

令和6年度環境省委託事業

令和6年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

横浜市-マカッサル市の都市間連携による
交通・エネルギー分野を軸とした脱炭素都市形成支援事業

調査報告書

令和7年3月

日本工営株式会社
横浜市

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

横浜市・マカッサル市の都市間連携による 交通・エネルギー分野を軸とした脱炭素都市形成支援事業

調査報告書

目次

	頁
第1章 事業の背景と目的.....	1
1.1 事業の背景.....	1
1.2 事業の目的.....	1
1.3 事業の実施体制.....	1
1.4 事業のスケジュール.....	2
第2章 マカッサル市及び南スラウェシ州の脱炭素にかかる主たる政策・方針.....	4
2.1 マカッサル市.....	4
2.1.1 マカッサル市の概要.....	4
2.1.2 マカッサル市中期開発計画 2021-2026.....	4
2.1.3 マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿.....	5
2.1.4 マカッサル市中期開発計画 2025-2029 案.....	6
2.1.5 マカッサル市SDGsアクションプラン.....	6
2.1.6 マカッサル市環境局ワークプラン 2024.....	7
2.2 南スラウェシ州.....	7
2.2.1 南スラウェシ州の概要.....	7
2.2.2 南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿.....	9
2.2.3 南スラウェシ州長期開発計画 2025-2045.....	10
第3章 都市間連携活動.....	13
3.1 キックオフ会議.....	13
3.2 アジア・スマートシティ会議.....	14
3.3 都市間連携ワークショップ.....	15
3.4 都市間連携セミナーに係る本邦招聘.....	18
3.4.1 都市間連携セミナー.....	18
3.4.2 市長との意見交換.....	19
第4章 JCM 案件発掘・形成調査.....	21
4.1 市内交差点における自律分散型信号制御の導入事業.....	21
4.1.1 事業概要.....	21
4.1.2 調査概要.....	21
4.1.3 検討結果.....	22
4.2 電動バイク用バッテリー交換ステーションへの太陽光発電設備の導入事業.....	30

4.2.1	事業概要	30
4.2.2	調査内容	31
4.2.3	調査結果	32
4.3	セメント工場における廃熱回収発電設備の導入事業	39
4.3.1	事業概要	39
4.3.2	調査内容及び結果	39
4.3.3	JCM 事業化検討	40
4.4	市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入事業	42
4.4.1	事業概要	42
4.4.2	調査内容及び結果	42
4.4.3	JCM 事業化検討	44
第5章	他支援プログラムとの連携	46
5.1	JICA との連携	46
5.1.1	JICA スラウェシ地域政策アドバイザーとの連携	46
5.1.2	JICA 円借款事業との連携	46
5.2	東アジア・アセアン経済研究センターとの連携	46
5.3	他国援助機関の取組	47
5.3.1	USAID（米国）	47
5.3.2	UK PACT（英国）	47
第6章	今後の展望	48
6.1	本年度の活動成果	48
6.2	次年度以降の活動方針	48

表 目 次

表 2-1	マカッサル市中期開発計画 2021-2026 のビジョン、ミッション、戦略目標	5
表 2-2	マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿のビジョン、目標、パフォーマンス指標	5
表 2-3	GHG 排出原単位の削減目標	6
表 2-4	南スラウェシ州の地理・気候情報	8
表 2-5	南スラウェシ州の産業別 GRDP の割合と成長率 (2023 年値)	9
表 2-6	GHG 排出削減量の実績値 (2015-2019)	10
表 2-7	南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿におけるビジョン、ミッション	10
表 2-8	潜在的な GHG 排出削減量の目標値 (2019-2023)	10
表 2-9	南スラウェシ州長期開発計画 2025-2045 のビジョン、ミッション、目標及び開発方針	11
表 2-10	気候変動・脱炭素に関連する開発方針の評価指標と変革政策の方向性	12
表 2-11	GHG 排出量削減のための緩和策	12
表 3-1	キックオフ会議のプログラム	13
表 3-2	初回渡航時の個別協議の内容	14
表 3-3	都市間連携ワークショップのプログラム	16
表 3-4	ワークショップの質疑応答	17
表 3-5	第二回渡航時の個別協議の内容	18
表 3-6	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2025 のプログラム	19
表 4-1	待ち行列長集計結果	24
表 4-2	待ち行列長改善効果	24
表 4-3	GHG 削減量の試算結果	25
表 4-4	経済効果試算の前提条件	25
表 4-5	燃料消費削減効果	25
表 4-6	時間短縮効果	26
表 4-7	交差点 1 経済効果	26
表 4-8	燃料消費削減効果	26
表 4-9	時間短縮効果	26
表 4-10	交差点 2 経済効果	26
表 4-11	E-カタログの競合製品(自律型信号制御機)	29
表 4-12	2030 年度の関連設備の導入予定と想定コスト	31
表 4-13	設置候補箇所の選定基準	32
表 4-14	JCM 方法論の概要案	32
表 4-15	適格性要件案	33
表 4-16	リファレンス排出量の計算	33
表 4-17	プロジェクト排出量の計算	33
表 4-18	排出削減量の計算	33
表 4-19	ガソリンバイクの燃費及び排出ガス調査案	34
表 4-20	各 JCM 関連スキームを活用した場合の IRR 及び投資回収期間	35
表 4-21	PIN 案の概要	35
表 4-22	店舗の立地状況調査の結果	37
表 4-23	廃熱回収発電事業にかかる今年度調査実施結果概要	40
表 4-24	セメント工場における廃熱回収発電設備の JCM 事業化に向けた検討結果	41
表 4-25	市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入事業にかかる個別協議の概要	43
表 4-26	空調への AI 制御技術の JCM 事業化に向けた簡易試算結果	45

表 6-1	本年度の活動成果	48
表 6-2	次年度の事業内容案	49

目 次

図 1-1	業務実施体制	2
図 1-2	本業務のスケジュール	3
図 2-1	マカッサル市の位置図	4
図 2-2	マカッサル市における潜在的 GHG 排出量削減効果の推移（単位：t-CO ₂ eq）	6
図 2-3	南スラウェシ州の位置図.....	8
図 2-4	南スラウェシ州の GRDP と成長率の推移	9
図 4-1	自律分散型信号制御のイメージ（モスクワの例）	21
図 4-2	シミュレーション対象交差点.....	23
図 4-3	旅行時間計測区間（赤線部）	23
図 4-4	待ち行列長比較結果.....	24
図 4-5	現在の ITCS のシステム構成図.....	27
図 4-6	自律分散型信号制御導入後の ITCS のシステム構成図.....	28
図 4-7	SGPM が提供する電動バイク及び BSS	30
図 4-8	SGPM のバッテリー交換式電動バイク事業モデルの将来イメージ	31
図 4-9	インドネシアでの WHR 設備導入に関する JCM 設備補助事業事例.....	39
図 4-10	PT. Semen Tonasa セメント工場	39
図 4-11	アイフォーコム の AI 空調制御技術	42
図 4-12	AI 空調制御技術の実証結果.....	42

添付資料

- 添付資料1 横浜市とマカッサル市による都市間連携ワークショップ
- 添付資料2 交通シミュレーションのための交通データ

略語表

略語	英語/インドネシア語	和訳
AI	Artificial Intelligence	人工知能
AKSARA	Aplikasi Perencanaan-Pemantauan Aksi Rendah Karbon Nasional	国家低炭素行動計画モニタリングアプリケーション
APILL	Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas	自律型交通信号装置
ASCC	Asia Smart City Conference	アジア・スマートシティ会議
AZEC	Asia Zero Emission Community	アジア・ゼロエミッション共同体
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
BSS	Battery Swapping Station	バッテリー交換ステーション
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency	建築環境総合性能評価システム
CCTV	Closed-Circuit Television Cameras	閉回路テレビジョン
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CO2	Carbon Dioxide	二酸化炭素
ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	東アジア・アセアン研究センター
EV	Electric Vehicle	電気自動車
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GRDP	Gross Regional Domestic Product	域内総生産
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
ITCS	Intelligent Traffic Control System	スマート交通管理システム
ITS	Intelligent Transport Systems	高度道路交通システム
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LED	Light-Emitting Diode	発光ダイオード
MRV	Measurement, Reporting and Verification	(温室効果ガス排出量の)測定、報告及び検証
NDC	Nationally Determined Contributions	国が決定する貢献
PHV	Plug-in Hybrid Vehicle	プラグインハイブリッド自動車
PIN	Project Idea Note	事業概要
PLN	Perusahaan Listrik Negara	インドネシア国営電力公社
PV	Photovoltaic	光起電力
REC	Renewable Energy Certificate	再生可能エネルギー証明
Renja	Rencana Kerja	ワークプラン
RPJMD	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah	地方中期開発計画
RPJPD	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah	地方長期開発計画
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
UK PACT	United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transitions	英国 加速する気候変動への対応に向けた連携
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WHR	Waste Heat Recovery	廃熱回収発電

第1章 事業の背景と目的

1.1 事業の背景

2022年に公表された気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書第3作業部会報告書によると、世界の温室効果ガス（GHG：Green House Gas）排出量の約7割が都市由来とされており、パリ協定で定める1.5度目標の達成に向けては、都市における気候行動の加速が必要不可欠である。日本は、国と都市が協働して、ゼロカーボンシティの実現に向けて、2021年6月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、脱炭素先行地域を100か所以上創出し、全国に拡大する取組を進めている。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く今後GHG排出量の増加が見込まれる途上国において、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いる。

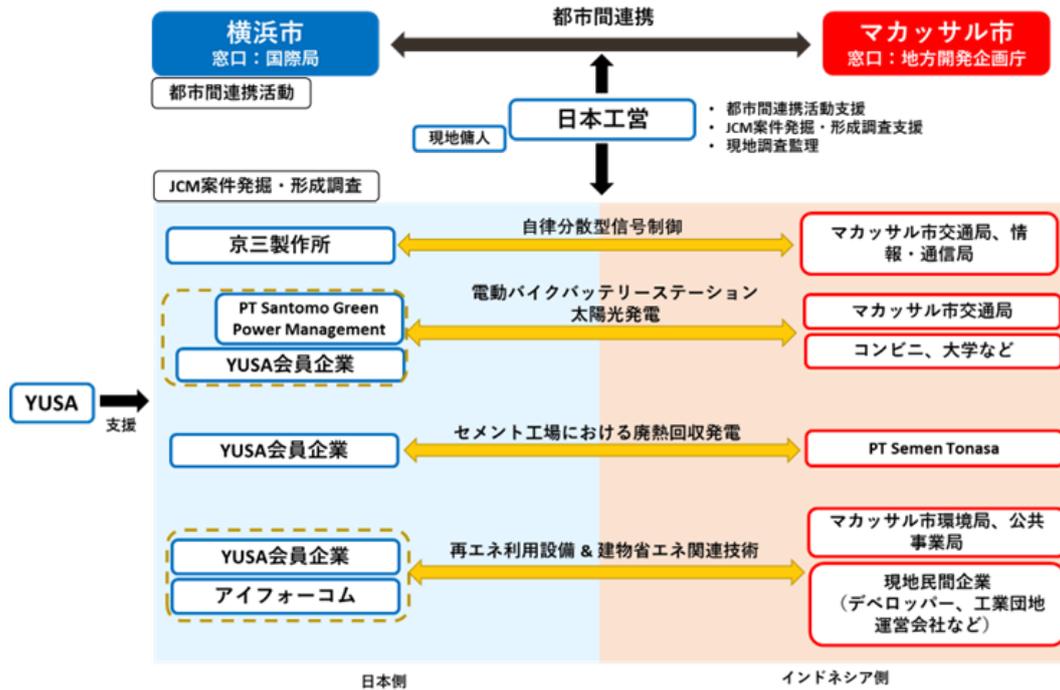
南スラウェシ州の州都マカッサル市はインドネシア東部における物流・人流の中心都市であり、約150万人の人口を擁する。また、隣接するマロス県、ゴワ県、タカラール県とともにマミナサタ広域都市圏を形成している（都市圏人口：約280万人）。インドネシア政府としても、ジャワ島への一極集中を避けるために、東部の中心として以前よりマカッサルの発展を目指してきたところ、近年の人口増加と都市開発の急速な進展に伴い、経済成長が著しい一方で様々な都市課題が生じている。横浜市とマカッサル市は国際貿易港を有する大規模港湾都市であり、かつアジア太平洋地域の都市問題の改善・解決を目指す非営利の国際組織CityNet（アジア太平洋都市間協力ネットワーク）会員であるという共通点を持ち、2023年にはマカッサル市長から横浜市に対する将来的な姉妹都市協定の締結を見据えた両市間の連携強化に係る要請がなされた。同年11月中のアジア・スマートシティ会議へのマカッサル市職員の参加や、マカッサル市議会議員団の来浜、オンラインでの協議等を経て、都市間連携事業への応募を決めた。具体的な事業内容としては、複数の対面・オンライン協議や質問票調査を通じ、マカッサル市の具体的な都市・環境課題として、車両数の増加に伴う交通渋滞の深刻化、自動車由来の排気ガスや石炭の燃焼等による大気汚染、気候変動に伴う乾季の市内への供給電力の不安定化、廃棄物の分別回収・リサイクル活動の不足、雨水排水設備の不足による内水氾濫の発生、などを特定したが、第一フェーズにおいては、脱炭素都市形成のために、マカッサル市のニーズと横浜市側の強みを踏まえ、交通およびエネルギーの2分野から連携を進めることで合意に至った。

1.2 事業の目的

本事業は、脱炭素先行地域を含め脱炭素に先進的な取り組みを行っている横浜市の行政経験と、市内関連企業が組織する一般社団法人YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE（YUSA）をはじめとした企業群の先進的な環境技術の普及/展開のための二国間クレジット制度（JCM：Joint Crediting Mechanism）案件形成を実施することによって、マカッサル市における脱炭素都市の形成を推進し、持続可能な都市環境の構築に貢献することを目的としている。

1.3 事業の実施体制

本事業の実施体制をした図1-1に示す。横浜市とマカッサル市の都市間の包括的な協力体制のもと、横浜市関連企業、インドネシアの現地・日系企業が参画し、市内企業によって設立された団体であるYUSAの支援も得ながらJCM案件形成に関する検討を実施した。



出典：日本工営

図 1-1 業務実施体制

1.4 事業のスケジュール

本業務の実施期間は2024年7月16日～2025年3月14日である。主な事業実施スケジュールは、図 1-2 に示す通りであった。

調査内容	2024						2025		
	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		現地渡航		ASCC			現地渡航		
1 横浜市における知見・経験の共有									→
2 カウンターパートとの協議（現地・日本）		(キックオフ)							
3 次年度以降都市間連携に係る協議								-----	→
2. JCM案件発掘・形成調査									
1 JCM申請候補案件関係者との協議/支援		▼					▼		→
2 企業との案件形成に関するWEB協議、国内情報収集									→
3 現地調査・情報収集（現地渡航・備人の活用）		▼					▼		→
4 現地ステークホルダーとの協議		▼					▼		
5 環境省以外の支援機関との連携（例：JICA現地事務所）		▼					▼		
6 次年度以降のJCM案件発掘・形成の準備								-----	→
3. ワークショップ・イベント									
1 現地ワークショップ							▼		
2 都市間連携セミナーでの発表								▼	
4. 報告・成果品									
1 環境省への月次進捗報告（翌月上旬）		▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
2 環境省への報告会（オンライン、3回程度）	(キックオフ)	▼		(中間報告)					(最終報告)
3 最終報告書作成									→ (提出)

出典：日本工営

図 1-2 本業務のスケジュール

第2章 マカッサル市及び南スラウェシ州の脱炭素にかかる 主たる政策・方針

2.1 マカッサル市

2.1.1 マカッサル市の概要

南スラウェシ州の州都マカッサル市はインドネシア東部における物流・人流の中心都市であり、マカッサル市はスラウェシ島の南西部に位置する南スラウェシ州の州都である。隣接するマロス県にはスルタン・ハサヌディン国際空港があるだけでなく、市内にはマカッサル港があり、東インドネシアにおける人流・物流の中心都市となっている。マカッサル市は15の郡と153の行政区から構成され、175.77平方キロメートルの面積を有し、約150万人の人口を擁する。

2023年のマカッサル市における経済成長率は5.31%で、最も高い成長を示したのは、宿泊施設および飲食サービス業の12.44%、交通運輸および貿易業の10.59%、そしてその他のサービス業の10.48%¹である。



出典：OpenStreetMap を基に日本工営作成

図 2-1 マカッサル市の位置図

2.1.2 マカッサル市中期開発計画 2021-2026

マカッサル市中期開発計画 2021-2026 (RPJMD Kota Makassar 2021-2026) においては、以下のビジョン、ミッション、戦略目標が掲げられている。同計画内では具体的な GHG の削減目標等の具体的な指標や取組については明示がないが、気候変動対策について、影響予測・適応・緩和、という3つのアプローチを採用するとの記載がある。気候変動の影響予測については計画や政策及びプログラム等の策定の段階において気候変動の影響による問題の考慮、気候変動への適応については脆弱な地域における個人と組織の能力強化、気候変動の緩和策については空間計画における農地エリアと保護エリアの設定といった具体策が挙げられている。

¹ インドネシア中央統計局, statistik-daerah-kota-makassar-2024 より抜粋

表 2-1 マカッサル市中期開発計画 2021-2026 のビジョン、ミッション、戦略目標

ビジョン：「強い都市免疫を持った、すべての人のための“ソンベレ ² &スマートシティ”としての世界的都市マカッサルの実現の加速（Percepatan Mewujudkan Makassar Kota Dunia Yang ‘Sombere’ dan Smart City dengan Imunitas Kota Yang Kuat untuk Semua）」		
ミッション1：「人事改革と、汚職の無い世界水準の公共サービスを備えた優れた都市人事改革の加速」	ミッション2：「すべての人にとって強い都市の健康と経済的免疫を持った、豊かな社会に向けての健康、経済、社会及び文化の再建」	ミッション3：「すべての人にとっての”ソンベレ&スマートシティ”な世界水準の快適な都市に向けての包括的な都市空間の回復」
「すべての人が学校に行くべき運動」による教育の質の向上、「ソンベレ」と「スマート」のガバナンスを加速することによる汚職の撲滅、等の8つの戦略プログラム	公衆衛生施設とサービスの強化、シティブランディングの強化及び国内・国際規模のイベント、MICEの増加、等の8つの戦略プログラム	廃棄物システムの全体構築、洪水管理システムの全体構築と交通混雑の処理、環境への適応と緩和に基づく「ウォーターフロントシティ」エリアとインフラの開発、住みやすくレジリエントな都市に向けた加速、等の8つの戦略プログラム

出典：マカッサル市中期開発計画 2021-2026 をもとに日本工営作成

2.1.3 マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿

マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿（Rancangan akhir RPJPD Kota Makassar 2025-2045）においては、以下のビジョン、目標、パフォーマンス指標が掲げられている。目標5には、GHG 排出強度の提言が掲げられ、パフォーマンス指標として GHG 排出原単位の削減割合（%）が設定されている。2045 年次の最終的な削減目標としては、87.02% が掲げられているが、5 か年ごとの目標についても表 2-3 の通り設定がされている。

表 2-2 マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿のビジョン、目標、パフォーマンス指標

ビジョン：「すべての人にとって“ソンベレ&スマート”で先進的かつ持続的な世界都市マカッサル（Makassar Kota Dunia, Maju dan Berkelanjutan Yang Sombere’ dan Smart Untuk Semua）」				
目標1： 一人当たり所得の増加	目標2： 貧困と不平等の撲滅	目標3： 地域競争力の向上	目標4： 人材競争力の向上	目標5： GHG 排出強度の提言
パフォーマンス指標 1： 一人当たり GRDP (百万ルピア) パフォーマンス指標 2： インドネシアブルー エコノミー指数 パフォーマンス指標 3： GRDP の製造業への 貢献度 (%)	パフォーマンス指標 4： 貧困率 (%) パフォーマンス指標 5： ジニ係数 パフォーマンス指標 6： マカッサル市の GRDP への貢献	パフォーマンス指標 7： 地域競争力指数	パフォーマンス指標 8： 人的資本指数	パフォーマンス指標 9： GHG 排出原単位の削減 (%)

出典：マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿をもとに日本工営作成

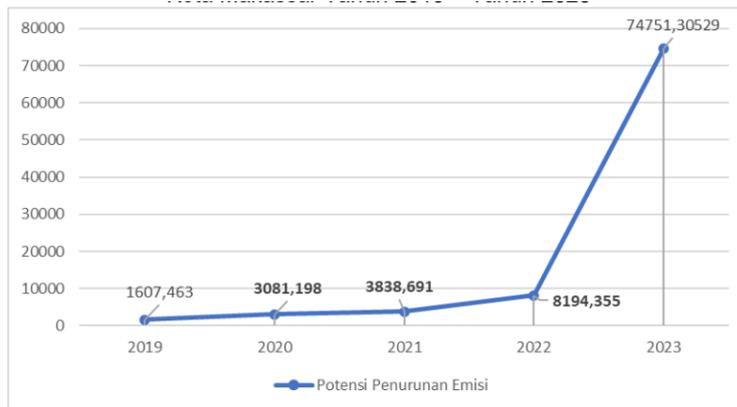
² ソンベレ（インドネシア語：Sombere、英語：Kindhearted）：日本語で「親切的な、心優しい」という意味

表 2-3 GHG 排出原単位の削減目標

パフォーマンス指標	ベースライン (2025)	ステージ 1 (2026-2030)	ステージ 2 (2031-2035)	ステージ 3 (2036-2040)	ステージ 4 (2041-2045)
GHG 排出原単位の削減割合 (%)	32.46	44.60	55.96	74.32	87.02

出典：マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿

また文書内には、マカッサル市における GHG 排出削減量の現状について、国家開発企画庁の国家低炭素行動計画モニタリングアプリケーション (AKSARA) を引用し、これまでにマカッサル市内で実施された合計 52 件の脱炭素プロジェクトによって、2023 年までの累積 GHG 排出削減量は約 75,000 t-CO₂ eq となったとの記載がある。



Sumber: Aplikasi Perencanaan-Pemantauan Aksi Rendah Karbon Nasional (AKSARA)

出典：マカッサル市長期開発計画 2025-2045 最終草稿

図 2-2 マカッサル市における潜在的 GHG 排出量削減効果の推移 (単位: t-CO₂ eq)

2.1.4 マカッサル市中期開発計画 2025-2029 案

マカッサル市中期開発計画 2025-2029 テクノクラティック草稿 (Rancangan Teknokratik RPJMD Kota Makassar 2025-2029) においては、マカッサル市が 2025-2029 年に優先的に取り組むべき問題として、「エネルギーレジリエンスの低さ」と「最適化されていない GHG 削減」が挙げられている。「エネルギーレジリエンスの低さ」としては、電力供給を国営電力企業 (PLN) に依存している点や、市内の電力需要に対してエルニーニョ現象等の気候変動の影響で電力供給不足が生じている点等が言及されている。その一方で、「最適化されていない GHG 削減」として、1)各産業や運輸セクターが化石燃料に依存していること、2) GHG を排出する乗用車の削減に寄与する鉄道等の大量輸送機関の導入が進んでいないこと、及び 3) 包括的な GHG 削減計画が策定されていないこと、の三点が挙げられている。これらの問題を受けて、2025-2029 年における優先すべき開発事項として、「水とエネルギーのレジリエンスを改善するための取組」、「災害リスクや気候変動の脅威に対処するためのレジリエンスと能力を高め、GHG 排出量を削減するための取組」が上の計画に盛り込まれている。

2.1.5 マカッサル市 SDGs アクションプラン

マカッサル市 SDGs アクションプラン 2021-2026 (Rencana Aksi Daerah Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Kota Makassar 2021-2026) においては、持続可能な開発目標 (SDGs: Sustainable Development Goals) の各目標の達成のためのマカッサル市の政策の方向性について、記載されている。

SDGs 目標 7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」に関して、「気候変動対策及び

CO2 排出量削減のために、人々が安価にクリーンエネルギーにアクセスできるように、マカッサル市政府は積極的に再生可能エネルギーの導入を促進していく必要がある」と言及している。具体的な政策として、「再生可能エネルギー開発マスタープランの策定」、「官民連携による再生可能エネルギーインフラの構築」を挙げている。また、SDGs 目標 13「気候変動に具体的な対策を」に関しては、「気候変動の計画管理能力の向上」、「気候変動の緩和と適応に関する国民および組織の意識の向上」という 2 つの政策を挙げている。

2.1.6 マカッサル市環境局ワークプラン 2024

マカッサル市環境局ワークプラン(Renja)はマカッサル市長令 2708/2023 で公表された。文書は 5 つの章 (I) はじめに、II) 昨年の評価結果、III) 環境局の目的と目標、IV) 行動計画と予算、V) おわりに) で構成されており、全体で 250 ページである。

2022 年、マカッサル市環境局は 8 つの主要プログラム (12 のアクティビティ、32 のサブアクティビティ) と 1 つの支援プログラム (8 つのアクティビティ、27 のサブアクティビティ) を実施した。計画予算 (1,410 億 IDR) のうち、58.61% (830 億 IDR) が実施された。2023 年には 8 つの主要プログラム (12 アクティビティ、31 サブアクティビティ) と 1 つの支援プログラム (8 アクティビティ、26 サブアクティビティ) の実施を目指し、予算は 1,160 億 IDR である。本プランのプログラムの一つに公害および/または環境破壊の防止があり、成果指標として水質指標及び大気質指標がある。そのサブアクティビティ (として掲げられている「GHG 排出抑制・気候変動緩和・適応の調整、同期、実施」には以下の 4 つの成果項目がある。また、2023 年からは GHG インベントリ文書の項目が追加されている。

1. GHG 排出量プロファイル (2022 年 : 100% 達成)
2. Proklim (村落ベースの気候変動プログラム) の箇所数 (2022 年 : 実現 = 12 箇所)
3. GHG 排出抑制と気候変動に関する調整 (2022 年 : 実現 = 0 回)
4. 気候変動の影響と緩和のモニタリングポイント (主に河川と地下水の保全) (2022 年 : 実現 = 0)。
5. GHG インベントリ文書 (2023 年第 2 四半期時点 : 実現 = 0)

本プログラム、アクティビティ、サブアクティビティは 2024 年及び 2025 年も継続することになっている。

2.2 南スラウェシ州

2.2.1 南スラウェシ州の概要

(1) 地理・気候

南スラウェシ州は、図 2-3 に示すようにスラウェシ島 6 州のうちの 1 州であり、南西半島部に位置する。州都であるマカッサル市を含む 3 市 21 県で構成され、約 4.5 万 km² の面積を有する。年間平均気温は 28°C と温暖な地域であるとともに、年間平均降雨量は 3,722mm³ (日本の約 2.2 倍 (約 1,700mm³)) と降雨量の多い地域である。



出典：OpenStreetMap を基に日本工営作成

図 2-3 南スラウェシ州の位置図

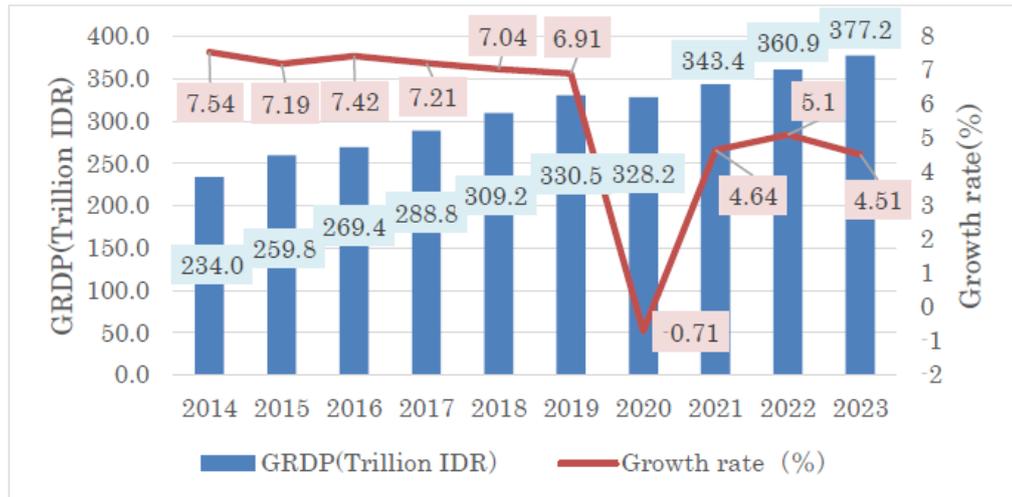
表 2-4 南スラウェシ州の地理・気候情報

項目	単位	2021年	2022年
面積	km ²	46,717	45,331
県 (Kabupaten)	県	21	21
市(Kota)	市	3	3
年間平均気温	℃	28	28
年間平均降雨量	mm	4,443	3,722

出典：南スラウェシ州統計局

(2) 経済

南スラウェシ州の 2014 年から 2023 年の産業別域内総生産（GRDP：Gross Regional Domestic Product）の推移と成長率を図 2-4 に示す。2023 年には GRDP は 377.2 兆ルピア（約 3.6 兆円）に達し、コロナ禍の影響を受けたと考えられる 2020 年を除き、増加し続けている。2022 年に対する 2023 年の南スラウェシ経済の成長率は 4.51%（前年比）とプラス成長となっている。



※GRDPは2010年基準のIDR（インドネシアルピア）価格

出典：南スラウェシ州統計局

図 2-4 南スラウェシ州の GRDP と成長率の推移

南スラウェシ州の産業別 GRDP と成長率を表 2-2 に示す。南スラウェシ州の主要産業は、農林水産業（21.69%）、卸売・小売業（14.69%）、建設業（14.17%）、加工業（12.85%）となっている。成長率では、鉱業は2023年に13.63%（前年比）のプラス成長を記録している。

表 2-5 南スラウェシ州の産業別 GRDP の割合と成長率（2023 年値）

Industry	Proportion (%)	Growth rate (%)
Agriculture, Forestry and Fishing	21.69	0.09
Information and Communication	5.35	6.86
Wholesale and Retail Trade	14.69	4.75
Construction	14.17	5.20
Real Estate	3.45	5.02
Processing Industry	12.85	4.26
Government Administration, Defense, Mandatory Social Security	4.01	3.36
Education Services	4.91	2.79
Mining and Quarrying	5.13	13.63
Accommodation and Food Service Activities	1.34	6.61
Finance and Insurance	3.53	2.91
Health Service and Social Activities	2.35	7.33
Transportation and Storage	4.47	8.54
Other services	1.41	11.22
Electricity and Gas	0.07	8.63
Water Procurement	0.09	2.94
Cooperation Services	0.49	9.28
Total	100.00	-

出典：南スラウェシ州統計局

2.2.2 南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿

南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿（Rancangan Perubahan RPJMD Provinsi Sulawesi Selatan 2018-2023）には、2012年の州知事令第59号（Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 59 Tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Sulawesi Selatan）がGHG排出量を2030年までに5.6%削減するという削減目標を制定した、との記載がある。一方、南スラウェシ州中

期開発計画 2018-2023 修正草稿上では、2015-2019 年の GHG 削減量の実績値はいずれも該当年の目標値を下回っており、2019 年においても目標値 1.10（百万 t-CO₂ eq）に対して、実績値は 0.89（百万 t-CO₂ eq）となっている。この理由として、マミナサタ広域都市圏において鉄道やバス等の大量輸送機関の利用が最適ではなかったこと等が言及されている。

表 2-6 GHG 排出削減量の実績値 (2015-2019)

年	2015	2016	2017	2018	2019
GHG 排出削減量実績 (百万 t-CO ₂ eq)	0.48	0.72	0.79	0.84	0.89

出典：南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿

表 2-7 南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿におけるビジョン、ミッション

ビジョン：「革新的、生産的、包括的、個性的で競争力のある南スラウェシ (Sulawesi Selatan Yang Inovatif, Produktif, Kompetitif, Inklusif, dan Berkarakter)」				
ミッション1： サービス指向で革新的な政府の実現	ミッション2： 質の高いアクセス可能なインフラの実現	ミッション3： 経済成長のための新たな生産拠点の創出	ミッション4： 競争的、包括的、そして特徴的な人材の質の実現	ミッション5： 持続可能な天然資源製品の生産性と競争力の向上

出典：南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿

ミッション5の目標の一つとして、「環境の質を維持し、気候変動に適応し、緩和する能力を維持する」という目標が掲げられている。同目標の評価指標として「環境の質インデックス」と「潜在的な GHG 排出削減量 (百万 t-CO₂ eq)」が設定されている。潜在的な GHG 排出削減量の具体的な目標値は表 2-8 の通りである。

表 2-8 潜在的な GHG 排出削減量の目標値 (2019-2023)

年	2019 (実績値)	2020	2021	2022	2023
潜在的な GHG 排出削減量 (百万 t-CO ₂ eq)	0.86	1.40	1.70	2.00	2.30

出典：南スラウェシ州中期開発計画 2018-2023 修正草稿

2.2.3 南スラウェシ州長期開発計画 2025-2045

現時点で南スラウェシ州長期開発計画 2025-2045 は、草稿も含め公開されていない。南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁からの提供資料によると、同文書におけるミッション、目標、開発方針は表 2-9 の通りである。

気候変動・脱炭素に関しては開発方針「グリーン経済の実現」及び「質の高い生活環境」に言及されている。「質の高い生活環境」に関連する評価指標の一つとして、累積 GHG 排出削減率が設定されており、2045 年次の目標値は 89.74%となっている (表 2-10)。また、州内の各分野における GHG 排出量削減のための緩和策についても記載があり、エネルギー分野では小水力発電所の建設、家庭用バイオガス設備の建設、集中型太陽光発電所の建設等が挙げられている。交通分野では信号機を含む高度交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) の導入、公共交通の活性化、スマートドライビングの訓練と導入、等が挙げられている (表 2-11)。

表 2-9 南スラウェシ州長期開発計画 2025-2045 のビジョン、ミッション、目標及び開発方針

ビジョン：「ブルーエコノミーエコシステムにおいて、自立的かつ先進的で持続可能な南スラウェシ (Sulawesi Selatan Yang Mandiri, Maju, Dan Berkelanjutan Dalam Ekosistem Ekonomi Biru) 」		
ミッション	目標	開発方針
1. 社会変革の実現	南スラウェシの健康で賢く豊かな人的資源	すべての人に健康を
		平等で質の高い教育の提供
		適応的な社会的保護
2. 経済変革の実現	科学的技術に基づく経済成長の機関車としての南スラウェシの実現	科学技術、イノベーションと経済生産性
	グリーンエコノミーとデジタルトランスフォーメーションに基づく新首都ヌサンタラを支援する食料穀倉地帯としての南スラウェシの実現	グリーン経済の実現 デジタルトランスフォーメーション
	インドネシア東部の国際貿易拠点としての南スラウェシの実現	国内経済とグローバル経済の統合
3. ガバナンスの変革の実現	誠実さと適応力を備えた南スラウェシ州政府の実現	誠実さと適応力のある規制とガバナンス
4. 弾力的な地域の安全保障、実質的な民主主義、地域のマクロ経済の安定強化	安全で民主的かつ安定した地域としての南スラウェシの実現	法の支配、強靱な秩序と安全保障、実質的な民主主義
		マクロ経済の安定
5. 社会文化的・生態学的回復力の維持	社会文化的・生態学的回復力の高い地域としての南スラウェシの実現	有益な宗教と文化的発展
		家族の質、ジェンダー平等、包摂的社会
		エネルギー、水、食料の時給
6. 公平で公正な地域開発の実現	農業大国としての南スラウェシの実現	経済成長の中心としての都市部と農村部
7. 高品質で環境にやさしいインフラニーズの実現	質の高い施設やインフラに支えられ、災害や気候変動に対する高い適応能力と緩和能力を備えた南スラウェシの実現	質の高い生活環境
		災害と気候変動へのレジリエンス
8. 持続可能な発展のための地域競争力の促進	最適な競争力を持つ地域としての南スラウェシの実現	外交と防衛の強靱性にもとづく地域開発の推進

出典：南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁の提供資料をもとに日本工営作成

表 2-10 気候変動・脱炭素に関連する開発方針の評価指標と変革政策の方向性

開発方針	評価指標（2045年目標値）	変革政策の方向性
グリーン経済の実現	・ グリーン経済指数 (77.03)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低炭素で気候変動に配慮した。生産的かつ包摂的な経済セクターの関係者のリソースキャパシティの向上 ・ 化石燃料由来の発電所の脱炭素のための混焼と再生可能エネルギーへの転換 ・ 利用可能なエネルギー源の活用を通じた、産業と一体となった低炭素電力供給の実現
質の高い生活環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境品質指数 (84.75) ・ 累積 GHG 排出削減率 (89.74%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー源の脱炭素化への取組を含めたエネルギー効率の改善と、新エネルギー及び再生可能エネルギーの利用拡大 ・ 公共交通の発展、持続可能な交通及び交通セクターの電子化 ・ 財政的インセンティブ、グリーンファイナンス、その他の代替資金調達への支援 ・ 気候変動の緩和と適応のための革新的な環境基金の管理能力の向上 ・ 農業生産の増大に向けた低排出種子の及び有機肥料の使用の増加と、持続可能な農業の適用の推進

出典：南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁の提供資料をもとに日本工営作成

表 2-11 GHG 排出量削減のための緩和策

分野	緩和策
森林	① アグロフォレストリ開発、②森林と土地の復旧、③マングローブの再生、④社会林業、⑤森林保護
廃棄物・下水	① 廃棄物処理施設の建設、②3Rの実施、③メタンガスの回収、④野焼きの削減
エネルギー	① 小水力発電所の建設、②家庭用バイオガス設備の建設、③集中型太陽光発電所の建設、④ソーラー街路灯の調達、⑤エネルギー効率の高いソーラーランプの調達
交通	① ITSの導入、②カーフリーデー、③公共交通の再活性化、④BRT及び大量輸送機関の改革、⑤スマートドライビングの訓練と導入
農業・畜産業	① 有機肥料の使用、②低排出種子品種の使用、③稲作集約化システムの適用、④バイオガス消化槽の建設、⑤濃厚飼料の転嫁、⑥飼料の開発
海岸保全	① 植林/マングローブのリハビリ

出典：南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁の提供資料をもとに日本工営作成

第3章 都市間連携活動

3.1 キックオフ会議

2024年8月21日に横浜市とマカッサル市による都市間連携事業のキックオフ会議を開催した。本会議では、横浜市国際局より同市の概要、脱炭素化に向けた取組、国際協力事業の紹介に加え、アジア・スマートシティ会議（ASCC：Asia Smart City Conference）について情報提供をするとともに、マカッサル市長宛ての同会議への招待状を手交した。その後、日本工営より今年度の都市間連携事業の事業内容について説明をおこなった。また、マカッサル市環境局からは同市の脱炭素化に係る具体的な取組について紹介があり、最後に今後の都市間連携事業の内容について意見交換を実施した。

マカッサル市政府からは、都市間連携活動及びJCM 案件発掘・形成調査の方向性について合意する旨が示されたことに加え、太陽光発電設備附帯の電動バイク用バッテリー交換ステーションの市の公共施設への導入や、新しく建設したばかりの市の公共サービスセンターへのLED（Light Emitting Diode）照明や太陽光発電設備の導入への関心が示された。

開催概要

日時：2024年8月21日（水）

場所：マカッサル市庁舎会議室

参加者：

インドネシア側

マカッサル市官房長代行、マカッサル市地方開発企画庁長官、マカッサル市情報・通信局長、マカッサル市投資・ワンストップサービス局長、マカッサル市協力部長、マカッサル市環境局シニアエンジニア、マカッサル市交通局、マカッサル市公共事業局

日本側

横浜市国際局、日本工営、京三製作所、SGPM、YUSA（オンライン）

表 3-1 キックオフ会議のプログラム

現地時間	内容	発表者
10:30-10:40	開会挨拶	マカッサル市官房長代行
10:40-11:20	今年度の都市間連携事業の概要の説明	日本工営
11:20-11:50	横浜市の概要、脱炭素化に向けた取組、国際協力事業の紹介	横浜市国際局
11:50-12:20	マカッサル市における脱炭素化に向けた取組の紹介	マカッサル市環境局
12:20-12:50	質疑応答及び意見交換	-

出典：日本工営



日本工営による事業内容の紹介



マカッサル市環境局による取組の紹介



意見交換の様子



集合写真

加えて、キックオフ会議の前後でマカッサル市及び南スラウェシ州関係機関との個別協議を実施した。個別の協議での主な協議内容について、表 3-2 に示す。

表 3-2 初回渡航時の個別協議の内容

日付	協議先	主な協議内容
2024年8月19日(月)	南スラウェシ州 地方開発企画・研究・評価庁	<ul style="list-style-type: none"> ・州政府による本都市間連携事業への支援を依頼し、先方より了承を得た。 ・ASCC の紹介を行い、先方より参加意向が示された。
2024年8月20日(火)	マカッサル市公 共事業局	<ul style="list-style-type: none"> ・交通分野の脱炭素化に関連して、同局の渋滞対策としての交差点改良や道路改良の所掌について確認をおこなった。
2024年8月20日(火)	マカッサル市交 通局	<ul style="list-style-type: none"> ・JCM 案件発掘・形成調査での現場踏査への同行等の本事業への支援を依頼し、先方より了承を得た。 ・先方より、都市間連携活動として、市内における車両由来の排気ガスのモニタリングに係る技術支援の可能性について確認があった。

出典：日本工営

3.2 アジア・スマートシティ会議

横浜市は、脱炭素をはじめとした持続可能な社会の実現に向けてアジアの都市の連携を深めるとともに、行政、企業、国際機関、大学など国内外の多様なステークホルダーが集い、

知見やアイデアを共有する場として、国際会議である ASCC を 2012 年から毎年主催している。

2024 年 10 月 23・24 日に「アジアの脱炭素」をテーマに第 13 回 ASCC が開催され、本都市間連携事業における南スラウェシ州政府との協議をきっかけとして、同州政府関係者 12 名が参加した。また、同会議において、横浜市関連企業を中心とした本邦企業・団体 46 社によるブース展示が行われ、本都市間連携事業に共同提案者として参加している京三製作所及びサントモ・リソース（SGPM の日本法人）が出展者として参加した。

加えて、南スラウェシ州政府から、同会議内において横浜市と今後の協力の可能性について協議したいとの要望を受けた。10 月 23 日に横浜市国際局と南スラウェシ州政府参加者及び日本工営の 3 者で、都市間連携事業を含めた今後の同州の脱炭素化への横浜市の協力の可能性について個別に意見交換を実施した。

開催概要

日時：2024 年 10 月 23 日（水）、24 日（木）

場所：パシフィコ横浜ノース

主催：横浜市

共同運営：アジア開発銀行研究所、世界銀行東京開発ラーニングセンター

参加者：46 カ国・のべ約 2,200 名



京三製作所によるピッチセッション



ASCC 会場での南スラウェシ州政府関係者との協議

3.3 都市間連携ワークショップ

2025 年 1 月 15 日にマカッサル市と横浜市による都市間連携ワークショップを開催した。

本ワークショップでは、マカッサル市および南スラウェシ州における脱炭素化の活動や計画が紹介されるとともに、横浜市の脱炭素政策および本事業の進捗状況についての説明が行われた。また、インドネシアと横浜市におけるグリーンビルディングの取り組みや、日本における建物省エネ技術についての発表も行われ、脱炭素に向けた取り組みや技術の共有が図られた（当日の資料は、添付資料 1 を参照）。また、質疑応答のセッションに、脱炭素技術の導入や導入効果や検討の方法について関心が示されました。その内容を表 3-4 に示す。

加えて、都市間連携ワークショップの後にマカッサル市及び南スラウェシ州関係機関との個別協議を実施し、次年度の活動についての具体的な意見交換、連携の可能性について議論ができた。個別の協議での主な協議内容について、表 3-5 に示す。

開催概要

日時：2025 年 1 月 15 日（水）

場所：Onyx Ballroom, MYKO Hotel & Convention Center（Zoom とのハイブリット）

参加者：（約 60 名）

インドネシア側

マカッサル市長顧問、マカッサル市地域開発計画庁長官、マカッサル市情報・通信局長、マカッサル市協力部長、マカッサル市環境局、マカッサル市交通局、マカッサル市公共事業局、マカッサル市空間計画局、マカッサル市投資・ワンストップサービス局、マカッサル市中小企業局、南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁、PT Semen Tonasa、Kalla Group、PT Kawasan Industri Makassar

日本側

在マカッサル日本国領事事務所長、横浜市国際局、日本工営、アイフォーコム（オンライン）、京三製作所（オンライン）、YUSA（オンライン）

表 3-3 都市間連携ワークショップのプログラム

現地時間	内容	発表者
9:30-9:40	開会挨拶	マカッサル市長顧問&在マカッサル日本国領事事務所長
9:40-10:00	マカッサル市の脱炭素化に関する活動・計画の紹介	マカッサル市環境局
10:00-10:20	横浜市の脱炭素施策の紹介	横浜市
10:20-10:50	本年度事業の進捗状況の説明	日本工営
10:50-11:15	質疑応答 セッション1	-
11:15 -11:45	インドネシアと横浜市のグリーンビルディング認証制度の紹介	日本工営
11:45-12:05	日本におけるビル省エネ技術の紹介	アイフォーコム（オンライン）
12:05-12:30	南スラウェシ州の脱炭素化に関する活動・計画の紹介	南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁
12:30-12:50	質疑応答 セッション2	-
12:50-13:00	閉会挨拶	マカッサル市協力部長

出典：日本工営



ワークショップの様子



ワークショップ前の集合写真

表 3-4 ワークショップの質疑応答

質疑	応答
セッション1	
1) プロジェクトの調査では、自律分散型信号制御の導入による経済便益が約 463.2M IDR と計算されているが、この金額はマカッサル市全体に導入された場合の効果か。(マカッサル市情報・通信局)	・ 調査結果として示した便益は交通シミュレーションを実施した2交差点のみで導入した場合の試算である。(日本工営)
2) 横浜市は、グラフを用いた影響評価の要素をどのように定義しているか。	・ グラフは、道路建設前後の調査によって定義されている。(横浜市)
3) Kalla Group は使用済み食用油からのバイオディーゼルの製造も行っている。ただし、使用済み食用油の収集は量の確保が難しいので、マカッサル市政府と協力したいと考えている。(Kalla Group)	・ マカッサル市は、使用済み食用油を使用してバイオディーゼルを作成するなど、グリーンシティを支援する取り組みの一環として統合廃棄物管理を行っている。Kalla Group との協力については、マカッサル市政府がその可能性を検討することを歓迎する。(マカッサル市環境局)
4) 脱炭素の効果について分析を行うには、いくつかの要素や変数を入力することが重要である。例えば、道路、建物の密度、排水、固形廃棄物、浄水、廃水、災害軽減、緑地などの変数を総合的に分析することを考えることが重要と考えている。(マカッサル市空間計画局)	・ 助言につき感謝する。(日本工営)
セッション2	
1) マカッサル市では、新しい庁舎(公共サービスモジュール)をすでに建設中である。グリーンビルディングシステムを適用する必要があるが、ビルのエネルギー管理を効率化するために、アイフォーコム(Ifocom)の建物省エネ技術の適用に関心がある。現在、建設の第1段階とフロアは完了しており、第2段階に進む予定であるが、同技術を適用したい場合、システムとツールを調査するのに最適な時期は、建設が終了してからか、それとも今か。(マカッサル市協力部)	・ アイフォーコムはエネルギー節約のためにさまざまな調査を行っている。建設の第2段階が終了した後もシステムを調査することができる。(アイフォーコム)
2) Kalla グループのような民間企業の場合、日本政府と連携して CASBEE に従う必要があるか。(Kalla Group)	・ CASBEE 横浜は横浜市内で進められている制度であり、CASBEE 横浜に従う必要はない。インドネシアではまず中央政府規制に従う必要がある、それとは別に追加的に Green Business Certification Inc.が行う Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) や Greenship 等のグリーンビルディング認証を受けることもできる。また、マカッサル市は市長令を定めて中央政府規制に従った上で、独自のシステムを開発することも可能であり、その際に CASBEE 横浜の内容が参考になり得る。(日本工営)

出典：日本工営

表 3-5 第二回渡航時の個別協議の内容

日付	協議先	主な協議内容
2025年1月16日(木)	マカッサル市交通局	<ul style="list-style-type: none"> 先方に新規参加者が多数出席したため、本事業の概要について改めて説明をおこなった。 本事業での自律分散型信号制御の導入検討に関する調査結果を説明した。
2025年1月16日(木)	マカッサル市環境局	<ul style="list-style-type: none"> グリーンビルディング認証制度や廃棄物管理等の次年度以降の都市間連携活動の内容について意見交換をおこなった。
2025年1月16日(木)	マカッサル市空間計画局	<ul style="list-style-type: none"> グリーンビルディング認証制度等の次年度以降の都市間連携活動の内容について意見交換をおこなった。
2025年1月17日(金)	南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素先行地域に係る取組等の次年度以降の都市間連携活動の内容について意見交換をおこなった。 次年度以降のJCM案件発掘・形成調査等への州政府他部局(交通局等)の協議参画依頼をした。 当庁の連携、調査支援の意向が確認できた。 第13回ASCC参加への謝意を示すと同時に、開催結果の報告をおこなった。

出典：日本工営

3.4 都市間連携セミナーに係る本邦招聘

3.4.1 都市間連携セミナー

環境省主催の「脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2025」が2025年1月23日に大阪で開催され、マカッサル市からの招聘者5名(市長、市歳入局長兼環境局長代行、市情報・通信局長、国際協力担当市長顧問、市協力部長)と、横浜市及び日本工営が参加した。本セミナーのプログラムは表3-6の通りであった。

パネルディスカッションの冒頭では、モハマド・ラムダン・ポマント市長より、マカッサル市の脱炭素化に向けた取組についてのプレゼンが行われ、同市長からは脱炭素化の経験を持つ日本の自治体との連携の重要であるとの認識が示された。また、同市長と横浜市国際局職員との面会が実現し、市長からは横浜市による協力への謝意が示された。

表 3-6 脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2025 のプログラム

時間	内容	発表者
10:00-10:20	主催者挨拶	松澤 裕 環境省 地球環境審議官
	開催地代表挨拶	堀井 久司 大阪市 環境局長
10:20-11:20	発表①都市間連携事業及び企業の海外展開支援施策について	工藤 俊祐 環境省 地球環境局 国際脱炭素移行推進・環境インフラ担当参事官室 参事官補佐
	発表②都市間連携事業の事例紹介	ノーマン・ニラテオボエト パラオ・アイライ州知事
	発表③都市間連携事業及び海外展開の事例紹介	<ul style="list-style-type: none"> 森田 修平 株式会社兼松 KGK 環境・エネルギーユニット GX 営業3課兼 JCM モニタリング室 馬場 亜希 日本工営株式会社 環境技術部 プロジェクトマネージャー
11:20-11:30	休憩	-
11:30-12:30	パネルディスカッション テーマ「地域の脱炭素化と経済成長の同時実現に必要なソリューションとは？」	<p>モデレーター：</p> <ul style="list-style-type: none"> 行木 美弥 環境省 地球環境局 国際脱炭素移行推進・環境インフラ担当参事官室 参事官 <p>パネリスト：</p> <ul style="list-style-type: none"> クラウディオ・カストロ チリ・サンティアゴ市・レンカ区長 モハマド・ラムダン・ポマント インドネシア・マカッサル市長 辻尾 匡彦 堺市 環境局 カーボンニュートラル推進部長 武田 史郎 神戸市 都市局部長（未来都市推進担当） 辻 敦士 経済産業省 近畿経済産業局 国際部 国際事業課長

出典：日本工営



マカッサル市長によるプレゼン



マカッサル市長と横浜市職員との面会

3.4.2 市長との意見交換

前節の「脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2025」への出席後に、マカッサル市長が日本工営本社を訪問し、都市の脱炭素化とスマートシティ開発をテーマに意見交換を行った。日本工営から改めて本都市間連携事業の内容についての詳細等の説明を行ったのちに、今後の協力内容等について意見交換を実施した。市長からはグリーンビルディング認証制度に関連する制度構築支援への関心が示され、また本都市間連携事業の継続に対しても期待が寄せられた。

開催概要

日時：2025年1月27日（月）

場所：日本工営本社会議室

参加者：

インドネシア側

マカッサル市長、市歳入局長兼環境局長代行、市情報・通信局長、国際協力担当市長顧問、市協力部長

日本側

日本工営



意見交換の様子



集合写真

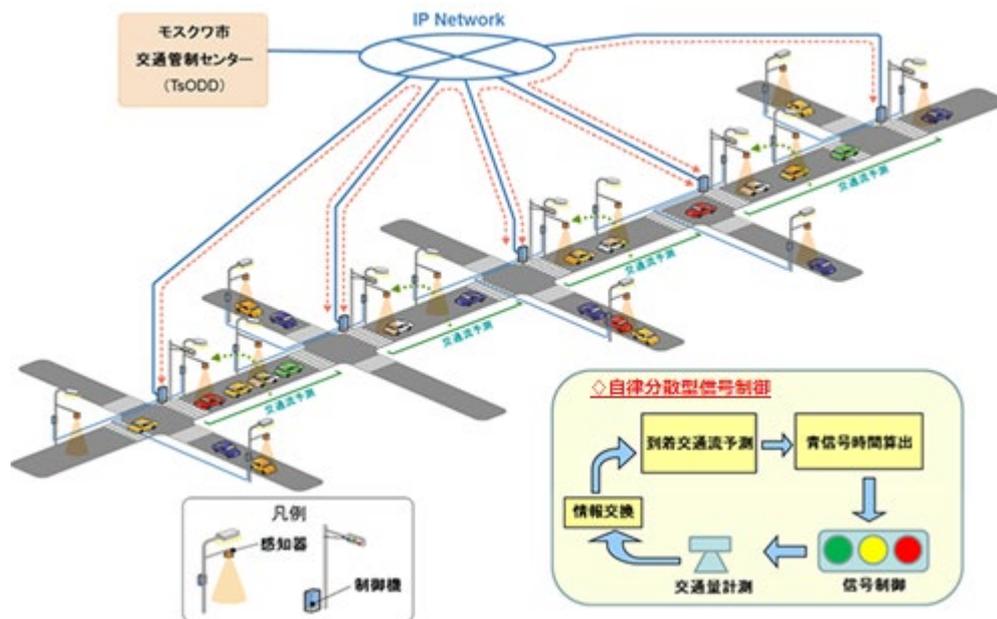
第4章 JCM 案件発掘・形成調査

4.1 市内交差点における自律分散型信号制御の導入事業

4.1.1 事業概要

マカッサル市交通局によると、市内42交差点において交通管制室による中央管制（※注：実際は中央制御は行われていない）の交差点、および点制御交差点となっており、特に点制御交差点では信号現示が固定され、時間帯による交通量の変化に対応していないことが渋滞の要因となっている。

自律分散型信号制御は、現場の交通状況をリアルタイムで把握し、最適な信号秒数を自動算出する方式で、中央制御が不要であることから、渋滞削減およびGHG排出抑制の効果が期待される。そこで、交通渋滞が深刻化するマカッサル市において、点制御交差点への自律分散型信号制御の導入可能性を検討した。事業の実現に向けては、初年度に予備検討を実施し、2年目以降にJCM設備補助事業や実証事業の活用を検討し、本格的な事業化を進める計画である。さらに、隣接するマミナサタ広域都市圏における交通量の多い交差点への展開可能性も視野に入れる。



出典：京三製作所

図 4-1 自律分散型信号制御のイメージ（モスクワの例）

4.1.2 調査概要

本調査では、現地の信号灯器及び信号制御機等の信号関連設備の技術仕様の確認、交通シミュレーションによる渋滞緩和効果の検証、GHG排出削減量及び経済効果の試算など、導入に向けた基礎調査を実施した。また、事業形成に向けて、情報収集や現地機関との協議を行うとともに、現地ワークショップにおいても同技術や導入検討結果の紹介を行った。

- 対象：マカッサル市交通局、マカッサル市情報・通信局、南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁など自治体関係者
- 調査方法：信号灯器及び信号制御機等の標準仕様等の現地の技術仕様の確認、実際

の現地の交通状況を踏まえた交通シミュレーション及びGHG排出削減量、経済効果の試算、インドネシアの標準仕様、法規制、調達制度等の確認調査、現地ポテンシャルニーズ確認など

4.1.3 検討結果

(1) 事業形成に向けた現地調査、ヒアリング結果

2025年1月調査時点、市内の42信号交差点のうち、20交差点にはITCS(Intelligent Traffic Control System)という信号が導入されており、残る22交差点は引き続き点制御のままとなっている。導入済みの20交差点の内訳は、運輸省が管理する15交差点、市が管理する5交差点であり、提案時(2024年7月)の10交差点より増えたことが分かった。明確な信号整備計画は策定されていないが、予算に応じて毎年2~3交差点にITCSが導入されている。市交通局の担当者は、ITCSの効果について一定の満足感を示している。

なお、ITCSは中央管制機能を備えているものの、現時点では中央制御は行われておらず、各交差点でカメラにより検知した滞留長をもとに、設定秒数内で信号現示を変更する方式で運用されている。

以下は、ニーズのヒアリング結果を示す。

1) マカッサル市交通局

- 市内の道路交通に関する主要機関は、運輸省陸運総局(地方事務所)、州政府、市政府の3つである。
- 既に市が5交差点、運輸省陸運総局が15交差点(うち4交差点は市に運用委譲)にITCSを導入済み。
- 2019年より、市はPT Perlengkapan Jalan Indonesia(PJI)製のITCSを導入しており、その効果に満足している。
- 既存ITCSの仕様確認にはベンダーへの問い合わせが必要であり、必要に応じてPJIを紹介可能。

2) 南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁

- 自律分散型信号制御の導入による効果、特に経済効果について興味を示し、市の指定脱炭素エリアに自律分散型信号制御のパイロットプロジェクトの実施については積極的な意向が確認できた。
- マカッサル市政府は、市内の一部地域を脱炭素エリアとして指定する計画を進めており、2025年末までに関連計画の策定を予定。
- 州交通局や他のステークホルダーなどとの協議が必要な場合、同庁が調整可能。

(2) 交通シミュレーション結果

マカッサル市内の2交差点を対象に、交通シミュレーションを実施し、自律分散型信号制御の導入による渋滞緩和効果を検証した。

対象交差点は点制御交差点から選定したが、選定基準については、現地調査を踏まえ、ITCSが設置されていない地点制御の交差点を選定し、さらに、ある程度近接する隣接交差点を考慮して選定した。また、シミュレーションに必要な交通データは事前調査により取得した。得られたデータを基に、自律分散制御の導入前後のシミュレーションを行い、旅行時間と待ち行列長を計測して効果を評価した。

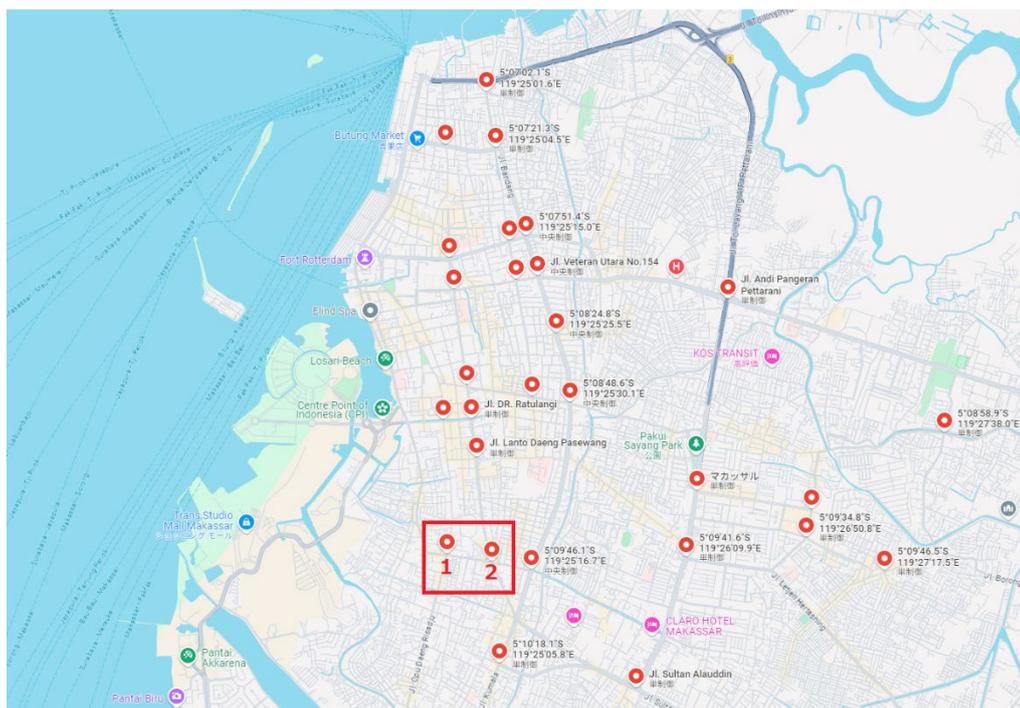
自律分散型信号制御による交通フロー改善の分析実施手順としては、以下の通りである。

- ・ 対象交差点の選定(現地調査に基づき2交差点を選定(図4-2))
- ・ 交通量調査の実施(対象交差点における交通データの収集)

- ・ 交通シミュレーションの実施（自律分散型信号制御による交通流を再現）
- ・ 旅行速度の改善量の算出
- ・ GHG 削減量及び経済効果の試算

シミュレーションの結果、全方向で旅行時間の短縮が確認された。効果量は大きくはないものの、全体的な改善傾向が認められたことから、自律分散型信号制御の導入により旅行時間の改善が十分に期待できる。

全流入路において待ち行列長の削減が確認され、全体の削減率は **25%** となった。この結果から、自律分散型信号制御の導入により待ち行列長の短縮効果も十分に期待できる。



出典：京三製作所

図 4-2 シミュレーション対象交差点



図 4-3 旅行時間計測区間（赤線部）

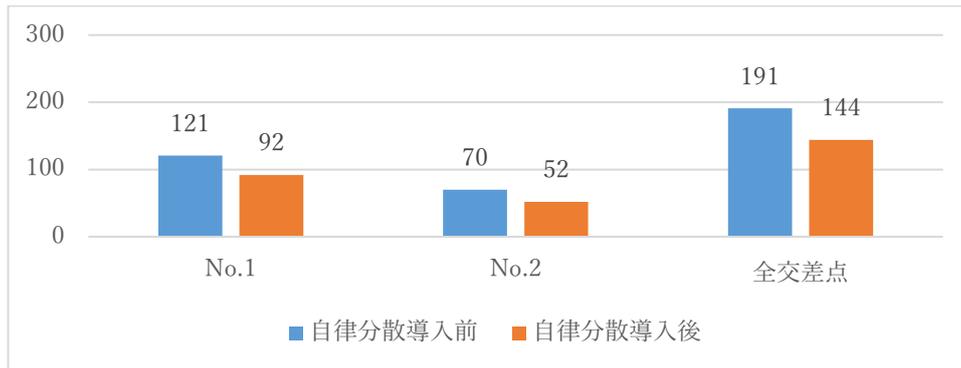
交差点全体の自律分散型信号制御導入前後の待ち行列長の集計結果を表 4-1 に示す。待ち行列長は各流入路の信号待ち行列長の計測値の平均値である。

表 4-1 待ち行列長集計結果

	No.1 全体 (4 方向)	No.2 全体 (3 方向)	全交差点
朝ピーク導入前 (m)	121	70	191
朝ピーク導入後 (m)	92	52	144

出典：京三製作所

自律分散型信号制御導入前後の待ち行列長比較結果を図 4-4 に、待ち行列長改善効果を表 4-2 に示す。



出典：京三製作所

図 4-4 待ち行列長比較結果

表 4-2 待ち行列長改善効果

	No.1 全体	No.2 全体	全交差点
朝ピーク導入前 E (m)	121	70	191
朝ピーク導入後 F (m)	92	52	144
朝ピーク短縮長 $G=E-F$ (m)	29	18	47
朝ピーク改善率 $G/E \times 100$ (%)	24.0	25.7	24.6

出典：京三製作所

(3) GHG 排出削減量試算

マカッサル市に自律分散型信号制御の導入可能性について検討するために、GHG 排出削減量の計算を行った。各数値は交通シミュレーション結果による数値を参考にし、入手できない情報については仮定データを用いて計算を行った。

試算結果は表 4-3 により、市内で点制御されている 32 信号交差点 (2024 年 7 月時点ベース) の年間 GHG 排出削減量は 261.4 t-CO₂/年となることが分かった。

表 4-3 GHG 削減量の試算結果

#	項目	数値	単位	備考
A	自律分散型信号制御機 1 台あたり (=1 信号交差点あたり) の年間 GHG 排出削減量	8.2	t-CO2/年	交差点 1 (7.8t-CO2) と交差点 2 (8.5t-CO2) の平均値
B	市内でマニュアル制御されている信号交差点	32	交差点	市交通局からの提供情報 (2024 年 7 月時点)
C	年間 GHG 排出削減量	261	t-CO2/年	=A×B
D	補助申請予定額	15,660,000	円	=4,000 円/t-CO2×C×E
E	プロジェクト期間 (耐用年数)	15	年	京三製作所想定 (本事業内で信号制御機の法定耐用年数を確認。なお、警察庁インフラ長寿命化計画によれば 19 年。)
F	GHG 排出削減総量	3,915	t-CO2	=C×E
G	費用対効果	4,000	円/t-CO2	=D÷F

出典：交通シミュレーション結果より日本工管作成

(4) 経済効果

2 交差点分の交通シミュレーション結果をもとに、経済効果を試算した結果、451 万円/年となった。経済効果は、燃料消費削減効果および時間短縮効果を試算した合計である。試算の前提条件を以下表 4-4 で、各交差点の経済効果の試算結果を表 4-5 から表 4-10 の通りである。

表 4-4 経済効果試算の前提条件

項目	前提
旅行時間短縮	走行速度の向上により短縮された時間に渋滞が発生していると想定する朝夕の 1 時間の交通量に乗じてのべの削減時間を算出、それに時間価値を乗じて算出した
時間価値	生産年齢人口 1 人あたりの GDP (46,059.135IDR/時=約 447 円/時) と仮定した。
ガソリン価格	ガソリン価格=12,290IDR/L(1IDR=0.0097JPY と換算) <出典：https://www.globalpetrolprices.com/Indonesia/gasoline_prices/>

出典：日本工管

1) 交差点 1 経済効果

交差点 1 の燃料消費削減効果が 40.5 万円/年、時間短縮効果が 173.9 万円/年という結果になり、経済効果が 214 万円/年となった。

表 4-5 燃料消費削減効果

燃料消費削減量(kL/年) A=燃料削減効果×2 (朝夕ピーク)	3.4
ガソリン価格(円/L)B	119
経済効果 (万円/年) C=A×B	40.5

出典：日本工管

表 4-6 時間短縮効果

項目	朝				合計(朝夕 x2)
	東進	西進	南進	北進	
旅行時間削減(秒/台) D	2	10	1	2	-
交通量(台/日) E	1,054	1,780	1,399	4,580	17,626
のべ旅行時間削減(時間/日) F=D×E	0.6	4.9	0.4	2.5	16.9
削減効果(時間/年) G=F×230日	134.7	1,137.2	89.4	585.2	3,893.0
時間価値(円/時) H					447
経済効果(万円/年) I=G×H					173.9

出典：日本工営

表 4-7 交差点1 経済効果

経済効果 C+I (万円/年)	214
-----------------	-----

出典：日本工営

2) 交差点2 経済効果

交差点2の燃料消費削減効果が42.8万円/年、時間短縮効果が194.3万円/年という結果になり、経済効果が237.1万円/年となった。

表 4-8 燃料消費削減効果

燃料消費削減量(kL/年) A=燃料削減効果×2(朝夕ピーク)	3.6
ガソリン価格(円/L)B	119
経済効果(万円) C=A×B	42.8

出典：日本工営

表 4-9 時間短縮効果

項目	朝				合計(朝夕 x2)
	東進	西進	南進	北進	
旅行時間削減(秒/台) D	4	-	2	5	-
交通量(台/日) E	2,257	-	1,457	4,418	16,264
のべ旅行時間削減(時間/日) F=D×E	2.5	-	0.8	6.1	18.9
削減効果(時間/年) G=F×230日	576.8	-	186.2	1411.3	4,348.5
時間価値(円/時) H					447
経済効果(万円/年) I=G×H					194.3

出典：日本工営

表 4-10 交差点2 経済効果

経済効果 C+I (万円/年)	237.1
-----------------	-------

出典：日本工営

(5) 自律分散型信号制御導入の可能性

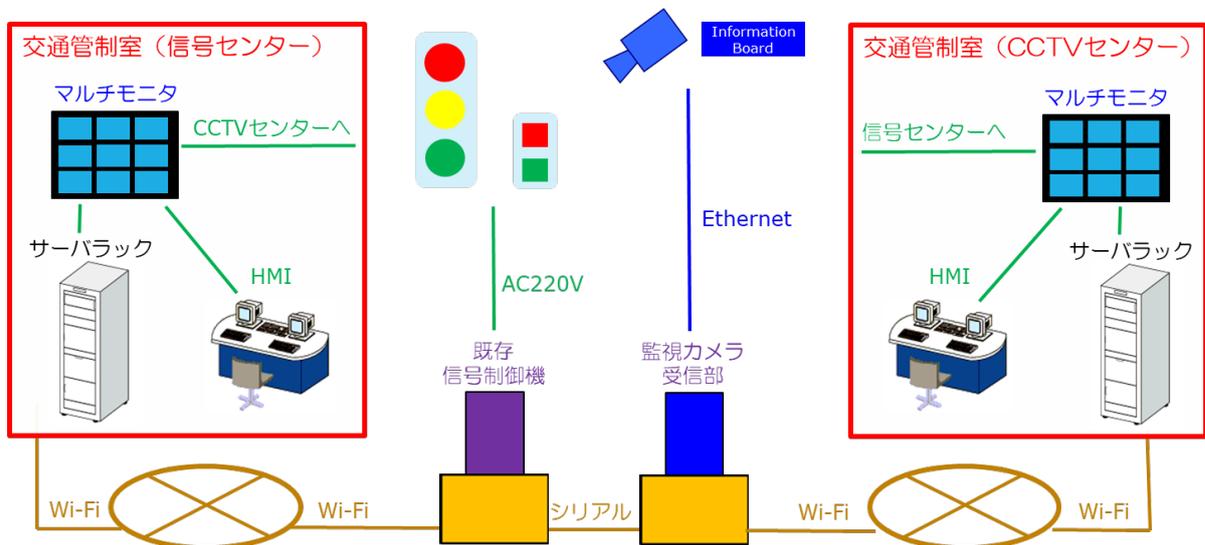
本調査により、京三製作所の自律分散型信号制御システムは既存の信号灯器および通信回

線を利用可能であることが確認された。また、過去に既存の信号灯器および通信回線を利用し、新たに信号制御機と車両感知器を導入することで自律分散型信号制御を運用した実績（インドネシアとは別の国）があることから、同様の手法をマカッサル市に適用することも検討可能である。

現在、市内には ITCS が導入されている交差点が存在するが、これを自律分散型信号制御へ移行する場合、既存の信号灯器や通信ネットワークはそのまま活用できるものの、信号制御機本体および車両感知器（CCTV カメラ等）は新たに設置する必要があると考えられる。一方で、単独制御の交差点についても、既存の信号灯器は引き続き利用可能であり、自律分散型信号制御への移行が可能と判断される。

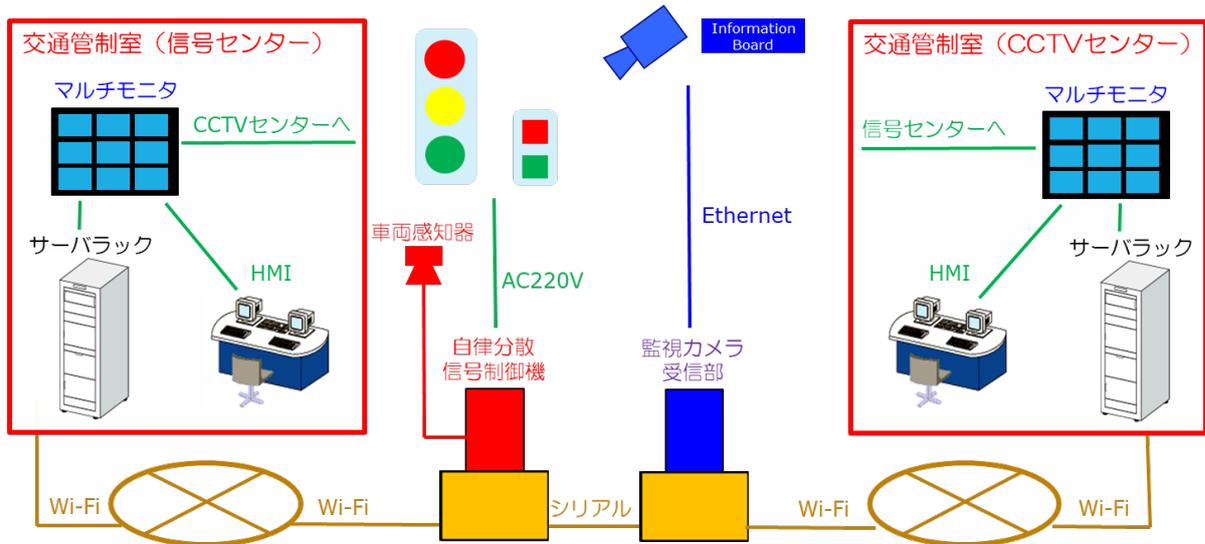
一方、市情報・通信局のワールームに接続された CCTV カメラは市の安全対策を主要目的として設置したもので、カメラの角度や画質の問題により、車両感知器として活用が困難であることが判明した。また、ITCS の交差点にあると想定される市交通局の所有 CCTV カメラもあるため、活用可能性について調査（性能、設置位置など）も視野に入れる。

現在の ITCS のシステム構成図を図 4-5 に示し、自律分散型信号制御導入後のシステム構成図を図 4-6 図 4-6 に示す。今後、自律分散型信号制御の導入に向けて、具体的な技術要件や導入コストを精査し、適用可能性を詳細に検討する必要がある。



出典：京三製作所

図 4-5 現在の ITCS のシステム構成図



出典：京三製作所

図 4-6 自律分散型信号制御導入後の ITCS のシステム構成図

(6) 調達制度調査による市場参入の課題

机上調査及びマカッサル市交通局へのヒアリング調査を実施し、調達制度調査による市場参入の課題を整理した。机上調査については以下の項目の情報収集を行った。

- 公共調達に関する大統領令
- 外国製品に対する政策
- 公共調達制度（E-カタログ、地方自治体の調達プロセスなど）
- E-カタログ（概要、サプライヤー登録手順、商品登録手順。競合企業/製品など）
- 外国企業の参入の可能性

以上を踏まえると、マカッサル市交通局の過去の調達実績では、外国製の製品・サービスの調達において E-カタログが主な手段となっており、ほとんどの公共調達が E-カタログを通じて行われている。

インドネシア政府は、公共調達の透明性と効率性を向上させるため、政府調達庁が運営する電子カタログ（E-カタログ）を活用している。E-カタログは、中央政府、地方政府、国営企業などの公共機関が必要とする商品やサービスをリスト化し、オンラインで閲覧・購入できるシステムである。本システムは、政府・政府機関等が物資やサービスを調達する際に利用するウェブサイト（<https://e-katalog.lkpp.go.id/>）で提供され、各商品の名称、仕様、価格などが掲載されている。インドネシア政府は、国家予算や地方政府予算を使用する中央省庁、国家機関、国営企業、地方自治体などの公的機関に対し、E-カタログに登録された物品・サービスを優先的に調達するよう推奨している。E-カタログ以外の調達方法も存在するものの、実績はほとんどなく、事実上 E-カタログによる調達が必要となっている。また、E-カタログへの登録には、現地法人が申請を行う必要がある。さらに、インドネシアでは「国産化比率 40%」または「国産化率と会社貢献比重の合計が 40%以上」などの要件が求められている。

E-カタログの競合製品について、325 点の自律型信号制御機（2024 年 12 月時点）が登録されていることが分かった。検索キーワードが Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) Otonom（自律型交通信号装置 (APILL)）としている。自律型信号制御機のメーカー及び導入地域は表 4-11 の通りである。そのうち、PT. Perlengkapan Jalan Indonesia がマカッサル市の ITCS 信号機のベンダーである。

表 4-11 E-カタログの競合製品(自律型信号制御機)

No	ブランド名	メーカー	導入地域
1	AJK	PT. Adi Joyo Kusumo	Java
2	ASPJ	PT. ANEKA SARANA PRATAMA JAYA	Bali and Nusa Tenggara、Java、Kalimantan、Papua、 <u>Sulawesi</u> 、Sumatra
3	JAVIS	PT. JAVIS TECHNOLOGY ALBAROKAH	Bali and Nusa Tenggara、Java、Kalimantan、 <u>Sulawesi</u>
4	JITECH	PT. PERLENGKAPAN JALAN INDONESIA	Java、Kalimantan、 <u>Sulawesi</u>
5	MARKTEL	PT. Manunggaling Rizki Karyatama Telnics	Java、Kalimantan
6	M-TECH	CV MALALA	Java、Papua
7	QUMICON	PT. Qumicon Indonesia	Bali and Nusa Tenggara、Java、Kalimantan、Papua、Sumatra
8	RADIAN SUKSES BERSAMA	PT. RADIAN SUKSES BERSAMA	Kalimantan、Sumatra
9	WANTECH INNOVATION IN TECHNOLOGY	CV. WAHYU JAYA	Java

出典：日本工営

したがって、京三製作所がインドネシア市場に信号機器を納入するためには、現地法人とパートナーシップを構築し、そのパートナーにE-カタログ登録を依頼することが不可欠である。また、国産化要件を満たすために、インドネシア製部品の割合を40%以上とするカスタマイズが必要となる。

さらに、インドネシアで信号機器（信号制御機、信号灯器）を納入するためには、以下の認証の取得が必要とされている。

- **SNI 認証**：インドネシア国内で製品を輸入・販売するために必須の認証。
- **インドネシア運輸省陸運総局の認証**：交通局の管轄外であるため詳細は不明であるが、既存のメーカーに問い合わせれば情報を得られる可能性がある。

認証取得の要件や標準仕様については現時点で詳細が不明であり、取得条件に標準仕様記載されている場合もあるため、今後の関連情報の収集が必要となる。

(7) 案件化に向けて

上記市の脱炭素化方針および調査結果を踏まえると、導入ニーズは確認されたものの、関係機関（運輸省陸運総局（地方事務所）、州政府、市政府、市交通局、市空間計画局など）との調整が不可欠であることが明らかとなった。今後は、南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁を経由し、各ステークホルダーとの調整を主導的に進める必要がある。

また、次年度調査では、調達システム、認証システム、設置費用などの詳細を精査し、導入に向けた具体的な検討を進める計画である。特に調達に関しては、インドネシアではE-カタログを通じた調達が基本であるため、製品を同カタログに掲載可能なインドネシア現地企業との協業が不可欠と考えられる。

4.2 電動バイク用バッテリー交換ステーションへの太陽光発電設備の導入事業

4.2.1 事業概要

PT Santomo Green Power Managaement (SGPM) は、主にマカッサル市及びその周辺地域を中心に、バッテリー交換式電動バイク事業を展開している。2025年2月時点で、約600台の電動バイクを販売/サブスクリプション契約をするのと同時に、65箇所バッテリー交換ステーション (BSS : Battery Swapping Station) を設置している。SGPM は、電動バイクを製造している PT Smoot Motor Indonesia の関連企業である Swap Energy と東インドネシア地域における独占協業契約を締結しており、PT Smoot Motor Indonesia ブランドの電動バイクを販売し、すでに BSS の設置及び運営を行っている。しかしながら、現在 BSS への電源供給は、化石燃料由来の電力を主としている PLN からの給電に依存している。



出典 : SGPM <https://gpm-swap.id/sgpm-memperkenalkan-smoot-motor-dan-jaringan-battery-swapping-stations/>



市内の Alfamart 前に設置された BSS

図 4-7 SGPM が提供する電動バイク及び BSS

また、SGPM は将来的にインドネシアのマカッサル市周辺地域およびスラバヤ、マナド等の7つの都市圏において、コンビニエンスストアや PLN 事業所等に、2030年度までに約1,600箇所の BSS を設置し、合計約35,000台の電動バイクを供給することを計画している。さらに、交換式バッテリーの充電のため BSS に供給される電力については、PLN の電力網と SGPM が設置・所有する屋根置き太陽光発電を組み合わせたハイブリッドシステムから供給された電力を用いることを考えている。

このインドネシアの各都市圏への電動バイクの普及及び BSS への供給電力のハイブリッド化を目的とした事業のために SGPM は民間 JCM もしくは JCM 設備補助事業のスキームを活用することを検討している。代表事業者としては、SGPM の本邦法人であるサントモ・リソース株式会社がプロジェクト全体の管理を担当し、測定・報告・検証 (MRV : Measurement, Reporting and Verification) レポートの作成も行うことになると見込まれる。共同事業者である SGPM は、電動バイクと BSS の所有および運営・維持管理を担当する。



出典：SGPM

図 4-8 SGPM のバッテリー交換式電動バイク事業モデルの将来イメージ

表 4-12 2030 年度の関連設備の導入予定と想定コスト

関連設備	現状台数 (2024年10月時点)	2030年度末台数	想定コスト
電動バイク供給	約 500 台	約 35,000 台	-
BSS 設置	64 基	約 1,800 基	134 Billion IDR
太陽光発電附带 BSS	-	約 1,600 基	186 Billion IDR

出典：SGPM

4.2.2 調査内容

(1) JCM 方法論の検討

過去の JCM 案件可能性調査やクリーン開発メカニズム（CDM：Certified Emission Reduction）方法論をベースに本事業の JCM 事業化にあたっての適格性要件案、リファレンス排出量/プロジェクト排出量/排出削減量の計算方法を含む JCM 方法論について検討をおこなった。

(2) JCM 関連スキームの比較

本事業への活用を予定する JCM 設備補助事業及び民間 JCM をそれぞれ活用した際の事業の実現可能性を把握するために、内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）及び投資回収期間を算出し、最適なスキームについて検討をおこなった。

(3) PIN 案の検討

検討した JCM 方法論案をベースに事業概要（PIN：Project Idea Note）案のドラフトを行った。日本・インドネシア両国の JCM 事務局との協議を踏まえて、適宜修正・追記を実施した。

(4) 屋根置き太陽光発電設備の設置候補箇所の立地状況調査

現在、SGPM はマカッサル市内の現地コンビニエンスストア Alfamart の店舗内に既に多数の BSS を設置している。そのため、将来的な事業拡大の可能性を考慮し、既に BSS が設置されている Alfamart 店舗を中心に、太陽光発電設備の設置可能性を検討するための立地状況調査を実施した。立地条件調査にあたっては Alfamart と協議を行い、17 の調査対象店舗を絞り込んだうえで、SGPM で現地調査を行い、表 4-13 に示した選定基準に合致するかどうかを確認した。

表 4-13 設置候補箇所の選定基準

基準	内容
屋根材	木造でない（鋼材等）
周辺建物の状況	周辺に店舗より高い建物がある等で影にならない
築年数	築 30 年以下
屋根の向き	北向きではない

出典：SGPM

4.2.3 調査結果

(1) JCM 方法論の検討

本事業においては以下の 2 段階での GHG 削減効果が期待される。一つ目は、「ガソリンバイクから電動バイクへの転換による GHG 排出量削減」である。現在、インドネシア国内では多くの二輪車がガソリンエンジンを搭載しており、その運行に伴い GHG や大気汚染物質が排出されている。ガソリンバイクから電動バイクへの転換によって、現状のインドネシアの系統電力（グリッド排出係数が 0.8 を上回る）による充電であったとしても、ガソリン消費に対し GHG 排出量削減の効果が見込まれる。特に、都市部での大気汚染問題の改善や、化石燃料依存からの脱却という観点でも、この取り組みは意義深いものとなる。もう一つは、「系統電力への依存を減らし、電力の一部に太陽光発電を利用した充電による CO2 排出量削減」である。インドネシアにおける系統電力の大部分は石炭火力発電が占めており、その電力量比率は 60%以上を占める。このため、系統電力を利用して電動バイクのバッテリーを充電する際には GHG が排出される。そこで、BSS に太陽光発電を利用した充電システムを導入することで、系統電力の使用を一部抑え、GHG をさらに削減する。

下記に検討した JCM 方法論の概要案、適格性要件案、リファレンス排出量/プロジェクト排出量/排出削減量の計算方法、について示す（表 4-14～表 4-18）

表 4-14 JCM 方法論の概要案

項目	内容
GHG 排出削減対策	ガソリンバイクから電動バイクへの移行により、化石燃料の利用を削減し GHG の排出削減に寄与する。加えて、発電に太陽光エネルギーを使用することで、従来の化石燃料に基づく電源を再生可能エネルギーに置き換え、GHG 排出を削減する。
リファレンス排出量算定	リファレンス排出量は、ガソリン燃料を使用したバイクの排出量に基づいて計算される。この計算には、ガソリンバイクの燃費、ガソリンの低位発熱量、および CO2 排出係数が使用される。燃費、発熱量、CO2 排出係数には、Ex-ante のデフォルト値を設定する。燃費は事業開始後に調査を行い確定し、これにより、ガソリン燃料バイクによる排出量を保守的に推定し、電動バイクとの排出削減効果を比較する。
プロジェクト排	プロジェクト排出量は、電力グリッドからの消費電力量および電力グリッ

出量算定	ドの排出係数に基づいて計算される。電動バイクに充電される電力量からのCO2排出量により、全体のプロジェクト排出量を算出する。
モニタリングパラメータ	モニタリングパラメータには、プロジェクトのBSSの電力消費量、プロジェクト電動バイクの平均走行距離、および稼働中のプロジェクト電動バイクの台数が含まれる。

出典：SGPM

表 4-15 適格性要件案

要件	内容
要件 1	排気量が 150cc のガソリンバイクと同等の出力を持つ電動バイク（電動バイクでは約 8～10kW 相当）が導入されること
要件 2	電動バイクによる走行距離がモニタリング可能なこと
要件 3	BSS における消費電力量がモニタリング可能なこと

出典：「環境省、ベトナムにおける電動バイク普及による低炭素コミュニティ開発事業実現可能性調査」をもとに SGPM、日本工管作成

表 4-16 リファレンス排出量の計算

$RE_y = EF_{df,km} \times DD_y \times 10^{-6}$	
パラメーター	説明
RE_y	y 年のリファレンス排出量 (t-CO2/年)
$EF_{df,km}$	リファレンスバイクの排出係数 (g-CO2/km)
DD_y	プロジェクトバイクが y 年に走行した総走行距離 (km)

出典：SGPM

表 4-17 プロジェクト排出量の計算

$PE_y = EF_{elect,y} \times \Sigma SEC_{bss,y}$	
パラメーター	説明
PE_y	y 年のプロジェクト排出量 (t-CO2/年)
$EF_{bss,y}$	プロジェクト BSS で消費される電力の CO2 排出係数 (t-CO2/MWh) *PLN の最新の公式値を適用。
$SEC_{bss,y}$	y 年におけるプロジェクト BSS による PLN の特定の電力消費量 (MWh) *太陽光発電による電力は除く *充放電ロスについては、考慮しないことで保守的 (CO2 排出量が多くなるよう) に算定

出典：SGPM

表 4-18 排出削減量の計算

$ER_y = RE_y - PE_y$	
パラメーター	説明
ER_y	y 年の排出削減量 (t-CO2/年)
RE_y	y 年のリファレンス排出量 (t-CO2/年)
PE_y	y 年のプロジェクト排出量 (t-CO2/年)

出典：SGPM

なお、適切なリファレンス排出量算定のために、実態に合わせた「リファレンスバイクの 1km あたりの燃料消費量のデフォルト値 (g-CO2/km)」が必要となる。「平成 25 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査事業『ベトナムにおける電動バイク普及による低炭素コミュニティ開発事業実現可能性調査』」を参考に、今後下記のようなガソリンバイクの燃費および排出ガス調査を実施し、「リファレンスバイクの 1km あたりの燃料消費量のデフォルト値 (g/km)」を算定していく必要がある。

表 4-19 ガソリンバイクの燃費及び排出ガス調査案

項目	内容
調査名	インドネシアにおけるガソリンバイクの燃費及び排出ガス調査
調査期間	3ヶ月程度（季節変動を考慮できる期間）
調査対象エリア	インドネシアの事業展開エリア
調査目的	インドネシアにおけるバイクの燃費のデフォルト値を算出し、燃費データを基にして地域におけるバイクの環境影響を評価する。
対象車両	導入される電動バイクと同クラスで、市場シェアの高いバイクモデル
対象台数	20台以上（統計上の有意性も確認する）
調査内容	<p>検証項目①ドライビングサイクルの設定 目的： 実際の走行パターンを反映するために、事業エリア内の代表的な道路を選定し、走行速度と時間の関係を記録し、ドライビングサイクル（車両やバイクが一定の条件下でどのように走行するかを模擬した速度の変化を時間ごとに示したもので、実際の運転を再現するための試験プロトコル。燃料消費量や排出ガスの測定において、実際の走行状況に近い条件を再現するために使用）を設定する。 検証方法： ・事業エリア内で複数の代表的な道路（市街地、郊外、高速道路など）を選定。 ・平日、休日、天候（雨天・晴天）ごとに複数回の走行調査を行う。 ・各バイクが走行する際の速度・加速度を記録し、走行データを基にドライビングサイクルを作成する。</p> <p>検証項目②シャシーダイナモメーターによる測定 目的： バイクの燃費消費量を測定 使用機器 シャシーダイナモメーター 測定内容： ・ドライビングサイクルに従い、各バイクの燃費消費量を計測 ・各サイクルでの燃費（km/L）を記録 ・測定は1台あたり3回以上実施し、平均値を算出</p>
データ解析と95%信頼区間の計算	信頼区間の設定方法：各バイクの燃費データを収集し、サンプルの平均値、標準偏差を算出

出典：SGPM

(2) JCM 関連スキームの比較

JCM 設備補助事業は、日本政府から設備導入時の CAPEX に対する補助金を得られることが特長である。一方、民間 JCM は、補助金は得られないものの申請時期、設備導入時期や対象費用等についてより柔軟な枠組みであると言える。

JCM 設備補助事業及び民間 JCM それぞれのスキームを活用した場合の事業の実現可能性について検討をおこなったところ、JCM 設備補助事業を活用した場合は IRR が-4%及び投資回収期間が8年、民間 JCM を活用した場合は IRR が1%及び投資回収期間が7年という結果となった（表 4-20）。以上より、民間 JCM の活用を念頭におき、両国の JCM 事務局との協議を進めていくこととした。

表 4-20 各 JCM 関連スキームを活用した場合の IRR 及び投資回収期間

活用スキーム	IRR	投資回収期間
JCM 設備補助事業 (2025-2027 年の 3 年間のみ 4000 円/t-CO ₂ の補助を 仮定)	-4%	8 年
民間 JCM (日本のクレジット配分は 70%を仮定、IEA の World Energy Outlook2020 を参照し、1t- CO ₂ =43USD、1USD=15,600 IDR のレートで計算)	1%	7 年

※IRR は 2024 年から 2030 年までで算定 (2024 年より本格展開しているため、投資回収期間の 1 年目は 2024 年に設定。バッテリー交換式電動バイク事業全体での IRR、投資回収期間を計算。)

出典：SGPM

(3) PIN 案の検討

以下に検討した PIN 案の概要を項目別に示す。

表 4-21 PIN 案の概要

項目	内容
プロジェクトの概要	本プロジェクトは、JCM スキームを通じて、電動バイクと太陽光発電による充電ステーションを導入するものである。サントモ・リソース株式会社が本プロジェクトの代表参加者として、MRV 報告を含むプロジェクト全体の管理を行う。インドネシアのバッテリー交換式電動バイク会社であり、パートナー参加者である SGPM が、電動バイクの所有・運営を行う。SGPM は Swap Energy からモニタリングデータを受け取り、サントモ・リソース株式会社に提供する。SGPM は、施設の運営を担当し、施設の適切な運営を維持する。さらに、日常的なモニタリングを行い、施設運営による GHG 排出削減のデータを収集する。電動バイクはガソリンバイクに代わり、GHG 排出量を削減する。(電動バイクは、SGPM が所有する屋上ソーラーパネルで部分的に充電される。)
プロジェクト場所	現在はマカッサル市及びその周辺地域(ゴワ県・マロス県の一部)でバッテリー交換式電動バイク事業を実施している。本事業ではマカッサル市周辺地域と A 市周辺地域を考える。
プロジェクトで採用される技術、製品、システム、サービス、インフラ、または緩和措置の実施に関する概要	本プロジェクトでは、バッテリー交換式電動バイクが採用される。 (1) Swap Energy の モニタリング技術を適用し、電動バイクおよびバッテリー交換ステーションの長時間にわたる安定した運用を確保する。このモニタリングシステムは、さまざまな機器の問題に対応し、バッテリー交換ステーションの最適な状態を維持する。 (2) バッテリー交換ステーションは、ドライバーがわずか 9 秒でバッテリーを交換できるようにし、長時間の充電待機を不要にする。
プロジェクト進捗状況	SPBKLU (Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum/公共電動車両用バッテリー交換ステーション) はインドネシア政府によって承認されている。電動バイクはすでに販売・レンタルされており、バッテリー交換ステーションも設置が始まっている。今後、さらに電動バイクやバッテリー交換ステーションの導入数を増やすとともに、バッテリー交換ステーションが設置されている場所に、新たな太陽光発電システムを導入する段階にある。
投資規模の見込み	総プロジェクト費用 (2025-2030) : IDR 320 billion

	<p>プロジェクト通貨：IDR 320 billion 日本円： JPY 3 billion (1IDR=0.0094JPY) 内訳（プロジェクト通貨）： 1 バッテリー交換ステーション：IDR135 billion 2 PV ソーラーシステム：IDR185 billion *JCMの期間が2030年までのため、2025年から2030年までの6年間の投資規模見込みで概算</p>
適用されるJCM方法論	<p>太陽光発電の導入などの既存の方法論は、ID_AM013（太陽光発電システムの設置）やID_AM017（太陽光発電システムおよび蓄電池システムの設置）が承認されているが、本プロジェクトに該当する方法論がないため、新たな方法論の開発が必要となる。新たな方法論の開発は、施設の設置と並行して開始される。モニタリングは運転開始からプロジェクト完了まで行われ、排出削減量は、ガソリンバイクが消費したであろう化石燃料からの排出量と、充電に使われたグリッド由来の電力の排出係数を掛け合わせて計算される。</p>
予想される温室効果ガス排出削減量 / 吸収量（単位:t-CO2/年）	<p>12,311 t-CO2/年（2025-2030の年平均。6年合計73,870 t-CO2）</p>
パートナー国のNDC（国が決定する貢献）の貢献	<p>インドネシアのNDC（Nationally Determined Contributions / 国が決定する貢献）は、2030年のBAU（Business as usual）シナリオに対して、排出量を無条件で31.89%、条件付きで43.20%削減することを目標としている。本プロジェクトでは、GHG排出削減量が10年間にわたってモニタリングされ、累積の削減量がJCMクレジットとして発行される。これらのクレジットは、インドネシア共和国と日本の間で共有され、パートナー国の排出削減目標に貢献する。さらに、インドネシア政府は、総発電量に占める再生可能エネルギーの割合を31%にするという目標を設定している。本プロジェクトは、化石燃料に基づく電力を再生可能エネルギーに置き換えることを目指しており、その結果としてエネルギー源の転換に貢献する。 現在、プロジェクトIRR（2024-2030）は通常は-4%だが、民間JCMによって1%まで改善することが想定され、プロジェクトの実現が可能となる。</p>
GHG排出削減または吸収以外の貢献	<p>パートナー国の人材は、太陽光発電システムおよび電動バイクの充電技術に関する十分な知識と実践的なスキルを習得し、システムの信頼性の高い運用と適切な保守を確保できるようになる。プロジェクト期間中に、現地での座学研修および実地研修が行われ、新しい再生可能エネルギー技術の運用および保守に関する技術を習得することで、現地のエネルギーインフラの強化に貢献する。 さらに、このプロジェクトは地域経済の活性化にも寄与する。電動バイクの普及により、交通費の削減や地域の環境改善が期待されている。また、太陽光発電システムの設置は、地域に新たな雇用を創出することが予想される。その結果、本プロジェクトはSDGsの達成にも貢献する。</p>

出典：SGPM

(4) 屋根置き太陽光発電設備の設置候補箇所の立地状況調査

2024年9月及び10月に実際に現況確認をおこなった17店舗の調査結果を以下の表に示す。17店舗のうち、好条件の3つの候補店舗が抽出された（表4-22）。最終的にAlfamartとの合意を得られた1店舗（Alfamart Daya Business Center）について、PLNに対して太

陽光発電との系統連系の申請を行うことを予定している。また、BSS1 基あたりに必要な電力 5-7kW 程度の太陽光発電は設置可能なことは確認されたが、今後 BSS で利用可能な電力量やコスト等の詳細について検証していく。

表 4-22 店舗の立地状況調査の結果

No.	店舗名	屋根材	周囲の高層建物	築年数	屋根の向き
1	Alfamart Antang	木材	なし	30年	東
2	Alfamart Moncongloe	鋼材	なし	8年	南
3	Alfamart Daya Business Center	鋼材	なし	10年	東・西
4	Alfamart Daeng Matoa	鋼材	あり(北)	20年以上	北・南
5	Alfamart Adyaksa	木材	なし	10年以上	北・南
6	Alfamart Veteran Selatan 2	木材/コンクリート	あり(南)	20年以上	フラット屋根
7	Alfamart Teuku Umar	木材	なし	15年以上	南
8	Alfamart Ratulangi 2	木材/鋼材	あり(北・南)	10年以上 (改修して5年)	東
9	Alfamart Gagak	鋼材	なし	8-10年	南西
10	Alfamart Daeng Tata Raya3	鋼材	あり(東・西)	20年以上 (改修して3年)	北
11	Alfamart PK KM 20 Mandai	鋼材	あり	15年以上	西
12	Alfamart Kapasa Raya	鋼材	なし	約5年	東・西
13	Alfamart Baruga Raya	鋼材	なし	15年以上	東
14	Alfamart Puri Kencana Sari	木材	なし	15年以上	南・北
15	Alfamart Tamangapa 2	木材	なし	10-20年	西
16	Alfamart Pattallassang	鋼材	なし	3年	北
17	Alfamart Syekh Yusuf Makassar	鋼材	なし	約10年	南

出典：SGPM



出典：SGPM
Alfamart Daya Business Center



出典：SGPM
Alfamart Daya Business Center の
太陽光パネル設置予定箇所

4.3 セメント工場における廃熱回収発電設備の導入事業

4.3.1 事業概要

(1) 廃熱回収発電 (Waste Heat Recovery: WHR)

WHR 設備はごみ焼却、ガスタービン発電、鉄鋼生産、セメント生産などの各種プロセスから発生する高温の排ガスから熱エネルギーを回収して発電する設備である。未利用エネルギーの利活用につながるため温室効果ガス削減を行うことができるソリューションである。

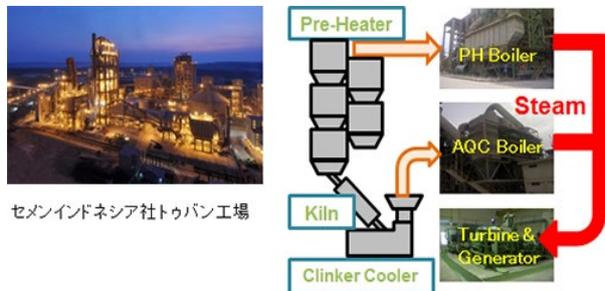
インドネシアにおいては2014年にJFEエンジニアリング株式会社がJCM設備補助事業で導入しており、既に方法論も確立している。GHG排出削減規模も大きく期待される技術である。

(2) 事業概要

マカッサル市近郊のパンケップ県に位置するPT Semen Tonasaのセメント工場におけるWHR設備の導入を目指す。PT Semen Tonasaは、2019年にISOに準拠した環境モニタリングシステムを導入して、消費エネルギーやGHG排出についてモニタリングし、2023年まで目標の削減率を達成してきた。さらなる脱炭素への取組として、WHRの導入に関心を示している。WHRの導入によって、同社が使用していた電力がグリッドに供給されるようになるため、セメント産業の脱炭素化に貢献する。加えて、乾季の電力不足に悩むマカッサル市を含むマミナサタ広域都市圏の電力需給バランスの改善に資する事業となる。

4.3.2 調査内容及び結果

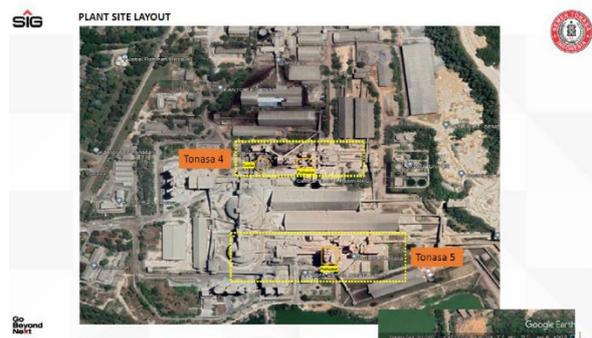
今年度はセメント工場でのWHR技術を持ち、インドネシアにおいてJCM事業化の経験もあるYUSA会員企業との協議及びPT Semen Tonasaとの協議を通じた現地情報収集を実施した。



セメンインドネシア社トウバン工場

出典：(公財)地球環境センター HP

図 4-9 インドネシアでの WHR 設備導入に関する JCM 設備補助事業事例



出典：PT. Semen Tonasa 提供資料

図 4-10 PT. Semen Tonasa セメント工場

表 4-23 廃熱回収発電事業にかかる今年度調査実施結果概要

#	日付	協議先	概要
1	2024年 8月21日(水)	PT. Semen Tonasa	第1回現地渡航時に面談を実施し、都市間連携事業の概要説明の他、WHRに係る情報共有・意見交換を実施した。PT Semen Tonasaが12~14MW規模のWHRを想定していること、WHR技術を持つ企業がWHRのスペック検討に必要なデータシートを受領したのち必要情報を提供することを確認した。
2	2025年 1月28日(火)	YUSA 会員企業	上記 PT Semen Tonasa との面談を踏まえ、WHR 技術を持つ YUSA 会員企業とのオンライン面談を実施した。同企業は過去に PT. Semen Tonasa と協議した経験があるが期間が空いたため、再度直接協議を行うことを希望していた。また、協議後、PT Semen Tonasa のリクエストであるデータシートの提供を行った。
3	2025年 2月20日(木)	PT. Semen Tonasa 及び YUSA 会員 企業	PT Semen Tonasa 及び YUSA 会員企業の協議をオンラインにて実施した。PT Semen Tonasa から受領したデータを基に、YUSA 会員企業から電力価格など事業化に向けた追加の確認を実施した。協議内容を基に YUSA 会員企業にて再度検討・提案を行う予定である。

出典：日本工営



PT. Semen Tonasa との協議 (2024年8月21日)

4.3.3 JCM 事業化検討

4.3.2 より得られた情報を踏まえ、JCM 事業化した際の想定 GHG 排出削減量と費用対効果を検討した。検討結果を表 4-24 に示す。なお、本事業は環境省・JCM 設備補助事業への申請を想定している。

表 4-24 セメント工場における廃熱回収発電設備の JCM 事業化に向けた検討結果

#	項目	数値	単位	備考
A	WHR 発電容量	14	MW	PT Sement Tonasa ヒアリング結果を基に仮定
B	WHR 消費電力容量	1.69	MW	先行事例(ID013)を基に概算
C	年間稼働時間	7,600	h	PT Sement Tonasa ヒアリング結果を基に仮定
D	発電量	91,611	MWh/年	=A×C-B×24×365
E	排出係数	0.8	tCO2/MWh	R6 設備補助公募要領(Sulselbar ケース2)
F	補助申請予定額	2,000,000	千円	想定
G	プロジェクト期間(耐用年数)	9	年	窯業又は土石製品製造業用設備
H	年間 GHG 排出削減量	73,288	t-CO2eq/年	=D×E
I	GHG 排出削減総量	659,592	t-CO2eq	=H×G
J	費用対効果	3,032	円/t-CO2eq	=F÷I

出典：日本工営

次年度は YUSA 会員企業及び PT Semen Tonasa との協議を引き続き行い、事業性の確認・実施体制の構築を行うことで事業化の確度を向上させる予定である。

また、次年度以降はマカッサル市に隣接するマロス県に位置する PT Semen Bosowa についてもアプローチを行い情報収集・協議を実施することで、案件形成を目指す。

表 4-25 市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入事業にかかる個別協議の概要

#	日付	協議先	概要
1	2024年 8月20日(火)	マカッサル市公共事業局	第1回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。マカッサル市では15のDistrict(Kecamatan)の約220の小中学校にそれぞれ10kWのPV導入を予定していること、公共サービスモールで20kWのPV導入を予定していたが予算の関係で出来ていないことなどが分かった。また、PLNのRECを20MWh分購入していること、今後は電力消費量の2~3%相当のPVを導入予定であることが分かった。
2	2024年 8月22日(木)	Kalla Group (現地大手財閥)	第1回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。Kalla Groupはマカッサル市内を中心にWisma Kalla Buildingを含むビル2棟、ショッピングモール2棟(Mall Ratuh Indah及びNipah Mall)、トヨタのShowroom33店舗を保有している。また、現在800MWの水力発電プラントを持ち、今後は西スラウェシで水力発電(400MW)を計画している。さらに、ニッケル精錬所を持っており、今後はニッケルマイニング、EV、Green Industrial Estateを計画していることが分かった。 省エネの観点では、既にNipah Mallはグリーンビルディング認証をとっているが、Mall Ratuh Indahは未取得であるため、省エネ診断を希望している。また、保有する住宅地(Bukit Baruga)において、街路灯のLED化、街路灯へのペロブスカイト太陽電池の導入可能性についても関心を示した。敷地内の廃棄物管理や水処理等はKalla Groupで行っているため、保有施設に対する再エネ・省エネ導入も検討可能であることが分かった。
3	2024年 8月23日(金)	PT. KIMA (マカッサル工業団地運営会社)	第1回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。KIMAでは2025年、オフィスに太陽光発電(16kW)を導入予定であるが、①メーカー、コントラクター等の入札プロセス、②社内承認(親会社であるPT. Danareksa)が必要であるという社内規制が導入の課題として挙げられた。テナントでは圧縮天然ガス等のガス利用需要があることが示唆された。
4	2024年 8月23日(金)	PT. Ciputra Development (大手デベロッパー)	第1回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。PT. Ciputra DevelopmentはマカッサルにてCPI(Center Point of Indonesia)の地域開発を行っている。グリーンビルディング、グリーンエネルギーに関心があり、PLNのRECを購入している。Ciputraは他にも多くの開発事業を行っており、マカッサルではないが、スラバヤでは既に太陽光パネル付き住宅を導入している。既に域内にLED街路灯は導入されているが、CPIでも数年後には太陽光パネル付き住宅を販売したいと考えている。ACに関しても関心があり、インバーター付空調機を入れたいが従来型のものに比べて投資コスト・設備投資とメンテナンスコストを課題としていた。
5	2024年 12月19日(木)	アイフォーコム	メールにて情報共有していた第1回現地渡航での協議内容とアイフォーコムがマレーシアで行った実証結果を基に、1月の第2回渡航での調査内容につき協議した。アイフォーコムの実績を踏まえてホテルへの導入を目指すこととなった。
6	2025年 1月13日(月)	Four Points by Sheraton Makassar	第2回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。建物省エネ技術の導入可能性を検討するために先方からホテルの設備情報を提供することとなった。
7	2025年	Aston Hotel Makassar	第2回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。先方

	1月14日(火)		からは建物省エネ技術の導入について関心が示されたが、具体的な検討の前にジャカルタのメインオフィスへの相談が必要であるとの意向が示された。
8	2025年 1月15日(水)	Kalla Group (現地大手財 関)	第2回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。会議後、所有モールの空調設備等の基礎情報の取得を行った。
9	2025年 1月16日(木)	マカッサル市環 境局	第2回現地渡航時に面談を実施し、意見交換を行った。同局のオフィスで建物省エネ技術のパイロットプロジェクトを行ってほしいとの要望があり、先方がオフィスの設備情報を提供することとなった。

出典：日本工営



マカッサル市公共事業局との
 協議 (2024年8月20日)



市マカッサル市公共事業局が
 購入した PLN の REC



Kalla グループが保有する
 Mall Ratuh Indah



CPI 都市模型

4.4.3 JCM 事業化検討

市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入のうち、アイフォーコム製の空調への AI 制御技術の導入を想定した JCM 事業の想定 GHG 排出削減量と費用対効果を簡易試

算した。簡易試算結果を表 4-26 に示す。なお、この簡易試算結果は他事例から類推した値であり、個別の対象設備や条件を踏まえた技術的検討を踏まえた結果ではない。また、本事業は環境省 JCM 設備補助事業への申請を想定している。

表 4-26 空調への AI 制御技術の JCM 事業化に向けた簡易試算結果

#	項目	数値	単位	備考
A	リファレンス消費電力量	6,650	MWh/年	現地ヒアリング結果(ホテル)
B	消費電力のうち空調割合	60	%	現地ヒアリング結果(ホテル)
C	AI 空調制御による省エネ効果	20	%	アイフォーコム実証結果を基に仮定
D	プロジェクト消費電力量	798	MWh/年	=A×B×C
E	排出係数	0.95	t-CO2/MWh	R6 設備補助公募要領(Sulselbar ケース 1)
F	補助申請予定額	20,000	千円	想定
G	プロジェクト期間(耐用年数)	10	年	宿泊業用設備
H	年間 GHG 排出削減量	758	t-CO2eq/年	=D×E
I	GHG 排出削減総量	7,580	t-CO2eq	=H×G
J	費用対効果	2,639	円/t-CO2eq	=F÷I

出典：日本工営

次年度はアイフォーコムによる現地調査も検討しており、具体的な案件組成に向けて、実証パートナー選定及び事業化試算を行う予定である。

第5章 他支援プログラムとの連携

5.1 JICA との連携

5.1.1 JICA スラウェシ地域政策アドバイザーとの連携

南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁には独立行政法人国際協力機構（JICA：Japan International Cooperation Agency）スラウェシ地域政策アドバイザーが派遣されている。本都市間連携事業と JICA 事業との連携の可能性を図るため、マカッサル市及び南スラウェシ州における脱炭素都市の形成について、同専門家との意見交換を実施するとともに、定期的な情報共有を実施した。同アドバイザーからは、マカッサル市政府だけでなく南スラウェシ州政府にも都市間連携事業の取組を理解してもらい、州内の他自治体の学びとなるようにすべきとの意見が示された。その後の具体的な動きとして、南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁から政府の自己負担で ASCC に参加する要請があり、同アドバイザーと連携して、同庁職員 12 名の招聘及び ASCC での意見交換を実施した。

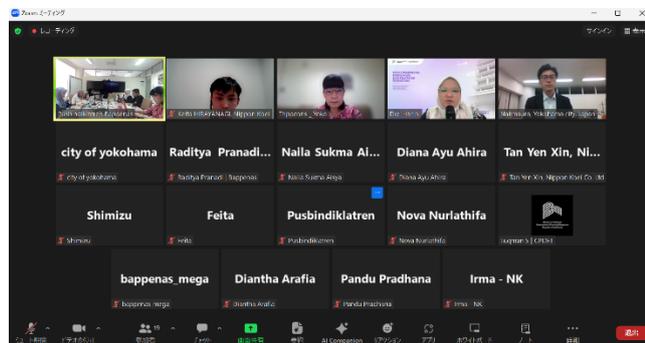
5.1.2 JICA 円借款事業との連携

国家開発企画庁から JICA に対する新首都広域都市圏開発に関する協力要請を受け、横浜市は 2024 年 10 月から 12 月にかけて JICA 円借款事業（高等人材開発事業（IV））の一環として、バリクパパン市及び同庁からの都市計画分野の職員研修派遣の受入れを行った。マカッサル市が属するマミナサタ広域都市圏は、スラウェシ島の対岸に位置するカリマンタン東部の新首都広域都市圏とのつながりを有することから、横浜市から国家開発企画庁に対して、マカッサル市における本都市間連携事業の取組を紹介し、意見交換を実施する機会を 2024 年 8 月と 10 月に設けた。

国家開発企画庁からは、南スラウェシ州政府に派遣されている JICA 長期専門家（スラウェシ地域政策アドバイザー）と本都市間連携事業チームと適宜連携をしてもらいたいとの要望の他、マカッサル市近郊の電力不足を考慮すると再エネ利用設備導入に係る JCM 案件発掘・形成調査を含んでいる点は有益であるとのコメントがあった。また、横浜市が受け入れを行うバリクパパン市職員にも本事業の取組を共有してもらいたいとの依頼があったため、横浜市での同市職員及び同庁職員の研修期間中に本都市間連携事業についての紹介をおこなった。



国家開発企画庁との対面協議
(2024 年 8 月)



国家開発企画庁とのオンライン協議
(2024 年 10 月)

5.2 東アジア・アセアン経済研究センターとの連携

東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA：Economic Research Institute for ASEAN

and East Asia) は、日本政府が主導するアジア・ゼロエミッション共同体 (AZEC : Asia Zero Emission Community) の活動を支援するためにアジア・ゼロエミッションセンターを設立した。このセンターは、情報共有、政策やプロジェクトの研究、AZEC 加盟国が脱炭素化に向けたビジョンやロードマップ、政策を策定するのを支援するプラットフォームとして設立されたものであり、ERIA は、AZEC の目標達成に向けて、AZEC 加盟国がそれぞれの状況に応じた実践的なエネルギー転換を進めるための政策対話の場を提供し、知識とイノベーションのハブとしての役割を果たしている。

そこで本事業内においても、2024 年 8 月のマカッサルでの現地調査の帰路にジャカルタの ERIA 本部を訪問し、本事業で進める横浜市及びマカッサル市間の都市レベルの技術協力の取組内容の紹介と意見交換を実施した。結果として、今後、双方が持つ情報発信媒体やセミナー等の機会を相互活用して、活動予定や実績等を関係者への情報発信などにおいてすることで協力することを確認した。

5.3 他国援助機関の取組

5.3.1 USAID (米国)

米国国際開発庁 (USAID : United States Agency for International Development) の資金提供によって、2024 年 10 月から The Asia Resilient City Project が開始されている。同プロジェクトの主な目的は、気候変動の影響に直面しているコミュニティのダイナミックな成長と住みやすい環境をサポートし、回復力と適応性のある都市を構築することである。地方政府、民間セクター、及びコミュニティの人材育成の焦点を当てた活動を行っている。本事業のマカッサル市に加え、ラージコット (インド)、クルナ (バングラデシュ)、ウランバートル (モンゴル)、ビシュケク (キルギス)、アジアの 5 都市を対象として技術支援が行われている。同プロジェクトの実施期間は 2027 年 9 月までを予定しているため、今後、ヒアリングの機会を設定し、プロジェクトの内容の詳細の把握と気候変動対策分野での連携可能性について意見交換を実施することを予定する。

5.3.2 UK PACT (英国)

UK PACT (United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transitions) ³の資金提供を受け、World Resources Institute Indonesia、ARUP、Vital Strategies のコンソーシアムによって 2023 年から Future Cities Programme が実施されている。同プロジェクトは、インドネシア共和国と英国政府とのパートナーシッププログラムであり、海面上昇や洪水に対して脆弱な沿岸都市であるマカッサルとスラバヤという 2 都市における、低炭素で包摂的かつ強靱で安全な都市モビリティ戦略 (特に公共交通) の改善と実施について技術支援をすることを目的としている。同プロジェクトの実施期間は 2025 年までを予定しているため、今後、交通分野での脱炭素化での連携可能性について意見交換の機会を探っていく。

³ UK PACT は、英国の国際気候ファイナンスポートフォリオのフラッグシッププログラムであり、外務・英連邦・開発省と英エネルギー安全保障・ネットゼロ省が共同で管理し、資金を提供している。UK PACT では、パートナー国が、NDC に沿って GHG 排出量削減量を増やしていくことを支援するプロジェクトに対して資金援助をおこなっている。

第6章 今後の展望

6.1 本年度の活動成果

都市間連携の初年度にあたる本年度は2回現地に渡航し、マカッサル市関係機関や現地民間企業との協議及び、現地調査、ワークショップ等を計画通りに実施した。次年度以降の事業継続に向けた基盤を整備した。また、都市間連携セミナーに市長が参加したことで市長及び部局長級職員の都市間連携の強化のモチベーションが高まったようにも感じられた。加えて、現地の JICA 長期専門家と連携して、南スラウェシ州地方開発企画・研究・評価庁を巻き込んだことで、本事業への同庁の積極的な関与に繋がり、州内のマカッサル市以外の自治体への脱炭素ドミノの実現に向けた州政府からの支援を得られるようになった。

JCM 案件発掘・形成調査では、電動バイク用バッテリー交換ステーションへの太陽光発電設備の導入事業につき、民間 JCM 申請に向けた日本・インドネシア両国の JCM 事務局との協議を進めた。次年度は協議事項をもとに JCM 事業申請準備を行う。その他の事業の調査に関しても、基本的な現地ニーズ調査を完了し、具体的な導入検討を開始した。

表 6-1 本年度の活動成果

項目	内容	成果
都市間連携活動	交通分野での脱炭素化に関する取組の知見・経験の共有	・ワークショップ(官民関係者約60名参加)を通じた取組の発信
	グリーンビルディング認証制度に係る取組の知見・経験の共有	・ワークショップ(官民関係者約60名参加)を通じた取組の発信
	その他	・南スラウェシ州政府の巻き込み ・次期市長への本事業の概要の紹介 ・国家開発企画庁との情報共有
JCM 案件発掘・形成調査	市内交差点における自律分散型信号制御の導入事業	・交通量調査結果を踏まえた交通マイクロシミュレーションの実施による脱炭素効果及び経済効果の試算 ・市交通局職員との合同現地調査の実施
	電動バイク用バッテリー交換ステーションへの太陽光発電設備の導入事業	・PIN案のドラフト作成 ・民間 JCM への申請を念頭においた日本・インドネシア側 JCM 事務局との複数回の協議の実施
	セメント工場における廃熱回収発電設備の導入事業	・PT Semen Tonasa 提供データを踏まえた YUSA 会員企業による WHR の導入検討の開始
	市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入事業	・マカッサル市関係機関及び現地民間企業の建物省エネ技術のニーズ把握 ・現地財閥系企業(Kalla Group) 所有の複数施設へのアイフォーコム(Ifocom)の建物省エネ技術の導入検討の開始

出典：日本工営

6.2 次年度以降の活動方針

本年度の成果に加え、マカッサル市政府及び横浜市との協議を踏まえて、提案される次年度の事業内容案を表 6-2 に示す。

表 6-2 次年度の事業内容案

項目	内容
都市間連携活動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 横浜市の脱炭素先行地域における取組に関する知見・経験の共有（新政権に対し再度実施） ・ 横浜市のグリーンビルディング認証制度に係る知見・経験の共有（新政権に対し再度実施） ・ ASCC と併せた本邦招聘/研修の実施（継続）
JCM 案件発掘・形成調査 市内交差点における自律分散型信号制御の導入事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 信号機に係る認証制度・調達制度の詳細の確認（継続） ・ 現地企業との協業可能性を探るための現地信号メーカー及び州交通局・運輸省陸運総局地方事務所との協議（継続） ・ JCM 方法論の検討及び JCM 以外のスキームの活用可能性の検討（継続）
JCM 案件発掘・形成調査 バッテリー交換式電動バスの導入事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ マカッサル市における乗合バンに係る基礎情報の整理（運行台数、既存車両価格、所有権、運行実態等）（新規） ・ インドネシアにおける市場調査（競合となる EV メーカー及び販売価格帯、商習慣・参入障壁の有無の確認、ローカライズの必要性等）（新規） ・ 電動バスに係る許認可・認証制度の確認（新規）
JCM 案件発掘・形成調査 電動バイク用バッテリー交換ステーションへの太陽光発電設備の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間 JCM 申請に向けた関係機関との協議（継続） ・ 民間 JCM 申請の実施（新規）
JCM 案件発掘・形成調査 セメント工場における廃熱回収発電設備の導入事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ PT Semen Tonasa 所有のセメント工場への廃熱回収発電設備の導入に向けた提案書及び見積の作成（継続） ・ Semen Bosowa に対するアプローチ（継続）
JCM 案件発掘・形成調査 市内での再エネ利用設備および建物省エネ関連技術の導入事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ Kalla Group 所有施設への建物省エネ技術の導入に向けた詳細検討（JCM 設備補助事業の活用を念頭に）（継続） ・ 市内ホテル及び市関係機関のオフィスへの建物省エネ技術の導入に向けた検討の開始（新規） ・ 現地の公的機関及び民間企業に対する再エネ利用設備及び建物省エネ技術へのニーズ確認の継続（新規） ・ ビジネススキーム及び JCM 適用方法（設備補助事業または民間 JCM 他）の検討

出典：日本工営

以上