

令和7年度環境省委託事業

令和7年度

脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(インドネシアにおけるセメント産業の脱炭素化に向けた
実現可能性調査)

業務報告書

令和8年3月

公益財団法人地球環境戦略研究機関

令和7年度環境省委託事業

令和7年度

脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(インドネシアにおけるセメント産業の脱炭素化に向けた
実現可能性調査)

業務報告書

令和8年3月

公益財団法人地球環境戦略研究機関

目 次

1. 事業の目的と概要.....	6
1.1. 背景と目的	6
1.2. 事業の概要	7
1.3. セメント産業の脱炭素化.....	8
1.4. 事業の実施方法.....	9
1.5. 関連施策の動向.....	13
2. 産業廃棄物のセメント原燃料化調査.....	21
2.1. 調査概要	21
2.2. 調査項目と調査方法.....	22
2.3. 各項目の調査目的・方法・結果.....	28
2.4. 結論（実現性があるかどうか、課題と解決策）	51
3. 一般廃棄物のセメント燃料化調査.....	53
3.1. 調査背景・目的.....	53
3.2. チレゴン市 ISWMP 事業.....	54
3.3. 南タンゲラン市の都市ごみを対象とした RDF 施設建設.....	57
3.4. 都市間連携を通じた廃棄物管理の向上.....	80
4. 省エネ設備導入調査.....	84
4.1. JCM を活用した省エネ設備導入のニーズ調査	84
4.2. 液体代替燃料の MRV 方法論調査.....	85
5. 環境省以外の支援機関との連携.....	94
5.1. 世界銀行 ISWMP 事業に関する連携.....	94
5.2. JICA インドネシアとの情報交換	94
6. 環境省主催の都市間連携セミナーへの参加.....	95
6.1. 都市間連携セミナーへの参加サポート.....	95
6.2. 北九州市等の工場視察.....	96

1. 事業の目的と概要

1.1. 背景と目的

セメント産業は、世界で3番目に大きなエネルギー消費産業で、2番目に大きなCO2排出産業である¹。経済発展が著しい開発途上国諸国において、セメントはインフラ開発において基礎を成す重要な産業であるため、セメント産業を持続可能な形に移行していくことは、開発途上国にとって脱炭素社会の実現に向けて避けて通れない重要課題である。

我が国では、セメント産業は古くから省エネルギーに努めてきており、廃棄物・副産物をクリンカ原料や熱エネルギーの代替として有効利用する技術を開発し、受け入れ量を増やしてきた経緯がある。その結果、日本のセメント産業は、世界トップレベルのエネルギー効率を誇ると同時に、廃棄物・副産物の使用率は約50%にまで達している(図1.1.1)。

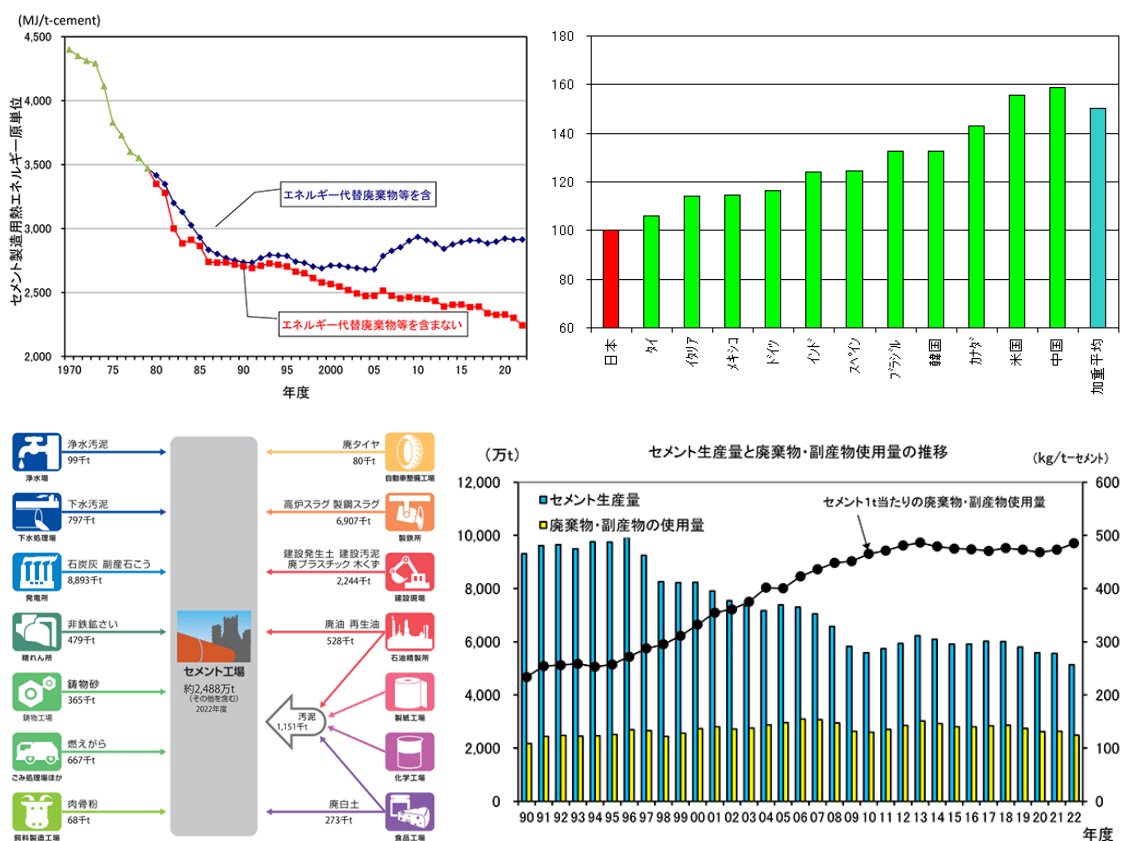


図 1.1.1. 日本のセメント製造用熱エネルギー原単位の推移 (左上)、クリンカ1トンを作るのに必要なエネルギー指数の国際比較 (右上)、セメント工場における廃棄物・副産物の有効活用 (左下)、セメント生産量と廃棄物・副産物使用量・使用原単位の推移 (右下) (出所：一般社団法人セメント協会)

¹ International energy agency “Technology Roadmap - Low-Carbon Transition in the Cement Industry”: <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry>

本調査では、ジャカルタ都に隣接したバンテン州と西ジャワ州の2つの州にまたがって、北九州市とバンテン州の都市間連携の下、両国の関連自治体、企業、中央政府機関等のステークホルダーと連携して、この重要課題に取り組み、本邦企業が長年かけて培ってきたこれらの技術やノウハウを、ビジネスを通してインドネシアの脱炭素・循環型社会の形成に貢献することを目指したものである。

1.2. 事業の概要

セメント産業は、原料の採掘、セメント製造、物流に至る幅広いサプライチェーンによって支えられた産業であるため、セメント産業の脱炭素化を目指すにあたっては、セメント工場の脱炭素化だけでなく、サプライチェーンにおけるCO₂排出削減と資源循環を考慮した対策が必要である。本業務では、そのうち、①産業廃棄物のセメント原燃料化、②一般廃棄物の燃料化、③セメント工場への省エネ設備導入、の三つのアプローチでCO₂排出削減と資源循環の実現可能性について調査・検討を行った(図1.2.1)。これらの取組により、持続可能な都市形成、生態系の保全など、様々なコベネフィットの提供にも貢献できると考えている。

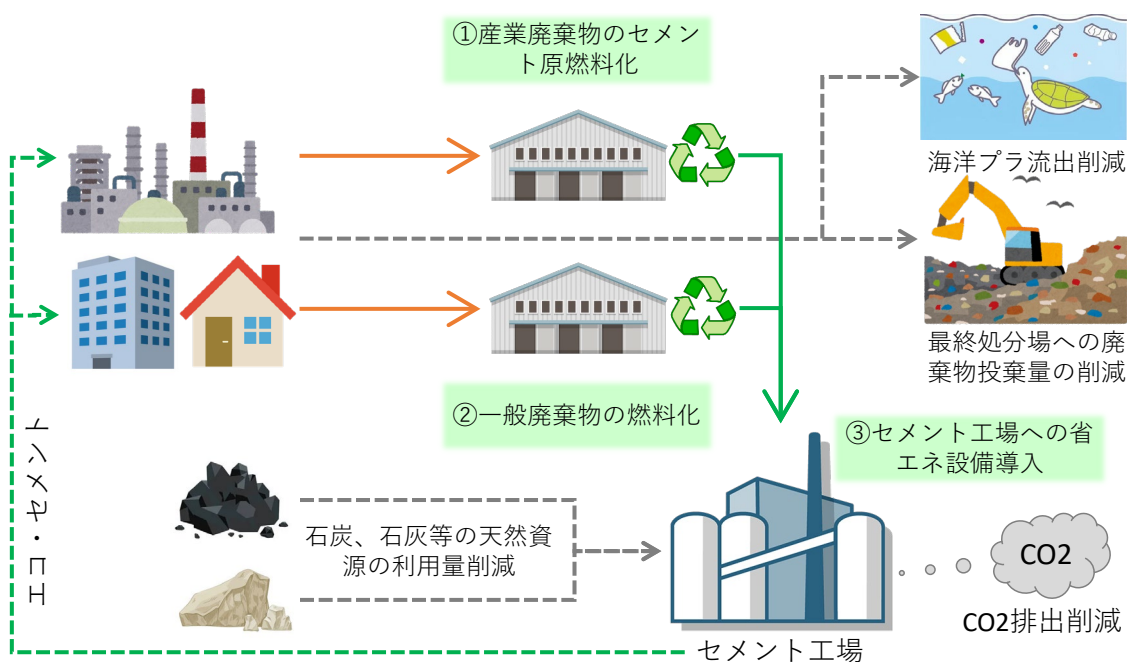


図 1.2.1. 事業コンセプトのイメージ図 (出所：調査団が作成)

産業廃棄物のセメント原燃料化 (①)

インドネシアでは製造業の増加に伴って産業廃棄物が増加し続けているが、有害廃棄物(B3 廃棄物)など処理が困難な産業廃棄物の適正処理やトレーサビリティなどの管理・法規制が間に合っておらず、不適正な処理や不法投棄など環境汚染や健康被害が懸念さ

れている。日本では産業廃棄物を適正に管理し、リサイクルを促進するための法整備と実施が進んでおり、特に、セメント工場のエネルギー需要と高温の焼成工程の特徴を活かして、産業廃棄物をセメント代替原料や石炭代替燃料に加工して利用する技術が発展してきた。セメント工場がこれらの資材を原料・燃料として使うためには、廃棄物の化学的な性状や発熱量を分析して、セメントの原燃料として受け入れやすいように調合することに加え、そのような調合資材を大量かつ安定的に供給することが必要である。本調査では、これらの技術を長年蓄積してきた本邦企業が、インドネシアにおいて産業廃棄物処理で事業化する実現可能性を調査・検討した。

一般廃棄物の燃料化 (②)

インドネシアでは、人口増加と経済発展、人々の消費行動の変化に伴い、一般廃棄物が増え続けているが、ごみの主要処理方法である最終処分場は各地で逼迫している。新規最終処分場の開発も、周辺住民からの反対や政府が掲げる埋立処分場に頼らない廃棄物処理への移行方針に沿って、進んでいない。廃棄物発電はごみの減量に有効だが、設備が高額で、売電契約の締結も容易でないことから、プロジェクトの組成が難航している。一方、一般廃棄物を廃棄物固形燃料（RDF）に加工して既設のセメント工場や大型ボイラを備えた工場で石炭の代替燃料として使う方法は、より低コストで導入できることから、注目が集まっている。しかし、インドネシアで行われている RDF 製造手法は、生ごみも他の可燃系ごみとまとめて乾燥させる場合が多いため、エネルギー投入量が多い一方で発熱量が低く、品質や生産量が安定しないなど、課題が多く指摘されている。本調査では、最終処分場が閉鎖に追い込まれ、廃棄物処理が喫緊の課題となっているバンテン州の南タンゲラン市の都市ごみ（約 1,000 t/d）を対象に、混合ごみを高温発酵処理することによって水分を効果的に蒸発・乾燥させる生物乾燥（Bio-drying）技術を導入することによって、高カロリーな RDF を安定的に低コストで生産できる本邦で導入済みの技術を用いて大規模な RDF 施設の実現可能性について調査・検討した。

セメント工場への省エネ設備導入 (③)

セメント工場はエネルギー需要が特に大きいため、省エネ設備導入による温室効果ガス（GHG）排出削減効果が高い。今年度は、2023 年度に実施したセメント工場への廃熱回収発電設備の導入調査、2024 年度に行ったセメント工場における省エネ設備導入ニーズ調査およびセメント原燃料化の方法論検討調査に引き続き、JCM のニーズ調査およびセメント工場への液体燃料設備導入に関する方法論調査を行った。

1.3. セメント産業の脱炭素化

セメントは、建物や橋梁など社会インフラに必要な基礎素材であり、インドネシアのように人口増加と経済成長を続けている国では、今後の経済発展に欠かせない産業

である。一方で、セメントは製造時に多くのエネルギーを消費し、1 トンのセメントを生産するのに 0.5~0.6 tCO₂ を排出し、セメント・セクターは世界の CO₂ 排出量の約 7% を占めているとされている²。2023 年時点でのセメント・セクターからの CO₂ 排出量 (2.4GtCO₂) は、2015 年のそれよりも増えている³ことから、CO₂ 排出の削減が急務である。

セメントの生産プロセスでは、主原料である石灰石に珪石、粘土、酸化鉄原料などを混合し、1,450℃以上の高温で焼成してセメントの中間製品であるクリンカが製造される。次に、クリンカを微粉碎し、石こうや混合剤を加えることでセメントができあがる。この、焼成工程において主原料である石灰石 (CaCO₃) が CaO を主成分とするクリンカになるプロセス (CaCO₃→CaO+CO₂) で多くの CO₂ が排出される。セメント製造に伴い発生する CO₂ の約 55%が石灰石をはじめとする原料の脱炭酸によるものである。この、非エネルギー起源 CO₂ の排出量が多いのがセメント産業の特徴で、仮にエネルギー源を 100%再生可能エネルギーに転換したとしても、CO₂ 排出量をゼロにすることはできない⁴。

セメント製造工程で発生する CO₂ の多くがクリンカの製造工程で発生することから、セメント産業においてクリンカ比率を低減することは CO₂ 排出削減に直結する。灰や汚泥などの廃棄物で原料代替を行うことによって、クリンカ比率を低減することができる。また、バイオマスや RDF などの代替燃料の導入による石炭消費の削減や、高効率設備の導入、排熱の有効利用なども CO₂ 排出削減に有効である。ただし、これらの方策だけではセメント産業の脱炭素化は難しいとされていて、CCS (二酸化炭素回収・貯留) や CCUS (CO₂ 回収・利用・貯留技術) の開発と導入が求められている。いずれにしても、セメント・セクターの脱炭素化は難易度が高いのが特徴である。

1.4. 事業の実施方法

1.4.1. 調査エリア

本調査は、インドネシア側の主要ステークホルダーであるインドセメント社の最大のセメント工場(チタラップ工場)が所在する西ジャワ州と、シナルマスランド社の拠点 BSD City があるバンテン州の、首都ジャカルタ特別州を囲う 2 つの州にまたがって実施した (図 1.4.1.1)。産業廃棄物、一般廃棄物ともに、廃棄物の収集エリアは一つの自治体ではとても収まり切らず、流動性もあることから、このような廃棄物処理事業をビジネスとして成り立たせるためには、産業が盛んで人口も多い首都圏の広域地域を対象に資源を確保するとともに、セメント工場との連携体制を構築することが必要である。

西ジャワ州はインドネシアの州の中で最も人口が多く (4,827 万人)、バンテン州は

² IEA: Technology Roadmap: Low-Carbon Transition in the Cement Industry: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/cbaa3da1-fd61-4c2a-8719-31538f59b54f/TechnologyRoadmapLowCarbonTransitionintheCementIndustry.pdf#:~:text=The%20cement%20industry%20currently%20represents%20about%207%25,information%20\(representing%2021%25%20of%20global%20cement%20production\).](https://iea.blob.core.windows.net/assets/cbaa3da1-fd61-4c2a-8719-31538f59b54f/TechnologyRoadmapLowCarbonTransitionintheCementIndustry.pdf#:~:text=The%20cement%20industry%20currently%20represents%20about%207%25,information%20(representing%2021%25%20of%20global%20cement%20production).)

³ IEA, Breakthrough Agenda Report 2024, Cement: <https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2024/cement>

⁴ 脱炭素経営の神髄「セメント業界の脱炭素化への展望」: https://rickysprout.com/cement_industry/#toc1

1,190万人である（2020年センサス）。2023年の州別の直接投資額は、西ジャワ州はジャカルタ特別州に次いで多い（約Rp 88兆）。一方、バンテン州は近年急速に直接投資額が増えており、州別で6番目に多い額（約Rp 38兆）に達している（インドネシア中央統計庁、BPS）⁵。

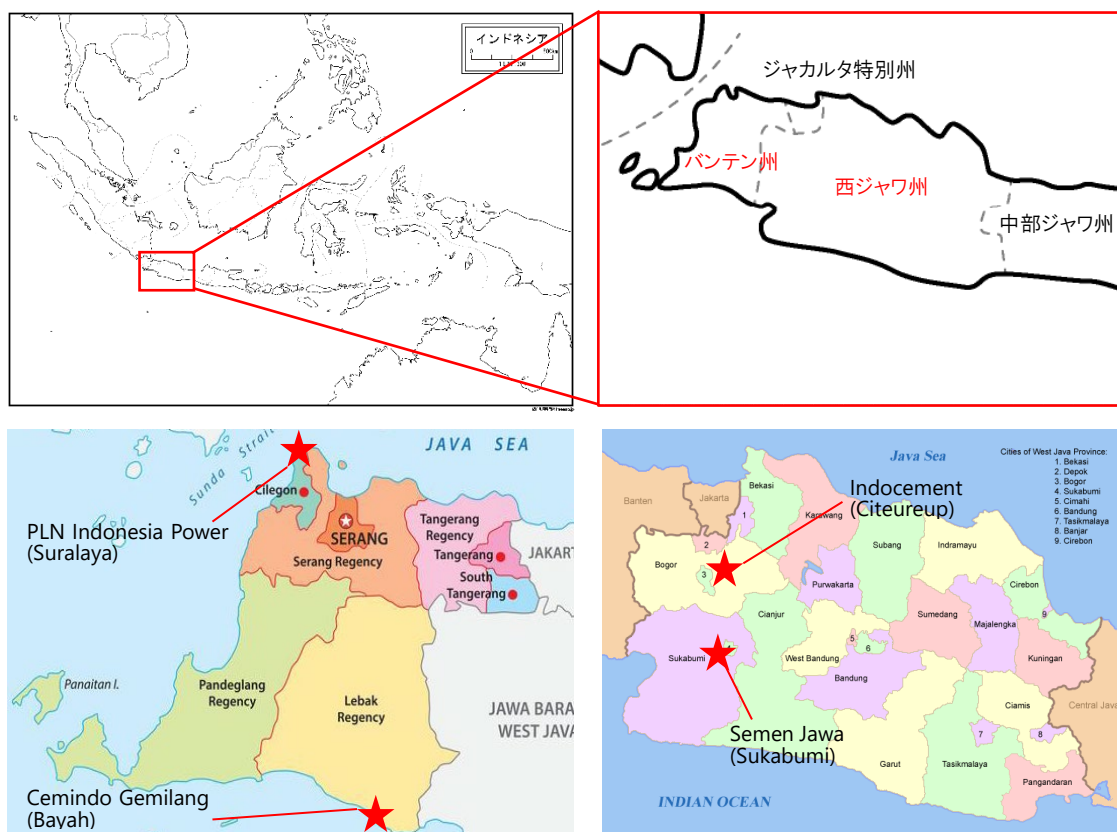


図 1.4.1.1. バンテン州と西ジャワ州の位置関係（左上・右上）および両州における廃棄物代替原燃料の主要オフテイカー（セメント工場、石炭火力発電所）の位置関係（左下：バンテン州、右下：西ジャワ州）（出所：バンテン州：Alamy、西ジャワ州：Wikipedia を基に調査団が作成）

1.4.2. 実施体制

本調査は、日本側の参加企業が有している技術やノウハウを活用して事業化の実現可能性を調査する民間連携と、一般廃棄物の燃料化事業に対して、発生源分別や回収の改善などで側面支援する自治体間連携に分かれて実施した。西ジャワ州では、主にセメント原燃料化の調査を民間連携で実施し、バンテン州では、主に一般廃棄物の燃料化の調査を民間連携で実施しつつ、自治体間連携も相乗的に実施した。調査全体の調整とサポートは、公益財団法人地球環境戦略研究機関（以下、IGES）が務めた（図 1.4.2.1）。以下が本調査

⁵ BPS Statistics Indonesia: <https://www.bps.go.id/en/statistics-table/2/NzkzIzI=/domestic-direct-investment-realization-by-province--invest-.html>

に参画している共同事業者で、いずれからも関心表明レター（LOI）を受理している。

- 北九州市環境局環境国際戦略課
- バンテン州
- 西ジャワ州環境局
- チレゴン市環境局
- PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk
- PT Jababeka Tbk
- アミタホールディングス株式会社
- 株式会社ビートルエンジニアリング
- 株式会社ダイセキ九州事業所

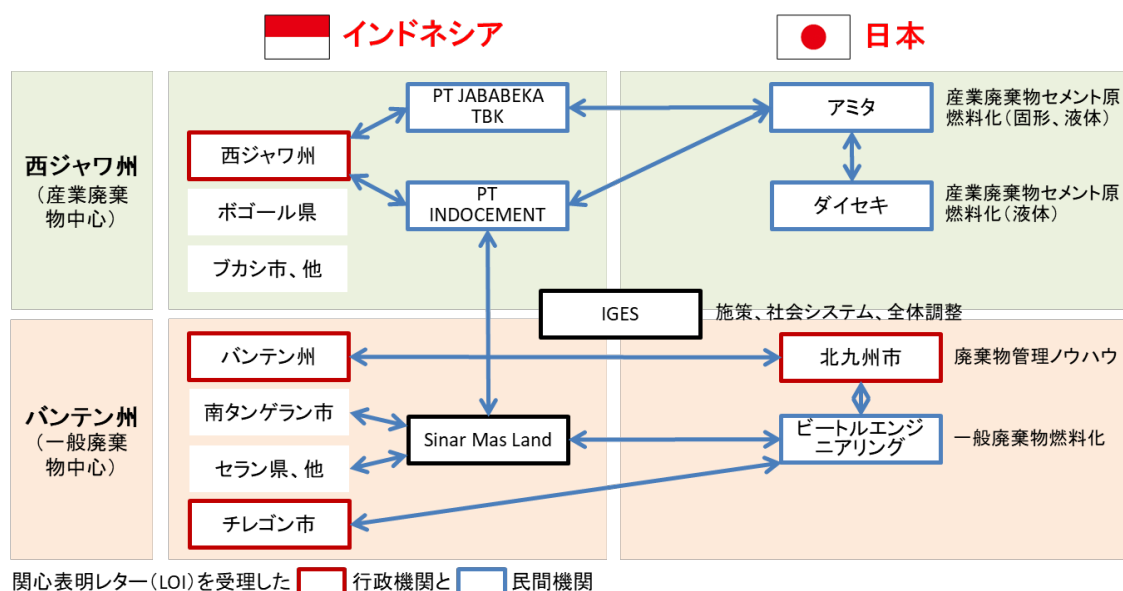


図 1. 4. 2. 1. 事業の実施体制概念図（出所：調査団が作成）

1. 4. 3. 調査方法とスケジュール

本調査は、調査テーマ毎にチームをつくり、現地調査を主体に実施した。現地調査では、調査団が有している既存のネットワークを駆使して現地関係機関とアポイントを取り、ヒアリングや現場視察を通して情報収集を行った。一般廃棄物の燃料化事業では、小規模な生物乾燥ユニットを現地に構築して実証試験によるデータ収集と検証も行った。

現地調査と並行して、WEB などの二次情報の収集・整理、インドネシアの関係者とメールや WhatsApp を用いた連絡調整、オンライン会議での打合せを通して情報交換を行った。これらの調査結果は、取りまとめて評価・検討を行った。

また、一般廃棄物の燃料化事業の側面支援策の一環として、ごみの発生源分別とリサイ

クルを推進することを目的に、北九州市が連携しているバンテン州の要請に応じてバンテン州政府職員を対象とした廃棄物管理研修ワークショップを開催した。さらに、産業廃棄物の原燃料化による事業化にあたって今後必要になってくる許認可の取得を円滑に進める狙いから、インドネシア環境省の有害・非有害廃棄物管理部の職員2名を北九州市に招聘して、有害廃棄物処理の工場を視察してもらい、処理技術や適正処理を進める制度・仕組について理解を深めてもらう機会を設けた。「脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026」が2月に愛媛県で開催された際には、本調査事業の現地カウンターパートから1名招聘できる機会があったことから、インドネシア側の主要ステークホルダーであるインドセメント社の職員を招聘し、セミナー後に北九州市にも足を運んでもらい、工場視察やディスカッションを行う機会も設けた。

契約仕様書における調査項目別にガントチャートで実績を表1.4.3.1に示した。

表1.4.3.1 2025年度調査のスケジュール。契約仕様書における調査項目別にガントチャートで実績を表示したもの（出所：調査団が作成）

実施事項	2024								2025	
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
1. 産業廃棄物のセメント原燃料化調査										
(1) ニーズ調査										
1) 固体廃棄物調査										
2) 液体廃棄物調査										
(2) 処理工場建設に向けた準備										
1) 設計、建設費、ファイナンス調査										
2) 許認可の申請手続き										
3) 国内プラント視察のための招聘										
2. 一般廃棄物燃料化調査										
(1) 現地調査										
1) RDF 施設等の現地視察調査										
2) 関係者とのミーティング										
3) 生物乾燥の現地実証試験										
(2) 事業化に向けた準備										
1) 事業者の特定、設計、見積作成										
2) コスト計算、ファイナンス調査										
(3) 都市間連携を通じた廃棄物管理の向上										
1) 廃棄物管理研修ワークショップ開催										
3. 省エネ設備導入調査										
(1) ニーズ調査										
(2) 液体燃料方法論調査										
4. 環境省以外の支援機関との連携										
JICA インドネシアとの打合せ										
5. 環境省主催の都市間連携セミナーへの参加										
セミナー参加・北九州市等への視察対応										

1.5. 関連施策の動向

1.5.1. 国が決定する貢献（NDC）と長期戦略

インドネシア政府は、パリ協定に基づいて各国が策定する国が決定する貢献（NDC）を2016年に気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）事務局に提出した。そして、2022年には、2030年までにGHG排出をネットで低下させ、遅くとも2060年までにカーボンニュートラルを達成する目標を盛り込んだ、強化された国が決定する貢献（ENDC: Enhanced Nationally Determined Contribution）⁶と「2050年低炭素・気候強靱化のための長期戦略（LTS-LCCR 2050）」⁷をUNFCCC事務局に提出した。ENDCでは、2010年を基準年として、2030年までに国際支援がないケース（CM1）では、従来通りのシナリオ（BAU）比で29%だった削減目標は31.89%まで引き上げられ、国際支援があるケース（CM2）では、BAU比で41%だった削減目標は43.20%まで引き上げられた。

この度、インドネシア政府は、2025年11月に開催されたCOP30（於：ブラジル）に先立ち、第2次NDC（Second NDC: SNDC）⁸をUNFCCC事務局に提出した。SNDCでは、従来のNDCで採用されていたBAUに対する排出削減目標から、絶対値の排出目標へと移行した。SNDCでは、2030年までに排出量はピークに達すると予測しており、2035年までに排出量は1.34~1.49ギガトンCO₂換算に達すると予測されている。これは、ENDCに基づく予測値より8~17.5%低い推定値である。

個別セクターでの目標を見ると、ENDCでは具体的な数値目標が見られたのに対して、SNDCでは具体性がなくなっているのが目に付く。セメント産業を含む工業プロセスと製品利用（IPPU）セクターにおけるセメント産業では、ENDCでは、2030年までにクリンカ比率を、「代替原料の導入促進などを通じて81%から65%まで低減」する目標（CM2）が掲げられていたが、SNDCでは、「セメント中のクリンカ比率を低減するため、代替材料の割合を増やすことで混合セメントの割合を増加させる」と記載があるだけである（図1.5.1.1）。また、都市固形廃棄物のサブ・セクターにおいては、ENDCでは、固形廃棄物をRDFまたは廃棄物発電によって460万トン処理することや、生ごみを370万トン堆肥化処理することなどが具体目標として掲げられていたのに対して、SNDCでは、廃棄物セクターが統合され、具体的な数値目標はなくなり、最終処分場の改善、焼却発電、RDF、生ごみの堆肥化などがCO₂排出削減手段として記載されているだけである（図1.5.1.2）。SNDCで具体性が低減したとは言え、これらの技術や対策がCO₂排出削減において引き続き重要視されていることは変わらない。

⁶ Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC), Indonesia: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/ENDC%20Indonesia.pdf>

⁷ Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050: LTS-LCCR 2050): https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Indonesia_LTS-LCCR_2021.pdf

⁸ Second Nationally Determined Contribution (NDC), Indonesia: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-10/Indonesia_Second%20NDC_2025.10.24.pdf

2. INDUSTRIAL PROCESS AND PRODUCT USE (IPPU)

Source of Emissions		Mitigation Measures
Industrial Process	Cement Industry	Increase blended cement by increasing the portion of alternative material for reducing clinker to cement ratio
	Ammonia Plant	Projects for ammonia plant revitalisation to reduce natural gas consumption intensity
		Revamping of ammonia plants (increase plant efficiency & reduce IPPU emissions)
		CO ₂ utilisation
Other Industries	Maintain improved plants operation (automation of feeding system / hardware improvement from CWPB to bar-brake tech) for aluminium industry	
	Technology improvement and installation of non-selective catalyst reduction (NSCR) for N ₂ O destruction for nitric acid industry	
	Improvement of smelter processes and scrap utilisation for iron and steel industry	
Product Uses	F-Gases	Reducing HFC by limiting the number of imports and converting to an alternative refrigerant with a lower GWP level

図 1.5.1.1. 第2次 NDC における工業プロセスと製品利用 (IPPU) セクターにおける各セクターの脱炭素に向けた方針 (出所: [Indonesia's 2nd NDC](#))

3. WASTE

Source of Emissions	Mitigation Measures
Domestic Solid Waste	Rehabilitation of 'open dumping landfill' into 'sanitary landfill' equipped with LFG recovery for utilization/energy.
	Composting and 3R paper (reuse/recycle) through various treatment/processing facilities.
	Implementation of: <ul style="list-style-type: none"> - Waste to energy through PLTSa*; - Solid Recovered Fuels (SRF); - Refuse Derived Fuels (RDF).
	Implementation of municipal waste management, through: <ul style="list-style-type: none"> - MSW sorting at the sources to facilitate the use of waste for recycled materials or energy in order to avoid landfill disposal (MSW facilities with no emission); - Implementation of practices Black Soldier Fly/Maggot; - MSW pellet for energy; - Other related mitigation measures.
	Landfill Mining
Domestic Liquid Waste	Implementation of domestic liquid waste management through IPAL (communal/ integrated/ centralized/ regional) with lower emission intensity than septic tanks to serve more population.
	Biodigester for domestic liquid waste equipped with methane capture and utilization and other related mitigation measures.
	Implementation of black water treatment facilities (IPLT).
Industrial Waste	Waste Water Treatment Plant (WWTP) Biogas (methane recovery) and other related mitigation measures.
	Waste Water Treatment Plant (WWTP) sludge removal/recovery for utilization (energy or material), and other related mitigation measures.
	Utilization of empty fruit bunch (EFB).

*) PLTSa (Waste to Energy : Pembangkit Listrik Tenaga Sampah)

図 1.5.1.2. 第2次 NDC における廃棄物セクターにおける各セクターの脱炭素に向けた方針 (出所: [Indonesia's 2nd NDC](#))

1.5.2. ゼロランドフィル施策と資源循環

インドネシアでは、廃棄物管理法 No. 18/2008 において、廃棄物の削減、発生源別の促進、最終処分の低減などの基本的な施策が盛り込まれ、オープンダンピング方式の最終処分を禁止して、環境に配慮した衛生的な最終処分への移行を義務付けている。さらに、2025 年までに廃棄物を 30%削減、70%適正処理することを目指した大統領令 No. 97/ 2017、2025 年までに海洋プラスチックを 70%削減することを目指した大統領令 No. 83/2018 などが発布され、様々なごみの削減とリサイクル促進策が取られてきた。しかし、実態としては、廃棄物量は増え続けており、未だに多くの最終処分場でオープンダンピングが続いている。計画開発省（BAPPENAS）が 2023 年に策定した「国家長期開発計画の戦略的環境評価報告書（KLHS RPJPN）2025-2045」⁹では、このまま対策を講じなかった場合の BAU シナリオでは、インドネシアにおけるごみの排出量は「2045 年までに 8,200 万トン／年に達し、既存の最終処分場は 2028 年まで、あるいは、より早い時期に受入能力を超過する」と警告している。また、最終処分場から排出されるメタンガスが GHG の排出量を押し上げていることから、最終処分に頼らない廃棄物管理への移行が急務となっている。

このような状況を踏まえ、環境林業省（KLHK）は、2023 年 12 月に「The Operational Plan of Indonesia's Zero Waste Emission 2050」を策定¹⁰。同文書では、2040 年までに廃棄物ゼロを達成するためのロードマップが盛り込まれている。また、計画開発省（BAPPENAS）は、2024 年 8 月に「Circular Economy Roadmap and National Action Plan Indonesia for 2025-2045」を策定¹¹し、最終処分依存型の廃棄物処理からの脱却の必要性を謳っている。さらには、法律 No. 59/2024 によって「国家長期開発計画（RPJPN）2025-2045」（2024 年 9 月）が策定され、2045 年までにごみの回収率 100%を達成し、90%のごみは処理施設で適正処理（そのうち 35%はリサイクル）され、残渣 10%のみが最終処分されることを目指すとしている。

このような昨今の施策の動向から、ごみの回収率とリサイクル率を上げていく傍ら、リサイクルに適さない可燃ごみは RDF として燃料化するという、本調査のうち一般廃棄物の燃料化事業で目指している方針は、国の施策に沿うものだと言える。

1.5.3. セメント・セクターの脱炭素ロードマップ

産業セクターの脱炭素ロードマップ

インドネシア政府は、産業セクターの脱炭素ロードマップの策定を進めている。海洋・投資担当調整省が工業省（MOI）に依頼して作成が進められているもので、対象は、CO2 排出量が特に大きな 9 つの産業分野（8 つの産業セクターと交通分野）である。国の長期戦略（LTS-LCCR）や NDC が 2060 年までに脱炭素を目指しているのに対して、同ロードマッ

⁹ KLHS RPJPN 2025-2045: <https://lcdi-indonesia.id/wp-content/uploads/2024/01/Laporan-KLHS-RPJPN-Tahun-2025-2045.pdf>

¹⁰ The Operational Plan of Indonesia's Zero Waste Emission 2050: <https://apki.net/pustakas/klhk-the-operational-plan-of-indonesias-zero-waste-emission-2050/>

¹¹ Circular Economy Roadmap and National Action Plan Indonesia for 2025-2045: <https://www.un-pageindonesia.org/en/publication/read/circular-economy-roadmap-and-national-action-plan-for-2025-2045>

プは、CO2 排出量が特に多い産業セクターが対象であるため、目標年を 2050 年までに前倒ししている。産業セクターの脱炭素ロードマップの作成を工業省内で主導・調整しているのは、工業省化学産業局のグリーン産業センター（PIH-MOI）で、各セクターのロードマップはそれぞれの所管官庁が作成を担当している。PIH-MOI は、9 つの産業分野それぞれが作成したロードマップを集約し、環境林業省（KLHK）が COP29（2024 年 11 月、於：アゼルバイジャン）に提出を予定していた SNDC に反映する想定だったが、個々のロードマップの作成が間に合わなかったため、SNDC への反映は見送られた。

セメント・セクターの脱炭素ロードマップ

工業省は、産業セクターの脱炭素ロードマップのうち、工業プロセスと製品の利用（IPPU）分野を担当。対象となっている各産業セクターの業界団体とロードマップの作成に関する MOU を締結して作成と取りまとめを依頼。セメント・セクターは、対象の 9 つの産業セクターの中でも最も CO2 排出量が多い。セメント・セクターのロードマップの作成は、工業省のセメント・セラミック・非金属加工産業課（DC-MOI）が担当し、作成と取りまとめは、セメント産業の業界団体であるインドネシアセメント協会（ASI）に依頼。ASI は、ASI のメンバー機関（主にセメント会社）からのインプットを踏まえ、ロードマップの概要版を作成。2050 年までに脱炭素を実現するための技術的な裏付けのための分析（シナリオ分析）については、DC-MOI がバンドン工科大学（ITB）のレトノ教授に依頼。このセメント・セクターのロードマップ作成にあたっては、環境省が「途上国における優れた脱炭素・低炭素技術の普及展開に向けた制度構築等支援委託業務」の一環として、ITB がアジア太平洋統合評価モデル（AIM）を活用してシナリオ分析を行うことを支援した。

セメント・セクターのロードマップ（案）では、2 通りのシナリオ分析が行われた。2035 年を CO2 排出のピーク年とするシナリオ 1（図 1.5.3.1）と、2030 年をピーク年とするシナリオ 2（図 1.5.3.2）である。いずれのシナリオでも、2050 年の脱炭素化には、全ての技術を総動員する必要があるが、中でも、CO2 回収・貯留技術（CCS）の導入が大幅な割合を占めている（シナリオ 1：67.15%、シナリオ 2：58.72%）。

セメント・セクターの個別ロードマップは完成したとのことだが、他のセクターのロードマップが間に合っていないことから、9 つの産業分野全体を取りまとめたロードマップのレポートの完成は遅れている。本稿執筆時点（2026 年 2 月現在）では完成を確認できていない。

同ロードマップの策定により、9 つの産業セクターの中で最も CO2 排出量が多いセメント・セクターでは、CO2 排出削減に向けた圧力が高まり、本調査で導入を検討している技術のニーズが高まることが期待される。

（本稿は、工業省 PIH MOI へのヒアリング（2025 年 10 月 31 日）およびその後とフォローアップを基に作成）

Trayektori penurunan emisi GRK untuk Industri Semen: Skenario 1

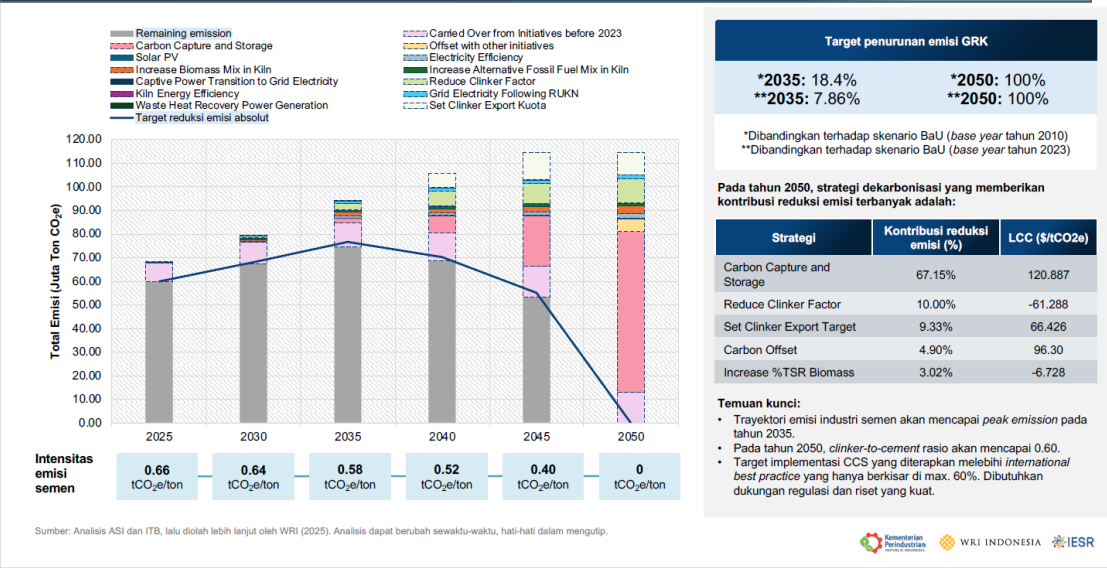


図 1.5.3.1. セメント・セクターの脱炭素ロードマップ（シナリオ1：2035年ピーク年）
（出所：工業省発表資料：2025年8月）

Trayektori penurunan emisi GRK untuk Industri Semen: Skenario 2

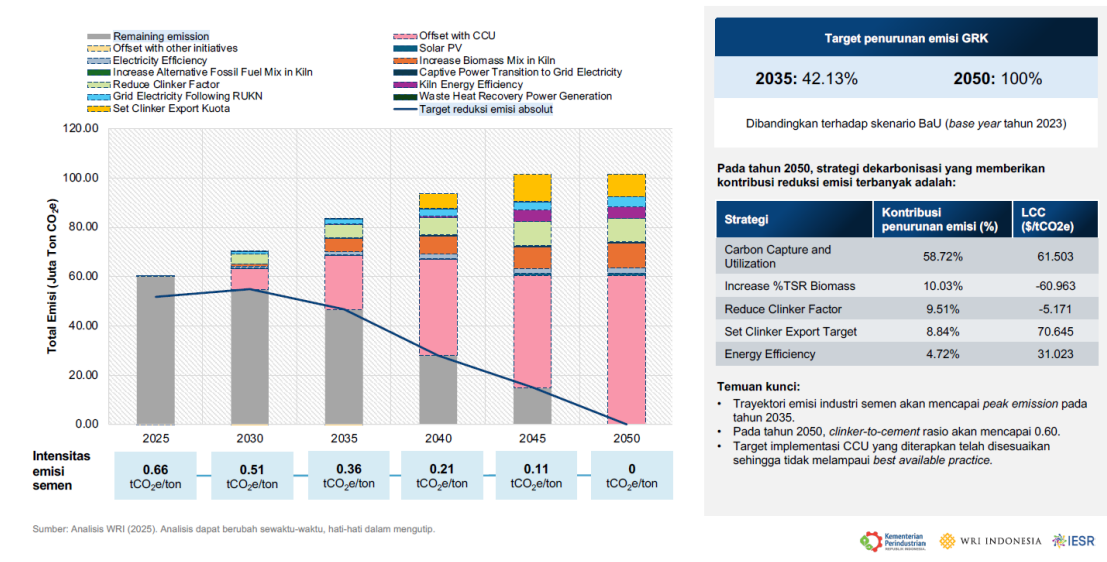


図 1.5.3.2. セメント・セクターの脱炭素ロードマップ（シナリオ1：2035年ピーク年）
（出所：工業省発表資料：2025年8月）

1.5.4. セメント・セクターにおける炭素取引の義務化

工業省は、産業セクターの脱炭素ロードマップを踏まえ、2026 年中に工業省令を発出するとしている。同省令では、脱炭素ロードマップの対象となった9つの産業セクターを対象に、義務的な炭素排出権取引 (mandatory carbon trading) について規定され、2027 年に取引が開始される予定とのことである。

同排出権取引で最初に対象となるのは、セメント、肥料、製紙、製鉄の4セクターで、その後数年経ったら、残りの5つのセクターが追加される予定。さらに数年後には、工業団地なども対象に加わるとされている。

同排出権取引は、これら対象セクター内のみでトレードされるもので、キャップアンドトレード方式が採用される。対象セクターの各事業者には、排出権の分配 (emission allowance) が割り当てられ、CO₂ 排出量がその割り当て量を超える場合は他社から調達する必要があり、逆に下回る場合には他社に提供できる。排出権の分配は、排出密度 (emission intensity) と生産量 (output) を掛け合わせて算出されるため、企業や生産量の大小に関わらず公平に分配される。

同排出権取引スキームは、2026年の第3四半期頃に開始予定で、2026年中に最初のレポーティングが見込まれている。そして、2027年1月に最初の排出権の分配が行われ、2028年には、最初の排出権取引が開始される予定。

工業省は、同排出権取引スキームを運営するため、グリーン産業サービス会社 (GISCO) を設立。また、排出権取引に係るレポーティング等は、電子許認可システム (SIINas) を通して行われる。

同排出権取引スキームの導入に向けて、セメント・セクターではさらにCO₂ 排出削減インセンティブが働くと考えられるため、本調査で検討を進めているセメント原燃料化事業には有利な展開だと言える。

(本稿は、工業省 PIH MOI へのヒアリング (2025年10月31日) およびその後とフォローアップを基に作成)

1.5.5. 新たな廃棄物エネルギーに関する大統領令

インドネシア政府は、新たな廃棄物エネルギーに関する大統領令 No. 109/2025 を発布した。従来の廃棄物エネルギーに関する大統領令 No. 35/2018 では、対象となった12都市のうち、廃棄物エネルギー設備を実際に建設・稼働できているのはスラバヤ市など一部の都市に限られており、導入に向けた課題が多く指摘されてきた。これまでの廃棄物発電事業は、ティッピングフィーと売電価格の2通りの収益源から事業をファイナンスしようとしていたが、自治体によるティッピングフィー負担が大きく、かつ、自治体による入札や国営電力公社 (PLN) との売電契約が難航するケースが多かった。新しい大統領令では、ティッピングフィーをなくし、売電価格をプロジェクトの規模によらず (従来の USD 13 cent/kWh から) USD 20 cent/kWh での30年間の長期売電契約に統一することによって、

より事業をファイナンスしやすくしているのが特徴である¹²。また、これまでは自治体や事業者が個別に案件組成を試みていたが、プロボウオ政権下で新たに設立した政府系投資ファンドであるダナンタラ (BPI Danantara) が全事業を主導・統括して案件組成を行う。ダナンタラの設立にともない、国営企業省は廃止され、売電契約を結ぶ PLN やその他主要国営企業はダナンタラの傘下になった¹³。また、インドネシア財務省傘下の国営インフラ金融会社 (PT SMI) などが事業のファイナンスをサポートする体制¹⁴にもなっているため、従来の大統領令の際よりも実効性が上がることが期待できる。

大統領令 No 109/2025 が規定する廃棄物エネルギー事業は、「廃棄物を再生可能エネルギーに変換する環境に優しい技術 (PSE)」¹² と規定されており、廃棄物エネルギーには、廃棄物発電設備 (PSEL) だけでなく、再生可能な代替燃料 (バイオマス、バイオガス、液体燃料)、その他副産物に変換・加工する生産設備も対象に含まれる¹⁵。そのため、RDF も対象に含まれるものと考えられる。

対象都市は、1,000 t/d 以上の廃棄物が排出されている都市が対象で、近接する複数都市を束ねた広域都市圏も対象になる。33 都市が対象になるとされており、最初にターゲットとなる候補都市として環境省 (KLH) の審査を経て 10 都市圏が選定されている。さらに、14 都市が検討中とされており、南タンゲラン市もその中に含まれている (2025 年 10 月現在)。KLH による対象都市の選考審査にあたっては、1,000 t/d の廃棄物が排出されているだけでなく、他の基準も全て満たす必要がある^{15, 16}。

■ **対象 10 都市圏**：ジャカルタ都 (4 サイト)、バリ、ジョクジャカルタ、ブカシ市、ブカシ県、ボゴール、タンゲラン市、スマラン、メダン、西ジャワ (バンドン市、チマヒ市、西ジャワ県、スメダン県、ガルット県)

■ **候補 14 都市圏**：セラン、南スラウェシ、デポック、ペカンバル、ランブン、マラン、パダン、サマリンド、バリクパパン、ポンティアナック、バンジャルマシン、ジャンビ、マカッサル市、南タンゲラン市

■ **廃棄物エネルギー事業の対象都市圏を選考する主な基準**：

- 1,000 t/d の廃棄物が排出されている
- 自治体が廃棄物の回収運搬の予算を確保している

¹² Ashurst (2025/10/29) Accelerating Waste-to-Energy in Indonesia: PR 109/2025's Impact and Challenges: [https://www.ashurst.com/en/insights/accelerating-waste-to-energy-in-indonesia-presidential-regulation-109-2025/#:~:text=PR%20109/2025%20now%20explicitly,Lingkungan%20or%20%22PSE%22\).](https://www.ashurst.com/en/insights/accelerating-waste-to-energy-in-indonesia-presidential-regulation-109-2025/#:~:text=PR%20109/2025%20now%20explicitly,Lingkungan%20or%20%22PSE%22).)

¹³ JakartaGlobe.ID (2025/9/26) Indonesia Dissolves SOEs Ministry, Hands Control to Danantara and New Regulator: <https://jakartaglobe.id/business/indonesia-dissolves-soes-ministry-hands-control-to-danantara-and-new-regulator>

¹⁴ CRPG (2025/11/26): Financing Indonesia's Waste-Free Future: Key Insights from the National FGD on Regional Waste Management: <https://crpg.info/financing-indonesias-waste-free-future-key-insights-from-the-national-fgd-on-regional-waste-management/>

¹⁵ AGI Legal (2025/12/8) Indonesia issues new regulations on waste-to-energy processing: <https://www.agilegal.id/perspectives/articles/31669/idkh-indonesia-issues-new-regulation-on-waste-to-energy-processing#:~:text=On%2010%20October%202025%2C%20Indonesia,other%2Dby%2Dproduct%20plants.>

¹⁶ ANTARA (2025/10/2) Indonesia targets 10 key regions for waste-to-energy projects: <https://en.antaranews.com/news/383901/indonesia-targets-10-key-regions-for-waste-to-energy-projects#:~:text=The%2010%20designated%20regions%20are,local%20governments%2C%E2%80%9D%20Hasan%20said.>

- 空間計画規制に準拠した 5 ha 以上の土地が（無償で）供与される
- 設備は廃棄物の発生源から 50 km 以内に設置される
- 洪水被害がない場所
- 空港から離れた場所
- 十分な道路アクセスと水道インフラが整っている

以上の情報を総合すると、南タンゲラン市はダナンタラが進める廃棄物エネルギー設備の導入対象になり得るため、本調査で検討を進めている大規模 RDF 施設と競合関係になり得る。今後、調整あるいは連携を模索する必要があると考えられる。

2. 産業廃棄物のセメント原燃料化調査

2.1. 調査概要

2.1.1. 調査の背景

本事業は、国内外で循環型社会の構築に取り組むアマタホールディングス株式会社（アマタ）および株式会社ダイセキ（ダイセキ）が連携し、インドネシアにおける環境配慮型事業の実現可能性を検討したものである。両社は国内において廃棄物処理・資源循環分野で豊富な事業実績を有する一方、国内市場の成熟・縮小を背景に、持続的成長に向けた海外展開を重要な経営課題として位置付けてきた。なかでもインドネシアは、急速な経済成長と都市化の進展に伴い、廃棄物管理や環境インフラ整備の需要が高まっており、市場性の高い国として注目されている。

アマタは2017年よりマレーシアにおいて資源循環事業を展開しており、その知見を活かした横展開先としてインドネシア市場をターゲットに基礎調査を開始した。ダイセキは液体廃棄物処理における技術・運営ノウハウを強みとしており、インドネシアの液体廃棄物の利活用を対象にアマタと共同で事業検討を進めている。

2023年度からは環境省の都市間連携事業を活用し、実現可能性調査を本格化させ、本年度は3ヵ年目に当たる。過年度の成果として、アマタは現地パートナーとの合弁会社（JV）設立を実現した。2027年度中の同国内でのリサイクル工場の稼働に向け、2026年秋には工場着工予定。なお、許認可取得にあたっては、これまでの経験上、日本国政府による関与・支援が、関係機関との相互理解の深化や手続の円滑化において有効に機能してきた。今後、事業化フェーズへ移行するにあたり、引き続き同様の枠組みによる継続的な支援が期待される。

2.1.2. 調査の目的

西ジャワ州およびバンテン州で発生する産業廃棄物をセメント原燃料化してセメント工場に供給する事業の実現可能性を調査・検討した。昨年度までの調査結果を踏まえ、今年度は、以下の事項に焦点を当てて調査を行った。

- ① 排出事業者の廃棄物情報と処理ニーズの調査
- ② 工場の建設費調査
- ③ 資金調達調査
- ④ 環境影響評価（AMDAL）の申請手続き調査
- ⑤ B3 廃棄物の処理許可申請手続き調査
- ⑥ 法規制調査

※①～⑤が仕様書の固形廃棄物調査に対応、①⑥が液体廃棄物調査に対応している。

2.2. 調査項目と調査方法

2.2.1. 排出事業者の廃棄物情報と処理ニーズ調査

2.2.1.1. 固体廃棄物

インドネシアにおいて、固体産業廃棄物を活用したセメント原燃料を製造するという事業の事業性があることは、これまでの調査を通してある程度既に確認できていることから、本年度は、実際に事業をするための準備として、より詳細で正確な情報収集のための市場調査を行った。

昨年度の調査では、44社の工場に訪問し、ヒアリングおよび廃棄物サンプリングを行った。訪問先は自動車産業（二輪・四輪）を中心に、食品や塗料といった業種のほか、エンジンオイル、油脂、溶剤等についても排出状況の確認とインドネシアにおける廃棄物処理を取り巻く環境の理解を試みた。結果として、インドネシア特有のこれら製造業における課題を発見することが出来た。例えば、プレマン（インドネシア各地で街中の治安や経済活動に影響力を持つ暴力団にも似た組織）やマドゥラ系（廃棄物を回収・再利用するビジネスを担う小規模な組織やネットワークで、無許可営業を行っている業者も含まれる。マドゥラ島出身者が多いことから、俗称としてそのように呼ばれる場合がある）といった反社会勢力の脅威があるため、廃棄物に関する課題感があっても、手が出せないという事情が挙げられる。また、廃棄物のトレーサビリティの確認が難しいという環境を踏まえて、日系の廃棄物処理企業のインドネシア進出に対して期待しているという現地の日系企業ニーズが存在することも確認できた。他にも、廃棄物の課題意識や優先度は社内で低いため、すべてまとめて一社に委託して業務効率を優先しているという企業が存在することも確認できた。

昨年度の調査で、今後の調査課題として判明したことは、主に以下の4点である。

【課題1】業種ごとの排出傾向の把握が出来なかったこと

【課題2】プレマン（反社会勢力）のリスク実態の把握が出来なかったこと

【課題3】脱炭素・リサイクルニーズの傾向理解について、調査の母数が足りていないこと

【課題4】日系の廃棄物処理企業に対する期待が何なのかを把握できていないこと

これら過年度調査の結果を踏まえ、今年度の調査方針としては、昨年度明らかになった課題の確認を含めて、市場の基礎情報に関する追加調査から製品シミュレーションの作成、外部要因の傾向の調査までカテゴリを分けて調査を行った。今年度の調査項目は以下の通りである。

表 2.2.1.1.1. 調査項目一覧（出所：調査団が作成）

区分	内容	目的・ゴール
訪問ヒアリング・データ分析	アプローチリストの改善、排出事業者訪問アポイント調整、ヒアリング情報の収集と、業種など属性ごとの排出傾向が考察できるように整理する	一般的な市場ニーズを理解する。さらに、ターゲットになりやすい企業の属性を理解し、的確な顧客選定に役立てる
サンプル分析・製品シミュレーション	廃棄物サンプルの受け取りと分析、分析結果による製品シミュレーション作成	実際に製品シミュレーションを行い、事業開始時の有力な顧客の目星を付ける
事業リスク調査	排出事業者へのヒアリングを通じたプレマンの活動領域と棲み分け方法の理解	インドネシア特有の事業リスクについて理解し、対策方法を練る
経済的な価値以外の潜在的なニーズ調査	排出事業者へのヒアリングを通じた脱炭素・リサイクルニーズの企業属性ごとの傾向理解と日本企業への期待度の定量的な分析・整理	価格競争に巻き込まれない差別化とポジショニングの確立

2.2.1.2. 液体廃棄物

固形廃棄物とは異なり、液体産業廃棄物からセメント向けの代替燃料を製造する事業の実現可能性調査は、インドネシアにおいてははまだ途上段階にある。

2024年度は初期調査として44社へのヒアリングを実施し、液体廃棄物の発生実態や処理フローに関する基礎的な情報収集を行った。一方で、廃棄物の発生量が比較的少ない企業が多く、事業規模や収益性を具体的に評価するには情報が十分とは言えなかった。

そこで本年度調査では、より広範かつ定量的な把握を目的として、目標数量を1,000t/月と設定した追加調査を実施し、市場性・収益性に加え、制度的障壁や受入条件といった事業化上の制約要因を含めて整理することを目指した。特に、液体廃棄物の発生・処理状況、処理コスト、需要側であるセメント会社の受入条件、ならびに関連法規制に関する情報を体系的に整理し、事業の実現可能性を評価するための基礎調査に注力した。

液体廃棄物調査における目標は、以下の三点である。

【目標1】液体廃棄物の種類、発生量、処理ルートおよび処理価格に関する実態を把握し、インドネシア国内における市場規模の推定を試みる。

【目標2】セメント会社が受け入れ可能な産業廃棄物由来の液体代替燃料の仕様ならび

に既存代替燃料の調達状況を把握し、燃料製造条件および販売価格の検討に活用する。

【目標 3】液体燃料に関する制度・規制・許認可の現状を明確化し、法的リスクや事業スキーム構築に向けた論点を抽出する。

なお、目標 3 に関する法規制の詳細については、3.6 法規制調査にて整理する。

目標 1 の実態把握に向けて、固形廃棄物調査と同様に、排出事業者への訪問ヒアリングを実施した。2024 年度は自動車製造（二輪含む）関連企業を中心に調査を行ったが、液体廃棄物の排出量が限定的な企業が多かったことから、2025 年度はターゲットを再選定し、一定量以上の液体廃棄物の発生が見込まれる以下の属性の企業に調査対象を絞り込んだ。

表 2.2.1.2.1. 液体廃棄物の調査対象（出所：調査団が作成）

属性	理由
植物性食用油	品質上、製品にならない油分を多く含んだ廃棄物が、高カロリー原料になる可能性あり。
船舶系	船舶から発生する廃油が対象になる可能性が高い。
チレゴンの重化学工業	インドネシア最大の石油コンビナートがあるチレゴンの石油化学系企業からは多くの廃棄物が発生していると見込まれる。
自動車製造（二輪含む）関連企業	昨年度の調査で一部開拓できたため、継続的にアプローチする。

また、目標 2 の達成のため、セメント会社の受入条件と調達費用の把握が必要である。

表 2.2.1.2.2. セメント会社への調査項目（出所：調査団が作成）

ヒアリング先	内容
インドセメント	<ul style="list-style-type: none"> 液体廃棄物由来代替燃料の利用状況 技術要件（発熱量、成分基準） 導入ハードル 既存代替燃料の調達価格

2.2.1.3. 工業団地の入居者を対象としたセミナー開催とアンケート調査

2024年度の調査を踏まえ、廃棄物の処理委託後におけるトレーサビリティを求める声を確認された。これは、排出事業者責任を適切に果たすことへの意識の表れと考えられる。日本では、排出事業者責任、ひいてはマニフェスト制度の徹底や罰則の強化を目的として、優良認定制度や現地確認の義務などの仕組が整備されており、日系企業はこうした経験を通じて廃棄物管理リスクへの感度が概して高い。一方で、同様の制度や仕組が十分に整っていないインドネシアのような地域においては、処理委託後の管理状況が不透明になることへの不安が日系の排出事業者にあるものと考えた。

そこで、個別企業へのヒアリングに加え、セミナー形式で調査を実施した。本調査は、現地企業における日本人担当者の廃棄物管理に関する理解度を確認し、ニーズをより具体的に把握することを目的として実施した。

セミナーは、以下のインドネシアの日系工業団地で開催し、テナント企業を対象に実施した。

表 2.2.1.3.1. セミナーを実施した工業団地（出所：調査団が作成）

工業団地名	場所
Kawasan Industri EJIP	ブカシ県
Greenland International Industrial Center	ブカシ県
Suryacipta City of Industry	カラワン県
Karawang International Industrial City	カラワン県
Kawasan Industri Indotaisei	カラワン県

セミナーの内容は、会社概要・インドネシアの廃棄物関連法令の紹介・廃棄物に係るリスク事例の紹介・脱炭素も踏まえた市場環境の動向の4つをメインピックに伝える構成とした。脱炭素については、工業団地管理会社との協議の上で、追加したコンテンツである。テナント各社の関心事項として、環境面では廃棄物よりも脱炭素に関心の高い企業が多いという話があったため、セミナー内容には廃棄物管理に加えて、脱炭素を押し進めるためのリサイクル促進という切り口も紹介することで、よりテナント企業の方々から興味を持ってもらいやすい内容とした。セミナーの最後には、参加者から情報を収集するため、アンケートを実施した。

アンケートは次の項目で実施した。

表 2.2.1.3.2. セミナーにおけるアンケート項目（出所：調査団が作成）

質問項目	質問の意図
1. 満足度	次回セミナー実施に向けた改善検討のため。
2. 参考になったトピ	次回セミナー実施に向けた改善検討、脱炭素に関する

ック	感度の確認のため。
3. 廃棄物管理における課題	各社の日本人担当者の廃棄物に関する理解度や取り組み状況を把握するため。
4. 求めているサービス	廃棄物に関する支援提供のニーズ理解と、セミナー以外の企業との接点構築方法の検討のため。
5. 今後の情報提供の希望	廃棄物に関する支援提供のニーズ理解のため。

2.2.2. 工場の建設費調査

工場の建設に関するプロセスを整理し、関係各所より見積を取得。

表 2.2.2.1. 工場建設に関する調査項目（出所：調査団が作成）

区分	内容	目的・ゴール
費用算定	土木・建築費用の総額算出	初期投資額の精度向上
見積精査	見積額とベンチマーク比較	適正価格の確保
優先精査項目	費用最適化検討	コスト削減と性能確保
設計プロセス	設計方針・基本設計整理	技術要件の明確化
入札・選定	入札管理・建設会社選定	最適業者選定
地盤調査	地盤調査の実施	設計リスク低減

2.2.3. 資金調達調査

調達が必要な資金額を算出し、調達オプションと借入におけるオプションを整理。

表 2.2.3.1. 資金調達に関する調査項目（出所：調査団が作成）

区分	内容	目的・ゴール
資金調達	キャッシュフロー影響分析	返済・運転資金の健全性を確保する
	連結決算への影響分析	グループ財務への影響を最小化する
	借入条件の整理・比較	有利な資金調達条件を選定する
借入調査	インドネシア金融機関の借入条件調査	現地調達の可能性を評価する
	日本金融機関の借入条件調査	本社主導の資金調達選択肢を検討する

グループ会社間ファイナンス 条件調査	柔軟な社内資金調達手法を検討する
金利水準の比較	調達コストを最小化する
為替リスクの評価	為替変動リスクを管理する
返済期間・条件の比較	返済負担の最適化
担保・保証条件の整理	グループリスクの可視化
手続・規制要件（移転価格・ 格付等）	コンプライアンスを確保する

2.2.4. 環境影響評価（AMDAL）の申請手続き

申請プロセスと必要情報を調査・整理。

2.2.5. B3 廃棄物の処理許可申請手続き

申請プロセスと必要情報を調査・整理。

2.2.6. 法規制調査

法的リスクや事業スキームの構築に向けた論点整理のため、液体廃棄物および廃棄物由来燃料の販売に関する制度・規制・許認可の現状を明確化。

表 2.2.6.1. 法規制調査の概要（出所：調査団が作成）

区分	内容
実施方法	関係省庁（環境省（KLH）、投資促進省（BKPM）など）、 地方政府、法務顧問等との情報照会・整理
調査内容	国営石油会社の圧力やその他環境規制等の側面から、 液体由来燃料の事業化における規制・許認可の障壁

2.2.7. インドネシア環境省の招聘

本事業では、インドネシアにおける B3（有害）廃棄物の適正処理および再資源化事業の事業化を見据え、許認可を所管するインドネシア環境省（KLH）との関係構築および相互理解の深化を重要な要素と位置付けている。

これまでの調査・現地活動を通じ、インドネシアでは再資源化技術や運用実態に対する行政側の理解不足が、許認可審査の長期化や不確実性につながる可能性があることが示唆されてきた。このため、机上での説明にとどまらず、日本における実際の処理施設や運用現場を視察してもらうことで、技術面・制度面の双方に対する理解を深めることを目的として、KLH 職員の日本招聘を企画・実施した。

2.3. 各項目の調査目的・方法・結果

2.3.1. 排出事業者の廃棄物情報と処理ニーズ調査

2.3.1.1. 固体廃棄物

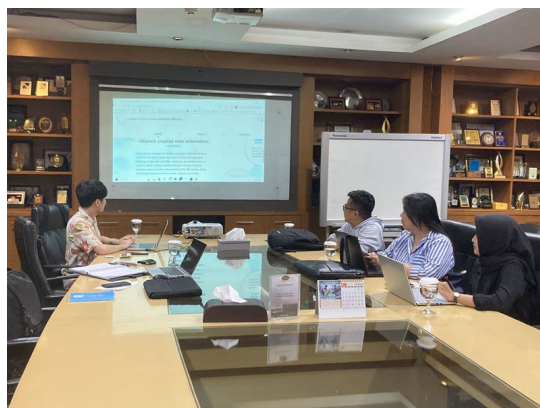
(仕様書 3-1 (1) 1) に該当)

2.3.1.1.1. 訪問ヒアリング・データ分析

インドネシアに渡航し、現地の企業への訪問ヒアリングを実施した。訪問のアポイントを取得するため、国内取引からの海外拠点の紹介や、銀行など協力先への紹介依頼、セミナー開催を通じた関係構築などを行った。2025 年度は再訪問も含めて 200 社の企業へ訪問を実施した。そのうち、新規訪問先の企業数は 83 社である。訪問社数は前年に比べ大きく増加したため、より正確な市場情報が確認できるようになった。訪問先ではサンプリングも行った。分析結果は、以下 4.1.1.3 項にて触れるが、正確なデータ分析に繋がる情報収集を実施することが出来た。



日系の金属精錬企業でのスラグ等の発
生量・処理状況ヒアリング



工業団地管理会社での再資源化に関
する協議



日系の自動車部品の企業での廃棄物排
出状況に関するヒアリング



日系の印刷系企業での廃棄物排出状
況に関するヒアリング



日系の自動車部品の企業での廃棄物排出状況に関するヒアリング

図 2.3.1.1.1.1. 現地調査の様子（出所：調査団が撮影）

2.3.1.1.2. 業種別分析

地域別分析

収集した情報を基に地域別の費用傾向を整理した。なお、条件は次の通りとする。

- 1) 処理費が低い廃棄物（非 B3 のスラッジや飛灰・主灰（FABA）など）は主なターゲットではないことから外れ値となる。処理費が極端に安い案件を対象から省くため、0.6m/t ルピア未満の廃棄物は整理対象から外している。
- 2) 費用が聞けていない案件も対象外としている。
- 3) 少量多品種の廃棄物が発生している排出事業者の場合、管理の煩雑さを加味して処理費が通常よりも高単価で設定されている傾向が確認された。そのため、処理費は、単純平均では、少量多品種の排出事業者が多い地域がその分平均処理費も押し上げる形となっている。この懸念を回避するため、廃棄物毎の重量を加味した加重平均で算出している。
- 4) n 数とは、項目ごとの対象となる廃棄物の種類数を意味する。
- 5) 運賃を含まない単純な処理費で比較する。

以上を踏まえて、固形・液体別の地域ごとの処理単価比較表を作成した。なお、ジャカルタに位置する企業からの処理費用に関するヒアリング結果は得られなかった。

結果を見ると、ブカシやカラワンはヒアリングから十分な n 数の情報を収集できたが、他の地域はまだ十分な情報は得られておらず、信頼できる評価をすることは出来ない。

十分な n 数が集まったブカシとカラワンを比較すると、固形廃棄物の平均処理費が大きく乖離していた。この理由として、ブカシ周辺に廃棄物処理業者の数が多くことが考えられる。ブカシとカラワンはどちらも工業団地が多いが、ブカシのほうがジャカルタに近

いことから、より古くから多くの工場が作られてきた。その結果、廃棄物ニーズに対応する形で、多くの廃棄物処理業者も進出し、価格競争が起きているのではないかと考えられる。別の理由としては、セメント工場の存在も挙げられる。後の地域別委託先処理会社の考察の中にも出てくるが、ブカシではセメントへの処理委託が多く見られる。セメントへ直接委託されているものは平均処理費も低くなる傾向があるため、要因のひとつであると考えられる。

なお、タンゲランの平均処理費は他と比べて非常に高い。タンゲラン周辺は処理会社が少ないため価格競争が少ないという可能性が考えられる。前述の通り、現段階ではn数が少なく、正確な考察は出来ないため、ブカシとカラワン以外の地域では、さらに調査のn数を増やすことが今後の課題となる。

表 2.3.1.1.2.1. 地域別分析に用いたデータ（処理費データは除く）
（出所：調査団が作成）

エリア	性状	n 数	発生 (t/月)
バンテン	固形	15	866.6
	液体	7	435.0
ブカシ	固形	54	888.7
	液体	29	598.0
ボゴール	固形	8	100.8
	液体	2	40.2
ジャカルタ	固形	-	-
	液体	-	-
カラワン	固形	43	758.5
	液体	15	74.1
タンゲラン	固形	7	23.9
	液体	1	0.3

さらに地域別の委託先処理会社の傾向も整理した。地域ごとに委託先として挙がるものが最も多い上位 3 社の洗い出しと、ヒアリング結果全体における各社の該当地域での受託数量の割合の算出を行った。

この検証結果から、バンテンとカラワンでは管理型埋立を行っている処理業者への委託が最も多く、ブカシでも 2 番目に位置していることから、当該業者のシェアが大きいことが確認できた。また、セメント企業に委託されているケースも多いと判明した。ブカシやジャカルタではセメント会社向けの委託が最も多いという結果になっており、その他の地域でもセメントに委託されているケースが少なくないことが確認できた。

既に廃棄物のセメント利用が進んでいることを踏まえると、我々の事業でも単なるセ

メント利用では価格競争に巻き込まれる可能性が高い。4.1.1.3 サンプル分析・製品シミュレーションの中でも言及している、天然資源と同等品の製造を検討することが、差別化戦略のためにも必要となると考えられる。さらに、廃棄物処理業者の数が多く、シェアが分散していることも判明した。どこかの企業が独占しているような状況ではなく、複数のプレイヤーが乱立しているという市場環境である。

委託先企業別分析

上記考察をもとに、市場環境をより正確に理解するため、廃棄物処理業者ごとの処理費用の比較を行った。

まず、焼却・埋立については、平均処理費が1.3百万ルピア(t)～2.2百万ルピア(t)であると分かった。セメントでの直接処理については、0.8百万ルピア(t)～1.7百万ルピア(t)となっており、焼却・埋立よりは安価である。セメントリサイクル等向けの中間処理（レンガ利用も含む）については、1.0百万ルピア(t)～2.9百万ルピア(t)となっており、金額の大小の差が大きい。

中間処理の各社の金額差が大きいのは、廃棄物種類の受け入れレンジに起因すると考えられる。例えば、最終製品がセメント向けなのかレンガ用途なのかで、取り扱う廃棄物の処理難易度や処理に必要な経費も変わる。結果的に、このコスト面の大小が処理単価にも反映されることになる。

今後の課題は、条件をより細分化して、処理方法ごとの処理費の傾向をより正確に把握することである。価格の確定要因には排出数量や廃棄物のハンドリング難易度、さらに廃棄物処理会社の方針や、前述のリサイクルの中でもどの方法かなど、複数の要因が混在している。複数要因を横断的に分析しなければ正確な検証は出来ないため、条件の細分化と追加検証は今後の課題とする。

2.3.1.1.3. サンプル分析・製品シミュレーション

燃料系（数量・課題・主な廃棄物）

2025年度は146件の固形産業廃棄物のサンプリングを実施し、分析結果をもとに製品シミュレーションを作成した。

製品シミュレーションの設定条件：

- 固形廃棄物のみ対象
- 1社から出る廃棄物のうち50t/月以上の廃棄物は排出企業が委託先の複線化も検討する可能性が高いため発生量の半量で試算した
- 50t以下の廃棄物は発生量の全量で試算した

燃料系は、500t/月以上の製品シミュレーションを作成することが出来た。平均単価は

想定を超える高い水準である。カロリーも品質基準を満たしている。水分は基準を上回っているため、水分の低い廃棄物を探す等の対策が必要ではあるが、日光による蒸発分を考えると、それほど大きな課題にはならない。重量ベースで 75%の廃棄物は、価格について排出事業者からヒアリングが出来ているため、品質だけではなく、事業性の観点からも現実性の高い予測となっている。

なお、シミュレーション上の廃棄物構成を見ると、重量ベースで上位 70%は、石油化学、繊維、工業団地管理会社において発生する排水汚泥およびプラスチックが占めている。このため、今後のターゲット業種としては、これらの分野に重点的に取り組んでいく方針である。今後の課題は、水分および忌避成分の調整を進めつつ、長期的な視点で数量を増やしていくことである。

原料系（数量・課題・主な廃棄物）

原料系の製品シミュレーションも同様の条件で作成した。原料系は、燃料系よりさらに多い 1,000t/月のシミュレーションとなる。平均単価は想定を超える高い水準である。水分値を調整するのに役立つ廃棄物も確認できたため、水分値も基準内に収めることが出来ている。成分値上の忌避成分の洗い出しも行った。価格のヒアリングも、重量ベースで 86%の排出事業者に対するヒアリングが出来ているため、燃料系以上に現実性の高い予測が立てられるようになった。

なお、原料系の廃棄物構成を見ると、重量ベースで上位 70%は、繊維および工業団地管理会社に加え、金属加工工程から発生する排水汚泥やボイラー灰が占めている。繊維や工業団地管理会社といった業界から発生する廃棄物は、燃料系・原料系のいずれにおいてもターゲットとなりやすい。そのほかに、石油化学系工場から発生する廃棄物やプラスチック系廃棄物はカロリーが高い傾向にあり、燃料系に分類されやすい。これに対し、原料系のターゲットとしては、金属加工工程から発生する廃棄物やボイラーの焼却灰が想定される。これらの整理結果を、今後のターゲット業種選定の参考としたい。

今後の課題

原料系・燃料系で合わせて製品シミュレーションを作成した。

成分面では、Na₂O の値がセメントの受け入れ基準と大きな乖離が確認された。Na₂O に関しては、日本における分析実績と比較しても高い数値が確認されている。また軽元素であるため分析で正確な計測が難しい成分であるため、Na の正確な分析と現状把握を行い、第三者機関による分析と分析結果の正確性を検証する。

また、ここまで記述したのは、廃棄物を前提としたセメントでの受け入れ基準と照らし合わせた際の製品シミュレーションであるが、当事業が目指すべきは天然資源と同等品質の原燃料の製造とセメント会社への提供である。天然資源と同等品の製造に向けての今後の課題抽出も行う。これまで蓄積した分析データを確認すると、水分値は天然資源と

比較すると若干高いが、大きな乖離は無く、日本でよく課題となる塩素や硫黄分等も天然資源と同程度の数値であることから、天然資源の同等品の製造は実現性があると考えられる。

今後は、天然資源ベースの製品と同等の品質を有することを前提とした製品シミュレーションを新たに作成し、実現性の検証を行う。検証では、成分上の課題の把握に加え、経済性との両立を重要な検討軸とする。あわせて、乾燥工程の要否やコスト構造、価格設定など、技術的および経済的観点から課題を抽出し、天然資源代替としての実用可能性を評価する。

2.3.1.1.4. 事業リスク調査

廃棄物管理に関するプレマンの関与とその事例

プレマンおよび反社会勢力の存在は、適切な廃棄物処理業者が安全で安定的に事業をするにあたり脅威になる。また、排出事業者にとっても、昨年の調査で、「プレマンやマドゥラ系という反社会勢力の脅威があるため、廃棄物に関する課題感があっても、手が出せない」との声が確認されている。このような状況は、排出事業者が適切な廃棄物処理業者と契約を検討する際の阻害要因となっている。2025年度の調査では、排出事業者へのヒアリングを通じたプレマンの実態調査に注力した。

調査を通して、新たに以下の4点が明らかになった。

① 排出事業者にとっての脅威の大きさと、その正体が見えないことの問題

排出事業者にとってプレマンは、各社の事業遂行が物理的に妨げられるというその脅威の大きさに加え、問題が発生する要因やメカニズムが十分に把握できていないことから、特に深刻な脅威として認識されている。ヒアリングでは、プレマンと対立関係に陥った場合、地域住民を動員したデモに発展し、工場を取り囲まれることで従業員や運搬車両の出入りが制限され、操業停止を余儀なくされる事例があることが確認された。また、プレマンは地域社会と密接な関係を有しており、情報網が広いことから、工場内部に内通者が存在し、企業が把握しない形で情報が漏洩している可能性が指摘されるケースもある。これらの点から、排出事業者はリスクの全体像を掴めないまま、プレマンとの摩擦そのものを回避しようとする傾向が強いと考えられる。

② プレマンはローカル企業でも制御が難しい「アンコントロールな存在」

プレマンはローカル企業にとっても制御が困難な、いわばアンコントロールな存在であることが確認された。名の通ったローカルの廃棄物処理会社であっても、排出事業者が関係するプレマンとの調整が難航し、結果としてデモに発展し、新規契約を断念せざるを得なかったという事例が複数聞かれている。さらに、プレ

マンの実態把握の難しさから、現地大学と連携した調査が試みられているとの情報もあり、プレマンが単純な個人や集団ではなく、構造的かつ複雑な組織であることが示唆される。これらの事例から、プレマンは現地の企業であってもリスクを十分に把握することが難しく、実態の理解が容易ではない対象であることが分かる。

③ プレマンのプレゼンスは地域ごとに大きく異なる

プレマンのプレゼンスや影響範囲は地域ごとに大きく異なる点が明らかになった。排出事業者へのヒアリングでは、ブカシ・チカラン地域においては、廃棄物処理契約の主導権が工場側にあるケースが比較的多い一方で、カラワンのある工業団地では、プレマンを介さなければ契約そのものが成立しないと認識している企業が散見された。また、運搬会社からは、バンテン州においてプレマンの影響力が特に強いとの見解も聞かれている。このため、地域特性を考慮した営業戦略を構築する必要がある。そうでなければ、プレマンに関するリスクを見誤り、結果として顧客獲得ができない可能性がある。

④ 運搬会社と地域間に存在する「制度化された金銭の流れ」

運搬会社と地域との間で金銭の授受が発生するケースが一般的であることが判明した。運搬会社によると、工場と契約を締結する際には、工場が立地する地域(村)からの了解が必要となる場合が多く、実務上は地域への手数料や協力金といった形で一定の支払いが発生するという。これらは Social cost や Police cost と呼ばれ、地域ごとに相場は異なるものの、概ね 10%前後が目安とされ、事業コストとして事実上制度化されている側面がある。こうした金銭の流れは、事業実施上およびリスク管理の観点から、事前に十分な理解が求められる要素である。

以上の調査結果を踏まえると、プレマンの存在は、排出事業者が新たな廃棄物処理業者と契約を検討する際の重要な判断要素となっている。場合によっては、プレマンの意向や地域との関係性を理由として、契約そのものが進まない可能性があることが示唆される。このため、現地で廃棄物処理業を展開するにあたっては、プレマンの影響を例外的な事象として捉えるのではなく、地域特性を踏まえた前提条件の一つとして整理し、適切な事業戦略およびリスク対応方針を検討していく必要がある。

2.3.1.1.5. 経済的な価値以外の潜在的なニーズについて

脱炭素

2025 年度のヒアリングでは、排出事業者および工業団地運営者を対象に、脱炭素に関する方針・取り組み・意思決定の実態を確認した。具体的には、①全社方針の有無と現地での運用実態、②目標範囲 (Scope1/2/3) の設定状況、③廃棄物分野の位置づけ (価格以

外の評価軸の有無)、④工業団地としての取り組みの有無(例:脱炭素アピールによるテナント誘致施策)、⑤先進的事例(ゼロエミッション達成企業や、現地担当者主導の試行)を主な観点とした。

ヒアリングの結果、以下が確認された。

- ① 先進的事例の存在:ゼロエミッション達成企業が存在し、さらに高度な対応を模索する動きも見られる一方、それらは本社方針による統制というより、現地の意欲的な担当者の問題意識に依存しているケースが目立つ。
- ② 対象範囲の限定:脱炭素目標を設定する企業でも、対象はScope1/2に限定されがちで、太陽光発電導入等で目標達成済みとする一方、廃棄物は価格以外で評価できないとの認識が散見された。
- ③ 工業団地管理会社の動き:個社の取り組みとは別に、工業団地が脱炭素を切り口に価値向上やテナント誘致に活用する事例が確認された。

これらを総合すると、企業間の温度差は大きく、特に廃棄物分野の優先度は相対的に低い一方で、工業団地の推進力や担当者イニシアチブを基点とした展開余地があることが読み取れた。

現状を踏まえると、一律の企業アプローチではなく、「基点」を選び段階的に波及させる設計が現実的である。具体的には以下の二点を柱とする。

- ① 感度の高い工業団地を起点とした波及型アプローチ
個別企業へのアプローチに依存するのではなく、面的な展開を図るため、脱炭素をテナント価値や誘致施策の文脈で位置づけている工業団地と連携する。工業団地が主導する共通施策(ガイドライン整備、取り組みの見える化、共同スキーム等)に当社の廃棄物領域を組み込み、工業団地単位での展開を目指す。
- ② 担当者主導の実務に即した段階的提案(Scope3の前段階)
いきなり包括的なScope3対応を求めず、実務的・限定的テーマから着手可能な枠組みを提示する。

【例】

- 処理方法の違いによるCO₂排出差の見える化
- 表彰やニュースで取り組み事例として取り上げる→先方社内での評価に好影響があるかを確認

排出事業者ヒアリングから見える潜在的なコンプライアンスニーズ

日系企業の廃棄物管理に対する認識および日系事業者に対する期待を把握することを目的として、インドネシアに進出する日系企業の日本人担当者へのヒアリングを実施し

た。その結果、多くの企業において、廃棄物に関する実務は現地ローカル担当者に一任されており、日本人駐在員が日常的に関与するテーマとはなっていない実態が確認された。これは、工業団地入居企業を対象とした廃棄物管理セミナーおよびアンケート調査の結果とも整合的である。

一方で、廃棄物処理が事業継続上のリスク要因であるという認識は広く共有されており、処理の適正性やトラブル発生時の影響を懸念する声が多く聞かれた。このような状況下において、日系企業が廃棄物管理分野に関与することは、単なる処理サービスの提供にとどまらず、日本品質やコンプライアンスを重視する姿勢そのものが、排出事業者にとっての安心感につながると考えられる。

すなわち、日系であることがもたらす信頼性や透明性を一種のブランディングとして活用することで、排出事業者が抱える漠然とした不安を低減し、これまで顕在化してこなかったコンプライアンスニーズを引き出すことが可能となる。その上で、日本で培われた排出事業者責任の考え方や現地確認を重視した運用を導入することにより、インドネシアにおける廃棄物管理全体の質の底上げに寄与することが期待される。

2.3.1.2. 液体廃棄物

2.3.1.2.1. 調査概要

(仕様書 3-1 (1) 2) に該当)

2025 年度はターゲットを再選定し、植物系食用油、船舶系、チレゴンの石油コンビナート、自動車製造（二輪含む）関連企業の 4 つの属性に絞って企業へのヒアリングを実施した。さらに、インドセメント社への受入に関するヒアリングも実施した。

2.3.1.2.2. 植物系食用油

現地大手の食用油（パームオイル）精製工場を訪問し、精製工程で発生する副産物・残渣（以下「油さい」）について、発生状況および現行の処理・活用実態に関するヒアリングを実施した。

その結果、当該工場では油さいが継続的かつ相当量発生しており、食用油精製産業において無視できない副産物となっていることが確認された。その一方で、油さいは、すでに石鹼原料等として利用するために、ほぼすべてが海外に輸出されており、同様の用途は同業他社においても一般的であることが分かった。さらに、油さいについては一定の取引価格が形成されており、安定した需要と流通が存在する、比較的成熟した市場であることも確認された。

以上の調査結果から、油さいは本事業が想定する「未利用資源」とは異なり、既に明確な有価用途と市場が確立された副産物であると評価できる。そのため、単純な資源化や流通への新規参入によって付加価値を創出する余地は限定的であり、現行の取引条件を前提とした場合、本事業が経済性の面で優位性を発揮することは難しいと考えられる。

一方で、将来的に既存用途における受入条件の厳格化が進展する場合や、品質管理の高度化、サプライチェーンの安定化、環境価値（例：追加的なCO₂削減効果）の可視化といった付加的価値を提供できる場合には、新たな関与可能性が生じる余地は残されている。ただし、現時点においては、本事業の主対象とする資源としての適合性は低いと判断される。

2.3.1.2.3. 船舶廃油

船舶から発生する廃油は、ドックで回収され廃棄処分されている可能性があるため、本事業の対象となる可能性が高いとの仮説を設定し、調査した。調査において、船舶関連との接点形成（コネクション構築）が最大の課題であった。当初は、以下のアプローチを試行したが、有効な面談獲得・情報取得には至らなかった。

- 船舶系個社へのテレアポ
- 日系商社経由の紹介要請

このため方針を転換し、業界団体経由のアプローチに切り替えた。

具体的には、船舶関連業界団体である IPERINDO（インドネシア造船・オフショア工業会）を訪問し、二酸化炭素削減の文脈で本事業の趣旨を説明したところ、関心を得ることができた。IPERINDO は、インドネシアの造船、船舶修理、海洋エンジニアリング、オフショア構造物建設を行う企業で構成される業界団体である。内航船振興や海事産業の発展を目指し、日本の造船関連団体（日本船用工業会など）とも連携関係にある。

ヒアリングの結果として、接点形成の打開策として「業界団体起点」が有効であることが分かった。実際に IPERINDO との接点を形成し、加盟企業の紹介を受けることが出来るようになった。今後は同団体を起点に、加盟する船舶ドック運営会社の個別紹介を受け、発生実態・現行処理・委託条件等のヒアリングを段階的に進める。さらに、業界全体のCO₂削減施策の一環として、船舶由来廃油の再資源化を位置付ける可能性について、団体と協議を進めたい。

2.3.1.2.4. チレゴンの重化学工業

バンテン州チレゴン市には石油化学コンビナート等の重化学工業が集積しており、多量の産業廃棄物が排出されていることが想定される地域である。一方で、船舶分野と同様に、個社単位での接点形成が課題となっていた。そこで、本調査ではワークショップ開催による面的アプローチを採用した。

具体的には、チレゴン市環境局と連携し、地域の産業廃棄物（主に B3 廃棄物）排出事業者を対象とした廃棄物管理ワークショップを開催した。本業務では、昨年度、一般廃棄物の燃料化調査の一環として、RDF のオフテイカーを対象に同様のワークショップをチレ

ゴン市と開催した経緯があることから（昨年度業務の報告書参照）、チレゴン市環境局に依頼状を發出して実現できたものである。

チレゴン市環境局からの声掛けにより、ワークショップには、チレゴン市に工場を有している重化学工業7社が参加した。当ワークショップでは、アマタとダイセキの産業廃棄物の処理技術やインドネシアでの事業展開計画について説明した後、参加各社の廃棄物発生状況や現在の処理フロー、再資源化に関する課題やニーズについてディスカッションを行った。ディスカッションでは、再資源化の高度化や二酸化炭素削減効果の見える化といった観点での提供価値を提示した。

ワークショップ後のネットワーキング及びフォローアップの結果、ニーズのある排出事業者との関係構築に成功し、個別の廃棄物ヒアリング（現状把握）に進展。その後、個別ディスカッションを通して、地域全体として多量の廃棄物が発生している実態を確認することが出来た。今後、同様のアプローチにより、石油化学系の同業にも横展開できる見通しである。



図 2.3.1.2.4.1. チレゴン市におけるワークショップの様子
（出所：調査団が撮影）

2.3.1.2.5. 自動車製造（二輪含む）関連企業

日系自動車製造（二輪含む）関連企業の中核企業2社とその傘下のグループ企業に対して、ヒアリングと現場確認を実施し、廃棄物処理・再資源化の運用実態、サプライチェーンへの波及可能性、ならびに既存スキーム（セメント利用）の長期的な安定性に関する認識を把握した。

主に3点について確認できた。

① 環境意識の高さと実務の委任

どちらの企業も環境・再資源化への意識が高い一方、廃棄物の実務はローカル担当やJVパートナーに委任され、日本人側では現場の詳細把握が十分でないケースが散見された。これにより、表面的なKPIは達成しているものの、現場レベルの課

題や長期安定性の論点が可視化されにくい傾向があることが伺えた。

② 既存スキーム（セメント利用）の長期安定性リスク

多くの企業でセメント化（セメント工場への直接搬入）が標準スキームとして定着している。表面上はリサイクル率が高くなっているが、品質がそのままではセメントに適さない廃棄物も、現状は直接送られているケースがあることが分かった。この場合、長期的にはセメント側から受入を拒まれる可能性があり、再資源化の継続性に対する懸念（長期安定性リスク）が内在していると考えられる。

③ サプライチェーン対応の要請と波及の可能性

サプライチェーンに対するCO₂算定の要請が既に出されており、グループ傘下の企業からは対応に迫られているとの声が聞かれた。再資源化の啓蒙を進める上でも、日系大手グループの中核企業からの発信によりサプライチェーンへ波及させる取り組みが有効と考えられる。

日系自動車製造（二輪含む）関連企業の中核企業であっても、長期的に安定した再資源化の実現には課題があるようである。したがって、まずは中核企業にアプローチし、再資源化の支援を実施することが考えられる。その上で、再資源化の対応を標準化したうえで、サプライチェーン（Tier1/2）へ段階的に波及させ、業界スタンダード化を図る戦略が妥当であると考えられた。

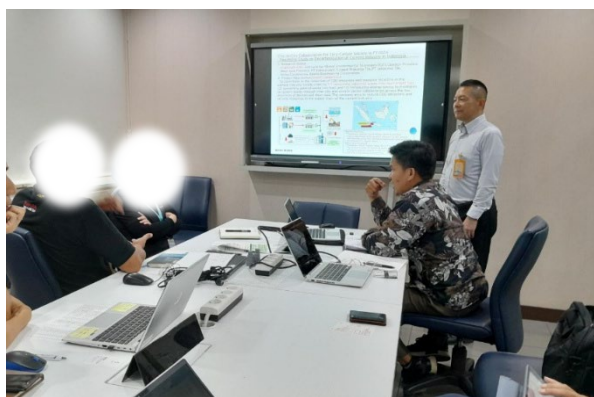


図 2.3.1.2.5.1. 日系自動車グループへのヒアリングの様子
（出所：調査団が撮影）

2.3.1.2.6. インドセメント社へ受入に関するヒアリング

インドセメント社へ訪問し、現状の廃棄物由来の液体燃料の利用状況について、以下4項目について、ヒアリングおよび現地確認を実施した。

1) 利用状況、2) 技術要件（発熱量・成分基準）、3) 導入ハードル、4) 既存代替燃料の調達価格

それぞれのヒアリング結果概要は以下の通りである。

① 利用状況

導入有無：廃棄物由来の液体燃料を既に使用。

適用範囲：2 キルンで運用中。

設備仕様：再生油用タンク容量 40 キロリットルを確認。

燃料種別：主に廃タイヤ由来の再生油を使用。その他由来の再生油は現状、安定運用に至らず。

② 技術要件（発熱量・成分基準）

現状の主課題：異物混入による配管詰まりが顕在化。燃料側の前処理・ろ過と、配管・ストレーナ仕様の適正化、タンク仕様の適正化が不可欠。

発熱量と成分基準：まだ具体的な協議をする段階ではない。

③ 導入ハードル

技術要件同様に、配管詰まりへの対策が第一の課題。

④ 既存代替燃料の調達価格

今回ヒアリング範囲では確認に至らず。

既に2キルンでの運用が進行しており、同社としては採用意欲がある。さらに、実験結果が良好であれば、他キルンへの拡張意向があることを明確に表明された。一方、異物起因の配管詰まりが最重要課題であり、燃料側（品質規格・受入検査・ブレンド）と設備運用側（段階ろ過・標準作業手順書（SOP）・保全）をセットで整えることが安定運用と拡張の鍵となると考えられる。

2.3.1.3. 工業団地の入居者を対象とした廃棄物管理セミナーとアンケート調査（仕様書3-1(1)1)に該当）

今回実施した廃棄物管理に関するセミナー（5つの日系工業団地で計5回開催）では、インドネシアにおける法規制、リスク、実務上の課題を中心に解説した。終了後に実施したアンケートからは、参加者の満足度、特に関心の高いテーマ、現場で抱える課題、求めるサービスや情報など、多角的な示唆が得られた。本報告ではその結果を整理し、今後の改善点および事業機会について考察した。

① 満足度

セミナーの満足度に関する問では、参加者の多くがセミナー内容に満足しており、「とても満足」が6名、「満足」が49名で合わせて55名となり、全体の大多数を占めた。15名が「普通」と回答しているものの、「やや不満」「不満」はゼロであり、セミナーの品質に対する肯定的評価が圧倒的だった。

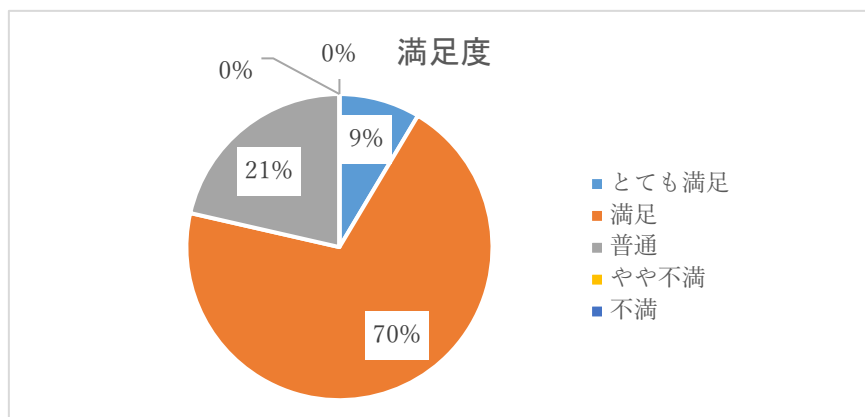


図 2.3.1.3.1. セミナーの満足度（出所：調査団が作成）

② 参考になったトピック

参考となったトピックに関する問では、最も参考になったとされたのは「罰則とリスク」で36名、次いで「問題事例」が32名、「法令のポイント」が28名となった。これらから、参加者は特にコンプライアンスリスクや法令遵守に関する部分に高い関心を持っていることが分かる。一方で、炭素税やセメントリサイクルといったテーマは比較的少数であり、まずは日常業務に直結する法的リスクの理解が重要視されていると考えられる。

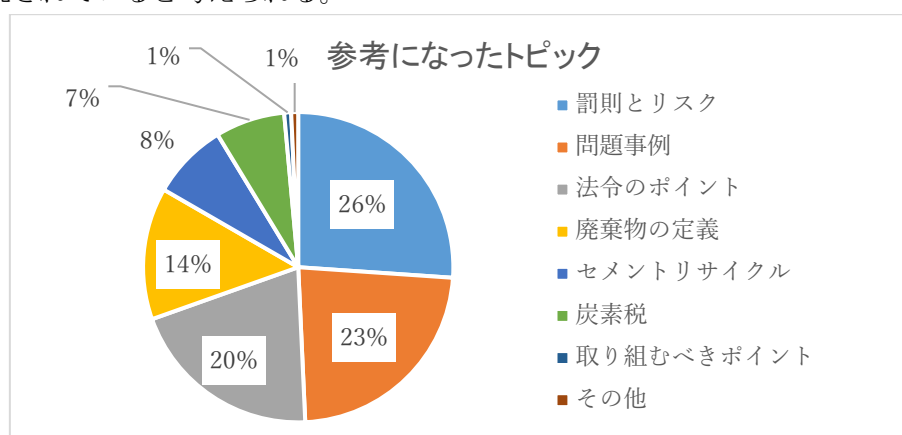


図 2.3.1.3.2. セミナーで参考になったトピック（出所：調査団が作成）

③ 現在抱えている課題

現在抱えている課題のうち、最も多く挙げられた課題は「インドネシア人任せに

なっている」で47名と圧倒的に多くあり、日本人担当者が現場管理や情報把握を十分に行えていない構造が浮き彫りとなった。その他には「法規制の対応が難しい」が9名、「適切な処理業者が見つからない」が6名、「リサイクル方法が分からない」が5名など、制度理解や業者選定に関する課題が続いた。コスト削減を課題とする回答は4名であり、費用面よりもまず“適正処理”や“リスク回避”の不安が大きいことが示唆された。

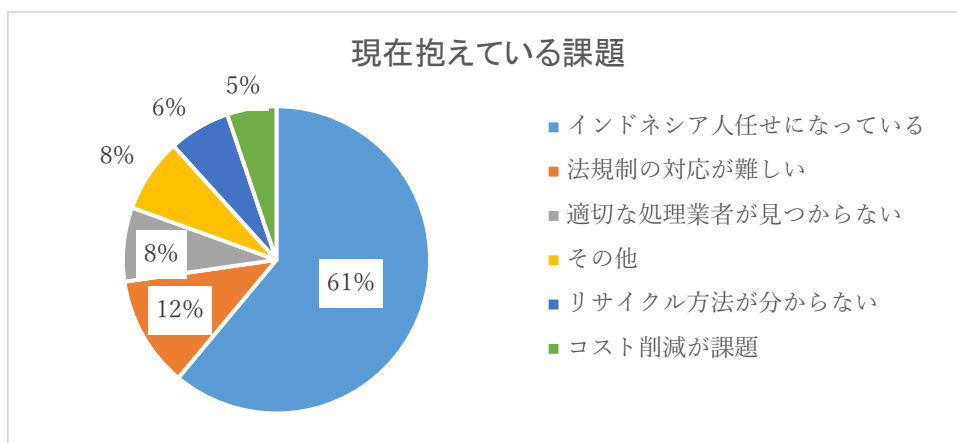


図 2.3.1.3.3. セミナー参加者が現在抱えている課題（出所：調査団が作成）

④ 求めている情報・サービス

参加者が求めている情報・サービスに関する問では、最も求めているのは「コスト削減につながる事例紹介」で25名となり、経営層への説明や社内提案の根拠として、成功事例のニーズが強いことが分かった。「法規制に関する個別相談」は19名、「自社廃棄物のリサイクル可能性診断」は17名、「廃棄物処理業者とのマッチング支援」は11名と続き、個社課題に踏み込んだ支援を求める企業が多かった。

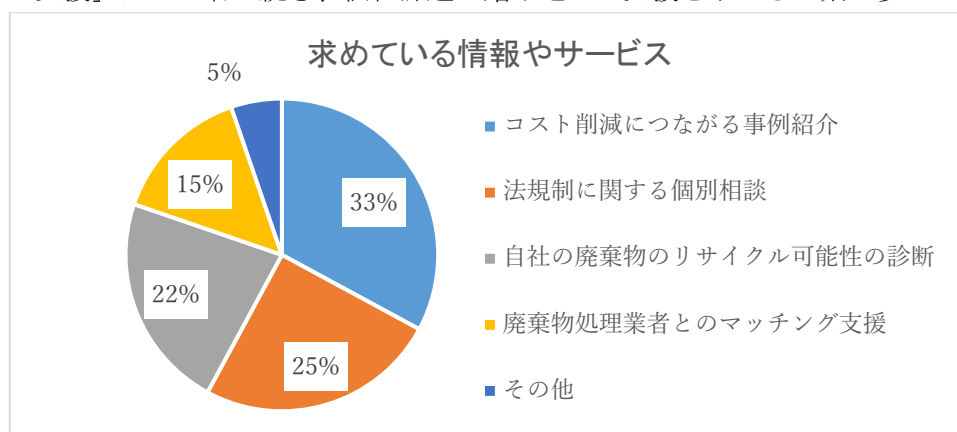


図 2.3.1.3.4. セミナー参加者が求めている情報・サービス（出所：調査団が作成）

⑤ 今後の情報提供の希望

今後の情報提供の希望に関する問では、44名が「関心のあるテーマがあれば参加したい」と回答し、テーマ設定が参加の大きな要因であることがわかった。また、9名は「定期的な情報提供」を希望しており、少数ながら継続的なフォローを求める層も存在した。一方で「特に希望なし」が14名であり、単発の情報取得で満足する参加者も一定数いることが分かった。

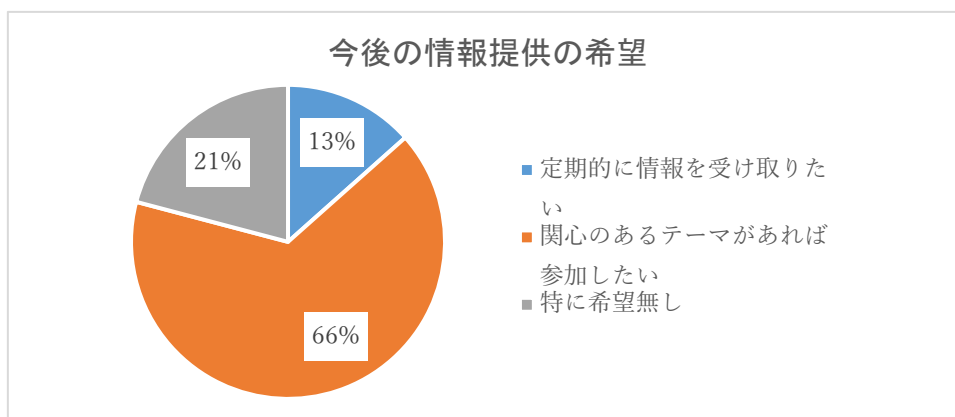


図 2.3.1.3.5. セミナーに対する今後の情報提供の希望（出所：調査団が作成）

アンケートでは、最も多くの企業が「現地任せになっている」ことを課題として挙げた。しかしその裏側には、本来存在するはずの廃棄物管理リスクが、十分に認識されていない（＝顕在化していない）状態にあるという課題が示唆された。

多くの企業は、“リスクがあること自体を知らないまま運用している”可能性が高いと考えられた。つまり、表面的には大きな問題を感じていなくても、単に「気づいていない」、「正しく理解できていない」だけであり、決してリスクが小さいわけではない。

むしろ、「期待はされているのかもしれないが、そもそも何がリスクなのかを知らない」状態の企業が多いと読み取れた。

このため、企業側の“潜在化しているリスク”を顕在化させるには、今回のようなセミナーを継続的に開催し、法令、罰則、問題事例などの情報を積極的に提供していく必要があると考察された。特に、「罰則とリスク」や「問題事例」が最も参考になったと回答した企業が多かったことから、リスク啓発の重要性は高いといえる。

今回のアンケートを通じて、多くの参加者がセミナーに満足し、特に法令やリスクに関する情報を求めていることが明らかになった。また、現地任せ体質の是正や適切な業者選定など、企業が直面する課題も明確になり、これらは事業としての支援ニーズにも直結していることが分かった。今後は、実務性の高いテーマ設定と「実例」、「個別支援」を軸に、さらに価値の高いセミナー・サービス提供が可能であると考えられた。



図 2.3.1.3.6. 工業団地でのセミナー実施の様子（出所：調査団が撮影）

2.3.2. 工場の建設費調査

（仕様書 3-1 (2) 1) に該当）

アマタでは、2027 年中の循環資源製造所の設置と稼働開始を目指しており、ボゴール県に位置する工業団地において、工場建設予定地（約 10,000m²）を選定した。

工場の建設にあたっては、建設業者、地盤調査会社、入札管理コンサルタントと連携し、予算策定のために土木工事および建物建設に関わる費用の総額を算出した。今後は提示された見積額と、マレーシアでの同様事業における建設実績をベンチマークとして、入札を通じて費用の精査を行う。費用精査の優先度は、①設備選定、②建物構造の最適化、③ユーティリティ設置場所の検討である。

調査プロセスは、当社の事業内容やマレーシア・日本におけるプラント設計の概要を建設業者へ説明し、インドネシアの候補用地に合わせたラフ設計の作成から開始した。ラフ設計後は、基本設計（平面図、配置図、立面図、構造図、仕様概要）に進むため、より詳細な設計コンセプトや背景を理解してもらう目的で、日本のプラント見学を実施した。ラフ設計と基本設計には、それぞれ約 3 か月を要した。今後は入札管理コンサルタントを選定し、基本設計を参照して入札図書を作成し、建設会社の選定を行う予定である。

また、候補用地の地盤調査を進めるため、調査会社 3 社を比較検討し、1 社を選定した。2025 年 12 月時点では調査を実施中であり、2026 年 2 月に調査結果が得られる予定である。

2.3.3. 資金調達調査

（仕様書 3-1 (2) 1) に該当）

前項「3.2 工場の建設費調査」の結果を基に、初期投資および運営に係る費用を算出し、現行の預金残高との差分から必要な調達額を明確化した。その上で、借入・増資・両者の組み合わせという複数のオプションを用いて、収支計画のシミュレーションを実施した。

資金調達方法の検討にあたっては、キャッシュフローへの影響、連結決算におけるグループ会社への影響、借入条件など、複数の観点を考慮している。

さらに、借入に関してはインドネシアおよび日本の複数の金融機関と意見交換を行い、各借入オプションの特徴を現地法人の視点で整理し、以下の通りまとめた。

表 2.3.3.1. 借入オプションの整理

	インドネシア 金融機関	日本 金融機関	グループ会社 (親子ローン等)
金利水準	×	○	× (市場金利に合わせる必要あり)
為替リスク	○	△	△
期間・ 返済条件	×	△	○ (柔軟に設定可能)
担保・保証	× (親会社の保証・担保必要)	× (親会社の保証・担保必要)	○ (柔軟に設定可能)
手続・規制	○	× (移転価格税制、外部格付け要対応)	△ (移転価格税制要対応)

2.3.4. 環境影響評価 (AMDAL) の申請手続き

(仕様書 3-1 (2) 2) に該当)

2025 年初頭より、入居予定の工業団地と連携し、工業団地の環境影響評価 (AMDAL) の更新および現地法人の環境管理・モニタリング計画 (RKL-RPL) を開始した。当許可申請にあたっては、プロセスに精通している現地コンサルタントと契約して実施に当たっている。当初はインドネシアの許認可プロセスや慣習が不明であったため、計画には十分なバッファを設けたが、1 年間の実施を経て、概ね計画通りに進行している。2025 年 12 月時点では、以下表の No. 8 までが完了している。

また、工業団地に属するテナントの場合、テナント自身が AMDAL を提出する義務はなく、事業カテゴリに応じた環境管理・モニタリング計画を提出するのみでよいことが明らかになった。

表 2.3.4.1. 工業団地に入居する場合の環境影響評価 (AMDAL) のプロセス

No.	主体	項目
1	工業団地	仮設有害廃棄物保管 (Rintek LB3) ドラフト作成・環境局提出
2	工業団地	Rintek LB3 文書の環境局承認取得

3	工業団地	交通影響分析 (ANDAL Lalin) 承認取得
4	工業団地	追加環境影響評価 (AMDAL Addendum) ドラフト作成・環境局提出
5	工業団地	AMDAL Addendum 修正版の環境局提出
6	工業団地	運用証明書・廃水技術文書・仮設有害物保管の承認取得
7	工業団地	AMDAL Addendum の環境局承認取得
8	現地法人	詳細環境管理・モニタリング計画 (RKL-RPL) ドラフト作成・技術委員会提出
9	現地法人	RKL-RPL の承認取得

2.3.5. B3 廃棄物の処理許可申請手続き

(仕様書 3-1 (2) 2) に該当)

インドネシアにおける有害 (B3) 廃棄物に関する許可は、以下の 6 種類に分類され、有害廃棄物を含む産業廃棄物を扱う事業に従事するためには、これらの許可を取得する必要がある。

- ① 保管許可
- ② 収集・運搬許可
- ③ 利用 (リサイクル) 許可
- ④ 処理 (加工) 許可
- ⑤ 埋立 (最終処分) 許可
- ⑥ 例外・除外申請

当社の場合、3 の利用 (リサイクル) 許可の取得を目指しており、前項 RKL-RPL の承認取得後に許可申請手続きへ進むことが可能となる。申請後の内容審査期間については、2～3 か月程度という情報を得ているが、修正対応を含めると半年以上かかる場合もあり、実際の期間はビジネス内容や提出情報の充足度に依存すると考えられる。当許可申請にあたっては、プロセスに精通している現地コンサルタントと契約して実施に当たる。

表 2.3.5.1. B3 廃棄物の利用許可申請に必要な情報

No.	提出項目	内容
1	背景説明	事業・活動の概要説明： <ul style="list-style-type: none"> • 事業の種類 • 処理能力 • 生産プロセス • 単位時間当たりに発生 • 管理される B3 廃棄物の種類と数量
2	技術検討書作成の目的	本申請の技術的検討の目的と位置付け
3	利用対象 B3 廃棄物の詳細	<ul style="list-style-type: none"> • 名称 • 発生源 • 性状 • 特性 • B3 コード (PP22/2021 附属書 IX 準拠) • 対象 B3 一覧表
4	B3 必要量算定	設備能力に基づく製品生産に必要な B3 廃棄物量の計算
5	立地情報	<ul style="list-style-type: none"> • 事務所住所 • 処理施設所在地 (環境文書・NIB 等と一致) • 敷地面積 (㎡または ha)
6	施設建設計画	<ul style="list-style-type: none"> • 寸法 (長×幅×高) • レイアウト図 (主設備・補助設備) • 排水 • ドレイン配置 • DED (詳細設計図)
7	建設スケジュール	建設工程表
8	B3 保管場所の説明	保管施設の所在地・座標
9	保管施設仕様	保管能力、B3 特性適合性、環境汚染防止設備、緊急対応設備
10	保管施設寸法	長×幅×高
11	保管施設設計	建築構造および配置図
12	保管施設記録	写真・図面等の証拠資料
13	包装方法	法令に適合した B3 梱包方法

14	利用設備の詳細	<ul style="list-style-type: none"> • 設備仕様 • 台数 • 設置処理能力
15	汚染防止設備	<ul style="list-style-type: none"> • 設備種類 • 数量 • 能力 • 除去効率（環境基準適合性）
16	原材料・副資材	使用する B3 の名称・組成・使用量（単位時間）
17	プロセスフロー	<ul style="list-style-type: none"> • 工程図 • マスバランス • 処理量（t/時間等） • 製品量 • 製品規格（SNI 等）
18	試験運転計画	試験場所、日程、設備・技術内容、手順、必要 B3 量、緊急対応計画
19	緊急対応体制	緊急設備一覧、緊急対応 SOP
20	有資格者情報	有資格者一覧、資格証明書
21	試験分析設備	B3 特性（爆発性・可燃性・反応性・腐食性・毒性）分析設備計画
22	経済性評価	コスト計算および事業性モデル
23	環境保証金	環境復旧保証金の保有証明

2.3.6. 法規制調査

2.3.6.1. 液体廃棄物および廃棄物由来燃料の販売に関する法規制確認

（仕様書 3-1（1）2）に該当）

廃棄物由来の液体燃料を製造・販売する事業化を検討するにあたり、国営石油会社からの圧力や環境規制・許認可上の障壁が想定され、特に「液体燃料の販売に係る許認可」が事業化の主要リスクと考えられた。そのため、必要となる規制対応を明確化し、事業化の実現可能性を確認することが課題であった。そこで、上記課題に対する明確化のため、環境省（KLH）へのヒアリングを実施した。

ヒアリングにより、以下の点が明確になった。

① 液体燃料を一般市場向けに販売する場合

工業省（MOI）の工業ライセンス（Izin Usaha Industri：IUI）が必要。さらに、一般市場で流通させるには SNI（国家規格）の取得が必須。

- ② 産業用途（例：セメント工場）に原材料として供給する場合
製品ではなく「原材料（raw material）」として扱われるため、IUI 等の工業省ライセンスは不要。原材料の規格は、消費側であるセメント工場等の基準に従えばよい。
- ③ 廃油を他社から原材料として購入する場合
自社で処理するための B3 廃棄物処理ライセンスは必要。一方で、購入すること自体にはライセンスは不要。

以上より、液体廃棄物事業において処理・加工物をセメント工場に製品として販売する場合において必要となるのは、固形の廃棄物の取り扱いと同様に「廃棄物取扱い（B3 処理）」に関するライセンスのみであり、産業用途として供給する限り、工業省（MOI）の IUI は不要であることを確認した。その結果、懸念されていた国営石油会社の圧力や高い許認可障壁は存在せず、適切な手続を踏めば取得可能な範囲であることが明らかとなった。

2.3.7. インドネシア環境省（KLH）の招聘

（仕様書 3-1（2）3）に該当）

本招聘では、インドネシア環境省（KLH）の有害・非有害廃棄物管理部から 2 名の職員を招聘対象とし、北九州市を中心に、日本の廃棄物処理・再資源化に関する施設視察および意見交換を行った。

視察先には、北九州市で B3 廃棄物処理を行っているアマタ、ダイセキ、ビートルエンジニアリングの処理施設が含まれ、実際のオペレーション、安全管理、品質管理、トレーサビリティ確保の考え方などについて、現場での説明と質疑応答を行った。また、インドネシア政府高官を招聘する機会を捉え、日本の環境省も表敬訪問し、二国間政府の政策対話も実現することができた。政策対話では、日本の廃棄物管理制度について幅広く解説してディスカッションを行った中で、特に排出事業者責任、マニフェスト制度等について意見交換を行った。

表 2.3.7.1. インドネシア環境省（KLH）の有害・非有害廃棄物管理部の招聘スケジュール
（出所：調査団が作成）

日程	活動
1 月 25 日	ジャカルタ空港－羽田空港 羽田空港－北九州空港

1月26日	<u>ダイセキ 九州事業所 視察</u> <u>ビートルエンジニアリング 焼却処理施設 視察</u> <u>アマタサーキュラー北九州循環資源製造所 視察</u> <u>北九州市エコタウンセンター 視察</u>
1月27日	<u>アステック入江 響工場 視察</u> 北九州空港－羽田空港 環境省 表敬訪問・政策対話
1月28日	羽田空港－ジャカルタ空港



ダイセキでの説明・質疑



ダイセキでの工場視察



ビートルエンジニアリングでの説明・質疑



ビートルエンジニアリングでの工場視察



アマタでの説明・質疑



アマタでの工場視察



エコタウンセンターでの説明・質疑



環境省での説明・質疑

図 2.3.7.1. インドネシア環境省（KLH）の有害・非有害廃棄物管理部の招聘視察の様子

日本の処理施設における安全管理、整理整頓、オペレーションの安定性といった点は、KLH 職員にとって強い印象を与えたと考えられる。特に、日常的な運用レベルで品質と安全を担保している点については、現場を通じて体感的に理解が進んだ様子が見られた。

また、制度と運用が一体となって機能している点、すなわち「ルールが守られることを前提に事業が成立している構造」への関心が高かった。これは、インドネシアにおける不法投棄や不適正処理が依然として課題となっている現状を踏まえた反応と考えられる。

招聘期間中の施設視察および意見交換を通じ、KLH 職員からは、日本における廃棄物管理の制度運用、とりわけトレーサビリティ確保の仕組みに対して高い関心が示された。具体的には、電子マニフェストをはじめとする情報管理システムを通じて、排出から最終処理・再資源化に至るまでの流れが可視化され、排出事業者自身が処理の適正性に責任を持つ仕組みが制度として定着している点が強く印象付けられたと考えられる。

このようなトレーサビリティシステムの整備は、単に不適正処理や不法投棄を抑止するだけでなく、排出事業者に対して適正処理およびリサイクルを促すインセンティブとして機能している点が共有された。KLH 職員との議論においても、インドネシアでは第一委託先以降の処理状況が把握しにくいことが、排出者責任の実効性を弱めている要因の一つであるとの認識が示され、日本の制度運用は今後のインドネシアにおける B3 廃棄物の管理政策を検討する上で参考となる事例として受け止められた。電子マニフェスト制度については、インドネシアで同様の制度を構築するにあたって、引き続きフォローアップしていくことが合意された。

また、現場視察を通じて、制度と日常的な運用が一体となって機能している点を実感したことにより、適正処理や再資源化を前提とした事業活動が、行政・事業者双方にとって持続可能な形で成立し得るという理解が深まった様子が見られた。

2.4. 結論（実現性があるかどうか、課題と解決策）

本調査を通じて、インドネシアにおける産業廃棄物の発生実態、市場構造、制度環境および事業リスクについて、多面的な把握が進んだ。固形・液体いずれの産業廃棄物におい

ても、セメント利用を中心とした既存処理スキームは一定程度定着しており、短期的には価格面で合理的な選択肢となっている。一方で、品質のばらつきや受入基準の曖昧さ、将来的な受入制限の可能性など、長期的な安定性という観点では構造的な課題が内在していることが明らかとなった。

特に、廃棄物由来原燃料については、単に「セメントで利用可能な品質」を満たすことを目標とするのではなく、天然資源と同等の品質水準を有する製品を安定的に供給できるかどうか、将来的な差別化と事業の持続性を左右する重要な論点である。本調査における製品シミュレーションでは、水分や一部成分に課題は残るものの、適切な原料選定・前処理・品質管理を行うことで、天然資源代替としての実現可能性が十分に見込まれることが示唆された。

また、排出事業者へのヒアリングおよび工業団地でのセミナー・アンケート調査を通じて、多くの企業が廃棄物管理を現地任せにしている一方で、処理の適正性やトラブル発生時のリスクに対する潜在的な不安を抱えている実態が確認された。これは、排出元から最終処分方法に至るまでのトレーサビリティが十分に確保されていないことが、構造的な課題となっていることを示している。

以上を踏まえると、本事業における重要課題は以下の二点に集約される。

第一に、廃棄物を前提としつつも、天然資源と同等の品質を目指した原燃料製品の開発を進め、価格競争に陥らない技術的・品質的差別化を確立することである。

第二に、排出事業者責任の強化という観点から、排出元から最終処分・利用先までの流れを可視化し、透明性と信頼性を担保するトレーサビリティの仕組みを構築することである。

今後は、本調査で明らかになった課題の優先度を整理した上で、技術開発、制度対応、工業団地やセメント会社を起点とした面的展開を組み合わせ、段階的に事業化を進めていくことが求められる。

3. 一般廃棄物のセメント燃料化調査

3.1. 調査背景・目的

株式会社ビートルエンジニアリングは、北九州市を中心に事業系廃棄物の中間処理・リサイクルを行っている。同社の廃棄物中間処理工場のうち、プラスチックリサイクル工場（SRC）では、北九州市の家庭から廃棄されるプラスチックごみ（容器包装プラ・製品プラ）を、プラスチック資源循環促進法に基づいて北九州市から全量処理委託を受けており、再生プラスチック製品へのマテリアルリサイクルを行っているほか、マテリアルリサイクルに適さないものは石炭代替燃料（CPF：Cube Plastic Fuel）に加工してセメント工場などに納入している（図 2.2.1.1）。

同社は、グループ会社の中核を担う株式会社西原商事を通して、2014 年からインドネシア・スラバヤ市で一般廃棄物の分別施設（Super Depo Sutorejo Surabaya）と堆肥化施設（Rumah Kompos Wonorejo II）を設置・運営する実証事業を行ってきた経験も有している（図 2.2.1.1）。設備は実証事業後にスラバヤ市に譲渡されたが、同社は、2016 年から、スラバヤ市で蓄積した経験を基に、インドネシアで一般廃棄物を対象とした中間処理事業に参画するための実現可能性について調査・検討を行ってきた。2020 年からは、インドネシア初の固形廃棄物燃料（以下、RDF）施設が中部ジャワ州チラチャップ県で稼働を開始し、石炭代替燃料としての RDF の需要や関心が高まったことから、一般的な RDF よりも高カロリー高品質な RDF を生産する中間処理事業の可能性について検討してきた。

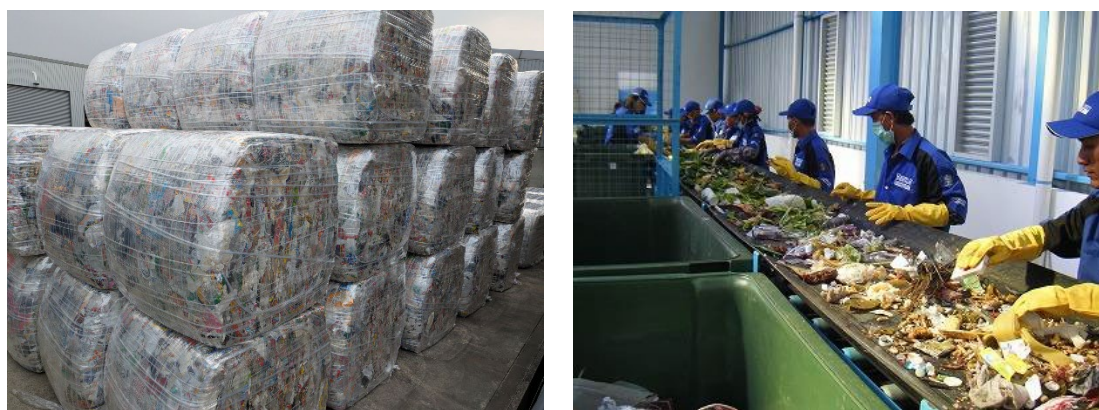


図 3.1.1. ビートルエンジニアリングが SRC 工場で生産している石炭代替燃料 CPF（左）、スラバヤ市において同社が設置・運営した分別施設 Super Depo（右）

（出所：株式会社西原商事）

本調査は、ビートルエンジニアリングがバンテン州（チレゴン市、南タンゲラン市）において、都市ごみから高カロリーRDFを生産する中間処理事業に参画する実現可能性を検討することを目的に実施した。

令和5～6年度の本調査を通して、インドネシア各地にあるRDF生産工場を視察して回った結果、インドネシアで一般的に生産されているRDFは、回収した都市ごみから金属等の有価物を分別して取り除いた後、生ごみが混ざった状態で乾燥、破砕したフラフ状で出荷（輸送距離が長い場合は圧縮梱包）されるため、発熱量はセメント工場が通常求める基準値（3,000 kcal/kg）を下回るものが多いことが分かった。一方、RDFを受け入れるセメント工場では、このような低カロリーRDFは一般的に仮焼炉に投入されているが、メインバーナー（ロータリーキルン）で混焼できる発熱量が石炭と同等に高い（5,000 kcal/kg以上）高カロリーRDFがより求められていることも把握できた。そのため、他の事業者と差別化するためにも、このような高カロリーRDFの生産を目指した。なお、RDFは一旦着火すると消火が難しく、火災事故に発展する可能性が高いため、安全対策や周辺住民に配慮した臭気対策など、日本基準の高品質な製品と生産プロセスの導入を目指した。

代替燃料の生産設備は、エネルギー起源CO₂を直接削減する設備への補助を前提としたJCM設備補助事業の対象にはならないと理解しているが、セメント工場での石炭使用量の削減を通してエネルギー起源CO₂の排出削減に貢献できるとともに、最終処分場から発生するメタンガスの回避にも貢献できるため、事業を通じたCO₂排出削減効果は大きいと考えている。また、現状の最終処分場が抱えている悪臭被害や不法投棄といった諸課題の解決にも貢献できる。

3.2. チレゴン市 ISWMP 事業

（仕様書3-2（1）に該当）

3.2.1. 調査背景・目的

ビートルエンジニアリングは、令和5年度調査で、インドネシアの各地にある主要なRDF施設を視察して回ってきた中で、有望な連携案件として、チレゴン市に世界銀行のISWMP（Improvement of Solid Waste Management to Support Regional and Metropolitan Cities）事業（2020～2025年）で200 t/dのRDF施設が建設されることに着目して注力してきた。

ISWMP事業は、世界銀行からインドネシア公共事業・公共住宅省（PUPR）への融資事業で、PUPRから対象自治体へは、補助金の形で廃棄物処理設備が建造され、自治体に引き渡されるものである。同プロジェクトの主なターゲット地域は、かつて世界一汚れているとされていた西ジャワ州のチタルム川流域の都市だったが（第1フェーズ、第2フェーズ）、続く第3フェーズからは、インドネシア全域に対象が拡大され、チレゴン市も対象の一つに選ばれた。

チレゴン市は、ジャワ島北西端に位置する港湾産業都市で、国営製鉄クラカタウ・スチールや化学工業など、多くの重化学工業が集積している。同市には、インドネシア最大級の石炭火力発電所である PT PLN Indonesia Power の PLTU Suralaya があり、有機物主体の代替固形燃料 Bahan Bakar Jumptan Padat（以下、BBJP）の生産とオフテイクについて、チレゴン市と連携してきたことから、世界銀行の ISWMP 事業の支援対象に同市が選定された。チレゴン市は、RDF 施設（処理能力 200 t/d）の運営主体として、地方公共事業公社（BLUD）の設置を進めてきたが、廃棄物処理プラントの運営経験もノウハウもないため、ビートルエンジニアリングにオペレーションの技術アドバイザーとして運営をサポートするように依頼があったものである。令和 5 年度、令和 6 年度調査を通して数回チレゴン市を訪問して協議を重ねてきており、そのフォローアップを今年度調査で行った。

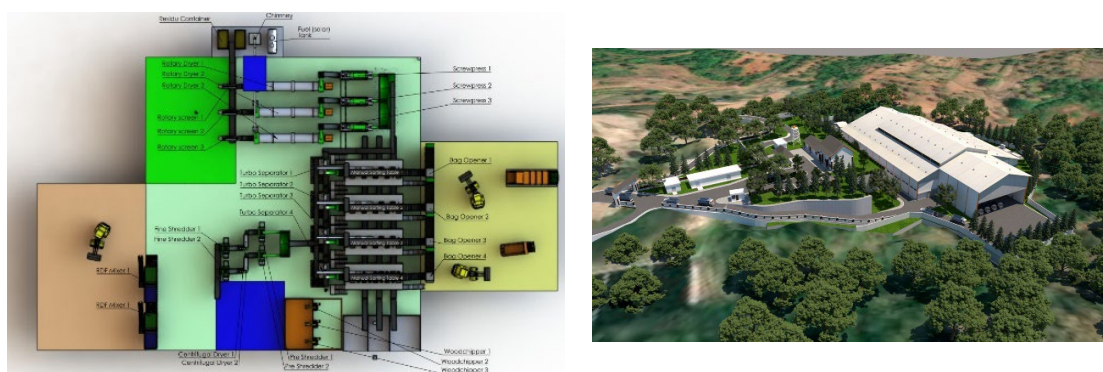


図 3.2.1.1. ISWMP 事業でチレゴン市の TPSA Bagendung Cilegon に建設が計画されていた RDF 施設の基本レイアウト図（左）と外観の CG 図（右）（出所：チレゴン市環境局）

3.2.2. 事業関係者との協議・ヒアリング

(1) チレゴン市環境局（2025 年 7 月 17 日、TPSA Bagendung）

- ISWMP 事業の進捗状況について確認。
- ISWMP 事業は、RDF 施設の基本設計は完了したが、施設の建設と設備導入等の入札がうまく行かず、2025 年 12 月の業務完了時期までに完成できる見込みがないため、世界銀行が事業の継続を断念した。
- チレゴン市は、世界銀行から設備の建設資金を得ることはできず、自治体の予算を使うこともできない一方で、オフテイクからの需要は高いため、RDF 施設の建設を独自に進めたい意向を表明。海外からの投資オファーをいくつか受けている。
- 同施設で行っている BBJP の生産現場を視察。

(2) バンテン州開発計画局 (2025年7月17日、バンテン州庁舎)

- 開発計画局 (BAPPEDA) と ISWMP 事業の進捗状況および今後の北九州市との都市間連携について協議。
- BAPPEDA は、ISWMP 事業は PUPR に引き継がれるという理解で、世界銀行が中止したということは把握していなかった。
- 世界銀行事業が中止になっても、引き続き、都市間でのサポートの継続を希望。
- BAPPEDA が求めてきたバンテン州職員を対象とした廃棄物管理研修のセミナーの開催を 10 月に行うことについて協議。北九州市が情報提供することを歓迎。

(3) 現地コンサルタント (匿名)

- ISWMP 事業に精通している現地コンサルタントにヒアリングを行い、同事業の進捗状況および今後の展開について情報収集を行った。

3.2.3. ISWMP 事業の進捗状況

ISWMP 事業の進捗で把握できたのは以下の通り (2025 年 10 月現在)。

- ISWMP 事業は 2025 年 12 月で完了する予定であったため、PUPR、国家開発計画省 (BAPPENAS)、財務省が協議を行い、今後の方針を決定。
- ISWMP 事業のフェーズ 3 対象都市については、事業は中止 (打ち止め) である。当初予定されていた廃棄物処理施設の供与はないが、代わりに、廃棄物収集トラックや三輪バイクなど、ごみの収集運搬のための資材が支給される。能力育成の支援も行われる。
- 事業が中止になっても、Rp 250/kg のティッピングフィーの基準や、処理施設から最終処分される残渣の量は 12%以下に抑えないといけないといった基準は、引き続き適用される。
- 既に設備建設が完了し、稼働している ISWMP 事業のフェーズ 1 とフェーズ 2 の対象事業については、2026 年 8 月まで (18 ヶ月間) 延長され、既存設備の最適化、リノベーションが行われる予定。
- フェーズ 1、フェーズ 2 の対象設備は、各自治体から要望書が PUPR に提出され、評価を受け、PUPR がコンサルタントにデザインを発注し、入札が行われ、建設される予定。
- ISWMP 事業については、フェーズ 2 事業の「ISWMP 2.0」が 2027 年から予定されている。このことは、BAPPENAS の Blue Book に記載されている。また、アジアインフラ投資銀行 (AIIB) の支援により、Indonesia: Solid Waste Management for Sustainable Urban Development Project (ISWMSUD) が進行している。フェ

ーズ3の対象自治体も ISWMP 2.0 や ISWMSUD に申請できるが、採択される保証はない。

3.2.4. チレゴン市との連携可能性に関する結論

以上から、チレゴン市における RDF 施設の建設自体が中止となって実現しないこととなったことから、ビートルエンジニアリングが技術アドバイザーに就任する話も打ち止めとなり、本案件は断念することとした。

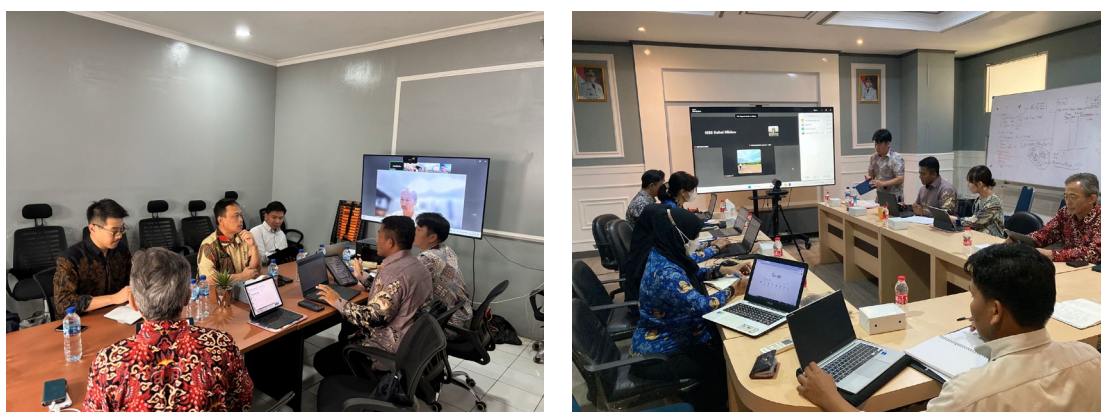


図 3.2.4.1. チレゴン市環境局との打合せ（左）とバンテン州 BAPPEDA との打合せ（右）
（出所：調査団が撮影）

3.3. 南タンゲラン市の都市ごみを対象とした RDF 施設建設

（仕様書 3-2 (1)、(2) に該当）

3.3.1. 調査背景・目的

バンテン州の南タンゲラン市は、ジャカルタ近郊のベッドタウンとして多くの人口（2024 年で 143 万人）¹⁷を有しており、約 1,000 t/d の都市ごみが廃棄されていると推定されている。市の中心部にある最終処分場（TPA Cipeucang）は、オーバーロードと悪臭による周辺住民からの苦情が後を絶たず、閉鎖に追い込まれた。2020 年には、ごみのオーバーロードによる大規模な土砂崩れも引き起こしている。しかし、ごみの行き場が失われたことから、街にごみがあふれ、非公式にごみが捨て続けられてきた。

このような中、不動産開発大手のシナルマスランドは、BSD City などの高級住宅街やショッピングモール街を南タンゲラン市で有しているが、最終処分場の悪臭被害による住民からの苦情が多く、不動産価値の低下にもつながりかねないため、危機感を募らせて

¹⁷ Databoks (2025/02/07) 2024 BPS Data: 22.3% of South Tangerang's Population are Children: <https://databoks.katadata.co.id/en/demographics/statistics/882acfla5cc5f2d/2024-bps-data-223-of-south-tangerangs-population-are-children>

いる。廃棄物管理は自治体の責任だが、自治体による課題解決を待ってられないことから、自ら解決に乗り出すこととした。同社は、南タンゲラン市と廃棄物管理についての MOU を締結。インドセメントとも RDF のオフテイクについて MOU を締結している。

さらに、インドセメントからの紹介を受けて、2024 年 1 月にビートルエンジニアリングにアプローチ。南タンゲラン市のごみ問題を解決する方策として、大規模 RDF 施設を連携して建設して、インドセメントがオフテイクする構想について協議が始まった。

昨年度は、RDF 施設のプレフィージビリティ調査 (Pre-FS) を実施。南タンゲラン市とセララン県のごみの組成調査を実施して、そのデータを基に、日本の設備仕様とコストで RDF 生産技術の特定、基礎設計、コスト・シミュレーション、事業性評価を行った。その結果、ティッピングフィー Rp 250/kg、RDF 販売価格 Rp 500/kg、有価物売却価格 Rp 200/kg の条件設定で、処理能力 500 t/d の設備を導入した場合、日本仕様では、償却期間 20 年間でも収支はマイナスであった。また、イニシャルを半額程度まで抑えた現地化仕様の場合でも、収支はプラスにならなかった。処理能力を 1,000 t/d まで増やした場合は、スケールメリットにより、収支はプラスに転じた。このことから、さらなる合理化によるコスト削減が必要であることが分かった。

今年度調査では、設備のさらなる合理化に取り組みつつ、処理工場の建屋や設備の選定、詳細設計、見積の作成、現地のごみを使った実証試験を行うとともに、プロジェクトの実現に向けた土地の選定、実施体制の構築、ファイナンスの検討などをシナルマスランドと協議して詰めることを目指した。

3.3.2. RDF 施設等の現地視察調査

大規模 RDF 施設を建設するにあたり、ごみの状況、競合他社の状況等を把握し、提案事業の比較優位性を明らかにするために、関係する事業所を視察して調査を行ったもの。

(1) ボゴール県ルンピン地区 (2025 年 7 月 18 日)

- シナルマスランドが所有している土地で、RDF 施設の建設予定地として視察。
- 全体で 133ha あるうち、事業用地は 28ha。
- アクセス道路が整備され、高低差も少ない良好な土地であることを確認。

(2) RDF 施設 TPST Kertamukti (2025 年 7 月 19 日)

- ブカシ市にある RDF 施設で、世界銀行の ISWMP 事業で公共事業省 (PUPR) により建設された施設。総工費は約 60 億ルピア。敷地面積は 6 ヘクタール。
- 6 つの地区の一般ごみを受け入れ、処理能力は 50 t/d。作業員数は 40 名。
- 2024 年 9 月～2025 年 6 月のごみの受入/処理量は 6,917 トン。ごみからの RDF の生成割合は 76%。

- 受入ごみの組成は、有機系ごみ 36%、低価値無機ごみ 32%、有価資源ごみ 7%。
- 生産した RDF はセメント会社へ直接納品するのではなく、中間業者が回収して納品している。
- 目標としている運転コストは Rp 250/kg



図 3.3.2.1. ボゴール県ルンピンの RDF 施設建設予定地（左）とブカシ市の RDF 施設 TPST Kertamukti（右）（出所：調査団が撮影）

(3) Serpong ITF (2025 年 7 月 20 日、2026 年 1 月 25 日)

(2025 年 7 月 20 日)

- 南タンゲラン市が同市の予算で建設し、運転管理している廃棄物中間処理施設。2023 年 12 月に稼働を開始。
- 設備構成は、バググオープナー、コンベア、トロンメル、キルン、焼却炉、堆肥化装置、浸出水処理タンクが含まれる。
- 2024 年半ばまでに、複数の機械でモーター損傷と腐食が発生したため、操業が一時停止されていた。処理能力は 60 t/d であるが、実際の稼働能力は約 30 t/d。
- トロンメルで分離された有機廃棄物の堆肥化装置は存在するが、稼働していない。

(2026 年 1 月 25 日)

- 同施設を再訪したら、完全に操業を停止しており、オペレーターも不在だった。施設へのアプローチロード周辺には、周辺住民が設置した施設の閉鎖を要求するプラカードが多数散見された。これらには、騒音や法令が守られていないことへの不満が記載。
- 施設内は古い廃棄物で埋め尽くされ、設備類は錆びてごみに埋もれているか、放置された状態。焼却炉の煙突は倒壊し屋根の一部が崩落。
- 同地域で廃棄物管理事業を運営するリスク要因だと考えられた。

(4) 最終処分場 TPA Cipeucang (2025 年 7 月 20 日、2026 年 1 月 25 日)

(2025 年 7 月 20 日)

- 南タンゲラン市の最終処分場。2025 年 2 月よりごみの搬入は禁止されたが、視察時も違法にトラックがごみを搬入している状況。1 日平均約 110 台のトラックがごみを搬入。各トラックの積載量は 3~6 トン。
- 2025 年 8 月からは、ごみを 1 日当り 50 台のトラックを使ってレバック県へ移送予定。
- 4 台の大型パワーショベルを使ってごみをトラックからごみの山頂部まで移送している状況。
- 南タンゲラン市行政が回収・搬入できるごみは、家庭、市場、道路からのもので、約 400 t/d。民間業者によるごみ搬入量については把握できていない。

(2026 年 1 月 25 日)

- 同最終処分場は、2025 年 10 月に環境省から厳格な閉鎖命令を受けて廃棄物の受け入れを停止していた。しかし、年末年始の廃棄物急増と廃棄物管理権限の移管の遅延等により、南タンゲラン市は 2026 年 1 月（第 1 週）まで一時的に廃棄物の受け入れを再開。
- 2026 年 1 月の暫定受入の後は、受入は停止しており、ごみはレバック県とパンデグラン県の最終処分場へ輸送されているほか、セラン県のチロウオンとジャカルタ近郊のチジャントゥンの最終処分場にも輸送されている。



図 3.3.2.2. 南タンゲラン市 ITF のキルン (左)、南タンゲラン市の最終処分場 TPA Cipeucang (右) (出所：調査団が撮影)

(5) Waste4Change (2025 年 7 月 20 日)

- 2014 年設立した廃棄物処理・サービス会社で、現在はインドネシアで 5 つの支店を展開。訪問したブカシ支店では約 900 世帯にごみの回収サービスを提供、ごみの収集用トラックは 14 台保有。これまでに 5,400 トンの廃棄物を処理。最終処分場行きのごみを約 52%削減できていると主張。従業員数は 60 名。

- 分別された有機ごみは堆肥化、無機ごみのうち有価物は回収業者へ販売し、残りは RDF に加工して販売。ごみの約 60%は有機ごみ。
- 同社は企業向けの CSR コンサルティングも実施。また、小学校から高校までの教育機関向けに廃棄物管理の環境教育プログラムも提供。

(6) TPST Bantar Gebang (2025 年 7 月 21 日、2026 年 1 月 25 日)

(2025 年 7 月 21 日)

- ジャカルタの最終処分場 TPA Bantar Gebang (於：ブカシ) に設置された大規模 RDF 施設。2023 年 6 月に設備が完成して稼働を開始。2 年後の進捗状況を視察。
- RDF の原料はフレッシュな一般廃棄物と最終処分場に投棄された後 4 年以上経過した掘り起こしごみの 2 種類。掘り起こしごみのうち、60%が有機物が分解した腐植土 (フムス)。
- RDF の生産量は約 700 t/d。2024 年の RDF 生産量は 42,000 トンを記録。RDF は全量をインドセメントが購入。セメント工場のオフテイク条件は含水率 20%以下、発熱量 3,000 kcal/kg 以上、サイズ 50 mm 以下。残渣の処理方法を検討中。
- 分別、破碎した RDF 資材は、サンドライベイで平らに広げて天日乾燥。
- Bio-drying 技術には高い関心あり。協業の可能性に関しては、ジャカルタ都環境局のビジネス・事業部門と協議が必要。

(2026 年 1 月 25 日)

- 同施設の再訪を試みたが、ジャカルタ都の環境庁長官の交代と管理部門の変更により、すべての許可発行が停止され、訪問を受け付けてもらえなかった。
- 受付スタッフの情報によると、廃棄物の受入は数ヶ月間停止しており、掘り起こし作業も完全に停止。運営会社の経営陣の交代により、RDF の生産も行われていないとのこと。



図 3.3.2.3. Waste4Change のごみ分別施設の外観 (左)、TPST Bantar Gebang のごみ受入ピット (右) (出所：調査団が撮影)

(7) TPPAS Regional Lulut Nambo (2025年7月21日)

- 西ジャワ州がボゴール県に建設・稼働している RDF 施設で、運営会社は PT. Jabar Bersih Lestari。設計上の処理能力は 2,400 t/d だが、実際は 50 t/d 程度に留まっている。
- ごみを分別・破砕後に発酵促進剤を散布した後、長さ 100m の乾燥ベッドにごみを積み上げて自走攪拌機で攪拌することにより、発酵乾燥させる機械的・生物的处理 (MBT) 施設。乾燥ベッド数は 6 本。
- ファイン・トロンメルと乾燥ベッドの自走攪拌機はオランダ製の機材を輸入。分別のコンベア・ラインは 1 本のみ。
- RDF の発熱量は 5,000 kcal/kg に達し、インドセメントおよびセメントインドネシアが買い取り。

(8) Abu & CO (2025年7月20日)

- 南タンゲラン市で唯一の民間の廃棄物処理事業者で、家庭ごみの収集・処理・販売に特化して南タンゲラン市でサービスを展開。現在のサービスの利用世帯数は約 6,000 世帯。2020 年～2025 年の処理実績は、累計 21,000 トン。今後はジャボデタベック地域 (ジャカルタ都周辺都市圏) への事業拡大を計画している。
- 保有している処理許可はごみの収集運搬業およびごみ銀行。同社は 12 台のみ収集トラックを保有しており、毎日家庭系ごみを収集運搬。
- 主な設備は、ごみの分別用コンベアと風力選別機、焼却炉。有機ごみのうち約 20% はアメリカミズアブ (BSF) のマゴットを使った生物分解で処理。マゴットは飼料や養殖の餌として Rp 5,000/kg で販売。
- 残りの有機物は焼却処理している。可燃性無機ごみは直接 RDF 施設へ搬送。



図 3.3.2.4. TPPAS Regional Lulut Nambo の処理施設 (左)、Abu & CO の処理施設 (右)
(出所：調査団が撮影)

(9) PT Puradelta Lestari tbk (2025年10月29日)

- 同社は、ブカシ県にあるデルタマス・シティの管理を請け負っている会社で、廃棄物管理も担当。管理領域は3,000 haにも及ぶ。
- RDFの処理施設は2024年2月から稼働を開始。RDF処理を請け負っているのはPT Mitra Karunia Indah (MKI) 社。スタッフ数は40名。
- 住宅地、商用地から出る50~60 t/dのごみが対象。デルタマス・シティ以外でも、MKIが運営している他の施設からもごみを持ってきているためインプット量はもっと多い。
- RDFはすべてインドセメントがオフテイク。60~70 t/d程度のRDFを出荷(1日トラック4~5台分)。
- 受け入れた混合ごみは、数日屋外に積んで置いた後、破碎、選別をして有機物を除くだけの簡単な処理プロセス。有機物のほとんどはRDFと混ぜて出荷しており、一部コンポストに利用。

(10) RDF Cimenteng Sukabumi (2025年10月30日)

- 同施設はスカブミ市に位置し、タイのサイアム・セメント・グループ (SCG) グループ傘下のセメント会社PT Semen Jawaが投資・運転・オフテイクの3つの機能をすべて請け負う形で稼働しているRDF施設。そのような形態はインドネシアでは初の試み。
- 2022年にスカブミ市とPT Semen Jawaの間でMOUを締結、2023年に建設開始、2025年に稼働開始。30年間の長期契約。
- RDF施設の運営は、PT Semen JawaとタイでRDF事業を手掛けているUAC Global Public Company Limited (UAC) が設立した合弁会社PT Cahaya Yasa Cipta (CYC) が担当。RDF設備の設計・施工のEPCは、タイでRDF施設の実績があるEco Plant Service社が手掛けた。
- RDF施設は、最終処分場TPA Cimentengの隣に位置し、一般家庭系のフレッシュごみ200 t/d、掘り起こしごみ130 t/dの計330 t/dを処理。設計上は500 t/d程度まで処理量は増やせる見込み。
- RDFの処理プロセスは、バググオープナー、ベルトコンベア、トロンメルスクリーナー、ウィンドシフター、破碎機で細断してフラフ状でセメント工場に出荷。
- 分別した有機系ごみは、最終処分場にそのまま投棄されているが、将来的には、堆肥化して石灰の採掘場の覆土用に活用を予定。



図 3.3.2.5. ブカシ県でPT Mitra Karunia Indahが運営している RDF 施設（左）、スカブミ市の RDF Cimenteng Sukabumi（右）（出所：調査団が撮影）

(11) ごみ銀行 Kertabumi (2026 年 1 月 25 日)

- 同社は、地域密着型のごみ銀行として、資源ごみの取引を行っている南タンゲラン市で唯一のごみ銀行のスタートアップ。
- 周辺地域の反対があり、施設の移転を余儀なくされているとともに、リサイクル事業に必要な環境影響評価（AMDAL）または環境管理・監視方法（UKL-UPL）などの許認可を取得するための手続き中。
- 生ごみはBSF マゴットで処理をしていたが、現在はラインを停止。段ボールやペットボトルのリサイクル事業も縮小。現在は主に国際的な研修プログラム並びに姉妹会社が製造する美容製品の販売に注力。
- 最終処分場 TPA Cipeucang の閉鎖と南タンゲラン市における廃棄物管理の課題の影響を受けて、企業の CSR を通した環境活動なども減少しているとのこと。

(12) MagotPlus Tangerang (2026 年 1 月 26 日)

- 同社ではBSF マゴットを用いた生ごみ処理事業を展開。約 15 t/d の生ごみを家庭から受け入れて処理している。採卵、孵化から成虫への生育の完全サイクルを自社で実現。幼虫は通常、幼虫期から蛹になるまで7~14日を要する。
- マゴットの幼虫は Rp 200,000/kg、マゴットも最大 Rp 30,000/kg で販売される。
- 同社は、家庭から生ごみを受け入れる際にも収入を得ているが、主な収益源は様々な成長段階のマゴットの販売益。
- 従来、BSF マゴットを飼料としていた多くの養鶏業者は、幼虫の高タンパク質が鶏の栄養バランスを崩す可能性があるとして、マゴットの使用量を総飼料量の約20%まで低減させるようになってきているため、販売に影響しているとのこと。

(13) 最終処分場 TPA Jatiwaringin、TPA Rawa Kucing (2026 年 1 月 26 日)

- シナルマスランドは当初タンゲラン県にある最終処分場 TPA Jatiwaringin の敷地内を RDF 施設の建設候補地としていたことから、現地視察を試みた。

- TPA Cipeucang から同施設までは車で約 2 時間の距離。しかし、道路は狭くてすれ違いが困難な上、洪水の浸水により現地まで到着できずに訪問を断念。代わりに、タンゲラン市の最終処分場 TPA Rawa Kucing を訪問。
- 最終処分場 TPA Rawa Kucing はタンゲラン市に位置し、1990 年代から操業しているジャカルタ首都圏の中でも古い最終処分場（敷地面積 34 ha）。同施設内には 30 t/d の処理能力を有する RDF 施設が併設されている。事前に訪問許可を受けていなかったことから、視察はできなかった。

(14) TPST Kibin (2026 年 1 月 26 日)

- TPST Kibin は、セラン県が設置・運営している廃棄物処理施設で、昨年度調査においてごみの組成調査を実施した場所である。昨年度訪問時よりも設備が更新されていて、新たに導入された RDF の炭化炉の視察。
- 受入れた混合ごみは、有機系ごみと無機系ごみを分別後、破碎（3-5 cm）した無機系ごみを炭化炉（キルン）に投入して炭化。
- 炭化処理したフラフ RDF は約 4,500 kcal/kg の発熱量を有している。しかし、同施設はセメント工場に直接 RDF を販売する許可を得ていないため、流通業者を通じてしかセメント工場に納品できていないとのこと。



図 3.3.2.6. MagotPlus Tangerang で飼育されている BSF マゴット（左）、TPST Kibin で生産している炭化 RDF（右）（出所：調査団が撮影）

3.3.3. 関係者とのミーティング

大規模 RDF 施設を建設するにあたり、関係する自治体、企業を訪問して、事業の実現可能性および協業・連携の可能性について協議したもの。

- (1) シナルマスランド (2025 年 7 月 18 日、2026 年 1 月 27 日、2026 年 1 月 29 日)
(2025 年 7 月 18 日)

- 北九州市から北九州市の公害克服の歴史とエコタウン事業について説明。
- 当初計画では、南タンゲラン市のフレッシュごみ 1,000 t/d、セラン県のフレッシュごみ 1,000 t/d、南タンゲランの掘り起こしごみ 1,000 t/d の計 3,000 t/d の RDF 処理施設をセラン県に建設する計画であったが、セラン県の受入体制が変わったことから断念。新たに、シナルマスランドが有しているボゴール県ルンピンの土地に建設する構想について協議。ルンピンは南タンゲラン市から 6~10 km 程度と近く、インドセメントにも近いと、輸送ロスが少ないのが利点。133ha の敷地がある。
- Bio-drying 技術を活用した RDF の生産について説明。日本にあるコンテナ型の実証設備をインドネシアに輸送して現地で実証試験を行うことについて協議。

(2026 年 1 月 27 日)

- RDF 施設建設に係る初期の実現可能性調査を終えたことから、シナルマスランドの CEO および経営陣に調査結果を報告。
- Bio-drying システムの性能、処理プロセスの課題、将来の実証設備および商業規模設備の開発について主に議論。北九州市の公害克服の経緯を踏まえ、インドネシアにおけるエコタウン（リサイクル工業団地）の整備にも関心を示した。
- 今後の展開としては、南タンゲラン市とボゴール県における 2 つの開発シナリオを準備するよう指摘があった。これには、廃棄物/RDF の輸送距離の比較や各地域における潜在的な社会リスク/受容性に関する課題評価も含まれる。
- 技術面とファイナンスに関する実現可能性評価が完了すれば、シナルマスランドが社会的・制度面（許認可取得）に関する実現可能性評価を実施する。また、ピートルエンジニアリングはオペレーターとして運営に参画するとの認識で合意。
- 財務計画が承認されれば、2028 年に着工し、1 年後の稼働開始が見込まれる。

(2026 年 1 月 29 日)

- シナルマスランドの CEO および経営陣と再度協議の場が持たれた。
- 廃棄物管理問題が深刻化している現状を踏まえ、具体的な解決策の早期実施が必要であることが指摘され、実現可能性調査を可能な限り早期に完了させるよう期待が表明された。
- 設備の初期投資に関する投資割合等について議論が行われ、引き続き詳細について検討・調整していくこととなった。

(2) 南タンゲラン市環境局 (2025 年 7 月 18 日)

- 南タンゲラン市は、人口が約 140 万人で、約 1,200 t/d のごみが出ている。事業系一般廃棄物と産業廃棄物の 600 t/d の処理の目途が立っていない。

- 2029年に建設・稼働予定の処理能力1,000 t/dの廃棄物発電施設（PLTSA）の建設計画について説明。同事業は、新しい廃棄物エネルギーに関する大統領令に基づき、政府系投資ファンドであるダナンタラ（BPI Danantara）が主導する。それまでの期間は、廃棄物は一時的にレバック県およびパンデグララン県に運搬される。
- 家庭系ごみのティッピングフィーは自治体が負担するが、600 t/dの事業系一般廃棄物と産業廃棄物については関与しない。国家開発計画庁（BAPPENAS）に相談するよう指摘があった。
- RDF施設の建設については、シナルマスランドと共同で施設を建設することを希望。許認可等は市政府がサポート可能。

(3) Plasticpay (2025年7月20日)

- 2019年に設立された会社は、主にプラスチックリサイクルに関する教育と啓発活動に注力。その後新規公開株式（IPO）として上場（ティッカー名：INOV）を果たしている。同社の株式の約29%は韓国のポリエステルメーカーが保有。
- 主力サービスはリバースベンディングマシンで、ユーザーが使用済みプラスチック製品をポイントやその他のインセンティブと交換できる仕組。
- 同社が製造する再生プラスチック由来のポリエステル資材は、日系大手自動車メーカーの防音材やカーペットにも使用されている。
- 今後の計画では、インドネシア国内でのサービス拠点の拡大と合わせて、日本におけるブランド認知度強化にも取り組む。また、インドネシアでCSRに取り組みたい日系企業の実施パートナーとしての役割も検討中。



図 3.3.3.1. シナルマスランドとの打合せの様子（左）、Plasticpay のコンセプト概念図（右）（出所：調査団が撮影（左）、[Plasticpay](#)（右））

(4) Adhi Karya (2025年7月21日、2026年1月28日)

(2025年7月21日)

- 同社は、ジャカルタの最終処分場（於：ブカシ）に設置された大規模 RDF 施設

TPST Bantar Gebang の施設建設を請け負った業者で、ダナンタラ・グループ傘下の国営企業。

- 環境配慮型施設の開発へのシフトを目指しており、ココナッツ殻の RDF 炭化製品を日本等の海外に輸出することも目指している。また、メサン地区では、医療廃棄物焼却施設も運営している。全製品は政府調達リスト E カタログに登録・販売されている。
- 各種運営許可及び試験許可を保有する一方、先端技術の導入・応用は限定的。
- 一般廃棄物の炭化技術については、インドネシア国内トップとのこと。

(2026 年 1 月 28 日)

- 2025 年 7 月の同社訪問後、ビートルエンジニアリングと Adhi Karya は、秘密保持契約 (NDA) を締結することに合意。同社はグリーン・インフラを開発する事業に関心があり、特に廃棄物管理および環境技術分野において、ビートルエンジニアリングと連携していく方針を確認。
- 同社が販売しているオフィスビル向けの携帯型 BSF マゴットを活用した生ごみ処理ユニット (処理能力 15 kg/d) について説明。

(5) Wastec International (2026 年 1 月 28 日)

- 同社は、コロナ禍でインドネシアの有害廃棄物処理能力が不足していた際に設立された産業廃棄物処理会社。同社は医療廃棄物 (B3 廃棄物) の焼却処理を主に扱っており、ジェット圧力式焼却炉 4 基、ロータリーキルン 1 基、廃液焼却炉 1 基の焼却炉を運営しているほか、プルワカルタに大型焼却炉を建設予定。医療廃棄物の焼却灰は、最終処理のために PPLi 社に送られている。
- B3 廃棄物の焼却処理以外には、50 t/d の処理能力を有する RDF 施設も有しており、代替燃料を出荷。RDF の受入基準についても精通している。

3.3.4. 処理対象の廃棄物、RDF 施設建設予定地

(1) 処理対象の廃棄物

本稿執筆時点 (2026 年 2 月) では、まだ処理対象の廃棄物は決まっていない。想定されるのは、南タンゲラン市から出るフレッシュごみ (1,000 t/d 程度) または TPA Cipeucang の掘り起こしごみ (1,000 t/d 程度) のいずれかであり、昨年度調査では、いずれのごみも組成調査を実施済みである。

処理対象とする廃棄物については、ごみの発生源とオフテイカー (インドセメント) との距離関係も関連してくるため、RDF 施設を建設できる土地がどこになるのかによっても判断は変わってくる。

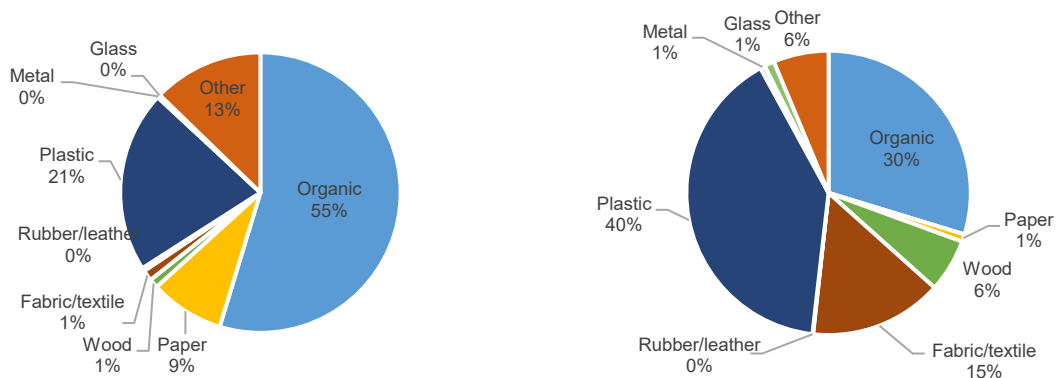


図 3.3.4.1. 昨年度調査で実施したごみの組成調査の結果：南タンゲラン市のフレッシュごみ（左）、TPA Cipeucang の掘り起こしごみ（右）
 （出所：調査団が作成：昨年度の本業務報告書より再掲）

当初、本プロジェクトでは、TPA Cipeucang からの悪臭被害をなくすために、南タンゲラン市のフレッシュごみの早期削減に力点が置かれていたが、同最終処分場は閉鎖され、悪臭の主要因であるフレッシュごみは南タンゲラン市の環境局がレバック県やパンデグララン県などに運ぶことになったため（一部不法投棄が続いているという情報もあるが）、シナルマスランドの関心は TPA Cipeucang の掘り起こしごみにも及んでいる。最終処分場のごみの山そのものを掘削と RDF 化によって削減できると、周辺地域の不動産価値の向上が期待でき、不動産が本業の同社としても重要性が高い。

(2) RDF 施設の建設予定地

本稿執筆時点（2026 年 2 月）では、RDF 施設の建設予定地は決まっていない。建設予定地は、昨年度時点ではセラン県であったが、セラン県との連携可能性がなくなった後、シナルマスランドは自社が所有しているボゴール県ルンピンを次の候補地に選定。南タンゲラン市から近く、インドセメントへの動線もよい平坦な土地であることから、有望視されていたが、廃棄物処理事業を行う許認可の関係で適合しないことが判明し、断念した。

次に、シナルマスランドは、同社が所有しているタンゲラン県ジャティワリンギンを候補地にすることを提案。同地では廃棄物処理事業の許可を有しているが、湿地帯にあり、インドセメントと距離が離れていることや、Waste4Change を含む複数の民間の廃棄物処理施設に近接しているなどの懸念点もあった。

さらに、2025 年 12 月から 2026 年 1 月にかけて、今度はボゴール県の別の候補地の名前が挙がっている。同地はインドセメントとも近いことから、物流効率や輸送コストの削減が期待できる。

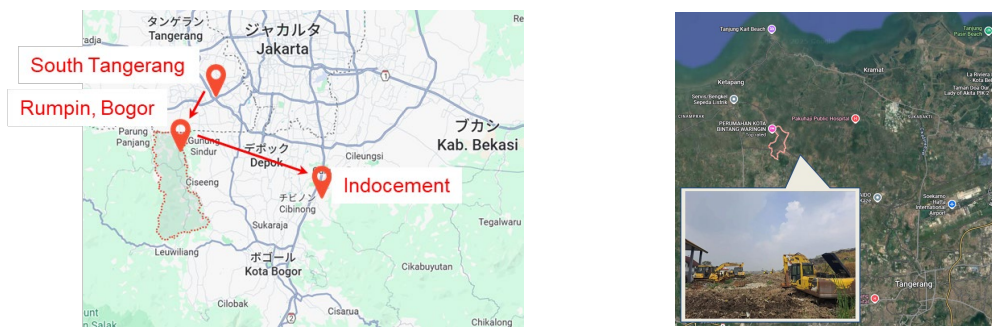


図 3.3.4.2. RDF 施設の建設候補地ボゴール県ルンピン（左）とタンゲラン県ジャティワリンギン（右）の位置関係（出所：調査団が作成）

3.3.5. RDF 製造技術（生物乾燥）

オフテイカーのインドセメントが求めている RDF は、5,000 kcal/kg 以上の高カロリーなものであるため、カロリーが低い有機物を取り除くとともに、低コストで効率的に乾燥させる手法が必要である。昨年度の調査では、Pre-FS において国内外の技術を調査し、生物乾燥（Bio-drying）技術を特定した。

同技術はヨーロッパで広く実用化されている技術で、機械処理と微生物による発酵を組み合わせた、いわゆる MBT（Mechanical Biological Treatment）設備である。破碎したごみは微生物を多く含む戻し資材と混ぜ、密閉したトンネル内でエアレーションと浸出水の散布によって高温発酵させることにより、水分を飛ばして乾燥させるため、プロセスがシンプルで、化石燃料による熱源が不要なため、CO2 排出とコストを抑えられるメリットがある。

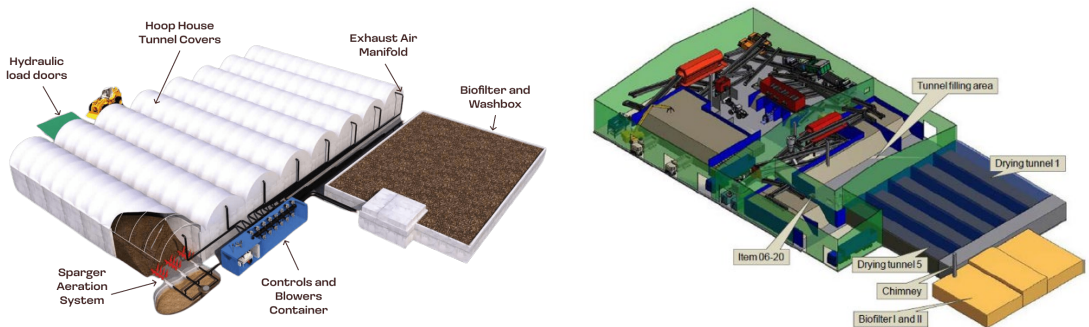


図 3.3.5.1. MBT（Mechanical Biological Treatment）設備の概念図。生物処理工程（左）、前処理工程と生物処理工程を含むプラント（右）（出所：[Green Mountain Technologies](#)（左）、[Wrexham Recycling](#)（右））

3.3.6. RDF 製造施設・機械設備

生物乾燥技術を導入した RDF 施設の設備仕様について、調査・検討を行った。

(1) 処理プロセスとプラントの設計

処理プロセスの設計に当たっては、3つの異なる処理能力(160 t/d、300 t/d、500 t/d)に分けて検討した。プラントの設計には、20基の生物乾燥ユニットを想定。想定している処理プロセスは次の通り：

- バッグオープナーによる袋開け（または破砕機）
- 磁選機による金属等異物の除去
- マルチクラッシャーによる粉砕
- ミキサーでの均質化（重質物と中質物を戻して混合）
- 材料の生物乾燥ユニットへの投入と発酵
- 風力・振動分離機で重質物・中質物・軽質物に選別
- 軽質物は、さらにマルチクラッシャーで破砕
- 梱包して RDF のストックヤードに保管

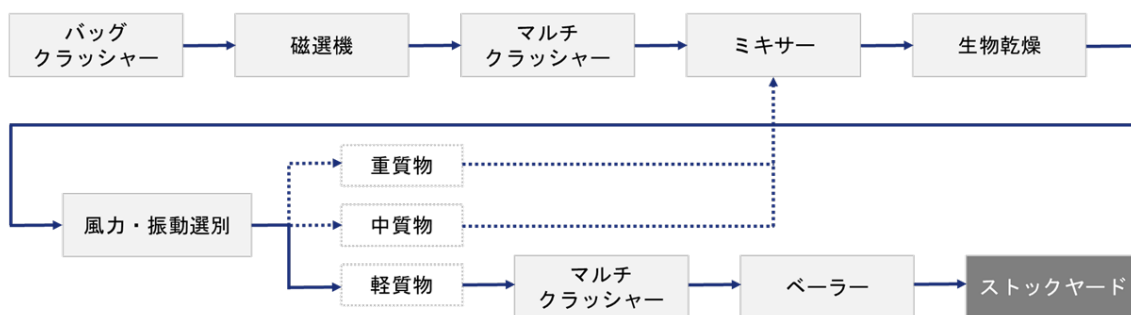


図 3.3.6.1. 想定している生物乾燥の処理プロセス・フロー（出所：調査団が作成）

本プロセスは、外部熱を必要としない発酵による乾燥工程のため、機械構成が簡素で、運営コストが低いのが特徴である。また、臭気の排出を最小限に抑えるため、生物脱臭システムを導入することもできる。アウトプットとしての RDF の収率は約 50%、発熱量は少なくとも 5,000 kcal/kg、水分含有率は 15%未満、塩素含有率は 0.3%未満を見込んでいる。RDF は、フラフ、ベール、ブリケットの複数形態で出荷することが可能で、ベールの仕様は 1,100×1,100×1,500mm、密度は 0.6 を想定。

(2) 機械設備

生物乾燥ユニット以外には、大量の廃棄物を効率よく機械選別する処理プロセスが必

要である。そのため、大規模廃棄物処理システムで多くの実績がある（匿名）社に処理プロセスの設計を依頼。同社は、欧州だけでなく米州、アジアでも多くの実績があり、高い効率性と安定した長期間の性能を保証。モジュール式で拡張性のある設計は、小規模施設から大規模産業用プラントまで適応可能なことから選定。設計は同社に依頼するが、個々の機械設備の導入については、インドネシア現地製品あるいは近隣国からの輸入製品を採用する予定。

(3) 建屋を含む建設工事

建設工事については、建築工事ならびに電気・機械システムを専門とするインドネシアの建設会社（匿名）社に委託することを想定。ビートルエンジニアリングは同社と協業経験があり、効率的な施工管理と優れた耐久性の構造品質には定評があり、信頼が置けることから選定。建屋および建設工事の設計と見積を依頼。

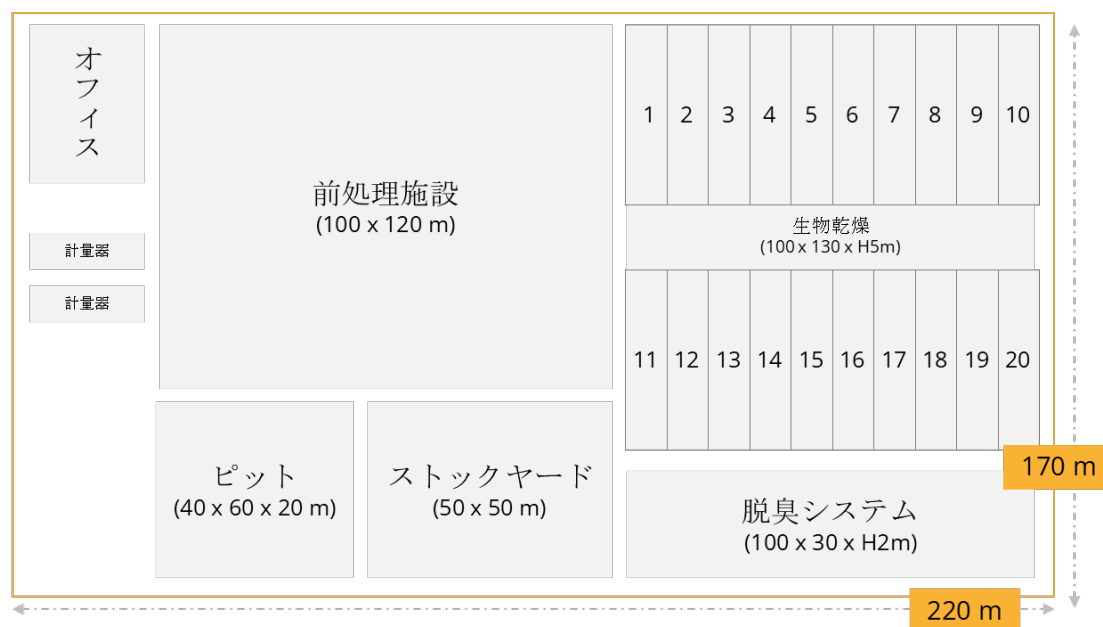


図 3.3.6.2. RDF 処理工場の（処理能力：500 t/d を想定）レイアウト概念図
（出所：調査団が作成）

3.3.7. 生物乾燥の現地実証試験

(1) 実証試験の目的とアプローチ

RDF の生産方法として導入を想定している生物乾燥技術は日本で導入済みだが、インドネシアの一般廃棄物と日本のそれとでは組成が大きく異なり、気候も異なることから、同技術がインドネシアの廃棄物と気候に適用可能かどうかを評価・検証することが不可欠である。そのため、現地で実証試験を行うことを計画した。

当初、日本にある 14 フィート・コンテナ型の生物乾燥ユニットの実証機をインドネシアへ輸送して利用することを検討したが、同システムが故障していたことと、輸出入手続きが容易でないことが判明したことから断念。代替方法として、現地に小規模な生物乾燥ユニットを新たに構築して実証試験を行うこととした。

本実証試験は、大規模な生物乾燥プラントを設計・運転するための指針としての基礎データを収集するために実施した。具体的には、物質収支、含水率の変化、温度と酸素の動態変化、発酵の安定性、臭気特性、およびインドネシアの熱帯性気候に対するプロセスの感受性の把握を目的とした。また、手選別の要件、戻し種菌との混合挙動、インドネシア特有の高湿度環境の影響といった運用上の課題を特定し、設計に反映することも目的とした。また、シナルマスランドその他関係者が実際に生物乾燥技術の効果を直に見てシステムについての理解を深め、信頼を得ることも重要な目的とした。

(2) 実証試験の設備および計測機器類

実証設備は、コンクリート製の発酵槽を現地（南タンゲラン市内某施設内）に構築。発酵槽の底面の寸法は幅 2.5 m × 奥行 3 m で、平均 0.8 m の高さまで廃棄物を積み想定（廃棄物の容積は約 6m³）で設計。インバーター制御のプロワーと排気プロワーを装備し、実プラントの生物乾燥ユニットと同様の制御された通気環境を再現。温度はシンワ測定センサーで測定し、酸素濃度は BOSEAN BH-4M センサーで測定。



図 3.3.7.1. 生物乾燥の実証試験設備。コンクリート製の発酵槽（左上）、発酵槽底面の通気配管（中・右上）、システム断面概念図（左下）、完成した発酵槽の外観（中下）、ブローアと配管（右下）（出所：調査団が撮影）

(3) 廃棄物の前処理と投入

実証試験で処理する廃棄物は、一般廃棄物計 2,000 kg（一般廃棄物、構造材、発酵補助材を含む）を準備。破砕機が使用できなかったため、混合作業は全てシャベルを用いた手作業で行った。PET ボトルと飲料用容器のみ手作業で切り開いた。廃棄物の大部分（有機物、プラスチック、紙、使い捨ておむつ等）は元の形態のままであり、未処理の有機物を含む複数のビニール袋も含まれていた。構造材は地元産の剪定枝を約 30 cm に手作業で切断。発酵補助材は、自然発酵中のバナナの葉の堆積物から採取。水分調整にはバケツとホースで水道水を追加して適宜調整した。

混合物は手作業でコンクリート製発酵槽に投入。廃棄物（約 6.0 m³）は奥で高さ約 1.5 m まで積み上げ、手前に向かって緩やかに傾斜する形状に積み上げた。破砕機でゴミを破砕できなかったため、通常よりも密度は低い状態（かさ密度は約 0.3 kg/m³と推定）。

(4) 発酵プロセスの制御

発酵処理期間中は、温度、酸素濃度、メタン濃度、CO 濃度、循環空気温度、外気温、周囲湿度のモニタリングデータを見ながら、3 段階に分けて制御を実施。

- フェーズ 1（衛生化）：大腸菌等の殺菌に必要な高温を維持するため、送風機の回転数とダンパー設定を調整。
- フェーズ 2（安定化）：材料を適温範囲内に保つため送風機とダンパーを調整し、加熱と冷却の繰り返しサイクルを実現。
- フェーズ 3（冷却）：送風機は固定速度で運転し、外気ダンパーを全開にして外気取り込み量を最大化。

発酵プロセス中の温度変化の推移を図 3.3.7.2 に示した。フェーズ 1 では、温度が急上昇して 65°C のピークに到達。フェーズ 2 では、加熱と冷却のサイクルを繰り返し、各サイクルでピーク温度が徐々に低下。フェーズ 3 では、温度は着実に低下し続けた。酸素濃度は、フェーズ 1 では 16.8% まで低下。フェーズ 2 では 20% 以上を維持。試験を行った 1 月は雨期に当たり、試験期間中、屋外湿度は 82~96% と非常に高かった。

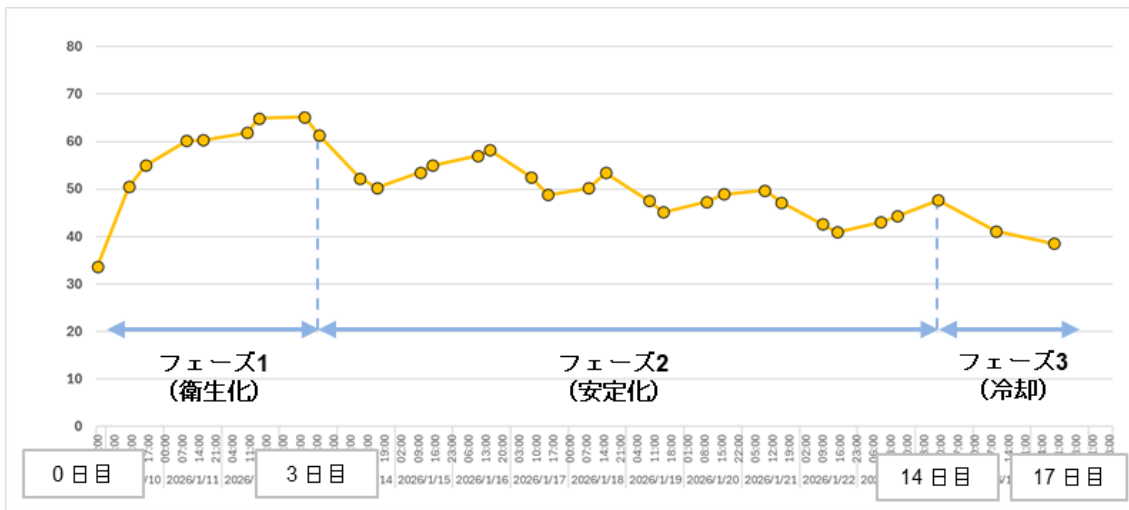


図 3.3.7.2. 生物乾燥における発酵プロセスの温度変化（出所：調査団が作成）

(5) 発酵後の後処理と計量

発酵プロセスの後、発酵物は発酵槽から取り出し、40 mm メッシュでふるい分け選別。メッシュを通過した材料は有機物として分類。ふるい残り資材は、木材、RDF 資材（プラスチック、紙類など）、ガラスなどの異物に手作業で分別。各分類を計量し、物質収支を算出。RDF 資材の発熱量分析は実施中で、本稿執筆時点で入手できていない。





図 3.3.7.3. 発酵処理後の手選別の様子（左上）および発酵処理後に分別された RDF 資材（右上）、木材（左下）、有機物（右下）（出所：調査団が撮影）

1/8		1/27		
	kg		kg	
waste	1000	RDF	496	49.6 %
organic	500	other	4	
wood	500	organic	473	94.6 %
total	2000	wood	412	82.4 %
		total	1381	69.1 %

図 3.3.7.4. 生物乾燥の実証試験による物質収支（出所：調査団が作成）

実証試験の結果、本システムは、投入廃棄物 1 トンから約 49.6%の RDF が生産でき、有機物を顕著に分解・蒸発させることができることが示された。構造材（木材）と発酵補助材（堆肥）の回収率はそれぞれ 82%と 94%であった。全体として、投入した 2 トンの材料は 1.3 トンに減少した。これは主に有機系廃棄物の分解と蒸発によるものである。

(6) 実証試験のまとめと考察

発酵プロセスでは、高温発酵が見られたことから、インドネシアの一般廃棄物でも生物乾燥に有効な微生物が存在して、高温発酵が有効に機能していたことが示された。ただし、フェーズ 1 における酸素濃度が 10%を下回らなかったことから、微生物活性が十分なレベルに達していなかった可能性が考えられる。これは、ふるい分けした 40 mm 未満の微生物をたくさん含む有機物をスターターとして再投入することで、微生物密度を高め、発酵性能を向上させられると考えられる。

また、廃棄物が破碎されていなかったため、発酵槽内のかさ密度は理想値を下回った。目標容積は約 10 m³であるのに対して、本試験では約 6 m³にしか達しなかった。送風機容

量が同じ状態で資材が少ないと、過剰な通気状態になる。これは、破碎と十分な混合により改善できると考えられる。

フェーズ2では、加熱と冷却のサイクルが繰り返されたが、これらは発酵による発熱と強制通気・外気導入による冷却の結果を反映したもので、インドネシアの一般廃棄物でも標準的な生物乾燥システムと同様の原理で制御することが可能であることが実証できた。

フェーズ1では、3日間連続で55℃以上の温度を維持したことから、太平洋諸島の堆肥ガイドラインの殺菌基準を満たした。参考までに、日本の堆肥の基準では65℃以上を少なくとも48時間維持することが求められている。一般廃棄物には多様な廃棄物が含まれているため、病原菌の感染リスクが高いことから、この成果は特に重要である。

今回の実証試験で、生物乾燥をインドネシアの一般廃棄物を利用して十分制御することが可能であることが分かったのは大きな成果ではあるが、実用レベルに達するためには、乾燥性能をより向上する必要がある。

表 3.3.7.1. 生物乾燥の実証試験における乾燥不足の要因と対策

乾燥不足の特定要因	乾燥性能を向上するための対策
<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物が細断されず、有機物と水分がビニール袋内に閉じ込められていた。 • バナナの葉が水分を保持し、湿った塊を形成していた。 • 混合が不十分で、空気の流れが不均一だった。 • 雨季の条件により、外気湿度が極めて高かった。 	<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物を 30～40 mm に細断・破碎処理する。 • バナナの葉をシュレッダー処理するか、発酵促進材として微細な堆肥を使用する。 • 均一な混合のために重機または機械式ミキサーを使用する。 • 雨季の条件は制御が困難であるが、高い湿度を補うために通気量を増加させる。

3.3.8. 事業性評価

生物乾燥設備の導入を前提に、RDF 施設のコスト試算を行った。イニシャル (CAPEX) は、前処理設備、生物乾燥設備、建屋、フォークリフト、トラックといった主要設備一式に加え、借入金の返済を含めた。500 t/d 規模の現地仕様の総設備投資額は (省略) 億ルピア、1,000 t/d 規模の現地仕様では (省略) 億ルピアと試算された。運営コスト (OPEX) は、人件費、電力、水道、重機、残渣処理、消耗品、輸送費を含め、シナルマスランドの想定に沿って設定。500 t/d 規模の現地仕様の年間の総運営費は (省略) 億ルピア、1,000 t/d 規模の現地仕様では (省略) 億ルピアと試算された。日本仕様と現地仕様を比較すると、半額以下に抑えられることが示された。

収益、運営コスト、設備投資の償却費を 20 年間で計算した場合、1,000 t/d 規模の現

地仕様は（省略）億ルピアの黒字を生むが、500 t/d 規模の現地仕様では（省略）億ルピアの赤字になることが示された（日本仕様だと赤字額は5倍程度まで膨れ上がる）。

1,000 t/d 規模の現地仕様のプロジェクト IRR は、最初の5年間はマイナスだが、15年～20年目には12～14%に改善した。自己資本 IRR（自己資本30%、借入金70%）の場合は、5年目に20%、20年目に34%に達した。総合的に、1,000 t/d 規模の現地仕様の方がスケールメリットを活かせ、事業の実現可能性が高いことが示された。

これらの基礎的なコスト試算を踏まえ、処理プロセスの更なる合理化を行いつつ、今年度見積を行った機械設備や建屋・工事のコスト、RDF 施設の建設場所などの情報を反映して、より精緻なコスト試算を行い、事業性評価を行っていく。

3.3.9. 事業化に向けた準備事項

(1) 覚書の締結、合弁会社の設立

シナルマスランドとビートルエンジニアリングの間では、覚書の締結や合弁会社（JV）の設立など、次のステップとなる連携方針についても協議を重ねてきた。シナルマスランド側が早期の締結を望んでいるが、ビートルエンジニアリングとしては、運用条件（誤差の範囲等）が確約され、商業用設備による実現可能性が見えないと、覚書の締結は時期尚早だと考えている。それらがクリアできれば、両社は長期的な協力関係の構築に向けて、覚書の締結に進むことで合意ができています。

2026年3月にはシナルマスランド CEO と幹部職員による日本にある生物乾燥プラントの視察を予定しており、事業化に向けて更に協議が前進することが期待されている。

(2) プロジェクトファイナンス

規模の大小（500 t/d、1,000 t/d）に関わらず、本事業は多額の投資が必要である。プロジェクトファイナンスについては、シナルマスランドとの協議に加え、専門の金融機関（匿名）とも協議を重ねている。詳細の記載は差し控える。

(3) 環境影響評価等許認可の取得

RDF 施設の建設にあたっては、環境影響評価（AMDAL）などの許認可を取得する必要がある。また、RDF をセメント会社に直接販売する場合にも許可の取得が必要である。

AMDAL の審査プロセス（範囲設定、現地調査、公聴会、文書作成、AMDAL 委員会による評価）は、プロジェクトの規模や複雑さに応じて通常数ヶ月間程度の時間を要するが、全書類が承認されれば最終的な許可の発行は短期間で完了する。AMDAL の許可責任主体は、プロジェクトの規模により、国（環境省）か州／市（知事／市長）かが決まる。

これら許認可の詳細については、プロジェクトの規模、建設予定地における許可の有無や種類、その他要件が見えてきた段階で、シナルマスランドの法務関係者も交えて調査・

検討していく。

3.3.10. 成果と今後の展開

昨年度の本調査では、チレゴン市の ISWMP 事業で設置される 200 t/d 規模の RDF 施設の技術アドバイザー契約による事業への参画の実現可能性調査に注力していたが、本年度調査を通して、同事業が度重なる遅延により中止になったことが判明したことから、チレゴン市との連携可能性については断念した。他方、昨年度の本調査から検討を進めてきたシナルマスランドとの連携による大規模 RDF 施設の検討にフォーカスを移した。

今年度の調査を通して、実現可能性調査は大きく進展し、主に以下の成果を挙げることができた。

- RDF 施設等関連施設の視察およびヒアリングを通して、現状と課題の把握、生物乾燥技術の比較優位性（差別化）の確認ができた。
- シナルマスランドや関連自治体等との打合せを通して、事業化に向けた課題と連携方針をより明確化することができた。
- 現地で生物乾燥システムの実証試験を実施し、同システムが期待される性能を発揮し、制御が可能であることが示された。
- 処理プロセスの機械設備メーカーの特定、詳細設計、見積が完了した。
- 建屋と建設工事を請け負う事業者の特定、詳細設計、見積が完了した。
- 見積や実証試験の結果を踏まえてコスト計算を更新した結果、1,000 t/d 規模（現地仕様）であれば、事業の実現可能性があることが分かった。
-

今後の展開としては、シナルマスランドと連携した大規模 RDF 施設の事業化に向けて、以下の取組と進捗を想定している。

- 2026 年 3 月のシナルマスランド CEO、幹部職員の訪日による生物乾燥の実プラントの視察および協議
- 2026 年 4 月に 2 回目の実証試験を実施予定
- RDF 施設の建設用地に関する協議と決定
- 対象とする廃棄物（フレッシュ／掘り起こし）に関する協議と決定
- 各種事業要件（RDF の発熱量等のスペック・搬入量・価格、ティッピングフィー等）に関する協議と決定
- プロジェクトファイナンスについて某金融機関と継続協議して特定
- 以上を踏まえ、今後 6 ヶ月以内に実現可能性調査を完了させる

- 覚書の締結
- JV の設立
- 2028 年内の着工開始、2029 年内の稼働開始。

3.4. 都市間連携を通じた廃棄物管理の向上

(仕様書 3-2 (3) に該当)

3.4.1. バンテン州政府職員を対象とした廃棄物管理研修ワークショップ

(1) 背景と目的

昨年度の本調査では、都市間の連携として、一般廃棄物の燃料化事業を円滑に進める上で重要な、廃棄物の発生源分別、収集、運搬の部分に関するノウハウ提供などによる側面支援を行った。具体的には、チレゴン市環境局長からの要望に基づき、北九州市の有料指定ごみ袋について詳しく説明するセッションを設け、質疑応答を行った（2025年1月30日、於：チレゴン市）。また、バンテン州計画開発局（BAPPEDA）との協議の中でも、同様の説明とディスカッションを行った（2025年1月30日、於：バンテン州計画開発局）。

今年度の調査では、昨年度中にバンテン州から本事業に参画する際に関心表明レター（LOI）が発出される前（2026年2月20日）に、具体的な取組事項としてバンテン州側から要望として挙げられていた3つの項目（①行政職員向けの環境教育、②州庁舎の廃棄物管理の向上、③高校生向けのワークショップの開催）のうち、最初の「①行政職員向けの環境教育」を行うことでバンテン州と合意した。本取組は、州政府職員の能力育成を目的とするものだが、同州内の県や市の行政職員も対象に含めることが想定されていた。具体的には、対面でのワークショップ形式で開催し、北九州市側からの講義とディスカッションの内容は、昨年度のセッション内容を含めた北九州市の廃棄物管理（有料指定ごみ袋制度やごみの収集・運搬）についてとなった。

(2) 廃棄物管理研修ワークショップの開催

日時： 2025年10月28日、15時～17時

場所： バンテン州 BAPPEDA 会議室

参加者：約30名

- バンテン州：開発計画局（10名程度）、環境局（10名程度）、他部局（2名程度）
- セラン市：開発計画局（2名程度）、セラン市のごみ銀行（2名）
- 北九州市（2名）
- IGES（2名）

(1) 開会挨拶（開発計画局長）

北九州市とバンテン州との間で締結した関心表明書（LOI）に記載された3つの取組（バ

ンテン州政府庁舎中心エリア (KP3B) の廃棄物管理パイロットプロジェクト、州政府職員向けの環境教育、高校生向けの環境教育)のうち、本日のワークショップは、州政府職員向けの環境教育の研修に当たる。これは、最初の州庁舎の廃棄物管理の改善プログラムにも資する取組になると考えているため、北九州市の知見を学んで導入したい。

(2) 事業概要の説明 (IGES) (発表資料：別紙1)

都市間連携事業、JCM 並びに本調査事業の概要を説明。昨年度はチレゴン市を対象に RDF の調査を行ったが、世界銀行の ISWMP 事業が中止となったため、本年度は、有害 (B3) 廃棄物処理に関する事業者向けのワークショップをチレゴン市で開催した。本日のワークショップは、北九州市とバンテン州の都市間連携に関する関心表明 (LOI) で表明された取組のうち、州政府職員向けの環境教育、能力育成研修に当たる。

(3) 北九州市の廃棄物管理について (北九州市) (発表資料：別紙2)

北九州市のごみの分別回収システムの背景、経緯、取り組み内容について説明。ごみの分別回収は 1993 年から導入して、時間をかけて分別の種類を増やしてきた。ごみの有料指定袋の制度については、1998 年に日本の大都市で初めて導入した。導入にあたっては、市職員による住民説明を丁寧に行って徐々に理解を得て行った。

(4) 質疑応答

- Q1. ごみの分別は手間に感じる人が多いと思うが、市民の意識をどう変えるのか？
- A1. 分別したごみを運搬時に一緒に混ぜてしまったり、最終的に混ざった状態で処分場に捨てられたりすると、市民は分別のやる気を失ってしまう。分別やリサイクルのシステムを成功させるためには、住民の協力、行政のシステム、企業の処理技術が必要。やれるところから、時間をかけてやっていくしかないと思う。住民が分別したごみを有効に使うシステムを行政が主導で作っていくしかない。
- Q2. ごみ銀行は、缶や PET ボトルなどの有価物はインセンティブがあるので分別が進むが、価値がないごみは分別が進まない。
- Q3. ごみ分別をきちんとやらない人がいた場合、誰が分別をしていないのか把握することはできるのか？
- A3. 把握はできないが、近隣同士で同じごみステーションを共同利用するため、普通は周囲の目を気にして分別をする。
- Q4. 分別しない場合に、罰則はあるか？
- A4. 出してはいけないごみを出したら、回収されず放置される。あまりに悪質な場合は法令に基づいた罰則を適用する場合はある。
- Q5. 生ごみは分別してリサイクルされていないのか？

- A5. 生ごみは焼却されている。回収されたごみの全体の約70~80%は焼却され、残りの約20~30%はリサイクルされている。
- Q6. インドネシアでは、分別してもしなくても処理費（Retribution）の値段は変わらないため、分別するインセンティブがない。
- A6. 北九州市の制度は、分別する方が金額の安いごみ袋を使えることになり、コスト節減になるため、インセンティブとして働いている。住民の行動を変えるためには、システムを変えるか、普及啓発で人々のマインドセットを変えるかしか方法はないだろう。システムの構築や普及啓発には時間がかかり大変だが、一度定着すると、分別しない方が罪悪感が生まれるため、システム作りが大事である。
- Q7. 不法投棄は、どうやって防げるか？不法投棄の罰則は安いので、誰もあまり真剣に取り組まない。
- A7. 家庭ごみを不法投棄した場合は、罰金と罰則があるが、実際にはあまり適用されない。不法投棄しないように、通報システムを構築している。住民グループ（町内会）で互いに監視しあって大方は制御されている。産廃では、監視カメラ（偽物を含む）を設置したり、市職員がパトロールで回ったりしている。ペナルティよりも、モラルや倫理観の問題。時間はかかるが、小学校や中学校から環境教育を進めるなど若い世代から意識づけることも重要。
- Q8. 市職員の異動などで、パフォーマンスは変動しないのか？
- A8. 一般廃棄物は市の責任でやっているため、職員個々人の能力によらず回るシステムになっている。産廃は事業者が責任をもって処理しているが、自治体は、悪質な場合には営業の権利を取り消したりすることができる。

(5) まとめと閉会挨拶

- 開発計画局長）本日はLOIの記載事項のうち、州政府職員向けの研修を行って多くの学びを得た。今後、同様の研修を継続するとともに、KP3B州庁舎の廃棄物管理向上のパイロットプロジェクトをどうやって実施するかについても考えていかないといけない。バンテン州だけでなく、セラン市も含めて検討していきたい。
- 環境局長）KP3Bでどうやって廃棄物処理を改善できるかについては、廃棄物発生量の削減、プラスチック利用の削減（自前ボトルの利用促進）などを検討している。職員の能力育成プログラムについても検討している。また、バンテン州は、広域最終処分場は作らない方針であるため、個々の自治体がそれぞれごみを処理できるようにしたい。セラゴン地区（セラン市／県、チレゴン市）で廃棄物発電事業を実現させたい。



図 3.4.1.1. バンテン州で開催した同州政府職員およびセラン市職員を対象とした廃棄物管理研修ワークショップの様子（出所：調査団が撮影）

3.4.2. 今後の都市間連携の展開可能性

今年度の調査を通して、チレゴン市における世界銀行の ISWMP 事業が中止となったことから、一般廃棄物の燃料化事業の対象は、チレゴン市からシナルマスランドの事業拠点がある南タンゲラン市に移ることになった。しかし、いずれもバンテン州内の自治体であるため、今後も、バンテン州を通じて、南タンゲラン市等との都市間での連携を行っていくことが想定される。

具体的には、昨年度から今年度にかけて実施してきた州・市行政職員向けの廃棄物管理研修のフォローアップを行うとともに、一般廃棄物の燃料化事業の負荷軽減と安定運営に資するため、南タンゲラン市を対象に、発生源分別や収集運搬の改善での連携について模索していくことが考えられる。

また、バンテン州が求めている関心表明書（LOI）に記された他の 2 つの取組のうち、特にバンテン州政府庁舎中心エリア（KP3B）の廃棄物管理パイロットプロジェクトについては、バンテン州側からの要望が強いため、バンテン州との協議を通して対応を検討していく。

4. 省エネ設備導入調査

(仕様書 3-3 に該当)

4.1. JCM を活用した省エネ設備導入のニーズ調査

4.1.1. PT Semen Jawa

PT Semen Jawa は、タイのサイアム・セメント・グループ (SCG) グループ傘下のセメント会社で、西ジャワ州スカブミ市にセメント工場がある。SCG は、タイで 1913 年に創業した老舗のセメント会社で、SCG インドネシアは 1992 年から開始。クリンカーの生産量は、5,000 t/d 程度。同社は、2020 年比で 2030 年までに 25% の CO2 排出削減、2050 年までにネットゼロを目指して CO2 排出削減に取り組んでいる。代替原燃料は 2020 年から導入を開始し、当初はフットウェアを 1% 混ぜるに留まっていたが、現在は 30% まで引き上げている。2028 年までに 50% まで引き上げる目標。2025 年には、スカブミ市に RDF 工場 (RDF Cimenteng Sukabumi) を設置して稼働を開始。同施設は、同社が投資・運転・オフテイクの 3 つの役割をすべて担当している施設で、インドネシアでは初の試みである (「3. 一般廃棄物のセメント燃料化調査」を参照)。

PT Semen Jawa で JCM を活用した省エネ設備導入のニーズがないか把握するため、同社の RDF 工場を視察する傍ら、対面のワークショップ形式で JCM の説明を行い、ディスカッションを行った (2025 年 10 月 30 日)。また、液体代替燃料の導入可能性についてオンラインにてヒアリングを行った (2025 年 11 月 11 日)。

議論は主に代替燃料、特に RDF と液体燃料、最終処分場から発生するバイオメタンから水素を変換する技術について集中し、具体的な JCM 設備補助事業の利用ニーズは見いだせなかった。

4.1.2. PT SMI

PT SMI (PT Sarana Multi Infrastruktur) は、インドネシア財務省傘下の国営金融公社で、大規模インフラの投融资、公共インフラ融資、アドバイザー業務を行っている。廃棄物エネルギーに関する大統領令 No. 109/2025 によって政府系投資ファンドのダナンタラが進めている廃棄物エネルギー事業では、PT SMI のような国営金融機関がファイナンスでサポートすることになっている。特に、廃棄物発電設備のような廃棄物の下流 (ダウンストリーム) に設備を整備するだけでは廃棄物管理はうまくいかず、自治体が管理している上流 (アップストリーム) での廃棄物管理の改善と、上流・下流の連携が重要である。PT SMI は金融機関として廃棄物管理に精通していないため、自治体と連携した廃棄物の上流処理の改善について IGES に連携・協力依頼があったもの。

同社での対面打合せ (2025 年 10 月 30 日) とオンラインでのフォローアップ打合せ

(2026年1月5日)を通して、廃棄物エネルギーの対象自治体(33都市圏)のうち、対象自治体における廃棄物の上流処理で連携の可能性について協議。その中で、JCM設備補助事業を利用した設備導入の可能性について説明。特に、都市ごみや工場等から出る有機廃棄物のバイオガス生成と改質によるCNG代替・発電事業について提案。

協議時点では、財務省から廃棄物エネルギー事業におけるPT SMIの役割は明確化されておらず、対象自治体も決まっていなかったことから、具体的な協議には至らなかった。

4.2. 液体代替燃料のMRV方法論調査

4.2.1. キルン・バーナー

セメント製造では、回転式のロータリーキルン内で原料を約1,450℃まで加熱し、クリンカーが生成されるが、その熱源(燃料)はキルン先端に設置されたキルン・バーナーからキルン内に噴射されて燃焼している。そのため、キルン・バーナーの性能は重要で、高効率燃焼が維持でき、かつ排ガスの低NO_x化が図れるバーナーが求められている。

キルン・バーナーは、主燃料である石炭(微粉炭)を噴射するだけでなく、様々な燃料を補助燃料として投入できるマルチフューエル対応のバーナーが主流になってきており、液体燃料も噴射できるバーナーがある。廃棄物由来の液体補助燃料は、廃油(潤滑油、溶剤系)や有機廃液(塗料残渣、化学副生成物)等を原料に、セメント会社が求める発熱量に調整したもので、固体燃料と比べて品質が安定していて制御性が高く、塩素成分も低く、タンク貯蔵ができるため、保管の面積が少なくすむなどの利点が多い。

日本のセメント工場では、液体補助燃料は広く導入されているが、インドネシアのセメント工場では、まだまだ普及していない(導入していたとしても、仮焼炉に投入していて、キルンには投入できていない)。インドセメントは、液体燃料の導入量を今後増やしていく意向だが、まだ一部でしか導入できておらず、異物混入による配管詰まりなどが課題となっているほか、キルンに本格的に液体燃料を導入する設備が整っていない。そのため、マルチフューエル対応のキルン・バーナーの導入、ポンプ、コンプレッサ、貯蔵タンク等の付帯設備、および高品質な液体燃料の安定供給が必要である。

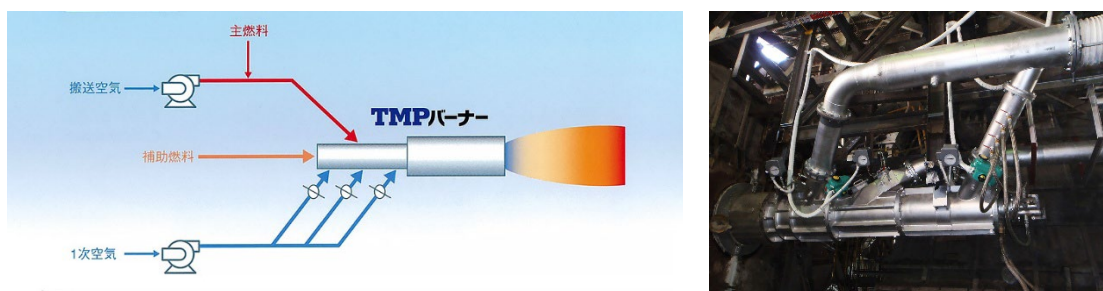


図 4.2.1.1. キルン・バーナーの模式図（左）と設備の外観（右）（出所：太平洋エンジニアリング株式会社¹⁸⁾

4.2.2. 液体代替燃料の MRV 方法論調査

廃棄物由来の液体代替燃料をセメント工場のキルンに導入するにあたっては、JCM 設備補助事業を活用することが考えられる。高性能なマルチフェューエル対応のキルン・バーナーを導入できると、液体代替燃料をより大量にキルンに投入できるようになるため、直接的な CO2 排出削減に貢献できることから、JCM の要件を満たせると考えられる。

このような設備は JCM で先行事例がないため、JCM 方法論の開発が必要である。しかし、インドセメントにおける液体代替燃料の導入方針（設備仕様、導入場所、導入規模、燃料の仕様等）などが決まっていなかったほか、ベースラインの比較条件などの情報も十分でないことから、今年度調査では、まずはプロジェクトバウンダリを広めに設定して、具体的な JCM 方法論に落とし込む前の条件整理を行った。これにより、液体代替燃料の排出係数等を設定できると、より簡潔な JCM 方法論の開発に繋がる。

セメント製造で消費する石炭を液体廃棄物由来の液体燃料に代替するプロジェクトの GHG 排出削減効果を評価する MRV 方法論（案）を以下に記載する。当該プロジェクトのバウンダリは図 4.3.1 に設定した。

¹⁸⁾ 太平洋エンジニアリング：<https://www.taiheiyo-eng.co.jp/engineering/nox-tmp.html>

液体廃棄物の再資源化によるセメント製造の石炭代替：プロジェクトバウンダリ

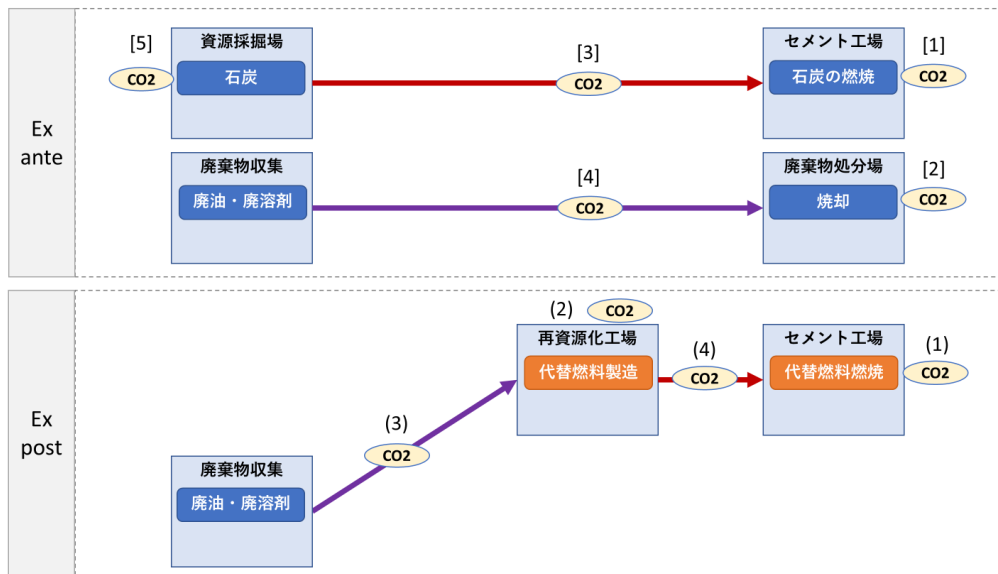


図 4.2.2.1. セメント製造で消費する石炭を液体廃棄物由来の液体燃料に代替するプロジェクトのバウンダリ (Ex ante：プロジェクト実施前、Ex post：プロジェクト実施後)
(出所：調査団が作成)

MRV 方法論 (案)

A. 方法論タイトル

液体廃棄物の再資源化によるセメント製造の石炭代替

B. 用語の定義

用語	定義
産業廃棄物	事業活動によって発生する残渣 (インドネシア有害廃棄物管理規制、1999 年政令第 18 号)
有害廃棄物	危険・有毒な廃棄物 (Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun : B3 廃棄物) B3 廃棄物とは、その性質、濃度、総量が、危険かつ有毒な物質を含み、これによって直接かつ間接に環境を汚染または破壊したり、事業や活動を通して、環境、健康、人類その他生物の持続的生活に危険をもたらしたりする残渣である。特徴として、爆発性、引火性、反応性、有毒性、感染性、腐食性がある。
調査技術	成分・熱量・忌避物質の有無などの精密分析、代替原燃料としての

	製品規格に適合させる配合検討、ブレンド、規格適合分析と確認等からなる、資源リサイクル技術
液体代替燃料	廃油や廃溶剤などの液体廃棄物をユーザーの規格に合致するように調合したセメント代替燃料

C. 方法論概要

項目	概要
GHG排出削減対策	<p>本方法論は、有害廃棄物を含む液体産業廃棄物を対象に、調合・調整の技術工程を施して再資源化し、セメント製造における代替燃料として利用することで、化石燃料の使用量を削減する技術を対象としている。</p> <p>また、資源循環を促進することで、液体産業廃棄物の単純焼却処理によるGHG排出を回避する。すなわち、焼却に伴うCO2排出を回避する。</p> <p>さらに、産業廃棄物の収集から再資源化工場、セメント工場までの一連の輸送距離が、焼却処理処分のための輸送距離よりも短縮されることにより、輸送に伴う化石燃料の使用量を削減する。</p>
リファレンス排出量の計算	<p>[1] セメント燃料（石炭分）の燃焼に伴うCO2排出</p> <p>[2] 液体廃棄物（化石燃料由来分）の焼却処理に伴うCO2排出</p> <p>[3] セメント燃料（石炭分）の、採掘場からセメント製造工場までの輸送に伴うCO2排出</p> <p>[4] 液体廃棄物の収集ポイントから処理処分場までの輸送に伴うCO2排出</p> <p>[5] セメント燃料（石炭分）の採掘に用いられる重機の使用に伴うCO2排出</p>
プロジェクト排出量の計算	<p>(1) 液体代替燃料（石炭代替分）の燃焼に伴うCO2排出</p> <p>(2) 再資源化工場におけるエネルギー消費（電力・化石燃料）に伴うCO2排出</p> <p>(3) 液体廃棄物の収集ポイントから再資源化工場までの輸送に伴うCO2排出</p> <p>(4) 液体代替燃料の再資源化工場からセメント工場までの輸送に伴うCO2排出</p>
モニタリングパラメータ	<p><u>毎年確認が必要なパラメータ：</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 液体代替燃料の年間消費量（t/年） 液体代替燃料の成分（石炭代替・他）（%）

	<p><u>最初に確認が必要なパラメータ：</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 石炭の発熱量 (GJ/t) • 石炭の排出係数 (tC/GJ) • 液体廃棄物の単純焼却の排出係数 (tCO₂/t) • 運搬車の最大積載量 (t/回) • 運搬車の燃費 (km/l) • 運搬車の燃料種の排出係数 (tCO₂/kl) • 採掘場からセメント製造工場までの距離 (km/回) • 液体廃棄物の収集ポイントから処分場までの距離 (km/回) • 重機が消費する燃料種の排出係数 (tCO₂/kl) • 重機が単位当たり石炭を採掘するために消費する燃料の量 (kl/t) • 液体代替燃料の発熱量 (GJ/t) • 液体代替燃料の排出係数 (tC/GJ) • 再資源化工場からセメント製造工場までの距離 (km/回) • 再資源化工場で単位液体代替燃料の生産にかかる電力消費量 (kWh/t) • 再資源化工場で単位液体代替燃料の生産にかかる化石燃料消費量 (l, t/t)
--	--

D. 適格性要件

本方法論は以下の全ての要件を満たすプロジェクトに適用することができる。

要件 1	本方法論が適用されるプロジェクト活動は、収集後に未だ処理処分されていない産業廃棄物の中間処理を行い、再資源化によって得られる代替燃料の利用を行うものであること。
要件 2	プロジェクトが再資源化の中間処理を行う液体廃棄物は、本プロジェクトが実施されない場合には、焼却処分により化石資源由来の炭素を含む廃棄物の燃焼に伴って CO ₂ を排出し、あるいは遠距離輸送に伴う化石燃料の使用により CO ₂ を排出し、セメント燃料の採掘に用いる重機に化石燃料を使用することにより CO ₂ を排出すること。
要件 3	本方法論が対象とする中間処理技術は、液体廃棄物の調合技術により、一定の品質の液体代替燃料に資源化するものである。
要件 4	調合技術は、収集した液体廃棄物の成分分析、燃料規格を満たすための配合検討、ブレンド、サンプル分析等の工程を含むものである。
要件 5	プロジェクト活動で導入・利用される設備は新規のものであり、他の活

	動に利用されていた設備、あるいは現在利用されている既存の施設の転用・改善ではないこと。
要件 6	プロジェクト活動の実施によって、プロジェクト活動がなければリサイクルされたであろう産業廃棄物の量が減少しないこと。

E. GHG 排出源及び GHG 種類

リファレンス排出量	
GHG 排出源	GHG
セメント工場における石炭燃料の消費 [1]	CO ₂
液体廃棄物の焼却プロセスにおける化石資源由来炭素成分の燃焼 [2]	CO ₂
セメントの燃料採掘地からセメント工場までの輸送による化石燃料の消費 [3]	CO ₂
液体廃棄物の収集から焼却処理場までの輸送による化石燃料の消費 [4]	CO ₂
セメントの燃料採掘地で用いる重機による化石燃料の消費 [5]	CO ₂
プロジェクト排出量	
GHG 排出源	GHG
セメント工場における液体代替燃料の燃焼 (1)	CO ₂
再資源化処理プロセスにおける系統電力の消費 (2)	CO ₂
再資源化処理プロセスにおける化石燃料の燃焼 (3)	CO ₂
液体廃棄物の収集から再資源化工場への輸送に伴う化石燃料の燃焼 (4)	CO ₂
再資源化工場からセメント工場への輸送に伴う化石燃料の燃焼 (5)	CO ₂

F. リファレンス排出量の設定と算定

F.1. リファレンス排出量の設定

リファレンス排出量は、セメント製造に投入される化石燃料の量・組成・発熱量、液体廃棄物の単純焼却処理率、及び資源採掘場からセメント工場・液体廃棄物の収集から廃棄物処分場への輸送量等から算出する。

F.2. リファレンス排出量の算定

$$RE_y = RE_{C,y} + RE_{INC,y} + RE_{TR1,y} + RE_{TR2,y} + RE_{MIN,y}$$

RE_y	y 年のリファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
$RE_{C,y}$	y 年のセメント工場での石炭消費に伴う排出量 [tCO ₂ /y] [1]
$RE_{INC,y}$	y 年の液体廃棄物の焼却プロセスに伴う排出量 [tCO ₂ /y] [2]
$RE_{TR1,y}$	y 年の資源採掘場からセメント工場への輸送に伴う排出量 [tCO ₂ /y] [3]
$RE_{TR2,y}$	y 年の収集から廃棄物処分場への輸送に伴う排出量 [tCO ₂ /y] [4]
$RE_{MIN,y}$	y 年の資源採掘場で重機の使用に伴う排出量 [tCO ₂ /y] [5]

$$[1] RE_{C,y} = \sum_i (Q_{ALTi,y} \times (CV_{ALT,i} / CV_C) \times EF_C)$$

$Q_{ALTi,y}$	y 年の代替燃料 i の消費量 [t/y]
$CV_{ALT,i}$	代替燃料 i の低位発熱量 [kcal/kg]
CV_C	石炭の低位発熱量 [kcal/kg]
EF_C	石炭の排出係数 [tCO ₂ /t]

$$[2] RE_{INC,y} = \sum_j (W_{j,y} \times R_{INC,j} \times FCC_j \times FFC_j) \times EFF_{INC} \times 44/12$$

$W_{j,y}$	y 年に再資源化工場に投入される液体廃棄物 j の量 [t/y]
$R_{INC,j}$	液体廃棄物 j を単純焼却処理する割合 [%]
FCC_j	液体廃棄物 j に含まれる炭素の割合 [tC/t]
FFC_j	液体廃棄物 j に含まれる炭素に占める化石資源由来の炭素の割合 [%]
EFF_{INC}	焼却処理設備の焼却効率 [%]

$$[3] RE_{TR1,y} = M_{CC,y} \times D_{CEM} \times EF_t$$

$M_{CC,y}$	y 年にセメント工場に運搬される化石燃料 (石炭) の量 [t/y]
D_{CEM}	資源採掘場からセメント工場までの距離 [km]
EF_t	車種 t の排出原単位 [tCO ₂ /トンキロ]

$$[4] RE_{TR2,y} = \sum_j (W_{j,y} \times D_{INC} \times EF_u)$$

$W_{j,y}$	y 年に再資源化工場に運搬される液体廃棄物 j の量 [t/y]
D_{INC}	液体廃棄物の排出場所から焼却処理場までの距離 [km]
EF_u	液体廃棄物の運搬車 u の排出原単位 [tCO ₂ /トンキロ]

$$[5] RE_{MIN,y} = M_{CC,y} \times H_f \times EF_f$$

$M_{CC,y}$	y 年にセメント工場に投入される化石燃料（石炭）の量 [t/y]
H_f	化石燃料 1 トンを採掘するのに要する重機の燃料消費量 [kl/t]
EF_f	燃料種 f の排出原単位 [tCO ₂ /kl]

G. プロジェクト排出量の算定

G.1. プロジェクト排出量の設定

プロジェクト排出量は、セメント製造に投入される代替液体燃料の量・組成・発熱量、再資源化工場における系統電力・化石燃料の消費量、及び廃棄物収集から再資源化工場・再資源化工場からセメント工場への輸送量等から算出する。

G.2. プロジェクト排出量の算定

$$PE_y = PE_{ALT,y} + PE_{EC,y} + PE_{FC,y} + PE_{TR1,y} + PE_{TR2,y}$$

PE_y	y 年のプロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
$PE_{ALT,y}$	y 年のセメント工場における液体代替燃料消費に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (1)
$PE_{EC,y}$	y 年の再資源化工場における系統電力消費に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (2)
$PE_{FC,y}$	y 年の再資源化工場における化石燃料消費に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (3)
$PE_{TR1,y}$	y 年の廃棄物収集から再資源化工場への輸送に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (4)
$PE_{TR2,y}$	y 年の再資源化工場からセメント工場への輸送に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (5)

(1)-1 (液体代替燃料の排出係数を測定する場合)

$$PE_{ALT,y} = \sum_i (Q_{ALTi,y} \times EF_{ALTi})$$

$PE_{ALT,y}$	y 年のセメント工場における液体代替燃料消費に伴う排出量 [tCO ₂ /y] (1)
$Q_{ALTi,y}$	y 年の液体代替燃料 i の消費量 [t /y]
EF_{ALTi}	液体代替燃料 i の排出係数 [tCO ₂ /t]

(1)-2 (液体代替燃料の組成及び仮定の燃焼効率から算定する場合)

$$PE_{ALT,y} = EFF_{COM} \times 44/12 \times \sum_i (Q_{ALTi,y} \times FCC_i \times FFC_i)$$

$PE_{ALT,y}$ y年のセメント工場における液体代替燃料消費に伴う排出量 [tCO₂/y]
(1)

EFF_{COM} セメント焼成設備の燃焼効率 [%]

$Q_{ALTi,y}$ y年の液体代替燃料iの消費量 [t /y]

FCC_i 液体代替燃料iに含まれる炭素の割合 [tC/t]

FFC_i 液体代替燃料iに含まれる化石資源由来の炭素の割合 [%]

$$(2) PE_{EC,y} = EC_{PJ,y} \times EF_{EL}$$

$PE_{EC,y}$ y年の再資源化工場における系統電力消費に伴う排出量 [tCO₂/y] (2)

$EC_{PJ,y}$ y年のプロジェクト活動による系統電力の消費量 [MWh]

EF_{EL} 系統電力の排出係数 [tCO₂/MWh]

$$(3) PE_{FC,y} = \sum_n (EC_{n,y} \times NCV_n \times EF_n)$$

$PE_{FC,y}$ y年の再資源化工場における化石燃料消費に伴う排出量 [tCO₂/y] (3)

$EC_{n,y}$ y年の再資源化工場での化石燃料nの消費量 [kl, t, 1000Nm³/y]

NCV_n 化石燃料nの発熱量 [GJ/kl, t, 1000Nm³]

EF_n 化石燃料nの排出係数 [tCO₂/GJ]

$$(4) PE_{TR1,y} = \sum_{j,p} (W_{j,y} \times D_{AMT} \times EF_p)$$

$PE_{TR1,y}$ y年の廃棄物収集から再資源化工場への輸送に伴う排出量 [tCO₂/y] (4)

$W_{j,y}$ y年に再資源化工場に運搬される液体廃棄物_jの量 [t/y]

D_{AMT} 液体廃棄物の排出場所から再資源化工場までの距離 [km]

EF_p 車種pの排出原単位 [tCO₂/トンキロ]

$$(5) PE_{TR2,y} = \sum_p \{ (Q_y \times D_{CEM} \times EF_q) \}$$

$PE_{TR2,y}$ y年の再資源化工場からセメント工場への輸送に伴う排出量[tCO₂/y] (5)

Q_y y年のプロジェクト活動による代替燃料の出荷量 [t/y]

D_{CEM} 再資源化工場からセメント工場までの距離 [km]

EF_q 車種qの排出原単位 [tCO₂/トンキロ]

H. 排出削減量の算定

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

ER_y	y 年の排出削減量 [tCO ₂ /y]
RE_y	y 年のリファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
PE_y	y 年のプロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]

5. 環境省以外の支援機関との連携

(仕様書 3-4 に該当)

5.1. 世界銀行 ISWMP 事業に関する連携

本調査における一般廃棄物の燃料化事業では、世界銀行が 2020～2025 年の 5 カ年間かけて実施してきた ISWMP (Improvement of Solid Waste Management to Support Regional and Metropolitan Cities) 事業のうち、フェーズ 3 事業で対象となっているチレゴン市と連携してきた。同事業では、チレゴン市の TPSA Bagendung Cilegon に設置される RDF 施設 (処理能力 200 t/d) の技術アドバイザーとしてビートルエンジニアリングが事業に参画する可能性を検討してきたが、施設の建設と設備導入等の入札がうまく行かず、度重なる遅延の末、2025 年 12 月の業務完了時期までに完成できる見込みがないため、世界銀行が事業の継続を断念して中止となった。

ISWMP 事業については、第 2 フェーズ事業の「ISWMP 2.0」が 2027 年から予定されているが、フェーズ 3 の対象自治体が対象になるかどうかは不明である。

詳細は「3. 一般廃棄物のセメント燃料化調査」を参照されたい。

5.2. JICA インドネシアとの情報交換

日時：2025 年 10 月 29 日、14 時～15 時半

場所：JICA インドネシア事務所

参加者：JICA インドネシア (エネルギー・廃棄物担当：1 名)、北九州市 (2 名)、IGES (2 名)

- 北九州市のインドネシアにおける環境国際協力・ビジネスの取組経緯について説明。
- 本調査事業について説明し、調査の進捗状況を報告。
- JICA インドネシアにおけるエネルギー・廃棄物に関する人事と関連事業について確認。
- インドネシアにおける自治体との連携、民間ビジネス連携について意見交換。
- 国営電力公社（PLN）の電力供給事業計画（Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik: RUPTL）について意見交換。
- プラボウォ政権下で進められているプログラムのうち、無償給食プログラムと Merah Putih Village プログラムについて意見交換。後者事業では、村落に太陽光発電設備を合計 100GW 導入する計画だが、電力の安定供給にとって脅威になり得る。



図 5.2.1. JICA インドネシア事務所との打合せの様子（出所：調査団が撮影）

6. 環境省主催の都市間連携セミナーへの参加

（仕様書 3-5 に該当）

6.1. 都市間連携セミナーへの参加サポート

脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026 が、2026 年 2 月 5 日（木）に愛媛県松山市において、対面及びオンラインにて開催された（開催場所：ANA クラウンプラザホテル松山）。本セミナーには、本年度の採択案件から、それぞれ 1 名招聘できることになっており、その人選のための調整、招聘ロジおよびセミナー当日のサポートを行った。

人選にあたっては、調査団内で意見集約し、最も適切な招聘対象者として、インドセメント社の職員を招聘することとした。インドセメント社は、JCM 設備補助事業を導入する可能性があるパートナーであり、かつ、セミナーのために訪日した際に北九州市まで足を延ばしてもらい、調査団の関連工場を視察してもらうのに良い機会だと考えたためである。

インドセメント社の招聘にあたっては、セミナー開催の事務局が準備した招聘レターに加え、北九州市等の工場視察のための追加招聘レターを別途準備してインドセメント

社に送った。その結果、代替原燃料担当マネージャーが参加することが決定した。

インドセメント社担当者の招聘にあたっては、セミナー前後のプログラムを調査団内で検討・調整し、訪日機会を有効に活用して関係設備を視察してもらうようアレンジを行った。最終プログラムは表 6.1.1 の通りである。なお、セミナー当日も随行してセミナー参加のサポートを行った。

表 6.1.1. インドセメント社担当者の都市間連携セミナーへの参加に合わせて実施した工場見学等のスケジュール（出所：調査団が作成）

日程	活動
2月3日	バンコク空港
	ー成田空港
2月4日	成田空港ー茨城 <u>アマタサーキュラー茨城循環資源製造所 視察</u> 茨城ー成田空港 成田空港ー松山空港
2月5日	<u>脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026 参加</u> 松山空港ー福岡空港 福岡空港ー小倉
2月6日	<u>ダイセキ九州事業所 視察</u> <u>アマタサーキュラー北九州循環資源製造所 視察</u> <u>トクヤマ 徳山製造所（セメント工場） 視察</u> 徳山ー京都
2月7日	京都ー東京 羽田空港
2月8日	ージャカルタ空港

6.2. 北九州市等の工場視察

アマタサーキュラー茨城循環資源製造所では、固体廃棄物および液体廃棄物の処理・加工プロセスを視察したのち、特に液体系のセメント代替燃料について質疑応答を行った。特に日本の法律に基づいた製造ルールや製品規格については、今後のインドネシアにおいて廃棄物由来液体燃料の利用を拡張する際のベンチマークとして関心が示された。

ダイセキ九州事業所の工場訪問では、液体燃料の製造工程を主に視察。高カロリー廃液だけでなく、低濃度廃液をセメント焼成工程の冷却液として有効活用する点などに興味を示していた。ディスカッションでは、周辺住民への悪臭防止対策について質疑が行われ、対策として様々な工夫を行っていることが示された。

アマタサーキュラー北九州循環資源製造所では、固体廃棄物のブレンド工程を視察。現場での簡易検知器での測定に関心を示していた。ディスカッションでは、第2フェーズ提案書に記載する JCM 案件候補として、乾燥機の導入について議論を行った。また、クレジットを民間が保有できる民間 JCM に関心が示された。

トクヤマ徳山製造所では、セメント工場のうち、特に代替原燃料の投入設備、省エネ設備を視察し、代替原燃料の乾燥・保管、塩素の低減措置などについて意見交換を行った。

振り返りでは、インドセメントの担当者は、築年数が長い設備であるものの丁寧にメンテナンスされ、今でも十分に機能している点、ひいては日本オペレーションのレベルの高さについて印象が大きかったと述べた。またインドセメントでは、廃棄物運搬時や保管時に關する悪臭問題を課題としており、サンプル分析時に臭気の強いものは特別に扱うなどとしている日本での運用を参考にしたいとも述べた。



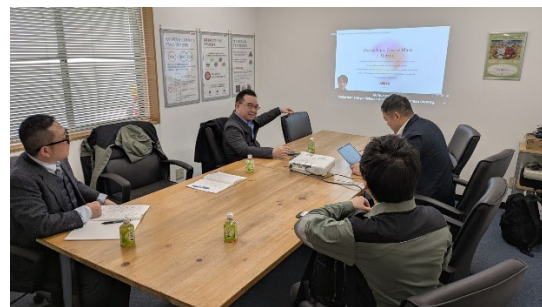
アマタサーキュラー茨城循環資源製造所



ダイセキ九州事業所



アマタサーキュラー北九州循環資源製造所



トクヤマ徳山製造所

図 6.2.1. インドセメント社担当者の北九州等の工場視察の様子

Feasibility study on the decarbonisation of the cement industry in Indonesia

City-to-City Collaboration for Zero Carbon Society Programme

28 Oct 2025



IGES
Institute for Global Environmental Strategies

1

City-to-City Collaboration for Zero Carbon Society program



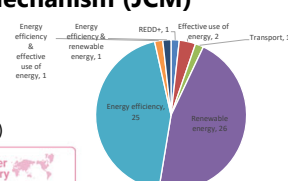
www.iges.or.jp IGES Institute for Global Environmental Strategies 2

2

Joint Crediting Mechanism (JCM)

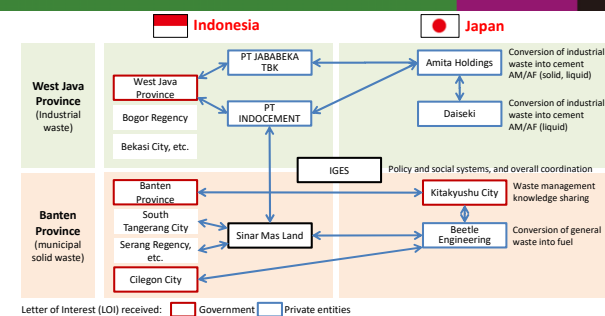
JCM in Indonesia (as of Sep 2025)

- Signed MOU: 2013
- Number of projects: 57
- Estimated GHG reduction: 744,978 (tCO₂/y)



www.iges.or.jp IGES Institute for Global Environmental Strategies 3

3



www.iges.or.jp IGES Institute for Global Environmental Strategies 4

4

Information sharing workshop on B3 waste treatment in Cilegon City



www.iges.or.jp IGES Institute for Global Environmental Strategies 5

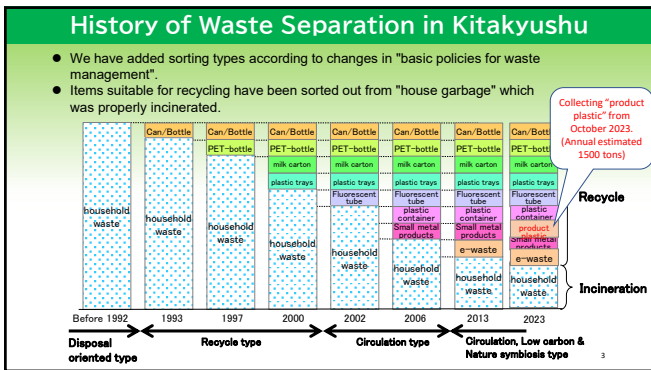
5



1



2



3

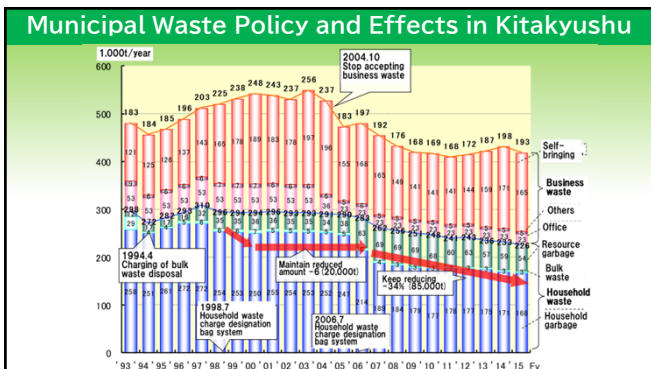
Improve Awareness of Waste Reduction by Fee Payment

- Purpose of 1998.7 start (first start charging among the cabinet order cities)**
 - Further promotion of recycling of garbage
 - Reduction of waste
 - Aesthetic preservation of garbage station
 - Secure safety of garbage collection work (Black poly bag exclusion)
- Purpose of 2006.7 revision**
 - Revision of household waste fee ⇒ To the level where waste reduction can be expected
 - Household garbage bags ⇒ Recycled bags ⇒ Induction to separation
 - Charging of recyclable materials ⇒ Mass consumption
 - Breakout from mass recycling ⇒ Suppressing total emissions

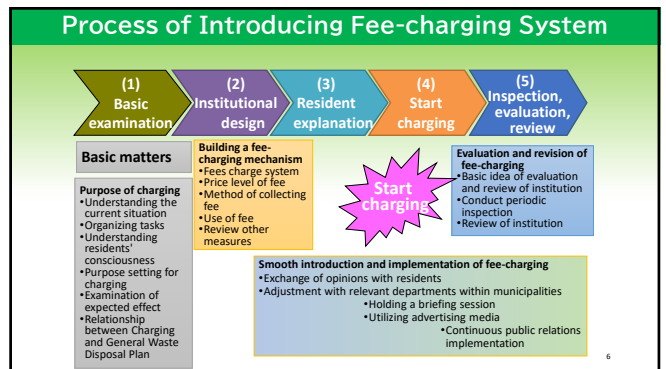
Types of specified bag	capacity	Price (Charging Fee)		
		2006.7 Revision	1998.7 Start	Before 1998.6
Household garbage (incineration)	Large	45L	50yen/1bag	15yen/1bag
	Middle	30L	33yen/1bag	12yen/1bag
	Small	20L	22yen/1bag	8yen/1bag
	Very small	10L	11yen/1bag	—
Can/Bottle	—	25L	12yen/1bag	No specified bag
PET bottle	Small	25L	12yen/1bag	No specified bag
	Large	45L	20yen/1bag	No specified bag
Plastic container and package	Small	25L	12Fiyen/1bag	No classification
	Large	45L	20yen/1bag	No classification

* Collecting at base are FREE, such as food tray, milk carton, fluorescent tube etc.

4



5




6

Policies Cannot Be Implemented Without The Understanding of Residents


◆ Our Approach to Meeting with Residents
 (Instead of designating dates and venues that are convenient to us.)

Staff members of the Environment Bureau conduct "on-demand" meetings, visiting the requested location at the requested time, even during weekends, on holidays, or when there is only one participant.

- We ask all individuals and organizations in the city (including residents' associations, women's associations, senior citizens' associations, and hobby groups) to allow us to meet with them.
 - Largest number of participants: 600 (An orientation for new students at a university)
 - Smallest number of participants: 1
 - In total: 1,376 meetings with 46,300 participants



A staff member gives his presentation using panels he prepared by hand.



This seminar, called "The ABCs of Sorting," included quizzes on how to collect plastic containers and packaging.

7

Purpose & Expected Effects of Charging Municipal Waste Treatment

1. Emission control and Promotion of recycling
2. Ensure fairness of burden according to emissions
3. Reforming residents' awareness
4. Reduction of environmental burden, collection transportation costs, and treatment costs
5. Enhancement of policies related to municipal waste

8

7

8

Disadvantages of Charging Municipal Waste Treatment①

1. Increased financial burden on individual households
2. Some people may increase illegal dumping and improper garbage disposal
3. Illegal dumping puts a burden on the environment and may hinder recycling and effective use of resources.

⇒ (Solution)

- Awareness-raising and publicity activities for local residents
- Explanation to local residents about the burden of paying fees and the importance of recycling
- Present a vision that residents can understand and implement.

9

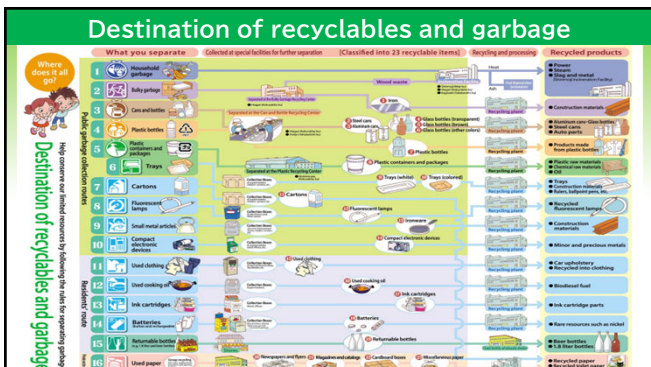
Disadvantages of Charging Municipal Waste Treatment②

4. Complicated operations for collecting separated garbage
 - ⇒ (Solution)
 - Use of color-coded garbage bags so that garbage collectors and residents can identify at a glance which type of garbage is which.
 - Use of translucent garbage bags
 - Assign instructors at garbage collection points
5. Administrative burden at stores that sell designated bags
 - ⇒ (Solution)
 - A system that benefits dealers

10

9

10



Municipal Waste Collection



Household garbage



Waste transporting truck

The fact that the garbage bags are translucent is also one of the reasons why garbage separation works well.

12

11

12

Resource Waste Collection and Sorting

(PET Bottle, Can/Bottle, Plastic container and packaging)

Station

Yellow Bag : PET bottle
Brown Bag : Can/Bottle
Collection : Wed.

Green Bag : Plastic container & package
Collection : A day out of except Wed.

Recycling Center

Recycling Center for Cans/Bottles

Recycling Center for Plastic containers & packages

13

13

Resource Waste Collection Base

Set up the collection box at the storefront such as supermarket

Milkcarton Collecting Box

Food tray Collecting box

14

14

Private collection of recyclable waste

At some Seven-Eleven stores in Japan, PET bottle collection machines have been installed, and a "bottle-to-bottle" recycling system is established.

You can get 1 point = 1 yen for 5 PET bottles.

15

15

Informing "How to separate and put household garbage out" in Kitakyushu

English Japanese Vietnamese Chinese Korean

Designated garbage bags

Handed over at the time of notification of move-in at the ward office in Kitakyushu

16

16

Basic Standard of Municipal Waste Separation, and Recycling in Kitakyushu

- "Easy to understand" for the citizen**
 - Of the citizen "is easy for anyone", and can work on classification
- Establishment of recycling technologies, and demand for reproduction product**
 - Recycling technologies being appropriate from environmental aspect, and cost etc.
 - Reproduced items market is true, and can anticipate stability-like demand a long term
- Effectiveness including cost**
 - Judge based on the environmental impacts including energy, material balance, and low carbonization, in addition to administration costs
 - Maximizing private collection routes with civic cooperation
 - Consider civic environmental awareness, action improvement, community breeding

Consider the above comprehensively In expanding items to be collected separately

Recycling will be not "Ablassbrief" for mass consumption or mass disposal.

17

17

Trash cutting big operations!

You can aim, for 1 person 1 day strawberry

Environmental learning class

PR booth (in City Hall)

City newsletter

18

18

**Thank you for your
attention**



19

令和7年度 脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(インドネシアにおけるセメント産業の脱炭素化に向けた実現可能性調査)
業務報告書
令和8年3月

公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）北九州アーバンセンター
〒805-0062 北九州市八幡東区平野1丁目1番1号 国際村交流センター3F
Tel : 093-681-1563 Fax : 093-681-1564

リサイクル適正の表示：印刷用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〔Aランク〕のみを用いて作成しています。