

令和 6 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

プカンバル市との協力を通じたリアウ州地域における
2050 年ゼロカーボンシティ形成支援事業

調 査 報 告 書

令和 7 年 3 月

日 本 工 営 株 式 会 社
川 崎 市

令和 6 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

プカンバル市との協力を通じたリアウ州地域における 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援業務

調査報告書

目 次

	頁
第 1 章 業務の背景と目的.....	1
1.1 業務の背景.....	1
1.2 業務の目的.....	2
1.3 本業務の実施体制.....	2
1.4 過年度業務進捗と今年度業務の概要.....	3
1.5 本業務の工程.....	5
第 2 章 参画都市の概要と環境施策.....	6
2.1 川崎市.....	6
2.1.1 川崎市の概要.....	6
2.1.2 川崎市地球温暖化対策推進基本計画.....	7
2.1.3 脱炭素戦略「かわさきカーボンゼロチャレンジ 2050」.....	8
2.1.4 かわさきグリーンイノベーションクラスター（GIC）.....	8
2.1.5 脱炭素先行地域.....	8
2.2 プカンバル市.....	9
2.2.1 プカンバル市の概要.....	9
2.2.2 パーム油生産廃棄物.....	10
2.2.3 2050 年ゼロカーボンシティ形成.....	11
2.2.4 CRIC プロジェクト.....	11
第 3 章 脱炭素社会実現のための都市間連携活動.....	13
3.1 都市間連携活動の取組実績.....	13
3.2 都市間連携活動に係る結果.....	16
3.2.1 活動概要.....	16
3.3 都市間連携活動のうち制度構築支援分野に係る今年度の活動方針.....	17
3.3.1 プカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップ.....	18
3.3.2 かわさき海外展開セミナー.....	19
3.3.3 川崎国際環境技術展.....	19
3.3.4 脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー.....	20
3.3.5 川崎市-プカンバル市の最終協議.....	21
第 4 章 JCM 事業化検討.....	23
4.1 環境調和型経済社会形成に資する JCM 事業の検討.....	23

4.1.1	EFB 燃料化事業.....	24
4.1.2	POME バイオガス活用事業.....	29
4.1.3	ナノエマルジョン技術活用事業	40
4.2	ゼロカーボンシティ形成に資する事業の検討	42
4.2.1	再エネおよびエネルギー管理システム導入事業	42
4.2.2	LED 街路灯導入事業の検討.....	44
第 5 章	他支援機関との連携	46
5.1	在インドネシア日本国大使館等との連携	46
第 6 章	本業務の成果及び課題と展望	47
6.1	都市間連携活動	48
6.1.1	2050 年ゼロカーボンシティ形成支援	48
6.1.2	リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援	49
6.2	JCM 事業化検討	50
6.2.1	EFB 燃料化事業.....	50
6.2.2	POME バイオガス活用事業.....	50
6.2.3	ナノエマルジョン技術活用事業	50
6.2.4	再エネ及び EMS 技術導入事業.....	51
6.2.5	LED 導入事業	51

目 次

表 1-1	フェーズ 2 の進捗・達成状況	3
表 2-1	川崎市の統計データ	6
表 2-2	川崎市地球温暖化対策推進基本計画（2022 年計画）の概要	7
表 2-3	脱炭素アクションみぞのくちの「脱炭素アクション」の例	9
表 2-4	脱炭素アクションみぞのくち推進会議 活動内容	9
表 2-5	プカンバル市の概要	10
表 2-6	CRIC プロジェクト所在地（インドネシア）と注力セクター	12
表 3-1	都市間連携活動の取組実績	13
表 3-2	都市間連携活動に係る取組	16
表 3-3	活動テーマと概要	17
表 3-4	プカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップのアジェンダ	18
表 3-5	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー関連のイベント概要	21
表 4-1	昨年度までの調査進捗（EFB 燃料化事業）	26
表 4-2	EFB 燃料化事業にかかる今年度調査実施結果	26
表 4-3	EFB 燃料化事業にかかる今年度調査実施結果	27
表 4-4	EFB 燃料化による GHG 削減量試算結果	28
表 4-5	昨年度までの調査進捗（POME バイオガス活用事業）	29
表 4-6	今年度実施の調査概要（POME バイオガス活用事業）	31
表 4-7	Sei Tapung バイオガス捕集プラントの主要構成機器	32
表 4-8	事業実施地の比較	33
表 4-9	見積条件	35
表 4-10	A 社、B 社の捕集プラント概要	35
表 4-11	バイオガス捕集プラントの見積比較	35
表 4-12	バイオガス精製プラントの仕様（令和 3 年度検討結果）	36
表 4-13	バイオガス精製プラント設計費用（令和 3 年度検討結果）	36
表 4-14	A 社、B 社の捕集プラント概要	37
表 4-15	オープンラグーン方式により POME から発生する CH ₄ 排出量	37
表 4-16	ディーゼルバス/トラックからの CO ₂ 排出量	38
表 4-17	プロジェクト GHG 排出量	38
表 4-18	GHG 排出削減量および費用対効果試算	38
表 4-19	GHG 削減効果試算（液体化石燃料のナノエマルジョン化実証事業）	41
表 4-20	ESDM 令の改正に伴う変更	43
表 4-21	再エネおよびエネルギー管理システム導入事業にかかる今年度調査実施結果	44
表 4-22	LED 導入事業にかかる今年度調査実施結果	45
表 6-1	本業務（フェーズ 2）の成果	47

目 次

図 1-1	業務実施体制	3
図 1-2	今年度の事業概要	5
図 1-3	本業務のスケジュール	5
図 2-1	川崎市の位置	6
図 2-2	地球温暖化対策推進基本計画	7
図 2-3	かわさきカーボンゼロチャレンジ 2050	8
図 2-4	プカンバル市の位置	10
図 2-5	パーム油製造により発生する廃棄物	11
図 4-1	パーム油産業における環境調和型経済社会のイメージ	23
図 4-2	EFB 燃料化事業の全体プロセス	24
図 4-3	カナデビアの EFCaR システム	25
図 4-4	POME バイオガス活用事業の全体プロセス	29
図 4-5	バイオガス分離膜 SEPURAN® Green	29
図 4-6	東カリマンタン州での導入例	29
図 4-7	バイオガス捕集プラントブロックフロー (Sei Tapung)	32
図 4-8	バイオガス捕集プラントにおける主要機器 (Sei Tapung)	32
図 4-9	POME 排出までのフロー及び機器 (Sei Galuh)	33
図 4-10	Sei Galuh 工場事業想定位置	33
図 4-11	回分試験のフロー	34
図 4-12	サンプル採取場所 (Sei Galuh)	34
図 4-13	今後の検討スケジュール案	39
図 4-14	ナノエマルジョン燃料製造装置「NEFS」	40
図 4-15	ナノフュエル社による液体化石燃料転換イメージ	41
図 4-16	ドゥマイ工業団地の様子	42
図 4-17	EMS 技術のイメージ	43
図 4-18	LED の導入イメージ (街路灯の例)	44
図 6-1	3 か年計画 (令和 6 年度 (2024 年度) 提案時点)	47
図 6-2	プカンバル市ゼロカーボンシティ計画の策定体制	49
図 6-3	プカンバル市ゼロカーボンシティ計画の策定スケジュール (想定)	49
図 6-4	リアウ州における脱炭素ドミノ形成	50

添 付

添付資料 1 川崎市とプカンバル市による都市間連携ワークショップ

添付資料 2 第 17 回 川崎国際環境技術展

略語表

略語	英語/インドネシア語	和訳
BAU	Business-as-Usual	対策がなされなかった場合
BDF	Bio Diesel Fuel	バイオディーゼル燃料
C2P2	Clean City Partnership Program	クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム
CAPEX	Capital Expenditure	投資コスト・設備投資
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CRIC	Climate Resilient and Inclusive Cities	包摂的で安全、かつ強靱で持続可能な都市の計画
EFB	Empty Fruit Bunch	アブラヤシ果実の空果房
EMS	Energy Management System	エネルギーマネジメントシステム
ESDM	Ministry of Energy and Mineral Resources (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral)	インドネシアエネルギー・鉱物資源省
FFB	Fresh Fruit Bunch	アブラヤシの果房
F/S	Feasibility Study	事業可能性調査
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GIC	Kawasaki Green Innovation Cluster	かわさきグリーンイノベーションクラスタ
IGES	Institute for Global Environmental Strategies	公益財団法人地球環境戦略研究機関
IPB	Institut Pertanian Bogor	ボゴール農科大学
ITB	Institut Teknologi Bandung	バンドン工科大学
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LOI	Letter of Intent	関心表明
METI/GS	Ministry of Economy, Trade and Industry/Global South	経済産業省/グローバルサウス未来志向型共創等事業費補助金
MF	Mesocarp Fiber	アブラヤシ果実の中果皮
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NDA	Non-Disclosure Agreement	秘密保持契約
NDC	Nationally Determined Contribution	自国が決定する貢献
OPEX	Operating Expenditure	運営コスト
PAO	Palm Asid Oil	パーム酸油
PGLSSID	PT. Panasonic Gobel Life Solutions Sales Indonesia	パナソニックの現地グループ会社
PGN	PT. Perusahaan Gas Negara Tbk	国営ガス公社
PK	Palm Kernel	アブラヤシの核油
PKS	Palm Kernel Shell	アブラヤシ果実の殻
PLN	National Electricity Company	インドネシア国営電力公社

略語	英語/インドネシア語	和訳
	(PT Perusahaan Listrik Negara /Persero)	
PNRE	PT. Pertamina Power Indonesia	インドネシア国営新・再エネ開発会社
POME	Palm Oil Mill Effluent	パーム油廃液
POKJA	Working Group (Kelompok Kerja)	ワーキンググループ
Pre-F/S	Pre-Feasibility Study	事業可能性予備調査
PTPN	PT. Perkebunan NusantaraIV-RegionalIII	インドネシア国営パーム公社（リアウ州担当）
PTPN4	PT. Perkebunan NusantaraIV	インドネシア国営パーム公社
PT.SPP	PT. Sarana Pembangunan Pekanbaru	テナヤン工業団地運営公社
PUPR	Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	プカンバル市公共事業・公共住宅局
RAD-GRK	Regional Action Plan for Greenhouse Gas Emission Reduction (Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca)	地方 GHG 排出削減行動計画
RAN-GRK	National Action Plan for Greenhouse Gas Emission Reduction (Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca)	国家 GHG 排出削減行動計画
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil	持続可能なパーム油のための円卓会議
RUEN	Grand National Energy Plan 2015-2050 (Rencana Umum Energi Nasional)	国家エネルギー計画
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TMP	Transmetro Pekanbaru	トランスメトロプカンバル（プカンバル市営企業）
UCLG ASPAC	United Cities and Local Governments Asia-Pacific	アジア太平洋都市・地方政府連合
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関
UNRI	Universitas Riau	リアウ大学

第 1 章 業務の背景と目的

1.1 業務の背景

平成 28 年 11 月に発効し、令和 2 年（2020 年）より実施段階に入ったパリ協定では、中央政府に加えて自治体・都市を含む非政府主体による気候変動対策を加速させることが目標として掲げられている。また、令和 2 年 9 月に開催された「新型コロナウイルスからの復興と気候変動・環境対策に関する「オンライン・プラットフォーム」閣僚級会合においても、コミュニティに直結する活動を行う地方自治体の脱炭素政策が必要であること、地方コミュニティ主導の開発アプローチが重要であることが確認されている。日本でも、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにし、脱炭素社会を目指すことが宣言され、carbon dioxide (CO₂) 排出実質ゼロの目標を宣言する自治体は 300 以上にまで急増している。

こうした状況を踏まえ、具体的な地域の気候変動対策・プロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体の役割は重要性を増している。世界全体での脱炭素社会の実現に向けては、特に経済成長が著しいアジアにおいて、持続可能な脱炭素社会構築への動きを加速させることが必要であり、社会経済の発展を支える活動の場である都市の脱炭素化・低炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

インドネシア政府は国家 GHG 排出削減行動計画（RAN-GRK: National Action Plan for Greenhouse Gas Emission Reduction (Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca)）を策定し、2013 年に州政府が州ごとの地方 GHG 排出削減行動計画（RAD-GRK: Regional Action Plan for Greenhouse Gas Emission Reduction (Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca)）を制定した。2020 年 9 月には省エネルギーの推進、天然ガスの利用促進が重点項目として掲げられる国家エネルギー計画（RUEN, Grand National Energy Plan 2015-2050 (Rencana Umum Energi Nasional)）が制定された。また、2016 年に提出された「自国が決定する貢献（NDC: Nationally Determined Contribution）」では、2030 年に対策がなされなかった場合（BAU: Business-as-Usual）比で 29%削減すること、そして二国間クレジット制度（JCM: Joint Crediting Mechanism）などの国際支援により 41%まで削減することが約束された。2021 年 7 月に提出された改定版 NDC においては、遅くとも 2060 年までにカーボンニュートラルを達成することを目指すことが明文化された。それに続いて、首都ジャカルタ特別州が、2050 年までにカーボンニュートラルの達成を目指すことが州知事令 90 号において示された。さらに 2022 年 9 月には、改訂版 NDC において 2030 年に BAU 比で 31.89%削減すること、国際支援等により 43.20%まで削減することが目標として引き上げられる等、同国での脱炭素社会形成に向けた動きが活発になっている。

日本国環境省では世界の都市が直面する今日の課題に多角的に対処するため、本事業を軸として、2023 年 2 月、国際協力機構（JICA: Japan International Cooperation Agency）とともに、クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2: Clean City Partnership Program）を立ち上げた。本プログラムは、日本の自治体や民間企業、金融機関と連携し、技術や資金の更なる動員を図り、パートナー都市における気候変動、環境汚染、循環経済、自然再興（ネイチャーポジティブ）を含む都市課題に対して包括的かつ相乗的な支援を提供するものである。

本業務は、海外都市の脱炭素化に向けて川崎市とプカンバル市による都市間連携のスキームのもとで実施されるものであり、令和元年度に開始され、本年度はフェーズ 2 の 3 年目にあたる。プカンバル市はインドネシアのスマトラ島中心部に位置し、パーム油産業を中心とするリアウ州の州都である。パーム油はインドネシア貿易省が掲げる 10 の主要産品（鉱業、ガス除く）の一つであり、そのうち輸出に占める割合が最も高く、全体の 12%を占めている。世界的にもパーム油の生産量はインドネシアが 1 位であり、2 位のマレーシアと合わせて生産量の 82%を占めている（出典：Palm Oil Explorer、USDA、2025 年）。その中でもリア

ウ州はアブラヤシ農園の面積がインドネシアで最大（21%）の州である。パーム油産業がリアウ州における中心産業となっている一方で、パーム油生産において大量に発生する廃棄物の管理は同州における環境課題となっている。現在利用されていないパーム油産業由来の廃棄物をバイオマスとして有効利用することは環境課題の解決に寄与するだけでなく、低炭素化にも貢献する。また、経済発展の著しいプカンバル市では産業化・都市化が行われているが、それに伴い発生する環境課題に対しても省エネルギー・再エネ等の取り組みを進める必要がある。

1.2 業務の目的

「令和 6 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業」は、脱炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する本邦都市とともに、海外自治体等における脱炭素社会形成への取組、脱炭素ドミノの実現、および脱炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するための調査事業を実施するものである。

本事業では、プカンバル市を中心としたリアウ州地域における 2050 年ゼロカーボンシティ形成を目的とした制度構築支援、ニーズの高い省エネルギー・再生可能エネルギー・廃棄物分野における温室効果ガス排出量の削減ならびにそれに寄与する JCM 案件形成の活動を実施することが目的である。

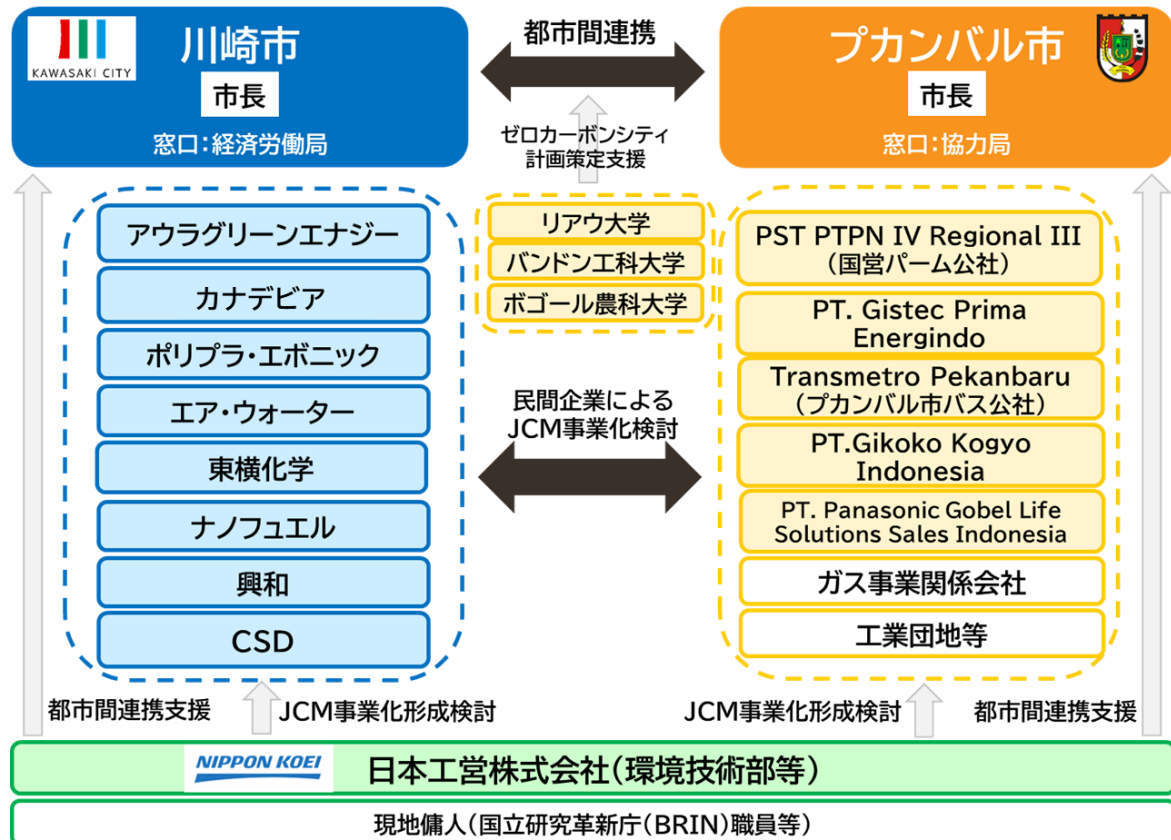
1.3 本業務の実施体制

本年度の業務実施体制は、図 1-1 の通りである。川崎市とプカンバル市によりゼロカーボンシティ形成及び環境調和型経済社会形成に係る都市間連携活動を行った。

また、同都市間連携の下、環境調和型経済社会形成に資する JCM 事業の検討として、1-1) アブラヤシ果実の空果房（EFB: Empty Fruit Bunch）燃料化事業、1-2) パーム油廃液（POME: Palm Oil Mill Effluent）バイオガス活用事業、1-3) ナノエマルジョン技術活用事業の予備検討に係る検討・調査を実施した。1-1) EFB 燃料化事業については、EFB 炭化炉メーカー、原料及び燃料（ペレット）サプライヤー、オフテイク先候補へのアプローチ・情報収集を行い、事業化に向けた体制の構築を目指した。1-2) POME バイオガス活用事業については、エア・ウォーター社により 2 度にわたって POME サンプルング、ガス発生量実験が実施された。また事業化に向けて現地パートナー企業を検討するにあたり、相見積を実施した。1-3) については、ナノフュエル社及び興和社が、「環境省・水素等新技术導入事業」（以降、水素等事業）への申請に向けてナノフュエル社の持つナノエマルジョン技術の活用先の調査を行った。

加えて、ゼロカーボンシティ形成に資する JCM 事業として、2-1) 再エネおよびエネルギー管理システムの導入事業の予備検討、及び 2-2) 発光ダイオード（LED: Light Emitting Diode）導入事業の予備検討を行い、プカンバル市公共事業・公共住宅局（PUPR: Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat）やプカンバル市交通局から提供を受けた情報を基に、JCM 設備補助事業への申請を目指してシーエスデー社が検討を行った。

日本工営は、代表事業者として、都市間連携活動及び各 JCM 事業検討の全体支援を行った。今年度は、4 度の現地渡航を実施し、情報収集、調査、協議を行った。現地での情報収集、調査、協議については、現地傭人 3 名を活用して実施した。



出典：日本工営

図 1-1 業務実施体制

1.4 過年度業務進捗と今年度業務の概要

表 1-1 に過年度業務（フェーズ2）の進捗・達成状況を示す。

表 1-1 フェーズ2の進捗・達成状況

セクター	進捗・達成状況
(1) 都市間連携活動	
川崎市とプカンバル市との都市間協力	両都市の議論を通して、覚書(MOU: Memorandum of Understanding)の締結は現時点では不要であることを確認した。一方で、今後も両市とも協力関係を継続する意向があったため、両市市長による協力継続意向レターが取り交わされた。
2050 ゼロカーボンシティロードマップ策定支援	バンドン工科大学 (ITB: Institut Teknologi Bandung)、ボゴール農科大学 (IPB: Institut Pertanian Bogor) 及び公益財団法人地球環境戦略研究機関 (IGES: Institute for Global Environmental Strategies) によるプカンバル市及びリアウ大学 (UNRI: Universitas Riau) へのキャパシティビルディングを行い、ゼロカーボンシティロードマップ策定に向けプカンバル市側の能力向上を図った。また、日本工営と UNRI 間の MOU を締結し、本事業への公式な参画が可能となった。
リアウ州における脱炭素ドミノ構築に向けた取り組み	都市間連携ワークショップにおいてリアウ州による2060脱炭素ロードマップの発表が行われた。

セクター	進捗・達成状況
(2)JCM 事業化検討	
環境調和型社会形成に資する事業の検討	<EFB 燃料化事業> EFB サプライヤー、燃料化技術を持つ企業複数社へのヒアリング調査等を行い、事業化に向けた体制の構築及び情報収集を実施した。 <POME バイオガス活用事業> 代表事業者を中心とした事業体制の構築のため、事業可能性予備調査 (Pre-F/S: Feasibility Study) を実施し、事業採算性の把握等を行った。また、各社と秘密保持契約 (NDA: Non-Disclosure Agreement) を締結し情報収集を積極的に行った。 <ナノエマルジョン技術活用事業> 現地バイオディーゼル燃料 (BDF: Bio Diesel Fuel) 工場への現地調査を通じて入手した副生グリセリンサンプルの分析を実施した。また、インドネシアでのナノエマルジョン燃料製造装置 (NEFS) 導入による液体化石燃料のナノエマルジョン化実証事業の実現に向け各社とミーティングを実施した。
ゼロカーボンシティ形成に資する事業の検討	<再エネおよびエネルギー管理システムの導入事業> 現地 EPC 候補企業やプカンバル市との協議を重ね、インドネシアによる法規制、実施体制の検討を行った。インドネシア国内で太陽光 JCM 事業を実施した経験を有する企業との協議を行った。 <LED 導入事業> プカンバル市や LED メーカーとの協議を重ね、また代表事業者候補による現地渡航も行い LED 街路灯の JCM 設備補助事業申請に向けた準備を実施した。最終的にはプカンバル市側が国際コンソーシアム協定書にサインすることが難しい(海外法人との直接の契約締結には長時間の調整を要する)との結論になり、実現には至らなかった。

出典：日本工営

今年度の業務概要は図 1-2 の通り。都市間連携活動として、「プカンバル市のゼロカーボンシティの形成支援」「リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援」を実施した。また、JCM 事業化検討としては「地域産業を活かした環境調和型経済社会形成に資する事業の検討」、「ゼロカーボンシティ形成に資する事業の検討」を実施した。

都市間連携活動



プカンバル市のゼロカーボンシティ形成支援

- プカンバル市2050ゼロカーボンシティロードマップの策定



リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援

- プカンバル市を起点としたリアウ州での脱炭素ドミノの形成

JCM事業化検討



地域産業を活かした環境調和型経済社会形成に資する事業の検討

- EFB燃料化事業
- POMEバイオガス活用事業
- ナノエマルジョン技術活用事業(予備検討)



ゼロカーボンシティ形成に資する事業の検討

- 再エネおよびエネルギー管理システム導入事業(予備検討)
- LED導入事業(予備検討)

出典：日本工営

図 1-2 今年度の事業概要

1.5 本業務の工程

本業務の実施期間は2024年5月10日～2025年3月14日である。主な工程は、図 1-3 に示す通りである。

#	調査内容	2024								2025		
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1. 都市間連携活動												
1	2050ゼロカーボンシティロードマップ案作成支援											
2	現地ステークホルダーとの協議		▼			▼					▼	
3	リアウ州における脱炭素ドミノ構築に向けた取り組み					▼						
4	その他支援スキームに関する意見交換（CRICプロジェクト・JICAを想定）		▼									
5	都市間連携セミナーへの招聘支援										▼	
2. JCM事業化検討												
1	JCM申請候補案件関係者との協議/支援		▼	▼(現地渡航)		▼						▼
2	企業との案件形成に関するWEB協議、国内情報収集											
3	現地情報収集（現地渡航・備人の活用）		▼	▼(現地渡航)		▼(現地渡航)			▼(現地渡航)			
4	ビジネスマッチング							▼	(川崎国際環境技術展でのビジネスマッチング)			
3. 報告・発表等												
1	月次進捗報告		▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
2	環境省報告会	(キックオフ)			(中間報告)							(最終報告)
3	現地ワークショップ					▼						
4	環境省指定の会議での発表											
5	川崎国際環境技術展											
6	最終報告書作成											

出典：日本工営

図 1-3 本業務のスケジュール

第 2 章 参画都市の概要と環境施策

2.1 川崎市

2.1.1 川崎市の概要

川崎市は、神奈川県北東部に位置し、多摩川を挟んで東京と隣接する日本の政令指定都市である。

同市は、臨海部に位置する京浜工業団地の中核都市として日本の経済成長を支えているとともに、公害克服に関する市民・事業者・行政の実績や知見を有し、優れた環境技術を持つ企業を多く誘致している。一方、西部は生田緑地をはじめとし、豊かな自然が広がる地域である。



出典：川崎市

図 2-1 川崎市の位置

表 2-1 川崎市の統計データ

#	項目	統計データ
1	面積	144.35 km ²
2	人口	1,550,817 人(令和 7 年 2 月 1 日現在)
3	世帯数	784,361 世帯(令和 7 年 2 月 1 日現在)
4	市内総生産(名目)	6 兆 1,701 億円(令和 3 年度)

出典：川崎市 HP より日本工管作成

川崎市は近年、これまでの環境への取組に加え、RE100¹の参加要件（消費電力量が年間 10GWh 以上）を満たさない中小企業、自治体、教育機関、医療機関等が、活動に必要なエネルギーを 100%再エネで調達することを目標に掲げる民間の新たな枠組み「再エネ 100 宣言 RE Action」のアンバサダーに就任した。アンバサダーの活動を通じ、国内各地域において再エネ普及に向けた取組の輪を広げる役割を担っている。更に、これまでに様々な課題を市民や事業者などと解決してきた経験と、持続可能な社会の実現に向けた取組が評価され、2019 年 7 月には日本の内閣府地方創生推進室により「持続可能な開発目標（SDGs: Sustainable Development Goals）未来都市²」に選定されるなど、気候変動対策及び SDGs 推進に積極的に取り組んでいる。

¹ RE100 は、The Climate Group と CDP によって運営される企業の自然エネルギー100%を推進する国際ビジネスイニシアティブである。企業による自然エネルギー100%宣言を可視化する共に、自然エネの普及・促進を求めるもので、世界の影響力のある大企業が参加している。(出典：自然エネルギー100%プラットフォーム。)

² SDGs の理念に沿った基本的・総合的取組を推進しようとする都市・地域の中から、特に、経済・社会・環境の三側面における新しい価値創出を通して持続可能な開発を実現するポテンシャルが高い都市・地域として選定されるもの。令和元年度は新たに 31 都市（累計 60 都市）が選定された。

2.1.2 川崎市地球温暖化対策推進基本計画

川崎市は、2010年に策定した川崎市地球温暖化対策推進基本計画（2018年改訂）に基づき、地球温暖化対策を行ってきた。2020年11月には2050年の脱炭素社会の実現に向けた戦略「かわさきカーボンゼロチャレンジ2050」（後述）を策定し、脱炭素化の取組を進めてきた。さらにこのたび、脱炭素戦略及び国内外の急激な社会変化等を踏まえ、川崎市地球温暖化対策推進基本計画を改定した（以下、2022年計画）。2022年計画の概要を表2-2に纏める。



出典：川崎市

図 2-2 地球温暖化対策推進基本計画

表 2-2 川崎市地球温暖化対策推進基本計画（2022年計画）の概要

項目	2022年計画
期間	2022-2030年度
将来ビジョン	2050年の市域の温室効果ガス排出量実質ゼロを目指す
基本理念	『将来世代にわたって安心して暮らせる脱炭素なまちづくり』と『環境と経済の好循環による持続可能で力強い産業づくり』に挑戦
基本的方向	I 市民・事業者などあらゆる主体が脱炭素化に取り組んでいるまち II グリーンイノベーションで世界の脱炭素化に貢献するまち III 再生可能エネルギーを最大活用しエネルギー最適化しているまち IV 地球にやさしい交通環境が整備されたまち V 市役所が自ら率先して脱炭素化にチャレンジしているまち VI 脱炭素化に向けた資源循環に取り組んでいるまち VII 気候変動に適応し安全で健康に暮らせるまち VIII 多様なみどりが市民をつなぐまち
温室効果ガス(GHG: Green House Gas)削減目標	市域目標: 2050年の市域の温室効果ガス排出量実質ゼロ 2030年年度までに50%削減(2013年度比、1,180万tCO ₂ 削減) 民生系目標(民生家庭・民生業務): 2030年度までに45%以上削減(2013年度比、170万tCO ₂ 削減) 産業系目標(産業・エネルギー転換・工業プロセス): 2030年度までに50%以上削減(2013年度比、952万tCO ₂ 削減) 市役所目標(市公共施設全体): 2030年度までに50%以上削減(2013年度比、21万tCO ₂ 削減)
2030年度の再エネ導入目標	2030年度までに33万kW以上導入 (市域全体、2020年度実績20万kW)

出典：川崎市地球温暖化推進基本計画より日本工管作成

2.1.3 脱炭素戦略「かわさきカーボンゼロチャレンジ 2050」

2020 年 2 月 17 日、川崎市の福田紀彦市長は、2050 年ゼロカーボンシティ宣言を行い、同年中に脱炭素社会の実現に向けて目指す将来像とその実現に向けた戦略を示すことを発表した。また、同年 11 月には、脱炭素化の取組のスタート地点として、2050 年の CO₂ 排出量実質 100%削減の達成に向け、2030 年マイルストーン（中間目標地点）や、基本的な考え方、先導的な取組などを示すものとし、「かわさきカーボンゼロチャレンジ 2050」が策定された。

2030 年マイルストーンは、2050 年に脱炭素を達成するための数値をバックキャスティングによるアプローチで算出しており、基本計画に基づく目標（2030 年度までに約 250 万 tCO₂ 削減（2013 年度比 26%）、2050 年度までに 2013 年比 80%削減）に加え、2030 年度までの約 10 年間でさらに 100 万 tCO₂ の削減を目標としている。



出典：川崎市

図 2-3 かわさきカーボン
ゼロチャレンジ 2050

2.1.4 かわさきグリーンイノベーションクラスター(GIC)

川崎市は、2014 年に「川崎グリーンイノベーション推進方針（2022 年に川崎市地球温暖化対策推進基本計画に統合）」を策定した。本方針では、同市の強みである環境技術や環境産業を活かし、グリーンイノベーションに向けた取組をより一層発展、拡大することで、サステナブル・シティを創造するための基本的な方針や実践的な取り組みを示している。グリーンイノベーション推進に向けて掲げられた 4 つの柱は以下の通りである。

- I 環境技術・環境産業の創出と振興により地域経済を活性化
- II 優れた環境技術・環境産業を市民生活に活用
- III 環境技術・環境産業を活かすために多様な主体と協働
- IV 川崎の環境技術・環境産業を活かして国際社会に貢献

この 4 つの柱のうち、I 及び IV の柱を推進するための体制として、産学官民の連携によって環境改善に取り組み、産業振興と国際貢献を推進して新たな社会の形成を目指すネットワーク「かわさきグリーンイノベーションクラスター（GIC: Kawasaki Green Innovation Cluster）」が 2015 年に設立された。2022 年度からは、川崎市地球温暖化対策推進基本計画における施策のうち「グリーンイノベーション推進に向けた機能強化及び国際貢献の推進」を実現するために GIC が位置づけられ、「川崎市や支援機関の施策を活用するための相談窓口」、「普及・広報、情報提供」、「環境技術、行政の知見・ノウハウ等を活用したビジネス創出支援」といった機能を通じて、環境分野におけるイノベーションの創出に取り組んでいる。

2.1.5 脱炭素先行地域

脱炭素先行地域とは、2050 年カーボンニュートラルに向けて、民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴う CO₂ 排出の実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの GHG 排出削減についても、我が国全体の 2030 年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域で、「実行の脱炭素ドミノ」のモデルとなる。

脱炭素先行地域は 2021 年に「国・地方脱炭素実現会議」が取りまとめた「地域脱炭素ロ

ードマップ」における取組である。地方自治体や地元企業・金融機関が中心となり、環境省を中心に国も積極的に支援しながら、少なくとも100か所の脱炭素先行地域で、2025年度までに、脱炭素に向かう先行的な取組実施の道筋をつけ、2030年度までに実行する。これにより、農山漁村、離島、都市部の街区など多様な地域において、地域課題を解決し、住民の暮らしの質の向上を実現しながら脱炭素に向かう取組の方向性を示す。

川崎市からは、脱炭素先行地域として「脱炭素アクションみぞのくち」を擁する溝口周辺地域が選定された。2020年より市民・事業者が一体となって2030年のCO2排出量削減目標に向かって取り組んできた点が評価されている。

表2-3に脱炭素アクションみぞのくちの取り組みの例を示す。

表2-3 脱炭素アクションみぞのくちの「脱炭素アクション」の例

分類	例
再生可能エネルギー	家庭向け電力の共同購入、公共・商業施設への導入
資源循環の取り組み	マイボトル、リユース食器・リユースびん、リサイクルシステム
シェアリングエコノミー	シェアサイクル、カーシェアリング、傘のシェアリング
電気自動車・燃料電池自動車	水素ステーション、公用車・社用車への導入
食品ロスの削減	エコなレシピの開発・普及、フードシェアリング

出典：川崎市・脱炭素アクションみぞのくちHPより日本工営作成

表2-4に示す通り、「脱炭素アクションみぞのくち」推進会議ではエネルギー関連企業のほか地元企業や地域団体など、溝口地域で活躍する様々な事業者・団体等が集まり、取組の展開や広報などを連携して進めている。

表2-4 脱炭素アクションみぞのくち推進会議 活動内容

「脱炭素アクションみぞのくち」の取組推進	各主体の取組に関する情報発信	会員事業者のつながり作り
各主体の取組に関する情報共有 方向性の協議	市民向けイベント・セミナー等の開催 事業者の取組紹介動画、リーフレット等の作成 広報ツールを活用した広報	事業マッチング 事業者向けセミナー等の開催

出典：川崎市・脱炭素アクションみぞのくちHPより日本工営作成

以上に述べた川崎市の脱炭素及環境課題への取り組みにかかる知見が、特にプカンバル市に有用と考えられる。

2.2 プカンバル市

2.2.1 プカンバル市の概要

プカンバル市は、インドネシアのスマトラ島の中心部に位置するリアウ州の州都であり、100万人以上の人口を抱える都市である。近年著しい経済・産業発展を見せており、スマートシティ形成を同市の優先政策の一つとして掲げ、工業団地開発、新都市開発、新交通システムの導入等、様々な政策・事業が進められている。リアウ州はパーム油産業が中心となっており、パーム油の生産がインドネシアで最大(19%)の州である。

プカンバル市、リアウ州の位置及びそれぞれの概要は図2-4及び表2-5の通りである。



出典：日本工営



図 2-4 プカンバル市の位置

表 2-5 プカンバル市の概要

項目	統計データ
人口(人) (2024 年)	1,140,000
面積(km ²)	632
人口密度(人/km ²) (2023 年)	1,803.8
地域総生産 (USD million) (2021 年)	9,917.5

出典：プカンバル市 HP、プカンバル市中央統計局資料等より日本工営作成

2.2.2 パーム油生産廃棄物

アブラヤシの果房 (FFB: Fresh Fruit Bunch) からパーム油や核油 (PK: Palm Kernel) を生産する過程において、複数の廃棄物 (副産物) が発生する。そのうちアブラヤシ果実の殻 (PKS: Palm Kernel Shell) や繊維部分 (MF) は既にバイオマス燃料として活用されているが、EFB は十分に処理されず、農園や搾油工場敷地内に放置されるのが現状であり、腐敗し土壌・地下水汚染やメタンの発生源となる他、森林火災の発生源となる可能性がある。また、POME の処理については、現状、オープンラグーン方式での処理 (ため池処理) が行われているのみであり、メタンの発生源となるとともに、河川の汚染にもつながる可能性がある。

そのため、パーム油廃棄物の管理は、ローカンウル県等のパーム油生産地において深刻な課題となっており、この課題に係る廃棄物管理手法や、廃棄物の活用技術についてのニーズが示されている。

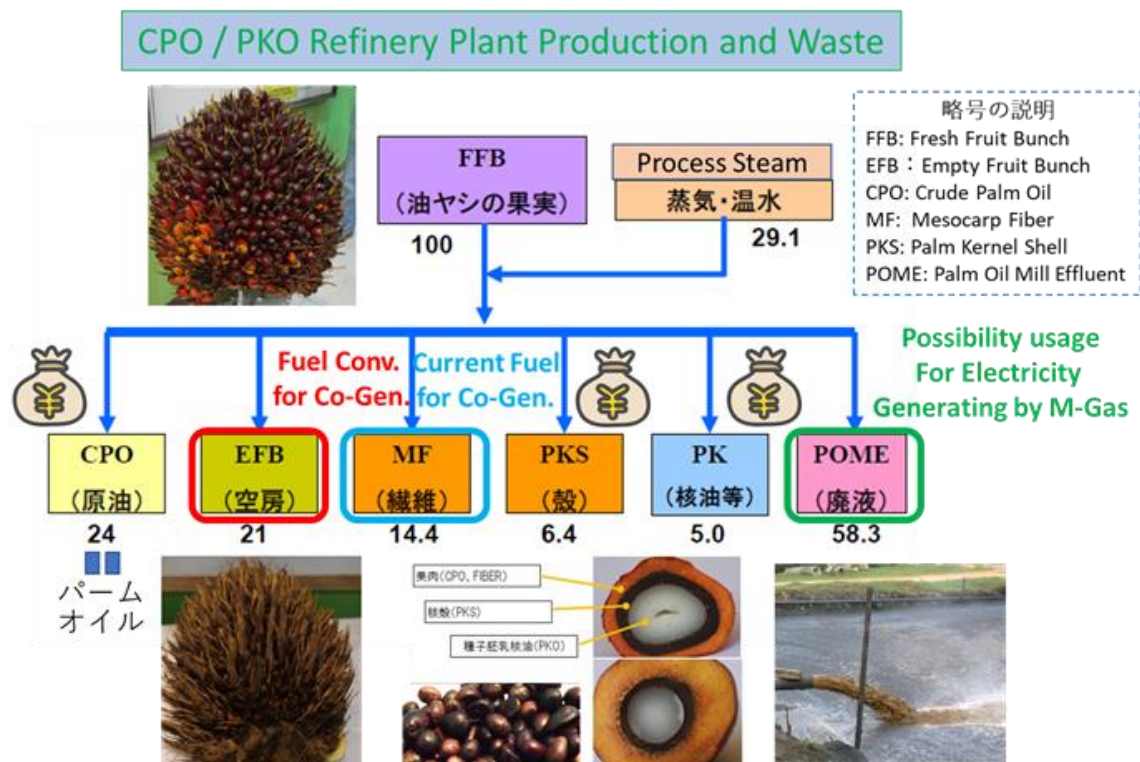


図 2-5 パーム油製造により発生する廃棄物

2.2.3 2050 年ゼロカーボンシティ形成

2020 年 2 月に実施した「プカンバル市との都市間連携会議」において川崎市の脱炭素化に係る取組について紹介したところ、プカンバル市の参加部局より、2050 年ゼロカーボンシティへの関心が示された。また同市市長も賛同し、後述の川崎市及び日本工営との協力への関心表明 (LOI: Letter of Intent) においても 2050 年ゼロカーボンシティが本事業のテーマとして設定された。

2.2.4 CRIC プロジェクト

包摂的で安全、かつ強靱で持続可能な都市の計画 (CRIC: Climate Resilient and Inclusive Cities) プロジェクトは、5 年にわたって EU が資金提供する東南アジア (インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ)、南アジア (インド、ネパール、バングラデシュ)、欧州の三者パートナーシッププロジェクトである。このプロジェクトにおいて、インドネシアではアジア太平洋都市・地方政府連合 (UCLG ASPAC: United Cities and Local Governments Asia-Pacific) の管理の下、10 のパイロット都市で気候変動に対する取り組みを行っている。プカンバル市はパイロット都市に選定されており、注力セクターは廃棄物分野となっている。パイロット都市とその注力分野を表 2-6 に纏める。

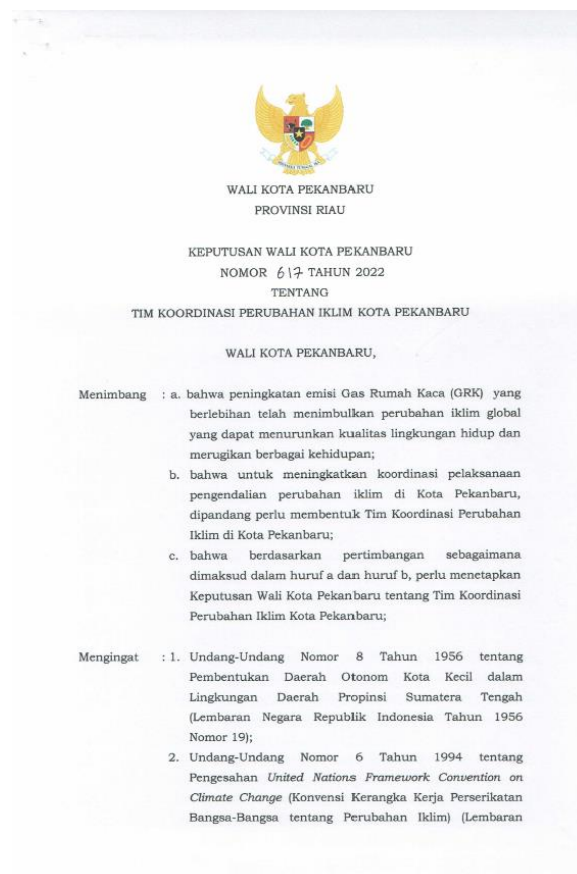
表 2-6 CRIC プロジェクト所在地（インドネシア）と注力セクター

所在地	セクター
パンカルピナン バンダール・ランブン	洪水早期警報システム
テルナテ	沿岸早期警報システム
プカンバル チルボン サマリダ マタラム	廃棄物管理
バンジャルマシン クバン	水管理
ゴロンタロ	水と衛生

出典：インドネシア語冊子“Climate Resilient and Inclusive Cities”より日本工営作成

2020年に発表されたCRICプロジェクトにおける都市分析結果によると、プカンバル市は洪水、森林火災、煙霧などによる災害リスクに直面している。優先課題として、大気汚染だけでなく、廃棄物管理、持続可能な都市化、災害防止が挙げられた。この結果を踏まえ、CRICプロジェクトにおいて現在プカンバル市では廃棄物管理に注力している。

加えて、プカンバル市内に気候変動ワーキンググループ（Working Group (Kelompok Kerja : POKJA)）を設立し気候変動緩和策、適応策、廃棄物管理に関する取り組みを推進する市長令が2022年に発令された。



気候変動ワーキンググループに関する市
 長令（抜粋）

第 3 章 脱炭素社会実現のための都市間連携活動

3.1 都市間連携活動の取組実績

川崎市によるリアウ州における都市間連携活動は、まず環境省「令和元年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」として採択され、同地域における環境調和型経済社会形成等に係る自治体間の協議や JCM 事業の検討が行われてきた。

これまでの都市間連携活動の実績は表 3-1 の通り。

表 3-1 都市間連携活動の取組実績

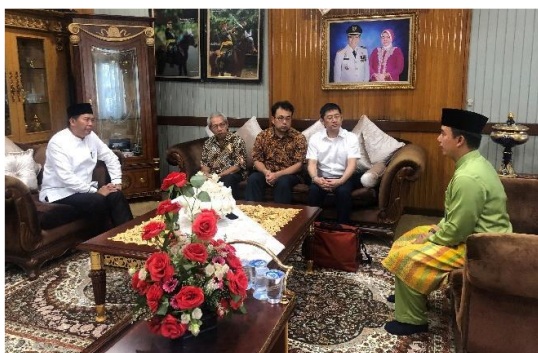
年月	項目（場所）	内容
2019 年 4 月	令和元年度低炭素社会実現のための都市間連携事業	「川崎市・インドネシア共和国ローカンウル県連携事業 リアウ州地域におけるパーム油産業を軸とした環境調和型経済社会形成支援事業」が採択され、同年 7 月より川崎市によるリアウ州地域を対象とした都市間連携事業が開始された。
2019 年 8 月	ローカンウル県とのキックオフ会議（ローカンウル県）	川崎市とローカンウル県の連携テーマについて協議し、パーム油産業における環境調和型経済社会形成をテーマの一つとすることで、大筋合意した。
2019 年 8 月	ローカンウル県政府職員及び県内パーム油関連企業を対象としたミニセミナー（ローカンウル県）	ローカンウル県職員及び県内パーム油関連企業 22 社が参加。川崎市から川崎市の概要及び環境調和型経済社会形成に係る活動について発表を行うとともに、川崎市内企業より、EFB バイオマス発電技術に関する説明を行った。
2019 年 8 月	プカンバル市長表敬訪問（プカンバル市）	プカンバル市長を表敬訪問した。川崎市国際経済推進室より川崎市の概要及び都市間協力の説明を行ったところ、プカンバル市長が川崎市との連携に強い関心を示した。
2020 年 1 月	プカンバル市本邦招聘（東京都、川崎市）	環境省主催の都市間連携セミナーへの参加に合わせ、プカンバル市から Firdaus 市長含む 7 名を招聘し、川崎市内視察（かわさきエコ暮らし未来館、J バイオフードリサイクル）及び川崎市との都市間連携可能性協議を実施した。
2020 年 2 月	プカンバル市との都市間連携会議（プカンバル市）	川崎市・プカンバル市都市間連携会議を実施し、プカンバル市側からは、協力部国際協力サブセクター、DISHUB、地方計画庁、公共事業住宅局、工業団地開発を担当するテナヤン工業団地運営公社（PT.SPP: PT. Sarana Pembangunan Pekanbaru）等から計 25 名が参加した。プカンバル市からは協力テーマ候補として、スマートシティ、工業団地開発、交通セクター、水処理について、それぞれの担当部局からの発表が行われた。一方、川崎市からは、市の概要、これまでの都市間協力（ジャカルタ特別州、ヤンゴン市）、ゼロ・エミッション工業団地の説明を行った。 当会議内で、プカンバル市が 2050 年ゼロカーボンシティへの関心を示し、後日、都市間連携のテーマとすることで合意した。
2020 年 8 月	プカンバル市-日本工営間の LOI 署名	2020 年 8 月 24 日付で、プカンバル市-日本工営間の 2050 年ゼロカーボンシティをテーマとした LOI に署名した。
2020 年 9 月	令和 2 年度低炭素社会実現のための都市間連携事業（2 次）	「リアウ州地域におけるパーム油産業を軸とした環境調和型経済社会及び 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援事業」が採択され、同年 12 月より活動を開始した。
2021 年 1 月	GIC 会員-プカンバル市のオンライン交流会（オンライン）	GIC 会員企業とプカンバル市によるオンライン交流会を実施し、プカンバル市からは副市長他、13 名が参加した。GIC 会員企業 4 社が参加し、それぞれの製品について紹介を行うとともに、紹介技術のプカンバル市での導入可能性等について質疑応答を行った。

令和 6 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
 プカンバル市との協力を通じたリアウ州地域における
 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援事業

年月	項目（場所）	内容
2021 年 1～2 月	第 13 回川崎国際環境技術展への出展（オンライン）	本事業としてオンラインブースを設け、「テナヤン工業団地の紹介」「シアク川の現状と浄化のための技術ニーズ」「パーム油産業を軸とした環境調和型経済社会形成支援」の 3 テーマについて出展を行った。
2021 年 2 月	環境省主催都市間連携セミナー（オンライン）	環境省主催の「脱炭素社会の構築に向けた都市間連携セミナー」がオンラインで開催され、都市間連携事業を実施する日本及び海外都市、実施事業者、共同事業者等、合計 100 名以上が参加し、都市間連携事業や JCM 設備補助事業の動向に関する発表や、コロナ禍における事業の進め方についてのパネルディスカッションが行われた。
2021 年 2 月	動画による知見、経験の共有	川崎市の 2050 年ゼロカーボンシティに係る取組（環境局）、及び河川浄化に係る取組（環境総合研究所）の発表を撮影し、インドネシア語の吹替えをした動画を作成した。3 月上旬に動画をプカンバル市へ送付した。
2021 年 3 月	川崎市プカンバル市による都市間連携ウェビナー（オンライン）	川崎市プカンバル市による都市間連携ウェビナーを実施し、令和 2 年度の活動結果を共有するとともに、次年度事業における活動計画について協議を行った。
2021 年 4 月	令和 3 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業	「リアウ州地域における環境調和型経済社会及び 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援事業」が採択され、同年 9 月より活動を開始した。
2021 年 11 月	第 14 回川崎国際環境技術展への出展	本事業としてオンラインブースでの出展を行った。本事業の概要資料に加え、プカンバル市より提供を受けた、テナヤン工業団地の開発、シアク川の浄化、市内バスの燃料転換、LED 街路灯の導入に関する資料を展示した。
2021 年 12 月	GIC 会員企業とのビジネスマッチング	川崎 GIC 会員企業とプカンバル市及びジャカルタ特別州関係者とのビジネスマッチングを GIC 事務局と共同開催し、GIC 会員企業 4 社（総商、九城企業、アジアゲートウェイ、他 1 社）が発表を行った。
2022 年 2 月	都市間連携ワークショップ（プカンバル市）	2050 年ゼロカーボンシティをテーマとしたプカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップを開催した。開催及び閉会挨拶において、プカンバル市より、2050 年ゼロカーボンをテーマとした川崎市との LOI の署名及びゼロカーボン宣言に向け、前向きに進める旨の発言がされた。
2022 年 4 月	令和 4 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業	「プカンバル市との協力を通じたリアウ州地域における 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援事業」が採択され、同年 6 月より活動を開始した。
2022 年 11 月	第 15 回川崎国際環境技術展への出展	本事業としてブースの出展を行った。本事業の概要ポスターに加え、プカンバル市より提供を受けた、テナヤン工業団地の開発、シアク川の浄化、LED 街路灯の導入に関するポスターを展示した。また、川崎市内企業とのマッチングやブース見学、意見交換等を行った。
2023 年 2 月	都市間連携ワークショップ（プカンバル市）	LOI 署名セレモニー、川崎市環境局からの「川崎市地球温暖化対策推進基本計画」を中心とした川崎市の脱炭素に向けた取り組みの説明等を実施した。
2023 年 8 月	都市間連携ワークショップ（プカンバル市）	2050 年ゼロカーボンシティをテーマとしたプカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップを開催した。プカンバル市 2050 年ゼロカーボンシティロードマップ作成に向け、リアウ州開発企画局よりリアウ州の 2060 年ゼロカーボンロードマップの策定経緯や内容を発表いただいた。また、川崎市より第 16 回川崎国際環境技術展に関する説明を行った。加えて、JCM 設備補助事業形成のため、代表事業者候補の CSD 及び日本工営より事業の概要及び JCM 設備補助事業に関しての情報提供を実施した。

年月	項目（場所）	内容
2023年 9月4日(月)	2050 ゼロカーボンシ ティロードマップ策定 に向けた協議	プカンバル市にて現地僱人である ITB 及び IGES が主体となり、プ カンバル市職員、UNRI と共に 2050 ゼロカーボンシティロードマッ プ策定に向けた協議を行った。
2023年 11月15日 (水)～ 11月17日 (金)	第16回川崎国際環 境技術展への招聘 および出展	ブースの出展を行い、川崎市内企業とのマッチングやブース見学、 意見交換等を行った。また、本イベントにプカンバル市職員を招聘 し、GIC 会員企業4社との面談や川崎市主催「アジア都市間連携 フォーラム」での発表を通じ環境関連技術を持つ企業への理解を 深めた。
2024年 2月26日 (月)～2月 28日(水)	環境省主催都市間 連携セミナー	環境省主催の都市間連携セミナーに事務局長、交通局長を含む プカンバル市職員3名を招聘し、本セミナーの開催を支援した。ま た、エア・ウォーター社の実証施設見学を実施した。

出典：日本工営



プカンバル市長表敬訪問
(2019年8月)



プカンバル市本邦招聘
(2020年1月)



GIC 会員・プカンバル市のオンライン交流
会 (2021年1月)



都市間連携ワークショップ開会挨拶の様
子 (2022年2月)



LOI 署名の様子
(2023年2月)



都市間連携ワークショップ集合写真
(2023年2月)



川崎国際環境技術展におけるプカンバル市の発表（2023 年 11 月）



プカンバル市職員の川崎市訪問の様子（2024 年 2 月）

3.2 都市間連携活動に係る結果

3.2.1 活動概要

今年度実施した主な活動を表 3-3 にまとめる。

表 3-2 都市間連携活動に係る取組

活動内容	実施時期	概要
環境省とのキックオフ会議	2024 年 5 月 31 日(金)	環境省、川崎市、日本工営の 3 者でのキックオフ会議を行った。今年度の事業概要とスケジュールについての確認を行った。
第 1 回現地調査	2024 年 6 月 1 日 (日)～6 月 8 日(土)	プカンバル市政府との会議を実施し、今年度の活動予定および次回の渡航日程調整を行った。
UNRI との協議	2024 年 6 月 5 日(水)	UNRI とゼロカーボンシティロードマップ策定及び脱炭素ドミノについて協議を行い、MOU 締結後の活動方針について議論した。
第 2 回現地調査	2024 年 6 月 17 日(月)～6 月 28 日(金)	主に POME バイオガス事業の次年度 JCM 申請案件形成に向けてプカンバル市政府やバイオガス事業者等との対面での打合せを実施した。
JICA との面談	2024 年 6 月 19 日(水)	JICA インドネシアとの WEB 会議を実施した。本事業概要の説明および本件との連携の可能性について協議を行い、引き続き情報共有を行うことを確認した。
リアウ州との協議	2024 年 6 月 25 日(火)	リアウ州地方開発企画庁長官と面談し、脱炭素ドミノ活動への協力に合意を得た。
ドゥマイ市との協議	2024 年 6 月 26 日(水)	ドゥマイ市官房長、環境局長と協議し、脱炭素ドミノのためのセミナー開催について合意を得た。
プカンバル市とのキックオフ会議	2024 年 6 月 27 日(木)	プカンバル市による脱炭素ドミノ活動への協力について合意を得た。官房長から市の検討実施体制の確立を再度指示する旨を共有された。また、選挙スケジュールや責任体制について確認した。
川崎市との協議	2024 年 7 月 16 日(火)	各事業の来年度以降の出口戦略について協議した。各社の進捗状況報告として WEB 会議を設けることを確認した。
環境省中間報告会	2024 年 8 月 14 日(水)	環境省への中間報告会を行い、活動の進捗状況を報告するとともに、今後のスケジュールについて確認を行った。
ドゥマイ市環境局との協議	2024 年 9 月 9 日(月)	ワークショップ開催の概要を共有するとともに参加者への周知依頼を行った。

活動内容	実施時期	概要
第 3 回現地調査	2024 年 9 月 23 日 (月)～28 日(金)	プカンバル市、ドゥマイ市にて地方政府および大学と協議を実施し、今年度の活動を確認し特にゼロカーボンシティロードマップ策定及び脱炭素ドミノについて意見交換を行った。プカンバル市と来年度以降の活動方針について協議した。
都市間連携ワークショップ	2024 年 9 月 26 日(木)	プカンバル市を起点としたリアウ州における 2050 年ゼロカーボンシティをテーマとして、ドゥマイ市にてワークショップを開催した。プカンバル市から脱炭素ドミノに向けた取組が発表された他、ドゥマイ市により脱炭素に関する協力への前向きな発言が為された。
かわさき海外展開セミナー	2024 年 9 月 27 日 (金)	川崎市主催の本セミナーにおいて、川崎市関連企業に対し本事業の紹介、実施状況報告を行った。
川崎市との協議	2024 年 10 月 17 日 (木)	川崎市とプカンバル市の都市間連携事業終了後の協力の継続について、本都市間連携関係企業の個別案件を伴走支援する形で行うことを確認した。
第 17 回川崎国際環境技術展への出展	2024 年 11 月 13 日(水)～ 11 月 14 日(木)	ブースの出展を行い、本事業の紹介および参画企業の案件形成に関する進捗報告を実施した。川崎市内企業のブースを訪問しとのマッチングに努めやブース見学、意見交換等を行った。
川崎市との協議	2024 年 11 月 28 日 (木)	都市間連携セミナーの際に来日予定である、プカンバル市交通局長の訪問先(川崎市庁舎、バス会社等)を提案した。第 4 回渡航の計画について協議し、日程や訪問先について検討した。
環境省主催都市間連携セミナー	2025 年 1 月 21 日 (火)～24 日(金)	プカンバル市協力部国際協力サブセクター長を招聘した。また、セミナー開催に伴い川崎市との協議、および市内企業(東芝社、川崎鶴見臨港バス社、クレハ環境社)への訪問を実施した。
ITB との協議	2025 年 1 月 24 日(金)	プカンバル市の脱炭素ロードマップ作成に向けた計画について意見交換を行った。
第 4 回現地調査	2025 年 2 月 1 日 (日)～2 月 7 日(金)	川崎市 2 名とともにプカンバル市を訪問し、6 年間の活動実績を共有し、今後の協力体制に関する議論を行った。
環境省最終報告会	2025 年 3 月 3 日(月)	環境省への最終報告会を行い、今年度の活動結果を報告実施した。

出典：日本工営

3.3 都市間連携活動のうち制度構築支援分野に係る今年度の活動方針

今年度の都市間連携活動(制度構築支援分野)は、1) 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援、及び 2) リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援をテーマとして実施した。

活動概要は表 3-3 の通りである。

表 3-3 活動テーマと概要

#	活動テーマ	概要
1	2050 年ゼロカーボンシティ形成支援	都市間連携ワークショップにてリアウ州の脱炭素計画に関する情報共有等を行った。(3.3.1 節) 「かわさき海外展開セミナー」において、本都市間連携事業の紹介、実施状況の報告として発表を行った。(3.3.2 節) 第 17 回川崎市国際環境技術展に出展し、本事業の取組やプカンバル市の環境課題を紹介し、関心のある市内企業等と意見交換を行った。(3.3.3 節)

		環境省主催の都市間連携セミナー(@大阪)へのプカンバル市職員招聘を支援した。また、本イベント前に川崎市にて東芝社、川崎鶴見臨港バス社、クレハ環境社の視察を行った。(3.3.4 節) 第4回渡航時に、川崎市-プカンバル市の最終協議を行い、対企業の取組の提案やプカンバル市の環境問題の共有が為された。(3.3.5 節)
2	リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援	都市間連携ワークショップにてリアウ州の脱炭素計画に関する情報共有を行った。(3.3.1 節)

出典：日本工営

3.3.1 プカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップ

2024 年 9 月 26 日にプカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップを開催した。本ワークショップはリアウ州における脱炭素ドミノ形成を目的とし、リアウ州で 2 番目に人口の多いドゥマイ市にて行われた。ドゥマイ市内企業や周辺自治体を巻き込んだ開催が実現した。

プカンバル市 2050 年ゼロカーボンシティロードマップ作成に向け、リアウ州開発企画局よりリアウ州の 2060 年低炭素開発計画の策定経緯や内容を発表した。また、川崎市による開会挨拶にて、11 月に開催される第 17 回川崎国際環境技術展の紹介を行った。

当日の資料は、添付資料 1 を参照。

【開催概要】

日時： 2024 年 9 月 26 日（木）12:00-14:00（日本時間）

場所： The Zuri Dumai
 (Zoom とのハイブリット開催)

参加者： プカンバル市、川崎市、リアウ州（開発企画局他）、ドゥマイ市、ドゥマイ工業団地運営会社、ドゥマイ工業団地内テナント企業及びドゥマイ市内企業、在インドネシア日本大使館、パナソニックインドネシア、CSD、興和江守インドネシア、UNRI（対面参加者計 87 名、オンライン参加者計 19 名）

表 3-4 プカンバル市と川崎市による都市間連携ワークショップのアジェンダ

#	プログラム	発表組織	発表者
1	開会挨拶	川崎市経済労働局	高橋 菜摘 課長
2	開会挨拶	在インドネシア日本大使館	重松 賢行 一等書記官
3	リアウ州における 2060 年低炭素開発計画	リアウ州開発企画局	Rizky Ellyn RACHMAWATI 氏
4	プカンバル市を起点としたリアウ州における脱炭素ドミノ効果	プカンバル市協力部国際協力サブセクター	Hafiz MUNANDA サブセクター長
5	JCM 設備補助事業の紹介	日本工営(株)	高橋 拓史氏
6	高効率 LED 照明の紹介	PT. Panasonic Gobel Life Solutions Sales Indonesia	Riny SUSANTY 氏
7	CEMs の紹介	(株)シーエスデー	呉 京美 社長
8	ナノエマルジョン燃料システムの紹介	PT. Kowa Emori Indoensia / ナノフュエル(株)	Indra FIRMANSYAH 氏
9	質疑応答	-	-
10	閉会挨拶	ドゥマイ市	Indra Gunawan 官房長

出典：日本工営



リアウ州・開発企画局による発表



ドゥマイ市官房長による閉会挨拶



質疑応答の様子



集合写真

3.3.2 かわさき海外展開セミナー

川崎市環境局、経済労働局の実施事業におけるこれまでの取組、海外ニーズや事例の紹介を目的とし、2024 年 9 月 27 日、かわさき水ビジネスネットワーク（かわビズネット）・GIC 共催「かわさき海外展開セミナー」が川崎市内にて開催された。本セミナーにおいて、本事業の紹介、実施状況の報告として発表を行った。

3.3.3 川崎国際環境技術展

国内外の環境問題に即応する環境技術から地球環境問題を解決する最先端の環境技術まで幅広く展示を行い、川崎から国内外へ発信するとともに、出展企業・団体と国内外の企業等とのビジネスマッチングの場を提供することを目的とした第 17 回川崎国際環境技術展が 2024 年 11 月 13 日、14 日に開催された。本年は市制 100 周年を記念して 3 つのコンテンツ「国際」「若者」「協業」が設定され、特別企画として ASEAN 諸国の政府機関関係者および ASEAN 進出経験がある欧州企業とのビジネスマッチング、学生主体の SDGs カードゲーム、新規事業創出を志す大手企業と中小・スタートアップ企業とのマッチング等の企画が実施された。

本事業の紹介を主たる目的として、「SDGs への貢献」のカテゴリーブースを出展し、本事業の概要説明ポスター及びプカンバル市における現状と課題に関するポスターを作成、展示した。当日のポスターは、添付資料 2 を参照。本ブースには川崎市内企業や関係機関の他、国際連合工業開発機関（UNIDO: United Nations Industrial Development Organization）主催のツアーにて各国大使館関係者が来訪し直接の意見交換を行った。

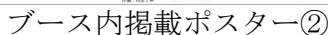
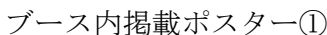
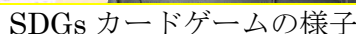
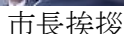


表 3-5 脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー関連のイベント概要

日 時	概 要
1月21日(火) @川崎市	
13:00～13:45	東芝社との面談
13:45～14:30	川崎鶴見臨港バス社との面談
15:00～16:15	連節バス、コミュニティバス、EVバス、自動運転バスの見学、試乗
1月22日(水) @川崎市	
9:10～9:40	川崎市役所への訪問、面談
10:30～12:00	クレハ環境社との面談、見学
1月23日(木) @コングレコンベンションセンター(大阪市北区)	
10:00～12:30	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2025 ～企業の技術力と国際連帯で都市の脱炭素化に貢献～(ハイブリッド) 参加者:都市間連携事業の関係者(ハイレベル)、一般申し込み者 内容:事業の概要や成果などについて、環境省や国内外自治体、日本工営から発表
14:15～14:30	地域脱炭素に関する相互学習(非公開) 参加者:都市間連携事業の関係者 内容:環境省・JICA等日本国政府から支援メニューの紹介 各都市間連携事業の概要や成果の共有 グループディスカッションを通じた情報交換
17:15～19:00	レセプション
1月24日(金) @大阪ガス社「Carbon Neutral Research Hub ANNEX」	
8:00～13:00	脱炭素先行地域の視察(エクスカーション) 参加者:海外都市の招聘者 内容:日本の脱炭素先行地域を訪問し、具体の取り組みを見学

出典：日本工営



川崎鶴見臨港バス社車庫の見学



都市間連携セミナーの様子

3.3.5 川崎市-プカンバル市の最終協議

2025年2月5日に川崎市職員2名と共にプカンバル市との最終協議を行った。プカンバル市の新臨時官房長(2025年2月20日の市長統一就任式以降就任)からは、今後もプカンバル市において省エネ、グリーンエネルギーの開発に取り組む方針である旨、6年間の協力関係を活かし協力の継続を希望する旨、ゼロカーボンロードマップ作成に向けて今後の取り組みを協議したい旨を共有された。

また、政府対政府のみならず、政府から企業への働きかけや企業同士のビジネス展開支援、

両自治体間での人材交流の促進など、より具体的で着実な取組を行いたいとの議論が為された。環境局長からは、プカンバル市の問題としてごみ問題、道路インフラ、雨期の浸水が大きく、日本の技術を導入できないかとの意見も出された。



プカンバル市との最終協議の様子



川崎市及びプカンバル市代表者集合写真

第4章 JCM 事業化検討

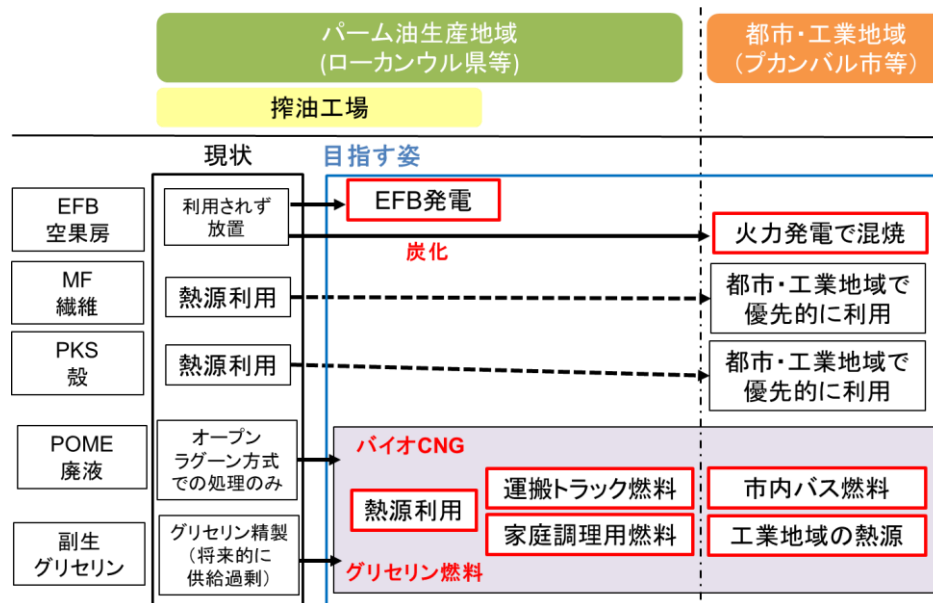
都市間連携活動同様に、1) 環境調和型社会形成に資する JCM 事業、及び 2) ゼロカーボンシティ形成に資する JCM 事業の検討を実施した。

4.1 環境調和型経済社会形成に資する JCM 事業の検討

環境調和型経済社会形成に資する JCM 事業として、昨年度から継続して検討している EFB の燃料活用を目指した EFB 燃料化事業（4.1.1 節）、POME 由来のバイオガスからバイオ圧縮天然ガス（CNG: Compressed Natural Gas）（以下、バイオ CNG）を精製し活用する POME バイオガス活用事業（4.1.2 節）の検討を、インドネシア国営パーム公社（リアウ州担当）（PTPN: PT. Perkebunan Nusantara IV-Regional III）のパーム搾油工場を対象として実施した。また、ナノエマルジョン技術を活用した新燃料製造を目指すナノエマルジョン技術活用事業（4.1.3 節）の予備検討も実施した。

図 4-1 の通り、PKS やアブラヤシ果実の中果皮（MF: Mesocarp Fiber）は既に石炭火力発電等の混焼に活用されている。一方で、都市部で活用することが難しかった EFB を炭化することで輸送と利用の課題を解決する。EFB に加え、取扱が容易な PKS や MF、POME、バイオ CNG を合わせて利用することで、リアウ州地域全体での資源循環に繋がると期待できる。

また、今後のインドネシア国内での BDF 増産により、排出が増加することが予想される副生グリセリンについてもナノエマルジョン技術によってグリセリン燃料として活用することで、さらなる地域の資源循環、脱炭素化に貢献することができると考えられる。



出典：日本工営

図 4-1 パーム油産業における環境調和型経済社会のイメージ

4.1.1 EFB 燃料化事業

(1) 事業概要

過年度調査にて PT. Kanadevia Indonesia から、同社（本社：カナデビア株式会社）の自立式炭化システム（EFCaR：Energy Free Carbonizing for Resource recovery）の EFB 炭化への活用につき関心を得た。EFCaR システムを通じて EFB 粉炭を製造し、輸送効率及び扱いやすさを改善することで、都市部での EFB 利活用を目指す。同技術によって、広域でのエネルギー利用を可能とし GHG 削減にも貢献することが出来ると考えられる。

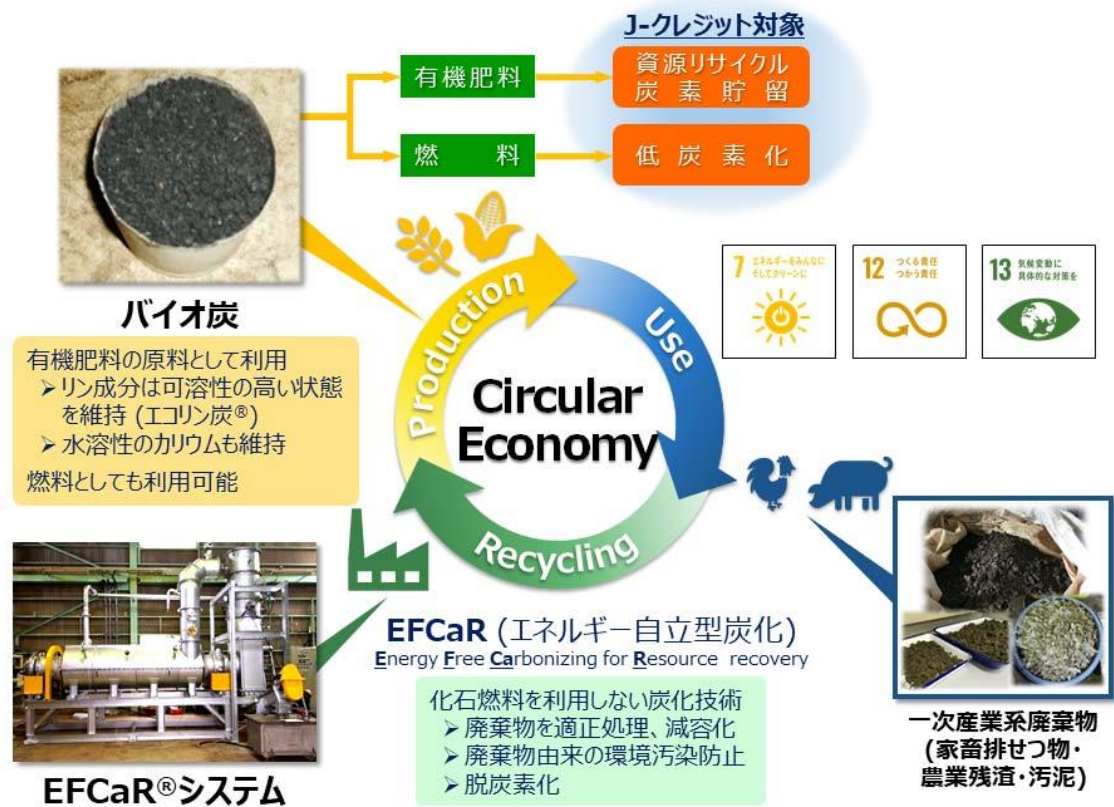


出典：日本工営

図 4-2 EFB 燃料化事業の全体プロセス

EFCaR システムの概要及び特徴を図 4-3 に示す。EFCaR システムは、一次産業系廃棄物（家畜排せつ物・農業残渣・汚泥）を対象としてバイオ炭を製造する設備であり、廃棄物中に含まれるリン等の栄養素が可溶性を伴った状態で炭化物に濃縮できることを特長としている。また、製造されたバイオ炭は燃料としての利用も可能であり、今回取り扱う EFB に関しては燃料利用を想定している。

カナデビアは独立行政法人国際協力機構（JICA：Japan International Cooperation Agency）中華人民共和国事務所と中華人民共和国科学技術部が共同で実施する「2021 年度中華人民共和国科学技術部日中連携事業」において中国側パートナー・協力企業と共同に採択され、EFCaR システムの実証を実施した。この実証では畜糞、下水汚泥、EFB を対象として実施し、EFB を含む全ての対象物で補助燃料なしで自立運転できることが確認できた。インドネシアのパームセクターにおいても同技術の活用が見込まれる。



出典：カナデビア HP

図 4-3 カナデビアの EFCaR システム

(2) 事業背景

JCM 設備補助事業「スマトラ島アチェにおける 12MW バイオマス発電プロジェクト」の代表事業者であるアウラグリーンエナジーは現地パートナーである PT.Gistec Prima Energindo との協力関係の下、同事業を実施している。本業務においては、フェーズ 1 にてこのアチェ州案件の横展開事業として、PTPN が保有するローカンウル県内のパーム搾油工場から発生する EFB 等を活用する EFB バイオマス発電事業の実現可能性を検討した。しかしながら、リアウ州内ではグリットからの距離が遠く採算性を見込めないため、本業務での EFB バイオマス発電事業の検討は難しいことが分かった。

一方で調査を通じて炭化技術またはペレット化技術によって EFB の利活用ができる可能性が示された。これらの技術によって EFB の可搬性が増し、従来パーム搾油工場が位置する地域での利用に限定されていた EFB の都市部での利用の可能性を検討している。

昨年度までの調査進捗を表 4-1 にまとめる。

表 4-1 昨年度までの調査進捗（EFB 燃料化事業）

#	項目	概要・結果
1	対象パーム搾油工場の選定	リアウ州内所在の 2 つの搾油工場 Sei Galuh と KOTA GARO の現地調査を実施し、EFB の発生量、販売価格、持続可能なパーム油のための円卓会議 (RSPO: Roundtable on Sustainable Palm Oil) 認証取得の有無等の情報を収集した。EFB の発生量及び RSPO の取得状況から Sei Galuh を今後の調査対象とすることとした。
2	EFB 燃料化機器メーカーの情報収集及び比較検討	EFB 燃料化技術を有する本邦企業 4 社との打合せ及び工場視察(1 社)を通じて燃料化技術及び製造コストの概算金額等の情報収集を実施した。昨年度より本事業に関心を示した PT. Kanadevia Indonesia との事業化に向けた協議を開始した。
3	インドネシア国内におけるバイオマス燃料に関する情報収集	バイオマス燃料のサプライヤーとの面談を通じて、インドネシア国内におけるバイオマス燃料に関する情報収集を実施した。
4	GHG 削減量概算	EFB 燃料を石炭混焼することを想定して GHG の削減量を概算した。

出典：日本工営

(3) 調査内容及び結果

今年度は PT. Kanadevia Indonesia とコミュニケーションツールを用いたやり取りや対面・オンライン協議を頻繁に行い、早期案件形成を目指した。また、バイオマス燃料のサプライヤーとの協議も行い、オフテイカー候補発掘に向けた現地情報収集を実施した。



PT. Kanadevia Indonesia との協議(2025 年 2 月 3 日)

表 4-2 EFB 燃料化事業にかかる今年度調査実施結果

表 4-3 EFB 燃料化事業にかかる今年度調査実施結果

#	日付	協議先	概要
1	2024 年 5 月 29 日(水)	PT. Kanadevia Indonesia	オンライン面談を実施し、6 月 28 日までの水素等新技術導入事業への申請に向けて調整及び準備を進めることが確認された。(その後、諸般の事情で今年度の申請は断念)
2	2024 年 6 月 18 日(火)	PT. Kanadevia Indonesia	第 2 回現地渡航時に面談を行い、実証申請のスケジュールを 11 月以降とすることを確認した。また、今後のやり取りにあたりカナデビアと日本工営との間で NDA を交わすことを確認した。
3	2024 年 7 月 16 日(火)	PT. Kanadevia Indonesia 、 PTPN	オンライン面談を実施し、今後の進め方の確認等事業化に向けた議論を行った。
4	2024 年 7 月 22 日(月)	PT. Kanadevia Indonesia 、川 崎市	オンライン面談を実施し、来年度以降の活動方針について議論した。今年度の本事業を通じた調査結果を基に次年度の実証スキーム「経済産業省/グローバルサウス未来志向型共創等事業費補助金 (METI/GS: Ministry of Economy, Trade and Industry/Global South) 」(小規模実証を想定)にて申請する意向であることを確認した。
5	2024 年 7 月 29 日(月)	PT. Kanadevia Indonesia	今後のスケジュールを共有し今後の進め方について議論した。
6	2024 年 8 月 27 日(火)	PT. Santomo Biomass Indonesia	燃料バイオマスを取り扱っている日系の PT. Santomo Biomass Indonesia とオンライン面談を実施した。来年度以降の活動方針を共有し、事業化に向けた議論を行った。インドネシア国内の日系企業に EFB 燃料の需要があることを確認した。
7	2024 年 8 月 29 日(木)	PT. Kanadevia Indonesia	オンライン面談を実施し、実証の提案に向けた意見交換を行い、対応事項とスケジュール感を確認した。
8	2024 年 10 月 2 日(水)	PT. Kanadevia Indonesia	第 3 回現地渡航時に面談を行い、PTPN と協議継続しており、NDA 締結に向けた議論を行っていることを確認した。また、オフテイクについて議論を行った。
9	2024 年 10 月	PT. Kanadevia Indonesia	カナデビアより PTPN4 に LOI を提出した。
10	2024 年 11 月	PT. Kanadevia Indonesia	カナデビア、PTPN4 間で NDA を締結した。
11	2024 年 11 月 27 日 (水)	PT. Kanadevia Indonesia	オンライン面談を実施し、バイオマス燃料化の事業化にあたり実施体制、実証調査項目を確認した。
12	2024 年 12 月 25 日 (水)	PT. Kanadevia Indonesia	オンライン面談を実施し、バイオマス燃料化の事業化にあたり、日本工営側で協力可能な項目を整理した。都市間連携事業の終了後も継続して協力を行うことを確認した。
13	2025 年 2 月 3 日(月)	PT. Kanadevia Indonesia 、川 崎市	第 4 回現地渡航時に面談を行い、改めてカナデビアの事業領域、インドネシアで検討している事業について説明があった。今後本事業の実施に向けて継続して検討を進めることを確認した。

出典：日本工営

(4) GHG 排出削減量試算と事業化に向けた課題

EFB 燃料化事業の想定 GHG 排出削減量と費用対効果を試算した。試算結果を表 4-4 表 1-1 に示す。本事業は PTPN の意向もあり、事業可能性調査 (F/S: Feasibility study) 後商用化を目指しており、その際民間 JCM の活用を検討している。試算の結果、EFB の活用によるメタン回避を含めると年間 47,134 tCO₂eq の GHG 排出削減につながる事が分かった。次年度以降は PTPN との協議を重ねてこれらの数値を精緻化することで、事業性の確認を行う。また、JCM をはじめとした炭素クレジット価格が事業性に影響すると考えているため、価格トレンドやクレジット化の難易度等を把握する。

表 4-4 EFB 燃料化による GHG 削減量試算結果

#	項目	数値	単位	備考
a	EFB 燃料生産量	18	t/day	想定機器の生産能力
b	年間稼働日数	258	day	2022 年実績値
c	年間 EFB 燃料生産量	4,644	t/year	=a×b
d	EFB 燃料単位発熱量	22	GJ/t	想定
e	石炭単位発熱量	26.08	GJ/t	輸入一般炭:エネルギー源別標準発 熱量・炭素排出係数一覧、資源エネ ルギー庁
f	石炭排出係数	2.33	tCO ₂ eq/t	輸入一般炭:算定・報告・公表制度 における算定方法・排出係数一覧 (令和5年12月12日更新)、環境省
g	燃料転換ポテンシャル	84.4	%	=d/e
h	廃棄 EFB からのメタン 放散量	0.0616	tCH ₄ /t EFB	IPCC 排出係数
i	原材料 EFB 使用量	22,114	t/year	=c/0.21 (EFB ペレットは原材料 EFB の 21%と仮定)
j	年間メタン放散量	1362.2	tCH ₄ /year	=h×i
k	メタン GWP	27.9	tCO ₂ eq/tCH ₄	IPCC AR6
l	リファレンス排出量 (エネ起)	9,128	tCO ₂ eq/year	=c×f×g
m	リファレンス排出量(非 エネ起)	38,006	tCO ₂ eq/year	=j×k
n	リファレンス排出量	47,134.2	tCO ₂ eq/year	=l+m
o	プロジェクト排出量	0	tCO ₂ eq/year	燃料輸送をいずれ考慮
p	年間 GHG 削減量	47,134	tCO ₂ eq/year	=n-o
r	年間 GHG 削減量 (エネ起)	9,128	tCO ₂ eq/year	
q	総事業費	1,000,000,000	円	想定
s	プロジェクト期間	10	年	民間 JCM
t	GHG 排出削減総量	471,342	tCO ₂ eq	=o×r
u	GHG 排出削減総量 (エネ起)	91,277	tCO ₂ eq	=p×r
v	費用対効果	2,122	円/tCO ₂ eq	=q/s
w	費用対効果(エネ起)	10,956	円/tCO ₂ eq	=q/t

出典：日本工営

4.1.2 POME バイオガス活用事業

POME バイオガス活用事業として、回収、脱硫後の POME 由来のバイオガスをポリプラ・エボニック社の膜技術により改質し、高濃度のメタンガス（バイオ CNG）を精製する技術の導入を検討した。当膜技術によって、90%程度までメタン濃度を高めることにより、通常の CNG と同等に扱うことができ、従来のガスエンジンによる発電、車輛燃料、家庭調理用のガスとしての利用とともに、対象地域で今後整備されるガスパイプラインに注入することも可能となる。

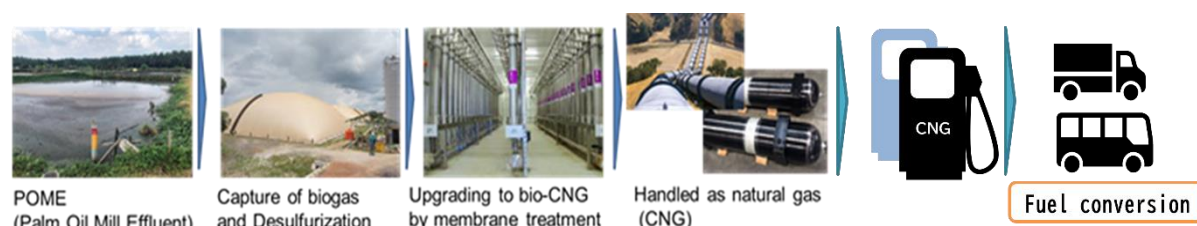


図 4-4 POME バイオガス活用事業の全体プロセス

なお、2020 年に東カリマンタン州において、同様のバイオガス精製プラントが建設・稼働開始しており、同プラントにおいてもポリプラ・エボニックのバイオガス分離膜 SEPURAN® Green が採用されている。



出典：ポリプラ・エボニック

図 4-5 バイオガス分離膜 SEPURAN® Green



出典：PT. Gikoko Kogyo Indonesia

図 4-6 東カリマンタン州での導入例

(1) 昨年までの調査進捗

昨年度までの調査進捗を表 4-5 にまとめる。

表 4-5 昨年度までの調査進捗（POME バイオガス活用事業）

#	項目	概要
1	調査対象パーム搾油工場の選定①	現地傭人を活用し、PTPN の保有工場の情報収集を行い、対象工場を選定した。工場における FFB 処理量とバイオ CNG の輸送を考慮し、ブカンバル市から最も近くに位置（約 30 km）する Sei Galuh 工場（FFB 処理容量 60 t/h）と約 80 km に位置する Sei Buatan 工場（FFB 処理容量 60 t/h）を調査対象とすることとした。
2	バイオガス発生ポテンシャルの検討及びブカンバル	Sei Buatan 工場及び Sei Galuh 工場から排出される POME の成分から、メタンガスの発生ポテンシャル量の試算を行った。また試算結果、及び

	市内公共バスの燃料転換ポテンシャルの検討	現在プカンバル市内で運用されている公共バスのデータから、燃料転換ポテンシャル(ディーゼル→バイオ CNG)の初期検討を行った。公共バスの年間ディーゼル消費量 (3,438,089 L/yr) のうち、Sei Buatan 工場の場合 58.8%、Sei Galuh 工場の場合 38.2%をバイオ CNG に転換可能であるという結果となった。
3	バイオ CNG プラントの初期設計検討	#1、#2 で得られた情報、試算結果を基に、バイオ CNG プラントの初期設計を実施した。
4	バス改造対応可能な現地企業の情報収集	PT.GIKOKO KOGYO INDONESIA との協力により、ディーゼルバスから CNG バスへの転換改造が可能な現地企業の情報収集を実施した。
5	東カリマンタンにおける POME 活用事業の情報収集	PT.GIKOKO KOGYO INDONESIA との協力により、東カリマンタンで稼働中のバイオ CNG プラント事業(ポリプラ・エボニック社の膜を採用)の情報収集を実施した。
6	バイオ CNG プラント設計	PTPN が所有するパーム油搾油工場(Sei Buatan 工場)を対象としてバイオ CNG プラント設計を実施した。
7	CAPEX、OPEX 概算	#6 で得られた情報より、バイオ CNG プラントに係る投資コスト・設備投資 (CAPEX: Capital Expenditure) 、運営コスト (OPEX: Operating Expenditure) の概算算出を実施した。
8	燃料転換ポテンシャル及び GHG 削減量の検討	プカンバル市内バスの燃料転換ポテンシャル及び GHG 削減量を検討した。
9	調査対象パーム搾油工場の選定②	Sei Buatan 工場での事業実施が好ましくない結果を踏まえ、リアウ州内所在の 2 つの搾油工場 Sei Galuh と KOTA GARO の現地視察を実施し、POME の発生量、販売価格、RSPO 取得の有無等の情報を収集した。プカンバル市内からの距離、POME の発生状況及び RSPO の取得状況から Sei Galuh を今後の調査対象とすることとした。
10	対象パーム搾油工場における情報収集	搾油工場 Sei Galuh において、バイオ CNG プラント建設に必要な各種情報の収集を実施した。
11	バイオ CNG プラント設計	PTPN が所有するパーム油搾油工場(Sei Galuh 工場)を対象としてバイオ CNG プラント設計を実施した。
12	CAPEX、OPEX 概算	#9-11 で得られた情報より、バイオ CNG プラントに係る CAPEX、OPEX の概算算出を実施した。
13	POME バイオガス活用事業における GHG 削減量および費用対効果試算	これまでの検討結果より、バイオガスの活用による GHG 削減量および費用対効果の試算を検討した。
14	DISHUB およびトランスメトロプカンバル(プカンバル市営企業)(TMP: Transmetro Pekanbaru)との情報共有の実施	バイオ CNG 供給先として検討している DISHUB および TMP と現状及び今後の方針等について情報共有を実施した。
15	PTPN との NDA 締結	2023 年 12 月 14 日付で、日本工営、PTPN 間の NDA を締結した。

出典：日本工営

昨年度までの検討を踏まえ、簡易な事業可能性調査を実施し、事業実施体制構築に向けた調査を実施した。今年度実施した調査概要を表 4-6 に示す。

表 4-6 今年度実施の調査概要 (POME バイオガス活用事業)

#	項目	概要
1	現地企業との協議	事業実施を検討している搾油工場を所有している PTPN、PTPN4 及び現地の事業実施パートナー候補企業およびベンダー企業候補と協議を行い、事業実施体制構築に向けて検討を行った。
2	事業実施地の選定	既にバイオガスをボイラー燃料として利用している Sei Tapung を視察し、過年度まで検討を進めてきた候補地 Sei Galuh との比較を行い、事業実施地の選定を行った。
3	ガス発生量試験の実施	POME のメタン発酵ポテンシャルを確認するため、POME サンプルを用いて回分試験を実施した。
4	事業化に向けた経済性評価の検討	バイオガス捕集プラントの設計および建設費用の見積もりを現地企業 3 社に依頼し、これまでの検討内容を踏まえて現段階での経済性の評価を行った。
5	事業実施に向けた方針検討	これまでの検討事項を踏まえ、事業実施に向けた課題と活動方針の整理を行った。

出典：日本工営

(2) 現地企業との協議

事業実施地に関して、事業実施を検討している搾油工場を所有している PTPN と複数回会議を実施し、プラント建設可能用地や事業実施に必要な手続き、事業実施条件等について協議を行った。事業に対して前向きに検討していただいております、売り上げの一定割合を支払うことで用地の貸与、ユーティリティの利用が可能であることを確認した。

事業実施パートナー企業候補として、インドネシア国営新・再エネ開発会社 (PNRE)、インドネシア国営ガス公社 (PGN: PT. Perusahaan Gas Negara Tbk) およびガス事業を展開する民間企業 2 社と協議を行った。PNRE については、人的リソースが不足しており、事業実施段階となっている事業に注力する必要があることから、本事業の積極的な検討は行えないとの意向を確認した。一方で、PGN および民間企業 2 社からは前向きに検討する意向の回答をいただいている。詳細な経済性評価が出来た段階でパートナー企業の選定を行う方針となった。

ベンダー候補企業として、最終的には 3 社と協議を行い相見積いただき経済性評価に活用した。詳しくは(5)1)バイオガス捕集プラントにて記述する。

(3) 事業実施地の選定

事業実施候補地である搾油工場 Sei Galuh の所有企業である PTPN より提案を受け、もう 1 つの事業実施地 (Sei Tapung) の視察を行い、事業実施地の比較および選定を行った。

1) 既存バイオガス捕集プラント Sei Tapung の視察

PTPN が提示したバイオガスをボイラー燃料として利用している Sei Tapung の視察を行った。

Sei Tapung では燃料用 PKS の削減を目的としてバイオガスのボイラー燃料利用を行っており、PKS 燃料の 1~1.5 t/h 相当のエネルギーとなる 500~700 Nm³/h のバイオガスを製造していることを確認した。バイオガス捕集プラントにおける主要機器は表 4-7 の通りの構成であり、ブロックフロー及び主要機器の写真は図 4-7 及び図 4-8 の通りである。プラントは問題なく稼働していることを確認した。また、PTPN 自社利用であることから、現状は精製の必要性はないが、バイオガス販売事業が高利益となる場合は事業の切り替えも検討可能とのことであった。

表 4-7 Sei Tapung バイオガス捕集プラントの主要構成機器

#	項目	内容
1	冷却設備	60 degrees C 前後の POME 廃液を空冷で気温相当 (30 degrees C 程度) まで冷却。
2	Pond、補集設備	Pond の容量は 24,000 m ³ 、捕集設備は長さ×幅×深さが 105 m×65 m×6.5 m。POME の攪拌はバイオガスを循環することで行っており、液面監視によって POME 投入量を調整。 捕集シートは屋外であることもあり損傷しやすく、ダメージがあった場合は適宜修理できるよう予備を保管。
3	ブロワ	POME の攪拌用と施設送風用の 2 台を設置。施設送風用のブロワの先が分かれており、施設へ行くラインとフレアスタックへ行くラインを設置。切り替えは手動操作。
4	フレアスタック	余剰バイオガスは燃焼して大気放出。

出典：エア・ウォーター

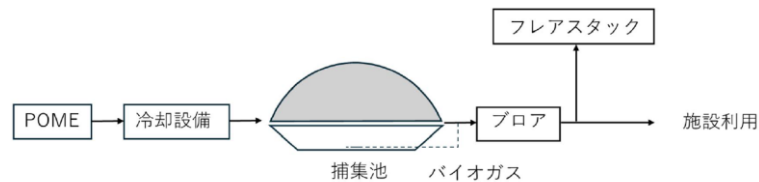


図 4-7 バイオガス捕集プラントブロックフロー (Sei Tapung)

出典：エア・ウォーター



図 4-8 バイオガス捕集プラントにおける主要機器 (Sei Tapung)

出典：エア・ウォーター

2) 事業実施地 Sei Galuh における情報収集

事業実施地の選定に際して、POME 排出までのフローの確認及び POME の現状ヒアリングを行い更なる情報収集を行った。POME 排出口直後には、受槽 (Pat-Fit) が設置されており、上澄みの油分は回収、下から POME を回収していることを確認した。基本的に受槽に排液が留まることはなく、2～3 日以内には全て Pond に流出するが、屋根などはないため雨季は排液が薄まるようであるが濃度のモニタリングは行っていなかった。Pond までの配管は、途中で他排液との合流は確認されず、基本的に Pond へ投入されるものと受槽内の排液は同じ成分であると考えられた。Pond は複数あり、捕集システムを設置する場合は、1 つ目の Pond を新たに設け、その排液を 2 つ目以降の Pond に流す機構となることを確認した。また、新規バイオガス捕集システムを設置する場所の視察も行い、動線や配管ルートにはおおよそ問題ないことを確認した。



図 4-9 POME 排出までのフロー及び機器 (Sei Galuh)

出典：エア・ウォーター

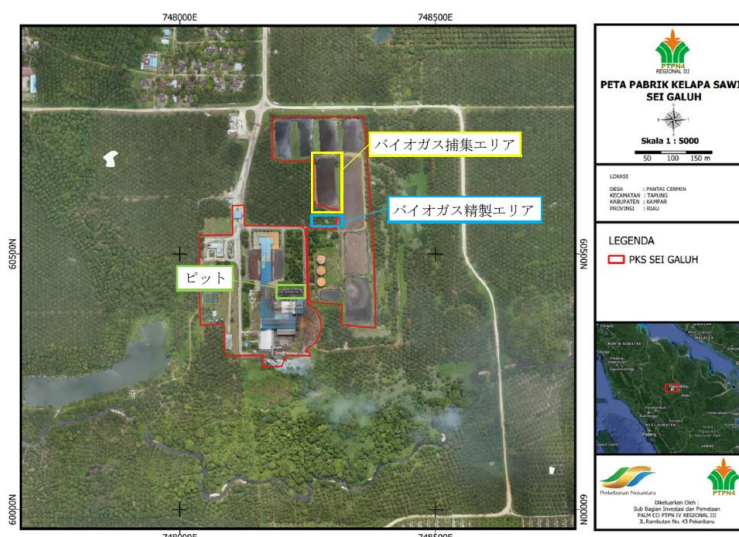


図 4-10 Sei Galuh 工場事業想定位置

出典：エア・ウォーター

3) 事業実施地の選定

Sei Tapung と Sei Galuh の比較を行った表を表 4-8 表 4-8 に示す。事業の水平展開を鑑みてバイオガス捕集プラントの建設から事業を行うという本邦事業実施候補企業の意向及び精製したバイオ CNG の輸送を鑑みて、Sei Galuh で事業を行う方針とした。

表 4-8 事業実施地の比較

項目	Sei Tapung	Sei Galuh
ブカンバル市内からの時間	片道約 3 時間	片道 1 時間以内
POME 排出量	約 150,000 t/年	約 100,000 t/年
バイオガス捕集プラント	設置済	新規設置が必要
事業の可能性	既存ボイラー燃料事業より 高利益であれば可	利益が出れば可

出典：エア・ウォーター

(4) バイオガス発生量試験の実施

POME のメタン発酵ポテンシャルを確認するため、POME サンプルを用いて回分試験を実施した。

1) 試験概要

試験の概要を示したフローを図 4-11 に示す。攪拌機付きの亚克力製発酵槽に試験サンプルおよび種菌、希釈水を混合した調整液を投入し、密閉した後に発酵槽内に窒素ガスを導入して嫌気状態にした。その後温水に浸し発酵条件を作った。上記条件で調整液を攪拌しながら発生するガス量を測定し、メタン発酵ポテンシャルの確認を行った。

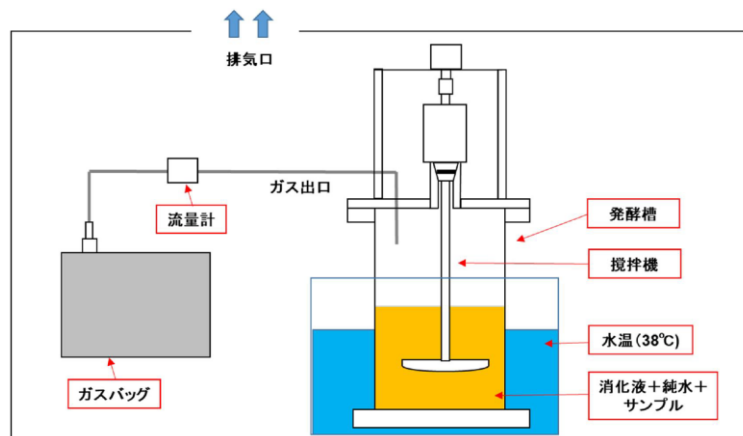


図 4-11 回分試験のフロー

出典：エア・ウォーター

2) 試験サンプル

試験サンプルは Sei Galuh で採取した POME サンプルを用いた。サンプルの採取場所は図 4-12 に示す通りである。

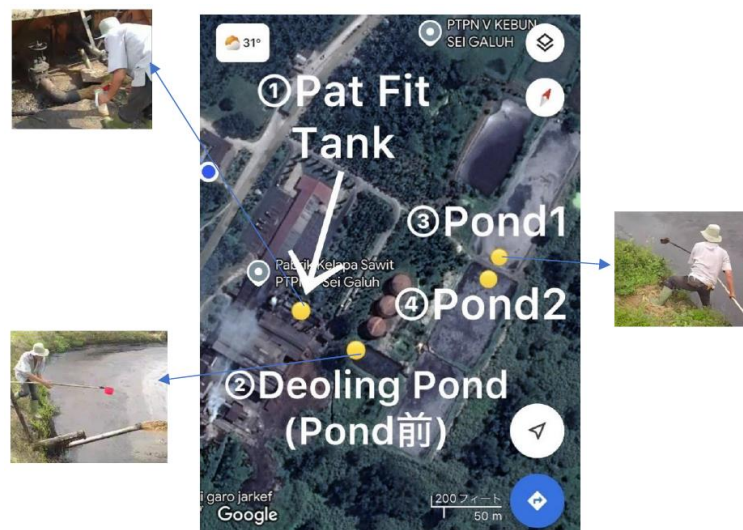


図 4-12 サンプル採取場所 (Sei Galuh)

出典：エア・ウォーター

3) 結果概要及び考察

現地での採取時の条件を基に pH、発酵温度、発酵日数、使用するサンプルの混合など試験実施条件を変更して複数回試験を行った。メタン発酵プロセスの途中段階で反応が止まり、十分なガス発生量を確認できない結果となった。要因としては、POME サンプル中におけるメタン精製菌の数が十分でないこと、実験装置の容量限界により反応に必要な金属元素が枯渇していること、及び、メタン発酵菌の種類により異なる最適な発行方式（発酵温度）とでなかったことが考えられた。

(5) 事業化に向けた経済性評価の検討

過年度までの検討結果を踏まえ、Sei Galuh における事業化に向けた経済性評価の検討を行った。

1) バイオガス捕集プラント

バイオガス捕集技術を有するベンダー候補企業となるインドネシア現地企業 3 社（A 社、B 社、C 社とする）と協議を行い、表 4-9 に示す見積条件を基に POME からのバイオガス捕集プラントの設計および建設費の依頼を行った。C 社については見積提出が NDA 締結後となるため、本業務内では A 社と B 社の比較を行った。

表 4-9 見積条件

項目	単位	値
POME 発生量	t/月	13,000
原料バイオガス見込発生量	m3/月	400,000
発酵日数	日	30
敷地面積	-	110 m × 50 m

出典：エア・ウォーター

表 4-10 A 社、B 社の捕集プラント概要

項目		A 社	B 社
POME 処理量	m3/日		
消化液槽	m3		
原料バイオガス量	Nm3/ h	最大: 最小:	最大: 最小:
構成機器			

出典：エア・ウォーター

表 4-11 バイオガス捕集プラントの見積比較

項目	単位	A 社	B 社
プラント設計・建設費	千円		
メンテナンス費	千円/年		
ランニングコスト	千円/年		
スペアパーツ・消耗品	千円/年		
合計	千円		

出典：エア・ウォーター

表 4-10 に示す通り、同様の見積条件でもバイオガス捕集量に大きな差が生じる結果となった。所掌範囲に関して、B 社では主要機器から配管、弁・計器類まで手配範囲に入っているが、A 社は配管、弁・計器類が所掌範囲外となっている。A 社について、費用の一部は工事契約締結後の受領となるが、B 社を参考にするメンテナンス費やランニングコストを含めた総費用は 千円程度とすることが見込まれる。また、A 社に関してはバイオガス捕集以降の精製から圧縮・供給までのプロセス設計および建設が可能であることを確認している。仮に捕集から製品供給までを A 社で担う場合、費用は 千円となる。

2) バイオガス精製プラント・圧縮プラント

前項での原料バイオガス発生量から Nm³/h 程度のバイオガスが発生すると想定し、令和 3 年度検討時の条件でバイオガス精製プラントの仕様および費用を検討した。

表 4-12 バイオガス精製プラントの仕様（令和 3 年度検討結果）

項目	単位	条件
原料バイオガス流量	Nm ³ /h	
精製バイオガス流量	Nm ³ /h	
精製バイオガス圧力	MPaG	
組成	Methane (CH ₄)	%
	CO ₂	%
	Nitrogen (N ₂)	%

出典：エア・ウォーター

表 4-13 バイオガス精製プラント設計費用（令和 3 年度検討結果）

項目	単位	金額
主要機器主要機器	千円	
ユニット製作費	千円	
輸送・据付費	千円	
基礎工事費	千円	
合計	千円	

出典：エア・ウォーター

3) 精製バイオガスの販売金額

メタン濃度 95%以上に精製したバイオガスを圧縮し、バイオ CNG として販売することを想定した場合、バイオ CNG の取引価格は 10 USD / MMBTU 程度が望ましいことを現地バイオ CNG 取り扱い企業よりヒアリングした。ここで、1 MMBTU が 1,055 MJ であり、バイオ CNG の熱量が約 35.33 MJ/Nm³であることを踏まえると、1 Nm³あたりの販売価格は約 0.335 USD となる。現段階では実際の販売先や価格、運送形態が決定していないため、上記数値での販売を想定し試算を行った。

4) 採算性の検討

インドネシア現地企業 2 社の情報を基に採算性の検討を行った。本検討において、バイオガス捕集プラントに関してはインドネシア現地企業、精製プラントは現地企業ごとの流量条件にあわせて設計することを前提とし、(5)2) バイオガス精製プラント・圧縮プラントの内容を基に算出した。

バイオガス発生量およびプラントの規模の条件が異なっているため、単純には比較はできないが、バイオ CNG の販売価格を 0.335 USD/Nm³ とすると、製造原価は A 社で USD/Nm³、B 社で USD/Nm³ という結果になった。

本検討において、バイオガス精製以降の過程が不確定であることから検討から除外している。そのため、圧縮から供給にかかる費用を含んだ採算性については評価していない。また、パーム油工場が設備の運営をすることを前提としているため、原料の POME またはバイオガスの価格を定義していない。補助金の活用により、設備投資額が抑えられる可能性があるが、不確実性が高く、今回は考慮に入れていない。

表 4-14 A 社、B 社の捕集プラント概要

区分	項目	単位	条件1	条件2
	メーカー(捕集プラント)		A 社	B 社
装置仕様	バイオ CNG 量	Nm3/h		
	年間精製量	Nm3/年		
	原料バイオガス量	Nm3/h		
投資金額	バイオガス捕集プラント	千円		
	バイオガス精製プラント	千円		
	合計	千円		
売上高	バイオ CNG	千円/年		
変動費		千円/年		
固定費		千円/年		
バイオ CNG		円/Nm3		
原価		USD/Nm3		

出典：エア・ウォーター

(6) POME バイオガス活用事業における GHG 削減量試算

今年度までの検討より、得られたバイオガスの活用による GHG 削減量および費用対効果の試算を表 4-15～表 4-18 の通り実施した。本検討では TMP とプカンバル市内の民間輸送会社のバイオ CNG への燃料転換を想定して試算を行った。試算結果より、年間 GHG 削減量は 57,324 tCO2eq/year であると想定される。

表 4-15 オープンラグーン方式により POME から発生する CH4 排出量

#	項目	数値	単位	備考
a	FFB 処理量	200,000	t/year	想定
b	POME 割合	0.65	m3 POME/t-FFB	想定
c	年間 POME 排出量	130,000	m3 POME/year	=a×b
d	COD 濃度	62,000	mg COD/L	USAID & Winrock International, "POME-to-Biogas"(2015)
e	COD 質量	8,060,000	kg COD/year	=f×g/1000
f	COD⇒メタン割合	0.35	Nm3 CH4/kg COD removed	USAID & Winrock International, "POME-to-Biogas"(2015)
g	COD 除去効率	90	%	想定
h	年間メタン排出量(体積)	2,538,900	Nm3 CH4/year	=e×f×g
i	メタン密度	0.717	kg/m3	
j	年間メタン排出量(質量)	1,820	tCH4/year	=h×i/1000
k	メタンの温暖化係数	27.9	tCO2/tCH4	IPCC AR6
l	年間メタン排出量	50,789	tCO2eq/year	=j×k

出典：日本工営

表 4-16 ディーゼルバス/トラックからの CO2 排出量

#	項目	数値	単位	備考
a	バス年間燃料消費量	1,151,600	L/year	プカンバル市交通局データ(2023)
b	トラック年間燃料消費量	1,500,000	L/year	想定
c	年間ディーゼル消費量	2,651,600	L/year	=a+b
d	排出係数	2.62	tCO2/kl	軽油:算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧(令和 5 年 12 月 12 日更新)、環境省
e	年間 CO2 排出量	6,947	tCO2/year	= c x d /10 ³

出典：日本工営

表 4-17 プロジェクト GHG 排出量

#	項目	数値	単位	備考
a	年間メタン排出量(質量)	1,820	tCH4/year	表 4-15 j より
b	バイオ CNG 中のメタン割合	95	%	想定
c	年間バイオ CNG 生産量	1,916	t/year	=a x b
d	バイオ CNG 発熱量	45	TJ/t	想定
e	バイオ CNG 年間生産熱量	86,229	TJ/year	=c x d
f	年間ディーゼル消費量	2,651,600	l/year	表 4-16 c より
g	密度	835	kg/l	
h	発熱量	41.4	TJ/Gg	IPCC2006
i	年間消費ディーゼル熱量	91,663	TJ/year	=f x g x h /10 ⁶
j	燃料転換ポテンシャル	94.1	%	= e / i x 100、ただし 100%上限
k	年間ディーゼル排出量	157,196	l/year	= f x j
l	排出係数	2.62	tCO2/kl	軽油:算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧(令和 5 年 12 月 12 日更新)、環境省
m	年間 GHG 排出量	412	tCO2/year	= k x l/10 ³

出典：日本工営

表 4-18 GHG 排出削減量および費用対効果試算

#	項目	数値	単位	備考
a	年間 GHG 削減量	57,324	tCO2eq/year	(表 4-15 l) + (表 4-16 e) - (表 4-17 m)
b	年間 GHG 削減量	6,535	tCO2/year	エネルギー起源
c	補助申請予定額	250,000,000	円	想定(製造・精製のみ)
d	プロジェクト期間	10	年	ガス業用設備 製造用設備
e	GHG 排出削減総量	573,243	tCO2eq	
f	GHG 排出削減総量	65,353	tCO2	エネルギー起源
g	費用対効果	436	円/tCO2	
h	費用対効果	3,825	円/tCO2	エネルギー起源

出典：日本工営

(7) 事業実施に向けた方針検討

事業実施に向けた今後の検討としては、大きく3つの検討を進める必要がある。

1 つ目はバイオガス発生量の正確な把握である。今年度バイオガス発生量の把握を目的として回分試験を行ったが正確なバイオガス発生量の把握には至っていない。後段のバイオガス精製プラントの設計や事業全体の経済性に大きく影響する事項である。既にバイオガス捕集事業を行っている企業に協力を依頼し、現地でのバイオガス発生実験を視野に、早急なバイオガス発生量の把握を行う必要がある。

2 つ目はバイオガス捕集技術を有するベンダー候補企業からの詳細な見積取得である。現状、協議を行っている企業3社のうち1社から見積を受領できていない。また、A社に関しても、OPEXに関して情報提供いただけていない内容がある。より正確な経済性評価およびベンダー企業の選定含めて協議を進めていく必要がある。

3 つ目はバイオCNGの販売形態の決定である。今年度までの調査で、バイオガスの捕集から精製までの事業検討を行ったが、圧縮から販売までの採算性評価が未着手である。圧縮プラントの設計製作、販売におけるパートナー企業の選定、販売先・販売形態の探索を進め、事業化に向けたより具体的な戦略および採算性検討の必要がある。

上記3つの検討を進めパートナー企業を決定した後に、更に詳細な事業性評価・体制構築を行い、実証実施を行うことが望ましい。



図 4-13 今後の検討スケジュール案

4.1.3 ナノエマルジョン技術活用事業

過年度から引き続きナノフュエル社（川崎市内企業、GIC 会員企業）及び興和社により進められている独自のナノ技術を活かした液体化石燃料のナノエマルジョン化実証事業の検討を行った。

(1) ナノエマルジョン燃料製造装置「NEFS」

ナノフュエル社のナノエマルジョン燃料製造装置「NEFS」は、独自のナノ技術により液体燃料に水を加え、ナノエマルジョン燃料を製造する装置であり、軽油や重油などをナノエマルジョンにすることで燃焼性を改善し、燃費向上による CO₂ 排出量の削減を可能にする。本技術は、今回検討を行う副生グリセリンや、植物油にも適応可能である。

なお同製品は、川崎市が原材料調達から廃棄・リサイクルまでのライフサイクル全体を通じ従来製品等と比較して、CO₂ がより削減された川崎発の製品・技術等を認定する「低CO₂ 川崎ブランド」において、2021年に認定されている。



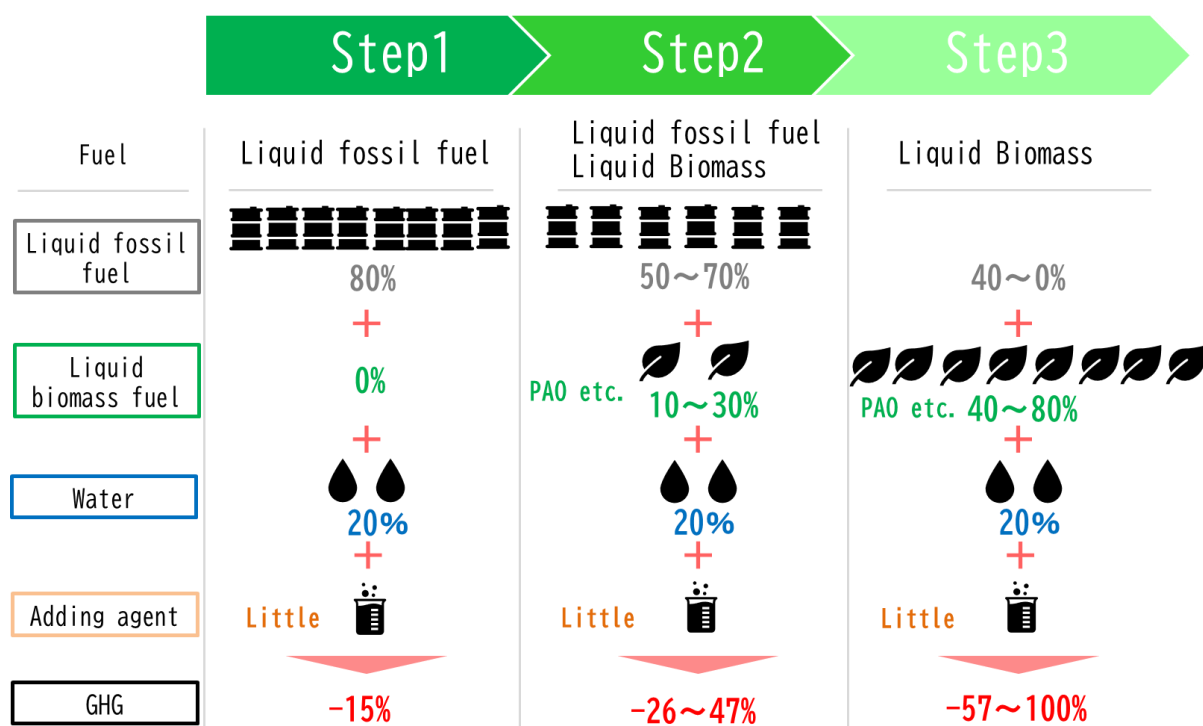
出典：ナノフュエル

図 4-14 ナノエマルジョン燃料製造装置「NEFS」

(2) ナノエマルジョン技術活用事業の予備検討

ナノフュエル社の持つナノエマルジョン技術を活用して、液体化石燃料（重油、軽油等）の使用量を削減するナノエマルジョン燃料を生産する実証事業を行うため、インドネシア国内の液体化石燃料使用工場等からパートナー企業の検討を行った。ナノフュエル社はこの実証を皮切りに、将来的にはパーム酸油（PAO: Palm Acid Oil）などの液体バイオマス燃料も混合することで、よりクリーンな燃料を作り出すことを目指している（図 4-15）。

今年度はナノフュエル社の現地協力企業である PT. Kowa Emori Indonesia によって現地企業のニーズ調査を実施したが、実証事業の実現には至らなかった。一方で 3.3.1 のドゥマイ市で行われたワークショップでナノエマルジョン技術の紹介を行った。ドゥマイ市はオレオケミカル産業やパーム産業が集積している港湾都市であり、液体燃料の使用量が多くパーム副産物の発生ポテンシャルも大きい。ワークショップ後、ドゥマイ市環境局によって市内の関連企業へのフォローアップを行っており、これらの企業にて案件実現が期待される。



出典：日本工営

図 4-15 ナノフュエル社による液体化石燃料転換イメージ

(3) GHG 削減効果試算

ナノエマルジョン技術活用事業による GHG 削減効果試算を、年間ディーゼル消費量を 30,000,000 L と想定し実施した。試算結果は表 4-19 の通り。

表 4-19 GHG 削減効果試算（液体化石燃料のナノエマルジョン化実証事業）

#	項目	数値	単位	備考
a	年間ディーゼル消費量	30,000,000	l/year	想定
b	排出係数(ディーゼル)	2.62	tCO2/kl	軽油:算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧(令和5年12月12日更新)、環境省
c	年間リファレンス GHG 排出量	78,600	tCO2/year	=a×b
d	水分混合率	20	%	ナノフュエル社計画
e	ナノエマルジョン燃料中のディーゼル混合量	24,000,000	l/year	=a*(1-d)
f	年間プロジェクト GHG 排出量	62,880	tCO2/year	=b×e
g	年間 GHG 削減量	15,720	tCO2/year	=c-f
h	補助申請予定額	200,000,000	円	想定
i	プロジェクト期間	7	年	石油製品又は石炭製品製造業用設備
j	GHG 排出削減総量	110,040	tCO2	
k	費用対効果	1,818	円/ tCO2	

出典：日本工営

4.2 ゼロカーボンシティ形成に資する事業の検討

ゼロカーボンシティ形成に資する事業として、再エネおよびエネルギー管理システム導入事業とLED導入事業の検討を行った。

これらの再エネ・省エネ技術とIoT技術を組み合わせた事業の実施による効果として以下が挙げられる。

再生可能エネルギー利用によるCO2削減（環境負荷の低減）

エネルギーの地産地消、地域資源の活用

エネルギーコスト低減

地域産業の活性化と地域資金の好循環化

エネルギーの供給信頼性向上

レジリエンス強化（災害時のエネルギーセキュリティ強化）

RE100を謳う企業の誘致

また、これらの事業を川崎市との連携により、プカンバル市におけるゼロカーボンシティ形成を推進するモデル事業としてアピールすることで、同地域の民間企業等による脱炭素化の取組を誘起することができるとともに、類似事業の他地域への展開も期待できる。

4.2.1 再エネおよびエネルギー管理システム導入事業

(1) 事業概要

エネルギーマネジメントシステム（EMS: Energy Management System）は、系統電源がいつどの程度必要か、再エネ電源がいつどの程度供給可能か、蓄電池がいつどの程度充電・放電が可能か、電力消費施設がどの程度電力が必要かについて現状を把握し、今後の予測をしてエネルギー全体を最適制御する。シーエスデーは、EMS技術を活用し、主に環境・安全に配慮したシステムの開発等を行っている。

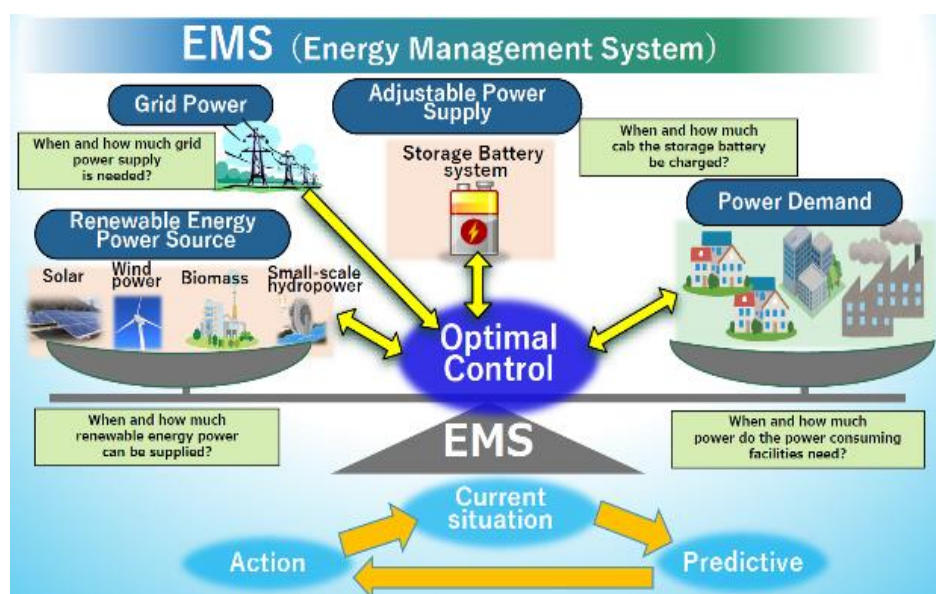
昨年度までの調査ではプカンバル市の新市庁舎において同社のEMS技術導入可能性について検討を行った。一方で、昨年度調査にて実施体制内にプカンバル市が入ることが困難であることが判明したため、設備保有者がプカンバル市PUPRを想定している本事業の実現は難しいことが分かった。

そのため、本年度は予備調査として、リアウ州内にあるドゥマイ工業団地運営会社（KID: Kawasan Industri Dumai）へのヒアリングを通じて導入可能性の予備検討を行った。



出典：KID

図 4-16 ドゥマイ工業団地の様子



出典：シーエスデー

図 4-17 EMS 技術のイメージ

また、インドネシアでは 2024 年 2 月 7 日に大統領がインドネシアエネルギー鉱物資源省 (ESDM: Ministry of Energy and Mineral Resources (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral)) 令「Permen ESDM No.26 Tahun 2021」(以下、「旧規則」)に代えて、「Permen ESDM No.2 Tahun 2024」(以下、「新規則」)を制定したことにより、表 4-20 のような変更が行われている。

表 4-20 ESDM 令の改正に伴う変更

項目	旧規則	以前の PLN 対応	新規則
最大設置容量	既存容量の 100%まで可能。	インドネシア国営電力公社 (PLN: National Electricity Company PT Perusahaan Listrik Negara / Persero) の規定により既存容量の 15%に制限。	・接続電力容量 (個別容量) による上限なし。顧客が将来 5 年間に申請できる屋上太陽光発電の年間総発電容量が設定される。 ・総発電容量の残高がある限り、既存の個別容量を上回る屋上太陽光発電容量も申請可能になり、顧客にとって柔軟性が増す。
PLN への余剰電力送電	・PLN の送電網に送電した余剰電力すべてを電力料金から控除可能。	・PLN の送電網への余剰電力送電による電気料金の控除はない。 ・送電用メーターを提供しない。	PLN の送電網に送電した場合も電力料金の控除の対象外。
太陽光設置申請時期	いつでも可能。	地域によって申請可否を制限。	申請は先着順の見込み。

出典：Nishimura & Asahi ([asia_240606_ja.pdf \(保護\)](#))を参考に日本工営作成

(2) ヒアリング結果

今年度はシーエスデーとの協議に加えて KID へのヒアリングを行い、現地情報収集を実施した。結果として関心は伺えたものの、その後の具体的な案件実現には至らなかった。

表 4-21 再エネおよびエネルギー管理システム導入事業にかかる今年度調査実施結果

#	日付	協議先	概要
1	2024 年 6 月 26 日 (水)	KID	第 2 回渡航にて対面協議を行い、既に 500kW の太陽光発電とEVバスが導入済みであることが確認された。一方、追加太陽光導入や EMS 導入にも関心は示したものの現状具体的な検討は行っていないことが分かった。
2	2024 年 8 月 8 日 (木)	シーエスデー	オンライン協議を行い、都市間連携ワークショップでの発表資料の内容確認や録画方法、準備スケジュールについて確認を行った。
3	2024 年 9 月 26 日 (木)	都市間連携ワークショップ	都市間連携ワークショップにてシーエスデーから同社の EMS 技術・実績に関して発表が行われた。なお、オンライン参加のため万が一に備えて事前に動画を撮影・編集・字幕追加を行うなど工夫した。

出典：日本工営



KID との協議
(2024 年 6 月 26 日)



WS でのシーエスデーの発表
(2024 年 9 月 26 日)

4.2.2 LED 街路灯導入事業の検討

(1) 事業概要

昨年度までの調査では、プカンバル市内へのパナソニックの現地グループ会社 (PGLSSID: PT. Panasonic Gobel Life Solutions Sales Indonesia) の LED 街路灯の導入可能性について、実施体制やインドネシア JCM 事務局への説明など、精力的に検討を行った。一方で、昨年度調査にて実施体制内にプカンバル市が入ることが困難であることが判明したため、設備保有者が DISHUB を想定している本事業の実現は難しいことが分かった。

そのため、今年度は KID の他民間企業にて LED の導入可能性の予備検討を行った。



出典：シーエスデー

図 4-18 LED の導入イメージ (街路灯の例)

(2) 検討結果

今年度はPGLSSIDとの対面協議を行い、早期案件形成を目指した。また、KIDとの打合せに加えて、ドゥマイ市で行われた都市間連携ワークショップにてPGLSSIDから同社LED製品に関して発表をいただき、民間企業へのアピールを行った。

表 4-22 LED導入事業にかかる今年度調査実施結果

#	日付	協議先	概要
1	2024年 5月30日(金)	PGLSSID	LED導入事業にかかるキックオフとしてオンライン面談を実施した。今年度の調査方針と次回渡航時に再度ミーティングを行うことを確認した。
2	2024年 6月18日(火)	PGLSSID	第2回現地渡航時に面談を実施し、今年度のワークショップにて同社のLED製品に関するプレゼンを頂くことに同意を得た。また、ドゥマイ工業団地運営会社と協議し、運営会社が保有する街路灯・建物のLED導入状況等を確認した。
3	2024年 9月26日(木)	都市間連携ワークショップ	都市間連携ワークショップにてPGLSSIDから同社のLED照明に関して発表が行われた。
4	2024年 10月1日(火)	PGLSSID	第3回現地渡航時に面談を実施し、都市間連携ワークショップでのプレゼンに関心を持った参加者がいることを共有した。プカンバルのLED導入検討状況及び資料を共有した。

出典：日本工営



PGLSSID との協議
(2024年10月2日)



WSでのPGLSSIDの発表
(2024年9月26日)

第5章 他支援機関との連携

5.1 在インドネシア日本国大使館等との連携

JICA、在インドネシア大使館、JETRO インドネシアの3者と協議を行い、本事業における連携可能性の検討、情報共有を行った。特に第4回渡航時には川崎市職員2名が参加し、自治体の立場から次年度以降の協力方針、各社の事業化への期待、必要としている支援などについて説明した。

活動内容	実施時期	概要
JICA インドネシアとの面談	2024年6月19日(水)	JICA インドネシアとの協議を実施し、本事業概要の説明および本件との連携の可能性について協議を行った。引き続き情報共有を行うことを確認した。
在インドネシア大使館との協議	2024年10月1日(水)、 2025年2月3日(月)	第3回渡航時に表敬し、本事業の概要とこれまでの活動を説明した。現在事業化に向け検討中である案件に具体性が出てきた際には、大使館やJICA、JETRO等にてフォローしていきたい旨を共有された。また、第4回渡航時には大使、川崎市、日本工営の三者協議を行った。企業の海外展開に関しMETI/GS等を活用することを勧められた他、大使館の方でも制度作り等の面から支援できればとの感想が述べられた。
JETRO インドネシア	2025年2月4日(火)	第4回渡航時にJETRO インドネシア、川崎市、日本工営の3者協議を行った。川崎市の事業紹介をし、ビジネスマッチングに注力している旨を説明した。また資源エネルギー庁実施の「資源権益・安定供給の確保に向けた資源国との関係強化支援事業」の活用も可能と助言があった。



JETRO インドネシアとの協議の様子
(2025年2月4日)

第6章 本業務の成果及び課題と展望

川崎市によるリアウ州地域における都市間連携事業は、令和元年（2019年）に開始し、今年度はフェーズ2の3年目として活動を行った。

図6-1は、今年度提案時点での3か年計画である。

	令和4年度(2022年度)	令和5年度(2023年度)	令和6年度(2024年度)
都市間連携事業	川崎市-蒲カンバル市のLOI締結（1年間有効）	・川崎市-蒲カンバル市のMOU締結は不要と確認 ・都市間協力継続意志を示すレターの取交	（必要に応じて）MOU締結に向けた手続き
	蒲カンバル市・2050年ゼロカーボンシティ計画策定支援（現状把握、気候変動緩和策・適応策に関するロードマップ案の策定）	・ITB/IPB/IGESによるPKU及びUNRのキャパビル実施 ・日本工営-UNR間のMOU/MOJ締結（UNR正式参画）	蒲カンバル市・2050年ゼロカーボンシティ計画策定支援（体制構築・ロードマップ案の最終化）
	ゼロカーボンシティ計画策定の知見・経験をリアウ州に共有→リアウ州との連携開始	・都市間連携WSを通じたリアウ州との協力関係の構築 ・都市間連携WSにおけるリアウ州による2060低炭素開発計画の発表	リアウ州内各自治体との連携活動開始
JCM設備補助事業		EFBバイオマス燃料化事業	
	情報収集・事業化検討・燃料化技術検討	・EFBベレット取扱業者候補及びオフタイカー候補の特定 ・代表事業者候補の特定	JCM関連補助金事業への申請
		POMEバイオガス活用事業	
	オンサイト詳細設計・関係企業への事業説明	事業者候補の特定、事業スキームの具体化	JCM関連補助金事業への申請
		ナノエマルジョン技術活用事業	
	導入先検討・情報収集・関係企業との協議		JCM関連補助金事業への申請
		再エネおよびエネルギー管理システムの導入事業	
	オンサイト情報収集、現地EPCやESCO事業者との協議、JCM設備補助申請に向けた代表事業者の発掘	太陽光関連法規制の確認・事業体制検討	民間への導入も含めたJCM設備補助事業案件化検討
		LED導入事業	
	蒲カンバル市交通局、LEDメーカーとの協議、実施体制構築	JCM設備補助事業への申請	工場等へのLED導入も含めたJCM設備補助事業の検討・申請

出典：日本工営

図6-1 3か年計画（令和6年度（2024年度）提案時点）

本業務のフェーズ2における成果に関しては表6-1に示すとおりである。

表6-1 本業務（フェーズ2）の成果

セクター	成果
(1) 都市間連携活動	
2050年ゼロカーボンシティ形成支援	- 脱炭素分野での協力に向けた、<u>川崎市と蒲カンバル市間の協力協定書(LOI)の署名</u> - 両都市間の脱炭素分野での協力継続に向けた、<u>オフィシャルレターの取交</u> - 蒲カンバル市ゼロカーボンシティロードマップ策定に向けた<u>体制の構築</u> 蒲カンバル市(策定主体)、リアウ州(策定支援)、リアウ大学(策定支援)、バンドン工科大学・ボゴール農科大学(蒲カンバル市・リアウ大学へのキャパビル)(、日本工営(全体支援)) - ゼロカーボンシティロードマップ策定に向けた、<u>日本工営とリアウ大学間の協力覚書の締結</u> - 川崎国際環境技術展等の機会を活用した、両都市間のフィジカルな交流に基づく<u>課題・知見の共有</u>

セクター	成果
リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援	➤ 川崎市ージャカルタ特別州の関係を活かした、オンライン WS における<u>ジャカルタ特別州環境局からプカンバル市への知見共有</u> ➤ 現地 WS にて、先行して州低炭素開発計画を策定した<u>リアウ州からプカンバル市への知見共有</u> ➤ リアウ州第 2 の都市である<u>ドウマイ市</u>にて開催した WS にて、<u>州内自治体へのリアウ州とプカンバル市の取り組み・知見の共有</u>
(2)JCM 事業化検討	
環境調和型社会形成に資する事業の検討	<EFB 燃料化事業> ➤ <u>日本工営と PTPN の NDA 締結</u> ➤ Kanadevia ID から PTPN へ <u>LOI(関心表明書)</u>の提出 ➤ <u>Kanadevia ID と PTPN の NDA 締結</u>、Pre-F/S に向けた<u>協議開始</u> ➤ オフテイク候補調査実施、バイオマス商社との協議開始 <POME バイオガス活用事業> ➤ エア・ウォーターと<u>現地渡航</u>を行い、<u>PTPN やパートナー事業者候補との協議実施</u> ➤ エア・ウォーターによる現地搾油工場での POME <u>サンプリング採取・回分試験実施済</u> ➤ 現地 EPC 企業選定に向けた<u>協議・見積受領・比較検討</u>の実施 <ナノエマルジョン技術活用事業> ➤ ドウマイ市での<u>副生グリセリンの調達</u>、ナノフュエルによるラボ分析 ➤ PT. Kowa Emori Indonesia、BOT Finance による<u>ポテンシャルユーザー調査</u>の実施 ➤ ドウマイ市 <u>WS での技術紹介実施</u>
ゼロカーボンシティ形成に資する事業の予備検討	<再エネおよびエネルギー管理システムの導入事業> ➤ インドネシアの ESDM や PLN の政策・施策についての情報収集 ➤ インドネシアでの太陽光発電 JCM 事業経験企業との協議実施 ➤ KID との協議実施 ➤ ドウマイ市 <u>WS での技術紹介実施</u> <LED 導入事業> ➤ KID との協議実施 ➤ ドウマイ市 <u>WS での技術紹介実施</u>

6.1 都市間連携活動

6.1.1 2050 年ゼロカーボンシティ形成支援

第 3 章で示した通り、各年のワークショップ開催やプカンバル市、川崎市との協議等を通じて、両市間での脱炭素分野における LOI 署名及び協力継続に向けたオフィシャルレターの取り交わしを行った。また、3.3.5 で示した通り、本都市間連携が終了した後も両市の協力関係の継続については前向きに議論されており、これは本業務の成果と言える。

課題としてはゼロカーボンシティ計画策定は計画通りには進まなかった。この要因として、プカンバル市側の市長が事業期間中に交代を繰り返し（6 年間で 5 名）、策定主体（作業部会を想定）を市長令にて定めることが出来なかったことが挙げられる。計画策定に積極的なイニシアティブを取る組織の構築が重要であると考え、協議やレターの送付を通し構築の必要性を訴えたが、策定主体が構築されることはなく、CRIC プロジェクトで気候変動アクションプランの検討のために組織された気候変動 POKJA と協議を行った。プカンバル市では

前市長が 2022 年 5 月に任期を終えて以来 3 人の代理市長が就任しており、代理市長はその在任期間の短さ、選挙で選ばれていないという事実もあり何らかの決定をすることが難しい立場であることから、市長令としてゼロカーボンシティ計画の策定主体の構築指示をすることができなかったと考えられる。選挙で選ばれ、戦略や計画を進めることが可能な新市長の就任は 2025 年の 2 月であり、本事業の終了時期に実質間に合わなかった。

一方で、ITB、IPB、UNRI 等との協議を通じて、策定を行う際の支援体制については合意することができた。プカンバル市には計画策定に向けた支援業務提案書を作成・送付し、策定に向けた想定スケジュールも共有した（図 6-3）。実際にはプカンバル市の市長就任、各部署局長の就任等が終わったあと（2025 年の断食明け、3 月または 4 月以降を想定）、市内で検討されることになる想定される。

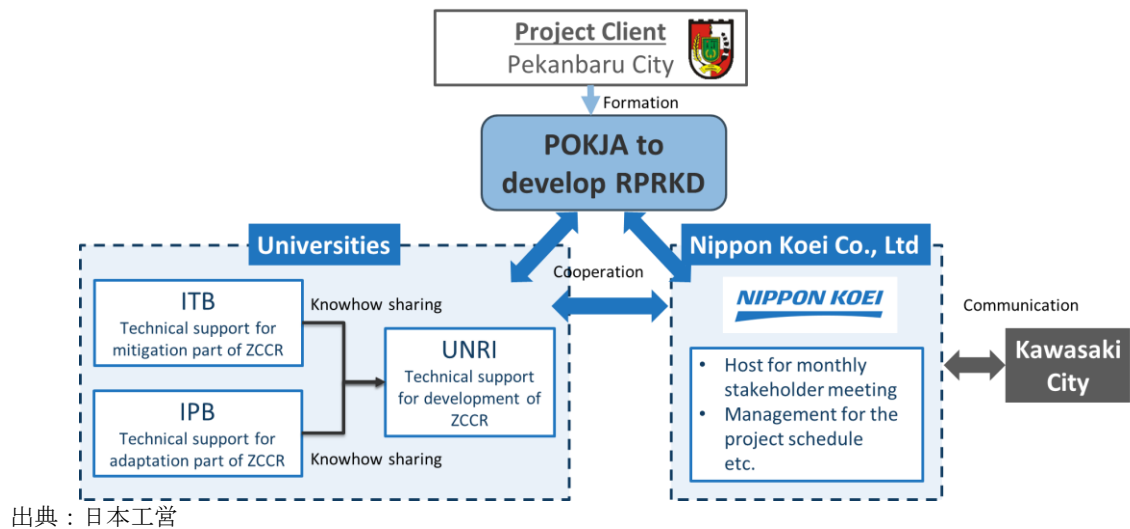


図 6-2 プカンバル市ゼロカーボンシティ計画の策定体制

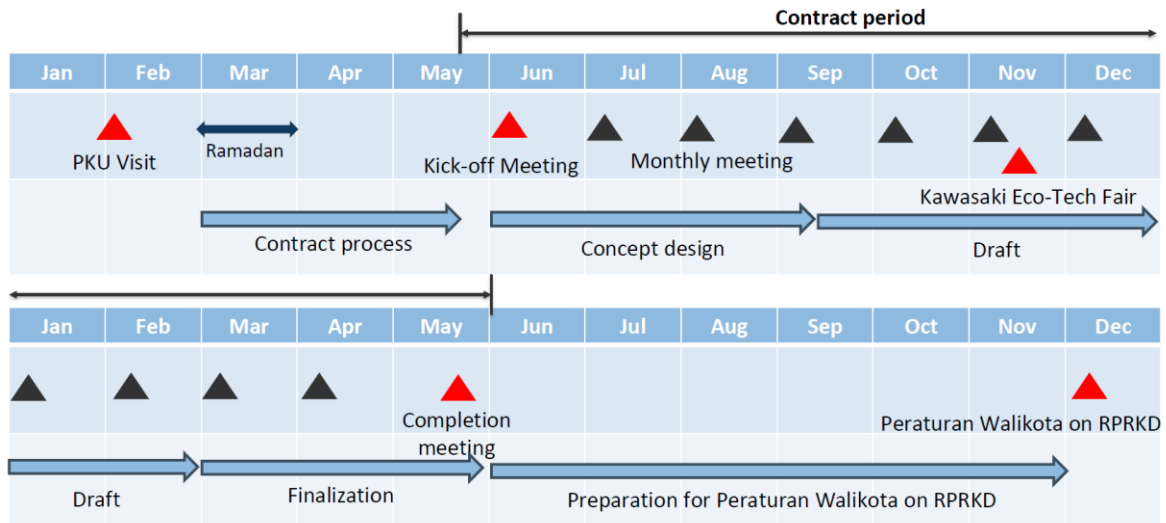
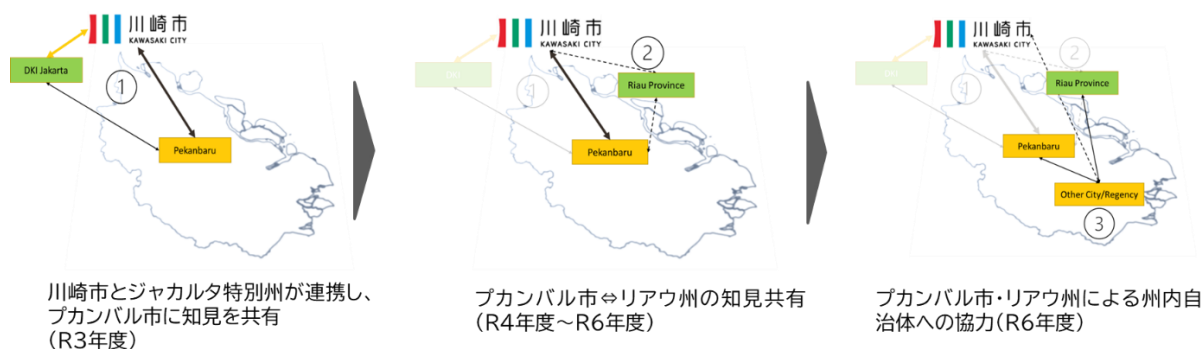


図 6-3 プカンバル市ゼロカーボンシティ計画の策定スケジュール（想定）

6.1.2 リアウ州における脱炭素ドミノ形成支援

令和 3 年度事業において、当時川崎市の都市間連携先であったジャカルタ特別州がプカンバル市の都市間連携セミナーに参加し、脱炭素に向けた取り組みや法令の紹介を行った。イ

インドネシアの自治体同士とあって質疑も活発であり、川崎市を媒介とした都市間連携事業の協調が有効であることが確認できた。ステップ 2 としてリアウ州との連携を確立し、ステップ 3 ではプカンバル市が中心となってリアウ州と各自治体（市・県）に脱炭素ドミノを広げていく計画であった。これに関して、令和 5 年度調査でのワークショップにおけるリアウ州からの州低炭素開発計画の共有、本年度調査でのドゥマイ市での周辺自治体を巻き込んだワークショップ開催により、計画は達成できたといえる。



出典：日本工営

図 6-4 リアウ州における脱炭素ドミノ形成

これらを確実に実施に繋げるために、令和 4 年度よりジャカルタ特別州の計画策定支援を行った ITB、IPB の専門家がプロジェクト実施体制に加わり、プカンバル市の支援を開始した。また、リアウ州における経験・知識の受け皿として、UNRI の参画も得ることができた。

これらの取り組みの中で特にドゥマイ市は脱炭素都市に向けて特に強い関心を示しており都市間連携事業を通じた日本との協調にも大きな関心が寄せられた。

6.2 JCM 事業化検討

6.2.1 EFB 燃料化事業

4.1.1 の通り、EFB 燃料化事業は調査期間中の事業化（補助金申請）に至らなかったものの、実施体制の構築が概ね完了し、主たる事業者となるカナデビアは既に PTPN4 に LOI を送付している。課題としては事業採算性とオフテイカーの確保が挙げられるが、それを確かめるべく両者にて F/S を行いながら実現確度を高め、本事業の早期実現を目指している。

6.2.2 POME バイオガス活用事業

4.1.2 の通り、本年度調査ではベンダー企業の選定に向けた見積入手及び比較検討と POME のラボ分析を実施した。また、エア・ウォーターにとってインドネシアでは初めてのバイオガス事業となるため、現地のパートナーの選定・協力も非常に重要である。事業者側の実施体制をなるべく早く整えながらもオフテイカーの調査も並行して行う。候補として、市バスにおけるバイオガス利用の合意を得るために、新市長及びプカンバル市交通局との協議を行う必要があると考えられる。

6.2.3 ナノエマルジョン技術活用事業

ナノフュエルの現地協力会社である Kowa Emori Indonesia を通じて市場の開拓を目指す。また、本年度 WS にてドゥマイ市から紹介の受けたドゥマイ市企業へのアプローチも見込む。課題としてインドネシアでは液体燃料利用先が少ないことが挙げられる一方で、NEFS の特

徴として小規模需要家でも導入可能で投資回収期間も短いことが挙げられるため、まずは 1 基から導入できるようアプローチを行う。

6.2.4 再エネ及び EMS 技術導入事業

現状、インドネシアでは法規制や PLN のレギュレーションにより、JCM 事業として再エネ事業を行うことはハードルが高い。一方で再エネポテンシャルは高く需要先も多いため、法規制やレギュレーションの改正により一気に普及が進む可能性がある。引き続き動向を注視しながら導入可能性を探る。

6.2.5 LED 導入事業

LED 事業は削減量の確保のため一定程度の規模が重要である。LED 街路灯のメーカーである PGLSSID は優れた製品を持ち、プカンバル市に対する販売の実績もあるが、本事業を通じて PGLSSID に JCM に関して説明することができた。今後は自社の営業活動の際に提案に盛り込まれることが期待される。特に、地方政府は国際コンソーシアムに入ること（署名すること）が難しいため、B to B のプロジェクト組成が期待される。またプカンバル市側とも LED 導入による経済性や脱炭素効果を共有しており、市の独自の事業として、現行の街路灯の劣化や故障に伴い、随時 LED の導入が進み、脱炭素も進んでいくものと思われる。

以上