as “RC”, when visiting the country for environment and sanitation survey in 2011, grasping the local environmental problems and needs of environmental business, convinced that the resource recovery and composting know-how possessed by RC can contribute widely to the solution of the social and economic problems of Sri Lanka. In addition, in 2014, RC has carried out the "Environment business development study for overseas deployment of Japanese recycling industry” under the support of Ministry of Environment-Japan. In there, RC conducted field survey, coordination and consultation with related organizations and evaluations of feasibility of this project. As a result, the project is deemed feasible enough. However, since the Survey was mainly conducted for information collection by hearing, composition analysis of actual landfill waste, production of compost and valuable samples, use of tests and evaluation there were required. Based on such backgrounds, RC has proposed to this JICA survey to demonstrate the utility and to study the business deployment plan of "high-precision resource recovery function", "high-quality compost manufacturing function" of MSW material recovery facility (MRF) using for actual carry-in garbage.

This Project is to select organic waste (food residue), representing more than half of landfill waste by machinery and to make compost with high speed. Now, composting using food residues as raw materials is being made in some places in Sri Lanka, but, due to insufficient fermentation techniques and existence of many contaminations of foreign matter, only small amount of low-value compost are produced. Through the implementation of the Survey, continuous production and supply of organic compost with stable quality is realized which causes the recovery of soil productivity, which contributes to the sustainable and stable of agricultural production and to the improvement of living standard of the poors engaged in agriculture.

MRF installed and demonstratively operated in the Survey has not only the possibility of installation of individual facility as intermediate treatment of MSW instead of simple landfill, but also the possibility of synergistic effect by introducing together with other Japanese technologies such as composting of source-separated organic waste, methane fermentation/power generation, and incineration with power recovery of residual waste etc. Therefore, this facility undertake an important role to consider the whole concept of future MSW management system and resource recycling society in Sri Lanka, by the data input to MSW management plan of upstream Local Governments as waste generation source, and by the development of resource recycling industries in downstream.

Therefore, the purpose of the Survey is, to demonstrate the contribution of the environment improvement surrounding the dump sites and fertility improvement of the farmland by supply of organic fertilizer using MSW MRFs. 2 outputs designed in the Survey are shown as below;

Output 1: The usability of the MSW MRFs to be installed at the site is demonstrated,

Output 2: The usability of the MSW MRFs is understood in Sri Lanka, and the business development plan for the Products is formulated.

(2) Activities

In order to achieve abovementioned Output 1 and 2, the following activities have been implemented.

[Output 1] To verify the usability of MRFs;

- 1.1 Collection of information and project site survey,
- 1.2 Development of environmental monitoring plan and structure,
- 1.3 Study of equipment specification and MRF design,
- 1.4 Manufacturing and Transportation of Separation Machine as a part of MRF,
- 1.5 Procurement of conveyors and other equipment in Sri Lanka,
- 1.6 Getting permissions for the Survey,
- 1.7 Installation of MRF,
- 1.8 Technical transfer to operators, separation workers,
- 1.9 Operation of MRF to recover resources and produce fertilizer,
- 1.10 Analysis of Recyclables (fertilizers and recovered resources),
- 1.11 Confirming market value of Recyclables by providing samples to local farmers, traders, etc,
- 1.12 Upgrading and/or improvement of the process in MRF based on the analysis and marketing, if necessary,
- 1.13 Examination of project viability based on data collected through demonstration activities,
- 1.14 Implementation of Environmental Monitoring,


[Output 2] To be understood the usability of MRF and to develop its business expansion plan;

- 2.1 Extraction and sorting out of risks on permissions, legal framework, intellectual properties for business expansion in Sri Lanka
- 2.2 Holding explanatory workshop of MRF for relevant government agencies, municipalities
- 2.3 Investigation of customers of Recyclables in Sri Lanka
- 2.4 Investigation of cooperating local companies for joint-venture with Recycle Co., Ltd.
- 2.5 Modeling and proposing the Public Private Partnership scheme to counterpart agencies applicable for waste management field in Sri Lanka
- 2.6 Development of business expansion plan in Sri Lanka,

(3) Information of the Product / Technology to be provided

RC has over 30 years experiences of design, construct and operation of intermediate waste treatment plants such as MRFs (can, bottle, plastic, paper, glass) and capable of optimizing the most efficient material recovery system based on the analysis of waste recycling market and additional value of recyclables. For the Survey, following Products / Technologies had been introduced;

Name	MSW MRF (Municipal Solid Waste Material Recovery Facility) (Construction, operation, manufacturing know-how of waste recycling system which is the combination of machine selection, manual separation and compost manufacturing technologies)
Specification	25 t/day x 1 line (Sorting line + Composting area) Input: 500t/month (20 days/month with a daily amount of 25 t ± 10%), Target waste: Sorted Organic Waste (SOW) which separated at the sources and delivered and dumped at Karadiyana Dump Site and Other Municipal Solid Waste (MSW).
Features	<p>Set up a resource sorting and recovery line with capacity of 5t-MSW/day and a SOW composting line inside of the Karadiyana dump site.</p> <p>MSW resource recovery line sorts and collects resources (valuables) from MSW with high accuracy and high speed. MSW resource recovery line are composed of high-performance separation machine and sorting conveyors. From the combination with locally hired sorting workers, selection is to be made into 6 categories i.e. (1) PET bottles, (2) glass bottles, (3) metals (cans), (4) paper, (5) plastic, (6) food residues and (7) others (for dump).</p> <p>SOW composting line removes foreign matter from intake SOW and crushes it before piling. Utilizing compost manufacturing expertise cultivated in Japan high-quality/high-speed compost is produced.</p> <div data-bbox="478 1086 1348 1601" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">Process Flow for MSW resource recovery and SOW composting (25t/day)</p>
Comparative advantage compared with competitors' products	<p>RC has over 30 years of experience in operation and maintenance of resource recovery facilities (bottles, cans, metals, plastics, papers) and incombustible/bulky crushing and sorting facilities in Japanese market. In addition, since RC has PPP (BOT) based plastic recycling facility with the client municipality which designed, constructed, operated and maintained by RC, it is recognized that raising the accuracy of sorting works results project benefit. As for the system of this project, RC installs the following functions;</p> <p>(a) Crushing function: In order to stably sorting of the mixed waste, remove inhibited items (difficult-to-handle items) and crush the items,</p> <p>(b) Bag opening function: To debag the waste bags and containers to improve the visibility of the separation workers. This will improve the recovery rate of food residues and reduce the</p>

	<p>burden on the separation workers in the separation conveyor.</p> <p>(c) Washing function: Improve the quality of recovered plastics by optional washing function to the plastic being sorted.</p> <p>(d) Wind sorting function: By separating lightweight objects (mainly plastics, paper, PET bottles) and heavy objects (mainly cans, food residue) by wind power sorting, it facilitates sorting by visual inspection, reduces workers' burden and improves collection ratio,</p> <p>(e) Pulverizing function: Improve the separation precision of food residue and the decomposition rate of fermenting bacteria in the composting process by pulverizing the food residue to about 1cm.</p> <p>Introduction of these know-hows improves not only the sorting accuracy and the profitability but also widens the employment opportunities for the poverty group.</p>
Size	<p>(a) MSW Resource Recovery Area: 23m × 7.5m</p> <p>(b) Main equipment (20 t/day)</p> <p style="padding-left: 20px;">Bag breaking separator (made in Japan): W1.3 m × L4.9 m × H2.0 m</p> <p style="padding-left: 20px;">Sorting conveyor (locally manufactured): 1m × 7m</p> <p>(c) SOW Composting Yard (WMA provides): 2,500 m²</p>
Install location	<p>Karadiyana Dumpsite, Kesbewa M.C., Colombo District, Western Province</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Existing compost yard at Karadiyana (Provided by WMA at free of charge)</p> </div> </div>

(4) Counterpart Organization

The Counterpart governmental agency of the Survey (counterpart organization) is Waste Management Authority (WMA), Western Province. Western Province consists of 3 Districts (Colombo, Gampaha and Kalutara), 49 Local Authorities (LAs). LAs have sole responsibility to manage their generated MSW and most of LAs have own disposal site. In Western Province where capital city Sri Jayawardanapula Kotte M.C. and Colombo M.C. are located, WMA is established to supervise the MSW management of all LAs in Western Province.

WMA is also directly owns and operates Karadiyana disposal site, providing land and buildings for this Survey, supplying targeted MSW and SOW as well as off-taking the recovered valuables and produced compost from the Survey.

Table 2-1 Information about Counterpart Agency (WMA)

Name of organization	Waste Management Authority, Western Province (WMA-W.P.)
Address	32 Sir Marcus Fernando Mawatha, Colombo07, Sri Lanka
Year of Establishment	1999
Basic information of authority	Established in 1999 under the Municipal Solid Waste Audi Nance in Western Province. The first provincial level waste management agency in the country. Executing waste collection, transportation, intermediate treatment, final disposal in collaboration with constituting LAs (Colombo, Gampaha, Kalutara District) with the aim of "garbage-free environment" by the fund contributed by LAs and Province.
Reason of selection	WMA is the administrative body Karadiyana disposal site (project implementation site) and organization responsible to the management of MSW increasing in the province.
Expected role and responsibility	As the counterpart government agency, to provide the land for MSW-MRF and SOW composting area, to lend necessary equipment, to supply utilities such as electricity and water supply with cost, to supply MSW and SOW at free of charge, to off-take valuables, compost and residuals. At the completion of the Survey, all facilities installed in the Survey will be granted to WMA.

Table 2-2 Quantity of MSW/SOW delivery to Karadiyana Dump (As of May2017)

No.	LAs	MSW (t/month)	SOW (t/month)	Total (t/month)
1	Moratuwa M.C.	1060.35	1214.84	2275.19
2	Boralesgamuwa U.C.	871.65	51.98	923.63
3	Kesbewa U.C.	1336.67	443.37	1780.04
4	Dehiwala-Mount Lavinia M.C.	2792.87	1519.26	4312.13
5	Sri Jayewardenepura M.C.	894.38	451.09	1345.47
6	Maharagama U.C	2698.02	188.05	2886.07
7	Homagama P.S.	542.05	345.61	887.66

M.C.: Municipal Council

U.C.: Urban Council

P.S.: Pradeshiya Sabha

(5) Target Area and Beneficiaries

The Survey site is located at Karadiyana Dump Site, Kesbewa, Western Province, Sri Lanka. Karadiyana Dump site is receiving approx. 550t/day of mixed waste from 7 Local Authorities (Moratuwa, Boralessgamuwa, Kesbewa, Dehiwala-Mt. Lavinia, Kotte, Maharagama and Homagama).

The Survey expects the beneficiaries shown as below;

- a) Poverty reduction of waste pickers and related workers.
- b) Uplift the livelihood of waste treatment workers.
- c) Education of recycling methods and encouraging reuse of resources.
- d) Enhancing recycling business by the distribution of recovered materials.
- e) Prevention of mass environment pollution.
- f) Reduction of Dengue epidemic situation
- g) Uplifting residents' livelihood surrounding the dumping site.
- h) Providing high-quality compost to the farmers and Tea Planters.
- i) Using this survey as a model to others how to manage the waste as a total solution, thereafter generating of jobs broadly.

(6) Duration

Dec2016 – Feb2019

(7) Progress Schedule

Table 2-6 shows the progress schedule of the Survey. Major changes from original schedule and its reasons are summarized below;

- a) Delay of installation of MSW-MRF

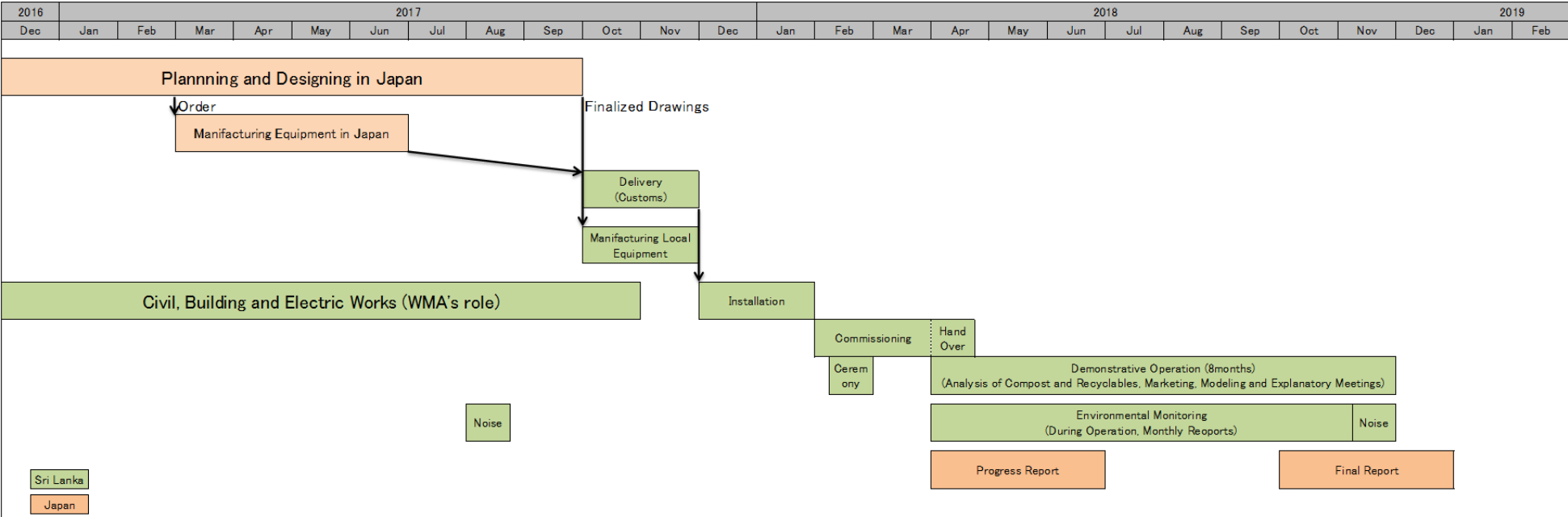
Desk works for facility planning and design was originally supposed to be 4 months, but it resulted 9 months. These 5 months extension is caused by WMA's civil works completed differently from the drawings provided in advance. Thus, all the plans and designs had to be changed. As a result, completion of installation of the facility was Dec2017 although originally scheduled in July 2017.

- b) Changes relating to the handover of the facilities

In the original plan, upon the handover of the facility, the performance test shall be conducted. However, due to the frequent contamination of medical waste in MSW delivered from WMA, which is prohibited to be mixed in by law, the performance test, being the condition of the delivery of facility, could not be performed. On the other hand, despite the fact that the performance confirmation was postponed, WMA requested to receive the facility soonest. Thus, the handover was made on 10Apr2018.

The performance test was conducted on 23Nov2018 just before the end of demonstrative operation period in witness of WMA personnel.

Table 2-3 Progress Schedule



(8) Manning Schedule

(a) In Sri Lanka

従業者 No	Name	Assignment	Grade	Company	Items	Trip	契約期間																								日数 合計	人月 合計												
							2016												2017														2018											
							12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12	1	2									
1	Hidetugu URASHIMA	Project Leader	2	Recycle Co., Ltd.	Plan	8																																		63	2.10			
					Adjust	10																																			86	2.87		
					Actual	9																																			80	2.67		
2	Shuichi SEKI	Business Development/ Strategy	3	Recycle Co., Ltd.	Plan	1																																7	0.23					
					Adjust	1																																		6	0.20			
					Actual	1																																			6	0.20		
3	Yoshimasa TANAKA	Plant Design	5	Recycle Co., Ltd.	Plan	1																																7	0.23					
					Adjust	1																																		6	0.20			
					Actual	1																																			6	0.20		
4	Tsuyoshi TAMURA	Plant Operation Plan	3	Recycle Co., Ltd.	Plan	1																															10	0.33						
					Adjust	4																																		38	1.27			
					Actual	4																																			37	1.23		
5	Janaka Jeewana	Local Procurement/ Arrangement	4	Recycle Co., Ltd.	Plan	8																															74	2.47						
					Adjust	11																																		110	3.67			
					Actual	10																																		104	3.47			
																																				161	5.36							
																																				246	8.21							
																																					233	7.77						

従業者 No.	Name	Assignment	Grade	Company	Items	Trip	契約期間																								計画日 数 合計	計画月 合計												
							2016年					2017年												2018年									2019											
							12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12	1	2									
4	Kiyoshi TAKANO	Local Gov. Negotiation	2	Medical Relief Japan (MeRU)	Plan											(1日)																						3.0	0.15					
					Adjust																																				3.0	0.15		
					Actual																																				3.0	0.15		
10	Makoto KOSAKA	Chief Advisor/ Environmental & Social Consideration	3	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan			(5日)																																51.0	2.55			
					Adjust																																					71.0	3.55	
					Actual																																					71.0	3.55	
7	Hiromi YAMAGAI	Evaluation of Overall Project Plan	3	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																				4.0	0.20		
					Adjust																																					4.0	0.20	
					Actual																																						3.0	0.15
17	Junki IKUTAME	Environment & Social Consideration 2	6	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																					28.0	1.40	
					Adjust																																						25.2	1.26
					Actual																																						25.2	1.26
17	Yua WATANABE	Environment & Social Consideration 2 (Self-Pay)	-	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																					0.0	0.00	
					Adjust																																						0.0	0.00
					Actual																																							0.0
16	Kazumasa MASUKAWA	Project Feasibility Evaluation	3	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																					35.0	1.75	
					Adjust																																						15.0	0.75
					Actual																																						13.0	0.65
9	Hidetoshi NAKAGAWA	Evaluation of Municipal Solid Waste Processing Plant	2	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																					28.0	1.40	
					Adjust																																						28.0	1.40
					Actual																																						28.0	1.40
12	Koki ASAOKA	MSW Management Plan	4	Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC)	Plan																																					40.0	2.00	
					Adjust																																						39.4	1.97
					Actual																																						39.4	1.97
																											外部人材人月小計 (国内)	計画	189.0	9.45														
																												管理用	185.6	9.28														
																												実績	182.6	9.13														

(9) Implementation System

The roles of the organizations in the Survey implementation system are shown in the table below;

Table 2-4 The roles of the organizations in the Survey Implementation System

Name of organization	Role in this project
<Project Proponent> Recycle Co. Ltd.	Design, construction and operation of waste resource recovery facilities in Japan. In order to develop business in Sri Lanka, the company applied as a proponent of this Survey. In this Survey, in order to evaluate the technological, economic and social feasibility of the project, the company dispatches managers and engineers to the site for design, installation and operation & maintenance of equipment and makes collaboration with related government agencies, private-sector organizations etc.
<External resource 1> Eight-Japan Engineering Consultants, Inc. (EJEC)	As external resource, EJEC is in charge of advising for planning, design, and execution and for resource recovery facility as well as negotiation with local governmental organizations, formulation of business and investment plan and evaluation of feasibility of this project.
<External resource 2> Medical Relief Unit, Japan (MeRU)	Work as external resource. In charge for negotiation with local governmental organization.
Waste Management Authority, Western Province (WMA-WP)	The Counterpart organization in Sri Lankan government agency, it is in charge to allocate the sites for the Survey during the project period, lending compost yards, electricity and MSW/SOW. Final successor of the equipment after the Survey completion.
Local collaborating company	For implementation of this Survey, delegated company that performs local civil engineering, construction, electric wiring, supervision, operator mobilization at the time of operation, etc.

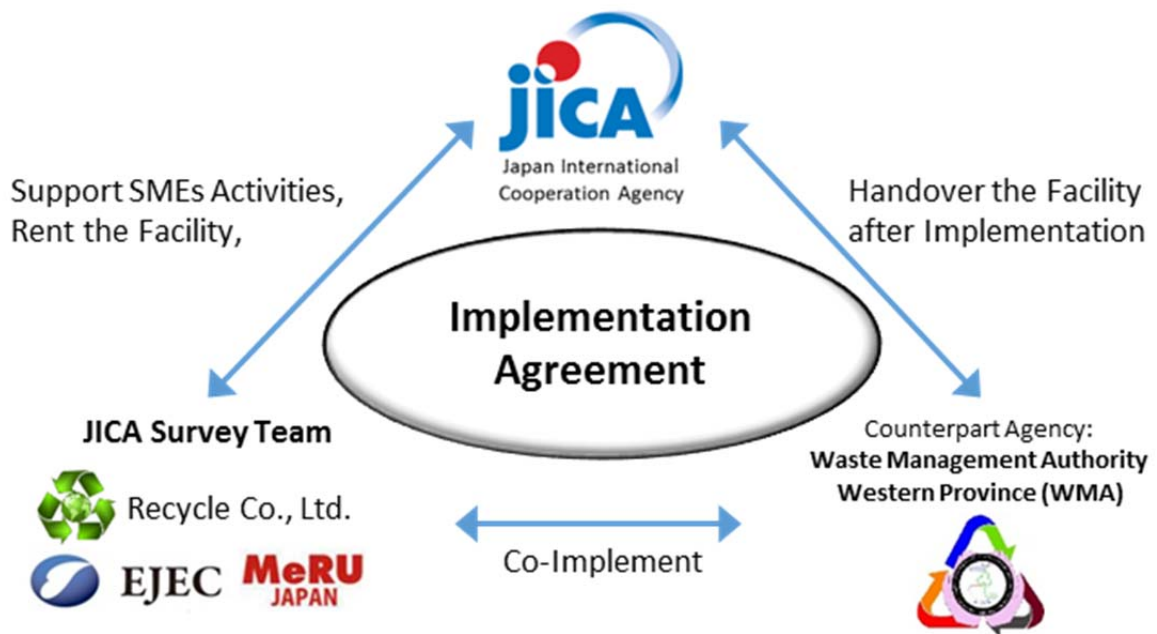


Figure 2-1 Implementation System in the Survey

3. Achievement of the Survey

(1) Output and Outcomes of the Survey

① Design of the Facility,

Based on the local information obtained in advance, the outline specification of the equipment to be installed locally was set up. Although civil engineering and construction work had already been done as responsibility of the counterpart at the facility installation site, it was discovered that the construction was done in a different form from the drawing which RC had received. As a result, all the plan and design of the recycling facility was re-studied.

In addition, at a half of the 7 LAs which is delivering the MSW to Karadiyana disposal site, 2 types of waste separation activities of SOW (Sorted Organic Waste) and MSW as other waste had been introduced in last 1~2 years. It turned out that there is a large variation in sorting accuracy and condition of garbage by each of LAs, each of collection area, and delivering vehicles.

Therefore, the original design, a MSW separation machine and conveyors separate MSW into organic waste and other recyclable materials, was modified to a SOW crushing and piling line for compost, plus a MSW separation machine with conveyors for recyclable material recovery as shown Fig. 3-1 below.

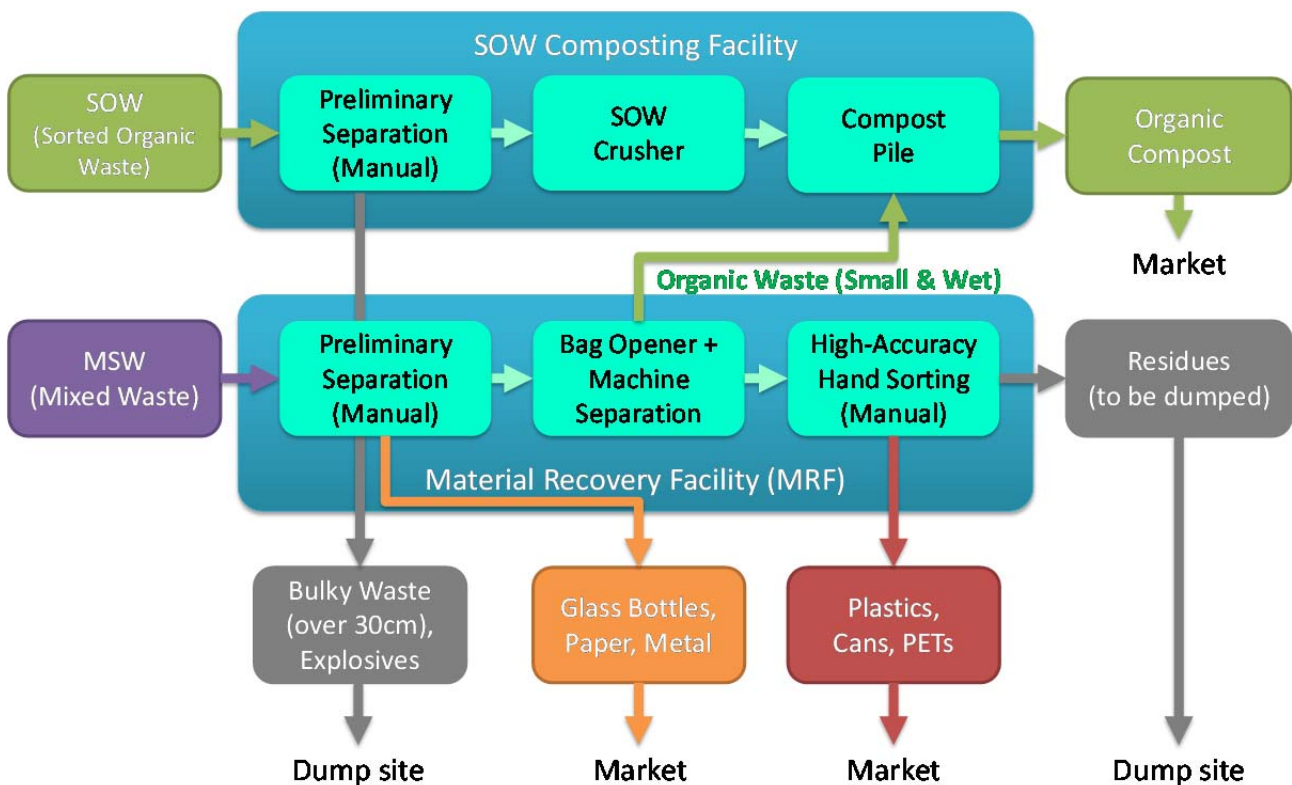


Figure 3-1 施設のプロセスフロー (SOW/MSW 合計で 25t/日を処理)

a) Processes of SOW Composting Facility

- 1) SOW delivered at receiving yard will be manually checked to remove inhibited items and fed to SOW crusher machine by bucket folk lift,
- 2) SOW roughly (approx. 5cm) crushed by SOW crusher will be conveyed and piled up at the height of

2.5m for maturing,

- 3) Composting pile will be mixed by wheel loader once in a couple of days, and aged for 30 to 60 days,
- 4) Fully matured SOW derived compost will be sieved by the trammels to 5 to 12cm of size for packaging and shipping as the compost product,

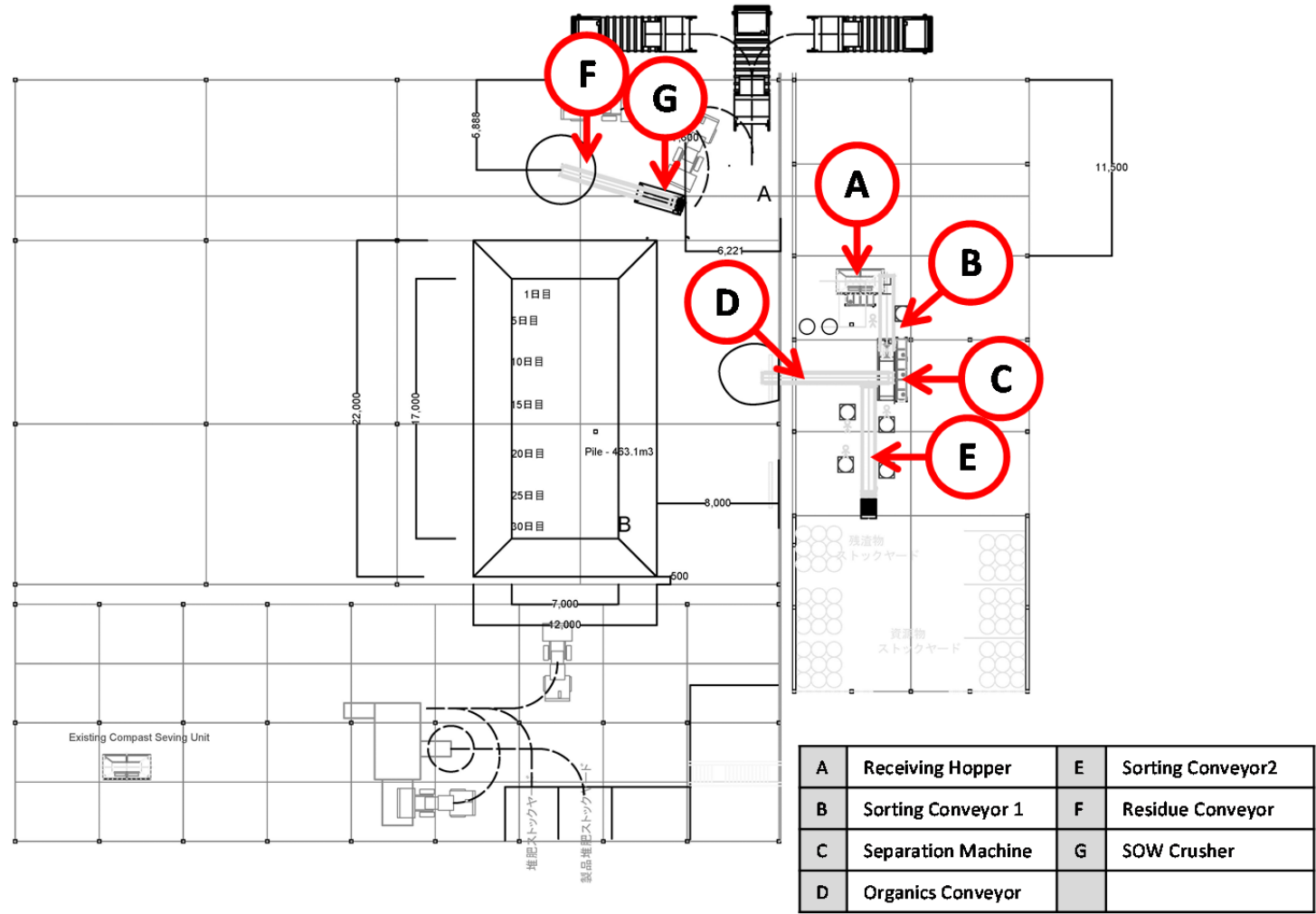
b) Process of MSW Material Recovery Facility

- 1) MSW delivered at reception area will be spread out to check the inhibited items such as cutlery, flammables, explosives, large-diameter items exceeding 30cm, strings easy to enfold by screw conveyor's rotating part, etc. and easily-identifiable recyclable items such as returnable glass bins, metals, papers, etc., and fed to receiving hopper by bucket folk lift,
- 2) Out of the MSW discharged from the screw conveyor (constant quantity feeder) at the lower part of the receiving hopper, inhibited items which could not be removed by the above are further removed by the workers placed at the hand sorting conveyor 01. These workers also collect metals (cans, aluminum), returnable bottles etc.
- 3) MSW which inhibited items are removed by hand sorting conveyor 01 is put in the crushing separation machine for breaking bags and crushing the contents. Small grain size and relatively heavy fraction such as food residue is transported from the lower part of the separator and deliver to compositing yard through organic waste conveyor. Relatively light garbage such as PET bottles and plastics are discharged to the subsequent hand sorting conveyor 02 by wind power sorting.
- 4) 4 workers, placed on the had sorting conveyor 02 in accordance with each of resource to be recovered, collect valuables such as plastic bottles, container plastics, packaging plastics, metals(cans) etc.,. Residues, not collected by the hand sorting conveyor 02 pass to the flexible bag to be dumped at dumping site.

Drawing 3-1-2 shows the layout diagram of both MSW MRF and SOW Composting Facility.

Out of the main facilities, (A) feeding hopper, (C) separation machine and (D) organic waste conveyor cannot be manufactured in Sri Lanka, so they are manufactured in Japan and import to Sri Lanka. For the remaining (B) hand sorting conveyor 01, (E) hand sorting conveyor 02, and (F) residue transfer conveyor were fabricated in Sri Lanka based on the drawings provided from Japan.

SOW's accuracy (quality of SOW) in a couple of LAs is exceeding more than 95%. Since the Separation Machine (C) is designed for mixed MSW and it is not efficiently worked for this pure SOW, additional SOW crusher designed and installed solely for the SOW crushing work. For this reason, residue delivery conveyor (F) is moved to composting yard from MRF area.



株式会社リサイクル

1級土木施工管理技士 湯嶋秀次 大臣登録第00693044号

工事名称 都市ごみ再資源化施設に係る普及実証事業 図面番号 08-01
 図面名称 S O W 粉砕機配置図 尺度 製図年月日 20181024

Figure 3-2 Overall Layout Plan

② Manufacturing, Transportation and Installation of the Facility,

In response to the fact that the planning and designing work of 1-3 was delayed significantly from originally planned, the specification of the crushing separator, base of the system, was produced in advance and order was placed to the manufacturer in February 2017. Then, manufacturing started. Manufacturing of crushing separator was done about 4 months as planned. Factory inspection was done in July 2017. At the factory inspection, in addition to the appearance, dimensions, no-load operation and motor inspection, loading test was conducted with a plastic bottle and canned beverage in a bag

The crushing separator was kept at manufacturer's factory from the factory inspection (July) until October for 3 months during the ordering / manufacturing conveyors to be manufactured locally manufacturing company until about three months after the factory inspection in July.

On October 24, 2017, before the shipment, the material of the crushing separator was checked and packed again, departing from Yokohama Port to Colombo Port on October 28 and arriving at Colombo Port on November 30. Through customs and land transport, delivery was completed on December 1.

Locally procured equipment consists of accessories such as hand sorting conveyor 1 (B), hand sorting conveyor 2 (E), residual conveyance conveyor (F), resource collection box and other annexed equipment. Design of this equipment was done in Japan and order was placed for equipment production and installation / installation work local manufacturers in accordance with related drawings.

Since this process was affected the whole process due to the aforementioned delay in planning and design, we made the duration from the contract with the local conveyor manufacturer (October 2, 2017) until the delivery (December 2017) to be about 3 months so that the installation work was completed at the time of 3rd travel. At that time, schedule management related to ordering, manufacturing, ocean and land transportation was carried out under schedule control so that the time of local installation work and machinery delivered from Japan shown in 1-4 can be matched

The installation work was carried out from December 2017 to January 2018 and trial operation began on February 1. At the time of delivery of the facility, initially, a performance confirmation test was conducted within 1 month of commissioning, and delivery would have been done in accordance with result of the test. However, due to the frequent contamination of medical waste delivered by WMA, which is prohibited to be disposed as general garbage by law in the municipal, was found. Thus, the performance confirmation could not be done, which is the condition of the facility hand-over. On the other hand, WMA requested to receive the hand-over of the facility soonest, even making the performance confirmation after handover. Thus, we have decided to hand-over the facility on April 10, 2018

The performance test has been carried out on 23Nov2018 in witnesses of WMA as the owner of the facility and confirmed its capacity.

③ Operation of the Facility,

Operation and maintenance work of this facility is outsourced to local companies

Regarding the number of personnel, we increased the number of workers from total 7 initially planned, to 8 consisting of 1 supervisor, 2 heavy machinery operators and 5 workers. Regarding the personnel selection of such workers, WMA requested to employ from the West Picker family living in the neighbor of the disposal site. Eventually all 8 people could be employed from the West Picker family.

After completing the installation work of the recycling facility, Recycle provided technical guidance to these workers. For this technical guidance, we separately prepared the driving / sorting manual and teaching materials, and carried out through the trial operation period.



Figure 3-3 Training for the Workers 01



Figure 3-4 Training for the Workers 02

Operation is reported by daily and weekly report. Members including the chief operating officer perform field surveys several times during the operation period to confirm the operation. Total received quantity is 1,685.4 (MSW 885.4t, SOW 800.0t) from commissioning (Feb2018) until completion of the demonstrative operation (Nov2018). Table 3-1 shows the monthly data.

Table 3-1 Receiving quantity of SOW and MSW at the Facilities (MT/month)

	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Total
TOTAL MSW	89.4	134.0	45.3	155.7	64.2	102.0	104.9	93.8	81.8	14.3	885.4
<i>Kesbewa M.C.</i>	40.0	52.1	14.3	32.6	22.2	48.9	49.7	53.1	62.8	9.1	384.8
<i>Dehiwala Mt Lavinia M.C</i>	31.7	44.0	9.4	56.2	27.5	47.6	39.7	37.2	19.0	5.2	317.5
<i>Kotte M.C</i>	16.8	37.9	13.5	66.9	14.5	5.5	15.5	3.5	0.0	0.0	174.1
<i>Maharagama M.C</i>	0.9	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
TOTAL SOW	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	250.0	800.0
<i>Moratuwa M.C</i>	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	0.0	550.0
<i>Aged SOW (from dumpsite)</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	250	250.0
TOTAL INTAKE	121.1	173.1	85.8	242.1	76.1	211.5	174.7	186.7	150.0	264.3	1,685.4

Table 3-2 shows the result of recyclables recovery in MSW-MRF. Throughout the period, total 15.4t of recyclables are recovered.

Since there was limited off-takers and quality of recyclables are not stable at beginning, recyclables were only 4 items and quantity was only 0.2t/month. However, from Aug2018 it becomes more than 3.0t/month because recyclable items are increased to 8 items (from Sep2018 Paper is added and it becomes 9 items).

Recyclables Ratio¹ was originally less than 1.0% but it was going up to 3.8% in Sep-Oct2018, when recyclable items added and to 5.3% when RC introduced receiving vehicles short-list. It is really important to increase this Recyclables Ratio for the efficient operation of MRF. Table 3-3 shows the quality standard of MSW-MRF updated based on market research.

Table 3-2 Result of recyclables recovery in MSW-MRF (MT/month)

N0	Type of Recyclable	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	TOTAL
1	PET	0.04	0.28	0.06	0.25	0.13	0.43	0.49	0.46	0.38	0.10	2.62
2	Plastic	0.06	0.31	0.04	0.18	0.12	0.34	0.41	0.41	0.34	0.09	2.3
3	Steel	0.05	0.42	0.02	0.2	0.13	0.37	0.38	0.36	0.31	0.08	2.32
4	Glass	0.06	0.92	0	0.2	0.12	0.32	0.82	0.76	0.66	0.18	4.04
5	Polythene	0	0	0	0	0	0	0.62	1.04	0.84	0.15	2.65
6	Aluminum	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	0.004	0.094
7	Copper	0	0	0	0	0	0	0.03	0.07	0.009	0.005	0.114
8	Coconut Shells	0	0	0	0	0	0	0.25	0.36	0.37	0.1	1.08
9	Paper	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.14	0.05	0.21
Total Recyclables		0.21	1.93	0.12	0.83	0.50	1.46	3.03	3.51	3.08	0.76	15.428
Total MSW Intake		89.4	134	45.3	155.7	64.2	102	104.9	93.8	81.8	14.3	885.4
Recyclables Ratio		0.2%	1.4%	0.3%	0.5%	0.8%	1.4%	2.9%	3.7%	3.8%	5.3%	1.7%

Table 3-3 Quality Standard of MSW-MRF updated based on market research

Item	Quality	Original Conditions	Added Conditions based on interview
Plastic (Soft, Hard)	97%	No foreign item	- No problem for some stain, - PE and PP only,
Papers	97%	No Stain	- No Stain, No Torn. Only cardboard and white paper,
Steel, Steel cans	97%	No foreign item	- No other specific requirement
Aluminum	97%	No foreign item	- No other specific requirement
Glass Bottles	97%	No foreign item	- Only returnable bottle or less broken bottle. - Some stain can be acceptable,
PET Bottles	97%	No foreign item	- Some stain can be acceptable, - less broken is better,

Source) JICA Survey Team



Figure 3-5 PET Bottle Recycle Factory



Figure 3-6 Waste Plastics Recycle Factory

¹ "Recycle Ratio" is defined as "Recycled items (in weight)" recovered in the system divided by "Total Received MSW (in weight)"

Table 3-4 shows the monthly production of compost in SOW Compost Facility. Total produced quantity is 194t. It is difficult to evaluate because there is approx. one month time-lag from receiving SOW until compost production, however, the production ratio is increased from Sep2018 (85t/month) and Oct2018 (52t/month).

Table 3-4 Compost Production in SOW Composting Facility (Mt/Month)

	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Total
Compost Production	0	0	0	0	8	12	22	85	52	15	194
TOTAL SOW INTAKE	31.7	39.1	40.5	86.4	11.9	109.5	69.8	92.9	68.2	250.0	800

From May to Nov 2018, RC has analyzed the quality of compost products. The comparison of the compost product with SIS certification standard is shown in Table 3-5. Although SLS certification standard (SLS certification can be put on the package) is made for higher quality standard, no compost products derived from SOW are certified by this SLS including WMA and other local governments. According to SLSI, in near future this SLS standard will be revised.

As the result, other than water contents and potassium are met with the SLS standard. Water contents can be adjusted by drying process just before shipping, and potassium is usually lacked in organic waste compost so it is needed to add some grasses and branches to improve the compost quality.

For the heavy metals analysis in Oct2018, all of the items are met with regulated standard of SLS 1246.

Table 3-5 Analysis results of Compost Products

Item	SLS1246 Cert. Standard			5/31	6/18	7/24	8/21	9/13	10/30
Water Contents	25%	Less	Dry basis	9.2	<u>34.9</u>	<u>32.9</u>	11.2	<u>33.2</u>	24.0
PH	6.5-8.5			8.4	<u>4.6</u>	6.5	<u>8.7</u>	6.2	7.6
Organic Carbon	20%	Less	Dry basis	<u>13.6</u>	24.4	22.4	23.8	27.2	20.0
Total Nitrogen	1%	Above	Dry basis	1.2	1.1	1.1	1.6	1.0	1.7
Phosphorus	0.5%	Above	Dry basis	<u>0.4</u>	<u>0.3</u>	0.6	0.5	0.7	0.8
Potassium	1%	Above	Dry basis	<u>0.1</u>	<u>0.1</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.1</u>	<u>0.3</u>
C/N Ratio	25	Less	Dry basis	11	21	20	14	<u>27</u>	12
E/C	N/A			4.6	-	6.6	6.6	9.2	6.5
Copper	400ppm	Less	Dry basis	-	-	-	-	-	67.0
Zinc	1,000ppm	Less	Dry basis	-	-	-	-	-	163.0
Nickel	100ppm	Less	Dry basis	-	-	-	-	-	8.2
Cadmium	10ppm	Less	Dry basis	-	-	-	-	-	1.6
Lead	250ppm	Less	Dry basis	-	-	-	-	-	19.0

Note) SLS1246: Specification for compost from municipal solid waste and agricultural waste (SLSI, 2003)

* Underline means "Not meet with SLS 1246"

④ Problems appeared,

For stable continuation of the waste disposal business, it is important to select "better garbage" for business operators. The "better garbage" in this recycling facility refers to garbage with fewer contraindications (foreign objects / dangerous goods) and with many resource items. However, at Karadiyana disposal site, which has been doing simple landfilling until now, there is no basis to determine from which area or by which the collecting vehicle "better garbage" are delivered.

In this survey, in order to collect the basis of judgement, out of total 250 garbage vehicles from 7 municipalities, 171 units of 4 local municipalities, which are advanced in collecting garbage with separation

of raw waste from other waste, were checked the situation of unloading and deployment of waste and situation of contamination status of contraindication items and the content of resources.

a) Contamination by Inhibited Items

Figure 3-7~Figure 3-12 show the investigation works of inhibited items by workers at receiving yard of MSW and SOW.

Due to the absence of such inspection work so far, the mixing ratio of medical waste, which is originally obliged to be handled and disposed of by the discharger individually, is very high. Due to hygiene and safety keeping of investigators, progress is delayed. And, in case of appearance of medical waste contamination, WMA had to call the person in charge for MSW in LA, LA had to call the manager of the generated clinic/hospital for the strict caution, the facility operation had to be waited and suspended to restart at least one day. This medical waste contamination is gradually reduced in frequency and in quantity because of penalization in fine and business suspension, etc.



Figure 3-7 Waste Delivery Trucks (Dehiwala)



Figure 3-8 Waste Delivery trucks (Moratuwa)



Figure 3-9 Inhibited Items Investigation for MSW



Figure 3-10 Inhibited Items Investigation for SOW



Figure 3-11 Example of inhibited items (Medical)



Figure 3-12 Example of inhibited items (Large-diameter more than 30cm)

b) Recycling Ratio of each vehicle

From Aug2018 when the workers get used to a series of the recycling works “Receiving of MSW > Removal of inhibited items > Recyclables recovery works”, Recycling Ratio investigation for MSW was implemented. This investigation aims to figure out the tendency of recyclables contents based on the vehicle number (collection area).

Throughout the period, total 168 vehicle-times (56 numbers) from 3 LAs are studied (Figure 3-13).

Maximum Recycle Ratio was 24.0%, minimum was 0% (Not able to recovery because of highly contaminated by organic waste) and average was 4.7%.

The definition of recyclables is just “presently recyclable” in the market of Sri Lanka, therefore, the government shall develop and promote the investment in resource recycling business to increase the variety of recyclables in future.

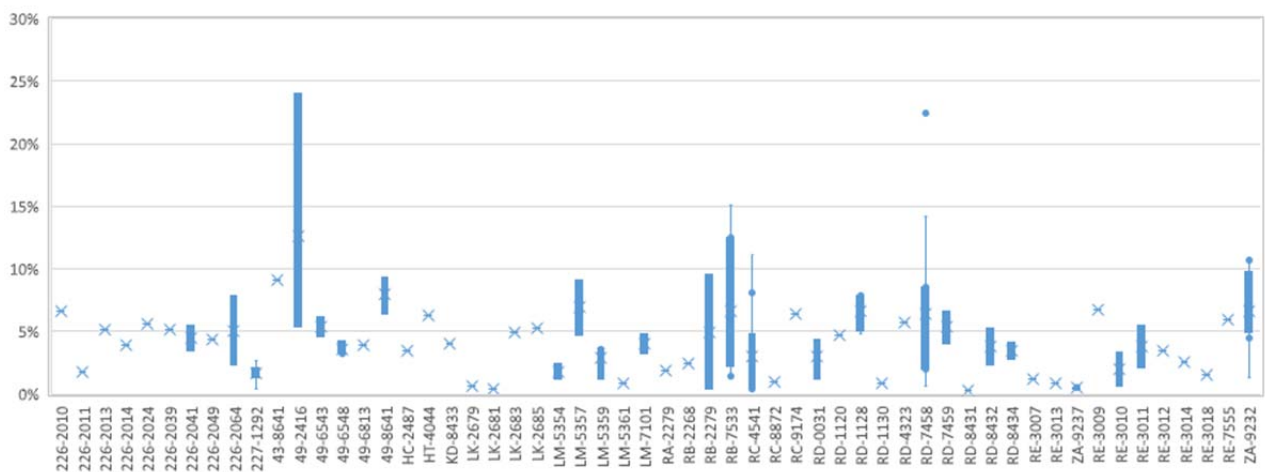


Figure 3-13 Recycle Ratio based on MSW delivery vehicle

c) Short-listing of Delivery Vehicles

Based on the abovementioned result, Recycle Co., Ltd. has developed a “short-list” of the 10 vehicles which contains relatively higher recyclables potential considering future commercial operation as shown in Table 3-6.

Among the originally selected MSW in 3 LAs, MSW from Sri Jayewardenepura Kotte M.C. was removed because this LA uses compactor for its collection and transportation and thus inside MSW is very often contaminated by organic waste. On the other hand, other MSW of 2 LAs, Kesbewa U.C. and Dehiwala & Mt. Lavinia M.C., is relatively better quality than Kotte considering that because they use tractors and dump trucks for collection.

With regard to SOW, when the Survey team has observed source separation and collection work of organic waste in Moratuwa before, they introduced buckets method (Alms bowl method called in Japan) for discharge and collection of SOW and collected SOW quality is surprisingly more than 95% in purity. While it is still uncertain that this buckets method can be continued together with economic growth and urbanization is, RC selected all of approx. 30 SOW delivery vehicles are short-listed for a time.

Meanwhile, this shortlist is prepared for the near-term demonstrative operation, so, it is needed to update frequently based on the actual receiving waste contents.

Table 3-6 Short-list of Delivery Vehicles (Tentative)

Target	Delivered from (Source)	Vehicle Number			
MSW	Kesbewa U.C.	43-8641	49-2416	49-8641	RB-7533
		RC-4541	RD-1128	RD-7458	ZA-9232
	Dehiwala-Mt Lavinia M.C.	49-6543	LM-5357		
SOW	Moratuwa MC	All			

⑤ Financial Viability

Based on the operation data, operational cost, selling price and quantity of compost/recyclables acquired in the Survey, financial analysis was done as below;

a) Model and assumptions

- ✓ According WMA, Monthly production of the compost is 50 to 200 MT, monthly sales is SLR350,000 -1,400,000, its cost is approx. SLR1,400,000/month. It is basically deficit and payout point is 200MT/mo,
- ✓ According to WMA, maximum compost production using whole yard can be reached to 200MT/mo, however, if RC's knowhow and technology are introduced, it can be reached to 400MT/mo,
- ✓ Therefore, in this model, WMA and RC close “Compost production contract” to produce 400MT/mo of compost. In which, WMA provides raw material (Aged SOW) to RC and RC produce bulk compost to be packaged and sold by WMA. The target production quantity in month is 400MT,
- ✓ All the machineries and equipment which installed in the JICA Survey can be used as common property at free of charge while its operation and maintenance cost will be shouldered by RC,
- ✓ According to WMA, they don't have any know-how how to use MSW-MRF which is also installed in JICA Survey, WMA and RC will conclude concession agreement which let RC to operate, recover and sell the recyclables while WMA provides MSW,

- ✓ For the Compost Project;

Compost production and volume of sales = SOW intake 800t/mo × reduction rate 50% = 400Mt/mo,
 Weighted average of compost price in WMA (on Aug2018) = SLR7,300/t,
 As for the cost, actual cost of WMA and RC on Aug 2018 is used,

- ✓ For the Material Recycle Project;

Quantity of recycled material: MSW intake 5t/day × Recycle Ratio 10% (assumed) × 20days/mo=10t/mo,
 Weighted average of recyclables (on Aug2018) = SLR17,000/t,
 As for the cost, actual cost of RC on Aug2018 is used

b) Profit and Loss calculation,

Monthly income statement for both composting facility and material recycling facility is shown Table 3-7.
 As of today, profit from composting facility covers deficit of material recovery facility.

Table 3-7 Profit and Loss Statement of both SOW-Composting and MSW-MRF (SLR/month)

		Composting Facility	Material Recycle Facility	Total
Sales		2,920,000	170,000	3,090,000
Cost		2,412,642	260,150	2,672,792
Direct Labor Cost		921,454	162,500	
	WMA	466,454	-	
	RC	455,000	162,500	
Direct Cost		1,263,994	74,000	
	WMA	579,994	-	
	RC	684,000	74,000	
Indirect Cost		188,297	23,650	
	WMA	74,397	-	
	RC	113,900	23,650	
Admin Cost		38,897	0	
	WMA	38,897	-	
	RC	0	0	
Operating Profit		507,358	-90,150	417,208

⑥ Environmental Monitoring

Based on the environmental monitoring plan formulated in 1-2, environmental monitoring was carried out.

Table 3-1-7 shows the results of the interview survey conducted by WMA. Before the operation of the recycling facility (January 2018), 0 ~2 complaints have been received for offensive odors, but complaints related to dust, noise, and vibration have not been received.

Table 3-1-8 shows actual measurement results of the equivalent noise level in the background before the operation of the facility, implemented in August 2017. Compared with the regulation standard value of the country (daytime: 63 dB (A) or less, nighttime: 50 dB (A) or less), the result of the measurement at 3 boundary points (No. 3~No.5) was that only nighttime value at No.3 exceeded. During day time, although vibration sieve machine of WMA was in operation, the noise level at the boundary of the site was lower than the standard value. Monitoring results after operation have not been obtained at the time of the progress report. Thus, evaluation after operation will be carried out based on future monitoring results

Table 3-8 Env. Monitoring Result surveyed by WMA (Feb2017 – Nov2018, Number of complains)

Item \ Month	2017											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dust ²	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0
Noise ²	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0
Vibration ³	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Odor	/	1	2	0	0	2	0	0	1	1	2	2
Other	/	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
Item \ Month	2018											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dust ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
Noise ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
Vibration ³	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
Odor	2	2	1	1	1	2	2	1	0	1	1	/
Other	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	/

1: Black and Bold Box means the facility installed month,
 2: Added from Act2017
 3: Added from Mar2018

Table 3-9 Noise Monitoring Result

Target	Background Noise (dB(A))		Noise in Operation (dB(A))	
Date	2017/8/28	2017/8/28	2018/11/23	2018/12/7
Time	Day14:00-17:00	Night18:00-19:15	Day	Night
Standard	63.0	50.0	63.0	50.0
No.2	59.6	50.2	52.3	TBF
No.4	52.3	48.8	51.4	TBF
No.5	56.7	50.0	53.4	TBF

Note1: Skipped the data in No.1 and No.3 because they're not the data in lot boundary,
 Note2: Night time measurement on 23Nov2018 was postponed to 07Dec2018 because of thunder,

⑦ Promotion of the Facility,

On February 23, 2018, a ceremony commemorating the completion / opening of this facility was held by WMA, our counterpart. At the ceremony, Japan Ambassador Mr. Suganuma, JICA Sri Lanka office, JICA expert, Recycle Co., Ltd. and external resources participated from Japan side and from Sri Lanka side total 200 people including the western provinces governor Mr. KC Logeshwaran, leading minister Mr. Isura Devapriya, Environment Agency, Land Development Agency, Urban Development Agency, mayor and deputy mayor of 7 municipalities, city councils, public health officers and other district representatives participated. Participants shared information about the background and concrete contents of this project, significance of resource recycling and future of waste management.

On February 20, just before the opening ceremony, we participated in monthly conference on the waste management project of Karadiyana disposal site organized by Kesbewa Divisional Secretariat (DS). We made brief explanation of the project and facilities. Also, we requested opportunities for cooperation and information exchange during the demonstration implementation period of the project.



Figure 3-14 Opening Ceremony



Figure 3-15 Explanation in Opening Ceremony



Figure 3-16 Monthly Meeting held by Kesbewa DS



Figure 3-17 Monthly Meeting held by Kesbewa DS

2-5: Formulation of concessionaire model of public service and proposal to C/P

As intermediate processing business of waste to which the municipality has responsibility, it is considered that orders for recycling facilities, long-term comprehensive operation consignment after construction and BOT projects, in which construction cost is borne by our company are promising in Sri Lanka.

At the time of the meeting with WMA in December 2016, we implied our interest in consignment work of the operation management after transfer of this facility to WMA after the project period. We got the comments from WMA that there may be a possibility of voluntary contract, provided that Recycle Co.'s involvement is profitable to WMA, although general principle of procurement of outsourcing of public facilities is by bid.

Also, WMA commented that another recycling facility project at the additional land (2nd line: 25 t / day) may be public or BOT depending on the result of demonstration operation.

We will try to realize stable operation at early stage and make concrete proposal because pursue of the benefits from operating and maintaining through demonstration of this project leads to obtaining understanding from counterpart, municipalities and government agencies having intermediate processing needs, so early stable operation and make concrete proposals before the completion of this project

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

This recycling facility consists of Composting process and Material recovery process. Both processes are promoting the material recycle of waste so institution building, investment or promotion of investment shall be enhanced by the Government.

With regard to the project viability, while there are quite huge treatment needs for MSW and SOW, its sales are depending on the demand of recyclables and/or compost. In particular, there are limited kinds of the off-takable recyclables and limited capacity of off-takable recyclable items, so, sometimes recovered materials can't utilize as resource recycling manner.

On the other hand, with regard to the demand of compost, while WMA is now developing the neighboring countries (such as Maldives and UAE), it is further needed to develop and introduce the institutional system to enhance utilization of waste derived compost products in domestic agro firms and/or public organizations.

In Japan, recycle business is mainly public projects and local government budget its capital and operational cost. In Sri Lanka, there is no institutional system and less understanding.

From now on, to develop this kind of business by the private firms, national and local government shall have proper understanding on the waste management and recycling business, and shall not have over-expectation such as "Waste is Money", and to implement appropriate enforcement of the relevant policies.

Now, Recycle Co., Ltd. has received some inquiries from local governments and private firms because of this Survey. In short term, Recycle Co., Ltd. will work on design, construction and management of the plant, however, in case if Local Government doesn't have enough budgets for the capital cost, it can be considered that BOT model which Recycle Co., Ltd. take the risk on capital cost.

In this case, there are some conditions such as, waste quality, quantity, implementation conditions of source separation/transportation, market of recyclables and compost, etc. Therefore, it is expected for WMA as the C/P of the Survey, to develop and promote these institutional systems.

4. Future Prospects

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product / Technology in the Surveyed Country

The impacts and effects on the concerned development issues throughout the Survey are shown in Table 4-1.

With regard to the MSW management as the one of the most important social issues, based on the progress of organic waste separation at source in some LAs, the Survey has decreased the final disposal MSW quantity approx. 81% (as of Oct2018), by the SOW composting and recovery of recyclables from MSW. This figure can be further improved by increase of private recycling companies, expansion of variety of recyclables, and Waste-to-Energy (incinerator) which is being developed by WMA.

On the other hand, avoidance of organic waste disposal contributes to reduce odor, water contamination, and methane gas emission as one of the greenhouse gas.

Throughout the demonstrative operation duration (8 months), the facilities have received MSW 885.4t, SOW 800.0t and total 1,685.4t and produced 15.4 of recovered material and 194t of compost. Using this locally produced compost mitigate the degradation of farmland.

In addition, by the implementation of this Survey, the resource recycling system for mixed waste can show the possibility to produce economic effects surrounding the site and contribute to the improvement in agricultural industry. Furthermore, quality improvement and quantity increase of recovered material (valuables) in the future promote the circular economy in Sri Lanka by the expansion of trading routes and quantities of recyclables, etc.

Finally, the size of this facility (25 t/d) is very small compare with total waste amount in Western Province even whole Sri Lanka. Thus, Recycle Co., Ltd. is planning to introduce next facilities by the BOT and other contract schemes.

Table 4-1 Outcomes of the Survey for Development Issues

Development Issues	Outcomes of the Survey		
(Env. & Sanitation) Reduction of final disposal quantity, Life-prolonging of disposal site	SOW Receipt 20t/d > Almost 0 t/d residues <u>MSW Receipt 5t/d x residue ratio 96.2% =4.81t/d generates as residues</u> Total 25t/d > 4.81t/d (Reduction of final disposal quantity 81%)		
(Env. & Sanitation) Improvement of neighboring environment of dumpsite.	Although 25t/d is only 5% of total quantity 550t/d at Karadiyana Dump and not so big improvement, neighboring environment is improved by dumping organic and recyclable waste is avoided by the Survey.		
(Agriculture Promotion) Domestically produced compost	Produced compost total: 127t		
(Promotion of the industry) Development of resource recovery market	As the result of the Survey period; *1		
	Compost	SLR7.0/kg x 50t/mo	350,000
	PET	SLR20.0/kg x 0.4t/mo	80,000
	Plastic (hard)	SLR13.0/kg x 0.4t/mo	5,000
	Metal	SLR20.0/kg x 1.0t/mo	20,000
	Plastic (soft)	SLR10.0/kg x 0.8t/mo	8,000
	Papers	SLR3.0/kg x 0.1t/mo	300
	Total (per month)		SLR 463,000
	Annual		SLR 5,557,000
(Creation of work opportunity) Workers for the Survey	Employed 8 persons as hand sorting workers (Waste pickers are hired for the Survey)		

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Since there are many problems such as re-design of the facility, delay of commissioning, frequent contamination of MSW by illegally discharged medical waste, etc., Recycle Co., Ltd. had to shorten the operational period approx. 3 months. Even in the final phase, received MSW quality is still very fluctuated, so, MSW intake schedule arrangement, recyclables separation system at upstream LAs shall be established to maximize the facility performance aside of capacity expansion of downstream recyclables off-taking companies. Using this opportunity provided by JICA, data collection, analysis, discussion about risk allocation between public and private for joint project has been just started. The lessons learnt and recommendations through the Survey are shown as below;

- ✓ Since the material recycle facility and composting facility using MSW/SOW in developing countries are very vulnerable by upstream system changing, it is quite important to close an agreement for waste treatment with upstream LAs for long/middle term basis prior to the commencement of the Project,
- ✓ For the improvement of source separation method which is right now implemented in 2 kinds (SOW and MSW), it is recommended to separate “Recyclables (lump sum)” from MSW, or each recyclable item of recyclables such as metal (steel, copper, aluminum), paper, plastics (PET, PP, PE, etc.) should be considered.
- ✓ As of today, since there is no clear vision of resource recycling society by the Sri Lankan government, the loop of recycle is not connected appropriately. In particular, unclear definition of recycling items, quantity, shape of the goods make the entry barrier high for the private investors, So it is necessary for Sri Lanka to develop the target recycling society with clear and practical vision to attract the investors,
- ✓ From now on, for the establishment of material recycling society in Sri Lanka, it is fundamentally needed to promote the investment for the resource recycling factories which rotating the recycling loop to produce the material from waste,

ATTACHMENT: Outline of the Survey

