



環境省

令和3年度環境省委託

令和3年度
脱炭素社会実現のための
都市間連携事業委託業務

バンドン市における省エネルギー
促進、交通インフラシステム改善による
脱炭素都市形成支援事業
報告書

令和4年3月
(2022年)

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
川崎市

目次

第1章 業務概要	1-1
1.1 事業の目的	1-1
1.2 事業概要	1-1
1.3 実施体制	1-1
1.4 事業実施計画と今年度の実施工程	1-2
第2章 バンドン市の概要と気候変動に対する取り組み	2-1
2.1 バンドン市の概要	2-1
2.2 インドネシア及びバンドン市における気候変動に対する取り組み	2-1
2.2.1 インドネシアの気候変動対策	2-1
2.2.2 インドネシアの再エネ・省エネの取り組み	2-2
2.2.3 バンドン市の気候変動対策	2-3
2.2.4 バンドン市環境局戦略計画 2018-2023	2-4
2.2.5 バンドン市における省エネに関する取り組みの状況	2-6
第3章 バンドン市の施設・インフラシステムの省エネ促進	3-1
3.1 高効率空調設備への転換による省エネ促進	3-1
3.1.1 バンドン市傘下の市庁舎・病院・学校等の整理	3-1
3.1.2 空調設備に関する現状調査	3-6
3.1.3 更新計画の検討	3-11
3.1.4 JCM 設備補助を活用した事業化の可能性を検討	3-22
3.1.5 将来的なホテル・ショッピングモール等の民間施設への適用可能性を検討	3-23
3.1.6 ビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)の導入可能性を検討	3-24
3.2 LED 街路灯の普及促進の検討	3-26
3.2.1 バンドン市における街路照明の開発計画	3-26
3.2.2 バンドン市の街路照明及びLED 街路照明の普及状況	3-27
3.2.3 街路灯の更新計画の検討	3-31
第4章 モビリティ改善と大気汚染対策の検討	4-1
4.1 検討の背景	4-1
4.2 交通流の改善による交通渋滞緩和策	4-2
4.2.1 バンドン市の道路交通の現状と課題	4-2
4.2.2 国内の交通渋滞対策事例	4-10
4.3 大気汚染監視システム導入による大気質の改善	4-16
4.3.1 日本における大気監視の体系	4-16
4.3.2 川崎市における大気質監視の取り組み	4-18
4.4 本事業2年次の取り組み案	4-19

第 5 章 制度構築支援（グリーンビルディングの促進）	5-1
5.1 グリーンビルディングに係る日本及び川崎市の取り組み	5-1
5.1.1 日本のグリーンビルディングに関する政策・施策	5-1
5.1.2 グリーンビルディング推進に向けた川崎市の取り組み	5-3
5.2 グリーンビルディングに係るインドネシア及びバンドン市の取り組み	5-8
5.2.1 インドネシアのグリーンビルディングに関する政策・施策	5-8
5.2.2 グリーンビルディングに係るバンドン市の取り組み	5-10
5.3 グリーンビルディングの促進に係次年度の取り組み方針	5-12
第 6 章 オンラインワークショップの開催	6-1
6.1 第 1 回ワークショップ	6-2
6.2 第 2 回ワークショップ	6-3
6.3 第 3 回ワークショップ	6-4
6.4 第 4 回ワークショップ	6-5
6.5 本邦技術活用可能性の検討	6-6
6.5.1 かわさきグリーンイノベーションクラスタの概要	6-6
6.5.2 本調査におけるバンドン市への情報提供	6-7
附属資料	
第 1 回オンラインワークショップ議事録、発表資料	A1-1
第 2 回オンラインワークショップ議事録、発表資料	A2-1
第 3 回オンラインワークショップ議事録、発表資料	A3-1
第 4 回オンラインワークショップ議事録、発表資料	A4-1

図表リスト

図 1-1	事業実施体制	1-2
図 1-2	事業実施計画	1-2
図 2-1	バンドン市地図	2-1
図 3-1	Santosa Hospital の設置空調リスト	3-13
図 3-2	BEMS の概念図	3-25
図 3-3	空調設備メーカーによる設置機器のモニタリング方法	3-25
図 3-4	スカルノハッタ・バンドン通りの位置	3-27
図 3-5	現地視察（写真）	3-28
図 3-6	街路灯図例	3-28
図 3-7	市内地域別の街路照明数及び種別	3-30
図 3-8	LED 化によるシミュレーション	3-37
図 4-1	運輸部門の二酸化炭素排出量の推移（川崎市）	4-1
図 4-2	バンドン市の道路網	4-2
図 4-3	バンドン市の道路延長	4-2
図 4-4	車両登録台数	4-3
図 4-5	バンドン市内（アフリカ通り）の交通渋滞発生状況	4-3
図 4-6	アジア 500 万人以上の都市を対象にした道路混雑状況	4-4
図 4-7	混雑路線の位置図	4-5
図 4-8	CCTV 設置個所と CCTV 映像例	4-6
図 4-9	BRT 路線図	4-7
図 4-10	公共交通網の将来計画（2030 年）	4-9
図 4-11	交通渋滞対策に係る施策の体系	4-11
図 4-12	Web を活用した車両管理によるエコドライブの推進	4-14
図 4-13	かわさき自動車環境対策における交通量対策・交通流対策の取り組みメニュー	4-15
図 4-14	日本の大気常時監視の体系	4-17
図 4-15	大気常時監視のシステム構成	4-17
図 4-16	測定局の外観・測定局周辺の道路状況	4-18
図 4-17	川崎市の大気データ開示例	4-18
図 4-18	モニタリング調査実施に向けた検討フロー	4-21
図 5-1	環境性能効率（BEE）の概念	5-3
図 5-2	川崎市グリーンボンドにより実施された本庁舎等建事業	5-4
図 5-3	CASBEE 川崎の環境配慮項目	5-6
図 5-4	各ステークホルダーによる CASBEE 川崎の活用	5-7
図 5-5	バンドン市におけるグリーンビルディング推進のための取り組み	5-10
図 5-6	カルッツかわさき（左）とインドネシアにおけるグリーンビルディング建築物	5-13

図 6-1	かわさき GIC の概念図	6-6
表 1-1	実施工程	1-3
表 2-1	インドネシアのセクター・シナリオ別 GHG 排出予測値	2-2
表 2-2	各部門の省エネ目標と取り組み	2-3
表 2-3	バンドン市の GHG 排出量削減に向けた各分野の取り組み	2-4
表 2-4	バンドン市の環境局戦略計画における 2014~2018 年の施策の達成状況	2-5
表 2-5	今後の取り組み方針	2-5
表 3-1	チラー更改の省エネ効果試算	3-2
表 3-2	顧客種類別の電力販売の推移	3-2
表 3-3	バンドン市の年間気温の推移	3-3
表 3-4	バンドン市傘下の検討が想定される施設	3-4
表 3-5	バンドン市公立病院一覧	3-5
表 3-6	バンドン市地域総合病院の概要表	3-6
表 3-7	バンドン市地域総合病院の空調設備リスト	3-7
表 3-8	用語の定義	3-11
表 3-9	方法論の概要	3-12
表 3-10	「ID_AM004」における適格性要件	3-12
表 3-11	方法論に位置づけられたモニタリング方法	3-13
表 3-12	導入設備・機器の仕様（リファレンス）	3-14
表 3-13	導入設備・機器の仕様（プロジェクト）	3-14
表 3-14	更新機器の仕様	3-15
表 3-15	削減効果試算に係る項目及び設定の考え方	3-20
表 3-16	排出量削減見込み量と費用対効果	3-22
表 3-17	次年度以降実施すべき事項及び成果（案）	3-23
表 3-18	JCM 設備補助事業の活用を想定した病院施設の条件整理	3-23
表 3-19	バンドン市内の病院一覧	3-24
表 3-20	街路照明の安全確保に関する法律と規制	3-26
表 3-21	街路照明の管轄省及び役割	3-26
表 3-22	バンドン市内の道路状況等	3-27
表 3-23	市の街路照明に関する年次分割設置目標と予算計画	3-29
表 3-24	2021 年度市予算での OM の地域別予算配分	3-29
表 3-25	ガイドラインに示されている街路灯照明の種類	3-31
表 3-26	ガイドラインに示されている街路灯設置の規定：照明器具タイプ A...	3-32
表 3-27	ガイドラインに示されている街路灯設置の規定：照明器具タイプ B...	3-32
表 3-28	LED 照明設備導入（更新）の指標	3-33
表 3-29	種別ごとの LED 更改による使用電力削減量の算出	3-33
表 3-30	種別ごとの LED 更改による使用電力削減量の算出	3-34
表 3-31	LED 街路灯適格基準	3-34
表 3-32	方法論に位置付けられたモニタリング方法	3-35

表 3-33	LED 街路灯機器の発光効率の設定	3-36
表 3-34	LED 街路照明導入による CO2 削減効果の試算 (1/2)	3-36
表 3-35	LED 街路照明導入による CO2 削減効果の試算 (2/2)	3-37
表 4-1	市内道路の混雑状況	4-4
表 4-2	混雑路線の混雑度・速度	4-5
表 4-3	ダムリ (大型バス) の運行概要	4-7
表 4-4	アンコット (ミニバス) 路線	4-8
表 4-5	道路交通情報提供 (例)	4-11
表 4-6	エコドライブの推進策 (例)	4-13
表 4-7	公共交通の利用促進策 (例)	4-14
表 4-8	大気汚染物質の環境基準	4-16
表 4-9	川崎市の大気汚染等に対する主な取り組みに関する経緯	4-19
表 4-10	次年度取り組み (案)	4-20
表 4-11	2020 年の KPI データ	4-21
表 4-12	大気モニタリングの主な測定方法	4-21
表 5-1	BELS の評価基準と表示マーク	5-2
表 5-2	届出の対象となる建築物と分譲共同住宅環境性能表示	5-5
表 5-3	CASBEE 川崎と連携した助成制度・金利優遇	5-7
表 5-4	インドネシアにおけるグリーンビルディング関連の政策	5-9
表 5-5	バンドン市のグリーンビルディング規則	5-11
表 5-6	グリーンビルディングに係る 2016 年市長令と 2021 年行政令の比較	5-12
表 6-1	ワークショップ開催の実績一覧	6-1
表 6-2	かわさきグリーンイノベーションクラスタの会員企業及び団体等	6-6
表 6-3	本年度調査における情報提供内容	6-7

略語表

略語	正式名称	日本語
BEMS	Building and Energy Management System	ビルエネルギーマネジメントシステム
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CCTV	Closed Circuit Television	監視カメラ
COP	Coefficient of Performance	エネルギー消費効率
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
MEPS	Minimum Energy Performance Standard	最低エネルギー効率基準
TOD	Transit Oriented Development	公共交通指向型開発
ZEB	Net Zero Energy Buildings	ネット・ゼロ・エネルギー・ビル
ZEH	Net Zero Energy House	ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス

第1章 業務概要

1.1 事業の目的

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、CO2排出実質ゼロを宣言する自治体は300以上にまで急増している。

上述の通り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り組みを支援する動きが強化されてきている。

また、現下の新型コロナウイルス感染拡大の状況下において、都市は感染拡大関連の課題に対処すると同時に、持続可能な開発を達成するための新たな方策についての再調整や検討を迫られており、都市間の連携による新たな手法、新たな都市の構築が極めて重要である。

本事業では、日本の研究機関・民間企業・大学等が、脱炭素・低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・低炭素社会形成への取り組み、および脱炭素・低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。

1.2 事業概要

委託業務名：令和3年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

(バンドン市における省エネルギー促進、交通インフラシステム改善による脱炭素都市形成支援事業)

履行期間：令和3年9月1日～令和4年3月10日

発注者：環境省 地球環境局 国際連携課 国際協力・環境インフラ戦略室

受託者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ

1.3 実施体制

本事業は、川崎市と、バンドン市の国際協力室、環境局、交通局を中心に実施した。川崎市とバンドン市は、川崎市が主催した第3回アジア・太平洋エコビジネスフォーラム(2007年)への参加を契機に、その後の毎年のフォーラムへの参加を通じて、先進的な環境技術や国内外の環境施策の情報交換を継続している。また2014年度と2015年度に「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」を実施し、建物への省エネ設備の導入、街路灯のLED化、廃棄物処理、商業施設へのエネルギー管理システム導入に係る調査を実施した実績がある。両市は、2016年2月に「低炭素で持続可能な都市形成に向けた都

市間連携事業に関する覚書」を締結して、JICA草の根技術支援事業や環境省のプログラムを活用した、主に廃棄物管理能力向上や河川の水質改善プロジェクトを実施してきた。また川崎市は「かわさきグリーンイノベーションクラスター」により、市の環境技術・環境産業を生かした地域経済の活性化と国際貢献を推進しており、本事業においても会員事業者の協力を得て、省エネ機器の技術的知見が共有された。2020年2月には、持続可能な都市形成に向けた連携をより一層推進するため、新たな覚書を締結して、これまで取り組んできた廃棄物管理、水環境管理に加えて、大気質管理の促進を目指している。

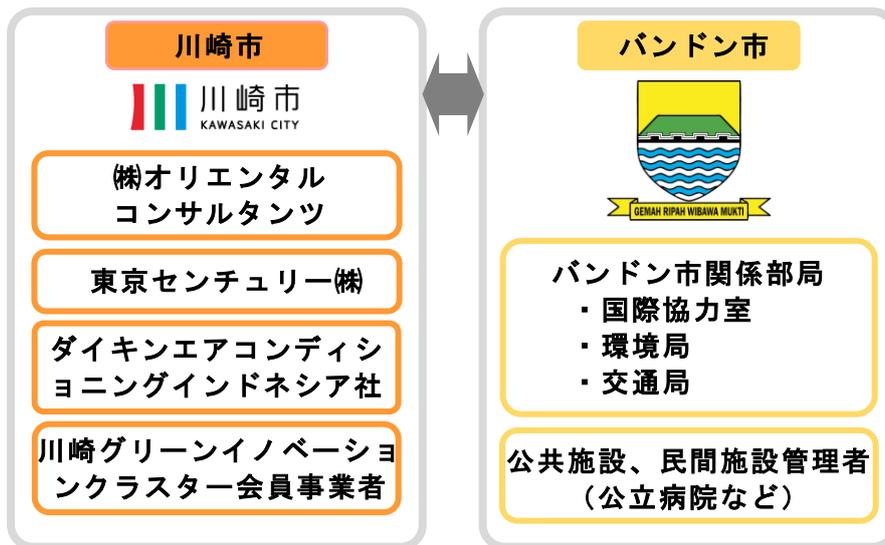


図 1-1 事業実施体制

1.4 事業実施計画と今年度の実施工程

本事業は、2021年度に策定した3年計画に基づき1年次目の事業として実施した。



図 1-2 事業実施計画

本事業では、バンドン市の低炭素化に向けた諸施策の中で、優先順位が高くGHG排出削減効果が見込める高効率空調設備への転換、街路灯のLED化、グリーンビルディングの普及促進と共に、川崎市—バンドン市の覚書の中で未着手となっている大気汚染の改善について、その要因となっている交通渋滞の緩和や大気質監視システムの導入に資する調査を実施する。

表 1-1 実施工程

項目	2021年				2022年		
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
打合せ・報告	キックオフ ミーティング ▲			中間報告 ▲		最終報告 ▲	
①バンドン市の施設・インフラシステムの省エネ促進							
【高効率空調設備への転換による省エネ促進】							
－対象施設のスクリーニング、空調設備に関する現状調査		←	←	←	←	←	←
－更新計画の検討					←	←	←
－ビジネスモデルの検討、JCM設備補助の活用検討						←	←
【LED街路灯の普及促進の検討】							
－バンドン市の街路灯システムの把握、LED転換計画の把握			←	←	←	←	←
－転換計画の検討、スマート化に向けた提案					←	←	←
－ビジネスモデルの検討、JCM設備補助の活用検討						←	←
②交通渋滞の緩和と大気汚染の改善							
－交通状況の現状把握		←	←	←	←	←	←
－大気汚染モニタリングシステムの概要把握		←	←	←	←	←	←
－対応施策案、導入事例の紹介					←	←	←
－課題、ニーズの把握						←	←
③制度構築支援（グリーンビルディングの促進）							
－グリーンビルディング・ガイドライン政策・施策の把握		←	←	←	←	←	←
－川崎市のグリーンビルディング施策、CASBEE川崎の紹介				←	←	←	←
－課題、ニーズの把握						←	←
オンラインワークショップの開催		▲ 第1回		▲ 第2回	▲ 第3回	▲ 第4回	
月次報告	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
報告書作成				←	←	←	▲ 提出

履行期間：令和3年9月1日～令和4年3月10日

第2章 バンドン市の概要と気候変動に対する取り組み

2.1 バンドン市の概要

バンドン市は、ジャワ島西部に位置する西ジャワ州の州都で、首都ジャカルタの東南約200kmに位置し、市域面積は167.31km²、市内に30の郡（Kacamatan）がある。標高が700～800mと高く、インドネシアの他の地域より一年を通して涼しい気候である。人口は約244万人で、ジャカルタ、スラバヤに次いで3番目に多い。人口密度はジャカルタが約16,700人/km²、バンドンが約14,600人/km²である。

実質GDP成長率は、2019年まで約7%と、インドネシア全体の平均5%に比べて高く、国の経済発展を牽引する重要な役割を担っている。主な産業は、繊維（全体の約35%）、衣料（15%）、食品（12%）分野（2020年バンドン市産業通産局）であり工場も多い。古くから西ジャワ州の政治・経済・文化の中心地として発展してきた歴史があり、20校以上の大学をもつ学園都市でもある。



出典：OpenStreetMap

図 2-1 バンドン市地図

2.2 インドネシア及びバンドン市における気候変動に対する取り組み

2.2.1 インドネシアの気候変動対策

インドネシアは、2018年時点でASEANの温室効果ガス（GHG）排出量の約半分を占めている。（出典：「インドネシアにおける脱炭素政策」公益財団法人国際通貨研究所、2021年）森林の伐採や泥炭地からのCO₂排出が大きな要因となっており、CO₂排出量のみを見ると、2018年時点で世界全体の1.6%を占め、世界9位のGHG排出国である。近年はエネルギー由来のGHG排出量が増加しており、同国エネルギー・鉱業省によると、1990年から2014年にかけて発電量は5倍以上に増加、2017年の時点でエネルギー由来からのGHG排出量は全体の50%を超えている。このような背景のもと、インドネシアは2011年に大統領令61号により「国家温室効果ガス排出削減行動計画（RAN-GRK）」を策定し、5つの優先分野（農業、森林・泥炭地、エネルギー・運輸、産業、廃棄物）を対象に、GHG排出削減目標と対象となる行動範囲を明確化した。2013年までには全ての州政府が、地域別の

「GHG 排出削減行動計画（RAD-GRK）」を制定した。2021 年 4 月には、RAN-GRK に関する 2011 年第 61 号大統領令を更新する意向を発表し、2030 年までの目標達成のための地域レベルでの取り組みの重要性にも言及しており、州や市レベルが主体となって対策に取り組めるよう、予算確保も進められる予定である。

2015 年 9 月、国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）に先立ち、インドネシアは国連気候変動枠組条約（UNFCCC）事務局に大幅な CO2 削減を目標とする約束草案（INDC）を提出した。2021 年 11 月の COP26 に先立ち同年 7 月には、そのアップデート版である国が決定する貢献（NDC）と「2050 年低炭素・気候強靱化のための長期戦略（LTS-LCCR 2050 : Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050）」を UNFCCC に提出した。NDC 改訂版では、2030 年までに GHG 排出量を無条件で BAU 比 29%削減、国際的な支援があることを条件として 2030 年までに BAU 比 41%削減を目指すことが示されている。また COP26 首脳会合では、2030 年までに GHG 排出をネットで低下させ、2060 年までにカーボンニュートラルを達成する目標を表明し、従来示していた 2070 年から 10 年前倒した。

表 2-1 インドネシアのセクター・シナリオ別 GHG 排出予測値

セクター	GHG 排出レベル (2010 年) Mt-CO2E	GHG 排出レベル (2030 年)			GHG 排出削減			
		Mt-CO2E			Mt-CO2E			
		BAU	CM1	CM2	CM1	CM2	CM1	CM2
エネルギー	453.2	1,669	1,355	1,223	314	446	11%	15.5%
廃棄物	88	296	285	256	11	40	0.38%	1.4%
工業プロセスおよび製品の使用 (IPPU)	36	70	67	66	3	3.25	0.1%	0.11%
農業	111	120	110	116	9	4	0.32%	0.13%
林業・その他土地利用 (FOLU)	647	714	217	22	497	692	17.2%	24.1%
合計	1,334	2,869	2,034	1,683	834	1,185	29%	41%

BAU：特段の対策のない場合、CM1：国際支援なしの場合、CM2：国際支援を受ける場合

出典：インドネシア NDC 更新版より調査団作成

インドネシアにおいては、国として自治体レベルの取り組みをしているがゆえに、コミュニティレベルでの気候変動対策として、環境林業省（KLHK）によるイニシアティブ「ProKlim (Climate Village Program)」がある。ProKlim は村あるいは小規模のコミュニティ単位で、気候変動緩和や適応に向けた行動を推奨するもので、その積極的な実施を評価し、気候変動に対応する村として認定されたコミュニティには、報奨金が提供される。バンドン市でも複数のコミュニティが認定されており、具体的には水資源の保護、緑化、バイオガスの実用化、廃棄物管理などが行われている。

2.2.2 インドネシアの再エネ・省エネの取り組み

インドネシアは上述の NDC の目標達成に向け、再生可能エネルギーへの転換促進とエネルギーの効率化・省エネルギーを主軸に排出削減に取り組んでいる。エネルギー分野で

は、再生可能エネルギーの構成割合の増加が重要なポイントになっており、2025年までに最低でも23%、2050年までに最低31%の電力を再生可能エネルギーで賄うことが目標に掲げられている。現状では、石炭由来の発電割合が50%以上を占め、再生可能エネルギーが占める割合は20%に満たないが、今後、地熱、水力、バイオマス、太陽光、風力と多岐に渡る電源の開発を進める計画である。

省エネルギーに関しては「エネルギーに関する法律（2007年第30号）」や「省エネルギーに関する政令（2009年第70号）」を根幹に、「国家省エネルギーマスタープラン(RIKEN)」を策定し、2025年までの各部門におけるエネルギー消費削減目標を、業務部門（15%）、家庭部門（15%）、産業部門（17%）、運輸部門（20%）としている。各部門の目標達成に向けた取り組みを表2-2に示す。

表 2-2 各部門の省エネ目標と取り組み

部門／目標	施策・取り組み
業務部門 省エネ目標：15%	<ul style="list-style-type: none"> 大規模業務ビルのエネルギー管理制度：（省エネルギー規則政令 No.70/2009）エネルギー管理士の指名、省エネルギープログラムの実施、エネルギー監査の実施、省エネルギー計画と手段を政府に対して報告する義務がある。 建築物の省エネルギー基準：インドネシア国家基準（SNIs）
家庭部門 省エネ目標：15%	<ul style="list-style-type: none"> 最低エネルギー性能基準（MEPS）：対象は空調機器と電球型蛍光灯、冷蔵庫、扇風機など。以後も対象は拡充される予定。 省エネラベル制度：最低基準となるMEPSを星1つとして最高4つまでランク付け。 電気料金の改定、節電要請
産業部門 省エネ目標：17%	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー管理制度：省エネルギー規則政令 No.70/2009
運輸部門 省エネ目標：20%	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッド自動車、電気自動車を含む低炭素排出（LCEV）自動車プログラム 交通手段におけるバイオ燃料の導入

出典：「平成29年度新興国等における省エネルギー対策・再生可能エネルギー導入促進等に資する事業」報告書より調査団作成

2.2.3 バンドン市の気候変動対策

「国家温室効果ガス排出削減行動計画（RAN-GRK）」に基づき、バンドン市が属する西ジャワ州が2012年に策定した「温室効果ガス排出削減行動計画」（RAD-GRK）では、①省エネルギー技術の適用、②クリーンな燃料の使用、③再生可能エネルギー利用（特に中小規模）の強化が掲げられている。また西ジャワ州では、エネルギー鉱物資源省（MEMR）令 No.13/2012 の発令以降、省エネを推進しエネルギー消費量を20%削減する目標を掲げ、まずは政府系建物の省エネ活動を義務付けている。この中には、本事業で検討するエネルギー効率の高い空調設備の導入や、白熱灯の省エネ型ランプへの置換も含まれている。

バンドン市は、インドネシアの中でも気候変動対策について率先した取り組みを続けており、ASEAN環境的に持続可能な都市賞（2011年）や、環境に関する国家名誉賞であるアディプラ賞（2017年）の受賞等、国内外で高く評価されている。本事業で実施したワークショップでは、GHG排出量の削減に向けてバンドン市が重点的に取り組む分野として、①

エネルギー生産と消費、②工業プロセス及び製品使用、③農業、林業、土地利用の変化、④廃棄物管理の4分野を、国の方針に沿った形で進めていることを確認した。

しかしながらGHG排出量の算定については限定的であり、例えば廃棄物管理については処理施設がバンドン市外にあるため推計の対象外になっており、工業部門からの排出量についてはデータの入手が困難なため算定されていなかった。エネルギー部門についても、データの取得が可能であった一部の公共交通についてのみ算定が行われているのが現状であった。

表 2-3 バンドン市の GHG 排出量削減に向けた各分野の取り組み

分野	取り組み
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政府管轄の建物のエネルギー管理 ・ 家庭・商業セクターの灯油から LPG への転換 ・ 交通分野における交通管制と安全プログラムの実施 ・ GHG 排出量 (2020 年度) : 1,753.899 Gg-CO2eq.
廃棄物管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物マスタープランの策定 ・ 3R によるゴミ削減プログラム ・ GHG 排出量 (2020 年度) : 112.564 Gg-CO2eq.
工業プロセス及び製品使用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学、金属、鉱物、電子産業等における排出量削減 ・ 2020 年度の GHG 排出量は算定されていない。
農業、林業、土地利用の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土地利用最適化プログラム ・ 生産性向上プログラム ・ GHG 排出量 (2020 年度) : 67.66 Gg-CO2eq.

出典：第 1 回ワークショップのバンドン市発表資料より調査団作成

2.2.4 バンドン市環境局戦略計画 2018-2023

バンドン市の「環境局戦略計画2018-2023」は、国の「国家中期開発計画 (RPJMN)」の中で選定された都市で計画するものであり、中期開発計画で示された内容を、都市レベルで実行していくためのガイドラインの位置づけである。この中ではまず、2014~2018年の施策の達成状況 (表2-4) が示されており、これらの成果を踏まえた今後の取り組み方針 (

表2-5) が示されている。予算実行の面からは、2014~2018年の環境局の活動実績は予算の85%に留まっており、その要因として、調達手続きの遅れによるインフラ整備の滞り、組織の人員不足、計画立案プロセスが構造化されていないことなどが挙げられている。

GHG 排出量の削減については、目標を上回る成果を出しており、2023 年には 9%の削減目標 (前年比) を掲げている。GHG の排出が最も多いのは交通分野であり、バイクや乗合いミニバス利用の推奨、車両乗入れ規制地区の設定などの施策を実施している。また都市計画の観点からも、道路機能の保護、道路交通管理、大量公共輸送システムの開発を優先することが示されている。本事業で実施したワークショップでは、市内数か所での自動車からの排ガス試験や、大気質モニタリングを実施していることを確認している。大気質モニタリングに関しては、現状では観測地点が 4 か所のみであり市域の全容を把握しているとは言い難い。汚染源やその経年変化の把握、そして効果的な大気汚染対策の実施には、観測地点の追加とともに、川崎市で実施しているような自動測定機とセンターによるモニタリングシステムの構築が有効である。

表 2-4 バンドン市の環境局戦略計画における 2014～2018 年の施策の達成状況

No.	項目	内容
【達成】		
1	大気質の基準の達成	モニタリング地点における大気質が、基準を満たしているかについて、2014～2018年を通じて達成。 (ただしモニタリング地点は、現状では4か所のみ)
2	GHG排出量の削減	GHG排出量は、2014～2018年を通じて削減を達成。 2014年：目標2%→6.38%削減 2015年：目標2%→5%削減 2016年：目標6%→7%削減 2017年：目標8%→9%削減 2018年：目標10%→10.7%削減
3	3Rによるごみ処理	3R (Reduce, Reuse, Recycle) により管理されているごみは、2014～2017年はほぼ100%であったが、2018年は約73%に留まった
4	保護水源の割合	保護されている水源の数は、2014～2018年を通じて達成
【未達成】		
5	河川の水質改善	政令No.82/2001による水質基準によると、バンドン市内の46河川のうち、18河川は「軽度の汚染」、28河川が「中度の汚染」に分類される
6	埋立てによる廃棄物処理	予定されていた廃棄物発電所が建設されておらず、発電に用いられるべき廃棄物は埋立て処理されている
7	廃棄物のエネルギー転換利用	

出典：「バンドン市環境局戦略計画2018-2023」より調査団作成

表 2-5 今後の取り組み方針

No.	項目	内容
1	大気質の基準の達成	目標は達しているものの、環境指数 (IKLH) の規準では「あまり良くない」のレベルであり、改善とモニタリングを継続
2	GHG排出量の削減	以下の削減目標を掲げて実施。ごみ・廃棄物処理セクターからの排出・削減量の把握が重要。 2019年：7% 2023年：9%
3	3Rによるごみ処理	さらなる改善のポテンシャルがあり、管理の範囲を拡大
4	保護水源の割合	水源の確保は十分になされており、今後は上水としての供給管理が課題
5	河川の水質改善	河川の水質は危機的状況であり、水質モニタリングや市民への啓蒙活動などを実施
6	埋立てによる廃棄物処理	戦略的目標として、住環境の質の向上とともに「廃棄物管理の対象範囲拡大」を掲げ、廃棄物処理インフラの強化、バイオガスのF/S調査を実施
7	廃棄物のエネルギー転換利用	

出典：「バンドン市環境局戦略計画2018-2023」より調査団作成

2.2.5 バンドン市における省エネに関する取り組みの状況

バンドン市のある西ジャワ州の GHG 排出削減に係る地方行動計画では、バンドン市の 151 地区のうち三分の一にあたる 56 地区が気候変動による影響を受けるとされている。特に以下の 4 項目が課題として挙げられる。

- 1) 未処分のまま放置される廃棄物
- 2) スラム人口の増加
- 3) エネルギーへの十分なアクセスが整備されていない、緑地が少ない
- 4) 気候変動問題に対応する組織・機関が存在しない

バンドン市の 2013 年の電力供給率は 90%と全国平均に比べて高い。しかし、配電網の整備がまだ不十分で、運用・保守に関わるコストが高く、需給バランスが取れていないため、地域によっては供給過多あるいは供給不足の問題が見られることもある。

近年ではソロ市やデンパサール市と並んでエコ・シティとして認知され始めており、インドネシア政府による LED 街路灯の省エネ化を対象としたパイロット事業に選定され、スマートメーターを搭載した街路灯を市内に設置するなど、データ収集・分析に協力している。

他にもエネルギー鉱物資源省からの補助金により市役所、病院、政府の研究施設、ショッピングモールにおいてエネルギー使用方法の改善策についての監査が実施され、コンサルタントの提言による節電措置が実行されている。

バンドン市では、上記の取り組みをはじめ、西ジャワ州の省エネルギー目標への貢献要求に対応するため節電意識の向上に取り組んでおり、今後も地道な活動が続くものとみられる。

第3章 バンドン市の施設・インフラシステムの省エネ促進

3.1 高効率空調設備への転換による省エネ促進

3.1.1 バンドン市傘下の市庁舎・病院・学校等の整理

(1) インドネシア国における空調設備の動向の整理

近年エアコンは世界中で生活に欠かせないインフラの一部となっている。しかしながら、国際エネルギー機関(IEA)のテクノロジーレポート「The Future of Cooling (2018年5月)」によれば、今日エアコンを保有している世帯は世界全体の3分の1程度であり、特に30億人近い人口が居住する熱帯地域におけるエアコン普及率は僅か8%程度と報告されている。今後人口増加や経済発展により、エアコンの台数は2050年には約3倍に増加、世界の約3分の2の世帯がエアコンを利用するような見通しである。他方、開発途上国では今後の経済発展の加速に伴い、エネルギー消費量が大幅に増加することが見込まれており、今後、世界的にエネルギー需給が逼迫すると懸念されている。

特に熱帯地域においては、電力消費におけるエアコンの負荷が大きく、前述のIEAのレポートではピーク時には45%に達する可能性があると報告されている。省エネルギー性能の高い高効率空調設備インバータエアコンの普及率を向上させることで、エネルギー消費量の抑制と環境負荷の軽減に大きく貢献することが可能である。インバータエアコンは、インバータ技術を用いた最適運転により、インバータなしのエアコンに比べて消費電力を約58%削減できる(メーカー調べ)。また、家庭用ルームエアコンのみならず、業務用エアコンやビル用マルチエアコンにおいても、インバータ技術や高度の制御技術の採用により省エネルギーを達成できる。以上より、エネルギー削減効果の大きい高効率空調設備への転換はバンドン市の省エネ施策に合致している。

日本冷凍空調工業会の「世界のエアコン需要推定」によれば、2018年のインドネシア国におけるエアコン需要は約234万台であった。アセアン諸国の中では最大の需要数である。この内、96%にあたる225万台が家庭用のルームエアコンである。空調メーカーへのヒアリング結果は、日系メーカー4社で50%以上のシェアを有しており、バンドン市の市場規模は年間約10万台とのことであった。インドネシア国では、いまだに価格の安い非インバータのエアコンも販売されているが、日系メーカーが主力とするのは省エネ効率の高いインバータエアコンであり、JCM設備補助事業を活用した日系メーカーとの連携により温室効果ガス(以下、「GHG」という)排出削減に大きく貢献できる。

バンドン市においては、後述(2)の通り、バンドン市における建物の空調更新及び街路灯照明のLED化の調査が行われ、省エネ技術導入のターゲットとして具体的に検討されてきた。それら状況もふまえて、バンドン市との協議に基づき、本事業1年次において、バンドン市内の施設の内、バンドン市内の公立病院を対象として、高効率空調設備への転換を検討する。あわせて、市庁舎、学校、その他市営の施設、民間施設での空調設備のインバータエアコンへの更新可能性を調査する。

(2) 平成 26 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の整理

平成 26 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（以下、「過年度調査」という）では、バンドン市政府が候補として挙げた建物の現地調査を行い、空冷チラーを水冷チラーに更改することにより CO2 削減効果の期待できる Trans Studio Mall を省エネ診断の対象施設に選定した。

Trans Studio Mall はショッピングモールであり、建物全体の空調用熱源の電力消費量の割合が高いと考えられる。また、建物竣工以来、空調用の熱源は更改されていないため、機器の陳腐化及び劣化が顕著であり、水冷チラーへの更改が有効であると考えた。空冷チラーを水冷チラーに更改した場合の温室効果排出削減に関する検討結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 チラー更改の省エネ効果試算

項目	単位	既存	更改
チラータイプ	-	空冷チラー	水冷ターボ冷凍機
冷却能力	kW	1,165	1,197
数量	-	6	6
消費電力	kW	524	187
効率	kW/Tr	1.58	0.55

項目	値
既存チラー電力消費量	8,262MWh/year
更改チラー電力消費量（付帯設備含む）	4,423MWh/year
電力消費削減量（既存チラーからの削減として）	3,839MWh/year
CO2 排出削減量「(JCM ID AM002 Ver1.0 による)」	475t-CO2/year
設備投資額	314（百万円）
費用対効果（耐用年数 15 年で試算）	44,070 円/t-CO2

出典：平成 26 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
（公財）地球環境戦略研究機関/（一財）日本環境衛生センター/川崎市

大規模普及における温室効果削減ポテンシャルを検討した時、建物の省エネは、商業施設において空調用チラーの更新により、エネルギー起源の CO2 排出量を削減できることがわかった。表 3-2 のバンドン市内における部門別の電力消費量を 2005 年から 2012 年にわたる傾向に基づき、商業系でのエネルギー起源 CO2 を推測すると、今回の調査で検討した温室効果削減スキームをインドネシア全土へ展開することが可能であると考えられる。

表 3-2 顧客種類別の電力販売の推移

部門別	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
家庭	41,182	43,754	47,324	50,184	54,945	59,825	65,110	72,132
商業	15,980	18,415	20,608	22,926	24,825	27,157	28,309	30,989
産業	42,453	43,615	45,802	47,969	46,204	50,985	54,725	60,176
公共	7,417	6,825	7,510	7,940	8,607	9,330	9,848	10,694
合計	107,032	112,069	121,246	129,019	134,581	147,297	157,992	173,991

出典：PLN Annual Report 2009、PLN Annual Report 2012（PLN、2009 年、2012 年）

2012 年をベースにすると、商業系におけるエネルギー起源 CO2 は 0.81[t-CO2/MWh]とすると、25,225,046[t-CO2/年]となる。このうち、大規模商業施設の消費する電力が 20%だと仮定した場合、そのうち照明・空調用熱源の占める割合が 50%として、その効率を 20%向上させると、504,500[t-CO2/年]の削減効果が期待できる。

(3) バンドン市の気候特性の整理

空調設備は、外気温に関わりなく設置部屋の温度を一定に保つために導入される。そのため、空調設備利用は、対象地の外気温に関係することから空調設備の更新検討の前提条件となるバンドン市における平均気温等を表 3-3 に示す。

バンドン市は、日中の気温が約 27～28℃、夜間が約 17～18℃であり、熱帯モンスーン気候に属するが年間を通じて涼しく過ごしやすい環境である。

表 3-3 バンドン市の年間気温の推移
(フセイン・サストラネガラ空港、気温 1972～94 年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均最高気温	27.2	26.7	27.2	27.8	27.8	27.8	27.8	28.3	28.9	28.9	27.8	27.2	27.8
日平均気温	23.3	23.1	23.3	23.6	23.3	22.8	22.5	22.8	23.3	23.6	23.3	23.3	23.2
平均最低気温	19.4	19.4	19.4	19.4	18.9	17.8	17.2	17.2	17.8	18.3	18.9	19.4	18.6

出典：Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial

日本国では、「建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、「建築物衛生法」という）」において温度基準の範囲内（17℃以上 28℃以下）で空調設備の温度設定を行うこととしている（夏期：28℃、冬期：20℃推奨）。本基準に照らした場合、バンドン市内においては、気温制御のための空調設備利用時間が少ないものと考えられる。

以上のような条件を踏まえ、高効率空調設備により高い GHG 削減効果が得られる設置環境や用途を検討の上、導入施設を検討する。

(4) バンドン市内の検討対象の整理

前項を踏まえ、バンドン市内の公立施設のうち、空調設備の長時間稼働等が想定される施設として、バンドン市と協議の上、表 3-4 に示す 3 種類の施設（バンドン市公立病院、州立中学校内のコンピューターラボ等）を抽出した。

表 3-4 バンドン市傘下の検討が想定される施設

施設	施設数	施設例
バンドン市公立病院	9 施設	 Dr. Hasan Sadikin Central General Hospital
州立中学校内のコンピューターラボ	4 施設	 Bandung Independent School
バンドン市総合サービス部局	1 施設	 DPMPTSP Kota Bandung

GHG 削減効果及び費用対効果の確保を考えた場合、以下の条件に適合する施設の抽出が重要である。

- ①方法論に合致した施設・機器の導入ニーズがあること
- ②削減効果は交換台数に比例して増大するため、大規模施設または空調利用台数が多い
- ③削減効果は稼働時間及び稼働日数に比例して増大するため、空調設備の稼働時間が長い

(5) GHG 削減効果の見込める施設の抽出

前項までの整理を踏まえ、高効率空調設備への転換による省エネ促進を図る施設として、病院施設を抽出した。バンドン市の公立病院を表 3-5 に示す。

表 3-5 バンドン市公立病院一覧

No.	施設名称	概要	外観
1	Dr. Hasan Sadikin Central General Hospital	地下～7階までの8階建て (1920年にオランダ政府が 建設し1923年に完成。)	
2	Rumah Sakit Kebon Jati	3階建て(1943年頃に中国 のコミュニティ協会により 建設、1948年に施設を追 加後、1968年に3階建て に増築。)	
3	Santosa Hospital Bandung Central	2006年に建設。総建築面積 38,728 m ² 、地上9階、2つ の地下駐車場を有する	
4	Rumah Sakit Umun Bangsu	1949年より Jl. Guntur から 移り運営。3,200m ² 、2階建 て、病床数50	
5	Immanuel Hospital Bandung	1910年設立	
6	Monalisa	3階建て	
7	Muhammadiyah Hospital Bandung	1968年建設、6階建て	
8	Bandung Advent Hospital	1950年に設立、1963年に 現在の建物での運営を開始 (築年数不明)。3階建て、 病床数254	
9	Bandung City Regional General Hospital	1993年設立、2階建て	

3.1.2 空調設備に関する現状調査

(1) バンドン市内の公立病院の対象施設選定

前項までに整理したバンドン市内の公立病院についてバンドン市と協議した結果、今年度調査・検討の対象として「バンドン市地域総合病院（RUSD）」を抽出した。施設概要を表 3-6 に示す。

表 3-6 バンドン市地域総合病院の概要表

		
施設空撮	施設外観	施設内観
外来診療科目等		
1. 内科	2. 小児科	
3. 小児外科	4. 産婦人科	
5. 一般外科	6. 口腔外科	
7. 整形外科	8. ニューロスペシャリスト	
9. 脳神経外科	10. 耳鼻咽喉科	
11. 眼の専門医	12. 皮膚科	
13. 矯正歯科	14. 心臓専門医	
15. 泌尿器科	16. メンタルヘルススペシャリスト	
17. EEG ポリクリニック	18. 鍼灸クリニック	
19. 総合クリニック	20. 歯科及び口腔クリニック	
21. VCT&CST クリニック(HIV/AIDS)	22. 栄養コンサルティングサービス	
23. DOTS サービス	24. カウンセリングサービス/医薬品情報(PIO)	
入院関連※ () 内の数字はベッド数：296床		
1. VVIP ルーム(ジュニアスイート) (2)	2. VIP ルーム (2)	
3. Classroom I (16)	4. クラス II (91)	
5. クラス III ルアン (108)	6. ICU 室 (8)	
7. PICU/NICU 室 (5)	8. ルーム OK (運用アクション) (6)	
9. 分娩室 (11)	10. 救急処置室 (26)	
11. HD ルーム (11)	12. 医療リハビリテーション室 (10)	

(2) 対象施設の空調設備の調査

対象施設における空調設備の設置台数及び機器情報については、現地関係者による協力のもと遠隔調査を実施して、バンドン市地域総合病院における空調設備の設置状況として 213 機を確認した。詳細を表 3-7 に示す。

表 3-7 バンドン市地域総合病院の空調設備リスト

No	Location	Name/Type of Item	Brand	Type	Year of Procurement
1	Pharmacy Store	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
2	Pharmacy Depot	AC Split 1 PK	LG	S09LFG-2	2011
3	Pharmacy Store	AC Split 1 PK	Panasonic		2015
4	Flamboyant Room/ Doctor Room	AC Split 1 PK	LG	S09LFG-2	2011
5	Blood Bank	AC Split 3/4 PK	Daikin	AH-A7PEY	2014
6	Room 321	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2018
7	Room 219	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2019
8	Room 223	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2011
9	Room 224	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2019
10	Room 220	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2017
11	Room 222	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2011
12	Room 227	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2019
13	Room 226	AC Split 3/4 PK	Daikin	-	2019
14	Room 228	AC Split 3/4 PK	Panasonic	-	2017
15	Room 25	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2018
16	Room 229	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2018
17	Room 218	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2011
18	Room PIO	AC Split 1 PK	LG	S09LFG	2012
19	Pharmaceutical Storehouse	AC Split 1 PK	LG	S09LFG	2012
20	Radiology Instalation/Doctor Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
21	Aster Room/Doctor Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
22	Medical Rehabilitation	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
23	EEG Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Panadonik	-	2012
24	Sakura Room/Neonatal Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
25	Super Vision Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
26	Radiology Instalation/Xray 1 Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
27	Radiology Instalation/Xray 2 Room	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
28	Dental Polyclinic dr Rina	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
29	Dental Polyclinic dr Wili	AC Split 3/4 PK	LG	S07LFG-2	2012
30	Outpatient Registration Floor 2	AC Split 1/2 PK	Daikin	-	2012
31	ICU/Neonatal Room	AC Split 1/2 PK	LG	S05LFG-2	2012
32	Dental Polyclinic dr Edi	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2012
33	Dental Polyclinic dr Sule	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2012
34	ICU/ICU Unit Head Room	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2012
35	ICU/PONEK	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2012
36	ICU/Nurse Room	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2012
37	CSSD/Sterile Room	AC Split 1 PK	Panadonik	-	2016
38	Clinical Pathology Laboratory Installation/Head of Blood Bank Room	AC Split 1/2 PK	Daikin	Daikin	2013
39	Clinical Pathology Laboratory Installation/Head of Laboratory Room	AC Split 1/2 PK	LG	SN05LFG-2	2013
40	Pharmacy Storeroom	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2013
41	Sakura Room/Doctor Room	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2013
42	Pharmacy Depot	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2013
43	Dental Polyclinic dr Nuni	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2013
44	Dental Polyclinic dr Mulyadi	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LFG-2	2013
45	Clinical Pathology Laboratory Installation/Microbiology Room	AC Split 1 PK	LG	SN09LFG-2	2013
46	ICU/Doctor Room	AC Split 1 PK	LG	SN09LFG-2	2013
47	Orthopedical Polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
48	Nerve Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	2013
49	Internal Disease Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Panasonic	Panasonic	2013
50	neurosurgery Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Panasonic	Panasonic	2013
51	Gynecology Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	2013

No	Location	Name/Type of Item	Brand	Type	Year of Procurement
52	Skin & genital polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
53	Skin & genital polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
54	Nutrition Polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
55	Surgery Polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
56	Surgery Polyclinic	AC Split 3/4 PK	LG	SN07LTG	2013
57	Psychiatry Polyclinic	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
58	General Polyclinic	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
59	Children's Polyclinic	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
60	Children's Polyclinic	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
61	Growth and Development Polyclinic	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
62	ENT Polyclinic	AC Split 1 PK	Daikin	Daikin	2019
63	Eye Polyclinic	AC Split 1 PK	Panasonic	Panasonic	2013
64	Children's Polyclinic/Immunization	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
65	Nursing Committee	AC Split 1 PK	LG	SN09LTG	2013
66	Hemodialysis/Treatment Room	AC Split 1 1/2 PK	LG	SN12LFG	2013
67	Hemodialysis/Nurse Room	AC Split 1 1/2 PK	LG	SN12LFG	2013
68	Radiology Installation/CT Scan Treatment Room	AC Split 2 PK	LG	SN18LFG	2013
69	Radiology Installation/CT Scan Treatment Room	AC Split 2 PK	LG	SN18LFG	2013
70	Radiology Installation/CT Scan Treatment Room	AC Split 2 PK	LG	SN18LFG	2013
71	Hemodialysis/Treatment Room	AC Split 2 PK	LG	SN18LFG	2013
72	Obstetrics Polyclinic	AC Split 1/2 PK	LG	SN05LTG	2013
73	Outpatient Room	AC Split 1/2 PK	LG	SN05LTG	2013
74	Polyclinic CST/Lili Clinic Room	AC Split 1/2 PK	Sharp	AH-A5PEY	2014
75	Melati Room/Level 1 Room	AC Split 1/2 PK	Sharp	AH-A5PEY	2014
76	Melati Room/Isolation Room	AC Split 1/2 PK	Sharp	AH-A5PEY	2014
77	NICU Room/Nurse Room	AC Split 1/2 PK	Sharp	AH-A5PEY	2014
78	OK Room/Depot OK Room	AC Split 1/2 PK	LG	LG	2014
79	Lactation Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9PEY	2014
80	Program and Marketing Section	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9PEY	2014
81	Medical and Nursing Division	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9PEY	2014
82	HR Development Subdivision	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9PEY	2014
83	Finance and Budget Subdivision	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9PEY	2014
84	Sakura Room/ Doctor Room	AC Split 1 1/2 PK	Sharp	AH-A12NCY	2014
85	Radiology Installation/ CT Scan Treatment Room	AC Split 2 PK	Sharp	AH-A18NCY	2014
86	Blood Bank	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	2014
87	Melati Room/Nurse Station	AC Split 3/4 PK	Sharp	AH-A7PEY	2014
88	Melati Room/Doctor Room	AC Split 3/4 PK	Sharp	AH-A7PEY	2014
89	Medical Support	AC Split 3/4 PK	Sharp	AH-A7PEY	2014
90	Office Elevator	AC Split 3/4 PK	Panasonic	Panasonic	2014
91	Server Room	AC Split 3/4 PK	Sharp	AH-A7PEY	2014
92	Clinic Disease Laboratory Installation/Process Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-F28DB4E5	2015
93	Clinic Disease Laboratory Installation/Process Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-F28DB4E5	2015
94	Clinic Disease Laboratory Installation/Process Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-F28DB4E5	2015
95	Central Surgical Installation/ OK Room 5	AC Casete 3 PK	Daikin	Daikin	2015
96	Eye OK Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-F28DB4E5	2015
97	Radiology Installation/ CT Scan Operation Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-D28DB4H5	2015
98	Clinical Disease Laboratory Installation/ Reagent Storage Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-YN7RKJ	2015

No	Location	Name/Type of Item	Brand	Type	Year of Procurement
99	Radiology Installation/ CT Scan Operation Room	AC Casete 3 PK	Panasonic	CS-D28DB4H5	2015
100	Clinical Disease Laboratory Installation/ Sampling Room	AC Split 1 1/2 PK	Panasonic	CS-PN12RKJ	2015
101	Clinical Disease Laboratory Installation/ Sampling Room	AC Split 1 1/2 PK	Panasonic	CS-PN12RKJ	2015
102	Installation of clinical disease laboratory/Meeting Room	AC Split 1 1/2 PK	Panasonic	CS-PN12RKJ	2015
103	Pharmacy Depot	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-YN7RKJ	2015
104	Tulip Room/ Isolation Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-YN7RKJ	2015
105	Clinic Disease Laboratory Installation/Children Sampling Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
106	KPPI RS	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
107	Pharmacy Warehouse	AC Split 1 PK	Daikin	Daikin	2015
108	Tulip Room/ Birth Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
109	Tulip Room/ Birth Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
110	Tulip Room/ VIP Birth Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
111	Tulip Room/ VIP Birth Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
112	PICU Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2015
113	Head of Pharmacy Installation	AC Split 1/2 PK	Daikin	Daikin	2015
114	Tulip Room/ Doctor Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-YN5RKJ	2015
115	Tulip Room/ VIP Birth Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-YN5RKJ	2015
116	Head of Program and Marketing	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-YN5RKJ	2015
117	Flamboyant Room/ Medicine Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-YN5RKJ	2015
118	Jasmine Room/ Baby Room	AC Split 1 1/2 PK	Daikin	Daikin	2015
119	Jasmine Room/ Baby Room	AC Split 1 1/2 PK	Daikin	Daikin	2015
120	Jasmine Room/ Baby Room	AC Split 1 1/2 PK	Panasonic	CS-PN12RKJ	2015
121	NICU room	AC Split 1 1/2 PK	LG	LG	2015
122	NICU room	AC Split 1 1/2 PK	LG	LG	2015
123	Clinic Disease Laboratory Installation/ Routine Clinic Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9MEY	2015
124	Radiology Installation/ Dark Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9MEY	2015
125	CSSD/ Packing Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9MEY	2015
126	Medical Committee/ Meeting Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-A9MEY	2015
127	ICU Room/ Doctor Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	2015
128	OK Room/ Transit Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	2015
129	OK Room/ Transit Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	2015
130	Radiology Installation/ X-ray Room 3	AC Split 2 PK	Panasonic	CS-PN18RKP	2016
131	Radiology Installation/ CT Scan Control Room	AC Split 2 PK	Panasonic	CS-PN18RKP	2016
132	ICU Registration	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-YN7RKJ	2016
133	ICU/Resuscitation Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-YN7RKJ	2016
134	Nerve Polyclinic	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
135	Cardiac Polyclinic	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
136	EEG Polyclinic	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
137	Accupunture Polyclinic	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
138	ICU/Nurse Station	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
139	ICU/Observation Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
140	PA Laboratory/Process Room	AC Split 1 PK	Panasonic	CS-YN9RKJ	2016
141	Room OK 1	AC Split 2 PK	Panasonic	CS-PN18RKP	2016
142	Room OK 3	AC Split 2 PK	LG	LG	2016
143	Room OK 2	AC Split 2 PK	Panasonic	CS-PN18RKP	2016
144	Installation of Corpses Treatment and Spirituality	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	2019
145	PA Laboratory/Doctor Room	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	2018

No	Location	Name/Type of Item	Brand	Type	Year of Procurement
146	VCT Polyclinic	AC Split 1 PK	Daikin	Daikin	2020
147	Sakura Room/Nurse's Room	AC Split 1/2 PK	Sharp	AH-AP5MSL	2013
148	Gynecology Polyclinic	AC Split 1 PK	Sharp	AH-AP9FMY	2019
149	RM Outpatient	AC Split 1 PK	Sharp	AH-AP9GSY	
150	Sakura Room/Co-assistant Room	AC Split 1 PK	Sharp	AH-AP9KHL	
151	Director's Room	AC Split 1 PK	National	CS-C9GKN	
152	General Meeting Room	AC Split 1 PK	National	CS-C9GKN	
153	Pharmacy Depot	AC Split 1 PK	Daikin	Daikin	2019
154	Aster Room/ Head Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-PC5GKJ	2019
155	Aster Room/Treatment Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-PC5GKJ	2016
156	Aster Room/Treatment Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-PC5GKJ	2016
157	ICU Room/Nurse changing room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-PC5GKJ	
158	Aster Room/Isolation Room	AC Split 1/2 PK	Panasonic	CS-PC5GKJ	
159	Tulip Room Midwife	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
160	Orchid Room B/Class I C . Room	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	
161	OK Room/Female Changing Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
162	Eye Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
163	Ruang OK/ Meeting Room	AC Split 3/4 PK	Daikin	Daikin	
164	Orthopedy Polyclinic	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
165	Pacemaker Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
166	OK 3 Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic	CS-PC7GKJ	
167	OK 4 Room	AC Casete 3 PK	Daikin	Daikin	
168	SIMRS Unit	AC Split 1/2 PK	LG	T05NL	
169	Other Health Personnel Committee	AC Split 1/2 PK	LG	T05NL	
170	Medical Committee Room/ Administration Room	AC Split 1/2 PK	Daikin	Daikin	
171	Medical Rehabilitation	AC Split 3/4 PK	LG	T07NL	
172	Medical Rehabilitation	AC Split 3/4 PK	LG	T07NL	
173	Medical Rehabilitation	AC Split 3/4 PK	LG	T07NL	
174	SIMRS Unit	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
175	Room OK/Sterile Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
176	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
177	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
178	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
179	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
180	SIMRS Unit	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
181	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
182	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
183	ICU Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
184	Medical Committee/Meeting Room	AC Split 1 PK	LG	T09NL	
185	ICU/Non-surgical examination Room	AC Casete 3 PK	Daikin		
186	ICU/Surgical examination Room	AC Casete 3 PK	Daikin		
187	ICU/Pharmacy Depot	AC Split 3/4 PK	Shape		
188	Procurement Service Unit	AC Split 1 PK	Daikin		
189	Central Surgical Installation/ Room OK 4	AC Split 2 PK	Daikin		
190	Central Surgical Installation/ Room OK 5	AC Split 2 PK	Daikin		
191	UPS MRI Room	AC Split 2 PK	Daikin		
192	MRI Control Room	AC Split 1 PK	Daikin		
193	MRI Examination Room	AC Split-duct 3 PK	Daikin		
194	Pharmacy Room Anggrek A	AC Split 3/4 PK	LG		
195	Haemodialysis/Treatment Room	AC Split 1 PK	LG		
196	Security Post	AC Split 3/4 PK	Panasonic		
197	PA. Laboratory Checking Room	AC Split 3/4 PK	LG		
198	Pharmacy Administration Room	AC Split 3/4 PK	LG		2012

No	Location	Name/Type of Item	Brand	Type	Year of Procurement
199	Complaint Room	AC Split 3/4 PK	Panasonic		
200	Pharmacy Warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
201	Pharmacy Warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
202	Pharmacy Warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
203	Pharmacy Warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
204	Medical Records - Casemix	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
205	Medical Records - Casemix	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
206	PA Laboratory	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
207	Pharmacy Depot	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
208	General Polyclinic	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
209	Psychiatry Polyclinic	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
210	Meeting Room	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
211	Pharmacy warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
212	2nd floor Pharmacy warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		
213	2nd floor Pharmacy warehouse	AC Split 1 PK	Daikin Inverter		

3.1.3 更新計画の検討

(1) JCM 設備補助事業における空調設備更新に係る GHG 排出削減量算定の方法論の整理

インドネシア国においては、空調設備更新に係る JCM 設備補助事業の採用済方法論として、食料品店を対象にインバータ付空調設備導入によるエネルギー削減を目的としたプロジェクトに適用された「ID_AM004 Installation of Inverter-Type Air Conditioning System for Cooling for Grocery Store」がある。

本検討においては、上記方法論を援用し、更新計画の立案及び設備導入による CO2 削減効果の試算を行った。本検討に係る用語の定義及び手法の概要を表 3-8 及びに示す。

表 3-8 用語の定義

用語	定義
インバータ型空調設備	インバータ型空調設備は、周囲温度を維持するために圧縮機モーターの速度を制御する装置であるインバータを含む空調設備の一種である。非インバータ型空調設備のコンプレッサーは最大能力でのみ動作するまたは完全に停止の操作のみだが、インバータ型空調設備はコンプレッサーの速度を調整可能であり、省エネ効果が期待される。
エネルギー消費効率 (COP)	エネルギー消費効率 (COP) は、空調システムの定格消費電力あたりの冷却能力である。冷却能力と定格消費電力の値は、ISO5151 : 2010 に記載されている特定の温度の下で定義されている。
冷却能力	冷却能力は、特定の温度で単位時間あたりに低減される熱量で計算された熱を低減する空調システムの能力である。

表 3-9 方法論の概要

項目	概要
GHG 排出削減の手法	インドネシア国内の食料品店に冷却用のインバータ型空調設備を導入することによって消費エネルギーを削減することを目的としたプロジェクトに適用する。
リファレンス排出量の算定	リファレンス排出量は、一般的な機器更新として導入される空調設備の消費電力、稼働時間と負荷率から求めた消費電力の CO2 排出係数で計算する。
プロジェクト排出量の算定	プロジェクト排出量は、導入される高効率空調設備の消費電力、稼働時間と負荷率から求めた消費電力の CO2 排出係数で計算する。
モニタリングパラメータ	既存空調設備と導入される空調設備の消費電力

本方法論における適格性要件及びモニタリング方法を表 3-10 及び表 3-11 に示す。

表 3-10 「ID_AM004」における適格性要件

適格性要件											
基準 1	インバータ付空調の新規設置または既存非インバータ空調の交換とする。 販売面積は、400m ² 未満とする。										
基準 2	設置方法は、壁掛け型 (wall mounted) または天井型 (ceiling cassette type) とする。 更新する空調の COP は、下表の値より高い値とする。 <table border="1" data-bbox="651 1182 1098 1429"> <thead> <tr> <th>冷却能力[kW]</th> <th>COP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5 < x ≤ 4.1</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>4.1 < x ≤ 5.3</td> <td>3.59</td> </tr> <tr> <td>5.3 < x ≤ 7.1</td> <td>2.96</td> </tr> <tr> <td>7.1 < x ≤ 14.2</td> <td>2.85</td> </tr> </tbody> </table>	冷却能力[kW]	COP	2.5 < x ≤ 4.1	4.00	4.1 < x ≤ 5.3	3.59	5.3 < x ≤ 7.1	2.96	7.1 < x ≤ 14.2	2.85
冷却能力[kW]	COP										
2.5 < x ≤ 4.1	4.00										
4.1 < x ≤ 5.3	3.59										
5.3 < x ≤ 7.1	2.96										
7.1 < x ≤ 14.2	2.85										
基準 3	オゾン層破壊係数 (ODP) を使用した機器がない。										
基準 4	プロジェクトで導入する空調及び交換された既存空調ともに、空調撤去時に冷媒が大気中に放出されないよう予防計画を作成する。 既存空調をプロジェクトで導入する空調に交換する場合、予防計画の実施状況は検証時にチェックする。例えば、冷媒の再利用やプロジェクトで撤去された既存空調の冷媒が大気中に放出されていないことを確認する。										

表 3-11 方法論に位置づけられたモニタリング方法

データ	測定方法と手順	計測頻度
プロジェクト 空調機器の消費電力	<p>空調設備の消費電力を測定するための測定器を設置し、次のいずれかの方法で計測する。</p> <p>【方法1：自動監視システム】</p> <ul style="list-style-type: none"> -測定データは、インターネットを介してリモートサーバーに自動的に送信し、記録する。 -リモートサーバーに記録されたデータは、データの欠落を防ぐために、担当スタッフによって毎月報告及び再確認を行う。 <p>【方法2：手動監視】</p> <ul style="list-style-type: none"> -監視装置の測定データは、食料品店のスタッフが手動で読み取り、記録し、データの欠落を防ぐために、毎月別のメンバーが再確認する。 -国内/国際規格の認定を受けた事業者が発行した校正証明書が提供されていない場合は、測定器を校正する必要がある。 	毎月

(2) 設備更新機器の整理

更新機器の設定にあたっては、類似施設となるバンドン市公立病院である「Santosa Hospital (31,000 m²)」に高効率空調設備を導入しているメーカーへの聞き取りを行い、対象機器の設定を行った。

  	Outdoor units			
	RXYQ5MAY1	x1	RX12MAY19	x3
	RXYQ10MAY1	x2	RX14MAY19	x1
	RX10MAY19	x6	RX16MAY19	x28
Indoor units				
FXA20LVE9	x40	FXF100LVE	x4	
FXA25LVE9	x22	FXF125LVE	x1	
FXA32LVE9	x41	FXM50LVE	x1	
FXA40LVE9	x8	FXM80LVE	x1	
FXA50LVE9	x1	FXM100LVE	x4	
FXA63LVE9	x11	FXM125LVE	x5	
FXF25LVE	x1	FXM200LVE	x9	
FXF32LVE	x5	FXM250LVE	x1	
FXF40LVE	x1	FXM125MFV1	x1	
FXF50LVE	x17	FXM200MFV1	x2	
FXF63LVE	x25	FXM250MFV1	x10	
FXF80LVE	x2	FBXYP71M	x10	
Others				
BRC1A61	x112	DCS601B51	x4	
BRC1C62	x24			

出典：ダイキンインドネシア提供資料

図 3-1 Santosa Hospital の設置空調リスト

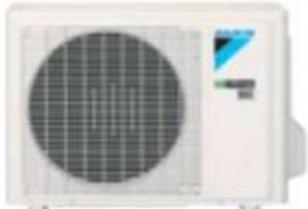
既存設備を踏まえた設備更新機器（リファレンス・プロジェクト）を表 3-12 及び表 3-13 に示す。

表 3-12 導入設備・機器の仕様（リファレンス）

分類	No.	型番	台数	冷却能力 (kW)	COP	機器外観例
室外機	1	RC15NV14	25	1.46	3.75	
	2	RC20NV14	73	2.09	3.30	
	3	RC25NV14	80	2.72	3.41	
	4	RC35NV14	11	3.26	3.49	
	5	RC50NV14	13	5.02	3.24	
	6	RNQ26MY14	11	7.60	3.00	
室内機	7	FCNQ26MV14	10			
	8	FDMNQ26MV14	1			
	9	FTC15NV14	25			
	10	FTC20NV14	73			
	11	FTC25NV14	80			
	12	FTC35NV14	11			
	13	FTC50NV14	13			
合計			213			

出典：ダイキンインドネシア提供資料

表 3-13 導入設備・機器の仕様（プロジェクト）

分類	No.	型番	台数	冷却能力 (kW)	COP	機器外観例
室外機	1	RKC15TVM4	25	1.50	3.83	
	2	RKC20TVM4	73	2.00	3.92	
	3	RKM25SVM4	80	2.50	4.81	
	4	RKM35SVM4	11	3.50	3.89	
	5	RKM50SVM4	13	5.20	4.19	
	6	RZFC71DVM4	11	7.10	2.98	
室内機	7	FBFC71DVM4	10			
	8	FCFC71DVM4	1			
	9	FTKC15TVM4	25			
	10	FTKC20TVM4	73			
	11	FTKM25SVM4	80			
	12	FTKM35SVM4	11			
	13	FTKM50SVM4	13			
合計			213			

出典：ダイキンインドネシア提供資料

対象施設における機器配置を表 3-14 に示す。なお、削減効果の試算においては、室外機の冷房能力及び COP を基に算定するため、機器リストは、室外機のみとしている。

表 3-14 更新機器の仕様

設置個所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Pharmacy Store	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Depot	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Store	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Flamboyant Room/ Doctor Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Blood Bank	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 321	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 219	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 223	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 224	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 220	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 222	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 227	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 226	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 228	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 25	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 229	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room 218	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Room PIO	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmaceutical Storehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Radiology Instalation/Doctor Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Aster Room/Doctor Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Medical Rehabilitation	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
EEG Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Sakura Room/Neonatal Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Super Vision Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Radiology Instalation/Xray 1 Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Radiology Instalation/Xray 2 Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Dental Polyclinic dr Rina	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Dental Polyclinic dr Wili	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Outpatient Registration Floor 2	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
ICU/Neonatal Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Dental Polyclinic dr Edi	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Dental Polyclinic dr Sule	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
ICU/ ICU Unit Head Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
ICU/PONEK	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
ICU/Nurse Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
CSSD/Sterile Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Clinical Pathology Laboratory Installation/Head of Blood Bank Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83

設置個所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Clinical Pathology Laboratory Installation/ Head of Laboratory Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Pharmacy Storeroom	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Sakura Room/ Doctor Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Pharmacy Depot	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Dental Polyclinic dr Nuni	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Dental Polyclinic dr Mulyadi	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Clinical Pathology Laboratory Installation/ Microbiology Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU/ Doctor Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Orthopedical Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Nerve Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Internal Disease Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
neurosurgery Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Gynecology Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Skin & genital polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Skin & genital polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Nutrition Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Surgery Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Surgery Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Psychiatry Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
General Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Children's Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Children's Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Growth and Development Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ENT Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Eye Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Children's Polyclinic/ Immunization	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Nursing Committee	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Hemodialysis/ Treatment Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Hemodialysis/ Nurse Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Radiology Installation/ CT Scan Treatment Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Radiology Installation/ CT Scan Treatment Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Radiology Installation/ CT Scan Treatment Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Hemodialysis/ Treatment Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Obstetrics Polyclinic	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Outpatient Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Polyclinic CST/ Lili Clinic Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Melati Room/ Level 1 Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Melati Room/ Isolation Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
NICU Room/ Nurse Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
OK Room/ Depot OK Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Lactation Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81

設置個所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Program and Marketing Section	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Medical and Nursing Division	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
HR Development Subdivision	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Finance and Budget Subdivision	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Sakura Room/ Doctor Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Radiology Installation/ CT Scan Treatment Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Blood Bank	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Melati Room/ Nurse Station	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Melati Room/ Doctor Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Medical Support	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Office Elevator	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Server Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Clinic Disease Laboratory Installation/ Process Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Clinic Disease Laboratory Installation/ Process Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Clinic Disease Laboratory Installation/ Process Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Central Surgical Installation/ OK Room 5	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Eye OK Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Radiology Installation/ CT Scan Operation Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Clinical Disease Laboratory Installation/ Reagent Storage Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Radiology Installation/ CT Scan Operation Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Clinical Disease Laboratory Installation/ Sampling Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Clinical Disease Laboratory Installation/ Sampling Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Installation of clinical disease laboratory/Meeting Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Pharmacy Depot	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Tulip Room/ Isolation Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Clinic Disease Laboratory Installation/Children Sampling Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
KPPI RS	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Tulip Room/ Birth Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Tulip Room/ Birth Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Tulip Room/ VIP Birth Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Tulip Room/ VIP Birth Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
PICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Head of Pharmacy Installation	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Tulip Room/ Doctor Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Tulip Room/ VIP Birth Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Head of Program and Marketing	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83

設置個所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Flamboyant Room/ Medicine Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Jasmine Room/ Baby Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Jasmine Room/ Baby Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Jasmine Room/ Baby Room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
NICU room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
NICU room	RC35NV14	3.26	3.49	RKM35SVM4	3.50	3.89
Clinic Disease Laboratory Installation/ Routine Clinic Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Radiology Installation/ Dark Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
CSSD/ Packing Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Medical Committee/ Meeting Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room/ Doctor Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
OK Room/ Transit Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
OK Room/ Transit Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Radiology Installation/ X-ray Room 3	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Radiology Installation/ CT Scan Control Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
ICU Registration	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
ICU/Resuscitation Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Nerve Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Cardiac Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
EEG Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Accupunture Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU/ Nurse Station	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU/ Observation Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
PA Laboratory/ Process Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Room OK 1	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Room OK 3	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Room OK 2	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Installation of Corpses Treatment and Spirituality	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
PA Laboratory/ Doctor Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
VCT Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Sakura Room/ Nurse's Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Gynecology Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
RM Outpatient	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Sakura Room/ Co-assistant Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Director's Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
General Meeting Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Depot	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Aster Room/ Head Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Aster Room/ Treatment Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Aster Room/ Treatment Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
ICU Room / Nurse changing room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83

設置箇所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Aster Room/ Isolation Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Tulip Room Midwife	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Orchid Room B/ Class I C . Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
OK Room/ Female Changing Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Eye Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Ruang OK/ Meeting Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Orthopedy Polyclinic	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Pacemaker Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
OK 3 Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
OK 4 Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
SIMRS Unit	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Other Health Personnel Committee	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Medical Committee Room/ Administration Room	RC15NV14	1.46	3.75	RKC15TVM4	1.50	4.83
Medical Rehabilitation	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Medical Rehabilitation	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Medical Rehabilitation	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
SIMRS Unit	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Room OK/ Sterile Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Medical Committee/ Meeting Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
ICU/ Non-surgical examination Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
ICU/ Surgical examination Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
ICU/ Pharmacy Depot	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Procurement Service Unit	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Central Surgical Installation/ Room OK 4	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
Central Surgical Installation/ Room OK 5	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
UPS MRI Room	RC50NV14	5.02	3.24	RKM50SVM4	5.20	4.19
MRI Control Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
MRI Examination Room	RNQ26MY14	7.60	3.00	RZFC71DVM4	7.10	2.98
Pharmacy Room Anggrek A	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Haemodialysis/ Treatment Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Security Post	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
PA . Laboratory Checking Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Pharmacy Administration Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92

設置個所	リファレンス			プロジェクト		
	設置機器	冷房能力	COP	設置機器	冷房能力	COP
Complaint Room	RC20NV14	2.09	3.30	RKC20TVM4	2.00	3.92
Pharmacy Warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Medical Records - Casemix	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Medical Records - Casemix	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
PA Laboratory	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy Depot	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
General Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Psychiatry Polyclinic	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Meeting Room	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
Pharmacy warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
2nd floor Pharmacy warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81
2nd floor Pharmacy warehouse	RC25NV14	2.72	3.41	RKM25SVM4	2.50	4.81

(3) 設備更新に係る削減効果の試算

削減効果の試算に際しては、JCM 設備補助事業における削減効果試算方法により実施した。また、試算に係る施設稼働時間等については、表 3-15 の通り設定した。

表 3-15 削減効果試算に係る項目及び設定の考え方

項目	設定の考え方
1 時間当たり平均冷房負荷 (KWh)	$1 \text{ 時間当たり平均冷房負荷} = \text{①} \times \text{②} \times \text{③} \times \text{④} / \text{⑤}$ ①熱負荷：地域冷暖房技術手引書（（一社）都市環境エネルギー協会）における「東京都指導要綱 建築物用途別にみた熱負荷原単位および熱負荷パターンの特徴整理」を採用 ②0.8：地域性を考慮して実態に近い値とするため査定。但し今後の詳細計画・実施段階ではさらに精査が必要 ③床面積：対象施設を図上求積より算定 ④バンドン市と東京都の平均気温比：1.46 （23.2℃（バンドン市）／15.8℃（東京都）） ⑤年間稼働日数：365 日（年中無休）と設定
1 日平均冷房稼働時間 (h/日)	24 時間（0:00～24:00）と設定
月の冷房稼働日数 (日/月)	年間稼働日×病床利用率と設定 年間稼働日：365 日 病床利用率：80.5%（令和元（2019）年医療施設（動態）調査・病院報告の概況）
電力排出係数 (t-CO2/MWh)	0.88 （公財）地球環境センター（GEC）の「令和 3 年度 JCM 設備補助事業 電力 CO2 排出係数 (tCO2/MWh) 一覧表」（令和 3 年 3 月 31 日（公募予告時点））より、インドネシア・ジャワ地域を採用

1) リファレンス排出量

リファレンス排出量の算定式は以下の通りである。

$$RE_p = \sum_i EC_{RE,i,p} \times EF_{elec}$$

$$EC_{RE,i,p} = CC \div COP_{RE,i}$$

RE _p	リファレンス排出量 [tCO ₂ /p]
EC _{RE,i,p}	一般的な機器更新で採用される空調設備の消費電力 [MWh/p]
EF _{elec}	電力の CO ₂ 排出係数 [tCO ₂ /MWh]
COP _{RE,i}	一般的な機器更新で採用される空調設備の COP [-]
CC	冷却能力 [MW]
i	空調設備の種類 [-]

2) プロジェクト排出量

プロジェクト排出量の計算式は以下の通りである。

$$PE_p = \sum_i EC_{PJ,i,p} \times EF_{elec}$$

$$EC_{PJ,i,p} = CC \div COP_{PJ,i}$$

PE _p	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /p]
EC _{PJ,i,p}	プロジェクトで導入される空調設備器の消費電力 [MWh/p]
EF _{elec}	電力の CO ₂ 排出係数 [tCO ₂ /MWh]
COP _{PJ,i}	プロジェクトで導入される空調設備の COP [-]
CC	冷却能力 [MW]
i	空調設備の種類 [-]

3) 削減量の計算式

削減量はリファレンス排出量とプロジェクト排出量の差分である。計算式を以下に示す。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

ER _p	排出量削減量 [tCO ₂ /p]
RE _p	リファレンス排出量 [tCO ₂ /p]
PE _p	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /p]

4) 算定結果

対象施設の空調設備更新に伴う温室効果ガス排出量削減見込み量と費用対効果の算定

結果を表 3-16 に示す。フロン回収については JCM 設備補助事業の補助対象には含まれないため、本調査検討では省エネ効果による温室効果ガス排出削減量と費用対効果のみを評価した。

対象施設の 1 台当たりの排出削減見込み量は 3.53 tCO₂ であった。

費用対効果は、補助率を 50%とした場合、JCM 設備補助事業適用の目安となる 500,000 IDR (4,000 円) /tCO₂ 以上となる 444,820 IDR (3,559 円) /tCO₂ であった。

表 3-16 排出量削減見込み量と費用対効果

項目	算定結果
リファレンス排出量	4,168.2 tCO ₂
プロジェクト排出量	3,312.7 tCO ₂
排出削減見込み量	752 tCO ₂
空調設備台数	213 台
導入費用※ ¹	4,014,054,000 IDR
導入費用 (円換算) ※ ²	32,112,432 円
補助率※ ³	50%
補助額	2,007,027,000 IDR
補助額 (円換算)	16,056,216 円
費用対効果※ ⁴	444,820 IDR/t-CO ₂
費用対効果 (円換算)	3,559 円/t-CO ₂

※¹ メーカーヒアリングにより設定 (工事費用は、機器費用と同等と想定)

室内機	室外機	機器費用	
		IDR	円
FTKC15TVM4	RKC15TVM4	6,193,000	49,544
FTKC20TVM4	RKC20TVM4	6,248,000	49,984
FTKM25SVM4	RKM25SVM4	9,053,000	72,424
FTKM35SVM4	RKM35SVM4	11,968,000	95,744
FTKM50SVM4	RKM50SVM4	17,842,000	142,736
FCFC71DVM4	RZFC71DVM4	28,325,000	226,600

※² 0.008 円/IDR (2022/2/14 現在)

※³ JCM 設備補助の目安である 500,000 IDR (4,000 円) /tCO₂ 以下となる補助率を設定

※⁴ 病院の空調設備の法定耐用年数は 6 年と設定し、以下の式より算定

【費用対効果の計算式】

費用対効果 (IDR/tCO₂) = 補助額 (IDR) ÷ [空調省エネ化による排出削減見込み量 (tCO₂) × 耐用年数 (年)]

3.1.4 JCM 設備補助を活用した事業化の可能性を検討

次年度調査における JCM 設備補助事業の活用を見据え、調査すべき事項や調整内容を表 3-17 に示す。

表 3-17 次年度以降実施すべき事項及び成果（案）

項目	実施内容	成果（案）
対象機器の精査	①建物図面及び天井伏図、配線系統図等の空調設備更新に係る必要資料の収集	①図面類、既存機器リスト
	②現地調査（空調設置位置、ダクト等の配管設置状況、機器の劣化状況 他）	②機器の有無、既存設備の状態
	③空調設備の集約可能性の検証	③室外機の統合化が可能な機器
	④機器見直し結果を受けた削減効果の更新	④GHG 削減効果
設置機器のモニタリング方法の具体化	①現地調査、メーカー意見を踏まえたモニタリング方法の検討	①方法論に合致したモニタリング方法
	②モニタリング機器の選定	②導入可能なモニタリングシステム
	③モニタリングの実施体制の検討	③データ取得・分析やセンサー校正等の対応が可能な体制
事業スキームの調整	①事業実施体制の検討	①事業主体、設備導入及び維持管理の実施主体、モニタリング・分析の実施主体、資金調達先の役割
	②資金調達方法	②事業実施に係る費用毎の調達方法
	③各種手続きの整理	③事業実施に係る関係者の覚書等

3.1.5 将来的なホテル・ショッピングモール等の民間施設への適用可能性を検討

(1) 設備導入による効果的な CO2 削減効果確保に係る条件の整理

前項までの整理を踏まえた JCM 設備補助事業の採択要件規模(費用対効果 4,000 円/tCO₂)となるバンドン市内における病院施設の空調設備更新の目安を表 3-18 に示す。

表 3-18 JCM 設備補助事業の活用を想定した病院施設の条件整理

項目	数値	備考
①対象施設（病院）の 1 台あたりの排出削減見込み量（tCO ₂ ）	3.53	RSUD の試算結果を採用
②設備の耐用年数	6	空調設備の法定耐用年数を採用
③費用対効果（円/tCO ₂ ）	4,000	JCM 設備補助事業の要件を基に設定
④補助率（%）	50	JCM 設備補助事業の要件を基に設定
③対象施設の 1 台あたりの設備導入見込み費用（円/台）	169,465	① ×②×③/④

(2) 条件を踏まえた対象施設の検討

バンドン市内における一定程度の規模を有し、デスクトップ調査にて病床数が把握できた施設を表 3-19 に示す。次年度以降は、これらの施設の中から調査協力先を抽出し、現地調査を含む検討を進めることで削減効果の精査及び対象施設の抽出条件の明確化を図る必要がある。

CO2 削減量の確保を想定した場合は、本年度検討対象としたバンドン市地域総合病院（296床）と同規模以上の病院に着目し、調査対象の精査を図ることが考えられる。

表 3-19 バンドン市内の病院一覧

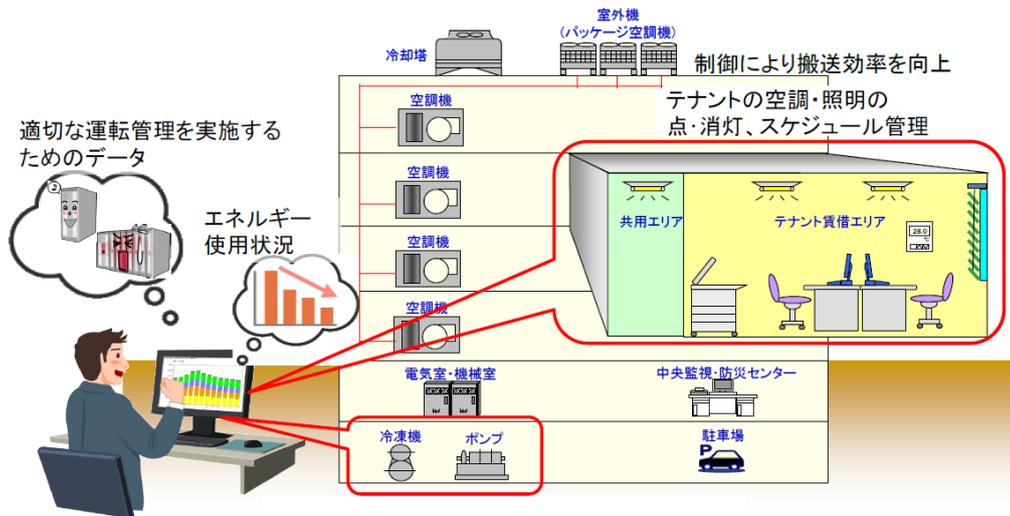
No.	施設名称	病床数
1	RS Hasan Sadikin Bandung	600
2	RS Khusus Ibu dan Anak	550
3	RS Al Islam Bandung	260
4	RS Advent Bandung	254
5	RS Muhammadiyah Bandung	126
6	RS Bungsu Bandung	50
7	RS Khusus Bedah Halmahera	30
8	RS Mata Bandung Eye Center	26
9	RS Khusus Ginjal Ny. R. A. Habibie	12

3.1.6 ビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)の導入可能性を検討

空調設備においては、室内環境とエネルギー性能の最適化を図るための一体的なシステム構築を図る BEMS (Building and Energy Management System) と組み合わせることでより効率的な運転及び CO2 削減を実現することができる。

BEMS とは、IoT 技術を利用して施設内の照明や空調などを制御し、最適なエネルギー管理を行うもので、図 3-2 に示すように建物の状況、設備の運転状況、エネルギーの費消状況を記録、監視、制御、操作できるシステムである。

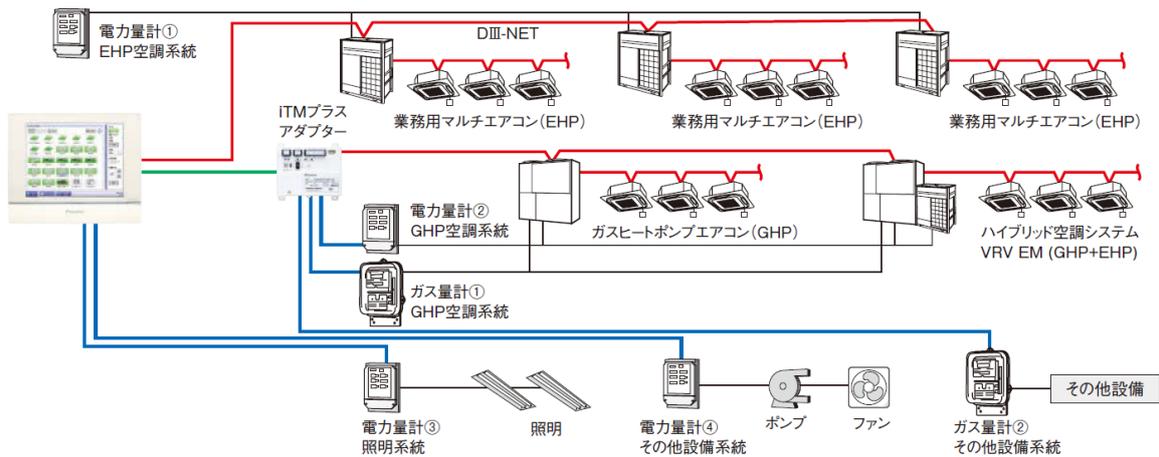
BEMS の導入によりエネルギー消費の見える化を図ることができ、省エネ意識の向上にも結びつけることができる。また、新型コロナウイルス対策として換気強化や非接触化、空間人数制限、クラウドビル管理などを提供することが可能である。



出典：経済産業省資料

図 3-2 BEMS の概念図

現在検討している JCM 設備補助事業においては、設置機器の運転状況等のモニタリングが位置づけられていることから、図 3-3 に示すような空調設備のモニタリングシステムについても今後検討する必要がある。



出典：メーカーカタログ資料

図 3-3 空調設備メーカーによる設置機器のモニタリング方法

3.2 LED 街路灯の普及促進の検討

バンドン市は、省エネルギーを推進するための技術導入を推進しており、インドネシア政府による街路灯の省エネ化を対象としたパイロット事業の展開先としても選定されている。市内にはスマートメーターを搭載した LED 街路灯も設置されているなど、街路照明の LED 化の取り組みが進められている。

JCM 枠組みを活用した大規模展開の促進、事業のモデル化と他都市への水平展開、研究学園都市でもあるバンドン市の特性を生かした LED 街路灯の多機能化（インテリジェンス化）の検討を狙いとして、本事業の 1 年次では、バンドン市内での LED 化を進める街路照明の現状計画を明確に把握するとともに、その対象となる街路灯の LED 化について JCM 設備補助事業の活用可能性を検討した。

3.2.1 バンドン市における街路照明の開発計画

インドネシア国では、街路照明の設置及び維持管理については市政府が詳細を把握している。設置に係る基準やガイドラインは国の定めに従ったものとなっており、インドネシア国における街路照明システムを規制する関連法令規制のうち、主な規制としては道路や歩道利用者の安全・安心に関する規制、省エネルギーや GHG の排出削減に関する規制が挙げられる。具体的な関連法令は以下の通りである。

表 3-20 街路照明の安全確保に関する法律と規制

No.	規制	街路照明に関する内容
1	Law No.22/2009 on Traffic and road transport 交通・道路交通法第 22 条（2009）	第 25 条第 1 項：公共交通に使用されるすべての道路には、道路設備を交通標識、道路標示、交通信号装置、街路照明器具等の形で整備する必要がある。
2	Law No.23/2014 on Local Government 地方自治法第 23 条（2014）	第 13 条：中央政府、州政府、地方政府/市政府の権限の分配
3	Government Regulation No.38/2007 on Division of Government affairs between the Government, provincial government, regency/ city regional government 政府、地方政府、地方行政機関/市の地方政府 間の政府事務部門に関する政府規制第 38 条 （2007）	政府規制の補遺は、エネルギーに関する政府業務の分割に関して説明している。 中央政府の一つである、鉱物資源部門では、公共の街路照明に関する基準やガイドラインを規定する必要がある。

出典：バンドン市提供資料

インドネシア国における街路照明に関する管轄は、技術規制局として「公共事業省」、「運輸省」、「エネルギー・鉱物資源省」があり、各省の役割は以下の通りである。

表 3-21 街路照明の管轄省及び役割

省	役割
公共事業省	道路支援施設としての公共街路照明の計画と技術要件に関するガイドライン、基準を規制する権限を有している
運輸省	道路に関する人材のガイドライン、基準及び道路交通の実施に関する必要な基準を規制する権限を有している
エネルギー・鉱物資源省	省エネルギーとその効率を規制する権限を有している

出典：バンドン市提供資料

一方、街路照明の設置及び維持管理については、バンドン市政府の責務（地方政府に関する法律第 13 条第 1 項及び第 4 項に基づく説明責任、効率性、外部性、国の戦略的利益の原則）となる。

3.2.2 バンドン市の街路照明及び LED 街路照明の普及状況

バンドン市における開発計画では、市内での街路照明の設置目標数等が示されているものの、従来の街路照明の電球を LED に変換するという目標は明確に示されていない。バンドン市に確認したところ、2021 年にバンドン市が調査した「地区別の従来の電球と LED 電球の設置数内訳」において、LED 街路照明は全体の 64%を占めていることが判明した。さらに、設置及び維持管理については、現在、大統領規制によって民間事業者の関与は規制されているため、他国で見られるような民間連携による普及は行われていない。

(1) バンドン市の現状

バンドン市における道路状況や街路照明の状況について、以下に示す。

表 3-22 バンドン市内の道路状況等

項目	概要
面積	16,729m ² （6つの開発区域に30地域を含む）
道路数	38,000 路線
道路延長	125,487km
平均幅員	5,6m
街路照明数	45,507 基

出典：ESTIMATED MEASUREMENT OF REDUCING STREET LIGHTS CO2 EMISSION IN BANDUNG
（第 1 回ワークショップ バンドン市資料）

バンドン市に設置される街路灯の現状を把握するため、バンドン市内のスカルノハッタ・バンドン通りをはじめとした幹線道路や高速道路、さらにスカルノハッタ通りからの路地（地方道路）に設置されている街路灯を現地で写真撮影して状況を確認した（図 3-6 参照）。また、バンドン市より提供された図面（図 3-5 参照）を基に、LED 街路灯の設置計画や配置図についても確認した。

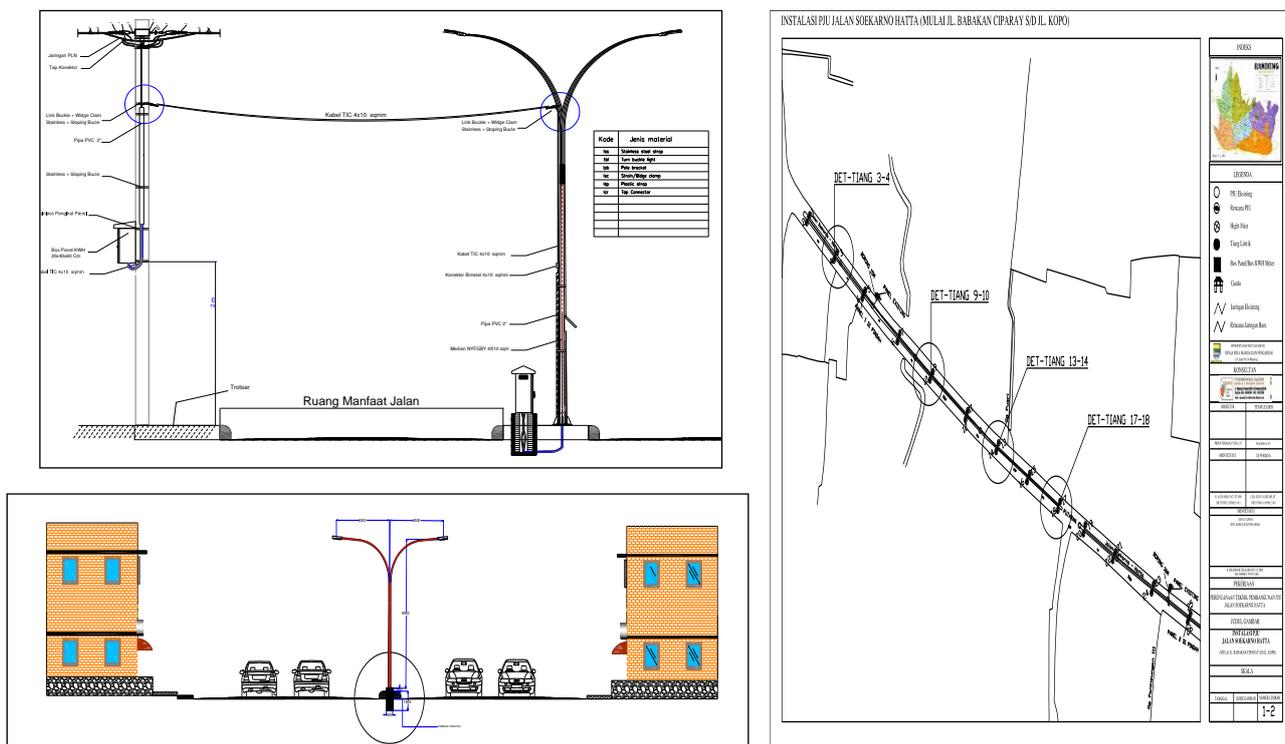


出典：バンドン市提供

図 3-4 スカルノハッタ・バンドン通りの位置



図 3-5 現地視察 (写真)



出典：バンドン市提供

図 3-6 街路灯図例

(2) バンドン市における街路照明開発計画

バンドン市における街路照明に関する開発計画については、「地方中期開発計画 (RPJMD) 2019-2023 年」に記載されている。開発計画においては、市全体の目標設置数を 67,000 基としており、その目標達成に向けて、2,500 基/年の街路灯をバンドン市全域で設置することが示されている。なお、2019 年時点では 44,000 基であった街路灯を、2030 年の終わりには 56,500 基まで整備することを目指しており、2023 年時点で、全体の目標設置数の約 84%を達成することとなっている。

街路照明の設置に関する資金調達について、以前は西ジャワ州とエネルギー・鉱物資源省からパイロット事業のために資金支援があったが、現在は全てバンドン市の予算で対応することとなっている。バンドン市の街路照明に関する年次分割目標と予算計画については、下表の通りである。同目標と計画内では、各地域における街路照明の目標と予算が示されているのみで、従来の電球を LED に更新するという目標は示されていない。

表 3-23 市の街路照明に関する年次分割設置目標と予算計画

項目	2019	2020	2021	2022	2023
追加設置目標本数 (基)	-	2,500	2,500	2,500	2,500
予算 (10 億 IDR)	-	39,680	39,389	40,400	41,411
2019 年時点の設置本数 (基)	44,000				
2023 年目標の設置本数 (基)	56,500				

出典：RPJMD2019-2023 年

市の街路照明の維持管理に関する予算については、LED のみを対象としたものではなく、全ての街路照明を対象としたものである。特に、OM (オペレーション・メンテナンス) は、故障等の重度なメンテナンスは街路照明部門が業者との契約に基づき対応しており、定期メンテナンスは道路施設の維持管理メンテナンスにおいて各地域の運用技術サービスユニット (UPT-OP) によって管理されている。2021 年度のバンドン市予算における OM の地域別予算配分を以下に示す。

表 3-24 2021 年度市予算での OM の地域別予算配分

ワークユニット	予算 (IDR 10 億)	対象本数
Public Street lighting Division (公共街路照明事業部) (Consist of 3 Sections : Planning, Development, Control)	1,804	38
UPT Bojonagara	1,423	1,815
UPT Tegallega	1,560	1,814
UPT Karees	1,601	1,334
UPT Ujungberung	1,529	1,515
UPT Gedebage	1,017	1,942
UPT Cibeuuying	1,824	771
合計	10,760	9,229

出典：バンドン市公共事業省資料

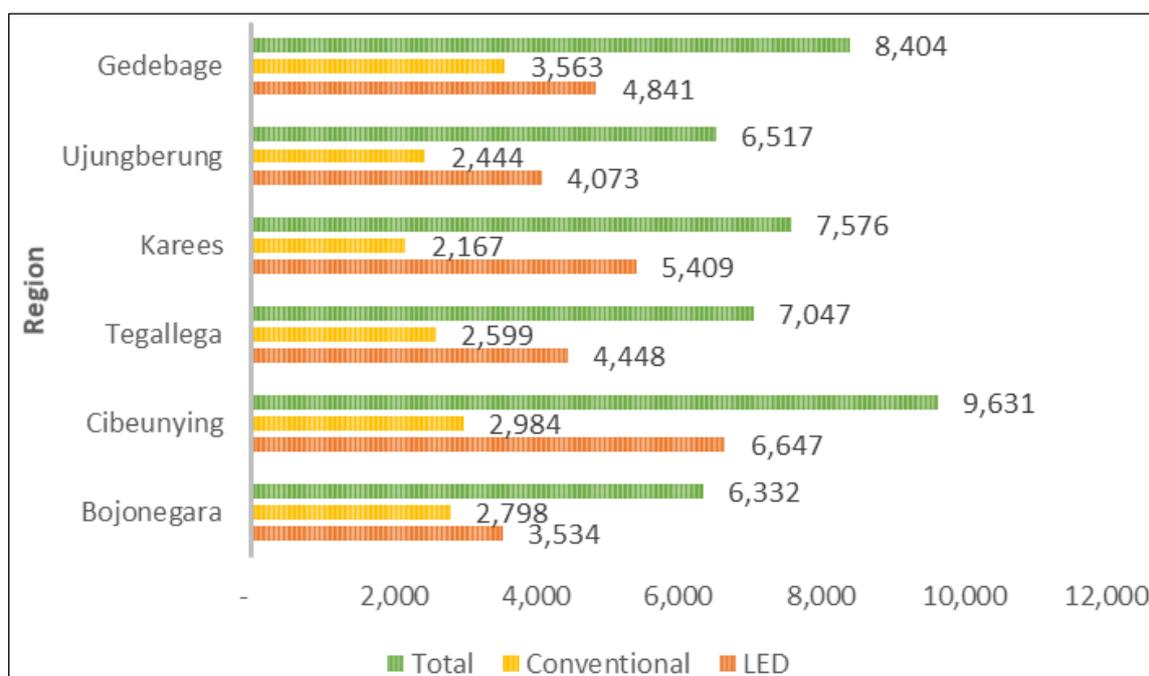
(3) 民間事業者の役割

公共財・サービス調達に関しては、2021年の大統領規則第12条「Revision of Presidential Regulation No.12/2021 on Public Goods/Service Procurement」に基づいて規制されているため、特定の官民連携はない。民間事業者は、街路灯の調達時にコンサルティングサービスを含む第三者の位置づけとして関与する程度である。

(4) 地区別のLED街路照明の設置数（2021年）

2021年にバンドン市の公共事業部（Public Work Department）で、地区別の従来の電球とLED電球の内訳について調査した結果を以下に示す。

バンドン市に確認したところ、新たに設置されたLED電球または、従来の電球の変換を期にLED電球に変換した数は28,952基であり、全体の約64%を占めていることが判明した。一方、残りの36%である16,555基は従来の非LED電球のままとなっている。市内地域別のLEDと非LED街路灯の内訳は下表の通りである。



出典：ESTIMATED MEASUREMENT OF REDUCING STREET LIGHTS CO2 EMISSION IN BANDUNG
（第1回ワークショップ バンドン市資料）

図 3-7 市内地域別の街路照明数及び種別

3.2.3 街路灯の更新計画の検討

(1) バンドン市における街路灯照明の仕様の整理

前述の通り、バンドン市の街路灯照明の設置は、インドネシア国の設置ガイドラインに基づき対応されている。このガイドラインを用いて、現在更新対象となっている非 LED 電球の街路灯 16,555 基の LED 照明の導入について検討を行った。

1) 街路灯照明設置に関するガイドライン

街路灯設置のガイドラインに基づき、照明の規格・仕様及び設置に関する規定について整理した。

①街路灯照明の規格・仕様

街路灯照明の規格・仕様について、下表に示す。

表 3-25 ガイドラインに示されている街路灯照明の種類

種類	平均効率 (lm/W)	設計寿命 (h)	消費電力 (W)	備考
低圧蛍光灯	60-70	8,000- 10,000	18-20、 36-40	<ul style="list-style-type: none"> 補助幹線道路、地方道路 効率は非常に高いが、寿命が短い 一部で利用されている
高圧水銀灯	50-55	16,000- 24,000	125-250、 400-700	<ul style="list-style-type: none"> 補助幹線道路、地方道路、交差点 低寿命だが、寿命が長い 一部で利用されている
低圧ナトリウム灯	100-120	8,000- 10,000	90-180	<ul style="list-style-type: none"> 補助幹線道路、JCT、踏切、トンネル、休憩所 非常に高効率、長寿命 ランプサイズが大きく、光の制御が困難かつ色が悪い 高効率のため、使用が推奨されている
高圧ナトリウム灯	110	12,000- 20,000	150-250、 400	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路、幹線道路、補助幹線、JCT、IC 高効率かつ非常に長寿命 高効率のため、使用が推奨されている

出典：平成 26 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 - バンドン市・川崎市の都市間連携による低炭素都市形成支援 -

②街路灯設置に関する規定

街路灯の設置に関する規定については、表 3-26 及び表 3-27 の通り、照明器具の 2 つのタイプに分類されており、タイプ A は低圧ナトリウム灯の一種であり、タイプ B は水銀灯や高圧ナトリウム灯の一種となっている。

表 3-26 ガイドラインに示されている街路灯設置の規定：照明器具タイプ A

種類	H (m)	L (m)								照度レベル (LUX)
		4	5	6	7	8	9	10	11	
35WSOX※	4	32	32	32	-	-	-	-	-	3.5
	5	35	35	35	35	35	34	32	-	
	6	42	40	38	36	33	31	30	29	
55WSOX	6	42	40	38	36	33	32	30	28	6.0
90WSOX	8	60	60	58	53	52	50	48	46	
90WSOX	8	36	35	35	33	31	30	29	28	10.0
135WSOX	10	46	45	45	44	43	41	40	39	
135WSOX	10	-	-	25	24	23	22	21	20	20.0
180WSOX	10	-	-	37	36	35	33	32	31	
180WSOX	10	-	-	-	-	22	21	20	20	30.0

※低圧ナトリウム灯

出典：平成 26 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 - バンドン市・川崎市の都市間連携による低炭素都市形成支援 -

表 3-27 ガイドラインに示されている街路灯設置の規定：照明器具タイプ B

種類	H (m)	L (m)								照度レベル (LUX)
		4	5	6	7	8	9	10	11	
50WSON※ ¹	4	31	30	29	28	26	-	-	-	3.5
80WMBF/U※ ²	5	33	32	32	31	30	29	28	27	
70WSON 125WMBF/U	6	48	47	46	44	43	41	39	37	6.0
70WSON 125WMBF/U	6	34	33	32	31	30	28	26	24	
100WSON	6	48	47	45	42	40	38	36	34	10.0
150WSON 250WMBF/U	8			48	47	45	43	41	39	
100WSON	6	-	-	28	26	23	-	-	-	10.0
250WSON 400WMBF/U	10	-	-	-	-	55	53	50	47	20.0
250WSON 400WMBF/U	10	-	-	36	35	33	32	30	28	
400WSON	12	-	-	-	-	39	38	37	36	30.0

※¹ 高圧ナトリウム灯、※² 水銀灯

出典：平成 26 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-バンドン市・川崎市の都市間連携による低炭素都市形成支援-

(2) バンドン市における街路灯照明の現状

3.2.2 (4) の通り、バンドン市における従来の電球の街路照明の数は 16,555 基となっている。また、運用については、照度センサーにより運転時間が決められており、およそ 11 時間/日の稼働状況となっている。

(3) LED 照明設備導入（更新）の指標

1) LED 更改による種別ごとの使用電力削減量の算出

バンドン市においては、既設街路灯の LED 化に対して、既設設備の容量に応じて、下表の通り更新機器の指標を定めている。下表から、LED 化に求められる消費電力は 60-70W、80-100W、100-120W に分類できる。そのため、求められる仕様及びガイドラインに準拠する LED 街路灯への更新検討を行った。

表 3-28 LED 照明設備導入（更新）の指標

照明種別	消費電力 (W)	LED 更新後の消費電力 (W)
蛍光灯 (LHE)	45	60-70
蛍光灯 (LHE)	85	60-70
水銀灯 (HPL)	70	60-70
水銀灯 (HPL)	125	80-100
水銀灯 (HPL)	250	80-100
ナトリウム灯 (SON)	70	100-120
ナトリウム灯 (SON)	150	60-70
ナトリウム灯 (SON)	250	80-100

出典：平成 26 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-バンドン市・川崎市の都市間連携による低炭素都市形成支援-

更新検討の結果、70W の既存機器を除き、LED 更改により使用電力削減量の削減効果が見込める。特に、消費電力の多い 250W の既存機器で約 52% の削減効果が期待できる。なお、70W のナトリウム灯及び水銀灯については、使用電力削減効果は無いものの、LED 製品に更改することで、製品寿命の長期化による物品費やメンテナンス費の低減が期待できる。

表 3-29 種別ごとの LED 更改による使用電力削減量の算出

ランプ種別	a	b	c	A(a×b×c)	d	B(a×b×d)	A-B
	消費電力 (W)	稼働時間 (h/day)	稼働日数 (day/year)	使用電力 (k-Wh/year)	LED 消費電力(W) ※	LED 使用電力 (k-Wh/year)	使用電力削減量 (k-Wh/year)
ナトリウム灯	70	11	365	281	70	281	-
	150	11	365	602	70	281	321
	250	11	365	1004	120	482	522
水銀灯	70	11	365	281	70	281	-
	125	11	365	502	70	281	221
	250	11	365	1004	120	482	522

出典：ESTIMATED MEASUREMENT OF REDUCING STREET LIGHTS CO2 EMISSION IN BANDUNG (第 1 回ワークショップ バンドン市資料)

2) 更新対象設備量に関する LED 化による使用電力削減量の算出

第 1 回ワークショップにおいて提示されたバンドン市における消費電力別の従来電球の街路照明数から、LED 化による使用電力削減量及び CO2 排出削減量を算出した。

その結果、電力削減量は 1,679,515 (KWh/year) が期待できる。また、CO2 排出削減量としては、1,253 (t-CO2/year) という算出結果となった。

表 3-30 種別ごとの LED 更改による使用電力削減量の算出

照明種別	消費電力		数量 ^{※1}	稼働時間	稼働日数 (day/year)	使用電力量 (KWh/year)
	(W)	(KW)		(h/day)		
従来電球	10	0.01	441	11	365	17,706
	70	0.07	2,109	11	365	592,734
	90	0.09	389	11	365	140,565
	150	0.15	13,401	11	365	8,070,752
	250	0.25	215	11	365	215,806
		全て	16,555		全て	9,037,564
		90-250	14,005			8,427,124

照明種別	消費電力		数量 ^{※1}	稼働時間	稼働日数 (day/year)	使用電力量 (KWh/year)
	(W)	(KW)		(h/day)		
LED	10	0.01	441	11	365	17,706
	70	0.07	2,109	11	365	592,734
	120	0.12	14,005	11	365	6,747,609
		全て	16,555		全て	7,358,050
		120	14,005		120	6,747,609
				電力削減量	120	1,679,515 (KWh/year)
				CO2排出削減量 ^{※2}	120	1,253 (t-CO2/year)

※1：数量及び LED 消費電力：ESTIMATED MEASUREMENT OF REDUCING STREET LIGHTS CO2 EMISSION IN BANDUNG（第 1 回ワークショップ バンドン市資料）

※2：CO2 排出量（年間）＝電気使用量（KWh）/日×365（日）×CO2 排出係数（「平成 26 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-バンドン市・川崎市の都市間連携による低炭素都市形成支援-」より設定）

(4) JCM 設備補助事業における LED 街路灯照明更新に係る方法論の整理

LED 街路灯照明の更新に係る方法論については、「平成 27 年度工業団地へのスマート LED 街路灯システムの導入」にてとりまとめられた ID_AM018「照明制御システム付き LED 街路灯の設置」の算定方法を活用して、LED 街路灯導入による CO2 削減効果の試算を行った。

1) 適格基準

適格基準を下表に示す。

表 3-31 LED 街路灯適格基準

要件 1	照明制御システムを備えた LED 街路灯を新規に設置、または既存の街路灯を更新するために設置
------	--

表 3-32 方法論に位置付けられたモニタリング方法

測定方法と手順	計測頻度
<p>【方法 1】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各 LED 街路灯に設置されている計測器で記録されたデータを合計し、グループ i の全てのプロジェクト街路照明の電力消費量を取得する。 <p>【方法 2】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各 LED 街路灯に接続された中央配電システムに設置された測定器で、グループ i の全てのプロジェクト街路灯の電力消費量を測定する。 	常時監視

2) 排出削減量の算定方法

排出削減量は、以下の式によって算出する。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

ER_p : 期間 p における排出量削減量 $p[tCO_2]$

RE_p : 期間 p におけるリファレンス排出量 $p[tCO_2/p]$ (①)

PE_p : 期間 p におけるプロジェクト排出量 $p[tCO_2/p]$ (②)

①リファレンス排出量の算定

$$RE_p = \sum_i EC_{pj, i, p} \times \frac{\eta_{PJ, i}}{\eta_{RE, i}} \times EF_{elec}$$

RE_p : 期間中の基準排出量 $p[tCO_2/p]$

$EC_{pj, i, p}$: プロジェクト街路照明の種類別期間 p における電力消費量 [MWh/p]

$\eta_{PJ, i}$: プロジェクト街路照明の種類別発光効率 [lm/W]

$\eta_{RE, i}$: 基準街路照明の種類別発光効率 [lm/W]

EF_{elec} : 消費電力の CO2 排出係数[tCO2/MWh]の推移

②プロジェクト排出量の算定

$$PE_p = EC_{PJ, p} \times EF_{elec}$$

RE_p : 期間 p におけるプロジェクト排出量 $[tCO_2/p]$

$EC_{PJ, p}$: 期間 p におけるプロジェクト照明の総消費電力量 [MWh/p]

EF_{elec} : 消費電力の CO2 排出係数 [tCO2/MWh]

3) LED の機器の整理

基準街路照明（リファレンス機器）及びプロジェクト街路照明の機器について、以下に整理した。

表 3-33 LED 街路灯機器の発光効率の設定

基準街路照明 (リファレンス機器)	ID_AM018 における機器設定の考え方をふまえ、115lm/W または 100lm/W の照明制御システム付 LED 街路照明と設定する必要がある。プロジェクト機器の RPC を「120lm/W」と設定するため、「100lm/W」と設定する。
プロジェクト機器	現時点で民間の対象メーカーが決まっていないため、バンドン市における LED 照明の発光効率「120lm/W」を設定する。

(5) 設備更新に係る削減効果の試算

上記の算定方法を活用して、LED 街路照明導入による削減効果の試算を行った。

表 3-34 LED 街路照明導入による CO2 削減効果の試算 (1/2)

項目	内容	数値	設定の考え方
①リファレンス排出量の算定			
RE _p	期間中の基準排出量 p[tCO ₂ /p]	7,700.05	算出式で算出
EC _{pj,i,p}	グループ i のプロジェクト街路照明の期間 p における電力消費量[MWh/p]	7,358	LED 照明 (10W-120W) の使用電力量
η _{PJ,i}	グループ i のプロジェクト街路照明の発光効率[lm/W]	120	LED 照明の発光効率「120lm/W」を設定
η _{RE,i}	グループ i の基準街路照明の発光効率[lm/W]	100	プロジェクト機器の RPC を「120lm/W」と設定するため、「100lm/W」と設定
E _{Felec}	消費電力の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /MWh] の推移	0.88	(公財) 地球環境センター (GEC) の「令和 3 年度 JCM 設備補助事業電力 CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /MWh) 一覧表」(令和 3 年 3 月 31 日(公募予告時点)) より、インドネシア・ジャワ地域を採用
i	定格電力に基づき、プロジェクトで設置された LED 街路照明の消費電力	120	LED 照明の発光効率
②プロジェクト排出量の算定			
RE _p	期間 p におけるプロジェクト排出量 [tCO ₂ /p]	6475.04	算出式で算出
EC _{PJ,p}	期間 p におけるプロジェクト照明の総消費電力量[MWh/p]	7,358	LED 照明 (10W-120W) の使用電力量
E _{Felec}	消費電力の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /MWh]	0.88	(公財) 地球環境センター (GEC) の「令和 3 年度 JCM 設備補助事業電力 CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /MWh) 一覧表」(令和 3 年 3 月 31 日(公募予告時点)) より、インドネシア・ジャワ地域を採用

表 3-35 LED 街路照明導入による CO2 削減効果の試算 (2/2)

③排出削減量の算定			
ER _p	期間 p における排出量削減量 p [tCO ₂ /]	1,295.01	算定式で算出
RE _p	期間 p におけるリファレンス排出量 p [tCO ₂ /p]	7,700.05	①で算出
PE _p	期間 p におけるプロジェクト排出量 p [tCO ₂ /p]	6,475.04	②で算出

(6) JCM 設備補助事業を活用した事業化に向けた課題と取り組み方針

本年度 1 年次の調査をふまえて、JCM 設備補助事業の活用を想定した課題と 2 年次以降の取り組み方針を以下に示す。

1) 街灯照明の LED 更新の対象台数及び導入費用の精査

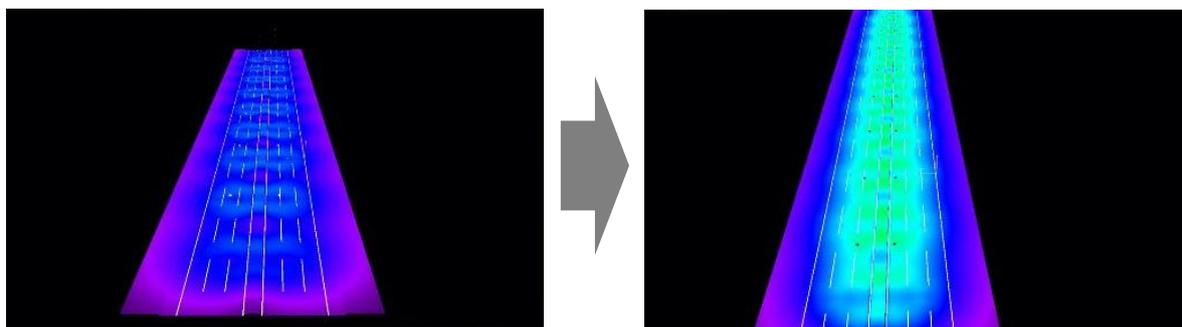
今年度検討において、バンドン市内の街路灯の LED 化により、一定程度の CO2 削減効果が確認できたため、今後は前項の詳細調査を通じた対象路線の絞りこみ及び参画意向のある民間事業者の選定を進め、対象台数及び導入費用の精査が必要である。

2) 対象道路の絞り込みと削減効果に関する試算の詳細検討

本事業 1 年次の調査では、バンドン市と協議を重ねて、現状の街路灯の状況を正確に把握して、LED 化がなされていない街路照明 (Non-LED) の対象数を確認したうえで、それら全てを対象として設備更新した場合の削減効果を試算した。その結果、CO2 排出削減量の効果は見られることがわかったため、2 年次はバンドン市の政策・方針等をふまえた LED 化を目指す優先路線を抽出する必要がある。

2 年次では、現在の LED 未整備区間のうち、未整備区間の路線の種別や延長、運輸局の法律 (N.,27/2018) 上で照明設置点や間隔の配置が不均一になる路線を中心に街路灯設置が早急に必要な優先路線を選定して、JCM 設備補助を活用する場合の資金面を含む導入計画や費用対効果の確度を高める方針である。省エネルギー化による電力量削減に伴う経済効果に加えて、照度向上による安全対策やスマート化による管理等の付加価値も検討することで、具体的な検討を促進できる可能性がある。

バンドン市では、以前に市内のスカルノハッタ・バンドン通りの街路灯の LED 化による電力消費量や CO2 排出量の削減効果を試算して、LED 導入時の照度効果もシミュレーションしたことがあるため、そのような先行事例も活用しながら提案を具体化する。



出典：バンドン市提供

図 3-8 LED 化によるシミュレーション

3) JCM 設備補助への参画事業者の発掘

前項の通り、現在確立されている LED 街路灯導入による効果の試算方法を用いた算定を行う上では、本プロジェクトで採用する LED 街路照明の調達及び設置等について、バンドン市でのプロジェクト展開に興味関心のある企業との協力体制が必要となる。そのため、川崎市の環境技術を保有する企業のプラットフォームであるかわさきグリーンイノベーションクラスター（以下、かわさき GIC）を活用して、JCM 設備補助への参画事業者の発掘を次年度以降、具体的に進めていく必要がある。近年、日本国内の LED 街路照明に関連する製品は、ICT や IoT 技術の普及による人の回遊促進や災害時活用等の効果のあるものも多いため、バンドン市の省エネルギー政策以外の課題解決も見据えた技術導入を提案することで、副次効果に係る期待も考えられる。

4) 資金計画・調達スキーム等も含めた JCM 設備補助事業を活用時の諸条件に係る検討

本事業 1 年次の調査では、バンドン市へのヒアリングにより、現在の街路照明に関する予算措置の状況や市の整備に対する民間事業者の役割が明らかとなった。さらに、大統領規則第 12/2021 第 12 条の改正に従い、物品・サービス調達の仕組みが規制されていることも確認されたため、民間事業者の計画や整備に係る関与は制限が厳しいことが判明した。2 年次は、バンドン市における公共調達における規制と入札条件や制度を正確に把握して、JCM 設備補助事業の活用可能性を検討する予定である。

その他、設備導入後の維持管理においても、現場に設置されている街路照明数と種類や更新に伴う在庫状況のデータ管理システムの構築が課題であることも把握できた。2 年次では、LED 街路照明整備後の維持管理における課題の抽出と対策を整理するとともに、JCM 設備補助事業を実施した場合の適切なモニタリングも視野に IoT を活用したスマート LED 化の可能性についても検討していくことを考えている。

第4章 モビリティ改善と大気汚染対策の検討

4.1 検討の背景

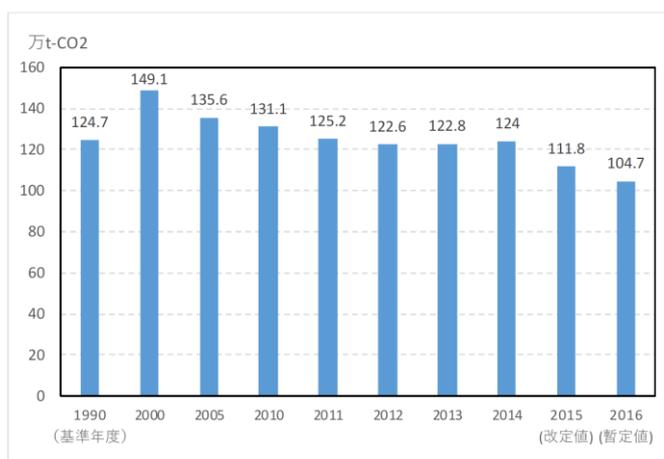
(1) 川崎市とバンドン市の取り組み

前述の第1章 1.3 の通り、バンドン市と川崎市は、持続可能な都市形成に向けた連携をより一層推進するため、2020年2月に新たな覚書を締結して、これまで取り組んできた廃棄物管理、水環境管理に加えて、大気質管理の促進を目指している。本事業では、これまで取り組まれてきていない大気質管理の対策を推進することを目的に、大気汚染の主要な要因である交通分野において、モビリティ改善による交通渋滞の緩和、大気汚染のモニタリング実施に向けた取り組みを検討する。

バンドン市では、気候変動対策の重要課題の1つとして、エネルギー分野におけるGHG排出量削減が取り上げられている。特に、ここではモビリティの改善によるエネルギー消費の削減可能性に取り組むと共に、交通流の円滑化や削減による大気質の改善に着目して、バンドン市への支援を目指す。

(2) 川崎市における自動車関連大気質管理の取り組み

川崎市は、京浜工業地帯の中核として日本の産業を支えるとともに、公害対策をはじめとした低炭素・公害対策・エネルギー、大気質等の環境問題に取り組んでいる。そのうち自動車環境対策としては「かわさき自動車環境対策プラン」を立案している。かわさき自動車環境対策プランでは、基本目標、行動目標を設定することで、事業者、市民、関連団体、関係行政機関が連携して低公害車の導入促進、交通量・交通流対策等の取り組みを実施している。こうした取り組みの成果として、二酸化窒素については2013年度に全ての測定局で環境基準を達成するなど、一定の成果を挙げている。運輸部門の二酸化炭素排出量については、2016年度（暫定値）の二酸化炭素排出量は基準年度（1990年度）より16%の減少となっており、2005年度以降、微減傾向が続いている。



出典：かわさき自動車環境対策プラン

図 4-1 運輸部門の二酸化炭素排出量の推移（川崎市）

4.2 交通流の改善による交通渋滞緩和策

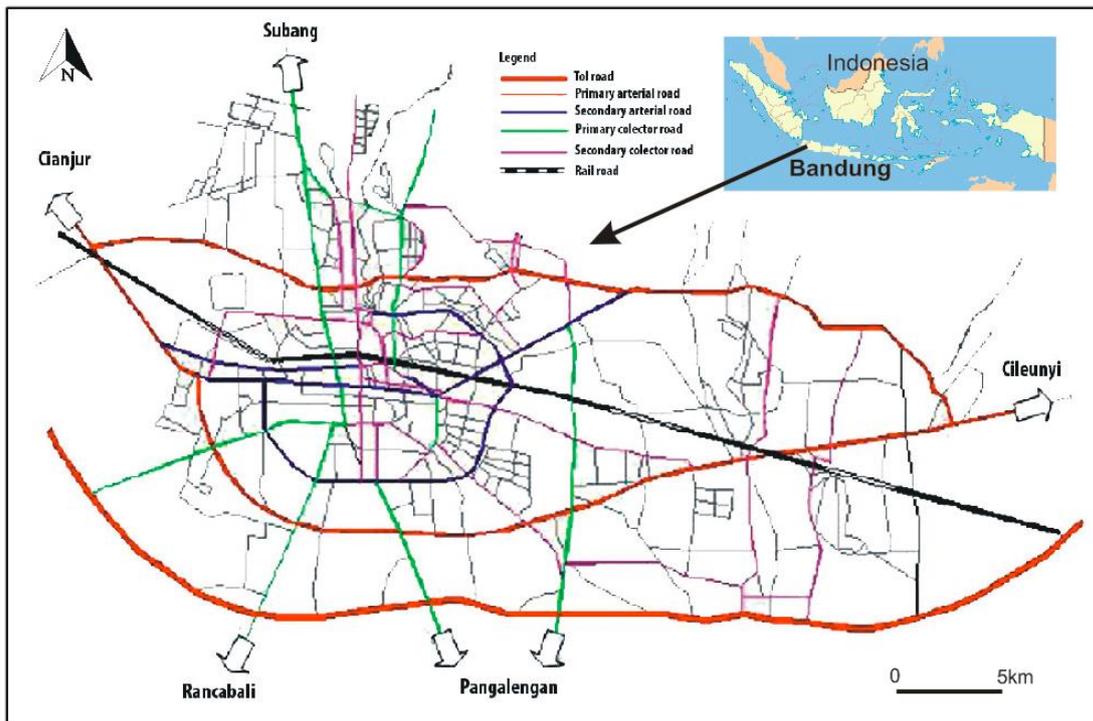
4.2.1 バンドン市の道路交通の現状と課題

バンドン市の道路交通に関する現状と問題・課題を整理した。

(1) 道路・交通状況

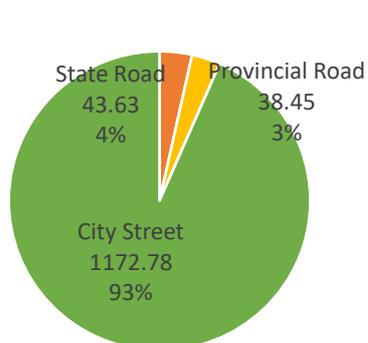
1) 道路状況

バンドン市内には、市中心部を取り囲むように環状道路（一部区間未接続）、市の東西に位置する高速道路へ中心部から放射状にアクセス道路が整備されている。バンドン市内の道路延長は約 1,254km で（高速道路を除く）、そのうち約 9 割を市道が占めている。2018年から 2020 年にかけて道路延長に変更はなく、新設路線はみられない。



出典：Incorporating Air Quality Improvement at a Local Level into Climate Policy in the Transport Sector: A Case Study in Bandung City, Indonesia

図 4-2 バンドン市の道路網



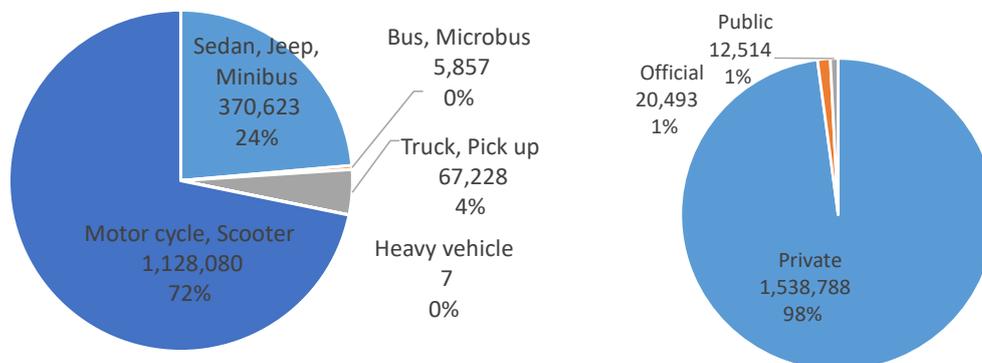
道路種別	2018	2019	2020
State Road (州道)	43.63	43.63	43.63
Provincial Road (県道)	38.45	38.45	38.45
City Street (市道)	1172.78	1172.78	1172.78
Village/Local Road	-	-	-
Toll road	-	-	-
Total	1254.86	1254.86	1254.86

出典：Kota Bandung Dalam Angka Bandung Municipality in Figures 2021

図 4-3 バンドン市の道路延長

2) 登録車両数

バンドン市に登録されている車両登録台数は約 157 万台で、その内訳は二輪車が最も多く約 113 万台、次いでセダン等の乗用車が約 37 万台である。乗用車は約 98%が自家用車である。バンドン市では、住民 1,000 人あたりの車両数が、インドネシア全国平均の約 1.4 倍となっており、今後も都市部の人口増に伴い増加すると想定される。



出典：Kota Bandung Dalam Angka Bandung Municipality in Figures 2021

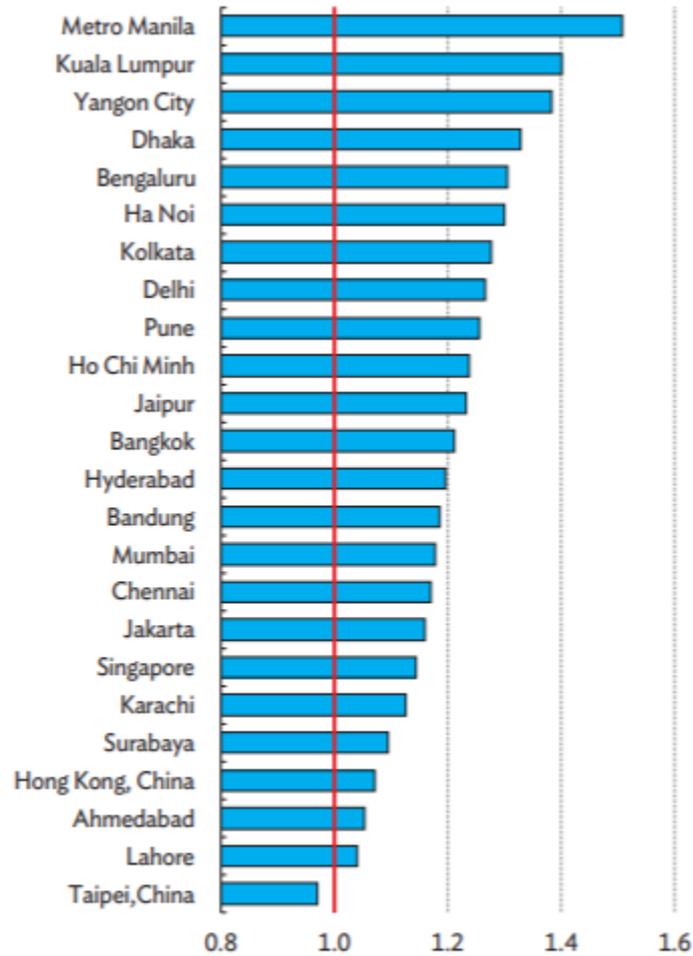
図 4-4 車両登録台数

3) 交通渋滞状況

アジア開発銀行が人口 500 万人以上のアジアの都市を対象に交通渋滞の状況を調査したデータがある（詳細は次頁図 4-6 参照）。このデータは、都市全体の混雑レベルをサンプル値の平均と比較したもので、数値が 1.0 以上の場合、都市の相対的な混雑がサンプル値よりも高いことを示している。このデータでは、バンドン市の値は約 1.2 で上位 14 位である。首都のジャカルタが 17 位であることを踏まえると、下図の写真のようにバンドン市の交通渋滞がいかに深刻な問題となっていることが分かる。



図 4-5 バンドン市内（アフリカ通り）の交通渋滞発生状況



Note: Relative congestion equals the citywide congestion level divided by the sample average, 1.24. To the right of the red line means relative congestion of the city is higher than the sample average.

出典：ADB estimates using nighttime lights images from the National Ocean and Atmospheric Administration (Accessed 1 April 2017 and 10 August 2018), grid population data from LandScan Datasets of the Oak Ridge National Laboratory (accessed 31 August 2017 and 31 August 2018) and trip routes from Google Maps (Accessed 19 March 2019)

図 4-6 アジア 500 万人以上の都市を対象にした道路混雑状況

バンドン市が管理する路線の道路混雑状況を路線ごとにみると、混雑率 1 超・平均速度が 15km/h 以下の非常に混雑している路線が 8 路線、混雑率が 0.8~1、平均速度が 15~25km/h の路線が 20 路線となっている。

表 4-1 市内道路の混雑状況

	混雑率 VCR	平均速度 Speed (km/h)	路線数
High traffic	> 1	0 - 15	8
Medium traffic	0.8 - 1	15 - 25	20
Smooth	< 0.8	> 25	87
合計			115

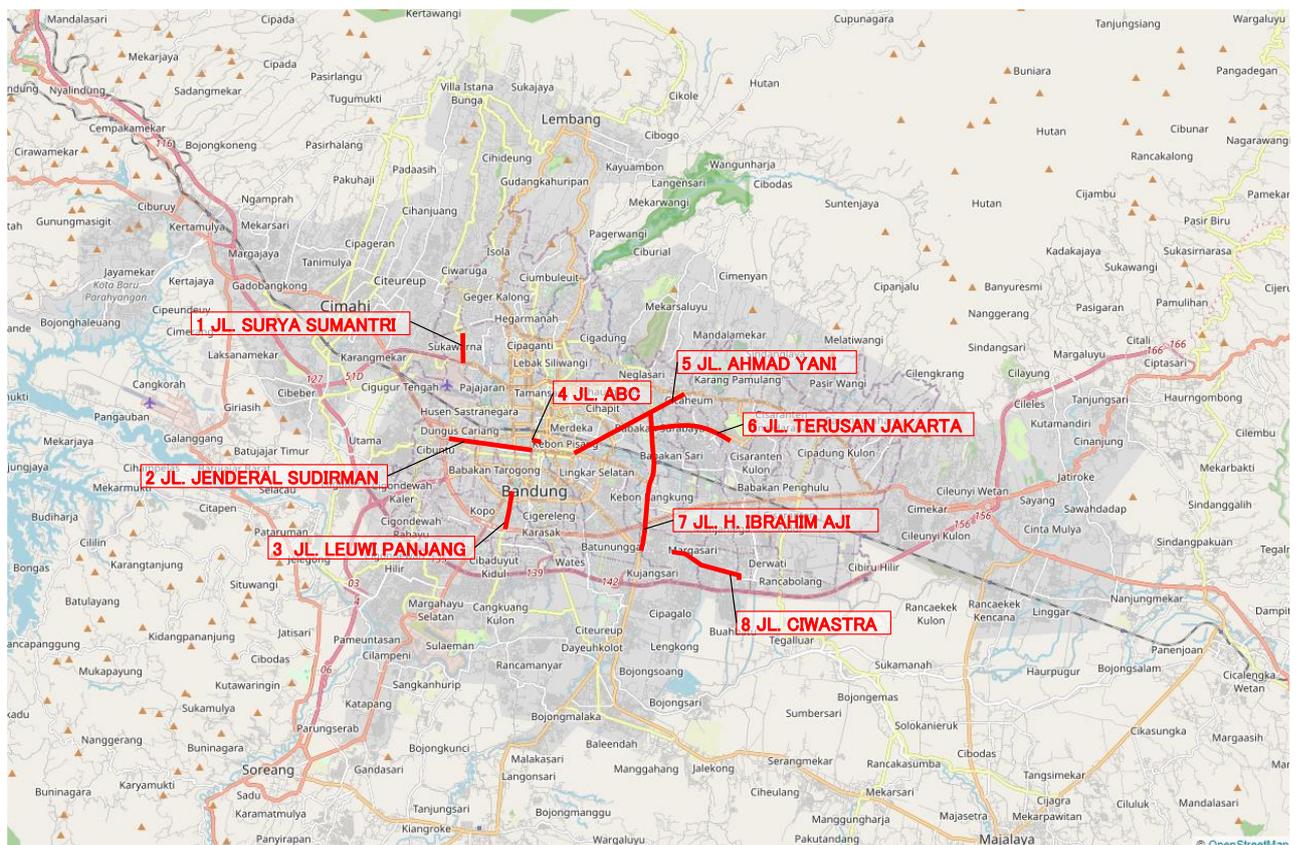
出典：バンドン市交通局

混雑率が1を超えて、平均速度が15km/h以下の非常に混雑している8路線を表4-2に、各路線の位置を図4-7に示す。混雑路線は、有料道路からバンドン市中心部へアクセスする路線が多くを占めている。交通渋滞発生の要因は、市が管理する二次幹線道路と、有料道路など主要幹線道路との合流部など交通容量が小さい地点を先頭として交通渋滞が形成されることが想定される。また、幹線道路の交通渋滞を避けた通過車両の流入による交通量の増加が考えられる。その他に、JL. AHMAD YANI (No.5) では踏切との交差点部、JL. JENDERAL SUDIRMAN (No.2)、JL. ABC (No.4) などの市内中心部の路線では、沿道に店舗が多く路上駐車による交通阻害などが想定される。

表 4-2 混雑路線の混雑度・速度

No	Road Name	Road Status by Function	Length (km)	Road Network Performance	
				Vehicular Cloud for Road Side Scenarios (VCR)	Speed (Km/hour)
1	JL. SURYA SUMANTRI	-	-	0.94	13,89
2	JL. JENDERAL SUDIRMAN	Secondary arterial	4.350	0.96	14,32
3	JL. LEUWI PANJANG	Secondary collector	1.527	0.91	14.44
4	JL. ABC	Secondary collector	0.605	0.98	12.69
5	JL. AHMAD YANI	Secondary arterial	4.765	0.99	12,82
6	JL. TERUSAN JAKARTA	Secondary collector	1.219	0.90	14.00
7	JL. H. IBRAHIM AJI	Secondary arterial	4.675	0.97	11,19
8	JL. CIWA STRA	Secondary collector	5.400	0.91	14.26

出典：バンドン市交通局



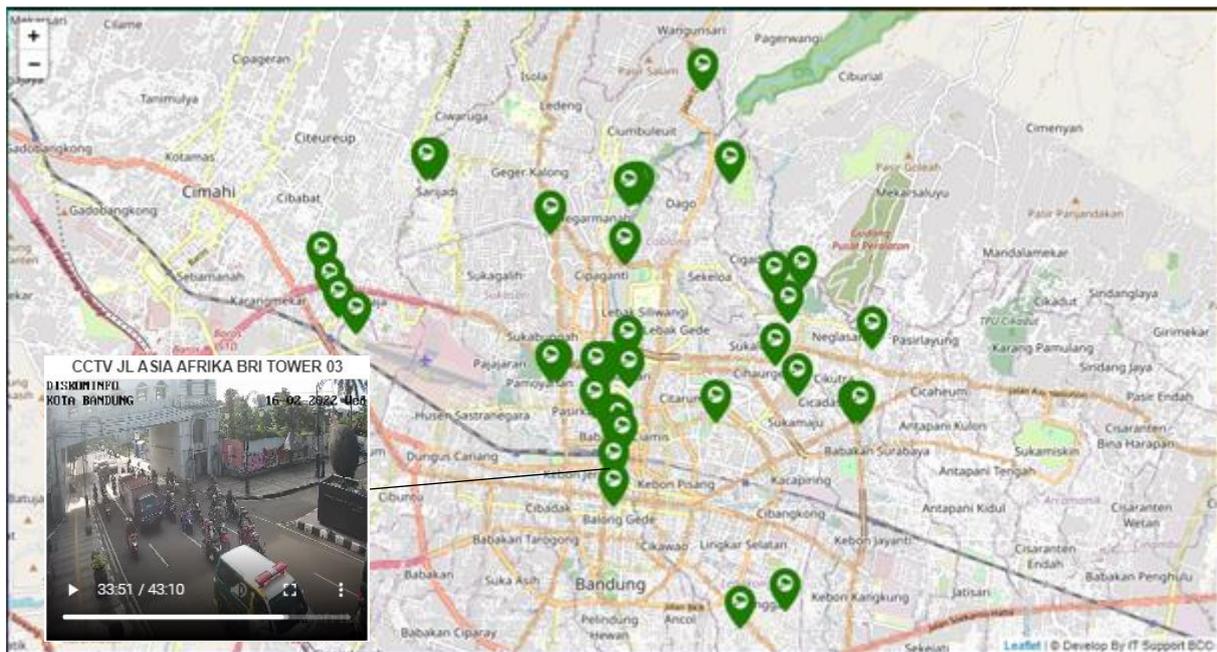
出典：バンドン市交通局

図 4-7 混雑路線の位置図

4) 交通管理

バンドン市の交通管理は、交通局で実施され、交通管理のひとつとして、監視用の CCTV (Closed Circuit Television) カメラが主要路線を中心に市内 45 か所に設置されている。この CCTV カメラでは、Web 上で設置位置や CCTV 映像の確認が可能である。

また、市内には信号機を制御する地域交通管制システム (ATCS : Area Traffic Control Systems) が導入され、市内 59 か所に設置されている。ATCS は、交通需要に応じて、最適な信号制御パラメータを選択または計算することで信号を制御するシステムである。



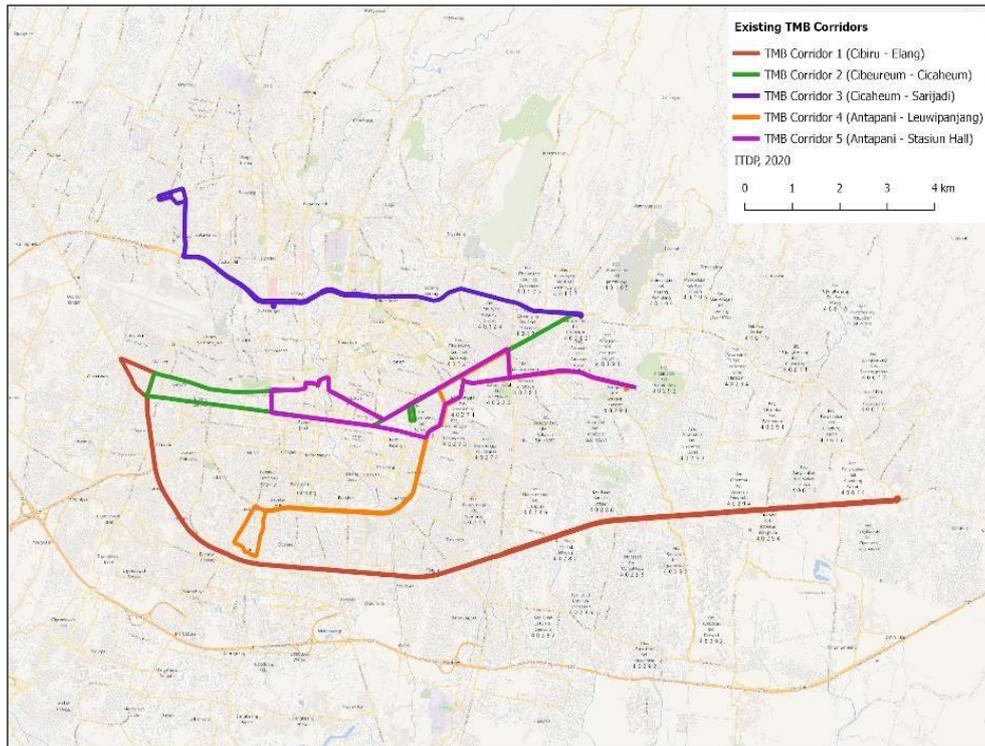
出典 : <https://pelindung.bandung.go.id/maps>

図 4-8 CCTV 設置個所と CCTV 映像例

(2) 公共交通

1) 公共交通の種類

現在、バンドン市においては、バスを中心とした公共交通網が形成されている。主要路線は、バス高速輸送システム (BRT : Bus Rapid Transit) によるトランスメトロバンドン (TMB : Trans Metro Bandung) で、現在 5 路線が運行され、最長路線は 25km、最短路線は 8km である (図 4-9 参照)。その他にも、市内中心部と周辺地区を接続するダムリ (大型バス)、集落とターミナルなどを接続する地域内の交通であるアンコット (ミニバス (約 9 人乗り)) といった公共交通や、観光客向けのバンドロス (Bandros) と呼ばれるツアーバス、スクールバスなどが運行されている。大型バスであるダムリは 12 路線あり、路線により異なるが路線延長の平均は約 36km、1 日あたり約 3 本から約 14 本運行されている (表 4-3 参照)。市内で近距離移動に使われるミニバス・アンコット (Angkot) は 40 路線あり、路線延長の平均は約 14km である (表 4-4 参照)。



出典：ROGRAM PEMERINTAH KOTA BANDUNG PENGURAPNGAN EMISI KARBON MELALUI PEMBANGUNAN SISTEM ANGKUTAN UMUM MASAL（第1回ワークショップ バンドン市交通局資料）

図 4-9 BRT 路線図

表 4-3 ダムリ（大型バス）の運行概要

Route No.	Route	Unit number	Route distance (km)	Trip/day	Operational Time
	Bus				
I	Cicaheum - Cibeureum	30	26	5.8	05.30-20.00
II	Ledeng - Leuwipanjang	15	28	5.8	05.30-19.00
III	N/A				
IV	Kiaracandong - Ciroyom	1	32	0	06.00-12.00
V	Dipatiukur - Leuwipanjang	13	19	5.4	05.30-19.00
VI	Elang - Jatinangor	13	54	7.4	05.30-19.00
VII	Dipatiukur - Jatinangor	14	46	2.8	05.30-19.00
VIII	Kebon Kelapa - Tanjung Sari	15	54	4.6	04.00-19.00
IX	Cicaheum - Leuwipanjang	32	23.5	8.4	05.30-21.00
XI	Cibiru - Kebon Kelapa	13	36	13.6	05.30-20.00
XIV	Kiaracandong - Sarijadi	3	30	7.2	05.30-18.00
XV	Alun Alun - Ciburuy	18	48	3.8	05.30-19.00
	Midibus				
	Antapani - KPAD	12	0	4	
	Total	179	396.5	68.8	

出典：Public Company DAMRI Bandung City

表 4-4 アンコット（ミニバス）路線

Code	Route	Distance (km)	Vehicle
1.A	Abdul Muis –Cicaheum Via Binong	16.3	355
1.B	Abdul Muis-Cicaheum Via Aceh	11.55	100
2	Abdul Muis-Dago	9.3	271
3	Abdul Muis-Ledeng	16.6	245
4	Abdul Muis-Elang	9.75	101
5	Cicaheum-Ledeng	14.25	214
6	Cicaheum-Ciroyom	17	206
7	Cicaheum-Ciwastra-Derwati	17	200
8	Cicaheum-Cibaduyut	16.1	150
9	Stasiun Hall-Dago	10	52
10	Stasiun Hall-Sadang Serang	11	150
11.A	Stasiun Hall-Ciumbuleuit-Via Eykman	9.8	53
11.B	Stasiun Hall-Ciumbuleuit-Via Cihampelas	8.3	30
12	Stasiun Hall-Gede Bage	21	200
13	Stasiun Hall-Sarijadi	10.2	80
14	Stasiun Hall-Gunung Batu	8.5	53
15	Margahayu Raya-Ledeng	19.8	125
16	Dago-Riung Bandung	20.6	201
17	Pasar Induk Caringin-Dago	19.85	140
18	Panghegar Permai-Dipati Ukur-Dago	19.35	155
19.A	Ciroyom-Sarijadi Via Sukajdi	11.75	88
19.B	Ciroyom-Sarijadi Via Setrasari	10.75	31
20	Ciroyom-Bumi Asri	8.35	115
21	Ciroyom-Cikudapateuh	12.9	140
22	Sederhana-Cipagalo	16.05	276
23	Sederhana-Cijerah	8.9	63
24	Sederhana-Cimindi	9	55
25	Ciwastra-Ujung Berung	13.4	32
26	Cisitu-Tegallega	13.95	82
27	Cijerah-Ciwastra -Derwati	22.3	200
28	Elang-Gede Bage-Ujung Berung	22.45	115
29	Abdul Muis-Mengger	10.55	25
30	Cicadas-Elang	18.05	300
31	Antapani-Ciroyom	13.7	160
32	Cicadas-Cibiru-Panyileukan	13.65	200
33	Bumi Panyileukan-Sekemirung	24.35	125
34	Sadang Serang-Caringin	18.1	200
35	Cbaduyut-Karang Setra	16.6	201
36	Cibogo - Elang	7	32

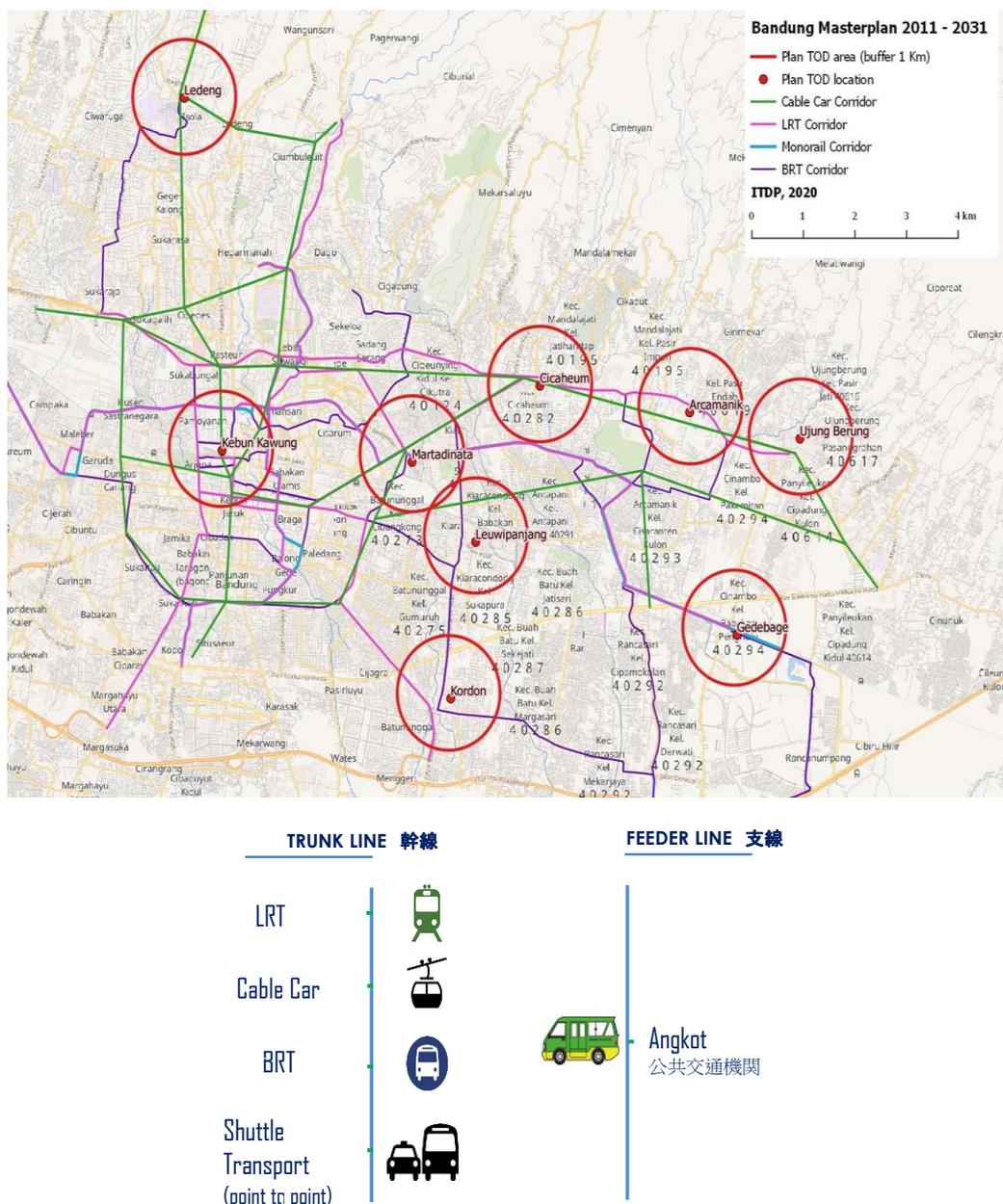
出典：Dinas Perhubungan Kota Bandung

(3) 将来計画

1) 公共交通

バンドンマスタープラン 2011-2031 においては、バンドン市内において TOD (Transit Oriented Development : 公共交通指向型開発) 拠点が 9 カ所設定され、ケーブルカー 9 路線、

LRT (Light Rail Transit) 11 路線、BRT13 路線の開通が計画されている。LRT は、低床式車両の活用や軌道・電停の改良による乗降の容易性、定時性、速達性、快適性などの面で優れた特徴を有する軌道系交通システムである。これらの路線が実現されることにより、バンドン市中心部だけでなく、周辺地域をカバーする公共交通網が形成される見込みである (図 4-10 参照)。LRT や BRT 等は、中心部と TOD 拠点地区、又は TOD 拠点地区相互を結び、市内の広域移動を担うとともに、市の骨格形成に寄与するネットワークとして期待される。また、地域の交通を担う支線の役割はアンコットを中心に位置づけられる。このようにバンドン市内では、路線の役割や機能に基づき路線分類を行い、需要特性に応じた適切なサービス設定した公共公共交通ネットワークが構成されることが期待される。



出典：ROGRAM PEMERINTAH KOTA BANDUNG PENGURAPNGAN EMISI KARBON MELALUI PEMBANGUNAN SISTEM ANGKUTAN UMUM MASAL (第1回ワークショップ バンドン市交通局資料)

図 4-10 公共交通網の将来計画 (2030 年)

(4) 課題の整理

バンドン市においては、増大する車両にインフラ整備が十分に対応できておらず交通需要が交通サービス供給量を上回っている。また、公共交通サービス水準が十分ではないことから、自動車依存率が高く、バンドン市中心部や周辺道路では慢性的な交通渋滞が極めて深刻な状況にある。交通渋滞による移動時間の増大による損失は、市民生活や経済活動を阻害するとともに、交通渋滞による旅行速度の低下がCO₂やNO_xなどの大気汚染物質の排出量を増加させることにもつながる。バンドン市においては、今後も人口増加や経済成長が見込まれ、車両台数の増加による交通渋滞のさらなる悪化が予想される。よって、早急に交通渋滞を緩和させる対策を実施することが重要である。

バンドン市における交通渋滞を改善するためには、現在の自動車交通需要の適正な管理と、公共交通整備をはじめとする公共交通サービスの改善に基づく自動車分担率の削減が喫緊の課題である。また、バンドン市では、2031年までにLRTやBRTの新設路線など公共交通路線網の拡大が計画されている。公共交通の整備が進むことで自動車等から公共交通への転換が期待されており、公共交通の利用促進のための施策や取り組みが必要である。

4.2.2 国内の交通渋滞対策事例

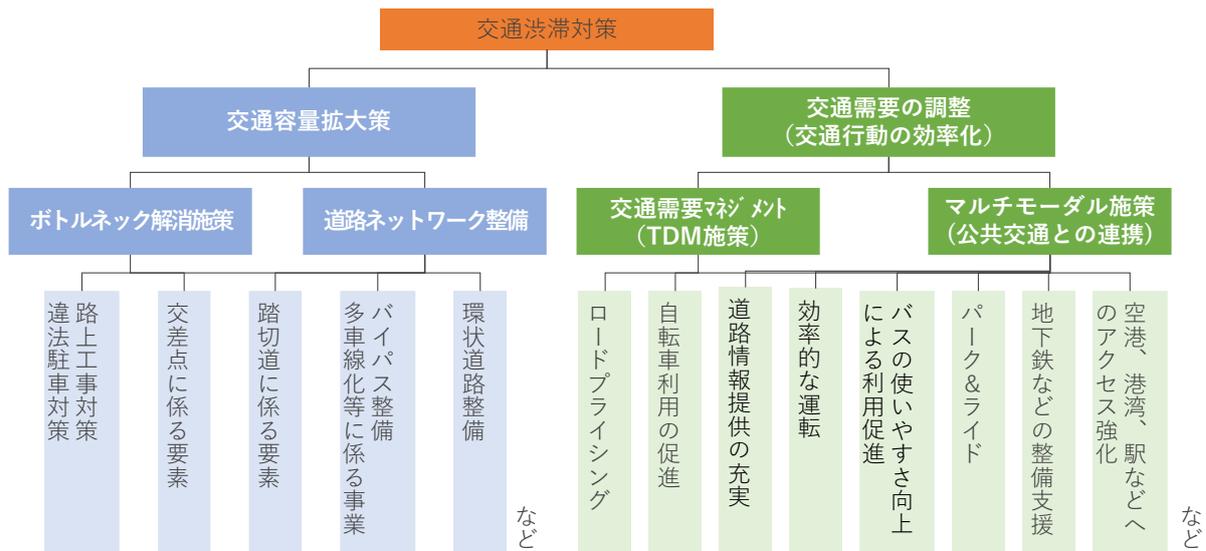
(1) 日本における取り組み例

交通渋滞を解消するためには、道路の交通容量を拡大する方法、交通需要を調整する（交通行動の効率化）方法がある。

交通容量の拡大を目的とする施策には、交通渋滞の原因となっている箇所において交差点改良や立体交差、右左折レーンなどの設置によりボトルネックの解消を目指す施策や、バイパスや環状道路整備などにより交通の集中を適切に分散するとともに、エリア内に目的地をもたない通過交通を排除する道路ネットワーク整備がある。

交通需要の調整を目的とする施策には、道路利用者に時間、経路、交通手段や自動車の利用方法の変更を促し、交通混雑の緩和を図る交通需要マネジメント（TDM）施策と、複数の交通機関と連携して車両の集中を緩和する総合的な交通施策であるマルチモーダル施策などの取り組みがある。

渋滞の解消には地域の道路ネットワークを整備・改良することが最も効果的な手法である。交通渋滞対策の抜本的な解決には、こうした道路整備によるネットワーク機能の向上や、交通容量の拡大によるボトルネック箇所の解消などハード面における対策実施は必須ではあるが、多額の費用や長い期間を必要とする。そのため、交通渋滞対策には、ハード面の整備と道路利用者を適切に誘導して道路交通利用の効率化・円滑化を行う交通需要マネジメントを併用して取り組んでいくことが必要である。具体的には、道路交通情報提供、効率的な運転（エコドライブ）、公共交通の利用促進に係る取り組み例など交通需要の調整に係るソフト的な施策の取り組みなどが挙げられる。交通渋滞対策に係る施策の体系を図4-11に整理する。



出典：国土交通省道路局資料を基に調査団作成

図 4-11 交通渋滞対策に係る施策の体系

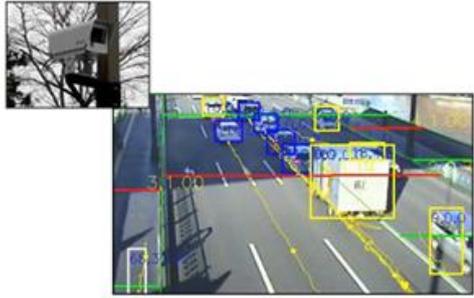
1) 道路交通情報提供の推進

道路交通情報の提供は、ドライバーに交通渋滞など道路交通情報や駐車場に関する情報を提供することにより、適切な経路選択や無駄な走行を抑制しようとする方法である。道路利用者に必要な道路交通情報には、合理的な経路選択を促す道路網や道路線形、勾配など道路構造に関する静的な情報と、交通渋滞発生 の位置や規模、通過時間・所要時間、工事規制、駐車場の満空情報など時間によって変化する動的な情報がある。

道路交通情報の提供は、道路上に設置した道路情報板や道路の休憩施設で提供されている。また、動的な情報提供を行うためには、交通量や車両速度などを測定する車両感知器の道路への設置や、画像監視などで常時観測を行っている。近年では、既設 CCTV に AI 解析を導入することで、より簡易に交通量などの道路状況を観測する手法も導入されている。

表 4-5 道路交通情報提供 (例)

	技術や施策	概要	イメージ
1	道路情報板による 所要時間・経路案内	道路に設置した車両検知器で計測した車速から所要時間を計算し、道路情報板、カーナビ、ホームページ等で情報を提供する	

	技術や施策	概要	イメージ																																																																																									
2	休憩施設での道路交通状況提供	高速道路のサービスエリア、道の駅（商業施設や休憩・宿泊施設、地域振興施設等が一体となった道路施設）で道路交通情報を提供する																																																																																										
3	交通状況のモニタリング	既設道路管理用 CCTV の映像を AI 解析技術により交通量（自動車）・通行量（歩行者）を計測、観測する																																																																																										
4	AI カメラを活用した交通量等の常時観測と計測データのオープン化	主要道路の交通状況を AI カメラを用いて計測し、車の流れの変化をホームページで情報を提供する	 <table border="1" data-bbox="906 920 1262 1178"> <caption>①経管道路（対前週比）</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">地域</th> <th rowspan="2">設置箇所 特性</th> <th colspan="3">平日</th> <th colspan="3">土日祝日</th> </tr> <tr> <th>全車種</th> <th>小型車</th> <th>大型車</th> <th>全車種</th> <th>小型車</th> <th>大型車</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">北陸</td> <td>奥石 観光地周辺</td> <td>±0%</td> <td>→ -1%</td> <td>+4%</td> <td>-28%</td> <td>→ -28%</td> <td>-20%</td> </tr> <tr> <td>砂日市 観光地周辺</td> <td>-1%</td> <td>→ -1%</td> <td>-4%</td> <td>-8%</td> <td>→ -7%</td> <td>-22%</td> </tr> <tr> <td>群馬 観光地周辺</td> <td>-2%</td> <td>→ -2%</td> <td>-1%</td> <td>-2%</td> <td>→ -3%</td> <td>-22%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中部</td> <td>津 I C周辺</td> <td>+1%</td> <td>→ +1%</td> <td>-3%</td> <td>+4%</td> <td>→ +4%</td> <td>+2%</td> </tr> <tr> <td>松岡 I C周辺</td> <td>-2%</td> <td>→ -2%</td> <td>-1%</td> <td>+1%</td> <td>→ ±0%</td> <td>+19%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">伊勢志摩</td> <td>伊勢 観光地周辺</td> <td>-6%</td> <td>→ -6%</td> <td>-7%</td> <td>+20%</td> <td>→ +27%</td> <td>+6%</td> </tr> <tr> <td>志摩 観光地周辺</td> <td>-2%</td> <td>→ +3%</td> <td>-9%</td> <td>+20%</td> <td>→ +21%</td> <td>+7%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">伊賀</td> <td>伊賀 観光地周辺</td> <td>±0%</td> <td>→ ±0%</td> <td>-1%</td> <td>-2%</td> <td>→ -2%</td> <td>-3%</td> </tr> <tr> <td>尾鷲 I C周辺</td> <td>+1%</td> <td>→ +1%</td> <td>-3%</td> <td>-7%</td> <td>→ -7%</td> <td>+6%</td> </tr> <tr> <td>東紀伊</td> <td>熊野 土曜日のみ設置</td> <td>-3%</td> <td>→ -2%</td> <td>-12%</td> <td>-1%</td> <td>→ -1%</td> <td>-1%</td> </tr> </tbody> </table> <p>※交通量は10分間の観測値を基に15分間隔を換算しています ※対前週比は、令和4年1月31日（月）～令和4年2月6日（日）に対する前週比として算出</p>	地域	設置箇所 特性	平日			土日祝日			全車種	小型車	大型車	全車種	小型車	大型車	北陸	奥石 観光地周辺	±0%	→ -1%	+4%	-28%	→ -28%	-20%	砂日市 観光地周辺	-1%	→ -1%	-4%	-8%	→ -7%	-22%	群馬 観光地周辺	-2%	→ -2%	-1%	-2%	→ -3%	-22%	中部	津 I C周辺	+1%	→ +1%	-3%	+4%	→ +4%	+2%	松岡 I C周辺	-2%	→ -2%	-1%	+1%	→ ±0%	+19%	伊勢志摩	伊勢 観光地周辺	-6%	→ -6%	-7%	+20%	→ +27%	+6%	志摩 観光地周辺	-2%	→ +3%	-9%	+20%	→ +21%	+7%	伊賀	伊賀 観光地周辺	±0%	→ ±0%	-1%	-2%	→ -2%	-3%	尾鷲 I C周辺	+1%	→ +1%	-3%	-7%	→ -7%	+6%	東紀伊	熊野 土曜日のみ設置	-3%	→ -2%	-12%	-1%	→ -1%	-1%
地域	設置箇所 特性	平日				土日祝日																																																																																						
		全車種	小型車	大型車	全車種	小型車	大型車																																																																																					
北陸	奥石 観光地周辺	±0%	→ -1%	+4%	-28%	→ -28%	-20%																																																																																					
	砂日市 観光地周辺	-1%	→ -1%	-4%	-8%	→ -7%	-22%																																																																																					
	群馬 観光地周辺	-2%	→ -2%	-1%	-2%	→ -3%	-22%																																																																																					
中部	津 I C周辺	+1%	→ +1%	-3%	+4%	→ +4%	+2%																																																																																					
	松岡 I C周辺	-2%	→ -2%	-1%	+1%	→ ±0%	+19%																																																																																					
伊勢志摩	伊勢 観光地周辺	-6%	→ -6%	-7%	+20%	→ +27%	+6%																																																																																					
	志摩 観光地周辺	-2%	→ +3%	-9%	+20%	→ +21%	+7%																																																																																					
伊賀	伊賀 観光地周辺	±0%	→ ±0%	-1%	-2%	→ -2%	-3%																																																																																					
	尾鷲 I C周辺	+1%	→ +1%	-3%	-7%	→ -7%	+6%																																																																																					
東紀伊	熊野 土曜日のみ設置	-3%	→ -2%	-12%	-1%	→ -1%	-1%																																																																																					

出典：No.3：CCTV カメラ（AI 解析）の精度に関する報告、国土交通省
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf05/02.pdf>
 No.4：三重県 HP <https://www.pref.mie.lg.jp/TOPICS/m0035100043.htm>

2) 効率的な運転（エコドライブ推進策）

エコドライブとは、エネルギー消費の少ない運転などによる環境負荷の軽減に配慮した自動車の使用をいう。具体的には、道路交通情報を活用し交通渋滞などを避けた運転を行う、交通の妨げとなる迷惑駐車をやめる、加速・減速の少ない運転や減速時に早めにアクセルを離しエンブレキを積極的に活用するといった運転技術や、自車の燃費を把握するといった運転行動の変容を促す取り組みである。

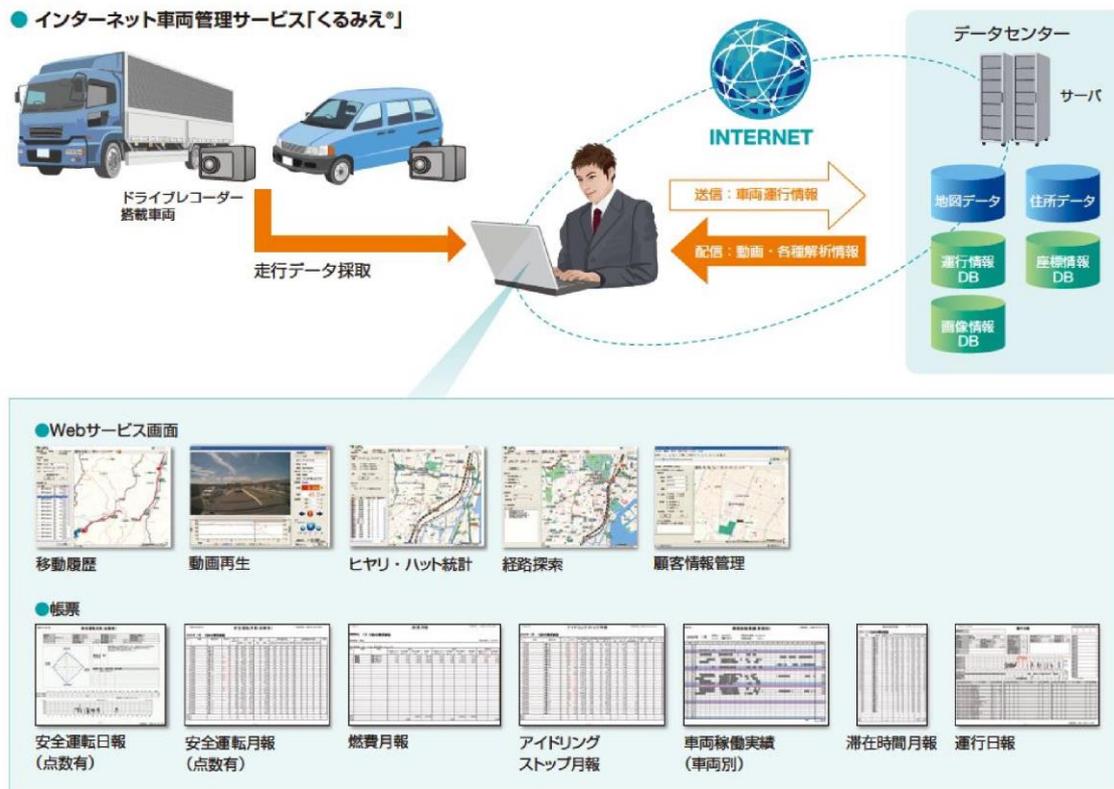
日本国内におけるエコドライブの取り組みは、2003 度に警察庁、経済産業省、国土交通省、環境省を関係省庁とし普及連絡会及び検討会を設置し、「エコドライブ 10 のすすめ」を取りまとめ普及促進を図っている。また、京都議定書の目標達成計画においては「環境に配慮した自動車使用の促進」を施策として位置付けて、広報活動等によって国民の意識向上を図り、エコドライブ普及のための環境整備を行うこととしている。2006 年には、エコドライブを普及・推進するために関係省庁とその他関係機関が重点的に推進すべき事業を「エコドライブ普及・推進アクションプラン」として定め、国全体として継続的に取り組んでいる。

表 4-6 エコドライブの推進策（例）

No.	施策	概要
1	エコドライブの定義の見直し、効果指標等の確定	エコドライブの項目や説明に用いられる効果指標が統一的に使用されていないことから、定義、効果指標、問題点、講習会の内容等について効果的かつ一貫した内容を確定する
2	エコドライブの普及・啓発活動	国民運動として取り組むと共に、エコドライブ推進月間の設定、シンポジウム等イベントの開催及び運転者教育等、関係者が連携を取りながら、様々な普及・啓発活動を行う
3	エコドライブ支援装置等の普及促進	導入補助や EMS 普及事業などを通じて、アイドリングストップ自動車や瞬間燃費計などエコドライブを支援する装置等の普及を促進する
4	エコドライブ評価システムの確立	エコドライブは、その効果が現れないと実行意欲が薄れてしまうため、ドライバーが自己診断できるエコドライブ評価支援システムを普及促進すると共に、第 3 者による評価システムを確立することによりエコドライブ実施者に対するインセンティブ導入の素地を築く
5	地方公共団体及び関係団体との横断的取り組み	地方公共団体において、様々なエコドライブの取り組みがなされていることから、それらの事例の分析、紹介を行うことにより、ベストプラクティスの水平展開を図ると共に、国や関係団体と地方公共団体の連携により、より効果的に取り組みを推進する
6	エコドライブ普及・推進に必要な調査	アイドリングストップにおける懸念事項や、インストラクター制度等海外で実施されているエコドライブの施策について調査し、今後のエコドライブの施策に反映させる

出典：エコドライブ普及・推進アクションプラン、国土交通省
https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010609_.html

エコドライブの促進においては、ドライバーの運転状況を評価して、運転特性を見直すことが重要である。評価方法は、ドライブレコーダー等の車載器を活用した、急発進、急加速、アイドリング時間など走行データを把握する方法がある。近年では、インターネット経由で車両の運行データをインターネットでアップロードして、燃費やアイドリング状況などの各種帳票を作成するサービスもある（図 4-12 参照）。こうしたサービスは、運送事業者や交通事業者などに導入されて、ドライバーの意識改善につながっている。



出典：インターネット車両管理サービスパンフレット（NEC）

図 4-12 Web を活用した車両管理によるエコドライブの推進

3) 公共交通の利用促進策

自動車からの利用転換を促進させるために、公共交通の利便性向上、効率的・効果的な運行を行い、公共交通のサービスレベルの向上による利用促進を図る取り組みが実施されている。

表 4-7 公共交通の利用促進策（例）

No.	施策	概要
1	公共車両優先システム (PTPS)	バスなどの公共車両が優先的に通行できるよう、専用・優先レーンの設置や、停止時間を極力短縮する信号制御、専用レーンの違法走行車両への警告等を通じて支援するシステム バスの信号停止時間の短縮、バス運行の定時性確保等による利用者の利便性向上が期待される
2	情報提供システム等の整備	運行ダイヤのみならず、路線案内、運行情報を提供する無線通信や GPS を利用して、バス等の運行状況（位置や到着予測時刻）をインターネットやバス停で情報を提供する
3	公共交通マップによる情報提供	目的地までの乗り継ぎや運賃、時刻などの一連の情報を一括で入手できる情報を提供する 近年では一人一人のトリップ単位での移動ニーズに対応して、複数の公共交通やそれ以外の移動サービスを最適に組み合わせる検索・予約・決済等を一括で行う MaaS の普及も進む
4	ハイグレードバス停	快適なバス待ち空間を目指し、バス停上屋の拡張や大型モニター等によるバス近接情報や遅れ時間の提供、Free Wi-Fi、ミスト等を設置したバス停

No.	施策	概要

出典：沖縄次世代都市交通システム（Okinawa ART 検討会）第2回検討会資料（内閣府沖縄総合事務局）www.dc.ogb.go.jp/road/jisedai/jisedai.htm

(2) 川崎市の取り組み

川崎市においては、「かわさき自動車環境対策プラン」策定し、自動車環境対策に取り組んでいる。かわさき自動車環境対策プランでは、交通量、交通流への対策として自動車利用の抑制や公共交通の利便性向上による交通需要管理（TDM）に取り組むこととしている。

マイカー通勤の抑制、公共交通機関等への利用転換の推進、駐輪場の整備による自転車利用の促進などにより自動車利用を抑制します	
具体的な事業内容	関連性の高い実施主体
(ア) マイカー通勤の抑制 （徒歩・自転車・公共交通機関による通勤の奨励）	事業者
(イ) マイカー通勤から公共交通機関等への利用転換の推進	関係行政機関
(ウ) 駐輪場の整備	関係行政機関
物流の効率化やモーダルシフト等により、自動車利用の抑制に努めます。	
具体的な事業内容	関連性の高い実施主体
(エ) トラックの自営転換の促進（自家用貨物自動車から輸送効率の良い事業用貨物自動車への輸送方法の転換）	事業者 関係団体
(オ) モーダルシフトの促進 （貨物自動車輸送から、鉄道・船舶による輸送に転換するなど）	事業者 関係団体
(カ) 積載率の向上等の徹底（積載率の向上、輸送ルートの見直し等、物流の効率化の促進）	事業者 関係団体
(キ) 共同輸配送の促進（共同輸配送センター等を利用した複数事業者間の往路・復路の積載調整などによる共同輸配送の促進）	事業者 関係団体
(ク) サードパーティロジスティクス ^{※2} の活用	事業者 関係団体
需要に応じたバス運行の改善等により、公共交通の利便性の向上を図ります。	
具体的な事業内容	関連性の高い実施主体
(ケ) バスダイヤや路線の見直し	関係行政機関
交通環境配慮行動メニューをもとに、関係事業者等に対して自主的な環境配慮行動の推進を働きかけます。	
具体的な事業内容	関連性の高い実施主体
(コ) 川崎市交通環境配慮行動メニューによる普及啓発	関係行政機関

出典：かわさき自動車環境対策プラン（改訂版）

図 4-13 かわさき自動車環境対策における交通量対策・交通流対策の取り組みメニュー

4.3 大気汚染監視システム導入による大気質の改善

モビリティの改善に向けて、現状の交通渋滞から引き出されている課題を定量的に把握し、その見える化を図ることで、改善意識の向上が課題の抽出につながってゆくことができる。そのため、大気質モニタリングの提案をするために、監視対象項目、監視方法、モニタリング結果の公表方法等、導入可能性の検討を行った。

4.3.1 日本における大気監視の体系

(1) 大気汚染に関する基準

大気汚染に関する環境基準は、環境基本法第16条で「人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準」として設定されたもので、工場や事業所に対する排出基準とは異なり、環境汚染の改善目標値となっている。大気汚染物質としては、二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、光化学オキシダント、微小粒子状物質の6物質について基準が設定されている。

大気常時監視をする目的は、①地域における大気汚染の状況を把握する、②発生源の状況や高濃度地域を把握する、③汚染防止対策の効果を把握する、④汚染に関わる経年変化を把握する、といった大きく4点があげられる。

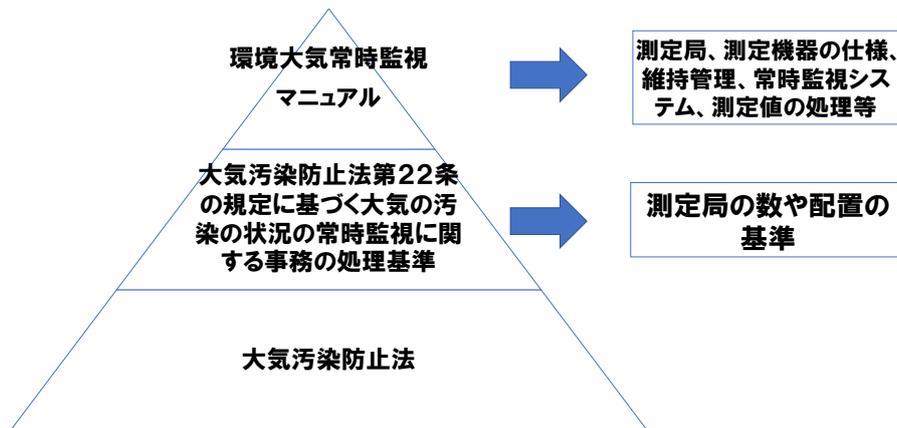
表 4-8 大気汚染物質の環境基準

物質	環境上の条件（設定年月日等）	測定方法
二酸化硫黄 (SO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ1時間値が0.1ppm以下であること。(48.5.16告示)	溶液導電率法又は紫外線蛍光法
一酸化炭素 (CO)	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。(48.5.8告示)	非分散型赤外分析計を用いる方法
浮遊粒子状物質 (SPM)	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m ³ 以下であること。(48.5.8告示)	濾過捕集による重量濃度測定方法又はこの方法によって測定された重量濃度と直線的な関係を有する量が得られる光散乱法、圧電天びん法若しくはベータ線吸収法
二酸化窒素 (NO ₂)	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。(53.7.11告示)	ザルツマン試薬を用いる吸光度法又はオゾンを用いる化学発光法
光化学オキシダント (OX)	1時間値が0.06ppm以下であること。(48.5.8告示)	中性ヨウ化カリウム溶液を用いる吸光度法若しくは電量法、紫外線吸収法又はエチレンを用いる化学発光法
微小粒子状物質 (PM _{2.5})	1年平均値が15µg/m ³ 以下であり、かつ1日平均値が35µg/m ³ 以下であること。(H21.9.9告示)	微小粒子状物質による大気の汚染の状況を的確に把握することができる場所において、濾過捕集による質量濃度測定方法又はこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機による方法

出典：環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/kijun/taiki.html>)

(2) 大気監視の体系

日本では、大気常時監視は、大気汚染防止法第 22 条の中の「都道府県知事は、大気の汚染の状況を常時監視しなければならない」という条文に基づいて実施されている。大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準に基づいて、測定局の数や配置が決められ、環境大気常時監視マニュアルによって、測定機器の仕様や維持管理、常時監視システム、測定値の処理方法等が定められている。

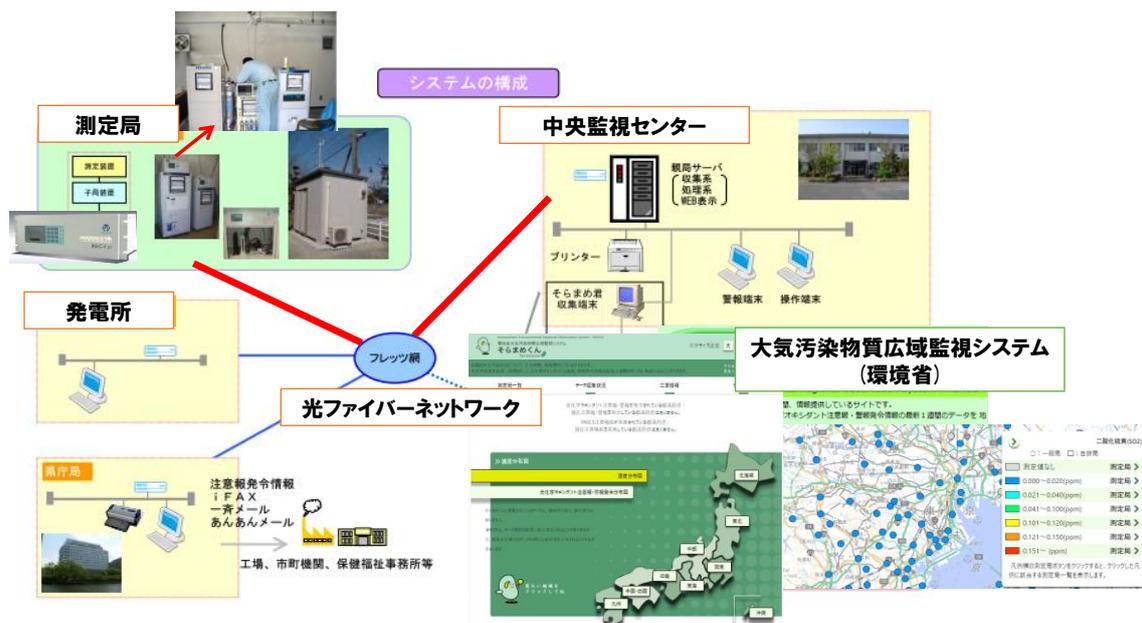


出典：グリーンブルー株式会社

図 4-14 日本の大気常時監視の体系

(3) 大気監視手法

日本国内では、約 1,800 か所の測定局で NOX や SO₂、PM_{2.5} 等を測定する自動測定機が設置されている。測定機で収集したデータは、光回線網を通じて、各自治体の中央環境センターに送信され、データチェック、帳票やグラフ作成が行われている。また、データは環境省にも送信され、全国の大気汚染情報がホームページにより一元的に公開されている。



出典：グリーンブルー株式会社

図 4-15 大気常時監視のシステム構成

4.3.2 川崎市における大気質監視の取り組み

(1) 大気質監視手法

川崎市では、一般環境大気測定局9局、自動車排出ガス測定局9局を用い、大気汚染の常時監視が実施されている。

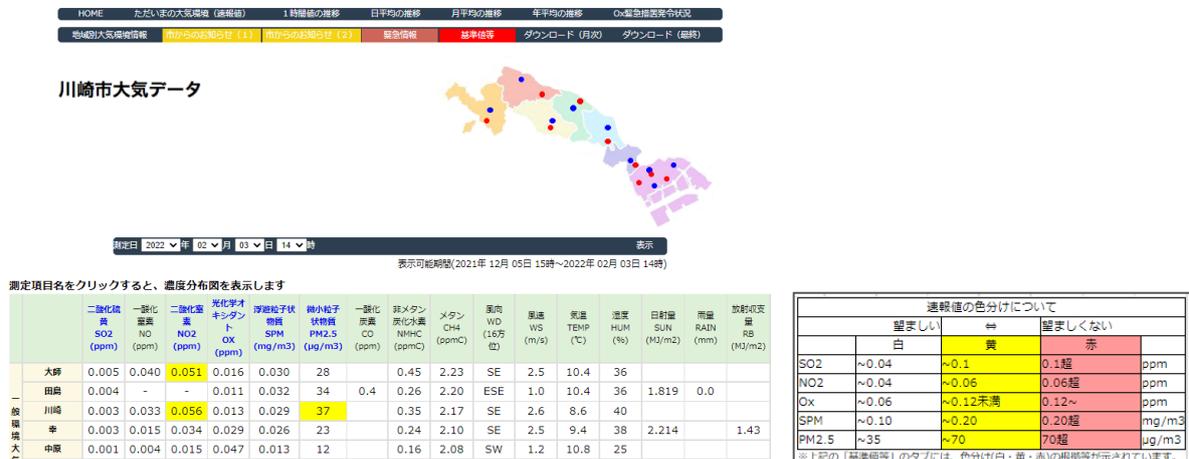
- 一般環境大気測定局：都道府県知事等が、大気汚染防止法に基づき、大気汚染の状況を常時監視するために設置する測定局のうち、住宅地等の一般的な生活空間における大気汚染の状況を把握するため設置されたもの。二酸化硫黄、二酸化窒素、光化学オキシダント、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、非メタン炭化水素などについて測定を実施している。
- 自動車排出ガス測定局：都道府県知事等が、大気汚染防止法に基づき、大気汚染の状況を常時監視するために設置する測定局のうち、道路周辺に配置されたもの。二酸化硫黄、二酸化窒素、光化学オキシダント、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、非メタン炭化水素などについて測定を実施している。



出典：川崎市ホームページ (<https://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000032422.html>)

図 4-16 測定局の外観・測定局周辺の道路状況

測定結果は、川崎市ホームページにて、表やグラフを用いてリアルタイムに情報提供されている。また、リアルタイムのデータは、基準値と比較した状況を色分けで示されており大気状況が分かりやすく示されている。



出典：川崎市ホームページ (<http://sc.city.kawasaki.jp/taiki/LATEST/HT2022012708.html>)

図 4-17 川崎市の大気データ開示例

(2) 取り組み経緯

川崎市における大気質監視等の取り組みは国に先駆けて実施されているが、その背景には、公害問題への取り組みがある。川崎市臨海部は、埋立事業による工業地帯の造成と、そこに立地した工場群により発展して、1960～70年代には日本の高度経済成長を支えてきた。しかし、これらの工場などが排出する煙などによって急速な環境悪化を招き、大気汚染や水質汚濁などの甚大な公害を引き起こした。こうした公害問題に対して、川崎市では臨海部の39工場と大気汚染防止協定を結び、発生源に対する対策の強化や、全国に先駆けて総量規制を盛り込んだ公害防止条例を制定して、工場により厳しく対応を迫るとともに、公害監視センターや公害研究所を設立するなど体制を整えるなど、市民、企業、行政が連携し取り組みを実施している。

表 4-9 川崎市の大気汚染等に対する主な取り組みに関する経緯

年	主な事項
1960年	川崎市公害防止条例（旧条例）公布、施行
1964年	二酸化硫黄自動測定装置による測定を開始
1968年	大気汚染集中監視装置での二酸化硫黄等の常時監視体制の確立
1969年	「大気汚染による健康被害の救済措置に関する規則」を制定・施行し被害者の救済を開始
1970年	市内39工場と「大気汚染防止に関する協定」を締結し、発生源対策を強化
1972年	「川崎市公害防止条例」を公布し、総量規制を導入、公害監視センター完成 「発生源亜硫酸ガス自動監視装置完成（市内大手42工場） 公害監視会議設置
1976年	「川崎市環境影響評価に関する条例」を公布し、環境悪化を未然に防止する仕組みを導入
1978年	「発生源窒素酸化物自動監視装置」完成（市内大手32工場）
1979年	市全域で二酸化硫黄濃度の環境基準達成
1999年	「川崎市公害防止等生活環境の保全に関する条例」を制定・公布
2010年	エコ運搬制度を開始
2013年	市全域で二酸化窒素の環境基準達成

出典：川崎市ホームページ（<https://eri-kawasaki.jp/publication/torikumi-1/>）

4.4 本事業2年次の取り組み案

本事業1年次においては、モビリティの改善についてはバンドン市の現状把握や日本国内や川崎市での取り組みの整理、大気質改善策については日本国内の大気監視手法について整理を行った。本事業2年次においては、バンドン市のニーズを踏まえた具体的施策の提言に向けた取り組みを実施する。

(1) モビリティの改善

交通渋滞緩和策を始め、多くのアプローチが考えられる。そのため、本事業の中では、バンドン市の将来計画などを参考に重点的に対策を進める対象を定め、想定する導入技術の深掘調査、現地に導入するための基本調査を実施する。

具体的には、日本の交通渋滞対策の取り組み事例として整理した道路情報の提供、エコドライブの推進、公共交通の利用促進策の導入を考える。

表 4-10 次年度取り組み（案）

項目	取り組み案	2年次取り組み内容
道路情報の提供	AI 技術を活用した CCTV 等の映像解析による交通量、速度など道路交通状況のデータ収集、情報提供基盤の構築	現地の道路交通情報の提供状況、データ収集方法の確認 交通情報データ収集機材に係る情報収集
エコドライブ	物流事業者を対象にドライブレコーダーなどを設置し、エコドライブの効果検証を実施	設置機材に係る情報収集 保有車両台数が多い物流事業者の選定
公共交通の利用促進	自動車交通からの転換を図るため、アンコットなどの位置状況を提供し、公共交通の利便性を向上させる	既往の公共交通であるアンコット、ダムリの運行状況に係る情報収集

(2) 大気質監視

バンドン市では、急速な工業化による石油消費量増加や経済成長を背景とした自動車、オートバイ数の増加により、大気汚染が深刻になっており、健康への影響も懸念されている。そのため、大気質をモニタリングしデータ収集と管理を行うシステムの整備は極めて重要である。適切な大気質監視を提案していくためには、バンドンにおいてどのようなモニタリングが実施されているか、まずは正しく現状を把握することが必要である。

現状においては、第 1 回ワークショップでバンドン市の GHG 排出量担当者より、バンドン市内の工場地域、住宅地域、沿道、商業地域の土地利用別 4 区画を対象とした大気質モニタリング（SO₂、NO₂）がパッシブ法（表 4-11 参照）で 2020 年に実施されたことが報告されている。

但し、その計測方法や精度までは確認されていないため、2 年次では現状のバンドン市の大気質モニタリング状況の実態把握を予定する。調査項目としては、測定対象、地点、モニタリング方法、精度管理、データ処理、報告体制、公表の有無と結果の活用状況、技術者の状況、予算等が考えられる。

その結果に基づき、日本の取り組みを活用したモニタリング計画を提案する。モニタリング計画の立案においては、将来的な導入を想定して、システムの維持コスト、メンテナンス技術者の教育・確保なども踏まえ、モニタリング方法の検討を行う。その際には、バンドン市内の交通渋滞箇所も特定して、CO₂ 測定も同時に行うことで、交通流改善による GHG 排出量削減への取り組みにつなげることも視野に入れる。

新型コロナウイルスの感染拡大状況及びバンドン市側の協力体制にもよるが、可能であれば現地渡航のうえ、車載センサー搭載車両を利用した主要道路の濃度実態把握、モニタリング位置の最適配置の検討も考える。その結果、3 年次の事業においてより精度の高いモニタリングとして、定点観測や車載や人が移動するモバイルセンシング、ドローンによる鉛直観測の検討も可能になると考える。

2 年次（2022 年度）、3 年次（2023 年度）の取り組み計画を図 4-18 の通り整理する。

表 4-11 2020 年の KPI データ

	Stage I SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Stage I NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Stage II SO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Stage II NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	KPI	備考
住宅地域	12,00	16,00	8,00	14,00	78,21	良好
沿道	18,00	10,00	7,00	16,00		
工業地域	11,00	14,00	11,00	18,00		
商業地域	16,00	15,00	14,00	18,00		

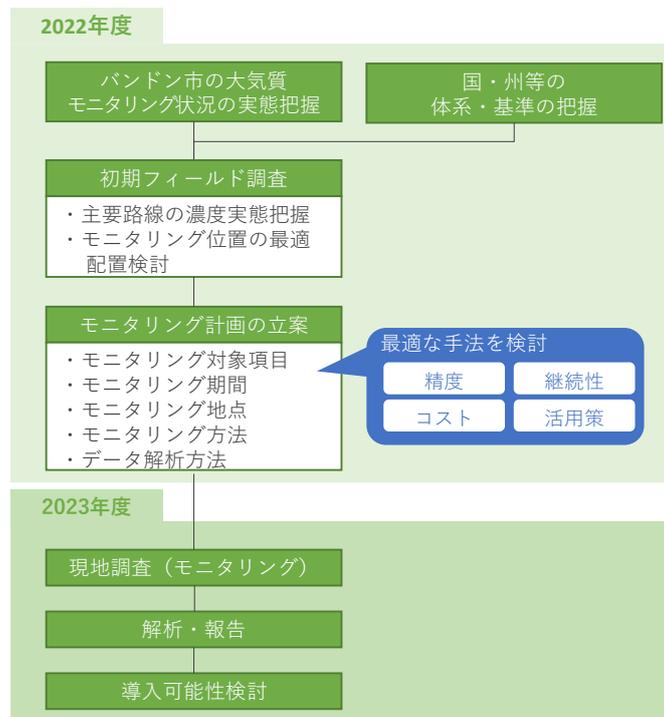
※住宅地域：プラティスタ住宅、沿道：ダゴターミナル、工業地域：PT ニカツ、商業地域：DPRD 事務局

出典：INVENTARISASI GAS RUMAH KACA (GRK)KOTA BANDUNG（第1回ワークショップ資料）

表 4-12 大気モニタリングの主な測定方法

	自動測定機	センサー	アクティブ サンプラー	パッシブ サンプラー
連続/バッチ	連続	連続	バッチ 捕集+分析	バッチ 捕集+分析
地点/スペース	大 局舎	小	大 局舎	小
費用	高	低	高	低
項目	環境基準項目	環境基準項目	環境基準項目	環境基準項目
写真				

出典：グリーンブルー株式会社



出典：調査団作成

図 4-18 モニタリング調査実施に向けた検討フロー
4-21

第5章 制度構築支援（グリーンビルディングの促進）

本章では、建築・住宅分野の低炭素化施策の推進支援として、インドネシア及びバンドン市のグリーンビルディングに関する施策を整理し、川崎市の先進的な施策・取り組みを紹介した。第6章にまとめた全4回のワークショップを通じて確認した、バンドン市側の課題認識、及び川崎市の施策・取り組みへの関心を軸に、バンドン市にとって制度の効果的な運用と環境配慮型建築の普及促進に資することを目的とする。

5.1 グリーンビルディングに係る日本及び川崎市の取り組み

5.1.1 日本のグリーンビルディングに関する政策・施策

日本では、業務部門（事務所ビル、商業施設などの建物）の1990年度から2016年度のCO2排出量が66%の大幅な増加であったことや、東日本大震災による電力供給の逼迫や国際情勢の変化によるエネルギー価格の不安定化を受けて、建築物におけるエネルギーが強く認識された。このような背景から、2016年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」では、業務部門のCO2排出量を2030年度に40%削減（2013年度比）する目標が設定され、その具体的な方策の1つとして「建築物については、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）を実現することを目指す」ことが掲げられた。また、COP21を受けて策定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（2019年6月閣議決定）」では、住宅・建築物での取り組みとして、省エネの促進、太陽光発電の普及、BEMSなどによるエネルギー管理システムの活用方針が示されている。最新の「第6次エネルギー基本計画（2021年10月閣議決定）」では、2050年カーボンニュートラル宣言（2020年10月表明）や、パリ協定におけるNDC（国が決定する貢献）として、2030年度に温室効果ガスの46%削減（2013年度比）を目指すことを宣言したことを受け、「既築住宅・建築物についても、省エネルギー改修や省エネルギー機器導入等を進めることで、2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す」と修正された。日本では、政策の中で建築物の耐用年数の長さや定期的な更新の必要性を見越した計画的な取り組みの必要性が認識されており、技術開発支援、ZEB・ZEHの普及促進、グリーンファイナンスの推進など、多面的な施策が展開されている。

(1) 建築物省エネ法

2017年4月から全面施行された「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（以下、「建築物省エネ法」）では、住宅・建築物のエネルギー消費性能を向上させるために、建築主等の自発的な省エネ性能の向上を促す誘導措置に加え、住宅・建築物の規模等に応じた規制措置を講じている。誘導措置には「エネルギー消費性能向上計画認定・容積率特例」と「基準適合認定・表示制度」がある。規制措置は、延べ面積が2,000m²以上の建築物の「建築物エネルギー消費性能基準」への適合義務、および従来の「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」で措置されていた延べ面積が300m²以上の住宅・建築物の新築等の「省エネ措置の届出」、そして住宅事業建築主が新築する一戸建て住宅に対する「住宅トプランナー制度」で構成されている。

(2) 建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS)

2014 年から開始された建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS : Building-Housing Energy-Efficiency Labeling System) では、上述の建築物省エネ法第 7 条により、建築物の販売・賃貸を行う事業者は、建物の省エネ性能を表示することが求められている。国土交通省の定めるガイドライン「建築物のエネルギー消費性能の表示に関する指針 (2016 年国土交通省告示第 489 号)」により、表示する性能は自己評価と第三者認証の両方が認められており、BELS は第三者認証として位置づけられている。BELS の評価には、BEI (Building Energy Index) という、基準一次エネルギー消費量に対する設計一次エネルギー消費量の割合を示す指標が用いられる。評価対象となるのは、建物に設ける空調設備、換気設備、照明設備、給湯設備、昇降機であり、設計時点での性能を評価する。BEI は、実際に建てる建物の設計一次エネルギー消費量を、地域や建物用途、使用条件などにより定められている基準一次エネルギー消費量で除した値で評価し、新築される住宅・建築物の一次エネルギー消費量基準に適合となる水準は、 $BEI \leq 1.0$ となる。つまり、設計一次エネルギー消費量が基準一次エネルギー消費量以下であれば省エネ基準に適合しているということになる。評価は星の数で表示され、性能が良いほど星の数が増える。BELS の認証物件数は、2020 年 7 月時点で、非住宅で 1,475 件、住宅で 113,613 件、複合用途で 11 件となっている。

表 5-1 BELS の評価基準と表示マーク

☆数	住宅用途	非住宅用途 1 (事務所等、学校等、工場等)	非住宅用途 2 (ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等)
☆☆☆☆☆	0.8	0.6	0.7
☆☆☆☆	0.85	0.7	0.75
☆☆☆ 誘導基準	0.9	0.8	0.8
☆☆ 省エネ基準	1.0	1.0	1.0
☆ 既存建築物の 省エネ基準	1.1	1.1	1.1



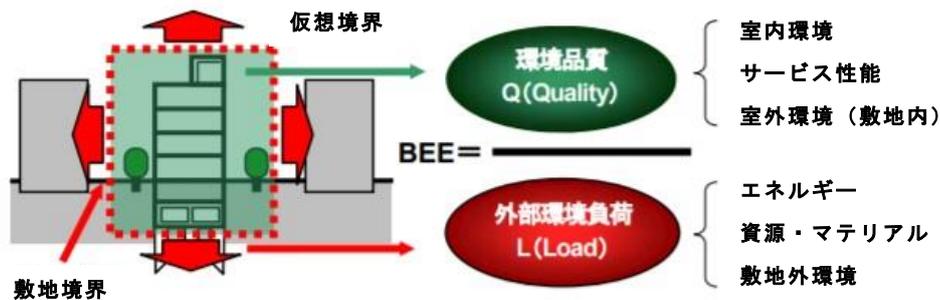
出典：「ZEB Portal (環境省)」をもとに調査団作成

(3) 建築環境総合性能評価システム (CASBEE)

建築環境総合性能評価システム (CASBEE : Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) は、建築物の環境性能を評価し格付けする手法で、省エネルギーや環境負荷の少ない資機材の使用などの環境配慮とともに、室内の快適性や景観への配慮なども含めた建物の品質を総合的に評価するシステムである。CASBEE は、建築物の環境に対する様々な側面を客観的に評価するという目的から、以下の 3 つの理念に基づき開発されている。

1. 建築物のライフサイクルを通じた評価ができること
2. 「建築物の環境品質(Q)」と「建築物の環境負荷(L)」の両側面から評価すること
3. 「環境効率」の考え方をういて新たに開発された評価指標「BEE (建築物の環境性能効率 : Built Environment Efficiency)」で評価すること

建築物の環境性能効率（BEE）は、敷地境界等による仮想境界で区分された内外2つの空間を想定し、境界内部の建築物の環境品質に係る要素（Q：Quality）と、境界を越えて外部に与える環境負荷に係る要素（L：Load）のそれぞれの環境配慮項目について取り組むを評価する。BEEは、環境品質（Q）を向上させ、また外部への環境負荷（L）を低減するほど高くなり、評価結果は高いほうから順にS、A、B+、B-、Cの5段階で表される。評価は、一般社団法人日本サステナブル建築協会が公表している評価ソフトにより行われ、2020年6月時点で、1,071件の認証物件がある。



出典：建築物環境計画書作成マニュアル（2017年、川崎市）

図 5-1 環境性能効率（BEE）の概念

（4）支援制度・補助金制度

日本では、グリーンビルディングの普及や省エネ改修に対し、多様な支援・補助金制度を設けている。「ZEB 実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業」は、地方公共団体が所有する施設、あるいは中小規模の民間事業者の業務用ビル等に対し、ZEB の実現に資する省エネ設備機器、システムの導入を支援している。対象となるのは、空調機器、照明、給湯、BEMS の導入費用で、エネルギー削減率が 50%以上となることが要件である。「既存建築物省エネ化推進事業」では、躯体（外皮）の省エネ改修を行うこと、省エネ効果が 20%以上見込まれることを要件として、民間事業者が行う省エネ改修及びバリアフリー改修を支援している。改修に要する費用のみならず、エネルギー使用量の計測や、省エネルギー性能の表示に要する費用もカバーしているのが特徴である。また「CO2 削減ポテンシャル診断事業」では、業務用ビルなどに診断機関を派遣し、設備の導入状況、運用状況、エネルギー消費状況を踏まえた具体的な CO2 削減対策を提案している。国の政策により、まず公共建築物における率先した取り組みを図ることが示されている中、これらの支援策・補助金制度を活用した、地方自治体と民間事業者の取り組みの促進が図られている。

5.1.2 グリーンビルディング推進に向けた川崎市の取り組み

（1）川崎市の環境政策

川崎市は、「川崎市環境基本計画（1994年2月策定、2021年2月改定）」を市の環境行政の基本指針に据え、個別の計画・施策を推進している。「川崎市地球温暖化対策推進基本計画（2010年10月策定、2018年3月改定）」では、国の計画が示す長期的な CO2 等排出量の削減目標「2050年度までに 80%の削減を目指す」を、市が長期的に目指す水準に位置づけ、計画期間の最終年度である 2030 年度の目標値を「1990 年度比 30%以上削減」と設定している。2020年に策定された「かわさきカーボンゼロチャレンジ 2050」は、2050年の

CO2 排出量実質 100%削減の達成に向けた、基本的な考え方や先導的な取り組みなどを示している。この中では、2050 年に脱炭素社会を実現した状態の具体例として、建物のゼロエネルギー化（ZEB、ZEH 化）の定着や再生可能エネルギーの一般普及が示されている。また 2030 年に向けた先導的なチャレンジとして、脱炭素モデル地区を創設して集中的に取り組みを展開することで、その効果や利便性を実感し、環境配慮型のライフスタイルへの行動変容、技術の進展を図る考えが示されている。

2006 年発行された、全国で初めてとなる環境配慮型ミニ公募債「川崎市緑化推進債」は、実質的にグリーンボンドの先駆けとなったものである。調達した資金によりグリーンビルディング・プロジェクトとして本庁舎等建替事業が行われ、この新本庁舎は後述の CASBEE 川崎の最高ランク S ランクを実現している。これら川崎市の取り組みは、市民を含めた幅広いステークホルダーを巻き込み、また他の自治体や事業者の ESG 投資に対する機運醸成に寄与している。

グリーンビルディング / エネルギー効率

本庁舎等建替事業

- エコマルチウォール(省エネ性能の高い外壁)やコージェネレーションシステム(発電機の排熱を利用する省エネシステム)を導入
- 建材として木材を積極活用
- CASBEEでランクSを取得予定



エネルギー効率

環境配慮技術導入事業

- 市施設照明をLED化



川崎市新本庁舎整備イメージ (左:概観 / 右:整備断面図)

出典：川崎市グリーンボンドの発行について（2021 年、川崎市）

図 5-2 川崎市グリーンボンドにより実施された本庁舎等建事業

(2) 川崎市建築物環境配慮制度（CASBEE 川崎）の概要

川崎市は、市の基本構想に掲げる「環境に配慮し循環型のしくみをつくる」という政策の基本方針に沿って、持続可能な建築物を普及促進するため、建築物の建築に際し、建築主に対して環境への配慮に関する自主的な取り組みを促し、地球温暖化その他環境への負荷の低減を図ることを目的とし、2006年10月から「川崎市建築物環境配慮制度（CASBEE川崎）」の運用を開始した。CASBEE川崎は、前述の建築環境総合性能評価システム（CASBEE）の評価指標を基本とし、川崎市の地域性および市の関連条例を反映した環境基準に一部編集したシステムである。届出の対象となる建築物は、床面積2,000m²を境に特定と特定外建築物に分類される（表5-2）。届出を行った建物は「分譲共同住宅環境性能表示」により、販売を目的とした広告を行う際に、環境性能に関する情報を購入者に提供することができる。また2015年4月から、戸建住宅を対象とした「建築物環境配慮制度（CASBEE戸建制度）」を開始している。

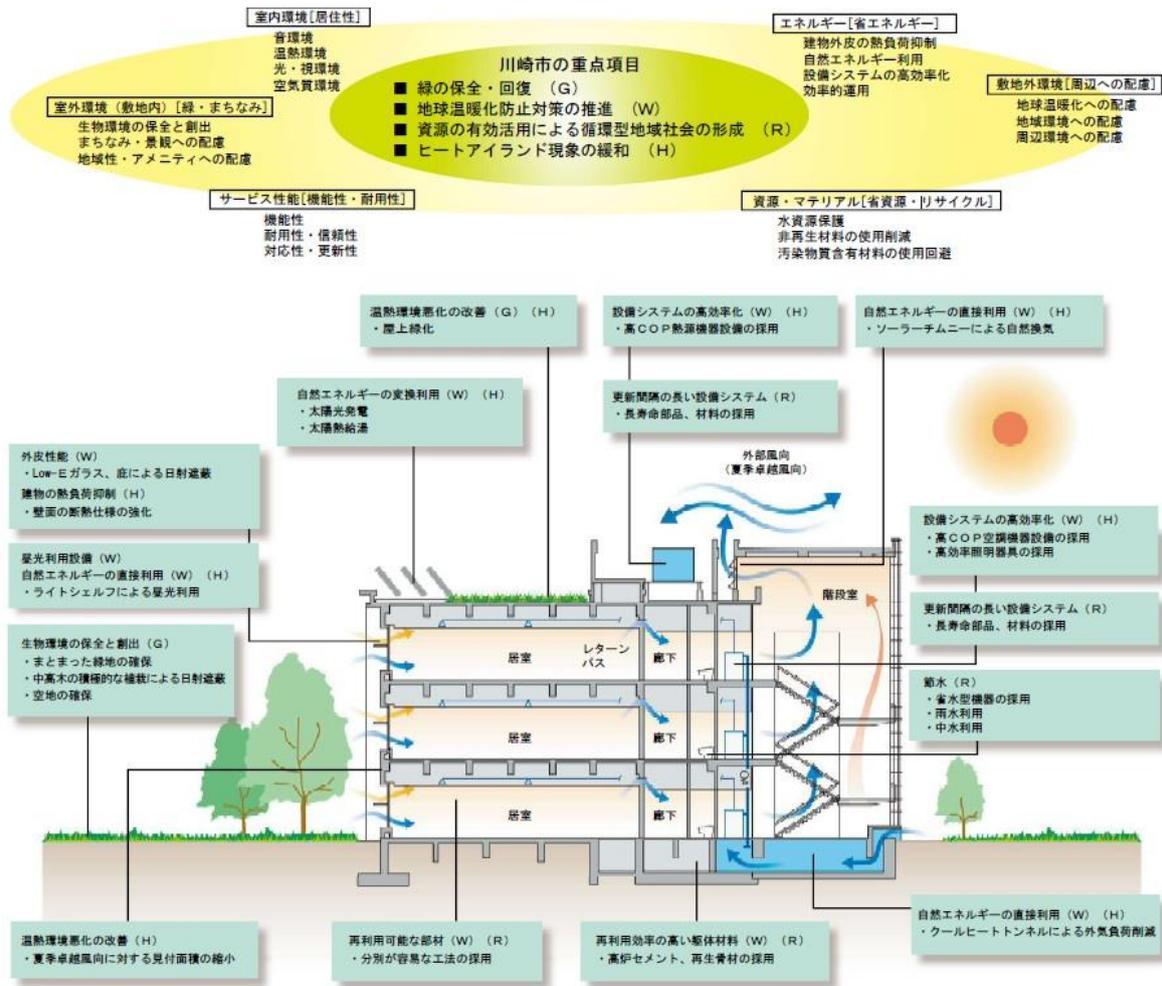
表 5-2 届出の対象となる建築物と分譲共同住宅環境性能表示

特定建築物：	CASBEE川崎で評価し、届出の義務がある。
	床面積（増築又は改築の場合にあつては、当該増築又は改築に係る部分の床面積）の合計が2,000m ² 以上の建築物（一戸建ての住宅・長屋を除く）は「特定建築物環境配慮計画書」により、環境配慮の取り組みを提出する。
特定外建築物：	CASBEE川崎で評価、届出の義務はない（任意提出）
	床面積（増築又は改築の場合にあつては、当該増築又は改築に係る部分の床面積）の合計が2,000m ² 未満の建築物（一戸建ての住宅・長屋を除く）は「特定外建築物環境配慮計画書」により、環境配慮の取り組みを自主的に提出することができる。（提出義務はないが任意に提出することを推奨する。）
分譲共同住宅環境性能表示：	
	<ul style="list-style-type: none"> ・届出を行った特定・特定外建築物について、分譲共同住宅の環境性能に関する情報を、分譲共同住宅を購入しようとする人に提供する。 ・川崎市が認証を与えるものではなく、建築主の自主的な環境配慮への取り組み結果を表示するもの。
戸建住宅：	CASBEE戸建で評価、届出の義務はない（任意提出）
	<ul style="list-style-type: none"> ・建築主がCASBEE戸建を用いて、計画する戸建住宅を評価したもの（環境計画書）を川崎市に届出を行い、川崎市は届出内容を確認し、その内容を公表する制度。 ・（一財）建築環境・省エネルギー機構（IBEC）による戸建住宅を対象とした建築環境総合性能評価システムを用いる。評価結果は5段階のランク（星）で表示され、分譲戸建住宅環境性能表示により広告等に表示することができる。

出典：第2回ワークショップ川崎市発表資料より調査団作成

(3) CASBEE 川崎の環境配慮項目と評価

CASBEE川崎には、建築物の環境性能を総合的に評価するため、多数の環境配慮項目があるが、川崎市の地域性などを踏まえ、建築に際して特に取り組みを推進する4つの重点項目を設けている（図5-3）。例えば、「資源の有効活用による循環型地域社会の形成」では、躯体材料等におけるリサイクル材の使用や有害物質を含む材料の使用回避、あるいはよい良い状態で長く建築物を使い続けられる性能として、部品や部材の長寿命性が評価される点の特徴である。



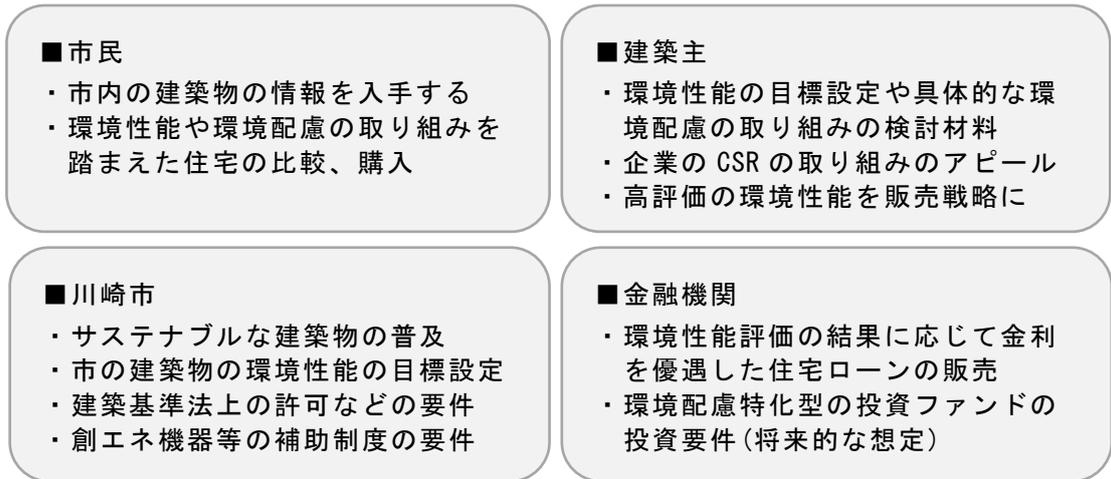
出典：川崎市建築物環境配慮制度リーフレット

図5-3 CASBEE川崎の環境配慮項目

評価は、川崎市が公表している評価ソフトにより行われ、BEEをはじめとする評価結果は、評価結果シート、重点項目シート、スコアシートとして示される。これらCASBEE川崎に係る評価ソフトや建築物環境配慮計画書の作成マニュアルはすべて川崎市のウェブサイトに公開されている。またCASBEE川崎の届出情報や評価結果シートなども公開されており、市民や事業者の環境意識の向上にも貢献している。制度を開始した2006年から2021年9月までの届出件数は、940件に達している。

(4) CASBEE 川崎と連携した助成制度・金利優遇

CASBEE 川崎は、建築主による自主的な環境配慮の取り組みを促進するものであり、建築物の環境性能が表示・公表されることにより、市民あるいは購入者による比較や環境意識の高まりに繋がっている。不動産価値の観点からは、価格、間取り、立地に続く「建築物の環境性能」という指標は、デベロッパーにとっては、企業のCSRの取り組みのアピールや販売戦略と関連付けて不動産価値の向上に直結するものであり、購入者による正当な評価がさらなる技術開発や市場形成のサイクルに繋がることが期待されている。一方で、環境面や光熱費削減などの経済的なメリットにもかかわらず、初期投資の高さにより敬遠されることに対し、制度と連携した補助金や金利優遇の方策がとられている。



出典：第2回ワークショップの川崎市発表資料より調査団作成

図 5-4 各ステークホルダーによる CASBEE 川崎の活用

表 5-3 CASBEE 川崎と連携した助成制度・金利優遇

制度	条件・例
スマートハウス補助金（戸建住宅・共同住宅の共用部分等）：住宅用創エネ・省エネ・蓄エネ機器導入補助事業 省エネ機器等の導入に対して補助金を交付。機器単体のみの導入は対象ならず、複数機器の連係が条件。（例えば、太陽光発電システムを導入済みで、新たにリチウムイオン蓄電システムを導入し連係する場合、蓄電システム導入費に対し補助金を交付する。）	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー管理装置（HEMS）：1万円 ・太陽光発電システム：出力1kWあたり2万円（上限10万円） ・家庭用燃料電池システム（エネファーム）：3万円 ・定置用リチウムイオン蓄電システム：容量1kWhあたり1万円(上限10万円) ・CASBEE 補助金：5万円（CASBEE 戸建の評価がA以上の住居居住者のHEMS、太陽光発電等の補助金申請に対し、追加で補助金を交付するもの。）
住宅ローンの金利優遇	CASBEE 川崎の総合評価による星の数が4個以上の住宅（分譲マンション・戸建住宅）に対して、金利を優遇する住宅ローンの取扱いを2006年から開始（三井住友信託銀行、横浜銀行、横浜信用金庫）

出典：川崎市ホームページより調査団作成

5.2 グリーンビルディングに係るインドネシア及びバンドン市の取り組み

5.2.1 インドネシアのグリーンビルディングに関する政策・施策

インドネシアは、「国家省エネルギーマスタープラン（RIKEN）」において、2025年までの業務部門のエネルギー消費削減目標を15%としている。具体的には、下表に示す大規模業務ビルのエネルギー管理制度と、建築物の省エネルギー基準により目標達成を目指している。大規模業務ビルのエネルギー管理制度については、インドネシアの業務ビルの98%が3万m²以下である実情を鑑み、対象となる事業者拡大の必要性が指摘されている。一方、国家省エネルギー基準は、基準の遵守が義務化されているものではなく、建築に際して事業者が参照するものとして活用するに留まっている。

2012年にジャカルタ特別州で、インドネシアで初めての「グリーンビルディング条例」が策定・採択され、2013年から義務付けられたことから、インドネシア公共事業・住宅省はこの基準に基づき、グリーンビルディングに関する国のガイドラインを作成し、2015年に「国家グリーンビルディング・ガイドライン」を発令した。このガイドラインは、インドネシア国内の大都市が独自のグリーンビルディング基準を策定するための枠組みを提供するものであり、国所有の建物の50%のグリーンビルディング化、エネルギー効率の20%向上、水利用効率の20%向上、低コスト住宅の廃棄物を20%削減といった具体的な目標を掲げている。バンドン市は、本ガイドラインを使用して、2016年に「バンドン市長規則No.1023/2016」によりグリーンビルディングの建築基準を策定した最初のインドネシア都市である。

またインドネシアには、2009年に設立された世界グリーンビルディング協会のメンバーである、グリーンビルディング協会（GBCI：Green Building Council of Indonesia）が開発した「グリーンシップ（Greenship）」による認証制度があり、独自の判断基準及び診断方法により評価を行い、4ランクを認定している。

インドネシアでは既に、これらの政策・施策が実施されているものの、建築主の省エネルギー対策に関する知識が足りないことや、グリーンビルディングの認知度の低さが課題となっている。またインドネシアのIESR（Institute for Essential Service Reform）による「Indonesia Clean Energy Outlook 2019」では、グリーンビルディングの建設・普及が進んでいない背景として、高い投資費用と融資メカニズムが整備されていないために、グリーンビルディングの経済的効果が認識されていないことが指摘されている。

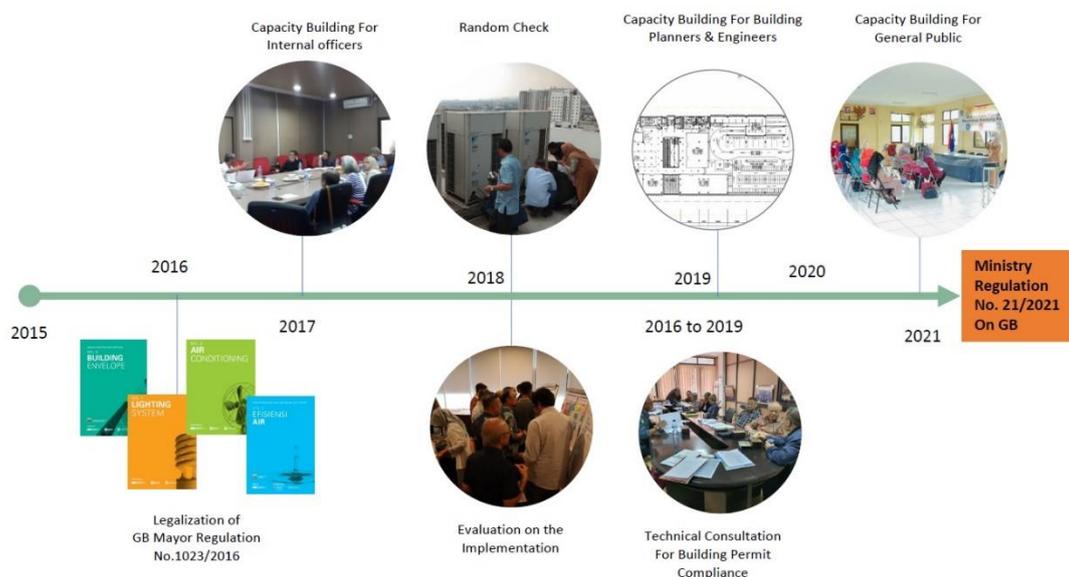
表 5-4 インドネシアにおけるグリーンビルディング関連の政策

政策・施策	目標等
国家エネルギー政策：政府規則 No.79/2014	<ul style="list-style-type: none"> ・2025年までに、エネルギー消費量（TFEC）を業務部門：15%、家庭部門：15%、産業部門：17%、運輸部門：20%削減 ・業務部門の省エネルギー政策： <ol style="list-style-type: none"> (1)大規模業務ビルのエネルギー管理制度 (2)建築物の省エネルギー基準
国家省エネルギーマスタープラン：National Master Plan for Energy Conservation（RIKEN） 100.K/48/M.PE/1995（2014年改訂）	
省エネルギー規則：政令 No.70/2009	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模業務ビルのエネルギー管理制度を規定 ・年間エネルギー消費が 6,000 石油換算トン（toe）以上の建築物ならびに産業部門の事業者はエネルギー管理士を指名、省エネルギープログラムの実施ならびにエネルギー監査の実施、そして省エネルギー計画と手段を政府に対して報告する義務がある
国家グリーンビルディング・ガイドライン： Ministerial Regulation No.02/PRT/M/2015 on National Green Building Guidelines（公共事業・住宅大臣令）	<ul style="list-style-type: none"> ・2020年までにビル部門のCO2を削減 ・国が所有するビルの 50%をグリーンビルに認証する ・グリーンビルディングに関する定義、カテゴリー、満たすべき基準、手続き、認証等を定めている ・グリーンビルディングを、定められた技術基準を履行すべき度合別に、ビルの種類、用途、高さ等に応じて 3 つのカテゴリー（義務：Mandatory、推奨：Recommended、任意：Voluntary）に分けている ・各地方自治体は、これらの基準を参考に、それぞれグリーンビルディング条例を策定して実施する
インドネシア国家基準： Indonesia National Standard（SNIs）	<ul style="list-style-type: none"> ・ビルの省エネ基準（設計、外皮性能、空調、照明）及びエネルギー監査手順に関する基準
グリーンシップ（Greenship）：グリーンビルディング認定制度、 2012年～	<ul style="list-style-type: none"> ・評価の対象：ネット・ゼロ建築（Net Zero Healthy）新規建築物、既存建築物、住居、屋内環境、周辺環境 ・ランク：プラチナ、金、銀、銅 ・グリーンビルディング協会（GBCI）は、国際的なグリーンビル認証である「EDGE 認証」も提供している
ジャカルタ・グリーンビルディング条例 No.38/2012：Governor Decree No.38/2012 on Green Building	
バンドン・グリーンビルディングに係る市長令 No.1023/2016：Bandung Mayor Regulation No.1023/2016 on Green Building	
スマラン・グリーンビルディングに係る市長令No.24/2019：Mayor of Semarang City Regulation No.24/2019 on Green Building	
バンドン・グリーンビルディングに係る行政令No.21/2021：Ministry Regulation No.21/2021	

出典：調査団

5.2.2 グリーンビルディングに係るバンドン市の取り組み

バンドン市では、上述の国家ガイドラインに沿って、2016年に国際金融公社（IFC）の支援を得て、「グリーンビルディングに係る包括的市長令 No.1023/2016（Bandung Mayor Regulation No.1023/2016 on Green Building）」が制定された。この市長令は、国のガイドラインで示されている範囲や技術仕様を超えるものであり、ジャカルタと並んで、バンドン市はグリーンビルディング建築基準の策定において先導的な州となっている。バンドン市は国のプログラムや国際機関の支援を活用して、継続的にグリーンビルディングに係る能力強化（図 5-5）や具体的な省エネの取り組みを実行している。2019年には、まず公共施設での率先した取り組みを示すため、市長令 No.006/2019により、市管轄施設でエコオフィスを実施しており、市内3地区の地区事務所や、環境衛生局や開発計画庁の地方事務所において、紙、水、電気の利用削減、バイオガス発電のデモンストレーションなどが行われた。



出典：第3回ワークショップでのバンドン市発表資料

図 5-5 バンドン市におけるグリーンビルディング推進のための取り組み

表 5-5 バンドン市のグリーンビルディング規則

パラメータ	建物の種類とサイズ	
	新築ビルおよび既存ビルの増築 (延床面積 5,000m ² 以上)	新築ビル (延床面積 5,000m ² 未満)
必須要件		
エネルギー効率	<ul style="list-style-type: none"> 建物外皮全体の熱伝達値 (OTTV) <45W/m² (住宅以外の建物のみ) 二次ループ冷水ポンプ用可変速ドライブ 最低空調効率基準 	
水効率	<ul style="list-style-type: none"> 光電センサーまたはモーションセンサーを備えた照明システム (自然および人工) : 人工照明の照明電力密度基準 	<ul style="list-style-type: none"> 窓と壁の比率>15%、効率的な照明を備えた照明システム (LED 電球、コンパクト蛍光灯 (CFL)、T5 蛍光灯、および発光効率>75 ルーメン/W)
	<ul style="list-style-type: none"> 浸透池と浸透井戸 個人住宅を除いて最高水準の水効率の良い衛生設備 (デュアル水洗トイレのみ使用可能) 水処理プラントによる雨水収穫 廃水 (中水) 処理リサイクルシステム 排水配管・処理場 	
室内空気質管理	<ul style="list-style-type: none"> 建築面積の 5%以上の窓開口面積 警報付き CO₂ センサーを備えた機械的換気システム<1,000ppm アラーム付き一酸化炭素センサー<35ppm 部屋密度>25 人/100m² 	住宅を除く機械的換気システム
サイト管理	<ul style="list-style-type: none"> 陸上の緑のオープンエリア (芝生) : 建物全体の 25%未満をカバーするオフランドグリーンオープンエリア (グリーンルーフまたは垂直ガーデン) オンランドグリーンエリア 歩行者区域 駐輪場 : 駐車場 25 台に 1 台 住宅用固形廃棄物管理システム (少なくとも有機性廃棄物と無機性廃棄物を分離するシステム) 	
建物管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 面積が 10,000m² を超える建物の場合 エネルギーと水の消費量の監視と制御システム 	N/A
自主的なコード		
2 つ星評価	最小要件より 10%多い、OTTV 35W/m ² 成績係数	
3 つ星評価	最小要件より 30%多い、OTTV 30W/m ² 、全負荷 AC システムの COP	
その他	既存の建物は、電力使用量、水消費量、廃棄物処理を報告する必要がある	

出典 : Using the climate auction model to promote energy-efficient buildings in Indonesia (世界銀行) より調査団作成

2021 年には、グリーンビルディングに係る新たな行政令「Ministry Regulation No.21/2021」を制定した。これは、基本的に市長令 No.1023/2016 の内容を踏襲しつつ、建築許可などに係る新たな政府規則 (Government Regulation No. 16/2021) に沿ったものである。

表 5-6 に、市長令 No.1023/2016 からの主な変更点を示す。新たな行政令では、対象が遺産も含む既存建築物にも広げられたこと、建物の計画・設計段階から、取り壊しに至るまでのライフサイクルを把握すること、SIMBG (Information Management System for Building) によるオンラインでの文書・データ管理の方針が示されている。

表 5-6 グリーンビルディングに係る 2016 年市長令と 2021 年行政令の比較

	市長令 No.1023/2016	行政令 No.21/2021
対象範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・新築の建物のみを対象とする。 ・すべてのタイプの建物を対象とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新築及び既存の建物を対象とする。（歴史的建造物を含む。） ・床面積 5,000m² 以上の建物を対象とする。
実施内容	建設許可図面での仕様の確認	仕様の確認（4 段階） <ul style="list-style-type: none"> ・建設許可取得前（設計段階） ・施工期間中 ・運用開始前 ・解体期間中
書類提出	書面による提出	SIMBG によるオンラインでの提出
重点化	—	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用 ・効率的なエネルギー利用 ・水の循環 ・室内の空調管理 ・持続可能な建材の利用 ・廃棄物処理

出典：第 3 回ワークショップのバンドン市発表資料より調査団作成

5.3 グリーンビルディングの促進に係次年度の取り組み方針

(1) グリーンビルディングに資する技術の抽出・提案

バンドン市においてグリーンビルディング認証を取得した建築物の情報を整理することで、バンドン市の実状に即した仕様、導入技術を把握し、日本からの技術提案を検討する。例えば、インドネシアのグリーンビルディングでは建物外皮にかかる取り組みが促進されており、次頁の図 5-6 に示すような緑化型壁面による地球温暖化防止対策が行われている。「バンドン市における気候変動影響への対処に係る地域行動計画（RAD-PI：Rencana Aksi Daerah Penanganan dampak Perubahan Iklim di Kota Bandung）」においても、「エコビルディングの概念のオフィスビルへの適用」が掲げられている。

第 3 回ワークショップで紹介された、CASBEE 川崎で S ランクを受けたスポーツ・複合公共施設「カルツかわさき」の以下の特徴的な取り組みを参考に、具体的な取り組みが提案できる可能性がある。また、後述する川崎市内を中心とした環境技術のプラットフォーム「かわさき GIC」の会員企業が有する技術を活用することも考えられる。

- ・断熱性能の高い外装材の採用
- ・節水型便器、雨水利用などの節水対策
- ・屋上緑化の実施
- ・ギャラリー、並木道の設置による地域貢献
- ・太陽光発電、太陽熱利用の実施



図 5-6 カルッツかわさき（左）とインドネシアにおけるグリーンビルディング建築物

(2) BEMS の導入提案

グリーンビルディングの実現においては、高効率機器の導入と同時に、エネルギー管理が重要であることから、BEMS（ビルエネルギー管理システム）の導入により、エネルギー使用量の計測、見える化を図り、空調や照明設備等の制御による継続的なエネルギー消費量の削減を目指すことを提案する。またその効果の把握には、具体的なモデルケースの設定が有効であることから、第 3 章で空調設備の更新を検討した地域総合病院を対象に、空調更新に加え、照明の LED 化や BEMS の導入を想定した、施設全体のグリーンビルディング化の可能性についても提案する。グリーンビルディングに係る新たな行政令 No.21/2021 では、既存の建物も対象となっているため、バンドン市施策に合致した取り組みにも繋がる。特に、インドネシアの既存建物の 90%以上は、グリーンビルディングの基準に適していないことが課題であるため、既存建物を対象とした改修や設備更新は今後のモデル事業としても期待できる。

一方、新規建物においても、ワークショップで紹介されたバンドン市が取り組む学校建設事業がグリーンビルディング仕様で設計されているため、現在コロナ禍で予算確保が滞っているものの、事業再開時には新設建物を対象としたグリーンビルディングにかかる取り組みとしての検討も可能である。

施設全体のグリーンビルディング化として BEM を促進することは、空調、電気、セキュリティなどの設備を自動制御した機能を取り入れることにつながり、省エネ・省コストのインテリジェンスビル（スマートビル）の促進となる。特に、バンドン市の新型コロナウイルス感染者数は 2022 年 2 月現在 1 日平均 30,000 人以上が続く中、よりスマートなワークフロー、より効率的に管理された施設、より安全で健康的な建物を実現するスマートビルディングソリューションの需要も高いと考えられる。第 3 章で検討した省エネ空調更新やスマート LED の提案と連携した取り組みの検討も考えられる。

第6章 オンラインワークショップの開催

本事業1年次では、計4回のワークショップをオンラインで開催し、川崎市とバンドン市の関係機関より各市の施策や取り組みを共有した。また、本邦技術の活用可能性の検討を促進するために、かわさき GIC の民間企業も参加して、技術提案やインドネシアでの導入実績を紹介した。ワークショップの開催実績一覧と各回の実施内容を以下に示す。質疑応答の内容（議事録）と発表に用いたプレゼンテーションは、付属資料に示す。

表 6-1 ワークショップ開催の実績一覧

	開催日
第1回ワークショップ	2021年10月22日
第2回ワークショップ	2021年12月8日
第3回ワークショップ	2022年1月20日
第4回ワークショップ	2022年2月9日

6.1 第1回ワークショップ

(1) 目的

- ・3年間の事業実施方針と計画、今年度の活動内容について確認し合意を図る。
- ・バンドン市のGHG排出状況や各種施策について最新の状況を把握する。
- ・大気質管理の技術情報を提供する。

(2) 成果

- ・本事業の実施方針と3年間の計画、今年度の活動内容について説明し、①高効率空調設備への転換と街路灯のLED化、②交通渋滞の緩和と大気汚染の改善、③グリーンビルディングの促進について調査を進めることを確認した。
- ・バンドン市におけるGHG排出状況、グリーンビルディングに係る施策と課題、街路灯のLED化状況、公共交通利用の促進とその将来計画について最新の情報を得た。
- ・かわさきGIC会員企業であるグリーンブルー株式会社の発表により、自動モニターとセンサーによる大気質モニタリングシステムを紹介して、バンドン市に対する大気質管理に係る知見共有がなされた。

(3) 議事次第

インドネシア時間 (日本時間)	内容	発表者
09:00～09:20 (11:00～11:20)	バンドン市開会挨拶 川崎市開会挨拶	
09:20～10:40 (11:20～12:40)	1.事業の実施方針・計画、今年度の取り組み	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
	2.バンドン市各部門からの概要紹介 ①GHG排出 ②グリーンビルディングに係わる施策 ③LED街路灯によるCO2削減 ④CO2削減に向けた公共交通システム	バンドン市
	3.大気質モニタリングシステム	グリーンブルー株式会社
10:40～10:55 (12:40～12:55)	質疑応答	
10:55～11:00 (12:55～13:00)	バンドン市閉会挨拶 川崎市閉会挨拶	

(4) 議事録、発表資料（附属資料A1-1～17）

6.2 第2回ワークショップ

(1) 目的

- ・バンドン市のグリーンビルディングに係る施策、及び市管轄施設の空調設備について最新の状況を把握する。
- ・JCM 設備補助事業の理解を促進する。
- ・川崎市のグリーンビルディング推進に向けた施策、取り組み、知見を共有する。

(2) 成果

- ・最新のグリーンビルディングに関する政令が紹介され、評価の対象範囲が拡大されたこと、今後オンラインでのデータ管理を進める方針であることを確認した。
- ・バンドン市での高効率空調設備への転換による省エネの促進について、JCM 設備補助事業活用の有用性が認識された。
- ・川崎市の発表により CASBEE 川崎の取り組みが紹介され、建物の環境性能の定量的な評価とその見える化の重要性が認識された。

(3) 議事次第

インドネシア時間 (日本時間)	内容	発表者
09:00～09:05 (11:00～11:05)	開会：バンドン市挨拶	バンドン市
09:05～09:25 (11:05～11:25)	1.バンドン市のグリーンビルディング施策と市の空調設備について	バンドン市
09:25～09:45 (11:25～11:45)	2.JCM設備補助事業について	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
09:45～10:10 (11:45～12:10)	質疑応答	
10:10～10:40 (12:10～12:40)	3.グリーンビルディングの推進に向けた川崎市の取り組み、CASBEE 川崎の紹介	川崎市
10:40～10:55 (12:40～12:55)	質疑応答	
10:55～11:00 (12:55～13:00)	閉会：川崎市挨拶	川崎市

(4) 議事録、発表資料（附属資料 A2-1～8）

6.3 第3回ワークショップ

(1) 目的

- ・バンドン市での高効率空調設備への転換による省エネの促進について、高効率空調システムの技術への理解を促進する。
- ・今年度の調査について進捗を確認し、今後の実施方針を確認する。

(2) 成果

- ・ダイキンエアコンディショニングインドネシア社の発表により、インバータ技術とその省エネ効果が理解され、バンドン市における可能性が検討された。
- ・調査の進捗報告として、①高効率空調設備への転換、②街路灯のLED化、③交通渋滞の緩和と大気汚染の改善、④グリーンビルディングの促進について発表し、今後の実施方針を協議、不足データについてバンドン市に提供を依頼した。

(3) 議事次第

インドネシア時間 (日本時間)	内容	発表者
09:00～09:05 (11:00～11:05)	開会：バンドン市挨拶	バンドン市
09:05～09:20 (11:05～11:20)	1.省エネ空調設備とその導入事例	ダイキンエアコンディショニングインドネシア社
09:20～09:35 (11:20～11:35)	質疑応答	
09:35～09:55 (11:35～11:55)	2.調査の進捗報告①高効率空調システム 質疑応答	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
09:55～10:15 (11:55～12:15)	3.調査の進捗報告②LED街路灯 質疑応答	
10:15～10:35 (12:15～12:35)	4.調査の進捗報告③交通渋滞の緩和と大気汚染の改善 質疑応答	
10:35～10:55 (12:35～12:55)	5.調査の進捗報告④グリーンビルディング 質疑応答	
10:55～11:00 (12:55～13:00)	閉会：川崎市挨拶	川崎市

(4) 議事録、発表資料（附属資料 A3-1～5）

6.4 第4回ワークショップ

(1) 目的

- ・今年度の活動を振り返り、来年度の取り組み方針について協議する。
- ・大気汚染の緩和に資する大気質モニタリングについて、国内外での実施事例を紹介し、その必要性和効果への理解を促進する。
- ・インドネシアにおける空調機器のリース実績と更新事例を紹介し、バンドン市での具体的な高効率空調設備転換の検討に資する。

(2) 成果

- ・今年度の活動結果を整理して、来年度の実施方針として①高効率空調設備への転換、②街路灯のLED化、③交通渋滞の緩和と大気汚染の改善、④グリーンビルディングの促進に係る具体的な取り組み内容を確認した。
- ・グリーンブルー株式会社の発表により、自動モニターとセンサーによる大気質モニタリングシステムと、日本及び海外での実績を紹介した。川崎市より、適切なモニタリングが大気質管理に役立てられていることが行政側の期待や成果として共有され、バンドン市においても大気質モニタリングの重要性が認識された。また来年度以降の本事業における大気質管理に係る取り組みの方針について確認した。

(3) 議事次第

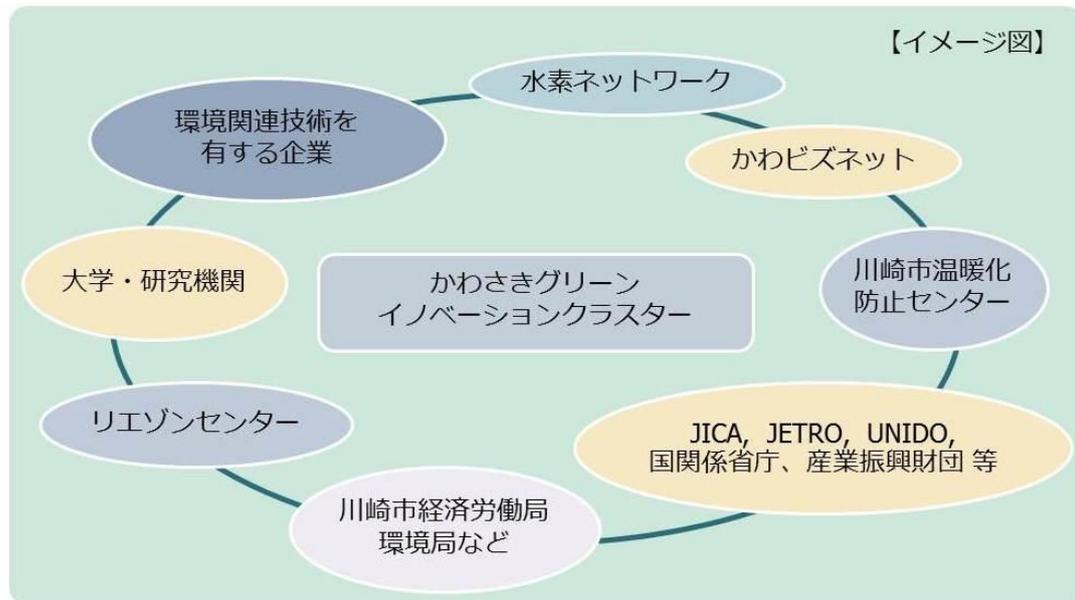
インドネシア時間 (日本時間)	内容	発表者
09:00～09:15 (11:00～11:15)	開会：バンドン市挨拶	バンドン市
09:15～09:40 (11:15～11:40)	今年度の振り返りと来年度の取り組み方針について	株式会社オリエンタル コンサルタンツ
09:40～10:00 (11:40～12:00)	自動測定機とセンサーを使用した国内外の大気モニタリングの紹介	グリーンブルー株式会社
10:00～10:15 (12:00～12:15)	質疑応答	
10:15～10:30 (12:15～12:30)	インドネシアでの JCM 事業の実績について	東京センチュリー株式会社
10:30～10:45 (12:30～12:45)	インドネシアでの空調機器の更新事例について	ダイキンエアコンディ ショニングインドネシ ア社
10:45～10:55 (12:45～12:55)	かわさき GIC の紹介と連携可能性	株式会社オリエンタル コンサルタンツ
10:55～11:00 (12:55～13:00)	質疑応答	

(4) 議事録、発表資料（附属資料 A4-1～10）

6.5 本邦技術活用可能性の検討

6.5.1 かわさきグリーンイノベーションクラスタの概要

川崎市では「川崎市グリーン・イノベーション推進方針」にもとづき、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取り組みとして、図 6-1 に示すかわさき GIC を組成している。



出典：かわさき GIC HP

図 6-1 かわさき GIC の概念図

かわさき GIC の会員企業及び団体等を表 6-2 に示す。

表 6-2 かわさきグリーンイノベーションクラスタの会員企業及び団体等

	組織数	主な組織
会員【企業】	118	グリーンプルー株式会社、東京センチュリー株式会社 等
会員【団体】	7	一般社団法人 資源循環ネットワーク、一般社団法人 持続可能で安心安全な社会をめざす新エネルギー活用推進協議会（JASFA） 等
会員【大学】	2	慶應義塾大学先端科学技術センター、東京大学大学院工学系研究科
協力団体	12	独立行政法人日本貿易振興機構(JETRO) 横浜貿易情報センター、独立行政法人国際協力機構(JICA) 横浜国際センター、 等

出典：かわさき GIC HP より調査団作成

本事業 1 年次では、かわさき GIC 会員企業向けの交流会で本事業の紹介を行い、本邦技術活用の可能性に係る情報交換を実施した。また、川崎市が主催する「川崎環境技術展」にスポンサー協力のうえ、展示会当日の面談にも参加することで、本邦企業の技術を幅広く収集して、展開可能性について検討を行った。

6.5.2 本調査におけるバンドン市への情報提供

本事業1年次の調査では、かわさき GIC の会員企業のうち、グリーンブルー株式会社と東京センチュリー株式会社から各社の取り組みについてバンドン市に対して情報提供を行った。なお、グリーンブルー株式会社においては、上述の GIC 会員企業向けオンライン交流会を契機に本事業への協力が得られたものである。各社の情報提供内容を表 6-3 に示す。

表 6-3 本年度調査における情報提供内容

情報提供内容							
グリーンブルー株式会社 【企業概要】 事業内容： 環境調査、測定分析、環境監視、システム開発	日本の大気常時監視の制度概要及び川崎市での取り組み、常時監視に係る調査方法（自動測定やセンサー計測等）、ベトナムにおける取り組みについて情報提供を行った。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>取り組み</th> <th>事業概要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ベトナムでの大気汚染データ収集</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 2020 年にかけて、現地のカウンターパートとともに、ベトナムの某湖周辺の大気汚染データ (PM2.5、O3、NO2) とビデオデータを収集  <p>3地点の測定局 (GBiot-FH0) と2台のオートバイによるデータ収集</p> </td> </tr> </tbody> </table>	取り組み	事業概要	ベトナムでの大気汚染データ収集	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年にかけて、現地のカウンターパートとともに、ベトナムの某湖周辺の大気汚染データ (PM2.5、O3、NO2) とビデオデータを収集  <p>3地点の測定局 (GBiot-FH0) と2台のオートバイによるデータ収集</p>		
取り組み	事業概要						
ベトナムでの大気汚染データ収集	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年にかけて、現地のカウンターパートとともに、ベトナムの某湖周辺の大気汚染データ (PM2.5、O3、NO2) とビデオデータを収集  <p>3地点の測定局 (GBiot-FH0) と2台のオートバイによるデータ収集</p>						
東京センチュリー株式会社 【企業概要】 事業内容： 国内リース事業、国内オート事業、スペシャルティ事業、国際事業	インドネシア国内で JCM 設備補助事業として取り組んでいる以下の事業について情報提供を行った。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>事業名</th> <th>事業概要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>化学工場への吸収式冷凍機の導入</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 西ジャワ州カラワンにある現地資本の化学工業会社である PT.Timuraya Tunggal の工場に吸収式冷凍機を導入 大気放出していたプロセス由来の廃蒸気を有効活用し冷水を作り出すことで、電気式冷凍機が消費する電力に由来する CO2 排出を削減 想定 GHG 排出削減量：712 tCO2/年 </td> </tr> <tr> <td>プラスチック部品工場への高効率射出成型機の導入</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> インドネシア国の大手プラスチック部品製造メーカーの工場2か所に(株)日本製鋼所製の高効率射出成型機を導入 従来型の射出成型機を高効率射出成型機に入れ替えることで、消費電力を抑え、GHG の排出を削減 想定 GHG 排出削減量：4,462 tCO2/年 </td> </tr> </tbody> </table>	事業名	事業概要	化学工場への吸収式冷凍機の導入	<ul style="list-style-type: none"> 西ジャワ州カラワンにある現地資本の化学工業会社である PT.Timuraya Tunggal の工場に吸収式冷凍機を導入 大気放出していたプロセス由来の廃蒸気を有効活用し冷水を作り出すことで、電気式冷凍機が消費する電力に由来する CO2 排出を削減 想定 GHG 排出削減量：712 tCO2/年 	プラスチック部品工場への高効率射出成型機の導入	<ul style="list-style-type: none"> インドネシア国の大手プラスチック部品製造メーカーの工場2か所に(株)日本製鋼所製の高効率射出成型機を導入 従来型の射出成型機を高効率射出成型機に入れ替えることで、消費電力を抑え、GHG の排出を削減 想定 GHG 排出削減量：4,462 tCO2/年
事業名	事業概要						
化学工場への吸収式冷凍機の導入	<ul style="list-style-type: none"> 西ジャワ州カラワンにある現地資本の化学工業会社である PT.Timuraya Tunggal の工場に吸収式冷凍機を導入 大気放出していたプロセス由来の廃蒸気を有効活用し冷水を作り出すことで、電気式冷凍機が消費する電力に由来する CO2 排出を削減 想定 GHG 排出削減量：712 tCO2/年 						
プラスチック部品工場への高効率射出成型機の導入	<ul style="list-style-type: none"> インドネシア国の大手プラスチック部品製造メーカーの工場2か所に(株)日本製鋼所製の高効率射出成型機を導入 従来型の射出成型機を高効率射出成型機に入れ替えることで、消費電力を抑え、GHG の排出を削減 想定 GHG 排出削減量：4,462 tCO2/年 						