

令和6年度環境省委託事業

令和6年度

脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

(インドにおける脱炭素・循環型エコタウン整備推進事業)

業務報告書

令和7年3月

株式会社エックス都市研究所

目次

1.	はじめに	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的、方法	3
1.3	実施体制	4
1.4	スケジュール	5
2.	インド、連携都市の概況	6
2.1	インドの環境関連法制度	6
2.2	テランガナ州の概況	16
3.	廃熱回収発電に関する調査	19
3.1	コークス乾式消火設備の特徴	19
3.2	RINL 社のコークス消火設備の現状と課題	24
3.3	関連政策・制度の動向分析	25
3.4	事業化計画	25
3.5	事業採算性評価	26
3.6	JCM 方法論開発に関する検討および今後の対応について	26
4.	廃棄物に関する調査（ハイデラバード市）	28
4.1	一般廃棄物発生量と質	28
4.2	産業廃棄物発生量と質	37
4.3	廃棄物管理シナリオ	41
4.4	固形廃棄物・液体廃棄物の原燃料化調査	44
4.5	プラスチック再資源化調査	51
4.6	生ごみたい肥化調査	57
4.7	医療廃棄物適正処理調査	63
5.	エコタウン形成に関する調査	69
5.1	日本のエコタウンの役割	69
5.2	北九州エコタウンの特徴	69
5.3	インドエコタウン形成支援	70
6.	参考資料	75

1. はじめに

1.1 調査の背景

(1) ホスト国の JCM に対する考え方

日本政府は、途上国への温室効果ガス削減技術、製品、システム、サービス、インフラ等の普及や対策実施を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への日本国の貢献を定量的に評価するとともに、日本国の削減目標の達成に活用するため、JCM を構築・実施している。

また、地球温暖化対策計画（令和 3 年 10 月 22 日閣議決定）において「途上国等への優れた脱炭素技術、製品、システム、サービス、インフラ等の普及や対策実施を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への我が国の貢献を定量的に評価するとともに、我が国の NDC の達成に活用するため、JCM を構築・実施していく。これにより、官民連携で 2030 年度までの累積で、1 億トン-CO₂程度の国際的な排出削減・吸収量の確保を目標とする。」等、政府全体として JCM を推進している。

インドは、2021 年のエネルギー起源二酸化炭素排出量が、22 億 7900 万 トン-CO₂ で、中国、米国に次ぎ世界第 3 位である。この排出量は世界全体の 6.9%となっている。

モディ首相は 2021 年に開催された COP26 での演説で、2070 年までにネット・ゼロ〔温室効果ガス（GHG）純排出ゼロ〕を達成すると宣言している。またこれを受けて、インド国政府は、ネット・ゼロへの長期的な戦略である「India's Long-Term Low-Carbon Development Strategy（環境・森林・気候変動省）¹」を策定した。同戦略には、次の 7 つの主要な戦略的移行が含まれている。

- **電力**：低炭素電力システムへの移行
- **交通**：効率的で包括的かつ低炭素な交通システムを開発する
- **都市化**：持続可能な都市化、建物のエネルギー効率、都市設計の適応を促進する
- **産業**：成長と排出量を切り離れた効率的で低排出の産業システムを推進する
- **CO₂除去**：CO₂を除去するためのエンジニアリングソリューションの開発
- **林業**：生態学および社会経済的要因を考慮しながら森林被覆を増やす
- **経済・金融**：低炭素開発の経済的・金融的側面を開発する

このうち産業での脱炭素化においては、今後のインドの継続的な成長に加え、国内製造業の活性化により、エネルギー消費の増加、中長期的に鉄鋼とセメントの需要が大幅に増加すると予想し、これに対してエネルギー効率や材料利用率の向上、代替燃料、循環経済アプローチ、製造プロセスの電化などにより、低炭素産業のシステムを確立する必要があるとしている。

現時点では日印の JCM 覚書は未締結の状況ではあるが、本事業を通じた JCM プロジェクト具体案件の構築により、覚書締結へのアクションが促進されることが期待されている。

¹ MoEFCC: India's Long-Term Low-Carbon Development Strategy
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/India_LTLEDS.pdf

(2) 都市間連携調査の背景

本調査は、インドで都市開発等のインフラ整備、及び廃棄物処理等の環境産業部門における主要企業の一つであるラムキーグループが、インドでのリサイクル団地（エコタウン）の整備を目指すため、北九州市、及び市内企業が保有する技術・ノウハウを活用したいとの意向があり、2023年9月に北九州市に日本法人「P9 合同会社」を設立し、本市と包括連携協定を締結したことを機にプロジェクトが形成された。都市間連携の対象都市は、ラムキーグループの本社が位置するテランガナ州ハイデラバード市、同社の製薬工業団地が位置するアンドラプラデーシュ州ヴィシャーカパトナム市としている。

廃棄物の3Rの取組については、行政・市民・事業者との連携が不可欠である。北九州エコタウン事業は、当時北九州市の地域経済を支える重厚長大型産業が構造転換に迫られ苦境にある中で進められた新たな産業への振興戦略であり、これには、地域に蓄積されていた無形の資源が最大限に活用されている。産業都市としてすでに培われていた工学系の人材、地元企業・大学の技術力、さらには産業から必然的に発生する廃棄物、いわゆる公害とも向き合ってきた「環境リスクリテラシー」と廃棄物に対する必要性など、北九州市ならではの地域資源を最大限生かした事業となっている。このように経済発展とともに直面する公害、廃棄物問題に直面した北九州市の技術やノウハウは、成長著しいインド等アジアの新興国での都市問題の解決に大いに貢献できる。

このような背景のもと、北九州市では、蓄積してきた環境技術を、アジア諸都市とのネットワークを活用しながら、市内企業の海外ビジネス展開を支援し、北九州市の経済活性化を目指している。



1.2 調査の目的、方法

(1) 調査目的

本調査は、北九州市とテランガナ州ハイデラバード市、およびアンドラプラデーシュ州ヴィンジャーカパトナム市との都市間連携に基づき、廃棄物のリサイクルの高度化事業の形成、及び、鉄鋼産業の省エネ設備導入事業を形成することにより、以下を達成することを目的とする。

- ・ 製造業の省エネ技術支援による産業脱炭素化の推進
- ・ 廃棄物の直接埋立処分に伴う温室効果ガスの排出削減
- ・ 廃棄物のエネルギーを活用した化石資源代替燃料の製造技術向上による温室効果ガス排出量削減
- ・ 廃棄物の減量化・再利用・再生利用、適正処理に関する技術協力による連携都市の持続可能な経済発展に寄与

(2) 調査方法

本調査は、ヴィンジャーカパトナム市に立地する製鉄関連設備に対するコークス乾式消化設備（以下、CDQ という）の導入、及びハイデラバード市における廃棄物設備の導入やエコタウン形成に関する検討を行う。それぞれ事業別に記載する。

1) 廃熱回収発電設備分野

①コークス乾式消化設備導入ニーズ調査

連携都市に立地する製鉄所の設備状況を確認し、CDQ の導入ニーズを把握し、施設・設備に関する調査ニーズの高い製鉄所において、設備仕様、操業状況等を確認する。

②国・自治体の政策・制度の分析

CDQ 導入を後押しする国や自治体の政策、制度、許認可等を収集、分析する。

2) 廃棄物資源化分野

①廃棄物実態調査

連携都市において排出される廃棄物の量や組成、分別状況、収集運搬、処理システム等、排出実態をラムキーグループからの情報収集及び公表資料調査から整理する。

②セメント原燃料技術導入可能性調査

①の調査結果をもとに、現行の産業廃棄物（主に有害廃棄物）の再資源化技術を評価し、セメント原燃料化技術導入のニーズ調査を行う。

また、セメント会社での廃棄物利用状況と利用促進に向けた課題の調査を行う。

③その他資源化技術導入可能性調査

①の調査結果をもとに、②において対象とする廃棄物を除いたその他廃棄物に対し、現行の再資源化技術を評価し、共同実施者である日本側各企業が有する技術導入のニーズ調査を行う。ここでは、ニーズとして生ごみたい肥化及び廃プラスチック油化、医療廃棄物の焼却が挙げられたため、それぞれについて調査を行った。

3) エコタウン形成支援

①エコタウンコンセプト作成

ラムキーグループと連携し、連携都市でのエコタウン形成に関し、国内のエコタウン形成事例の情報提供、コンセプト作成のための情報収集・整理を行う。

②環境学習施設設置可能性調査

インドで「リサイクル」や「循環型社会」について地域住民が学べる場となる環境学習施設の設置について、連携都市及びラムキーグループのニーズを把握し、施設の設置に関する情報提供や、学習施設設置に向けたコンセプトの作成を行う。

1.3 実施体制

実施体制は以下の通り。CDQ の導入調査や廃棄物資源化事業の調査は各企業が担当し、基礎情報整備等や行政との調整は北九州市及び代表事業者が担当した。

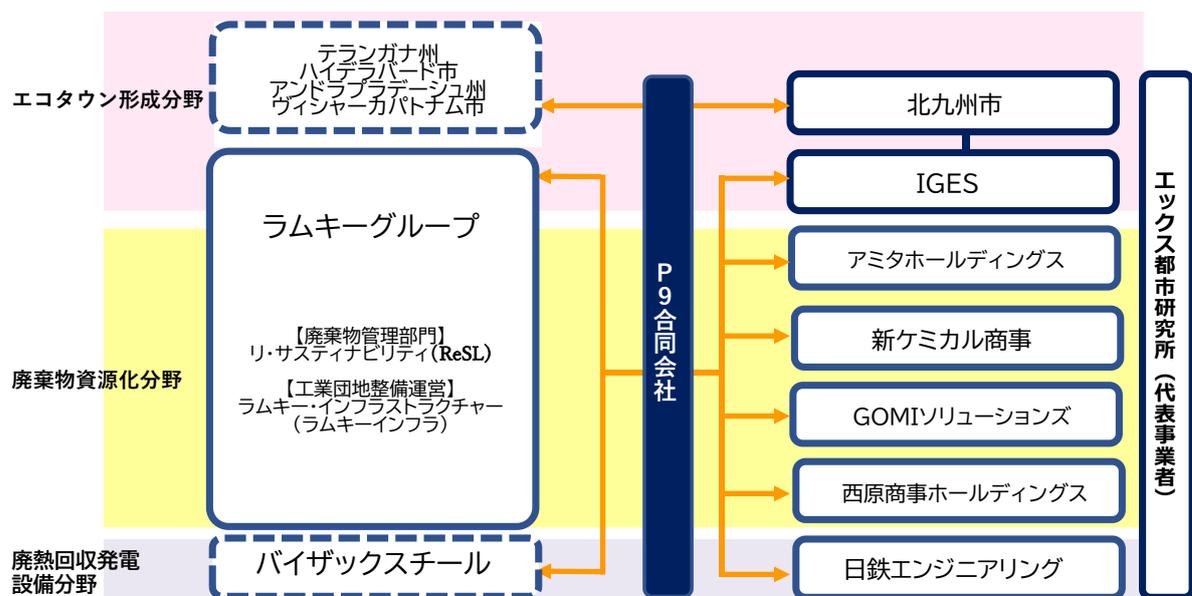


図 1-1 調査の実施体制

1.4 スケジュール

それぞれの項目において下図のようなスケジュールで調査を実施した。

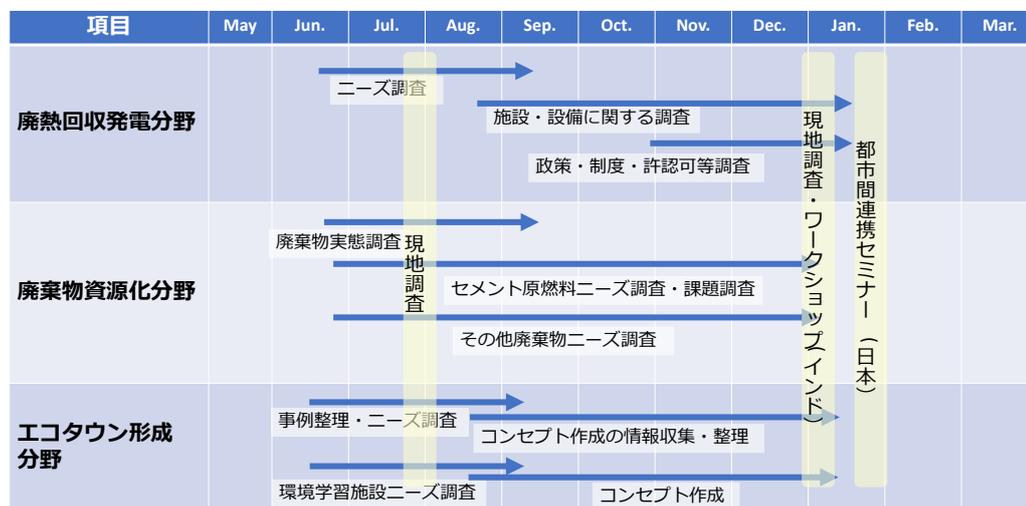


図 1-2 調査スケジュール

2. インド、連携都市の概況

2.1 インドの環境関連法制度

(1) 廃棄物関連法制度

インドにおける廃棄物の分類を下表に示す。廃棄物は大きく固形廃棄物 (Solid Waste)、有害廃棄物 (Hazardous waste)、電子廃棄物 (E-Waste)、バイオ医療廃棄物 (Bio-Medical Waste)、プラスチック廃棄物 (Plastic Waste)、電池廃棄物 (Battery Waste)、建設・解体廃棄物 (Construction & Demolition Waste、以下 C&D という) に分類され、それぞれ以下に示すいずれかの規則の対象となる。

表 2-1 インド廃棄物の種類及び規則

分類	該当する規則
固形廃棄物	固形廃棄物管理規則 Solid Waste Management Rules,2016
有害廃棄物 (廃タイヤ含む)	有害廃棄物管理規則 Hazardous and other wastes (Management and Transboundary Movement)Rules, 2016 (2022 改定)
電子廃棄物	電子廃棄物管理規則 E-wasteManagementRules,2016 (2024 改定)
バイオ医療廃棄物	バイオ医療廃棄物 Bio-medicalWasteManagementRules,2016
プラスチック廃棄物	プラスチック廃棄物管理規則 PlasticWasteManagementRules,2016 (2024 改定)
電池廃棄物	電池廃棄物管理規則 BatteryWasteManagementRules,2001 (2022 改定)
建設・解体廃棄物	建設・解体廃棄物管理規則 Construction and Demolition Waste ManagementRules,2016

出典：CPCB²
※カッコ内は最新の改定年

² CPCB:中央公害管理委員会「廃棄物管理規則」<https://cpcb.nic.in/rules/>

なお、これら廃棄物管理や大気汚染・水質汚染など環境保全に係る様々な権限と責務は、1986年環境（保護）法の規定に基づき、中央公害管理委員会（Central Pollution Control Board, 以下「CPCB」という）に移譲されている。CPCBの規定した規則や政策は、州公害規制委員会(State Pollution Control Board: SPCB)によって実施されている。

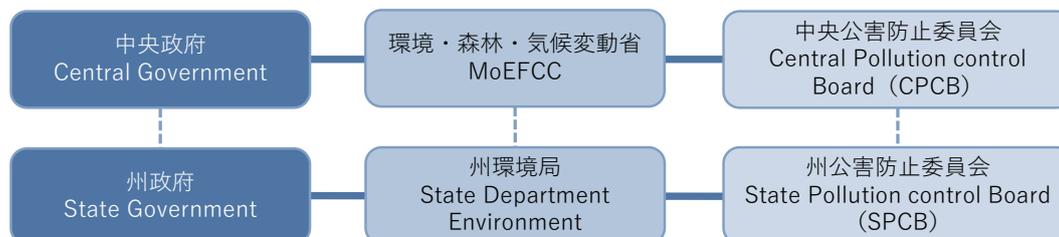


図 2-1 インドにおける環境管理行政の体制

出典：MoEFCC³、CPCB

廃棄物関連法のうち、本調査に関しては「有害廃棄物」、「プラスチック廃棄物」、「バイオ医療廃棄物」に関連することから、これらの廃棄物管理規則の概要を整理する。

1) 有害廃棄物

有害廃棄物とは、その廃棄物単体で、あるいはその他の廃棄物または物質と接触することにより、物理的・化学的反応性や有毒性、可燃性、爆発性、腐食性をもつために、健康または環境に害をもたらす可能性のあるあらゆる廃棄物を指す。

この有害廃棄物の安全な保管、処理、廃棄を環境に配慮した方法で確実にを行うため、2016年4月4日に「有害廃棄物及びその他の廃棄物（管理及び国境を越えた移動）規則 2016」が交付された。

この規則では、有害廃棄物の取り扱い、発生、保管、輸送、使用、処理、前処理、共同処理、リサイクル、回収に関わるすべてのオーナーに、SPCBからの許可を取得することを義務付けている。

CPCBは有害廃棄物の技術ガイドラインを策定し、本規則により廃プラスチックの輸入も禁止された。一方で、有害廃棄物も資源としては有効活用可能として71分野の有害廃棄物に対して116の標準作業手順書を作成しており、ウェブサイトで公開している。

³ MoEFCC：環境・森林・気候変動省 <https://moef.gov.in/>

表 2-2 有害廃棄物の活用のための標準作業手順書（一例）

SoP の名前	SoP番号	SoPタイプ	出版年
使用済み塩酸（モノクロロ酢酸/クロロベンゼン/クロロパラフィンワックス/トリフルオロ酢酸の製造中に生成）をオセインの製造に利用し、その後、そのようなオセインからゼラチンを製造する。	116	NEW	2025
湿式冶金法を採用して、炭素/黒鉛材料および金属化合物（硫酸塩、炭酸塩、Co、Mn、Ni、Li、Cu、Fe、Al、Na のリン酸塩）を回収するための黒色塊（リチウムイオン電池の解体業者/リサイクル業者または電子廃棄物の解体業者/リサイクル業者によって生成される）の利用	115	NEW	2024
モノクロトホス農業製品の製造中に発生する使用済み塩化メチルガス/液体のグルホシネート（工業用農業）生産への利用	114	NEW	2024
使用済み硫化ナトリウムおよび使用済み重硫化ナトリウム（二硫化炭素の製造時に苛性ソーダ溶液でH2Sガスを洗浄する際に生成される）を硫化ナトリウムおよび重硫化ナトリウムの製造に利用	113		2024
使用済みのモノジトリリン酸ナトリウム溶液（4,7-ジクロロキノリンの製造中に生成）をトリリン酸ナトリウム結晶の製造に利用	112		2024
使用済み塩化カリウム（農業産業からの使用済み KBr 溶液（メタフェノキシベンズアルデヒド）からの臭素回収時に生成）を、染料および染料中間体の製造や電気メッキ産業に適した塩化カリウム塩の回収に利用します。	111		2024
鉄鋼材料の酸洗操作における廃塩酸（有機化合物の塩素化中に生成）の利用	110		2024
使用済み亜硫酸ナトリウム（農業、染料および染料中間体、製薬部門、有機化学部門のクロロスルホン化反応中のSO2の苛性洗浄中に生成）を染料および染料中間体、繊維、パルプおよび製紙産業の製造プロセス用の亜硫酸水素ナトリウムの製造に利用	109		2024
使用済みサリチル酸ナトリウム溶液（熱エステル化プロセスによる香料エステルの製造中に生成）および使用済みHCl（クロラルールの製造中に生成）の工業用サリチル酸の製造（染料製造）への利用	108		2024
使用済み酢酸ナトリウム（医薬品製造から生成 - 7-ACCA）の酢酸ナトリウム三水和物の回収への利用	107		2024

出典：CPCB⁴

※CPCB ウェブサイトの表示をウェブ上で翻訳したもの

2) プラスチック廃棄物管理規則

インドでは、2016年3月21日に、「2011年プラスチック廃棄物（管理および取り扱い）規則」に置き換わる新たな規則「2016年プラスチック廃棄物管理規則」が公布された。本規則により、レジ袋の厚さの最低基準が 50 μm に改正される他、プラスチック包装の生産者や輸入者等に対する登録や廃棄物の回収を課す拡大生産者責任(EPR)の規定が明記された。

また、2021年改正規則では、レジ袋の厚さが「2021年9月30日以降、75 μm 以上、および2022年12月31日以降、120 μm 以上」に改正され、段階的な規制強化が進められるとともに、特定の使い捨てプラスチック製品の製造、輸入、保管、流通、販売および使用が禁止される。リサイクル不可能、エネルギー回収不可能、または代替用途のない複層プラスチックの製造および使用も、段階的に廃止することとされている。

2022年2月16日に改正された規則では、プラスチック包装の拡大製造者責任に関するガイドラインに従い、製造者、輸入業者、ブランド所有者(PIBO)はCPCBのEPRポータルサイトに登録した事業者名と登録番号を製品に表示することが義務付けられた。

また、以下のプラスチック包装を対象とし、生産者や輸入者、ブランドオーナー等にEPR目標やリサイクル目標(2024年度より適用)、再生プラスチック使用比率目標(2025年度より適用)などを課している。

⁴ CPCB: SOP under Rule 9 <https://cpcb.nic.in/sop-for-hw-specific/>

表 2-3 プラスチックリサイクル率目標

カテゴリ	内容	2024-25	2025-26	2026-27	2027-28
I	硬質プラスチック容器	50%	60%	70%	80%
II	単層又は複層の軟質 プラスチックシート包装	30%	40%	50%	60%
III	複層プラスチック包装	30%	40%	50%	60%
IV	生分解性プラスチック	50%	60%	70%	80%

出典：CPCB⁵

EPR ガイドラインは、生産者、輸入者、ブランド保有者に課せられている廃棄物の回収、リサイクル目標等を達成できなかった場合、環境補償金が課される旨を規定している（EPR ガイドライン 9.1 条）。ただ、3 年間は、過年度の不達成分を次年度以降に持ち越すことができ、次年度に過年度分の不達成分も含めて目標を達成することができれば、徴収された環境補償金の一部の返還を求めることができる。3 年以内に目標が達成できない場合には、環境補償金は全額没収されることとなる。

また同ガイドラインによって課されている拡大生産者責任を果たせなかった場合、SPCB または公害防止委員会（PCC：Pollution Control Committee）によって社名が公表される。

●⁵ CPCB: 2022 年プラスチック廃棄物管理規則案
<https://cpcb.nic.in/uploads/plasticwaste/2-amendment-pwmrules-2022.pdf>

3) バイオ医療廃棄物管理規則

バイオ医療廃棄物管理規則 (BMWM 規則 2016) は、環境と人間の健康への悪影響を防止するために、環境に配慮した管理方法でバイオ医療廃棄物の収集、分別、処理、処置、処分方法を改善することを目的としており、これらに係るすべての個人/団体に適用される。

バイオ医療廃棄物を排出する施設は同規則に則り、バイオ医療廃棄物の種類によって区分された色分けシステムに従って分別することが義務付けられている。



図 2-2 バイオ医療廃棄物の分別ルール

出典：MoEFCC⁶

そのほか、排出事業者が義務付けられている管理規則は次の通りである⁷。

- ・ 一般廃棄物との混合処理の禁止
- ・ 廃棄物の発生から 48 時間以内の処分
- ・ 塩素含有プラスチック製品（手袋）の使用の段階的廃止

⁶ MoEFCC : Pictorial Guide on Biomedical Waste Management Rules 2016
https://cpcb.nic.in/uploads/Projects/Bio-Medical-Waste/Pictorial_guide_covid.pdf

⁷ CPCB:Guidelines for Management of Healthcare Waste as per Biomedical Waste Management Rules, 2016
https://cpcb.nic.in/uploads/projects/bio-medical-waste/guidelines_healthcare_june_2018.pdf

- ・ 医療廃棄物処理施設が 75 km 圏内にある場合、当該施設での処理
- ・ 実験室廃棄物、高レベル感染性廃棄物の医療廃棄物処理施設での前処理
- ・ 廃棄物が処理されるまでの廃棄物バッグ、容器へのバーコードラベルの貼付け

【廃棄物処分までの手順】

- 発生源で色分けされバーコード ラベルが貼られたバッグ/容器に廃棄物を分別
- 実験室廃棄物および高度感染性廃棄物を前処理
- 分別された廃棄物を中央保管エリアに施設内輸送
- 中央保管エリアでの医療廃棄物の一時保管
- 医療廃棄物処理施設または専用施設による医療廃棄物の処理と処分

インド国内医療施設及び医療廃棄物処理施設の概要を下表にまとめた。

インドでの医療施設は 375,256 か所あり、そのうち 121,396 か所は病床を所有、253,860 か所は所有していない。医療施設のうち 262,786 か所が共用医療廃棄物処理施設（政府認可施設）を利用して医療廃棄物の収集、処理、処分を行っており、17,206 か所が独自の処理および処分施設を有している。稼働中の共用医療廃棄物処理施設は 215 か所であり、建設中が 35 か所、医療廃棄物の総発生量は 1 日あたり約 764 トンで、そのうち共用医療廃棄物処理施設と自家処理施設で処理・処分された医療廃棄物は 1 日あたり約 721 トンとなっている。

表 2-4 インド国内医療施設及び医療廃棄物処理施設の概要

医療施設数	3,75256 (病床あり：1,21,396、病床なし：2,53,860)
病床数	25,61,295
共用医療廃棄物処理施設数	215+35 (建設中)
認可を受けた医療施設数	2,62,786
自家処理設備保有の医療施設	13,605
医療施設で運営する焼却施設	102
医療廃棄物発生量 (トン/日)	764
医療廃棄物処理量 (トン/日)	721
違反者数	23,199
通達送付/債務不履行者	15,355

出典：CPCB⁸

⁸ CPCB : Annual Report 2022-2023 <https://cpcb.nic.in/annual-report.php>

(2) 気候変動政策・再生可能エネルギー対策

モディ首相は COP26 での演説で、2070 年までにネット・ゼロ〔温室効果ガス (GHG) 純排出ゼロ〕を達成すると宣言している。これを受けて、インド環境・森林・気候変動省 (MoEFCC) は 2022 年 11 月に、2070 年までのネット・ゼロへの長期的な戦略である「India's Long-Term Low-Carbon Development Strategy」を公表している。

インドにおける脱炭素を推進する方策としてカーボンプライシングがある。カーボンプライシングとは、企業などの排出する CO₂ (カーボン、炭素) に価格をつけ、それによって排出者の行動を変化させるために導入する政策手法である。有名な手法には「炭素税」や「排出量取引」と呼ばれる制度があり、インドでは、国際的なカーボンクレジット取引の枠組みであるクリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism: CDM) に参加してきている。2022 年時点で CDM 理事会に登録されたプロジェクトの約 2 割がインドのプロジェクトであり、温室効果ガス排出削減量に応じて発行されるクレジットである Certified Emission Reduction (CER) は中国に次いでインドが世界で 2 番目に多い。プロジェクトには、再生可能エネルギー、省エネ、燃料転換、森林吸収等が含まれるが、再生可能エネルギーの導入が中心となっている。

またインドでは、温室効果ガス削減を目的とした国内独自の省エネ達成認証 (PAT 制度: Perform, Achieve and Trade) スキームと、再生可能エネルギー購入を促進する再生可能エネルギー証書 (Renewable Energy Certificate) がある。

1) PAT 制度

このスキームは、2001 年に制定された省エネ法に基づいており、同法の下で、エネルギーを大量消費する産業が指定エネルギー消費者として指定され、個別のエネルギー消費者に対して「エネルギー原単位目標」と「ベースライン生産量」が省令として通知される。

これに基づき、一定のエネルギー効率改善義務が課され、この改善義務を果たした事業者は、目標を超えた部分について、省エネ目標達成の証明書 (省エネ証明書) の発行を受けて、これをエネルギー取引所で販売することができる。

一方で、改善義務を果たせない事業者は、エネルギー取引所を通じて必要な量の省エネ証明書を購入するか、罰金 (未達成分のエネルギーコスト) を払う必要がある。この PAT スキームは、3 年間で 1 サイクルとして、サイクル毎に対象産業を指定する形で、現在までに 6 つのサイクルが実施されている。当初は比較的容易に達成可能な目標設定でしたが、サイクル 2 からはパリ協定に基づくインドの意欲的な目標とリンクされ、より高い努力目標が設定されており、目標を達成するには、国家として研究開発、インフラ整備、技術開発を推進することが重要とされている。

2) 再エネ証書

2003年電気法（Electricity Act, 2003）および気候変動に関する国家アクションプランでは、総発電量のうち再生可能エネルギーの割合を増加させる目標を掲げている。この目標を達成するために、一定の指定業者には、総電力消費量のうち一定割合を再生可能エネルギーから調達する義務（再エネ購入義務）が設定されている。中央政府当局に登録された再エネ事業者は、①電力規制委員会の定める再エネ用の売電価格で電気を販売するか、②電気の販売は通常の電気料金で行う一方で、環境貢献部分については別途当局の発行する再エネ証明書の取引を通じて回収する、という2種類の選択肢が与えられ。後者を選んだ場合、再エネ証明書は、その時々設定される上限・下限価格の範囲内で、エネルギー取引所で売買することができます。この再エネ証明書は、各指定業者に課された再エネ購入義務に充足することができる。

(3) 水質・大気関連

1) 水質汚染防止及び管理法

水質汚濁を防止し管理するため、許可制度及び同意手続について定め、規制対象となる事業者は、定期的な水消費量の届出と納税が義務付けられている。また、SPCBが定める有毒物、有害物または汚染物を、水路（地下水を含む）、河川、井戸、下水道、海、潮汐水、土地にて処分することが禁じられている。水質汚染防止に関する主要な法規則は下表のとおりである。

法規則	概要
水質汚濁防止及び管理法	1974年に制定、1988年に改正された水質汚染の防止や制限及び水質の向上を目的とした法律であり、60種類の産業それぞれに異なる排水基準が設定されており、この基準に反している企業に対しては、住民が訴訟を起こすことができることとしている。
水質汚濁防止及び管理規則	1975年に制定された規則。CPCBの機能が細かく規定され、CPCBが所有する分析機関で水質分析を行う場合の分析費用も規定されている。

2) 大気汚染防止法

CPCBとSPCBの大気汚染の排出基準の策定権限などを規定する。工場などの建設に先立ち、同法に基づくSPCBまたはCPCBの建設許可及び操業許可を取得する必要がある。近年は、自動車の排ガス基準も強化されている。大気汚染防止に関する主要な法規則は下表の通りである。

法規則	概要
大気（汚染防止および管理）法	1981年に制定され、インドにおける大気汚染の防止、管理および軽減を規定するために1987年に改正された。この法律は、CPCBとSPCBのさまざまな役割・機能を規定している。
大気汚染防止規則	1981年の大気(汚染防止および管理)法と1986年の環境(保護)法によって規定されている。CPCBとSPCBがこれらの規則の施行を担当している。

①国家クリーンエアプログラム（NCAP）

すべての関係者の参加を得て、24州の131都市（未達成都市および100万以上の都市）の空気の質を改善することを目的として、2019年1月に環境・森林・気候変動省（MoEFCC）によって開始された。

- ・ NCAPは、2024年までに2017年の基準値よりPM10濃度を20～30%削減することを想定し、その後、2025～26年までにPM10レベルを最大40%削減、もしくは国家基準（60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を達成するように改正された。
- ・ 都市行動計画(CAP)は131都市すべてで作成されており、都市地方自治体によって実施されている。
- ・ 都市特有のクリーンエア行動計画は、土壌や道路のほこり、車両、家庭用燃料、都市廃棄物の燃焼、建設資材、産業など、都市特有の大気汚染源を対象としている。
- ・ これらの131の都市には、都市行動計画の活動を実施するために、実績に基づく財政支援が提供されている。

②水質・大気汚染防止におけるCPCBの機能

CPCBは以下の機能の全てまたは一部を実行することができる。

- ・ 予防および管理に関するあらゆる問題について中央政府に助言する。
- ・ 上記法律に基づく規則および規制に従って州委員会の活動を調整し、州委員会間の紛争を解決する。
- ・ 水質汚染および大気汚染の問題およびその防止、管理または軽減に関する技術的援助および指導を州委員会に提供し、調査および研究を実施および後援する。
- ・ 水質汚染及び大気汚染の防止、管理又は軽減のためのプログラムに従事する者の訓練を計画し、組織する。
- ・ マスメディアを通じて、水質汚染や大気汚染の防止、管理、軽減に関する包括的な大衆啓発プログラムを組織する。
- ・ 水質汚染および大気汚染に関する技術的および統計的データ、ならびにそれらの効果

的な防止および管理のために考案された措置を収集、編集および公表し、下水および産業排水の処理および処分、ならびに煙突ガス洗浄装置、煙突およびダクトに関するマニュアル、規則またはガイドを作成し、情報を普及する。

- ・ 関係州政府と協議の上、河川や井戸に関する基準を定め、毎年修正し、また、空気の質に関する基準を定める。
- ・ 騒音を含む水質汚染や大気汚染の防止、管理、軽減のための全国的なプログラムを計画し、実行させること。
- ・ 規定されるその他の機能を実行する。

2.2 テランガナ州の概況

(1) 基礎情報

テランガナ州は、インドで29番目の最も新しい州として2014年にアンドラプラデーシュ州から独立して設立された。主要産業はIT、製薬、繊維、鉱物など。国内有数のIT都市である州都のハイデラバード市にはマイクロソフト、アップル、グーグル、アマゾンなどのグローバル企業が進出している。

医薬品原薬の製造はインド随一であり、インド全体の生産高の40%、輸出高の50%を占める。州政府はハイデラバード近郊で2025年までに約19,000エーカーの製薬産業集積地ファーマシティを整備予定である。産業構成比は第一次産業17%、第二次産業20%、第三次産業63%となっている（2023年度）。

出典：外務省在チェンナイ総領事館⁹

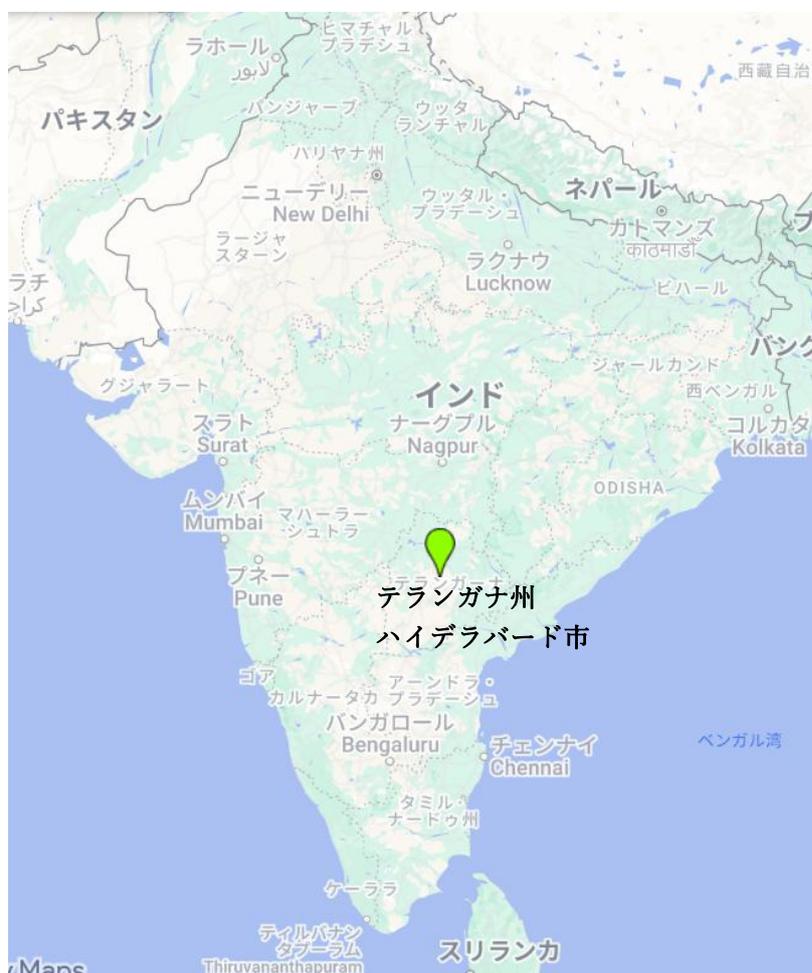


図 2-3 テランガナ州・ハイデラバード市の位置

出典：Google Map

⁹ 外務省在チェンナイ総領事館：テランガナ州概要

<https://www.chennai.in.emb-japan.go.jp/files/100738474.pdf>

(2) 面積・人口

面積はテランガナ州が 11 万 2,077 km² (県 (District))であり、その中に 33 の都市が含まれる。人口は 2021 年の推計で 3,772 万 5,000 人とされる。ハイデラバード市は、625 km²の地域に広がり、2024 年の人口は推計約 1,200 万人とされる。

出典：外務省在チェンナイ総領事館、GHMC¹⁰

(3) 行政界・人口密度

テランガナ州には 33 の地区があり、最大の地区はバドラドリコタグデム、最小の地区はハイデラバードである。州の中でもハイデラバードに人口が集中している。



図 2-4 テランガナ州 行政界・人口密度

出典：テランガナ州統計概要 2022 年¹¹
※ただし、データは 2011 年の国勢調査のデータ

ハイデラバード市は、6 つのゾーンに分かれており、これらの 6 つのゾーンは、管理の効率化のため、合計 150 の区からなる 30 のサークルにさらに分割されている。

¹⁰ GHMC: DRAFT DISASTER MANAGEMENT PLAN, GHMChttps://directorateofevdm.ghmc.telangana.gov.in/cec-api/uploads/downloads/661e0e0103b4f_1713245697000.pdf

¹¹ テランガナ州統計概要

150 WARD MAP OF GHMC

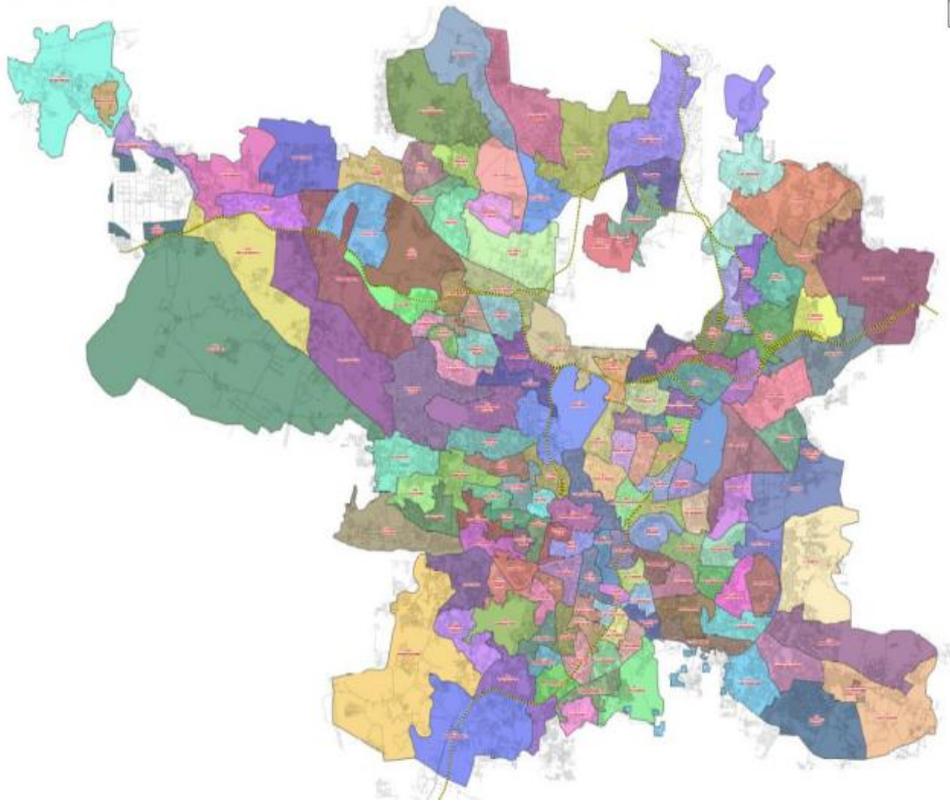


図 2-5 ハイデラバード市の区

出典：GHMC¹²

本調査では、地域特性が影響する廃棄物資源化分野の調査対象をテランガナ州としたため、アンドラプラデーシュ州の概要は割愛している。

¹² GHMC: DRAFT DISASTER MANAGEMENT PLAN, GHMChttps://directorateofevdm.ghmc.telangana.gov.in/cec-api/uploads/downloads/661e0e0103b4f_1713245697000.pdf

3. 廃熱回収発電に関する調査

3.1 コークス乾式消火設備の特徴

日鉄エンジニアリングは、省エネ・CO₂削減効果を有する「コークス乾式消火設備 (CDQ: Coke Dry Quenching)」導入の国際展開を推進してきた。多くの既存鉄鋼プラントで導入されている「コークス湿式消火設備 (CWQ: Coke Wet Quenching)」と置き換えることで、大幅な省エネ・CO₂削減が実現される。本章では、CWQ と対比することで、CDQ 技術および導入効果について概説する。

(1) コークス消火設備の種類および比較

鉄をつくるための燃料として高炉に投入される「コークス」を製造するためには、石炭を「コークス炉」で蒸して「赤熱コークス」にした後、これを冷却するプロセスが用いられている。赤熱コークスを冷却する設備(方法)として CWQ と CDQ がある。

CWQ は大きな煙突のような構造で、赤熱コークスを冷却する際に散水する。この水によって赤熱コークスが冷却されるが、同時に大量の熱エネルギーが蒸気となり煙突から大気に放散されてしまう。また水による冷却でコークス品質が低下してしまうこと、ダストが混じった蒸気が大気へ放散されることによる環境面における問題等、設備導入費が比較的安価であるというメリットを上回るデメリットが存在する。(図 3-1、図 3-2)

一方、CDQ は、設備そのものが密閉構造で、水を使わず冷却ガスで赤熱コークスを冷却する。冷却の際に発生する熱エネルギーは回収されボイラーで蒸気となり、タービン&ジェネレーター(以下、TG という)での発電が可能となる。メリットの詳細については、以下にて改めて説明する。

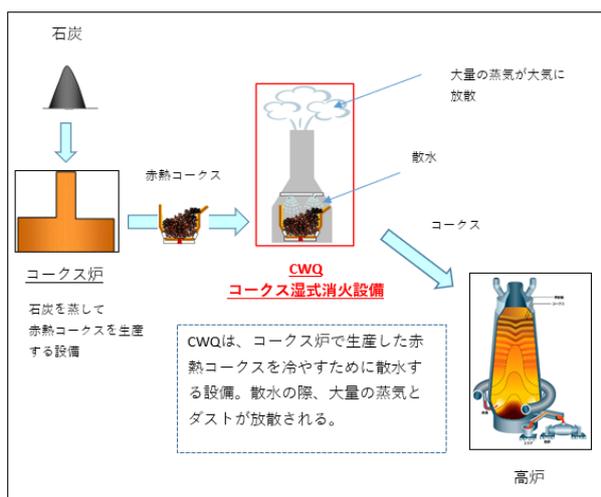


図 3-1 コークス湿式消火設備(CWQ)

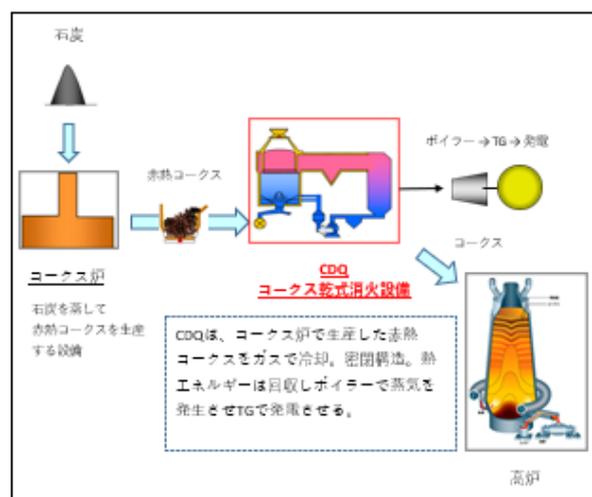


図 3-2 コークス乾式消火設備(CDQ)

出典：日鉄エンジニアリングにて作成



図 3-3 コークス乾式消火設備(CDQ) 写真

出典：日鉄エンジニアリング HP

(2) コークス乾式消火設備の概要

① 発電

上述の通り、CDQは冷却過程で回収された熱エネルギーを、ボイラーにて蒸気に変換、その後TGに送気の上発電に利用することができる。

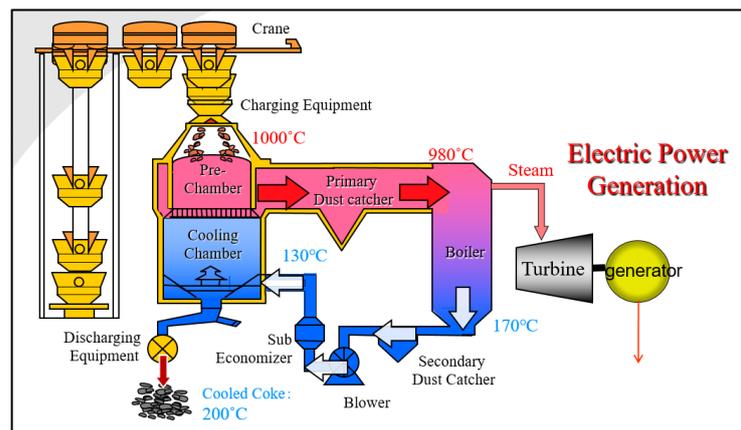


図 3-4 CDQ 設備構成/発電

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

② 環境改善

CWQは赤熱コークスに水をかけ湿式冷却するが、CDQでは水を使わずに不活性ガスでコークスを冷却する。CDQは密閉構造になっており、水で急冷するCWQのようなダスト混じりの白煙が発生せず、コークス炉周辺環境の改善に寄与する。ダスト発生量削減の概算値とし

て、CWQ の場合のダスト発生量 300g/トン-coke に対して CDQ の場合は 3g/トン-coke と、99%の大幅改善を実現する。

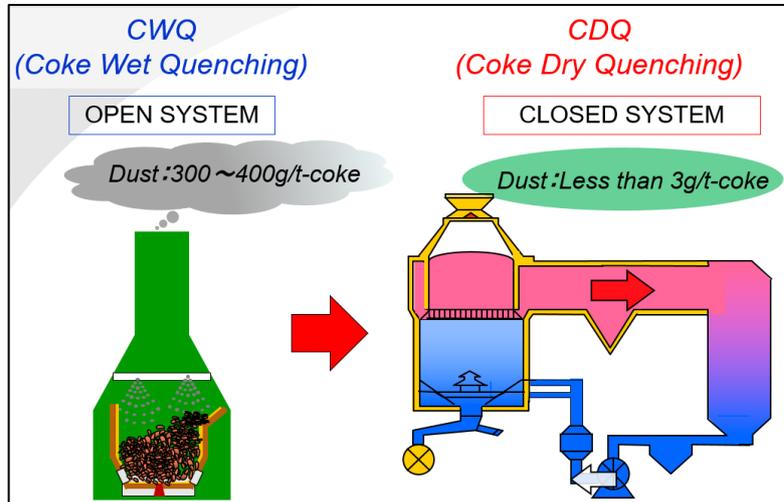


図 3-5 CDQ ダスト対策

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

③ コークス品質改善

コークスは、高炉内で容易に変形しない硬さと粒度を保つことで高炉内の溶銑と還元ガスの通路を確保する役割を有する。CDQ では不活性ガスにてコークスを徐々に冷却することで、水冷で起こるコークスの多孔化や内部亀裂の発生を抑えるとともに、冷却過程のコークス同士の摩擦で脆弱部が剥離してコークスの強度が高まり、高炉の還元効率（反応効率）を向上させる効果がある。さらに、コークスに含まれる水分を極限まで減らすことで、高炉で水の蒸発に必要とされる熱量を押さえ、熱源としてのコークスの使用量の低減に寄与する。

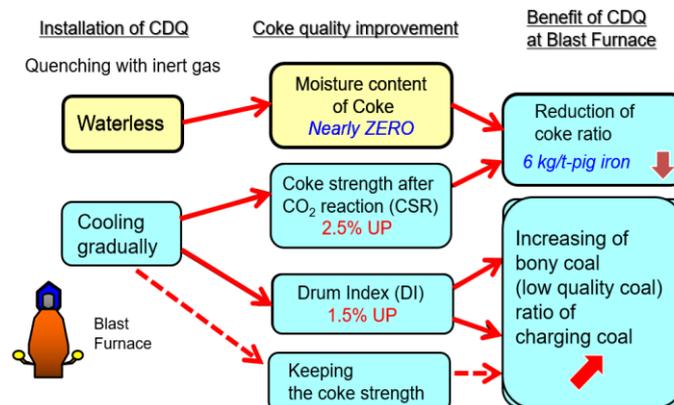


図 3-6 CDQ コークス品質改善

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

(3) 日鉄エンジニアリングのコークス乾式消火技術

① 大型化

日鉄エンジニアリングにおける CDQ の技術開発は、省エネルギーに対するニーズが高まった第一次オイルショック当時、ロシア(当時ソビエト連邦共和国)からの技術導入に端を発する。コークス生産量の増加に対応するため、当初 56 トン/時であった処理能力の大型化と信頼性の向上を実現するための技術開発を進めた。CDQ の大型化の課題はチャンバー内部のコークスを均一に冷却することにあるが、日鉄エンジニアリングはコークスと冷却ガスが均一に流動するためのシミュレーション解析、フルスケール実験機での検討など長年にわたる研究により、大規模設備においても冷却効率を低下させず安定した操業が実現できる独自の技術を開発することに成功し、処理能力を 80 年代に 100 トン/時、150 トン/時、180 トン/時と向上させ、2009 年には世界最大となる 280 トン/時の最新設備を中国の京唐鋼鉄に納入した。(図 3-8、図 3-9)

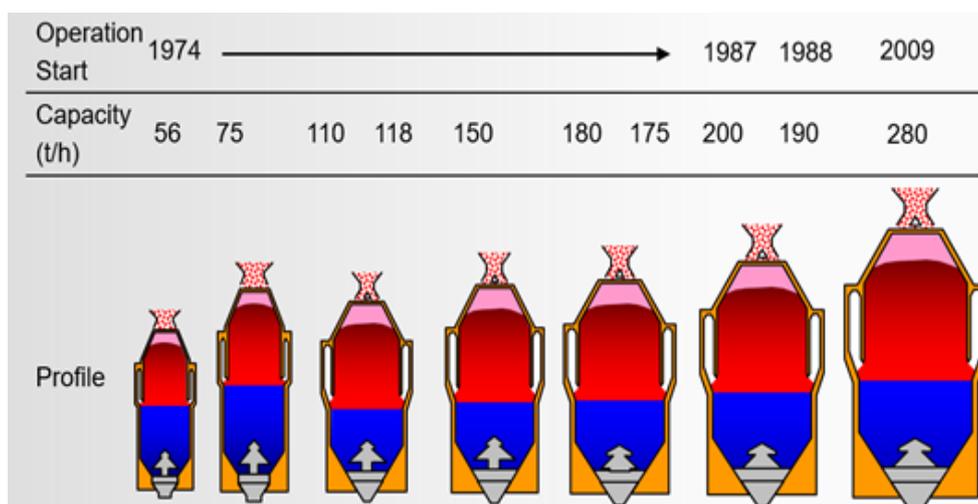


図 3-7 CDQ 大型化の経緯

出典：日鉄エンジニアリングにて作成



図 3-8 首鋼京唐鋼鉄 CDQ

出典：日鉄エンジニアリングにて撮影

280 トン/時設備の開発により、従来の処理量 140 トン/時の CDQ を 2 基設置する場合と比較して、約 20~25%の建設コストの削減を実現した。また約 20%のランニングコストが低減される。さらに導入に必要な敷地面積も約 25%削減することが可能で、導入時に課題とされるスペース確保の問題の改善にも繋がる。

このように、日鉄エンジニアリング株式会社が有する大型 CDQ の導入には優位性を有する。

3.2 RINL 社のコークス消火設備の現状と課題

(1) RINL 社について

Rashtriya Ispat Nigam Limited (RINL) 社は、インド政府鉄鋼省傘下の国営鉄鋼企業であり、アーンドラ・プラデーシュ州のヴィシャカパトナムに唯一の生産拠点（ヴァイザック製鉄所）を有する。同製鉄所は 1992 年に操業を開始、現在では年間約 730 万トンの生産能力を持つ。インドで初めて海岸沿いに建設された製鉄所であり、自社鉱山を持たないため、主にブラジルやオーストラリアから輸入された鉄鉱石を原料として使用し、TMT 鉄筋や線材、棒鋼等を主要製品として生産している。

【RINL社概要】	
正式名称	: Rashtriya Ispat Nigam Ltd, (通称:RINL社)
製鉄所	: Andrapradesh州 Visakhapatnam市
設立	: 1992年
生産能力	: 7.3百万t/年
売上	: 約 4,000億円 (2023年)
従業員	: 約 14,000人 (2023年)

図 3-10 RINL 社概要

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

(2) RINL 社のコークス消火設備について

RINL 社ヴァイザック製鉄所には現状 5 基のコークス炉が存在し、各コークス炉に CDQ (Giprokoks 社製) が備え付けられている。ヴァイザック製鉄所の CDQ は当社のシングルチャンバータイプとは異なり、マルチチャンバータイプと呼ばれるものであり、CDQ1 基につき 50 トン/時処理量のチャンバーが 4 基設置され、2 基は操業、1 基はスタンバイ、1 基は修繕用とされている。

3.3 関連政策・制度の動向分析

(1) インド政府の取組について

パリ協定におけるインドの CO₂削減目標は、2030 年までに GDP 比 33~35%削減となっている。21 年 11 月 COP26（第 26 回気候変動枠組条約締結国会議）において、モディ首相はインドの中長期 CO₂削減目標・重点取組について言及し、2070 年でのカーボンニュートラル（以下、CN という）達成を発表した。参考までに、モディ首相が COP26 にて説明した各項目におけるインド政府目標および内容を以下に示す。

表 3-1 COP26 におけるインド政府 CO₂削減目標の整理

項目	インド政府目標(COP26 発表)	内容・補足等
CN 化	2070 年までに達成	再生可能エネへの転換、自動車 EV・エタノール車の普及、グリーン水素の製造・使用促進、等を重点施策と位置付け
CO ₂ 排出量 (2030 年目標)	GDP 比▼45%削減 (対 2005 年)	従来目標(GDP 比▼35%)から引き上げ
	排出量▼10 億トン削減	20 年排出量実績：23 億トン
再生エネルギー (2030 年目標)	再エネ比率≧50%	従来目標 40%から引き上げ。
	発電設備容量 500GW	従来目標 455GW から引き上げ。 (#年時点：約 180GW)

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

(2) 鉄鋼分野における取組について

鉄鋼業については、インド鉄鋼省が粗鋼量比換算で CO₂排出削減目標を 2030 年にて 2.4 トン/t-steel（2005 年 3.1 トン/t-steel に対して 23%削減）の目標を設定。2070 年 CN 達成に向けた新たな目標を検討中だが、電炉・DRI（ガスベース、グリーン水素）活用、スクラップ使用拡大、100%再生エネルギー使用、CCUS 推進などの施策を推奨している。2023 年 2 月、鉄鋼大臣は国会にて 2070 年 CN 達成に向けた基本方針を説明し、短期的（～2030 年）にはエネルギー・資源利用の効率化推進と再エネ利用促進の重点化、中期的（2030～47 年）にはグリーン水素利用と CCUS への注力、長期的（2047～70 年）な見通しとしては革新的な代替技術への転換を目指している。

3.4 事業化計画

RINL 社では、2027 年までに生産能力を現状の 730 万トン/年から 2,000 万トン/年まで向上させる拡張計画があり、この拡張計画によって CDQ も新設される予定だが、詳細については今後ヒアリングを継続して進めていく必要がある。

3.5 事業採算性評価

本項では、RINL 社ヴァイザック製鉄所へ当社製 CDQ を導入した場合の CO₂ 削減量および経済的メリットについて述べる。

マルチチャンバータイプは1基の CDQ に複数のチャンバーが設置されているのに対して、シングルチャンバータイプは1基の CDQ に1基のチャンバーのみとなっている。このことより、マルチチャンバータイプはシングルチャンバータイプと比較して設備数が多く、以下図中に示す通り設備導入や操業にかかる費用（操業要員やメンテナンス箇所の増加等）が高くなってしまったため、インドにおいてもシングルチャンバータイプが主流となっている。従って、RINL 社へシングルチャンバータイプを導入することで、マルチチャンバータイプと比較して、導入費および操業にかかる費用について大幅な削減が見込める。

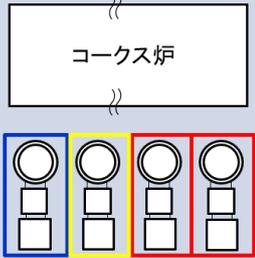
	シングルチャンバー	マルチチャンバー
レイアウト		
特徴	CDQ1基にチャンバーが1基	CDQ1基にチャンバーが4基 ・2基稼働 (赤枠) ・1基スタンバイ (黄枠) ・1基修繕 (青枠) 導入費はシングルチャンバーの120% 操業費はシングルチャンバーの175%

図 3-9 シングルチャンバーとマルチチャンバーの違い

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

3.6 JCM 方法論開発に関する検討および今後の対応について

当社は既に、令和3年度二国間クレジット取得等のためのインフラ整備調査事業（JCM 実現可能性調査（CCUS 含む）、CEFIA 国内事務局業務および CCUS 普及展開支援等業務）低炭素脱炭素分野における JCM 実現可能性調査において、コークス炉へ CDQ を新規導入した場合の CO₂ 削減効果調査の実施は完了した。しかし、マルチチャンバータイプからシングルチャンバータイプへ置き換わった場合の調査については、まだ行っていない。RINL 社ヴァイザック製鉄所への当社製 CDQ 導入計画が実現した場合には、別途詳細検討は必要となるが、CDQ タイプ差による放熱量と当社製モデルによる性能差等を踏まえ、蒸気量が増加し発電量も向上する。また、CO₂ 削減量は現状よりも 12,000 トン-CO₂/年(マルチチャンバー：80,000

トン-CO₂/年⇒シングルチャンバー：92,000 トン-CO₂/年)増加することになる。今後JCM 方法論開発を進めることで、マルチチャンバータイプからシングルチャンバータイプへ置き換えた場合のCO₂削減量に基づき、カーボンクレジットが創出できる見込みがあるため、RINL 社の動向を確認しつつ、さらなる情報を収集することでシングルチャンバータイプ CDQ の導入可能性について探っていきたい。また、今回調査を行った RINL 社以外にも、以下表に示す通りインドにはまだマルチチャンバータイプの CDQ を操業している客先が多数存在するため、これらをシングルチャンバーへ置き換えた際の効果についても引き続き検証していきたい。

表 3-2 インドにおけるマルチチャンバータイプ CDQ 一覧
(現時点で把握しているものに限る)

客先	製鉄所	タイプ	処理量
SAIL	Bhilai	マルチチャンバータイプ	50t/h×4基
SAIL	IISCO	マルチチャンバータイプ	50t/h×4基
SAIL	Roukela	マルチチャンバータイプ	50t/h×4基
RINL	Vizag	マルチチャンバータイプ	50t/h×4基
NMDC	Nagarnagar	マルチチャンバータイプ	50t/h×4基

出典：日鉄エンジニアリングにて作成

4. 廃棄物に関する調査（ハイデラバード市）

ハイデラバード市役所(MCH)は2007年後半、他の12の自治体(ランガレッディ地区とメダック地区)と合併し、グレーターハイデラバード市役所(以下、GHMC という)が設立されている。

2000年に国の都市固形廃棄物(管理および処理)規則にガイドラインが定められ、GHMCは市内の衛生状態を国際基準にまで向上させるために、統合都市固形廃棄物管理プロジェクトを官民パートナーシップ(PPP)の下で実施することを決定した。これを受け、当プロジェクトの運営のため、HIMSW (Hyderabad Integrated MSW Limited) が設立された。当事業は民間事業者へ委託のため入札が実施され、この廃棄物管理プロジェクトをラムキーグループの廃棄物管理会社である Ramky Enviro Engineers Limited (REEL、現 Re Sustainability Ltd.、以下、ReSL という) が受託した。プロジェクトの受注後、GHMC と HIMSW は2009年に契約を締結している。

本調査では、ReSLの取扱う廃棄物の範囲で調査結果を報告する。

4.1 一般廃棄物発生量と質

(1) ハイデラバード市の廃棄物概況

ハイデラバードでの廃棄物回収エリアは625km²、6つのゾーンに分かれており、各ゾーンがさらに30サークル(1サークル150区)に分けられる。

ReSLへの聞き取りによると、市内から発生するごみ量は約8,000トン/日(2024年7月時点聞き取り)、一般廃棄物については2013年以降、年間7~8%のペースで増加し続けている。

廃棄物の全体の内訳は図4-1のグラフの通りである。

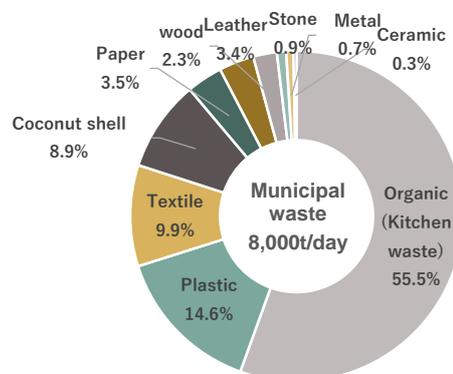


図 4-1 一般廃棄物組成
出典：ReSL 提供データ

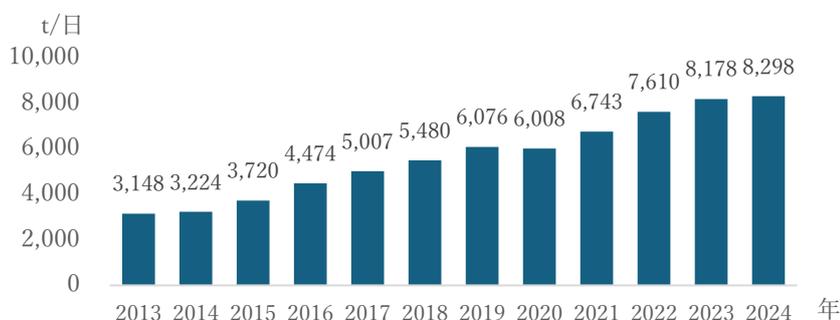


図 4-2 ハイデラバード市内からの一般廃棄物回収量の推移
出典：ReSL 提供データ

一般廃棄物の発生源別の比率の参考として、K. Vamsi Krishna ら（2015）が整理したデータを下表に示す。

表 4-1 2015 年におけるハイデラバード市の一般廃棄物発生源別比率（5,030 トン/日）

No.	発生場所	発生量（トン/日）	発生源別比率（%）
1	家庭	1,870	37.2
2	商業施設	350	7.0
3	宿泊・飲食	666	13.2
4	公共施設等	125	2.5
5	公園・庭	69	1.4
6	道路清掃	325	6.5
7	排水溝	175	3.5
8	市場	479	9.5
9	寺社	35	0.7
10	鶏肉、羊肉、牛肉、魚屋	164	3.3
11	映画館	15	0.3
12	多目的ホール	88	1.7
13	病院	35	0.7
14	建設・解体廃棄物	635	12.6
計		5,030	100.0

出典：International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)¹³

¹³ International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) Vol. 4 Issue 02, February-2015
<https://www.ijert.org/research/municipal-solid-waste-management-using-landfills-in-hyderabad-city-IJERTV4IS020842.pdf>

(2) 一般廃棄物処理の流れ

1) 廃棄物収集・運搬

ReSL では一般廃棄物の戸別収集は行っていない。1次収集は GHMC が委託したコレクターが市内の家庭、事業所等から発生する一般廃棄物を収集し、中継施設にて専用コンテナに積替え後、最終処分場や廃棄物焼却発電施設等へ輸送する。2次収集では、露店商や路上に投棄された廃棄物などをコレクターが収集して運び込む。

ここでの一般廃棄物収集・輸送ステップは、次のように定義されている。

- 1次収集：各家庭・事務所からの廃棄物を回収
- 2次収集：道路清掃ごみ、路上投機ごみの回収（各家庭、事務所からオーバーフローした廃棄物、未収集エリアの廃棄物が路上に投棄される）
- 3次収集：中継施設から処理施設への輸送（ReSL が実施）

2) 廃棄物中継施設

①施設概要

中継施設はハイデラバード市内に 38 カ所立地している。このうち、比較的規模の大きい施設は 17 カ所であり、規模が大きく且つプラスチックの選別・回収を実施している施設は 3 カ所にとどまる。

プラスチックの回収はウェストピッカーが施設へ持ち込まれた廃棄物の中からプラスチックを選別・回収し、これを ReSL が買い取ったうえで、分別や圧縮処理を行い、ラムキーグループ内各社、もしくは外部の事業者へ販売している。

ReSL が販売（供給）する廃プラスチックは、70～80%は上記のようなウェストピッカーから購入しており、これには、行政の雇用対策の意図がある。

一部は ReSL のスタッフが分別しており、異物の除去は、目視の手選別や機械の重力選別による。

プラスチックは、PET(白色、緑色)、PP、PE、PVC、ABS に選別されており、すべて目視での対応となる（施設管理者がウェストピッカーに対して樹脂別の見分け方を指導）。ただし PE や PS などのその他樹脂に係る仮置きスペースは見受けられなかった。

プラスチックのうち、ペットボトルの選別・回収量は 130～150kg/日程度であり、自社ではリサイクルしていない。その理由として、ペットボトルリサイクルは競合（インドでは Alliance Fibres Ltd.が最大）が多いためである。

質の良い PP や HDPE は、グループ会社へ売却され、ペレットや医療廃棄物の廃棄袋に加工される。グループ外向けに販売しているものは、ペンキの容器などに再生されている。

近年政府がペット to ペットを推進しており、ペットボトルを製造する際は、再生原料を3割使用する必要があることから、今後、廃ペットボトルのニーズは高まるものと考えられる。

図 4-3 Amberpet 中継施設



施設外観



ウェストピッカーによる分別



廃棄物の状況



中継施設の積み替え設備



積み替え後の輸送車両



手作業での分別状況

3) 廃棄物中間処理のフロー

Jawahar Nagar 処理サイトは過去、一般廃棄物の最終処分場(オープンダンプ)であり、浸出水のために汚染されていた土地であった¹⁴が、ReSL は 2009 年からその廃棄物を除去及び浸出水の処理を行い、3 年間の建設期間を経て事業をスタートしている。

GHMC からの業務委託費に対して、再生利用や最終処分の工程はコストが高く利益が出ていないが、それ以外は利益が出ている。

ReSL は Jawahar Nagar にて一般廃棄物の処理・処分を実施している。

聞き取りによる廃棄物処理フローを下図に示す (8,000 トン/日の処理を想定)。

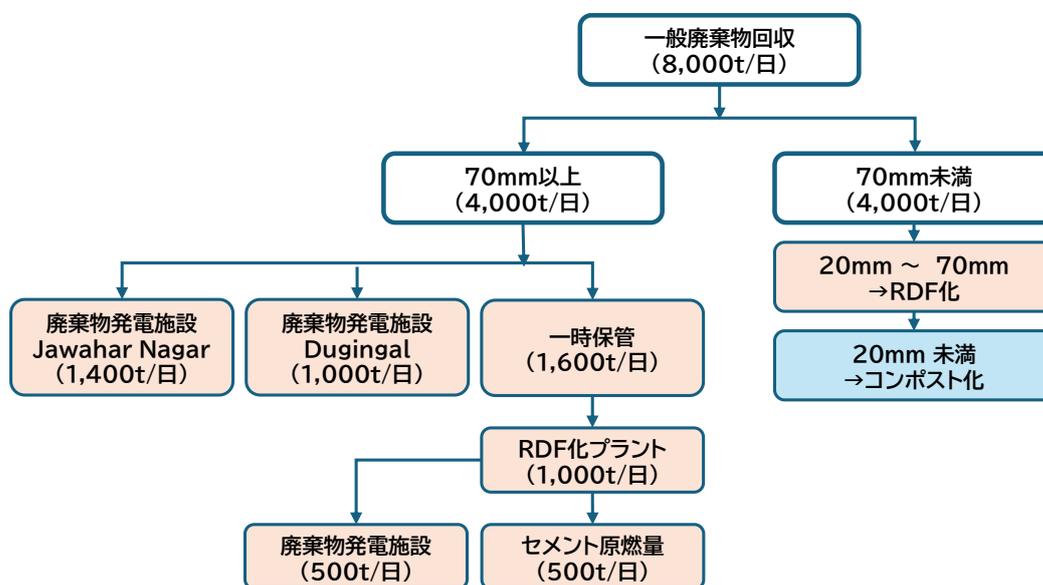


図 4-4 Jawahar Nagar における廃棄物処理フロー

出典：ReSL への聞き取りにより調査団作成
聞き取り情報では一時保管後の数値の整合が取れないが、差分の 600 トンは埋立されていると思われる。

¹⁴ IAS:<https://www.mcrhrdi.gov.in/itp2016/week5/MSW%20-%20PPP,%20Ravi%20Kant.pdf>(2024 年 8 月アクセス)

図 4-4 の廃棄物中間処理フローに関連して以下整理する。

- ▶ 8,000 トンの混合ごみを 70 mm のトロンメルで分離する。
- ▶ 70mm 以上の廃棄物（主にココナッツシェルや布、プラスチック類）は焼却される（一部セメント原燃料として使用）。
- ▶ 70mm 未満の廃棄物は、20mm のトロンメルにかけられ、20 mm 以上 70 mm 以下のものは、RDF としてセメント会社に販売している（最寄りのセメントプラントまでの距離は 150km 程度）。20mm 以下のものは基本的に有機物であり、メッシュ通過後積上げられ、28 日の発酵期間を経てたい肥化される。

このトロンメル（70 mmメッシュ、20 mmメッシュ）での分別施設は場内に 3 か所設置されているが、トロンメルが故障、管理者の不在などで施設が止まっていることも多く、処理容量を超えた廃棄物は埋立て処分されている。

(3) 一般廃棄物関連施設

GHMC との廃棄物処理に対する契約期間は 2012 年から 2037 年までの 25 年間になっているが、当初はリサイクルのみを行っていた。廃棄物の二次収集、中継施設の運営を始めたのは最近である。

ReSL ではメンテナンス費用などにかかなりの投資をしているため、プラス 15 年の契約延長について協議中である。特に、2017 年から開始した WtE（廃棄物発電、以下、WtE という）のコストが大きい。

施設 1：生ごみコンポスト化施設

- ・ 処理方式は基本的には Windrow 式でコンポスト化をしており、攪拌は重機を使用している。
- ・ 有機物（生ごみ、剪定枝）は 4,000 トン/日程度発生している。
- ・ そのうち、20mm メッシュ以下のものをコンポスト資源として発酵・熟成させており（28 日間）、発酵・熟成後 4mm メッシュでふるってパッキングを行い出荷している。
- ・ たい肥成分は、窒素・リン酸・カリウムがそれぞれ最低 1.2% 含有、CN 比は 20 以下と表記されており、シティコンポストとして販売されている。

施設 2：プラスチックリサイクル施設

- ・ 中継施設等で分別されたプラスチックは、ペレットや医療廃棄物のごみ袋として再生している。このごみ袋は医療施設などの排出者に販売し、その袋を使用する排出者からの廃棄物を処理している。
- ・ プラスチックは、ウェストピッカーが分別したものを買い取っている。

- ・ 廃プラスチックのペレット化に使用される機器はストランド方式(ダイスから出てきた熔融樹脂を水槽で冷やしてカットする昔ながらの手法)で、低価格帯の機器と考えられ、品質は低いと考えられる(ペレットの大きさが均質でない、製造中に汚れが付着しやすいなど)。

施設3：RDF

- ・ 廃棄物をトロンメルでふるい、おおよそ 50mm 前後の可燃物がセメント燃料として販売されている。日本の RDF のイメージと異なり、固形化はされていない。
- ・ 1,000 トンの廃棄物のインプットに対しておおよそ 500 トンの廃棄物がセメント燃料として出荷されている。残りの 500 トンは WtE で処理される。
- ・ カロリーは 50mm メッシュ以下のもので 3,000~3,500kcal である。
- ・ 価格は、①石炭価格、②輸送価格等の兼合いで四半期に一度の調整がされており、①や②をどの程度反映させるかは、政府の方針により決まる。

施設4：WtE：廃棄物発電（廃棄物焼却）施設

- ・ Jawahar Nagar の WtE 発電容量は 24MW であり、残りの蒸気は近接する製薬企業へ販売している。処理量は 800 トン/日。
- ・ また 2025 年に同じく 24MW の新規廃棄物発電プラントを建設予定である。
- ・ さらに別のエリアにもさらに 1 基プラント建設予定であり、こちらは 40.5MW の発電規模を予定している。

施設5：埋立処分場からのバイオガス回収（メタン）

- ・ 有機廃棄物のバイオガス化は今後、実施が予定されているが、現在、これまで埋立を実施してきた処分場（インドではレガシーウェストと呼ばれる）から発生するメタンを、イギリスの技術により 2021 年にキャッピングを行い回収している。
- ・ メタンガスは、日量 6 トン発生しており、過去、生ごみを直接埋立していた頃に含まれていた有機物が主な発生源と考えられる。
- ・ メタンガスの濃度は 45%程度であるため、90%程度まで圧縮している。
- ・ 圧縮されたバイオガスは、Bhagyanagar Gas Limited 社に販売される。
- ・ メタンガスは、現在ところ発生し続けており、2030 年がピーク、2037 年くらいまで発生し続けるのではないかと考えている。

施設6：埋立処分場の残余容量及び廃水処理等

- ・ 処分場の敷地 404 エーカー（もともとは 339 エーカーであったが、その後 65 エーカーを追加）で、残余面積は 12 エーカーのみである。
- ・ 浸出水は新たな処理プロセスにより適正に処理され、発生する汚泥は WtE で燃料として燃やされている。
- ・ 日量 8,000 トン（訪問時にデータ更新されて 9,500 トンとの発言もあり）の一般廃棄物回収量は、東京都 23 区（8,000 トン程度）同等であることから、現状の廃棄物発電施設 2 基、並びにたい肥化等設備では再資源化、減量化が追い付かず、実際は相当量が埋立に回っていると考えられる。

写真 4-1 Jawahar Nagar 処理施設の状況



ごみ搬入直後



トロンメルによるふるい



コンポスト出荷品



WtEのごみピット

写真 4-2 Jawahar Nagar 処理施設の状況



WtE コントロールルーム



埋立処分場ガス回収施設



プラスチック再生施設



最終処分場

4.2 産業廃棄物発生量と質

インドでは産業廃棄物という区分はなく、ここでは、一般廃棄物以外の廃棄物として取り扱う。

産業系の廃棄物は、民間同士の契約となっており、ReSL は域内すべての産業廃棄物を収集・処理はしていない。経営戦略として、法で厳しく規制されている廃棄物の処理や再生品が高付加価値で取引される廃棄物を選択して処理しているようである。

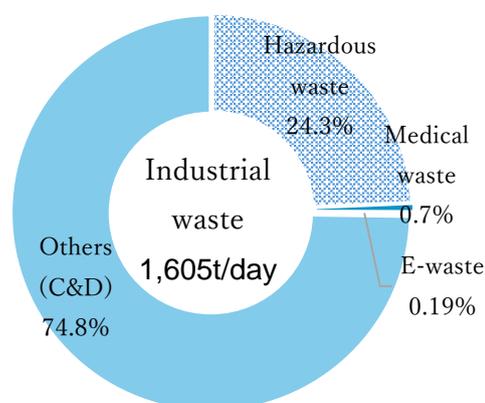


図 4-5 産業廃棄物の回収量と内訳

出典：ReSL 提供データから調査団作成
※ReSL 回収分に限り

(1) 処理施設の概要

- ・ 処理施設はオーストラリアのサポートで建設されたものである。2001年9月にオープンし、オープン前は、不法投棄場所となっていた。
- ・ 全ての不法投棄廃棄物を除去後建設し、緑化を行っている（敷地面積は200エーカー（約81ha））。
- ・ 敷地内には、最終処分場、代替燃料製造施設（Alternative Fuel Resource Facility、以降AFRF）、汚水乾燥施設（Spray Dry）、電子廃棄物リサイクル施設（E-Waste）、廃棄物発電施設（WtE（一般廃棄物受け入れ））がある。

(2) 産業廃棄物の受入れ・処理の流れ

1) 受入れ

- ・ 多様な廃棄物が入ってくるため、車両入構後、処理前にサンプリングを行い、どのような処理を行うかを選択する。
- ・ 年間約15万トンの産業廃棄物を受け入れ、うち直接埋立10%、処理後埋立75%、焼却処理15%となっている。
- ・ 処理の判断は、廃棄物のpHや重金属の含有量、アンモニア含有量及び有機有害物質の含有量により有害廃棄物に該当するか判断している。
- ・ 分析には、GCMS（ガスクロマトグラフィー質量分析計）やICP発光分析計を用いている。
- ・ それぞれの廃棄物によってパラメータが決まっており、その一つは、廃棄物の熱量が2,500kcal以下の場合、最終処分場で埋立処分を行う。この時、有害物質が含まれる場合は無害化（安定化）を行った後に処分する。
- ・ 2,500kcal以上の廃棄物は、混合して発熱量を均一化してセメント工場へ販売する。

2) 最終処分場におけるガス回収

- ・ 最終処分場は 4 カ所保有している。一日に 150 トンの最終処分量があり、以前は発生するメタンガスの回収を行っていたが、現在は行っていない。
- ・ ガスの発生を 25 年間分析しているが、現在は発生していないことを確認している。

3) セメント代替燃料 (AFR) 製造

- ・ 代替燃料 (Alternative Fuel Resource、以降 AFR) の製造は、年間 22,500 トンの実績がある。
- ・ AFR は様々な種類があるが、受入れ条件としては、塩素、硫黄が 2%以下、カロリーが 2,500kcal 以上となる。
- ・ 過去、AFR をセメント会社で処理する際に、処理費を支払っていた。現在は固体燃料・液体燃料ともに無料で処理をされている (輸送費は ReSL が負担)。
- ・ 政府は、セメント業界の代替燃料使用のガイドラインを設置しており、今後、代替燃料のニーズは増加すると予想される。現在すでに、セメント会社は 5%の代替燃料を投入する必要がある。
- ・ 政府は、セメント業界が代替燃料を使用することによるカーボンクレジットを得ることができ、セメント業界もコスト削減につながる取組である。
- ・ セメント工場はこの周辺に 10 カ所あり、250km~500Km の範囲に Sagar Cement、Orient cement、My Home Cement の 3 社が工場を立地している。
- ・ 輸送はクローズコンテナを使用する必要があり 30 トン車で運んでいる。
- ・ 運搬費用は 250-500 kmの範囲で 2.5Rs/トン/kmである。

4) 電子廃棄物リサイクル施設

- ・ 主に企業から使用済み PC を受け入れている。
- ・ ラップトップの場合、シニア技術者がチェックリストを活用して修理可能性 (ハードディスクの維持または破壊等) について判断する。
- ・ このうちハードディスクが維持されるケースでは、修理後に中古市場に流れる。
- ・ ハードディスクの破壊するケースでは、素材別のリサイクル、残さの適正処理等が実施される。
- ・ デスクトップの場合、パーツの分解 (手作業)、マザーボードの破碎選別 (磁選) 等を通じて、金属、非鉄金属、プラスチック、FRP (繊維強化プラスチック: Fiber Reinforced Plastics) 等の素材ごとに選別される。
- ・ パーツの分解作業では作業員 1 名に対して監視員 1 名がついている。
- ・ プラスチックのうち高品位のものについては、ReSL のプラスチックリサイクル施設へ送られる。

- ・ FRP は WtE またはセメント会社向けに供給される。
- ・ 希少金属はケミカルルームにて抽出処理が実施される（例えば、チップから金、キーボードから銀回収など）。

写真 4-3 Dudingal 産業廃棄物処理施設



施設の概要説明



産廃のストックヤード



WtE コントロールルーム
(一般廃棄物受け入れ)



AFR プラント

5) C&D 廃棄物リサイクル施設

- ・ 一日 500 トン程度 C&D 廃棄物が搬入されてくる。ReSL 社全体では 1,000~1,500 トンを受け入れている。
- ・ 廃棄物にプラスチックや木くずなどが混入しているため、これを分別し、破碎する。プラスチックなど可燃物は ReSL の WtE に投入している。
- ・ C & D 廃棄物の 70% はリサイクルされているが、その他の 15% は木やプラスチックで WtE に利用され、残りの 15% がスラッジとなり廃棄されている。
- ・ この 15% のスラッジを焼却灰と混合してリサイクルセメントブロックができないか、試験を行っているところである。
- ・ C&D 廃棄物は安価な処理業者に流れている可能性がある。彼らが適切に処理しているかは不明。中小事業者は夜中に不法投棄しており、これが発覚すると市から罰金が科せられるため、最近では処理に持ち込む業者も増えてきた。
- ・ 破碎したものは一部骨材として再利用し、細くなったものは水溶性スラッジにして粘土などを分ける。粘土はリサイクルブロックに再生して販売している。
- ・ 昨年度は、8,000 トンのリサイクル資材を製造し、5,000 トンを販売することができた。
- ・ 一方で、リサイクルブロックは、通常のブロックよりも安価ではあるものの、リサイクルのイメージが悪いためあまり売れない。消費者の、リサイクル品に対する考え方を変えていく取組が必要である。

図 4-6 C&D 廃棄物リサイクル施設



C&D 粉碎後（細粒）



C&D 粉碎後（粗粒）



粉碎物（プラスチックが多い）



再生ブロック製造設備

4.3 廃棄物管理シナリオ

(1) 廃棄物フローの改善

現状の廃棄物フローでは、以下のような問題が見られる。

1) 一般廃棄物

- ・ トロンメルの稼働は故障による停止が頻発しており、安定した稼働状況にないことや、今後のごみの増加により、処理しきれない廃棄物の埋立処分量が増加する可能性がある。
- ・ トロンメルでの分別により生ごみとその他の廃棄物を分別しているが、細かいプラスチックやガラス片が混入し、たい肥の品質が低く、今後、燃料の高騰により輸送費が上昇した場合に買い取られる保証がない。
- ・ 現在の埋立処分場のほとんどがすでに埋まっており、今後の廃棄物の増加に耐えられる状況にない。新規処分場の目途が立たなければ大幅な廃棄物の減量化が求められる。WtEにおいても、処理能力を超えた廃棄物が存在している。
- ・ 一部の可燃物（70 mmメッシュパス）が RDF 燃料として販売されているが、70 mm以上の廃棄物が圧倒的に多い印象があり、多くが WtE に搬入される、また容量を超えたものは埋立てされている。そもそもトロンメルの故障頻度が高く RDF の製造が安定していない。
- ・ 一部のプラスチックは分別されているが、プラスチックの分別ができる中継施設が 38 か所中 3 か所しかなく、限界がある。

2) 産業廃棄物

- ・ 受け入れる廃棄物のうち、15%が AFR として燃料化されており、その他は埋立てもしくは焼却(ほぼ埋立)となっており、燃料化割合を増加させるための技術が必要である。
- ・ AFR は有価ではなく無償での引き渡しとなっており（実際は輸送費分のみの支払い）、今後、燃料としての品質の向上が必要である。
- ・ C&D は再生品のイメージが悪く売れ行きが芳しくなく、再生材の出口戦略が必要である。
- ・ 電子廃棄物は廃棄物が集まっていない。また、プラスチックがすべて焼却されており、焼却以外のリサイクルへの移行が望まれる。

(2) 改善への提案

一般廃棄物において、既に生ごみはたい肥化、可燃物は燃料化の処理がされているが、能力以上の廃棄物の受入れを余儀なくされていることから一部が埋立処分されている。現在、埋立処分場の余裕がなくなっており、新たな処分場確保は困難を伴うことから、この処分場の長寿命化が第一の優先事項である。

減量化手法としては、混合廃棄物の場合、マテリアルリサイクルはその手間や再生品の品質が担保できないことから現実的ではなく、可燃廃棄物はエネルギー化が妥当であると考えられる。近年の化石燃料の高騰に対するエネルギーセキュリティの面においても、セメント産業等の化石燃料を大量に使う産業からは廃棄物の燃料化に期待する声も高まっている。石炭の燃料を代替することにより温室効果ガスの排出量削減にも寄与する。

生ごみたい肥化は、現在の製造プロセスが長く、処理できず埋立てられた生ごみはメタンガスの発生要因ともなる。プロセスの改善により期間の短縮化と、たい肥の品質向上に資する設備の導入を検討することとする。

これらの改善を行うことにより、廃棄物のフローは下図のとおりとなる。

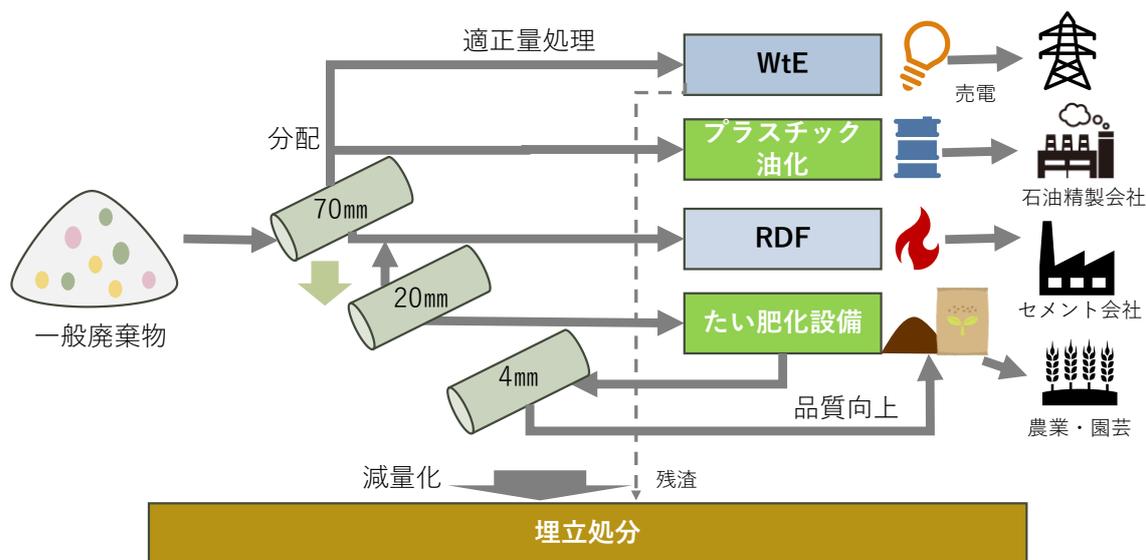


図 4-7 一般廃棄物の処理改善案

産業廃棄物は、セメント原燃料にならない汚泥が多く存在したが、原燃料化工程の見直しや汚泥同士の配合により原燃料化量を増加させ、埋立て量を減量化する。

医療廃棄物は、今後の搬入量増加に対応するための焼却炉を整備し、適正処理を維持する。

その他の未利用廃棄物も将来的には資源化技術の導入によりゼロエミッション化に近づける。

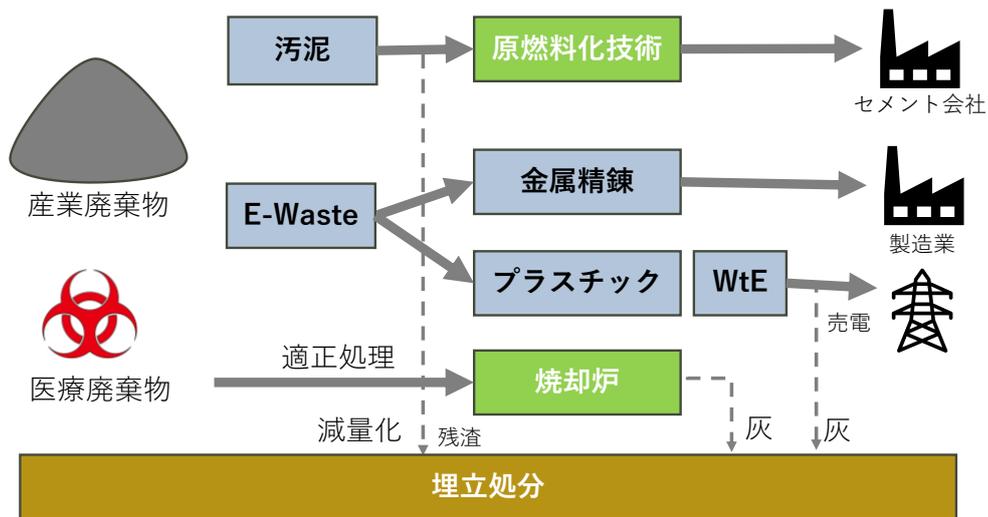


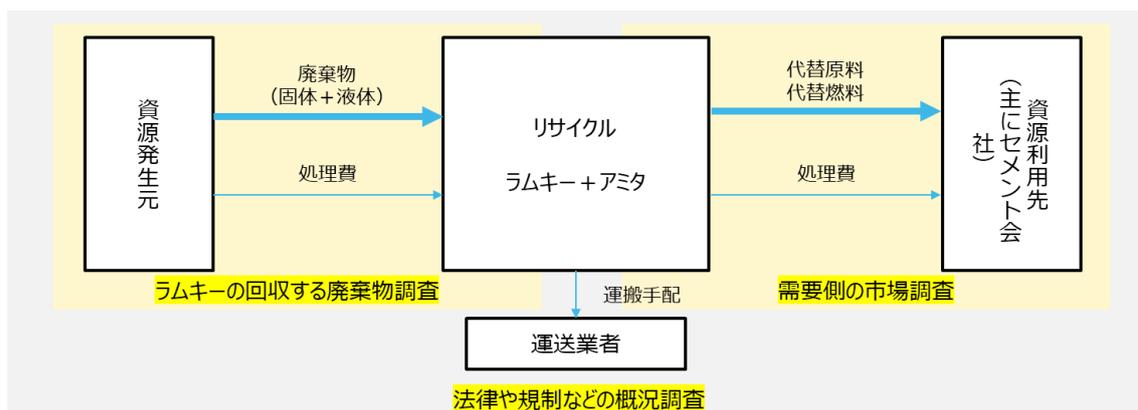
図 4-8 産業廃棄物の処理改善案

4.4 固形廃棄物・液体廃棄物の原燃料化調査

(1) 目的と求める成果

①目的

インドにおける産業廃棄物・一般廃棄物由来の代替燃料・原料をセメント会社向けに製造・供給する事業の実現性を把握すること



②求める成果

法律・規制環境、パートナー、経済性、リスクなどを踏まえ事業実現性についての判断をすること

(2) 想定する事業スキーム

セメント会社が利用する代替燃料・原料を、廃棄物から製造供給すること。その代替燃料・原料の製造事業を、インドですでに処理業を展開している ReSL と協力し、行うこと。

(3) 調査内容

訪問調査を 2024 年の 7-8 月（5 日間）と 12 月（3 日間）の 2 回で実施した。

- 1) ReSL の事業内容や代替燃料や原料の製造・取引状況の把握を目的に 1 回目の訪問調査を実施した。
- 2) ハイデラバードの処分場で受け入れている廃棄物の種類・量・品質などを把握するための情報を、訪問調査後に ReSL より入手した。その情報の分析結果を基に、アミタにて調査の方向性を再設計した。
- 3) セメント会社の受け入れ基準を主とし、現状の課題や目標を把握するために 2 回目の訪問調査を実施した。

(4) 調査結果

1) 1回目の訪問調査対象

① Hyderabad Integrated MSW Limited (中間集約拠点、都市ごみ処理場)

目的：都市廃棄物のフローや概要把握

② ReSL Monitoring&Control Center (MSW の監視拠点)

目的：MSW の監視・管理方法の調査

③ Hyderabad Waste Management Project (危険廃棄物の処理場)

目的：ReSL の産廃受入状況と代替原燃料の製造状況把握

④ ReSL Hyderabad 本社

目的：受入情報やガイドラインの把握、協業可能性のディスカッション

⑤ Mumbai Waste Management Ltd. (危険廃棄物の処理場)

目的：産廃受入情報と代替原燃料の製造状況の把握

2) 1回目の訪問調査結果まとめ

以下の結果から、アマタがこれまで培った技術・ノウハウを用いて ReSL が埋立している廃棄物を活用し、セメント会社の向けの代替燃料・原料製造量を増やすことができるのではないかと仮説を立てた。

※ハイデラバードの産廃処理場のみが対象、ヒアリング情報のため情報に不正確な部分を含む可能性あり

処理状況

- ・ 受入れ量の約 8 割が埋立処分されている。
- ・ 受入れる産廃のほとんどが製薬産業からの排出であり、埋立処分のうちほとんどが安定化後の埋立であった。
- ・ セメント会社への代替燃料提供は、ここ数年でインド政府や各州がセメント会社向けの廃棄物由来代替燃料のガイドラインを作成し、最近始まった取組である。

代替燃料製造状況

- ・ 受入判断時に用いる主なパラメーターは、水分含有率・pH・熱量・生分解性有機物含有率・発火点などである。
- ・ 代替燃料製造をするための複数の廃棄物の配合比率は、データベースの活用によってシミュレーションおよび配合するというよりかは、その時々最適な組み合わせをマニュアルでシミュレーションして配合していた。
- ・ 液体の代替燃料製造は 2 つのピットで混ぜ合わせた後に、貯留タンクで保管し、固体はブレンダーで混合する方法であった。

- ・ 固体の代替燃料は製品粒度にばらつきがあり、異物混入も見受けられた。

代替燃料取引状況

- ・ 以前はセメント会社に処理費を支払っていたが、最近では運賃を負担するだけである。今後は有価販売できる可能性もある。
- ・ 処理場の 250 km圏内にセメント 3 会社 10 工場が立地している。

周辺情報

- ・ カーボンクレジットがセメント会社のインセンティブとなり、政府が 2015 年に代替燃料使用目標 5%、2030 年に 20%の目標を掲げる。
- ・ セメント会社の代替燃料使用傾向として、プレヒーターで使用する液体燃料が多い。
- ・ インドのセメント会社は 50 社、250 工場ほどあり上位 3 社で 40%のシェアを占める（ほとんどの会社はヨーロッパに所有されている）。
- ・ インドの環境省の CPCB が発行するセメント会社向けのガイドラインがあるが、最終の基準はセメント各社が持っている。
- ・ ReSL として代替燃料製造量は、今後増加させていきたい意向を持つ。
- ・

写真 4-4 現地調査の様子



ハイデラバードの一般廃棄物処理場



ハイデラバードの産廃処理場



産業廃棄物の埋立地



ReSL の本社

3) 1回目の訪問調査後の追加調査

- ・ ReSL が収集し、埋立処分されている廃棄物のうち、アミタの技術を用いてどれだけの量を代替燃料・原料製造への変換可能性（再資源化量のポテンシャル）の把握を目的に追加調査を行った。
- ・ 具体的には、ハイデラバードの危険廃棄物処理場にて受け入れをしている TOP50 社の廃棄物情報を ReSL より入手し、アミタにて受領情報の分析を実施した。

4) 追加調査結果まとめ

受領データから、現状埋立処分されている廃棄物を活用し、セメント会社の向けの代替燃料・原料製造量を増やすことができるのではないかとこの仮説の見直しが必要になった。そのため代替燃料の製造を増やすために、新たに以下3つの方向性を検討することとした。

- ① セメント会社の受け入れ基準の緩和
- ② 製造オペレーションの効率化/最適化
- ③ 塩素値が低い廃棄物の取得

受領データ

- ・ 受領データ上では代替燃料製造が最大化されていることが明らかになった。
- ・ 代替燃料は複数の廃棄物の組み合わせで製造されるが、分析結果からは現状 ReSL で行われている廃棄物の組み合わせ比率以外に、セメント会社の受け入れ基準を満たす廃棄物の組み合わせはなかった。
- ・ セメント会社向けの代替燃料・原料を製造する課題としては、ハイデラバードが製薬会社の集積地であるため、塩素数値が全体的に高いことが挙げられた。

5) 2回目の訪問調査問調査対象

① ReSL Hyderabad 本社

目的：ReSL が関係を持つコンサルタントからインドのセメント業界における廃棄物の代替燃料・原料利用の現状と課題を把握すること

② Hyderabad Waste Management Project

目的：代替燃料製造プロセス（特に調合シミュレーション方法）を把握すること

6) 2回目の訪問調査結果まとめ

以下に示す結果から、3つの方向性の中でもビジネスの起点となるため優先順位の高い需要者=対象セメント会社の課題や目標、今後導入予定の設備、プリプロセッサーと呼ばれる中間処理会社に対するニーズなど、今後さらなる詳細ヒアリングの実施が必要である。

セメント業界の現状・動向

- ・ インドのセメント消費量は現在 4 億トン、2050 年には 15 億トンに達すると予想されている。
- ・ ACC セメント（アダニグループ、30%）、ウルトラテックセメント（ビルラ財閥、40%）が最大手である。
- ・ 代替燃料の現行利用率は 7-8%（CII 報告、業界平均）である。
- ・ 主な利用廃棄物は RDF（40-50%）、農業廃棄物（20-30%）、産業廃棄物（10-20%）である。しかし RDF や農業廃棄物などの代替燃料は供給が不足している。
- ・ 国産の良質な石炭はスチールメーカーに優先販売されているため、セメント会社は入手が困難であり輸入が主流となっている。
- ・ 一方で、代替燃料の使用を増やそうとした場合、廃棄物の分別技術やプリプロセッサの最適化が必要となる。
- ・ ガスやバイオマスペレット（もみ殻、稲わら）を代替燃料として活用する動きが進行している。
- ・ 2025 年以降、毎年 CO₂ の 3%削減義務を達成するため、LC3 セメントやプラズマ技術の導入検討を開始している。達成できない場合、クレジット購入が必要となる可能性がある。

中間処理会社の情報

- ・ 主な中間処理業者として、ILFS（デリー拠点）、GEPIL（グジャラート拠点）、ReSL（ハイデラバード拠点）が存在している。
- ・ EIA（環境影響評価）は 3 か月～1 年、廃棄物処理許可は 3 か月程度で取得が可能である。住民エリアから離れている場合、スムーズに進む可能性が高い。

ReSL における代替燃料の製造

- ・ 固形燃料：液体燃料は 50：50 の製造比率であった。
- ・ 廃棄物を混合する前にすべてのバッチから 5 つのサンプルをとっている。
- ・ 代替燃料を製造するにあたり成分調整をするための物質は一切購入しておらず、全て受け入れ廃棄物から製造している。
- ・ 汚泥は固形燃料、残渣は液体燃料というように、主にマテリアルで分類し、メインとなる廃棄物のパラメーターから混合する廃棄物の相性を見て比率を決める。

写真 4-5 現地調査の様子



ハイデラバードの産廃処分場



産業廃棄物のサンプル管理

(5) 結果の整理

セメント産業での廃棄物活用はまだまだ黎明期であり、市場ポテンシャルがあることが確認された。中間処理会社のニーズもあると同時に、廃棄物管理が進んでいないため参入障壁は低く、競合もこれから増えていくことが予想される。

またインドは広大な国土を持つため、地域ごとに産業構造が大きく異なることが判明した。また ReSL の戦略としても、代替燃料の製造は増加していきたい意向があるものの、ラムキーの本社がある第一候補のハイデラバードは、製薬産業が集積しており、廃棄物の塩素値が基本的に高いことから、セメント会社における塩素バイパスの導入必要性や調合に活用する塩素値が低いベース原料の調査などが必要である。法律・許認可やセメント協会の動向などの周辺環境調査については、十分に調査ができなかったため今後の調査課題となる。

(6) 今後の調査の方向性

ラムキーグループのハイデラバードの産廃処理場を起点にし、需要者（セメント会社）・代替燃料・原料製造者（ReSL）・排出者の調査を中心に行う。

具体的には、以下の4つをテーマとする；

① セメント会社の受け入れ基準の緩和

→複数のセメント会社に直接以下の項目をヒアリングする

1. 代替燃料と代替原料の現状受入量と品質
2. 直接受入と中間処理後受入の割合
3. 投入設備と前処理設備（塩素バイパスの設置可能性含む）

4. 受入可能数量と受入目標
5. 受入価格、買取価格

② 製造オペレーションの効率化/最適化

➡シミュレーション

1. 現状のシミュレーション手順の詳細フロー把握
2. アミタのシミュレーション技術による効果算定

➡液体廃棄物

1. 現状の液体燃料製造によるロスやリスクの抽出
2. アミタの製造技術による効果算定

③ 塩素値が低い廃棄物の取得

1. セメント会社からのヒアリング情報とアミタでの事業実績を基に、必要な廃棄物（原料）の用途を付ける
2. 用途を付けた業界や産業を中心に廃棄物排出実態をヒアリング

④ 市場環境の調査

1. インド環境・森林・気候変動省（MoEFCC）への課題ヒアリング
2. セメント関連団体への課題ヒアリング
3. 競合となる中間処理会社の把握

4.5 プラスチック再資源化調査

(1) 目的

インドでは、急速な都市化、人口増加、経済発展により、プラスチック廃棄物が急速に増加しており、特に人口や商業の密集する都市部では、使い捨てプラスチックや包装材の需要が急激に増加している。インドの一人当たりのプラスチック消費量は年間一人当たり 21kg¹⁵と言われており、工業化と消費主義の拡大に伴い、この数値はさらに増加することが予想されている。

こうした廃棄物のうち、一部のプラスチックは焼却されているが、焼却施設が少なく、リサイクル技術も未成熟であるインドでは、プラスチックの環境への流出が懸念されている。OECD の報告によると、インドではプラスチック廃棄物の 46%が未回収また適正処理がされておらず、36%が埋立、約 4%が焼却処理となっている。

近年はマイクロプラスチックの流出が新たな課題として認識され、プラスチックに吸着される化学物質の人体、野生生物等への影響が懸念されている。

インド政府は 2022 年 7 月にプラスチック廃棄物管理規則の規制を強化し、その後も改正を重ねており、使い捨てプラスチックの使用制限や生産者、輸入車、ブランドオーナー等にリサイクル率目標の設定を求めており、プラスチックリサイクルへの関心は製造業を含めて高まりつつある。

一方で、プラスチック資源を再度プラスチック製品へ利用する水平リサイクルは、ごみ分別の未成熟な対象都市ではまだ現実的ではなく、当面はプラスチックの持つ炭素エネルギーを活用した燃料系へのリサイクルを進めることにより、プラスチックの域外流出を最大限抑制するとともに、代替燃料としてインドの脱炭素化にも寄与する方向で検討することが妥当と考えられる。

ここでは、ReSL が回収している一般廃棄物のうち、資源化 (WtE 含む) されていないプラスチック廃棄物を対象に、プラスチック油化技術の導入を検討することとする。

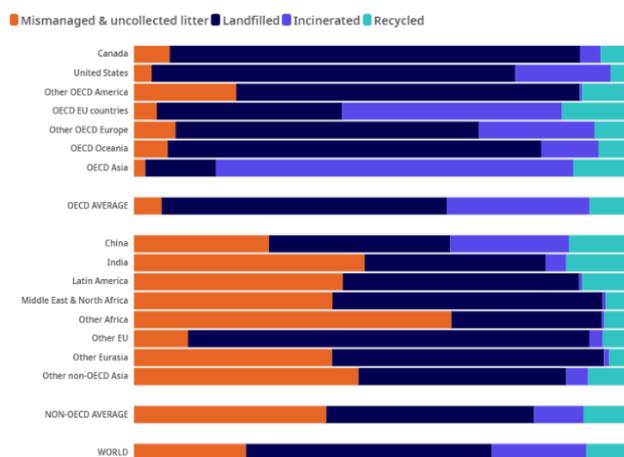


図 4-9 各国のプラスチック処理状況 (2019 年)
出典：OECD¹⁶

¹⁵ OECD : Plastic use by region-projection

¹⁶ OECD : Global Plastic Outlook Database

(2) 求める成果

法律・規制環境、パートナー、経済性、リスクなどを踏まえ事業実現性についての判断をすること

(3) 想定する事業スキーム

ReSL が回収する廃棄物のうち、直接埋立されているプラスチックについて、プラスチック油化設備（製品名：GOMIX）の導入により重油代替燃料として市場に供給すること。なお、インドですでにプラスチックの回収・処理業を展開しているラムキーグループと協力し、同社のネットワークを活用して燃料の販路を確保すること。

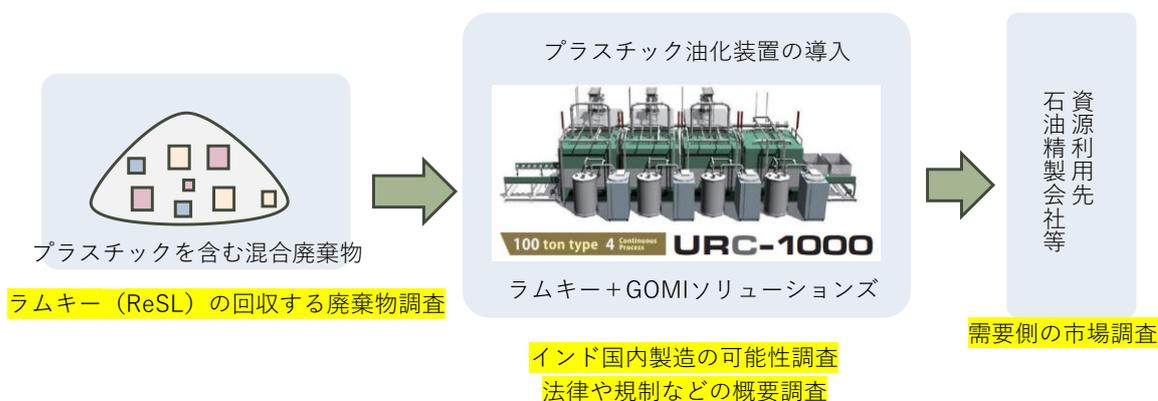


図 4-10 事業スキーム及び調査（プラスチック油化）

(4) 調査内容

- 1) ハイデラバード市のプラスチックの排出量等、関連データを収集した。
- 2) ReSL の抱えるプラスチック資源化の課題や日本側に求める要件、要望等を確認するため現地調査を行った。
- 3) プラスチック油の市場、販売価格に関する机上調査を行った。

(5) 調査結果

1) ハイデラバード市のプラスチック排出状況と将来予測

ハイデラバードの一般廃棄物に占めるプラスチックの割合は、ReSL 提供データ（図 4-1）では 14.6%であるため、廃棄物総量が 8,000 トン/日である現状では、約 1168 トン/日発生していることとなる。ReSL のデータによると、年間 7-8%の割合で廃棄物総量は増加しており、今後のインドの経済成長及び人口の増加、ハイデラバード市への産業誘致の状況を鑑みると、プラスチック量も増加が予測される。

2) プラスチックの種類

CPCB の「プラスチック分別・収集・処理のためのガイドライン」によると、インドでのプラスチック分別は以下の種類に区分されている。また、このうちハイデラバード市で最も発生量が多いプラスチックは低密度ポリエチレン (LDPE) となっている。※プラスチックは回収過程で一部有価物として抜き取られるため、ReSL 処理施設への搬入割合と異なることには留意が必要である。

表 4-2 インドのプラスチック区分

	種類	主な用途	シンボル
1	ペットボトル (PET)	飲料ボトル、家具、カーペット、パネル等	
2	高密度ポリエチレン (HDPE)	牛乳パウチ、プラスチック容器、ごみ箱、農業用パイプ、ベースカップ、遊具等	
3	塩化ビニル (PVC)	パイプ、窓枠、フェンス、床材シャワーカーテン、非食品用のボトル、玩具等	
4	低密度ポリエチレン (LDPE)	キャリーバッグやフィルム、ビニール袋、容器、分注ボトル、洗浄ボトル、チューブ等	
5	ポリプロピレン (PP)	医療用ボトル、シリアルライナー、包装フィルム、自動車部品、工業用繊維、食品容器、食器類等	
6	ポリスチレン (PS)	発泡容器、ティーカップ、アイスクリームカップ、トレイ、プラスチック食器、おもちゃ、断熱ボード等	
7	その他 (O)	熱硬化性プラスチック、多層・積層プラスチックラミネート、アクリル、ベークライト、繊維強化プラスチック (FRP) 等	

出典：CPCB¹⁷

¹⁷ CPCB¹⁷ : Consolidated Guidelines for Segregation, Collection and Disposal of Plastic Waste」

表 4-3 ハイデラバード市のプラスチック発生割合

	種類	発生量
1	ペットボトル (PET)	7%
2	高密度ポリエチレン (HDPE)	12%
3	塩化ビニル (PVC)	2%
4	低密度ポリエチレン (LDPE)	44%
5	ポリプロピレン (PP)	4%
6	ポリスチレン (PS)	6%
7	その他 (O)	26%

出典：ICLEI-South Asia¹⁸

3) ReSL との協議

ReSL との協議を行い要望を把握した。ReSL からは彼らが回収する 8,000 トン/日の廃棄物のうちの 2,000 トンのプラスチックを対象として油化を試みたいとの要望があがっている。製造した油は ReSL 側が石油精製会社に販売する。

また、オペレーションコストとして、設備の稼働に必要な軽油は、製造したプラスチック油で賄い、ここに使用する油は生産量の 15%未滿、85%が販売できるスペックを求めている。

また現時点での油化装置は初期投資額が高額であり、投資回収を 5 年程度とするためには、インド国内で製造する必要があることも要件として上がった。

ReSL 側の求めるエネルギー収支に対して、GOMI ソリューションズの技術で理論上は達成可能ではあるが、トロンメルで分別しているものの、ふるい後の廃棄物には付着物やプラスチック以外の廃棄物も多く含まれている状況にある。現状では、プラスチックに付着している有機物等が多く純粋なプラスチック含有量は 40%程度と想定されるため、油の回収率は高くないと考えられる。

設備のインド国内製造については、インド国内のエンジニアリング企業と連携し、技術的に製造が可能であることが確認できている。(現在はタイで製造)

4) 販売市場及び価格

インドの 2024 年度の原油輸入価格 (FOB 価格) を示す。原油はおおむね 39Rs~48Rs (66 円~82 円、1 ルピー=1.7 円で換算) で推移している。

またインドでは、すでにプラスチック油の販売市場が存在しており、A 重油グレードは 30~50Rs (日本円で 51 円~85 円)、軽油グレードの精製度の高いものになると 65~70Rs (111 円~120 円) の商品が確認された。

¹⁸ ICLEI-South Asia : Enhancing Circular Economy Perspectives - Plastic Waste Management Strategy and Action Plan for Greater Hyderabad Municipal Corporation

表 4-4 インド原油価格 (FOB 価格)

単位	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(\$/bbl.)	89.44	83.62	82.55	84.15	78.27	73.69	75.12	73.02	73.34	80.20	77.33	73.43
(Rs/L)	48.53	45.37	44.79	45.66	42.47	39.99	40.76	39.62	39.79	43.51	41.96	39.84

※インドの原油バスケットは、インドの製油所で処理された Sour grade (オマーンおよびドバイ平均) と Sweet grade (ブレント原油) の原油を 78.50 : 21.50 の比率で構成している。
 ※各月の値は日価格の平均である。

出典：インド石油・天然ガス省¹⁹

表 4-5 インド国内プラスチック油の販売例

形状	品質 (販売者により表示内容は異なる)		価格/Kg
	Density	0.907 gm/ cm3	50Rs
	Moisture Content	5 %	
	Grade Standard	Chemical Grade	
	Physical State	Liquid	
	Purity	99%	
	Density	0.80-0.85 g/cm3	32Rs
	Form Type	Liquid	
	Sediment Mass	0.65%	
	Moisture Content	0.02% max	
	Grade	A70 Grade	47 Rs
	Color	Black	
	Density	0.915 Kg/m ³	
	Purity	99%	
	Grade	Chemical Grade	66 Rs
	Usage/Application	Automobile Industry	
	Density	0.740 kg/L	
	Form Type	Concentrate Liquid	
	Color	Yellow	
	Packaging Size	210 Litre	65 Rs
	Packaging Type	Barrel	
	Usage/Application	Diesel, used in Generators, Irrigation Motors etc..	
	Unit Pack Size	200Ltrs	

出典：indiamart²⁰

¹⁹ インド石油・天然ガス省：International Prices of Crude Oil (Indian Basket), Petrol and Diesel
<https://ppac.gov.in/prices/international-prices-of-petrol>

²⁰ indiamart： <https://dir.indiamart.com/impcat/plastic-pyrolysis-oil.html>(2024年1月アクセス)

(6) 今後の調査の方向性

今回の課題としては、1,000 トン/日量の処理設備を導入するのはリスクが高く、混合廃棄物から実際にどの程度の油が収穫できるかが現状では把握できないことである。そのため来年度調査では、インドにプラスチック油化試験機を持ち込み最小ユニットのプラントでの試験的な油化を検討していく。

また、原油とプラスチック油の市場価格はほぼ同等であり、廃棄物由来の重油が品質的に不安定であることや、石油精製企業が求める量を安定的に供給できるか等、需要側のニーズはさらに把握する必要がある。石油精製企業複数社に対して、受入れ要件を確認し、必要な量、品質等の確認を行い事業可能性を詰めていく。

4.6 生ごみたい肥化調査

(1) 背景と目的

①背景と目的

対象都市であるハイデラバード市では、回収される一般廃棄物のうちの56%が生ごみである(図4-1参照)。生ごみは腐敗性があることから、適正管理がされない場合は腐敗による衛生状況の悪化から、感染症の蔓延や悪臭等による住民のQOLの低下なども引き起こす要因となる。

これに対し、インドでも生ごみたい肥化の手法は従来から活用されてきており、ReSLのJawahar Nagar 処理施設でもたい肥化が行われている。ハイデラバード市では前述の通り廃棄物の分別がないため、これらの混合廃棄物をふるいにかけて、生ごみを区分したうえでたい肥製造を行っている。

近年、市内から発生する廃棄物量は増加傾向にあり、施設の処理容量を増加させたいというReSLの思惑から、生ごみたい肥化の製造期間を短縮するための技術支援が要望として挙げられ、これに対応するたい肥化設備の導入検討を行うこととした。

②求める成果

現地での技術適応性、経済性、リスクなどを踏まえ事業実現性についての判断をすること

(2) 想定する事業スキーム

ReSLが回収した一般廃棄物からたい肥製造の工程を見直し、高速コンポスト設備の導入により、現在のたい肥化にかかる時間を短縮することで、より多くの生ごみたい肥製造を実現する。また、工程の見直しによりたい肥品質を高め、ハイエンド市場への供給を目指す。



図 4-11 事業スキーム及び調査 (生ごみたい肥化)

導入を検討している縦型コンポスト設備は、中部エコテック株式会社性の縦型密閉式発酵処理装置であり、有機性廃棄物の発酵に必要な温度、水分量を維持し、ブローによる空気

(酸素)の供給により、好気条件下でスピーディーに発酵を進行させることができる。日本国内の生ごみや畜産系廃棄物のたい肥化設備としての実績が多く、海外での設置や現地での技術支援の体制も保有していることから、今後、現地廃棄物の状況に応じた設備の調整や運営、メンテナンス等のサポートが可能である。

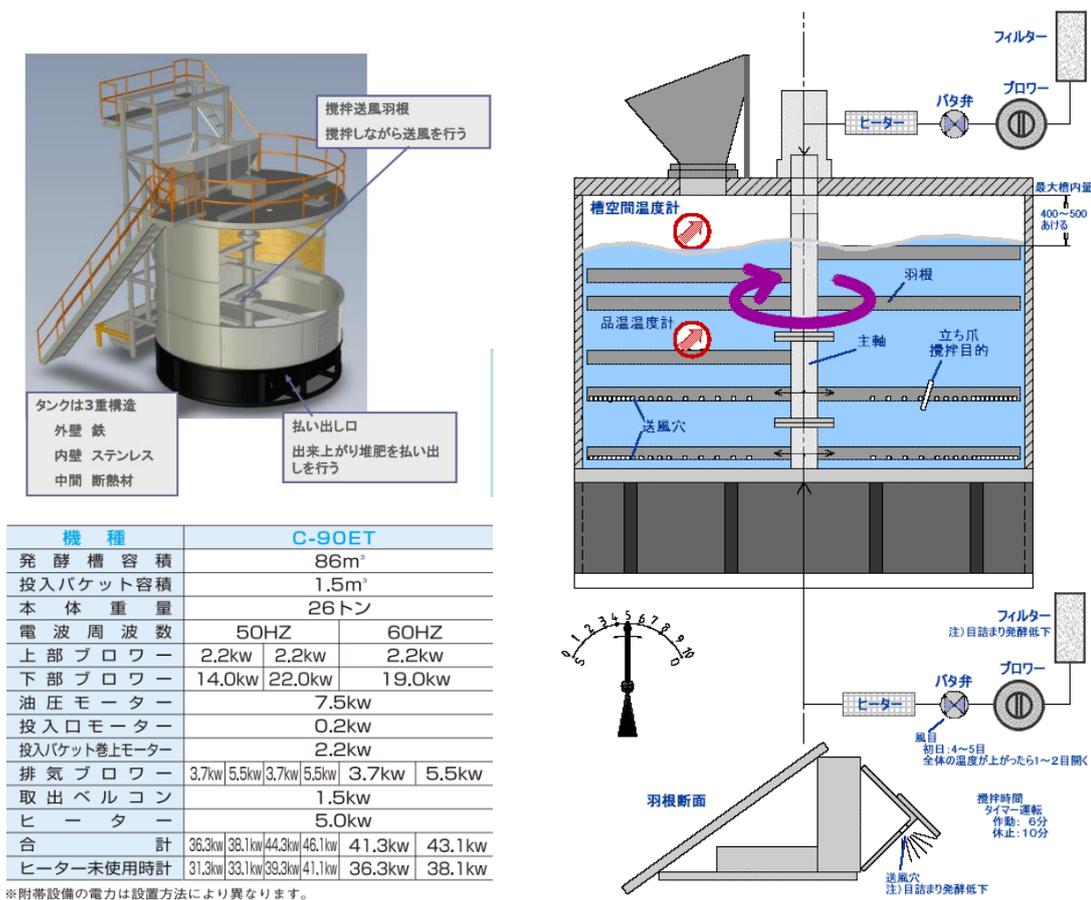


図 4-12 縦型密閉式発酵処理装置の概要²¹

出典：中部エコテック株式会社パンフレット

²¹ 中部エコテック (株)：クリーンコンポ <https://www.ecotec-compo.com/index.html>

(3) 調査内容

- 1) ReSL の回収する廃棄物のうち、たい肥化原料となる廃棄物の性状、たい肥化プロセスを確認するため、訪問調査を実施した。
- 2) たい肥化の品質や ReSL のたい肥化事業の課題、日本側への要望を確認するため、担当者との打ち合わせを行った。

(4) 調査結果

1) 製造プロセスの確認

ReSL が回収した廃棄物はプラスチックや紙類、布、ガラス等が大量に混入している状況であり、水分量も多く、処理を行う工程ですでに腐敗が進み始めている状況である。また、たい肥になるまでの工程はトロンメルによるふるいのみであり、通常のたい肥化に必要な発酵過程がなく、ふるい下が集められて最終製品化されている。トロンメルを使用しているが、生ごみが含まれることで水分量が増え目詰まりや機械の故障・停止が頻繁に発生しており、この期間に処理できない廃棄物は埋立て処分されることが想定される。(写真のような分別・たい肥化サイトは敷地内に3か所あり、運転の完全停止を回避している)

最終製品であるたい肥には、細かい異物（プラスチック片、ガラス片、金属片等）が混入しており、たい肥による農地への二次汚染が発生する可能性がある。

発酵工程がないことについて ReSL 担当者は、たい肥化施設のスペースが少ないため、重機による切り返しができないことを挙げているが、現状でもたい肥の基準値は満たしており、これ以上の管理の手間や場所を確保してまでの品質を求めている可能性もある。

この状況に対して新ケミカル商事担当者からは、処分場敷地内に整備されているストーカー炉（焼却場）の排熱を活用し、間接キルンを用いて廃棄物を間接的に乾燥させる提案がなされた。プラスチックの燃料としての品質（熱量）も向上するため、販売に有利となる。

写真 4-6 Jawahar Nagar 処理施設での分別・たい肥化プロセス



原料廃棄物（混合ごみ）



トロンメル



たい肥



製品

2) たい肥の品質

生ごみたい肥の成分分析データが ReSL から共有され、現在の製造プロセスでのたい肥の品質を確認することができた。データを見ると、肥料成分である窒素、りん酸、カリウム（以後、NPK）の成分が日本の生ごみコンポストと比較して少なく、ECが高めであることが把握された。NPKの値が低いことから、高ECの要因は肥料成分の多さに起因するものではなく、無機塩類やミネラル過多の可能性もある。この場合、作物の植付け時、発芽時に塩類が多いと障害の発生する可能性に留意する必要がある。

その他、全有機炭素量も含め全般的に肥料成分が少なく、この要因が異物の混入による可能性もあるが、発酵不足により有機成分の分解が進まず、肥料成分の濃縮がされていないと考えられる。

表 4-6 生ごみたい肥の成分（一例）

項目	単位	基準	値
pH (H ₂ O)	-	6.0-8.0	7.28
EC	Dms-1	6 未満	4.12
サイズ	%		96.8
密度	gm/cc	<1.2	0.84
C/N 比	%	<20	14.60
水分	%	15-25	20.89
全有機炭素	%	Min12	13.44
窒素、リン酸 カリウム総量	%	>1.2	1.26
鉛	mg/kg	100	34.11
カドミウム	mg/kg	5.0	定量下限値 以下
クロム	mg/kg	50.0	11.34
ニッケル	mg/kg	50.0	12.34
亜鉛	mg/kg	1000	80.98
銅	mg/kg	300	52.24
ヒ素	mg/kg	10.0	<1.0
水銀	mg/kg	0.15	<0.1

出所：ReSL 提供データをもとに調査団作成

3) ReSL の要望調査

ReSL 担当者との協議により、日本側から下記のとおり改善提案を行った。

- ① コンポスト設備の導入→初期発酵が促進され、発酵熱も上昇するため発酵時間の短縮が可能となる。(現在は発酵に 28 日必要)
- ② 発酵レーンの導入→コンポスト設備のみで全量の処理を行う場合、設備投資に巨額のコストがかかるため、前後に発酵レーンをつけることで経費削減を行いながらコンポスト化を行う。
- ③ エアレーションの導入→現在の発酵過程にエアレーション（ブロー設置）を行うことで、発酵を促進する。

これに対して ReSL 担当者からは設備導入の意向も示されたものの、後日、組織的には設備の導入は困難との回答があり、導入費用をできる限り抑えたいという改善を求められている。工程を改善し、高品質のたい肥を製造するには発酵促進のためのブロー等設備の導入が望まれるが、一方で、ReSL が投資を懸念する背景には、たい肥が現在 1 Rs/kg と安価で販売されている現状もあり、このような状況を踏まえると、設備を導入に伴う ReSL 側の設備投資の回収を担保する事業計画の提示が必要となる。

(5) 今後の調査の方向性

ReSL の意向を受けて、今後の提案は下記を予定している。

- 1) たい肥化設備の導入を前提にするが、ReSL の考える経済性、製造期間、品質、設置条件（サイズ等）に合致した発酵プラントを提案する。
- 2) これが叶わない場合、たい肥化設備の導入はせず、現状の製造プロセスを改善するための技術指導を行う（コンサルティング契約）。

設備の導入・事業化に向けては、以下に示す事項を経る必要がある。

実施準備	施設整備	マーケティング	施設維持
事業計画の検討 共同事業体の設立 資金調達計画 資金調達 販売計画作成	詳細設計 設備使用の確定 設備調達 設備改良 試験運用 運用計画の策定 環境影響の評価	顧客営業 顧客ニーズ把握 需要予測 製品改善 価格交渉 輸送計画 製造計画	設備設置 作業手順書作成 作業員運転訓練 メンテナンス技術 教育

たい肥化設備の導入に際しては、混合廃棄物であることから、異物への対応、オペレーション・メンテナンス技術の現地適正化などが必要であり、試験的な運用が望まれる。また、た

い肥の販売においては、現在の販売先を継続すれば価格は変わらず ReSL 側の魅力としては薄いため、新たな販売先の確保や、たい肥の価値向上に向けたアプローチは必要となる。

他方、ハイデラバード市内には食品工場も多数立地しており、成分単一的な生ごみが排出される事業者への提案を ReSL と共同実施する可能性も検討する余地がある。

4.7 医療廃棄物適正処理調査

(1) 背景と目的

廃棄物のうち、医療廃棄物については、「バイオ医療廃棄物（管理・処理規則）」（2016年改定）で規制されており、当規則の中では、医療廃棄物の処理施設を75km圏内に設置することが定められており、加えて施設への資本投資額が高額となるため、運用や保守に熟練した人材の育成が必要であることが示されている。なお、医療廃棄物での処理が規定されている施設は病院だけでなく、介護施設、診療所、獣医施設、動物舎、病理学研究所、血液銀行、アーユルヴェーダ病院、臨床施設、研究または教育機関、ヘルスキャンプ、医療または外科キャンプ、予防接種キャンプ、献血キャンプ、学校の救急室、法医学研究所、研究室なども含まれる。

ラムキー社の話では、現在、医療廃棄物の処理量が多く焼却炉のニーズがあるということから、焼却施設の事業化を検討した。

事業化を目指すビートルエンジニアリングは、廃棄物処理に関わる総合サービスを展開している西原商事ホールディングスのグループ会社で、2020年より廃棄物焼却処理事業を開始し、北九州で医療系を中心に日量40トンの廃棄物を処理している。また、廃棄物処理業に限らず、設備販売も見据えており、環境インフラの海外輸出をテーマに、シンプルオペレーションを追求した焼却設備をメーカーと共同開発してアジア諸国へ提案している。

(2) 想定する事業スキーム

医療廃棄物の処理量の増加するインドに対し、ラムキーグループと連携して高効率の焼却設備の導入を行い、現地のオペレーターの研修、メンテナンス技術の移転などの現地人材育成もパッケージとした事業展開を図る。



図 4-13 事業スキーム及び調査（医療廃棄物焼却）

(3) 調査内容

- ①テランガナ州での医療廃棄物焼却設備の整備状況を調査。
- ②インドでの医療廃棄物焼却設備の設置要件の確認。
- ③ラムキーグループのニーズ調査。

(4) 調査結果

1) テランガナ州での医療廃棄物焼却設備の整備状況

テランガナ州汚染管理委員会 (TSPCB) によって許可された処理施設数は州内に 11 か所あり、これらの 75km 圏内でほぼ州内の医療施設が網羅されている (インドの医療廃棄物は 75km 圏内にある処理施設で 48 時間以内に処理される規定がある)。うち、ハイデラバード市内にある施設は、市内中央に 1 か所整備されており、市内すべての医療施設の医療廃棄物を受け入れていると考えられる。医療廃棄物専用の運搬車両は 51 台が登録されており、不正行為を防止するための GPS 追跡装置が装備されている。

表 4-7 テランガナ州内の医療廃棄物処理施設リスト (2020 年報告時点)

処理施設名称・住所	処理施設数			処理量(kg/day)		
	焼却	オート クレーブ	破碎	焼却	オート クレーブ	破碎
テランガナ州						
M/s Svethansh& Company, Sy. No. 214/A/1, Shapur (V), Ghanapur(M), Mahaboobnagar, District	1	1	1	2400	4800	1200
M/s G J Multiclave (INDIA) Pvt. Ltd. No. 7 - 1 -47/1/A, Dharamkaran Road, Ameerpet, Hyderabad	2	1	2	9600	6000	7200
M/s Maridi Bio Industries Pvt. Ltd. Sy. No. 63/1, KagazMaddur Village, NarsapurMandal, Medak Dist. Syed,	1	2	2	6000	11520	1440
M/s Medicare Env. Management Pvt. Ltd. (formerly M/s SebRamky Environmental Managent Pvt. Ltd. Sy. No. 619, Isnapur (V), Patancheru (M), Medak Dist. ,	1	1	2	6000	3600	6000
M/s Sattva Global Services Pvt. Ltd., Plot No 36/B, Biotech park – III, Karakapatla Village MuluguMandal, Siddipet District	1	1	1	4800	600	2400
M/s Dharma & Co. Sy No. 243/A, Vi &Mdl: Chinnakodur, Dist. Medak	1	1	1	3600	1200	1200
M/s KakatiyaMediclean Services, Sy. No. 240, Ammaripet (V), hanamkonda (M), Warangal Dist.	2	1	2	6000	9984	1200
M/s Venkataramana incinerators, Sy. No 179 Edulagattepalli(V), Manakondur (M), Karimnagar Dist.	1	1	1	2400	960	1200
M/s AWM Consulting, Gopalapeta (V), Tallada (M), Khammam Dist.	1	1	1	1200	960	1200
M/s Sri Medicare Services, Sy. No. 1480/13/A.D & 1480/AA, Padkal (V), Jakarnpally (M), Nizamabad Dist.	1	1	1	2400	1200	1200
M/s Roma Industries, Sy. No. 103, Thokkapur (V) Bhongiri (M) YadadriBhongiri District	1	1	Nil	2400	2400	Nil

出典：CPCB²²

22 CPCB : Information of Common Bio-medical Waste Treatment Facilities (As per Annual Report 2020)

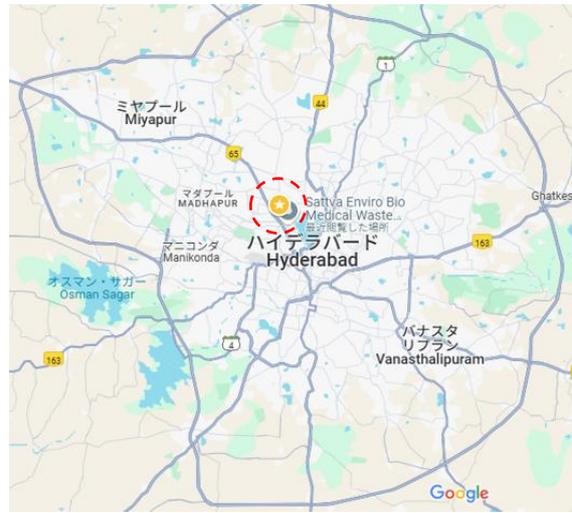
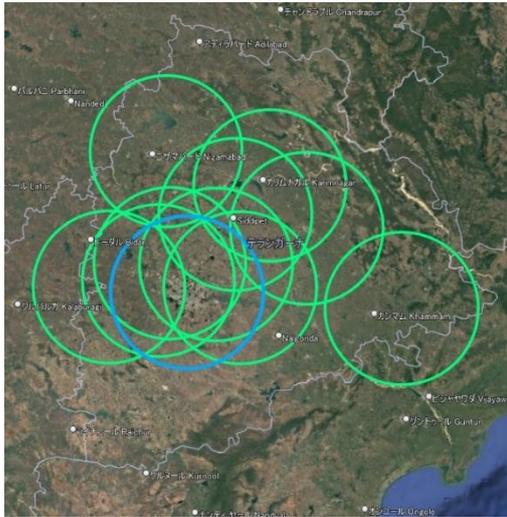


図 4-14 テランガナ州内の医療廃棄物処理施設 (11 か所) ※75km 圏を丸枠で表示
 図 4-15 ハイデラバード市内の施設 (1 か所)
 出典：CPCB の情報をもとに Google Earth、Google Map で作成

ReSL の管理するハイデラバード市内の医療廃棄物処理設備は、焼却炉を備え、2024 年訪問時は日量 9 トンを処理していた。

写真 4-7 医療廃棄物処理施設



オートクレーブ



焼却炉



焼却炉 (投入口)



焼却炉 (投入口)

出典：調査団撮影

2) インドの医療廃棄物設置要件

インド国内の医療廃棄物の設置については、共通医療廃棄物処理施設ガイドライン²³ (2016年改訂)で規定されており、州公害管理委員会 (SPCB) または汚染管理委員会 (PCC) が5年に1回作成する医療廃棄物の発生記録と指定された当局の今後10年間の対象地域ごとの医療廃棄物の発生量を推定し、この結果から現行の廃棄物処理施設の能力の適正性を判断して、行動計画を作成し、MoEF、PCC、CPCBに提出する。もしくは、医療施設が協会を設立し、ガイドラインに則って独自の処理施設を設置することも可能である。

なお、州政府の行動計画に則り建設される場合は、土地の提供は州政府が提供する。

処理施設の開発基準のうち、環境法関連規制、設置場所、処理設備のうち焼却に関する規定を示す。

①環境法関連規制

医療廃棄物処理施設の運転に伴い発生すると考えられる汚染要因は、車両の洗浄、施設床面線による排水、及び焼却炉・プラズマ熱分解装置に付属する大気汚染除去システムからの洗浄済み廃液、燃焼やディーゼル発電機からの排気となるため許認可等が必要となる。

- ・ 施設整備事業者は、関係当局から要求される承認事項を遵守する必要がある。
- ・ 施設設置にあたっては、医療廃棄物管理規則に加え、水質汚染防止法 (1974年) の25条、大気汚染防止法 (1981年) の21条に則り、各関係当局から「設置同意書」を取得する必要がある。また設備設置にあたり処理施設責任者は、同組織から許可を得る必要がある。
- ・ 環境影響評価通知 (2006年) に基づく環境許可が必要となる。この許可には「施設に関する全ての新しい事業活動」、「既存の処理施設の拡張と更新による処理能力の追加」、「処理能力の変更や既存の処理施設の移転」が含まれる。

②設置場所の基準

これらのガイドラインの文脈では、緩衝地帯は処理施設との汚染源と受容者との間の距離を表し、この距離が長くなると影響度合いが減少するという原則に従う。また、緩衝距離の確認のため、下記のパラメータを考慮する。

- ・ 敷地内に保管される廃棄物からの感染拡大の可能性。
- ・ 既存焼却炉と公害防止システムの効果と汚染制御の適用基準
- ・ 焼却炉からの粉塵放出の可能性
- ・ 排水発生の可能性
- ・ 悪臭発生の可能性

²³ CPCB: Revised Guidelines for Common Bio-medical Waste Treatment and Disposal facilities (December 21,2016)

- ・ 騒音発生の可能性
- ・ 焼却炉からの排出物質による人間への健康・安全リスク
- ・ 火災発生危険性
- ・ 焼却灰の残留影響の可能性

処理施設は、廃棄物収集の輸送距離を最小限におさえ、運用の柔軟性を高めるとともに、廃棄物処理規則で定める医療系廃棄物の処理、及び処理の期限（48 時間以内）を遵守できるように、可能な限り発生源の近くに設置する必要がある。

加えて、処理施設の設置場所は、環境保護法（1986 年）に基づき通知された CRZ (Coastal Regulation Zone) 及びその他の規定に準拠する必要がある。場所については次の通り定められている。

- ・ 処理施設は、緩衝地帯を必要としない指定工業地域内に開発されることが望ましい
- ・ 処理施設は通知された居住地域や配慮地域から適度に離れた場所に設置でき、500m の緩衝距離を確保する。このような土地がない場合は、SPCB や PCC が厳格な基準を規定し、処理施設の廃液ゼロを達成すること、市民から苦情があった場合は、施設が周辺環境に悪影響を及ぼしていないことを処理施設事業者が証明するなど各種管理措置を規定することで設置することが可能である。

③焼却に関する規定

焼却設備は、廃棄物が完全に酸化することにより、微生物が高温化で死滅する必要がある。焼却炉の選定や増強については、CPCB が随時発行する「バイオ医療廃棄物焼却炉の設計および建設要件」のガイドラインに従う必要がある。

プラズマ熱分解炉も処理設備として使用することができ、内容は焼却炉と類似している。プラズマ熱分解炉の場合は、廃棄物は制御条件の下に高温で処理され、メタン・水素・一酸化炭素ガスを発生し、二次チャンバーで燃焼（酸化）されるシステムである。

3) ReSL のニーズ調査

ラムキーグループ（ReSL）の要望を把握するため、数回にわたりオンライン会議を実施した。ラムキーグループはこれまでに北九州市若松区で稼働するビートルエンジニアリングの焼却設備を視察し、当設備に大きな関心を持っており、インド側にも処理量 20 トン/日規模のプラント整備が検討された。一方で、既存設備に対して費用が高額であることがネックとなったため、ビートルエンジニアリングが保有する焼却炉の設計図面を共有し、ReSL のエンジニアと焼却炉の大部分を共同製造することが提案された。これにより製造された焼却設備をプロトタイプとして、将来的にはインド国内展開を図っていく計画が立案された。

このような協議を踏まえて、ビートルエンジニアリングは、設計のライセンス料や現地のオペレーター人材育成等をパッケージ化してインド側に提供する計画を立案した。特に事業

化のハードルとなるのが、インドの既存医療廃棄物焼却炉の価格であり、聞き取り調査ではビートルエンジニアリングの提案する焼却炉の 1/5 程度であった。インド国内製造が実現したとしてもややハードルの高い値であり、引き続き事業化には精査が必要な状況である。

5. エコタウン形成に関する調査

5.1 日本のエコタウンの役割

エコタウン事業は、1997年に国によって創設された制度で、地域の産業蓄積などを活かした地域振興策であり、地域の独自性を踏まえた廃棄物の「ゼロ・エミッション構想」（ある産業から出るすべての廃棄物を新たに他の分野の原料として活用し、あらゆる廃棄物をゼロにすることを目指す構想）を地域の資源循環型経済社会の構築のための基本構想として位置づけた地方自治体の環境調和型まちづくりを支援するものである。

またこの事業は、当時の日本が、経済成長に伴い質・量両面で廃棄物問題が拡大し、最終処分量の低減や適正処理の推進が必要であったこと、資源の相互利用を行う技術・設備の導入により素材産業等の事業を拡大し、低迷していた地域経済の活性化に寄与すると考えられたことも背景としてあった。

事業スキームは、それぞれの地域の特性を活かして、地方公共団体が「エコタウンプラン（環境と調和したまちづくり計画）」を作成し、そのプランが経済産業省および環境省の共同承認を受けた場合、地方公共団体および民間団体が行う循環型社会形成に資する先導的なりサイクル施設整備事業に対し財政支援が実施されるものである。

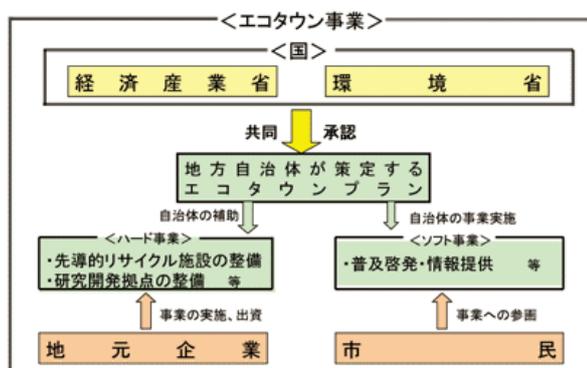


図 5-1 エコタウン事業のスキーム図

出典：経済産業省²⁴

5.2 北九州エコタウンの特徴

北九州市は、重化学工業を中心に発展し、日本の近代化・高度経済成長の牽引役を果たしてきたが、1960年代、工場からのばい煙や工場排水による公害が発生した。これに対し、市民、企業、行政が一体となった取組により急速な環境改善が進められ、1980年代に公害克服をした市の軌跡は国内外で評価されている。北九州市は、この公害克服の経験と資源循環型産業の技術等の蓄積を活かし、廃棄物のゼロ・エミッション化と産業振興・地域活性化を目

²⁴ 経済産業省：3R政策「エコタウン事業」
https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/3r_policy/policy/ecotown.html

的としたエコタウン事業を国内で最も早く開始した。北九州エコタウンでは、現在、日本国内最大級といえる 27 品目のリサイクル事業を展開中である

北九州エコタウンは、単純な静脈産業誘致にとどまらず、環境産業振興戦略として「教育・基礎研究」、「技術・実証研究」、「事業化」の 3 点を総合的に展開してきた。これにより、各段階に応じて、事業性調査や技術開発への助成、各種行政手続きにおけるワンストップサービスの提供などがなされ、次世代のリサイクル産業の育成によりエコタウンの持続的な発展に貢献してきている。



図 5-2 北九州エコタウンの総合的な展開

エコタウンは、その廃棄物を化石燃料の代替燃料として使用することや、再生されることで製品の製造にバージン原料を使用せず、ライフサイクルアセスメント (LCA) において温室効果ガスを削減にも寄与しており、今後は、リサイクルの工程での再生可能エネルギーの使用等も期待されている。

5.3 インドエコタウン形成支援

(1) 目的

インドでのエコタウン形成は、インド最大手のインフラ企業でもあり廃棄物処理事業も行うラムキーグループのリサイクル技術力や保有設備・人材の能力等が高めることで、資源循環・脱炭素、ひいてはこれらによる自然環境の保全や再生を促し、インドの自然環境や住民の生活環境を維持しながら経済成長を支える同国の持続可能な発展に寄与するものである。

この視点を踏まえて、インドでのエコタウンのあるべき姿をコンセプトとして提案し、エコタウンへの理解とこのコンセプトの達成に向けて必要な技術等の要素を明確にすることを目的とする。

(2) 調査方法

調査は、北九州エコタウン整備の経緯、目的、取組状況や効果、整備に必要な要素、プロセス等を整理し、インド側に説明を行った。また、既にリサイクル事業を実施しているラムキーグループの現状に沿う形で、将来のあるべき姿をとなる事業コンセプトについて日本側から提案し、現地調査時及びオンラインでの意見交換、もしくは、ラムキーグループの日本法人である P9 合同会社が月に 1 回程度のインド渡航時にインド側と議論された内容がフィードバックされたもの等がある。なお、ここで意見交換を行ったインド側関係者とは、テランガナ州政府、ラムキーグループ(ラムキーインフラストラクチャー及び ReSL)を対象としている。

(3) 結果

インド側からエコタウンのコンセプト案に対する意見・要望は概ね以下の通り。

1) 意見

①情報プラットフォームの構築 (ラムキーグループ)

北九州エコタウンには、マテリアルフローはあるが、情報に関するフローが無いことが指摘され、エコタウンのリサイクル企業の再生品や在庫などが、企業間で、また市場でも把握できるような情報ネットワークが要望された。このシステムは、在庫管理だけでなく、リサイクルによって生み出された削減 CO₂ を売買できるカーボンクレジット市場に対しても取引できるシステム構築を目指すものとして提案された。システム構築においては、インド側 (ラムキー社) が保有する IT 技術を活用可能であり、すでにマテリアルフローやトレーサビリティシステムのプロトタイプはあるとのことであった。

②動脈との連携 (ラムキーグループ)

インドでは静脈産業だけでは工業団地として成立させることが難しく、ラムキーグループが既に実施している動脈側 (主に製造業) の工業団地との組み合わせで成立する事業スキームが要望された。

2) コンセプトの作成

当初、インドでのエコタウン整備は、日本で整備されているエコタウンと同様の静脈クラスターが現地で整備されるイメージであった。これは現在廃棄物リサイクル事業を行う ReSL への日本企業の処理技術の導入や人材育成等支援による、同社のリサイクル事業の

展開ととらえていたが、インド側の意見を受け、静脈クラスターを事業目的とするのではなく、工業団地事業の価値を高めるための一つのアプローチとして、エコタウンの資源循環サービスを提供することとした。提案した資料は以下の通り。

エコタウンのコンセプトは、図中の右側にあるように、資源循環・脱炭素の工業団地を目指すものである。名前は（仮称）エココンプレックス（Eco-Complex）としている。

この（仮称）エコ・コンプレックスは、製造業向けの工業団地において従来提供していた上下水や電気、道路などのインフラサービスをさらにアップグレードするもので、北九州エコタウンをモデルとした資源循環サービス（図中緑枠内、Infra.2-4）に、動静脈連携（水平リサイクルによる再生材の供給）、再生可能エネルギーの供給、データプラットフォーム構築によるカーボンクレジットへの連携等、環境関連サービス等を提供するものである（図中黄色枠内 Infra.5-7）。一方で、当該サービスについては日本側も技術が確立していないため、今後の研究開発を必要としている。

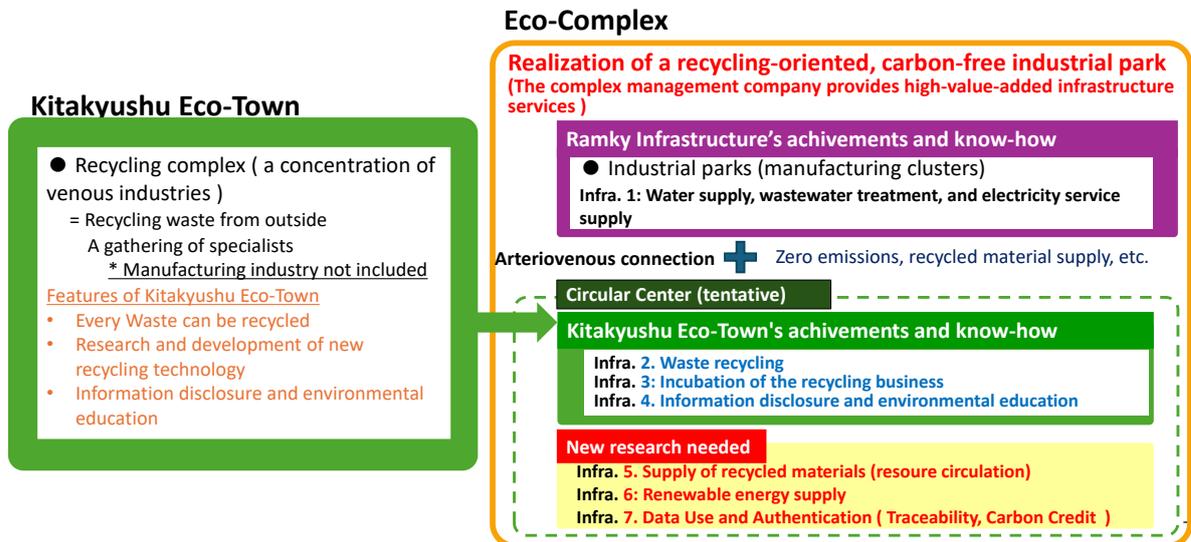


図 5-3 インドでのエコタウンコンセプト

写真 5-1 ラムキーグループとの協議



3) コンセプト実現のための研究開発

前述の通り、(仮称)エコ・コンプレックスで提供するサービスの一部は、北九州エコタウンでも経験がないものであるため、今後の研究を要しており、これについて、インド工科大学ハイデラバード校との共同研究を検討した。

インド工科大学は日本のODAにより整備された大学であり、技術革新が求められる製造業の振興のため、産業界をリードする知識と技術を備えた人材を育成している。また、人的・学術的交流を通じた日印関係の強化を目指して、日本企業のインド進出やインド人材の採用、日本の大学との共同研究による技術の共有などを目的に、インドの要望と日本の強みが一致する分野で、設備などハードと能力強化などソフトの両面から、現在もJICAによる支援が行われている。

エコタウンの高度化を図る目的で、同大学の気候変動学部の研究者へコンタクトを取り、日本のエコタウンの概要説明や、インドでの(仮称)エコ・コンプレックスのコンセプトを説明し意見交換を行った。なお、日本側パートナーは北九州市立大学国際環境工学部に依頼を行い、協議を進めた。

研究資金面においては、次年度のSATREPS²⁵のスキームを活用して進めていくことで関係者合意がされた。

写真 5-2 インド工科大学ハイデラバード校



4) 政府への説明

エコタウンのコンセプトについて、テランガナ州政府へも説明を行った。エコタウンはインド初の整備となるため、まだ産業として未熟であり技術開発が必要なこと、リサイクルのイメージが悪く、再生品の市場確保が必要であること、廃棄物を扱うためエコ

²⁵ SATREPS：国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）がそれぞれ独立行政法人国際協力機構（JICA）と連携して、地球規模課題の解決に向けた日本と開発途上国との国際共同研究を推進するプログラム。
<https://www.jst.go.jp/global/about/about.html>

タウンが迷惑施設と認識されること、市民の分別意識がリサイクルの質の向上に必須であること等、政府の支援が欠かせないことを伝えた。このことを踏まえ、テランガナ州政府の役割を「土地の提供・事業への補助等支援制度・市民への啓発」と整理した。州政府からの主な意見は以下の通り、前向きな意見が聞かれた。

①土地の提供について

- ・ 土地供与にあたり、その要件。

②事業への補助制度

- ・ 事業推進にあたり、他部署とも協議したいため、州政府、大学、ラムキー、日本チームのフレームワークを示されたい。

③市民への啓発

- ・ 州で女性の活動促進のため資金を供与しビジネス立上げを支援する制度がある。エコタウン推進事業にこの制度を活用できる可能性がある。

政府への説明において、ラムキーグループが自社単独で中央政府や州政府へ説明を行っており、テランガナ州政府に限らず、他の州からも関心が寄せられている。



図 5-4 ラムキーグループのエコタウンプレゼン資料 (一部)

出典：ラムキーグループから提供

(4) 今後の調査の方向性

エコタウンのコンセプトについては、当初の構想から、インド側とのすり合わせを重ねることにより、徐々に現実的な案として完成された。次のアクションとしては、さらなる政府への理解、実施場所の選定、事業スキームの具体案、日印共同実施のための体制づくり等、数多くのメニューが控えている。この作業と並行して、エコタウンのコンセプトに整合した個別のリサイクル事業についても検討を進める。

6. 参考資料

(1) 第1回現地調査WS資料

Background and history of the Kitakyushu Eco Town project

[Background]

Situation of the time
 Dispose of waste safely, quickly, and economically
 → Mass production, mass consumption, mass disposal
 → Global environmental issues such as global warming and ocean pollution
 → Increasing environmental awareness

Treatment of waste
 Incineration and landfill
 → Landfill capacity shortage
 → Change to resource recycle-based society

Utilization of landfill sites (utilizing dredged sediment from harbors and slags from industrial waste)
 Attracting companies as an industrial site for manufacturing industry (aerial industry)
 → Structural transformation of industries
 → Promotion of Venous industry

[History]

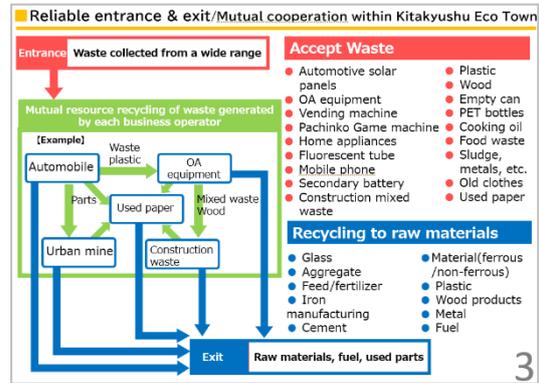
1989-1996 Considering the utilize of landfill sites
 1996-1997 Study meeting with city and local company
 1997 Government approves the eco-town plan
 1997-1998 Formulate of Eco-Town Plan
 2002 Formulate of Eco-Town Plan(2nd stage)
 2008 Formulate of Eco-Town Plan(2nd stage)/revision

Technology, human resource, networks cultivated through overcoming pollution

- Basic research, human resource training
- Technology and Practical Research
- Incubation of local enterprise, Support of Practical research/plants
- Commercialization
- Various recycling project
- Support small enterprises

since 1997

- 26 business project
- 62 Practical research project
- Visitor 1.98million ppl



Kitakyushu Eco Town

Comprehensive Environmental Industrial Complex
 Project cost approx. JPY 28 billion
 Area for developing environmental industry businesses.

Practical Research Area
 Project cost approx. JPY 4.7 billion
 Through collaboration between companies, universities, and the government, we aim to accumulate facilities for empirically researching cutting-edge waste treatment and recycling technologies, and to become a base for the development of environment-related technologies.

HIBIKI Recycling Area
 A land rental area designed to support the recycling businesses of small and medium-sized businesses and venture companies in the city.

(Effect)
 Investment amount: Approx. JPY 88 billion
 Employment: More than 1,000 ppl
 Visitors: 100,000 ppl/year

Year of recycle business start

1998	PET bottles	2003	Waste wood
1999	OA equipment	2003	Waste plastic
2000	Automobile	2005	Nonferrous metals general business
2000	Cemented carbide	2006	Wind power generation business
2000	Home appliances	2006	Food waste
2001	Fluorescent tube	2010	Sludge, metals, etc.
2002	Pachinko game machine	2013	Small home appliances
2002	Edible oil	2014	Used clothes
2002	Automobile	2014	Urban mine
2002	Used paper	2016	Mobile phone
2002	Construction mixed waste	2018	Secondary battery
2003	Empty can	2022	solar panel

Kitakyushu City Eco Town Center
 -Function for introducing Eco Town projects to promote public understanding.
 -Venue for environmental education

Direction of Eco-Town India and future needs

based on the Kitakyushu eco-town case study

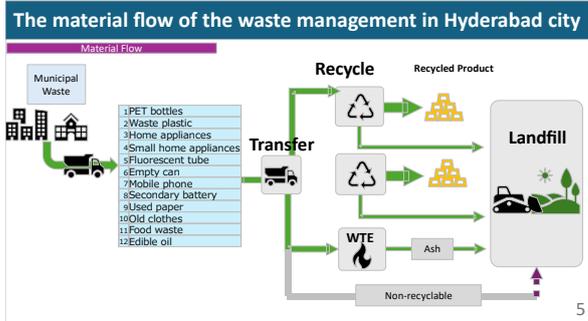
- Providing Total solution for waste treatment and effective utilization**
 → Cluster of environmental and recycling industries
 Acceptance wide variety of waste, proper treatment, recycling, and energy conversion
 [Kitakyushu Case]
 -28 companies operating 27 recycling businesses (PET bottles, OA equipment, automobiles, home appliances, non-ferrous metals, Food waste, solar panels, etc.)
- Supporting businesses from Basic Research on new environmental and recycling technologies**
 → Providing practical research facilities
 Building a collaborative system among specialized institutions such as universities
 [Kitakyushu Case]
 -Establishment of practical research area (provided to companies and research institutions for a fee)
 -Nearby universities support practical research.
- Realizing an environment and recycling industry which Open to public**
 → Disseminating information about environmental and recycling companies
 Environmental education/awareness
 [Kitakyushu Case]
 -Information disclosure and environmental education conducted at Eco Town Center.

The objective of the Field Study

28 July-1 Aug. 2024 in Hyderabad


EX Research Institute Ltd.
 Environmental and Regional Planning, Research and Consulting

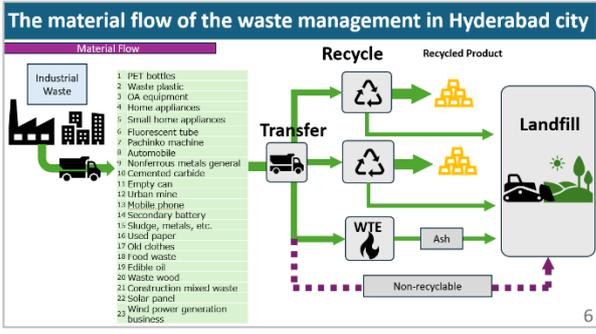
1



Needs to be done to establish Eco-Town based on Kitakyushu Eco-Town

What needs to be done to establish Ramky Eco-Town				
Whole of Eco-Town	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Identifying the current status and issues of Waste Management. 3. Select the candidate site for Eco-Town 4. Layout planning 5. Basic design 6. Final design 7. Execution control 8. Making the rule on Eco-Town 9. Funding 			
	<table border="1"> <tr> <th>Select Technologies Needed for Eco-Towns</th> <th>15 of new technologies</th> <th> <ol style="list-style-type: none"> 1. Raw Material and Alternative Fuel for cement industry from Hazardous waste 2. Composting 3. Oil production from plastic waste 4. medical waste treatment </th> </tr> </table>	Select Technologies Needed for Eco-Towns	15 of new technologies	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raw Material and Alternative Fuel for cement industry from Hazardous waste 2. Composting 3. Oil production from plastic waste 4. medical waste treatment
	Select Technologies Needed for Eco-Towns	15 of new technologies	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raw Material and Alternative Fuel for cement industry from Hazardous waste 2. Composting 3. Oil production from plastic waste 4. medical waste treatment 	
	<table border="1"> <tr> <th>Prepare of Demonstration & Researching facility</th> <th>Demonstration & Researching facility</th> <th> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control 6. Rule making 7. selecting candidate sites </th> </tr> </table>	Prepare of Demonstration & Researching facility	Demonstration & Researching facility	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control 6. Rule making 7. selecting candidate sites
Prepare of Demonstration & Researching facility	Demonstration & Researching facility	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control 6. Rule making 7. selecting candidate sites 		
<table border="1"> <tr> <th>Awareness</th> <th>Eco-Town centre (Exhibition site)</th> <th> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control </th> </tr> </table>	Awareness	Eco-Town centre (Exhibition site)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control 	
Awareness	Eco-Town centre (Exhibition site)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concept making 2. Selecting candidate sites 3. Basic design 4. Final design 5. Execution control 		

2



The objective of the Study & Request

Request
 It would be helpful if we could **obtain data on the type and quantities of waste** which collected by the Ramky Group and ReSL.

Objective

- To understand **the material flow of the waste management in Hyderabad city**, which is handled by Ramky Group(Re Sustainability Ltd.).
- Specifically, to understand **the quantity, characteristic data of the waste in each facilities**, such as transfer stations, existing processing facilities , waste landfill sites.
- If possible, we grasp the market of the recycled products.

4

(2) 第2回現地調査WS資料

INDIA ECO TOWN ECO-COMPLEX(TENTATIVE) REPORT AND PROPOSALS FOR INSTALLATION

1

Kitakyushu Eco Town

Comprehensive environmental complex
An area for developing environmental industry businesses. Project cost approximately 28 billion yen.

HIBIKI Recycle Complex
A land parcel area designed to support the recycling business of small and medium sized business and venture companies in the city.

Empirical research area
Project cost approximately 8.7 billion yen. Through collaboration between government, private sector, we aim to accumulate facilities for environmentally recycling center, eco waste treatment and recycling technologies, and to become a base for the development of environment related technologies.

Kitakyushu City Eco Town Center
Environmental exchange center introducing with private projects.

Start of the recycling

1994	PP (Ethics)	2003	Waste social
1999	Oil equipment	2003	Waste plastic
2000	Automobile	2005	Non-ferrous metal-general
2000	General waste	2006	Waste paper (non-ink/business)
2000	Home appliances	2006	Food waste
2000	Plastic waste	2010	Sludge, mud, etc.
2001	Industrial machine	2011	Small home appliances
2002	Football	2014	Old clothes
2002	Automobile	2014	Used tires
2002	Used paper	2014	Mobile phone
2004	Construction material waste	2014	Secondary battery
2004		2014	

Investment amount Approximately 60 billion yen.
Employment More than 1000 people.
Value 100,000 people per year.

2

Contents

- 1) Eco Town (tentative name : Eco Complex) Concept in India
- 2) Current issue for establishing the Eco-Complex

3

1. Eco Town (tentative name : Eco Complex) Concept in India

4

What is Eco-Complex ?

The Eco-Complex is an industrial park that not only has the general infrastructure of an industrial park, but also an infrastructure with international standards in environmental and social aspects. The Eco-Complex will create a system whereby the manufacturing and recycling cluster will work together to use the resources forever and repeatedly.

5

Purpose of establishing the Eco-Complex

What is the reason for the need for Eco-Complex?

- Environmentally conscious production and consumption of materials is becoming mainstream.
- Some major companies, such as Apple, have set a goal of using 100% recycled materials in their production, and companies that cannot use recycled materials or decarbonize are being excluded from the supply chain.

→ The demand for recycled materials is expected to increase.

- Global economic growth and population growth are leading to competition for resources. Therefore, securing domestic raw materials for manufacturing is considered important.
- The Waste Management Rules in India impose EPR (Extended Producer Responsibility) on manufacturers and importers and set recycling rates (for plastic packaging, tyres, oils, electrical and electronic equipment, batteries, automobiles and non-ferrous metals), and demand for recycling is expected to increase.

→ The manufacturing and recycling industries must work together to circulate resources.

- As the creation of a sustainable society is required world wide, eco friendly industrial parks are a tool to promote understanding among governments, companies, and local residents, thereby increasing the number of stakeholders who support the business. (Contribution to SDGs , CSR implementation, increasing corporate value and evaluation) etc.

6

1-1. Definition of Eco-town and Eco-complex

Eco Town: A concentration of recycling industries. Kitakyushu Eco Town: A concentration of recycling industries led by the government.
Eco-Complex: Complexes offering recycling services and environmental added value in industrial parks.

Kitakyushu Eco-Town

- Recycling complex (a concentration of various industries)
 - Recycling waste from outside
 - Gathering of specialists
 - Manufacturing industry not included
- Features of Kitakyushu Eco-Town
 - Every Waste can be recycled
 - Research and development of new recycling technology
 - Information disclosure and environmental education

Eco-Complex

Realization of a recycling-oriented, carbon-free industrial park
 (The complex management company provides high-value-added infrastructure services.)

Ramky Infrastructure's achievements and know-how

- Industrial parks (manufacturing clusters)
- Infra. 1: Water supply, wastewater treatment, and electricity service supply

Arterovenous connection + Zero emissions, recycled material supply, etc.

Circular Center (tentative)

Kitakyushu Eco-Town's achievements and know-how

- Infra. 2: Waste recycling
- Infra. 3: Incubation of the recycling business
- Infra. 4: Information disclosure and environmental education

Infra. 5: Supply of recycled materials (resource circulation)

Infra. 6: Renewable energy supply

Infra. 7: Data Use and Authentication (Traceability, Carbon Credit)

7

1-2. What the Eco-Complex Aims to be

Aim: Contribute to the SDGs for industrial park companies by creating social value through Zero emissions, decarbonization, horizontal recycling, upcycling, CO2 utilisation and information disclosure, etc.

Apply for SATREPS project
Joint research with IIT Hyderabad

8

1-3. Functions of the Eco-Complex Circular Center

Kitakyushu Eco-Town's experience and know-how

- Recycling of all waste materials**
 - Acceptance of all kinds of waste through the concentration of environmental and recycling industries. In addition, it is important to propose product designs that are easy to recycle. E.g., PET bottles used to be collected in bags before, but now there are eco-collected PET.
- Development of new environmental and recycling technologies**
 - Providing new technology demonstration research facilities (Establishing a collaborative system with universities and other research institutes)
 - Accumulating technologies to convert alloys of waste into resources and strengthening the competitiveness of the recycling industry.
- Open to the public**
 - Information dissemination and environmental education/awareness-raising for environmental/recycling companies.

New research and development areas

- Cooperation with the manufacturing industry**
 - Provide services such as waste recycling, supply of recycled materials, and information disclosure for industrial park companies.
- Use of renewable energy**
 - Renewable energy supply, support for PAF regulation and credit trading to India's Carbon Credit Trading Scheme (CCTS).
- Data Platform**
 - Visualizing the properties, quantity, traceability, carbon footprint, value, etc. of waste and recycled products in real time.

9

1-4. Services in Eco-Complex

Services in Eco-Complex

Control the quantity and quality of waste processed and the quantity of recycled material.

Recycling all types of waste

Zero Emissions

Reporting for Scope 1-3 GHG emissions

Renewable energy facilities, water-to-energy generation, environmental management (wastewater and air pollution control)

Stable supply of recycled materials

External sale

zero

10

1-5. Minimum requirements for Eco-complex

Framework of UNIDO Eco Industrial Park(EIP)

The framework is based on "prerequisites" and "performance indicators" in **Recycling categories (Park management, Environmental performance, Social performance, Economic performance)**.

Eco-Complex services to EIP requirements

- Utilizes, reuses, recycles (including IT security) and emergency response services (facilities and wastewater treatment plants and operations, etc.)
- PR and community participation center/platform/activities, etc.
- Supply of renewable energy, heat, water, and supporting programs are in place to improve the energy efficiency of major energy consumers.
- All solid industrial waste generated by firms is reused/recycled by circular centers. Hazardous materials and waste as part of facility bonding agreements.
- A program is established with clear evidence of steps taken to monitor, measure GHG emissions, etc.
- Essential primary social infrastructure has been adequately provided in the site master plan and is fully operational in the park.
- Gender perspectives are incorporated in the formulation, management and monitoring of plans and programs, etc.
- Eco-Complex has a strategy in place to maximize local benefits.
- Alliances and programs are established with SMEs that provide services and add value to park residents.
- Park management entity is responsible for marketing the park and park concepts to potential national and international investors, etc.

Service for Residents of Eco-Complex

11

1-6. The Step and the roles of establishment of Eco-Complex

Start business of circular center

- FS of recycle business
- ReSL collects and transports to waste
- Recycling companies (companies in Kitakyushu, etc.)

Consideration of recycling trade flows - Demand side

- Selection of circular center company candidates
- Waste survey (e.g., waste generation, collection status, etc.)
- Supply side

Setting the concept

- Underside landing Kitakyushu Eco-Town

Development of Eco-Complex

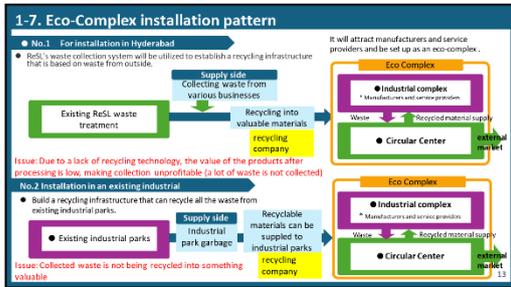
- Eco-Complex Management
- Attracting companies
- Layout/Infrastructure design/Construction
- Candidate site selection
- Funding
- New Company by Japanese Company (Kitakyushu Circular Eco Center)
- Eco-Complex Initial Design

Kitakyushu City Environmental Bureau, EX, PR, recycling companies in Kitakyushu City, etc. + ReSL

Research and examination of Circular center

- Kitakyushu City, EX, recycling companies, ReSL will collaborate to investigate and consider the matter
- Information disclosure and environmental education
- Place in an easily accessible location
- To be relocated after the completion of the Eco-Complex
- Virtual public hearing also available

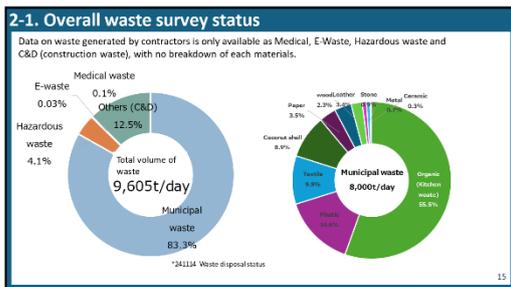
12



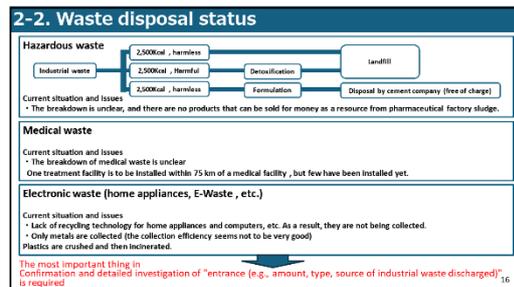
13

2. Circular Center: Report on the survey and issues regarding the recyclings

14



15



16

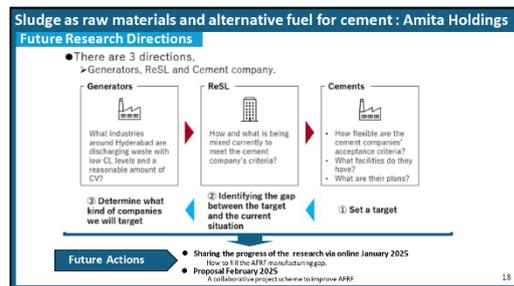
Sludge as raw materials and alternative fuel for cement : Amita Holdings

Key finding

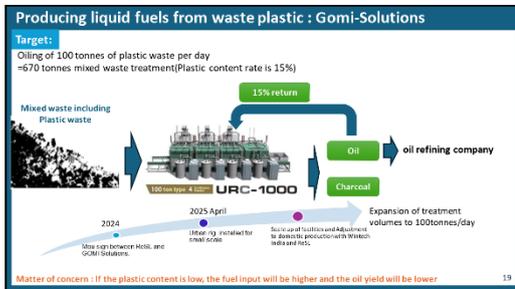
- There seems to be no combination of waste that meets the guidelines' standards, so further investigation is required.
- CI levels are high, Sulphur levels are okay.

The weighted average values	
TOP 50 includes LF, LAT, AFRF	CI 2.1% CV 3,115 kcal/kg MC 16.6%
LAT	CI 2.0% CV 938 kcal/kg MC 13.4%
AFRF	CI 2.9% CV 2,915 kcal/kg MC 49.2%
TOP 50 of AFRF	CI 3.0% CV 3,425 kcal/kg MC 23.0%

17



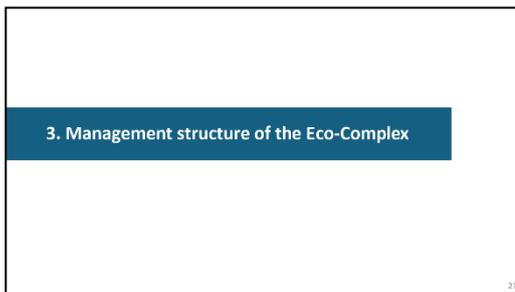
18



19



20



21

Outline of Telangana

Reference

Industry Features
Telangana state is a significant contributor to the IT, pharma, bio-tech, medical devices, aerospace , defense and ESDM sectors.

Sector	Features
Life Sciences	<ul style="list-style-type: none"> 1/3rd of vaccine production, 2/3rd of domestic pharma production. India's first and largest R&D and biotech cluster. Pharma City (Uppal) - World's largest integrated industrial cluster for pharmaceuticals.
Food Processing	<ul style="list-style-type: none"> The Food Processing sector has generated investment of Rs. 6,864 Crs. leading to establishment of 8,007 units, and creation of 80,000 employment opportunities since 2014.
Aerospace & Defence	<ul style="list-style-type: none"> India's only multi-product SEZ near an airport, along with domestic airfield area. One of the most cost-effective global aerospace hubs.
Hardware & ESDM	<ul style="list-style-type: none"> ESDM (electronics, software and hardware) Policy launched in State to facilitate Electronics investments. 3 ESDM clusters in a City. Key global players such as Nvidia, Motorola, Qualcomm, AMD, CDAC, Cypress, etc., Home grown companies such as SREI, SRI, HCL, etc. Recently attracted investments from majors such as Apple, Micromax, HCL, Resolute, etc.
EV	<ul style="list-style-type: none"> Telangana Mobility Valley (TMV) which is India's first and one of its kind New Mobility focused cluster was launched in February. TMV aims to attract investments of Rs. 50,000 Crs. and generate more than 8 lakh jobs in the next 5 years.
Handlooms & Textiles	<ul style="list-style-type: none"> Handlooms & Textiles sector has attracted total investments of Rs. 6,496 Crs. with employment potential of 43,370 people.

22

Industrial Park in Hyderabad

Reference

Prominent industrial areas for greenfield and secondary transactions

Industrial Park	Area	Major Occupier	Remarks
Kakatiya Mega Textile Park	1,192	Upcoming	• Biggest textile park in India, provisioned for an integrated company (Nongene) to be anchor investor.
Hyderabad Pharmacy	70,448	Upcoming	• Proposed integrated development with objectives to set up the entire value chain of the pharmaceutical industry.
EMC E-city	603	Upcoming	• Greenfield electronics manufacturing cluster.
EMC Maheshwaram	302	Biopharma, Sat Life Sciences, Biological E	• Ready-to-use multi-contaminated modular wet labs and land for customised / R&D facilities.
ICP Knowledge Park	200	Lexus, USD, Di Pont, Adams, Evidentia	• Ready-to-use multi-contaminated modular wet labs and land for customised / R&D facilities.
MH Park	400	TCI, Tokyo Chemicals, Mylan, Novartis, GSK, Alkermid	• India's first Industrial Park to offer turn-key fully fitted lab & office spaces.
Medical Devices Park, Sultanpur	250	Apollo Hospitals, Cyient, Sahajiraj Medical Technologies	• Private Industrial Park for engineering, food processing, automotive, logistics and aerospace developed with Sumitomo Corporation.
GMR Aerospace Park	5,500	Cirrus, Cyient, Safran	Organized R&D Cluster
Ambharia	337.8	ATR Advanced Systems Limited, 70 units with Lockheed Martin, Boeing & GE	• Automobiles, Electronics and Float Glass Cluster Valley, India's first
Aerospace IZZ			• Focus greenfield industrial area for ESDM.
Suburban NMT	12,035	Upcoming	• Automobile & auto ancillary cluster.

23

令和6年度 脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

(インドにおける脱炭素・循環型エコタウン整備推進事業)

業務報告書

令和7年3月

株式会社エックス都市研究所

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。