

令和5年度環境省委託事業

令和5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・西ジャワ州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6年3月

公益財団法人地球環境戦略研究機関



令和5年度環境省委託事業

令和5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・西ジャワ州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6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.....	7
1.1. 業務の目的 .....	7
1.2. 業務の概要 .....	7
1.3. 業務の背景 .....	9
1.3.1. セメント産業における CO2 排出と脱炭素化 .....	9
1.3.2. インドネシアにおける関連動向.....	12
1.3.3. 北九州市と西ジャワ州の都市間連携の可能性.....	15
1.4. 業務の実施方法 .....	16
1.4.1. 実施体制 .....	16
1.4.2. 調査方法とスケジュール.....	16
2.1. 廃熱回収発電設備導入調査.....	18
2.1.1. 現地調査の実施.....	18
2.1.1.1. 調査背景・目的.....	18
2.1.1.2. 調査対象・方法.....	19
2.1.1.3. 調査結果.....	21
2.1.2. JCM 設備補助事業への申請検討・準備 .....	25
2.2. 産業廃棄物のセメント原燃料化調査.....	26
2.2.1. 現地調査の実施.....	26
2.2.1.1. 調査背景・目的.....	26
2.2.1.2. 調査対象・方法.....	27
2.2.1.3. 調査結果.....	28
2.2.2. 事業性の検討.....	40
2.2.2.1. 事業化に向けた進捗.....	40
2.2.2.2. 想定される事業モデル.....	42
2.2.2.3. 事業化に向けた課題、今後の進め方.....	43
2.3. 一般廃棄物のセメント燃料・堆肥化調査.....	44
2.3.1. 現地調査の実施.....	44
2.3.1.1. 調査背景・目的.....	44
2.3.1.2. 調査対象・方法.....	48
2.3.1.3. 調査結果.....	50
2.3.2. 事業性の検討.....	60
2.3.2.1. 対象事業の絞り込み.....	60

2.3.2.2. 世界銀行の ISWMP 事業.....	60
2.3.2.3. チレゴン市における ISWMP 事業.....	62
2.3.2.4. チレゴン市の ISWMP 事業を選んだ理由.....	64
2.3.2.5. チレゴン市の廃棄物管理状況.....	64
2.3.2.6. チレゴン市と北九州市の都市間連携の可能性.....	65
2.3.2.7. バンテン州セララン県における RDF 事業の可能性.....	65
2.3.3. 実現可能性・今後の展開可能性.....	67
2.3.3.1. 事業化に向けた課題と必要な対策（Beetle）.....	67
2.3.3.2. 都市間連携に向けた課題と必要な対策（北九州市）.....	68
2.3.3.4. 来年度事業の方向性.....	69
2.4.セメント原燃料化の最大化・最適化調査.....	70
2.4.1. 現地調査の実施.....	70
2.4.1.1. 調査背景・目的.....	70
2.4.1.2. 調査対象・方法.....	70
2.4.1.3. 調査結果.....	70
2.4.2. 今後の進め方.....	71
3. ワークショップ、国際会議等.....	72
3.1. 現地とのワークショップ.....	72
3.2. 調査対象国における国際会議等.....	74
3.3. 都内における関連会議等.....	75

# 1. 事業の目的と概要

## 1.1. 業務の目的

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CO<sub>2</sub>排出産業である<sup>1</sup>。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、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。本調査は、北九州市と西ジャワ州との都市間連携の下、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、具体的なソリューションを提示することを目的に実施したものである。

## 1.2. 業務の概要

本調査は、2つのコンセプトを基にしたアプローチで実施した。

### コンセプト①：サプライチェーン全体を通じたCO<sub>2</sub>排出削減

本調査では、インドネシア・西ジャワ州を対象として、セメント産業の脱炭素化を、サプライチェーン全体のCO<sub>2</sub>排出削減を通して実現することを目指し、その実現可能性を検討した。セメント工場におけるセメント生産工程からのCO<sub>2</sub>排出の削減だけでなく、セメント原燃料化による石炭や石灰石などの天然資源の利用量の削減を通じたCO<sub>2</sub>排出削減、さらには、廃棄物の排出元やその収集運搬、最終処分場などからのCO<sub>2</sub>排出の削減まで視野に入れた、総合的かつ分野横断的な対策を検討した（図1.2.1）。

具体的には、調査を大きく4つの分野に分けて行った：

- (1) セメント工場に廃熱回収発電設備を導入し、JCM案件化する実現可能性の検討
- (2) 産業廃棄物のセメント原燃料化事業の実現可能性の検討
- (3) 一般廃棄物のセメント燃料化と堆肥化事業の実現可能性の検討
- (4) セメント原燃料化の最大化・最適化を図る事業の実現可能性の検討

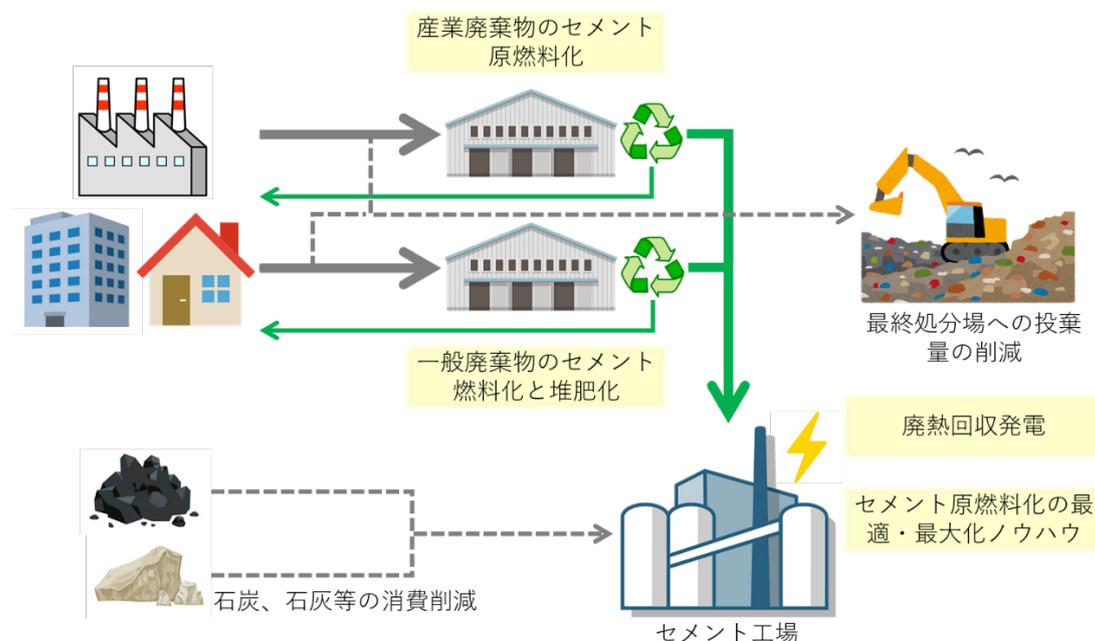


図 1.2.1. 事業の概念図（出所：調査団が作成）

<sup>1</sup> 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>

## コンセプト②：広域連携アプローチ

セメント産業では、石炭や石灰石等の天然資源の消費量を削減するため、廃棄物を原燃料化する取組が世界的に広まっており、日本のセメント産業では、約 50%のリサイクル率を達成しているが<sup>2</sup>、インドネシアでの取組は端緒に着いたばかりである。大型のセメント工場で消費する石炭の量は膨大で、それを一部代替するだけでも、一つの自治体が排出する廃棄物量では足りず、複数の自治体や事業者と連携した広域収集運搬処理を行うことが必要になる場合がある。インドネシアでは、各自治体の最終処分場や一般廃棄物の収集運搬・処理は市や県が管理しているが、広域最終処分場は州が管理している。また、自治体をまたいだ廃棄物の収集運搬や処理にあたっては、州が介入して調整を必要とする場合もある。そのため、大型のセメント工場で一般廃棄物のセメント燃料化を推進するためには、州と市/県両方との連携が必要である。

さらに、西ジャワ州では、日本政府の支援で廃棄物発電事業が Legok Nangka 地域（バンドン市、チマヒ市、バンドン県、西バンドン県、スメダン県、ガルト県の 6 自治体）および Bekarapur 地域（ブカシ市、カラワン県、プルワカルタ県の 3 自治体）の 2 ヶ所で計画されている<sup>3</sup>。いずれの事業でも、複数の市/県をまたいで広域に一般廃棄物を収集して焼却処理することを計画している。そのため、セメント工場で一般廃棄物から廃棄物固形燃料（以下、RDF）を受け入れる場合は、これらの計画対象範囲を考慮して、西ジャワ州内でごみの奪い合いにならないような配慮・調整が必要である。収集運搬効率の観点からも、既設のセメント工場の近隣自治体から排出される一般廃棄物はセメント工場で処理し、新設の焼却発電設備の近隣自治体から排出される一般廃棄物は焼却発電設備で処理するというのが合理的であり、収集運搬に係る CO<sub>2</sub> 排出量を削減し、廃棄物管理コストの低減にもつながることが期待できる。また、将来廃棄物発電設備が設置された時に排出される焼却灰は、セメントの原料としてリサイクルが可能であり、本調査で検討する産業廃棄物のセメント原燃料化事業の処理対象資材であることから、焼却灰のリサイクルでも連携が期待できる（図 1.2.2）。

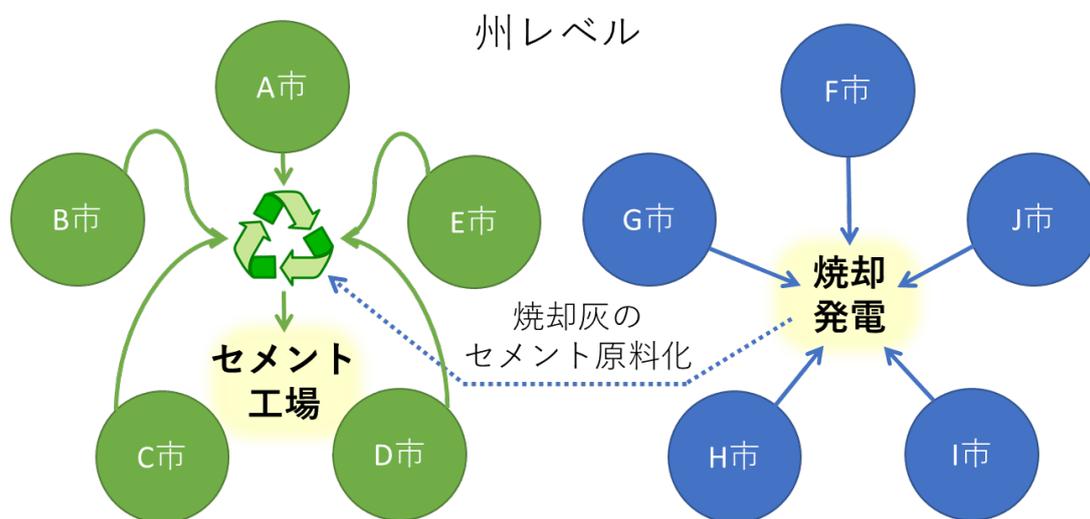


図 1.2.2. 既設のセメント工場と新設の廃棄物発電設備において、一般廃棄物をそれぞれの設備の近隣自治体から回収することにより、収集運搬効率を上げ、ごみの奪い合いを回避する概念図（出所：調査団が作成）

<sup>2</sup> 一般社団法人セメント協会「廃棄物・副産物の有効利用」：  
<https://www.jcassoc.or.jp/seisankankyo/seisan01/seisan01a.html>

<sup>3</sup> 外務省「ファクト・シート：次世代に向けた日本インドネシア二国間協力の強化」：  
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100596191.pdf>

本調査において現地側の主要カウンターパートである PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (以下、ITP) は、西ジャワ州においては、ボゴール県とチレボン県にそれぞれセメント工場を有しており、いずれも、Legok Nangka 地域と Bekarpur 地域の廃棄物収集予定エリア外に位置している。これらエリア外の地域では、廃棄物発電事業の計画はないことから、用地が逼迫しつつある各自治体の最終処分場に埋め立てる以外で一般廃棄物を合理的に処理する受け皿が必要である。本調査で検討する一般廃棄物の RDF 化は、これら焼却発電事業の計画エリア外における地域のみを調査対象とした。



図 1.2.3. 西ジャワ州における廃棄物発電事業計画エリアと ITP の既設セメント工場の位置関係 (出所：調査団が Wikipedia<sup>4</sup>を基に作成)

### 1.3. 業務の背景

#### 1.3.1. セメント産業における CO2 排出と脱炭素化

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と経済成長を続けている国では、今後の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 tCO<sub>2</sub> を排出するとされている。2019 年のセメントセクターからの排出量は 2.4GtCO<sub>2</sub> で、これは世界の全産業セクターの CO<sub>2</sub> 排出量の約 26% を占めていた。<sup>5</sup>

#### セメント産業における CO<sub>2</sub> 排出の特徴

セメントは、主原料である石灰石に珪石、粘土、酸化鉄原料を混合し、1,450°C 以上の高温

<sup>4</sup> Wikipedia: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Map\\_of\\_West\\_Java\\_with\\_cities\\_and\\_regencies\\_names.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Map_of_West_Java_with_cities_and_regencies_names.png)

<sup>5</sup> IEA: Energy Technology Perspectives 2020: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>

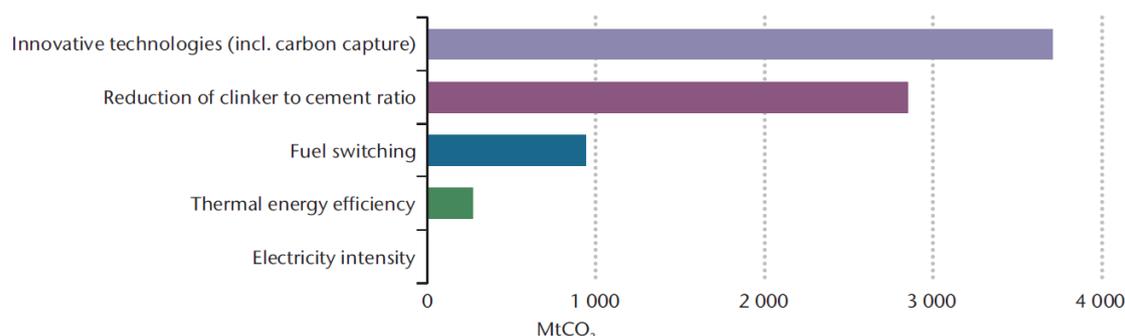
で焼成してセメントの中間製品になるクリンカが製造される。次に、クリンカを微粉碎し、石こうや混合剤を加えることでセメントができあがる。焼成工程において主原料である石灰石（CaCO<sub>3</sub>）が CaO を主成分とするクリンカになるプロセス（CaCO<sub>3</sub>→CaO+CO<sub>2</sub>）で、多くの CO<sub>2</sub> が排出される。セメント製造に伴い発生する CO<sub>2</sub> の約 55%が石灰石をはじめとする原料の脱炭酸によるものである。この、非エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量が多いのがセメント産業の特徴で、仮にエネルギー源を 100%再生可能エネルギーに転換したとしても、CO<sub>2</sub> 排出量をゼロにすることはできないのが課題である。<sup>6</sup>

### セメント産業における CO<sub>2</sub> 排出削減策

セメント製造工程で発生する CO<sub>2</sub> の殆ど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 CO<sub>2</sub> 排出削減に直結する。クリンカ比率を低減するための手段として、灰や汚泥などの廃棄物で原料代替を行う方法がある。また、クリンカの焼成工程で大量に使う石炭を、バイオマスや RDF などの燃料で代替することも有効な CO<sub>2</sub> 排出削減手段になっている。さらには、エネルギー消費が大きなプラントであるため、高効率な設備の導入や排熱の有効利用による CO<sub>2</sub> 排出削減効果も大きい。

IEA のレポートによると、2100 年までの気温上昇を 2°C に抑える 2DS (2 degree Scenario) シナリオを実現するためには、全世界のセメント製造による直接 CO<sub>2</sub> 排出量を 2050 年までに RTS<sup>7</sup>比で約 24% (7.7GtCO<sub>2</sub>) 削減する必要があるとのことである。そのためのロードマップでは、CO<sub>2</sub> 排出削減技術として 4 つ掲げている。CO<sub>2</sub> 排出削減量が多い順に：①CO<sub>2</sub> 分離・回収 (CCS) などの革新的技術、②クリンカ比率の低減、③燃料転換、④熱効率の効率化、となっている (図 1.3.1.1)。<sup>8</sup>

これら技術のうち、①の CCS などは日本でもまだ実証段階で<sup>9</sup>、実用化までには時間を要するが、その他の技術のうち、②クリンカ比率の低減の役割がとりわけ大きいことが見て取れる。本調査では、現実的にインドネシアのセメント業界に導入可能で削減効果が大きな技術として、産業廃棄物の原燃料化によるクリンカ比率の低減 (②)、一般廃棄物の RDF による燃料転換 (③)、排熱回収発電による熱効率の改善 (④) にフォーカスして導入の実現可能性を調査した。



Note: Cumulative CO<sub>2</sub> emissions reductions refer to the period from 2020 to 2050 and are based on the low-variability case of the scenarios.

図 1.3.1.1 2100 年までの気温上昇を 2°C に抑える 2DS (2 degree Scenario) シナリオを適用した場合の、RTS と比較した世界全体の CO<sub>2</sub> 累積排出削減量 (出所：IEA)

<sup>6</sup> 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](https://rickysprout.com/cement_industry/#toc1)

<sup>7</sup> RTS: International Energy Agency (IEA)'s Reference Technology Scenario by 2050

<sup>8</sup> IEA: Technology roadmap: Low-Carbon Transition in the Cement Industry: <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry>

<sup>9</sup> NEDO「コンクリート・セメント分野でのカーボンリサイクル」：<https://green-innovation.nedo.go.jp/article/co2-concrete/>

## インドネシアにおけるセメント生産動向

インドネシアでは、インフラ需要の増加に伴って、セメント生産は順調に伸びてきた。新型コロナウイルスによる需要の減少が生じる前の 2009～2019 年の 10 年間では、平均成長率（CAGR）は 6.2%に達した。<sup>10</sup>2019 年から 2020 年にかけて一旦需要は減少に転じたが、その後は回復し、2025 年にかけて需要の増加が見込まれている（図 1.3.1.2）。国内マーケットの需要量や利用量に対して、生産能力が大きく、オーバーキャパシティー気味になっているが、海外での需要増も手伝って、輸出量も増やしている。<sup>11</sup>インドネシアでは、セメント会社が 20 社近くにも増えているが、全体の 6 割以上を、国営の PT Semen Indonesia Tbk（以下、SIG）と同グループ会社である PT Solusi Bangun Indonesia Tbk（以下、SBI：旧 PT Holcim Indonesia Tbk）、ITP の 2 つのセメント・グループ会社が占めており、3 位以下を大きく引き離しているのが特徴である（図 1.3.1.3）。

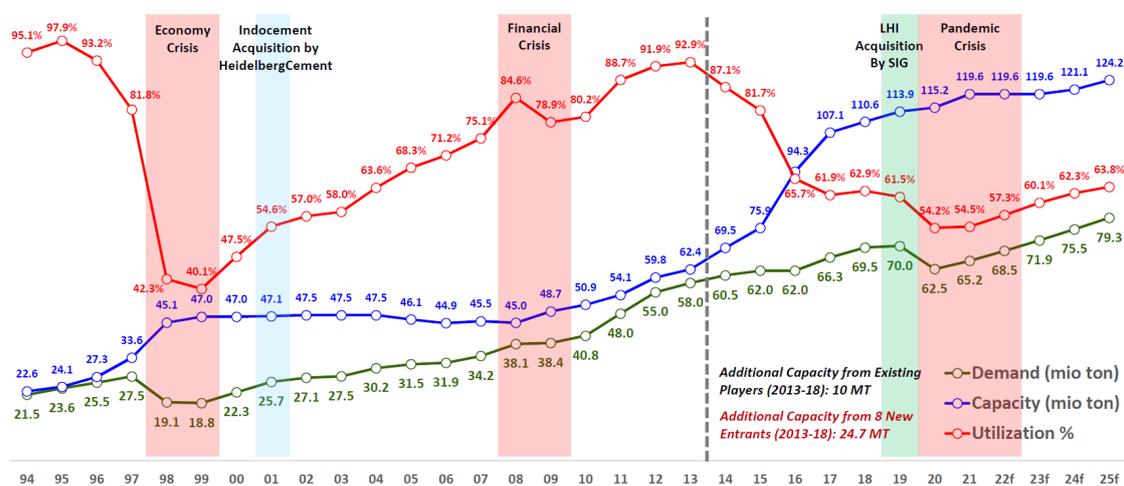
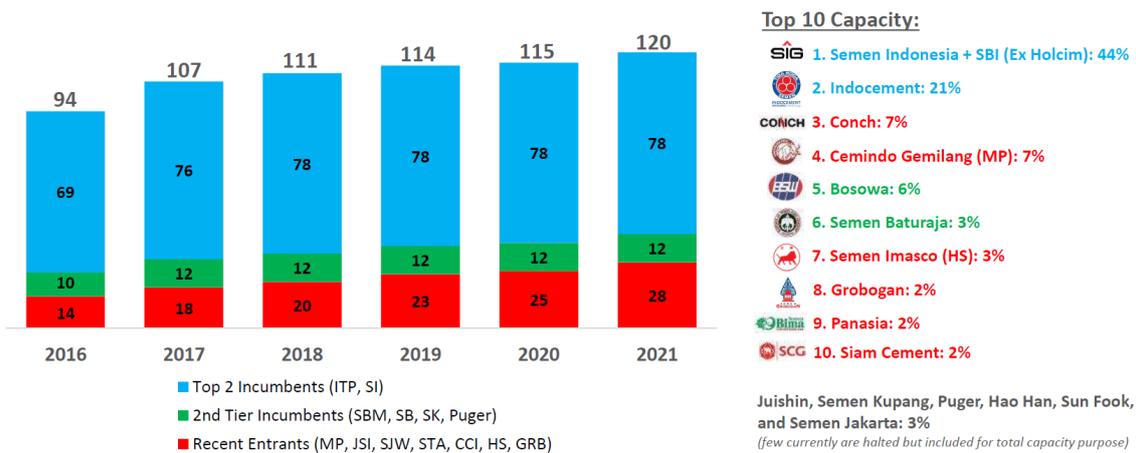


図 1.3.1.2 インドネシアのセメント産業における生産能力、需要量、利用量の 2022 年までの推移と 2025 までの予測（出所：ITP<sup>12</sup>）

<sup>10</sup> International Cement Review: Indonesia's face of recovery: <https://www.cemnet.com/Articles/story/170972/indonesia-s-face-of-recovery.html>

<sup>11</sup> International Cement Review: Indonesia remains gripped by cement overcapacity: <https://www.cemnet.com/News/story/175339/indonesia-remains-gripped-by-cement-overcapacity.html>

<sup>12</sup> Indocement: Public expose, 25 March 2022: [https://www.indocement.co.id/resource/03.%20Investor/3.4%20Papan%20Publik/2022\\_25%20March%20Indocement%20Public%20Expose\\_final.pdf](https://www.indocement.co.id/resource/03.%20Investor/3.4%20Papan%20Publik/2022_25%20March%20Indocement%20Public%20Expose_final.pdf)



Data above shows Estimated Capacity in Mio Ton & % Capacity Share  
 Source: Ministry of Industry with Internal Indocement Projection Data

図 1.3.1.3 インドネシアにおける 2016～2021 年のセメント生産量の推移とセメント会社のマーケットシェア状況（出所：ITP）

### 1.3.2. インドネシアにおける関連動向

#### 国が決定する貢献（NDC）

インドネシア政府は、2021 年 11 月の第 26 回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP26）に先立ち、2030 年までに GHG 排出をネットですべて削減し、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）<sup>13</sup>と「2050 年低炭素・気候強靱化のための長期戦略（LTS-LCCR 2050）」<sup>14</sup>を、国連気候変動枠組条約（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 BaU 比 29%、国際支援があるケース（CM2）で 41%の GHG 排出削減を目指している。このうち、本調査で関係が深いのは、セメント産業を含む「工業プロセスと製品利用」（IPPU: Industrial Processes and Product Use）セクターと、廃棄物セクターである。

IPPU セクターのうち、セメント産業では、代替原料の導入促進などを通じてクリンカ比率を 2030 年までに、何も対策をせず現状を維持した場合（BaU: Business as usual）の 81%から CM2 で 65%まで低減することを目標に掲げている（図 1.3.2.1）。

産業廃棄物のサブ・セクターでは、排水処理設備（WWTP: wastewater treatment plant）からの汚泥や固形産業廃棄物を原料やエネルギーとして利用促進することを掲げている（図 1.3.2.2）。

また、都市固形廃棄物のサブ・セクターでは、370 万トンの廃棄物を堆肥化すること、統合廃棄物処理施設（TPST: Tempat Pengolahan Sampah Terpadu）を 2,857 ユニットまで増やし、そのうち 1,469 ユニットに堆肥化機能を備えること、3R 廃棄物処理施設（TPS3R: Tempat Pengelolaan Sampah 3R）を 2,018 ユニットまで増やし、そのうち、1,703 ユニットに堆肥化機能を備えることを目指している。また、廃棄物を RDF に変換するか、廃棄物発電（PLTSa）より、460 万トンの廃棄物を処理することが目標として掲げられている（図 1.3.2.3）。

本調査で目指している一般廃棄物のセメント燃料化と堆肥化は、まさに、これら 3 つの対策に直結するものであり、提案事業の実施によって、西ジャワ州における CM2 の目標達成

<sup>13</sup> Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC), Indonesia: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/ENDC%20Indonesia.pdf>

<sup>14</sup> 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](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Indonesia_LTS-LCCR_2021.pdf)

に貢献できると考えている（図 1.3.1.3）。

なお、ENDCにおいて、本調査で検討を行うセメント工場における排熱回収発電に関して直接言及した項目は見当たらなかったが、広義には、「エネルギーセクター」における「エネルギー消費効率」のうち、「エネルギー消費効率の高い設備導入」に該当すると考えられる。この項目では、2030年までにCM2で15,187 GWhの電力消費削減を目指している。

SECTOR: IPPU				
No.	Mitigation Actions	2030		
		BaU	CM1	CM2
1	<b>Cement Industry</b>		GHG emission reduction target is 2.75 Mton CO <sub>2</sub>	GHG emission reduction target is 3.25 Mton CO <sub>2</sub>
	Increase blended cement by <u>increasing the portion of alternative material for reducing clinker to cement ratio</u> <sup>1</sup>	81% clinker to cement ratio	70% clinker to cement ratio	<u>65% clinker to cement ratio</u>

図 1.3.2.1 インドネシアの ENDC 2022 における IPPU セクターのうち、セメント産業の 2030 年までの CO<sub>2</sub> 排出削減対策および目標。本調査で検討する関連部分を赤字で示している。（出所：インドネシアの ENDC, 2022）

SUB-SECTOR: INDUSTRIAL WASTE			
	BAU	CM1	CM2
<b>Management of industrial waste.</b>	No mitigation actions.	Utilisation of WWTP sludge and industrial solid waste through composting, reuse as raw material, use as energy, etc	<u>Utilisation of WWTP sludge and industrial solid waste through composting, reuse as raw material, use as energy, etc</u>
		Wastewater treatment in palm oil, pulp & paper, fruits/vegetables & juices processing, and other industries: to implement methane capture & utilisation (biogas).	<u>Wastewater treatment in palm oil, pulp &amp; paper, fruits/vegetables &amp; juices processing, and other industries: to implement methane capture &amp; utilisation (biogas).</u>
		<b>The previous target of 3 million ton CO<sub>2</sub>-eq is enhanced up to 26 million ton CO<sub>2</sub>-eq (equivalent to 1.2 million ton CH<sub>4</sub> recovery)</b>	<b>The previous target of 18 million ton CO<sub>2</sub>-eq is enhanced up to 28 million ton CO<sub>2</sub>-eq (equivalent to 1.3 million ton CH<sub>4</sub> recovery)</b>

図 1.3.2.2 インドネシアの ENDC 2022 における産業廃棄物のサブ・セクターの 2030 年までの CO<sub>2</sub> 排出削減対策および目標。本調査で検討する関連部分を赤字で示している。（出所：インドネシアの ENDC, 2022）

<p><b>2. Waste utilisation by composting and 3R (paper).</b></p>	<p>No additional activities or enforcement on composting and 3R</p>	<p>Treatment of waste by composting 3.7 million ton MSW and 3R paper to reuse/recycle paper up to 3.7 million ton. The facilities include: - Waste bank 762 unit - TPST 2857 unit (1469 unit is integrated with composting) - TPS3R 3018 (1703 unit is integrated with composting)</p> <p>The target is to eliminate 4.8 million ton CO<sub>2</sub>-eq</p>	<p><b>Treatment of waste by <u>composting 3.7 million ton MSW and 3R paper to reuse/recycle paper up to 3.7 million ton.</u></b> <b>The facilities include:</b> - <b>Waste bank 762 unit</b> - <b><u>TPST 2857 unit (1469 unit is integrated with composting)</u></b> - <b><u>TPS3R 3018 (1703 unit is integrated with composting)</u></b></p> <p><b>The target is to eliminate 4.8 million ton CO<sub>2</sub>-eq</b></p>
<p><b>3. PLTSa/RDF (Refuse Derived Fuel) implementation</b></p> <p>Note: PLTSa = Pembangkit Listrik Tenaga Sampah</p>	<p>No effort on waste-to-energy</p>	<p>Utilisation of waste by converting to energy through RDF (in industry) or as renewable energy source in PLTSa; The PLTSa/RDF facilities is to treat 4.6 million ton MSW to avoid 1.9 million ton CO<sub>2</sub>-eq</p>	<p><b>Utilisation of waste by <u>converting to energy through RDF (in industry) or as renewable energy source in PLTSa;</u></b> <b>The PLTSa/RDF facilities is to treat 4.6 million ton MSW to avoid 1.9 million ton CO<sub>2</sub>-eq</b></p>

図 1.3.1.3 インドネシアの ENDC 2022 における固形廃棄物サブ・セクターの 2030 年までの CO<sub>2</sub> 排出削減対策および目標。本調査で検討する関連部分を赤字で示している。  
(出所：インドネシアの ENDC, 2022)

廃棄物 30%削減目標、海洋プラ 70%削減目標

インドネシア政府は、廃棄物の処理目標として、「2025 年までに家庭ごみ 30%削減と 70%適正処理」(大統領令 No. 97/2017) および「2025 年にプラごみの海洋流出を 70%削減」(大統領令 No. 83/2018) を掲げている。本調査で検討を行う RDF と堆肥の同時生産は、一般廃棄物の削減効果が大きく、かつ、資源価値がない廃プラスチックの現実的な処理方法であることから、これらの目標達成に貢献することが期待できる。

拡大生産者責任 (EPR)

環境林業省 (以下、KLHK) は、2019 年に「生産者による廃棄物削減ロードマップに関する規則」(省令 No. 75/2019) を制定 (2020 年より施行) した。本規則は、製造事業者等 (製造業者、輸入業者、小売業者、飲食サービス業界) に対するプラスチック、紙、アルミ缶、ガラス等の容器包装等への拡大生産者責任 (EPR) の適用に関する規則として制定されたもので、2029 年までの廃棄物削減のロードマップ策定を規定したものである。

インドネシアには多くの日系製造業者が進出しており、当該規則への対応で困っているところが多いため、日系商工会議所ジャカルタ・ジャパン・クラブ (JJC) でも対応策が課題になっている。本調査で検討を行う RDF と堆肥の同時生産では、特に、資源価値がない廃プラスチックの現実的なリサイクル方法として、EPR にも貢献できると考えている。実際、今回の調査で、RDF 生産量の 7 割 (RDF の約 70%はプラスチックであるため) を自主的にオフセット分とカウントしている事例が見受けられた。

炭素税

インドネシア政府は、炭素税の導入を「税法の調和に関する法律 No. 7/2021」に基づいて 2022 年 4 月 1 日から実施することを計画していたが、何度も導入の先延ばしが行われ、現

時点では、2025年からの開始が見込まれている<sup>15</sup>。炭素税では、エネルギー消費量の大きな火力発電、製紙、鉄鋼、肥料、セメントが対象セクターとされているため、セメント産業のCO2排出削減策は、2025年からの導入を見据えた対策として貢献が期待できる。

### 1.3.3. 北九州市と西ジャワ州の都市間連携の可能性

#### 北九州市のインドネシア都市との都市間連携実績

北九州市は、東ジャワ州スラバヤ市と環境姉妹都市の関係にあり、20年以上に渡って環境分野に特化して連携を行ってきた。両市は、2011年3月に「戦略的環境パートナーシップ共同声明」に署名した後、2012年11月に包括協定として「環境姉妹都市提携に関する覚書」を締結している。1990年代から始まった交流は、当初、人材育成や廃棄物分野から始まったが、徐々に、上下水道分野、エネルギー分野などにも発展した。2013年度から2015年度にかけては都市間連携事業にも参画し、2015年度には、市内ショッピングモールの高効率空調設備の導入でJCM設備補助事業の採択を受けている。

また、フォーマルなMOUの締結には至っていないが、東カリマンタン州バリクパパン市や、北スマトラ州メダン市などと、廃棄物管理や環境教育分野で連携実績がある。

#### 西ジャワ州との都市間連携と連携相手

西ジャワ州は、北九州市が主導した「クリーンな環境のための北九州イニシアティブネットワーク」(2010年2月に再編)のメンバーとして、過去に北九州市と連携した経緯があるが、両者間でフォーマルな連携協定は結んでいない。

北九州市が西ジャワ州を連携相手に選んだのは、本調査に参画している北九州市の市内企業のアミタ株式会社(以下、AMITA)と株式会社西原商事(以下、西原商事:本調査には、グループ会社の株式会社ビートルエンジニアリング(以下、Beetle)が参加)が、環境省や北九州市の補助金を活用してインドネシア全土を対象に事業化の検討を進めてきた結果、西ジャワ州が最も事業化の実現可能性が高い場所として特定されたためである。事業化を実現させるためには、詳細な実現可能性調査を行うだけでなく、中央政府の関連省庁や地方自治体との協議、許認可取得など、民間企業だけではアクセスや調整が難しい部分を、本調査を通して、環境省および北九州市のサポートを得られると有益である。また、一般廃棄物管理分野では、都市間の連携を通して廃棄物管理ノウハウの移転などが合わさると、事業により深みと安定をもたらすことが期待できる。これらの理由から、両企業から北九州市に協力依頼があったことが本調査の提案に至った発端である。これは、民間主導の「ボトムアップ型都市間連携」だと言える。

北九州市が連携する自治体は、西ジャワ州に加え、州内の自治体(市/県)も想定され、どの自治体とどのような取組で連携するかは、本調査を通して見定めていくこととした。

<sup>15</sup> JOGMEC「インドネシア:炭素税、2025年まで先送りへ」(2022年10月20日):  
[https://coal.jogmec.go.jp/info/docs/221020\\_13.html](https://coal.jogmec.go.jp/info/docs/221020_13.html)

## 1.4. 業務の実施方法

### 1.4.1. 実施体制

日本側、インドネシア側ともに、民間企業同士が連携して案件形成調査を進める民間連携と、両国の自治体同士が制度構築支援などで連携する都市間連携の二層体制で調査を進め、適宜、官民連携を行うことを想定した実施体制を構築した（図 1.4.1.1）。

本調査は、公益財団法人地球環境戦略研究機関（以下、IGES）が代表事業者を務め、共同事業者に、両国から以下のステークホルダーが参画した。いずれの共同事業者からも、3カ年間の調査を連携して進める関心表明レター（LOI）を受理している。

- 北九州市環境局環境国際戦略課
- 西ジャワ州環境局
- PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk
- PT Jababeka Tbk
- JFE エンジニアリング株式会社
- アミタ株式会社
- 株式会社ビートルエンジニアリング
- 株式会社トクヤマ

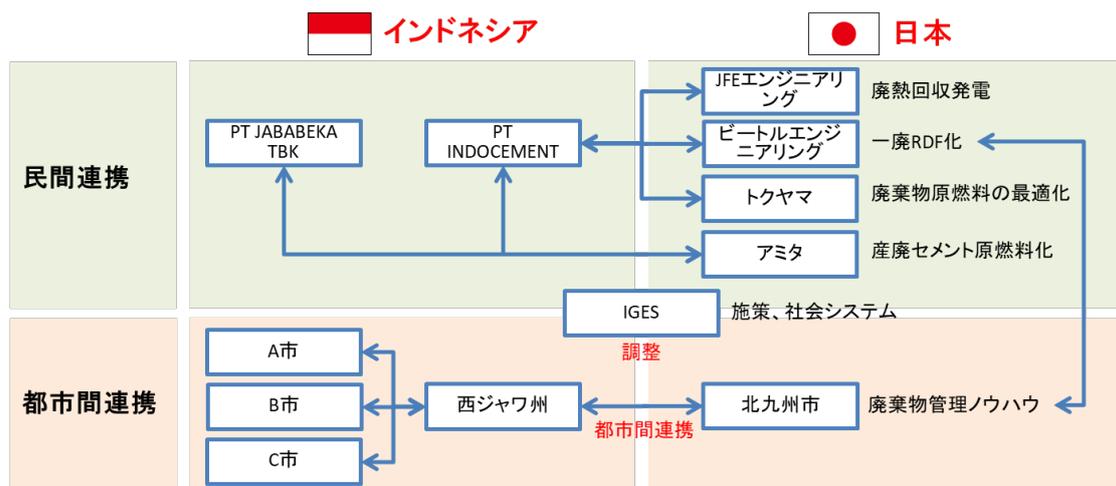


図 1.4.1.1. 事業の実施体制概念図（出所：調査団が作成）

### 1.4.2. 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。

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、Zoom 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。

現地とのワークショップは、現地側の主要カウンターパートである ITP と日本側調査団 4 社が一堂に集まり、2023 年 9 月 8 日に、ITP の西ジャワ州ボゴール県 Citeureup 地区のセメント工場において開催した（「3.1. 現地とのワークショップ」参照）。本ワークショップは、本調査のキックオフ・ミーティングと位置づけ、排熱回収発電設備の導入、セメント原燃料化（産業廃棄物、一般廃棄物）について、調査の計画や課題、方向性について協議を行った。

2023 年度調査のスケジュール（ガンチャートの実績）を表 1.4.2.1 に示した。

表 1.4.2.1 2023 年度調査のスケジュール（ガンチャートの実績）

実施事項	2023					2024	
	8	9	10	11	12	1	2
<b>廃熱回収発電設備導入調査</b>							
設置対象プラントの現地調査	■	■	■				
データ収集、設計			■	■	■	■	■
発電量、GHG 排出削減、費用対効果試算					■	■	■
クライアントとの調整、データ更新							■
<b>産業廃棄物セメント原燃料化調査</b>							
市場調査	■	■	■	■			
許認可調査		■	■	■	■	■	
プラットフォーム調査			■	■	■	■	■
JV に向けたパートナー企業との協議	■	■	■	■	■	■	■
<b>一般廃棄物セメント原燃料化調査</b>							
RDF 生産設備実態調査		■		■		■	
RDF 需要調査		■		■		■	
スコーピング調査、対象案件関係者との調整				■	■	■	■
<b>セメント原燃料化の最大化・最適化調査</b>							
セメント原燃料化実態現地調査		■					
技術交流、フォローアップ						■	
<b>会議開催、報告・発表等</b>							
現地ワークショップ開催		■					
進捗報告会	■			■			■
関係会議での発表、調整対応等							■
JICA 現地事務所等との打合せ						■	
報告書作成							■

## 2.1. 廃熱回収発電設備導入調査

### 2.1.1. 現地調査の実施

#### 2.1.1.1. 調査背景・目的

インドネシアのセメント産業は、急速な都市化と人口増加に伴う住宅・商業施設・各種インフラ等の建設プロジェクト向けの旺盛なセメント需要により今後も生産量の増加が見込まれており、セメンインドネシア社 (PT. Semen Indonesia)、インドセメント社 (PT. Indocement Tunggal Prakasa) 等が活発な企業活動を展開している。またインドネシア政府はセメント産業に対しても環境に配慮した生産・運営を求めており、各社・各工場においては最新の生産技術や環境対策技術の導入検討が進められているところである。

省エネルギー技術・環境対策技術に位置づけられる廃熱回収発電 (Waste Heat Recovery、以下、WHR) については、セメント業のみならず生産工程において大量の熱を必要とする産業においてひろく導入されている技術である。セメント製造プロセスでは、原料を焼成・粉碎・ブレンドする際に大量の熱が発生するが、従前のプロセスでは未利用となっていたこれら高温廃熱を回収し蒸気を生産、ボイラで発電することにより、エネルギー効率の向上・温室効果ガスの削減、経済的なメリットの獲得を実現することが可能となる。

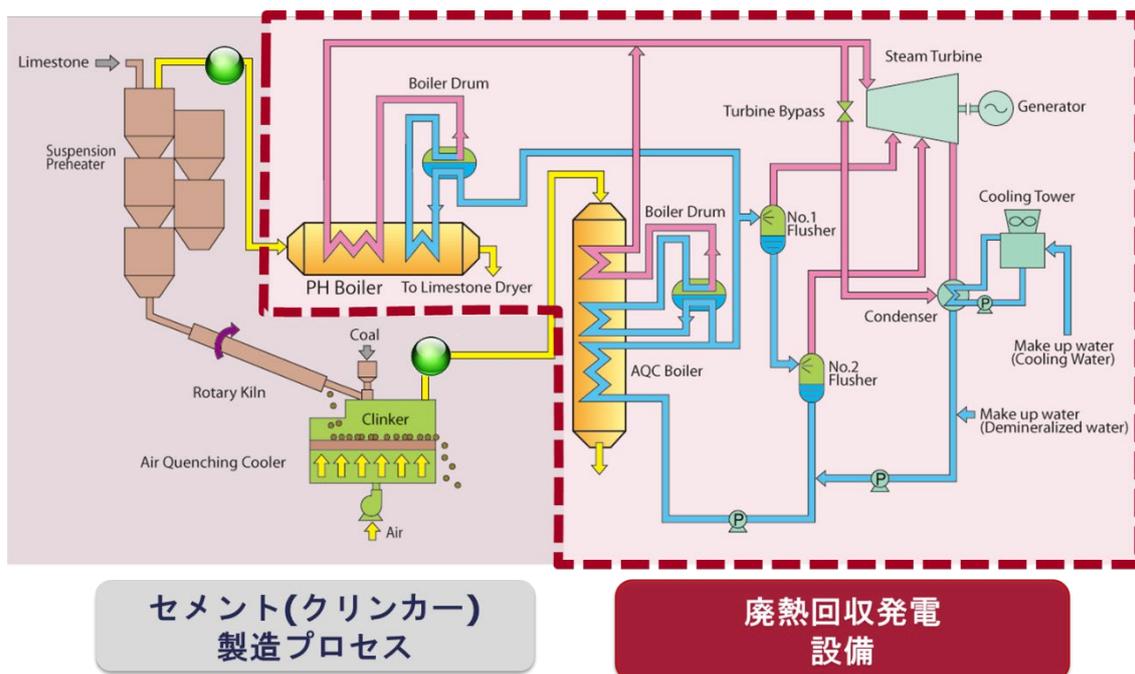


図 2.1.1.1.1. セメント工場におけるWHR設備概要図 (例)

JFEエンジニアリングは1980年代から日本・台湾・中国・フィリピン等の各工場向けにWHR設備の導入実績を数多く有し、従前よりインドネシアセメント業界に対しても同社が保有するWHR設備の導入提案を実施しているところ、2023年時点で同国において以下2件の導入実績を有している。

1) セメンインドネシア・パダン工場（導入当時社名 セメンパダン社）

- 2009年度NEDO 国際エネルギー使用合理化等対策事業
- 発電規模：8.5MW
- 完工：2011年11月

2) セメンインドネシア・トゥバン工場

- 2014年度環境省 JCM設備補助事業 セメント工場における廃熱利用発電
- 発電規模：28MW
- 完工：2018年6月

従前より同社工場におけるWHR設備導入に高い関心を示しているインドセメント社は、本調査実施以前よりJFEエンジニアリングに対して直接の技術照会を行っている。同社はセメンインドネシア・トゥバン工場におけるJCM設備補助事業についても高い関心を示しており、JCMに関する情報提供・意見交換と具体的な設備導入に向けた協議を既にJFEエンジニアリングと進めているところである。これら予備的な協議内容をベースとし、本調査においてJFEエンジニアリングとインドセメント社との具体協議を進めることで、JCM設備補助事業によるインドネシア2件目のWHR設備の同社工場における導入を目指し各種活動を展開した。



図 2.1.1.1.2.セメンインドネシア・トゥバン工場

#### 2.1.1.2. 調査対象・方法

インドセメント社はインドネシア・ジャカルタに本社を置き、西ジャワ州ボゴール Citeureup 工場（10ライン）・西ジャワ州 Cirebon 工場（2ライン）・南カリマンタン州コタバル Tarjun 工場（1ライン）の計3工場13ラインで、年間約2,500万トンの生産能力を有する。2001年より、ホルシム、セメックス等とならぶ世界的なセメントメジャー、ハイデルベルク・マテリアルズ（本社：ドイツ）の傘下企業となっている。

各工場の各ラインとも2023年時点でWHR設備は未導入であり、本調査実施以前よりJFEエンジニアリングに対し南カリマンタン Tarjun 工場を対象としたWHR設備導入について各種照会が寄せられていた。

本調査事業開始に先立ち、WHR導入対象工場についてインドセメント社と協議を実施したところ、ボゴール Citeureup 工場等同社他工場におけるWHRの導入効果、JCM設備補助事業による効果、北九州市・西ジャワ市の都市間連携となる本事業のもとの本件検討の円滑な推進可能性、等について、インドセメント社関係幹部の明確な認識が獲得され、同社ボードミーティングに諮った結果、本事業では西ジャワ州ボゴール Citeureup 工場を対象にWHR設備の導入を検討することが決定された。なお、各種条件・情報提供に関する窓口担当として、同社の Mr. Kevin J. Chandra, Senior Sourcing Manager, Alternative Fuel & Alternative Material (AFAM)、を充てることも決定された。

JFEエンジニアリングによる新規WHR設備については2023年時点で、現地法人のJFEエンジニアリングインド社 (JFE Engineering India Private Limited) が営業提案活動から設計、設備導入までを所掌していることから、本調査では、同現地法人が各種活動を主担当し、JFEエンジニアリングの日本本社とジャカルタ支店がサポートする体制で実施することとした。

JFEエンジニアリングインドは、本社をインド西部マハラシュトラ州のプネ市に置き、100名を超えるインド人エンジニアを抱える大規模拠点である。2011年に設立した後、2014年にインド国内のセメント工場向け廃熱回収設備の設計施工でトップシェアを持つトランスペアレント社の設計・エンジニアリング部門を買収、JFEエンジニアリングの廃棄物発電プラント、バイオマス発電プラント、WHRプラント、等のグローバルエンジニアリング拠点として活発な活動を展開している。環境省JCM設備補助事業として実施され2024年1月に竣工式を迎えたベトナム・バクニン省における廃棄物発電プロジェクトにおいても、廃棄物焼却発電施設の設計業務や機器調達業務を同社にて担当している。

セメント産業は各種の専門的な生産設備を有する大規模工場を抱える産業であり、各社とも各種プラントの設計・施工・設置部門を自社内に有しているのが一般的である。インドセメント社との協議の結果、本事業における Citeureup 工場に対するWHR設備導入検討について、JFEエンジニアリングはWHR機器のエンジニアリングを実施するものとし、設備設置工事および関連する土木工事、またWHR設備全体の費用試算およびその結果を基にした設備導入検討・決裁については、客先であるインドセメント社にて実施することとした。また、JCM設備補助事業での実施要否については、インドセメント社側にて積算する建築・土木工事費用試算結果とあわせ費用対効果を検証したうえでインドセメント社側にて最終決定されるものとした。

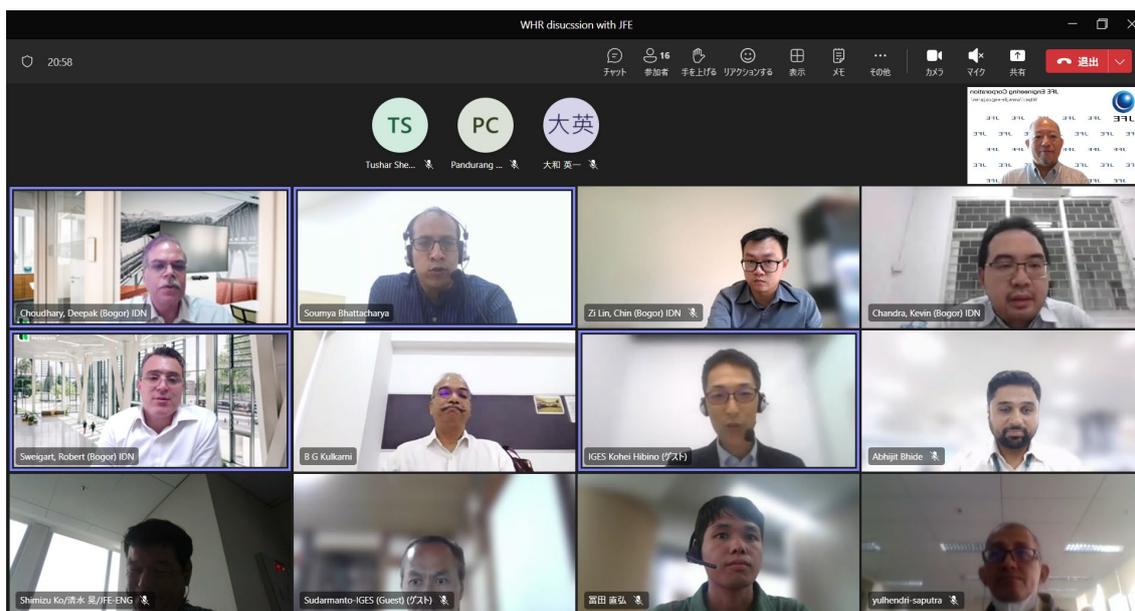


図 2.1.1.2.1. オンラインミーティング（一部）

### 2.1.1.3. 調査結果

JFEエンジニアリングとインドセメントとの複数回のオンラインミーティングを経て、2023年9月8日にインドセメント社 Citeureup 工場内にて本調査のキックオフミーティング・サイト調査が実施された。そのうち、WHRに関連する討議内容等は以下のとおりである。

JFEエンジニアリング参加者：

- (インド) Mr. Abhijit Bhide (営業)、Mr. Tushar Shelake (技術)
- (ジャカルタ) Mr. Shimizu Ko・Mr. Yulhendri Saputra (営業)

主な協議・合意内容：

1) WHR導入対象について

- 対象キルン：3キルン (P8・P11・P14)
- 廃熱回収対象設備：P8 preheater boiler 1基、P11 preheater boiler 2基、P14 preheater boiler 2基・AQC boiler 1基、Common Steam Turbine、Air-Cooled condenser

2) 調査検討スコープ分けについて

- JFEエンジニアリングはWHR機器に関するFSのみ実施
- 土木工事・設置工事・OPEX その他を含むプロジェクト全体のFSはインドセメント社により実施され、その内容は本調査チーム・JFEエンジに共有される

3) FS実施スケジュールについて

- JFEエンジによるWHR機器検討・試算 3か月 (インドセメント社から必要なデータ入手次第)
- インドセメント社による設備工事費等試算 1か月
- インドセメント社による全体的なFS 1か月



図 2.1.1.3.1. サイト調査の様子

合意事項に基づき、インドセメント社から J F E エンジニアリングインドが各種データ・情報の提供を受け設計検討を実施した結果、以下の内容にて WHR 機器仕様の提案を行った。なお、本提案内容はインドセメント社内での WHR 導入検討材料とするべく英文で作成されており、日本語表記は仮訳との扱いとする。また、一部の内容はインドセメント社との協議により非開示扱いのため、記載を省略する。

対象機器	P8 preheater boiler 1 基 P11 preheater boiler 2 基 P14 preheater boiler 2 基・AQC boiler 1 基 Common Steam Turbine、Air-Cooled condenser
発電能力	Gross Power Output at generator terminal (A) 28.5 MWe Auxiliary Power Consumption (B) 2.0 MWe Net Power Output (A-B) 26.5 MWe
想定 G H G 削減量	155,752t CO2/year (平均)
プロジェクトスケジュール	2 4 か月
概算金額 ( J F E エンジンスcopeのみ)	※記載省略 CFR Port of Tanjung Priok, Indonesia (Reference Incoterms 2022).

上記のうち、想定GHG削減量は以下により算定した。なお一部条件等は本事業終了時点で未定、また、JCM設備補助事業での実施についても未決定のため、参考試算の扱いとする。

### 1) リファレンス排出量

WHR設備においては、廃熱から発電を行いWHR設備自体が消費する電力量をまかない（廃熱設備の一部であるボイラ循環ポンプ等のボイラの補機については系統電力を使用）、残った正味の電力量が系統電力の代替として利用可能となる。したがって、以下の方法で正味の代替電力量を計算する。

$$EG_y = E_{GEN} - E_{GAUX}$$

$EG_y$  = 廃熱回収発電設備による正味電力代替量(MWh/年)

$E_{GEN,y}$  = 廃熱回収発電設備による総発電量(MWh/年)

$E_{GAUX,y}$  = 廃熱回収発電設備による電力の自家消費量(MWh/年)

なおJFEエンジニアリングのインドネシアでのWHR先行事例であるセメンインドネシア・トゥバン工場WHRでは、雨季での原料乾燥に熱需要があるため雨季・乾季での実質発電量に差をつけて計算しているが、本事業では、インドセメント社 Citeureup 工場における雨季・乾季のオペレーションに関する情報が同社から本事業終了時点で提供されていないため、雨季・乾季の差を考慮せず試算した。また、WHR設備稼働率の設定についても合意されていないため、暫定的に先行事例同様の85%とした。

	A	B	C	D	E=A*B*C*D
発電量	実質的な発電容量(MW)	年間稼働日数(日/年)	時間(時間/日)	稼働率	電力量(MWh)
通期	28.5	365	24	0.85	212,211
自家消費電力量	2.0	365	24	1	17,520
正味代替電力量					194,691

グリッド係数は「令和5年度JCM設備補助事業 電力CO2排出係数一覧表 別表2-1 インドネシア(省エネルギー) から、Jamali のケース2 (グリッド電力及び所内自家発電の両方を代替する場合) の数値、0.80 を使用して計算する。

これにより、

$$\begin{aligned} \text{リファレンス排出量}(RE_y) &= \text{正味代替電力量} \times \text{グリッド係数} \\ &= 194,691 \text{ MWh/y} \times 0.800 \text{ tCO}_2\text{e/MWh} \\ &\approx 155,752 \text{ tCO}_2\text{e/年} \end{aligned}$$

### 2) プロジェクト排出量

WHR設備は化石燃料等を使用せず、回収された廃熱のみを利用して発電を行う。したがって、プロジェクト排出量は想定しない。

$$\text{プロジェクト排出量}(PE_y) = 0$$

### 3) GHG排出削減量

上記1・2により、以下のとおり計算する。

$$\text{排出削減量(ERy)} = \text{REy} - \text{PEy} \div 155,752 \text{ tCO}_2\text{e/年}$$

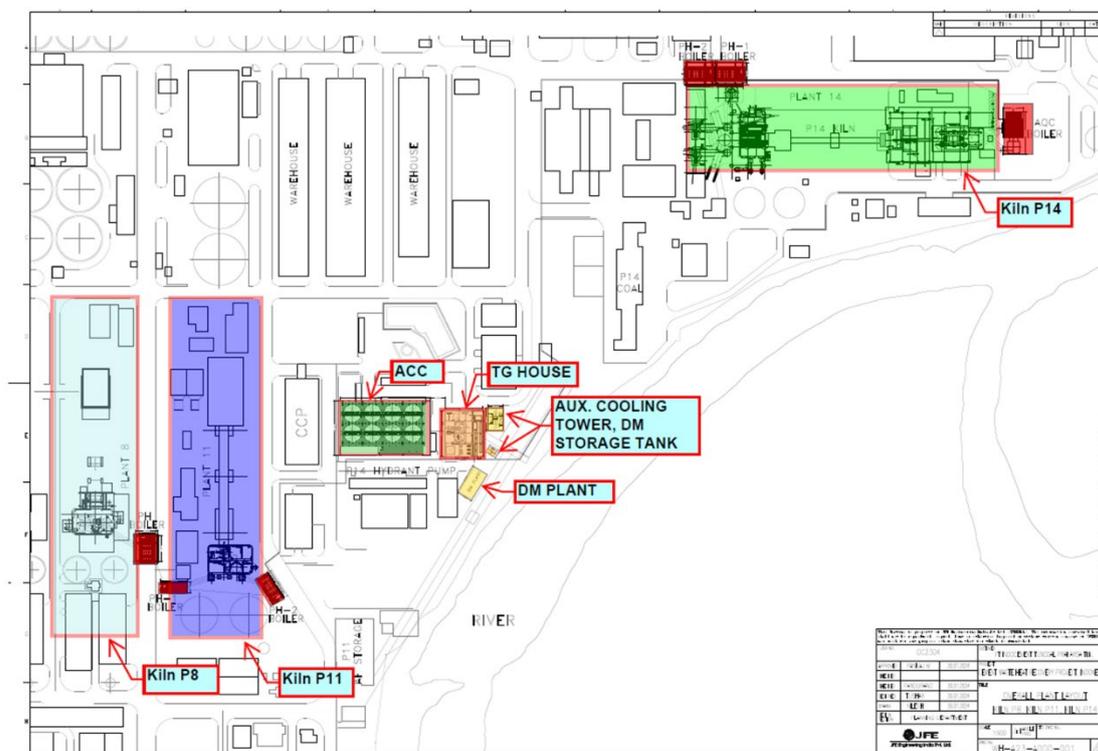


図 2.1.1.3.2. 全体レイアウト

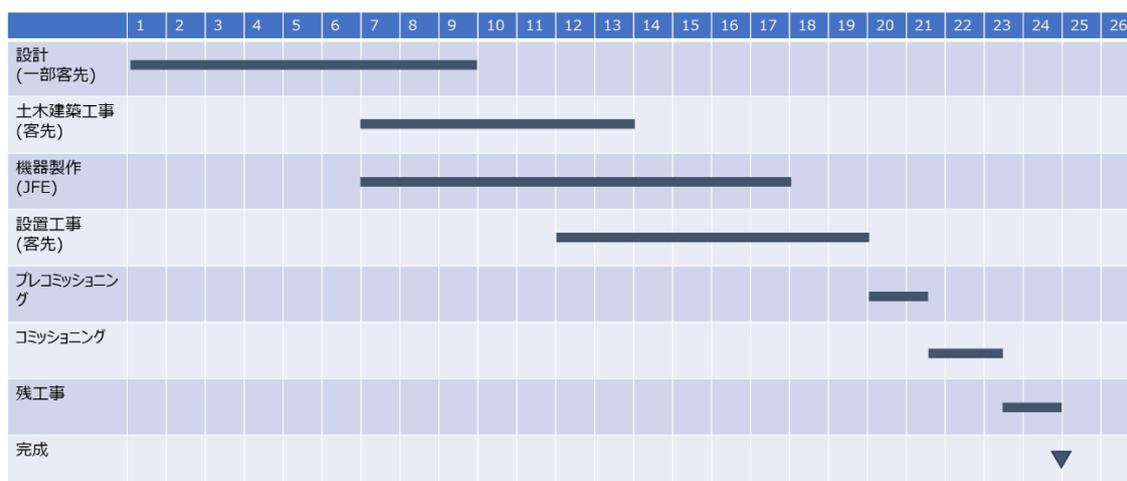


図 2.1.1.3.3. 想定されるスケジュール

## 2.1.2. JCM 設備補助事業への申請検討・準備

J F Eエンジニアリングによるインドネシアでの先行案件であるセメンインドネシア・トゥバン工場向けWHRを題材に、インドセメント社向けWHR設備をJCM設備補助事業で実施する可能性についてインドセメント社側と複数回の協議を実施し、JCM制度やJCM設備補助事業に関する一定の理解を獲得することができた。

2023年度からのJCM設備補助事業審査において、インドネシア国とのJCM合同委員会へ「PIN (Project Idea Note for the JCM Project)」を送付し異論がないことを確認した上で採択が決定されること、このプロセスの追加により審査期間が従前に比べ長くなる可能性があること、についても説明を実施した。インドセメント側でのWHR設備投資計画・機関決定プロセスとスケジュールが合わなくなる場合も懸念されるため、折々においてインドセメント側から内部検討状況を共有すること、それに基づき日本側では関係各所に対して前広な協議をしてゆくこと、についても理解を得た。

いっぽう、JCMクレジットの扱いに関してインドセメント社側の興味が強く示された。主な議論は以下のとおりである。

### 1) インドネシア国内JCMプロジェクトでのJCMクレジット発行状況について

セメンインドネシア・トゥバン工場WHRプロジェクトに限らずインドネシアでのJCMプロジェクトでのクレジット発行手続きが遅延していることを調査団から説明した。クレジットに関する各種交渉・諸手続きは二国間の合同委員会にて実施されているものであり、事業実施者であるJFEエンジニアリングはクレジット発行プロセスに具体関与することができないこと、また、トゥバン工場プロジェクトの個別事情については非開示事項であることを説明した。

### 2) JCMクレジットの民間企業による取り扱いについて

インドセメント社側からは、二国間協議の結果インドネシア側で取得されたクレジットについて、インドセメント社が取得しそのクレジットを市場取引に使えるかどうかの照会があったが、調査団側から、現状制度では市場取引に使うことはできないことを説明した。また、現在日本側で検討されているいわゆる民間JCMにおいても、2023年度時点で運用詳細が確定していないこと、設備補助事業のようなプロジェクトコストに対する補助金ではないこと、クレジットを市場取引できるかどうかは未定であること、を説明し理解を得た。インドセメント社側からは、同社幹部でのJCMに関する混乱を避けるべきであるとのコメントもあり、当面は民間JCMは想定せずJCM設備補助事業でのみ、JCMに関する検討を進めることについて合意を得た。

本件調査着手が当初想定よりも後倒しとなったこともあり設備投資額全体のうちインドセメント社スコープとして整理された内容の検討・積算作業が本調査完了日以降に実施されること、また、上記のとおりJCMクレジットに関してインドセメント社側幹部のさらなる理解が必要とされていること、等により、インドセメント社 Citeureup 工場WHR設備のJCM設備補助事業への申請検討・準備については、本年度調査完了日以降も両社にて継続的な協議を実施してゆく予定となっている。

## 2.2. 産業廃棄物のセメント原燃料化調査

### 2.2.1. 現地調査の実施

#### 2.2.1.1. 調査背景・目的

日本国内の製造業の規模縮小と海外移転により産業廃棄物が減少傾向にある一方、海外での廃棄物処理法の厳格化や再資源化ニーズの高まりがあり、アマタとしても積極的に海外へ事業展開の検討を進めている。

アマタは製造業から発生する多様な廃棄物を受入れ、分析し、独自の技術である『調合』技術を用い、セメント製造工場向けの代替原料、代替燃料を製造する事業を展開している。日本での40年以上にわたる再資源化事業において蓄積された4,000種を超える廃棄物の分析データおよびシミュレーションノウハウにより、廃棄物の特徴である成分・性状・発生量・発生時期等の不安定課題を解決し、適正に混合することで安定した品質と量の代替原燃料に加工している。また2017年にはマレーシアにて同事業の展開・立上げを行い、年間4万トン以上を再資源化する事業にも成功している。(環境省「我が国循環産業の海外展開事業化促進業務」のFS調査後に事業化を実現)

セメントの原料は、石灰石、粘土、けい石、酸化鉄原料、石膏に分類され、セメント1トン(1,000kg)の製造に必要な原料は、おおよそ石灰石1,100kg、粘土200kg、その他原料100~200kgである。インドネシアのセメント生産量は年間1.2億トン程度なので、これら全てを天然資源で製造した場合に必要な資源の使用量は、石灰石が1億3,200万トン、粘土が2,400万トン、その他原料が1,200~2,400万トンである。本事業は、製造工程から発生する大量、多品種の廃棄物・副産物、又、将来的には off-site recovery 事業者から排出される二次残渣をセメント代替原料として使用することで、天然資源の使用量削減に寄与することが可能である。同様に、製造した代替燃料は、セメント焼成に燃料として使用される石炭の消費を減らし、効果的にCO<sub>2</sub>排出量の削減に寄与することができる。

インドネシアは、現在世界で中国に次いで2番目に大きい海洋プラスチック汚染の発生源であると言われ注目されている。インドネシア国内の廃棄物問題はプラスチックに限らず、未だに家庭ごみは最終処分場にそのまま持ち込まれて野積みされ、有害産業廃棄物(B3廃棄物)の違法投棄も散見されている。当事業ではセメント産業での廃棄物の再資源化を通してB3廃棄物の適正処理と再資源化促進に貢献することを目指し、新規事業展開に向けた調査を行う。インドネシアでは、2020年8月14日、「環境林業省の2020年~2024年戦略計画に関する環境林業大臣規則2020年16号」が制定された。本規則は、2020年から2024年までの5年間にわたる、環境林業省の規制方針などを明記した文書である。その中で、危険有害物質(B3)管理に関する新たな規制や改正内容が多く盛り込まれており、不適正処理への罰則強化やリサイクル促進がさらに求められることになると見られている。また、2021年7月には「低炭素及び気候レジリエンスに向けたインドネシア長期戦略2050」にて、2060年までにカーボンニュートラルを達成することを表明している。CO<sub>2</sub>削減に向けた取り組みは確実に活発化すると言える。

なお、アマタでは既に北九州市との連携のもと、2020年度には「北九州市中小企業アジア環境ビジネス展開支援事業」、続く2021年度には「北九州市サステナブル環境ビジネス展開事業」を受託し、当事業検討を進めてきた。今年度は事業パートナー候補としてITPとの協議を重点的に進めながら、事業開始に向けた合意を目指し、事業検討調査を実施した。

ITPの親会社ドイツ・ハイデルベルグセメント社は、2030年までに1990年比で約50%CO<sub>2</sub>を削減する目標を設定しており、脱炭素・低炭素化に非常に熱心なグローバル企業である。ITPでも低炭素化は至上命題であり、既に代替燃料の混焼率17%を達成(粃殻、廃プラ)済みで、2030年までに混焼率43%を目指しており、セメント産業においては先進的な目標設定である。アマタではインドネシアでの事業実現に向けた最重要パートナーと位置付けており、共同FSの実施や経営レベルでの両社合意を目標に、本調査に取り組む。

Jababeka 工業団地については、2022 年 11 月に開催された G20 ビジネス・サミット(B20)において、2050 年までに東南アジア地域で最初にカーボンニュートラルを達成する工業団地になることを目指すことを表明したことで、当事業との親和性もあり、協業を見据えた意見交換を進める。Jababeka 工業団地は、世界経済フォーラム(WEF)のネットゼロ工業団地グループにも参加しており、世界中で 11 あるネットゼロを目指すことを表明した工業団地のうち、東南アジア地域で初の工業団地である。Jababeka 工業団地で発生する排水処理汚泥をはじめとした B3 廃棄物のセメント原燃料化や、その他テナントを巻き込んだ新規事業の検討を通して、Jababeka 工業団地のカーボンニュートラルの実現を後押しすることを目的とする。

本調査では、Jababeka 工業団地やその他事業者から排出される産業廃棄物(汚泥、焼却灰、スラグ、廃触媒など)を対象に、マレーシアの事業モデルの西ジャワ州への横展開を目指し、実現可能性を検討する。同社は、既に、Indocement、Jababeka らと事業実現に向けた具体的な協議を進めているため、事業化の可能性は非常に高い。代替燃料の製造設備は、エネルギー起源 CO2 の間接削減になるため、JCM 設備補助事業の対象にはならないが、補助金がなくても低利融資で投資回収が見込めるため、B-to-B での事業化が期待できる。

#### 2.2.1.2. 調査対象・方法

今年度は合計 3 回の現地渡航を実施し、協業パートナーとの意見交換、廃棄物及びセメントに関する情報収集、およびインドネシアでの政策・ガイドライン策定に関する意見交換等に取り組んだ。その他、インターネットや電話での情報収集等にも取り組んだ。

##### [現地渡航スケジュール]

以下計 3 回

- 2023 年 9 月 6 日～9 月 8 日
- 2023 年 11 月 13 日～11 月 17 日
- 2024 年 1 月 22 日～1 月 25 日

##### [アミタ参加者]

以下計 3 名

- アミタホールディングス株式会社 佐藤 博之
- アミタ株式会社 大和 英一
- アミタ株式会社 富田 直弘

##### [内容]

表 2.2.1.2.1 の通りである。

表 2.2.1.2.1 現地調査訪問先

対象	目的
ITP	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 土地貸借に関する協議</li> <li>・ 現場視察</li> <li>・ 現状課題のヒアリング</li> <li>・ 課題解決に向けた意見交換</li> </ul>
Salim Group	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 土地貸借に関する協議</li> </ul>
PT. Jababeka Infrastruktur (Jababeka)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 新規事業創出に向けた意見交換</li> <li>・ 排水処理に関するヒアリング</li> </ul>
PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 現状課題のヒアリング</li> <li>・ 現場視察</li> </ul>
PT. Wastec International (WASTEC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 現状課題のヒアリング</li> </ul>
PT. Cemindo Gemilang	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協業に向けた協議</li> <li>・ 現状課題のヒアリング</li> </ul>
The Ministry of Environment and Forestry (KLHK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内廃棄物問題に関する意見交換</li> <li>・ ガイドライン作成に関する意見交換</li> <li>・ 事業許認可取得に向けた意見交換</li> </ul>
The Indonesia Cement Association (セメント協会)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ セメントを取り巻く社会問題に関する意見交換</li> <li>・ ガイドライン作成に関する意見交換</li> </ul>

### 2.2.1.3. 調査結果

#### 2.2.1.3.1. 産業廃棄物、有害廃棄物の資源調査

インドネシアの廃棄物区分として事業系の B3 廃棄物、非 B3 廃棄物、家庭系廃棄物の 3 つに分類される。B3 廃棄物は 2021 年 22 号環境保護と管理に関する政令の Appendix IX にリストアップされており、その対象以外の事業系廃棄物が非 B3 廃棄物と区分されている。B3 廃棄物は 300 以上のコードに分けられており、その中でも、有害性および発生元の 2 種類の分類方法で区分分けしている。有害性については、カテゴリー1 の即時に人体や自然環境に影響を及ぼす危険性のある廃棄物、カテゴリー2 には即時性はないものの間接的な影響や長期的な影響を及ぼす危険性のある廃棄物が分類分けされている。発生元に関しては、特定の発生源からの廃棄物（工業プロセス）、不特定からの発生源からの廃棄物（洗浄など副次的なプロセス）、さらに放置や漏洩などによる廃棄物の 3 種類に分類分けされる。B3 廃棄物に関わる事業をする者は、対象の廃棄物コードをすべて申請し、許可を有した上で事業を

することが必要である。当事業では、採算性の観点から B3 廃棄物に対象を絞っており、リサイクル対象の廃棄物の的が広いという特性のセメントリサイクルを計画していることから、医療系廃棄物や一部の重金属含有量が多い廃棄物などを除いてほとんどの B3 廃棄物をターゲットとしている。

また、昨今の特記すべき動向として、10 種類の廃棄物が B3 廃棄物の分類から外されている。(次の廃棄物が除外：Steel Slag, Nickel Slag, Mill scale, EAF Dust, PS Ball, Spent Bleaching Earth <3%, Sand Foundry, & FABA from Coal-powered plant with chain grate stoker, pulverized coal (PC), Circulating Fluidized Bed (CFB) technologies)

インドネシアでの B3 廃棄物全体の発生量は約 7,700 万 t/年と言われ、発生量、処理量ともに増加傾向である。なお、2020 年以降電子マニフェスト義務化によりデータ集計がより正確に行われるようになったと言われているが、紙マニフェストと電子マニフェストでの二重計算が起きているという懸念もあり、現状も数字確認には注意が必要である。加えて、採掘場での発生および現場での埋め立て処理されている数量も対象に含まれており、これは特に外部委託で処理は行われないため、現時点では当事業のターゲットにはなり得ないと考えている。アマタ独自のヒアリングと産業データから、現時点でのインドネシア国内で製造業から発生している B3 廃棄物は約 250 万 t/年と算出しており、この数字がインドネシア全土における JV 事業のターゲットになり得る廃棄物の市場規模であると考えている。

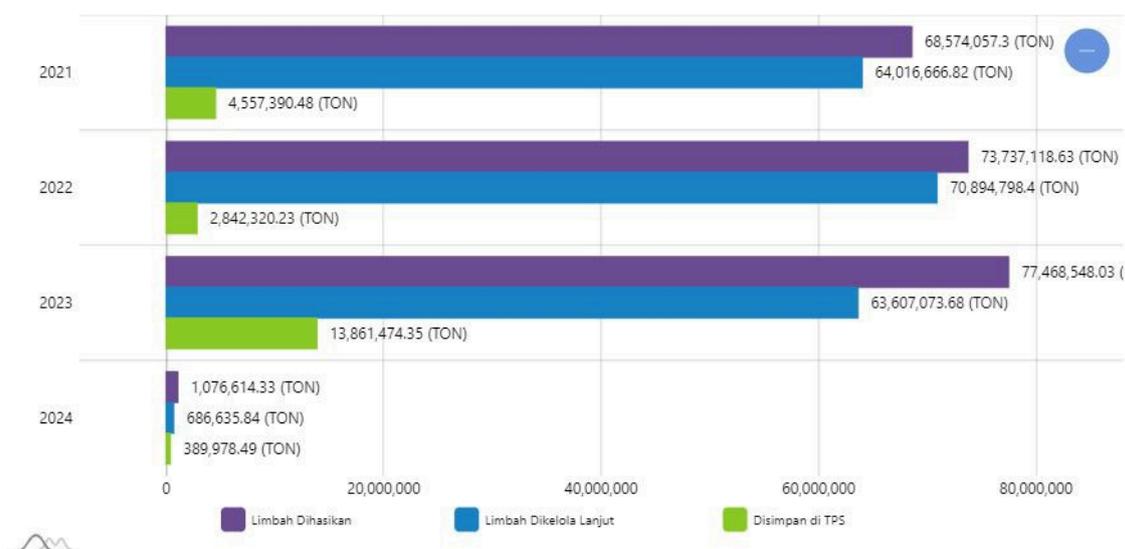


図 2.2.1.3.1. インドネシア B3 廃棄物発生量  
(出所：KLHK HP<sup>16</sup>)

インドネシア国内でもさらに、西ジャワ州ボゴール県に位置する ITP の Citeureup 工場への納入を見据えているため、今回の事業でも対象を西ジャワ州と周辺地域中心に絞っている。市場規模の調査では、インドネシア中央統計庁の情報から、インドネシア国内の製造業の約半分がジャカルタ首都特別州、西ジャワ州、バンテン州に位置していることが確認できた。また、ブカシからカラワンにかけて自動車産業を中心に多くの製造企業が工場を構えていること、チレゴンには化学系工場が多く運営されていることも確認できた。また以下図 2.2.1.3.2、図 2.2.1.3.3 の通り、インドネシアに進出している日系企業のほとんどがジャカルタ首都特別州と西ジャワ州に位置しており、また日系企業の多くが自動車関係であること

<sup>16</sup> KLHK HP (<https://pslb3.menlhk.go.id/dashboard/pengelolaanLimbahB3> 閲覧日 2024 年 1 月 18 日)

も確認できる。したがって、廃棄物の発生数量という面では最も市場の大きい地域であると  
考えられる。

## 進出形態、所在地域、設立年数

### 調査方法

2019年8月～11月時点で会社ウェブサイトにてインドネシア拠点に言及している日系企業をカウントした。  
1つのインドネシア法人で複数の拠点を有する場合、主要拠点と思われる1か所のみをカウントした。

### 進出形態

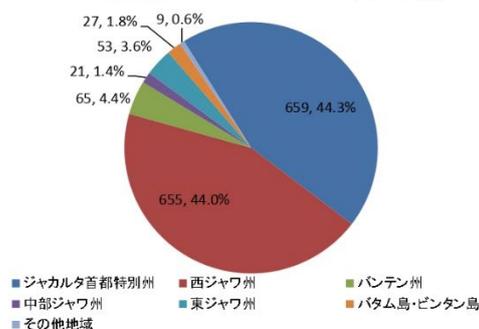
単位：社数

掲載企業数（注）		1489
内訳	現地法人	1401
	駐在員事務所	87
	支店	1

（注）会社ウェブサイト内でインドネシア拠点について言及している会社

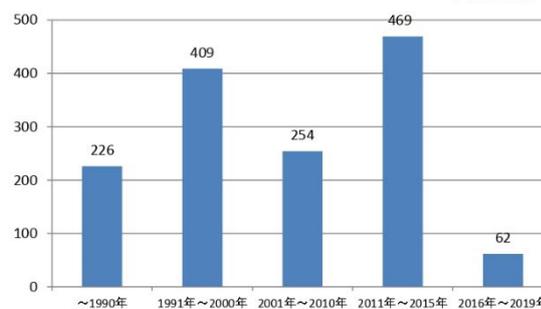
### 所在地域

単位：社数、%



### 進出年

単位：社数



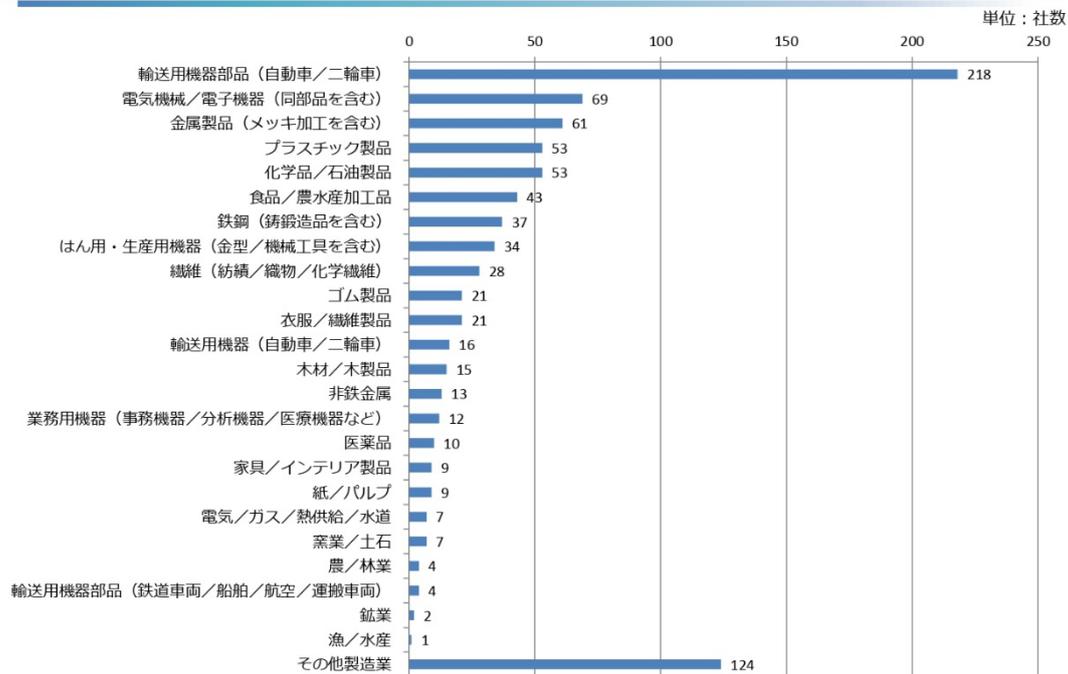
Copyright © 2020 JETRO. All rights reserved. 禁無断転載

1

図 2.2.1.3.2. 日系企業の所在地  
(出所：JETRO<sup>17</sup>)

<sup>17</sup> JETRO ジャカルタ事務所「インドネシア進出日系企業リスト」2020年1月

## 製造業（871社）



Copyright © 2020 JETRO. All rights reserved. 禁無断転載

2

図 2.2.1.3.3. 日系企業の業種内訳  
(出所：JETRO<sup>18</sup>)

排出事業者のニーズ把握のため、排出事業者への訪問調査を実施し、廃棄物の排出量、種類、処理委託先、処理単価、処理における現状の課題等の情報収集を行った。実際に訪問した排出事業者からはコストダウン、適正処理、リサイクル率向上のニーズが非常に高く、本事業の進出を希望される排出事業者は非常に多い結果となった。以下、いくつか具体例を挙げたい。さらに、表 2.2.1.3.1. の通り、調査前の想定通り各社から廃棄物が発生していることが確認できた。

- 日用品メーカー：現行の処理費が高いと考えており、適正処理が担保できる処理先に、より安価に処理委託できると嬉しい。
- 化学工場：廃棄物目標として埋め立てゼロを掲げており、リサイクルの提案はぜひ検討したい。
- 自動車部品工場：環境担当としてリサイクルすることに意義を感じており、資源の有効活用ができるのであれば委託したい。

<sup>18</sup> JETRO ジャカルタ事務所「インドネシア進出日系企業リスト」2020年1月

表 2.2.1.3.1. 訪問結果

企業名_廃棄物名	発生数量/月
<b>日系以外外資系企業</b>	<b>120.9 t/月</b>
企業 A	10.0 t/月
廃棄物 A	10.0 t/月
企業 B	20.0 t/月
廃棄物 B	20.0 t/月
企業 C	12.0 t/月
廃棄物 C	12.0 t/月
企業 D	45.0 t/月
廃棄物 B	45.0 t/月
企業 E	3.9 t/月
廃棄物 D	0.6 t/月
廃棄物 E	3.0 t/月
廃棄物 F	0.3 t/月
企業 F	30.0 t/月
廃棄物 G	30.0 t/月
<b>日系企業</b>	<b>1,315.2 t/月</b>
企業 G	1.6 t/月
廃棄物 D	0.8 t/月
廃棄物 H	0.8 t/月
企業 H	45.0 t/月
廃棄物 I	30.0 t/月
廃棄物 J	7.0 t/月
廃棄物 K	2.0 t/月
廃棄物 L	1.0 t/月
廃棄物 M	5.0 t/月
企業 I	0.1 t/月
廃棄物 G	0.1 t/月
企業 J	0.1 t/月
廃棄物 D	0.0 t/月
廃棄物 E	0.1 t/月
廃棄物 N	0.0 t/月
企業 K	70.0 t/月
廃棄物 O	25.0 t/月
廃棄物 P	20.0 t/月
廃棄物 G	25.0 t/月
企業 L	20.0 t/月
廃棄物 B	20.0 t/月
企業 M	12.0 t/月
廃棄物 B	12.0 t/月
企業 N	15.0 t/月
廃棄物 Q	15.0 t/月
企業 O	546.0 t/月
廃棄物 R	8.0 t/月
廃棄物 S	500.0 t/月
廃棄物 T	8.0 t/月
廃棄物 G	30.0 t/月
企業 P	24.0 t/月
廃棄物 U	4.0 t/月
廃棄物 V	20.0 t/月
企業 Q	3.7 t/月
廃棄物 E	3.7 t/月
廃棄物 W	0.0 t/月

<b>企業 R</b>	<b>0.0 t/月</b>
廃棄物 X	0.0 t/月
廃棄物 Y	0.0 t/月
<b>企業 S</b>	<b>0.1 t/月</b>
廃棄物 Z	0.1 t/月
<b>企業 T</b>	<b>20.0 t/月</b>
廃棄物 AA	9.0 t/月
廃棄物 AB	4.0 t/月
廃棄物 AC	7.0 t/月
<b>企業 U</b>	<b>7.6 t/月</b>
廃棄物 X	0.3 t/月
廃棄物 AD	7.0 t/月
廃棄物 AE	0.3 t/月
<b>企業 V</b>	<b>60.0 t/月</b>
廃棄物 AF	60.0 t/月
<b>企業 W</b>	<b>52.0 t/月</b>
廃棄物 O	7.0 t/月
廃棄物 AG	35.0 t/月
廃棄物 G	10.0 t/月
<b>企業 X</b>	<b>20.0 t/月</b>
廃棄物 G	20.0 t/月
<b>企業 Y</b>	<b>12.0 t/月</b>
廃棄物 G	12.0 t/月
<b>企業 Z</b>	<b>400.0 t/月</b>
廃棄物 B	400.0 t/月
<b>企業 AA</b>	<b>6.0 t/月</b>
廃棄物 AH	6.0 t/月
<b>ローカル企業</b>	<b>109.0 t/月</b>
<b>企業 AB</b>	<b>1.0 t/月</b>
廃棄物 AI	1.0 t/月
<b>企業 AC</b>	<b>0.0 t/月</b>
廃棄物 B	0.0 t/月
廃棄物 AJ	0.0 t/月
廃棄物 G	0.0 t/月
<b>企業 AD</b>	<b>5.0 t/月</b>
廃棄物 G	5.0 t/月
<b>企業 AE</b>	<b>75.0 t/月</b>
廃棄物 AK	75.0 t/月
<b>企業 AF</b>	<b>10.0 t/月</b>
廃棄物 C	10.0 t/月
<b>企業 AG</b>	<b>10.0 t/月</b>
廃棄物 V	10.0 t/月
<b>企業 AH</b>	<b>4.0 t/月</b>
廃棄物 I	4.0 t/月
<b>企業 AI</b>	<b>4.0 t/月</b>
廃棄物 AL	4.0 t/月
<b>総計</b>	<b>1,545.1 t/月</b>

### 2.2.1.3.2. 有害廃棄物セメント原燃料の需要調査

ジョコ・ウィドド政権は、国営企業の財部内容、収入、利益率の向上を図る国策をとり、インフラ事業の拡大に欠かせないセメント生産会社の合併戦略を取った。その結果、複数の地方の会社が Semen Indonesia Group (SIG)の傘下に入ることとなった。アチェの元英国系 Blue Circle Cement がフランスに買収された後、Lafarge 社と西と中部ジャワ島に工場を持つスイス系の Holcim 社が Lafarge-Holcim として合併して、オランダの Holderfen 社が主な株主になった。2019 年に国営の PT Semen Indonesia Industri Bangunan (SIIB)が Lafarge-Holcim 社を買収して、PT Solusi Bangun Indonesia (以下、SBI 社)と社名変更した。その後太平洋セメント (TCC 社) が SIIB 社の 15%の株式を買収した。2019 年前までは、民間企業の ITP, Semen Indonesia、SBI 社(元 Holcim-Lafarge) の 3 社で全国の半分以上の売り上げを占めていた。2019 年の、SIIB 社と SBI 社の合併で、巨大国営セメント・グループができ、市場のシェアは、合併した SIG (Semen Indonesia Group) が 35.5%、ITP 社 が 25.5%となった。

2020 年で創立 45 年を迎えた ITP は、1975 年西ジャワ島の Citeureup にて、年間 500,000t の生産量の会社として立ち上がり、その後 6 社が 合併して今の会社となった。10 年間で製造能力を 7,700,000t まで増やし、1989 年にジャカルタ証券取引所にて上場した。1991 年に中部ジャワの工場を買収したが、1997~1998 年に起きたアジア通貨危機の結果、ドイツの Heidelberg 社が大株主となる。2023 年 12 月には Semen Grobogan 社を買収し、業績も順調に伸びている。Citeureup 工場の生産量は世界中のトップクラスを誇る規模である。

インドネシア国内の足元のセメント需要の成長率はマイナスとなっており、2021 年と比較すると 2022 年の需要成長率は-4.4%であった。インフレ率の上昇 (2022 年 12 月 対前年比 5.51%、主に燃料費値上げの影響) による消費者の購買力低下により、2022 年第 2 四半期以降 (特に小売市場) 需要が鈍化したことが原因である。ただ、長期的に見ると上昇傾向であり、2023 年のセメント需要は 2022 年比 3%増と予測されている。インドネシア国内セメント工場全体の稼働率は 60%前後で推移しているが、2023 年は 55%となる見込みである。

日本の現在のセメント内需量は市場規模縮小の末、年間 4,000 万トンを切ったことに対し、インドネシアでは年間約 6,500 万トンのセメント需要がある。さらにセメント産業がまだ成長段階であることも含めると、セメントリサイクルが重要な分野であることは明らかである。

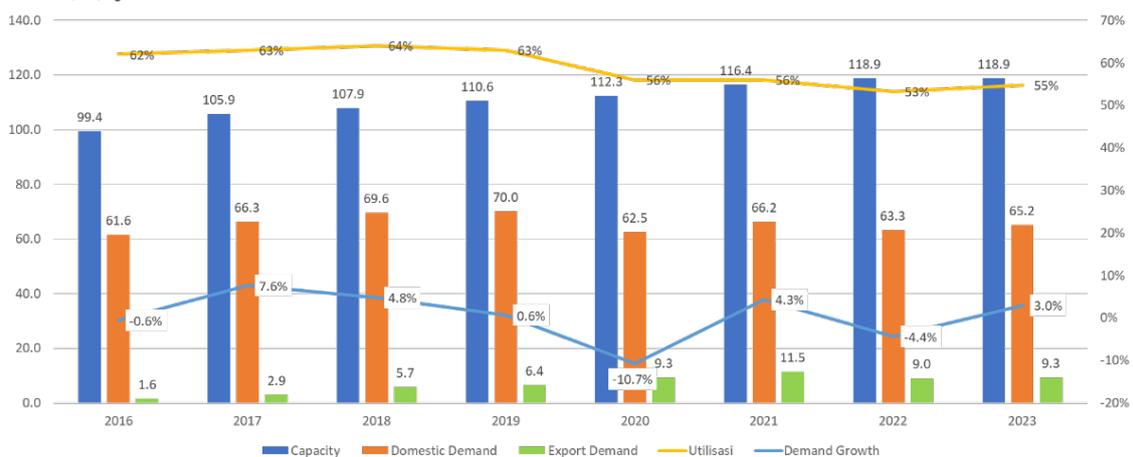
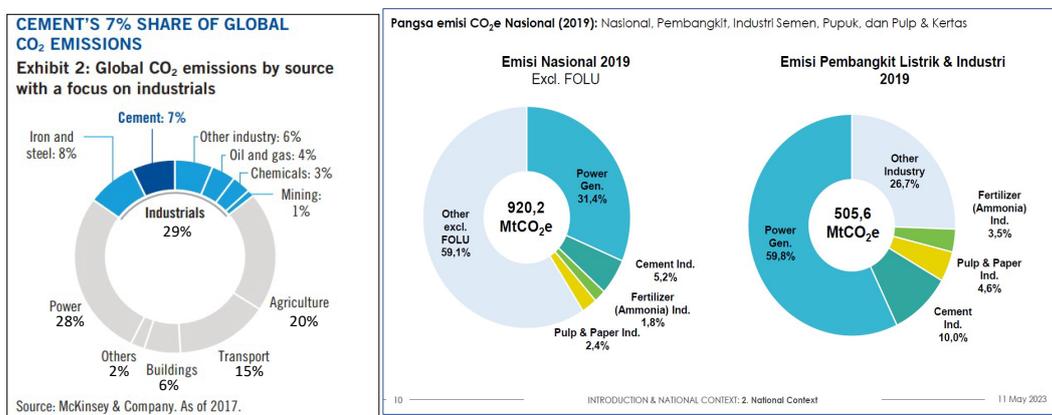


図 2.2.1.3.4. インドネシア B3 廃棄物発生量  
(出所：セメント協会<sup>19)</sup>)

<sup>19</sup> セメント協会「Readiness of Decarbonization in the Cement Industry in Indonesia: Issue and Challenge」

セメント産業の脱炭素への影響は非常に大きい。図 2.2.1.3.5.の通り、世界で産業別に見たCO<sub>2</sub> の排出源別比較表では、セメント産業が全体の 7%の CO<sub>2</sub> 排出に寄与していることが分かる。インドネシア国内でも同様に、産業全体の CO<sub>2</sub> 排出量のうち 10%をセメント産業が占めている。さらにセメントの製造プロセスの中でも原料調達から生産、出荷までいくつかの場面で切り分けると、原料調達を行う採石場からの発生が 7%、セメント焼成のフローで 85%の CO<sub>2</sub> 排出が発生していることが分かる。つまり、我々が石灰石や粘土の代替原料と石炭に代わる代替燃料を製造・供給することによって、これらの CO<sub>2</sub> 排出量低減に寄与することができる。

## Contribution of Cement Industry to Global & National Emission



Sumber : Presentasi FGD Kemenperin, Bogor 10 Mei 2023

6

図 2.2.1.3.5. CO<sub>2</sub> 排出量のうちセメント産業が寄与する割合  
 (出所：セメント協会<sup>20</sup>)

<sup>20</sup> セメント協会「Readiness of Decarbonization in the Cement Industry in Indonesia: Issue and Challenge」

## Greenhouse Gas (CO<sub>2</sub>) Sources in Cement Industries & Reduction Initiatives

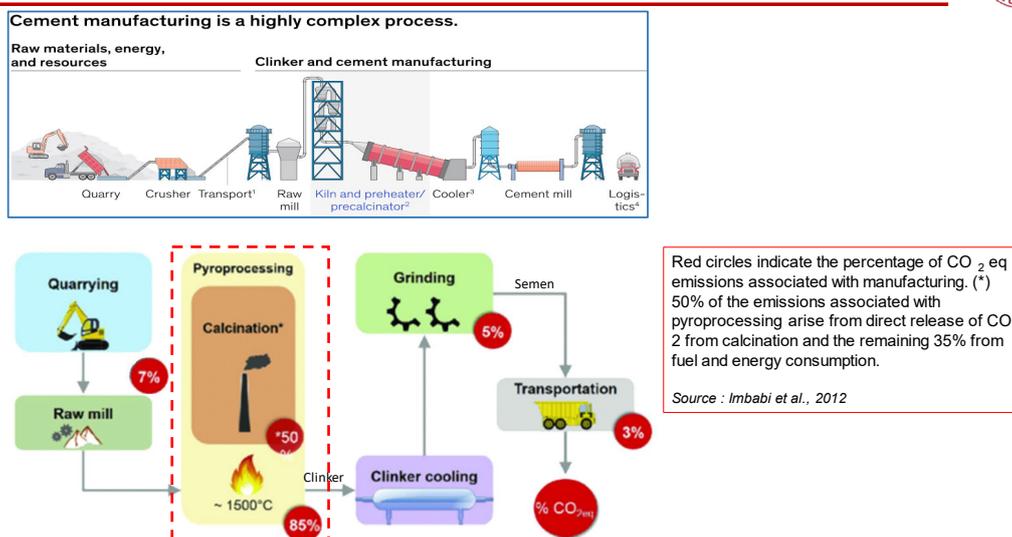


図 2.2.1.3.6 セメント生産フローにおける CO<sub>2</sub> 発生源  
(出所：セメント協会<sup>21)</sup>)

またセメント協会へのヒアリングから得た情報によると、インドネシア国内での 2022 年時点のセメント業界の代替燃料使用割合は 7.8% である。現時点では、代替原料使用量の割合はターゲットが定められていない。インドネシア全体の脱炭素目標である 2060 年までの CO<sub>2</sub> ネットゼロ達成に向けた、各業界の CO<sub>2</sub> 削減目標設定の中に組み込もうとする動きもあるが、地域によって代替品の獲得難易度に差があることから、一律の目標設定は難しいというのが見解であった。

ITP では、操業場所および採掘場所において、再生および植林プログラムを実施することを約束している。生物多様性への悪影響を軽減するため、2014 年エネルギー・鉱物資源大臣規則第 7 号に基づき、環境影響評価 (AMDAL)、環境管理計画/環境モニタリング計画 (RKL/RPL)、RKAB、埋め立て計画書、四半期報告書などの決められた環境文書フォーマットに基づいて、採掘の計画、実施、再生を行っている。再生活動は、土地管理 (整地)、植林、侵食・堆積防止、植物の維持管理で構成される。土地の状態を正常に戻すため、埋め立て活動は地域の生物多様性保全プログラムにも配慮している。<sup>22</sup>

ITP の廃棄物受け入れ体制については、入荷するトラックごとの原料分析と、製品の一定のバッチ毎の製品分析によって管理されている。受け入れる廃棄物については、許認可条件と個社との交渉に基づいて受け入れ条件を設定しており、この基準を満たす廃棄物の実を受け入れるという運用をされている。昨今の課題としては、異物の混入と塩素等成分の制限によるハンドリングの難しさが挙げられている。アマタの事業展開に対する同社の期待感も、安定した品質の受入廃棄物を増やし、処理数量を増やすということに込められている。

<sup>21</sup> セメント協会「Readiness of Decarbonization in the Cement Industry in Indonesia: Issue and Challenge」

<sup>22</sup> ITP HP (<https://indocement.co.id/Keberlanjutan/Kebijakan-dan-Program/Pelestarian-Lingkungan-Hidup> 閲覧日 2024 年 2 月 11 日)

### 2.2.1.3.3. 有害廃棄物の処理実態と競合他社

経済成長促進のためにインドネシアへの投資が開かれたのと同じくして、様々な分野で、材料としての B3 廃棄物を使用する事業活動が増加した。その結果として、B3 廃棄物の不法投棄も増加してしまった。B3 廃棄物は、「環境保護管理法 2009 年 32 号」および「B3 廃棄物管理に関する政令 2014 年 10 号」の規定に沿って適切に処理されなければならないが、管理が不十分であれば、多くの環境問題が発生してしまう。バンテン州、ジャカルタ首都特別州、西ジャワ州、東ジャワ州、北スラウェシ州、南スマトラ州、リアウ州、およびカリマンタン島などの場所で起きている問題の例としては、B3 廃棄物の不法投棄、技術要件を満たしていない B3 廃棄物の一時保管エリア、技術的要因または経年要因による B3 保管エリアでの漏出、B3 廃棄物保管エリアの過剰容量、緊急事態を発生させる B3 廃棄物管理上の怠慢がある。

これらの問題は、環境への B3 廃棄物による汚染または混入の発生につながり、水、土壌、さらに大気の高品質低下を引き起こし得る。環境への影響の他、人間の生活および健康へも影響し得る。環境林業省のデータベースによると、インドネシア域内の B3 廃棄物汚染地の面積は 2019 年には 111 万 7161.76m<sup>2</sup> に、B3 廃棄物および汚染土壌の重量は 123 万 9756.56 トンになる。現場での汚染の発生以外に、各種事業活動での B3 廃棄物に関する緊急事態の発生が、2019 年 7 月までに合計 40 件記録されている。このうち KLHK は、このうち 10 件について直接対処している。一方で、地方政府によって管理されている事業活動の実施者によって直接処理されたものもある。なお、対応の報告は政令 2014 年 10 号の規定に従って、定期的に書面で、環境林業大臣、州知事、および県知事／市長に対して必ず提出しなければならない。

セメント代替原燃料を製造する廃棄物処理業者（プラットフォーム）はアミタ独自の訪問調査も行った。既に事業を行っているプラットフォームが存在するが、どの事業者もまだまだ経験が浅く、ITP が求める品質の代替原燃料を供給できている事業者は存在しない。実際に訪問先として現場を確認した 5 社では、どこも十分な品質管理、製品混合ができていないことが見られた。どのプラットフォームからもまだ経験値が乏しく、アミタの経験と技術には興味があるとの反応が得られた。

### 2.2.1.3.4. 関連法規制、許認可調査

インドネシア政府は 2020 年 11 号法令としてオムニバス法を施行し、投資の呼び込みと雇用創出に力を入れた。これに伴い、法規則の明確化や許認可取得の簡素化に取り組み、事業環境の改善に取り組み始めた。例えば、許認可取得のオンライン化（OSS システム）や、大量に乱立している法規制の統合化（76 法令の改正と 2 法令の失効）、複数の許可取得よりもモニタリング過程を重視する仕組みづくりなどである。同時に管轄省庁が一元化され、基本的に権限が中央政府に集められる形となった。

違反時の罰則については、下記表（表 7）の通り設定されている。2020 年には電子マネーの運用と運搬用トラックの追跡用 GPS 搭載の義務化がされている。また、法規取り締まりに関する予算の同行についても別途表（表 8）にまとめている通り、2015 年の約 20 億ルピアから 2021 年約 30 億ルピアまで、約 1.5 倍に増加しており、取り締まりも強化傾向にあることが読み取れる。

表 2.2.1.3.6. インドネシア B3 廃棄物に関する法令  
 (\*現地コンサルタントの情報より調査団作成)

法令	対象	罰則内容
2009 年 9 号環境保護法	Article 102: 許可なく B3 廃棄物管理に携わった者	10 億ルピア以上 30 億ルピア以下の罰金
	Article 103: B3 廃棄物を適切に管理しなかった者	および 1 年以上 3 年以下の懲役
	Article 106: 許可なく B3 廃棄物を輸入した者	40 億ルピア以上 120 億ルピア以下の罰金 および 1 年以上 3 年以下の懲役
2020 年 11 号法令	Article 98: 大気汚染、水質汚染、海洋汚染、その他環境汚染を故意に引き起こした者	30 億ルピア以上 100 億ルピア以下の罰金 または 3 年以上 10 年以下の懲役
2021 年 22 号政令	Article 514 paragraph 1 letter a. 環境許可なく事業許可のみ取得した法人	Article 515: 投資金額の 2.5%、最大 30 億ルピアの罰金
	Article 514 Paragraph 1 letter b. 環境許可も事業許可も取得していない法人	Article 516: 投資金額の 5%、最大 30 億ルピアの罰金
	Article 514 paragraph 1 letter c. 大気汚染、水質汚染、海洋汚染、その他環境汚染を故意に引き起こした法人	Article 517: 30 億ルピアの罰金
	Article 514 paragraph 1 letter d. 環境許可に伴う事業義務を果たさなかった法人	Article 518: 軽微な場合は 10 億ルピア以上 50 億ルピア以下、中規模な場合は 100 億ルピア以上 150 億ルピア以下、深刻な場合は 200 億ルピア以上 250 億ルピア以下の罰金
	Article 514 paragraph 1 letter e: AMDAL 取得の際に許可を持った者が同席しなかった法人	Article 519: AMDAL 作成費用の 10%の罰金
	Article 514 paragraph f: 義務を怠り、大気汚染、水質汚染、海洋汚染、その他環境汚染を故意に引き起こした法人 (人に影響を及ぼさなかった場合)	Article 520: 30 億ルピア以下の罰金

表 2.2.1.3.7. B3 廃棄物に関する違反検挙数と国家予算  
(出所：KLHK<sup>23</sup>)

年度	環境当局における対応件数							予算 (10 億ルピア)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
2015	238	5	48	118	25	56	4	219.98
2016	597	10	220	150	40	301	3	203.02
2017	1094	9	126	134	39	631	4	212.28
2018	1428	11	158	166	23	917	2	359.14
2019	700	8	182	156	13	100	2	445.91
2020	829	6	40	26	34	90	2	310.14
2021	505	22	*	3	*	*	*	293.50*

(1) 環境評価の件数 (2) 裁判件数 (3) 罰則件数 (4) 違反検挙数 (5) 裁判による解決件数 (6) 産業公害問題発生数 (7) 公害問題での検挙数

許可ライセンスの取得には、基本的な事業登記完了後、環境影響分析（AMDAL）や建物建設許可等を取得した上で建物を建設し、事業を開始するという流れになる。まずは会社設立及び事業基本番号（NIB）取得を完了させ、以下許可取得の流れへと進む。なお、事業登記完了から約3年後に事業開始となる見込みである。

- ① 土地利用許可（4～5 か月）  
申請先は Ministry of Investment と Bogor land office である。
- ② 技術許可・PRETEK（期間不明）  
①土地利用許可と同時に準備可能。
- ③ 住民説明（期間不明）  
周辺住民との対話、コンサルテーションを設ける。①と同時に準備可能。10 日間以上の掲示期間が必要。周辺住民への説明と懸念点のヒアリングを行い、報告を実施計画書の Appendix に添付することになる。複数のコミュニティが隣接している場合は、そのすべてを対象にする必要がある。
- ④ 事前 AMDAL（2～3 か月）  
KLHK の AMDAL オフィスに申請する。申請書類の内容とコンサルタントの力量次第で要する時間は変わってくる。したがって PTSP（適格コンサルタントのリスト）からコンサルタントを慎重に選択する必要がある。この段階でテクニカルミーティングの開催が必要となる。同会合の参加者は、申請者（アマタ）、コンサルタント、専門家、関連省庁である。
- ⑤ 交通影響評価（4 か月）  
申請先は運輸省（Ministry of the Transportation）である。この承認を AMDAL 申請までに取り付けておく必要がある。
- ⑥ AMDAL 書類準備（期間不明）  
⑤の結果も含め、申請書類を整理し、AMDAL 申請準備を行う。
- ⑦ AMDAL（早ければ2～3 か月、通常 6～7 か月、最悪の場合は 12 か月）  
KLHK の AMDAL オフィスに申請する。この段階で2つの会合が開催される。一つ目は専門家と関係省庁が参加する会合であり、参加する専門家や関連省庁は③と同じである。二つ目は工場周辺のコミュニティ（工場が接している全てのコミュニティ）との会合であり、③の対象と同じである。いずれの会合も KLHK が開催し、AMDAL 書

<sup>23</sup>KLHK「DG of Law Enforcements Annual Report 2021」

類提出後 1～2 週間以内に日時が指定される。二つ目の会合開催の後、申請者は修正指示書（revision notes）を受ける（規定上では 50 日以内とされている）。修正指示書を踏まえて関連書類を修正して再提出した後、再度レビューが行われ（必要に応じてレビューは複数回行われる）、このやり取りの中でどれだけ早く、的確に情報修正ができるかがスケジュールに大きく影響するため、コンサルタントの力量が重要となる。

- ⑧ 建物許可（3～4 か月）  
申請先はボゴール県の公共事業事務所である。
- ⑨ 建設と事業開始が終わるとようやく建屋建設を始めることができ、設備完成次第事業開始となる。なお、事業開始後は 6 か月毎に B3 廃棄物部署がモニタリングを行う。

	0.5 <sup>th</sup> year	1 <sup>st</sup> year	1.5 <sup>th</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	2.5 <sup>th</sup> year	3 <sup>rd</sup> year
①土地利用許可	4-5 m					
②技術許可PERTEK						
③住民説明	10days					
④事前AMDAL		2-3 m				
⑤交通影響評価			4m			
⑥AMDAL書類準備						
⑦AMDAL			<12m			
⑧建物許可					3-4m	
⑨建設→事業開始						

図 2.2.1.3.8. 許認可取得にかかるスケジュール  
(出所：KLHK の情報より調査団作成)

## 2.2.2. 事業性の検討

### 2.2.2.1. 事業化に向けた進捗

#### (1) ITP との JV の進捗

ITP とは継続的な意見交換を行ってきた。まずは FS 作成について、市場調査を行った。既存の受入品目の精査、検討済みドロップリストの確認と再検討、新規検討品目の整理と顧客訪問アプ取り、そして訪問を行った。既存課題の整理についても、現場での課題ヒアリング、原料の品質確認、トクヤマ社と共同での受入可能能力の計算や受入環境改善に向けた提案の検討を進めてきた。さらに、ITP での実績をもとにした CAPEX、OPEX の算出、および FS への落とし込みと、受入価格・数量×土地・設備について楽観・現実・悲観シナリオに仮説分けした財務評価を行い、十分魅力的な事業であることを数字で確認できた。

次に、完成した FS をもとに JV 設立に向けた協議を進めている。事業の展開可能性に注目され、その他 ITP の関連企業にも事業検討の話が波及し、現在 3 社での協業の可能性も見据えて共同協議を継続中である。

#### (2) Jababeka との MOU 進捗

Jababeka とは、同社で発生する排水処理汚泥の検討、同工業団地内のテナント企業から発生する廃棄物のリサイクル検討、その他廃棄物を中心テーマとしながらも様々な事業創

出の可能性を見据えた協議を進めてきた。10月には2社間でMoUを結び、具体的な情報交換も含め取り組んできた。事業創出の可能性の中には、アマタが日本で提供するサービスであるAMITA Smart Ecoと同じ概念によるデジタルプラットフォームの作成（図2.2.2.1.）や、アマタが日本で展開しているMEGURUプラットフォーム構想と現地に既に展開されているゴミ銀行などの既存プラットフォームを包括的に統合した家庭系廃棄物をターゲットとしたサーキュラー・プラットフォームの事業構想（図2.2.2.2.）を提案してきた。

しかしながら、Jababeka社内での2024年1月1日の大幅な組織改編の影響で、検討状況に影響が生じている。今後の進め方については新部署との確認が必要となり、次年度以降の調査事項とはなるが、想定より時間がかかる見込みとなった。

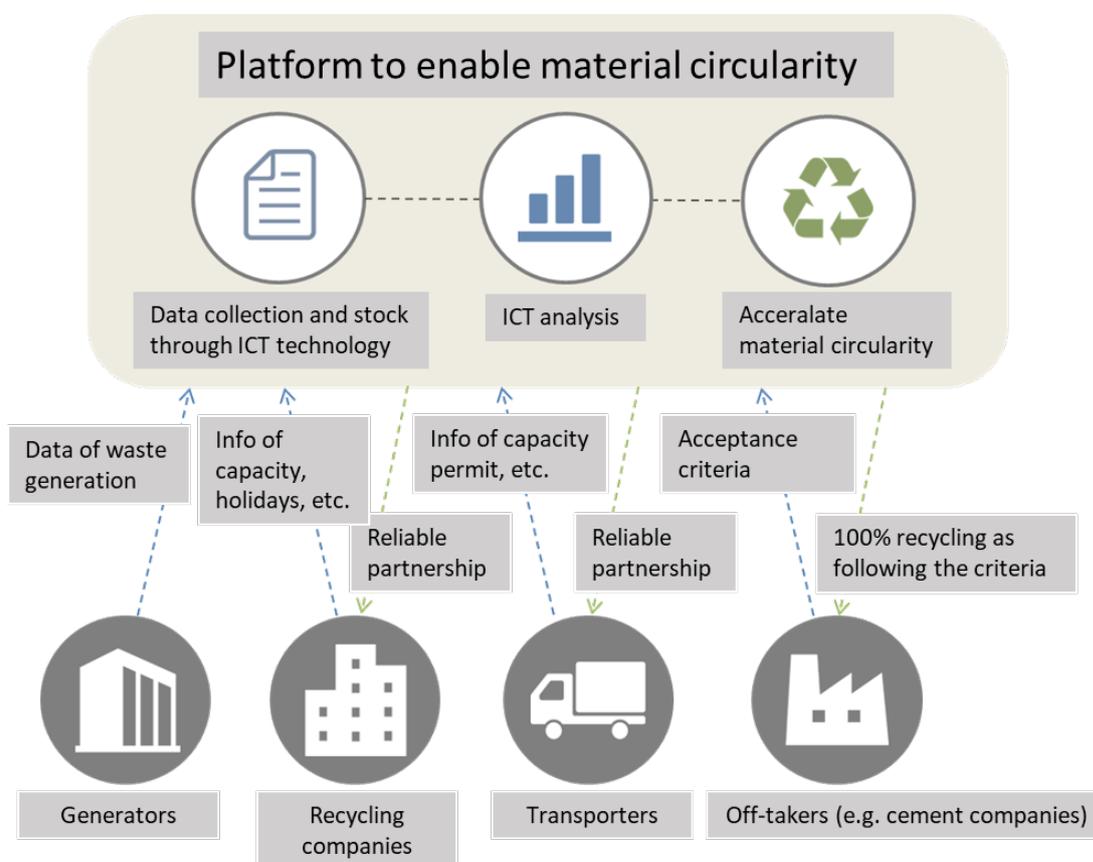


図 2.2.2.1. デジタルプラットフォーム事業の素案  
(出所：調査団作成)

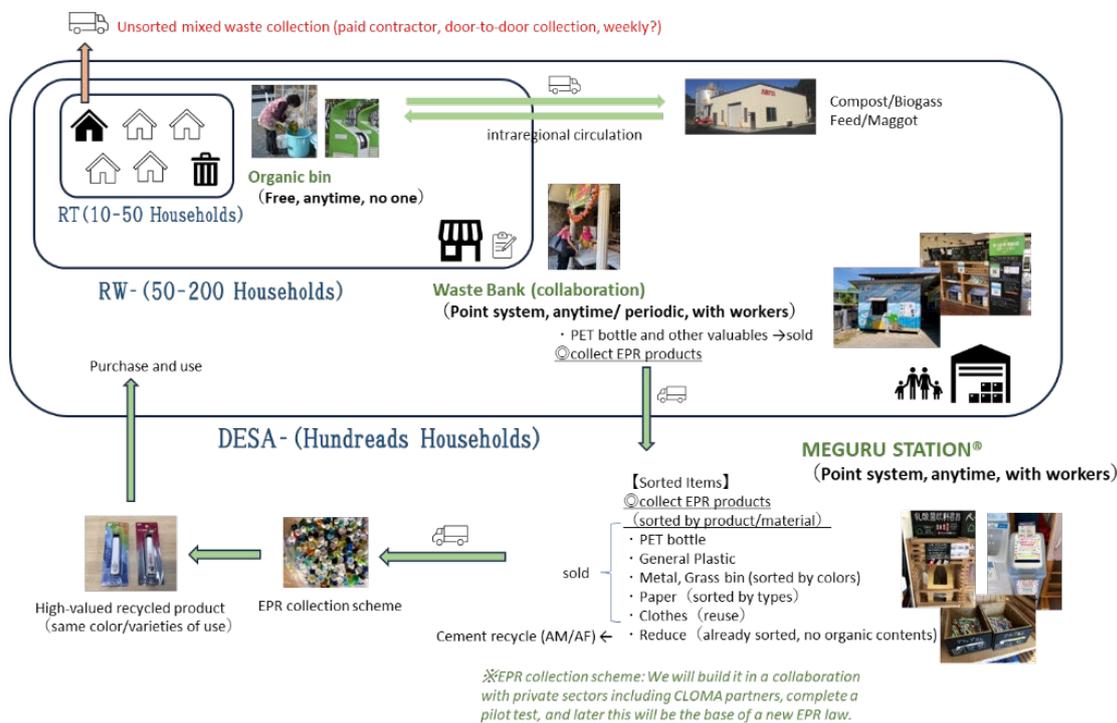


図 2.2.2.2.インドネシアにおけるサーキュラー・プラットフォーム構想  
(出所：調査団作成)

#### 2.2.2.2. 想定される事業モデル

西ジャワ州、ジャカルタ首都特別州、バンテン州を中心としたジャワ島西部各地の製造業工場から排出される排水処理汚泥、焼却灰、ダスト、廃活性炭、廃油、廃酸、廃アルカリ等の固形、液体廃棄物を主原料とし、セメント工場向けに代替原燃料を製造する事業について、導入規模を仮に設定した上で、事業計画案を下記に示す。

##### 【導入規模】

##### 1. AFAM(固体)製造

敷地面積：20,000 m<sup>2</sup>

処理能力：8,000t/月

※現在稼働中の建屋設備を使用する。

##### 2. AF(液体)製造

敷地面積：7,500 m<sup>2</sup>

処理能力：3,000t/月

※アミタ茨城製造所の建屋設備を基準とする。

##### 【処理対象廃棄物種類】

各種製造業の工場から発生する B3 廃棄物のうち、排水処理汚泥、焼却灰、ダスト、廃活性炭、廃油、廃酸、廃アルカリ等の固形、液体廃棄物を対象品とする。

### 2.2.2.3. 事業化に向けた課題、今後の進め方

#### 課題 1：液体廃棄物の市場調査

今年度は固形 B3 廃棄物の調査を中心に行ったが、調査途中で液体 B3 廃棄物の市場ニーズがあることを強く感じたため、液体廃棄物のリサイクル事業も開始している。次年度にかけて液体 B3 廃棄物のマーケット調査、ユーザー（ITP）の規格整理、導入設備等の検討に進む。なお、液体 B3 廃棄物の ITP 側の受入設備について、現状では日本に比べほとんど導入が進んでいない段階であり、ITP への設備導入も含めた検討が必要になると考えられる。

#### 課題 2：既存プラットフォームとの連携

今年度から既存プラットフォームとは意見交換を重ねながら、アミタのインドネシアにおける競争優位性を探してきた。アミタの現地進出スキームとして、既存業者とできる限り共存しながら進出できることを目指したいと考えている。実際にセメントに対する代替原燃料の品質担保は、現地プラットフォームのすべてが現在抱えている課題であると考えられ、アミタの 40 年以上の事業経験が生かせると考えている。運搬含めた処理フローの最適化、現地企業の課題解決に向けた事業スキーム整理に引き続き取り組んでいく。

#### 課題 3：JV 設立に向けたパートナーとの協議

ITP、ITP 関連会社との JV 設立の可能性が高く、現在両者と協議中である。次年度にかけて座組・出資比率・役割分担の合意、および土地の選定に関して ITP 周辺の土地の使用合意を得ることを目指し検討を進める。

#### 課題 4：許認可取得に向けた対応

円滑な許認可取得に向けて、KLHK の AMDAL オフィス、そして環境コンサルタントとの意見交換を進める。同時申請可能な項目の整理含めて進め方を明確化することも必要となっている。

#### 課題 5：適正処理ガイドラインの策定支援

B3 廃棄物の不法投棄を防止し、適正処理を促進するため、セメント協会や KLHK との連携を強化していく。現在ガイドラインの策定がタイムリーに進められており、日本の知見を活かしながらガイドライン策定に寄与したいと考えている。

#### 課題 6：廃棄物の安定的な確保

今後、事業開始に向けて入荷する廃棄物の確保を本格的に進めていく。既存プラットフォームとの連携スキームの整理やサンプリングと想定される取引状況を整理する必要がある。

以上 6 点の課題に加え、FS の精査、設備設計等が必要となる。許可ライセンス取得に約 3 年間かかることを考慮しながら、まずは足元の出資スキームの合意と KLHK やコンサルタントとの協議を進めつつ、市場の確保にも取り組みを進めていく。

## 2.3.一般廃棄物のセメント燃料・堆肥化調査

### 2.3.1. 現地調査の実施

#### 2.3.1.1. 調査背景・目的

##### (1) 背景と目的

Beetle は、北九州市で産業廃棄物の中間処理業を行っている。同社は、グループ会社の中核を担う西原商事を通して、スラバヤ市で一般廃棄物の分別施設と堆肥化施設を設置・運営する実証事業を行った経験を有しており、それらをスケールアップした一般廃棄物の中間処理事業をインドネシアで展開することを 2016 年から模索してきた。

当初は、一般廃棄物を分別して資源ごみの回収と堆肥化を合わせた中間処理施設（処理能力 100～200 t/d 程度）を検討していたが、自治体から処理費（ティッピングフィー）を得ることが難しい、あるいは低過ぎることと、堆肥の販売に課題があり、事業性を担保することが難しいと判断して断念した経緯がある。その後、2020 年に、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 の需要が高まる機運が見受けられたことから、一般的な RDF よりも高カロリーな RPF<sup>24</sup>と堆肥の同時生産の可能性を検討してきた。これまで、西ジャワ州カラワン県、ランプン州バンドルランプン市、西スマトラ州パダン市などで同コンセプトの提案・調整を行ってきたが、実現には至っていない。

西原商事および Beetle のインドネシアにおけるこれまでの実績と検討経緯は表 2.3.1.1.1 の通りである。

表 2.3.1.1.1 西原商事および Beetle のインドネシアにおけるこれまでの実績と検討経緯  
(出所：調査団が作成)

年	取組事項
2013 年	スラバヤ市において分別施設 Super Depo を設置・運営開始（外務省助成）（図 2.3.1.1.1）
2014 年	スラバヤ市において Wonorejo 堆肥化センター（処理能力 20 t/d）を設置・運営開始（JICA 普及実証事業）（図 2.3.1.1.1）
2016 年	スラバヤ市において大規模中間処理施設の実現可能性を検討（環境省我が国循環産業海外展開事業化促進業務）
2017 年	バリクパパン市において大規模中間処理施設の実現可能性を検討（環境省我が国循環産業海外展開事業化促進業務）（図 2.3.1.1.2）
2018 年	バリクパパン市のフォローアップ調査（北九州市補助金）
2020 年	カラワン県、バンドルランプン市において都市ごみの RPF・堆肥化の中間処理設備の導入を検討
2021 年	パダン市において都市ごみの RPF・堆肥化の中間処理設備（処理能力 300 t/d）
2022 年	の導入を検討
2023 年	本調査に参加

<sup>24</sup> 日本 RPF 工業会：Refuse derived paper and plastics densified Fuel の略称で、主に産業系廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした高品位の固形燃料：<https://www.jrpf.gr.jp/rpf-1>

本調査は、Beetle が、西ジャワ州において、都市ごみから RPF と堆肥を同時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。



図 2.3.1.1.1 スラバヤ市において Beetle が設置・運営した分別施設 Super Depo（左）と Wonorejo 堆肥化センター（右）（出所：西原商事）

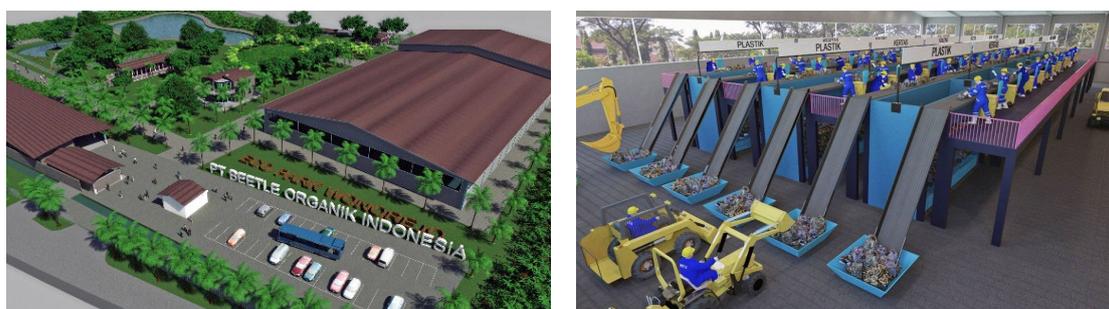


図 2.3.1.1.2 バリクパパン市において検討した大規模中間処理施設の CG イメージ図（出所：西原商事）

## (2) 事業コンセプト

事業コンセプトは、Beetle がスラバヤ市で実証してきた中間処理施設の処理能力をスケールアップするとともに、アウトプットの資源価値を高めることによって事業性を高めようというものである。

RDF の生産設備は、分別、破碎、篩分け、乾燥、圧縮梱包などといった比較的単純な処理工程であり、既設のセメント工場やボイラで燃料として用いるため、焼却やガス化設備などと比べて初期コストおよびランニングコストが低く、経済的優位性が高い（図 2.3.1.1.3）。<sup>25</sup>

<sup>25</sup> PAGE (2021) Policy recommendation: rapid assessment on the effectiveness of green stimulus in the waste sector: <https://www.un-page.org/static/14a3c187a005e4f3c3fa7bd9379869c6/2021-indonesia-rapid-assessment-on-the-effectiveness-of-green-stimulus-in-the-waste-sector-in-indonesia-2021.pdf>

Type of Technologies	Initial Investment Cost (in IDR)	Capital cost (in IDR per ton)	O&M cost (in IDR per ton)	Total Cost (in IDR per ton)
RDF	85 - 425 B	170.000 - 425.000	170.000 - 340.000	340.000 - 765.000
Incinerator	510 B - 1.275 T	374.000 - 935.000	340.000 - 595.000	714.000 - 1.53 M
Gasification	1.36 T - 2.04 T	595.000 - 765.000	595.000 - 680.000	1.1 - 1.46 M
Anaerobic Digestion	240 T - 340 T	204.000 - 323.000	170.000 - 255.000	374.000 - 578.000

Source: Waste to Energy Option in MSWM, GIZ, 2017.

図 2.3.1.1.3 廃棄物処理設備のコスト比較（出所：PAGE, 2021）

インドネシアで一般的に生産・消費されている RDF は、有価物や異物を除去し、生ごみも混ざった状態で乾燥、破砕したフラフ状の資材で、米国試験材料協会（American Society for Testing and Materials: ASTM）が定義している7つある RDF カテゴリのうち、「RDF-3」に該当していると考えられる<sup>26</sup>。今回のヒアリングで得た情報では、このタイプの RDF は最大でも 3,000 kcal/kg 程度とカロリーが低い。一方、Beetle が提案している RDF もこの RDF-3 カテゴリに該当するが、生ごみを含まない高カロリー版である。

同社がスラバヤ市で行ってきた分別、再資源化、堆肥化工程を合わせることによって、含水率が高い生ごみは分別して堆肥にするため、残った可燃性のごみ（プラスチック、紙、布、ゴムなど）は高いカロリー（5,000 kcal/kg 以上）を有する RDF として出荷が可能になる。これは日本で一般的に使われているプラスチックや紙を主材とした廃棄物固形燃料である RPF に近い（表 2.3.1.1.2）。RPF は、キルンの劣化や運転障害を引き起こす塩素分が RDF よりも少ないことや、残渣として埋立が必要な灰分が少ないといった利点である。また、セメントの焼成工程では、温度管理がクリンカの品質に大きく影響するため、石炭に近い発熱量が求められる。インドネシア産の石炭は、オーストラリア産などと比べて発熱量が低い低品位炭が多いが、それでも、4,000～5,000 kcal/kg が一般的である。3,000 kcal/kg 以下の低カロリー RDF では、石炭やその他高カロリー資材とブレンドしてカロリー調節が必要だが、HC-RDF は、石炭と同等あるいはそれ以上のカロリーが期待できるため、逆に、低カロリー RDF のカロリー調節材としても活用が期待できる（図 2.3.1.1.4）。

これらの比較優位性から、インドネシアで普及している低カロリー RDF よりも高い買取価格が期待できるため、従来 Beetle が試みてきた再資源化と堆肥化だけでは難しかった事業性を担保できると考えた。

表 2.3.1.1.2 RDF と RPF の違い（出所：日本 RPF 工業会<sup>27</sup>を基に調査団が作成）

項目	RDF	RPF
組成	生ごみを含む	生ごみを含まない
含水率	高い	低い
発熱量	3,000～4,000 kcal/kg	5,000～10,000 kcal/kg
塩素濃度	高い	低い
灰分化率	20%以下	7%以下

<sup>26</sup> Refuse-derived fuel in Indonesia (2022): <https://ipen.org/documents/refuse-derived-fuel-indonesia>

<sup>27</sup> 日本 RPF 工業会： <https://www.jpfp.gr.jp/rpf-1/rpf-5>

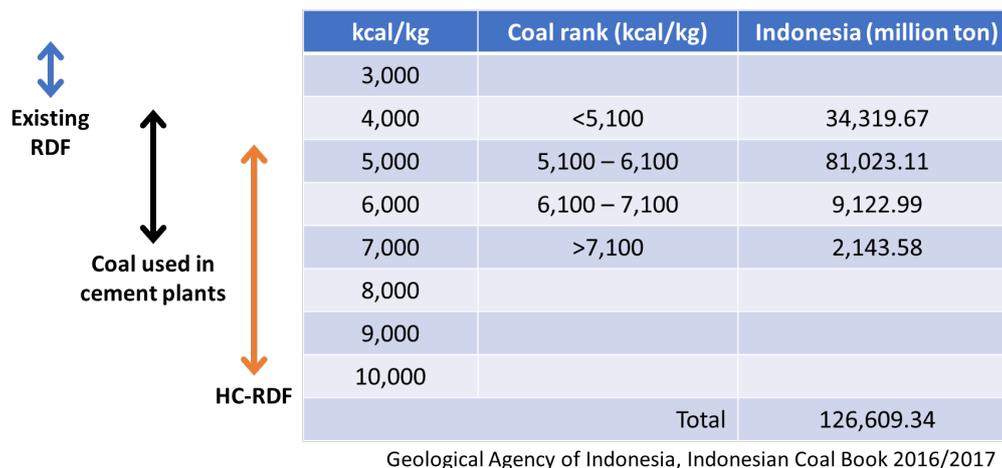


図 2.3.1.1.4 インドネシア産石炭の品位別石炭資源賦存量と RDF のカロリー比較（出所：Geological Agency of Indonesia, Indonesian Coal Book 2016/2017 を基に調査団が作成）

インドネシアでは、広義の廃棄物固形燃料は RDF の用語が使われ、有害廃棄物を含まない廃棄物固形燃料は、SRF（Solid Recovered Fuel）として使い分ける場合があるが、NDC など公文書では、広義の RDF が使われる場合が多い。また、「RPF」は一般的に使われていないため、本稿では、インドネシアで馴染みが深い RDF の用語を用いつつ、一般的な低カロリー-RDF と識別するため、高カロリー-RDF（high calorie RDF）「HC-RDF」と称することにする。

事業で対象とするのは都市ごみ（一般廃棄物）で、中間処理施設の処理能力は 200～300 t/d 程度を想定している。施設では、無分別の一般廃棄物を受入れ、分別ラインで有価物、有機系ごみ、可燃ごみ、その他に分別する。有価物は売却し、有機系ごみは堆肥化して自治体の公園緑化事業などで活用を想定する。可燃ごみは HC-RDF に加工してセメント工場や大型産業用ボイラを有している工場に石炭代替燃料として出荷する。残った有害廃棄物など、リサイクルが困難な廃棄物は、最終処分場に搬出して埋め立てる。これによって、90% 程度の高いリサイクル率を実現し、最終処分場の延命化など、社会課題の解決にも貢献することを目指している（図 2.3.1.1.5）。

なお、代替燃料の生産設備は、エネルギー起源 CO<sub>2</sub> を直接削減するものではない（間接削減に当たる）ため、JCM 設備補助事業の対象にはならないと考えているが、セメント工場などでの石炭使用量の削減、最終処分場からのメタンガス発生の抑制、運搬車両の削減による燃料使用量の削減など、事業を行うことによる CO<sub>2</sub> の排出削減効果は大きいと考えている。

Beetle は、プラスチック資源循環促進法への対応の一環として、北九州市の家庭系一般廃棄物（容器包装プラ・製品プラ）の全量処理委託を受けており、廃プラスチックの石炭代替燃料（CPF：Cube Plastic Fuel）をセメント工場等に出荷している。また、廃棄物から資源回収を行う選別プロセスでの機械化、省人化を積極的に進めている。これら日本で培った廃棄物中間処理・リサイクル・代替燃料化の幅広い技術や知見に加え、スラバヤ市で培った現地適応能力などを合わさることにより、現地の実情やニーズに合致した中間処理設備とサービスを提供できると考えており、インドネシアの他の都市にも展開し得るモデルの構築を目指す。

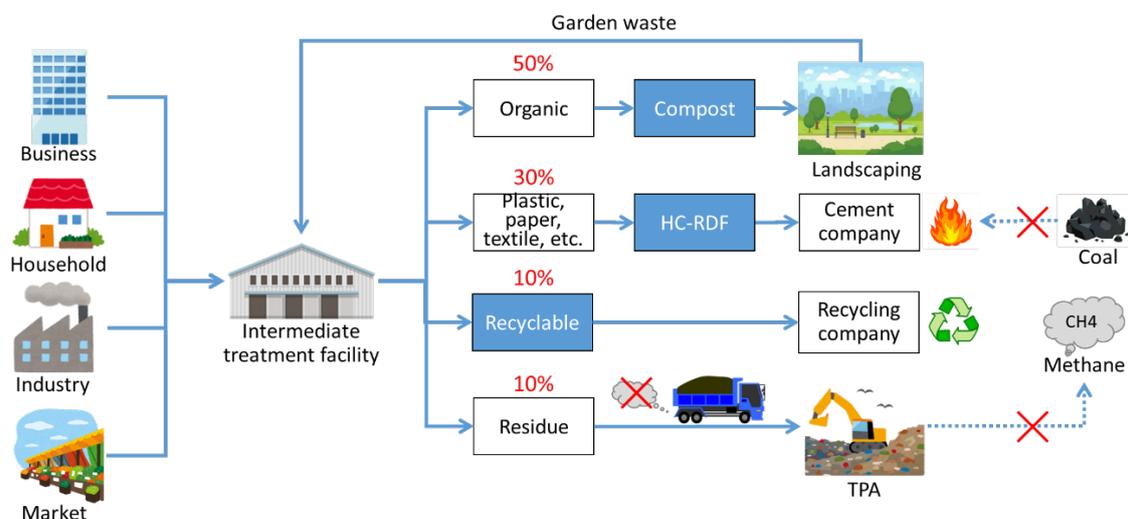


図 2.3.1.1.5 事業化を想定した中間処理施設のコンセプト図  
(出所：調査団が作成)

### 2.3.1.2. 調査対象・方法

今年度は、3 ヶ年間で提案し採択を受けた調査の初年度に当たるため、現状を把握し、今後の調査の方向性やスコープを見定める基礎調査を実施した。

西ジャワ州における事業可能性を調査することに加え、インドネシアの他の地域も含め、既設の RDF 設備や類似する都市ごみの燃料化設備を視察してヒアリングを行うことにより、優良事例を確認するとともに、現状や課題を把握することに努めた。それにより、事業化に向けた課題や可能性、提案事業のコンセプトや Beetle が有している技術・知見の優位性、提案事業で修正が必要な点などについて洗い出すことを狙いとした。

また、インドネシアにおける RDF や類似する都市ごみの燃料化設備に関する施策、課題、補助金などについて把握するため、関連する中央政府機関、自治体の関係部局、国際機関、民間企業などを幅広く訪問し、ヒアリングと協議を行った。

今年度は、これらのために、計 4 回現地調査を行った。なお、4 回の調査では、本調査以外の調査も合わせて行ったが、それらについては別の章で記載したため、ここでは割愛する。

#### 1 回目調査

- 期間：2023 年 9 月 4 日～16 日
- 参加者：
  - 北九州市環境局：1 名（9 月 10 日～16 日）
  - ビートルエンジニアリング：2 名（うち 1 名は自費参加）  
（9 月 10 日～16 日）
  - 地球環境戦略研究機関：2 名

- 訪問先：

組織タイプ	組織名（訪問施設名）
中央政府機関	西ジャワ州環境局
	環境林業省廃棄物管理課
	公共事業住宅省統合廃棄物管理課
地方自治体	チラチャップ県環境局（SBI Cilacap Factory）
	バニユマス県環境局（BLE TPA Banyumas）
	チレゴン市環境局（TPSA Bagendung Cilegon）
	ジャカルタ都環境局（TPST Bantar Gebang）
	シドアルジョ県環境局（TPA Griyomulyo）
	スラバヤ市環境局（Super Depo、Wonorejo compost centre）
	デンパサール市環境局（Kesiman Kertalangu TPST、Padang Sambian TPST、Tahura TPST）
政府系機関	PMO TKPR Jabodetabek-punjur
	Asosiasi Semen Indonesia
地方公営企業	Java Barat Bersih Lestari (JBL)
企業	PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk
	PT Solusi Bangun Indonesia Tbk
	PT PLN Indonesia Power
	PT Suparma Tbk

## 2 回目調査

- 期間：2023年10月25日～29日
- 参加者：
  - ビートルエンジニアリング：2名（うち1名は自費参加）
  - 地球環境戦略研究機関：1名
- 訪問先：

組織タイプ	組織名（施設名）
地方自治体	デポック市環境局（TPA Cipayung）
	チレゴン市環境局（TPSA Bagendung Cilegon）
企業	PT PLN Indonesia Power (PLTU Suralaya)
	PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk
	PT Cemindo Gemilang

## 3 回目調査

- 期間：2023年11月12日～18日
- 参加者：
  - 地球環境戦略研究機関：1名
- 訪問先：

組織タイプ	組織名（施設名）
中央政府機関	公共事業住宅省西ジャワ支局
地方自治体	バンドン市環境局
在外公館	在インドネシア日本国大使館
政府系機関	Asosiasi Semen Indonesia
企業	PT Cemindo Gemilang

#### 4 回目調査

- 期間：2024年1月21日～1月26日
- 参加者：
  - 北九州市環境局：2名
  - ビートルエンジニアリング：1名（1月21日～24日）
  - 地球環境戦略研究機関：2名
- 訪問先：

組織タイプ	組織名（施設名）
自治体	チレゴン市 <ul style="list-style-type: none"><li>• 市長室</li><li>• 環境局（TPSA Bagendung Cilegon、TPST ASARI）</li><li>• ごみ銀行（Bank Sampah Menderma、Bank Sampah Berkah Lestari、Bank Sampah Ikhtiar）</li></ul>
	バンテン州開発計画局
	セララン県環境局（TPST Kibin、TPSA Bojong Menteng 建設予定地）
国際機関	世界銀行
	JICA インドネシア
企業	PT Sinar Mas Land

#### 2.3.1.3. 調査結果

##### (1) 関連施策、法規制

##### RDFの導入推進施策

インドネシア政府は、廃棄物の処理目標として、「2025年までに家庭ごみを30%削減し70%適正処理」することを定めた大統領令 No. 97/2017 を発布している<sup>28</sup>。同政令の付属書 II には、2017年から2025年までの実施計画が記されており、その中に、「廃棄物をセメントや RDF 産業の代替燃料として利用する」計画があり、2025年までに計10の都市で RDF 設備を設置することを目指している。

##### セメント産業で RDF を混焼した場合の環境規制

セメント産業における事業活動の排出基準に関する環境林業省令 No. 19/2017<sup>29</sup>では、セメント産業で家庭系ごみから作った RDF を混焼する場合には、同付属書 III に示された排出基準（表 2.3.1.3.1）に従うこと、4年に1度モニタリング検査を受けることが規定されている。同基準では、ダイオキシン類およびフランの含有量は、0.1ng TEQ/Nm<sup>3</sup>以下と定められている。

<sup>28</sup> Presidential Regulation No. 97/2017: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/73225/>

<sup>29</sup> Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 97/2017: [https://jdih.go.id/files/146/P.19%20\(1\).pdf](https://jdih.go.id/files/146/P.19%20(1).pdf)

表 2.3.1.3.1 環境林業省令 No. 19/2017 付属書 III におけるセメント産業が家庭系ごみから作った RDF を混焼した場合の排出基準  
(出所：環境林業省大臣令 No. 19/2017 付属書 III)

No	Parameter	Satuan	Nilai Baku Mutu Emisi
1	Partikulat*	mg/Nm <sup>3</sup>	60
2	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )*	mg/Nm <sup>3</sup>	650
3	Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> )*	mg/Nm <sup>3</sup>	800
4	Hidrogen Fluorida (HF)*	mg/Nm <sup>3</sup>	2
5	Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm <sup>3</sup>	20
6	Karbon Monoksida (CO)*	mg/Nm <sup>3</sup>	625
7	Cadmium (Cd)	mg/Nm <sup>3</sup>	0,2
8	Merkuri (Hg)	mg/Nm <sup>3</sup>	0,2
9	Lead (Pb)	mg/Nm <sup>3</sup>	5
10	Arsenik (As)	mg/Nm <sup>3</sup>	1
11	Nikel (Ni)	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5
12	PCDD/F (Dioxin dan Furan)**	ng TEQ/Nm <sup>3</sup>	0,1

#### 廃棄物処理事業に係る許認可

インドネシアで廃棄物処理設備を建設するにあたっては、環境影響評価（AMDAL）を受ける必要がある。AMDAL で必要な書類や手続きは事業の規模や種類に応じて異なり、環境林業省令 No. 4/2021<sup>30</sup>に詳述されている。また、廃棄物の収集運搬・処理事業を行うためには、各自治体が発行するライセンス（Swakelola<sup>31</sup>）が必要である。今回、Beetle は、一般廃棄物の中間処理事業に参画するにあたり、設備の建設主体、あるいは、廃棄物の収集運搬・処理主体のいずれにもならず、技術提供やアドバイザーなどで実施主体と契約を締結することを想定しているため、ここでは、これらの詳細については割愛する。

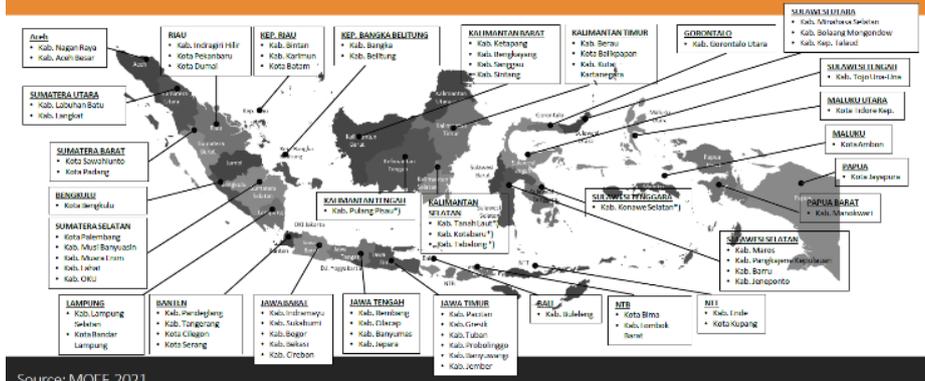
#### RDF 生産設備の導入対象

一般廃棄物から生産された RDF は、主にセメント工場のキルンまたは石炭火力発電所のボイラで石炭やバイオマス燃料などと混焼されることが想定されている。収集運搬のコストを考慮すると、RDF 生産設備は、これらの設備の近隣地域に設置されるのが理想的である。環境林業省（以下、KLHK）および公共事業住宅省（以下、PUPR）は、それぞれ、既設のセメント工場と既設の石炭火力発電所の位置を示した RDF 設備のポテンシャルマップを発行している（図 2.3.1.3.1、図 2.3.1.3.2）。さらに、両省では、既設の産業用ボイラ設備への RDF の導入も検討を始めている。

<sup>30</sup> Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 4/2021: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/210998/permen-lhk-no-4-tahun-2021>

<sup>31</sup> <https://bppk.kemenkeu.go.id/balai-diklat-keuangan-makassar/artikel/definisi-dan-tipe-swakelola-481542>

RDF Potencies in Indonesia  
(Based on Distribution of Coal Power Plants and Cement  
Factories in Indonesia)



Source: MOEF, 2021  
図 2.3.1.3.1 インドネシアにおける RDF のポテンシャルマップ (2021 年)  
(出所: インドネシア環境林業省)

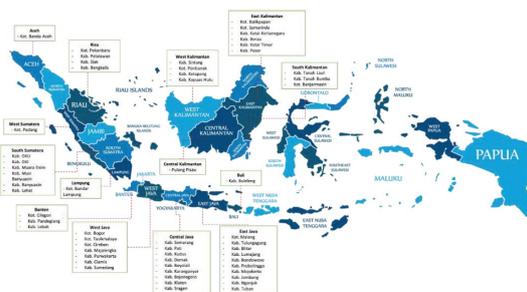


Figure 3. RDF Potential Location with Offtaker of Cement Industry

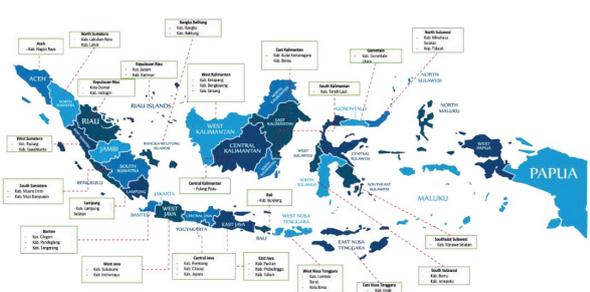


Figure 4. RDF Potential Location with Offtaker of PLTU

図 2.3.1.3.2 インドネシアにおける RDF のポテンシャルマップ (2021 年) のうち、既設セメント工場の位置 (左) と既設石炭火力発電所の位置 (右)。  
(出所: インドネシア公共事業住宅省)

RDF ガイドライン

KLHK は、RDF の適正な生産と利用を促すため、家庭系一般廃棄物から RDF を生産し、セメント工場および石炭火力発電所で石炭代替燃料として利用するための RDF ガイドラインを、GIZ の支援を受けて、2016 年に作成した (図 2.3.1.3.3)。

その後、インドネシア初の RDF プラント (於: 中部ジャワ州チラチャップ県) が 2020 年から稼働を開始し、RDF の生産に関する知見が増えてきたことや、セメント工場などオフテイカーからカロリー不足などの課題が指摘されはじめていることから、KLHK は、同ガイドラインの更新を計画している。その端緒として、2023 年には、国営インフラ融資会社 (PT SMI) が KLHK から委託を受けて関係機関へインベントリー調査を実施している。

本調査で KLHK の廃棄物管理課と協議した中で、同ガイドラインの更新にあたって連携を期待する声が聞かれた。



図 2.3.1.3.3 2016 年に KLHK が作成した RDF ガイドラインの表紙  
(出所：KLHK, 2016)

### (2) セメント産業における代替燃料化の動向

Asosiasi Semen Indonesia (ASI) は、1969 年に設立したセメント産業の業界団体で、現在、15 のセメント関連企業がメンバーに加盟している。ASI へのヒアリング結果概要は以下の通りである。

- インドネシアにおけるセメント市場の動向 (2016~2023 年) は、生産能力は 99.4Mt/y から 118.9Mt/y と年々増加しており、今後 5 年間で年 2~4%の増産を見込んでいる。
- インドネシアのセメント焼成工場における 2022 年の代替燃料の混焼率は、平均して 7.8%だが、SGI、SBI、ITP は 20%程度に達している。セメント産業としての代替燃料の混焼率目標はないが、ASI としては 2030 年までに 19.8%まで引き上げたい意向。
- セメント産業における石炭代替燃料は、有害廃棄物 (B3)、産業廃棄物、バイオマス、一般廃棄物 (都市ごみ) などがあり、産業廃棄物が最も多く (70~80%)、一般廃棄物やバイオマスの割合はまだ少ない。
- インドネシア政府は、セメント産業を RDF の最大の消費セクターと捉え、8000 t/d のポテンシャルがあると考えている。
- ASI は、インドネシア産業省から、セメント産業の 2060 までの脱炭素ロードマップを作成する依頼を受けており、調査団は ASI から作成に協力するよう依頼を受けた。

### (3) 既設/計画中の RDF 等設備の動向

ここでは、現場視察やヒアリングを通して把握した既設あるいは新設計画がある主な RDF 等の設備動向について、西ジャワ州とその他地域に分けて整理した。

#### 西ジャワ州

西ジャワ州では、西ジャワ州が主導して計画している広域 RDF 事業 Nambo プロジェクトがある。ボゴール市、ボゴール県、ブカシ市、デポック市、南タンゲラン市から都市ごみを集めて RDF を生産し、ITP がオフテイクすることを想定している。2010 年から計画があり、当初は 1,000 t/d の処理能力が計画されていたが、1,500 t/d、2,000 t/d と徐々に規模が拡大し

ている。これまで2度に渡って入札が行われたが、設備の建設・運転に至らなかった経緯がある。

現状の Nambo プロジェクトでは、一般廃棄物の処理能力 1,800~2,300 t/d の RDF 設備を設置することが計画されている。西ジャワ州が出資しているインフラ開発会社 PT Jasa Sarana の子会社である PT Java Barat Bersih Lestari が運営主体となることが想定されており、JT Jasa Sarana と入札落札会社の共同資本で運営することが予定されている。2023 年中に入札が実施され、2024 年 1 月には決定すると聞いたが、その後の進捗については把握できていない。

Nambo プロジェクト以外では、世界銀行が PUPR に融資を行って進めている「地方都市・大都市における固形廃棄物処理の改善支援」プロジェクト（以下、ISWMP）<sup>32</sup>において、RDF 生産設備の建設が進められている。バンドン市、バンドン県、デポック市、インドラマユ県で複数の RDF 生産設備の建設計画があり、合計処理能力は 1,000 t/d を超えている。既に設置済みのパイロット施設を除き、2026 年から稼働開始を予定している（「2.3.2.2. 世界銀行の ISWMP 事業」参照）。

それ以外では、タイ王国のサイアム・セメント・グループ（以下、SCG）のインドネシア現地法人 PT SCG Indonesia が、スカブミ市において、処理能力 330 t/d の RDF 設備を建設し、100 t/d の RDF を生産してする計画がある。<sup>33</sup>

#### 西ジャワ州以外の地域

西ジャワ州以外で、既に設置されて稼働している大型 RDF 設備としては、ジャカルタ都の最終処分場である TPA Bantar Gebang（場所）にジャカルタ都が建設した TPST Bantar Gebang があり、設計処理能力は 2,000 t/d である。ジャカルタ都は、これ以外にも、北ジャカルタの Rorotan 地区に 2,500 t/d の RDF 生産設備を、西ジャカルタの Pegadungan 地区に処理能力 2,000 t/d の RDF 生産設備を建設予定で、2024 年度中に入札が予定されている。また、東ジャカルタおよび南ジャカルタでも、それぞれ処理能力 2,000 t/d 規模の RDF 生産設備の建設計画があるという話を複数の関係者から聞いた。

世界銀行の ISWMP 事業では、西ジャワ州以外で、東ジャワ州トゥバン県、バンテン州チレゴン市、西スマトラ州パダン市、バリ州ギャンヤール県の 4 カ所で 200~300 t/d 規模の RDF または Bahan Bakar Jumptan Padat（以下、BBJP）の生産設備を計画しており、2026 年から稼働開始を予定している（「2.3.2.2. 世界銀行の ISWMP 事業」参照）。

今回現地視察を行ったその他の RDF 生産設備では、バリ州デンパサール市の処理能力 1,020 t/d の RDF 設備、中部ジャワ州チラチャップ県の処理能力 200 t/d の RDF 生産設備（現状の処理量は 150 t/d）、中部ジャワ州バニユマス県の 200 t/d の RDF 生産設備（現状の処理量は 50 t/d）、東ジャワ州シドアルジョ県の 300 t/d の RDF 生産設備（現状の処理量は 50 t/d）を訪問し、稼働状況を確認した。いずれも目標生産量には達していなかった。

その他では、アチェ州において 300 t/d の RDF 生産設備の建設計画などもある<sup>34</sup>。

このように、インドネシア全土で RDF 設備は建設計画が目白押しである。

#### (4) RDF 生産設備の事例

現地調査で視察を行った RDF 生産設備のうち、主な事例の概要を以下に示す。

<sup>32</sup> World Bank: Improvement of Solid Waste Management to Support Regional and Metropolitan Cities: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P157245>

<sup>33</sup> Ibcisd: <https://ibcsd.or.id/news-insights/scg-breaks-ground-on-innovative-rdf-technology-project-in-sukabumi-bolstering-sustainability-efforts/>

<sup>34</sup> Aceh Province: <https://dlhk.acehprov.go.id/2021/09/pemerintah-aceh-jalin-kerjasama-dengan-pt-solusi-bangun-indonesia-tbk-untuk-pengelolaan-sampah-di-tpa-regional-blang-bintang/>

### SBI Cilacap RDF 工場

2020年に稼働を開始したインドネシアで初となる本格的な RDF 生産工場。PUPR、KLHK、デンマーク政府、中部ジャワ州、チラチャップ県、SBI の資金拠出により設立された。

一般ごみを受入れ、破碎、バイオメンブラン手法（メンブランシートでカバーしてブローにより強制的に通気して発酵）により 1 バッチ 21 日間かけて高温発酵させて水分を飛ばし、篩分けして生産している（図 2.3.1.3.4）。処理能力は 200 t/d だが、実際の最大生産量は 150 t/d とのことである。

原料にはフレッシュごみは使っておらず、最終処分場で 1 ヶ月間程度寝かせ、有機物が分解して水分が大方飛んだごみを使っていた。

Unilever Indonesia は、Cilacap で生産された RDF に対して、Rp 100,000/ton を同社が生産しているプラスチックの拡大生産者責任（EPR）におけるオフセット代金として支払っており、RDF 生産量の 7 割（RDF の約 70% はプラスチックであるため）をオフセット分とカウントしている。インドネシアにはまだ EPR に関するガイドラインやルールがないため、これは企業間の自発的な取組となっている。

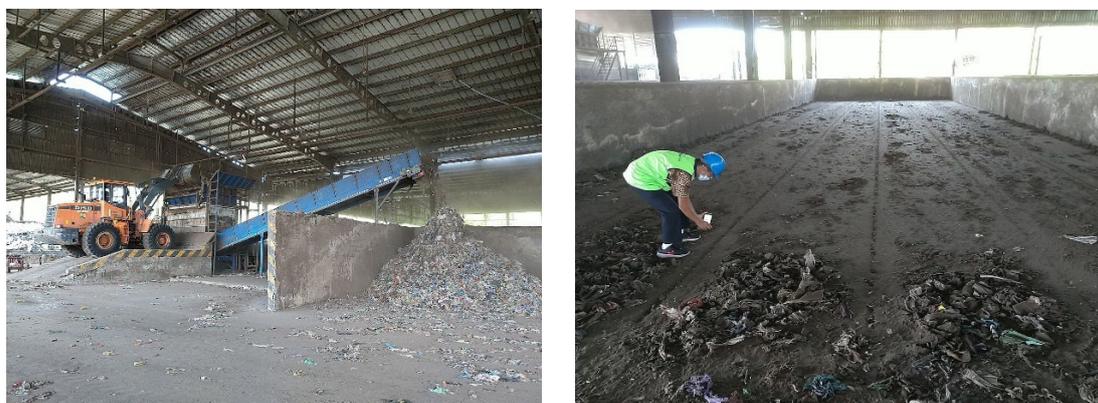


図 2.3.1.3.4 SBI Cilacap RDF 工場におけるごみの破碎プロセス（左）とバイオメンブラン用のピット（右）（出所：調査団が撮影）

### TPST Bantar Gebang

ジャカルタ特別州が建設・運営している処理能力 2,000 t/d の大型 RDF プラントで、2023 年 7 月に運転を開始した。設立・運営資金は 100% ジャカルタ特別州が出資しており、デザインと建設（DB）方式で入札が行われ、PT Adhi Karya が落札した。PT Adhi Karya は韓国の技術を導入して設備導入が行われ、試運転を経てジャカルタ特別州が運営・管理している。

処理能力 2,000 t/d のうち、1,000 t/d はフレッシュごみ、1,000 t/d は最終処分場の掘り起こしごみでカバーする計画となっている。フレッシュごみは、保管ピットで水抜き（2 日間）後、分別、破碎、篩分け、乾燥（天日・攪拌乾燥→ロータリーキルン）、保管により RDF を生産している。ロータリーキルンの燃料にも、生産した RDF を用いているとのことである（図 2.3.1.3.5）。一方、処分場掘り起こしごみからは、石などの異物除去（篩分け）と破碎だけの単純な工程で RDF を生産している。掘り起こしごみからは大量に生産できているようだが、フレッシュごみからは明らかに 1,000 t/d も処理できていないように見受けられた。

RDF のオフテイクは ITP と SBI のセメント会社 2 社と契約している。オフテイクの標準要件は、含水率 < 20%、サイズ < 5 cm、発熱量 > 3,000 kcal/kg である。RDF のオフテイク価格は、石炭指数価格を基にした計算式があり、毎月見直されているとのことである（24～44 USD/kg）。



図 2.3.1.3.5 TPST Bantar Gebang の RDF 施設におけるフレッシュごみの受入・保管ピット（左）と分別ライン（右）（出所：調査団が撮影）

#### デンパサール市の RDF 生産設備

PUPR が施設の建設を支援し、入札により PT Bali Citra Metro Plasma Power (BCMPP) がデンパサール市から 20 年間の長期契約を獲得して運営している。機械設備は BCMPP が導入したもの。

デンパサール市内の別々の場所に設置された 3 つのプラントから成り、全体の処理能力は計 1,020 t/d。メイン施設となる Kesiman Kertalangu TPST（以下、KK）は乾燥工程（ロータリーキルン）、圧縮梱包工程を備えている。Padang Sambian TPST は乾燥、圧縮梱包工程がないため、分別・破碎したごみを KK に搬出して処理している。また、Tahura TPST では KK のロータリーキルンの燃料に用いるためのウッドチップと木質ペレットを専用に生産しており、KK の乾燥工程は 100% バイオマス燃料で、内製化を実現している。

RDF の生産プロセスは、ごみの受入れ後、分別、破碎、篩分け、重量選別、乾燥（ロータリーキルン）を経た後、ブリケット・マシンで圧縮加工してブリケットにするか、あるいは、ベイラー（1 ユニット 1 ton）に圧縮梱包するかのいずれかで加工され、出荷されている（図 2.3.1.3.6）。

一部のベイラーは、東ジャワ州トゥバン県にフェリーで搬送され、PT Solusi Bangun Indonesia Tbk（以下、SBI）などのセメント工場がオフテイクしている（オフテイク価格の約 70% がフェリーによる輸送費）。



図 2.3.1.3.6 Kesiman Kertalangu TPST の RDF 生産設備における分別ライン（左）とロータリーキルン乾燥機（右）（出所：調査団が撮影）

(5) RDF 等の需要、オフテイク条件、買取価格

代替燃料の需要

今回の調査でヒアリングを行ったセメント会社と電力会社における石炭代替燃料の導入状況と今後の受入目標を表 2.3.1.3.2 に整理した。各社とも代替燃料の受入れを積極的に進めており、受入れ余力は大きい。

表 2.3.1.3.2 ヒアリングを行ったセメント会社と電力会社における石炭代替燃料の受入れ状況と受入れ目標（出所：調査団がヒアリング結果を基に作成）

オフテイカー	代替燃料の現状受入れ状況	代替燃料の受入れ目標
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (ITP) <sup>35</sup>	18.1% (2022 年実績)	25% (2025 年) 42% (2030 年)
PT Solusi Bangun Indonesia Tbk (SBI) <sup>36</sup>	1,582,844 t/y (2022 年実績)	最低 1.0 Mt/y (2025 年) 最低 1.4 Mt/y (2030 年)
PT Cemindo Gemilang	6% (2023 年実績)	22% (2030 年)
PT PLN Indonesia Power (IP)	2% (2023 年実績)	10% (2025 年)

代替燃料の買取価格

セメント工場や石炭火力発電所、ボイラを有している工場など（オフテイカー）が提示している RDF や BBJP の買取価格（輸送費を含まない工場渡し価格）を、ヒアリングを行った生産者、オフテイカーから得た情報を基に表 2.3.1.3.3 に整理した（企業などが特定できないよう、情報は匿名化した）。RDF の買取価格は、Rp 350～700/kg の範囲で幅があったが、Rp 400～500/kg が一般的であった。同じオフテイカーでも、カロリーや含水率など品質に応じて買取単価を調整しているところが多かった。一方、BBJP の買取価格は、Rp 400～1,500/kg とより幅が広く、オフテイカー（地域）によって大きな差が見られた。BBJP はまだ生産量も生産者も限られていることから、適正価格が定まっていない印象を受けた。

表 2.3.1.3.3 ヒアリングを通して得た RDF と BBJP の買取単価（輸送費を含まない工場渡し価格）（出所：ヒアリングを基に調査団が作成）

代替燃料の種類	オフテイカー	Rp/kg	備考
RDF	セメント工場 A	400	
	セメント工場 A	350～500	品質に応じて価格を調整
	セメント工場 B	450	
	セメント工場 B	450～500	品質に応じて価格を調整
	セメント工場 C	400	品質に応じて価格を調整
	工場（ボイラ）A	700	
	工場（ボイラ）B	500～600	品質に応じて価格を調整
BBJP	石炭火力発電所 A	1,500	
	石炭火力発電所 B	400	
	石炭火力発電所 C	880	

<sup>35</sup> ITP (2022):

[https://www.indocement.co.id/resource/03.%20Investor/3.8.4%20Presentasi%20Hubungan%20Investor/2022\\_FY\\_Indocement\\_EN\\_G\\_FINAL.pdf](https://www.indocement.co.id/resource/03.%20Investor/3.8.4%20Presentasi%20Hubungan%20Investor/2022_FY_Indocement_EN_G_FINAL.pdf)

<sup>36</sup> SBI (2022): [https://solusibangunindonesia.com/wp-content/uploads/2023/04/SBI\\_SR\\_2022\\_Final.pdf](https://solusibangunindonesia.com/wp-content/uploads/2023/04/SBI_SR_2022_Final.pdf)

#### セメント工場における RDF のオフテイク状況・条件

- 基本的に、フラフ状での受入が大半だったが、長距離輸送のため、デンパサル市ではベールとブリケットに圧縮梱包して、東ジャワ州および中部ジャワ州のセメント工場に船輸送していた。
- セメント工場それぞれで独自の受入基準を設けているが、一般的には、含水率<20% または<25%、カロリー >3,000 kcal/kg、フラフのサイズ 2~5 cm または 5~8 cm であった。サイズについては、場合によっては 20 cm 以上でも受入可能というセメント工場もあった。
- 特に含水率の要件を満たせていない RDF が多いとのことだった。受入れ基準を満たせていなくても、現状では受け入れており、よりカロリーが高い資材と混合・調整して利用しているとのことである。ただし、受入基準を下回っている場合は、買取単価もそれに応じて下げているとのことだった。
- より高いカロリーの RDF を求める声が各社から聞かれた。具体的には、せめて 3,300 kcal/kg の発熱量は欲しいという指摘があった。一方で、品質よりも、量を確保する必要があるという声も聞かれた。
- RDF は塩素含有率が高いため、混焼率は 5%程度に留めるという声が聞かれた。今後、混焼率を上げていくためには、塩素バイパスなどの設備導入が必要である。

#### 石炭火力発電所における BBJP のオフテイク状況・条件

- 石炭火力発電所の代替燃料には 5 つの規格がある：①BBJP、②おがくず、③籾殻、④パーム残渣（PKS：パーム核殻）、⑤木屑。
- IP の目標は石炭を 100%バイオマスに置き換えることであり、2025 年までにバイオマス混焼率を 10%まで引き上げる目標を掲げている。現在はわずか 2%である。
- 石炭火力発電所に投入するバイオマス燃料は、ボイラーシステムにより 3 つのサイズクラスがある：①微粉炭（PC）ボイラ用微細フラフ、②循環流動床（CFB）ボイラ用ペレット、③ストーカボイラー用ブリケット。バイオマスや他の代替燃料との混焼という点では、ストーカボイラーが最も混焼が簡単で、次いで CFB ボイラ、そして最も難しいのが PC ボイラである。
- 木質系バイオマスなどは PC ボイラ用の細粒化が難しいが、BBJP（堆肥）はふるい分けで容易に細粒化できるのが利点。また、プラスチックも細粒化が難しく、専用の破砕機が必要になる。
- PI は 2017 年から BBJP を研究しており、当初は名称が異なっていた。ロンボクの発電所で 3%の BBJP 混焼を達成。チラチャップの発電所でも 5%の BBJP 混焼を達成している。
- 推奨されている受入要件は、微粒子状の乾燥有機物で、不純物は 10% まで許容（100% 有機物由来を推奨）、含水率 <20%、カロリー >3,500 kcal/kg
- RDF と BBJP の主な違いは有機物含有量で、BBJP の最低有機物含有率は 80%。受入れ基準は発電所によって異なるが、PI では不純物は 10% まで許容している。
- 市場の有機廃棄物から作る BBJP の発熱量は含水率 20~25%で 3,400kcal/kg 程度だが、プラスチックが混ざっていれば 4,000kcal/kg 程度に達する。
- 発熱量的にはプラスチックが混入していた方がよいが、ボイラの運転に不確定要素が起こる恐れがあるため、100%有機物の方が安全とのことである。東ジャワ州の PT PLN Nusantara Power では、100%有機物が求められていた。
- BBJP は石炭サイロで混合され、一緒にボイラに供給される。ボイラに投入するためのフィーダーでの熱（約 70℃）でプラスチックが溶けてしまうことから、プラスチックの混入は推奨されていない。

#### (6) 処理能力

- 大規模（1,000 t/d 以上）、中規模（200～300 t/d 程度）の RDF 生産設備を多く視察したが、いずれも目標とする処理能力に達していなかった。
- 最終処分場の掘り起こしごみから RDF を生産する工程は、既に有機物が分解して乾燥しているため、石などの異物を篩分けで取り除き、破碎するだけのため、1,000 t/d 程度の RDF を生産することも可能なように見受けられた。
- フレッシュごみでは、100～200 t/d 程度でも苦戦している状況が伺えた。特に、分別ラインが単線のところが多く、インプット量に対して処理能力が間に合っていない設備が多かった。設備のデザイナーの知見が不十分なことが伺えた。
- RDF、BBJP とともに、オフテイカーが求める品質要件を満たす上で、乾燥工程が重要な役割を担っているが、デンパサールのようにバイオマス燃料 100%での運営が求められる場合は、乾燥工程（ロータリーキルン）のための燃料不足がボトルネックになる可能性が想定される。

#### (7) ファイナンス

- ジャカルタ都が自己資金で建造した TPST Bantar Gebang を除いて、ほとんどの RDF 生産設備は、ドナー（主に PUPR）から資金提供を受けて建造されている。
- ドナー以外で、設備投資を行う投資家（インベスター）がいないことが課題として多くの関係者から指摘されていた。入札を行っても不落になるなど、収益性が見込めず、リスクが高いため、民間企業にとって投資環境が整っていないことが伺えた。
- オフテイカーが出資して設置している事例では、スカブミ市（SCG が出資）やアチェ州（SBI が出資）などがある。
- ドナーの支援を得て建造された設備でも、運営コストの高さと、RDF/BBJP の販売益の少なさから、利益はほとんど出ていない、あるいは収支はマイナスであるという声が多く聞かれた。
- オフテイカーが遠方の場合は、輸送費が高かつき、収益性が低いという事例もいくつか見られた。
- いくつかの生産設備で、最も収益性が高いのは、RDF や BBJP の売却益ではなく、有価物の回収・販売（特にリサイクルプラスチック）だという声が多かった。

#### (8) 設備の運営体制・能力

- 一般廃棄物の処理責任は地方自治体にあるため、ほとんどの RDF 等生産設備の運営は自治体が担っていた。一部の自治体は民間企業に運営を委託していた。
- 地方自治体がビジネスを行うには多くの制約があるため、地方公営企業（BUMD: Badan Usaha Milik Daerah）あるいは地域公共サービス公社（BLUD: Badan Layanan Umum Daerah）を設立して運営を委託している場合が多かった。
- BUMD や BLUD は、技術的な能力を有していない場合が多いため、技術やノウハウを有している民間企業を入札あるいは随意で選定して JV を組むか、あるいは業務委託を行っている事例が多いようであった。
- 地方自治体の規制により民間企業との契約は 5 年に制限されているが、デンパサール市は、民間企業と 20 年の長期契約を結んでいた。
- 一部の民間オペレーターにはティッピングフィーが支払われていたが（デンパサール市の場合）、ほとんどの地方自治体はティッピングフィーを民間オペレーターに支払っていないようであった。
- 大規模、中規模の RDF 生産設備では、分別などに機械を導入していたが、それでも多くの作業員が手選別ラインなどで作業しており、機械化による人員削減はあまりうまくいっていないという印象を受けた。作業スタッフ数は、ジャカルタ都の TPST

Bantar Gebang で 160 名、デンパサール市の Kesiman Kertalangu TPST で 115 名だった。

- いくつかの生産設備では、機械の故障により生産性の維持や継続的な稼働が困難になっているとの声が聞かれた。設備そのものの性能が低いことに加え、オペレーション能力の低さも伺えた。また、メンテナンスやバックアップ体制があまり考慮されていないように見受けられた。
- 中央政府機関または自治体が設備を設置する政府調達の場合、調達する設備や機器は国産化率 (TKDN) <sup>37</sup> に準拠する必要がある。廃棄物管理セクターの TKDN 比率は 30% であることから、高品質な輸入機械の導入が制限されていることも、故障などの要因かもしれない。

## 2.3.2. 事業性の検討

### 2.3.2.1. 対象事業の絞り込み

「2.3.1. 現地調査の実施」で行った現地調査の結果を踏まえ、事業の方向性について検討を行った。現在計画中的 RDF 等のプロジェクトや機会の中で、本調査で対象としていた西ジャワ州では、あいにく有望な事例は見いだせなかった。一方、バンテン州チレゴン市を対象とした ISWMP 事業と連携する機会を見いだせた。また、バンテン州では他にも今後連携できそうな候補案件を見いだせた。

### 2.3.2.2. 世界銀行の ISWMP 事業

世界銀行では、インドネシアにおける都市の廃棄物管理能力の向上を図ることを目的に、Improvement of Solid Waste Management to Support Regional and Metropolitan Cities (ISWMP) 事業を 2020~2025 年の 5 カ年間かけて実施している。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チタルム川 <sup>38</sup> 流域の 8 つの都市だが、これらの都市の多くは人口密集地域で、大型の廃棄物処理設備を設置するスペースがないことから、一部はインドネシアの他の自治体も対象に組み込まれた。

同プロジェクトは、世界銀行から PUPR への融資で、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。チタルム川流域の市や県以外の自治体については、PUPR がインドネシア全国の 39 のロングリストから選考が行われ、最終的に、6 つの都市が選ばれた。関係者へのヒアリングを通して把握した対象都市と建造が計画されている廃棄物処理設備を表 2.3.2.2.1 に整理した。

PUPR が対象自治体を選考する際には、廃棄物管理設備の運営に必要な予算計上のコミットがあること (最低 Rp 250,000/t または USD 16/t)、建設予定地の周辺コミュニティで社会的な対立 (反対) がないこと、すぐに事業を実施できる準備環境が整っていることなどが選考基準として考慮された。

廃棄物処理設備の大半は処理能力 200~300 t/d 程度の RDF 生産設備だが、オフテイカーとの関係性から、BBJP やコンポスト生産を望む自治体もある。PUPR が入札で選定した EPC 事業者が、設備のデザインと建設を行い、各自治体の環境局 (DLH) がオペレーターを入札で公募することになっている。自治体によっては、入札なしで、自治体が所管する BLUD などが随意で契約するところもある。

基本的に、全ての対象設備は同じスケジュールで入札、設計、建設、試運転が行われ、2025 年中に対象自治体に設備が引渡され、2026 年 1 月から商業運転が開始されることを目指している。調査で把握したチレゴン市の BBJP/RDF 設備のスケジュールの当初計画と見込み

<sup>37</sup> JETRO 「インドネシアで強まる国産品優先政策と国産化率」 (2022 年 5 月 27 日) : <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2022/003612eed40eba00.html>

<sup>38</sup> Guardian: <https://www.theguardian.com/global-development/2020/nov/02/rotten-river-life-on-one-of-the-worlds-most-polluted-waterways-photo-essay>

(推定)を表 2.3.2.2.2 に示した。本稿執筆時点(2024年2月)で既に工程が3~4ヶ月遅れており、更に遅れる可能性もあり得るとの話を聞いた。

表 2.3.2.2.1 世界銀行の ISWMP 事業における対象都市と廃棄物処理設備の建造計画  
(出所：ヒアリングに基づき調査団が作成)

州	市/県	施設名	処理能力 (t/d)	備考
西ジャワ州	バンドン市	TPST Cicukang Holis	20	RDF 18 t/d、BSF 2t/d
		TPST Nyengseret	100 ↓ 55	
		TPST Taman Tegalega		
		TPST Cicabe		計画処理能力 45 t/d。周辺住民の反対により建設中止
		Gedebage	390	新たに追加された施設。当初計画 300 t/d から 390 t/d に増大。
	バンドン県	TPST Cicukang Oxbow	50	Cicabe の代わりに Oxbow の処理能力を 10 t/d から 50 t/d に増大
	デボック市	TPST Cipayung	300	
チマヒ市 <sup>39</sup>	TPST Santiong、TPST Lebak Saat	50		
インDRAMAYU 県 <sup>40</sup>		300		
東ジャワ州	トゥバン県 <sup>41</sup>			
バンテン州	チレゴン市 <sup>42</sup>	TPSA Bagendung	200	主に BBJP の生産を想定
西スマトラ州	パダン市 <sup>43</sup>		300	
バリ州	ギャニャール県			RDF のオフテイカーが遠いためコンポスト生産を希望

<sup>39</sup> Cimahi City: [https://cimahikota.go.id/berita/detail/82343-siapkan-strategi-khusus-pemkot-cimahi-upayakan-tahun-2025-tak-bergantung-pada-tpa-sarimukti#googtrans\(id|id\)](https://cimahikota.go.id/berita/detail/82343-siapkan-strategi-khusus-pemkot-cimahi-upayakan-tahun-2025-tak-bergantung-pada-tpa-sarimukti#googtrans(id|id))

<sup>40</sup> Indramayu Regency: <https://diskominfo.indramayukab.go.id/mengenal-kebijakan-waste-to-energy-kabupaten-indramayu/>

<sup>41</sup> Tuban Regency: <https://tubankab.go.id/entry/tuban-jadi-lokasi-pembangunan-fasilitas-pengolahan-sampah-berteknologi-rdf>

<sup>42</sup> Cilegon City: <https://cilegon.bco.co.id/pemerintahan/blud-upt-tpsa-bagendung-segera-dibentuk-segini-nilai-perkiraan-penjualan-bbjp-per-tahun/>

<sup>43</sup> Padang City: <https://www.padang.go.id/wako-hendri-septa-merasa-senang-kota-padang-akan-diberikan-bantuan-program-rdf-pemerintah-pusat>

表 2.3.2.2.2 チレゴン市の BBJP/RDF 設備のスケジュール（当初計画と見込み）  
（出所：調査団がヒアリング結果を基に作成）

実施事項	当初計画	見込み（ヒアリングに基づいた推定）
デザイン・建設（DB）受託事業者の入札	2023年9～10月	2024年1月
施設デザイン	2023年10月～12月	2024年2月～3月
施設建設	2024年1月～2024年10月（10ヶ月間）	2024年3月～2025年1月（10ヶ月間）
試運転（コミッショニング）	2024年11月～2025年10月（12ヶ月間）	2025年2月～12月（10ヶ月間）
施設引き渡し（PUPR→チレゴン市）	2026年1月	2026年1月
商業運転開始	2026年1月	2026年1月

### 2.3.2.3. チレゴン市における ISWMP 事業

バンテン州チレゴン市は、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（以下、IP）の PLTU Suralaya があり、一般廃棄物由来の代替固形燃料 BBJP の生産とオフテイクについて、同市と連携してきた経緯から、世界銀行の ISWMP 事業の支援対象に選定された。

PLTU Suralaya は 40,000 t/d の石炭を消費しており、バイオマスの混焼率を 2025 年までに 10～15% に増やしていく方針である（10% とした場合の代替燃料の受入能力は 4,000 t/d と推定できる）。現状の混焼率は 2% 程度（700～800 t/d）に留まっており、籾殻、おがくずが大半を占め、BBJP は 10 t/d 程度に留まっている。また、PLTU から BBJP の実証サイト TPSA Bagendung Cilegon までは約 30 km と近距離だという利点もある。

チレゴン市は、2021 年から IP と協議を重ねて BBJP の研究を開始し、最初は 5 t/d のパイロット試験を実施。その後、改良を重ねて 30 t/d の実証試験サイトを 2022 年 11 月から稼働を開始して、IP に BBJP を提供してきている。いずれの施設も IP が資金を提供して設置したものである。30 t/d サイトでは、約 10 t/d の BBJP を生産できているとのことだが、生産量は不安定だとのことである。

ISWMP の計画では、処理能力 200 t/d の廃棄物処理設備を TPSA Bagendung Cilegon の敷地内に建設する想定で、2024 年 1 月訪問時は既に整地済みであった（図 2.3.2.3.1）。IP のオフテイク条件は 90% 以上有機物由来であるということで、プラスチックなどの異物混入許容量は 10% 未満である。

30 t/d の実証試験では、家庭 60%、市場 25%、公園 15% 由来のごみを回収し、分別後、5～6 日間高温発酵させて水分を飛ばし（図 2.3.2.3.1）、破碎、篩分け選別（20 mm メッシュ）、天日乾燥、最終篩分け選別（5 mm メッシュ）して BBJP を IP に出荷している。

本稿執筆時点で設備の詳細なデザイン・レイアウトは入手できていないが、基本的に ISWMP の他の RDF 設備と類似した仕様になることが想定されている。200 t/d 設備では、30 t/d の実証試験で取り入れていた発酵プロセスはなくなり、分別・破碎・篩分け後に、ロータリーキルンで乾燥することが想定される。ロータリーキルンの燃料は、デンパサールの設備のように、バイオマス（ウッドチップ、ウッドペレット）が想定されているため、バイオマス燃料の調達と加工プロセスも必要である。また、工場の屋根には太陽光発電設備を設置し、使用する電力の一部は再エネを使うことが想定されている。

PUPR が設備を設置し、試運転を終えた後はチレゴン市に設備は譲渡され、運営はチレゴン市が 2023 年 7 月に設立した BLUD によって運営される。しかし、当該 BLUD は 30 t/d の

実証サイトの運営経験しかなく、200 t/d スケールの運転管理に不安を抱えていることから、Beetle に技術協力の依頼があった。BLUD は、海外企業を含む民間企業と協業することは法的に可能で、チレゴン市では、BLUD の標準業務手順書 (SOP: Standard Operating Procedure) を作成中とのことである。



図 2.3.2.3.1 TPSA Bagendung Cilegon における 30 t/d の BBJP 実証試験サイト (左)、ISWMP で設置予定の 200 t/d プラントの建設予定地 (出所：調査団が撮影)

#### RDF オフテイカー

BBJP の生産工程では、分別の際に有機ごみのほか、資源ごみと乾きごみも分別されることから、BBJP の販売に加え、資源ごみは売却し、乾きごみは HC-RDF に加工して一般的な RDF よりも高値で販売が期待できる利点がある。

RDF のオフテイカーとしては、SIG・SBI グループ、ITP に次ぐインドネシアのセメント業界第 3 位の PT Cemindo Gemilang (以下、Cemindo) のセメントの統合プラント (Bayah 工場) がバンテン州南部にある。同施設はチレゴン市から約 150 km も離れているが、グライディング工場がチレゴン市 Ciwandan を含め全土で 7 ヲ所あるため、Bayah 工場からクリンカ 3,000 t/d を毎日チレゴン市まで陸路で運搬し、他都市には Cilegon 港から船で輸送されている。そのために約 100 台のトラックが Bayah-チレゴン間を毎日往復しているが、Bayah への戻り便は空荷で戻っているため、戻り便のトラックに RDF を積載することにより、輸送効率を高め、コストを抑えることが考えられる。

Bayah のセメント工場では 4,000 t/d の石炭を消費しており、代替燃料の混焼率を 2030 年までに 22%まで増加させる目標を有している。現状の RDF 混焼率は 1%未満であるため、多くの受入れ余地がある。Cemindo は RDF 調達のため、既にチレゴン市を含むバンテン州の自治体と協議や MOU の締結を進めており、本提案にも関心を示している。

また、チレゴン市は製鉄所や化学工場などが多く集積しており、産業用ボイラも多数あることから、これらのボイラでも RDF の需要が見込まれる。

#### その他の連携ニーズ

チレゴン市からは、Beetle との技術連携を通して、200 t/d の BBJP/RDF 生産設備の運営能力向上を図る技術協力だけに留まらず、他にも二点、具体的な要望が寄せられている：①最終処分場 TPA Bagendung の掘り起こしごみからも RDF を生産すること、②市内のウェーストピッカーなどのインフォーマルセクターを改善し、中央ごみ銀行の設立などを通して、インフォーマルセクターを有効活用 (フォーマライズ) してごみの収集・リサイクルの向上を図ることである。チレゴン市は、これらについても Beetle と協働を期待している。

#### 2.3.2.4. チレゴン市の ISWMP 事業を選んだ理由

今回の調査で各地の RDF や BBJP の設備事例を視察してきて、チレゴン市の ISWMP 事業が特に有望だと考えられたのは、以下の理由からである。

- 200 t/d の処理能力は（ISWMP 事業で 300 t/d を想定している事業よりも）実現可能性が高い。
- チレゴン市は地方都市で、人口もごみの排出量も少なく、渋滞も少ないことから、ハンドリングしやすい。
- 最終処分場（TPA Bagendung）の埋立余地はあと 20 年あると言われているため、万が一プラントが停止した際にも、セーティーネットとして活用でき、かつ、チレゴン市が運営していることから、残渣の引取拒否リスクも低い。
- Rp 250,000/ton 以上のティッピングフィーの支払を市が PUPR にコミットしている
- BBJP と RDF の同時生産は合理的であり、Beetle の技術知見を活かして他の事業者との比較優位性を出しやすい。
- セメント会社からは、より高いカロリーの RDF を求める声が聞かれたことから、今後は HC-RDF に移行していくことが見込まれる。そのため、先を見越したモデルとして発信できる。
- BBJP と RDF のオフテイカーが両方そろっており、BBJP 価格は RDF よりも高い。RDF のオフテイカーは、セメント工場と市内のボイラを有する工場と、選択肢が多い。
- RDF は、HC-RDF に加工することにより、一般的な低カロリーRDF よりも高い買取価格が期待できる。
- ISWMP 事業であるが、運営主体はチレゴン市の BLUD に既に決まっており、Beetle に直々に技術協力依頼があったため、入札参加が不要である。
- 初期設備投資が不要で、かつ、低リスクで事業に参入できる（設備がチレゴン市に引き渡された後に、一部改善で追加の設備投資が必要になる可能性はある）。
- チレゴン市 DLH はやる気が高く、コミュニケーションも取れており、連携しやすい。

#### 2.3.2.5. チレゴン市の廃棄物管理状況

現地調査で、チレゴン市環境局（DLH）へのヒアリングと現場視察を通して把握した、チレゴン市の廃棄物管理状況は以下の通りである。

- チレゴン市は、8 つの Kecamatan（群）、43 の Kulurahan（区）の行政区にわかれている。DLH は 4 つのオペレーショナル・エリアに分けて廃棄物の管理を行っており、それぞれに UPDT（Regional Technical Implementation Unit）を設置して管理に当たっている。
- チレゴン市の 2022 年の人口は 455,721 人。推定廃棄物の排出量は約 228 t/d（一人当たりの排出量 0.5 kg/day で計算）。そのうち、約 203 t/d が回収され最終処分場に投棄された（回収率約 89%）（出所：チレゴン市 DLH）。最終処分場への投棄量は、トラックスケールがないため、トラックの容量から重量を推定した値である。
- 最終処分場は TPA Bagendung の 1 ヲ所のみ。1999 年に埋め立てを開始。埋め立て余地はあと 20 年程度は見込まれている。
- チレゴン市内には、ごみの一次集積所（TPS）が計 256 ヲ所ある。そのうち、リサイクル機能を有した TPS-3R は 2 ヲ所（プラスチック油化施設 1 ヲ所、コンポスト施設 1 ヲ所）。TPS-3R 以外にリサイクル施設はない。
- 市内には、計 38 ヲユニットのごみ銀行がある。

- DLH にとっての廃棄物管理の主な課題は、①住民の意識向上と、②ごみ銀行の増加とのことである。ごみ銀行は、中央ごみ銀行（Central waste bank）がないため、それを設置するとともに、43 の Kulurahan にそれぞれ 1 ヲ所、計 43 ヲ所まで増やすことを目指している。

#### 2.3.2.6. チレゴン市と北九州市の都市間連携の可能性

2024 年 1 月に行った現地調査では、1 月 22 日に、北九州市代表団が Helldy Agustian 市長を表敬訪問し、DLH 局長ら幹部らも交え、意見交換を行った。

会談の中で、両市は、200 t/d の ISWMP 事業を成功させるため、BLUD と Beetle の技術連携を両市でサポートしていくことで合意した。BLUD は市の公社として、単独では海外の企業と連携できないことになっているため、まずは両市の間で関心表明レター（LOI）を交換し、その下で BLUD と Beetle も LOI を締結するという二段構えの連携体制で進めることも合意した。これらの LOI を基に、2024～2025 年度の都市間連携事業の調査を連携して実施し、その成果を踏まえて、具体的な連携に向けた合意ができれば、将来的に MOU の締結も視野に入れて取り組んでいくこととなった。

#### 2.3.2.7. バンテン州セラン県における RDF 事業の可能性

2024 年 1 月に行った現地調査では、チレゴン市と連携した一般廃棄物の中間処理事業への参画可能性に加え、もう 1 件、バンテン州内で、一般廃棄物の中間処理事業への参画機会が見出せた。本案件は、バンテン州、セラン県、Sinar Mas Land との協議を通して見出したものである。

#### 背景

バンテン州は 8 つの市／県（州都セラン市、チレゴン市、セラン県、レバック県、パンデグラン県、タンゲラン県、タンゲラン市、南タンゲラン市）から成っている（図 2.3.2.7.1）。このうち、ジャカルタ都に近いタンゲラン県、タンゲラン市、南タンゲランは、人口密集地で、廃棄物の発生量が多いが（図 2.32.7.2）、いずれの自治体でも最終処分場を持っておらず、ごみの最終処分が課題となっている。タンゲラン市の最終処分場 TPA Rawa Kucing は 2023 年 10 月に火災があり、閉鎖された。南タンゲラン市の最終処分場 TPA Cipeucang もオーバーロードで閉鎖に追い込まれ、タンゲラン県にも最終処分場がない状態である。

南タンゲラン市は、セラン市やボゴール県まで廃棄物を運搬してごみを捨てていたが、セラン市の最終処分場も満杯に近くなっているため、新たな最終処分場を求めてバンテン州や南タンゲラン市のディベロPPER である Sinar Mas Land に相談し、協議を重ねてきた。その結果、南タンゲラン市内には土地がない中、土地はあるが最終処分場を持っておらず、開発資金もないセラン県が、土地を提供して南タンゲラン市のごみを受け入れる代わりに、南タンゲラン市が中間処理施設（RDF 生産設備）を建設して、両自治体が共同利用するという自治体間連携案が浮上した。



図 2.3.2.7.1 バンテン州の地図と 8 つの自治体の位置関係（出所：Alamy<sup>44</sup>）

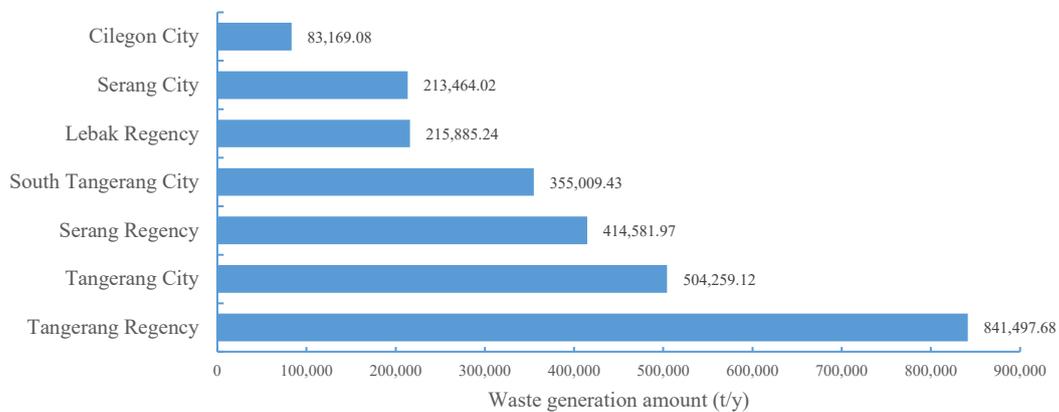


図 2.32.7.2 バンテン州の 8 自治体の年間廃棄物発生量  
（出所：SIPSN, KLHK<sup>45</sup>を基に調査団が作成）

#### 最終処分場と中間処理施設の構想

セラン県では、2カ所候補地を選定している。そのうち、1カ所の **Bojong Menteng** 地区の 10 ha の候補地を視察した。現状は田んぼで、アプローチの道路もない状態である（図 2.32.7.3）。

構想では、南タンゲラン市から 1,000 t/d、セラン県から 1,000 t/d、計 2,000 t/d の一般廃棄物を受入れ、それを全量処理して RDF に加工する中間処理施設を建設するというものである。土地の買収と設備の設置・開発は **Sinar Mas Land**（以下、SML）が行い、RDF は ITP がボゴール県 **Citeureup** の同セメント工場でおブテイクし、セラン県がアプローチ道路を建設するという

連係案が協議された。SML は廃棄物処理事業の経験がないため、ITP に相談したところ、**Beetle** の名前が技術協力者として浮上したことから、今回、関係者との協議と候補地の視察を行った。

<sup>44</sup> Alamy: <https://www.alamy.com/banten-administrative-and-political-vector-map-indonesia-image235744520.html>

<sup>45</sup> SIPSN, KLHK: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Sinar Mas Land は、同設備の実現可能性調査を、ITP、セラン県、Beetle が連携して一緒にやることを提案。具体的には、南タンゲラン市とセラン県の廃棄物組成調査を実施し、設備の仕様を検討して、コストを試算するためのインプットを Beetle に求めている。

#### 課題と方向性

課題としては、いきなり 2,000 t/d の処理設備を導入するのはリスクが高いことと、RDF のオフテイクが想定されている ITP のセメント工場まで約 120 km もあることである。一方、タンゲラン県ロンタールの石炭火力発電所までは約 57 km であるため、BBJP のオフテイクが期待できることや、チレゴン市まで (約 50 km) RDF を運んで、Cemindo Gemilang の Bayah 工場とチレゴン間を毎日往復しているトラックの復路便に RDF を積載して輸送するなど検討できそうである。

来年度調査では、チレゴン市との連携案件を中心に調査を進めつつ、こちらの案件についても、ごみの組成調査など基礎調査を行って、平行して可能性を検討していく。



図 2.32.7.3 セラン県 Bojong Menteng の中間処理施設建設予定地 (左) とセラン県の廃棄物中間処理施設 TPST Kibin (右) (出所：調査団が撮影)

#### 2.3.3. 実現可能性・今後の展開可能性

今年度の調査結果から、チレゴン市の BLUD と連携して 200 t/d の BBJP/RDF 施設の運営を技術的にサポートすることで、Beetle が、インドネシアにおいて一般廃棄物の中間処理事業に参画する取っ掛けとする方向性が見えた。また、それをサポートする形で、北九州市とチレゴン市が都市間連携により、廃棄物処理分野で連携する方向性も示唆された。ただし、いずれに関しても、まだ不確定要素が多いため、実現可能性を評価・判断するには時期尚早である。来年度調査では、ここら辺の精度を上げていく必要がある。

##### 2.3.3.1. 事業化に向けた課題と必要な対策 (Beetle)

来年度中には 200 t/d の処理設備が完成し、試運転も始まる予定であるが、事業の実現可能性を見定めるためには、以下の事項について調査・検討が必要である。

- **LOI の締結**：2024 年 1 月のチレゴン市訪問時の両市間の合意に基づいて、両市間の LOI の締結に加え、BLUD と Beetle との間でも LOI の締結が必要である。
- **MOU の締結**：LOI 締結の下で、事業化の実現に向けて前向きな材料が揃い、さらなる連携強化が必要な場合には、連携協定を MOU にステップアップすることが考え

られる。MOU を締結せずに、BLUD と民間連携の形で業務契約を締結して事業化に進む可能性についても合わせて協議・検討が必要になる。

- **NDC の締結**：契約形態に関わらず、技術協力になるため、Beetle が提供する技術やノウハウについて、外部への情報漏洩などを防止するための秘密保持契約（NDC: non-disclosure agreement）を締結することについても検討が必要である。
- **デザイン、設備仕様、処理能力、事業採算性の評価**：来年度調査では、設備完成後、設備のデザイン・設置業者による試運転期間（2025 年中 10 ヶ月間程度）を通して、設備のデザイン、仕様、処理能力、事業採算性を現地に渡航して評価することが最も重要な作業になると想定される。処理能力が想定よりも低い場合（例えば、200 t/d の 1/4 の 50 t/d の処理能力しかないなど）、試運転期間中に請負業者に改善要望を出すことはできるが、根本的なデザインや設備変更、追加の設備増強などについて対応してもらえると考えるのは考えにくい。そのため、何をどう改善すれば処理能力やアウトプットの品質を向上でき、それら追加投資や工夫によって事業採算性が担保できるのか、また、BLUD からの委託費がいくらぐらいもらえそうかについて評価・調整が重要になる。
- **処理能力・品質向上に必要な機材、設備投資などの評価**：デザイン、設備仕様、処理能力、事業採算性の評価の結果、追加の設備投資が必要な場合、その設備投資額や設備の調達方法、その費用負担を誰がするか（BLUD ができるのか、あるいは、Beetle も負担が必要なのか）を明らかにする必要がある。特に、追加設備導入が必要な場合、政府調達になるため、TKDN の 30% 内で必要な機材を調達できるのかについて留意が必要である。
- **BLUD との契約形態、業務委託契約料**：事業採算性や設備投資の評価結果を踏まえ、事業に参画するのが有益だという判断になれば、次に、BLUD との契約交渉に移ることが想定される。契約形態はどのようにするのかに加え、については、技術コンサルタント契約、資本参加、JV などの選択肢を検討するほか、契約主体を日本法人の Beetle にするのか、あるいは、既設の現地法人（PT Beetle Organik）にするのかなどについても検討が必要である。さらに、業務委託契約料についても、事業収益性、Beetle に期待されている役割、BLUD のスタッフの能力レベル、Beetle が対応可能なコミット量などによって変わってくるため、詳細な詰め協議が必要になる。
- **能力構築**：BLUD には、30 t/d のパイロット施設の運転しか経験・ノウハウがなく、200 t/d 規模のプラントの運転には相応な能力構築が必要になる。BLUD スタッフの能力構築のため、現地で研修やトレーニングを行うなどについても検討が必要である。また、安全・効率的なオペレーションのため、オペレーション・マニュアルの作成などについても検討が必要である。

### 2.3.3.2.都市間連携に向けた課題と必要な対策（北九州市）

- **LOI の締結**：2024 年 1 月のチレゴン市訪問時に、両市間で LOI を締結することが合意された。来年度の都市間連携事業の調査に、チレゴン市にも共同応募者として正式に参画してもらうためには、2024 年 2 月中に LOI の締結が必要である。
- **MOU の締結**：LOI の下で、BLUD と Beetle の間で、事業化の実現に向けて前向きな材料が揃い、さらなる連携強化が必要な場合には、連携協定を LOI から MOU にステップアップすることが考えられる。LOI の際と同様に、まずは両市間で MOU を締結し、次いで BLUD と Beetle の間で MOU を締結するという手順が想定される。ただし、インドネシアでは、自治体間の MOU 締結は内務省への届け出と承認が必

要になるため、多くの手間と時間がかかることが想定される。そのため、MOU の締結にあたっては、その必要性和影響を慎重に見極める必要がある。

- **廃棄物管理における課題やニーズの把握**：今年度行ったチレゴン市 DLH との協議の中では、北九州市に対して具体的な協力要請は挙がってきていないが、来年度調査では、引き続き、チレゴン市の廃棄物管理における課題やニーズの把握に努めることが想定される。
- **協力・連携事項の特定**：上記の課題やニーズ把握を踏まえ、どのようなサポートや連携を行うのが適切か特定する作業が想定される。例えば、発生源分別を推進することによって、200 t/d の処理設備における分別工程の負担が軽減し、処理能力が向上するようであれば、発生源分別の方策を両市が連携して検討し、取り組むなどが考えられる。
- **訪日視察**：北九州市がチレゴン市と都市間連携を進めていくにあたっては、まずはお互いの理解を深めることが重要であり、北九州市がチレゴン市を訪問するだけでなく、チレゴン市の職員を北九州市に招いて、廃棄物関連設備やエコタウンなどを視察してもらうことも、来年度または再来年度調査の中で検討が必要である。

#### 2.3.3.4.来年度事業の方向性

今年度調査では、西ジャワ州で有望な案件を見出せなかったが、その代わりに、バンテン州で有望な案件を見出すことができた。そのため、来年度は、「セメント産業の脱炭素化」を目指すというテーマはそのまま維持しつつ、対象地域にバンテン州も加えるという方針転換を行い、係る調査を継続する。RDF・BBJP の同時生産と都市間連携の部分のみバンテン州で行い、その他の調査案件は、引き続き、西ジャワ州で行うこととする。

## 2.4.セメント原燃料化の最大化・最適化調査

### 2.4.1. 現地調査の実施

#### 2.4.1.1. 調査背景・目的

「産業廃棄物のセメント原燃料化調査」に関連した取り組みとして、ITP 社の Citeureup 工場に往訪した。目的としては、今後アマタ社が ITP 社へ提供する燃料・原料系代替物を使用した場合の、運転プロセス面及び品質面での影響について調査を行い、技術指導・意見交換を行うものである。

#### 2.4.1.2. 調査対象・方法

本調査実施のため、現地調査を2回実施した。

#### 1回目現地調査

期間：2023年9月6日～9月9日

調査会社：株式会社トクヤマ

調査員：藤永大吾、江頭徹

スケジュール

9月6日 ジャカルタ入り

9月7日 環境林業省  
セメント協会 (ASI)  
Jababeka

9月8日 AM ITP (キックオフ WHR、関連設備視察)  
PM ITP (キックオフ ARM&AF、関連設備視察)

9月9日 帰国

#### 2回目現地調査

期間：2024年1月23日～1月25日

調査会社：株式会社トクヤマ

調査員：岡村恒太郎、堀田卓秀、藤永大吾、江頭徹

スケジュール

1月23日 ジャカルタ入り

1月24日 Indocement 訪問、ミーティング実施  
09:00-10:30：安全教育・事前資料の質疑  
10:30-12:30：工場見学  
13:30-16:00：ディスカッション

1月25日 帰国

#### 2.4.1.3. 調査結果

(1) アマタ社想定の代替品使用について

①代替原料

⇒天然粘土の代替可能性があると考えられる。

○品質面：

アルカリは現状で上限近い値となっているため、代替物の品質によっては使用困難。

○設備面：

石灰石輸送機に添加又は副原料専用ホッパーから計量し供給する設備がある。能力に余力がある範囲内では供給可能。アマタ社品は副原料専用ホッパーから供給

予定。

## ②代替燃料

⇒既存の供給設備は能力増強が可能であり、20,000～30,000t/年程度は増量可能と考えられる。

○品質面：

塩素分が高いとプレヒーター閉塞等の影響が懸念されるため注意が必要である。

### (2) その他代替燃料の増量について

①P8 プラントでは仮焼炉側のみで28%を代替使用している。

今後の熱エネルギー系廃棄物代替のメインはRDFでの代替を考えているとのことであった。しかし、RDFはキルン側での処理が難しいため、2030年目標の代替率60%を目指すには仮焼炉で100%の代替が必要となる。仮焼炉用石炭ミルの負荷が低負荷となるため、間欠運転への変更が必要と推定される。

②プレヒーターIDFは回転数がMAXとなっており、余裕が無い状態となっている。

今後、熱エネルギー系代替物を増量した場合、下記の影響が懸念される。

- 排ガス原単位悪化によるクリンカ生産能力低下  
⇒高効率クーラー、IDF増強、他系列に排ガスを引くなどを考えているとのこと、IDF増強はプレヒーター上部の負圧が強くなるため、耐圧に注意が必要である。
- プレヒーター出口ガス温度の上昇  
⇒排ガス原単位の悪化とともに温度が上昇する。PH トップサイクロンのガス入口ダクト部で散水等の検討が必要。
- 未燃ガスの増加  
⇒CO濃度が高かったが、集塵設備がE/P（電気集塵）では無いため問題無いとのことであった。ホットディスクなどを試運転中であり、完全燃焼への効果が高ければ他系列への水平展開も検討すべきと考える。
- 燃焼の変化による影響  
⇒燃焼位置の変化や温度低下による、耐火物へのダメージ、排ガス中のダイオキシン増加など監視が必要。

### (3) その他

- 代替物（廃棄物）は雑多な混合品が多く、キルン側で使用できる良質なもののみを調達することは現状難しいと考える。
- 地元で採掘される低品位な石炭を使用することを前提とした設備であった。  
※石炭ミル能力等も低品位炭での設計と考えられる。

#### 2.4.2. 今後の進め方

ITPは十分な技術力を持っており、石炭削減に向けた合理的な投資を進めている。トクヤマから提言した内容はすべて理解されている様子であった。次のアクションとしては、ITPが取り扱っている代替品サンプルをトクヤマへ送付、トクヤマから代替物評価とそのフィードバックを行うこととした。その他必要な情報交換は適宜行いながら、次年度以降、ITPの技術スタッフをトクヤマの工場へ招聘し、塩素バイパスの運用方法や使用している代替物（廃棄物）を実際に見学することで、より効率的な情報提供が可能になると考える。

### 3. ワークショップ、国際会議等

#### 3.1. 現地とのワークショップ

本調査では、全ての調査項目について、ITP と連携した案件形成や事業化を想定しているため、本調査における ITP とのキックオフ会議を兼ねて、対面でワークショップを開催した。ITP の運営・技術関係者および調査団 4 機関が一堂に集い、それぞれの関連取組や調査方針を紹介して、意見交換を行った。また、ITP の関連施設の現場視察を行った。

発表資料は別紙に添付した。

日時：2023 年 9 月 8 日、8:30～17:00  
場所：PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (ITP)  
参加者：  
• ITP：7 名  
• JFE Engineering India（以下、JFEI）：2 名  
• JFE Engineering Indonesia：2 名  
• アミタ：2 名  
• トクヤマ：2 名  
• IGES：2 名

#### ITP の取組 (ITP)

ITP は 1975 年創業を開始。Citeureup 工場は、世界でも最大規模のセメント工場である。インドネシアで唯一のホワイトセメントを造っている。キルンは計 15 本（Citeureup 10、Cirebon 2、Tarjun 1、Maros 2）あり、生産量は 27 Mt/y に達する。

CO2 排出削減にこれまで IDR 1 兆（1 trillion）を投資してきた。代替燃料の利用促進、水硬性セメントを増やす一方で、OPC セメントを減らすなどして CO2 排出量を削減していく。

代替燃料には廃タイヤ、バイオマス、RDF などを利用し、投入設備を整備済み。2030 年までに 1.5 Mt/y に増やすことを目標としている。代替原料にはフライアッシュなどを利用している。

#### 都市間連携事業の提案概要 (IGES)

都市間連携事業および JCM 設備補助事業について概要を説明。その上で、調査のスコープ、実施体制、各調査項目の取組概要を概括。

質疑応答では、自治体と連携して都市ごみから RDF の生産を行う場合は、輸送コストの低減の観点から、セメント工場の近くの自治体と連携することが推奨された。

#### 排熱回収発電 (JFE Engineering India)

JFEE の概要、廃熱回収発電（以下、WHR）設備の納入実績などについて紹介。

質疑応答では、主に以下の点について意見交換が行われた。

- WHR 設備を導入する対象は、3 つのキルン（P8、P11、P14）を検討。
- メンテナンス等で一基のキルンが一時的に止める時でも、他のキルンに影響しないような継続運転を可能にするエンジニアリングが必要である。
- 発電した電力はプラント内の自家消費のみに使われ、PLN（国営電力会社）への売電は行わない。
- 発電量を増やす方策として、代替燃料の投入量を増やすことと、空冷を水冷にする方策がある。水冷にすればより大きな発電ができるが、大量の水が必要になり、ポンプの電力や設備等でロスが生じるとともに、水資源の確保も必要になる。
- 遠隔モニタリング・システムを搭載して東京から遠隔モニタリングすることも可能。

- WHR 設備の設計に必要なデータ項目（事前に共有済み）を確認。ITP が入力してフィードバックすることに。
- JCM は、設備の法定耐用年数（9 年間）期間中は、CO2 は JCM（両国政府間）でクレジット化されるため、ITP はクレジットを所有できないが、モニタリング期間後は ITP の CO2 排出削減クレジットとしてクレームできると理解。
- WHR 設備以外の土木建設関連では、ITP は EPC にワンパッケージで発注する意向。
- ITP は排熱で代替燃料を乾燥させるドライヤーも導入意向だが、JFEEI が担当する WHR 設備とは切り離す。WHR 設備の設計は、代替燃料ドライヤー設備の導入を前提とした設計にする。
- JFEEI は、ユーティリティーのコストや人件費等は分からないため、OPEX は計算できない。OPEX の計算は JFEEI からのインプットを踏まえて ITP が担当する。
- WHR 設備、建設などの個別コスト情報が出そろった後、全体の事業実現可能性を評価する必要があるが、それは ITP が判断するものであり、本 FS の中では行わない。本 FS では ITP が評価・判断するためのインプットを提供することを確認。
- WHR 設備はタービンを含めほぼ 100% がインド製になる。
- JFEEI 側では、ITP のデータ提供を受けて、詳細な計算と設計に 3 ヶ月程度かかる見込み。その後、ITP 側で建設コストの試算に 1 ヶ月間を想定すると、2024 年 2 月頃には全体のコストが出そろった見通し。
- JFEEI は、必用に応じて詳細提案の説明や確認・調整で、あと 1 回インドネシアに渡航して ITP と打合せを行う可能性がある。

#### WHR 設備を設置予定のキルンの現場視察

P8、P11、P14 キルンの位置関係、周辺設備状況、プレヒーターからキルンにかけてのプロセス確認、WHR 設備を導入する場合の設置場所、発電設備や代替燃料ドライヤーなどの設備を設置できる場所を確認。

#### トクヤマの取組説明（トクヤマ）

トクヤマのセメント生産量の日本国内のシェアは 7.3% だが、輸出量のシェアは 10.4%。廃棄物由来の原燃料の導入実績は、170 万トン/年（代替原料は 158 万トン/年、代替燃料は 12 万トン/年）

質疑応答では、ITP の代替原料比率は 3% と低く、もっと上げたいが、適切な原料が足りないとの指摘があった。日本では建設土砂を多く使っているが、インドネシアでは有価で買い取る必要があり、入手しにくいことが指摘された。

#### ビートルエンジニアリングの取組説明（IGES）

ビートルエンジニアリングの一般廃棄物から RDF と堆肥を同時生産するコンセプトを紹介。一般的な RDF よりも高カロリーな RDF を提供できることを強調。

質疑応答では、西ジャワ州が進めている Nambo の RDF プロジェクト（処理能力 2,000 t/d）について意見交換が行われた。最大の課題はインベスターがいないことで、特にロータリーキルンで乾燥する工程は OPEX が高くなるとの指摘。生産された RDF は全て ITP でオフテイク可能とのこと。

#### アミタの取組説明（アミタ）

アミタの事業モデルとこれまで行った現地調査の進捗を報告。インドネシアでは、まだ多くの産業廃棄物が最終処分場に送られており、ティッピングフィーが高いため、それらを受け入れて処理するポテンシャルは高いことを指摘。有害（B3）廃棄物処理の許認可を取得するためには、本調査を通して、両国政府間のチャンネルを通じたサポートにより取得期間を短縮することに期待。

質疑応答では、ITP で代替原料が 3% と低い理由として、塩素含有率が高いことが挙げられた。代替原料としては、飛灰、鉄鋼スラグなどを主に受入れているが、塩素分が高い製紙や繊維産業からの汚泥は受け入れていないとのこと。次回訪問時に、トクヤマの技術者も参加し、代替原燃料の導入促進に関する技術交流を行うことで合意。

#### RDF 関連設備の現場視察

P14 と P11 の RDF 投入（フィーダー）設備、周辺自治体から受け入れた一般廃棄物を RDF に加工する処理設備と保管場所を視察。



図 3.1.1 ITP におけるワークショップの様子（左）、セメント工場の現場視察の様子（右）（出所：調査団が撮影）

### 3.2. 調査対象国における国際会議等

本調査の情報収集のため、インドネシアで開催された関連会議のうち、JETRO ジャカルタ事務所が主催した「炭素市場に関する日系企業向けセミナー」にオンラインで参加した。

日時：2024 年 1 月 15 日

ジャカルタ時間 14:00～15:30（日本時間 16:00～17:30）

主催：JETRO ジャカルタ事務所

共催：ジャカルタジャパンプラブ、PwC インドネシア

議題：

(1) インドネシアにおける日系企業の脱炭素化に関する貢献について

JETRO ジャカルタ事務所 松田明恭次長

(2) 日本における排出量取引市場の現状について

経済産業省産業技術環境局環境経済室 川島友貴係長

(3) インドネシアにおける排出量取引市場の現状について

PwC Indonesia Japan Business Desk 浅井広太郎アドバイザー（ESG 担当）

インドネシアでは、2023 年 9 月 26 日に、インドネシア初となる炭素排出権取引市場（IDXC Carbon）の開業が発表された。同市場はインドネシア証券取引所（IDX）が運営し、企業が排出権を相互に売買できる仕組みとなっている。開業式典で、ジョコ大統領は、インドネシアの「潜在的な市場規模は 3,000 兆ルピア」に達するとの見方を示した。

排出権取引所には排出量の削減義務もしくは自主的な削減意思を持つ企業が参加でき、

参加希望の企業は排出権取引にかかる IDXCcarbon<sup>46</sup>での登録が必要となる。既に環境林業省の気候変動対策国家登録システム (SRN-PPI) に排出権を登録している事業の保有者も、同市場を通して排出権を販売することができる。

排出権取引市場には、大きく2つのメカニズムがある：

- 排出枠市場 (Allowance market)：政府から GHG 排出削減義務が課せられており、排出枠が割り当てられている特定の企業間で、排出枠 (余剰排出量、不足排出量) を取引するキャップアンドトレード (cap-and-trade) の仕組。事業者が排出できる温室効果ガスの排出枠 (キャップ) は、事業者の排出上限に関する技術的認定 (PTBAE-PU)<sup>47</sup>によって定められている。
- オフセット市場 (Offset market)：事業者が、特定の事業やその他気候変動緩和行動によって GHG 排出を削減することで発生するカーボンユニットを取引する仕組。事業者は、排出削減目標を達成するために、カーボンユニットを購入することができる。排出削減を行う事業者は、環境林業省による MRV<sup>48</sup>手続きを経て GHG 排出削減実施の登録を行い、その証拠として、環境林業省から、GHG 排出削減証書 (SPE-GRK)<sup>49</sup>の発行を受ける。この SPE-GRK がオフセット市場で取引される。

排出枠が割り当てられた特定の企業と、その他企業間のインドネシア国内における自主的な取引で、JCM のように炭素クレジットの国際取引までは視野に入っていないようである。一方、今後、インドネシア国内で炭素排出権取引が進み、近い将来カーボンユニットの価値が認められてくると、GHG 排出削減を行った企業にクレジットが配分されない JCM ではなく、炭素排出権取引の方に関心が移行する可能性があると考えられる。本調査における ITP との協議でも、GHG 排出削減分を JCM ではなく、自社で所有することに関心があったことから、今後もインドネシアにおける炭素排出権取引の動向に注視が必要である。

### 3.3. 都内における関連会議等

環境省が主催する都市間連携セミナー (Seminar on City-to-City Collaboration for Zero Carbon Society) (於：都内、2024年2月26日～27日)において、本年度の都市間連携事業の採択事業の関係者が一堂に集い、成果や課題などを共有して学び合い、ネットワーキングする催しが開催された。本セミナーでは、本年度採択事業における海外連携都市から各1名を招へいできることとなっていたため、西ジャワ州と連絡・調整の上、西ジャワ州環境局に招聘レターを送付し、招聘者の選定を得た。西ジャワ州からは、環境局 (Environment Agency) の副局長である Helmi Gunawan 氏が参加することに決まった。同セミナーでは、Helmi 氏に登壇発表の機会はなかったが、IGES は Helmi 氏のセミナーへの参加とディスカッションのサポートを行った。

<sup>46</sup> IDXCcarbon: <https://www.idxcarbon.co.id/>

<sup>47</sup> IDXCcarbon: PTBAE-PU: <https://idxcarbon.co.id/product-ptbae-pu>

<sup>48</sup> MRV: 温室効果ガス排出量の測定、報告及び検証 : [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/mrv-library/1.whats\\_mrv.html](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/mrv-library/1.whats_mrv.html)

<sup>49</sup> IDXCcarbon: SPE-GRK: <https://idxcarbon.co.id/product-spe-grk>



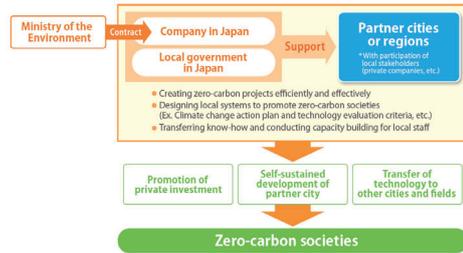
# Feasibility Study on Decarbonization of Cement Industry in West Java Province, Indonesia 2023-2025

City-to-City Collaboration for Zero-Carbon Society

5th – 15th September 2023

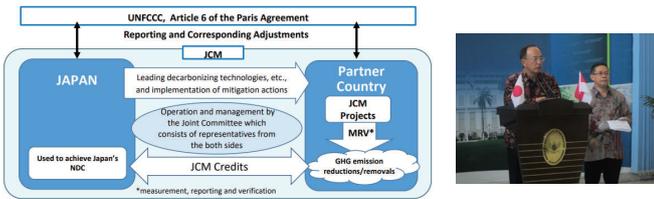


# City-to-City Collaboration for Zero-Carbon Society



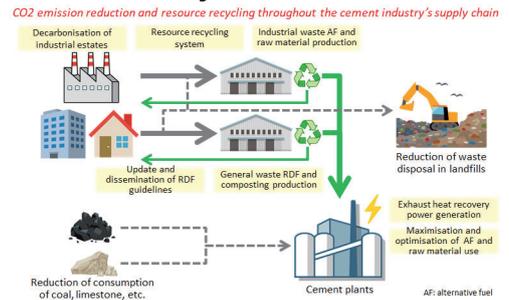
Subsidy to support implementation of feasibility studies (max 3 years)

# Joint Crediting Mechanism (JCM)



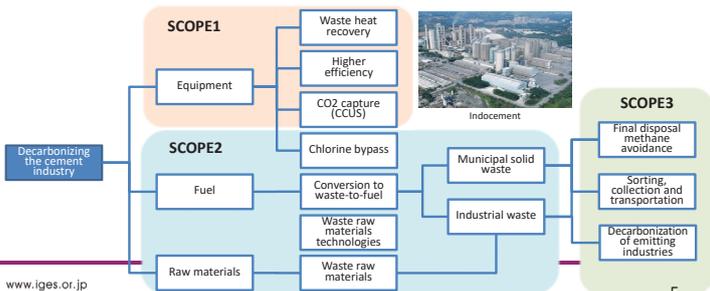
- Governments of Indonesia and Japan signed JCM on August 26th, 2013
- As of 14th April 2023:
  - 49 accepted model projects
  - Expected GHG Emission Reductions: 454,997 tCO2/year
  - Amounts of Credits Issued: 18,418 tCO2

# Project outline

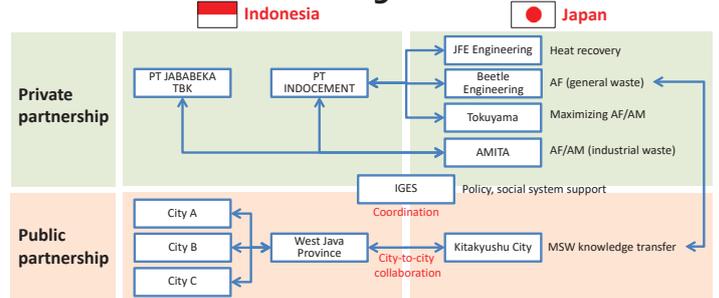


# CO2 emission reduction from the entire supply chain

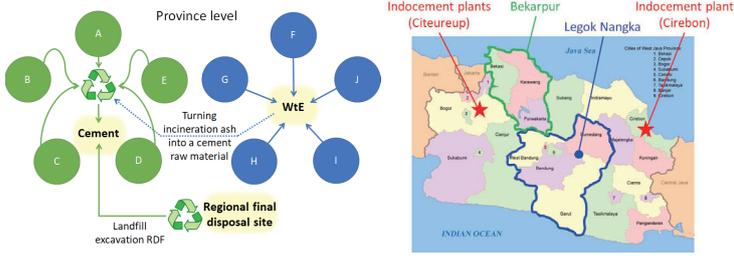
"Cement is the world's third-largest energy-consuming industry and the second-largest CO2-emitting industry"



# Collaborating structure



### Municipal solid waste collection area: Regional sharing approach



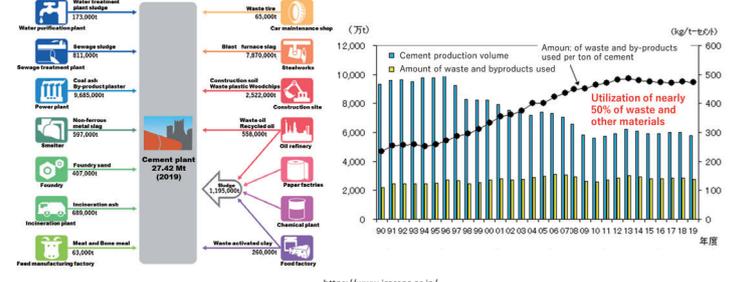
### Waste heat recovery power generation



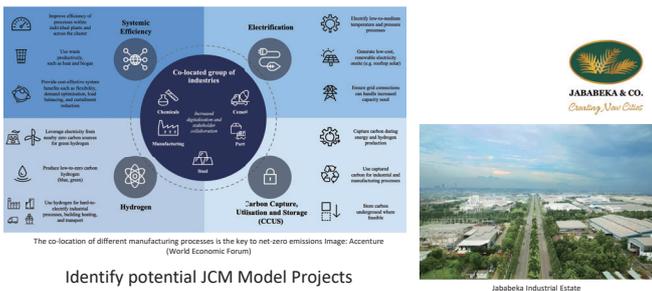
### Cement raw materials and fuels



### Advanced recycling in cement industry



### Creation of a net zero industrial cluster



Identify potential JCM Model Projects

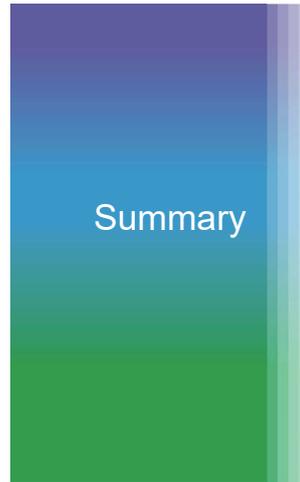


To: Recipient's name

# Tokuyama Corporation Company Outline

Month, 2023

[Name and affiliation]



- Tokuyama's Mission
- Company Overview
- Net Sales by Business Segment
- Business Sites in Japan
- Global Network
- Businesses at a Glance
- History of Tokuyama



## Tokuyama's Mission

Pursuing a new vision with a redefined mission

Slogan: "For the People of Tomorrow"

<b>Mission</b>	To create a bright future in harmony with the environment, in collaboration with its customers, based on chemistry
<b>Vision</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Be a value-creative company that places first priority on R&amp;D and marketing</li> <li>• Be a company that never stops challenging new domains while refining and exploiting its unique strengths</li> <li>• Be a company with healthy employees who have healthy families and take pride in their work at their company</li> <li>• Be a company that fosters bonds with people in communities and societies worldwide</li> </ul>
<b>Values</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commitment to customer satisfaction as a profit source</li> <li>• A broader, loftier perspective</li> <li>• Employees who consistently surpass their predecessors</li> <li>• Integrity, perseverance, a playful spirit and boldness</li> </ul>

## Company Overview

Established	1918
Capital	¥10.0 billion
Net Sales	¥351.7 billion (consolidated basis in fiscal 2022*)
Business fields	Inorganic and organic chemicals, cement, building materials, electronic and advanced materials, life science, eco business and other.
Number of employees	5,909 (consolidated) (As of March 31, 2023)
Number of consolidated subsidiaries and equity-method affiliates	67 (As of March 31, 2023)

\*Fiscal 2022: April 1, 2022 – March 31, 2023

## Net Sales by Business Segment

**Net sales by region**

Japan ¥250.0 billion  
Asia ¥79.2 billion  
Other regions ¥22.5 billion

**FY2022 Consolidated net sales**

Chemicals 32%  
Electronic Materials 25%  
Life Science 10%  
Cement 16%  
Eco Business 4%  
Other 13%

\* Net sales are based on customer location and categorized by country or region.  
\* Net sales for each business segment include inter-segment sales.

## Business Sites in Japan (non-consolidated)

## Global Network

**Europe**

- Tokuyama Europe (Germany)

**America**

- Tokuyama America (U.S.A.)

**Asia / Oceania**

- Tokuyama (Shanghai) (China)
- Tokuyama Trading (Shanghai) (China)
- Shanghai Tokuyama Plastics (China)
- Tokuyama Chemicals (Zhejiang) (China)
- Tokuyama Singapore (Singapore)
- Tokuyama Nouvelle Calédonie (New Caledonia)
- Formosa Tokuyama
- Advanced Chemicals (Taiwan)
- Taiwan Tokuyama (Taiwan)
- Tokuyama Taiwan (Taiwan)
- Hantok Chemicals (South Korea)
- Tokuyama Korea (South Korea)
- STAC (South Korea)

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 6

## Businesses at a Glance

Segment	Business Unit	Major Products	Major Group Companies
Chemicals	Soda and Calcium Chloride	Soda ash, calcium chloride	Polyvinyl chloride [Shin Dai-ichi Vinyl] Soda ash, calcium chloride [Tokuyama Soda Trading] Hydrogen [Yamaguchi Liquid Hydrogen]
	Chlor-Alkali and Vinyl Chloride	Caustic soda, propylene oxide(PO), chlorine solvents, vinyl chloride monomer	
Cement	Cement	Cement, cement-type stabilizer	Cement, ready-mixed concrete, building materials [Tokuyama Tsusho Trading, etc.] Ready-mixed concrete [Hiroshima Tokuyama Ready Mixed Concrete]
	Recycling	Recycling	Building materials [Tokuyama MTech]
Electronic & Advanced Materials	Silicon	High-purity polycrystalline silicon	High-purity IPA* for the electronics industry [Taiwan Tokuyama, Tokuyama Singapore, Tokuyama Chemicals (Zhejiang) (China) ] Photoresist developer [Hantok Chemicals (South Korea)] Solvent for cleaning metals [Tokuyama METEL] Fumed silica [Tokuyama Chemicals (Zhejiang) (China)] Aluminum nitride substrates [Tokuyama Soves Power Materials] * Isopropyl alcohol
	IC Chemicals	High-purity IPA* for the electronics industry, photoresist developer TMHA, IPA for industrial use, solvent for cleaning metals	
	Silica	Fumed Silica	
	Thermal Management Materials	High-purity aluminum nitride	
Life Science	Fine Chemicals	Plastic lens-related materials APIs and intermediates	Laboratory information systems, diagnostic reagents [A&T] Dental materials/equipment [Tokuyama Dental] Microporous film [Shanghai Tokuyama Plastics (China)]
	Microporous Film	Microporous film	
	Dental Materials and Equipment	Composite resins for dental fillings	
	Diagnosis	Laboratory information system, diagnostic reagents	
Eco Business	Environment	Waste gypsum board recycling	Ion exchange membranes, electrodialyzers [ASTOM] Plaster business/products [Tokuyama] Waste gypsum board recycling [Tokuyama Chiyoda Gypsum]
	Ion Exchange Membranes	Ion exchange membranes, electrodialyzers	
Others	Service and others	[Shunan System Sangyo, Tokuyama Kairiku Unso, etc.]	

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 7

## History of Tokuyama

Year	Company name	Business structure	Products the company commenced to manufacture
1918	Nihon Soda Kogyo Co., Ltd.	Inorganic chemical	Soda production <ul style="list-style-type: none"> <li>Soda ash (solway process)</li> <li>Caustic soda</li> </ul>
1936			Inorganic general chemical <ul style="list-style-type: none"> <li>Cement</li> <li>Magnesium carbonate*</li> <li>Calcium chloride</li> <li>Caustic soda (electrolytic process)</li> <li>Precipitated silica (white carbon)*</li> </ul>
1990	Tokuyama Soda Co., Ltd.	Petrochemical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propylene oxide (PO)</li> <li>Vinyl chloride (VCM, PVC)</li> </ul>
1994			<ul style="list-style-type: none"> <li>Chloromethane</li> <li>Polypropylene (PP)*</li> <li>Isopropyl alcohol (IPA)</li> </ul>
2005	Tokuyama Corporation	Specialty/processing businesses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polyolefin film*</li> <li>Ion exchange membranes</li> <li>High-performance plastic window sashes</li> <li>Plastic lens-related materials</li> <li>Dental materials and equipment</li> </ul>
2016			<ul style="list-style-type: none"> <li>High-purity polycrystalline silicon</li> <li>Fumed silica</li> <li>High-purity aluminum nitride</li> <li>APIs and intermediates</li> <li>High-purity IPA for the electronics industry</li> </ul>
2021		New Foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratory information system, diagnostic reagents</li> <li>Microporous film</li> <li>Recycling and environment business (waste disposal)</li> </ul>

\* We phased out these products.

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 8

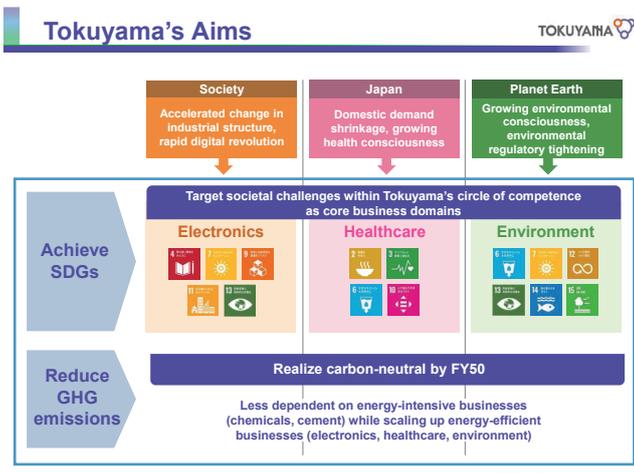
## Medium-Term Management Plan 2025

Tokuyama's Aims

Priority Areas

Final Year Targets

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 9



## Priority Areas

Fiscal 2021–2025

1	<b>Transform business portfolio</b>	Increase growth businesses' share of consolidated net sales to over 50%
2	<b>Contribute to mitigation of global warming</b>	Expedite development/commercialization of next-gen energy technologies; reduce GHG emissions 30%+ by FY30
3	<b>Practice socially responsible management</b>	Step up high-priority CSR initiatives to lay groundwork for further growth and realize our vision

\* Relative to FY19

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 11

### Final Year Targets

TOKUYAMA

KPI	FY20 (Result)	FY25 (Target)	Factors in Achieving Targets
Net Sales <small>(The application of the Accounting Standard for Revenue Recognition)</small>	¥259.2bn*	¥320.0bn	Focus on portfolio transformation Reflect cost inflation
Operating Profit	¥30.9bn	¥45.0bn	Expand operating profit approaching FY25 Revise by changing depreciation method
Growth Business Net Sales Growth Rate	—	CAGR ≥ 10%	Strengthen R&D, accelerate international expansion
ROE	13.2%	≥ 11%	Balance shareholder's equity efficiency and financial base Revise by changing depreciation method

(Note) Assumptions as of FY20: exchange rate (¥/US\$) 105, domestic naphtha price (¥/kl) 32,500  
\* FY20 net sales are approximate amounts based on application of "Accounting Standard for Revenue Recognition," etc., and are listed as reference values

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 12

### Major Products

- Electronic & Advanced Materials
- Life Science
- Eco Business
- Chemicals
- Cement

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 13

### Major Products in Electronic & Advanced Materials

TOKUYAMA

#### Silicon Business

Polycrystalline silicon for semiconductors  
20% share of world market

Major products	Main applications
High-purity polycrystalline silicon	Raw materials for semiconductors silicon wafer

#### IC Chemicals Business

Tier1 for high-purity IPA,  
Supporting miniaturization and purification of semiconductors

Major products	Main applications
High-purity IPA for the electronics industry	Electronic device cleaning and drying
Photoresist developer TMAH*	Developer for photoresist
IPA for industrial use	Paint and ink solvents
Solvent for cleaning metals	Removing oil during material working

\* Tetramethylammonium hydroxide

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 14

### Major Products in Electronic & Advanced Materials

TOKUYAMA

#### Silica Business

Top global market share of fumed silica for CMP slurries application

Major products	Main applications
Fumed silica	CMP* slurries agent Prevent paint, bond, and other liquids from dripping

\* Chemical mechanical polishing (CMP): One form of wafer planarization technology used in the process of semiconductor production

#### Thermal Management Materials Business

Heat-dissipation material for semiconductors and other electronic components  
75% share of world aluminum nitride powder market

Major products	Main applications
High-purity aluminum nitride	Parts for semiconductor production equipment Heat dissipation material Substrate material

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 15

### Major Products in Life Science

TOKUYAMA

#### Fine Chemicals Business

Plastic lens-related materials

World's No. 2 share at 20%

Major products	Main applications
Photochromic dye materials Eyeglass-related materials	Photochromic lenses

#### APIs and intermediates

Process development driven by organic synthesis technology  
Thorough GMP\* control

Major products	Main applications
APIs and intermediates	Medicine for dizziness, gastric ulcers, antipsychotics, high blood pressure, etc.

\* Good Manufacturing Practice

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 16

### Major Products in Life Science

TOKUYAMA

#### Microporous Film Business

Breathable film repels water, but allows air and moisture to pass through

Major products	Main applications
Microporous film "Porum"	Back sheets for disposable diapers Mulching sheets for agricultural use

#### Dental Materials and Equipment Business

Tokuyama Dental Corporation  
Composite resins for dental fillings

#### Diagnosis Business

A&T Corporation  
Laboratory information system, diagnostic reagents

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 17

**Major Products in Eco Business** TOKUYAMA

**Eco Business**

Non-kill recycling  
World's first 100% complete recycling of gypsum boards

**Tokuyama Chiyoda Gypsum**

Major products	Main applications
Recycle of gypsum boards	100% recyclable gypsum



**Ion Exchange Membranes Business**

**ASTOM Corporation**  
Ion exchange membranes and electrodialyzers for demineralization and concentration



**Advanced Technology for Recycling Photovoltaic Panels Using Low-Temperature Thermal Decomposition**

Under joint development with NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization), aiming for commercialization



**Major Products in Chemicals** TOKUYAMA

**Soda and Calcium Chloride Business**

Only manufacturer of soda ash in Japan  
High-quality products as food and beverage additives

Major products	Main applications
Soda ash	Raw material for glass, soap and detergents; food and beverage additives
Calcium chloride	Antifreeze agent



**Chlor-Alkali and Vinyl Chloride Business**

Energy saving, high-quality products based on a proprietary salt electrolysis technique

Major products	Main applications
Caustic soda	To digest and bleach pulp during paper production
Chlorine derivatives	Polyvinyl chloride Raw material for urethane resin



**Major Products in Cement** TOKUYAMA

**Cement Business**

Creates new business through application of cement technology  
Enhanced infrastructure repair materials

Major products	Main applications
Cement and ready-mixed concrete	Civil engineering and construction
Cement-type stabilizers	Ground improvement



**Recycling Business**

Effective use and recycling of waste and byproducts (waste plastics, sludge and incineration ash) during cement production process



# Production Bases

Tokuyama Factory  
Kashima Factory

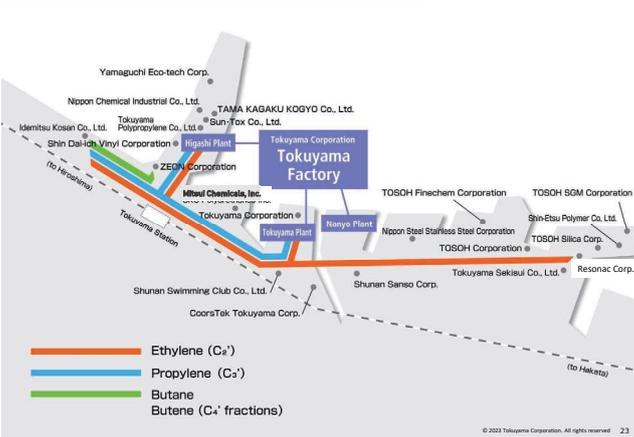


© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 21

**A Bird's-Eye View of the Tokuyama Factory** TOKUYAMA



**Shunan Industrial Complex** TOKUYAMA

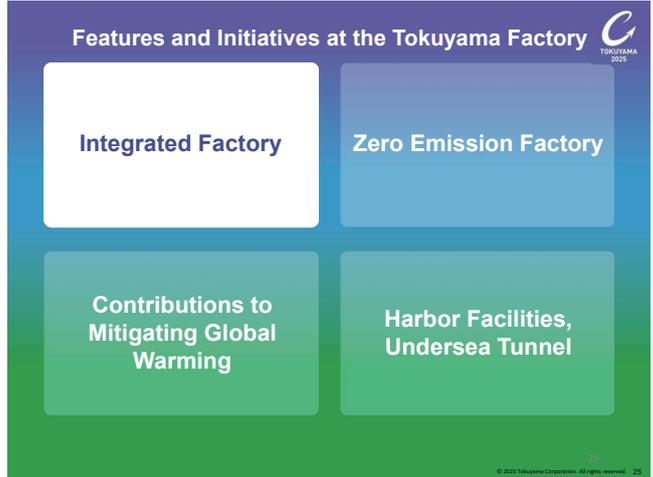


Production Capacity of Major Products at Tokuyama Factory TOKUYAMA (as of April 1, 2023)

Product	Capacity
Cement * As a production capacity of clinker	4,520,000 tons/Y
Soda ash	200,000 tons/Y
Caustic soda	490,000 tons/Y
Vinyl chloride monomer (VCM)	330,000 tons/Y
Polyvinyl chloride (PVC) [Shin Dai-ichi Vinyl]	145,000 tons/Y
Propylene oxide (PO)	89,000 tons/Y
Chlorinated solvents (methylene chloride, chloroform)	55,000 tons/Y
Fumed silica	15,500 tons/Y
High-purity polycrystalline silicon	8,500 tons/Y
High-purity aluminum nitride powder	840 tons/Y
Isopropyl alcohol (IPA)	74,000 tons/Y
Tetramethylammonium hydroxide (TMAH) * 25% conversion	27,000 tons/Y

© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 24

Features and Initiatives at the Tokuyama Factory TOKUYAMA



© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 25

Integrated Factory TOKUYAMA

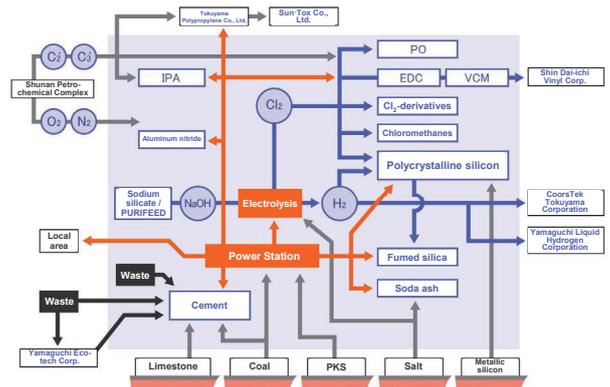
Complex of plants of inorganic and organic chemicals, cement, electronic & advanced materials, etc.



Forming integration which can make the most of raw materials, products, by-products, and waste among plants mutually

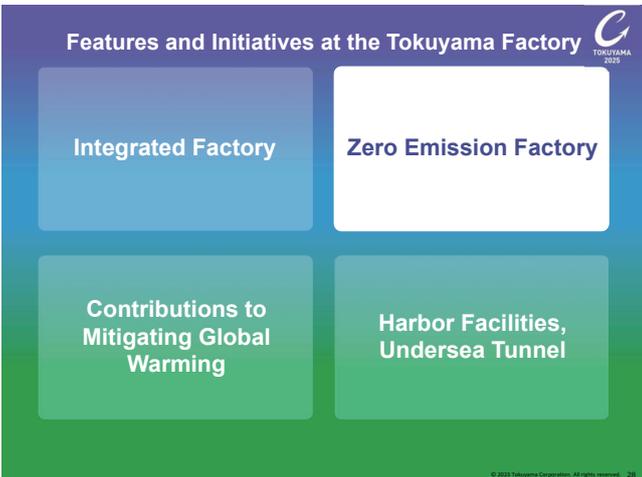
© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 26

Material Production Base with Advanced Integrated Management TOKUYAMA



© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 27

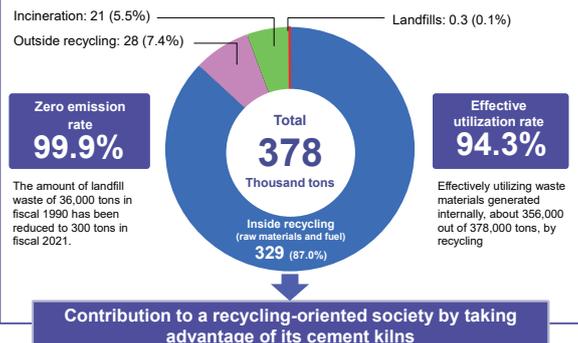
Features and Initiatives at the Tokuyama Factory TOKUYAMA



© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 28

Zero Emission Factory TOKUYAMA

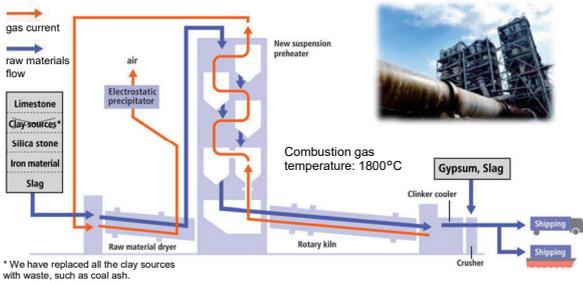
Breakdown of Industrial Waste Handling for Fiscal 2021



Contribution to a recycling-oriented society by taking advantage of its cement kilns

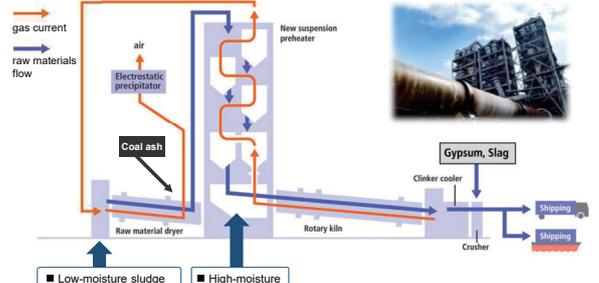
© 2023 Tokuyama Corporation. All rights reserved. 29

Flow of the Recycling Process in Cement Manufacturing TOKUYAMA



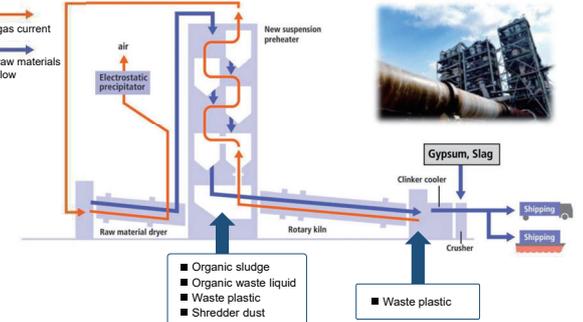
Waste and by-products recycled  
1.77 million tons

Flow of the Recycling Process in Cement Manufacturing TOKUYAMA



Amount recycled as raw materials (material recycle)  
1.66 million tons

Flow of the Recycling Process in Cement Manufacturing TOKUYAMA



Amount recycled as fuels (thermal recycle)  
105,000 tons

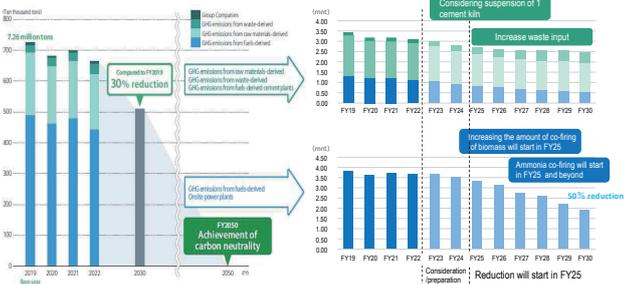
Features and Initiatives at the Tokuyama Factory

- Integrated Factory
- Zero Emission Factory
- Contributions to Mitigating Global Warming
- Harbor Facilities, Undersea Tunnel

Contribute to mitigation of Global Warming TOKUYAMA

Reduce greenhouse gas emissions 30% from FY19 by FY30

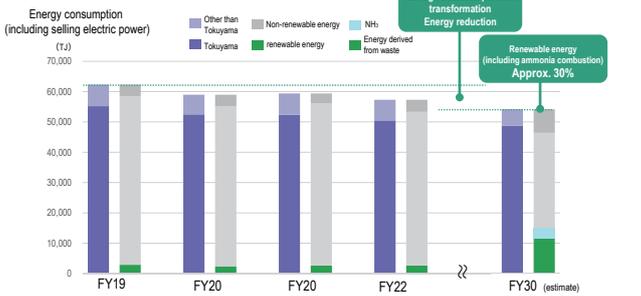
- Originating from fuel: In-house power generation
- Originating from raw materials and waste: Cement, Chemicals, etc.
- Aiming for a 50% reduction in GHG emissions
- Considering suspension of a cement kiln, actively using waste for raw materials and fuel
- Currently exploring the potential of CCUS technologies, environmentally friendly products, etc.



Contribute to mitigation of Global Warming TOKUYAMA

Ratio of Renewable Energy Use by FY30 (including ammonia combustion) Approx. 30%

- Originating from fuel: In-house power generation
- Define the total amount of electricity generated by biomass, ammonia, and hydrogen to be renewable energy
- Through business portfolio transformation Energy reduction
- Renewable energy (including ammonia combustion) Approx. 30%

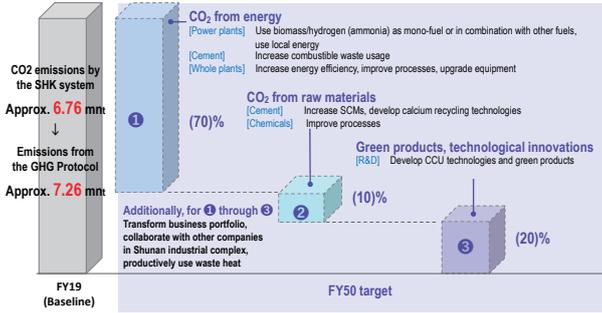


\*Energy from thermal recycling of heavy oil ash, sludge (organic, fuel, valuable combustibles), etc., that is effectively utilized in cement processing is not included in energy originating from waste.

### Contribute to mitigation of Global Warming



Aim to reduce energy-originated CO<sub>2</sub> emissions and achieve carbon neutrality by effectively utilizing CO<sub>2</sub> originating from raw materials, developing environmentally friendly products, etc.



\*This chart shows the breakdown of CO<sub>2</sub> emissions reduction targets under the Japanese SHK system

### Features and Initiatives at the Tokuyama Factory



Integrated Factory

Zero Emission Factory

Contributions to Mitigating Global Warming

Harbor Facilities, Undersea Tunnel

### Harbor Facilities, Undersea Tunnel



### Overall View of Tokuyama Factory Grounds



### Kashima Factory



Location: Kamisu, Ibaraki (Kashima Coastal Industrial Zone)  
Site area: 101,000 m<sup>2</sup>



### Features of the Kashima Factory



Manufacture of high-value-added products

Life science product manufacturing base contributing to healthcare

- Products
- Plastic lens-related materials
- APIs/intermediates
- Dental materials and equipment (Tokuyama Dental)

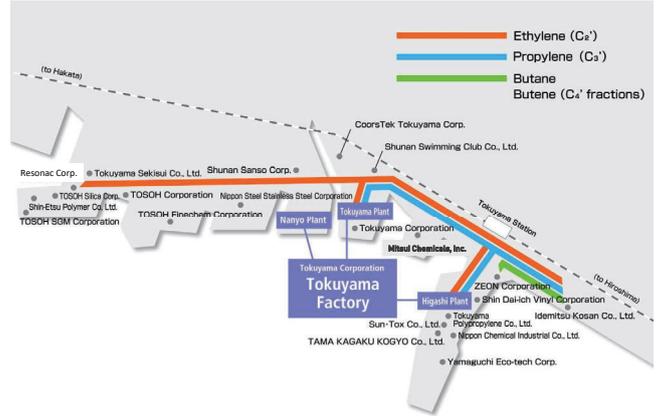


Using flexible, small production to ship various products around the world

The factory meets diversified needs flexibly, sending products to over 70 countries and regions



### Shunan Industrial Complex

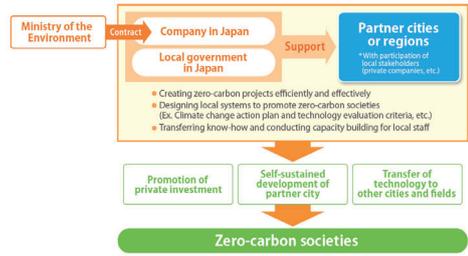


# Co-Production of High-Calorie RDF and BBJP from Municipal Solid Waste

Beetle Engineering  
Kitakyushu City  
Institute for Global Environmental Strategies (IGES)

8th September 2023  
Kick-off meeting with PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk

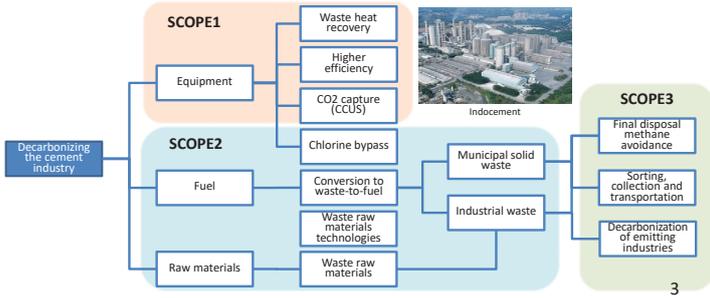
## City-to-City Collaboration for Zero-Carbon Society



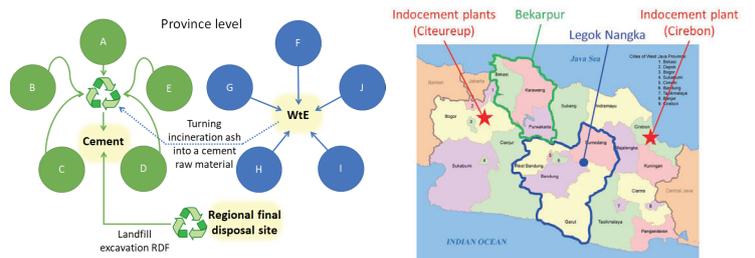
Subsidy to support implementation of feasibility studies (max 3 years)

## CO2 emission reduction from the entire supply chain

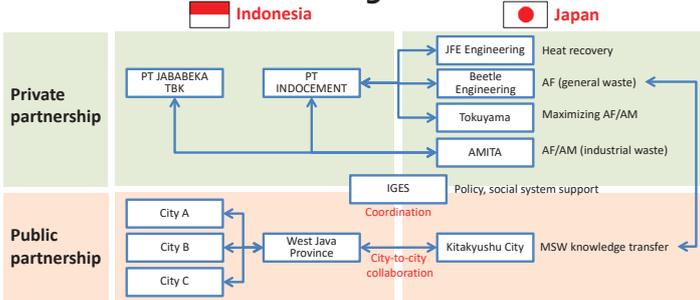
"Cement is the world's third-largest energy-consuming industry and the second-largest CO2-emitting industry"



## Municipal solid waste collection area: Regional sharing approach



## Collaborating structure



## Existing RDF productions

### SBI (Cilacap) type



- Mixed waste including wet organic waste
- Energy intensive process
- Low heating value
- Large CAPEX and OPEX
- Bad odor

### PUPR (Denpasar) type



- Waste sorting
- Energy intensive process
- Low heating value
- Large CAPEX and OPEX

### Common challenges

- Handling of wet organic waste
- Low heating value
- Stable supply at large quantity

## 10-20 ton/day scale

### Surabaya City, Indonesia (Nishihara Corporation)

- Established as part of JICA ODA assistance (since 2013)
- Waste segregation facility + 20 ton/day composting center (Takakura Composting Method)
- Waste input: Municipal solid waste (market waste)
- Compost were sold to plantation company



Superdepo Sutorejo  
(Waste segregation facility)

Compost Center Wonorejo II

## Large-scale organic fertilizer production with PT Pupuk Indonesia



2016: 1,000,000 ton/year

2030: 6,900,000 ton/year

Concept of ECO PARK in Balikpapan city  
(PT Pupuk Indonesia & Nishihara Corporation)

## What Beetle Engineering can offer



50 years of experiences  
in waste recycling  
industry (since 1972)

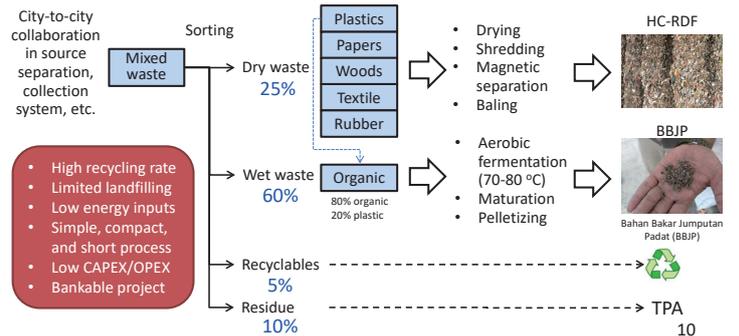


Waste sorting & recovery  
(Super Depo, Surabaya)

Large-scale composting  
(Wonorejo II, Surabaya)

RPF/CPF production  
(Kitakyushu, etc.)

## Concept of HC-RDF + BBJP



# The Future-design Company

In pursuit of economic and material prosperity, modern society has come to treat people and nature as collateral cost.

AMITA designs a future in which people will find incalculable value in having a harmonious relationship with nature and human lives will not be looked upon as collateral cost.



## AMITA's Mission

AMITA is committed to achieving a sustainable society that will enhance **natural and relational capital** in a virtuous circle as it grows.

The Future-design Company

Designing the future

**AMITA HOLDINGS CO., LTD.** As of March 23, 2023  
 Established — April 1, 1977  
 Representative — Eisuke Kumano, Hiroyuki Sato  
 Number of employees — 232 (consolidated)  
 Head office — Nakagyo-ku, Kyoto  
 Stock listed on — Growth Tokyo (stock code: 2195)

## Company Profile

**AMITA HOLDINGS CO., LTD.**  
 Head office: Nakagyo-ku, Kyoto  
 Headed by: KUMANO Eisuke, Chairman and Chief Visionary Officer  
 SUETSUGU Takahiko, President and Chief Integrated Operations Officer  
 Established: April 1, 1977  
 Capital: 453,560,200 JPY  
 Number of employees: 232 (consolidated)  
 AMITA CORPORATION, subsidiary of AMITA HOLDINGS, changed its name to AMITA CIRCULAR CORPORATION, effective January 1, 2023  
 AMITA CIRCULAR CORPORATION opens up part of its business for the newly established AMITA CORPORATION, effective January 1, 2023

Wholly owned subsidiary	Wholly owned subsidiary	Wholly owned subsidiary	Joint venture
<b>AMITA CORPORATION</b>	<b>AMITA CIRCULAR CORPORATION</b>	<b>AMIDMO</b>	<b>codo advisory</b>

**Transition strategy business**  
 Assist businesses in achieving greater corporate sustainability  
 • Define a vision  
 • Develop strategy  
 • Create circular business models  
 • Provide environmental assessment and certification  
 • Provide ICT solutions  
 • Provide business process outsourcing  
 Assist municipalities in achieving greater community sustainability  
 • Create a circular community design  
 • Create a social business in a community  
 Operate social systems designing business outside Japan  
 • Operate resource-recycling business in Malaysia

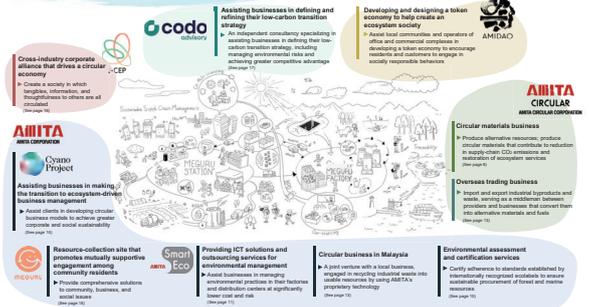
**Circular materials business**  
 Provide end-to-end solutions for sustainable procurement and resource utilization  
 • Develop circular materials  
 • Develop circular technologies  
 • Connect waste into circular materials for industrial use  
 • Provide a circular platform

**Ecosystem co-creation business**  
 Leverage Web3 technology to provide a platform for creating an ecosystem society  
 • Establish a DAO network to carry out solution development projects  
 • Build a network for co-creating value  
 • Assist with proof-of-concept field tests  
 • Assist in issuing tokens (cryptocurrency)

**Low-carbon transition advisory**  
 Assist businesses in defining and refining their low-carbon transition strategy  
 • Assist businesses in meeting globally accepted sustainability requirements  
 • Assist businesses in addressing concerns of foreign investors about corporate environmental risks and greenwashing practices  
 • Assist businesses in meeting national and regional environmental targets

**AMITA ENVIRONMENTAL STRATEGIC SUPPORT (MALAYSIA) SDN. BHD. (MSES)** in Malaysia  
**JOON SHIHUN** in Malaysia  
**AMITA BERKAYA SDN. BHD.** in Malaysia  
 (Last venture established by ACSS and the Malaysia-based BERKAYA Group)

## Business Lines at a Glance



## AMITA's WAY



## Circular Materials Business

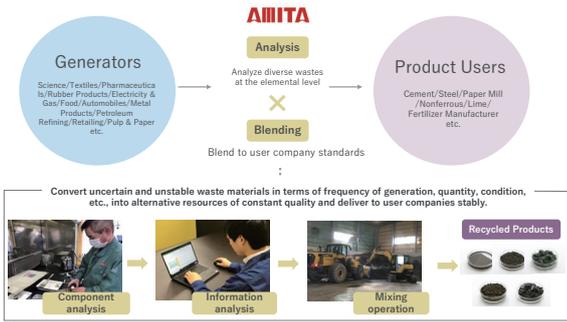
We will enhance our unique "blending technology" and provide an advanced "100% recycling service" that manufactures alternative products from industrial waste to natural resources.

This manufacturing service of circular materials has been proven to contribute to CO<sub>2</sub> reduction and restoration of ecosystem services, the more it is utilized.



AMITA's 100% Recycling Operation

"Blending" technology that turns uncertainty into certainty



AMITA's 100% Recycling Operation

Nationwide Resource Recycling Network



The Platform for Resource Recycling

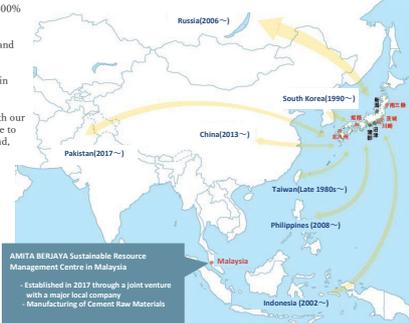
Promoting waste recycling, especially in Asia

Since our founding in 1977, AMITA Group has been committed to 100% recycling of industrial waste.

Since the 1980s, we have been engaged in overseas trading of waste and by-products (valuable resources).

In 2017, we established and began operating a 100% recycling plant in Malaysia in addition to its domestic operations.

Through our own Resource Recycling Plants and in collaboration with our partners, we will form a resource recycling platform. We will continue to promote the recycling and utilization of resources in Japan and abroad, particularly in Asia, where economic growth is remarkable.



International Trading Regions

Experience : More than 7 countries  
( ) ...Transaction start date

Major Alternative Raw Materials and Fuel Conversion Results

Cement / Nonferrous / Steel / Rare metals / Chemicals / Chemical products / Chemicals, Food additives, etc.

Recycling Services in Malaysia

data  
01

Noticeable increase in incoming shipments & Significant contribution to ordinary income

- ▶ After a temporary suspension of incoming and outgoing shipments due to the coronavirus, this service was recognized as an essential local social infrastructure, and a permit was obtained from the government to resume operations.
- ▶ Strong performance due to increased manufacturing capacity & growing local demand

Investment income based on the equity method related to Malaysian operations

Increased about **8.5** times in 2 years

in  
2022

To stabilize and further develop our Malaysian business, we will focus on developing new users of recycled resources and acquiring new projects in order to stabilize shipments.

Medium-term Business Plan

- ▶ Development of 100% recycling business in Southeast Asian countries
- ▶ Contribution to international resource recycling through collaboration with other companies

AMITA's Products (ARM & AF)

Ash, Slag, Dust, Water treatment Sludge, Waste Plastics. Any solid waste generated from the manufacturing process of various types of industry are used as our materials.

Sourcing raw materials

Ash, Slag, Sludge, Waste Plastics, any Solid waste such as burnt or process residue etc..

How product is used

As Alternative Cement Raw Materials & As Alternative Fuel (coal)

End-Users

Cement manufacturers

Production capacity (in Japan)

12,000-13,000 MT / month

Input



Output

ARM & AF (solid)



AMITA's Products (SMX)

Waste oil, alkali, acid and waste solvents not reused and discarded for the reason of contamination of impurities are recycled to utilize their calories, which is SlurMix®. Mainly cement manufacturers use this as alternative fuel to coal and heavy oil.

Sourcing raw materials

Liquid waste: Waste oil, waste acids, waste alkali, sludge, etc..

How product is used

Alternative Fuel of coal and heavy oil

End-Users

Cement and Steel manufactures  
Non-ferrous smelting manufacturers, etc.

Production Volume (in Japan)

1,500-2,000 MT / month

Input



Output

AF (SlurMix®)



## DOE Visits to Japan



2014, DOE at AMITA's Kitakyushu Plant



December 2014, DOE at Kitakyushu Eco Park

## DOE Visits to Japan



March 2016, DOE at Kitakyushu Eco Park



January 2017, at Kitakyushu Eco Park

## DOE Visits to Japan

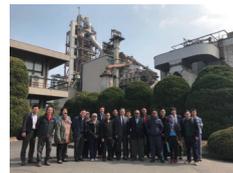


February 2019, at Tokyo, METI  
(資源循環局 山本局長)



February 2019, at Ibaraki plant

## DOE Visits to Japan



February 2019, at Cement Plant



February 2019, at Automotive Recycle Plant

## Sustainable Resources Management Centre



Aerial View of AKBK Facility

## 15 Approved SW Codes

SW 104, 110, 202, 203, 204, 207, 310, 311, 316, 319, 321, 406, 411, 416, 427



AMITA BERJAYA SDN BHD

# ARM & AF Making Process For Cement Co-Processing



(1) Blender ⇒ (2) Dust Collector ⇒ (3) Magnetic Separator ⇒ (4) Vibrating Screen ⇒ (5) Product

AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023

## MOU signed with "Indocement"

AMITA HOLDINGS CO., LTD., a preminent Japanese provider of circular and sustainability solutions and services, today signed a memorandum of understanding (MOU) with PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. ("Indocement"), a leading cement producer in Indonesia, on conducting a joint feasibility study.

The scope of the study agreed upon in the MOU includes assessing the feasibility of developing and promoting carbon-neutral, circular business models in Indonesia, as a basis for pursuing a business partnership between the two companies in the country

Full-scale start of challenges in indonesia

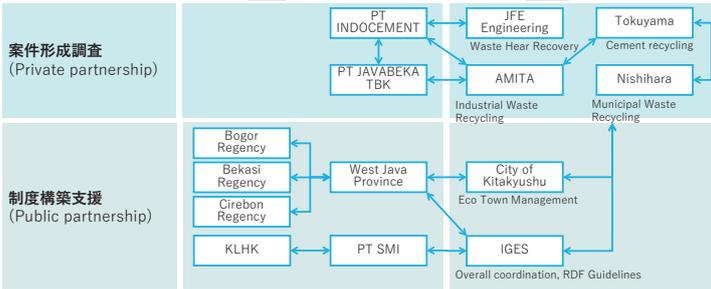


Signing ceremony , 19<sup>th</sup> May 2023

AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023

## MOEJ City to City collaboration 実施体制 (Project Structure)

Indonesia Japan



AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023

21

## Solution Business

for realizing a circular economy society

MEGURU STATION® : Mutual Aid Community-based Resource Collection Station

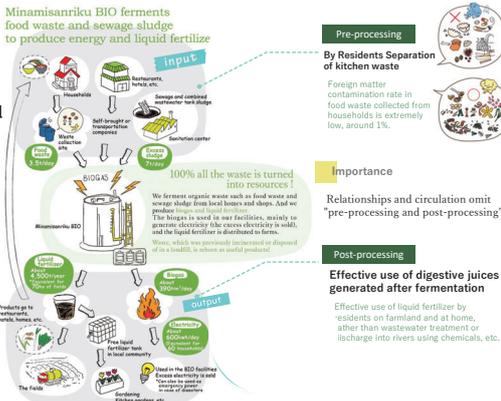
Cyano Project : Supporting the creation of a circular economy business

AMITA

AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023

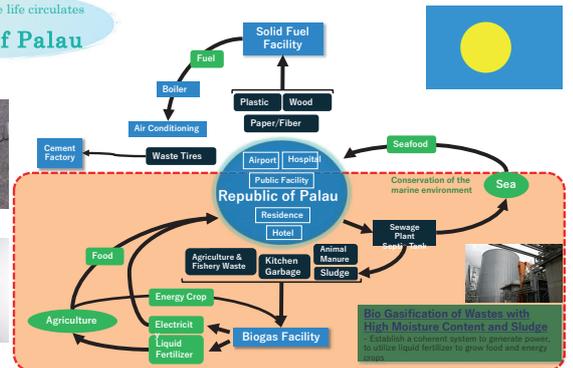
## Minamisanriku BIO

A local resource circulation model that "turns uncertainty into certainty" in terms of people's social motivation.



AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023

## Biogas facility where life circulates Republic of Palau



AMITA HOLDINGS CO., LTD. 2023



J-CEP

J-CEP's Joint PoC Projects Built around MEGURU STATION®

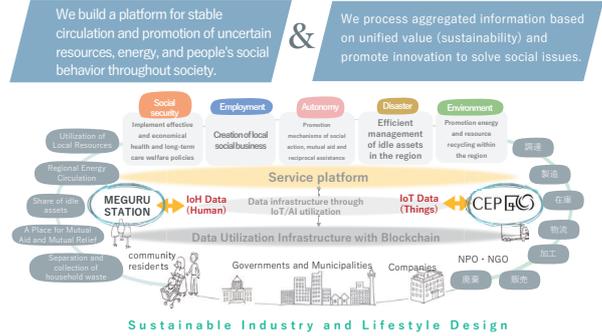
**Overview** Carried out joint PoC projects to design a resource circulation scheme and create a community engagement space

<p><b>Project 01</b> Collect sorted household plastic waste</p> <p>Project members: AMITA, Kawakami Sangyo, Mitsui Chemicals, Pantech</p> <p>▶▶ Made benches from collected plastic caps and bottles to support Kobe's circular recycling initiative.</p> 	<p><b>Project 03</b> Use ICT solutions to encourage more residents to use the station</p> <p>Project members: AMITA, NEC Solution Innovators</p> <p>▶▶ Used QR codes to collect data on the number of residents who used the station and to offer them an incentive program.</p> 
<p><b>Project 02</b> Promote a mutually supportive community</p> <p>Project members: AMITA, Nestle Japan</p> <p>▶▶ Offered complementary soft drinks and snack food to visitors to make it a community engagement space.</p> 	<p><b>Project 04</b> Conduct a research and development project for horizontal recycling of plastic packages</p> <p>Project members: AMITA, Lion, Mitsui Chemicals, Sunstar</p> <p>▶▶ Recycled used toothbrushes into rulers as a PoC trial for sustainable product designing.</p> 

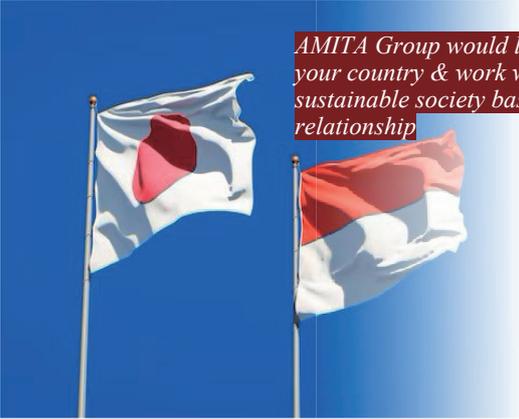
**Key Initiatives for FY 2023 and beyond** Carry out two PoC projects: 01. Operate a prototype BYOB shop to encourage the reuse of bottles and containers  
02. Standardize bottles and containers for daily necessities and verify their recyclability from collection to reuse

J-CEP is promoting a cross-industry circular economy.

Platforms necessary to address social issues



*AMITA Group would like to contribute your country & work with You to create a sustainable society based on our mutual relationship*





令和5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・西ジャワ州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6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。