令和３年度

質の高いインフラの海外展開に向けた
事業実施可能性調査事業
（インドネシア(バリ島）スマートシティ開発に向けた
スマートモビリティ・インフラ開発調査事業）
報告書

令和４年２月

経済産業省

[委託先]

一般社団法人益田サイバースマートシティ創造協議会

株式会社電通

アーキテクトグランドデザイン株式会社

KYB 株式会社

目次

第１章　背景 23
1　背景(本事業の概要と目論見） 23
1.1 インドネシア概況 27
1.2 インドネシアの社会問題 30
第２章　インドネシアにおけるスマートシティ開発方針 35
2　インドネシアにおけるスマートシティ開発方針 35
2.1 インドネシアにおけるスマートシティ政策/実態/課題 35
2.1.1　概況 35
2.1.2　インドネシアのスマートシティモデル 41
2.1.2.1. ジャカルタ 42
2.1.2.2. バンドン 43
2.1.2.3. スラバヤ 45
2.1.2.4. その他の都市の事例 46
2.1.3　インドネシアのスマートシティへの海外からの関与 46
2.2 インドネシアにおけるバリ島の意義　-インドネシア政府の“Next 10 Bali”観光政策概要-. 47
第３章　バリ島の現状動向 51
3　バリ島の現状動向 51
3.1 バリ島におけるスマートシティ/エネルギー関連の現状と課題 51
3.1.1　バリ島におけるスマートシティ開発の理念 51
3.1.2　バリ島におけるスマートシティ関連の指標と規制 52
3.1.3　バリ島におけるエネルギー環境の現状と課題 55
3.2 バリ島における EV 関連政策動向及び EV 特区における規制等の方向性 59
3.2.1　EV の実用化プロセスと関連ステークホルダーのマッピング 59
3.2.2　EV 関連の交通サービス現況 62
3.2.3　バリ島 EV 特区における規制の方向性 65
第４章　事業可能性の検討 70
4　事業可能性の検討 70
4.0 各テーマに共通するプラットフォーム 70
4.0.1　スマートシティ開発に向けたアプローチ 70
4.0.2　インドネシア政府のデータ管理に関する方針の現況 70
4.0.3　世界のデータプラットフォームを俯瞰 72
4.0.4　バリ島スマートシティ開発におけるアーキテクチャ考察 76
4.0.5　スマートシティのアーキテクチャと規格がもたらす課題解決策と日本の社会貢献 78

4.0.6　島根県益田市のスマートシティモデルのインドネシア輸出に向けた検証 81
4.0.7　MCSCC スマートシティの仕組みと提供価値 83
4.1 (WG)①道路モニタリング 85
4.1.1　道路モニタリング 85
4.1.1.1　日本国内における道路の分類と道路維持管理 86
4.1.1.2　道路モニタリングシステム 88
4.1.2　道路の保守について 89
4.1.2.1　インドネシアの道路の区分とデンパサール市の道路維持管理 89
4.1.2.2　デンパサール市内の道路 92
4.1.3　地図データについて 96
4.1.3.1　デジタル地図の構成要素について 96
4.1.3.2　スマート道路モニタリングのデジタル地図利用における課題 101
4.1.3.3　世界のデジタル地図データ作成企業・団体の状況 103
4.1.3.4　世界の GIS エンジン作成企業の状況 106
4.1.3.5　インドネシアのデジタル地図データ作成団体の状況 108
4.1.3.6　評価 108
4.1.4　高精度 GNSS について 112
4.1.4.1　バリ州における電子基準点の考察 112
4.1.4.2　デンパサール市における高精度測位の受信実験 113
4.1.5　ネットワーク環境 115
4.1.5.1　概況 115
4.1.5.2　インターネット通信実験 115
4.1.5.3　無線ネットワーク通信実験 116
4.1.5.4　対応構成 118
4.1.6　データ管理 118
4.1.6.1　個人情報に関する法的規制 118
4.1.6.2　国外へのデータ越境に関する法的規制 119
4.1.7　事業化に向けた検討 119
4.1.7.1　現地需要に適う事業の提案 119
4.1.7.2　道路維持管理予算の圧縮効果 120
4.1.7.3　市場規模の推定 122
4.1.7.4　提案システム 123
4.1.7.5　システム導入後の運用素案 125
4.1.7.6　各種リスク分析 127
4.2 (WG)②MaaSpowered by EV プラットフォーム開発の実現可能性調査 129
4.2.1　バリ州観光産業における課題 129

4.2.1.1 基本情報 129
4.2.1.2 交通システム概況 135
4.2.1.3 MaaS 関連動向概況 143
4.2.1.4 バリにおける移動体験の課題 146
4.2.2 開発コンセプトと受容性 148
4.2.2.1 サービス開発の方向性 148
4.2.2.2 「オンデマンドバスサービス」概要 148
4.2.2.3 観光 MaaS「Bali MaaS（仮称）」概要 149
4.2.2.4 既存交通サービスとの比較 152
４.2.2.5 サービスの受容性 155
4.2.3 実証サイト候補(サヌール・ヌサペニダ)概要 168
4.2.3.1 基本情報 168
4.2.3.2 既存の交通システムと開発ポテンシャル 177
4.2.3.3 サヌール・ヌサペニダのエリア開発計画 181
4.2.4 事業実施に向けて 193
4.2.4.1 許認可・規制関連の整理・検討 193
4.2.4.2 技術観点からの検討 196
4.2.4.3 事業展開シナリオ 203
4.2.4.4 重要成功要因とリスク分析 204
4.2.4.5 ファイナンス面からの検討 212
4.3 (WG)③EV 向け分散型電源及びチャージャーインフラの開発の実現可能性調査 215
4.3.1 政策関連 215
4.3.1.1. EV 政策と現状及び課題 215
4.3.1.2 国有電力会社（PLN） 233
4.3.1.3 G20 サミット（2022 年バリ島にて開催） 240
4.3.1.4 関連するステークホルダー 242
4.3.1.5 スマートグリッド政策と現状及び課題 245
4.3.2 基本設計・イメージ（目指す方向性） 250
4.3.2.1 目的（目指す方向性） 250
4.3.2.2 分散型電源（太陽光発電、バイオマス発電） 251
4.3.2.3 2045 年までの EV 政策ロードマップ 253
4.3.2.4 ビジネススキーム 258
4.3.2.5 建設単価とランニングコスト 262
4.3.2.6 サヌール地区パイロット事業（マイクログリッド） 263
4.3.3 候補サイトの基本情報（バリ島/サヌール地区/ヌサペニダ島） 264
4.3.3.1 2030 年までの電力需給見通し 264

4.3.3.2 電力供給設備（発電所・送配電所：変電所ほか） 269
4.3.3.3 都市問題 294
4.3.3.4 防災計画 297
4.3.4 事業可能性検討 304
4.3.4.1 法制度面からの検討 304
4.3.4.2 技術面からの検討 308
4.3.4.3 需要性からの検討 308
4.3.4.4 ファイナンス面からの検討 308
4.3.5 現地調査（行程） 309
4.3.6 机上調査（参考図書） 309
第 5 章 総括 310
5 総括 310
5.1 バリ・サヌールでのプロジェクトを取り巻く状況とその展望 310
5.2 ワーキンググループの側面 312
5.3 データ利活用のあり方 313
5.3.1 スマートシティにおけるサービス間データ連携の分類 315
5.3.2 各 WG で利用、蓄積されるデータについて 317
5.3.3 A）WG 内での相互利用について 317
5.3.3.1 （WG1）道路モニタリング 317
5.3.3.2 （WG２）MaaS 317
5.3.3.3 （WG３）充電ステーション 317
5.3.3.4 （B）WG 内サービス以外の、他サービスでの利活用について 318
5.3.3.5 （C）オープンなデータ流通について 319
5.3.3.6 現地バリ島での利活用例 320
5.3.4 オープンなデータ流通のマネタイズモデル 321
5.3.4.1 データ提供事業者側のマネタイズ 322
5.3.4.2 データ利用事業者側のマネタイズ 323
5.3.4.3 データ流通促進事業者のマネタイズ 323
5.3.4.4 オープンなデータにおける重要な事項 323
5.4 インドネシア政府動向を踏まえたスマートシティアーキテクチャの方向性 324
5.4.1 基本要件 324
5.4.2 バリ島プロジェクトにおけるデータプラットフォームの基本方針 325
5.4.3 バリ島プロジェクト PoC 版システム構成案 326
5.4.4 セキュリティ要件 329
5.5 展望と課題 330
5.5.1 プロジェクトのポテンシャル 330

5.5.2 関連分野における他国の動き 331
5.5.3 プロジェクト全体の課題 332
5.5.4 スマートシティ化への課題と展望 333
5.5.5 政治的課題 335
5.5.6 バリ州政府との意見交換 336
5.6 日本国内の先進的事例（岡山県真庭市）〔図 4.3-31 関係〕 336
5.6.1 地域のエネルギー循環 336
5.6.2 バイオマス利用促進上の課題 339
5.6.3 未利用バイオマスの利用率向上 341
5.6.4 再生可能エネルギー100%を目指したさらなる木材資源活用 343
5.6.5 地域マイクログリッドの構築 344
5.7 事業全体に関連する法的側面の整理 345
5.7.1 会社設立に関する法的側面 345
5.7.2 投資に関する法的側面 346
5.7.3 企業間競争の法的整理 350

図目次

図 1.1-1 MCSCC キャンパス一覧 25
図 1.1-2 本調査事業の体制図 26
図 1.2-1 ジャカルタの空気汚染（出典：BPPT）※原典資料を日本語訳 32
図 1.2-2 スマートシティ開発の背景（出典：内務省 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳 32
図 2.1-1 内務省のスマートシティ開発政策（出典：内務省 ウェブサイト） 36
図 2.1-2 スマートシティのコンセプト（出典:国家 ICT 協議会 ウェブサイト） 36
図 2.1-3 スマートシティの範囲（出典:国家 ICT 協議会 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳 37
図 2.1-4 スマートシティ 100 政策（出典：通信情報省 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳 38
図 2.1-5 スマートシティ開発に関する内務省の方向性（出典:内務省 ウェブサイト） 40
図 2.1-6 スマートシティ開発における内務省の役割（出典:内務省 ウェブサイト） 40
図 2.1-7 JAKI のサービス画面（出典:ジャカルタスマートシティ ウェブサイト） 42
図 2.1-8 CRM サービス（出典:ジャカルタスマートシティ ウェブサイト）※原典資料を日本語訳 .. 43
図 2.1-9 CRM サービス（出典:バンドン市政府 ウェブサイト） 43
図 2.1-10 フードシェアリング・プラットフォーム「BADAM」 44
図 2.1-11 BOSEH サービス概要（出典:バンドン市政府 ウェブサイト）※サイト情報を日本語訳44
図 2.1-12 スラバヤ・シングル・ウィンドウサービス概要（出典:スラバヤ市政府ウェブサイト） 45
図 2.1-13 スラバヤ市交通局が提供している交通関連プラットフォーム 45
図 2.1-14 スマートシティ・アクションプラン（出典:内務省 ウェブサイト） 46
図 2.2-1 重点的な観光地 10 箇所のプロジェクトと関係省庁 49
図 3.1-1 スマートシティ指標をサポートするバリ州の規制（出典：CISI） 52
図 3.1-2 バリ島におけるエネルギーミックスの割合の予測推移（出典:PLN ウェブサイト） 57
図 3.2-1 EV エコシステムのステークホルダーマッピング（出典：CISI） 60
図 3.2-2 バリの EV エコシステム（出典:バリ州政府運輸局）※原典資料を日本語訳 62
図 3.2-3 INKA 社が開発中の EV バス 63
図 3.2-4 ブルーバード社の EV 車両 63
図 3.2-5 Grab 社の電動バイク 64
図 3.2-6 Grab 社が展開するシェアリング電動キックスクーターサービス 64
図 3.2-7 トヨタ・アストラ・モーター社が展開する EV シェアリングサービス 65
図 3.2-8 バリ島南部の EV Operation Area（出典:バリ州政府運輸局） 65
図 3.2-9 バリの EV 加速化に向けた地域アクションプランの骨格 67
図 3.2-10 バリにおける EV エコシステム開発の段階 68
図 4.0-1 NTT Com、欧州「GAIA-X」との接続を実現するプラットフォームを実証 73

図 4.0-2 グローバルの動向～セキュリティ・プライバシーテックのトレンドイン 75
図 4.0-3 グローバルの動向～セキュリティ・プライバシーテックに関する技術選定（参考）～ 75
図 4.0-4 データセキュリティの検討ポイント/データ提供者の情報を守る「データコントロール」 76
図 4.0-5 バリ島 EV 特区スマートシティの基本コンセプト・戦略マップ 77
図 4.0-6 バリ島サヌール地区の未来あるべき姿を 1 つのキャンパス(セル)として定義 78
図 4.0-7 スマートシティ都市 OS 構造とデータ流通の仕組み 79
図 4.0-8 データ利活用の検討ポイント／スマートシティ内のデータ活用を進める上での課題 79
図 4.0-9 データ利活用の検討ポイント／重要成功要因 80
図 4.0-10 島根県益田市のスマートシティのグランドデザイン 82
図 4.0-11 益田スマートシティのエコシステム（SPC 経営モデル） 82
図 4.0-12 MCSCC 令和 2 年アーキテクチャによるスマートシティサービス実現の仕組みと 83
図 4.1-1 道路モニタリングシステムの概要 88
図 4.1-2 YAMAHA JUPITER Z1 (125cc) 90
図 4.1-3 デンパサール市の道路管理地図 91
図 4.1-4 街路樹による道路の侵食 92
図 4.1-5 デンパサール市内の国道（降雨後） 93
図 4.1-6 デンパサール市内の国道 93
図 4.1-7 デンパサール市内の州道 94
図 4.1-8 デンパサール市内の市道/私道 94
図 4.1-9 市道/私道の損傷や補修跡 95
図 4.1-10 道路ネットワークの構造 イメージ図 98
図 4.1-11 地図と道路ネットワークレイヤーの関係 98
図 4.1-12 道路ネットワークの構成 イメージ図 99
図 4.1-13 マップマッチングの仕組み① 100
図 4.1-14 マップマッチングの仕組み② 101
図 4.1-15 マップマッチングの仕組み③ 101
図 4.1-16 バリ州の電子基準点設置状況とカバー範囲 113
図 4.1-17 デンパサール市における計測データの高精度測位演算結果 114
図 4.1-18 日本における計測データの高精度測位演算結果 114
図 4.1-19 インドネシア国内でのインターネット通信試験結果 116
図 4.1-20 インドネシアから日本へのインターネット通信試験結果 116
図 4.1-21 ジャカルタのホテルでの Wi-Fi チャンネルの利用状況 117
図 4.1-22 バリのホテルでの Wi-Fi チャンネルの利用状況 117
図 4.1-23 現地導入システムのネットワーク構成 118
図 4.1-24 国土交通省の道路補修の費用圧縮の考え方 120
図 4.1-25 ベトナムでの路面計測システムの実証例 121

図 4.1-26 システムの構成概略図 124
図 4.2-1 バリ島の外国人観光客数の推移（出典：バリ州統計局 ウェブサイト） 129
図 4.2-2 バリ島における出身国別外国人観光客数の推移 129
図 4.2-3 バリの地域ごとの自動車車両数（出典：バリ州統計局） 135
図 4.2-4 バリの地域ごとのバイク車両数（出典：バリ州統計局） 136
図 4.2-5 バリ島の港を利用する旅客者数統計（出典:バリ州統計局） 136
図 4.2-6 EV Operational Area の想定エリアマップ 139
図 4.2-7 バリ島における開発計画（出典:バリ州政府運輸局） 140
図 4.2-8 バリ島における鉄道輸送の開発計画（出典:バリ州政府運輸局） 141
図 4.2-9 バリ島の 2030 年に向けた鉄道網開発計画（出典:バリ州政府運輸局） 142
図 4.2-10 「Transportasiku」アプリ画面 144
図 4.2-11 「BEMO」アプリ紹介画面（Apple app store） 145
図 4.2-12 オンデマンドバスのサービスコンセプト 149
図 4.2-13 「Bali MaaS(仮称)」のサービスコンセプト 150
図 4.2-14 コンテンツ配信プラットフォームのイメージ 151
図 4.2-15 推定市場規模 156
図 4.2-16「Trans Metro Dewata」のバス (出典：PT.SATRIA TRANS JAYA) 165
図 4.2-17 SARBAGITA エリアの空間構造 169
図 4.2-18 サヌール周辺の交通ネットワーク 170
図 4.2-19 サヌール地区のゾーニングマップ 170
図 4.2-20 サヌール地区のアクティビティゾーニングマップ 171
図 4.2-21 ヌサペニダ周辺の交通ネットワーク 174
図 4.2-22 ヌサペニダ・市街地のアクティビティゾーニングマップ（Team Analysis） 175
図 4.2-23 ヌサペニダ・トヤパケ地区のアクティビティマップ(Team Analysis) 176
図 4.2-24 サヌールの交通ネットワーク 179
図 4.2-25 TOD の原則（出典：ITDP） 181
図 4.2-26 サヌール地区の交通インフラ開発計画（出典：バリ州政府運輸局） 182
図 4.2-27 市街地エリアの開発シナリオ（出典：CISI） 185
図 4.2-28 トヤパケ地区の開発シナリオ（出典：CISI） 187
図 4.2-29 ヘルス＆ウェルネス経済特区（KEK)マスタープラン（出典：CISI） 189
図 4.2-30 バリ島「トリ・ヒタ・カラナ」の哲学(出典：egod.eu) 191
図 4.2-31 バリ島における持続可能な観光開発の方向性(出典：CISI) 193
図 4.2-32 インドネシアのインターネット回線概況 196
図 4.2-33 インドネシアのインターネットカバー率（出典：通信情報技術省） 197
図 4.2-34 インドネシアの通信費概況 199
図 4.2-35 SPORA 社事業コンセプト（出典：SPORA 社コーポレートサイト） 200

図 4.2-36 EV バス「IKEBUS」の外観及び内装デザイン（出典：WILLER 社） 201
図 4.2-37 データ収集及び利活用のイメージ（出典：WILLERS)..... 203
図 4.2-38 事業展開シナリオの考察..... 204
図 4.2-39 トリプルボトムラインの概念（出典：CISI） 206
図 4.2-40 バリ島のタクシードライバーの給与水準 208
図 4.2-41 バリ島のバスドライバーの給与水準 208
図 4.3-1 2030 年までの EV と EVCS（SPKLU・SPBKLU）の見通し 217
図 4.3-2 SPKLU のプラグ・ソケット 219
図 4.3-3 BPPT の EVCS 開発計画（2018 年～2022 年） 220
図 4.3-4 EV エコシステムの課題..... 220
図 4.3-5 EVCS の分類 221
図 4.3-6 SPKLU のロゴと待機所..... 222
図 4.3-7 SPKLU の設置状況（2020 年 8 月まで） 223
図 4.3-8 SPBKLU の配置図 1 223
図 4.3-9 SPBKLU の配置図 2 224
図 4.3-10 SPLU の外観..... 224
図 4.3-11 SPLU の設置状況..... 225
図 4.3-12 SPKLU の単線結線図 226
図 4.3-13 SPKLU の単線結線図 226
図 4.3-14 Charge.IN アプリの画面..... 227
図 4.3-15 PLN の組織図 234
図 4.3-16 PLN の子会社一覧..... 235
図 4.3-17 ネットワークコラボレーターとしての戦略 236
図 4.3-18 バリ島の SPKLU のロードマップ 237
図 4.3-19 EVCS の投資と経済効果に関する EVCS ロードマップ..... 237
図 4.3-20 SPKLU パートナーシップモデル..... 239
図 4.3-21 財務モデルのシミュレーション分析結果 240
図 4.3-22 INKA 社の電気バス（E-INOBUS） 241
図 4.3-23 G20 に伴う EVCS 建設計画 241
図 4.3-24 G20 サミット開催中の EV のニーズ 242
図 4.3-25 PLN-国家官房-ITDC-HYUNDAI 間の議事録..... 242
図 4.3-26 PLN と MOU を締結している企業 243
図 4.3-27 BLUEBIRD 社のタクシー..... 244
図 4.3-28 Nusa Dua にあるトヨタレンタル電気自動車 245
図 4.3-29 スマートグリッドロードマップ 247
図 4.3-30 新首都の電源供給の仕様 249

図 4.3-31 日本（岡山県真庭市）モデルのマイクログリッド..... 250
図 4.3-32 再生可能エネルギー供給開発追加ロードマップ..... 251
図 4.3-33 バリ州の既存の再生可能エネルギー発電所 252
図 4.3-34 バリ州の再生可能エネルギー発電所の開発の可能性 253
図 4.3-35 2045 年までのバリ島での普及ロードマップ..... 254
図 4.3-36 ＥＶ充電器 255
図 4.3-37 EVCS の分類 255
図 4.3-38 EV 充電器　充電プラグ規格 256
図 4.3-39 SPLU の設置状況 257
図 4.3-40 電気自動車インフラ 257
図 4.3-41 ITDC での SPBKLU 設置状況 258
図 4.3-42 電気に関するインドネシアの規制の流れ..... 259
図 4.3-43 2020 年のエネルギー鉱物資源省 省令 第 13 号に記載されたビジネススキーム ... 260
図 4.3-44 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成..... 261
図 4.3-45 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成 263
図 4.3-46 PLN 自動車ステーション（SPKLU）単線結線図..... 264
図 4.3-47 再生可能エネルギー供給の追加ロードマップ..... 267
図 4.3-48 バリ州の再生可能エネルギー発電開発計画..... 268
図 4.3-49 用途別販売電力量の推移..... 273
図 4.3-50 用途別販売顧客数の推移..... 273
図 4.3-51 バリ島発電機数の推移（基） 275
図 4.3-52 バリ島設備容量の推移（MW） 275
図 4.3-53 バリ州の電力需要（2021 年 10 月） 277
図 4.3-54 バリ島とヌサペニダ島の既設発電所・変電所レイアウト..... 279
図 4.3-55 ジャワ島・バリ島の発電所位置..... 280
図 4.3-56 ジャワ島・バリ島の送電配電線網..... 281
図 4.3-57 バリ州の電力系統図 283
図 4.3-58 2015 年から 2021 年の間で発電容量 284
図 4.3-59 屋根置き太陽光発電の内訳（2021 年 9 月時点） 284
図 4.3-60 バリ州 8 地区の月別日射照度..... 286
図 4.3-61 10 年ごとの月間平均降雨量（デンパサール市） 287
図 4.3-62 月平均パフォーマンス 288
図 4.3-63 月間総電力量..... 288
図 4.3-64 2021 年 6 月 21 日の電力量 288
図 4.3-65 風速データ（インドネシア風力探査） 289
図 4.3-66 再生可能エネルギー発電所分布..... 290

図 4.3-67 EFB、PKS 291
図 4.3-68 ジャワ-バリ系統の BPP 比較 293
図 4.3-69 バリ州の人口推移(2022 年以降は予測) 294
図 4.3-70 バリ州の海外からの観光客数 295
図 4.3-71 コロナ禍以前のサヌールビーチ 295
図 4.3-72 コロナ禍後のサヌールビーチ 296
図 4.3-73 サヌール地区津波避難地図 301
図 4.3-74 2020 年のエネルギー鉱物資源省 省令 第 13 号に記載されたビジネススキーム ... 305
図 4.3-75 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成 306
図 4.3-76 PLN と MOU を締結している企業 307
図 4.3-77 PLN のパートナーシップ 308
図 5.1-1 EMDEs（新興経済／発展途上国・地域）の現状（世界銀行 2022） 311
図 5.3-1 実現すべき未来像 313
図 5.3-2 データ利活用における全体像イメージ 314
図 5.3-3 本 FS 事業におけるサービス間データ連携の未来 316
図 5.3-4 （A）WG 内での相互利用について 318
図 5.3-5（C）オープンなデータ流通について 319
図 5.3-6 データ流通基盤とデータ規格等との関係 322
図 5.3-7 オープンなデータ流通のマネタイズモデル 324
図 5.4-1 バリ州政府が低コストで実現可能なアーキテクチャデータ連携 PoC システム構成案 327
図 5.4-2 スマートシティ都市 OS のデータセキュリティのアーキテクチャ概要 327
図 5.4-3 データセキュリティの検討ポイント/従来のデータ共有手法 328
図 5.5-1 BRIN ハンドコ長官ほかとの意見交換 331
図 5.5-2 バリ州への外国人観光客数（2021 年速報） 333
図 5.6-1 バイオマス産業杜市“真庭”への土壌 337
図 5.6-2 木質資源活用産業クラスター構想 338
図 5.6-3 木質バイオマスエネルギー利用の地域内循環システム 338
図 5.6-4 真庭市のバイオマス賦存量 342
図 5.6-5 再生可能エネルギー自給率 100%を目指した構想 343
図 5.6-6 地域マイクログリッドの概要図 344

表目次

表 1.1-1 一人当たり GDP（出典：BPS ウェブサイト） 28
表 1.1-2 2020 年の世代別の人口割合（出典：BPS ウェブサイト） 28
表 1.2-1 人口推移予測（出典：BPS ウェブサイト） 30
表 1.2-2 都市部の人口の割合（出典：BPS ウェブサイト） 30
表 1.2-3 自動車及びバイクの台数（出典：BPS ウェブサイト） 31
表 3.1-1 バリ島における再生可能エネルギー導入の計画リスト（出典:PLN ウェブサイト） 56
表 3.1-2 バリ島におけるエネルギーミックスの割合の推移（出典:PLN ウェブサイト） 57
表 4.1-1 日本の道路の分類 86
表 4.1-2 日本の道路の総延長および実延長 87
表 4.1-3 道路維持管理のオペレーション 87
表 4.1-4 日本とインドネシアの道路維持管理に関する比較 96
表 4.1-5 評価結果のまとめ 111
表 4.1-6 必要なパトロール車の台数 123
表 4.1-7 データ転送速度と転送時間の見積もり 124
表 4.2-1 インドネシアを訪れる外国人旅行者の年齢割合（出典：BPS ウェブサイト） 130
表 4.2-2 バリを訪れる外国人旅行者の平均滞在日数 131
表 4.2-3 インドネシアを訪れる外国人旅行者の平均出費金額（出典：BPS ウェブサイト） 132
表 4.2-4 バリ島の主要観光アクティビティ（出典：TripAdvisor 人気観光ランキング） 132
表 4.2-5 バリ島の主要既存交通サービス 137
表 4.2-6 既存主要交通サービスの課題 153
表 4.2-7 推定売上規模 156
表 4.2-8 サヌールの既存交通システム 178
表 4.2-9 インドネシアの通信費（出典：AAI） 199
表 4.2-10 リスク評価マトリックス 209
表 4.2-11 リスクスコアシート 210
表 4.2-12 事業関連リスクのスコア一覧 211
表 4.3-1 インドネシア大統領規則 No.55/2019 から展開した政策 215
表 4.3-2 充電レベルの分類と概要 216
表 4.3-3 EV 充電インフラで使用する機器の規格 216
表 4.3-4 エネルギー鉱物資源省規則 No.13/2020 の抜粋 217
表 4.3-5 EV に関するインセンティブの例 221
表 4.3-6 バリ州の長期エネルギー代替計画 231
表 4.3-7 2020 年アクションプランと実施状況 231

表 4.3-8 バリ州運輸局の目標台数 232
表 4.3-9 インドネシアとバリ島で使われている EV の台数（2021 年 11 月時点） 232
表 4.3-10 インドネシアの交通機関の台数（2018 年～2020 年） 232
表 4.3-11 路線図 233
表 4.3-12 EVCS 事業のリスク 237
表 4.3-13 韓国政府の支援概要 243
表 4.3-14 ロードマップに関連するプロジェクトとプロジェクト実施場所 248
表 4.3-15 スマートグリッドに関連するパイロットプロジェクト 248
表 4.3-16 PLN と運輸局の EV 導入ロードマップ（2021～2025 年） 253
表 4.3-17 太陽光発電所の発電コスト一覧（PLN 統計資料） 262
表 4.3-18 EVCS 建設費及び年間費用一覧 262
表 4.3-19 予測される電力需要 265
表 4.3-20 バリ島の年間再生可能エネルギー発電所建設計画 266
表 4.3-21 バリ島の再生可能エネルギー発電所建設計画の詳細 267
表 4.3-22 バリ州における 2021 年～2030 年の送電線建設計画 269
表 4.3-23 2020 年各発電種別発電コスト 270
表 4.3-24 2020 年 kWh あたりの平均発電単価 271
表 4.3-25 2016－2020 年の各発電種別 kWh あたりの平均発電単価 272
表 4.3-26 バリ州 PLN の用途別販売電力量（GWh） 272
表 4.3-27 バリ州 PLN の用途別販売顧客数（千件） 273
表 4.3-28 バリ島の発電機数（基） 274
表 4.3-29 バリ島の設備容量（MW） 274
表 4.3-30 発電設備容量とコロナ以前とコロナ禍でのピーク電力負荷表 276
表 4.3-31 バリ島の既存変電所容量 278
表 4.3-32 バリ島における 2011 年～2020 年の送電亘長 282
表 4.3-33 カテゴリー別電気料金表 285
表 4.3-34 発電別 FIT 価格の決定手続と価格 292
表 4.3-35 現状の防災・防災情報に関する法制度 299
表 4.3-36 サヌール地区　データ 302

略語表

略語表(4.0 章)

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
API	Application Programming Interface	アプリケーションプログラミングインタフェース
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional	国立研究革新庁
DFFT	Data Free Flow with Trust	信頼性のある自由なデータ流通
DIN	Deutsches Institut für Normung	ドイツ規格協会
DKE	DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE	ドイツ電気・電子・情報技術委員会
DSA	Data Society Alliance	一般社団法人データ社会推進協議会
FIWARE	FI（Future Internet）WARE	次世代インターネット基盤ソフトウェア
GAIA-X	GAIA-X（固有名詞）	欧州統合データ基盤プロジェクト
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	ハイパーテキスト・トランスファー・プロトコル
IDS	International Data Spaces	データ基盤
IP	Internet Protocol	インターネットプロトコル
MCSCC	Matrix of Cyber Smart City Consortium	一般社団法人益田サイバースマートシティ創造協議会
OPC UA	Object Linking and Embedding for Process Control Unified Architecture	OPC 国際標準規格
OS	Operating System	オペレーティングシステム
OSS	Open Source Software	オープンソースソフトウェア
SCSN	Smart Connected Supplier Network	スマートコネクテッドサプライチェーン
SPEC 27070	DIN SPEC 27070	ドイツ標準の工業規格
SQL	Structured Query Language	リレーショナルデータベース

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
VDE	VERBAND DEUTSCHR ELECTROTECHNISCHER e.V.	ドイツ電気技術者協会

略語表(4.1 章)

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
BIG	Badan Informasi Geospasial	地理空間情報庁
BPN	Badan Pertanahan Nasional Indonesia	国家土地庁
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional	国立研究革新庁
CORS	Continuously Operating Reference Stations	連続観測局
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNSS	Grobal Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GPS	Grobal Positioning System	グローバル・ポジショニング・システム
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指標
PLN	Perusahaan Listrik Negara	国有電力会社
PPK	Post Processing Kinematic	後処理キネマティック
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	みちびき

単位換算

1Rp （1 ルピア） ＝ 0.008076 円（2021/12/31 終値）

1BRp（1 ビリオンルピア）＝ 8,076,000 円

略語表(4.2 章)

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BBN-KB	Bea Balik Nama-Kawasan Berikat	自動車所有権の譲渡に対する税金
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	科学技術応用庁
BPS	Badan Pusat Statistik	インドネシア中央統計局
BSD	Bumi Serpong Damai	ブミ・セルポン・ダマイ
DPP	Destinasi Pariwisata Prioritas	重点観光地
GIIC	Greenland International Industrial Center	工業団地エリア
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit （ドイツ語）	ドイツ国際協力機構
INDOBUS	Indonesian Bus Transit Corridor Development Project	インドネシアのバス輸送回廊開発プロジェクト
IPP	Independent Power Producer	独立発電事業者
IRENA	International Renewable Energy Agency	国際再生可能エネルギー機関
ITB	Institut Teknologi Bandung	バンドン工科大学
ITDC	Indonesia Tourism Development Corporation	観光開発公社
ITMP	Integrated Tourism Master Plan	統合観光マスタープラン
JSCA	Japan Smart Community Alliance	日本スマートコミュニティ・アライアンス
KSPN	Kawasan Strategis Pariwisata Nasional	国家観光戦略地域
PLN	Perusahaan Listrik Negara	国有電力会社
PLTG	Pusat Listrik Tenaga Gas	ガスタービン発電所
PLTU	Pusat Listrik Tenaga Uap	石炭火力発電所
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	公共の保護と災害救援
PPnBM	Pajak Penjualan atas Barang Mewah	高級品付加価値税
PTSP	Pelayanan Terpadu Satu Pintu	インドネシア共和国投資調整庁（BKPM）のワン・ストップ・サービス

PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
RPJMD	Rencana Pembangunan. Jangka Menengah Daerah	中期地域開発計画
SNI	Standard National Indonesia	インドネシア国家規格
SSW	Srabaya Single window	スラバヤ・シングル・ウィンドウ
SUTRI NAMA	Sustainable Transport Programme Indonesia	インドネシアの持続可能な交通プログラム
WRI	World Resources Institute	世界資源研究所
ZEB	NET Zero Energy Building	ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング

略語表(4.3 章)

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
AETI	Asia Energy Transition Initiative	アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ
AMI	Advanced Metering Infrastructure	先進的計測インフラ
BATAN	Badan Tenaga Nuklir Nasional	国立原子力庁
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika	気象気候地球物理庁
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana	国家防災庁
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	地方防災局
BPL	Broadband Power Line Communication	ブロードバンド電力線搬送通信
BPP	Biaya Pokok Produksi	発電単価(コスト)
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	技術評価応用庁
BPST	Badan Pusat Statistik	中央統計局
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional	国立研究革新庁
BSN	Badan Standardisasi Nasional	国家標準化庁
EOC	Emergency Operation Center	緊急対応センター
EV	Electric Vehicle	電気自動車
EVCS	Electric Vehicle Charging Stations	電気自動車充電ステーション
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
ITDC	Indonesia Tourism Development Corporation	インドネシア観光開発公社
IUJPTL	Izin Usaha Jasa Penyediaan Tenaga Listrik	電力補助事業ライセンス
IUPTLS	Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk kepentingan Sendiri	自己使用のための電力供給ライセンス
IUPTLU	Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk kepentingan Umum	公共利益のための電力供給ライセンス
KBL	Kendaraan Bermotor Listrik	電気自動車

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
KEPCO	Korea Electric Power Corporation	韓国電力公社
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
KOMINFO	Kementerian Komunikasi dan Informatika	通信情報省
LAPAN	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional	国立航空宇宙研究所
LEN	Lembaga Elektronika Nasional	国立電子研究所
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	インドネシア科学院
MEMR	Ministry of Energy and Minelal Resources	エネルギー鉱物資源省
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NIB	Nomor Induk Berusaha	事業基本番号
OCPP	Open Charging Point Protocol	電気自動車の急速充電器を管理する国際標準通信プロトコル
OSS	Online Single Submission	インドネシア国内での事業立ち上げを簡素化するためのインドネシア政府によるウェブベースのプラットフォーム
PERMINA	Perusahaan Minyak Nasional	国有石油・天然ガス関連事業会社
PLN	Perusahaan Listrik Negara	国有電力会社
PTLS	Pengembangan pembangkit listrik tenaga surya	屋上太陽光発電所
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	国家中期開発計画
RUED	Rencana Umum Energi Daerah	地域エネルギー総合計画
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional	国家電力総合計画
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik	電力供給事業計画
SAIDI	System Average Interruption Duration	平均停電時間指標

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
	Index	
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index	平均停電回数指標
SBU	Sertificate Badan Usaha	電力補助事業証明書
SNI	Standar Nasional Indonesia	インドネシア国家標準
SPBKLU	Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum	バッテリー交換公共電気自動車用ステーション
SPKLU	Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum	公共電気自動車充電ステーション
SPLU	Stasiun Pengisian Listrik Umum	一般電力供給ステーション
UI	Universitas Indonesia	インドネシア大学
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
WRI	World Resources Institute	世界資源研究所

基本単位

- kW　キロワット
- kWh　キロワットアワー
- kWp　キロワットピーク
- MW　メガワット

通貨換算

- インドネシアルピアから円への換算値は Rp.1＝0.008 円で算出する。

略語表(5 章)

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
AI	Artificial Intelligence	人工知能
API	Application Programming Interface	アプリケーションプログラミングインタフェース
BKPM	Indonesian Investment Coordinating	インドネシア投資調整庁

略語	英語表記またはインドネシア語表記	日本語表記
	Board	
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	ワシントン条約（絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約）
DB	Data Base	データベース
EMDEs	Emerging Markets and Developing Economies	開発途上国
EV	Electric Vehicle	電気自動車
Gojek	Gojek Indonesia.	ゴジェック（ジャカルタに本社を置く、インドネシアのライドシェアベンチャー企業）
Gogoro	Gogoro Inc.	ゴゴロ（台湾の電動バイクの開発と販売及び電池交換施設を主業務とするベンチャー企業）
Grab	Grab Holdings Inc.	グラブ（シンガポールミッドビュー・シティに拠点を置く配車アプリ運営企業）
ISIC	International Standard Industrial Classification	国際標準産業分類
IoT	Internet of Things	モノのインターネット
KBLI	Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia	インドネシア標準産業分類
MOLHR	Ministry of Law and Human right	インドネシア法人権省
MOU	Memorandum of Understanding	基本合意書
NIB	Nomor Induk Berusaha	事業者識別番号
OS	Operating System	オペレーティングシステム
OSS	Online Single Submission	インドネシア国内での事業立ち上げを簡素化するためのインドネシア政府によるウェブベースのプラットフォーム
WG	Working group	ワーキンググループ

第１章　背景

1　　背景(本事業の概要と目論見）

インドネシア共和国・バリ州は、「BHINNEKA TUNGGAL IKA（多様性の中の統一）」を国是に掲げる同国の中で、その多様性を象徴する存在のひとつである。イスラム教徒が多数を占めるインドネシアにおいて、首都ジャカルタがあるジャワ島に海峡を隔ててわずか３キロメートルの距離にありながら、全く異なる文化が息づく。我が国の神道の原型にも似た自然信仰を文化の最古層として、仏教やヒンドゥー教の文化が流入しながら形成された独特の世界を形成するバリは、インドネシアにおける外国人観光客受け入れの一大拠点となっている（2017 年インドネシアを訪問した外国人観光客数 1,400 万人。2019 年にバリを訪れた外国人観光客数 600 万人超）。

このバリ州において、2022 年 10 月末に G20 サミットが開催される。我が国を含む G7 に中国やロシア、主要な新興国を加えた G20（Group of Twenty）は世界を牽引する主要国が集まる場だと言えるが、東南アジアではインドネシアが唯一の招待国である。同国は約２億８千万人（世界第４位）の人口を擁し、2030 年代半ばまで増加が続くと見込まれているとともに、GDP もほぼ一貫して増加基調にある。2030 年代前半には我が国の GDP（購買力平価ベース）を上回ると推計されており、世界第 4 位の規模を持つ経済大国となると見込まれる。まさに東南アジア（ASEAN 諸国）の要であり、世界でも屈指のポテンシャルを持つ国である。このような位置づけにあるインドネシアは、ASEAN 各国へ我が国企業が市場を広げていこうとするときに有益かつ効果的な場であると捉えており、このような観点から本可能性調査（以下「FS」という。）を行ったものである。

一般社団法人益田サイバースマートシティ創造協議会（以下「MCSCC」という。）及び同社団の会員企業であるアーキテクトグランドデザイン株式会社（以下「AGD」という。）、株式会社電通（以下「電通」という。）並び KYB 株式会社（以下「KYB」という。）は、これまで国内で取り組んできた「課題解決型スマートシティ」の出口戦略として、従来から新興国での展開を思い描いてきた。MCSCC は島根県益田市においてルーラル型スマートシティのプロジェクトを推進してきた母体であり、AGD や KYB など参加する会員が技術や人的資源を持ち寄って実証実験を行ってきたところである。

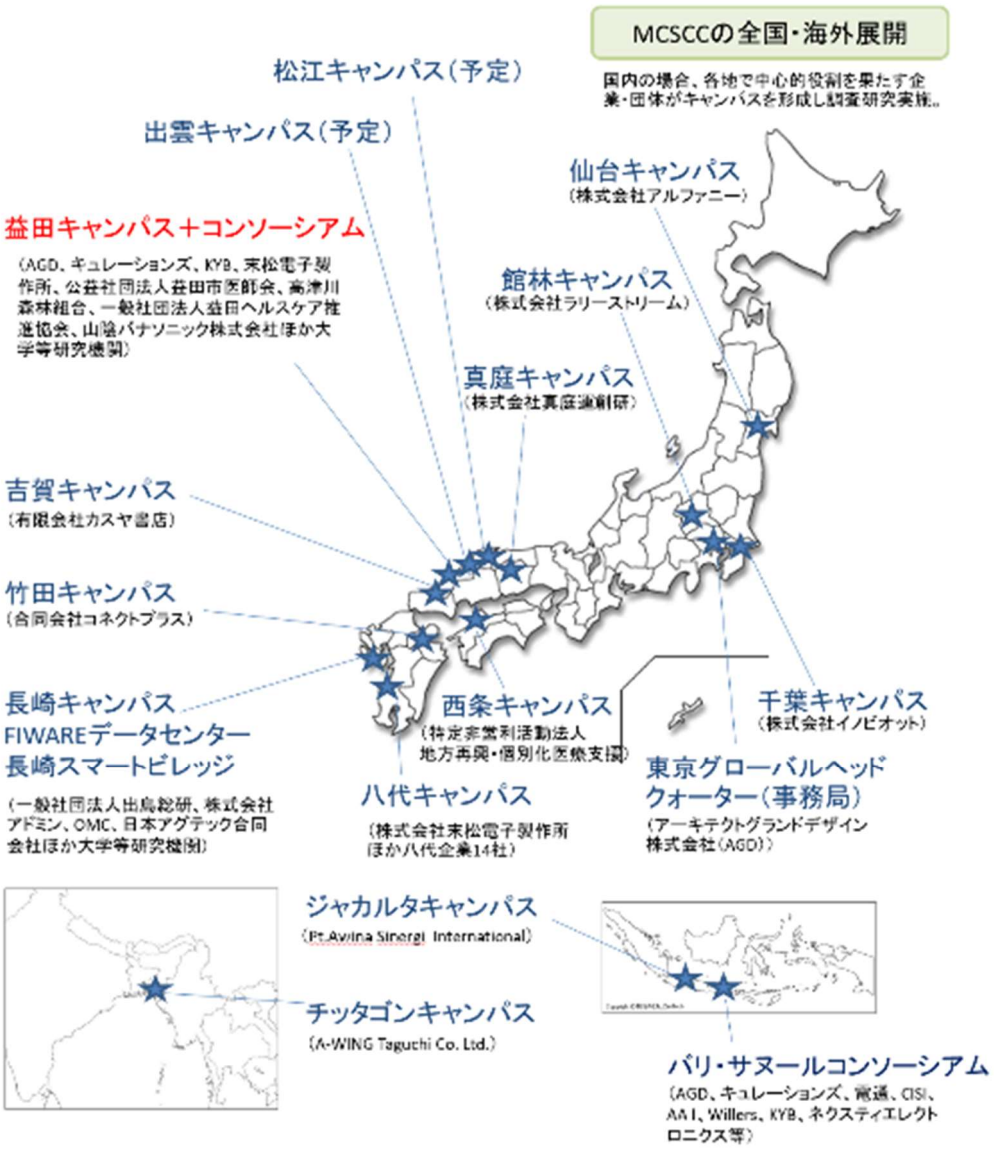
我が国のスマートシティは、大企業が開発した技術を実証する場を地方都市に求めたり、大規模な再開発に重ねてスマート化を推進したりするケースが多くみられる。MCSCC が追い求めてき

たものは、このような技術主導型のスマートシティではなく、地域課題を汲み上げて技術を持つ企業を探し求め、具体的な解決策をスマート技術で打ち出していく課題主導型のスタイルである。2018 年から島根県益田市において、主として LPWA を用いた様々な地域課題解決のための実証実験プロジェクト（スマート水位計、スマート道路モニタリング、鳥獣害対策の IoT 電気柵、高齢者・乳幼児見守り、IoT スマート杭等）に取り組むとともに、2022 年 2 月現在国内 10 カ所・国外 3 カ所に会員企業を中心とした「キャンパス」を置き、益田市以外での普及啓発も深めてきた。2019 年には益田市での取組が国土交通省の「先行モデル事業」(15 地区)のひとつに選定されたところである。

また、MCSCC は、個々のプロジェクトの推進にとどまらず、将来的に多様な課題に対応でき、蓄積されたデータの利活用・流通が可能となるよう汎用性の高いプラットフォーム(FIWARE 活用)の構築を目指してきた。我が国は「DFFT（Data Free Flow with Trust／信頼性のある自由なデータ流通）」のコンセプトに基づく国際データ流通網の拡大を目指しているが、まさにこのコンセプトと同じ考えを当初から取り入れてプロジェクトを推進してきたところである。

さらには、資金力に乏しい小都市で実装可能なよう、スペックを抑制したり、人の手で比較的効率的に行える部分は人間にまかせたりするなど、極力低コストでの事業展開を目指してきた。以上のような性質は、将来新興国に展開していくとき優位性を発揮するだろうと考え、前述のようにポテンシャルが大きく、アジア・アフリカの新興国に展開するためのプロトタイプとなり得るインドネシアでのプロジェクトを模索してきたところである。

図 1.1-1 MCSCC キャンパス一覧



このような背景から、前述したインドネシアの将来的な発展可能性や我が国にとっての重要性、またインドネシアの中でもとりわけ世界と深くつながる地域であるバリ州の「リーディングモデル」としての象徴性を踏まえ、MCSCC は、電通とともに、益田市で取り組んできた課題解決型スマートシティの当地での展開の実現可能性について 2019 年より基礎的な検討を開始した。

この検討を進める中で、①バリ州は観光客（とりわけ外国人観光客）で経済が支えられている地域であるものの公共交通網が弱いことから、円滑な観光の実現のためのモビリティへの潜在的ニーズがあると考えられること、②バリ州はインドネシア政府の進める EV（電動車）政策のフラッグシップとして位置づけられ、州政府が同州デンパサール市のサヌール地区及び対岸の島嶼ヌサ

ペニダ等において EV 特区の設置を予定していること等から、同特区におけるスマートモビリティ・インフラの事業展開をスマートシティプロジェクトの第 1 段階として目指すこととした。

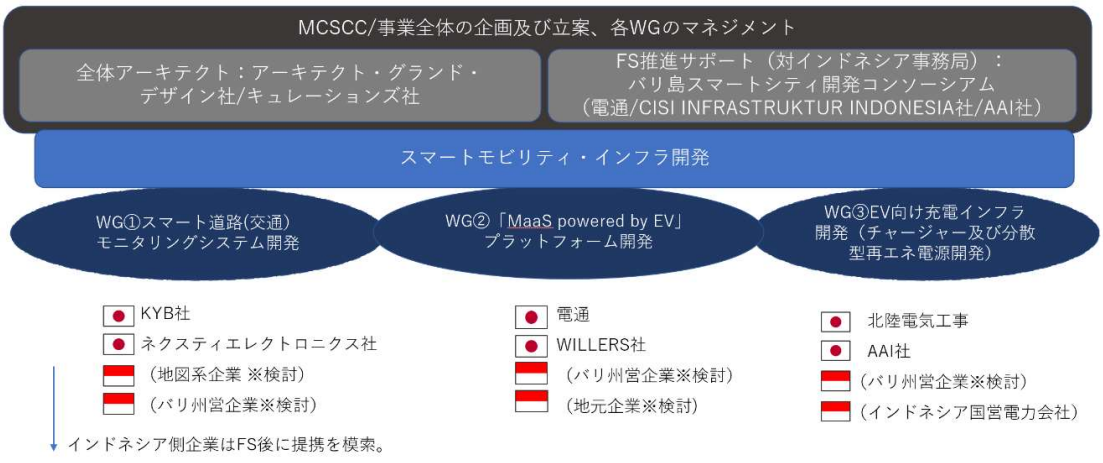
このため、まずは、MCSCC と連携しつつ、電通及び現地企業等で形成したバリコンソーシアムとバリ州政府との間で MOU 締結に向けた動きを進めてきたところである（なお、この MOU は本 FS 実施における協力に関するものであり、EV 特区の具体内容は本調査事業の結果も踏まえ、今後検討、決定されることとなっている）。

今般、このような動きを基盤として、経済産業省の「令和 3 年度質の高いインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業」に採択され、スマートモビリティに関する次の 3 つのテーマについて、引き続き記す枠組みで本 FS を実施することとした。

①スマート道路モニタリングシステム開発（KYB）
②EV を活用した MaaS プラットフォーム開発(電通)
③EV 向け充電インフラ開発(再生エネ・マイクログリッド電源）（北陸電工）

AGD がキュレーションズ株式会社の協力を得て各テーマにまたがりプロジェクト全体に共通するデータの利活用、データ流通等の検討を受け持つ。また、電通をはじめとしたバリコンソーシアム（AAI、CISI）がインドネシア（バリ州）の現状調査を受け持つ。さらに、上記①～③に掲げるとおり、KYB がネクスティ株式会社の協力を得てワーキンググループ（WG）①のとりまとめ、電通が WILLERS の協力を得て WG②のとりまとめ、さらには新たに北陸電力工事株式会社を WG③のとりまとめ役として迎え、MCSCC が島根県益田市での実績を基に全体を統括することとした。

図 1.1-2 本調査事業の体制図



本 FS はバリ・サヌールにおける EV 特区を活用したスマートモビリティ・インフラについて考察するが、プロジェクト自体は、モビリティの周辺領域から順に設定する課題、テーマ（＝利活用するデータの種類）を拡張、展開していくことを念頭に置いている。具体的には、物流、防災、ヘルスケアなど、徐々にモビリティ以外の領域へとテーマを拡張させ、総合的なスマートシティ開発へと向かうことを想定している。

このため、本 FS の中では、スマートモビリティの展開を第一段階として始め、ヘルスケアその他の課題を順次追加していく中で、必要なデータを利活用できる統合的なプラットフォームを設け、DFFT (Data Free Flow with Trust)を確保する仕組みの可能性も調査検討に加えている。

本 FS を起点にまずはスマートモビリティ・インフラ開発に着手し、個別ソリューションの事業化を目指しながら、並行して EV 特区における本事業を対外的にブランディング、PR もしながらフラッグシップ化させ、バリ島全土、インドネシア全土、ASEAN 諸国へと横展開し得る、日本型スマートシティ輸出モデルを実装することを目的とする。本事業の実現を通じて、様々な社会課題の解決に貢献しながら、日本、インドネシア双方にとって社会的意義、ビジネス展開の両面で大きな成果を獲得することを目指すこととしたい。

1.1 インドネシア概況

インドネシアは、前述のとおり世界 4 位の人口規模を誇る世界最大級の群島国であるとともに、世界銀行によると購買力平価ベースで世界第 10 位の経済大国であり、G20 のメンバーにもなっている。経済的には、以下のグラフに見られるように、インドネシアの一人当たりの GDP は、新型コロナウイルス感染症が世界的に流行する直前の 2019 年まで、年々着実に増加していた（インドネシア中央統計局＝BPS、2021 年）。

表 1.1-1 一人当たり GDP（出典：BPS ウェブサイト）

https://www.bps.go.id/publication/2021/02/26/938316574c78772f27e9b477/statistik-indonesia-2021.html

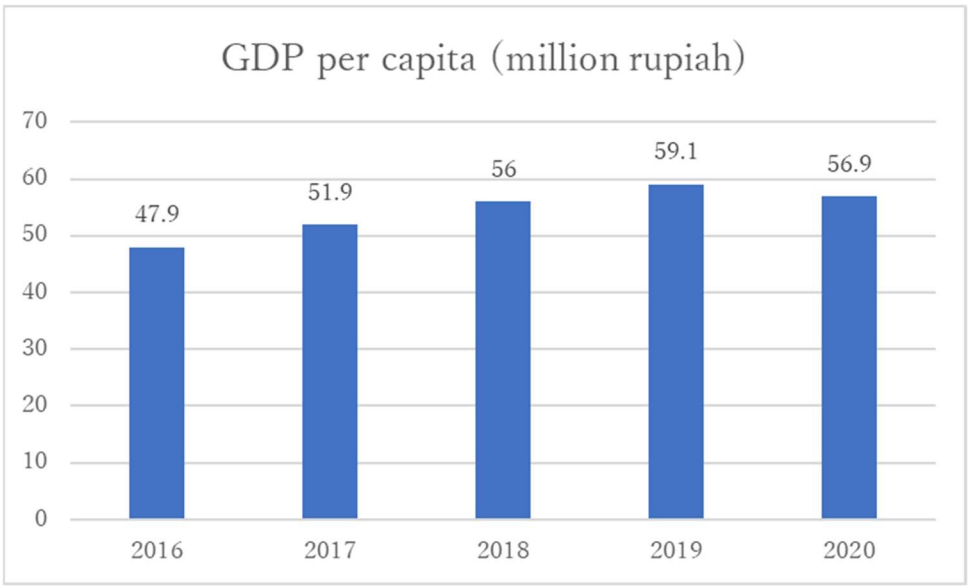
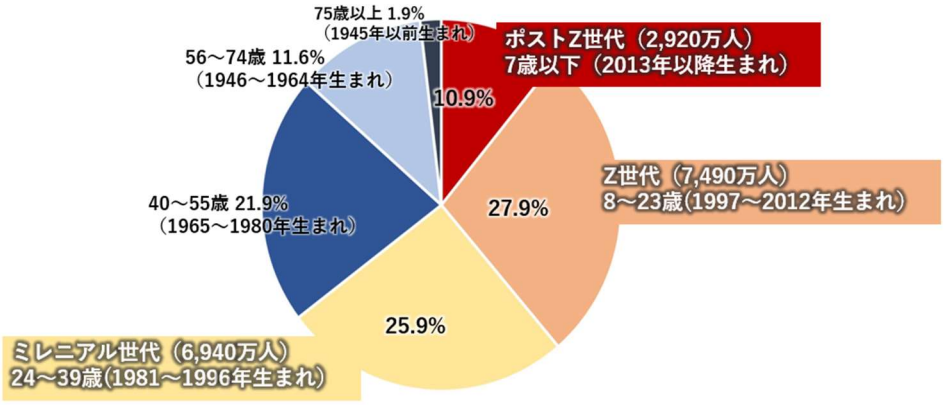


表 1.1-2 2020 年の世代別の人口割合（出典：BPS ウェブサイト）

https://www.bps.go.id/publication/2021/02/26/938316574c78772f27e9b477/statistik-indonesia-2021.html



これまでの経済成長の傾向や社会の年齢構成を鑑みると、新型コロナウイルス感染症が一定程度収束すれば、インドネシアの一人当たり GDP は今後もさらに堅調に増加すると考えられる。

日本とインドネシアの大きな違いは、人口推移である。日本では毎年約 50 万人の人口が減少しているのに対し、インドネシアでは毎年約 300 万人の人口が増加しており、総人口のピークは 2030 年代半ばであるものの、若年層が多数を占めるという年齢構成に助けられ、2045 年頃まで人口ボーナスが継続すると想定されている。増え続ける現役世代の旺盛な個人消費に支えられ、内需主導での経済成長が見込まれる。

他方、企業活動において、インドネシアと日本の特徴的な違いは、中小企業の数である。インドネシアの中小企業数は 6,550 万社以上であるのに対し、日本の中小企業数は 381 万社（SME Support Japan, 2021）となっている。さらに、日本の中小企業は年を追うごとに減少を続けている上、これら日本の中小企業の経営者の平均年齢は 70 歳であり、しかも後継者不足に直面していることから、将来的には一層減少する可能性が高い。一方、インドネシアでは、近年スタートアップシーンも隆盛しており、その観点でも中小企業が生まれ続けている。

さらには毎年 5000 人を研修生として日本に派遣する計画を立てており、これらの研修生が帰国後スタートアップを創業するといった拡大の循環サイクルが生じる可能性がある。本 FS を踏まえてプロジェクトの実行段階に入る際、インドネシアの大手企業だけでなく、澎湃として沸き起こっている有望なスタートアップ企業をパートナーシップの中に引き込み、国境を越えたビジネス人材の交流・提携を図っていくことも重要な視点であり、実際にインドネシア政府幹部からも要望を受けているところである。

インドネシアではこれから数年間かけて、世界的な SDGs の潮流にも合った大きなメガトレンドがある。2021 年に開催された COP26 に参加したジョコ大統領は、再生可能エネルギー、電気自動車、バイオ燃料導入など、インドネシアの二酸化炭素削減のための国際投資を力強く呼びかけた（Cabinet Secretariat of Republic of Indonesia、2021）。2022 年 10 月にバリ島で開催が予定されている G20 では、議長国として、持続可能なエネルギーへの転換が優先課題の一つとして議論されると考えられている。さらに 2023 年には ASEAN 議長国を務めることになっており、インドネシアには、必然的に世界の指導者が集うことになるだろう。また 2023 年は、日本と ASEAN との関係 50 周年であるとともに、日本とインドネシアとの国交樹立 65 周年でもあり、日本にとっても節目の年と位置付けられる。その先、2024 年には時期大統領選挙があり、いよいよ東カリマンタンへの首都移転が開始する予定である。こうした流れを踏まえると、今後 2025 年までインドネシアは大きな変化の中にあり、その分、日本への期待も大きい状況が続くと考えられる。そして日本にとっても投資面、産業政策の活性化の観点で大きな成果が期待できるタイミングと捉えられる。

本稿では、両国の成長の大きな可能性を秘めたテーマ、すなわち、バリ島におけるスマートシティ開発に向けたスマートモビリティ・インフラの開発、そのトリガーとなり得る EV エコシステムの開発に向けたプロセスをどのようにして最大限に活用するかについて、インドネシア及びバリ島の事情を踏まえながら、さらに深く掘り下げてみたい。

1.2 インドネシアの社会問題

下のグラフに見られるように、インドネシア中央統計局（BPS）の予測によると、インドネシアの人口は 3 億 1165 万人に達すると想定され、そのうち 66%が生産年齢に該当する。これは、インドネシアの人口の半分以上が経済活動に参加できることを意味しており、したがって、経済成長率は現在よりもさらに高くなる可能性が高いと言える。

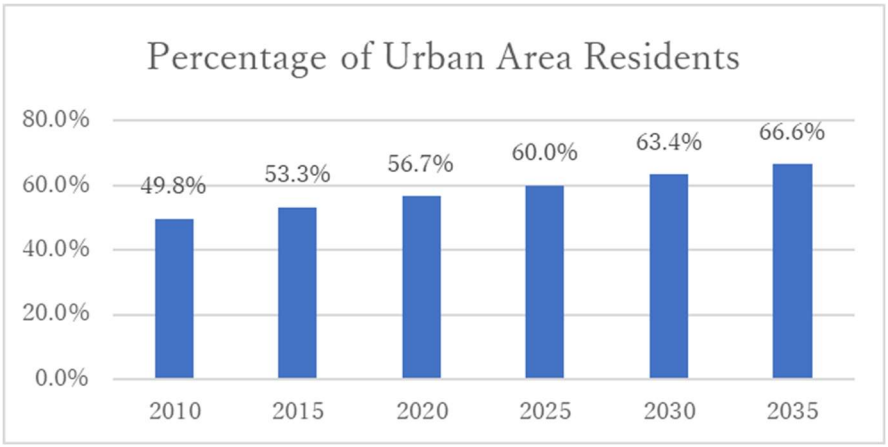
表 1.2-1 人口推移予測（出典：BPS ウェブサイト）

https://www.bps.go. d/publ cat on/2018/10/19/78d24d9020026ad95c6b5965/proyeksi-penduduk-indonesia-2015-2045-hasil-supas-2015.html

また BPS によると、現在インドネシアの人口の 56.7%が都市部に住んでおり(2020)、その割合は年々増加すると予測されている。下の図にあるように、都市部に住む人口は今後も増え続け、2035 年には 66.6%に達すると見込まれる。その結果、人口密度はさらに高くなり、いっそう大きな社会問題となるおそれがある。

表 1.2-2 都市部の人口の割合（出典：BPS ウェブサイト）

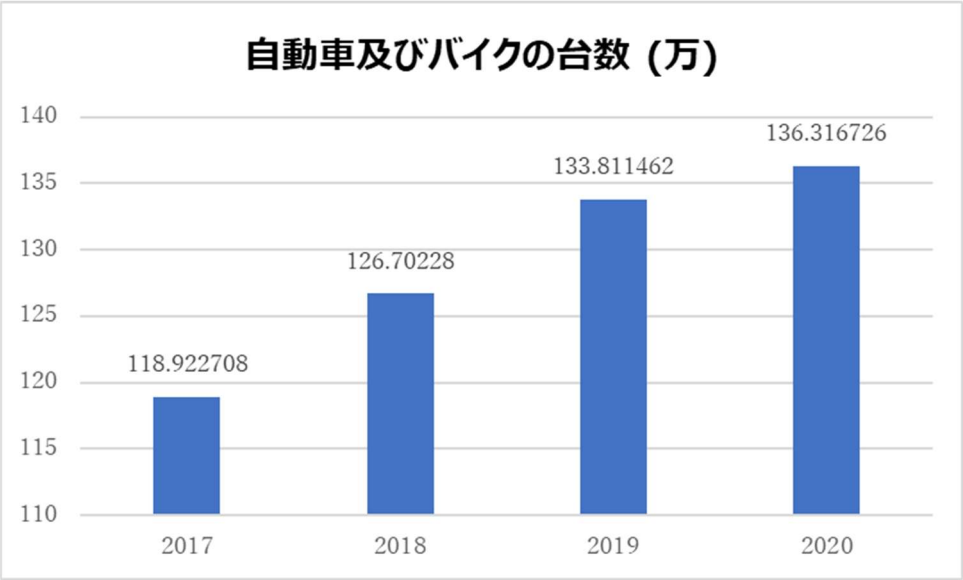
https://www.bps.go.id/stat ctable/2014/02/18/1276/persentase-penduduk-daerah-perkotaan-menurut-provinsi-2010-2035.html



十分な公共交通機関が整備されていない上に、人口増加、現役世代の増加により、従来から主流のバイクに加えて自家用車の保有台数も増加している。経済成長に伴い自家用車が今後さらに増加していくことが予見され、これが石油燃料の消費量を増加させ、交通渋滞もさらに悪化する可能性が大きいと懸念されている。また、経済的にみれば、交通渋滞はビジネスの非効率性につながる原因となる。

表 1.2-3 自動車及びバイクの台数（出典：BPS ウェブサイト）

https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html



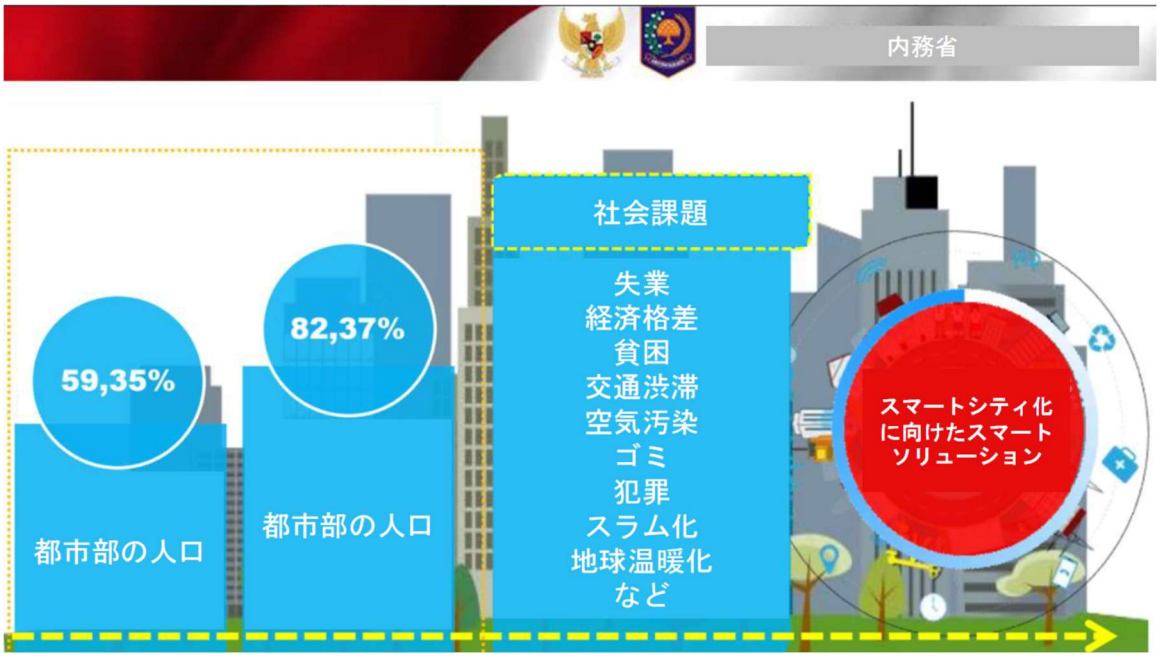
環境の観点では、以下グラフで科学技術応用庁（BPPT）が指摘しているように、ジャカルタでは以前から空気汚染が問題となっていた。ジャカルタはインドネシアで最も人口の多い都市であり、自家用車の多くがジャカルタ首都圏に集中している。ASEAN の他の都市と比べても、ジャカルタの大気環境は既に最悪のレベルとなっている。大気汚染は、地球温暖化を加速させるだけでなく、その地域の住民の生活の質を低下させることにつながるものである。

図 1.2-1 ジャカルタの空気汚染（出典：BPPT）※原典資料を日本語訳

インドネシアでは 2045 年には都市人口が現在の 50%台から 80%以上に増加すると見込まれていることから、スマートシティに関連して、「失業率」「社会的格差」「貧困削減」「交通混雑」「公害対策」「廃棄物」「犯罪」「スラム街」「地球温暖化」などといった社会課題があると考えられている。

図 1.2-2 スマートシティ開発の背景（出典：内務省 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/Februari/TIK-Talk%2016/Benny%20Kamil-Kemendagri-Arah%20Kebijakan%20Smart%20City.pdf



世界的な潮流となっている二酸化炭素（CO2）削減に関しては、インドネシアでは、エネルギー鉱物資源省によると 2030 年までに 3.14 億トンを削減する目標があり、そのうち再生可能エネルギーの増加による削減分は 1.566 億トンあるとされている。再生可能エネルギーの可能性については、IRENA（国際再生可能エネルギー機関、2017 年）によると、インドネシアは理論上最大 716GW（ギガワット）のポテンシャルを有しており、特に地熱については、ADB（アジア開発銀行、2018 年）によると世界最大の 29GW の地熱資源があると推定されている。

一方、実際に 2020 年時点で導入された再生可能エネルギーは 10.4GW で、潜在能力全体の約 1.5%に過ぎず（Statista, 2021）、その内訳は水力が 6.07GW で最大、次いで地熱が 2.13GW となっている。電力需要全体から見ると、再生可能エネルギーの割合はいまだ 9.15%に留まり、石炭火力が 37.15%、天然ガスが 33.58%を占めているのが実情である。CO2 削減の目標と合わせて、再生可能エネルギーの導入目標割合は、2025 年時点で 23%と設定された。今後再生可能エネルギーの割合を増やして目標を達成するために、政府が売電価格の固定とともに、さらなる法律とインセンティブを整備する予定となっている。

また、今後さらに再生可能エネルギーを活用する方策として、バンドン工科大学の Pekik 教授は「Pekik Nusantara Super Grid（2021）」の開発を提唱した。インドネシア全土を結ぶスーパーグリッドの整備により、再生可能エネルギーを発電する場所から使用する場所まで安価に届けることができ、さらには経済的な価格で電力または水素に変換してアジア各国に輸出することもできると考えたものである。2025 年に 45.2GW、2050 年に 167.7GW の再生可能エネル

ギーの割合を達成することを見据えると、今後スーパーグリッド構想も含めた、スマートグリッド整備の実現が必要になる可能性が高いと考えられる。

第２章　インドネシアにおけるスマートシティ開発方針

2　　インドネシアにおけるスマートシティ開発方針

2.1 インドネシアにおけるスマートシティ政策/実態/課題

2.1.1　概況

スマートシティについて改めて整理すると、スマートシティとは、持続可能な経済活動を行う都市圏のことであり、モビリティ、環境、人、暮らし、そして行政など、複数の重要な分野で、良質な経済と生活を実現するための仕組みであるとされる。MIT の教授による「スマートシティ技術の未来（The Future of Smart City Technology）」(Curbed,2016)によると、「スマートシティ技術には 2 つの特徴がある」と述べられている。ひとつは、道路インフラの有効活用、自動運転車の導入といった「最適化と効率化」の側面である。もうひとつは、より「社会的」な側面であり、「私たちは、どのようにしたら、よりよく、より無駄なく都市を使うことができるのか？」という問いから考え始めるアプローチである。このアプローチでは、スマートシティとは、環境と調和した持続可能かつ安全な方法で、市民のニーズを統合的に満たす都市開発のあり方だと捉えられる。

インドネシアにおけるスマートシティ開発は、一面的な動きではなく、各省庁からさまざまなアプローチが展開されており、形を変えながら推進されている。政府としては、遡ること 2014 年からスマートシティ開発に向けて動き出しており、その最初のきっかけとなったのが、内務省に関する「法律 2014 年第 23 号」の発表であった。当時の内務省の説明では、同法によると、スマートシティの開発は、「教育」「医療」「公共事業-空間計画」「公共住宅-住宅地」「平和と秩序」「回復力/安全性」「社会」からなる必須の基本サービスの実施を満たすように指示されており、その後、地域の競争力に応じて他のサービスを提供し続ける、とされていた。

図 2.1-1 内務省のスマートシティ開発政策（出典：内務省 ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/Februari/TIK-Talk%2016/Benny%20Kamil-Kemendagri-Arah%20Kebijakan%20Smart%20City.pdf

近年では、2020年2月に行われた大統領直属の機関・国家ICT協議会（Wantiknas）のプレゼンテーション（下記図表）において、都市がスマートシティになるための６つの柱が「スマート・エコノミー」、「スマート・ピープル」、「スマート・ガバメント」、「スマート・モビリティ」、「スマート・エンバイロメント」、「スマート・リビング」であることが示されている。

図 2.1-2 スマートシティのコンセプト（出典:国家 ICT 協議会 ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go. d/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/November/16%20nov%20-%20government%20week/Garuda%20Sugardo%20-%20%20Wantiknas%20-%20Kota%20Cerdas%20Untuk%20Mewujudkan%20Government%204.0.pdf

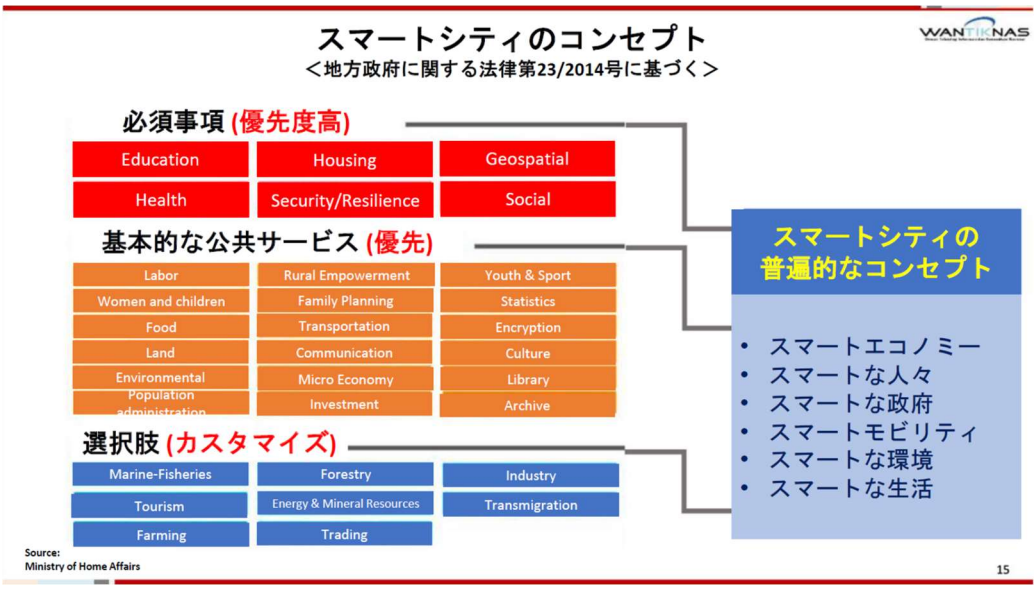
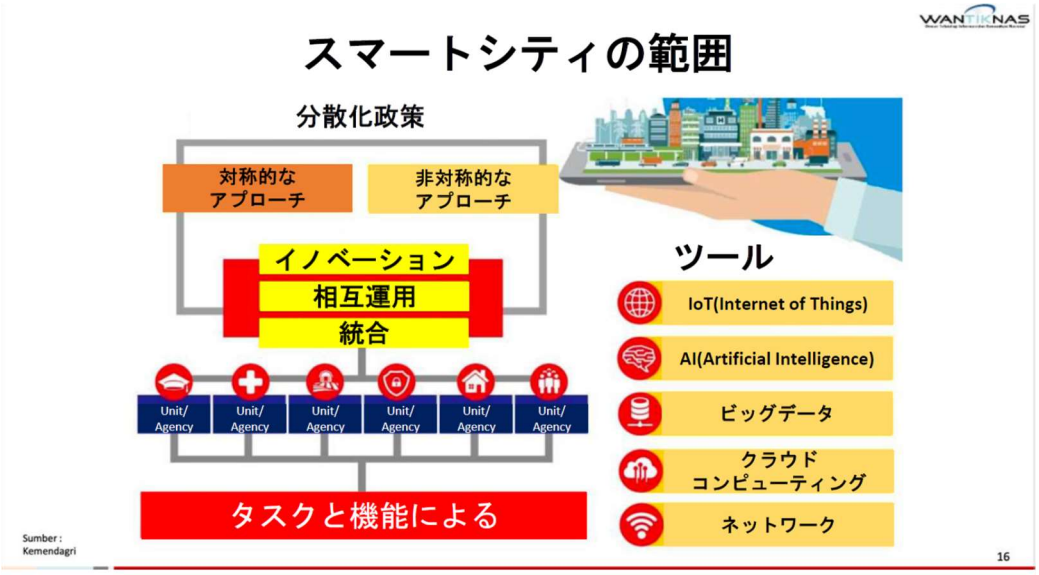


図 2.1-3 スマートシティの範囲（出典:国家 ICT 協議会 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/November/16%20nov%20-%20government%20week/Garuda%20Sugardo%20-%20%20Wantiknas%20-%20Kota%20Cerdas%20Untuk%20Mewujudkan%20Government%204.0.pdf



この発表によると、国家 ICT 評議会は、「スマートシティはタスクや機能に応じてさまざまな組織や機関を刷新し、相互運用し、統合する。また IoT、人工知能（AI）、ビッグデータ、クラウドコンピューティング、ネットワークの 5 つの手段を活用することにより、インドネシアの地方分権化を支援する」と説明している。また、現在スマートシティの政策や規制はいくつかの関連省庁で管轄されており、大きくは以下の３つのグループに分けられる。

＜通信情報省管轄のスマートシティ＞

情報通信技術を活用し、業務効率の向上や市民との情報共有等を図る自治体の取り組み。このアプローチでは、一定レベルの情報接続性（5G など）を開発する必要があるとされる。

＜内務省管轄のスマートシティ＞

情報技術を活用し、データ共有、データ処理、計画・立案、実施、協力体制整備などの新しい仕組みを開発する自治体の取り組み。このアプローチでは、一定レベルの制度的調整と地域におけるパートナーシップに関する規制及び変革が求められるとされる。

＜公共事業・国民住宅省、運輸省、土地・空間計画省管轄のスマートシティ＞

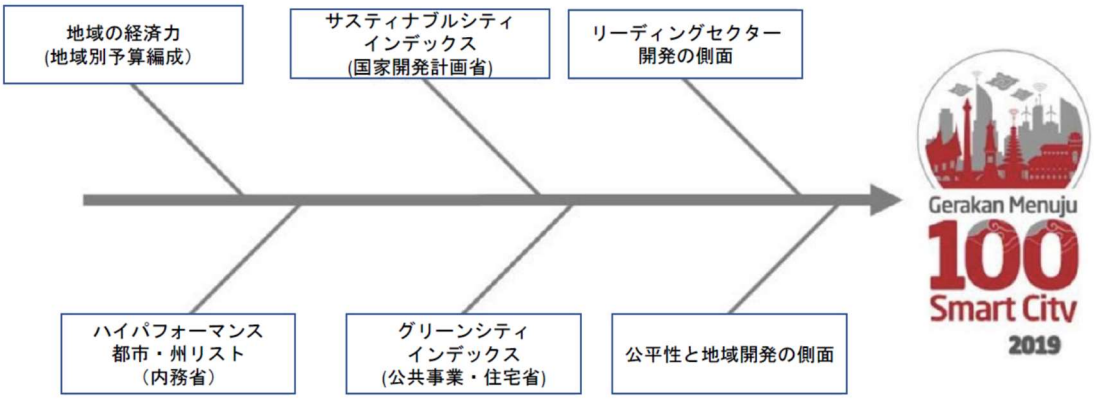
SDGs に向けた実行と新都市プロジェクトの実施を通じて、都市開発のより良いあり方を確立し、ノウハウを提供することを促進する自治体の取り組み。このアプローチは、新しいコンセプトの都市空間設計、統合的な接続性の発展、さらには ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング）を志向するような都市開発が求められるとされる。

そうした全体像を踏まえ、各地の具体的な動向については、インドネシア政府は 2017 年に「100 スマートシティ開発プログラム」を開始し、スマートシティに向けて進むために最低限必要な条件をすでに満たしている最初の 25 都市を選定した。2018 年には、通信情報省がスマートシティ環境の開発を推進するために、さらに 50 の都市が選定され、2019 年にも追加で 25 の都市が選定された。したがって、2017 年から 2019 年にかけて合計 100 都市がモデル都市として選定され、スマートシティに向けた開発に着手していることになる。

通信情報省の「2020-2024 戦略計画」によると、選定されるために最低限必要な要素は、以下にように、経済力、都市のパフォーマンス、サスティナブル（持続可能性）シティ指数、グリーンシティ指数、リーディングセクター（優先分野）の開発、公平性（福祉等）である。

図 2.1-4 スマートシティ 100 政策（出典：通信情報省 ウェブサイト）※原典資料を日本語訳

https //jdih.kominfo.go. d/produk_hukum/v ew/id/764/t/peraturan+menteri+komunikasi+dan+informatika+nomor+2+tahun+2021



インドネシアにおけるスマートシティ開発政策の方向性は、まず「中期国家開発計画」で説明されている基本方針を起点に、さらに国家スマートシティ開発ロードマップへと派生していくとされている。「中期国家開発計画」においては、都市の ICT インフラとエコシステムをさらに発展させるための方向性と戦略を策定した。この方向性は、3 つの主要なポイントから構成されている。

第 1 に、住宅地、経済の中心地、教育の中心地などの都市コミュニティに固定ブロードバンド・インフラを普及させるために、(a)ブロードバンド・インターネットの設置を容易にする、(b)固定ブロードバンドをサポートする地元産業の能力を高める、(c)都市住民を教育するサービス、コンテンツ、アプリケーションの開発を奨励する、というものである。

第 2 に、緊急コールセンターの発展として、(a)緊急コールセンターと県・市の実施ガイドラインの作成、(b)選択された市・県での独立した緊急コールセンターの設立と指導、(c)コールサービスシステムの市・県への普及が挙げられる。

第 3 に、公共の保護と災害救援（PPDR）の開発として、（a）PPDR システムのパイロットプロジェクトと災害用の特別な周波数帯の開発、（b）PPDR に関する規則、サービス基準、ハードウェアの準備、（c）特に災害の多い都市／地域での PPDR システムの実施、となっている。

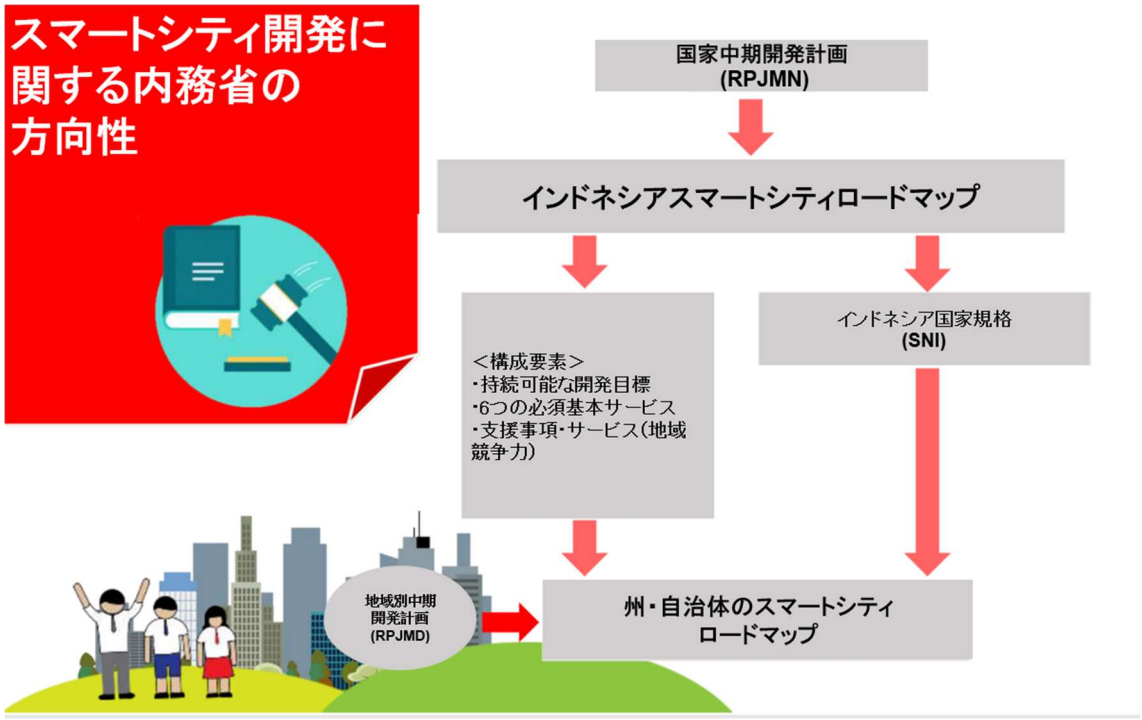
次に、国家スマートシティ開発ロードマップには、SDGs、6 つの基本サービス、地域の競争力を高めるための支援サービスなど、いくつかの重要なコンセプトが含まれている。内務省（2021 年）によると、開発ロードマップは、インドネシアのスマートシティ開発で使用される規格「ISO37120:2018（持続可能な都市とコミュニティ-都市サービスと生活の質の指標）」と「ISO 37122:2019（持続可能な都市とコミュニティ-スマートシティの指標）」に基本的に準拠しているインドネシア国家規格（SNI）に合わせる形で策定されている。さらに、下の図に示すように、各地域にはそれぞれ特有の課題や特徴があるため、汎用的な開発ロードマップを各地域

に適したものにするために、「中期地域開発計画」（RPJMD）に適合させなければならないとされている。

図 2.1-5 スマートシティ開発に関する内務省の方向性（出典:内務省 ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/Februari/TIK-Talk%2016/Benny%20Kamil-Kemendagri-Arah%20Kebijakan%20Smart%20City.pdf

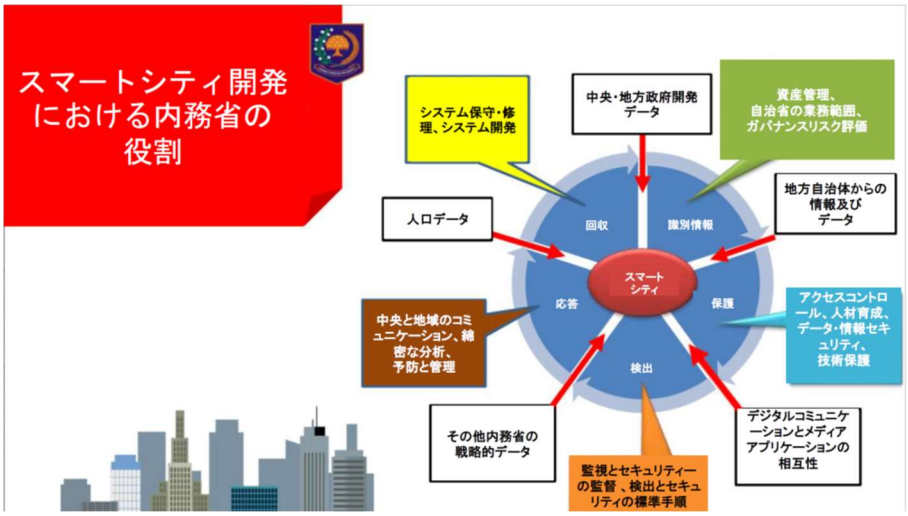


内務省は、政府が提供するサービスを向上させるために、様々なリソースからデータを統合するという点で中心的な役割を果たしている。

図 2.1-6 スマートシティ開発における内務省の役割（出典:内務省 ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/Februari/TIK-Talk%2016/Benny%20Kamil-Kemendagri-Arah%20Kebijakan%20Smart%20City.pdf



現在、内務省は様々な関連省庁と協力して、スマートシティのガイダンス作成、ガジャマダ大学との協力によるスマートシティ関連のトレーニングプログラムの開発、ISO に準拠したインドネシア国家規格（SNI）の作成など、インドネシアの「スマートシティ 100」政策を後押しするための各種支援を行うとともに、ASEAN スマートシティネットワークにおいても積極的な役割を果たしている。

一方、通信情報省は、「2020-2024 戦略計画」において、スマートシティ環境を実現するためさらに追加で 150 都市を選定して開発に着手することを目標としており、そのうち 63 都市は優先観光地周辺、6 都市はインドネシアの新首都予定地周辺となっている。

バリ州からは、デンパサール市とバトゥン県が最初の 100 都市のモデル都市として選定されており、デンパサール市については、政府による「スマートシティ 100 計画 2020」の評価で最高点を獲得しており、スマートシティの土壌となる一定の進展が見られる。一方で、その具体的な取り組み領域は行政の電子化、河川の活性化等、限定的なものとなっており、モビリティやエネルギーの主要分野には及んでいないのが実情である。逆に言えば、今後の推進に向けては大きなポテンシャルが存在していると考えられる。

2.1.2 インドネシアのスマートシティモデル

前述のように、インドネシアではスマートシティ化に向けて既に積極的に取り組んでいる都市が 2021 年末の時点で 100 都市ある。この 100 都市のうち、48 都市がジャワ島、2 都市がバリ島、残りは各州に分散している状況にあり、スマートシティ・インフラの導入レベルは都市によって異なる。ジャカルタ州、バンドン市、スラバヤ市、マカッサル市など、インドネシアにおけるスマートシティの先駆者として注目されているそれぞれの都市の取り組みについて、以下で簡単にまとめる。

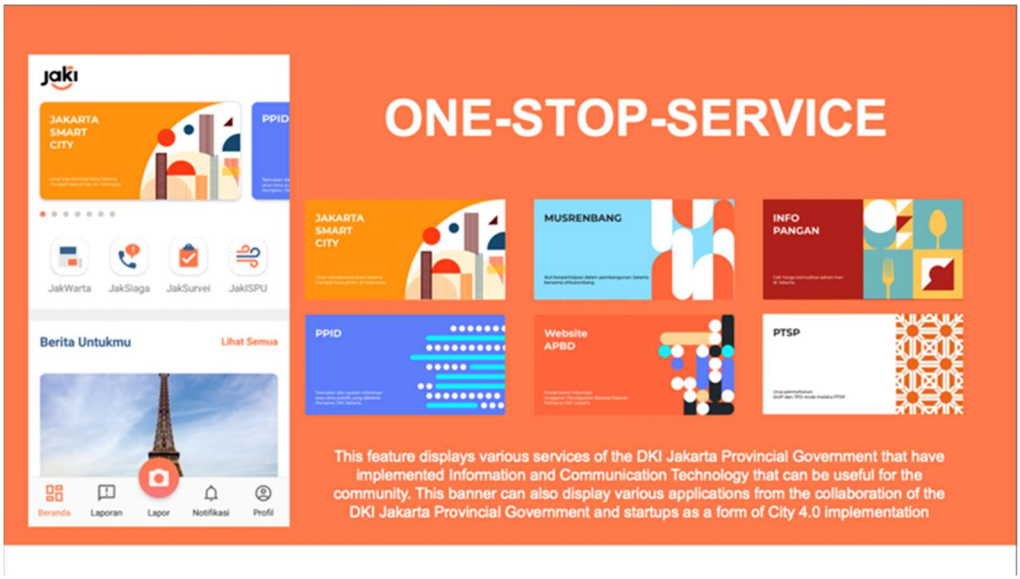
2.1.2.1. ジャカルタ

ジャカルタは、スマートシティ・インフラの導入に向けて最初に動き出した州の一つである。インドネシアで最も人口の多い都市であるため、ビッグデータ、人工知能、コネクティビティなどの様々な方法を活用して、複雑で多層的な問題の解決に向けて取り組んでいる。主な取り組みは下記の通り。

様々な公共サービスのオンライン・ワンストップ・サービスである「JAKI」を開設。JAKI を通じてアクセスできる公共サービスは、ジャカルタ州政府のオープンデータ、電子調達、大気汚染、調査内容などとなっている。

図 2.1-7 JAKI のサービス画面（出典:ジャカルタスマートシティ ウェブサイト）

https://www.ur-net.go.jp/overseas/AseanSmartC tyNetwork/lrmhph00000162t5-att/Jakarta.pdf



・1200 台のダンプカーと救急車に GPS を搭載し、リアルタイムに位置情報を把握できるシステム構築。これらにより、緊急事態に対応するための迅速な対応が可能になる。
・人々の移動を容易にするために IoT を活用。ジャカルタの市営バスであるトランスジャカルタバス GPS を搭載し、バスの位置情報や到着時間の推定、乗客の移動コストの計算などをリアルタイムで行っている。これらのデータはアプリケーションを通じてアクセスできる。
・ジャカルタ州政府のすべてのコミュニケーション手段を統合したシステムを開発。このシステムは「迅速回答コミュニティ」（Cepat Respon Masyarakat＝CRM）と名付けられ、様々なアプリケーションに分散した 12 のコミュニケーション手段で構成されている。

図 2.1-8 CRM サービス（出典:ジャカルタスマートシティ ウェブサイト） ※原典資料を日本語訳

https://www.ur-net.go.jp/overseas/AseanSmartC tyNetwork/lrmhph00000162t5-att/Jakarta.pdf

2.1.2.2. バンドン

バンドン市は、バンドン・スマートシティ・ユニットを組成し、バンドン市におけるアプリケーション開発とデジタルトランスフォーメーションの取り組みを統括している。バンドン・スマート・シティ・ユニットが開発したサービスのひとつとして、「バンドン・スマート・シティ・ポータル『まるごと(Sadayana)』」と名付けられた公共サービスのワンストップ・サービスがある。このポータルには、「BADAMI」という名のフードシェアリング・プラットフォームや地元産品のマーケットプレイスなどもある。

図 2.1-9 CRM サービス（出典:バンドン市政府 ウェブサイト）

https://badami.bandung.go.id

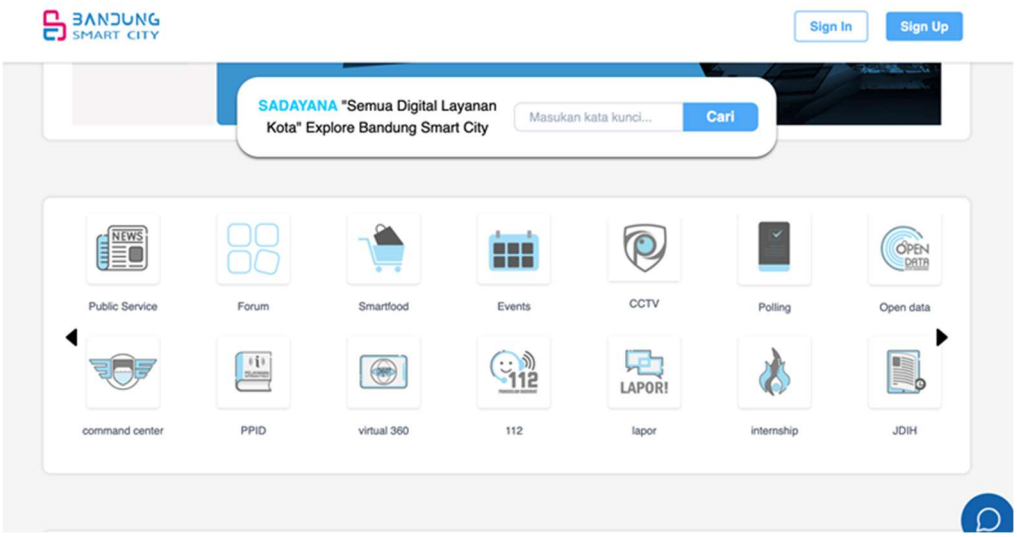


図 2.1-10 フードシェアリング・プラットフォーム「BADAM」
（出典:バンドン市政府 ウェブサイト）

https://badami.bandung.go. d

また、バンドンをよりアクセスしやすい街にするために、バンドン市政府は「BOSEH」と呼ばれる自転車シェアリングプラットフォームを開発。レンタルシステムとして、BOSEH の登録加盟店でのみ作成可能なスマートカードが使用されており、利用者は利用前に自分の ID を登録する。一度登録すれば、各所の BOSEH のステーションで自由に自転車を借りて、返却することができる。

図 2.1-11 BOSEH サービス概要（出典:バンドン市政府 ウェブサイト） ※サイト情報を日本語訳

https://badami.bandung.go. d

2.1.2.3. スラバヤ

ジャカルタやバンドンで行われているように、スラバヤ市政府も市民が書類申請や確認を行うためのワンストップ・サービス「スラバヤ・シングル・ウィンドウ（SSW）」を開発した。このウェブアプリでは、スラバヤ市で使用する投資ライセンスの申請、申請プロセスの管理、書類の確認等をワンストップで行うことができる。

図 2.1-12 スラバヤ・シングル・ウィンドウサービス概要（出典:スラバヤ市政府ウェブサイト）

https://sswalfa.surabaya.go.id

またスラバヤ市では、スラバヤ市交通局のもと、いくつかの交通関連のデジタルプラットフォームを開発している。事例として、「トランスポータシク(Transportasiku)」と「GOBIS」と呼ばれるプラットフォームがある。トランスポータシクでは、アプリでさまざまな交通情報にアクセスすることができ、GOBIS では、市営バスのスケジュールを確認したり、バスを待っていることを最寄りの市営バスの運転手に知らせたりすることができる。

図 2.1-13 スラバヤ市交通局が提供している交通関連プラットフォーム（出典:スラバヤ市交通局 ウェブサイト）

https //dishub.surabaya.go.id/portal/post/20211012102219

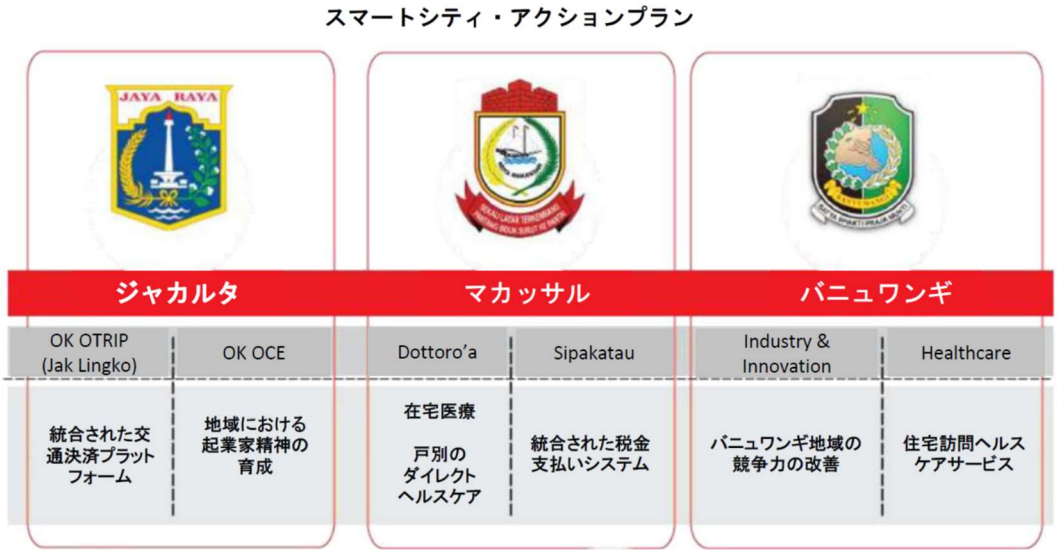
2.1.2.4. その他の都市の事例

その他、マカッサル市では、迅速な対応が可能な在宅介護サービス「Dottoro'ta」や、納税のための統合プラットフォーム「SIPAKATAU」を開発した。一方、バニュワンギ市は、バニュワンギ市の競争力を高めるために、積極的なヘルスケアサービスとイノベーションを開発した。

図 2.1-14 スマートシティ・アクションプラン（出典:内務省 ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://www.wantiknas.go.id/wantiknas-storage/file/img/materi/2020/Februari/TIK-Talk%2016/Benny%20Kamil-Kemendagri-Arah%20Kebijakan%20Smart%20City.pdf



2.1.3 インドネシアのスマートシティへの海外からの関与

スマートシティの開発に関して、諸外国との間でも様々な協力関係が構築されている。公共事業・住宅省によると、2016 年にはインドがインドネシアとのスマートシティ協力の可能性を模索し始めた が、その後特段の進展は見られない模様。また、2017 年に運輸省はドイツ国際協力機構（GIZ）とスマートシティプロジェクト実施の調印を行った。実施されているプロジェクトは、「Sustainable Transport Programme Indonesia (SUTRI NAMA)」と「Indonesian Bus Transit Corridor Development Project (INDOBUS)」で構成される。SUTRI NAMA は、能力開発、環境モニタリング、資金調達を組み合わせて、都市交通の課題を解決することを目的としている。一方、INDOBUS は都市交通開発を加速させ、バス高速輸送の国家標準を策定することを目的としている。GIZ は、ドイツ、イギリス、スイスの 3 カ国の政府からの資金提供の調整役を務めた。3 カ国の政府から提供された総予算は 2100 万ユーロであった。

その他にも、地方自治体と外国の民間企業や都市が提携したケースがいくつかある。例えば、バンドン市は 2017 年から 2018 年にかけて、愛知県、日本スマートコミュニティ・アライアンス（JSCA）、フランス、チューリッヒ工科大学、ADB などの 6 つの都市・団体と、姉妹都市提携や LOI、MOU の締結など、さまざまな形で協力関係を構築している。また、ジャカルタとベルリンが協力し、「スマートチェンジ・プロジェクト」のハッカソンイベントを共同開催した例もある。

日本企業が関与している主なプロジェクトとしては、デルタマス・シティの開発と、BSD（ブミ・セルポン・ダマイ）地区の開発がある。デルタマス・シティは、ジャカルタから東へ約 37km、インドネシア西ジャワ州ブカシ県に位置する住宅、商業施設、工業団地からなる総合都市開発プロジェクトである。総開発面積は約 3,200 ヘクタールで、住宅・商業エリアと工業団地エリア（GIIC）に半々で分かれており、日本資本による世界最大級の総合都市開発プロジェクトとなっている。すでに約 200 社が入居しており、そのうち 81 社が日系企業となっている。デルタマス・シティを開発、運営する PT. Puradelta Lestari Tbk は、インドネシアの大手デベロッパーであるシナルマス・ランドグループ、双日株式会社、一般株主の共同所有により、1993 年 11 月に設立された会社である。

BSD は、中央ジャカルタから約 36km に位置し、正確には南タンゲラン地区に位置する民間開発計画都市であり、一般に BSD シティと呼ばれている。シナルマス・グループが子会社のシナルマス・ランドを通じて計画し、1984 年に着工した。その後、2003 年から PT Bumi Serpong Damai Tbk によって管理されている。BSD には、住宅、ショッピングセンター、医療施設などが建設され、4 万人から 6 万人の定住者を目標とされている。

2016 年にシナルマス・グループは、PT Bumi Serpong Damai Tbk と三菱商事を通じて、BSD シティ内に 1 平方キロメートルのスマートシティを開発するためのジョイントベンチャーを結成した。BSD Diamond Development と名付けられたこの合弁会社には、阪急阪神プロパティーズ株式会社、西日本鉄道株式会社、京浜急行電鉄株式会社も参画している。

2.2 インドネシアにおけるバリ島の意義 -インドネシア政府の“Next 10 Bali”観光政策概要-

コンサベーション・インターナショナルによると、インドネシアは 17 の「メガダイバース」国のひとつであり、世界 25 の「ホットスポット」のうち 2 つ、世界自然保護基金の「グローバル 200」エコリージョンのうち 18、バードライフ・インターナショナルの「固有鳥類生息地域」のうち 24 を有している（生物多様性条約、2021 年）。世界有数の豊富な天然資源の保有とともに、その生物多様性のポテンシャルは、今後のインドネシアの観光政策の主要な原動力の一つになると言える。インドネシア中央統計局（BPS、2020 年）によると、インドネシアを訪れる外国人観光客の数はコロナ禍前まで毎年 100 万人ほど増加し、2019 年には 1,610 万人に達していたが、コロナ禍のパンデミックにより 2020 年には大きな打撃を受けた。

近年インドネシアでは、ジョコ大統領のイニシアチブにより、バリ島のような世界的観光地を今後 10 か所開発するビジョンから「Next 10 Bali」政策が推進されている。政府国家開発計画省がまとめた「中期国家開発計画 2020-2024」によると、7 つの究極の目標が設定されている。そのうち、「質の高い成長のための経済的強靭性の強化」では、農業・食品、水産業、加工産業、クリエーティブ経済、デジタル経済、観光産業などの主要産業を強化することにより、インドネシア経済の強靭性を高めることを計画している。

さらに、この計画では、目標達成のための方向性と戦略について説明されている。観光産業と密接に関連する政策方針として、"経済的付加価値の向上"がある。その中では、「観光地や観光産業の競争力を高め、それを支えるサプライチェーンや観光エコシステムを強化する」という方向性が示されている。その上で、今後 5 年間（2020 年～2024 年）の観光産業の付加価値向上は、18 の重点観光地（DPP）における交通アクセス、魅力向上、アメニティ整備によって、観光客の滞在期間の延長と出費額の増額に焦点を当てる、と説明されている。

本戦略では、既に重点観光地として設定されているトバ湖周辺、ボロブドゥール・ジョグジャカルタ・プランバナン、ロンボク・マンダリカ、ラブアンバジョ、ブロモ・テンゲル・セメル、ワカトビ、タンジュンクラヤン、タンジュンレスン、セリブ諸島、ジャカルタ旧市街、モロタイの 10 件の地区の開発を加速することに重点を置いている。2020 年までの間に、インドネシア政府はトバ湖周辺、ロンボク-マンダリカ、ボロブドゥール周辺の統合観光マスタープラン（ITMP）を既に策定している。さらに、優先的に取り組むべき 10 の観光地のインフラ整備について、公共事業・住宅省はロンボク-マンダリカ地域で 17.4km の道路整備、ボロブドゥール地域で 20km の道路整備、ラブアンバジョ地域で 21.4km の道路整備を計画している。運輸省は、港湾、鉄道駅、空港の建設を計画している。また、インドネシア政府は、優先された 10 件の DPP の他に、各地域の潜在的な可能性に応じて、今後 8 件の DPP を新たに開発することを計画している。

図 2.2-1 重点的な観光地 10 箇所のプロジェクトと関係省庁
（出典:国家開発企画庁 ウェブサイト）

https //perpustakaan.bappenas.go.id/e-library/file_upload/koleksi/migrasi-data-publikasi/file/RP_RKP/RKP%202021%20PERPRES%2086%20TAHUN%202020/Perpres%20Nomor%2086%20Tahun%202020%20-%20Lampiran%20I.pdf

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas (diolah), 2020

（下記、上記図表の翻訳版）

重点的な観光地10カ所の大規模プロジェクト:
トバ湖、ボロブドゥール地域、ロンボク・マンダリカ、ラブアンバジョ、マナド・リクバン、ワカトビ、ラジャ・アンバット、ブロモ・テンガー・セメル（BTS）、バンカ・ビリトゥン、モロタイ。

2021年目標		優先地域
・ラブアンバジョ、マナド-リクバン、ブロモ-テンゲル-セメル、ワカトビの統合観光マスタープラン完了 ・トバ湖、ボロブドゥール地区、ロンボマンダリカ、ラブアンバジョ、マナドリックバンにおけるインフラ整備、コミュニティ開発、投資の加速(75%) ・BTS、ワカトビ、バンカ・ビリトン、モロタイ、ラジャ・アンバットでのインフラ整備、コミュニティ開発、投資の加速（25%）		トバ湖、ボロブドゥール地域、ロンボク・マンダリカ、ラブアンバジョ、マナド・リクバン、ワカトビ、 ラジャ・アンバット、ブロモ・テンガー・セメル（BTS）、バンカ・ビリトゥン、モロタイ
観光地としての企画	**重点的な観光地10カ所をサポートする道路の整備**	
コネクティビティ、アメニティ、アトラクション、人材、コミュニティビジネス、観光産業の開発と統合管理のための統合観光マスタープランの実施。 (観光創造経済省、公共事業・公共住宅省、BKPM)	・ BIL-Mandalikaバイパス道路の開発（公共事業・公共住宅省） ・ ボロブドゥール地区アクセス道路（公共事業・公共住宅省） ・ ラブアンバジョ地区アクセス道路（公共事業・公共住宅省）	・ シビサ空港の開発(運輸省、国営企業）。 ・ アディ・スマルモ空港とジョグジャカルタ国際空港への鉄道アクセス(運輸省、国営企業） ・ ラブアンバジョ海港の開発(運輸省、国有企業） ・ コモド空港の開発(運輸省、国有企業）
人材育成、観光村、村営事業体	**観光地におけるアメニティ開発**	**地域/エリア展開**
・観光村の開発(村落・不利地域開発・移住省、観光・創造経済省) ・企業との観光村に関する5つの協力関係(観光創造経済部) ・クリエイティブ・エコノミー関連人材教育(観光創造経済省) ・村営事業体による観光地経営(村落・不利地域・移住省)	・ 重点観光地10カ所の観光地におけるアメニティとアトラクションへの投資(国有企業、民間企業) ・ 重点的な観光地10カ所における観光支援施設の開発(地方公共団体、特別会計) ・ ジオパーク情報館を含む観光情報センター(観光創造経済部、エネルギー鉱物資源部)	・ 重点的な観光地や文化遺産再生地域における創造的空間や創造的施設の開発 - 11ヶ所 ・ (観光創造経済部) ・ 観光地の開発・管理 ・ (トバ湖管理局、ボロブドゥール管理局、ラブアン・バホ・フローレス管理局、国有企業、地方自治体、民間事業体）。

インドネシアにおいて、観光産業は今後の経済成長の中核を為すべきセクターの一つとして捉えられている一方、各地の観光開発のプロセスはまだ初期フェーズであり、今後の大きな発展の可能性を秘めている。また、“Next 10 Bali”というスローガンの通り、バリ島はあらゆる観点でベンチマークとして設定されており、バリ島におけるスマートシティ関連、スマートモビリティ関連の取り組み等は、今後の観光開発のフラッグシップと位置付けられる蓋然性が高いと言える。

第３章　バリ島の現状動向

3　　バリ島の現状動向

3.1 バリ島におけるスマートシティ/エネルギー関連の現状と課題

3.1.1　バリ島におけるスマートシティ開発の理念

バリ島の発展に向けた理念として、自然、人、文化が重要な要素とされている。バリ島が“New era”において競争優位を築き、また生活のあらゆる面を改善し、住みやすい都市を構築するために、バリ島の自然、人、文化の基本を大切にすることが、バリ島に根付いている下記６つコンセプトによって規定されている。

- Atma Kertih (純粋な魂)
- Segara Kertih (きれいな海)
- Danu Kertih（保存された湖）
- Wana Kertih (生物多様性の保全)
- Jana Kertih（強靭な人材）
- Jagat Kertih（すべての生きものを尊重）

また、主要な開発分野は、以下の５つに設定されている。

- 主要分野１：衣食住
- 主要分野２：健康・教育
- 主要分野３：社会保険と人材開発
- 主要分野４：伝統・宗教・芸術・文化
- 主要分野５：観光

国家観光戦略地域（KSPN）であり、国際経済への貢献度が最も高く、観光部門を通じてインドネシアの外貨獲得に大きく貢献しているバリ島には、スマートシティの開発を後押しするいくつかのポイントがある。

・バリ島の開発は、南部の観光が盛んな中心エリアと、北部を中心とした遠隔エリアの間に依然としてギャップがある。したがって、北部も含む形で開発の分布をさらに拡大するための取り組みが必要とされている。

・主な開発のニーズは、スマートな都市開発、スマート・コネクティビティ（接続性）、そしてスマートな空間設計である。
・バリ島における交通インフラ整備は、バリ島の新時代に向けた統合的な開発であり、そのビジョンは「Nangun Sat Kerthi Loka（バリ島と国の威厳を養う）」である。バリ島の人々の福祉と幸福を達成するために、政治、経済的に自立し、そして独自の文化によって特徴づけられ、差別化されることが重要とされている。

3.1.2 バリ島におけるスマートシティ関連の指標と規制

「地方開発計画規則ミッション21：人々の生活、環境へのスチュワードシップを、クリーンでグリーンで美しいバリに向けて再構築する」では、スマートシティの開発に関して、バリ州政府によって設定されたいくつかのマイルストーンと、発展に向けたテーマ別指標が示されている。各テーマごとの指標、規制は下記の通り。

図 3.1-1 スマートシティ指標をサポートするバリ州の規制（出典：CISI）

※原典資料を日本語訳

1.スマートエコノミー（競争力強化）

B to Bの機会を増やすためのコミュニティ全体への高速な通信環境の提供、あらゆる分野のビジネスプロセスの電子取引（電子銀行、電子ショッピングなど）といった形で、スマートエコノミーを発展させていくことが求められている。関連する規制の事例は下記の通り。

・地元果物の観光消費の促進（知事規則No 99/2018）

バリ州政府は、この規制が地元農民の福祉に直接影響を与え、彼らの生産物が経済的利益をもたらすことを期待している。この規制は製品の品質を高めることも期待される。スーパーマーケットでは、少なくとも商品全体の60%は地元産品を販売することを義務付けられており、一方、ホテル、レストラン、仕出し業者は、少なくとも全体の30%は地元の農産品、畜産品、水産物を事業で調達することが期待されている。

・バリ州政府の物品・サービスの電子調達（知事規則No 15/2010）

本規則は、バリ州政府における物品及びサービスの電子調達に関する規制に焦点を当てている。

・再生可能エネルギー・電力事業新規認可（知事規則第7/2016号）

バイオ燃料を新たな燃料として取引するための事業許可、非国営企業電力供給事業許可、非国営企業臨時電力供給事業許可、電力事業運営許可、電力支援サービス事業許可を規定している。

2.スマート・ピープル

指標は、教育規範の改善、リモートエデュケーション・ソリューションによる学習機会の提供、よりよい情報社会の実現、などで構成される。関連する規制の事例は次の通り。

・州政府内の公共情報及び文書の提供と管理（知事規則No 14/2020）

本規則は、州政府内の地域機関が、公共情報および文書に関するサービスを提供する際の参考となることが意図されている。もう一つの目的は、州政府内の公共情報および文書管理業務の秩序ある運営を確保することである。

3.スマート・ガバナンス（政治参加）

スマート・ガバナンスのキーワードは、民主主義と包摂のプロセス、相互に連携され統合されたガバナンスの管理、サービスへのアクセスの改善などである。関連する規制の事例は次の通り。

・バリ州の電子政府システム（知事規制No 44/2021）

この規制は、効果的、効率的で、開かれた透明性のある、説明責任のあるクリーンなガバナンスを実現し、通信情報技術に基づく情報システム及びサービスの実施において、中央省庁、地方政府、地方公共団体及びその他の関係者との間の相乗効果をもたらすことを目的としている。

・州データの統合（知事規則No 53/2021）

本規則は、開発計画の実施、評価及び管理を支援するため、地域機関及びその他の機関によって作成されたデータ管理の実施に関するガイドラインとなることを目的としている。また、正確で、最新の、統合された説明責任のあるデータ管理を実現するための州政府のガイドラインとしても利用される。

・バリ州政府における電子証明書の導入（知事規則No 5/2020）

この規則は、州政府内の電子基盤の政府システムで実施され、開発された電子取引における情報セキュリティのための電子証明書を管理する際の地域機関のガイドラインとして使用される。

・電子政令の作成（知事規則No 35/2019）

この規則は、知事令を電子的に作成するためのサービスの改善を目的としている。

4.スマート環境

持続可能な環境に配慮した経営、技術革新によるエネルギー使用量の削減、省エネルギーマテリアルリサイクルなどの指標がある。関連する規則の事例は次の通り。

・プラスチック廃棄物の発生抑制（知事規則No 97/201）

廃棄物管理とは、廃棄物の削減と廃棄物の処理を指す。廃棄物の削減には、廃棄物のリサイクルおよび再利用も含まれる。廃棄物、特にプラスチック廃棄物は環境汚染を引き起こし、様々な病気を引き起こす。景観の美観にも影響を与え、適切な環境を享受する人々の権利を妨げる可能性がある。このため、バリ州では、使い捨てプラスチックの発生を削減するために、この条例が制定された。

・クリーンエネルギー促進(エネルギーの開発と使用の再構築)（知事規則No 45/2019）

クリーンエネルギーを使用することにより、バリにおける全てのエネルギー需要の充足を、自主的に、環境に優しく、持続可能で、衡平なものとすることを主な精神としている。クリーンエネルギーの供給、利用及び開発は、再生可能エネルギー源に焦点を当てる。想定されるエネルギー源は、太陽光、水力、風力、地熱、バイオマス、市街地/村のゴミ、液体バイオ燃料などである。

5. スマートリビング（生活の質）

スマートリビングは、高品質な医療サービスへのアクセス(e-health、リモートヘルスモニタリング)、電子カルテ管理、ホームオートメーション、スマートホームおよびスマートビルディングサービス、および各種ソーシャルサービスへのアクセス等に焦点を当てています。関連する規則の事例は次の通り。

・バリ伝統衣装の日（知事規則No 79/2018）

この規則の目的は、バリの伝統的な衣服の適切かつ正確な使用について議論することである。バリの伝統衣料の保護、育成、開発、利用のための地域社会の参加を促進する。

・保健医療サービス統合照会システム（知事規則No 105/2018）

本条例の目的は、地区/都市におけるすべての保健施設を、必要に応じて計画的、効率的かつ効果的に計画できるように改善し、開発することである。医療サービスをサポートするためには、さまざまな要素が関連するが、その1つがテクノロジーである。

６.スマートモビリティ（交通・ICT）

スマートで効率的な交通システムの整備、渋滞を軽減するための車両、人、物の移動の合理化、カーシェアリングや自転車の選択といった「新しい社会的態度」の適用など、その発展に関していくつかの指標を持っている。またバリには、スマートシティやスマートモビリティを発展させるために必要な特定の規制もある。関連する規則の事例は次の通り。

・電池式EVの採用（知事規則 No 48/2019）
目標の一つは、運輸部門、都市部におけるエネルギー効率化と大気汚染削減のための政府プログラムを支援することである。
・新規バス停の規制–オンデマンドシャトル(知事規制No 2/2020)
バス停の運営者は、知事規則No 2/2020に基づき、知事が発行する許可証を取得し、許可された輸送用車両を所有する団体と協力しなければならない。

上記の通り、各カテゴリーごとの指標に準じて、スマートシティの推進、EVの普及、再生可能エネルギーの開発促進などの政策を進展させ、地域ニーズに対応するため、地域・地方の明確かつ強力な制度の枠組みが早急に必要である。

本プロジェクトで構想しているスマート道路モニタリングシステムの実装、MaaS の提供、EV チャージャーインフラの整備といった観点からの投資を可能にするために、スマートシティ規制の観点から以下をさらに詳細に規定することが必要であると考えられる。

1) 国・州・市町村レベルでの道路管理に関する統合的な政策の策定
2) 車両モニタリングの仕組みと一体化した交通情報システム政策の策定
3) 交通、安全、大量輸送システムとの接続性の観点を踏まえた、自転車等に対する規制
4) EV 用インフラ整備における指標・基準の設定

3.1.3 バリ島におけるエネルギー環境の現状と課題

国営電力会社(PLN)のレポートによると、2020 年のバリ島のピーク電力は 1 月時点の900MW とされている。電力は 2 つの電力供給源から供給されている。1 つはジャワ-バリ海底ケーブルによる 400MW、もう 1 つは石油燃料発電所による 372MW、天然ガス・石油燃料発電所による 192MW、Celukan Bawang 蒸気発電所による 380MW からなる合944MW/150kV の発電所である。バリ島の電力ネットワークマップは以下の通りである。

現在バリ島で稼働している発電所は、天然ガスベースの PLTG Gilimanuk 発電所（130MW）、天然ガスベースの PLTG Pemaron 発電所（280MW）、天然ガスとディーゼルベースの PLTGD Pesanggaran 発電所（344MW）、IPP の火力発電所 PLTU Celukan Bawang（380MW）となっている。また、再生可能エネルギーの利用を拡大するため、PLN は今後 10 年以内に多数の再生可能エネルギー発電所を建設する計画を持っており、その計画リストは以下の通りである。

表 3.1-1 バリ島における再生可能エネルギー導入の計画リスト（出典:PLN ウェブサイト）

https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf

	Electricity Network System	Generator Type	Location/Power plant name	Capacity (MW)	COD Year Target	Status	Developer
	Tiga Nusa	Solar	Nusa Penida	3.5	2022	Planning	PLN
	Java Bali	Gas/Steam	Bali*	200	2023	Planning	PLN
	Java Bali	Micro Hydropower	Titab	1.3	2023	Procurement	IPP
	Java Bali	Solar	West Bali	25	2023	Funding	IPP
	Java Bali	Solar	East Bali	25	2023	Funding	IPP
	Java Bali	Gas/Steam	Bali*	100	2025	Planning	PLN
	Java Bali	Geothermal	Bedugul	10	2025	Exploration	IPP
	Java Bali	Solar	Java - Bali (Spread)	25	2025	Planning	PLN
	Java Bali	Solar	Java - Bali (Spread)	25	2025	Planning	IPP
	Java Bali	Waste/RDF	Java - Bali (Spread)	19	2025	Planning	IPP
	Java Bali	Solar	Java - Bali (Spread)	25	2028	Planning	IPP
	Java Bali	Solar	Java - Bali (Spread)	25	2030	Planning	PLN
	Java Bali	Geothermal	Bedugul	55	2030	Planning	IPP
Total (MW)				238.8			

PLN が発表した「電力供給計画 2021-2030」の最新データによると、2011 年から 2020 年にかけて、インドネシアでは石炭と天然ガスが依然として発電のための主要エネルギー源となっている。下表に示されている通り、石炭が 66.3%、天然ガスが 16.8%を占めている。

表 3.1-2 バリ島におけるエネルギーミックスの割合の推移（出典:PLN ウェブサイト）

https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf

Energy Source	Year									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
Hydro	6.97%	6.46%	7.91%	6.70%	5.93%	7.79%	7.32%	6.30%	6.00%	6.59%
Geothermal	5.26%	4.75%	4.40%	4.44%	4.34%	4.98%	4.98%	5.25%	5.11%	5.73%
Biodiesel/Biofuel			0.07%	0.32%	0.28%	0.40%	0.40%	0.41%	0.57%	0.77%
Biomass				0.09%	0.19%	0.23%	0.23%	0.23%	0.13%	0.12%
Solar				0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.05%
Wind						0.00%				0.17%
Other Renewable Energy					0.00%			0.07%		
Gas	20.50%	22.86%	23.50%	24.09%	24.89%	26.28%	23.33%	22.25%	21.40%	16.80%
Oil Fuel:										
High Speed Diesel (HSD)	18.04%	11.80%	10.38%	9.61%	6.66%	4.64%	3.72%	3.68%	2.61%	2.29%
Marine Fuel Oil (MFO)	5.60%	3.20%	2.09%	1.84%	1.64%	1.82%	1.88%	1.89%	0.54%	0.25%
Industrial Diesel Oil (IDO)	0.03%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%		0.00%	0.00%
Coal	43.61%	50.84%	51.63%	52.89%	56.06%	54.45%	58.14%	59.61%	62.98%	66.30%
Import										0.57%

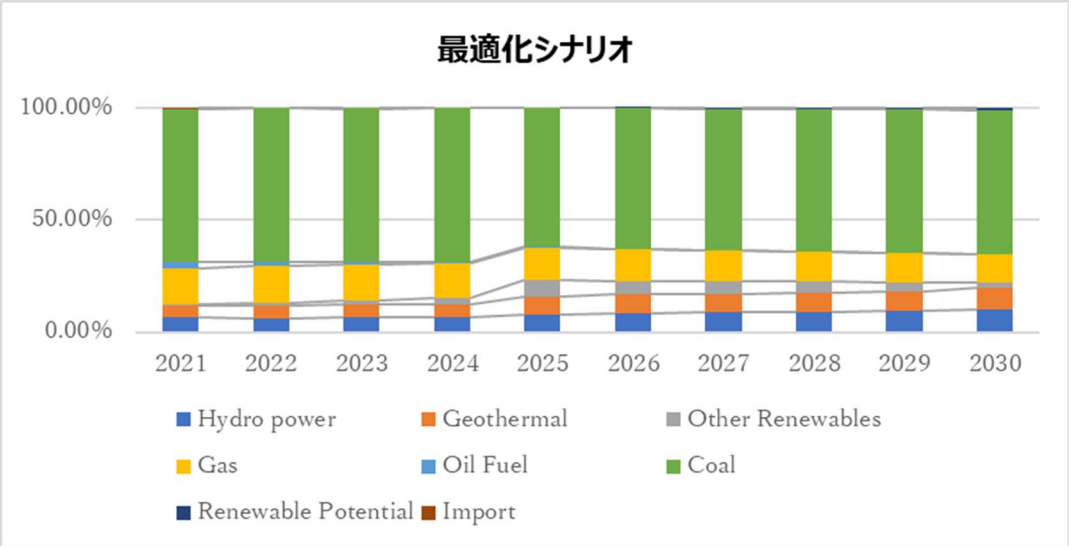
一方で、再生可能エネルギーでは、水力発電が 6.59%と最も高い割合を占め、地熱発電が 5.73%でそれに続いている。その他の再生可能エネルギーはそれぞれ 1%未満にとどまっている。インドネシアは依然として多くの CO2 を排出しており、各地域で利用可能な再生可能エネルギーのポテンシャルを十分に活用できていないことがわかる。

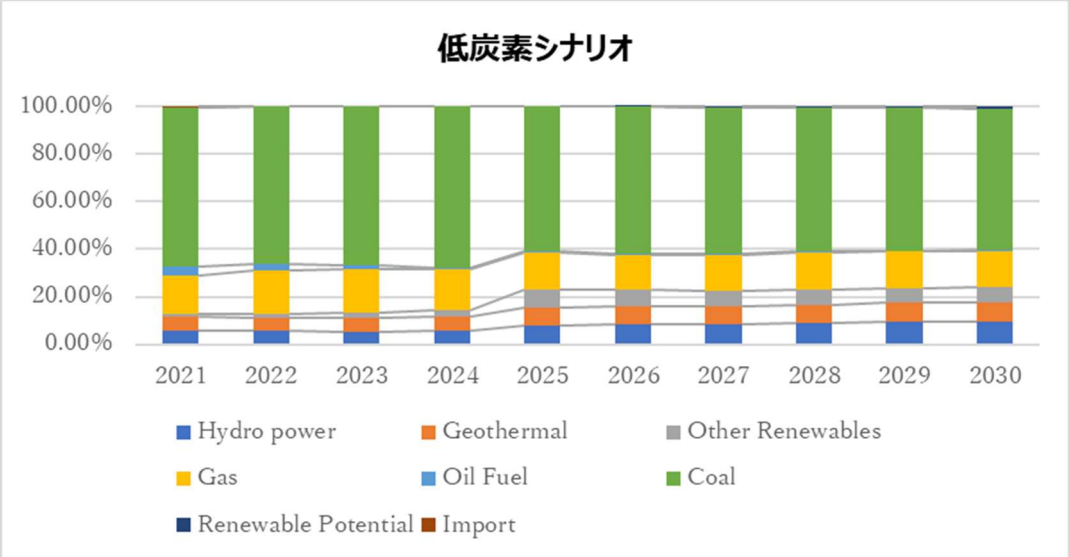
インドネシアの 2021-2030 年におけるエネルギーミックス予測については、PLN が発表した「電力供給の一般設計 2021-2030 年」でも説明されている。同文書では、PLN は最適シナリオと低炭素シナリオの 2 つのシナリオを作成している。両シナリオとも、2025 年までに再生可能エネルギーの寄与率を 23%とする目標を考慮したものであるが、相違点がある。最適化シナリオでは、「最小コスト」の原則が考慮されているため、2030 年のエネルギーミックス計画における石炭エネルギーの割合は 64%と高いままである。一方、低炭素シナリオでは、石炭はバイオマス・天然ガス混成エネルギーに切り替わるため、58%に減少する。下のグラフは、2021 年～2030 年の「最適シナリオ」及び「低炭素シナリオ」におけるエネルギーミックスの予測推移を示している。

図 3.1-2 バリ島におけるエネルギーミックスの割合の予測推移（出典:PLN ウェブサイト）

※原典資料を日本語訳

https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf





PLN の「供給計画 20201-2030」の総括として、目標としている再生可能エネルギーの比率を高める取り組みには、多くの課題があることがわかる。再生可能エネルギーの発電所の開発には、多くの資本と資金が必要であり、その点も大きな課題である。報告書では、コストは徐々に安くなると予測されているが、初期の導入には相応な資金が必要となる。その他、PLN が挙げた課題としては、新型コロナウイルスのパンデミックの影響による需要の大幅な減少がある。この需給バランスという観点では、今回なパンデミックだけが原因ではなく、インドネシアの他の地域でも需要と供給のミスマッチは度々起こり、供給過多や供給不足を引き起こしてきているという経緯を考慮する必要がある。その他、規制の重複、バイオマスや石炭などの一次資源の供給の不安定、発電所建設に必要な土地の不足など、さまざまな課題が挙げられている。バリ島では、インドネシアにおける再生可能エネルギーの先進エリアとしてモデルケースを体現するミッションがあるため、これらの課

題を統合的に考慮しながら、目標に現実を近づけていけるための最適シナリオ、最適ソリューションの模索を続けていく必要がある。

3.2 バリ島における EV 関連政策動向及び EV 特区における規制等の方向性

3.2.1 EV の実用化プロセスと関連ステークホルダーのマッピング

スマートシティ開発の一環として、EVの実用化、普及と、それに伴う再生可能エネルギーの導入計画が進行している。2019年に制定された「バッテリー駆動EVの使用に関するバリ州知事規則No 48/2019」の実現を加速するためには、EVの開発を支援するための制度とケイパビリティの構築、また対応する政策の立案と実施が必要となると考えられる。想定されているプロセスは下記の通り。

a. 準備と規制の整備
政府を中心とするステークホルダーに働きかけ、積極的に関与することが必要になる。この段階では、限られた可能な範囲での投資を検討、開始することになる。

b. 標準的なビジネスプロセスと市場メカニズムの開発
この段階では、スマートシティとスマートモビリティの開発に関心を持つ関係者の関与と技術的なインプットが必要である。多くの場合、NGO/CSO/シンクタンクの支援を受けた政府が関与することになる。

c. 市場システムの開発
このステージでは、ビジネスのフィージビリティが確立される。その確立に向けては、多くの場合主国営企業の支援が必要であり、同時に民間セクターの支援も必要とされる。

d. 実装
この段階では、潜在市場全体をターゲットに社会的な普及および促進が行われる。多くは各地のコミュニティによって実行される。

今般のパンデミックの影響もあり、現段階ではなおaの段階にとどまっており、「EV導入促進委員会」が設置され、EV特区の設置に向けて規制の在り方や方向性が議論されているところである。

EV を活用したスマートシティの共同設計・共同開発に向けたあらゆるフェーズにおいて、ステークホルダーは、それぞれの役割においてコミットする必要がある。そこには政府機関だけでなく、地域コミュニティ、NGO、CSO、民間・ビジネスセクター、シンクタンク、多国籍企業も含まれる。

図 3.2-1 EV エコシステムのステークホルダーマッピング（出典：CISI）

Figure 9. Diagram of Stakeholders Mapping
Source: Team's research, 2021

EV エコシステムの開発にあたり、主要ステークホルダーはいくつかのグループに分けられる。

1. 州政府

交通、インフラ、都市・地域計画、情報、エネルギーシステム等を担当する複数の部門で構成される。ライセンスや投資プロセスを円滑にするために重要な役割を担っている部門もあれば、技術的なデータを提供する機関としてのみ機能する部門もある。

2. 市民社会組織(Civil Society Organization)/シンクタンク

規制を策定するための科学的、実質的な根拠を提供する、政府を支援する仕組みの一部である。バリ島では、スマートシティやスマートモビリティの開発に関心を持つ世界的なCSO/シンクタンクが複数活動しておいる。最も強力で、本件と接点を持つ可能性があるの

はドイツ国際協力公社（GIZ）であり、また世界資源研究所（WRI）は、スマートモビリティシステムのためのデータ提供という点で、強力なパートナーになり得る。

3. 地域コミュニティ

スマートシティやスマートモビリティを実現するための環境整備に向けては、地域社会のコミュニティも強い関心を持っている。

- バリ州政府の下に設置された「EV 加速に関する特別委員会」は、EV 加速のための調整プラットフォームとして形成された特別なタスクフォースであり、大きな権限を持っている。
- また、将来的に実施されるプログラムの実現可能性をサポートするために、専門家団体の要素も非常に重要である。都市開発プランナー、建築家、グリーン・ビルディングなどの各協会から、EV インフラの開発において、技術的な指導と文化に根差したアプローチを提供してもらう必要がある。
- 大学は、技術協力、人材協力等の観点で、持続可能なスキームを促すことができるよう、プロジェクトに協力しなければならない当事者である。

4. 国営企業

- PLN は現在、バリ島で電気充電ステーションのニーズに応える唯一のプロバイダーである。まだ最適な設計は描かれておらず、その事業範囲は狭いが、2022 年 10 月に開催される G20 をサポートするためにスポットで電気充電ステーションを提供する構想を持っている。そのため、EV 充電ステーションの提供に向けては、重複がないように計画的な相乗効果の設計（技術的観点、事業スコープの観点）が必要である。
- また現在、サヌールでは、国営企業の INNA グループ（ホテル・インドネシア）が経済特区における大規模な開発を進めている。この経済特区の開発テーマは、ヘルス＆ウェルネスツーリズムとされている。これはサヌールにおける EV エコシステムの創出に向けて、低炭素化を指向した非常に相性の良い計画だと考えられる。

5. 民間部門

交通サービスの提供者については、従来型と非従来型（近代的）、大きく 2 種類に分類される。従来型の交通サービス提供者は、バリ島内のすべての公共交通機関を運営する陸上輸送協会（Organda）に組み込まれている。一方、非従来型の交通サービス事業者は、Grab プラットフォームのような、まだ最適化されていない MaaS 関連の事業者と言える。

図 3.2-2 バリの EV エコシステム（出典:バリ州政府運輸局） ※原典資料を日本語訳

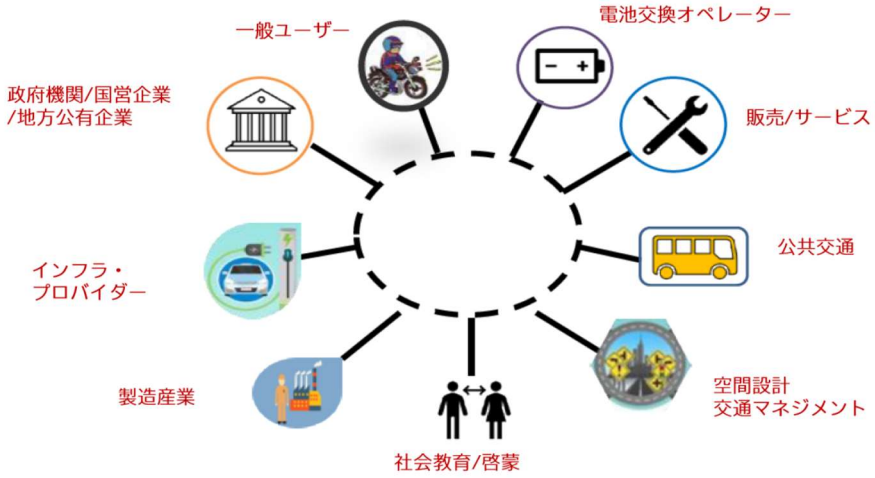


Diagram. EV Ecosystem in Bali
Source: Gunarta, 2021

3.2.2 EV 関連の交通サービス現況

モビリティサービス関連の新たな施策は、EV 導入の促進と紐づけて実施されている流れがある。一方で、実際にはバリ島ではまだ一般的には EV はほとんど走っておらず、自家用の EV は今のところ 20 台以下に留まるとのこと。事業関連の直近の主な動向は下記の通り。

●EV バスの試験運行

バリ州政府運輸省が電気バス 40 台（16 人乗り）を調達する案件が、現在進行している。2022 年 10 月に開催される G20 を国家予算でサポートすることがミッションとなっている。G20 終了後、バリ州政府運輸局は 40 台のうち 2 台のバスを公共交通に活用したいと考えている。運行会社となる Satria Trans Jaya 社は 2020 年に設立された、バリの 4 つのローカル会社（交通、観光系）の JV である。車両開発は INKA 社（鉄道車両を製造している国営企業）が担当し、継続して技術テスト中である。2021 年 3 月にバリ島でテストが行われたが、バッテリーの性能など技術的な問題が残っているという。

図 3.2-3 INKA 社が開発中の EV バス

●ブルーバード社の EV 車両導入

現在、バリ島のタクシー輸送は、インドネシア最大のタクシー会社であるブルーバード社が中心として担っており、2020-2025 年の間に 2000 台の EV を導入、運行させ、グリーンな輸送を実現することをミッションとしている。目下、バリでは約 50 台の電気タクシーを運行しており、ほぼ事務所で充電している。車両は主に中国企業である BYD 社のものを使用し、一部米国 Tesla 社の車両も使用している。

図 3.2-4 ブルーバード社の EV 車両

●Grab（グラブ）社の電動バイク及び電動キックスクーター

シンガポール系配車サービス大手の Grab 社（Grab Indonesia 社）は、2019 年よりバリ州で電動バイクと着脱式バッテリー交換所の運用を開始している。例えば、フードデリバリーサービス「グラブフード」のドライバー向けに、ホンダ社製の電動スクーターを提供している。

図 3.2-5 Grab 社の電動バイク

さらに 2022 年 1 月には、国営石油会社プルタミナ社と EV エコシステムを強化する覚書に調印している。また 2020 年から、世界的なトレンドにもなっている、環境にも配慮したシェアリング電動キックスクーターサービスをバリ島の一部エリアで展開している。

図 3.2-6 Grab 社が展開するシェアリング電動キックスクーターサービス

●トヨタ・アストラ・モーター社の EV プロジェクト

トヨタ自動車社のインドネシア販売会社トヨタ・アストラ・モーター社は、2021 年 3 月より、EV の普及やバリの観光振興を目的に、観光客向けの E V を提供するサービスを開始している。ヌサドゥアエリアにレンタルステーションがあり、「C＋pod」と「COMS」の 2 種類の EV 車両を提供している。プロジェクトには、観光開発公社（ITDC）、その他日系企業など合わせて 13 社が参加している。

図 3.2-7 トヨタ・アストラ・モーター社が展開する EV シェアリングサービス

3.2.3 バリ島 EV 特区における規制の方向性

【「EV 加速に関する特別委員会」の活動】

観光地が密集しているバリ島南部が、バリ州政府によって「EV Operation Area」に指定されている。現在、バリ州政府運輸局のもとに設置された「EV 加速に関する特別委員会（The task force for Acceleration of Electric vehicles）」が中心となり、「EV 特区」としての骨格、具体的な取り組み、政策等の立案、検討に入っている状況である。

図 3.2-8 バリ島南部の EV Operation Area（出典:バリ州政府運輸局）

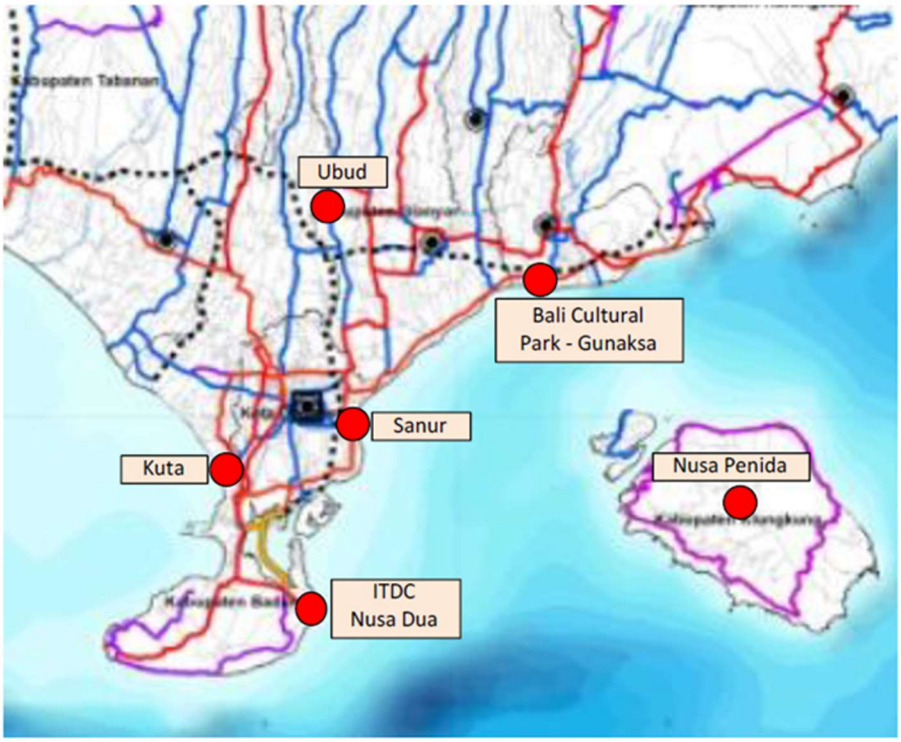


Illustration. Map of Targeted EV Operational Area

EV 加速に関する特別委員会は、2020 年 11 月 30 日に制定された「バリ州におけるバッテリーベース電気自動車の使用加速のための委員会の設立およびメンバー構成に関するバリ州知事令第 548/03-G/HK/2020 号」に基づいて結成された。同委員会は、バリ島の地方予算等で運営されている。所属メンバーは顧問、議長、事務局長、委員、事務局スタッフで構成されており、それぞれ以下のようなプロフィールとタスクとなっている。

1. 顧問：バリ州地方長官
   - 委員会への指示・指導
   - 委員会の実務の促進・監督・管理

2. 委員長：バリ州運輸局局長
   - 委員会の推進・調整
   - 地域アクションプランの確認
   - テーマ別アクションプランの確認
   - バリ州交通局局長の立場で、知事に活動実施結果を報告

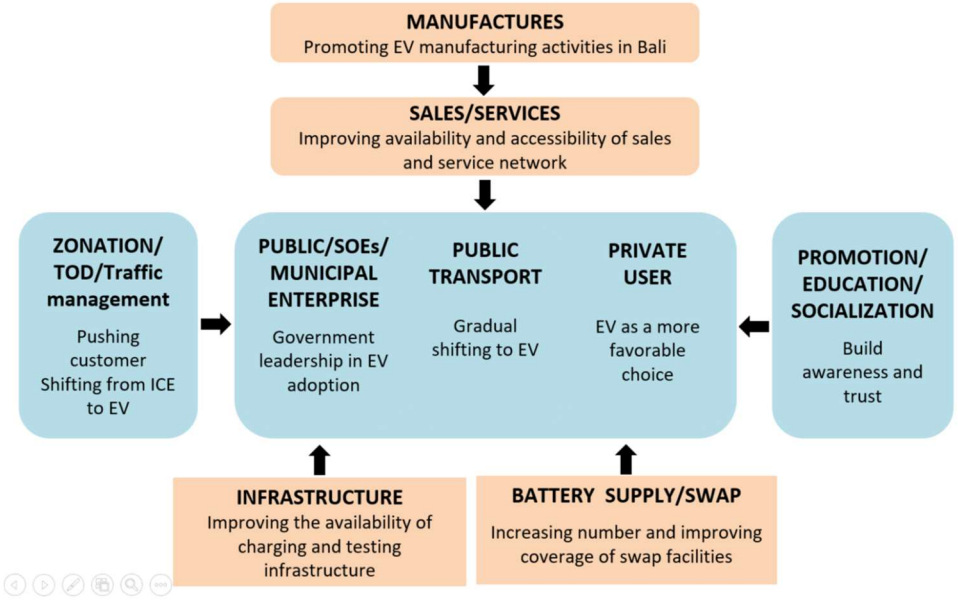
3. 事務局長：バリ州開発公社トランス・サルバギタ社社長
   - 実装に関する調整
   - 議長に対する執行面の責任者

4. 委員：バリ州地方警察局・登録・身分証明書担当副局長、バリ州地方開発企画庁・インフラ・地域担当責任者、バリ州地域研究・イノベーション機関・バリ島開発支援部長、バリ州地方国税庁・歳入管理部長 等
   - 地域アクションプランの作成
   - テーマ別アクションプランの作成
   - EV 使用に関するプログラムの開発および各種活動の調整

5. 事務局スタッフ：運輸局道路交通施設課長、バリ州開発公社トランス・サルバギタ社・運航部門責任者 等
   - 秘書業務の遂行
   - 委員会活動のための施設・インフラの整備
   - 委員会が開催する行動計画の推進、会議および会合の進行
   - 事務局長への報告書の作成、業務実施に関する説明責任

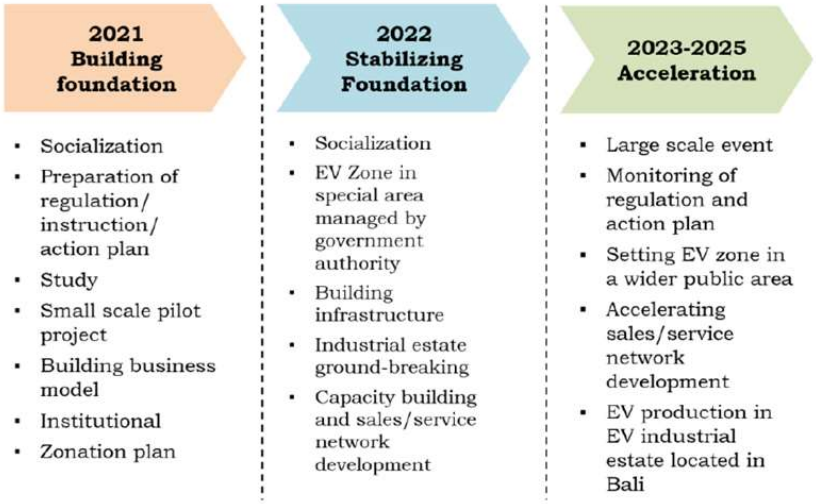
これまで、同委員会は地域アクションプラン、テーマ別アクションプランの作成、調整に重点を置いて活動してきた。現在策定中の地域アクションプランの骨格は以下の通り。

図 3.2-9 バリの EV 加速化に向けた地域アクションプランの骨格
（出典：「EV 加速に関する特別委員会）



今後、地域アクションプランの柱ごとに小委員会を立ち上げる予定となっており、下記のようなプロセスを経て EV エコシステムが発展していくことで、より良い環境づくりが可能になると考えられている。2022 年に入り、EV エコシステムの創出に向けては次の段階への進展、つまりインフラ開発のための安定的な基盤が整備され、広範囲で加速化に向けて動き出すことが求められている。各テーマごとの活動が加速され、同委員会がバリで EV エコシステムの創出と成長を実現するための主要なプレイヤーとなることが期待されている。

図 3.2-10 バリにおける EV エコシステム開発の段階
（出典：EV 加速に関する特別委員会）



【EV 関連の各種インセンティブ施策】

また、参考までに、現在インドネシア政府によって実施されている EV 関連の各種インセンティブを下記にまとめる。対象によって所管官庁も分かれており、内務省と地方自治体は EV ユーザー（生活者）にインセンティブを、工業省と経済省は EV メーカーにインセンティブを、またエネルギー鉱物資源省と PLN は EV 支援事業者向けのインセンティブを提供している。EV 支援事業者とは、EV の充電ステーション運営事業者等のことであり、PLN は事業用電気料金のインセンティブを提供するとともに、併せて家庭用充電における電気料金のインセンティブも提供している。具体的な各インセンティブの内容は下記の通り。

＜EV ユーザー向けのインセンティブ＞

-高級品付加価値税（PPnBM）の免除

-EV の購入に対する頭金の免除

-EV の購入の際の低金利ローン

-家庭用充電に使用される PLN 電気料金の割引

-（ジャカルタの EV のユーザー向け）自動車所有権の譲渡に対する税金（BBN-KB）の免除

-（ジャカルタの EV のユーザー向け）ジャカルタでの奇数-偶数の標識番号に応じた交通規制ルールの免税

-（西ジャワの EV のユーザー向け）「自動車所有権の譲渡に対する税金（BBN-KB）」が EV の場合は 10%、電気オートバイの場合は 2.5%に減額

＜EV メーカー向けのインセンティブ＞

- 新たなタックスホリデー優遇措置

EV メーカーには、要件を満たした企業に一時的に法人所免税の権利を与える税制（タックスホリデー）を付与。また、タックスホリデーの要件を満たしていなくとも、「対象となるパイオニア産業において新たに資本投資を行う及び/または事業を拡大する法人納税者は、この優遇措置の適用申請を行うことができる」とされている。

＜EV 支援事業者（EV 充電ステーション等）向けのインセンティブ＞

-PLN は、EV 充電ステーション事業者に対して、安価な Rp714/kWh の料金で電力を販売する。

第４章　事業可能性の検討

4　　事業可能性の検討

4.0 各テーマに共通するプラットフォーム

4.0.1　スマートシティ開発に向けたアプローチ

国家としての人口動態の変化、エネルギー革命、データ保護などの既存の課題に対応しながら、カーボンニュートラルな社会を実現するためには、従来の都市計画の原則を再考しなければならない。都市、社会インフラ、建物、安全とセキュリティ、モビリティとエネルギー、医療とヘルスケアなどを人間本位の立場で見直し、さまざまな異なる分野が連携するスマートシティは、現時点では未来志向のアプローチである。

これまでのスマートシティ開発は、電力グリッドが監視されるサービスセクター、都市計画とシミュレーションデータ管理、都市や建物施設エネルギー管理、スマートホームが中心であった。個人居住者の（スマート）ホームと、全ての世帯の全体（住民、市民）としての（スマート）シティ。カーボンニュートラルが求められるスマートシティに対する新しい要件として、電気自動車/電動バイク向けの EV インフラ設備投資などの新たなトピックが現れてきた。

都市を近代化する場合、供給サービスは全体的なアプローチの一部として評価され、一時的な変化に的を絞った方法で対応し、個々の要件のネットワーク化と通信を保証する積極的なインフラ投資をする必要がある。スマートシティへの道における新しいテクノロジーの実装は、そのネットワーキングと通信機能に大きく依存し、基本的な前提条件は、サブシステムの継続的な相互運用性であり、規範と仕様を開発して適用することによって保証する必要がある。

第 2 章で触れたとおり、インドネシアでは、2014 年からスマートシティ開発に向けて動き出しており、複数の関連省庁がそれぞれのアプローチで推進している。

4.0.2　インドネシア政府のデータ管理に関する方針の現況

インドネシアにおける「電子情報取引法（EIT 法）および政府規則 No.71/2019」によると、「電子システム」とは、「電子情報を作成、収集、処理、分析、保存、表示、発表、送信、および/または配布する機能を果たす一連の電子装置および手順」と定義される。また、「電子システム事業者」とは、「個人、州、事業体、およびコミュニティであって、独自に、または集合的に、電

子システムの利用者に対して、電子システムの提供、管理、および/または運用を行い、自らの使用および/または他者の使用を目的とするもの」と定義される。

上記定義に基づき、電子システム(Webサイト、アプリケーション、電子メール、メッセンジャーなど)を管理および運用し、それらのシステムを他の当事者に提供する個人または組織は、「電子システム事業者」と見なされる。電子システム事業者はすべて登録が必要で、所定の承認プロセスをへて承認される。インドネシア政府は、電子システムの管理において、参照するべきいくつかの規制を実施している。

【データの保管・管理に関する方針】

「政府規則 No.71/2019」では、公共部門の電子システム事業者(中央及び地方の政府機関等)は、インドネシア国内に電子システム及び電子データを管理、処理又は保管することが義務付けられている。一方、民間の電子システム事業者は、インドネシアにデータセンターや災害復旧センターを設置する必要はないとされている一方、「戦略的電子データ」については適切に処理し、国内のデータセンターに保存し、国内に災害復旧センターを持たなければならないとされている。つまり、公共サービスを提供する民間の電子システム事業者は、戦略的電子データを除くあらゆる電子データは、海外で処理および保存することができる。ここで言う「戦略的電子データ」とは、公共の利益、公共サービス、行政の継続性、または国の防衛と安全に戦略的に影響を与えるデータのことであり、たとえば、諜報データ、人口データ、国家防衛および安全保障データなどが該当する。さらに、分野ごとの規制当局は、どのデータを戦略電子データとして分類すべきかを特定することができる。この「規制当局」には、次の分野を管轄する政府機関及び規制当局が含まれる。

・行政部門
・エネルギー・鉱物資源部門
・運輸部門
・金融部門
・保健セクター
・情報技術・通信分野
・食品部門
・セキュリティ部門
・防衛産業部門

戦略的電子データは、クラウド・コンピューティング(例えばクラウドサーバ)を通じて管理、処理、保存することができるが、クラウド・ネットワークではインドネシアの電子システム・ネットワーク(例として管理、処理、ローカル・クラウド・サーバへの保存)を使用する必要がある。また、戦略電子データを海外に納入、交換、コピーしてはならない。つまりデータ越境に対する制限である。肝心な「何

が戦略的データに該当するのか」については曖昧な部分が残るため、規制当局と議論、交渉を深めていく必要があるであろう。

【個人情報の利活用・運用に関する政府のガイドライン】

「政府規則No.71/2019」では、個人情報を「それ自体で個人を識別可能なもの、または電子的・非電子的なシステムを通して直接的または間接的に他の情報と組み合わせることで識別可能となるもの」と定義されている。また同規則では、事業者の過失によって個人データの漏洩等に関与していることが証明された場合、制裁措置が取られることが規定されており、制裁措置の内容は「書面による警告」、「罰金」、「一時的なサービスの終了」、「アクセスの遮断」、および「電子システム事業者リストからの削除」の5種類となっている。

一方、「MOCI法令No.20/2016」では、個人情報の利用及び分析は、情報取得者に対して当事者が情報を提供する際に、書面による承認（手動又は電子的に行うことができる）を与えている場合にのみ行うことができるとされている。

インドネシアにおいては、個人情報の保護に関する世論の関心はいっそう高まっており、様々な議論の渦中にある。政府の動きとしては、一般法としての個人情報保護法案は国会審議のプロセスの途上にあり、2022年内の優先立法プログラムの一環として、整備、制定に向けて動きが加速しつつある。事業者の立場としては、そうした動向の推移を注視しつつ、必要に応じて情報通信省等の関係当局に相談、交渉をしながらセキュアな事業の骨格を検討していく必要がある。

こうしたインドネシア政府の方針を踏まえ、スマートシティ内でのデータプラットフォームのアーキテクチャを検討、構築しなければならないが、同国ではどのような形のデータプラットフォームを構築するべきかという議論にはまだ至っていない。

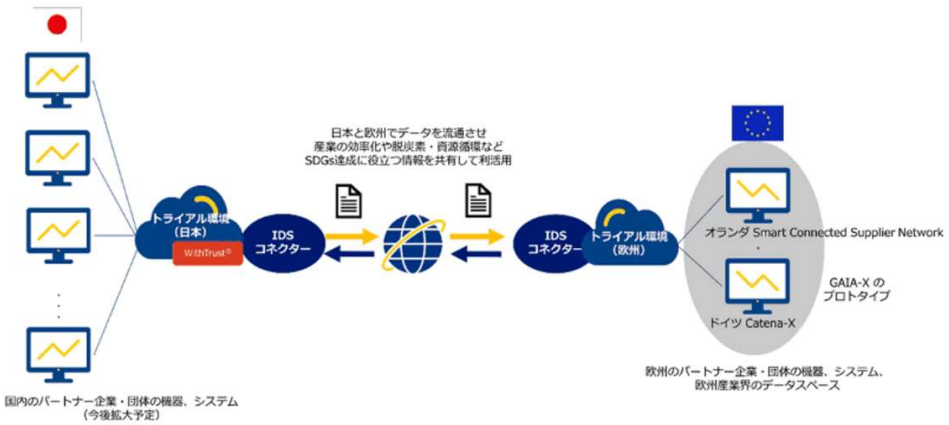
4.0.3 世界のデータプラットフォームを俯瞰

世界的に俯瞰すると、EU（欧州連合）において、2011 年からの 5 か年計画「EU の次世代インターネット官民連携プログラム（FI-PPP）第 7 次研究枠組計画」で 3 億ユーロの予算を投じて「FIWARE」が開発され、FIWARE Foundation が OSS(オープンソースソフトウェア)の 7 つのカテゴリーを統合できるデータプラットフォーム「FIWAR コアモジュール」として提供して社会実装と普及活動が進められ、同団体によれば 2020 年時点で 150 都市以上で採用されているという。この FIWEAR は、当初から官民連携のデータ流通に主眼をおいたデータ管理基盤であり、以下に説明する GAIA-X とは、システム・ソリューションの相互補完関係にあると考えられる。

EU の委員会委員長が、中国の一帯一路構想に対抗すべく、グローバル・ゲートウェイ構想を打ち出した。2019 年 10 月にドイツ政府・フランス政府がインダストリアル分野用途の GAIA-X を発表し、このコンセプトを国・自治体スマートシティにも傘を広げ、基本はセキュリティとデータ主権を保護しつつ、データ流通を支援するためのオープンなデータインフラ構想を掲げている。図 4.0-1 は、2021 年 4 月 NTT コミュニケーションズによる IDS コネクターを組み込んだ GAIA-X のプロトタイプで、国際データ流通プラットフォームの日欧連携共同トライアルを実施したシステム図である。

図 4.0-1 NTT Com、欧州「GAIA-X」との接続を実現するプラットフォームを実証

NTTコミュニケーションズ株式会社は、欧州が自国・地域のデータ主権保護を目的と構想を進めているデータ流通基盤GAIA-Xの中核を構成する技術IDSコネクターと相互接続を可能とするプラットフォームのプロトタイプを開発したと発表した。



出所： NTT Com,欧州「GAIA-X」に対応する国際データ流通プラットフォームの日欧連携共同トライアルを実施(1/1) - クラウド Watch (impress.co.jp)

https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2021/0408.html

想定されるビジネスモデルは IDS コネクターと呼ばれる International Data Spaces Association(IDSA)が定めている技術コンポーネントの接続認証費用（接続条件は IDS-Connecter + ISO27001 ／ OPC UA） などでマネタイズし、Bluetooth 管理団体（Bluetooth SIG）に類似しているものと分析している。

欧州企業や行政、機関、市民の権利を守るためのデータ保護や透明性、信頼性の担保、相互運用性のあるデータ流通プラットフォームの社会実装を目指すとしており、日本政府とも協議を進めているものと見ている。

GAIA-X は、ドイツ標準の工業規格に採用され（DIN（ドイツ規格協会）SPEC 27070）、国際標準化を目指している。

過去の事例を検証するとドイツ政府は 2015 年、DKE（ドイツ委員会）/VDE（ドイツ電気技術者協会）によるスマートシティ標準化ロードマップバージョン 1.1 で頓挫しており、スマートシティ内の多岐に渡る分野を統合するプラットフォームでなく、データプラットフォーム内でのデータとセキュリティに特化した機能でデファクトを取る戦略に舵を切ったものと考えている。なお、DKE は DIN と VDE の共同組織を構成しているドイツ国家機関である。

これ以外にドイツは「Catena-X」、オランダは「SCSN」、スペイン、イタリアなどの国ではサプライチェーン再編成に向けた GAIA-X インフラ整備活動準備が進められている。背景には、地政学上の経済安全保障の国家政策もあり、国家の社会インフラを支えるために安定供給を築く基本的施策としても選択されつつある。GAIA-X など欧州が提供するソリューションの課題は、認証及び運用費用が高いことが考えられ、ASEAN 諸国など新興国には導入するには負担が大きい。今後の標準化の動きは、欧米中と日本の動きも注意深く観察する必要があるが、社会実装を優先したソリューションとしては、異業種連携実績のある API プラットフォームを軸にした MCSCC モデルのアーキテクチャは、どのようなデータプラットフォームが組み込まれても柔軟に対応できるものと考える。

データプラットフォームのセキュリティの安全性の担保は必須条件であり、図 4.0-2、図 4.0-3 に秘密計算技術のトレンドを示す。秘密計算は、セキュアな計算環境によってデータを暗号化したまま計算処理ができる技術であり、一般的な暗号はデータの通信・保存を保護するが、秘密計算はさらにデータの計算過程も保護することができる。（図 4.0-4）

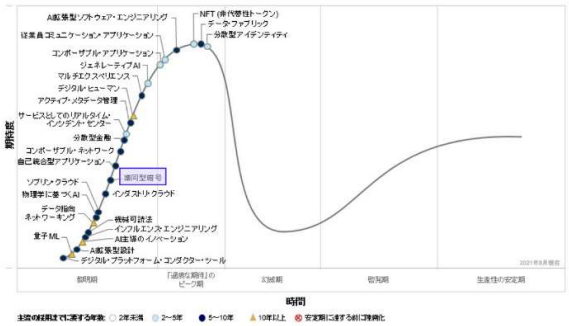
この秘密計算技術を利用することで、個人の重要パーソナルデータ（医療、社会保障、預貯金など）や企業の営業秘密を用いる分析業務で、データを漏洩することなく、データの中身を見ない運用が可能がとなる。

図 4.0-2 グローバルの動向～セキュリティ・プライバシーテックのトレンドイン

Gartner社の調査では、秘密計算は2021年の戦略的テクノロジーのトップトレンドに挙げられており、2025年までに大企業の半数が実装すると予測されている。Gartner 社は、「信頼を構築する」先進テクノロジをトレンド特徴の一つに位置づけ、データ保護コントロール技術、データの主権確保の技術、クラウドへのインテリジェンス収集を法的に実現する技術として、秘密計算を実現する暗号技術である準同型暗号を選定している。

プライバシー強化コンピュテーション
世界のデータ保護規制が成熟に向かいつつあるため、あらゆる地域のCIOは、かつてないプライバシーとコンプライアンス違反のリスクに直面しています。静止中のデータに対する一般的なセキュリティ・コントロールとは異なり、プライバシー強化コンピュテーションは、機密性やプライバシーを保持しながら、使用中のデータを保護します（ここでのコンピュテーションとはプライバシー保護のための暗号化、秘密計算といった処理を指します）。2025年までに、大企業の半数は、信頼されていない環境や、マルチパーティ・データ・アナリティクスのユースケースにおけるデータ処理のためにプライバシー強化コンピュテーションを実装するとガートナーはみています。企業は、個人データの移転、データ収益化、不正分析といった機密性の高いデータを扱うユースケースを必要とするデータ処理活動を評価して、プライバシー強化コンピュテーションの候補の特定に着手すべきです。

先進テクノロジのハイプ・サイクル：2021年



出典: Gartner (2021年8月)
747576

https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20210824

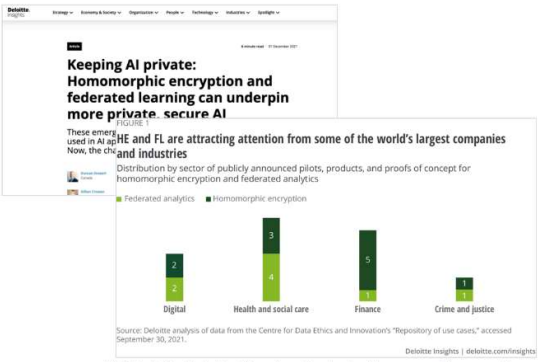
出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社がGartner資料を整理

図 4.0-3 グローバルの動向～セキュリティ・プライバシーテックに関する技術選定（参考）～

秘密計算/プライバシー保護技術が社会的にマストな位置づけとなる中、準同型暗号とフェデレーテッド・ラーニングが注目されている。IBM, Microsoft, Google, Intel等のグローバル著名企業は特に準同型暗号への投資に注力。

プライバシー保護技術の中でHE・FLが注目

デロイトグループの調査より、準同型暗号(HE)とフェデレーテッドラーニング(FL)が各業界/世界の著名企業から注目されている



出所 Deloitte Insights「Keeping AI private: Homomorphic encryption and federated learning can underpin more private, secure AI」

著名企業がHEへの研究投資を加速

インダストリーへの応用に向け研究投資・実証実験が活発に。
産官学が連携した準同型暗号の標準化団体も立ち上がる。

研究開発投資の加速（Intel/Microsoftの協業）

HEサービス化の動き(IBM社)

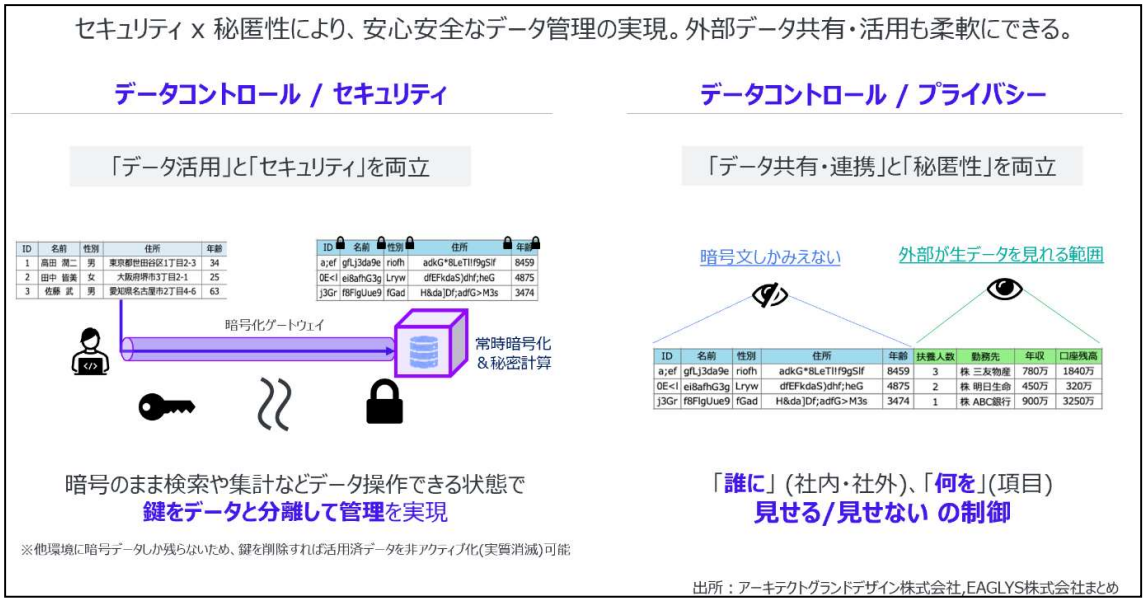
標準化の活発な動き

本技術への積極投資/標準化団体に参加する著名企業(抜粋)

IBM
Microsoft
Google
intel
SAP
Alibaba.com
SAMSUNG SDS
mastercard
Mercedes-Benz

出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社,EAGLYS株式会社まとめ

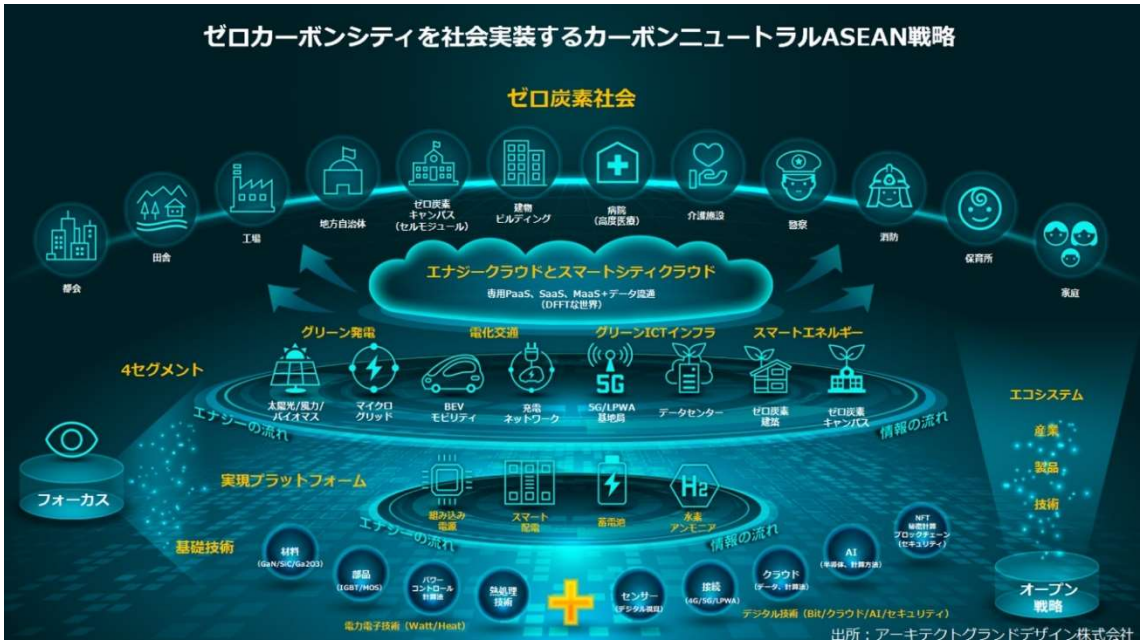
図 4.0-4 データセキュリティの検討ポイント/データ提供者の情報を守る「データコントロール」



4.0.4 バリ島スマートシティ開発におけるアーキテクチャ考察

バリ島スマートシティ開発においても、将来的にはデータ共有、データ処理できるプラットホームが必要になる。ここではバリ島で重点分野に位置づけられている「食料、衣料、住宅」、「保健・教育」、「社会保険と労働力」、「伝統・宗教・芸術・文化」、「観光」の 5 つの分野を統合出来る仕組みを備えた、課題解決型のアーキテクチャを検討する。図 4.0-5 はアーキテクトグランドデザイン株式会社（AGD）が描いたバリ島 EV 特区スマートシティの基本コンセプトと戦略マップである。

図 4.0-5 バリ島 EV 特区スマートシティの基本コンセプト・戦略マップ



出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社版

図 4.0-6 は、1 つのマイクログリッドの地域をキャンパスとして、セル化した全体俯瞰のイメージである。バリ島のスマートシティのビジョンとして、上記 5 つの重点分野のソリューションを社会実装する為には、様々なテクノロジーを最適な仕組みで組み込む必要がある。ゼロ炭素化社会を実現させるためのデータ利活用基盤(都市 OS や G 空間＊データベースなど）のエナジークラウドとスマートシティクラウド、2 つのシステムを共存させ、4 つのセグメントにフォーカスし、そのテーマは「グリーン発電」、「電化交通（バリ島スマートシティの最優先現地課題）、「グリーン ICT（IoT 含む）」など、グリーンエネルギーのコアテクノジーが必要となり、これら全てを実現可能な形で、プラットフォーム上で相互連携しなければならない。

（*注）総務省説明、地理空間情報技術：Geotechnology 頭文字の G を用いた、「地理空間（情報）」の愛称

これらを支える基礎技術は、日本政府とインドネシア政府国家研究革新庁（BRIN）などの協力を得ながら、日本とインドネシアがテクノロジーで連携することで開発が可能であり、それによってカーボンニュートラルな社会インフラ構築に向けた新たなデバイスと新産業のサプライチェーンの創出が可能となり、これこそが対 ASEAN 戦略として提言するところである。

図 4.0-6 バリ島サヌール地区の未来あるべき姿を 1 つのキャンパス(セル)として定義

出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社版

4.0.5 スマートシティのアーキテクチャと規格がもたらす課題解決策と日本の社会貢献

グローバルレベルのスマートシティのサービスやデータ、セキュリティの安全性を確保するためには、標準化作業は避けては通れないが、ここには国益が絡むことになり、政治的な影響を受けることになる。特に、個人の移動手段や旅客輸送に使用される新しいモビリティに関する運用ルールや規格は、現在殆ど存在しないのが現状である。政府、業界団体やとエンドユーザー（消費者）のルールを調和させ、安全機能を確実に実現するためには、規格が必要なる。

本プロジェクトにおけるスマートシティのアーキテクチャは、DFFT（Data Free Flow with Trust：個人のプライバシーやセキュリティ・知的財産権に関する信頼を確保しながら、ビジネスや社会課題の解決に有益なデータが国境を意識することなく自由に行き来する、国際的に自由なデータ流通の促進を目指す）のコンセプト、内閣府と一般社団法人データ社会推進協議会(DAS)の都市 OS 構想、国土交通省先行モデルで島根県益田市で社会実装・実証した MCSCC のアーキテクチャの仕様に従う。

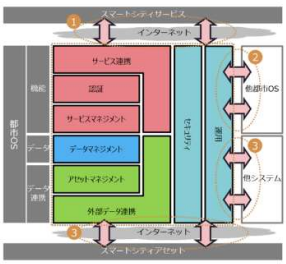
図 4.0-7、4.0-8、4.0-9 は、データ流通・活用に向けたスマートシティのデータセキュリティのあり方の前提条件を整理したものである。国内スマートシティの実績あるオープンデータ利活用に重点をおいた MCSCC 益田モデルを参考にし、インドネシア政府およびバリ州地方政府・自治体の求めるスマートシティのアーキテクチャ仕様の構築検証を行う。

図 4.0-7 スマートシティ都市 OS 構造とデータ流通の仕組み

アーキテクチャ要求は、内閣府の都市OS構想(出所資料参照)に従う。データセキュリティの在り方を検討する上で、スマートシティの特徴と関連が強い重要点に特化して整理するため、まずはスマートシティの特徴を参考にする。

特徴① API・相互運用による連携

サービス連携・都市OS間連携など、他システム連携を可能とするため、API及びデータの相互運用ができる仕組み



	連携方式	連携のポイント
①	サービス連携API	サービス間連携に必要なデータ・通信 方式・認証と API の定義
②	都市OS間連携API	他都市OSとの連携に必要なデータ・通信方式・認証及びAPI定義
③	アセット連携/他システム連携API	スマートシティアセット及び他システムとの連携に必要なデータ・通信方式とインタフェースの定義

特徴② データ流通・異種データ仲介

データ管理方式として、パフォーマンス上の課題のため一元化ではなく、基本分散型で保管しつつ、論理的にデータ共有・連携する仕組み

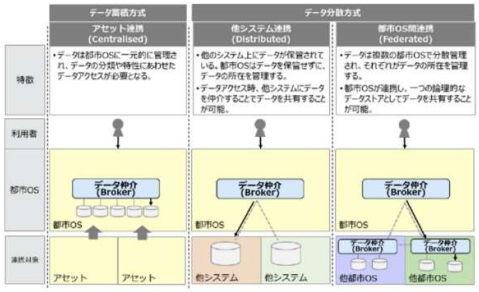


図 7.1-5 都市 OS の連携方法によるデータ仲介例

出所：内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）第２期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術のアーキテクチャ構築ならびに実証研究事業」の成果資料
https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html

出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社が各種資料を整理

図 4.0-8 データ利活用の検討ポイント／スマートシティ内のデータ活用を進める上での課題

今後、都市インフラ・官民サービスの血流であるデータ流通・活用を進めるほど、プライバシー・セキュリティが根本的な課題が血栓となる。柔軟性と利便性の高いデータ連携・APIプラットフォームの構築に課題となる点を事前に整理。

	活用が求められるリソース	課題
❶	**クラウド・共有計算環境** 運用の柔軟性・拡張性、リスポンス、他都市OS連携などの観点から、ビッグデータ処理、データ連携が必然に	**セキュリティ** 企業機密・個人情報など移管困難。マスキング等で手元で制限する人手作業や分析柔軟性の課題が顕在化
❷	**豊富なパーソナルデータ** 生活者のQoL向上、経済圏のサービス向上のため、データ個人情報の収集・連携・活用はマストに	**プライバシー** データ提供者の情報コントロールができない、受領者の個人が特定できてしまうリスクへのガバナンスコストが顕在化
❸	**組織内外の分析者** 専門スキルをもった分析者・AI開発者の柔軟なリソース確保は、都市設計・開発のPJの質・スピード向上に重要	**データアクセス** 擬似データによる分析者のパフォーマンス低下・ムダ発生、分析環境の固定化で人材獲得の制約・ムリ発生

出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社,EAGLYS株式会社まとめ

図 4.0-9 データ利活用の検討ポイント／重要成功要因

セキュリティ・プライバシー保護（データガバナンス）と、柔軟性と利便性の高いデータ活用を両立させる仕組みのため、重要となる３つの要因を検討。

データ活用の課題（再掲）	重要成功要因	技術・ソリューション
セキュリティ 企業機密・個人情報などデータ連携・活用が困難	❶ **データ活用時の暗号化** 企業秘密/個人情報を保護したまま活用可能に	高機能暗号、秘密計算など、データを保護した状態で操作・活用する技術。データ活用ライフサイクル(通信時/保管時/処理時)の一貫した常時データ保護により、仮に攻撃・盗聴されても、情報漏洩しないためサイバーリスクを最小化できる
プライバシー データ提供者の情報コントロールができない、ガバナンスコスト	❷ **データ提供時のコントロール** データ提供者の情報を守る後でデータ無価値化可能に	自ら生成した鍵をもってデータベース暗号化を行い、またその鍵を暗号データと常時分離可能にすることで、データ提供者がデータを主体的に制御・管理可能にすることができるようになる
データアクセス データ活用者の生産性低下、無駄・ムリ発生	❸ **アクセス時の秘匿化・制御** 柔軟に活用(アクセス)できるデータの幅を広くする	データ活用時に論理的にデータを連携し、仮想的に対象データを一元化し、分析可能にする。個人情報は他には秘匿項目、個人が特定されないセキュアな環境として、データ活用能力をもった人が柔軟にデータアクセス可能にする

出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社,EAGLYS株式会社まとめ

4.0.6 島根県益田市のスマートシティモデルのインドネシア輸出に向けた検証

MCSCC が目指す未来と目指すべきスマートシティで、想定している対象は社会インフラ（道路、河川、電気、ガス、上下水道）や農地、森林、観光などの産業インフラ、福祉・ヘルスケアなどの生活環境である。これらの分野の課題をスマートシティ化によって解決し、持続可能な地域としていくことが基本目標である。

MCSC C の設立以前から、任意団体としての活動を通じて、日本の地方都市である島根県益田市の地域課題と向き合ってきた。インフラ（道路、用水など）の監視、高齢者見守り、農作物被害防止用電気柵監視などの課題に対して、従来は人手によって対応していた。そのため人的負荷や時間の遅れが大きかった。またこれらの課題は、既存のインフラでは十分カバーできていない領域でもあった。しかし過去の個別実証実験でも効果が明らかなように、スマート化技術を用いて早期に状況を把握することは、有効な解決策の一つとなっている。

今回、MCSCC のスマートシティ・アーキテクチャの一環として、重要な社会インフラである道路の長期保全をテーマにした重要なサービスとなるスマート道路モニタリングシステムを、インドネシア側へ展開して社会実装する可能性を調査する（本調査事業の WG1）。特に、この分野は国スマートシティ・アーキテクチャでは維持管理としての道路管理基準や道路運用基準など、法制度や実際のマネジメントの仕組みが確立されていることから、AI デジタル・ソリューション化することで世界に類をみない強みとなると考える。

理想の自治体のスマートシティの仕組みとは、様々な地域課題に対する各種サービスを、全体最適を保ちつつ、利用者の密度や規模に応じて、低コストかつ最適な IoT などの先端技術を利用して提供し、解決を目指すものであると考える。

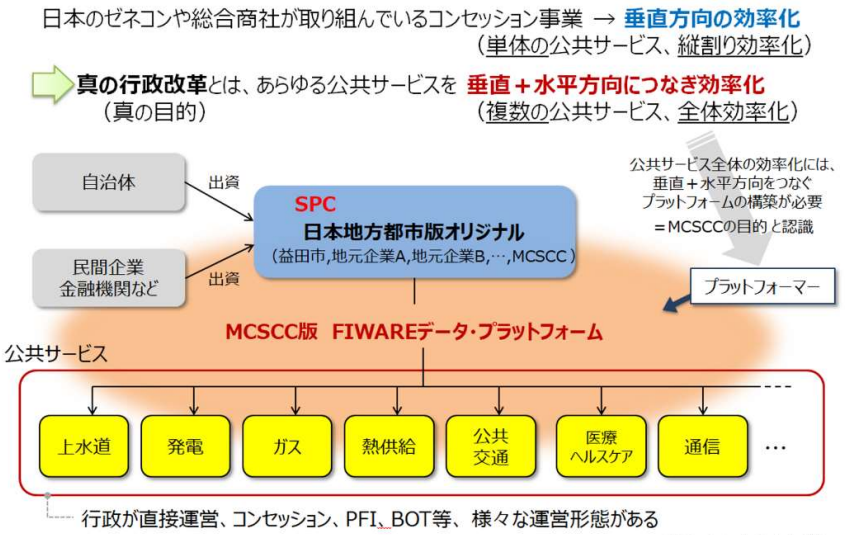
技術観点では、共通部分を共通プラットフォームで集約して支援することで、各種スマートシティサービスが容易かつトータルで安価に提供できる仕組みを構築することが重要である。また管理運用面では、民間と行政、地域企業などが深く密接に連携し、地域住民などのステークホルダーとの調整を経て、持続可能な実施体制や事業採算性などの要因を満たしながら継続できる形が望ましい。

ただし、実証調査の実施過程での地方自治体との協働においては、議会や地域住民といった強力なステークホルダーを抱える地方自治体と、企業や地域コンソーシアムといった目的指向の強い民間組織では、意思決定の手法や優先順位が大きく異なり、同じ枠組みの中に行政と民間組織を組み込むことによる弊害も生じることもある。そのため、行政とは深く連携しつつ、民間主導で継続して実施できる形をとるほうがより実態に即している。その点、インドネシアでは

SPC(Special Purpose Company: 特別目的会社)の概念とスキームが広く定着しており、円滑な事業運営に資するケースが多いことは、日本との興味深い相違点である。

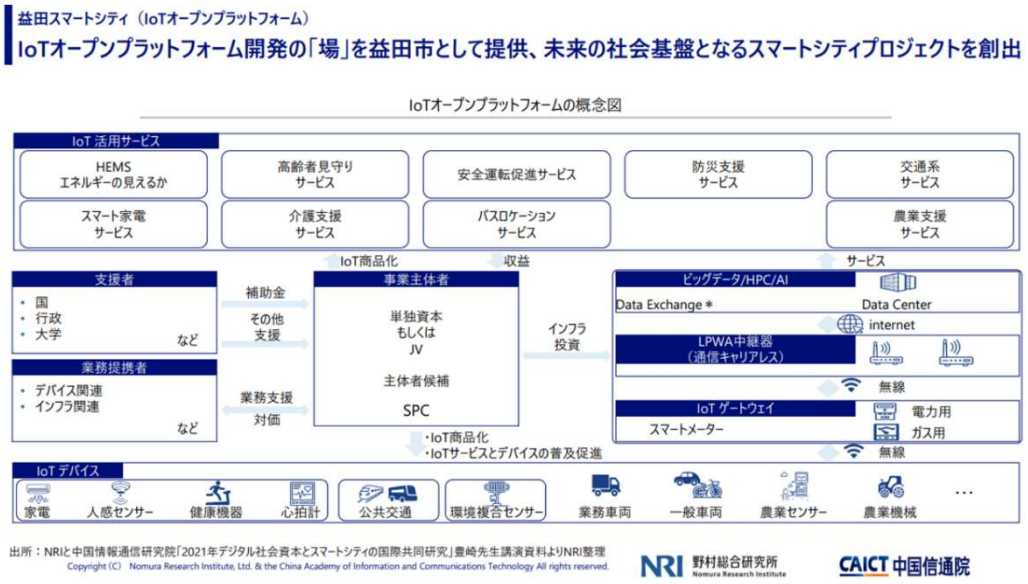
スマートシティのビジネス設計の応用として、島根県益田市スマートシティのグランドデザインとエコシステムである SPC 経営モデルを図 4.0-10、図 4.0-11 に示す。

図 4.0-10 島根県益田市のスマートシティのグランドデザイン



出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社

図 4.0-11 益田スマートシティのエコシステム（SPC 経営モデル）



出所：NRIと中国情報通信研究院「2021年デジタル社会資本とスマートシティの国際共同研究」豊崎先生講演資料よりNRI整理
Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. & the China Academy of Information and Communications Technology All rights reserved.

出所：株式会社野村総合研究所

スマートシティに統合されるサービスは、国家システムの統合を前提とした共通プラットフォームの

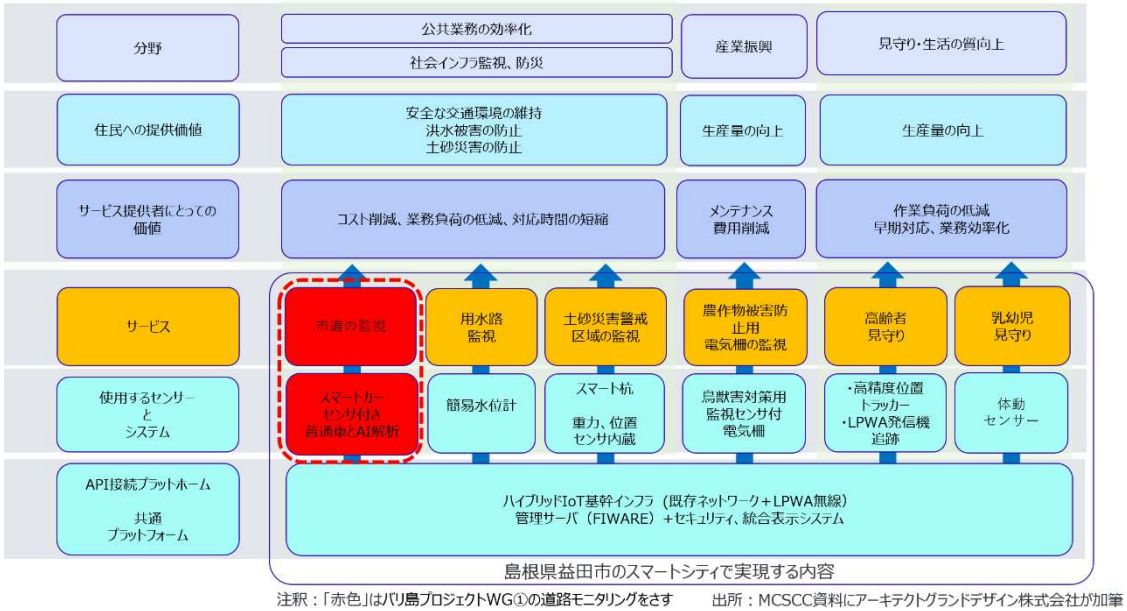
仕様に合わせて開発することで、低コストかつ短期間での実装を可能とし、情報提供アプリケーション利用者（対象者はアプリケーションのエンドユーザーまたは市民）にとって利便性の良い、UX（ユーザーエクスペリエンス）とUI（ユーザーインターフェイス）を最適化した仕組みとする。政府や行政、事業者など関係者のみに限定した閲覧としたいサービスの場合は、認証機能によって利用制限を掛ける必要がある。

4.0.7 MCSCC スマートシティの仕組みと提供価値

スマートシティの具体的実装にあたっては事業の収益性・継続性・体制・地域ニーズなどを踏まえた、地域との対話を通した行政・民間企業・各種コンソーシアム間での検討や調整が重要であるが、現状では具体的な実装計画についての検討や調整はなされていない。したがってこれまでの MCSCC の実証実験を通して得た知見による仕組みと提供価値について述べる。

スマートシティのサービスは、サービス提供者とサービス受益者双方にとってメリットがあるように構築することが望ましい。スマートシティサービス実現の仕組みと提供価値の関係を図 4.0-12 に示す。

図 4.0-12 MCSCC 令和 2 年アーキテクチャによるスマートシティサービス実現の仕組みと提供価値の関係性



注釈：「赤色」はパリ島プロジェクトWG①の道路モニタリングをさす　　出所：MCSCC資料にアーキテクトグランドデザイン株式会社が加筆

サービス実現の仕組みとしては、共通のデータプラットフォーム（ネットワークバックボーン、管理サーバー、統合表示システムによる構成）の上に個別のセンサー（モバイル型を含む）端末とアプリケーションを使った課題対応のシステムを実装する。

共通プラットフォームにより、個別に実装する場合に比べ開発が容易になり、低コスト化も計れる。また共通プラットフォーム(都市 OS)は追加・変更・削除などが容易な仕組みである。サービス提供者は個別に実装する場合よりも安価利用でき、管理負荷の大きな部分を回避できるメリットがある。

提供されるサービスには、地域課題である行政（インフラ管理）効率化や、農業振興、見守り支援、防災情報や市民生活の質の向上などがある。また観光振興面での利活用や直接的な活用も期待できる。

このようなインフラを地域自らが持つことで、新たな課題や要望が顕在化したときには新たなサービスを追加することが可能になる。また、ここで得られたデータを共通の課題を持つほかの地域と共有し、有効活用することで、新たな知見が得られより高レベルな解決施策に活かすことも期待できる。

スマートシティサービスのデータ管理を行う基本システムには、将来のデータ連携にも優位性がある FIWARE を導入し、サービスのアプリケーションソフトウェアに共通の API インターフェースを提供する。センサー端末とは基本的に、省電力無線通信（LPWA）を使いワイヤレスで接続する。その上に様々な課題解決に向けたサービスを提供できるプラットフォームを構築し、運営する。

4.1　(WG)①道路モニタリング

日本国内において、平成 24 年の笹子トンネル崩落事故以降、道路等の社会インフラメンテナンスの需要が高まっている。さらに政府は、インフラの長寿命化対策として平成 31 年に道路性状点検ビジネスの規制緩和を行った。具体的には、道路性状の定期点検の一部を、目視だけでなく AI の活用も認めた。これにより道路性状の点検手法が大幅に増え、インフラ調査会社だけでなく、精密機器開発や AI 画像判別等の技術を持った会社が道路性状点検市場に参入してきている[1][2][3]。国土交通省によると、国内インフラメンテナンスの市場規模は平成 28 年時点で約 5 兆円（推定）となっており、現在はさらに拡大していることが想定される[4]。

また、世界に目を向けると、市場規模は平成 28 年時点で約 200 兆円（推定）になるとされ、その内の 39%をアジア・オセアニア地域が占めている。理由としては、新興国の経済成長に伴い道路建設が増え道路網が急激に拡大し、これに追従する形でメンテナンス需要が急増していることが考えられる。本件の対象地域であるインドネシアもこのような状況にある。

以上の背景から、WG1 では、日本国内において、島根県益田市に実装検証している道路モニタリング事業[5]をもとに、このシステムのデンパサール市への移植を想定した各種調査を行った。

本節では、以下の各項で道路モニタリングシステムの詳細や、システムが解決する課題について説明したのち、現地調査結果を報告し、最後にこれらの総合から導く提案を示す。

4.1.1 道路モニタリング

本件で述べる道路モニタリングとは、4.1 章に挙げたインフラメンテナンス技術のうち、道路維持管理を目的として道路の損傷度を把握するシステムを指す。このシステムのインドネシアへの移植を議論

---

[1] SankeiBiz[インフラ点検に異業種続々　規制緩和背景、AI 技術で異常検知]
: https://www.sankeibiz.jp/business/news/201026/bsc2010260500004-n2.htm

[2] 国土交通省[インフラメンテナンスへの取り組み]
: https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf

[3] 道路構造物ジャーナル NET [4 つの重要な改定点 国交省 新道路橋定期点検要領の重要改定点とその狙い]
: https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/interviews/11259

[4] 国土交通省[インフラメンテナンスを取り巻く状況]
: https://www.mlit.go.jp/common/001124697.pdf

[5] 首藤, 髙松, “スマート道路モニタリングシステムの開発”, KYB 技報 No.61 Oct.2020
:https://www.kyb.co.jp/technical_report/data/no61j/technology_02.pdf

するうえでは、道路維持管理として行われている業務の実情や、対象となるシステムの構成を把握しておくことが不可欠であるため、以下の各項に概要を整理する。

4.1.1.1 日本国内における道路の分類と道路維持管理

本件で述べる道路維持管理は、国道や市道といった分類で階層的に区分される道路（表 4.1-1）を、国や市といった責任組織が安全に利用できるよう管理する業務を指す。この分類の中で上位に位置するほど、定期的に専門的調査を受けるなどの厳格な方法によって損傷度の把握が行われている一方で、下位に位置する道路はパトロール要員による巡視判断で済まされるなど、分類に応じて管理方法に大きな違いがある。

表 4.1-1 日本の道路の分類[6]

特性	分類	主な道路※2（イメージ）	マネジメントのあり方
・高規格幹線道路 等 （高速走行など求められるサービス水準が高い道路）	A	高速道路	・表層等の適時修繕による路盤以下の層の保護を目的に、点検を実施 ・走行性、快適性を重視した路面管理の実施
・損傷の進行が早い道路 等 （例えば、大型車交通量が多い道路）	B	直轄国道 補助国道・県道 政令市一般市道	・表層等の適時修繕による路盤以下の層の保護を目的に、点検を実施 ・修繕サイクルを長くしていくため、早期劣化箇所の原因把握と適切な措置※3 や、使用目標年数を意識した管理の実施 ・走行性、快適性を考慮した路面管理の実施
・損傷の進行が緩やかな道路 等 （例えば、大型車交通量が少ない道路）	C		・基本的に長寿命であることから、各道路管理者が点検サイクルを定めて適切に管理
・生活道路 等 （損傷の進行が極めて遅く占用工事等の影響が無ければ長寿命）	D	市町村道	・巡視の機会を通じた路面管理

表中の分類 A/B/C の道路は、いずれも交通量が多く、経済の動脈として利用される主要な道路である。これらの道路では、適切な維持管理を実現するためのコストが課題となっており、安価で効率的な点検方法や、合理的な道路損傷度評価による最適な補修計画手段の確立が期待されている。

一方、分類 D にあたる市町村道は、地域住民の生活に欠かせない道路であるものの交通量は少ない。地方自治体によって管理される市町村道は、いわば毛細血管のように細かく広がっており、表 4.1-2 に示す通り、総延長としては他の全ての道路の合計よりもはるかに長い。このため、財源や人員の不足から適切な維持管理が果たせない状況に直面している地方自治体もあり、ICT の技術を利用した効率的なインフラメンテナンス手法の確立が望まれている。

---

[6] 国土交通省, “これからの舗装マネジメント”, 第 6 回道路技術小委員会配布資料, 平成 28 年 9 月: https://www.mlit.go.jp/common/001145725.pdf

表 4.1-2 日本の道路の総延長および実延長[7]

道路種別	総延長※1	実延長※2
高速自動車国道	9,204.8 km	9,021.0 km
一般国道	66,162.8 km	55,874.2 km
都道府県道	142,840.7 km	129,754.0 km
市町村道	1,062,864.5 km	1,031,840.3 km
合計	1,281,072.8 km	1,226,489.4 km

1 総延長　：道路法の規定に基づき指定又は認定された路線の全延長

2 実延長　：「総延長」から「重用延長※3」「未供用延長※4」「渡船延長※5」を除いた延長

3 重用延長　：上級の路線に重複している区間の延長

4 未供用延長　：路線の認定の告示がなされているが、まだ供用開始の告示がなされていない区間の延長

5 渡船延長　：海上、河川、湖沼部分で渡船施設があり、道路法の規定に基づき供用開始されている区間の延長

分類 A～D のいずれの道路においても、実際の道路維持管理業務では、点検を通じて道路の損傷を把握し、補修を要する箇所を直すといった取り組みがなされる。本件のメインターゲットである分類 D の市町村道では、道路を管理する自治体によって表 4.1-3 に示すようなオペレーションが行われており、自治体ごとの予算や人材確保の都合に合わせた形で運用されている。

表 4.1-3 道路維持管理のオペレーション

業務内容	方法	担当者	予算
損傷把握	道路パトロール	管理組織職員	予算枠内（人件費）
		外注業者	予算枠内（委託費）
	通報	発見者（市民）	無料
	測定/解析	外注業者	予算枠内（委託費）
補修作業	自主補修	管理組織職員	予算枠内（人件費）
	小規模補修	外注業者	予算枠内（委託費）
	大規模補修	外注業者	国の補助金

[7] 国土交通省 HP: https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan_10b_01.html

4.1.1.2 道路モニタリングシステム

本件でインドネシアへの移植可能性を調査する道路モニタリングは、日本国内において島根県益田市を対象に実装検証済みのシステムであり、損傷把握のための道路パトロールの労務負荷を軽減することと、測定/解析にかかる費用を低減することを企図して開発されている。このシステムは、図 4.1-1 に示されるように、自治体の保有する道路パトロール車両にデータ収集機能を与え、収集したデータを地方自治体にアップロードしたのち、インターネットを通じて分析拠点に転送したうえで、AI によって路面の損傷度を評価し、その結果を自治体にフィードバックする。

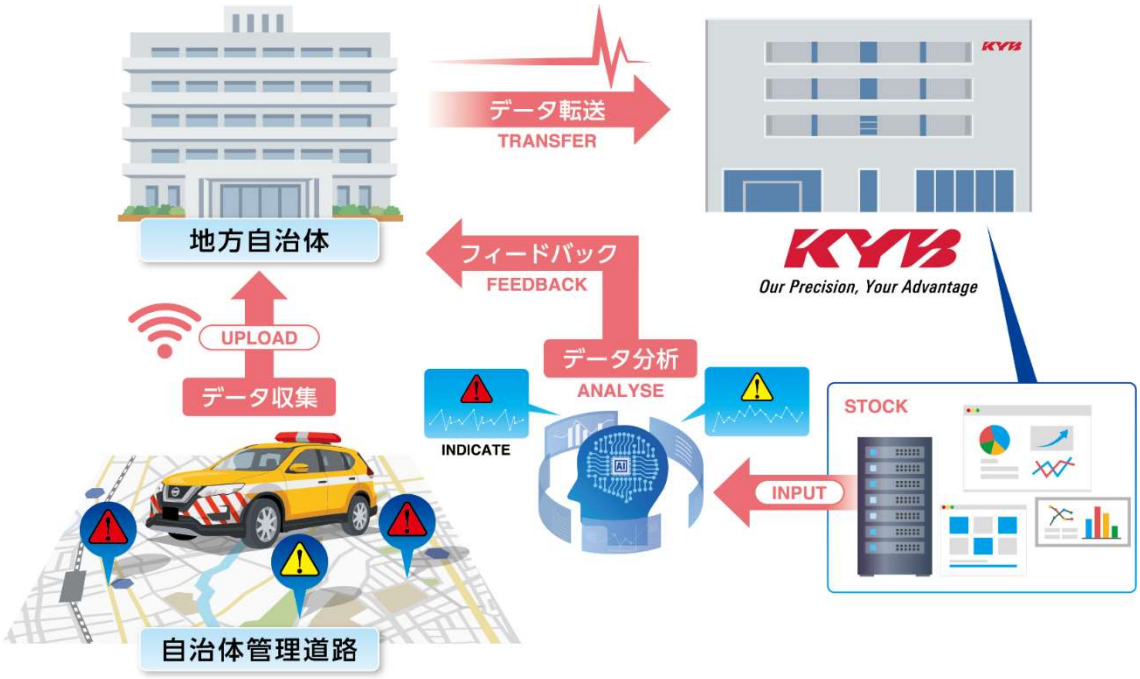


図 4.1-1 道路モニタリングシステムの概要

このシステムの主な特徴として、システム自体が高度に自動化されており、全ての処理が人手を介すことなく完了するため、従来から存在する道路維持管理業務と衝突することなくシステム導入できる点と、高精度な測位技術及び分析技術を構築しているため、専門機器を利用した測定/解析に近い定量的なデータが得られる点がある。

道路モニタリングのインドネシアへの移植が可能であるためには、インドネシアでの道路維持管理が日本と類似のオペレーションでなされていることと、このシステムの構成を実現できる設備や環境が備わっていることの両方を満足する必要がある。また、事業として継続的に運用可能であるために、収益性が期待できることも重要な点である。以降に記す調査報告は、これらの観点のもとで行った、デンパサール市への道路モニタリングシステムの移植可能性調査報告である。

4.1.2 道路の保守について

4.1.2.1 インドネシアの道路の区分とデンパサール市の道路維持管理

インドネシアの一般道は、国道、州道、市道、私道に分類されており、デンパサール市では土木局が市道と私道の一部を管理している。市の管理する市道は、1,378 路線、486km あり、これを４地区に分けて別個のチームが管理している。

4.1.2.1.1 道路維持管理オペレーション

道路維持管理の方法は日本の市町村と類似しており、土木局職員による道路パトロールや市民による通報をもとに道路の損傷状況を把握し、補修作業に繋げるという方式である。具体的には、デンパサール市土木局は、道路維持管理業務に対し、以下の 3 つの業務分担で取り組んでいる。

A） 道路パトロール班による損傷把握

二名の職員が各自一台ずつの自動 2 輪車に乗り、両名が同行する体制で道路パトロールが行われる。これが 4 地区で行われるため計 8 名（8 台）で同時にパトロールが行われる。これらのパトロール員の他に、2 地区ごとに 1 名、計 2 名の管理者が置かれている。

自動 2 輪車は、ヤマハの 125CC バイク“JUPITER”(図 4.1-2)が利用されている。毎日

7:30-15:30 の間ノンストップで調査してから一旦土木局に戻り、報告を行った後、そのままパトロール用自動 2 輪車で帰宅する。これは雨天時でも同様であり、特に大雨の場合など、道路の冠水等を早期に発見する意義が加わるため、雨天時のパトロールは晴天時よりも重要となる。

パトロール速度は 25～40km/h 程度で、各地区で一日あたり概ね 10 路線、合計約 40 路線が巡視される。その日の計画分に含まれていながらも巡り切れなかった市道は、翌日に申し送りして引き継がれる。

道路の損傷はパトロール員の目視判断によって評価され、軽度の損傷であれば後述の補修作業班に連絡して、即時補修される。損傷の程度が高い場合は、土木局と財務局のチームで協議され、市の予算で対応可能と判断されれば、後述の建設課から外部業者に依頼して補修する。市の予算に収まらないと判断される場合は、国に予算申請する場合もある。国に予算申請する場合でも、日本とは異なり、路面性状を計測したデータ等を添えて定量的な根拠を示す必要は無い。

図 4.1-2 YAMAHA JUPITER Z1 (125cc)[8]

B） 補修作業班による道路補修

土木局には、道路補修を行うための作業班が編成されている。道路を補修する目的で、ダンプトラックやロードローラー等の設備を備えており、パトロール班からの報告をもとに自主補修の可否判断や補修対象の優先順位付けを経て、補修作業が行われる。

C） 建設課による外注補修

道路損傷の程度が高く、補修作業班では対応できないと判断された場合、土木局建設課に情報が展開され、建設課の持つ外注予算を利用して、地元の業者に補修業務を発注する。

また、これらの土木局の業務分担の他、市民の通報によって道路損傷を把握する仕組みも機能している。市民からの通報は、毎日数件程度あり、Pro Denpasar という Web サイトや土木局への電話を通じて、通知される。

4.1.2.1.2 道路維持管理予算

デンパサール市の税収は、全体で約 800BRp であり、そのうち、建設予算を含めた土木局全体の予算割り当ては、400BRp 程度となっている。その中で、道路関係予算は、例年では 60BRp 程度だが、本件の調査年度である 2021 年度時点では新型コロナウイルスの影響で 14BRp まで減少してしまっている。このうち、補修作業班が利用する工事車両類にかかる費用は、2021 年度において

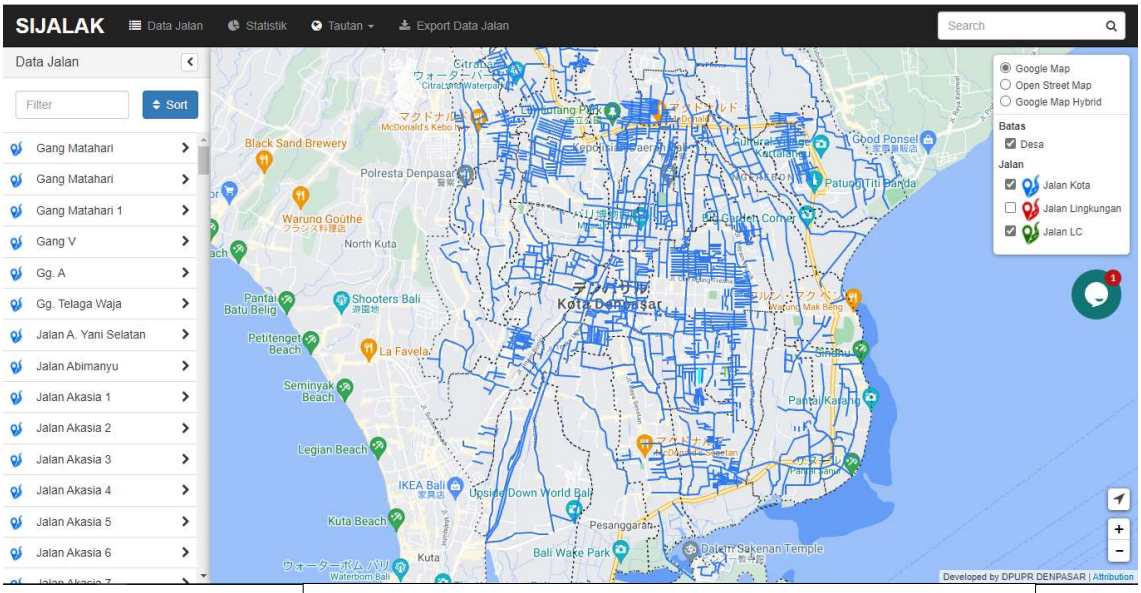
[8] ヤマハ発動機株式会社 HP
：https://www.yamaha-motor.co.id/product/jupiter-z1/

3.5BRp が割り当てられている。今回の調査は新型コロナウイルスの影響下で行われているため、道路関係予算が約 1/4 に縮小されているが、これが例年通りの予算水準であれば、道路維持管理予算も 4 倍程度に回復するものと思われる。

デンパサール市の道路維持管理は、上記の予算枠を基礎として運営されるが、道路の損傷の程度が大きく、市の予算で実行し得る補修では不足する場合は、中央政府の土木省に追加予算を申請する。

4.1.2.1.3 地図/台帳

道路の管理には紙の道路地図が利用されており、道路パトロールも紙の道路地図を用いて実施されている。ただし、管理には用いられていないものの、デジタルデータとしての道路地図が存在しており、デンパサール市の公式サイト[9]で公表されている。参考として、このサイトのアクセス画面を図 4.1-3 に示す。このデジタル道路地図データには、道路の経緯度座標や名称、写真等の情報が含まれる。地図データに関しては、4.1.3 章で詳述する。



Jalan Kota： 市道
Jalan Lingkungan： 私道(市管理)
Jalan LC(Land Consolidation)： 舗装されていない道路

図 4.1-3 デンパサール市の道路管理地図

[9] https://damamandala.denpasarkota.go.id/sijalak/

4.1.2.2 デンパサール市内の道路

デンパサール市内に存在する道路を実際に巡って確認した全体の印象では、 国道/州道はよくメンテナンスされている一方で、市道/私道は損傷が目立っていた。道路の分類に関わらず、日本とは異なる特徴として、以下の各点が挙げられる。

- 街路樹の取り扱い

法律により、街路樹を切り倒すことができないため、図 4.1-4(a)のように街路樹の存在によって道路の幅員が狭くなったり、 図 4.1-4(b)のように木の根によって舗装が破損していることが頻繁に見かけられる。このような植物と道路との関係は、日本との大きな違いである。

(a) (b)

図 4.1-4 街路樹による道路の侵食

- 排水性の問題

降雨後の様子を捉えた図 4.1-5 のように、冠水しやすい道路が多いように見受けられる。これらの路面では、撮影時点での性状に問題はないものの、長期的には未排水の雨水が路面舗装下に浸透することで路盤を軟化させていくため、表面舗装のみならず、路盤からの本格的な工事が必要となってしまい、維持管理コストを増大させる要因となる。

(a) (b)

図 4.1-5 デンパサール市内の国道（降雨後）

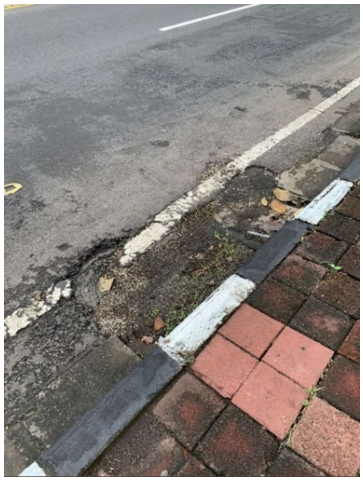
以下に、各道路区分に分けて、視察時の印象と外観写真を記載する。

4.1.2.2.1 国道の実情

デンパサール市内を通る国道の風景を図 4.1-6 に示す。図 4.1-6(a)に見て取れるように、国道は比較的良好な性状が維持されていて、幅員も十分に取られているため、街路樹が車道にはみ出しているようなこともあまり見かけられない。インドネシアでは大雨が降ることがあるため、路肩には図 4.1-6(b)のように排水路が設置されているが、その蓋が排水路に落ち込んでいることが度々見受けられた。調査中見かけた主な破損は、舗装表面の一部が欠落して出来たポットホール（図 4.1-6 (c)）である。また、歩道は図 4.1-6(d)のようにきちんと機能していない状況が散見され、路肩には図 4.1-6 (e)のように、何故そこにあるのか判じ難い状況で大きな石が落ちていたりする。

(a)

(b)



(c)

(d)

(e)

図 4.1-6 デンパサール市内の国道

4.1.2.2.2　州道の実情

デンパサール市内を通る州道の風景を図 4.1-7 に示す。今回の調査の中では、州道が最もよく整備されていた。

なお、これらの写真からも分かるように、2 輪自動車の利用率が日本に比べて大変高い。また、4 輪/2 輪ともに日本製車両の占有率が極めて高い点も印象的であった。

(a)　　(b)

図 4.1-7 デンパサール市内の州道

4.1.2.2.3　市道/私道の実情

一般的な市道/私道の様子を図 4.1-8 に示す。市道/私道はバリエーション豊かで、図 4.1-8(a)/(b)のように道幅に大きな違いがある他、図 4.1-8 (c)のようなスピードブレーカが設置されている路面などがあり、多様性に富んでいる。

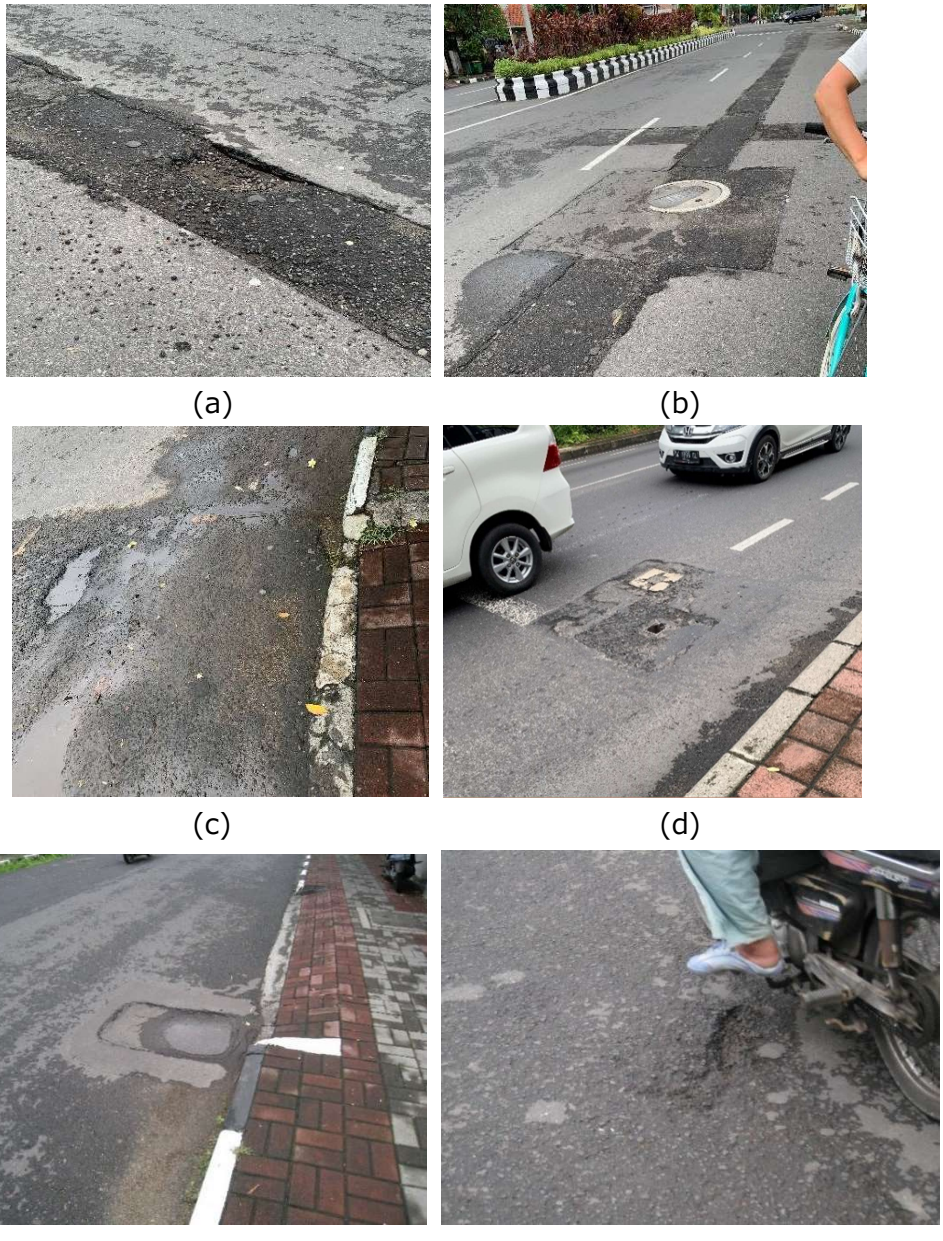
(a)　　(b)　　(c)

図 4.1-8 デンパサール市内の市道/私道

全体的に、日本よりも荒れた路面が多く、**図 4.1-9** に示すように、損傷が認められる路面や、補修の痕跡が数多く存在している。また、一度補修された箇所が再度損傷しているケースも多い。

4.1.2.1.1 章で述べたように、デンパサール市では道路の損傷把握がパトロール員の目視判断に依拠しており、市の予算で賄えないような大規模な補修を行う際に国に予算申請する場合も、定量的な計測データが添えられることはない。このため、補修の要否や判断や必要な補修内容の検討、追加予算の割り当てなどは、データに基づいた審議が為されていないものと思われる。従って、損傷の根本要因を取り除かないままの表面的な補修が行われるなど、不適切な工法が採られることで、短期間のうちに損傷を再発してしまい、それをまた表面的に取り繕う、といった悪循環が起こり得る。

このような考察から、路面性状を定量的に把握することで最適な補修を実現することの価値は、受容され得るものと思料する。



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

図 4.1-9 市道/私道の損傷や補修跡

この節で調査結果を示したデンパサール市の道路維持管理を、島根県益田市と対比する形式にまとめた表を、表 4.1-4 に示す。益田市とデンパサール市の道路維持管理の形態は多くの点で類似していることが分かった。

益田市に実装済みのスマート道路モニタリングシステムをデンパサール市に移植する観点では、益田市のパトロール方法が 4 輪自動車を利用していることに対し、デンパサール市では 2 輪自動車を利用しているという、ハードウェア面での相違点が課題となるが、オペレーション自体に違いがあるわけではないため、ハードウェアの導入だけで解決できる課題であり、大きな問題はないと考える。

表 4.1-4 日本とインドネシアの道路維持管理に関する比較

		島根県益田市・土木課	デンパサール市・土木局
管理道路区分		市道	市道、私道
管理道路総延長		906km	486km
パトロール方法		「4輪自動車(SUV)1台に3人乗車」を1編成	「オートバイ２台に各1人乗車」を4編成
所有する道路補修設備		・トラック（大物/重量物運搬用）	・トラック（大物/重量物運搬用） ・ロードローラー等の本格的な補修設備
道路管理用地図		道路地図（紙）、アナログ道路地図データ	道路地図（紙）、（デジタル道路地図データ）
道路補修の対応形態	自主対応	損傷の程度により以下の2パターンがある ・パトロール中に即時補修 ・パトロール終了後、作業担当班が出動し対応	パトロールで発見された軽微な損傷は、パトロール班から補修作業班に連絡が行き、別出動して補修される
	自治体予算内の外注対応	補修作業班で対処できず、市の外部委託契約/予算枠内で納まる補修は入札業者に発注する	補修作業班で対処できず、市の外部委託契約/予算枠内で納まる補修は入札業者に発注する
	自治体予算外の外注対応（補助金申請対応）	予算を越える補修は以下の流れで国に申請 ①損傷の定量計測を専門業者に外注 ②計測データを添えて国に補助金申請 ③国からの補助金の枠内で大規模補修	予算を越える補修は以下の流れで国に申請 ①国に補助金申請（計測データ不要） ②国からの補助金の枠内で大規模補修
大規模補修の優先順位		計測データ/道路の重要性で評価	道路の重要性で評価

4.1.3 地図データについて

道路モニタリングを行う上では様々な要素技術が求められるが、デジタル地図も不可欠なものとなる。理由は取得した道路性状データをデジタル地図データに紐づけ可視化、データベース化することで管理の効率化が実現出来るからである。

本章では、インドネシアで道路性状調査を行うにあたり必要になるデジタル地図に焦点をあて、現存する世界のデジタル地図の構成要素を整理した上で、どのような形態のデジタル地図が本事業に適するのかを評価する。

4.1.3.1 デジタル地図の構成要素について

デジタル地図を活用する場合には、地図をデジタルデータ化したデジタル地図データに加えて、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）エンジンと呼ばれる位置情報を持つデータ群を地図上に表示したり、ルート検索を行うような機能を提供するソフトウェアプログラムと組

み合わせたデジタル地図システムを構成する必要がある[10,11]。本章ではこのデジタル地図システムの構成要素である、デジタル地図データと GIS エンジンについて記述する。

4.1.3.1.1 デジタル地図データについて

4.1.3.1.1.1 概要

デジタル地図データは紙の地図とは異なり、コンピューター上で扱えるデータベースである。ルート検索や住所検索等の用途に応じたデータの追加ができるため、様々な商用アプリケーションやウェブサイトに使用されている。

緯度・経度情報をもつデータをデジタル地図データという地理情報に結び付けることにより、より付加価値を持つデータに変換することが可能となった。加えてインターネットなどの通信技術と併用すれば、この地理情報を最新の内容に更新することも可能である。

デジタル地図データと紙地図をスキャニングしたデータとの違いは、緯度・経度や住所などの位置情報と地図情報が結びついているか否かである。例えば道路台帳地図をスキャニングしたデータの場合、地図情報と位置情報が結びついていないため、GPS から取得した緯度・経度情報を持つデータを地図上に表示したり、住所情報を入力してその場所の地図を表示させたりといったことが行えない。

4.1.3.1.1.2 構造

デジタル地図データの構造は多層になるレイヤーで形成されている。土台となるレイヤーは背景地図データと呼ばれ、地図の見た目を大きく左右する層になる。地図を見るという機能実現のために、縮尺を自由に変更させたり、地図を回転させたりすることなどができる点が、紙の地図とは大きく異なる。加えて、デジタル地図システムでは、地図を見るという機能だけでなく、住所情報から位置を特定する、その場所にある施設の情報を検索する、現在地から目的地までの行き方を知る、といった多様な機能が求められる。そのため背景地図データだけでなく、目に見えないデータレイヤーがデジタル地図データには多く含まれている。代表的なデータレイヤーとして住所データや施設情報データ等が挙げられるが、スマート道路モニタリングへの活用の観点から最も重要なものとして道路ネットワークデータがある。道路ネットワークデータとは、図 4.1-10 のように、交差点等の道路の結節点を表現する「ノード」と、ノード間の道路を線で表現する「リンク」という緯度経度情報の点列で構成された針金状のデータからなるデータベースである。このデータ群は全てコンピューターで識別するものであり[12]、地図利用者が

---

[10] 国土地理院 HP ：https://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.htm

[11] 株式会社 NTT データ最新版住宅地図が利用できるクラウドサービス：BizXaaS MaP GIS エンジンとは：https://madore.glbs.jp/glossary/glossary_sa_gisengine.html

[12] DRM[デジタル道路地図の概要と役割]
：https://www.drm.jp/database/roadmap1/

目にするデータではない。これを図 4.1-11 のように、デジタル地図データ上に緯度経度情報を基に重ね合わせて使用する。

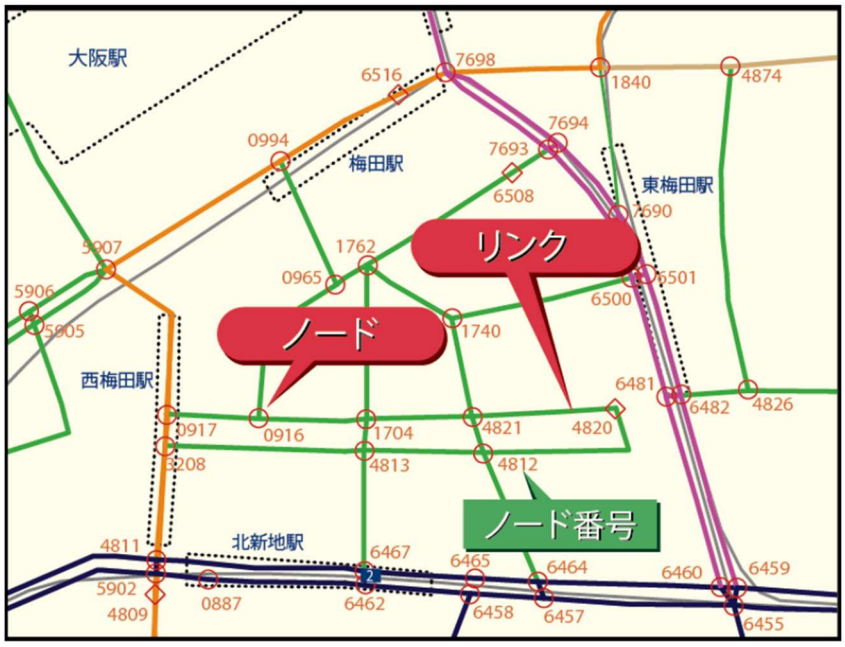


図 4.1-10 道路ネットワークの構造 イメージ図[13]

図 4.1-11 地図と道路ネットワークレイヤーの関係[14]

[13] 日本デジタル道路地図協会 HP
: https://www.drm.jp/database/expression/

[14] インクリメント P MAP WPRLD+ (改変使用)

道路ネットワークデータには、図 4.1-12 で示すように各ノードとリンク、及びこれらに結び付いた交通規制情報や車線情報等、道路に関連するさまざまな情報が格納されている。これらの情報は後述の「マップマッチング」と呼ばれる、GIS エンジンが提供する地図上の表示位置を補正する機能に使用される。

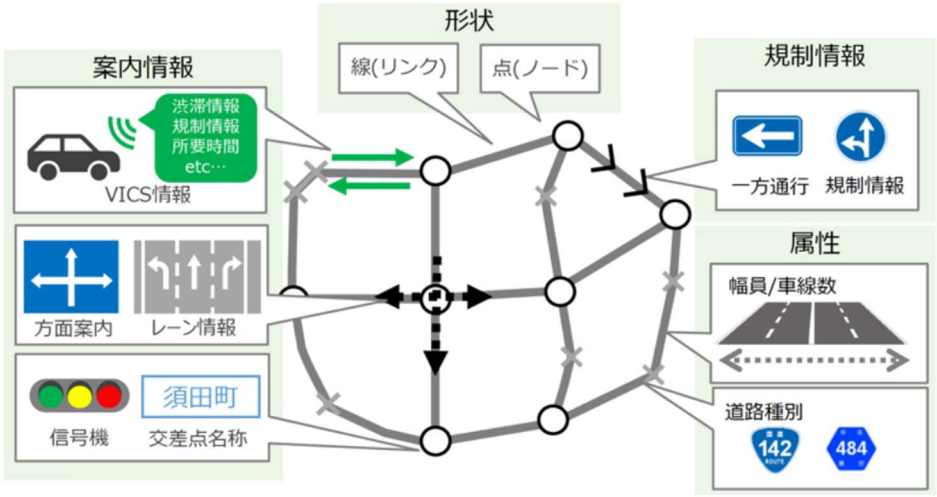


図 4.1-12 道路ネットワークの構成 イメージ図[15]

4.1.3.1.2 GIS エンジンについて

GIS エンジンはデジタル地図を表示し、さらにその上に緯度・経度情報を持ったデータを重畳表示させてビッグデータを空間的に分析することを可能にしたり、ルート検索を行ったりする等の機能を提供するソフトウェアプログラムであり、オンプレミス環境で動作するものと、API 連携のような SaaS 型の地図サービスとして動作するものの 2 つに大別される。

GIS エンジンの重要な機能のひとつに、マップマッチングと呼ばれる、道路上の移動体から取得した緯度・経度情報の誤差や欠落が原因で移動体の位置が地図上の道路から外れたところに表示されてしまうことを防ぐ、表示位置の補正機能がある[16]。

マップマッチングのイメージを図 4.1-13、図 4.1-14、図 4.1-15 に示す。図 4.1-13 の青緑の○が GPS によって測位された位置情報を示し、水色の矢印が移動体の実際の軌跡を示している。GPS 衛星と受信機との間の障害物が原因で、検知できる衛星の数が不足したり電波伝搬の状況が悪化することで位置情報の誤差や欠落が生じ、これが原因で道路上の実際の軌跡から外れて

: https://business.mapfan.com/blog/detail/1896

[15] インクリメント P MapWorld＋より引用

: https://business.mapfan.com/blog/detail/1896

[16] 空間情報クラブ [マップマッチングとは|仕組み・課題]

: https://club.informatix.co.jp/?p=1300

しまうことがある。GPS で取得した位置情報に対し、「移動体は道路上を移動しているので軌跡は必ず道路上にある」という前提を基に数値演算を行い、図 4.1-14 のように、1 つ 1 つの位置情報を道路ネットワークデータのリンクを構成する点列の中の最近傍の点の持つ位置情報へ寄せる補正処理を行う。

カーナビゲーションに使用されるような GIS エンジンでは、単純に最近傍の点へ寄せるのではなく、例えば図 4.1-14 の②の点のように、進入禁止の交通規制情報を鑑みて最近傍ではない道路上の点へ寄せたり、右左折禁止情報を鑑みて現実にそぐわない曲がり方をしない軌跡となるよう計算したりする等の、高度なマップマッチングを実現する位置補正アルゴリズムが採用されている[17]。

いかに高度なマップマッチングを行ったとしても、基となる道路ネットワークデータを構成する点列の位置精度が悪かったり、新しい道路や交通規制情報がデータ化されておらず情報が古いままであったりと、品質の悪い道路ネットワークデータを用いた場合は有意なマップマッチングを行うことはできない。従ってデジタル地図データの精度と鮮度がマップマッチング機能の性能を左右する重要な要素となる。

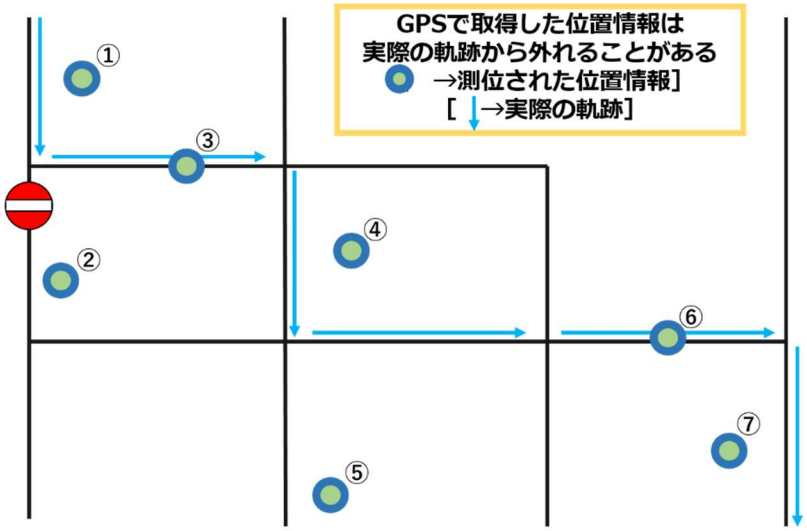


図 4.1-13 マップマッチングの仕組み①[18]

[17] マップマッチングのアルゴリズム 羽藤英二・伊藤創太・伊藤篤志編:
ネットワーク行動学(BinN studies シリーズ),pp.84-106,2014.
: http://bin.t.u-tokyo.ac.jp/startup15/file/0529yama

[18] 同上

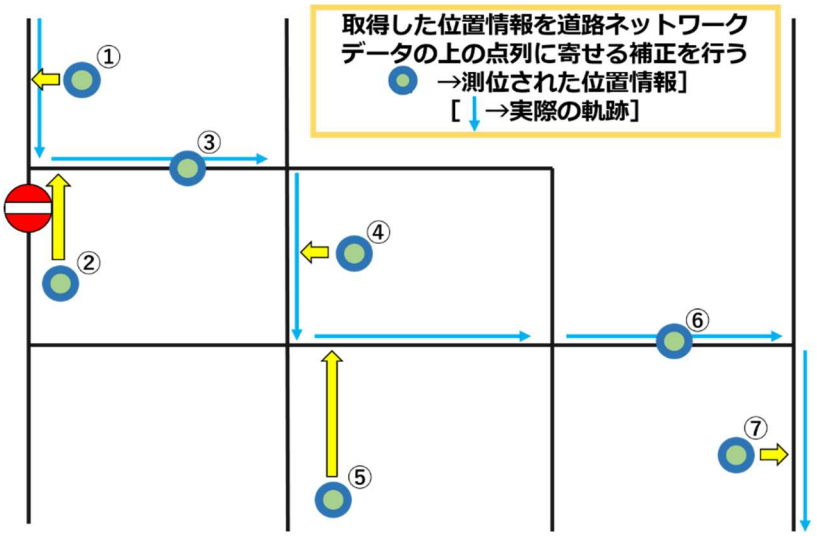


図 4.1-14 マップマッチングの仕組み②[19]

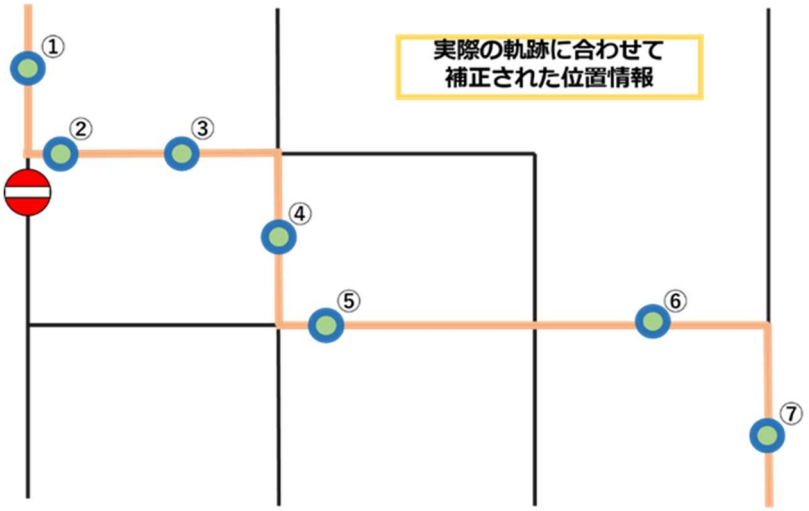


図 4.1-15 マップマッチングの仕組み③[20]

4.1.3.2 スマート道路モニタリングのデジタル地図利用における課題

スマート道路モニタリングのシステムにおいて、道路性状データをデジタル地図上に表示するためにはデジタル地図データと GIS エンジンを活用することが必要となる。活用にあたり以下の 3 点が課題に

---

[19] マップマッチングのアルゴリズム 羽藤英二・伊藤創太・伊藤篤志編:
ネットワーク行動学(BinN studies シリーズ),pp.84-106,2014.
: http://bin.t.u-tokyo.ac.jp/startup15/file/0529yama

[20] 同上

なると考えられるため、これら課題を意識した上でデジタル地図データと GIS エンジンの特徴を理解し、評価する必要がある。

(1) 複製利用に対する課題

スマート道路モニタリングを行うにあたっては、システム上での地図表示に留まらず、調査結果の地図を印刷物として配布したり、画面をキャプチャ―して Web サイトに公開したりする等の複製利用が想定される。そのため原著作権者の利用許諾を得られないデジタル地図データを利用した場合には、著作権侵害に抵触する恐れが生じる。

(2) 精度・鮮度に対する課題

既述の通り、デジタル地図データに含まれる情報の精度・鮮度が位置表示の品質に大きく関わる重要な要素となるため、これが確保されていないと道路性状データの正確な管理を行うことができない。デジタル地図データを評価するにあたっては、現地調査による正確性の確認作業が行われているか、データの更新がどのような頻度で行われているかという点が重要になる。

(3) GPS 精度に対する課題

スマート道路モニタリングはデータ取得装置を搭載した車両で道路を走行し、道路性状データとこれに紐づいた GPS 信号（位置情報）を取得する。この際の課題は既述の GPS 衛星と受信機との間の障害物の存在や電波伝搬状況の悪化に起因する位置情報の誤差や欠落により、データを取得した車両の位置が実際に走行した道路から外れてしまい、道路性状データを道路地図上に正しく表示できなくなることである。

この GPS の精度の課題に対する対策は以下の二つが考えられる。

①準天頂衛星の活用

高精度な GPS 測位が可能な準天頂衛星を使用することで、誤差の少ない位置情報を取得する方法である。東南アジアでは日本の準天頂衛星「みちびき」が活用でき、測位誤差を数センチメートル程度に抑えることが可能になる。

しかしながら高性能な受信装置を要するため、機材の価格が通常の GPS に比べて 5 倍以上になるというデメリットがある。また、トンネル内を走行した場合のような GPS 信号の欠落に対する課題は解決できない[21,22]。

---

[21] Linkit [GPS とみちびきの違いとは？衛星測位の種類や GNSS の原理も紹介]
: https://linkit.access-company.com/post144/

[22] JAXA [準天頂起動とは]
: https://www.jaxa.jp/countdown/f18/overview/orbit_j.html

②マップマッチングを用いた位置補正

既述のマップマッチングを使用すれば、高価な受信装置に頼ることなく道路性状データをデジタル地図の道路の上に表示できる。また、GPS 信号が欠落した場合にもこれを補って表示するという対処が可能である。

マップマッチングを行うには道路ネットワークデータを備えたデジタル地図データとマップマッチング機能を持った GIS エンジンの両方が必要となる。

4.1.3.3 世界のデジタル地図データ作成企業・団体の状況

本項では国内・国外でデジタル地図データを提供する主な企業・団体についてまとめる。

デジタル地図データの業界を世界的に俯瞰すると、ほぼ世界中のデジタル地図データを所有する企業である HERE Technologies と TomTom が大きなシェアを占めている。また、フリーの地図データ提供団体として OpenStreetMap Foundation が存在する。

日本のデジタル地図データの業界は特殊であり、上述の企業・団体よりも日本国内の地図作成企業が強い。これには日本発のカーナビゲーションシステムの普及がデジタル地図の整備をけん引し、日本の企業がデジタル地図データ作成の先駆者としてこれに追従して国内シェアを獲得してきたという背景がある。主な企業としてゼンリンやインクリメント P（2022 年 1 月 20 日よりジオテクノロジーズへ社名変更）が挙げられる。

以下に各企業・団体の状況を個別に記述する。それぞれの状況を整理するにあたり、上述のデジタル地図をスマート道路モニタリングに活用する場合の課題に主眼を置いた。

4.1.3.3.1 HERE Technologies

HERE Technologies[23]（以降 HERE）はオランダに本拠地を持ち、グローバルなデジタル地図の作成とオンライン地図サービスの提供を行う世界的企業である。実際に 200 以上の国と地域のデジタル地図データを整備している。

デジタル地図データの販売に加えて、ルート探索等地図機能の API 連携サービス、GIS エンジン（HERE 製デジタル地図データ専用）の SDK 販売を行っている。他にも高精度地図や物流業界向け車両管理システム、屋内位置情報測位システム等の位置情報に関わる様々なトータルソリューションサービスを提供している。

HERE が提供するデジタル地図データには道路ネットワークデータも格納されており、HERE 製を含めたマップマッチング機能を有する GIS エンジンによって活用できるものとなっている。カーナビゲーション

[23] HERE Technologies HP
：https://www.here.com/jp

用デジタル地図データとしても採用されており、現地調査と年 1 回程度のデータ更新による精度及び鮮度の管理が、商品に対する品質基準に基づいて行われている。

デジタル地図データの複製利用に関しては、複製利用を可能とするサービスが定義されていないため、個別に複製利用許可を取得する必要があると思われる。

4.1.3.3.2 TomTom

TomTom[24]もオランダに本拠地を持つグローバルなデジタル地図データ作成企業である。HERE と同様、デジタル地図データ販売、API 連携サービス、GIS エンジン（TomTom 製デジタル地図データ専用）の SDK 販売を始めとした位置情報に関わるトータルソリューションサービスを提供している。

TomTom が提供するデジタル地図データは、HERE 製のものと同様に、自社製を含めたマップマッチング機能を有する GIS エンジンによって活用できるよう道路ネットワークデータを格納し、精度及び鮮度が現地調査と年 1 回程度のデータ更新によって商品の品質基準で管理され、複製利用にあたっては個別に複製利用許可を取得する必要があるというものになっている。

4.1.3.3.3 OpenStreetMap Foundation

OpenStreetMap Foundation[25]（以下 OSM Foundation）は OSM と呼ばれる無償で使用可能なグローバルのデジタル地図データのデータベースを運営する団体である。OSM は商用利用や印刷時の無償利用許諾がされているのが特徴であり、デジタル地図データをダウンロードしてオフライン利用することも可能になっている。道路ネットワークデータも格納されていてマップマッチングに使用できるが、OSM Foundation は GIS エンジンを提供していないため、別途用意する GIS エンジンと組み合わせて使用する必要がある。

デジタル地図データの作製はマッパーと呼ばれる OSM Foundation 会員の無償の活動で行われ、デジタル地図データが実際と異なっている際にはそれに気付いたマッパーが逐次データの更新を行うという、Wikipedia に似た運用がなされている。このため精度・鮮度を確保するための現地調査やデータ更新が一定の基準で行われておらず、品質が管理されていない点が最大の短所となる。

---

[24] TomTom HP
: https://www.tomtom.com/en_gb/

[25] Open Street Map JAPAN HP
:https://openstreetmap.jp/#zoom=17&lat=37.0938&lon=138.8549&layers=000B

4.1.3.3.4 ゼンリン

ゼンリン[26]は日本国内最大手の地図作成企業である。自らが作成、所有するデジタル地図データを軸に、プロダクト事業、公共ソリューション事業、マップデザイン事業、オートモーティブ事業、IoT 事業、マーケティングソリューション事業と幅広いビジネス展開を行っている[27]。

個人や法人を対象に、「いつも NAVI」というサービス名で GIS エンジン（ゼンリン製デジタル地図データ専用）の SDK の販売や API 連携サービスの提供等、位置情報に関わる多種のソリューションを提供している。

海外への展開に関しては、インドの企業が作成するインド全土をカバーしたデジタル地図データを活用したサービスの提供を開始している。

ゼンリンが提供するデジタル地図データには道路ネットワークデータが格納されており、ゼンリン製の GIS エンジンとの組み合わせでマップマッチングを行うことが可能である。カーナビゲーション用デジタル地図データとしても採用されており、現地調査と年 6 回のデータ更新による精度及び鮮度の管理が、日本の自動車メーカーに納入する部品に対する品質基準に基づいて行われている。

日本国内ではデジタル地図データの複製利用に関する需要が多いため、海外企業とは異なり複製利用を可能とするサービスが定義され提供されている[28]。

4.1.3.3.5 インクリメント P

インクリメント P[29]（2022 年 1 月 20 日よりジオテクノロジーズへ社名変更）はマルチメディア・ソフトウェアの開発制作会社として創業し、日本全土のデジタル地図制作を行っている企業である。自社で作成し保有するデジタル地図データを強みとして、コンテンツビジネス、地図ソリューションビジネス、ナビゲーションビジネスと幅広いビジネスを展開している。

「MapFan」というサービス名で、自社のデジタル地図データを活用するための GIS エンジンの SDK 販売や API 連携サービスの提供等、位置情報に関わる多種のソリューションを提供している。

インクリメント P が提供するデジタル地図データは、ゼンリン製のものと同様に、自社製のマップマッチング機能を有する GIS エンジンによって活用できるよう道路ネットワークデータを格納し、精度及び鮮

---

[26] ゼンリン HP
: https://www.zenrin.co.jp/

[27] ゼンリンデータコム HP
: https://www.zenrin-datacom.net/

[28] ゼンリン [地図複製利用のご案内]
: https://www.zenrin.co.jp/product/fukusei/info01.html

[29] インクリメント P [インクリメント P の特色]
: https://business.mapfan.com/feature/

度が現地調査と年 12 回のデータ更新によって日本の自動車メーカー用部品の品質基準で管理され、複製利用を可能とするサービスが定義され提供されている。

4.1.3.4 **世界の GIS エンジン作成企業の状況**

デジタル地図データを用いた地図表示やルート検索、マップマッチング等を行う場合は GIS エンジンと呼ばれるソフトウェアプログラムが必要となる。本項では、国内・国外で GIS エンジンを提供する企業・団体についてまとめる。

業界の全体を俯瞰すると、Mapbox と Esri という企業が世界的に GIS エンジン単体を販売し、Google がエンジン単体ではなく SaaS 形の API 連携サービスとして販売している。また、

QGIS.ORG という非営利法人よってフリーの GIS エンジンが単体で提供されている。

GIS エンジンが単体で提供される場合は組み合わせて利用するデジタル地図データをユーザーが選ぶことができるが、GIS エンジンを API 連携サービスという形でのみ提供する場合は利用できるデジタル地図データを選ぶことができない。

以下に各企業・団体の状況を個別に記述する。それぞれの状況を整理するにあたり、マップマッチング機能が備わっているか否かの点に主眼を置いた。

4.1.3.4.1 Mapbox

Mapbox はアメリカに本社を持ち、主に GIS エンジンの開発・販売を行う企業である。拠点は世界中に展開されており、日本にもマップボックス・ジャパン合同会社が設立されている[30]。

地図表示機能、住所検索機能、マップマッチング機能等を有し、ルート検索機能を活用した自動車関連用途までカバーした多岐に渡る地図ソリューションシステムとしての利用が可能である[31]。

ライセンス費用がかからない OSMFoundation が提供するデジタル地図データのみの組み合わせで使用可能である。

---

[30] Mapbox HP
https://www.mapbox.jp/

[31] KKC [Mapbox お役立ち情報]
https://biz.kkc.co.jp/mapbox_blogdetail/2020071401/

4.1.3.4.2 Esri

Esri[32]社はアメリカに本社を持つ、主に GIS エンジンの開発と販売を行う企業である。拠点は世界中に展開されており、日本にも Esri ジャパン[33]が設立されている。

ArcGIS という GIS エンジンを活用した地図ソリューションシステムを様々な業界へ向け販売している。この ArcGIS に対応できるデジタル地図フォーマットがグローバルスタンダードとなっており、ArcGIS はほとんどのデジタル地図データと組み合わせて使用することが可能であるが、マップマッチング機能は有していない。

4.1.3.4.3 Google

Google はアメリカに本拠地を置き、強みである検索エンジンを軸としたインターネット関連のサービスや製品を提供する企業である。その技術を活かした GIS エンジンを作成し、自社ポータルサイトや企業向けに API 連携サービス提供をしている。

Google 製の GIS エンジンはマップマッチング機能を有するが、自社で作成するデジタル地図データを使用した API 連携サービスとしてのみ外部に提供されるため、単体での利用は出来ない。

デジタル地図データも単体での外部提供を行っておらず、管理は自社が提供する検索エンジンやインターネットから得た情報を元に AI を駆使して地図データを自動更新し、不具合があれば適宜修正するという方法で行われ、商品の品質管理という観点での現地調査は行われていない。

デジタル地図の複製利用に関しては、複製利用を可能とするサービスが定義されていないため、個別に複製利用許可を取得する必要があると思われる。

4.1.3.4.4 QGIS.ORG

QGIS.ORG[34]は、世界中のボランティアユーザーが共同で開発を行う、QGIS と呼ばれるフリーの GIS エンジンの開発プロジェクトを運営する非営利団体である。

QGIS は無償での利用が可能なため、自治体や教育現場でも幅広く利用されている。
マップマッチング機能を備え、複数の地図フォーマットに対応しているため各種のデジタル地図データと組み合わせて利用することが可能である。

---

[32] ESRI HP
: https://www.esri.com/en-us/home

[33] ESRI ジャパン HP
: https://www.esrij.com/

[34] QGIS[フリーでオープンソースの地理情報システム]
: https://qgis.org/ja/site/index.html

4.1.3.5 インドネシアのデジタル地図データ作成団体の状況

商用利用の観点では Google Maps が幅広く利用されており、デジタル地図データを作成する有力な民間企業は存在していない。

都市計画や災害時の危機管理等の政府利用の観点では、インドネシア大統領の統括機関であるインドネシア地理空間情報庁（Badan Informasi Geospasial ：以降 BIG と記載 ）が地図作成活動を行っている[35,36]。

航空機による写真撮影やレーダー測距（SAR）、及び光学測距（LiDAR）を行って地理データを取得し、AI を駆使して 3D デジタル地図を作成するという手法を用い、インドネシアの国土全体をカバーする詳細地図（1:5000）を作成中である。現在までに国土全体の 1.9%、森林地区以外の地域の 3.2%をカバーする詳細地図を作成しているが、2024 年末まで全ての国土をカバーすることを必達目標として活動している。バリ州に関しては、2021 年末に出された大統領の指示により、2022 年までに地図整備を行うことになっている。

デジタル地図データの作成にあたっては、現在 4.1.3.1.1.2 章で述べた背景地図データに相当する 1:5000 のデジタル地図データを作成中であり、森林地域以外をカバーするものを 2024 年末までに完成、以降は毎年更新するという計画が進行中である。データのフォーマットはシェープファイル(.ship)及び ESRI 社 ArcGIS 対応ファイル（.gdb）という世界で標準的に使用されているものが採用され、道路ネットワークデータを格納することができるが、現在のところこのデータの作成は行われていない。

デジタル地図データの著作権に関しては、現在は広域版（1:25000、1:50000）のものは自由にダウンロードして使用が可能、詳細版（1:5000）のものは政府利用あるいは非商用利用の場合に限りリクエストベースで無償提供される形になっている。商用利用に対しては、近い将来に有償の地図サービスとして提供することが検討されている。

4.1.3.6 評価

各企業・団体が提供するデジタル地図データ及び GIS エンジンに対して、スマート道路モニタリングに適用するという観点から評価を行った。評価にあたっては、4.1.3.2 章で挙げたデジタル地図を道路モニタリングに使用する際の課題を評価項目とし、デジタル地図データと GIS エンジンを組み合わせたデジタル地図システム毎にそれぞれ評価を行った。

---

[35] BIG HP
: https://www.big.go.id/en

[36] 山口大学 [インドネシア地理空間情報庁と学術交流協定を締結しました]
: http://www.yamaguchi-u.ac.jp/weeklynews/2016/_5365.html

4.1.3.6.1　複製利用に対する課題への評価

デジタル地図データの複製利用許諾に関しては、OSM Foundation が明確に無償利用を許諾しているため、この団体から提供されるデジタル地図データを使用したシステムを◎と評価した。ゼンリンとインクリメント P は複製利用についての商用サービスを一般的に提供しているため、両企業から提供されるシステムをそれぞれ○と評価した。HERE、TomTom 及び Google は複製利用に対するサービスを一般的に提供しておらず、個別に複製利用許可を取得する必要があるため、これら企業からの提供物を使用するシステムをそれぞれ△と評価した。

BIG に関しては、詳細版デジタル地図データ（1:5000）を政府利用や非商用利用の限定的な用途に対してのみリクエストベースで無償提供するとしているため、このデジタル地図データを使用するシステムを〇と評価した。

4.1.3.6.2　精度・鮮度に対する課題への評価

デジタル地図データの精度・鮮度は、現地調査と、この調査結果を反映するためのデータ更新の頻度に大きく左右される。

デジタル地図データに対して自社製品としての品質基準を定め、この基準に基づく品質管理の一環として現地調査と定期的なデータ更新を行っている HERE、TomTom 製地図データを使用するシステムを〇と評価した。ゼンリン、インクリメント P も同様な品質管理を行っているが、日本特有の厳しい顧客要求とエンドーユーザ指摘に対応するために、道路標識や交通規制に対するデータにも厳格な品質基準を設けて現地調査とデータ更新を行っているため◎と評価した。

デジタル地図データの随時・自動更新を行っている Google のデジタル地図データは更新頻度の点で◎と評価したが、現地調査に基づく能動的な品質管理が行われていないためこの点で×と評価した。

OSM Foundation はデジタル地図データが会員の無償活動によって作成されており、現地調査とデータ更新が一定の基準で管理されていないため、これを使用するシステム×と評価した。

BIG は詳細地図データ完成後の年次更新を計画してはいるものの、現地調査による精度の確認については未だ具体的に検討していないため、これを使用するシステムを△と評価した。

4.1.3.6.3　GPS 精度に対する課題への評価

4.1.3.6.3.1　　準天頂衛星の利用への適正

準天頂衛星を使用した高精度測位を行う場合は、測位結果をそのままデジタル地図へ反映させるだけである。デジタル地図データと GIS エンジンの全ての組み合わせでこれが可能なため、全てのシステムを〇と評価した。

4.1.3.6.3.2　マップマッチングへの適性

マップマッチングを行うためにはデジタル地図データに道路ネットワークデータが格納されていること、GIS エンジンがマップマッチング機能に対応していることが必要なため、この二つの要件を満たすシステムを○、それ以外を×と評価した。

BIG が作成するデジタル地図データは道路ネットワークデータを格納できるフォーマットを採用しているが、このデータの取得を行っていないため、このデジタル地図データを使用するシステムを×と評価した。

4.1.3.6.4　総合評価

スマート道路モニタリングのシステム性能を実用的なものにするためには、GPS の測位精度の課題に対処した上で、精度・鮮度が管理されたデジタル地図上に道路性状データを表示させる必要がある。測位精度の課題に対してはマップマッチングのほうが機材の価格や GPS 信号が届かない場所での補正に関して有利であることから、マップマッチング機能を有する GIS エンジンと精度・鮮度が管理されているデジタル地図データを使用するデジタル地図システムを総合的に〇と評価した。一方で、マップマッチングが利用できないシステム、精度・鮮度が管理されていないデジタル地図データを使用するシステムをそれぞれ△と評価した。

より厳しい基準でデジタル地図データの精度・鮮度が管理され、デジタル地図の複製利用に関するサービスが明確に定義されているゼンリンとインクリメント P のデジタル地図システムは、技術的な観点や利便性の観点からは最も優れたものであるが、現状日本国内にしか対応できないため△と評価した。評価結果のまとめを表 4.1-5 に示す。

BIG は高度な手法で背景地図データの作成を行い、マップマッチング機能を有する GIS エンジンと組み合わせることが可能なフォーマットを採用していることから、上述の日本企業と同等の手法で道路ネットワークデータの作成を行えば、世界最高水準の精度で道路性状データの表示が可能なデジタル地図データの提供者に成り得ると考える。

表 4.1-5 評価結果のまとめ

デジタル地図システム		評価項目					
GISエンジン提供者	デジタル地図データ提供者	複製利用	精度/鮮度		ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ機能の有無	現地データの有無	総合評価
			現地調査	更新頻度			
Mapbox	OSM Foundation	◎	×	×	○	○	△
Esri	HERE	△	○	○	×	○	△
	TOMTOM	△	○	○	×	○	△
	OSM Foundation	◎	×	×	×	○	△
	ゼンリン	○	◎	◎	×	○	△
	インクリメントP	○	◎	◎	×	○	△
	BIG	○	△	△	×	○	△
Google	Google	△	×	◎	○	○	△
QGIS.ORG	HERE	△	○	○	○	○	○
	TOMTOM	△	○	○	○	○	○
	OSM Foundation	◎	×	×	○	○	△
	ゼンリン	○	◎	◎	◎	×	△
	インクリメントP	○	◎	◎	◎	×	△
	BIG	○	△	△	×	○	△
HERE	HERE	△	○	○	○	○	○
TOMTOM	TOMTOM	△	○	○	○	○	○
ゼンリン	ゼンリン	○	◎	◎	◎	×	△
インクリメントP	インクリメントP	○	◎	◎	◎	×	△

4.1.4 高精度 GNSS について

GNSS（全球測位衛星システム: Global Navigation Satellite System）は、地球上の物体位置を把握する有効な手段であり、米国の GPS（Global Positioning System）などが有名である。我が国でも、準天頂衛星みちびき（QZSS:Quasi-Zenith Satellite System）が運用されており、この衛星システムの軌道上に位置する日本やインドネシアでみちびきを利用した測位を行う場合、GPS を単独で利用するよりも高い測位精度を期待できる。

4.1.1.2 章で概説した道路モニタリングシステムは、計測データを分析して路面性状を診断する AI を運用しており、この AI は高精度の測位技術をもとに整備された品質の良いデータを元に構築されている。インドネシアにシステムを移植する場合、日本国内のデータを元に構築された AI でもシステムを運用可能だが、インドネシアならではの路面損傷などが存在する場合、日本のデータからでは高精度に診断できない可能性がある。このことから、日本国内と同様、インドネシア国内においても高精度の測位に基づく高品質なデータ収集を行えることが望ましく、高精度測位の実情調査を行った。

なお、高精度測位を実現する技術は複数あるが、今回の調査では、日本国内で実用性を確認出来ている PPK（Post Processing Kinematic:後処理キネマティック）測位方式を対象とした。この方式は、地上に敷設された電子基準点からの情報を利用して測位精度を向上させるため、電子基準点の配備状況や、そこから発せられる信号の利用性等が重要になる。

4.1.4.1 バリ州における電子基準点の考察

インドネシアにおいて高精度 GNSS を実現するために必要な電子基準点である CORS（Continuously Operating Reference Stations）は、政府機関である地理空間情報庁（Badan Informasi Geospasial：BIG）とインドネシア国家土地庁（Badan Pertanahan Nasional Indonesia：BPN）によって管理されており、その内 BIG によって管理されている電子基準点は、2019 年時点でインドネシア全土には 207 箇所、バリ州に 7 箇所設置されている。一般的に、高精度 GNSS 演算を行う際には観測地点から 10km 圏内に存在する電子基準点の情報を用いるため、日本においては極力これを満足するように電子基準点が設置されている。一方で、インドネシアにおいては図 4.1-16 示すように電子基準点の間隔が大きく空いており、高精度 GNSS 演算にとっては不利な環境となっている。

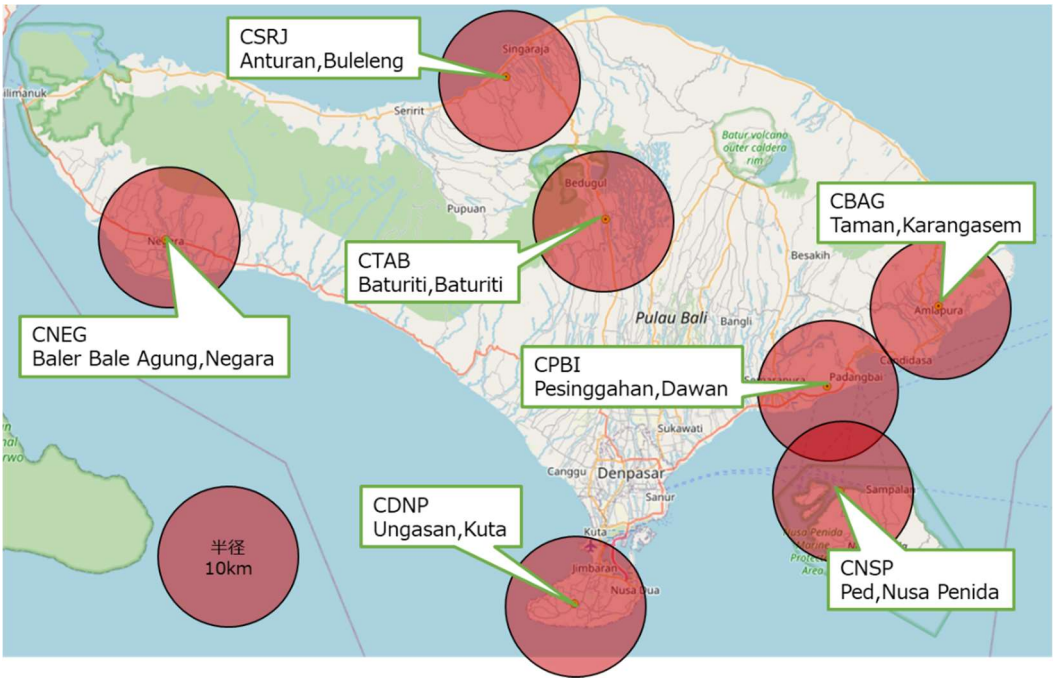


図 4.1-16 バリ州の電子基準点設置状況とカバー範囲

4.1.4.2 デンパサール市における高精度測位の受信実験

日本国内での実証実験に用いた高精度 GNSS 演算用データ計測装置をインドネシアに持ち込み、現地の高精度測位精度を評価するための実験を行った。

調査期間中のバリ州での滞在先であったデンパサール市内のホテルに計測装置を設置し、24 時間の定点観測を行った後に、日本でも PPK 方式での演算を実施した。定点観測によって計測したデータを日本国内での処理と同一のプログラムによって演算したところ、図 4.1-17 に示す結果が得られた。比較のため、図 4.1-18 に日本で計測したデータを同一条件で演算した結果を示す。

二つの図の比較から、インドネシアでの測位精度は日本と比較して圧倒的に低い精度であることが分かる。両者ともに定点観測のため、PPK 測位方式が正常に機能していれば、演算結果は公称精度である±5cm の範囲に集中するはずである。しかしながら、日本のデータはほぼ±5cm 以内に収まっているのに対し、インドネシアのデータは±10m の範囲にも収まっておらず、測位精度に 2,000 倍の開きがある。この要因としては主に以下の事柄が考えられる。

- 観測地点の受信状況が良くない（周辺に障害物が多い）
- 電子基準点の受信精度が日本に比べて低い

その他にもいくつか原因があると考えられるが、いずれも明確でないため、解決を図るには電子基準点を管轄する BIG と連携して調査すべきである。

以上のことから、インドネシア国内における高精度測位は、現状では日本国内ほどの精度を得難いことが確認された。技術的手段により改善する可能性はあるものの、システムの単純な移植には課題

を抱えているため、高精度診断を担う AI を構築する技術については移植対象とせず、日本国内で構築した AI を提供し、日本の基準による診断を行うという体制が第一の選択になる。

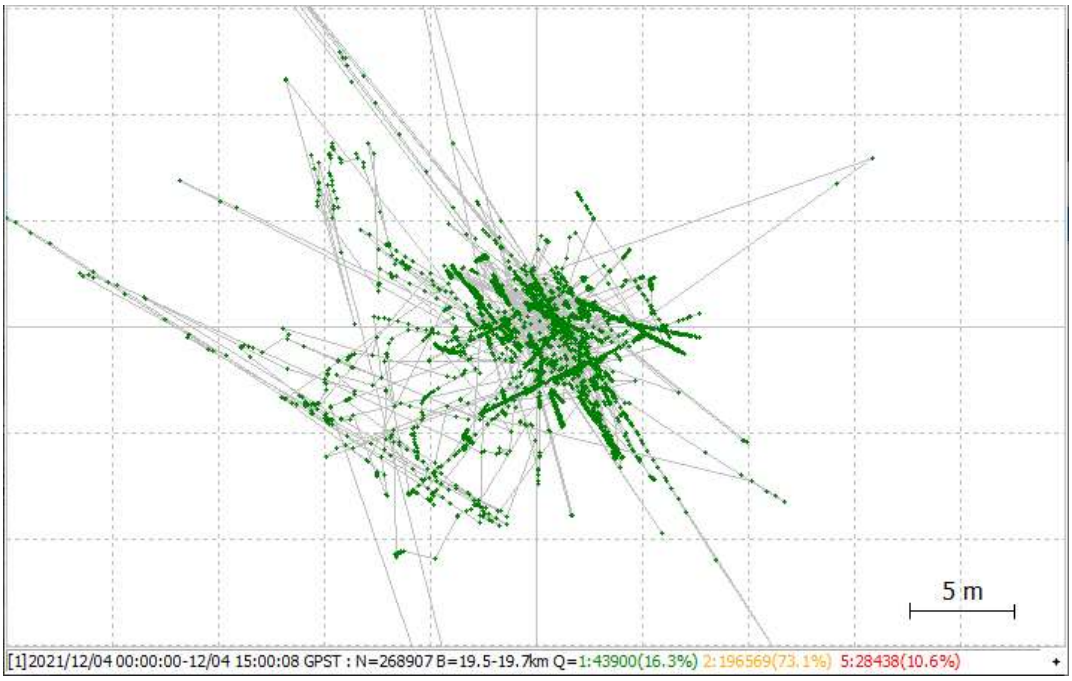


図 4.1-17 デンパサール市における計測データの高精度測位演算結果

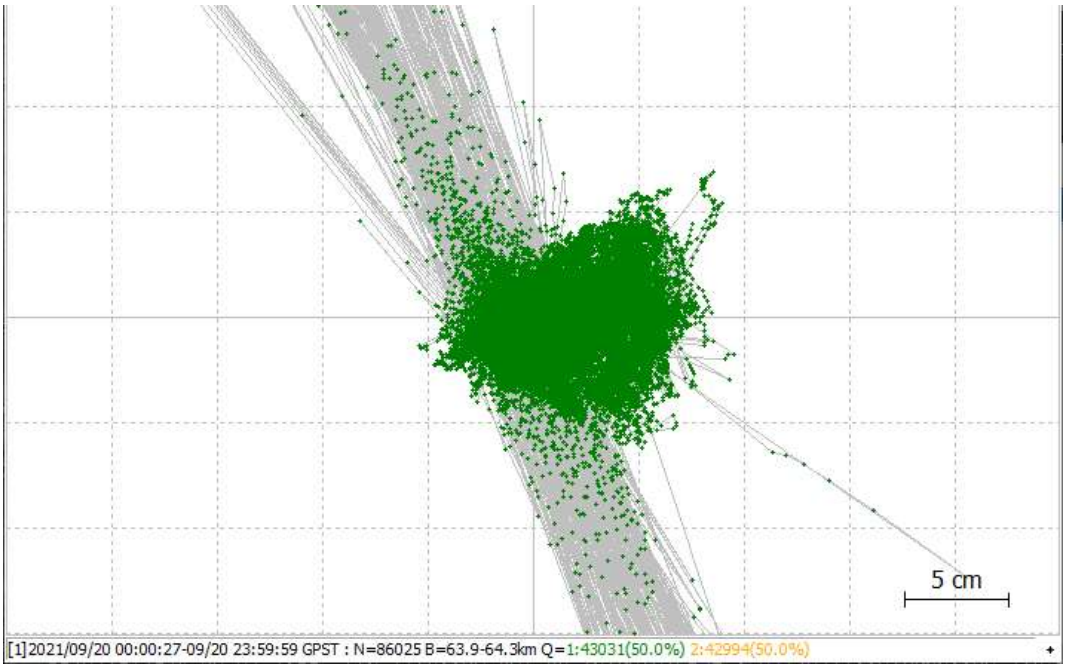


図 4.1-18 日本における計測データの高精度測位演算結果

4.1.5 ネットワーク環境

4.1.1.2 章で概説した道路モニタリングシステムは、パトロール車両によって収集したデータを分析処理にかけるために、インターネット通信や無線通信によってデータを転送する処理が必要になる。このとき、利用可能な通信インフラの普及や、実効力のある通信速度が確認されていないと、システムを導入しても有効に利用できないことになるため、これらのネットワーク環境を調査した。

4.1.5.1 **概況**

インドネシアでは、2019 年第 2 四半期までに、インドネシアの 100%の州がすでに光ファイバに接続されており、内陸の光ファイバの総延長は 224,583 Km、水中の光ファイバは 123,589 Km となっている 。都市であれば、97.67%の地域に、県や村のレベルだと、それぞれ 63.04%と 36.02%の地域に光ファイバ網が敷設されている状況である。

モバイル回線についてはインドネシアの総面積の 69.27%が 2G インターネット、46.11%が 3G インターネット、52.28%が 4G インターネットでカバーされている。また、Association of Internet Provider Indonesia（2020）が提供するデータによると、2019 年度のインドネシアにおけるモバイル回線の普及率は 73.7%に達した。一方、インターネットの総ユーザー数は 1 億 9,671 万 4,070 人に達し、前年比 8.9%増となった。

4.1.5.2 **インターネット通信実験**

滞在先ホテルから行った、インドネシアや日本のサーバに対する通信速度確認の結果を示す。

4.1.5.2.1 インドネシア国内の通信速度

NETFLIX[37]の提供する通信速度確認のサービス Fast.com[38]を使って、バリ州の滞在先ホテルから、インドネシア国内に設置された NETFLIX のサーバまでのローカル環境での通信試験結果を図 4.1-19 に示す。ダウンロードが 55Mbps となった一方で、アップロードは 1.0Mbps 程度と非常に遅いスピードしか出ておらず、滞在先ホテルのネットワークは、著しく非対称の構成になっていることが分かった。光ファイバによって敷設されるネットワークがこれほどの偏りを示して設計されていることは考えにくいため、ホテルへの回線引き込みに VDSL 等の技術を用いられ、速度低下を招いているのではないかと思料する。

[37] https://www.netflix.com/jp/

[38] https://fast.com/id/

図 4.1-19 インドネシア国内でのインターネット通信試験結果

4.1.5.2.2 インドネシアから日本への通信速度

インドネシア国内から日本へのデータ転送について、日本の USEN[39]の速度計測サーバ[40]を用いて計測を行った結果を図 4.1-20 に示す。この結果、ダウンロードは 7Mbps、アップロードは 1Mbps となり、インドネシア国内のサーバとの通信と同様に非対称性が確認された。アップロード速度については、図 4.1-19 と同じ数値となっているため、ホテルに近い地点に通信速度のボトルネックになる要因があると思われる。このボトルネックさえ解消すれば、ダウンロード速度が示す 7.47Mbps 程度の通信速度が実現でき、道路モニタリングシステムの運用に耐え得る速度が出ると考えられる。

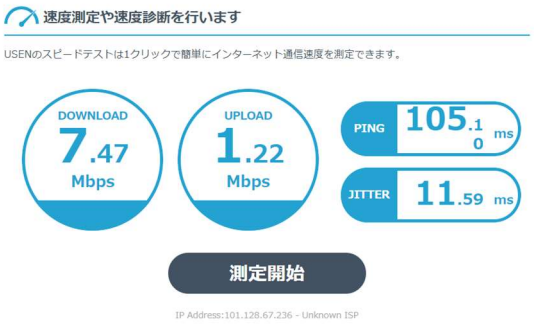


図 4.1-20 インドネシアから日本へのインターネット通信試験結果

4.1.5.3 無線ネットワーク通信実験

次に、無線ネットワークの実効性評価実験について記す。

---

[39] https://usen.com/

[40] https://speedtest.gate02.ne.jp/

4.1.1.2 章に概説したように、移植性調査の題材としている道路モニタリングシステムは、パトロール車両で収集した計測データを無線通信によって自治体内にアップロードする仕組みであるため、無線通信の実効性もまた、移植性を調査する上で重要となる。

今回の調査では、無線通信方式として、日本国内で運用しているシステムに導入している Wi-Fi 通信を対象に、インドネシア国内数カ所での実効性調査を行った。

まずは、ジャカルタの中心部のホテルで行った実験結果を図 4.1-21 に示す。

ジャカルタは人口過密都市であり、その中心部のホテルでは、チャンネルが非常に込み合っている。このため、ジャカルタ中心部の環境で道路モニタリングシステムの運用を行う場合、スループットの低下を招きかねず、そうなった場合には、混雑する時間帯を避けたアップロードを図るなどの対策を講じる必要がある。

図 4.1-21 ジャカルタのホテルでの Wi-Fi チャンネルの利用状況

次に、バリ州郊外のホテルで行った実験結果を図 4.1-22 に示す。人口過密地域ではないことから、Wi-Fi チャンネルは空いており、スループットの低下は生じにくいものと思われる。従って、このような地域では、既存の道路モニタリングシステムをそのまま移植しても、無線通信上の問題は生じない。

図 4.1-22 バリのホテルでの Wi-Fi チャンネルの利用状況

4.1.5.4 対応構成

ネットワーク環境に関する調査の結果から、道路モニタリングのシステムをデンパサール市に移植しても、運用上の問題は生じない程度に、ネットワーク環境が充実していることが伺える。このため、現地に導入するネットワークの構成は日本国内での構成と同様で良く、図 4.1-23 に示す構成となる。

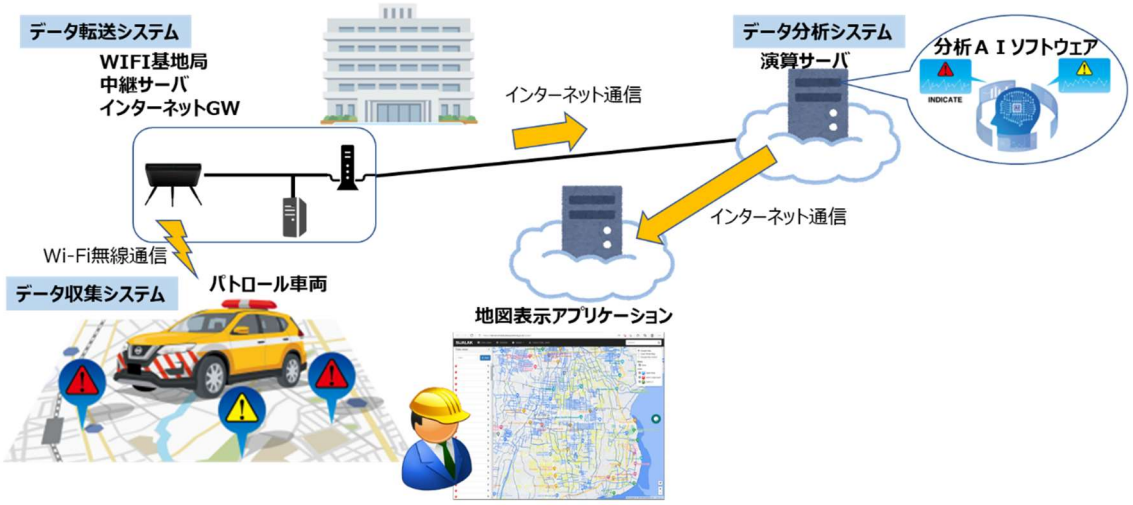


図 4.1-23 現地導入システムのネットワーク構成

4.1.6 データ管理

システムの導入にあたり、現地での道路維持管理業務の形態や、技術の導入環境の他に、法や政策面からの規制にも配慮する必要がある。今回の調査では、道路モニタリングシステムが大量のデータを収集/蓄積する性質を持つことから、特にデータの管理に関する規制の存在が大きな障害となり得るため、そのような規制の存在を調査した。

4.1.6.1 個人情報に関する法的規制

今回の移植性調査の題材となっている道路モニタリングシステムは、個人を特定する目的でデータを収集するものではないが、パトロール車両による巡回の最中に、たまたまカメラの視界内に収まった人物や個人宅等の画像データが記録されるため、運用次第では、特定の人物のある日時における在所を示すことに繋がる。こういった情報を規制する法律としては、個人情報保護法や、それに類する法が近い存在であるが、現在、インドネシアには個人情報保護法にあたる法律は存在せず、個人を特定し得るデータであることが、何らかの規制の対象になることは無いようである。

しかしながら、個人情報保護法の成立を巡ってインドネシア政府議会で話し合いが行われているようであるため、近い将来に法整備が進む可能性は高い。

現状で即座に導入のための障害となることは無いが、引き続き法整備の行方を注視すべきである。

4.1.6.2 国外へのデータ越境に関する法的規制

また、収集したデータをクラウドサーバにアップロードして分析を行うシステムの構成上、データの転送先について制約がある可能性がある。システムが収集するデータはインドネシアの国土についての位置や性状の情報を含むため、道路維持管理とは別の視点からの利用可能性も考えられる。

こういったデータを国外に越境させることに対して、現状では法的な規制は設けられていないようであるが、盛んに議論されている題材であることから、今後法整備が進む可能性は否めない。インドネシア政府の許可するクラウドサービスを採用したシステム構成とすることが、今後のリスク回避に繋がるものと思われる。

4.1.7 事業化に向けた検討

4.1.7.1 現地需要に適う事業の提案

4.1.2.1 章で述べた通り、デンパサール市においても日本国内と同様に道路パトロールが行われており、道路の補修を行うための重要な判断材料として機能している。このため、道路パトロールを効率化するシステムには需要があると思われる。

しかしながら、道路の補修を行うか否かは、補修作業の担当者側の経験に基づく主観や市の予算状況から判断されており、定量的なデータに基づいているわけではない。この点は日本国内も同様であるが、さらにインドネシアでは、デンパサール市からインドネシア共和国政府への道路補修予算請求についても、市の内部と同様、定量的なデータを示す必要が無い。日本では、補修予算を要求する際に定量的な道路計測データを根拠とした予算請求が行われているため、道路計測データを効率的に獲得するシステムの需要が存在するが、デンパサール市においては、現状、道路計測データを獲得することについての直接的な需要は存在しないことが分かっている。

一方で、オーストラリア等から技術を導入し、道路計測車両を用いた実証実験等が行われている事実があることから、定量的なデータを利用することによって道路補修予算の執行を効率化することに対し、国レベルとしては需要の種があると思われる。この点を掘り下げて検証するため、以下に日本国内の事情を示す。

日本では、市町村から日本政府への道路補修予算申請について、定量的な道路計測結果に基づく申請を義務化している。これが義務化されている背景には、定量的なデータに基づき適切な補修を行うことで、道路補修費用を圧縮するという考え方があり、この考えは、国土交通省によって図

4.1-24 のように示されている。この指針に依れば、長期にわたる道路維持管理にかかるライフサイクルコストを縮減するには、路盤の健全性確保が欠かせず、そのために道路の表層を適切に補修して品質を保つ必要があるため、効率的に道路の点検調査を行うことが重要になる。

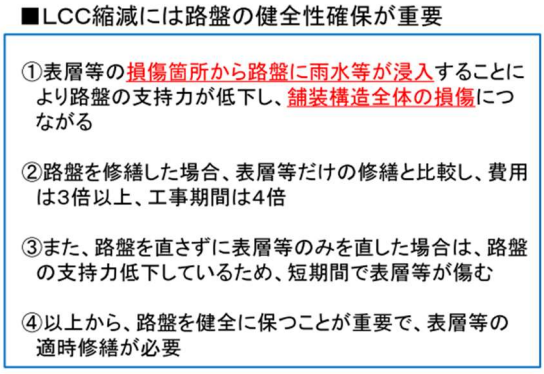


図 4.1-24　国土交通省の道路補修の費用圧縮の考え方[41]

国土交通省の示すこの方針は、インドネシア共和国政府やデンパサール市の道路維持管理費用の圧縮に対しても同様に有効であると思われる。

このため、現状では定量的な道路性状データが必要とはされていないインドネシア共和国に対し、道路補修予算の有効活用図る考え方と、それを実現する仕組みのパッケージとして、本システムの有効性を国家レベルで提案していくことが重要であると考える。さらに、このシステムで取得したデータの 2 次利用という意味でも、インドネシアの政府への働きかけが重要であると考える。

今回の調査で知り得た情報から、具体的に提携すべき組織として、BRIN と BIG を挙げる。

BRIN は、定量的な道路性状計測技術による国家予算の有効活用の観点から、BIG は、道路データの収集による地理空間データの精細化の観点から、それぞれ道路モニタリングシステムに興味を示しており、両組織とも、インドネシア共和国政府の直下で技術やデータの扱いを担う有力組織である。これらの省庁と協業して業務を進めていくことで、道路補修予算の効率化をインドネシアに実証できれば、日本と同じように国家レベルでのルール化を実現することができ、道路性状の計測という需要が確固としたものになると期待される。

4.1.7.2　道路維持管理予算の圧縮効果

次に、道路補修を図 4.1-24 で示した方針で作業する場合の補修費用の効率化について、分析する。

---

[41] 国土交通省, “これからの舗装マネジメント”, 第 6 回道路技術小委員会配布資料, 平成 28 年 9 月: https://www.mlit.go.jp/common/001145725.pdf

現在、デンパサール市では、計測に基づいた効率的な補修を実施していない為、すべての費用がが、路盤の補修を含んだ費用で行われていると仮定する。そして、4.1.2.1.2 章で示した、デンパサール市の道路関係予算の例年額 60BRp が道路の補修費用に充てられる予算相場と考える。

路盤の補修が必要な部分と、表層の補修で済む部分とを計測によって分類することで、全体の30%相当において、路盤に対する補修を行わずに済むとようになるとすると、これに該当する部分の補修費用は、図 4.1-24 の考え方によって 2/3 の額を削減できる。これらを計算すると、式 4.1-1 の計算から、年あたり 12BRp（約 1 億円）の節約となる。

$$60\ [\mathrm{BRp}] \times 0.3 \times \frac{2}{3} = 12\ [\mathrm{BRp}] \qquad (4.1\text{-}1)$$

このように、計測に基づく適切な評価を経て、道路補修の方法を最適化することで、使わずに済んだ道路補修予算を異なる用途に使うことが可能となる。

実際、インドネシア以外でも、図 4.1-25 に示すベトナムの例のように、路面性状を計測する取り組みが行われている。

図 4.1-25 ベトナムでの路面計測システムの実証例[42]

これらは、単発の計測業務となっているが、本件で提案する道路モニタリングシステムは、これを一歩進め、現地の職員が日常的に行っているパトロール業務を通じて、高精度な路面性状をデータ化し、補修の効率化や精緻な分析に繋げる仕組みとしての提案となっている。

このような仕組みを実際の運用に落としていくことで、デンパサール市のみならずインドネシア全土で、道路補修予算の有効活用が可能になると考えられる。

---

[42] 都市開発分野における JICA の取り組み
:https://www.jica.go.jp/activities/issues/transport/ramp/ku57pq00002maa5w-att/11_01.pdf

4.1.7.3 **市場規模の推定**

インドネシアにおける道路モニタリングシステムの市場規模は、現状では相当する市場が存在しないため、いくつかの仮定を置いて推定する必要がある。仮定の置き方によって推定に幅が生じるため、道路関係予算のポテンシャルから推定する市場規模と、事業運営の経費から推定する市場規模の 2 種を示す。

4.1.7.3.1 道路関係予算のポテンシャルから推定する市場規模

インドネシアには、国道 47,017km、州道 46,486km、市道 346,294km が存在し[43]、これらを合計した総延長は 439,797km である。また、デンパサール市の管理する市道の総延長は 486km であるため、インドネシア共和国全体の管理道路総延長は、式 4.1-2 から、デンパサール市の管理道路総延長の約 905 倍と計算される。

$$(47,017 + 46,486 + 346,294) / 486 = 904.93 \quad (4.1\text{-}2)$$

章において仮定に基づく試算で示したように、道路モニタリングシステムの導入によるデンパサール市の道路維持管理予算の圧縮効果は約 1 億円となることから、デンパサール市では最大 1 億円までのシステム導入が可能であると考え、これをインドネシアとの道路総延長比に基づいて 905 倍して求めた 905 億円が、インドネシア共和国における市場規模として推定される。

4.1.7.3.2 事業運営の経費から推定する市場規模

デンパサール市では、ひと月あたり約 70km の道路をパトロールしている。この実績をもとに、ひと月の職員の勤務日数を 20 日とし、道路分類ごとにパトロール周期を見積もって、式 4.1-3 により必要な車両台数を概算すると、表 4.1-6 のとおりとなる。

$$Cars = Lengthen / (Distance / Workday \times Period) \quad (4.1\text{-}3)$$

[43] https://www.road.or.jp/international/pdf/31_1.pdf

表 4.1-6 必要なパトロール車の台数

道路分類	総延長	ﾊﾟﾄﾛｰﾙ距離	勤務日数	ﾊﾟﾄﾛｰﾙ周期	台数
	[km]	[km/月台]	[日/月]	[日]	[台]
	Lengthen	*Distance*	*Workday*	*Period*	*Cars*
国道	47,017	70.0	20	10	1,344
州道	46,486	70.0	20	10	1,329
市道	346,294	70.0	20	20	4,948
合計	439,797	-	-	-	7,621

インドネシア全体をカバーするためにシステムとして必要な車両台数は 7,621 台であり、これがシステムの導入市場規模となる。1 台当たりの運用費をひと月 50 万円と仮定すると、一年間では約 457 億円程度の市場規模が見込まれる。

4.1.7.4 提案システム

4.1.2.1.1 章に示したように、今回の調査により、デンパサール市においても島根県益田市と同様の道路維持管理オペレーションが為されていることが分かったため、デンパサール市に移植する道路モニタリングシステムは、島根県益田市にて運用実績のあるモデルと同様のモデルを想定する。

益田市では、土木課がオペレートする道路パトロール車 1 台を計測車両とし、約 3 か月毎に主要な市道を一巡する頻度でパトロールすることで、道路維持管理に有益なデータを収集している。

一方、現状のデンパサール市では、道路パトロールは 2 輪車で行われており、4 輪車両は存在していないため、システムの移植には 4 輪車両の導入が必要となる。これについては、4.2 章に後述する WG2 の取組みと連携した EV 車両を準備するものとする。

以上の前提を踏まえたうえで、以下のようなシステム導入を提案する。

まず、WG2 により導入された道路パトロール車両を、2 輪車二台に替える体制で土木局によって運用し、道路データを収集して道路性状の分析を行う。そして、分析を通じて検出される損傷について、路盤の問題か、表層の問題かなど、高度な診断を行うことで効率的な補修計画の策定に繋げ、道路補修予算の圧縮を図る。本提案においては、道路性状の分析データを提供するところまでをシステム導入によって確約できる提案の範囲とし、実際の道路補修へのデータ活用に関しては、研究開発的側面が強いため対象外とする。

上記のように提案するシステムの概略構成を図 4.1-26 に示す。デンパサール市では 2 台の 2 輪車編成を 1 チームとして、4 チームのパトロール班が存在するため、全てのチームを本システムの車両に置き換えると 4 台の 4 輪車になるが、当初は実証のため 2 台の運用を想定する。

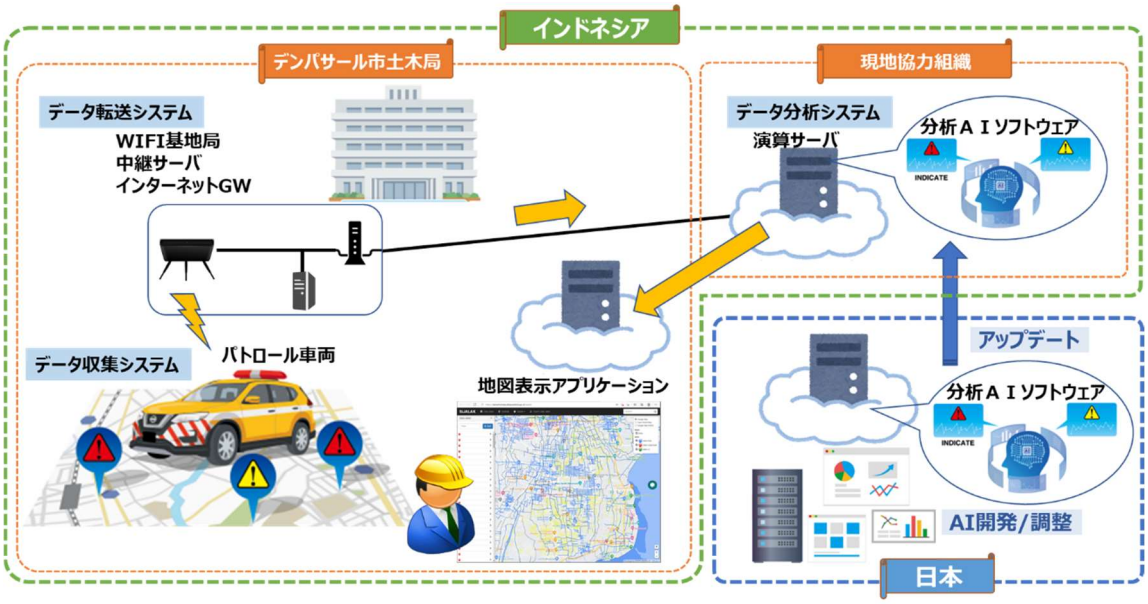


図 4.1-26 システムの構成概略図

各パトロール車は、センサとして、カメラ 2 台、フロントばね下加速度センサ、高精度 GPS 受信機、3 軸ジャイロセンサ、3 軸加速度センサ、3 軸方位センサ、OBD インターフェース及び、そのデータを記録する計測器を搭載する。計測器は、パトロール要員が乗車してイグニッションＯＮとすると自動的に計測を開始し、イグニッション OFF により停止して、設定した Wi-Fi 基地局との無線通信が成立した場合、計測したデータの転送を開始する。

このとき、転送される計測データの容量は 1 日のパトロール時間に依存するが、20GByte 以上に及ぶ可能性があり、表 4.1-7 に示すように、転送速度に応じて少なからず転送時間を要す。

表 4.1-7 データ転送速度と転送時間の見積もり

データサイズ	転送速度	転送時間
[GByte]	[Mbps]	[min]
20	1	2,667
20	5	534
20	10	267
20	50	54
20	100	27

4.1.5.2 章に示したデンパサール市で行ったデータ転送の実験の結果では、データ転送速度は 5Mbps 程度であり、データの転送に 8 時間以上かかる見込みとなる。転送にこれほどの時間を要すと、その間車両を移動できない等の不便を許容できないため、パトロール車両が収集したデータを、直接クラウドサーバに送信することは難しい。そこで、今回提案するシステムでは、パトロール車両で収集したデータを、Wi-Fi による無線通信を用いて一旦中継サーバに転送し、中継サーバから演算サーバまでをインターネット回線を用いてデータ転送する仕組みとする。Wi-Fi による無線通信は 50Mbps 程度のスピードを期待できるため、パトロール車両からのデータ取り出しは 1 時間以内に完了し、中継サーバから先は、5Mbps 程度のスピードで、8 時間以上かけてクラウドに転送することとする。この構成とすることで、比較的遅いインドネシアのインターネット回線の利用であっても、利用者に不便を強いることなくデータ転送が行えると考える。

なお、パトロール車両から中継サーバまでの無線転送では、転送完了までの間 1 時間程度パトロール要員の移動を制限することになる。全てのデータを一度に転送する必要は無いが、延べ 1 時間車両中継サーバに接続するため、中継サーバの設置個所は、パトロール車が一定時間立ち寄る地点に設置しておくことが望ましい。EV 車両の充電を兼ねられる充電ステーションや、車を降りて報告業務を行うデンパサール市土木局など、移動の制約に支障のない拠点とすると合理的である。

また、この中継サーバを利用したデータ転送システムは、パトロール車両 3 台までであれば、問題なくデータ転送を行えるため、パトロール車両を複数化することによる計測システムの拡張にも対応可能である。

転送されたデータは演算サーバで AI によって分析され、路面性状の診断処理が行われる。このデータ分析に利用する AI は、最終的な道路性状の診断精度を決定づける重要なソフトウェアである。AI の構築には、現地の道路維持管理者の観点を反映して作り込むことが望ましいが、4.1.4.2 章で示したように、インドネシア国内では高精度測位が成立しないため、AI の作り込みに寄与する高品質なデータを構築することが難しい。このため、AI に関しては日本国内で採取するデータをもとに構築することとし、こうして日本の基準で作成された AI をインドネシア国内に配置する演算サーバにアップロードする形態で運用する。

4.1.7.5 システム導入後の運用素案

4.1.7.4 章で提案するシステムを導入した場合、デンパサール市土木局の道路維持管理のオペレーションは以下のようになる。

4.1.7.5.1 道路パトロール

デンパサール市を 4 地区に分けたうちの 1 地区を担当するパトロール要員 2 名は、従来の 2 輪車によるパトロールではなく、計測機能を備えた 4 輪 EV 車両を運転し、従来と同様の計画に基づ

いて、目的の道路のパトロールを行う。当初導入する 4 輪 EV 車両は 2 台を想定しているため、デンパサール市 4 地区のうち 2 地区のパトロールを 4 輪 EV 車両で代替し、残る 2 地区は従来通り 2 輪車によるパトロールを行う。4 輪 EV 車両による担当地区のパトロールが一巡したら、4 輪 EV 車両によってパトロールする地区を変更することで、デンパサール市全域をカバーする。

パトロール要員は、パトロール車が充電を必要とするタイミングで車両を EV の充電スタンドに停止し、充電を行う。このとき、EV の充電スタンドに Wi-Fi ネットワーク設備を設置しておくことで、充電と並行して無線通信によるデータ転送を行う。パトロール車に搭載された計測器は、自動的に EV 充電スタンドに設置された Wi-Fi ネットワークに接続し、その日に取得したデータを中継サーバに高速転送する。

現状のシステムには、実計測時間 4 時間分のデータを約 30 分で転送できる実績があり、デンパサール市のパトロール班は 1 日に 8 時間のパトロールを行うため、全てを一度に送信しようとすると約 1 時間のデータ転送時間がかかる。しかし、EV 車両に対する 25KW クラスでの急速充電 1 回では、走行距離が 70km～140km 程度となるため、1 日 15~30 分の充電を 2 回行うと考えると、充電時間とデータ転送時間とが概ねバランスされる可能性が高い。

このようにパトロール要員は、2 輪と 4 輪の違いはあるが、従来通りのパトロールを実施するだけで、データの取得が可能になる。

4.1.7.5.2 データの分析

中継サーバに転送されたデータは、自動的にクラウド上の演算サーバに転送され、AI によって分析にかけられる。この分析では、経緯度座標に特定される道路の地点ごとに、IRI（International Roughness Index）などの路面性状評価指標によって定量的な損傷度が評価され、補修の要否が診断される。こうして得られたれた道路地点ごとの評価値と診断結果の情報は、クラウドサーバ上にアップロードされ、デンパサール市土木局からインターネットを通じ、ブラウザ上の地図表示アプリケーションによって閲覧可能になる。このデータ転送からクラウドサーバ場への情報アップロードまでは、半日程度のサイクルで完了するため、毎日のパトロール取得されたデータをその日の夕刻に転送開始すると、そのデータの診断結果が翌朝に閲覧可能な状態になる。

土木局の道路維持管理担当者は、道路ごとの評価値や補修要否の診断結果を、ブラウザを通じてデジタル地図上で確認しながら、道路の重要度等で重みづけを行い、道路補修計画を策定する。

また、特記すべき損傷が認められる個所など、個別に報告書として取り上げるべき異常があれば、自動的に報告書が作成される機能も存在する。この機能については、デンパサール市での扱われる報告書のフォーマットや言語に合わせてソフトウェアを調整する必要があるため、益田市からの移植では実現し得ないが、開発によって対応可能な点として付記しておく。

4.1.7.5.3 データの流用

日々のパトロールを通じて収集されるデータは、上述のような道路の維持管理への利用の他、BIGなどの組織に提供することで、デジタル道路地図の情報を精細化するなどの利用も可能である。この点は、今回のシステム移植の直接の検討対象には含んでいないが、例えば経緯度情報とセットで取得されるパトロール風景の画像データを解析し、信号機や標識の位置や状況、車線の幅などの情報を、デジタル道路地図上の情報レイヤーに追加更新していくことで、随時現地の最新の情報を記録するシステムが実現し得る。

このような事業開始後のデータ流用の可能性についても、提案していく。

4.1.7.6 **各種リスク分析**

WG1 の調査報告の最後に、今回の調査では排除できなかったリスクを挙げておく。それぞれ、現地の法や文化の観点から、現時点では影響を正確に予測できない事項であるため、事業展開にあたっては注意が必要である。

- データ越境
  道路モニタリングのような IoT システムを海外に移植する際には、現地で収集されるデータを分析のためにサーバに集約する場合、データが国境を越えて移動することが問題になる可能性がある。このようなデータ越境はまだ盛んに議論されている政策分野であるため、現地の法に適った形態でのシステム導入を進めることは当然ながら、今後の法整備の動向を踏まえることで、後日の規制変化をも考慮してリスクを避けておく必要がある。

- 民族/宗教多様性

  インドネシア共和国は多民族国家であるとともに、6 つの公認宗教をはじめとする多様な信教が認められる多宗教国家でもある[44]。インドネシア総人口の 87.2%をイスラム教が占め、ヒンドゥー教は総人口の 1.7%に過ぎないが、本調査でシステム移植の対象としたバリ州デンパサール市は、インドネシア全体として見れば少数派にあたるヒンドゥー教が最大宗派となっている

[44] Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade (法務省入国管理局仮訳), “DFAT COUNTRY INFORMATION REPORT INDONESIA”, 22 December 2017

地域であるため、価値観や行動様式において、インドネシア共和国を代表してはいない可能性がある。

- 個人情報保護法

  道路モニタリングシステムでは、道路維持管理を支援する目的で、パトロール車両周辺の様子を画像データとして収集する。このとき、歩行者や住居等も画像に含まれるため、図らずも個人情報に繋がるデータが収集されるリスクがある。現在のインドネシアには、個人情報保護法にあたる法律が存在しないため問題とはならないが、個人情報保護法の立法が議論されている状況下にあるため、将来問題となる可能性を有している。

- 調査の局地性

  今回の調査では、道路維持管理の実態を、デンパサール市土木局へのヒアリングをもとに把握しており、この情報がインドネシア国内の各地で行われている道路維持管理を代表するものとして扱っている。従って、デンパサール市での道路維持管理方法が、他の地域と著しく異なっていた場合などには、本報告書で想定する事業計画に影響を及ぼし得る。

4.2 (WG)②MaaSpowered by EV プラットフォーム開発の実現可能性調査

4.2.1 バリ州観光産業における課題

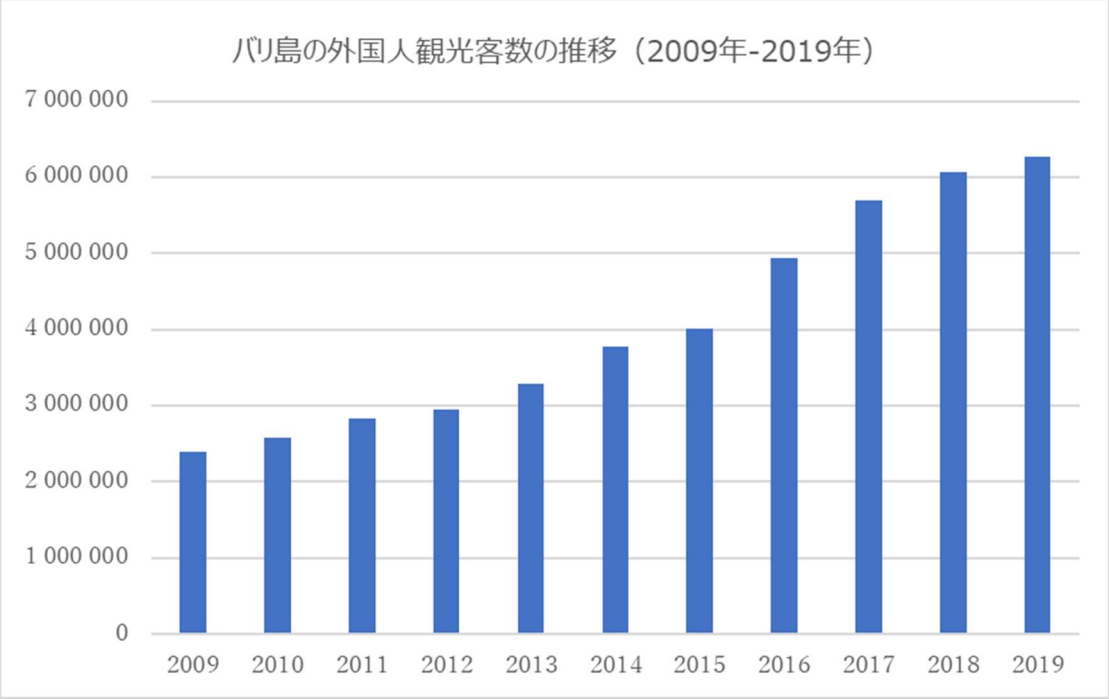
4.2.1.1 基本情報

【観光客数】

バリ州政府の統計によると、バリ州を訪れる外国人観光客（インドネシア国内からの外国人旅行者は除く）は下表のように推移している。

図 4.2-1 バリ島の外国人観光客数の推移（出典：バリ州統計局 ウェブサイト）

https://bali.bps.go.id/statictable/2018/02/09/28/jumlah-wisatawan-asing-ke-bali-dan-indonesia-1969-2019.html



また、出身国別に見ると、下記のような推移となる。

図 4.2-2 バリ島における出身国別外国人観光客数の推移
（出典：バリ州統計局 ウェブサイト）

https //bali.bps.go.id/statictable/2018/02/09/27/banyaknya-wisatawan-mancanegara-ke-bali-menurut-kebangsaan-2014-2020.html

Kebangsaan (Negara Asal) *Nationality (Country of Origin)*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I. ASEAN	**483 487**	**422 986**	**416 428**	**379 264**	**553 728**	**613 509**	**100 967**
1. Malaysia / *Malaysia*	223 205	190 381	178 377	165 396	194 760	185 256	31 587
2. Philipina / *Philippines*	32 727	33 906	39 411	47 815	88 344	106 875	16 642
3. Singapura / *Singapore*	178 174	146 660	135 902	124 779	144 549	163 327	23 463
4. Thailand / *Thailand*	30 247	28 214	31 828	33 736	47 367	61 089	7 208
5. Asean lainnya / *Other Asean*	19 134	23 825	30 910	7 538	78 708	96 962	22 067
II. ASIA (Tanpa Asean / *Non Asean*)	**1 236 816**	**1 424 995**	**1 839 892**	**2 193 676**	**2 410 620**	**2 321 161**	**334 247**
1. Hongkong / *Hongkong*	35 552	38 980	42 096	35 383	38 850	4 602	-
2. India / *India*	88 049	119 304	180 770	264 516	353 894	374 043	68 199
3. Jepang / *Japan*	217 159	228 185	232 151	249 399	261 666	257 959	48 800
4. Korea Selatan / *South Korea*	145 498	152 866	143 084	161 765	143 581	213 356	42 856
5. Taiwan / *Taiwan*	113 132	124 593	124 095	110 769	106 058	107 199	18 435
6. RRC / *China*	585 922	688 469	975 152	1 356 412	1 361 512	1 186 057	118 617
7. Asia lainnya / *Other Asia*	51 504	72 598	142 544	15 432	145 059	177 945	37 340
III. AMERIKA	**177 940**	**214 518**	**184 373**	**190 947**	**362 357**	**415 435**	**79 010**
1. Amerika Serikat / *USA*	111 610	133 763	169 288	189 814	236 578	276 859	47 996
2. Kanada / *Canada*	37 532	45 079	1 899	891	66 619	73 690	16 706
3. Amerika Lainnya / *Other America*	28 798	35 676	13 186	242	59 160	64 886	14 308
IV. EROPA	**736 188**	**842 436**	**1 151 925**	**1 675 317**	**1 406 086**	**1 480 907**	**300 264**
1. Perancis / *France*	128 288	131 451	164 723	176 710	195 734	206 941	29 786
2. Jerman / *Germany*	105 467	120 347	153 425	176 470	185 863	196 774	29 557
3. Belanda / *Holland*	76 082	81 929	95 449	101 241	108 429	116 330	22 474
4. Inggris / *United Kingdom*	127 013	167 628	218 928	240 633	270 789	287 201	47 680
5. Rusia / *Russia*	72 127	51 873	66 744	94 331	111 610	143 211	57 817
6. Eropa Lainnya / *Other Europe*	227 211	289 208	452 656	885 932	533 661	530 450	112 950
V. OSEANIA	**1 050 422**	**1 042 001**	**1 202 805**	**1 062 855**	**1 282 886**	**1 375 399**	**244 227**
1. Australia / *Australia*	988 786	966 869	1 117 933	1 062 039	1 169 215	1 241 128	226 945
2. Selandia Baru / *New Zealand*	58 142	68 665	1 960	807	111 967	132 566	16 961
3. Oseania Lainnya / *Other Oceania*	3 494	6 467	82 912	9	1 704	1 705	321
VI. AFRIKA	**18 137**	**27 830**	**8 398**	**7 965**	**7 965**	**68 799**	**10 758**
1. Afrika Selatan / *South Africa*	9 744	13 984	163	63	33 318	39 772	5 803
2. Afrika Lainnya / *Other Africa*	8 393	13 846	8 235	7 902	21 478	29 027	4 955
VII. CREW	63 648	27 069	124 115	187 715	-	-	-
Jumlah / *Total* :	**3 766 638**	**4 001 835**	**4 927 937**	**5 697 739**	**6 070 473**	**6 275 210**	**1 069 473**
Pertumbuhan / *Growth Rate (%)*	**14,89**	**6,24**	**23,14**	**15,62**	**6,54**	**3,37**	**-82,96**

Sumber/*Source*: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali/*BPS - Statistics of Bali Province*

2014 年から 2019 年における外国人観光客の数は連続で伸長しており、2019 年時点では 627 万 5210 人に達していた。地域別でみると ASEAN が 232 万 1161 人と最も多く、次いでヨーロッパ（148 万 907 人）、オセアニア（137 万 5399 人）。国別でみるとオーストラリア（124 万 1128 人）、中国（118 万 6057 人）、インド（37 万 4043 人）の順に多い。

2020 年は新型コロナウイルス拡大に伴うパンデミックによる渡航制限等の影響で、前年比-82.96%となる 106 万 9473 人となっている。

【観光客の属性】

バリ州政府の統計によると、インドネシアを訪れる外国人観光客（外国人インドネシア国内からの旅行者は除く）の年代構成は下表のとおり。

表 4.2-1 インドネシアを訪れる外国人旅行者の年齢割合（出典：BPS ウェブサイト）

https://www.bps.go.id/publication/2020/06/26/94ceb011540bd0cd73e3474c/statistik-kunjungan-wisatawan-mancanegara-2019.html

インドネシアを訪れる外国人旅行者の年齢割合		
年齢範囲	2018	2019
< 25	17.92%	19.02%

25-34	28.16%	28.48%
35-44	19.47%	19.75%
45-54	16.04%	15.89%
55-64	12.27%	11.45%
> 64	6.14%	5.41%

25-34 歳が最も多く、全体の約 3 割を占めている。次いで 35-44 歳（約 2 割）、25 歳未満（約 2 割）。ミレニアル世代・Z 世代以下が観光客全体の過半数を占めるフェーズに入っていることがわかる。

【観光体験の傾向】

＜平均滞在日数＞

バリ州政府の統計によると、外国人観光客（インドネシア国内からの外国人旅行者は除く）の平均滞在日数（2018 年度）は下表のとおり。

表 4.2-2 バリを訪れる外国人旅行者の平均滞在日数
（出典：バリ州統計局 ウェブサイト）

https://bali.bps.go.id/indicator/16/229/1/rata-rata-lama-menginap-tamu-asing-pada-hotel-bintang-menurut-kelas-dan-bulan-di-provinsi-bali.html

ホテルクラスごとの国際旅行者の滞在平均期間(日)													
	2018												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9 月	10月	11月	12 月	平均
5つ星	3.51	2.97	3.07	2.79	2.92	2.96	3.14	3.14	3.72	3.36	3.21	2.92	3.14
4つ星	3.73	3.74	3.58	3.49	3.11	3.32	3.23	2.91	3.21	3.39	3.33	3.23	3.36
3つ星	3.97	3.67	3.5	3.2	2.1	2.9	2.89	2.61	3.15	3.35	3.3	3.34	3.17
2つ星	2.77	2.64	2.75	2.76	3.12	2.94	2.75	2.35	2.83	3.03	3.79	3.51	2.94
1つ星	3.09	2.54	2.24	2.12	2.5	2.2	2.18	2.18	2.01	2.44	2.75	3.14	2.45
全体	3.6	3.3	3.3	3.09	2.75	3.05	2.84	2.84	3.27	3.32	3.3	3.17	3.15

外国人観光客の平均滞在日数は約 3 日。4 つ星以上のハイクラスホテルに宿泊する旅行者も、月によって変動があるものの、全体平均に近い 3～4 日間の宿泊期間となっている。

＜平均出費金額＞

バリ州政府の統計によると、バリ州を訪れる外国人観光客（インドネシア国内からの旅行者は除く）の滞在中の平均出費金額は下表のとおり。

表 4.2-3 インドネシアを訪れる外国人旅行者の平均出費金額（出典：BPS ウェブサイト）

https //www.bps.go.id/publicat on/2020/10/22/300a7a65c3ab81bfd6476e2d/statistik-pengeluaran-wisatawan-mancanegara-2019.html

支出のタイプ	2018 年		2019 年	
	訪問あたりの平均費用	全体支出に占める割合	訪問あたりの平均費用	全体支出に占める割合
宿泊施設	$ 382.16	31.32%	$ 441.64	38.65%
食品・飲料	$ 224.39	18.39%	$ 242.30	21.20%
買い物	$ 196.45	16.10%	$ 167.61	14.67%
現地での移動	$ 157.77	12.93%	$ 159.36	13.94%
ツアーパッケージ	$ 121.41	9.95%	$ 117.76	10.3%
その他	$ 138.00	11.31%	$ 13.86	1.21%
トータル	$ 1,220.18		$1,142.53	

滞在中における支出で最も割合が高い項目は宿泊施設で、2019 年度では約 4 割を占める結果となった。次いで食品・飲料にかける割合が約 2 割。現地での移動に関しては、2019 年時点で買い物の費用とほぼ等々で、平均して約 160 ドル程度かけていることが分かる。

【観光アクティビティ概況】

バリ島における、エリア毎の主要な観光アクティビティは下表のとおり。

表 4.2-4 バリ島の主要観光アクティビティ（出典：TripAdvisor 人気観光ランキング）

エリア	説明	観光スポット	詳細
ウブド	山岳地帯にあるバリ芸術の中心エリア。 自然はアクティビティが盛ん。 森の中の隠れ家的ホテル・ヴィラが多い。	モンキーフォレスト	サルがいる森を散策できる
		チャンプアンリッジウォーク	自然に囲まれた眺めの良い散歩道
		サラワスティ寺院	美しい自然に囲まれた寺院
		ライスフィールドウォーク	のどかな棚田
		トゥグヌンガン滝	滝。入浴可能

エリア	説明	観光スポット	詳細

サヌール	リピーターから根強い人気のある穏やかなエリア。 バリハイアットなどのどかな雰囲気の老舗ホテルや、 3~4つ星クラスの中・大型リゾートが多い。	シンドゥ・ナイト・マーケット	簡単な料理が食べられる市場
		サヌールビーチ	落ち着いた雰囲気のビーチ
		Big Garden Corner	映える公園
		シンドゥビーチ	現地民や欧米人が集う静かなビーチ
		Pura Tirta Empul Segara Merta Sari	現地民が沐浴する寺院

ヌサペニダ	新興のマリンスポーツが楽しめる島エリア。 今後開発される予定。	ケリンキンビーチ	崖から美しい眺めが見られるビーチ
		Atuh Beach	崖下のアイランドビーチ
		Diamond Beach	美しい手つかずのビーチ
		Pasih Uug Beach	橋のような岩が見られるビーチ
		Pasih Uug Beach	シュノーケリングスポット

スミニャック	新興の洗練されたお洒落なエリア。 プライベートヴィラが多く、 大人な過ごし方が似合うエリア	ダブルシックスビーチ	サンセットが名物のゆったりとしたビーチ
		スミニャックビーチ	サンセットが名物の波の高いビーチ
		Nyaman Gallery	インドネシアの現代美術
		Purpa Fine Art Gallery Seminyak	美術館
		Eat Street	飲食店が並ぶ通り

クタ・レギャン	マリンスポーツ、ショッピング、夜遊びなど 刺激の多い最も賑やかなエリア。 リーズナブル～5つ星などホテルに幅がある。	ウォーターボム	ウォーターパーク
		Satria Gatotkaca Statue	立派な石造
		バンダワ ビーチ	地元感ある落ち着いたビーチ
		ビーチウォーク・ショッピング・センター	大型ショッピングモール
		バリ シータートル ソサイエティ	ウミガメの保護施設

タンジュンベノア	マリンスポーツが盛んなエリア。 コンラッド、アストン、グランドミラージュなど 中型リゾートホテルがメイン	Caow Eng Bio Chinese Buddhist Temple	中国風寺院
		Benoa Harbour	ウォータースポーツが楽しめる港
		Turtle Island	野生動物生息エリア
		Bhava Spa Nusa Dua	エステ・スパ
		Misel's Spa	小規模なエステ・スパ

ヌサドゥア	ビーチでのんびり過ごすエリア。 ハイアット等、4~5つ星大型ホテルがメイン。 カユマニス等のヴィラリゾートも存在。	ヌサ ドゥア ビーチ	手入れされている綺麗なビーチ
		パシフィカ美術館	アジア太平洋地域の美術品展示
		ゲゲル ビーチ ヌサドゥアバリ	ローカルの雰囲気が残るビーチ
		バリ・コレクション	大規模なショッピングモール
		Mengiat Beach	整備された綺麗なビーチ

ジンバラン	シーフードBBQと美しい夕日が有名なエリア。 フォーシーズンズやアヤナリゾートなど、 高級リゾートがメイン。	サマスタ ライフスタイル ヴィレッジ	整備された小規模なショッピングモール
		ジンバランベイ	静かなビーチ
		ジンバラン魚市場	飲食もできる魚市場
		Tegal Wangi Beach	隠れ家的な絶景スポット
		ウルンシウィ寺院	崖上にある寺院

上記のようにバリ島には様々な特色を持った観光エリアが存在している。なお、上記エリアはバリ島南部に集中しており、北部はあまり開発がされていない。現地観光ガイドによると、欧米からの観光客に多いリピーター観光客は、サヌール等特定のエリアでの長期滞在を好む傾向がある一方、新規訪問者やバリ観光の経験が中程度の観光客は様々なエリアを滞在中に周遊する傾向があるようである。

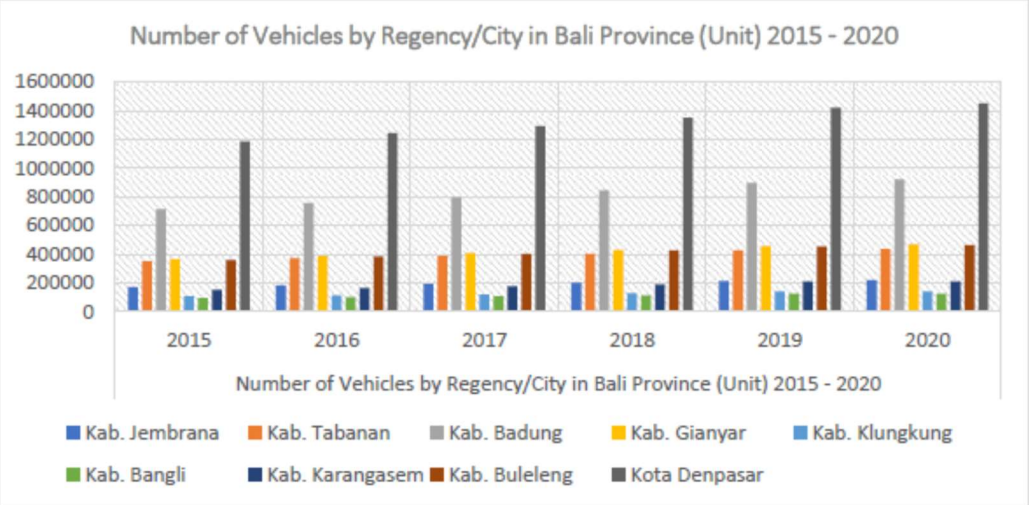
出身国によって好むアクティビティの種類や宿泊エリアは異なるものの、基本的に南部主要エリアの中で北側にあるウブド（山林部）や、西側に位置しているクタ（海岸部）、東側に位置するサヌール、ヌサドゥアなどは、多くの観光客が訪れるエリアとなっており、バリ島特有の大自然や文化を体験するアクティビティが人気なっている。

4.2.1.2 交通システム概況

【陸上交通の車両数】

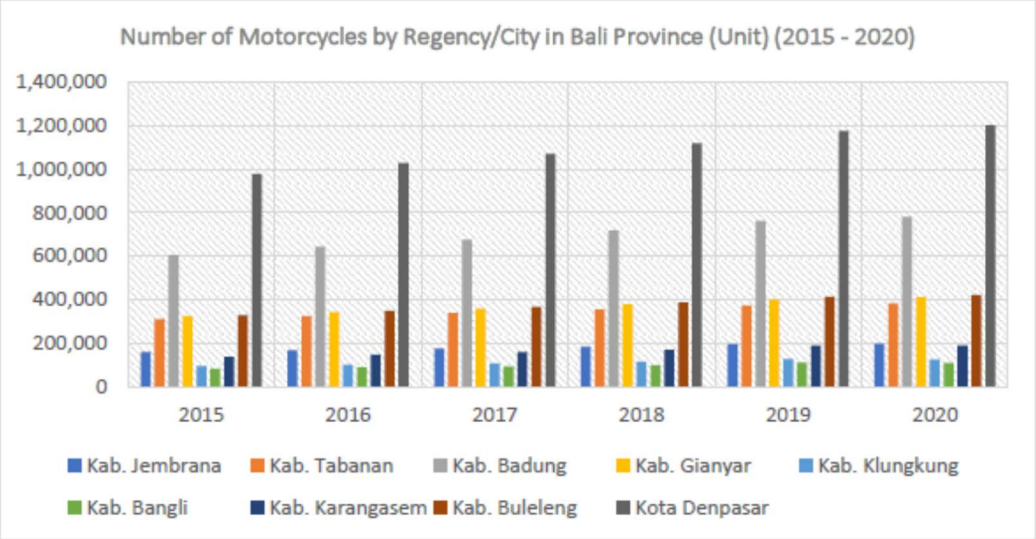
下記グラフにて、2015 年から 2020 年におけるバリ州の各エリアの車両数が示されており、デンパサール市が圧倒的に多く、次いで隣接するバドゥン県となっている。また、各エリアのバイクの台数も示されており、同様にデンパサール市、バドゥン県が圧倒的に多い。また、車両数、バイクの台数、ともに徐々に増加傾向となっていることが分かる。バリにおいても、近年交通渋滞や排出ガスによる空気汚染が課題となっているが、その背景に、車両数、バイクの台数の増加に伴う交通量の増加があることが、このグラフからも見て取れる。

図 4.2-3 バリの地域ごとの自動車車両数（出典：バリ州統計局）



Source: Bali Province Statistic, 2020

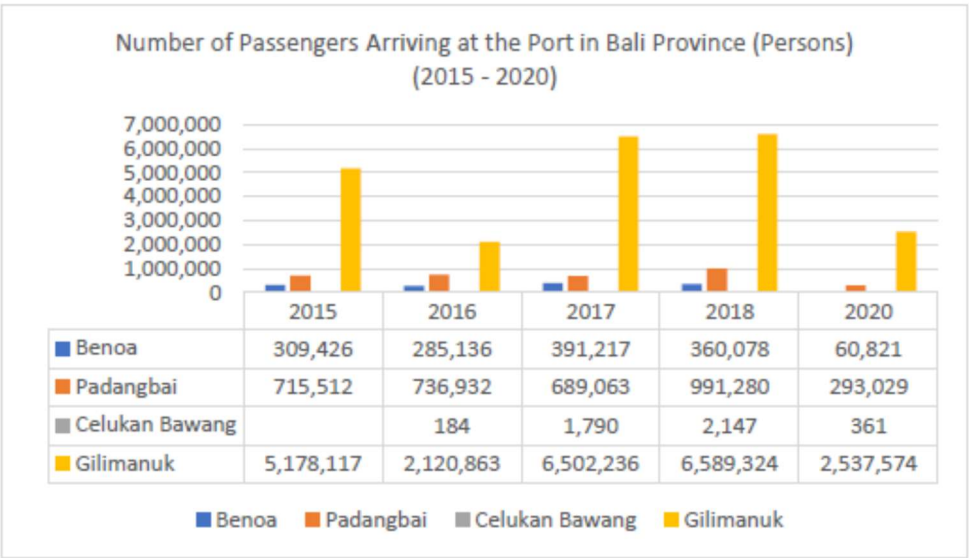
図 4.2-4 バリの地域ごとのバイク車両数（出典：バリ州統計局）



【船舶交通の概況】

バリ島における船舶交通の利用動向は下記の通りであり、ギリマヌク港を利用する旅客が最も多いことが示されている。ギリマヌク港は、バリ島の最西端、ジャワ島の都市バニュワンギのすぐ対岸に位置していることから、主に国内の移動者、観光客が多く利用しているものと推測できる。

図 4.2-5 バリ島の港を利用する旅客者数統計（出典:バリ州統計局）



	2015	2016	2017	2018	2020
Benoa	309,426	285,136	391,217	360,078	60,821
Padangbai	715,512	736,932	689,063	991,280	293,029
Celukan Bawang		184	1,790	2,147	361
Gilimanuk	5,178,117	2,120,863	6,502,236	6,589,324	2,537,574

Bali Province Statistik, 2020

【交通サービス概況】

バリ島における主要な既存の交通サービスの概要は、下表のとおり。

表 4.2-5 バリ島の主要既存交通サービス

種類			料金	概要
四輪	タクシー	ローカル	交渉制（割高）	主に個人事業主によって運営されている白タクシー。 サービスの質にバラつきがある。相場よりも高額な料金を提示されること多い。
		Blue Bird	初乗り　：7000ルピア 追加料金：650ルピア/100m	Blue Bird Groupによって運営されているタクシー。 ウブド、チャングー等、いくつかの主要エリアでは乗り入れが制限されている。 アプリでの配車も可能。ローカルタクシーと比較して質が高い。 EVタクシーの導入も開始している。
		Golden Bird	35万ルピア～	Blue Bird Groupによって運営されているハイクラスタクシー。 高級車による送迎が可能。グレードによって料金が変動する。
		Grab	初乗り：1.6万ルピア 需給や混雑具合によって変動はあるものの、 10分程度の距離で2万ルピア程度	Grabアプリから予約が可能な配車タクシー。 ウブド、チャングー等、いくつかの主要エリアでは乗り入れが制限されている。
		Gojek	需給や混雑具合によって変動はあるものの、 Grabより微～中程度安価	Gojekアプリから予約が可能な配車タクシー。 ウブド、チャングー等、いくつかの主要エリアでは乗り入れが制限されている。
		Aiport taxi	17万~40万ルピア	空港からのみ乗り入れ可能なタクシー。 空港専用窓口にて事前にチケットの購入が必要。 エリアによって金額が変動する。海上高速利用時は追加1万2千ルピア。
	バス	トランスサルバギタ	3500ルピア	公共路線バス。 ヌサドゥア～バトゥブラン、GWK~デンパサール市内等のルートを通る路線保有。 観光客の利用はほとんどない地元民向けのサービス。
		トランスメトロデワタ	未定	2020年9月～新たに運航開始した、実証実験中の電動公共路線バス。 16人乗りのEVバス。バッテリー等技術的な問題があり、現在調整中。
		クラクラバス	ワンタイム：2万~8万ルピア デイパス(1日)：10万ルピア デイパス(3日)：15万ルピア デイパス(7日)：25万ルピア	JTB社によって運営されている周遊バス。 ヌサドゥア線、クタ線、ウブド線など合計全8路線を保有。 運行間隔は30分～120分。社内では無料Wi-Fiサービスが利用可能。
		プラマバス	7.5万ルピア～30万ルピア	PERAMA社によって運営されているシャトルバス。 バックパッカーの利用が多い。
	チャーターカー	各種事業者	50万~100万ルピア程度/日	KLOOK社やHIS社、そのほかツアー事業者や個人事業主によって運営されるガイド 運転手付き車両。ガイドの言語能力や車両等、サービスの質にバラつきがある。
		Grab	50万ルピア程度/日	Grabアプリから手配できるチャーターカー ガイドの言語能力や車両等、サービスの質にバラつきがある。
	レンタル	各種事業者	25万ルピア～/日	ツアー会社や個人事業主によって運営されるレンタカー。 車種のグレードやレンタル先によって料金は変動。
		Toyota C+Pod	8万8千ルピア/時間	一部エリアのみで貸出されている2人乗り電気自動車。エアコンオプション付き。 エアコンを使用する場合は80kmまで走行可能。
		COMS	5万5千ルピア/時間	一部エリアのみで貸出されている1人乗り電気自動車。80kmまで走行可能

種類			料金	概要
二輪	自転車	ローカル	5万ルピア～/日(目安)	路上やホテル等で貸し出されているレンタル自転車。 ホテル貸出のものは比較的メンテナンスされているが、宿泊者のみが対象。 路上にて現地民が貸し出すものは整備不良品が多く、トラブルも多い。
		KLOOK	4万ルピア～5万ルピア/日	KLOOK社にて貸し出されているレンタル自転車。
	キックボード	Grab	1.5万ルピア/30m	Grabによって貸し出されている電動キックボード。 クタなど一部地域にのみ導入されている。QRコードにて決済可能。
	バイク(タクシー)	ローカル	交渉制	主に個人事業主によって運営されている白タクシー。 サービスの質にばらつきがある。
		Grab	初乗り：4000ルピア 需給や混雑具合によって変動はあるものの、 10分程度の距離で5000~1万ルピア程度	Grabの配車バイクタクシー。 四輪と比較して安価な価格設定。
		Gojek	需給や混雑具合によって変動はあるものの、 Grabより微～中程度安価	Gojekの配車バイク。 四輪と比較して安価な価格設定。
	バイク(レンタル)	各種事業者	6万ルピア～	ツアー会社や個人事業主によって運営されるレンタルバイク。 車種のグレードやレンタル先によって料金は変動。
船舶	スピードボート	各種事業者	40万ルピア～150万ルピア/往復	サヌールーヌサペニダ間を運航する船。

バリ島の主要な移動手段であるタクシーは、様々な種類に分類することができる。バリ島内の公式タクシーともいえるブルーバードタクシーがメジャーなものではあるが、近年では Grab や Gojeck など配車タクシーも、観光客がよく利用する移動手段となっている。一方、いわゆる「白タクシー」であるローカルタクシーもバリ島では多く稼働しており、ウブドなど一部エリアでは、ブルーバードや Grab などのローカルタクシー以外のタクシーは乗り入れができないという独自のローカルルールも存在している。

バスに関しては、公共のものと民間事業者によって運営されるものに分けることができる。公共バスには「トランスサルバギダ」と呼ばれる一律 3500 ルピアで乗車可能なものがあるほか、2020 年 9 月より「トランスメトロデワタ」と呼ばれる 16 人乗りの路線バスも運航されている。トランスメトロデワタは現在初期の導入フェーズで、政府予算によって無償で運航されており、今後有料化（3000Rp＝24 円程度/回）に向けて実証を進めていくところである。民間事業者が運営するバスで主要なものは、日本の JTB 社が運航する「クラクラバス」である。各エリアを周遊する路線や 2 エリア間を繋ぐ路線など、合計 8 路線保有している。

こうした交通サービスのほかに、バリ島ではガイド・ドライバー付きのチャーターカーやレンタカーを借りることが可能である。現地事業者から直接借りることも可能であるが、基本的に KOOLK や各国の旅行会社等を介して借りるケースが多い。また、近年ではトヨタ社のＣ＋pod や COMS など小回りの利くＥＶ車両のレンタルサービスも登場しており、一部エリアにて既に導入されている。

二輪のモビリティに関しては、Grab や Gojek 等のサービスを利用してバイクタクシーを利用することができる。安全面のリスクはあるものの、四輪と比較して安価な価格で乗車することが可能で

ある。その他 Grab が一部地域にて導入し始めているシェアリング電動キックボードや、ホテルや路上、ツアー会社を通して自転車レンタルサービスも存在している。

船舶に関しては、サヌールとヌサペニダを結ぶスピードボートの定期便が連日運航されており、現地店舗でチケット購入することが可能。また、ツアー会社によるホテルまでの送迎パッケージ等も存在している。

【交通関連の開発計画】

＜陸上輸送＞

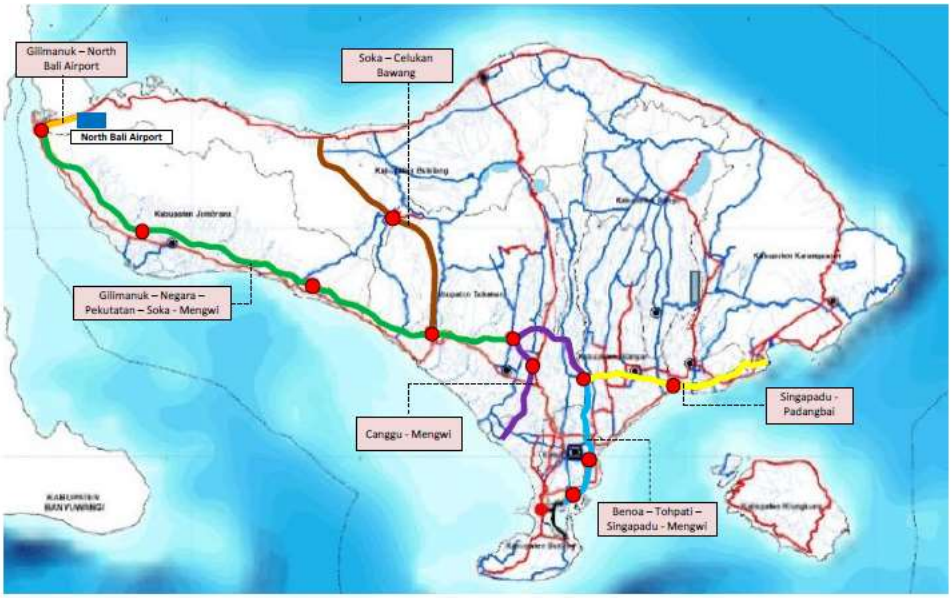
前述の通り、観光地が密集しているバリ島南部は比較的整備されており、バリ州政府によって EV Operation Area に指定されている。

図 4.2-6　EV Operational Area の想定エリアマップ
（出典：EV 加速に関する特別委員会）

Illustration. Map of Targeted EV Operational Area

一方、バリ島北部や中央部は開発途中のフェーズであり、戦略的開発地域（WPS）の開発計画では下記のような開発が進められると発表されている。

図 4.2-7 バリ島における開発計画（出典:バリ州政府運輸局）



1) ギリマヌク-デンパサール-パダンバイのコンセプト結合

バリ島の北西端に位置し、北バリ空港の開発計画があるギリマヌク、バリ島南部に位置し多くの観光客が利用する空港を保有するデンパサール、バリ島中央東部に位置するパダンバイのコンセプトの結合と接続性の向上。

2) 11 の戦略的観光開発地域(KSPN)へのバランスの取れた接続性

上記図において赤点で示されている 11 の戦略的観光開発地域の接続性の向上。

3) バリ島北部沿岸地域の開発

インドネシア東部を物流センターおよび観光ハブとして開発することにより、インドネシア海路の恩恵を受ける土地とすること。

戦略的開発地域（WPS）開発計画において、こと陸上輸送における今後の開発計画は下記のように示されている。

フェーズⅠ（短期、2021-2025 年）：

- ギリマヌク-ネガラ-ソカ-プクタタン-メングウィ（2021-2025 年）

- ギリマヌク-バンダラ-バリ・ウタラ（2023-2025）

フェーズ II（中期、2026-2030 年）：
- ベノア-トフパティ-シンガパドゥ-メングウィ（2024-2028 年）
- チャングー-メングー（2027-2030）

フェーズ III（長期、2031-2040 年）：
-ソカ-セルカン・バワン（2026-2030）
-シンガパドゥ-パダンバイ

以上の開発計画を踏まえて、バリ州政府はバリ島南部を EV 特区として開発を進めていくほか、まだ開発途中である北西部の陸上輸送を強化し、バリ島全土における交通網を発達させる方針となっている。

＜鉄道輸送＞

現状、バリでは鉄道はまだ走っていないが、今後計画されている鉄道輸送は以下の通りである。

図 4.2-8 バリ島における鉄道輸送の開発計画（出典:バリ州政府運輸局）

フェーズ I (2021 – 2025 年)：
- ングラライ空港-クタ鉄道ネットワーク

- ングラライ空港-ニチマンダラ-サヌール間の鉄道ネットワーク
- ングラライ空港-ベノア-サヌール鉄道ネットワーク
- サヌール-ウブド-PKB エリア鉄道網

フェーズ 2（2026～2030 年）：
- ングラライ空港-ヌサドゥア間鉄道網
- クタ-マングプラ-メングウィ鉄道網
- クタ-ペラブハン・ベノア-サヌール間鉄道網
- メングウィ-ウブド鉄道網
- メングウィ-ギリマヌク-スンバクランポック新空港鉄道網

フェーズ 3（2031～2040 年）：
- バドゥン-ブレレン鉄道網
- バリ島一帯の円形鉄道網（PKB エリア-アムラプラ-クブタンバハン）

バリ州の鉄道整備計画のデータでは、バリ島の北側と南側を結ぶ試みがあることが示されている。

図 4.2-9 バリ島の 2030 年に向けた鉄道網開発計画（出典:バリ州政府運輸局）

Gambar 16. Rencana Jaringan Kereta Api di Pulau Bali Tahun 2030

中期開発（2021~2025 年）の第一段階における観光地間の接続性向上が計画通りに実現すれば、観光客の移動パターンや運輸業界には大きな影響があると予想される。各エリアに

鉄道の駅ができることで、観光客にとっても市民にとってもラストワンマイル交通の重要性はますます重要になると考えられ、移動体験の品質を総合的な観点で分析していく必要があると考える。

4.2.1.3 MaaS 関連動向概況

MaaS（Mobillity as a Service）は一般的に、ユーザーが複数のタイプのモビリティサービスの利用を計画し、予約し、決済すること等を可能にする、デジタルチャネルを介した新しいタイプのサービスの総称である。複数の公共および民間の交通機関の交通サービスを組み合わせることができ、１つのアカウントで決済も可能な仕組みが備わっており、ユーザーは1回の利用ごとに支払うことも、所定の利用範囲で定額料金として支払うこともできる場合が多い。MaaSは、自動運転、コネクテッドカー、EVなどの新たな車両関連の技術と相関しながら、新しいタイプの未来のモビリティの創出に貢献している新産業と捉えられている。ここでは、インドネシア及びバリにおけるMaaS関連の概況を整理する。

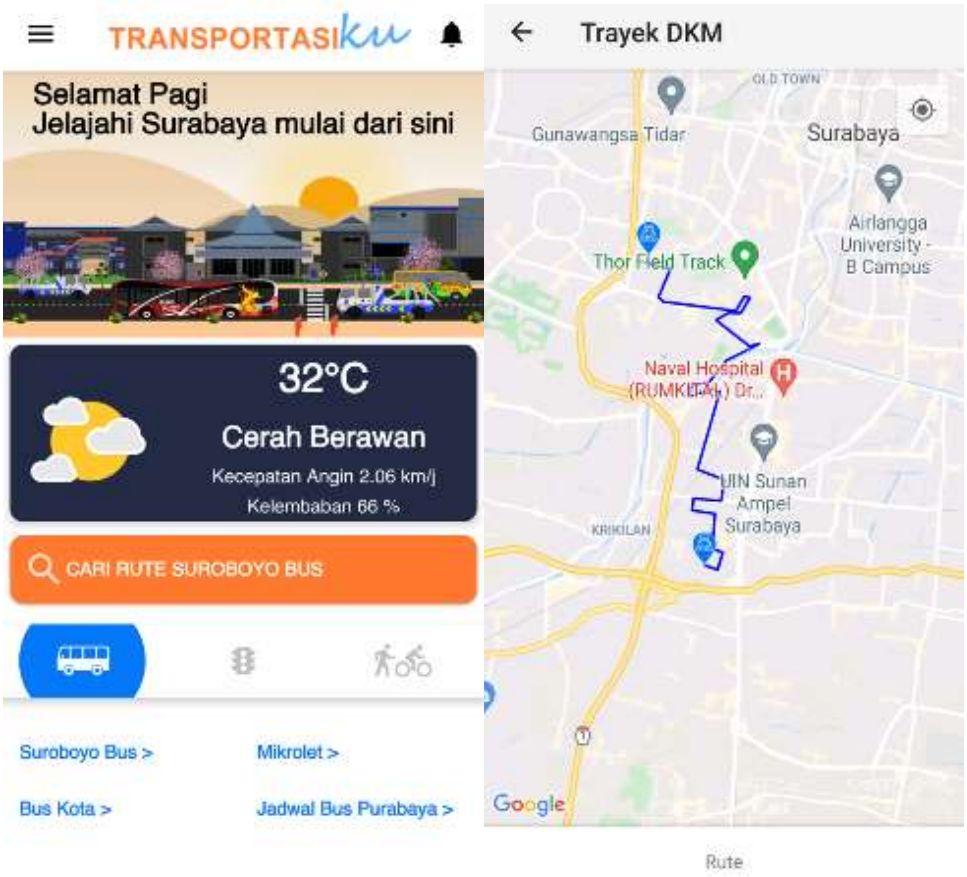
【インドネシア全体における MaaS 動向】

インドネシアにおける都市型モビリティの開発は、まだインドネシア全土に行き渡っておらず、主にジャカルタ、スラバヤ、バンドンなどの大都市のみで展開されている。しかし、ライドシェアリングサービスの普及に伴い、MaaS の知名度も上がってきている。このような MaaS やライドシェアの成長を支えているのは、近年、各都市で急増している TOD（Transit Oriented Development/公共交通指向型開発）の動向である。また、ジョコ大統領主導で、主要都市がスマートシティ化を進めていることを考えると、インドネシアでは今後 MaaS がさらに普及していくと言えるだろう。

現状展開されている MaaS の展開は、大きく分けて MaaS アプリケーションとオンデマンド交通サービスに分けられる。インドネシアで一般的に使われている MaaS アプリケーションにはいくつかの特徴があるが、その一つは、特定の都市で利用することを想定されている点である。

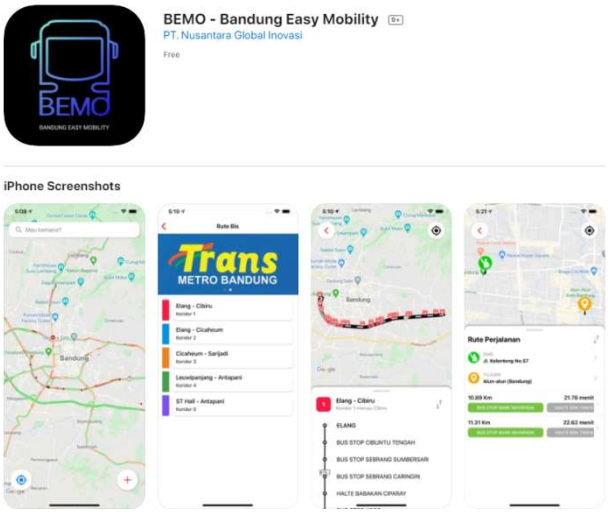
例えば、前述のスラバヤ市政府が開発した「トランスポータシク(Transportasiku)」アプリは、バスの時刻表やルート情報の提供、バスを待つ乗客が QR コードでバスの運転手に通知できる機能、監視・防犯カメラシステム（CCTV）へのアクセス権などのコンテンツを提供している。一方でこのアプリは、先進的な MaaS アプリのように、旅行関連サービスやと決済の仕組みなど、より一体化されたサービスは提供していない。

図 4.2-10 「Transportasiku」アプリ画面



同じく大都市のバンドンでは、交通局が「BEMO」（Bandung Easy Mobility）アプリケーションをリリースしたと発表した。このアプリケーションは、バスの位置、最寄りの観光スポット、移動時間の予測などの機能を備えている。

図 4.2-11 「BEMO」アプリ紹介画面（Apple app store）



ジャカルタでは、4 つの公共交通機関（電気鉄道(KRL)通勤線、MRT ジャカルタ、LRT ジャカルタ、トランスジャカルタバス）を統合したスーパーアプリのプロバイダーとして、地方政府が地元企業と協力して開発した。ジャカルタ州政府によると、2021 年 8 月にアプリと IC カードがすべての交通機関でテストされたという。

一方、インドネシアでよく使われている全国的なモビリティ関連のアプリとしては、日本でも一般的に利用されている Google マップのほか、各都市の公共交通機関を広く網羅し、目的地までの乗り継ぎルート、所要時間等を無料で検索できる「Moovit」や「Trafi」といったアプリ、またリアルタイムの渋滞情報と交通状況を提供する地図系アプリ「Waze」などがある。いずれのアプリも、あくまで情報提供と検索機能が基本的な機能であり、いわゆる MaaS と呼べるカテゴリーのものではないと考えられる。

また、オンデマンド交通サービスは、インドネシアでは比較的新しい分野であるため、現状ではまだあまり発展していない。一般的に、オンデマンドサービスのカテゴリーで最大のマーケットシェアを持つのは Gojek 社であり、それに続くのが Grab 社である。この 2 つのアプリは、ライドヘイリングサービスを中核として、フードデリバリーや荷物配送などの他のサービスも幅広く展開し、いわゆるスーパーアプリと言われる業態の先駆けとなっている。

一方、一般的なバスサービスは、地元企業や地方自治体によって提供されることが多い。近年中央政府は、市営バスの利用率を向上させるために BTS（Buy the Service）プログラムを開始した。このプログラムでは、都市交通を効率的に発展させるために、中央政府が高速バスサービスの運営費の全額を負うこととなっている。

オンデマンド交通サービスについては、インドネシアではまだ特筆すべきアプリケーションや先進的なビジネスモデルは存在しない。最も近いモデルはマイクロバスサービスで、どこでも送迎できるシステムを備えてはいるが、アプリケーションを使って乗客を集めたり、バスを呼んだりできる機能は有してはいない。

【バリ島における MaaS 動向】

現状では、バリにおけるMaaSの発展、普及はほとんど実現していない。交通分野、観光分野のサプライチェーンを構成する各種サービスは、上手く連携されておらず、あくまでバラバラに展開されている形である。外国人観光客がバリ島の各エリアを旅行する場合、良質かつニーズにフィットする宿泊施設、観光施設、交通手段等を容易に発見、特定することは難しく、支払い等のプロセスでも苦労することが多い。これまでのところ、移動を可能にするMaaS領域のアプリケーションは、GojekやGrabのような一部の個別の補完的なサービス（パラトランジット・サービス）に限られている。

4.2.1.4 バリにおける移動体験の課題

前述のとおり、バリ島には個性豊かな様々な観光エリアが点在しており、一度の滞在で複数のエリア間を周遊する観光体験が好まれる傾向にある。比較的距離が離れたエリアもあるため、観光客は滞在中タクシーや周遊バス等を複数回利用し、ホテルから各観光エリアへ移動するケースが多い。バリ島には一見様々な交通サービスが混在しているため、滞在中の移動体験は利便性が高いように見えるが、実際に体験してみると、例えば同じく世界的なリゾート地であるハワイと比較すると、各モビリティの質（安心・安全・快適性等）や移動の自由度、ユーザビリティ等の観点では大きく及ばず、様々な課題が見受けられる。

【中～長距離移動における課題】

各エリア間の移動や比較的離れたエリア内の移動では、タクシーやチャーターカー、周遊バスを利用することとなる。タクシーを利用する場合、予約しない限りは基本的に流しの車両を自らピックアップすることとなる。前述のとおり、仮にローカルタクシーに乗車にすると、時には英語も通じない、通じにくいドライバーと金額を交渉しなくてはいけないシチュエーションがあり、また時には割高な要求額に対して粘り強く交渉を進める必要があるなど、観光客にとって心理的負担が非常に大きい。さらには、全国ブランドのブルーバードタクシーにカモフラージュしたローカルタクシーも存在しており、路上でピックアップする際には様々な点に注意を要する。

配車タクシーを利用する場合には、こうした金額交渉などは必要がなく、目的地もアプリ上で設定ができるため、心理的不安は少ない。一方、車両の清潔感やドライバーのサービス品質にはバラつきがあるほか、地域独自のルールでこうした配車タクシーの利用、停車ができないエリア（ウブド等）も複数点在しており、ローカルタクシーを選択せざるを得ないシチュエーションも生じる。

チャーターカーは、ガイド・ドライバー付きで好きな場所へ移動が可能な自由度の高いサービスだが、料金は高額である。また、事前にガイドやドライバーの評価をみて予約ができるわけではないので、言語能力の低いガイドや態度の悪いドライバー等にあたる可能性もある。

バスに関しては、公共バスの利用は観光客にとってかなりハードルが高いものの、民間事業者によって運営される路線バスは路線数も豊富であり、車両の快適性も優れているなどユーザビリティが高い。一方、運行間隔が 30~120 分と広く、外回りのみ、のようなルートも存在することから、移動における自由度という点では低い。

【短距離移動】

エリア内の移動は、徒歩・自転車・タクシーを利用することとなる。近場なら問題はないものの、比較的離れた距離にある目的地に向かう場合、暑い気候のなか整備されていない歩道を歩き続けるのは身体的に負担が大きい。そのためモビリティを利用した移動が検討されるものの、流しのタクシーを利用する場合は、先述のとおり割高な料金を提示される可能性が高い。そういった目にあわないためには、そのタクシーがブルーバードかローカルのものか見極める必要がある。

気軽に移動できる手段として自転車があるが、宿泊しているホテルやツアー会社で事前に予約等をしない限りは路上のローカル事業者からレンタルをすることとなる。この場合、整備されていない古い自転車が多くを占めており、ブレーキやハンドルの操作性が悪く安全性で不安を抱えるようなケースが多い。

【総括】

以上のように、バリ島には様々なモビリティサービスが存在しているものの、中長距離・短距離の移動ともに多くの課題が見受けられる。特に、ラストワンマイルとも言われるエリア内の短距離移動については、妥当な交通手段自体が見当たらず困惑する状況も多く、大きな課題が顕在化している状況である。土地に慣れない外国人観光客にとって安心、安全、快適であり、自由度およびユーザビリティの高いモビリティサービスが求められていると言える。

4.2.2 開発コンセプトと受容性

4.2.2.1 サービス開発の方向性

バリ島、あるいはサヌール及びヌサペニダ等の主要エリアでは、今後 EV バス、電気トラム、鉄道等を軸とした新規の公共交通の開発、整備の計画も進んでおり、それらと連携、接続する形で、ラストワンマイルの交通サービスを展開する好機と捉えられる。

観光客目線での顕在化しているニーズ、現地における EV 及びインフラ開発や公共交通の開発動向を踏まえ、まずはサヌールエリアでの周遊型のオンデマンドバスサービスの導入を検討する。顕在化しているニーズに応えて、コアなユーザー、リピーター観光客に利用してもらい、評判を獲得し、サービスとしての基盤を整える。

その後、多機能化とともに対象顧客、事業展開エリアを拡張させ、バリ島観光におけるファーストオプション、寡占的なポジションを獲得できる「BaliMaaS(仮称)」への拡張、進化を目指す。バリ島、あるいはインドネシアにおいては、いまだアプリベースのオンデマンド移動サービスや観光 MaaS がほとんど出てきていない現状を踏まえ、寡占的なプラットフォームのポジションを獲得するチャンスがあると考えられる。その際、現地州政府、州営企業、パートナー企業とのアライアンスを前提に、公共情報や防災情報等の配信、緊急時のコミュニケーションサポート等のサービスを付加することで、パブリックサービスとしての顔つきも作りながら事業展開することがプラスに働く可能性があることを念頭に置いておく。

4.2.2.2 「オンデマンドバスサービス」概要

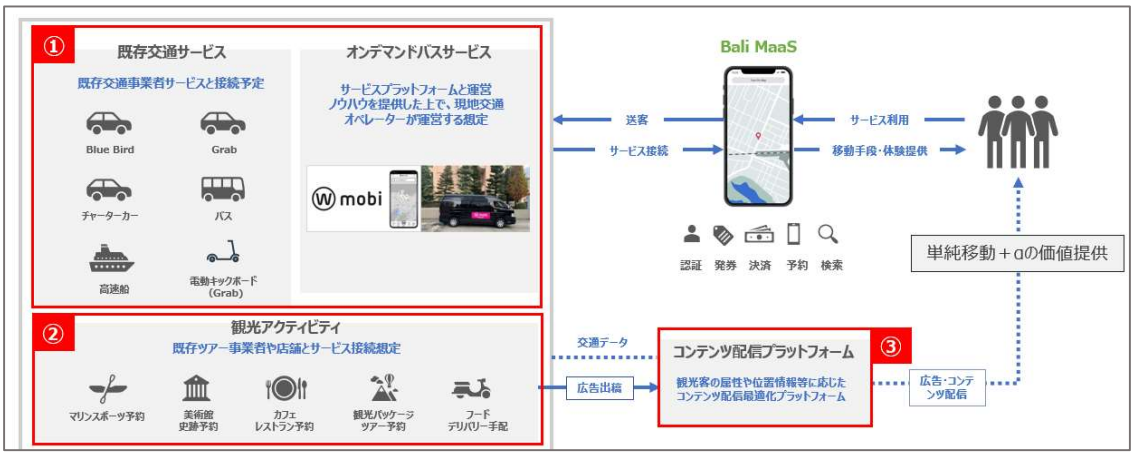
サービスコンセプトは、「コミュニティ・モビリティ」。オンデマンドで、アプリ上で呼び出せば、付近の「仮想バス停」まで 10 分程度の短時間で迎えに来てくれ、気軽に好きな場所へ移動できる、10 人前後の乗り合いバスサービス。旅先であっても、同じ時間、同じ場所を訪れ、滞在している人たちを広義の「コミュニティ」と捉え、ともに良質な移動体験を創出する。また、ドライバー側も、一期一会の旅先での出会いを大切にしながら、良質な移動体験を提供する。安心安全で、便利で、手軽で、単純移動以上の価値を提供できるサービスを目指す。料金は、滞在日数に応じた定額制（サブスクリプション）を想定。エリア内の運行ルート、運行時間ごとの運行台数等は、AI により常に最適化される仕組みを導入する。

EV 車両（バス）については、現地 EV 政策やインセンティブ、今後骨子が定まってくる EV 特区の方針等を踏まえ、初期は限られた台数を導入しつつ、徐々に増やしていくことを想定する。SDGs にも寄与する、脱炭素時代の新たな移動体験を体現するものとしての EV の意義の定着、イメージ向上をコミュニケーション展開で実現し、「EV ブランディング」をサービス成長、顧客獲得の武器の一つと捉える。

図 4.2-12 オンデマンドバスのサービスコンセプト

4.2.2.3 観光 MaaS「Bali MaaS（仮称）」概要

図 4.2-13 「Bali MaaS(仮称)」のサービスコンセプト



オンデマンドバスサービスを初期フェーズの集客装置として機能させながら、ユーザーの獲得数、属性を分析しながら機能を拡張させていく。具体的には、オンデマンドバス以外の移動サービスにも接続して利用できるようにし、さらには移動する先の目的である、観光関連のアクティビティ（マリンスポーツ、美術館やアミューズメント施設の利用、カフェ・レストランの利用、その他ローカル観光体験等）を検索・予約・決済できる仕組みも想定。

また、さらなる付加価値として、移動体験に合わせたコンテンツ配信プラットフォームの実装を想定。ユーザーの属性、移動データや決済データ等に基づいて、パーソナライズされた広告・クーポン、その他プロモーションコンテンツ等をアプリ上で配信。ある時間、あるルートを移動中の時だけに訪れる機会を捉えて購買の動機を喚起したり、オンリーワンの観光体験を提案したりすることにより、ユーザーベネフィットの向上とマネタイズポイントの多角化を実現することを目指す。コンテンツはその他、地域ごとの天気情報や新型コロナ感染対策関連の情報など、公共性の高い情報も入れ込みながら、ユーザーの利便性、安心の向上に寄与できるよう設計する。

図 4.2-14 コンテンツ配信プラットフォームのイメージ

自動運転車等の移動サービスの利用促進と新たなメディア開発、行動変容を目的としたシステム。

現状 単純な自宅と駅の移動で利用。往復で利用するユーザーは少ない

実施後 移動中に近隣施設の広告・クーポンを配信することで移動機会を創出。かつ隣接する商業施設へ集客。

広告動画視聴・クーポン配布

以下フローで動画視聴した利用者がクーポンを取得する。

提示例
（各種設定により変更可能）

1. 広告動画再生画面(車載スマートフォン)
設定された広告動画が流れ、画面右側に
クーポン選択画面へ遷移するボタンが設置されています。

2. クーポン選択画面(車載スマートフォン)
設定されたクーポンが最大6枠表示されます。
6枠に設定が満たない場合は、
右下から左上の順番でクーポンが空欄となっていきます。

3. QRコード表示画面(車載スマートフォン)
「2. クーポン選択画面」で選択されたクーポンの
発行用QRコードが表示されます。

4. クーポン表示画面(ユーザー側スマートフォン)
「3. QRコード表示画面」でアンケート端末に映し出された
QRコードを読み取ると選択したクーポンが表示されます。
※webブラウザベースでスマートフォン表示していただきます。
アプリではありません。

5. クーポン使用後画面(ユーザー側スマートフォン)
「4. クーポン表示画面」の下部にある「クーポンを利用する」
ボタンを2回タップして店舗の方に見せて利用します。その後、
「利用済」表示がされてこのクーポンは使えなくなります。

また、将来的には、WG①チームで検討している道路モニタリングデータや、WG③で検討している電力需給データ、チャージャーステーションでの充電データ、その他さまざまな分野、種類のデータとも連携させ、ユーザーやパートナー事業者に対して新たなベネフィット、価値を生み出せるスキームを視野に入れる。目下、新たな EV エコシステムの創出に向けて、ユーザーの行動データとインフラデータのシナジーを生み出すべく、ユーザーデータの蓄積、分析、利活用を推進する想定である。

4.2.2.4 既存交通サービスとの比較

下記にあらためて整理する通り、既存の主要交通サービスについては様々な観点で課題がある。総論としては、一般的な外国人観光客にとっては、安心・安全・快適な交通手段はなかなか見当たらず、移動の自由度、ユーザビリティにも課題があり、利用する度に検索、予約、決済を繰り返す必要があり、手間と労力がかかる。

表 4.2-6 既存主要交通サービスの課題

現状の移動手段	課題
総括	• 安心・安全・快適性の欠如 • 移動の自由度、ユーザビリティの欠如 • 検索・予約・決済を都度バラバラにする必要がある
ローカルタクシー	• 言語の通じないドライバーとの金額交渉が必要。 • 質は低いが、割高な金額を提示される可能性が非常に高い。 • BlueBirdタクシーとの見分けがつきづらい。
ブルーバード	• ウブドエリアでの乗車が不可能。 • ドライバーによってサービスおよび車両の質にバラつきあり。
配車タクシー(Grab等)	• ウブドエリアでの乗車が不可能。 • ドライバーによってサービスおよび車両の質にバラつきあり。
チャーターカー	• ガイドドライバー付きのため、単価が高い。 • 旅行サイトでの予約手続きが事前に必要。 • ドライバーをレビュー等で選ぶことができない。
周遊バス	• 運行間隔が30~120分と比較的感覚が長い。 • 運行ルートは比較的幅広いが、自由度には限界がある。 • 事前のチケット購入や当日売り場でのチケット購入が必要。
高速船	• 事前のチケット購入や当日現場での売り場にてチケット購入が必要 • 乗り入れ場所が整備されておらず車両も古いことが多い。
自転車・キックボード	• レンタル可能な場所が少なく、見つけづらい。 • メンテナンスがなされておらず故障車両が多い。 • キックボードは一部エリアに数台程度しか導入されていない。
徒歩	• 気温、湿度ともに高く暑いため、長時間の歩行は難しい。 • 歩道が整備されていないことが多く、歩きづらい。

こうした現状を踏まえ、オンデマンドバスサービス及び「Bali MaaS」アプリには、下記のような優位性があると考える。

【個別交通サービスとしてのオンデマンドバスサービスの優位性】

●「移動の自由度」に関する優位性

オンデマンドバスはユーザーの要望に合わせて、移動の発着地点をフレキシブルに決められるサービスである。乗合は前提となるものの、定められた運行ルートや運行間隔に縛られることなく、好きなタイミングで好きな場所へ移動をすることが可能である。

●「ユーザビリティ」に関する優位性

アプリ上でいつでも手軽に予約から決済まで完結できるため、事前にツアー会社や販売窓口等でチケットの手配をする必要がないほか、数週間前から予約手続きをする必要もない。アプリで予約をすれば 10 分以内に付近に到着する迅速性の観点でも、周遊バス等と比較して優位である。

●「コスト」に関する優位性
現地滞在期間に応じて、リーズナブルな定額制で利用し放題となるサブスクリプション型サービスを想定している。ニーズに合わせて自由に移動できる交通手段としてチャーターカーもあるが、ドライバーや通訳のコストも利用料金に上乗せさせるため高額である。現在検討しているオンデマンドバスサービスは、乗合いサービスにしてユーザー1 人あたりにかかるコストを分散させることで、圧倒的なコストメリット、コストパフォーマンを実現できる可能性が高い。

●「安心・安全・快適性」に関する優位性
実績のある研修プログラムにより一定のスキル、サービスクオリティを保有するドライバーがサービスを提供し、丁寧にメンテナンスされた良質な車両を使うことで、安心、安全、快適な移動体験実現する。一般的にバリ島の交通サービスは、道路の質が悪い上にドライバーの運転も丁寧でなく、また十分に整備されていない車両を使うことも多いので、ユーザーにとって不快な移動体験となるケースが多々ある。そうした背景を踏まえ、日本の水準で高品質とされるサービスを現地で提供できれば、圧倒的な優位性を獲得できると言える。

【観光 MaaS としての「Bali MaaS」アプリの優位性】
●「移動の自由度」「ユーザビリティ」に関する優位性
・「Bali MaaS」アプリでは、オンデマンドバスだけでなく、様々な交通サービスを同じアプリ上で予約から決済まで可能となる。そのため、移動する距離や気分に合わせて好きな交通サービスをユーザー自身が選択し、面倒なステップ（窓口でチケットを購入する・ローカル事業者と料金を交渉する・サービスを利用するために個別アプリをダウンロードする等）を挟むことなく利用できるようになる。

●「コスト」に関する優位性
滞在期間中、少し距離のある複数のエリア間の周遊、また同じエリア内での頻繁な移動が比較的多くなるバリの観光において、オンデマンドバスサービスを含む様々な交通サービスを定額で利用し放題となる「Bali MaaS」は、移動コスト的に優位であると言える(詳細な金額設定は未定だが、バリ滞在中の平均的な移動コストよりはかなり安価になる見込みである)。

●「安心・安全・快適性」に関する優位性

アプリ上で、各交通サービスの利用レビューをユーザー同士でシェアできる仕組みを備えることにより、サービスの質を事前に比較、検証することが可能となり、悪質なサービスは結果的に排除されていくことにもなる。そのため、ユーザーは自身の要望、コスト感などに合わせて適した交通サービスを選択することができるようになり、結果として安心、安全、快適な移動体験を実現しやすくなる。

●「移動以外にも様々なメリット」があることの優位性

前述の通り、「Bali MaaS」アプリでは、移動のみならず、観光アクティビティとの連携や、パーソナライズされた情報の提供等、さまざまな機能をワンストップで実現することを目指す。それによって、単なる交通サービスアプリの域を超えた、まだ市場に存在していないオンリーワンの付加価値を生み出すことが可能になる。

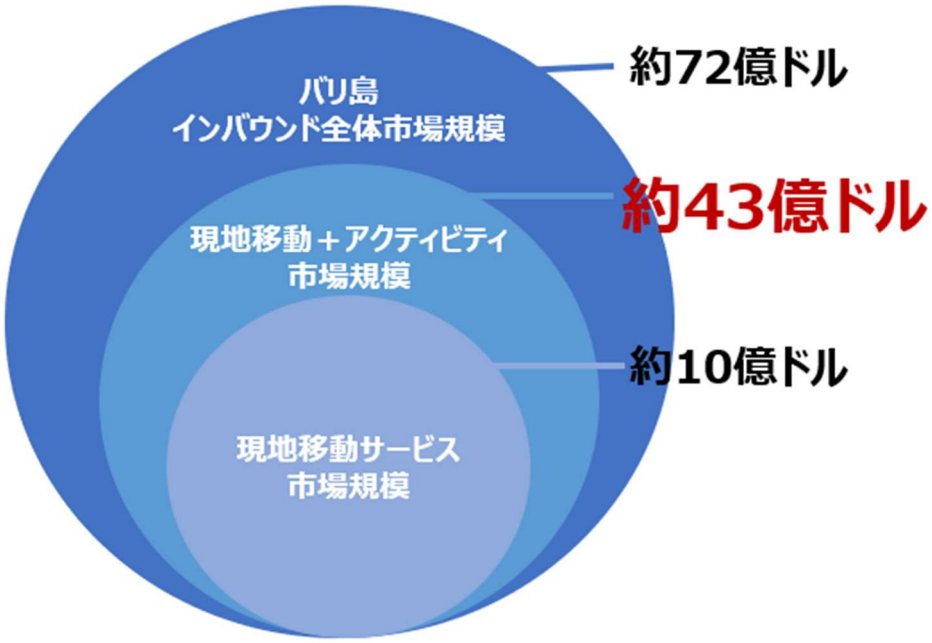
4.2.2.5 サービスの受容性

【推定市場規模及び売上規模】

前述の通り、バリ観光における外国人観光客の平均的な現地滞在期間、滞在中の用途別平均出費額等のデータがリサーチできたため、ここでは外国人観光客（インバウンド市場）のみに対象を絞り、リーチできる市場規模を推定する（2019 年の各種実績値から推定）。

オンデマンドバスサービス単体として獲得し得る移動サービス関連の推定市場規模は、最大で約 10 億ドルとなる。また、「Bali MaaS」の主要事業スコープであるアクティビティ関連市場まで拡げると、その推定市場規模は最大で約 43.1 億ドルとなる。参考までに、パンデミック前の北海道における訪日外国人観光客の推計観光消費額全体が、約 4,323 億円だった（「令和元年度北海道来訪者満足度調査」より）。バリ島のインバウンド市場のスケールがいかに大きく、移動及び観光アクティビティ市場にスコープを絞っても十分なポテンシャルが存在することが分かる。

図 4.2-15 推定市場規模



さらに、上記推定市場規模を前提として、外国人観光客全体に対するユーザー数のシェアを松・竹・梅で設定し、アプリ利用の際のマージンを仮に 10%と仮置きした際の、事業開始 5 年後の推定売上規模を算出した。

表 4.2-7 推定売上規模

種類	推定市場規模	シェア		マージンの割合	推定売上規模
オンデマンドバスサービス	$1,000,000,000	松	15%	-	$150,000,000
		竹	10%	-	$100,000,000
		梅	3%	-	$30,000,000
種類	推定市場規模	シェア		マージンの割合	推定売上規模
BaliMaaS（移動）	$1,000,000,000	松	50%	10%	$50,000,000
		竹	15%	10%	$15,000,000
		梅	10%	10%	$10,000,000
BaliMaaS（アクティビティ）	$3,300,000,000	松	30%	10%	$99,000,000
		竹	7%	10%	$23,100,000
		梅	3%	10%	$9,900,000
BaliMaaS（グロス）				松	$149,000,000
				竹	$38,100,000
				梅	$19,900,000

上記はあくまで、インバウンド市場のみに絞った推定であり、パンデミック直前の 2019 年時点でバリ島を訪問した国内観光客が別途約 1000 万人程度いたことを考えると、インバウンド需要、旅行需要の回復が見込めれば、さらに大きな潜在市場が存在すると考えられる。

【主な想定ユーザー（外国人観光客）への受容性調査】

サービスの主な顧客として想定している外国人を対象に、オンラインアンケート及びオンラインインタビュー形式の需要性調査を実施した。その結果を下記の通りまとめる。

①オンラインアンケート調査

【実施概要】

実施期間：2021 年 12 月末~1 月中旬

対象者出身国　：日本、中国、シンガポール、オーストラリア

回答方法：各国の旅行サイト交通サービス、Facebook 等の SNS でのオンラインアンケート

サンプル数：1,114 名

調査内容：バリを訪問する観光客が比較的多い国の対象者に対し、バリおよびその他観光リゾートに関する不安、不満、課題を調査するとともに、現在検討中のサービス（オンラインバスサービス及び「Bali MaaS」）に対する需要性を調査した。

個別項目の調査結果は、下記の通り。

＜バリ旅行への関心度＞

コロナが落ち着いたらバリに行ってみたいか（海外リゾート経験者）

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
はい	83%	79%	31%	67%	65%
いいえ	17%	21%	5%	33%	19%

コロナが落ち着いたらバリに行ってみたいか（海外リゾート未経験者）

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
はい	76%	79%	31%	67%	63%
いいえ	24%	21%	5%	33%	21%

まだバリへ行ったことがない方も「コロナが落ち着いて行ける状況になったら行きたい」と約 60%以上の方が回答。ポストコロナ時代においては、繁華街や密集を避け、自然の中でゆったり過ご

す旅行を選ぶ傾向がより強くなり、都市型観光よりもリゾート観光の人気が高くなる可能性が感じ取れる。

＜バリ島内での移動方法についての調査結果＞

バリで利用する移動手段（複数回答）

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
チャーターカー	31%	48%	31%	35%	36%
タクシー（路上）	23%	11%	37%	14%	21%
タクシー（ホテル）	35%	30%	62%	40%	42%
配車アプリ（Grab）	1%	31%	28%	23%	21%
配車アプリ（Gojek）	3%	28%	30%	11%	18%
配車アプリ（タクシー）		7%	40%	16%	21%
配車アプリ（その他）		4%	7%	5%	5%
レンタカー	7%	20%	38%	9%	19%
レンタルバイク	3%	13%	22%	2%	10%
レンタサイクル	3%	4%	10%	2%	5%
路線バス	15%	4%	38%	4%	15%
ボート・船	5%	4%	23%	0%	8%
徒歩	31%	26%	36%	26%	30%
その他	8%	11%		21%	13%

その他の海外リゾートでの交通手段（複数回答）

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
チャーターカー（ガイド付）	33%	34%	66%	16%	37%
タクシー	33%	46%	58%	65%	51%
配車アプリ	6%	47%	39%	32%	31%
公共交通（電車）	55%	60%	54%	63%	58%
公共交通（バス）	31%	25%	38%	19%	28%
レンタカー	15%	37%	34%	32%	30%
レンタルバイク・サイクル	1%	6%	22%	5%	9%
徒歩	33%	37%	45%	46%	40%
その他	1%	1%	0%	5%	2%

世界の他の観光リゾート地と比較して、バリ島内での移動手段は公共交通が未発達であるため、チャーターカーの利用率がどの国の方々も多い。日本以外の国の方々は、Gojek や Grab などの配車アプリを活用した移動が多い。日本以外の国の方々は、日本と異なり普段からアプリ

を利用して移動することが一般的であるため、海外旅行の短期滞在中の移動においてもアプリを利用することに特段抵抗感がなく、滞在先の国で便利なアプリを適宜ダウンロードして利用する傾向が見て取れる。

＜海外旅行における不安・不満・課題＞

海外旅行中の買い物で、不安・不満や課題

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
情報が少ないため、どこに行けば買いたいものがあるかわからない	33%	43%	45%	32%	38%
情報が多すぎるため、どこに行けばよいかわからない	19%	26%	36%	25%	27%
何が人気商品、名産品なのかがわからない	20%	28%	68%	33%	37%
自分の好みに合った商品が探せない	22%	22%	49%	11%	26%
行き方がわからない	28%	27%	42%	18%	29%
お店の中で欲しいものを見つけれない。	11%	13%	35%	18%	19%
店員等と言葉が通じない	51%	33%	47%	28%	40%
その他	7%	2%	0%	12%	5%

海外旅行中のアクティビティ・体験の不安・不満や課題

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
何か人気アクティビティなのかわからない	16%	40%	45%	30%	33%
自分の好みに合ったアクティビティが探せない	31%	25%	42%	16%	29%
どこに行けば体験できるかわからない	28%	41%	74%	40%	46%
予約の仕方がわからない	36%	26%	50%	12%	31%
行き方がわからない	21%	27%	52%	21%	30%
インストラクター等と言葉が通じない	43%	25%	37%	25%	33%
その他	9%	4%	0%	16%	7%

海外旅行中の飲食での不安・不満や課題

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
どこに行けば食べたいものがあるかわからない。	29%	39%		49%	39%
何か人気料理、人気メニューなのかわからない	28%	47%		37%	37%
レストラン等への行き方がわからない	16%	32%		18%	22%
支払いが難しい、面倒だ	32%	17%		12%	20%
店員等と言葉が通じない	45%	30%		26%	34%
その他	9%	6%		21%	12%

日本や中国の方は、言葉が通じないことについて心配している方が比較的多かった。中国の方は、買い物においてもアクティビティにおいても相対的に不満、課題が大きく、シンガポールとオー

ストラリアの方は、特に飲食関連の不満、課題が大きいことが分かった。その他、ローカルな体験や、おすすめのショッピング情報、食べ物など、より詳しい現地の情報を知りたいというニーズに対して、うまく情報が提供できていない課題が、中国の方には特に顕著に表れ、全体的にも比較的高いことが伺えた。

＜オンデマンドバスサービスも使える観光 MaaS アプリに対する期待についての調査結果＞

オンデマンド定額交通が利用できる観光アプリについて(サービス概要とイメージ動画を見ての感想)

映像：https://www.youtube.com/watch?v=pPyhb3HamZU

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
とても利用したい	44%	5%	64%	61%	44%
利用したい	45%	46%	35%	35%	40%
あまり利用したいと思わない	8%	2%	1%	2%	3%
利用したいと思わない	3%	2%	0%	2%	2%

利用したいと思う理由

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
便利そうだから	71%	81%	74%	80%	77%
ワンストップで最適な移動手段がわかるから	36%	48%	75%	42%	50%
定額で様々な移動サービスが受けられるから	62%	57%	49%	62%	58%
レストランや観光アクティビティの検索や予約もワンストップでできるから	33%	36%	74%	42%	46%
自分の好みにあった情報もレコメンドされるから	14%	26%	43%	32%	29%
世界観が素敵だから	5%	42%	25%	44%	29%
その他	1%	1%	0%	0%	1%

利用したい金額（5日間のエリア定額乗り放題）

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
～5000円	23%	38%	18%	38%	29%
～7000円	14%	29%	33%	20%	24%
～10000円	46%	28%	35%	35%	36%
～15000円	9%	5%	13%	5%	8%
～20000円	9%	1%	1%	2%	3%

検討中の観光 MaaS（「Bali MaaS」）のサービス概要および利用シーンを描いた動画素材を事前に見せた後に回答いただいた結果、「利用したい」と回答した方がどの国も高く、平均で

90%を超えた。利用したい要因としては、どの国でも最も多かったのは「ひとつのアプリで様々なサービスが受けられて便利そうだ」という意見と、「オンデマンド交通の定額のサービスが使いたい」という意見が、大多数を占めていた。「5 日間・指定エリア定額乗り放題」でアプリを利用する際に支払う意思のある料金（Willing to pay）としては、全体では「～10,000 円」を選択する人が最も多く、調査前に想定していた「5000 円程度」という金額を大きく上回る結果となった。

＜旅行者の電気自動車（EV)に対する需要性についての調査結果＞

料金が同等であれば、できるだけ環境にやさしい電気自動車（EV）で移動したいかどうか

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
とても思う	32%	55%	60%	47%	49%
思う	47%	40%	38%	47%	43%
あまり思わない	18%	3%	1%	3%	6%
思わない	3%	2%	0%	3%	2%

環境にやさしい電気自動車（EV）で移動できることは、このサービスを利用する動機になるか

回答項目	日本	シンガポール	中国	オーストラリア	総計
とても思う	21%	39%	41%	42%	36%
思う	43%	47%	56%	33%	45%
あまり思わない	30%	10%	2%	18%	15%
思わない	6%	4%	0%	7%	4%

EV に対しての利用意向はどの国の方も比較的高く、「料金が他の交通と変わらなければ積極的に利用したい」と思っている方が多数だった。「EV で移動できることは、サービス利用の動機になるか」という質問に対して「とても思う」「思う」と回答した比率は、日本は約 64%に留まった一方、シンガポールは約 86%、中国は約 97%、オーストラリアは約 75%といずれもかなり高く、「あまり思わない」「思わない」を大きく上回った。

②オンラインインタビュー調査

【実施概要】

実施期間：2022 年 1 月

対象者　：日本人 9 名、シンガポール人 9 名

※①で実施したオンラインアンケート回答者の中から、過去にバリ旅行へ行った方々を抽出した上で属性等からさらに選出

実施方法：WEB 会議ツールを利用して、1 人 20 分～30 分程度の 1 on 1 ヒアリングを実施

ヒアリングから得られた回答の要点は、下記の通り。

＜バリ島旅行中の不安や課題について＞

（日本人旅行客）

・事前に WEB サイト等で調べても情報が古いことが多く、実際に行ってみると閉店していたことや、営業時間が急に変わっており、利用できないことがある。
・予約していても、お店から急にキャンセルの連絡がきたりして急に予定が変わってしまい、何をするか困ってしまった。
・移動手段がほぼチャーターカーか、タクシーのみ。都度料金交渉するのが面倒だった。
・ドライバーと言葉が通じない（英語も話せない）ので、予定変更したくてもできない。
・英語が話せない方は、ガイド付きのパッケージツアーを利用する方が多かった。一方英語が話せる方は、自身で事前に調べて行程を決めたり、到着してからホテルのスタッフやドライバーに勧められた場所を訪れたりすることが多い、という回答が多かった。

（シンガポール人の旅行客）

・旅行客に対して高い料金を持ちかけてくる場合があるので、事前に相場価格を調べた上で、高い場合はドライバーなどと交渉しないといけないのが面倒。
・盗難等のトラブルがあったと聞くことが多いので、常に気を付けていた。
・有名な観光スポット以外で、ローカルの方に人気のスポットや体験が発見できるといいが、なかなか効率的に適した情報を見つけられない。
・シンガポールの方は英語も話せる影響もあるのか、特に大きな課題はないと答えた方も比較的多かった。

＜観光 MaaS アプリ(オンデマンドバスサービスも含む)について＞

（日本人の旅行客）

・ひとつのアプリで移動手段や観光、レストランなどが検索、予約できるサービスはぜひ使ってみたい。
・今までパッケージツアーばかりに参加していただが、現地の移動や言葉の心配なく予約、利用できるのであれば、自由にプランが計画できるのでぜひ使ってみたい。
・1 日 2000 円~5000 円程度であれば、ぜひつかってみたい。
・限られたエリア内の移動だけではなく、空港とホテル間の移動や、少し距離の離れたサヌール～ウブド・クタ等の間の移動も必要になるので、そうした移動もカバーできるのであれば使いたい。

（シンガポール人の旅行客）

・観光アプリや情報アプリとしてはいいが、移動手段は相乗りではなく、チャーターカーがよい。リゾートでは高いお金を払ってもプライベート感を重視したい（ヴィラ滞在者）。
・バリだけで使うために新しいアプリをダウンロードするのは嫌なので、その他の国でも使えるグローバルサービスであれば、便利なのでダウンロードして利用したいと思う。
・（新しいアプリとなると）決済利用に対する安全性が心配な面はある。
・海外で始まったばかりのサービスを利用するのは不安なので、ある程度利用実績や口コミがあるサービスになってから利用したい。

＜全般的な考察＞

・シンガポールやオーストラリアの方は、バリ島へのリピーターの方や長期滞在されている方、アセアン地域の観光リゾートに慣れている方も多く、移動に関しては特段大きな課題感は見て取れなかった。高価格でも、プライベート感等を重視してチャーターカーを利用する方が多いことも、課題感の小ささに影響していると推察される。
・一方日本人や中国人の方は、コミュニケーションに関する不安を抱えている方が比較的多く、また意図が伝わらないことで実際にトラブルを体験された方も多く、バリも含め旅行全般における言語に対する課題意識が大きいと思われる。
・旅行中の情報収集に関する課題としては、どの国の方も、海外旅行者に向けての情報や案内が不十分、不公平であると感じ、また移動や体験の際に（国内旅行者向けの価格よりも）高く請求されることが多く、不満に感じている傾向がある。また、観光者向けの体験ではなく、ローカルな体験情報をもっと収集し、いろいろな体験をしたいというニーズが高い。
・日本人の方の多くは、選択できる移動手段がなく、仕方なくチャーターカーを利用しているのが実情であろう。タクシー利用に関しても、サービスの品質が良いときと悪いときとあり、ドライバーの対応が悪かったり、不当に高額を請求されたり、また夜の移動などの際に不安な経験をした方も多いようだった。そのため、いつでも同じサービスが安心して利用できることを魅力と感じているようであり、提示した「観光 MaaS アプリ（オンデマンドバスサービスの利用を含む）」については、「相乗りができて安く安心して移動できるのであればぜひ利用したい」というポジティブな意見が多かった。
・利用価格については、指定エリア内だけの移動だとタクシー等でも比較的安いので、少し離れたエリアのショッピングやレストランへの移動や、空港～ホテル間の送迎にも利用できるのであれば、1 日 2000 円程度支払っても利用したいという意見が多かった。
・「EV であることがサービスを選ぶ基準になるか」という質問に対しては、どの国も「とても思う」「思う」の合計が、「思わない」「あまり思わない」の合計よりも圧倒的に多いことが分かった。各国の比較では、日本だけが「とても思う」「思う」の合計回答が相対的に低く、シンガポール、中国、オーストラリアの平均より 22%低かった。

【現地交通事業者への受容性調査】

現地フィールドワーク及びオンラインインタビューにて、現地の主要な交通関連事業者に対して、現地における課題や我々が構想しているサービス等に関して、ヒアリングを行った。概要は下記の通りである。

＜バリ州陸上協会＞

1970 年に発足した、バリ州政府傘下で交通関連の民間企業のファシリテートを行う組織。バリで交通関連事業を営む 30 名程度の事業経営者が主要メンバーとなっており、その経営企業の業種内訳はタクシー会社が 3 社、バス関連会社が 7 社、その他個人チャーターカー事業等が 20 社程度となっている。

（同協会幹部のコメント主旨）

・近年 Gojek、Grab 等の新規競合社が出てきていて、ローカル事業者としては厳しい競争環境に置かれている。新しいサービスの導入も必要ではあるが、一方で地元事業主、地元雇用の保護も重要なテーマであり、そのバランスが、バリ島交通業界における難しい課題となっている。
・ローカルの交通事業者は、デジタルリテラシーが低い層が多く、プロセスや組み方を間違えると対抗勢力になる面がある。そうならないよう、陸上協会として村落企業等にアプローチすることもできる。既存車両の新たな活用法の提案、ドライバー向けの教育、レベニューシェアのあり方など、鍵となるいくつかのオプションを提示できると良い。
・個別サービスに関しては、昨年から、新たに政府主導で Satria Trans Jaya 社が運航を開始した路線バス「トランスメトロデワタ」は、まだあまり利用されていない模様。地元市民と観光客、両方ターゲットにしているが、コロナ禍の影響で目下観光客はほとんどおらず、地元市民も自家用車、自家用バイクで移動することが習慣化しているので、なかなか利用が増えない。
・目下、バリもとにかく二輪の自家用バイクで移動する人が多い。今後どうやったら二輪を減らし、EV を活用する人を増やせるか、まだまだ検討が必要。

＜Satria Trans Jaya 社＞

2019 年に発足した、バリの４つのローカル会社（交通、観光系）のジョイント・ベンチャーであり、現状 105 台のバスで、「Trans Metro Dewata」の名称で知られる路線バスを運輸省から委託されて運航している。これは、運輸省が主体となる、公共交通、大量輸送普及のための実証事業であり、運営コストは全額政府負担となっている。

図 4.2-16「Trans Metro Dewata」のバス（出典：PT.SATRIA TRANS JAYA)

（同社幹部のコメント主旨）

・バスのキャパシティは、ミドルサイズ。19 人座席、立ち乗り 22 人程度。所属ドライバー数は 228 人。

・EV バス導入の件は、これから具体検討を進めていく。

・主としては市民向け（観光客ではなく）で、一月平均 12 万～19 万人程度が利用（累計 160 万人程度が利用）しているが、まだ本格的な普及には至っていない。まずは無料でトライアルしてもらっており、今後有料（3000 ルピア）にしても利用されるか実証をしていく想定。

・検討中の「Bali MaaS」は大きなニーズ、意義があると感じる。今後ぜひ継続してリレーションを取ってコラボレーションの可能性を検討したい。

＜Grab Indonesia 社＞

ライドヘイリングサービス「Grab」を各国で展開するグラブ・インドネシア社の CEO 及び幹部チームと、現地にてディスカッションすることができた。幹部陣の発言主旨は下記の通り。

（同社幹部陣のコメント主旨）

・今後コラボレーションの可能性があれば、継続して協議したい。

・EV 市場はまだ成熟しておらず、コストも高いため、目下は投資として行っている。インドネシア政府がインドネシアでグリーン輸送を実施するのをサポートするために、持続可能な輸送ロードマップを実施している。グリーンミッションを開始するために、まずは 2 輪のモーターサイクルを購入することに投資した。4 輪 EV 車両はまだ高価であり、本格導入はまだ実現的ではない。

・なぜ日本製の EV バイクがインドネシアに本格導入されていないのかを疑問に思っている。日本のメーカーはオートバイ市場のシェア 90%を占めており、すでに良いブランドを持ち、人々の心を掴んでいるので、我々のサービスを後押ししれくれるであろう。早期の市場導入を期待したい。

現地交通事業者との連携については、①「Bali MaaS」の移動サービスの一環としての連携先候補、②オンデマンドバスサービスの運行パートナー候補、の側面で検討する余地がある。その際、高品質なサービスの提供、ユーザーベネフィットの向上は前提にしつつ、ローカルの企業、事業者と競合関係ではなく、協調・共創スキームを構築することができれば、スムーズに実装フェーズに入り、エコシステムの創出に結びつけることができると考えられる。そうした観点で、実装に向けては、具体的な良質なパートナー候補の選定、パートナー向け共創プログラムの開発等、さらに検討を進めていく必要がある。

【現地ホテル事業者への受容性調査】

現地フィールドワーク及びオンラインインタビューにて、現地サヌールエリアの主要な複数のホテル事業者に対して、現地における課題や我々が構想しているサービス等に関して、ヒアリングを行ったところ。フィードバックの概要は下記の通りである。

（顧客動向について）

・アジアからの顧客は 3 泊程度が多い。ヨーロッパからの顧客は 2 週間～1 ヶ月程度滞在する客も多く、リピーターも多い。
・オンライン予約が半数近くを占めていて、40 代以下は特にそうである。海外旅行者は booking.com、エクスペディア、agoda 等、国内旅行者はトラベロカ（インドネシアの旅行予約サービス）等のプラットフォームを活用する旅行者が比較的多い。
・宿泊客の交通手段は主に、Grab、Gojek、レンタカー、チャーターカー、路線バスなど。
・リピーターや現地に慣れている人は Grab や Gojek を使う人も多い。アプリがうまく使えない人は、ホテルのスタッフがアレンジを手伝って、バスやツアー等を手配するのが実情。

（現地課題について）

・新しいチャレンジを始めるには良いタイミング。直近 8 年くらいでだいぶ基礎インフラは整った。クルマや人流も増えてきた。でもまだまだ未熟で、開発の余地は大きい。
・空港とホテル間の送迎移動サービスは、追加オプションで予約時に選択。コストは顧客負担となっている。
・ローカルを尊重する慣習があるので、うまくコラボレーションする必要がある。ローカル人材の教育、質の向上、デジタル化が重要。

・バリは小道も多い。ローカルならではの道を知っているローカルのドライバーと組んで、一緒に質を高めていけるよう、インクルーシブなアプローチをとるのが良い。村落のドライバーとウィンウィンになるのが大事。
・グラブやゴジェックは外国人観光客のニーズには応えきれていない面がある。粗野で、あくまで生活用のサービスという色合いが強い。
・サヌールは広くないので、そんなに不便はないかもしれないが、少し足を延ばそうとすると、バリでは公共交通がほぼ無いのが大きな課題となる。結果的に、ファミリー層等は高額でもチャーターカーを使う人が多い。
・ブルーバードや Grab 等は、ウブドなどいくつかのエリアでは利用が禁止されており、ユーザーにとってはその点も課題。
・特定のホテルが、特定のローカルタクシーを使う必要があるなど、ローカルの既得権益のややこしい慣習が様々あるが、そうした点をクリアできれば地域として協力できる可能性は十分ある。

（「オンデマンドバスサービス」について）
・オンデマンドバスは、例えばレストランへ行くときなど、ニーズは確かにある。便利だしいいのではないか。いつでも便利に利用できる十分な台数あればよい。
・シンプルでいい。ワンストップで使えるのが良い。とにかく UIUX をシンプルにした方が良いと思う。ニーズはあると思う。
・旅行系プラットフォームと連動して、ホテル予約時に合わせてサービスを予約してもらう、という連携は、十分あり得る。ホテルと連携して顧客向けにプロモーションできると良い。

（「Bali MaaS」について）
・「Bali MaaS」のサービスはとても良い構想。ドライバー、レストラン等、ローカル企業、事業主と連係して、ウィンウィンにできればベター。ローカル事業者としては送客効果を期待するだろう。
・ワンストップサービスのニーズはある。似たようなサービスはまだバリには存在しないので、とても良いと思う。コロナ禍でデジタル化が、非接触化が進んだので、特に若い人向けにはとても良い。デジタル世代。中年世代でも簡単に使えることがとても大事。
・コロナ後、デジタル世代向けにとても良い。観光の形も変わる。ツアーオペレーターは衰退すると思う。面倒なことは無くす。いろいろな交通手段やアクティビティもあるので、ワンストップというのはとても良い。
・長期滞在やリピーターも多い、ヨーロッパ顧客の方がニーズが高そうだと感じる。

以上、現地ホテル事業者からのフィードバックを踏まえると、公共交通の未成熟、観光客向けのラストワンマイルを埋める交通サービスの欠如、コロナ禍による一層のデジタル化の進展等、観光客にとっての潜在的な需要性は大きいと考えられる。また、滞在者向けの付加価値提供の観

点で、ホテルパートナー向けの共創プログラムを整理した上で共同でプロモーションする選択肢も十分に考えられ、初期フェーズにおいては集客面での重要なパートナーとなり得ることがあらためて確認できた。具体的な良質なパートナー候補の選定、パートナー向け共創プログラムの開発等、さらに検討を進めていく必要がある。

4.2.3 実証サイト候補(サヌール・ヌサペニダ)概要

4.2.3.1 基本情報

【サヌール】

サヌールは、デンパサール＆クタを中核とするSARBAGITA首都圏エリアの付近に位置するエリアであり、ウブド、クタ、ジンバラン、レギャン、ヌサドゥア等と同様に、観光が盛んとなっている地域である。クタやウブドと比較するといわゆる観光スポットの数は相対的に少なく、中期・長期滞在者やリピーターの観光客に好まれる穏やかな空気が流れる高級リゾートエリアである。下記のようなエリア特性を有しており、MaaS開発の展開にあたって大きなチャンスとなり得る。

1. 国道が通っており、ギャニアル-デンパサール-クタ間の「ハブ」および交通の要所となっていること
2. デンパサール市唯一のビーチ・デスティネーションとして、ビーチ・ツーリズム、ショッピング、MICEを提供していること
3. マリンアクティビティが盛んなヌサペニダへのゲートウェイとして機能していること
4. サヌール-デンパサール-クタ・モビリティ・ネットワーク開発計画により、サヌール、デンパサール 市街地、西海岸の各目的地間の接続が改善され、交通の利便性が高まること

図 4.2-17 SARBAGITA エリアの空間構造
（出典：SARBAGITA Spacial Planning Document）

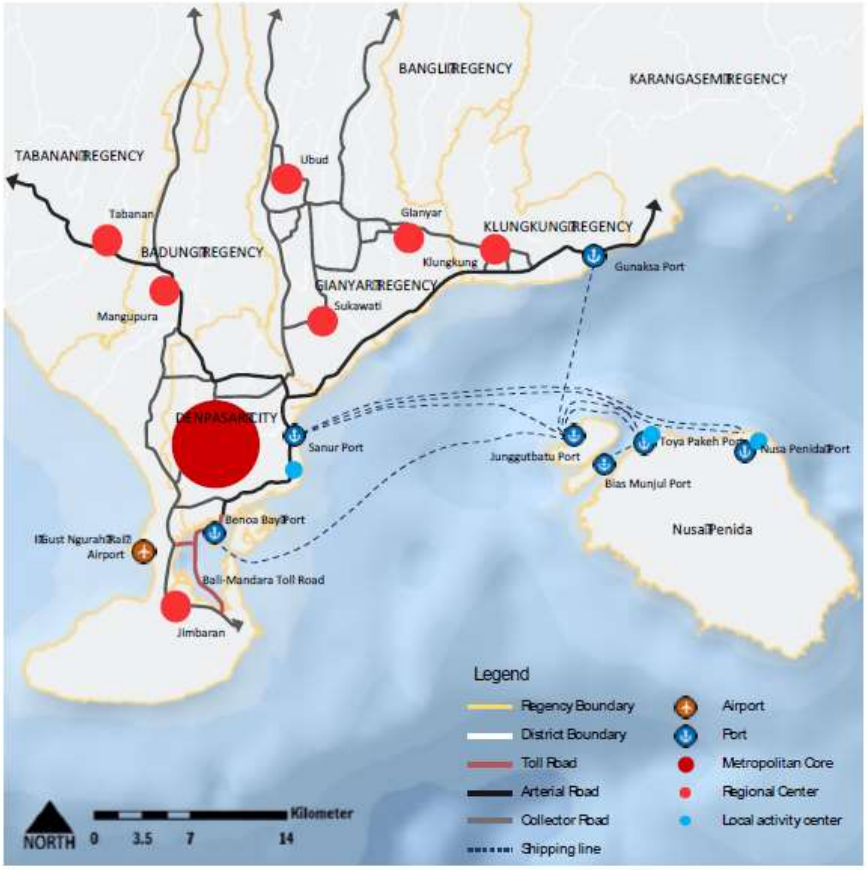


Figure. SARBAGITA Spatial Structure
Source: SARBAGITA Spatial Plan

図 4.2-18 サヌール周辺の交通ネットワーク
（出典：SARBAGITA Spacial Planning Document）

Figure. Sanur Transportation Network
Souce: SARBAGITA Spatial Plan

現状のサヌール地区のゾーニングは下記の通りとなっている。

図 4.2-19 サヌール地区のゾーニングマップ
(出典：Denpasar Spatial Planning Document & Remote Sensing Result)

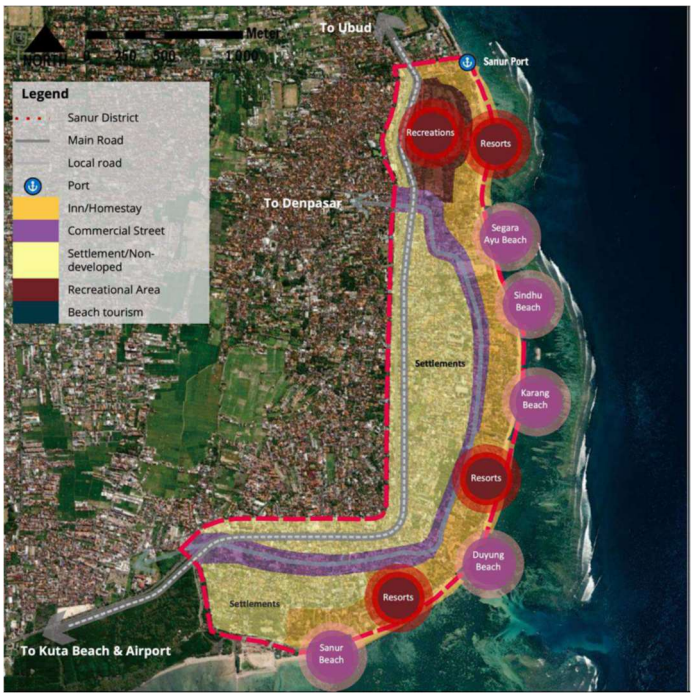


図 4.2-20 サヌール地区のアクティビティゾーニングマップ

(出典：Denpasar Spatial Planning Document & Remote Sensing Result)

サヌールは、特に朝日が美しいことで知られる魅力的なビーチが南北に延びており、バリでも人気のある国際的な観光エリアの一つである。 海岸沿いに、セガラアユビーチ、シンドゥビーチ、サヌールビーチ、カラン・ビーチ、ドゥユン・ビーチの 5 つのビーチが連なっている。また、ビーチサイドには、シーサイドレストラン、プライベートホテルなどが点在している。また、近隣にはゴルフなどのレクリエーション施設もある。ビーチから内陸に入った地元の集落エリアにも、借家（民泊施設）や別荘が点在している。 商業エリアには、スパ、小さなショップやカフェ、レストラン等が軒を連ねている。地区の北端にはサヌール港があり、ここがヌサペニダ等に接続する結節点となっている。

Figure. Sanur Beach

Figure. Grand Inna Bali

Source: befreetour.com

Figure. Karang Beach
Source: baligetaway.co.id

Source: hig.id

Figure. Segara Village Hotel
Source: tripadvisor.co.id

Figure. Artotel Beach Club
Source: tripadvisor.co.id

Figure. Hyatt Regency Bali
Source: traveloka.com

Figure. Bali Beach Golf Course
Source: befreetour.com

Figure. Maya Sanur Resort & Spa
Source: tripadvisor.co.id

サヌールエリアの様子

【ヌサペニダ】

ヌサペニダはサヌール東部の対岸に位置している離島であり、マリンアクティビティが盛んな観光地である。近隣にはレンボンガン島とチュニンガン島があり、諸島を形成している。バリの「ラスト・フロンティア」と位置付けられ、近年積極的に開発計画が進められている。

バリ島本島からヌサペニダへ行くには、サヌール（デンパサール）、トゥルクブノア、グナクサ（クルンクン）の 3 つのゲートがある。また、ヌサペニダ諸島には主な 4 つの港があり、そのうちヌサペニダ本島にはヌサペニダ港とトヤパケ港の 2 つがある。

図 4.2-21 ヌサペニダ周辺の交通ネットワーク
（出典：Klungkung Regency Spatial Planning Document）

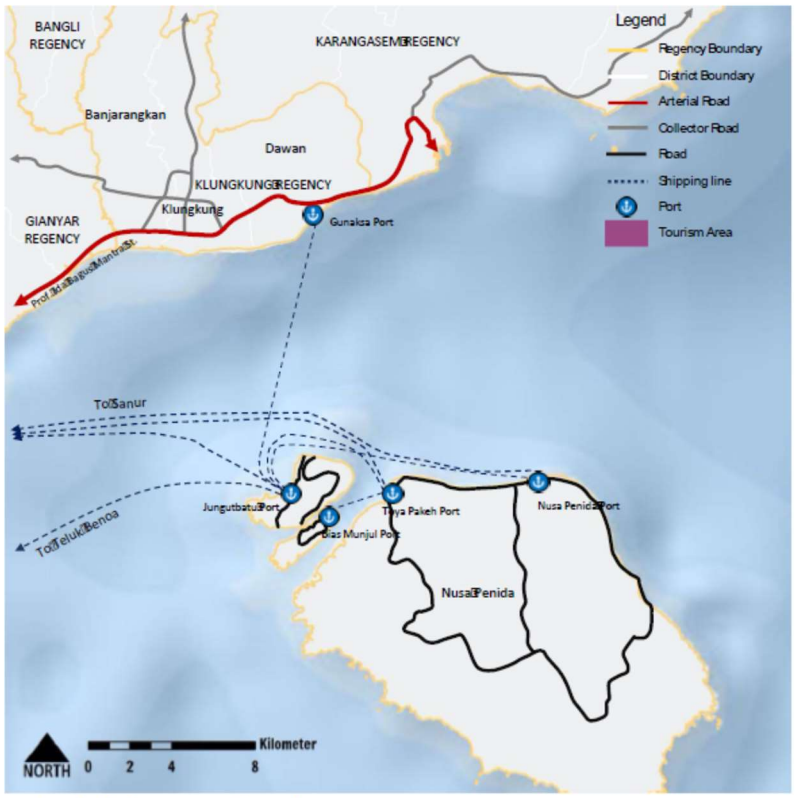


Figure. Nusa Penida Transportation Network
Source: Klungkung Regency Spatial Planning Document

ヌサペニダ港が位置する市街地は、ヌサペニダ観光の中心地として、様々なアクティビティが展開されており、ビーチ、海辺のレストラン、リゾート、ショッピングエリアなど、さまざまな施設がある。ヌサペニダ港周辺の市街地のゾーニングは、以下の通りとなっている。

図 4.2-22 ヌサペニダ・市街地のアクティビティゾーニングマップ（Team Analysis）

海岸沿いには、ブユックビーチとサンパランビーチの２つのビーチエリアが延びており、複数のレクリエーション施設やレストラン、リゾートやヴィラなどの宿泊施設、教育機関、クリニックや病院などの医療施設、ローカルマーケットや各種店舗等が点在している。

一方、トヤパケ地区は、商業施設や公共施設の中心地として発展している。界隈にはビーチクラブやバンガローが海岸線に沿って開発され、メインストリートは地元の商業コリドーとして発展している。現状のトヤパケ地区のゾーニングは下記の通りとなっている。

図 4.2-23 ヌサペニダ・トヤパケ地区のアクティビティマップ(Team Analysis)

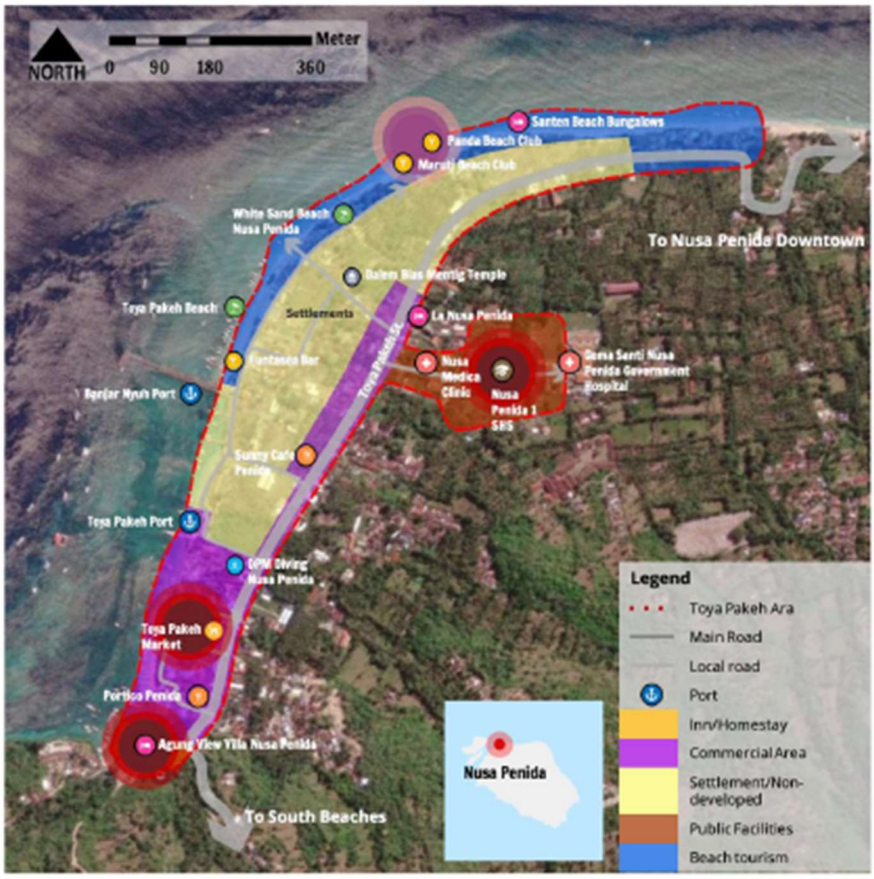


Figure. Toya Pakeh Port
Source: nusapenida.org

Figure. White Sand Beach
Source: tripadvisor.in

Figure. Maruti Beach Club
Source: booking.com

Figure. Santen Beach Bungalows
Source: booking.com

Figure. Gema Santi Hospital
Source: tribunbali.com

Figure. Dalem Bias Mentig Temple
Source: nangunsatkerthilokabali.com

ヌサペニダの様子

ヌサペニダ周辺の海域にはサンゴ礁が広がり、ダイビングやシュノーケリングの絶好のスポットとして世界のダイバーを魅了している。また島内には、海を見下ろす絶景スポットも多く存在し、ポテンシャルの高い観光資源に恵まれている。一方、港や道路のインフラのクオリティは脆弱なままであり、移動も含めて、快適な観光体験はまだまだ実現されていないのが実情である。

4.2.3.2 既存の交通システムと開発ポテンシャル

【サヌール】

サヌールにおける既存交通システム（陸上・船舶）は下記の通り。

表 4.2-8 サヌールの既存交通システム

種類			料金	概要
四輪	タクシー	ローカル	交渉制（割高）	主に個人事業主によって運営されている白タクシー。
		Blue Bird	初乗り　：7000ルピア 追加料金：650ルピア/100m	Blue Bird Groupによって運営されているタクシー。
		Grab	初乗り：1.6万ルピア 2万ルピア程度(10分の距離)	Grabアプリから予約が可能な配車タクシー。
	バス	トランスサルバギタ	3500ルピア	公共路線バス
		クラクラバス	ワンタイム：2万~8万ルピア デイパス(1日)：10万ルピア デイパス(3日)：15万ルピア デイパス(7日)：25万ルピア	JTBによって運営されている周遊バス。
	チャーターカー	各種事業者	50万~100万ルピア(目安)	KLOOKやHIS、そのほかツアー事業者等によって運営されるガイド運転手付き車両
		Grab	50万ルピア程度	Grabアプリから手配できるチャーターカー。
	レンタル	各種事業者	25万ルピア～/日(目安)	ツアー会社や個人事業主によって運営されるレンタカー。
二輪	自転車	ローカル	5万ルピア～/日(目安)	路上やホテル等で貸し出されているレンタル自転車
	バイク(タクシー)	ローカル	交渉制	主に個人事業主によって運営されている白タクシー。
		Gojek	Grabより微程度安価	Gojekの配車バイク
	バイク(レンタル)	各種事業者	6万ルピア～	ツアー会社や個人事業主によって運営されるレンタルバイク
船舶	スピードボート	各種事業者	40万ルピア～150万ルピア/往復	サヌールーヌサペニダ間を運航する船

サヌール域内における観光客の主な移動手段は四輪車両（タクシー、配車タクシー、チャーターカー等）及び徒歩。またヌサペニダへの移動手段としては、中型の船舶（スピードボート）が主に利用されている。クタやヌサドゥア等で展開されている Grab 社の電動キックボードや、トヨタ・アストラ・モーター社の小型電動モビリティはまだ導入されていない。二輪の自転車等をローカル事業者からレンタルすることも可能ではあるが、整備されておらず質の低い車両が多い。

図 4.2-24 サヌールの交通ネットワーク
（出典： SARBAGITA Spatial Planning Document）

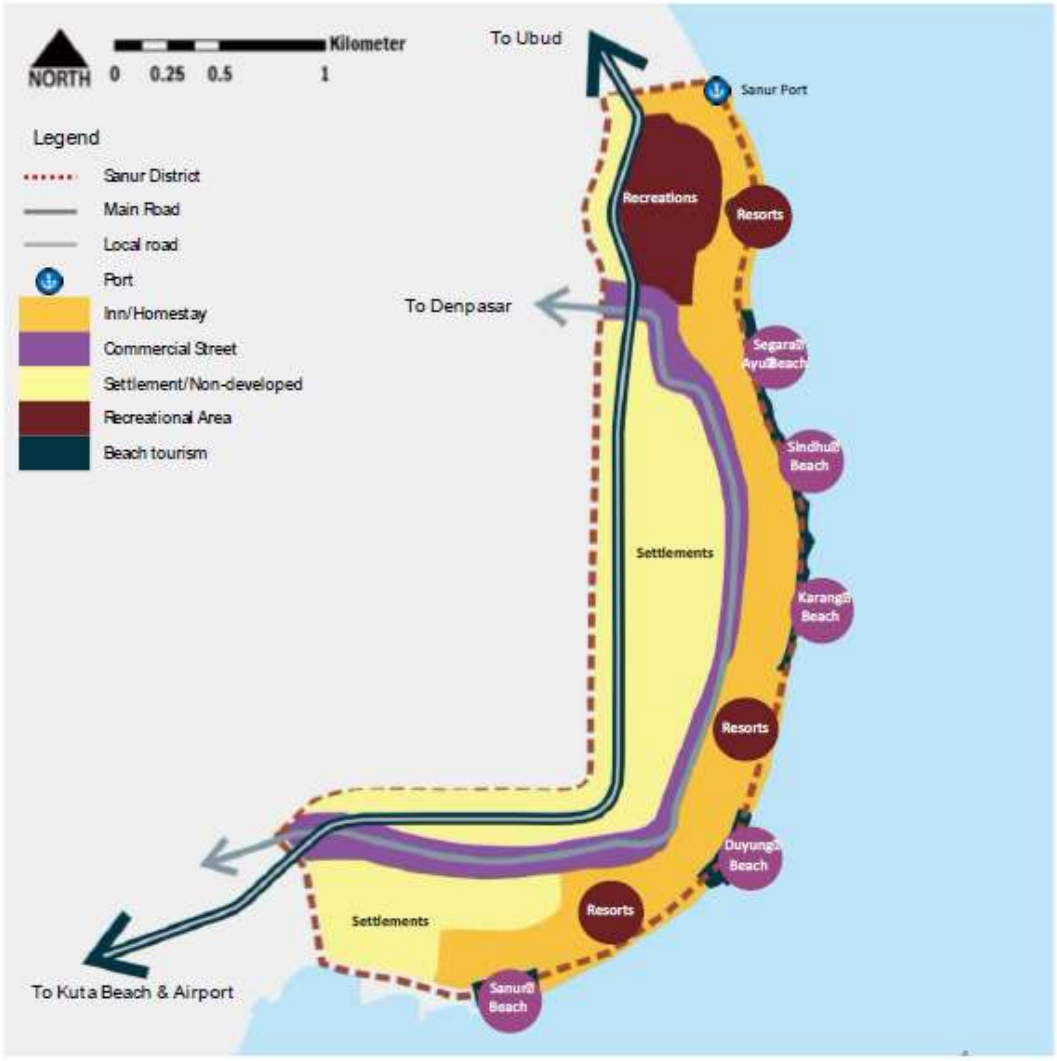


Figure. Sanur Transportation Network
Source: SARBAGITA Spatial Plan

サヌール地区のエリア特性として、南北に延びる商業ゾーンや海岸沿いの遊歩道があげられるが、道路のクオリティも低く、清潔感も保たれておらず、歩行者にとって快適なものとはなっていない。また商業ゾーンは、中心部に主な店舗が集中している為、北部や南部に宿泊している観光客は飲食のためにエリア中心部まで比較的長い距離を移動する必要がある。こうした移動を、宿泊施設から目的地まで歩こうとすると、バリ特有の蒸し暑い気候や整備されていない道路のため、大きなストレスとなることが多い。自転車やキックボード等で、気軽に、安全に、快適に移動できれば望ましいが、現状そうした選択肢も十分でないため、改善の余地は大きい。

遊歩道の整備や掃除という基本的なニーズを満たすとともに、エリア内で手軽に、安心して移動できる快適でクリーンな交通サービス、さらにはクタ、ヌサドゥア、空港等の近隣他エリアへシームレスに移動できる交通サービスが整備されれば、移動の自由度は格段に増し、サヌールにおける移動体験、観光体験を大きく飛躍させる可能性が高いと考える。

【ヌサペニダ】

ヌサペニダでは、サヌールと比較して選択可能な交通手段はさらに限定的である。あらかじめツアーパッケージ等で予約したチャーターカーの利用や、ローカルタクシーが主な移動手段であり、車両やサービスの質は、バリ島本島で利用する配車タクシーやブルーバードよりも概ね劣っている。ローカルタクシーのため、前述の通り料金も一定でなく、都度交渉する必要があるなど、特に外国人観光客にとってストレスは大きい。

ヌサペニダ港周辺の市街地、トヤパケ地区、ともに歩行者が安心して快適に歩ける道が整備されていないため、まずはその整備から始める必要があると思われる。さらには、島内を周遊する際に快　適でクリーンな交通サービスがあれば、島の豊かな大自然、絶景を楽しむ体験とも相性が良く、観光客の満足度は大きく向上することが期待できる。

また、サヌールの港からヌサペニダに向かう船舶に乗り込む際、桟橋が無く、観光客自身が清潔でない波打ち際の海の中に入って乗船する導線となっているため、大きなストレスになっており、改善が望まれる。

サヌール港から船舶に乗り込む際の様子

4.2.3.3 サヌール・ヌサペニダのエリア開発計画

【開発に関するバリ州政府のガイドライン】

インドネシアにおいては、交通渋滞の解消、環境負荷の低減等を目的に、自家用車に過度に依存しない公共交通指向型開発（Transit-Oriented Development：TOD）が各地で進められており、サヌールにおいてもそのコンセプトは踏襲されている。グローバルで活動する NPO 組織である交通開発政策研究所（ITDP）によると、その基本的な原則は下記の通りである。

図 4.2-25 TOD の原則（出典：ITDP）

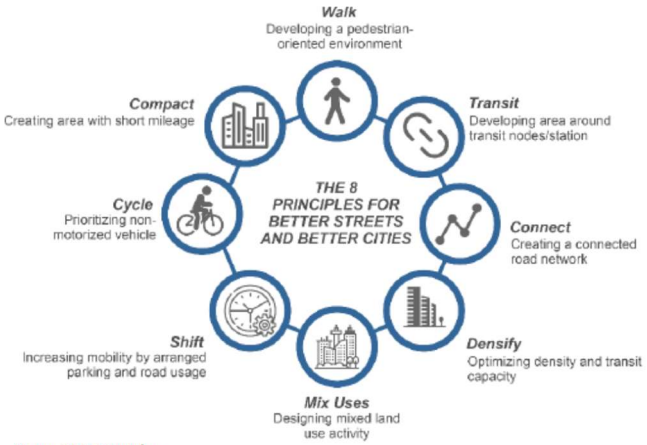


Figure. TOD Principles
Source: Institute for Transportation and Development

サヌール及びヌサペニダの開発に当てはめると、例えば下記のような開発の方向性が考えらえる。

・安全でユニバーサルな歩行者用道路の確保
・安全でユニバーサルな自転車用道路及び駐輪場の確保
・建物のコンパクト化
・都市空間のマルチユース
・緑地などの十分な公共空間の確保と活用
・公共交通機関の整備等による、最適な密集度の設計

TODの一環としてのスマートモビリティの推進は、温室効果ガスの排出削減も含む環境配慮型開発の実現につながるものでもある。したがって、EVによるスマートモビリティ・インフラの構築も、当然そのビジョンの達成を後押しすると考えられる。さらに、TODの技術的基準とは別に、バリで

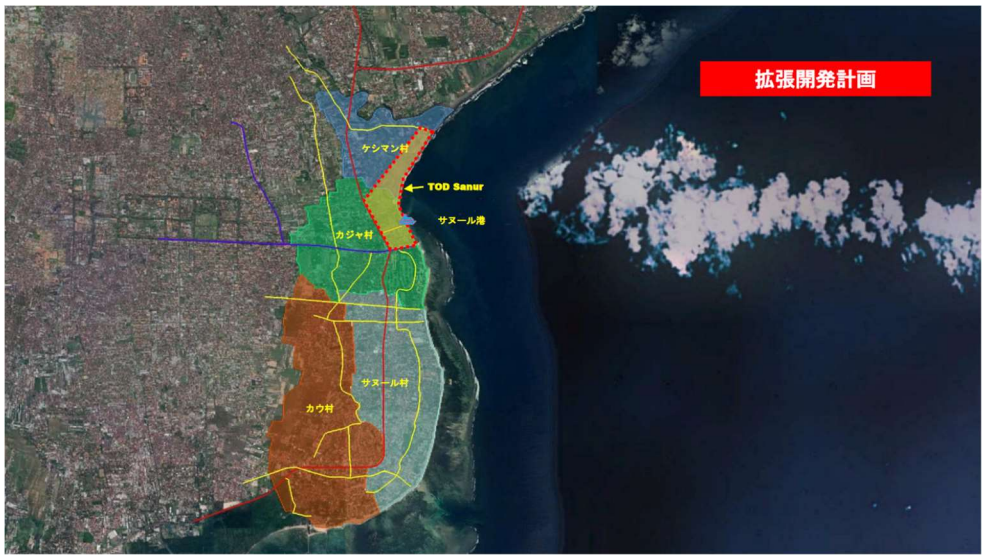
TODを推進する際には、バリの新時代に向けた普遍的な開発基準にも則り、バリ独自の文化も十分考慮するべきである。

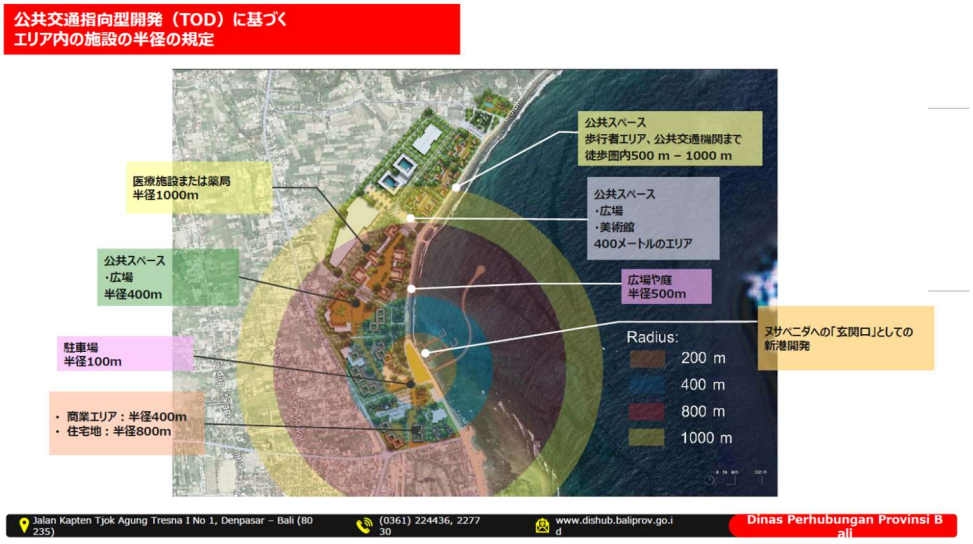
【サヌール開発計画】

サヌール地区は、さらに４つの村で構成されており、そのうちケシマン村、カジャ村に係る周辺エリアが、サヌール港の新たな開発に伴う一体的な拡張開発計画の対象となっている。

図 4.2-26 サヌール地区の交通インフラ開発計画（出典：バリ州政府運輸局）

※原典資料を日本語訳





上記再開発に伴い、サヌール地区では既存交通網の再整備も計画されている。サヌール港開発にあわせて、交通の拠点である Trans Matahari Terbit (BRT) Stop 周辺も開発が進められる予定である。これらの計画は、よりコンパクトで、混用性が高く、環境に優しい地域を開発する狙いがある。

サヌール港周辺の様子

また、詳細は後述するが、サヌールでは健康福祉経済特区（SEZ）の整備計画も予定されている。この開発計画では、大型の国際病院、コンベンションセンター、小売施設等の新設も含まれており、地域の多様なアクティビティにとっても貴重な付加要素となる。この整備計画は、地域の付加価値を高め、新たな観光交通の結節点となることが期待されている。

上記のように、サヌールにおける多様な取り組みと交通網の再整備計画は、サヌールがこのエリア一帯の交通の中心地区として今後さらに発展する可能性が非常に高いことを示している。環境に配慮した移動サービスの導入や、歩行者にフレンドリーな設計など、交通領域で求められているニーズは大きい。

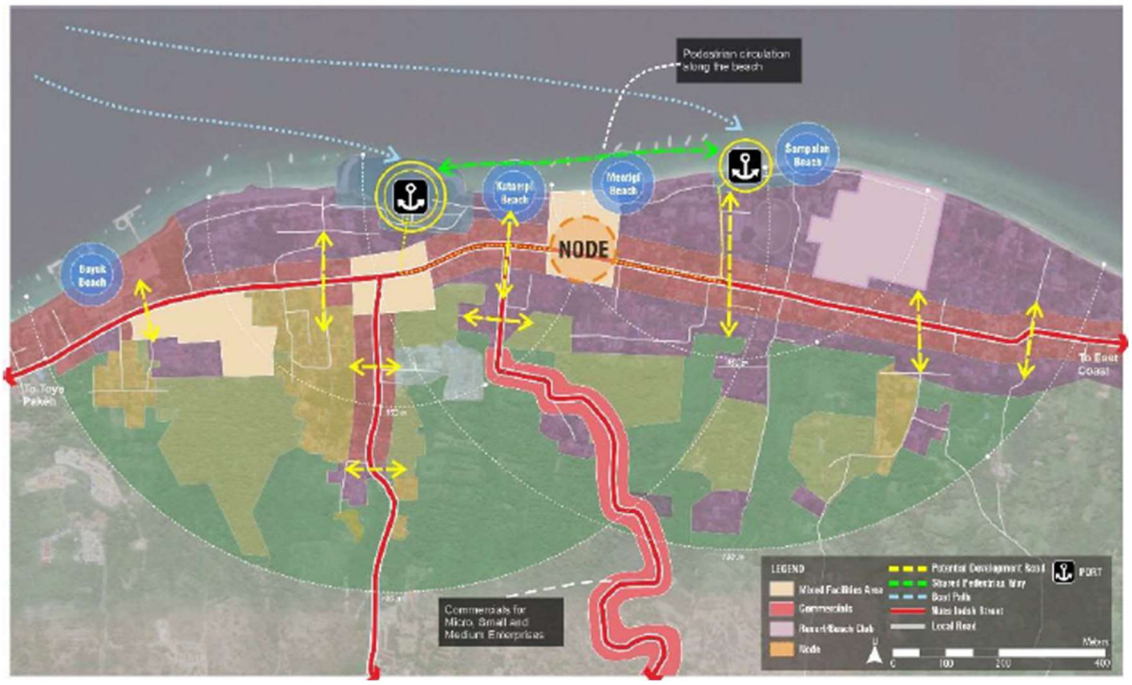
【ヌサペニダ開発計画】

ヌサペニダにおける開発計画の対象エリアは、大きく①市街地（ダウンタウン）、②トヤパケ地区、の二つに分けられる。

①市街地

市街地周辺の開発計画は、下記の通りとなっている。

図 4.2-27 市街地エリアの開発シナリオ（出典：CISI）



ヌサペニダの市街地には、ヌサペニダ港とサンパラン港の2つの港がある。両港からは、高速船であれば30分の移動時間でサヌール港との間を往来できる。そのため、今後のエリア開発は両港を中心に考慮されるものとなる可能性が高く、また観光客の主な移動エリアを考慮すると、TODの主な対象エリアは両港の350~700 m半径内となる可能性が高いと考えられる。

加えて、市街地の整備は、国の観光戦略地域の一つであるヌサペニダ「ブルーパラダイス島」の整備計画に沿ったものとなることが予想される。さらには、地方道路、飲料水施設、衛生施設、緑地等の集落基盤整備を強化する「集落基盤整備重点地域」としての対応も求められるであろう。

現在、歩行者や自転車利用者のための設備が不足していることから、観光客の快適な移動を支援するために、より質の高い歩行者専用道路や自転車専用道の設置が求められている。また市街地周辺の地移動をより快適なものとするためには、地区構造そのものの再編も必要となるであろう。

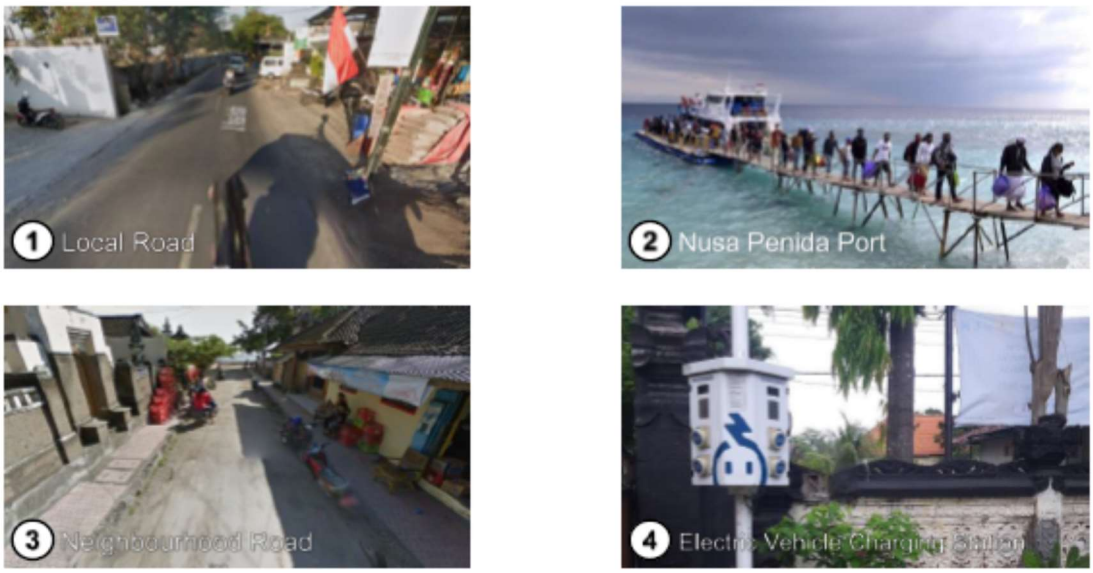


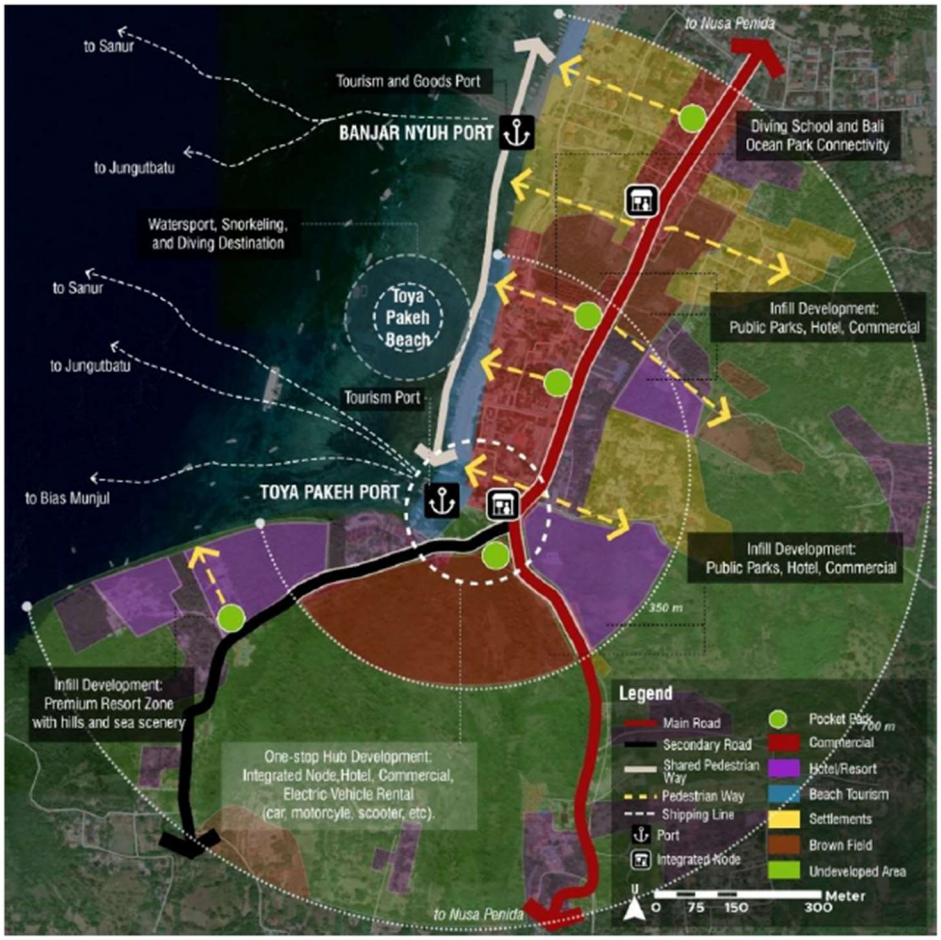
Figure. Circulation around Nusa Penida Port
Source: Analysis, 2021

市街地（ヌサペニダ港）周辺の様子

②トヤパケ地区

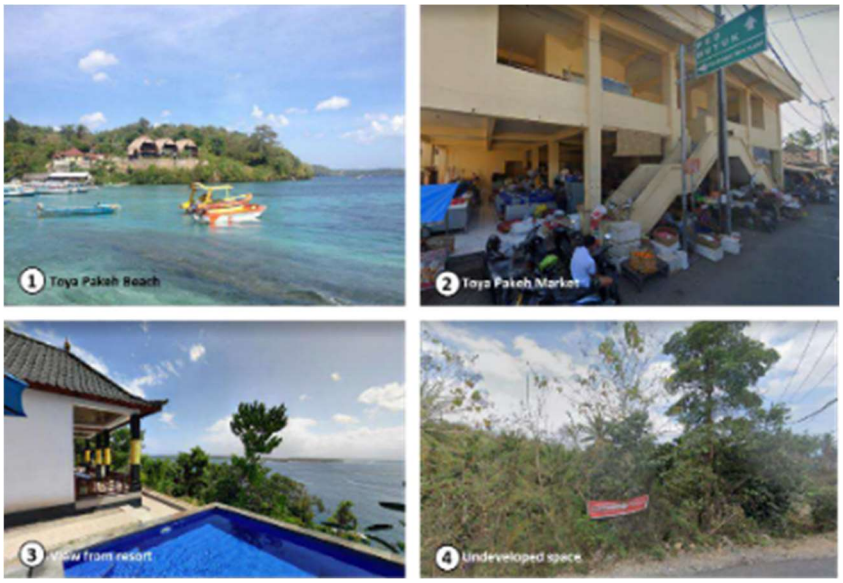
トヤパケ地区の開発計画は以下の通りとなっている。

図 4.2-28 トヤパケ地区の開発シナリオ（出典：CISI）



トヤパケ地区は、バリ、ヌサレンボンガン、ヌサセニンガン諸島からの高速船の発着港を擁する地域となっており、周辺350 m～700 mの範囲にあるエリアは今後の優先的な開発対象エリアとなっている。

現在、土地利用については依然として緑地帯が多くを占めているが、一部地域ではバンガロー、リゾート、別荘、カフェ、レストラン、地元市場、シュノーケリングやダイビングの道具のレンタルショップ、住宅地など、様々な施設が散在している。これらの多様な施設の多くは、ヌサペニダ島の主要幹線（環状道路）であるトヤパケ道路沿いに点在している。このように観光スポットが分散している現状は、コンパクトな開発を志向するバリ州政府のTOD原理とも矛盾しているため、今後再開発が想定されている。



トヤパケ地区周辺の様子

ショッピングセンター、宿泊施設、その他の公共・社会施設などの観光施設を提供するために利用できる未開発の土地の割合はかなり高く、開発の余地が十分にあると考えられる。

また道路については、トヤパケ海港から半径700 m以内の主要循環はトヤパケ道路のみである。ダウンタウンと南海岸地域を結んでいるが、2車線のみであり、適切な歩道や自転車専用道路はない。そのため、現在の交通状況は、歩行者や観光客にとって依然として快適とはほど遠い状況となっている。観光客に快適な移動体験を提供するために、いくつかの新しい経路を開発する必要があると考えられる。

トヤパケ地区におけるこれらの状況を踏まえると、TODのコンセプトに沿って、今後多くの未開発地域が新たな観光の中心地として開発される可能性が高い。またその一環として、環境にも配慮したグリーン・モビリティの推進、その契機として域内におけるモビリティのEV化の促進は、地域の開発に向けた好機と捉えることができる。

【ヘルス＆ウェルネス経済特区（KEK)の概要と連携可能性について】

2021 年、サヌール地区の中心部にある 41.3 ヘクタールの広大な敷地は、政府よりヘルス＆ウェルネスをテーマとした経済特区（SEZ）に選定された。この経済特区を開発する目論みのひとつは、バリにおいて国際水準の高度な医療を受けられるようにすることにより、多くのインドネシア人が医療を受ける目的で海外に出ている現状に歯止めをかけることである。今後、同エリアに米

国の著名医療グループであるメイヨークリニックが大型病院を創設し、2023 年半ばには稼働する予定だという。

現在、サヌールのグランド・インナ・バリ・ビーチ・リゾート（GIBB）として知られているこの広大な開　発エリアには、ヘルス＆ウェルネスゾーンと、観光ゾーンが設けられる予定となっており、マスタープランにおけるゾーニングイメージは下記の通りである。プロジェクトは開発の初期段階にあり、政府としては、この経済特区がエリア周辺の資産価値を高めるとともに、インドネシアへの大きな投資機会をもたらすことを期待している。

図 4.2-29 ヘルス＆ウェルネス経済特区（KEK)マスタープラン（出典：CISI）

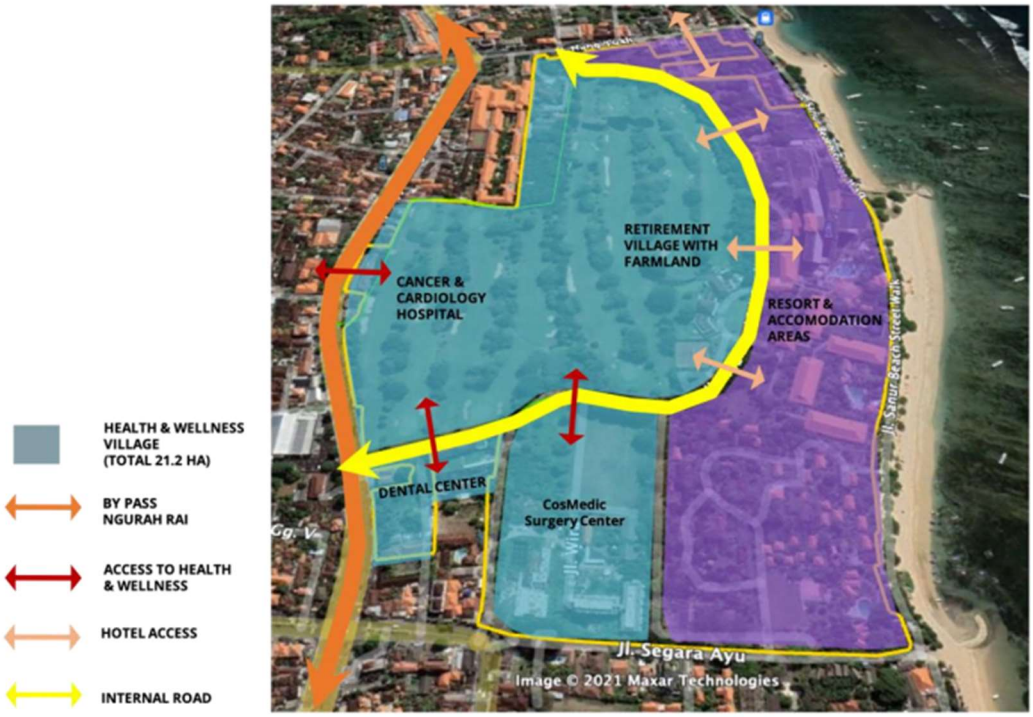


Figure 6. SEZs Master Plan for Health & Wellness Tourism
Source: Processed from the Stakeholders Discussion, 2021

国営企業大臣（BUMN）の資料によると、開発予定地 41 ヘクタールのうち、21.2 ヘクタールがヘルスツーリズムの拠点として割り当てられ、国際病院、エコパーク、商業エリア、アートマーケット、ホテル、ホテルスクールなどの施設が建設される予定である。政府は、ヘルスツーリズムとメディカルツーリズムを振興させるべく積極的に推進している。メディカルツーリズムの発展メディカルツーリズムに、インドネシア、特にバリ島の医療施設の品質の改善を促すと考えられている。

こうした計画は、もちろん現代の最新医療技術によって支えられるものであるが、一方でサヌールでは、現代的な健康法に加え、伝統的な健康法も促進される予定である。それは例えば、米、ココナッツ、ジンジャーなどのスパイス、ハーブ、植物を、ホリスティックな癒しとリラクゼーションの材料として使うことであり、こうした習慣はバリの社会では伝統的なものである。こうした自然由来の健康アプローチは、ヒンズー教をルーツとするバリの根源的な文化、特にヘルス、ウェルネス、スパの本質である「身体と魂のバランス」と非常に密接に関係しており、ウェルネス志向が高まる世界的な潮流にもフィットすると考えられる。

ヘルス＆ウェルネスという開発コンセプトは、当然、エリア一帯のモビリティのあり方にも大きく影響を与えると考えらえる。よりコンパクトで、市民や観光客がより歩きやすく、より活動的になれる街づくり。多様なアクティビティやデスティネーションを提供できる街づくり。そして、環境にやさしく、排気ガスを出さないことにより健康増進への寄与も期待できる EV 化の促進。EV をトリガーとしたスマートモビリティに支えられた TOD 地区として発展できる可能性が秘められていると言える。

現状のマスタープランでは、モビリティインフラやエネルギーマネジメントの具体的な仕組み、EV インフラの導入に向けたプロセス等はまだ定まっておらず、今後同エリアにおいてオンデマンドバスサービス、「Bali MaaS」のサービスを導入、プロモーションし、連携しながらスマートモビリティ・インフラの土壌を整備していける余地は大いにある。また、同エリアは政府直轄の経済特区であり、確保された政府の財源によって実行されるため、多様なステークホルダーが存在するサヌール市街地におけるプロジェクトの進め方とは大きく異なってくる。

経済特区であることは、他の地区と比較して税金の分野でも利点がある。またこの規制があることで、様々な事業活動の行政上のライセンス取得が、非常に容易になる。ジョコ大統領も宣言した通り、2023 年半ばの稼働を目指して政府主導で力強く推進されていくのであれば、そのモメンタム、経済特区ならではの優遇措置を活用しながら計画フェーズからコミットするメリットは小さくないであろう。

【地域独自の社会的・環境的要件の考慮】

<社会・文化的な要件>

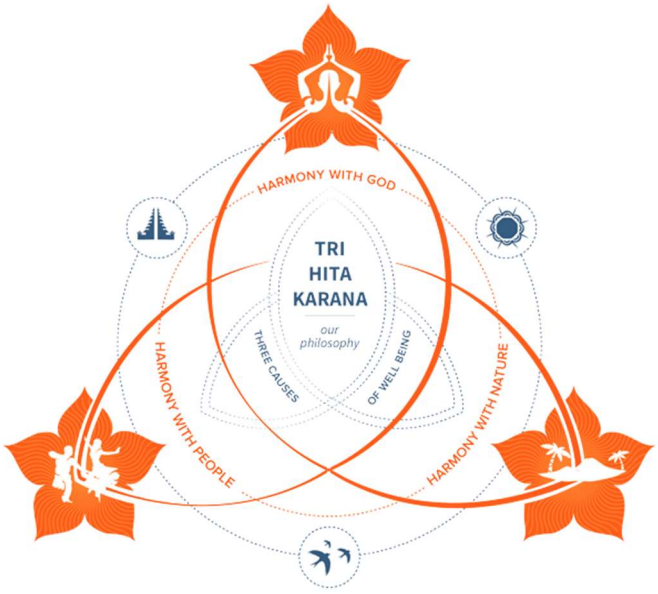
インドネシアの他の州とは異なり、バリには独特の社会・文化システムが根強く存在しており、政府の行政システムにも強い影響を与えている。バリ州の行政階層は、州、市/県、郡、準郡/村に分割する通常の国家システムに従って定義されている一方、デサ・ディナス、デサ・アダット、デサ・

パクラマン、バンジャル、ドゥスン、スバク・イェー、スバク・アビアンなど、実際のコミュニティのレベルでは独自の区分を示す珍しい用語も使われている。これらは、政府や社会システム、人々の暮らし方に影響を与える独自の文化、宗教、地域の風習の要素に基づいている。従って、各種インフラ開発を行う上では、当然この社会・文化システムに十分注目し、考慮する必要がある。

例えば、「トリ・ヒタ・カラナ」は、バリ・ヒンドゥー教の哲学に基づいた、バリの人々の暮らしの基盤になっている哲学である。サンスクリット語の「トリ」（3）、「ヒタ」（安全、繁栄、喜び）、「カラナ」（理由）に由来し、神と人、人と人、人と自然という三者の関係性を調和させることにより、人々は幸福に生きることができるというものである。「バリ州の文化的景観：トリ・ヒタ・カラナの哲学を表現したスバック・システム」として、ユネスコの文化遺産にも登録されている。

図 4.2-30 バリ島「トリ・ヒタ・カラナ」の哲学(出典：egod.eu)

https://egod.eu/history-and-meaning-of-tri-hita-karana-in-bali/



また、今回実証エリアとして設定しているサヌールは、バリ島の中でも特段地場の文化、哲学が色濃く根付いているという。かつてインドネシア、バリ島で最初に観光開発された地域として、シビック・プライドも高いエリアだとされており、地域の価値観との整合性、地域のステークホルダーとの共創の観点が肝要だと考える。今回、サヌールの主要ホテルの経営者等で構成されるサヌールホスピタリティ協会の会長にヒアリングを行ったところ、関連する発言主旨は下記の通り。

・サヌールは、バリの中でもローカルの歴史、文化、アイデンティティをより重要視している地域である。例えばクタやレギャン等、主として経済的な目的でスピーディに変化している地域もあるが、サヌールは経済的な目的のみの変化は望まない傾向がある。経済的価値はもちろんだが、地域にとって文化的、社会的にどういった価値があるのかというコンテクストが重要になる。
・ウェルネス経済特区の開発と連動して、国際的なニーズに応えられるようになることと、サヌール独自の文化、アイデンティティを守ることのバランスが重要だと考えている。代表的な 3 つのアイデンティティは、アート、カルチャー、自然である。
・さらに、ローカル事業者の人材への教育をし、サービスの高度化、デジタルトランスフォーメーションに貢献できるのであれば望ましい。
・サヌールには、政府が設置した行政区分として 3 つの村があり、それを束ねる機関としてサヌール開発財団があるので、まずは財団を窓口としつつ、並行して 3 つの村のリーダーともコミュニケーションを取りながら進めるのがよい。

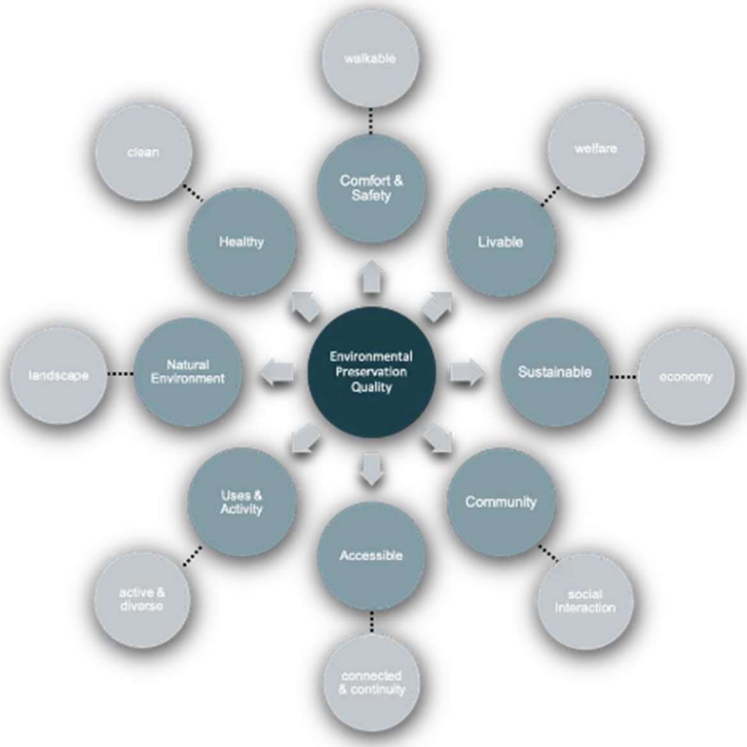
【環境的な要件】

バリ島では、環境保全地域におけるリゾートの開発、生産地の減少、公共ビーチから私用ビーチへの開拓、水質汚染、淡水不足など様々な状況で環境悪化が進行しており、今後の観光開発においては環境問題を一層考慮すべきである。世界的に有名な観光地として、バリ島は環境保全により力を入れていることを対外的にも強く主張するようになり、次世代型エコツーリズムへの移行の途上にある。そのため、本事業が対象とするスマートモビリティインフラの開発プロジェクトにおいても、時代に即した新しい習慣を取り入れ、環境改善を活性化するための長期的な投資のあり方や解決策の道筋を示すものとして期待されている。

エコツーリズムへと観光開発のあり方をシフトさせるにつれて、観光客のパターンも変化するはずである。持続可能な観光開発の基盤を構築するためには、観光とは環境保全の上に成り立つということを再認識する必要がある。それはまさに、「トリ・ヒタ・カラナ」の価値観や規範と一致する方向性でもある。

EV特区の設置とスマートモビリティインフラ開発の実施においては、環境面に関するさらなる研究、トリ・ヒタ・カラナ原理と空間開発基準に関するさらなる研究が実施されるべきである。

図 4.2-31 バリ島における持続可能な観光開発の方向性(出典：CISI)



4.2.4 事業実施に向けて

4.2.4.1 許認可・規制関連の整理・検討

ここでは、導入フェーズの事業基盤となるオンデマンドバスサービス事業に関する許認可・規制関連の事項について整理する。まずは、検討するべき事項を下記の通り整理する。

【主な検討事項】

オンデマンドバスサービスは、大きな特徴として①オンデマンド（非定時定路線）であること、②相乗りであること、③定額提供（サブスクリプションサービス）であること、の 3 点が挙げられる。これらを実現するために、それぞれの事項について、以下の観点から検討していく必要がある。

①オンデマンド（非定時定路線）であること

運行ルート、停留所、運行スケジュール等は、利用者からの予約状況により都度決定するものであるため、あらかじめ規定することは難しい。その意味で、運行ルート、停留所、運行スケジュール等については、その法的整理において柔軟さが求められる。

②相乗りであること

オンデマンドバスサービスは、同様の移動需要を持つ複数の利用者をまとめて運行することで、全体最適な移動サービスを提供する仕組みである。そのため、サービス提供事業者と利用者との間には、それぞれ個別の契約が成立し、それらを同一の車両で運行する。法的整理においては、この特性を満たすことが必要となる。

③定額提供（サブスクリプションサービス）であること

利用者の心理的負担を下げ、より多くの方に利用いただくため、一定期間の利用を定額でサービスを提供する想定である。料金設定について、法的にどう整理するか検討が必要である。また、オンデマンドバスサービスは、将来的には観光 MaaS の一つの移動サービスとして機能する想定であるが、移動サービス単体としての提供に加えて、観光商品と組み合わせたパッケージ商品として提供する場合に関しても、法的整理の検討が必要である。

【法的整理の検討】

上記前提を踏まえ、インドネシアの交通事業に関する現行法の枠組みにおいて、「①オンデマンド（非定時定路線）であること」の観点でもっとも類似していると思われるライドヘイリングサービス（配車サービス）を起点に整理を試みた。

●オンデマンド（非定時定路線）交通サービスの許認可

「路線運行でない人の輸送」に関する許認可の種類は、下記の通り。

1. タクシー輸送
2. 特定目的の人の輸送（下記事例）
   a. シャトル輸送
   b. 居住用の輸送
   c. 従業員の輸送
   d. 学校の送迎
   e. チャーター便
   f. 一般のレンタル輸送
   g. 特殊なレンタル輸送（Gojek、Grab などのライドヘイリングサービス等を含む）
3. 観光輸送
4. 特定地域内交通

Gojek、Grab などのライドヘイリングサービス等は、上記「２.g.特殊なレンタル輸送」に分類されている。「f.一般のレンタル輸送」と「g.特殊なレンタル輸送」の相違点は、主に下記の通り。

f.一般のレンタル輸送

1. 運転手付きまたは運転手なしの車両をレンタルすることによって行われる
2. 運行エリアは自由
3. 不定期運航であること
4. サービス利用者と交通サービス提供会社の間の合意・契約に基づく運賃
5. 車両は 1,300cc 以上の一般乗用車を使用する

g.特殊なレンタル輸送（上記 f. 1～5 に加えて）

1. 技術に基づくアプリケーションを使用すること
2. アプリケーションに運賃が記載されていること
3. 運行エリアは自由、かつ 1 つの州内であること

●「特殊なレンタル輸送」における料金設定について

「特別運賃輸送」として設定されており、主な規定は下記の通り。

- サービス利用者と交通サービス提供会社の間の合意・契約に基づく
- アプリケーションに運賃が記載されていることが義務付けられている

上記に基づき、「オンデマンド（非定時定路線）交通サービス」における「g.特殊なレンタル輸送」の範疇での検討になるものと考えるのが妥当である。このライセンスは、外国企業も適用される規制を遵守することにより、許可を取得することが可能となっているが、実際にはここに「②相乗りであること」「③定額提供（サブスクリプションサービス）であること」、さらには車両区分や車両サイズ、排気量等の要素も加わってくるため、具体的なライセンスの取得に向けては、さらに複雑な検討、そしてグレーゾーンの整理に向けた関連当局との様々な交渉が必要になると考えられる。

オンデマンドバスサービス、あるいは観光 MaaS は比較的新しいサービス概念であり、インドネシアにおいても現行法の枠組みの中だけでは整理が難しいことが予見される。今後さらに検討を進めていく中では、現地関連当局や現地交通事業者等との対話、交渉を通して望ましい法的整理の在り方を模索していくのが現実的である。なお、現地当局との対話の過程では、日本政府からのサポート、政府間交渉の後押しがあると望ましい局面も想定される。

また、交通サービスは公共性の高い領域であるため、現地政府、自治体、交通事業者等とのコミュニケーションにおいては、現地事情やニーズをよく理解したうえで、既存の交通サービスと共存、共創できることを適切に説明し、各ステークホルダーの理解、サポートを得ることが肝要である。特

に、既存の交通事業者との橋渡し、連携については、現地当局によるサポートも期待したいところであり、サポートを得るための関係構築、推進スキームの整備をしていく必要があると考える。

4.2.4.2 技術観点からの検討

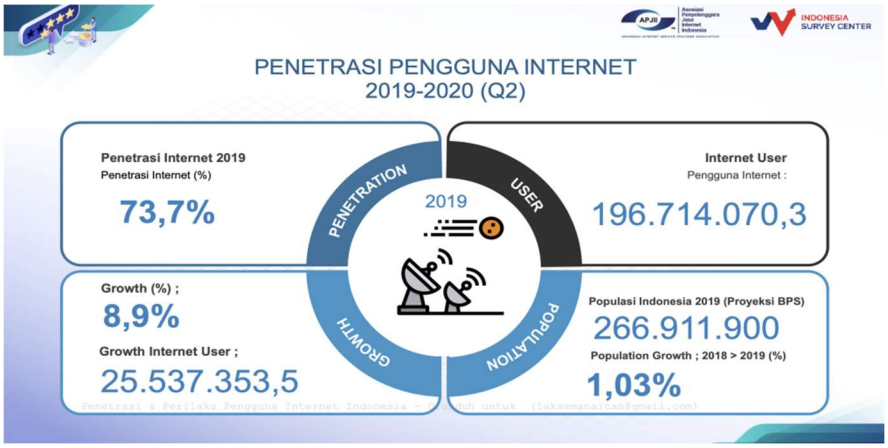
本事業の実行にあたって、技術観点で影響を及ぼすいくつかの事項に関して、下記の通り検証した。

4.2.4.2.1 通信環境等の調査

【インターネット回線】

インドネシアにおける通信環境に関して、インドネシアインターネットプロバイダー協会（2020）のデータによると、2019 年度のインドネシアにおけるモバイル回線普及率は 73.7%に達している。一方、総インターネット利用者数は 196,714,070 人に達し、前年度比 8.9%増となっていた。

図 4.2-32 インドネシアのインターネット回線概況
（出典：インドネシアインターネットプロバイダー協会）

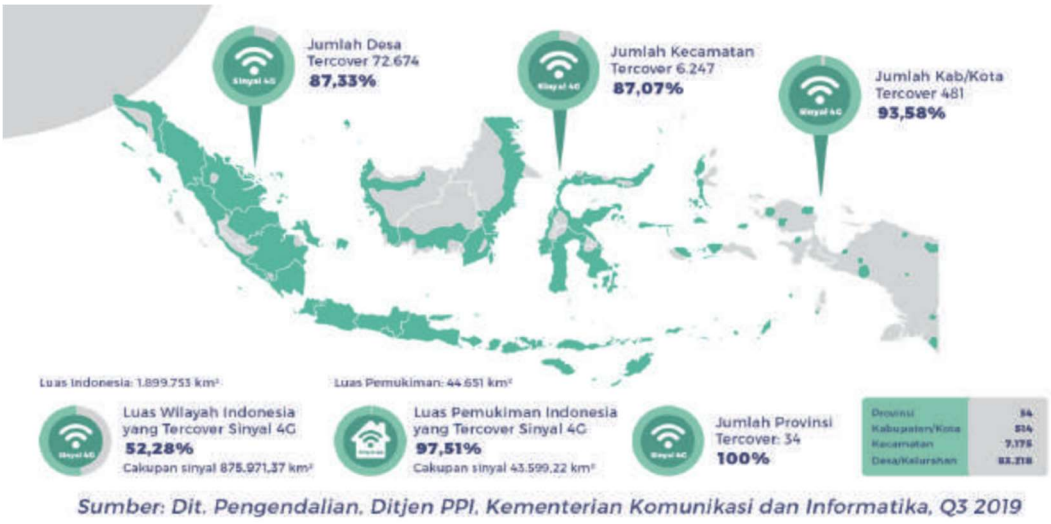


一方、通信情報技術省の年次報告書 2019 のデータによると、インドネシアの総面積の 69.27%が 2G インターネット、46.11%が 3G インターネット、52.28%が 4G インターネットでカバーされている。

図 4.2-33 インドネシアのインターネットカバー率（出典：通信情報技術省）

2G カバーエリアマップ

3G カバーエリアマップ



4G カバーエリアマップ

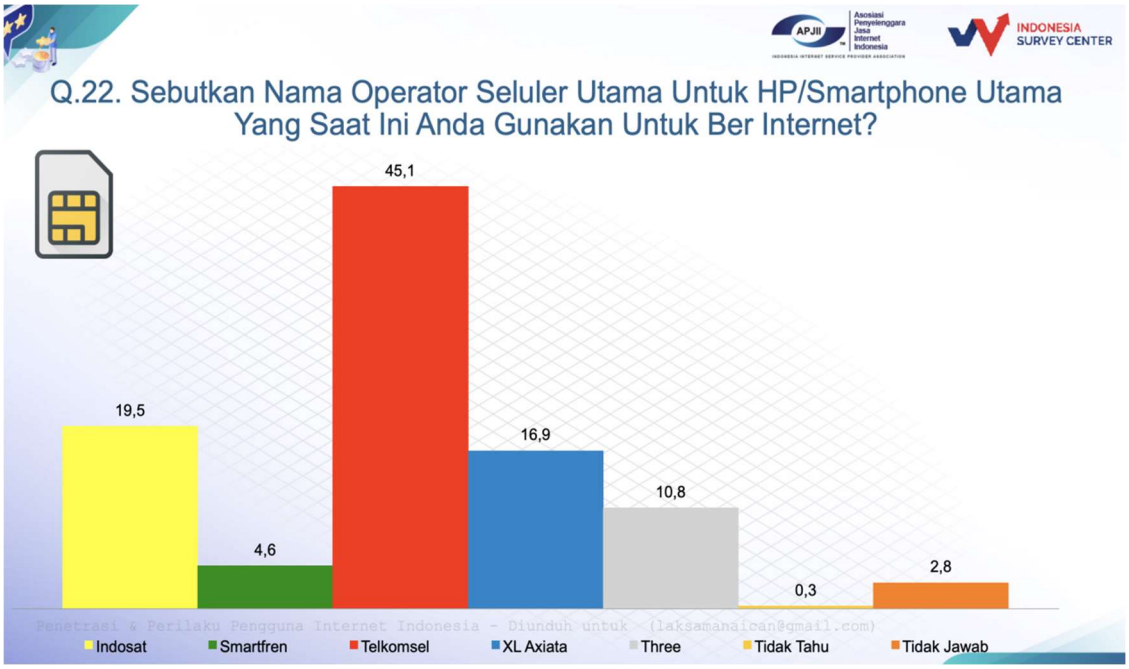
バリ島においては、主要エリアのほぼ全域が 4G 網でカバーされている状況となっている。

【通信費】

下記「インドネシアインターネットプロバイダー協会（Association of Internet Provider of Indonesia）」のデータに基づき、2019 年、インドネシアで利用されている携帯電話インターネットプロバイダーのトップ 5 は、Telkomsel、Indosat、XL Axiata、Three、Smartfren であることがわかった。

図 4.2-34 インドネシアの通信費概況

（出典：インドネシアインターネットプロバイダー協会）



また、1GB あたりの月額料金は以下の通りです。

表 4.2-9 インドネシアの通信費（出典：AAI）

Internet Provider	1 GB (1 Month) Price (IDR)	(JPY) ※1 JPY= 130 IDR
Telkomsel	6300 - 13000	48 - 100
Indosat	4000 - 12500	30 - 96
XL Axiata	7200 - 15000	57 - 115
Three/Tri	3300 - 10000	25 - 76
Smartfren	5000	38

通信情報省の 2019 年度年次報告書のデータによると、2019 年第 2 四半期までに、インドネシアの 100%の州が光ファイバーで接続されており、内陸部の光ファイバーの総延長は 224,583Km、水中の光ファイバーは 123,589Km に達している。市や州のレベルでは 97.67%が光ファイバー網にアクセスしており、県や村ではアクセス率はそれぞれ 63.04%、36.02%である。

現在構想している「オンデマンド・バス・サービス」及び「Bali MaaS」事業については、アプリを介した通信、また各車両の位置情報を把握するための通信が必要となるが、その規格としては 4G

で十分であり、バリ島におけるサービスの提供にあたっては特に大きな障害がないことが確認された。

4.2.4.2.2. EV 車両（オンデマンドバスサービス）に関する調査・検討

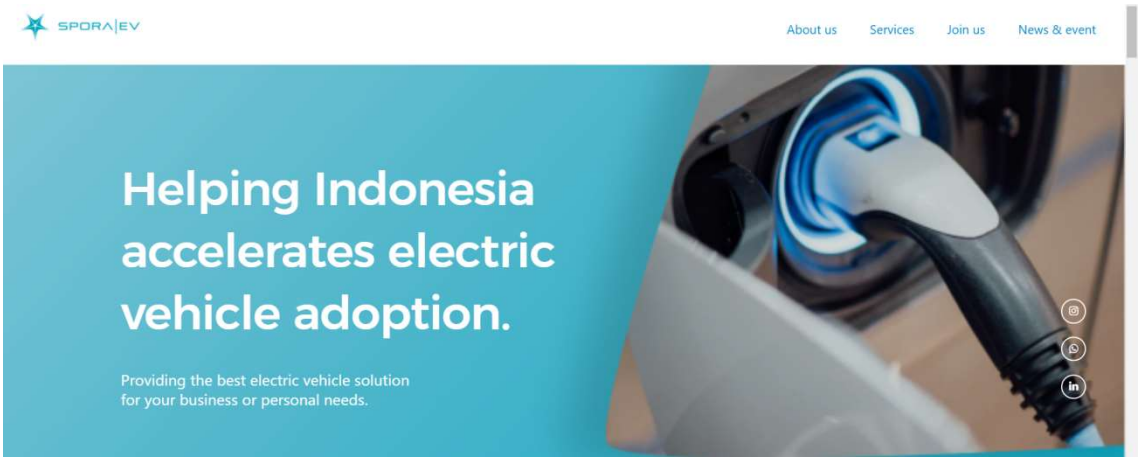
【小型 EV バス】

検討中のオンデマンドバスサービスのエリア内周遊運航に適した着座 10 席前後のサイズの小型 EV バス車両は、まだ世界的にも市場にほとんど投入されておらず、インドネシア、日本、その他アジア諸国、アセアン諸国を見渡しても、採用できる品質、価格帯のものは現状見当たっていない。

そこで、初期の導入フェーズで EV 車両を投入する際に現実的に選択肢として考えられるのは、エンジン車を EV にコンバートして活用するやり方である。今回の調査においてコンタクトした、EV コンバート事業に取り組むインドネシアのスタートアップ企業 SPORA 社は、インドネシア社会が急速な EV 化へと向かう中で市場で頭角を現しており、協業の可能性を検討できる企業のひとつと考えられる。

図 4.2-35 SPORA 社事業コンセプト（出典：SPORA 社コーポレートサイト）

https://spora-ev.com/



【車両デザイン】

サービスの本格展開の際の車両デザインについては、オンリーワンの観光体験を提供し、街のシンボルとなるべく、オリジナルの外観及び内装デザインを検討する想定である。車内には大型モニターを設置し、街のイベントや地域のアートなどと連動し、乗車する季節や曜日、時間帯等によって

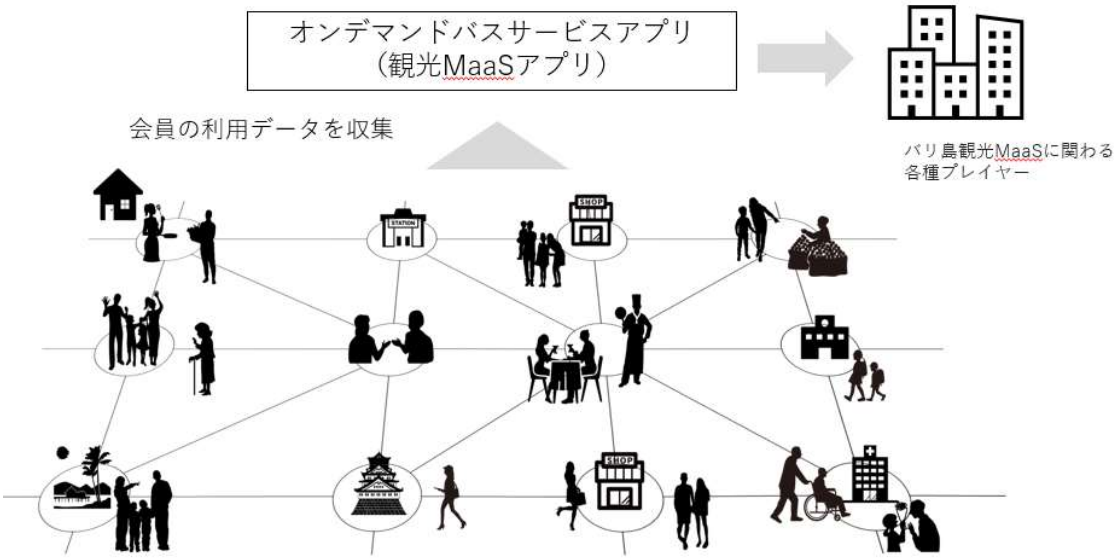
変化する仕様にすることも検討している。オリジナルの車両デザインの参考として、WILLER 社が東京池袋にて運行している EV バス「IKEBUS」は下記掲載する。

図 4.2-36 EV バス「IKEBUS」の外観及び内装デザイン（出典：WILLER 社）

4.2.4.2.3 データ運用に関する調査・検討

オンデマンドバスサービスアプリ（観光 MaaS アプリ）は、専用アプリを通してサービスが提供され、アプリを介してユーザーの利用データや車両の運行データを常時収集することが可能となる。将来的に事業が拡大した際には、収集、蓄積されたビッグデータを細かく分析することで、車両台数や停留所の最適化、ドライバーへの運転技術、接客接遇の教育など、サービス全体の改善につなげることが可能になる。また、利用データ、運行データを分析し、ユーザー自身が気づいていないようなインサイトを発掘、発見して行動変容を促し、例えばホテルや商業施設等の販促活動のサポート等を行うことにより、観光 MaaS 全体、観光産業全体の活性化に貢献することができると考える。そうした考えから、収集したデータを独占するのではなく、しかるべき形で観光 MaaS に関わる多様なプレーヤーへ共有することが肝要であり、それにより、観光 MaaS 全体とし魅力を向上させ、より多くの観光客を惹き付けることが可能となる。

図 4.2-37 データ収集及び利活用のイメージ (出典：WILLERS)



さらには、道路データや、EV 向けチャージングのエネルギーマネジメントデータ等、スマートモビリティを支えるインフラ関連のデータと掛け合わせることにより、ユーザー向けの新たな付加価値の創出や、インフラ運営のさらなる効率化など、まだ起案、実現されていない様々な可能性が秘められているはずであり、継続的に検証、検討する価値があると考えられる。

一方、データ運用に関する規制の観点では、アプリからユーザー個々人の移動データ等が常時収集できてしまうため、今後実装フェーズに向けては、いかに安全に、厳格にデータを管理し、かつ、適切に他の事業者等と共有していくかが課題となる。その際、前述（4.0.2「インドネシア政府のデータ管理に関する方針の現況」）の通り、個人情報の取り扱い、データ運用、データ越境に関するルールなど、インドネシアにおける法整備の進捗状況、あるいはそのプロセスにおける協議、交渉を経ながら、実際のオペレーションを検討していく必要がある。

4.2.4.3 事業展開シナリオ

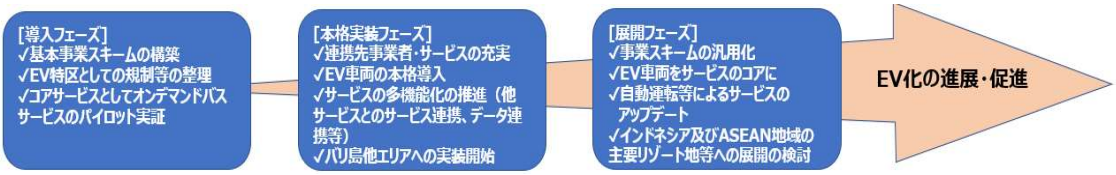
導入フェーズでは、本調査から得られた現地課題、ユーザーニーズを念頭に置き、ビジネスモデル、運営体制等の基本事業スキームを整備しつつ、まずは集客面でのトリガーとなるコアサービスとしてオンデマンドバスサービスのパイロット実証に取り組む。その後、本格実装フェーズでは、交通関連の複数のサービスとの連携、主要な観光アクティビティとの接続等により多機能化させ、観光MaaSとしてのサービスとしての骨格を整備していく。

観光MaaSのサービス開発に向けては、道路データ、EV向けチャージングステーションの電力需給データ、防災データ、天気予報等のパブリックデータ等、移動や観光に関連する各種データとの連携、シナジーの創出に取り組むことを見据え、データ連携の仕組みを設計しておく必要がある。また、データ連携はあくまで手段であり、ユーザー目線に立った付加価値を向上させ続けるための新たなサービスのアイデア、新たな需要の掘り起こしが重要となってくる。

事業エリアについても、導入フェーズの実証フィールドとして設定したサヌール・ヌサペニダからさらに範囲を広げ、バリ島南部の主要観光エリア（クタ・レギャン・ヌサドゥア等）まで段階的に拡げていく想定。その過程で、プロダクトマーケットフィットが確認できれば、展開フェーズでは一気に事業エリアを拡大させ、インドネシアの主要観光地のみならず、各地のパートナー企業を開発、選定して、ASEANエリアの世界的観光地等への展開を目論む。

EVについては、導入フェーズではあくまでフラッグシップとして限られた台数を導入し、その後、現地インフラ環境、車両価格と品質の推移を見極めつつ、徐々に本格導入へと移行していくことを想定。EV市場は依然として未成熟であり、ユーザー側から見たときの付加価値、インセンティブは、コストに比してまだまだ十分ではない。そのため、「EV（体験）自体」の付加価値を高めるとともに、それを啓蒙、促進していくプロモーション、ブランディングが肝要になる。今回のユーザー調査においても、EVへの関心は上がってきており、タイミングの見極めと効果的なブランディングによって、サービスにおける強い付加価値へと昇華させていくことは可能であると考える。

図 4.2-38 事業展開シナリオの考察



補足として、EV 化の進展とともに、2020 年代後半には自動運転サービスの本格的な導入タイミングが重なってくることが想定される。サービスとしては当然、「自動運転前提社会」を視野に入れながら展開していく必要があると考える。

4.2.4.4 重要成功要因とリスク分析

【重要成功要因】

①社会・環境観点の考慮

前述の通り、バリ、あるいは初期の実証フィールドであるサヌール/ヌサペニダでは独自の文化・慣習も色濃く根付いており、新時代に向けた新たな観光モデルの導入の途上にある。そこでは、経済的メリットのみならず、下記のような社会・環境へのインパクトの考慮、またそれらを包含したビジネス展開の検討が非常に重要と言える。MaaS事業については、政府や自治体のみならず、交通事業者、観光事業者など、ステークホルダーが複数かつ広範に渡るため、こうした観点を特に意識する必要があると考える。

（社会・環境要因）

・”New era”を志向するバリ州政府の開発理念、またサヌール独自の文化、慣習への深い理解

・SDGsを強く意識した脱炭素、環境負荷低減への貢献

基盤となるコンセプトとしては、社会事業の領域でグローバルでも広く採用されている「トリプルボトムライン」の概念を踏襲する。経済・社会・環境を調和させながら、持続可能な開発を志向する全体論的なアプローチである。

インドネシア全体において、またコロナ禍以前から観光客の増加によるオーバーツーリズム等の課題を抱えていたバリとしても、世界的なSDGs、脱炭素化の流れを受け、今後の開発においてはそうしたコンセプトが一層重要になっている。特に今回、急速なEV社会への進展、EV特区設置という背景も踏まえると、社会・環境へのインパクトを説得力のある形でシナリオ化、可視化することは、ステークホルダーとの関係においても重要なポイントとなる。

図 4.2-39 トリプルボトムラインの概念（出典：CISI）

一般に、トリプルボトムラインの概念を実装するには、そのパフォーマンスを評価するための特定の測定ツールが必要とされている。トリプルボトムラインの価値を包括的に捉える一般的なアプローチとして、費用便益分析（CBA＝Cost-Benefit Analysis）というメソッドが存在する。CBAによって、当事者および社会にとっての、プロジェクトのプラスまたはマイナスの影響を包括的に測定する。その目的は、意思決定者がいくつかの選択肢を整理し、プロジェクトの実施を決定するのを支援することである。

費用と便益の具体的な構成要素を特定することは、収益化プロセスの検討を後押しするために重要である。当然プロジェクトごとに特徴や複雑さが異なるため、費用と便益の構成要素をカタログ的に設定するのは難しいであろう。また、プロジェクトの環境面への影響や人類への影響をすべて貨幣価値に換算することは一般的に困難であると考えられるため、別の指標の設定が必要となる。

例えば、プラス面の社会・環境要因としては、新たな雇用の創出、技術・ノウハウの移転による人材育成及び生産性向上、交通効率の向上及びEV導入の促進によるCO_2削減などが考えられる。一方、マイナス面の社会・環境要因としては、地場の交通・観光事業者等との競合、地域の独自性の低減等が考えられる。

②ビジネス観点の重要成功要因

そうした前提のもと、ビジネスそのものの成功要因の観点では、プラットフォーム型のビジネスモデルのため、ユーザー数（トランザクション数）が増えるほど、付加価値とともに費用対効果が高くな

る。そのため、需要がある程度顕在化している市場においては、サービスの質とスピードで、寡占的に顕在顧客及び潜在顧客を獲得していけるかどうかが重要な鍵となる。その上で、それを達成するための各テーマごとの重要成功要因を下記の通り整理する。

（需要性）

・現地交通等の課題及びユーザーニーズの的確な把握

・EV利活用のPR・ブランディングの促進

・EV導入に向けての適切なタイミング、スピードの見極め

（事業スキーム）

・バリ州政府傘下のバリ州営企業及び優良な現地オペレーター企業との協業

・現地交通系・観光系の優良企業、サービスとの連携

・現地政府、バリ州政府からの政策サポート等の獲得

・サヌールをはじめ、各エリアのローカル事業者、ステークホルダーとの協調関係の構築

（ファイナンス）

・本格実装フェーズまで、公的資金の活用も含めた最適なファイナンス計画の整備

・現地政府及びバリ州政府との連携を前提に、PPPスキームの活用の検討

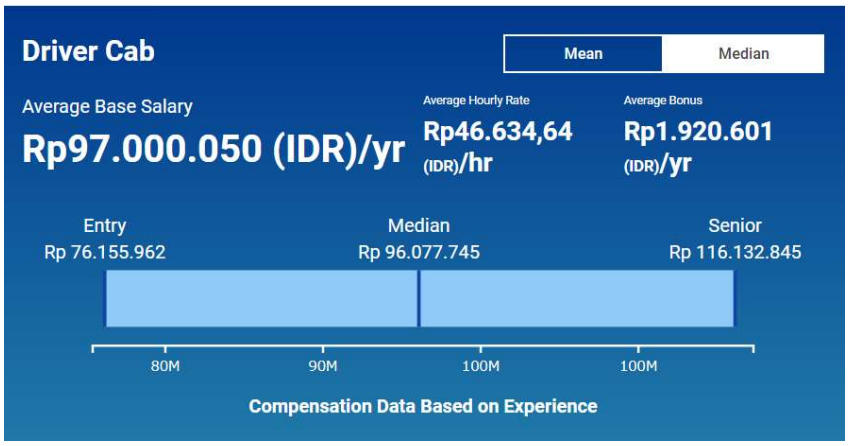
ユーザー数の獲得に直接関係する需要性の観点では、最も適した検討アプローチは、今回の調査においても実施した「WTP（Willingness to Pay）＝支払い意思額（顧客がサービスに対して支払っても良いと考える価格）」の検討や、類似の商材やサービスの市場価格を考慮することである。構想中のオンデマンドバスサービス、MaaSについては、現地ではまだ市場が形成されておらず新しい類型となるため、サービスの具体イメージをできるだけ伝達した上でのWTPの調査が、比較的大きな意味を持つと考えれらる。

一方、事業コストの観点では、イニシャルコストについては、主にEV車両の調達コストとアプリ開発費（既存アプリ基盤のカスタマイズ）、オペレーションコストについては主に車両調達コストと人件費（システム運用及び車両運航）に依存する。オペレーションコストについては、良質な現地パートナーとの協業、パートナー向けの運行ノウハウの移転を前提に、どこまでコスト・パフォーマンスを向上させられるかが重要なポイントとなる。人件費に関して、バリ島のドライバーの一般的な給与水準は下記の通りである。

（タクシードライバー）

バリ島(インドネシア)のタクシードライバーの平均年収は Rp97.000.050（約 78 万円）で、平均時給は Rp46.635（約 375 円）で、インドネシア全体のタクシードライバーの平均給与より 14%低い。エントリーレベルのタクシードライバー（経験 1～3 年）の平均年収は、Rp76.155.962（約 61 万円）であり、一方シニアレベルのタクシードライバー（経験 8 年以上）の平均年収は、Rp116.132.845（約 93 万円）となっている。

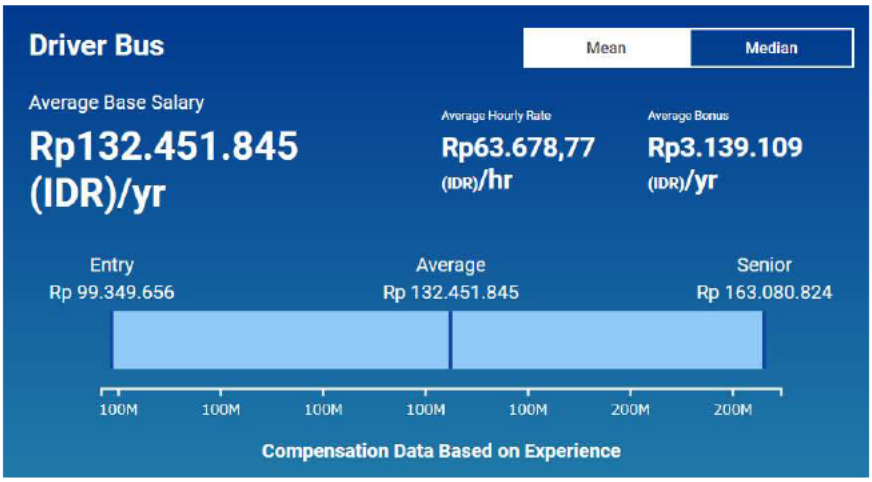
図 4.2-40 バリ島のタクシードライバーの給与水準
（出典：Economic research institute）】



（バスドライバー）

また、バリ島(インドネシア)におけるバスドライバーの平均年収は Rp132.451.845（約 106 万円）、平均時給は Rp63.679（512 円）で、インドネシア全体のバスドライバーの平均給与より 14%低い。エントリーレベルのバスドライバー（経験 1～3 年）の平均給与は、Rp99.349.656（約 80 万円）であり、一方シニアレベルのドライバー バス（経験 8 年以上）の平均給与は Rp163.080.824（約 131 万円）となっている。

図 4.2-41 バリ島のバスドライバーの給与水準
（出典：Economic research institute）】



インドネシアにおいて、経済成長に伴って近年人件費は上昇してきているものの、一般的な労働市場における給与水準は日本と比べるとまだまだ低い水準にある。日本の事業者の立場では、こうした労働コストの低さを最大限活用して、いかに高いサービス品質を提供できるかが重要なポイントとなる。

今回実施した需要性の検証結果をもとに、具体的な事業スキームやファイナンススキームの検討を進めていく必要がある。また、BCAの検討をさらに進める上では、一般的に正味現在価（NPV）、経済的内部収益率（EIRR）、費用便益率（BCR）の3つの指標を活用した分析が、プロジェクトの事業性、社会的便益を評価する有効な手段と考えられる。

【リスクの特定と軽減】

本事業の実行にあたり想定されるリスクの特定とその軽減の検討にあたり、リスク評価を行う際に一般的に用いられる２つの基準、すなわち「発生頻度（可能性）」と「影響力」を考慮した下記リスク評価マトリックスを用いる。

表 4.2-10 リスク評価マトリックス

可能性	説明	スコア/コード
常に発生する	非常に高い確率で常に過去に発生する	5
ほとんど常に発生する	確率が高く、ほぼ過去に発生した	4
おそらく発生する	中程度の確率で過去に発生したことがある	3
まれに発生する	確率は低く、過去にごくまれに発生した	2
ほとんど発生しない	発生する可能性は非常に低い、過去にもほとんど発生していない	1

インパクト	説明	スコア/コード
非常に重大	非常に大きな影響がある。損失が発生し、改善のための重大な時間と予算が求められる。	5
重大	大きな影響がある。損失が発生し、改善のための一定の時間と予算が求められる。	4
中程度	中程度の影響がある。損失は最小限だが発生し、改善のための一定の時間と予算が求められる。	3
小さい	軽微な影響がある。特段の損失はなく、時間と予算も最小限で解決される。	2

上記2つの基準のスコアから、下記の通りリスクスコアを設定して検討するものとする。

- とても低い=1<リスクスコア≦2
- 低い=2<リスクスコア≦6
- 中程度=6<リスクスコア≦14
- 高い=14<リスクスコア≦24
- とても高い=24<リスクスコア≦25

表 4.2-11 リスクスコアシート

（出典：Risk Management Guidelines AS/NZS 4360:2004）

リスクスコア		インパクト				
		極小	小	中	大	重大
可能性	常に発生	1	2	3	4	5
	ほぼ常に発生	2	4	6	8	10
	おそらく発生	3	6	9	12	15
	まれに発生	4	8	12	16	20
	ほとんど発生しない	5	10	15	20	25

この分析に基づき、本事業の構想に関して特定された潜在的リスクと、検討し得るリスク軽減策は以下の通りである。

表 4.2-12 事業関連リスクのスコア一覧

No.	リスクカテゴリー	リスクの発生事例	可能性 (a)	インパクト (b)	リスク評価 (a)x (b)	軽減	分類
R01	規制リスク	ライセンス取得上のトラブル、不測の規制変更等による事業継続性へのリスク	2	5	10	当局との密な連携、ネットワークでスムーズかつ柔軟なライセンス取得を担保	中
R02	規制リスク	EV特区設置、具体規制策定のプロセスにおける不測の予定変更、不利益な規制の実施等	3	5	15	当局との密な連携、ネットワークで望ましい規制内容のインプット	中
R03	需要リスク	他の競合サービス等の潜在的脅威	3	4	12	・サービス面での優位性の担保 ・バリ州営企業等との連携によるパブリックサービスとしてのポジショニングの獲得	中
R04	需要リスク	コロナ禍の長期化によりインバウンド市場の回復が遅れる	3	5	15	・コロナ禍の収束及びインバウンド市場回復に向けた動向の見極め	
R05	社会的リスク	不適切な理由による地域市民、事業者等からの反対リスクの発生	3	3	9	適切な交渉プロセスのもと、プロジェクトの便益に関する独立した判断と洞察を提供	中
R06	パートナー・リスク	現地パートナーとの契約トラブル、事業上の不測の事態によるパートナー関係解消等など。	3	5	15	通常のデューデリジェンスン加えて、現地政府やコンサル等とのアライアンス、目利きも踏まえた上でのパートナー選定	中
R07	パートナー・リスク	PPP(Public-Private Project)の経験不足	2	3	6	準備段階における現地企業等へのノウハウ、支援の提供	低
R08	不利益をもたらす政府の行為	PPPの経験不足による許可効率の低下および複雑な許可プロセス	3	3	9	準備段階における現地政府へのノウハウ、支援の提供	中
R09	不利益をもたらす政府の行為	政府内の特定の個人に利益をもたらす多額の金銭その他の非公式な要請	2	5	10	透明性と適切なコミュニケーションおよび管理手順の完全性を確保する	中

上記の整理より、特に懸念されるリスクは下記の３つとなる。

①規制リスク（R02）

今後サヌール・ヌサペニダ等に設定されるEV特区の枠組み、具体的な規制に関わるリスクについては、バリ州政府、EV加速化委員会等の現地主要ステークホルダー、また将来的にはインドネ

シア政府とのリレーションを土台に、我々のサービス構想、あるいはプロジェクト全体にとって望ましい形態となるよう、丁寧なコミュニケーション、ロビイングを継続することで最小化する想定である。当然規制の内容や枠組みによっては、日本政府等のサポートが必要になることが想定される。

②需要性リスク（R04）
コロナ禍の影響により、バリ島への国際線の直行便は長らく停止されており、2022年2月に約2年間ぶりに再会されたところである。2021年11月頃には、一時的に国内の観光客の客足が戻りはじめ、インバウンドの再開も見込まれていたが、オミクロン株の発生に伴いさらに延期されていた。今後のコロナ禍の収束、インバウンド需要の回復までのタイムラインはなかなか想定できない部分も多く、不確実性がリスク要因となる。国際線が再開した事実、またワクチン接種率の上昇、近い将来の治療薬の開発と普及、新たな行動様式の定着等を踏まえると、2022年から2023年にかけて、段階的に需要が回復していく見通しはある程度立つが、そのスピードや具体的なタイミングは不透明であり、事業実施に向けた準備においては継続的に注視が必要である。

③パートナー・リスク（R06）
MaaS事業においては、関連ステークホルダーが多方面に渡り、かつ数も多い。また当然日本との商習慣等の違いも多々あるため、パートナー候補の選定及び契約等のプロセスでは慎重な判断が求められる。事業観点でのデューデリジェンスの実施に加えて、バリ州政府等とのアライアンスを土台に、各方面からの情報や各種の利害関係を総合的に判断することにより、リスクを最小化することが重要になると考えられる。

4.2.4.5 ファイナンス面からの検討

【PPP スキームの概略】

PPP(Public Private Partnership)と呼ばれる官民連携スキームの実装目的は、民間の資金を動員することによって持続可能な資金調達の代替手段となること、健全な競争を通じてサービスの量、質、効率を向上させること、インフラストラクチャの提供における管理と保守の品質向上などが挙げられ、近年グローバルで増えているスキームである。

インドネシアにおいても、インフラ需要の急激な増大から、国家予算や自治体予算だけでインフラ事業開発を行うことは現実的に困難であり、公的機関と民間が協力してインフラ開発を行う PPP のスキームが近年一層重要なポイントとなってきており、支援対象セクターの拡大、アヴェイラビリティ・ペイメント（政府契約機関が民間事業者に対して定額支払を約束する制度）の導入など、民間

のコミットメントを促進し、PPP によるインフラ整備を加速するための制度の改善に動いている。

「大統領令第 38 号/2015」では、官民連携のスキームで行える事業は、経済性の強い「経済インフラストラクチャ」と社会性の強い「社会インフラストラクチャ」と大きく分けて 2 つとなっており、以下の分野が含まれている。現在検討中の事業と関連する「運輸」「観光分野」も含まれている。

1.運輸
2.道路
3.水資源と灌漑設備
4.水道
5.集中型排水処理システム
6.分散型排水処理システム
7.廃棄物処理システム
8.情報通信
9.発電
10.石油、天然ガス、再生可能なエネルギー
11.省エネ
12.都市関連設備
13.教育関連設備
14.芸術とスポーツ関連設備と施設
15.地域開発
16.観光分野
17.健康分野
18.刑務所
19.国民向け住宅

また「大統領令第 38 号/2015」の中では、下記 3 つの段階を踏んだ上で PPP の実施が確定すると明記されている。

①計画段階（実施可能なプロジェクトを政府が特定）
官民連携プロジェクトを実施するにあたり、プロジェクトの採択を政府が行う。そのために、予算計画の準備や資金調達スキーム計画とその資金源、評価のスケジュール、プロセス、および方法を含む官民連携プロジェクト入札計画などに関する調査が行われる。その調査結果と、コミュニティや関係機関との公開協議の結果を基にプロジェクトの採択が行われる。

②準備段階（プロジェクトの準備と実現可能性の評価）
準備段階では、プロジェクトの準備を完了するために事前実現可能性調査や環境調査、用地取得計画といった様々な調査が実施される。その中で、プロジェクトの資金や技術面の調査、政府支援や政府保証の申請、プロジェクト実施場所の申請、リスクマネジメント、プロジェクトを実施する民間企業の投資収益形態の調査などが行われる。

③契約段階
最終段階では、官民連携における契約を結ぶために様々な事項を決定し、契約の締結を行う。この段階では、政府と民間セクターの実施事業体との間に官民連携協力契約が結ばれる。契約を結ぶに当たり、マーケティングサウンディングや、プロジェクト実施場所の決定、プロジェクト実施に関心のある民間団体を選択するためのオークションを実施した後に、実施事業者の選定、ファイナンスクローズなどといった過程を踏んだ上で、最終的に契約が行われる。

【本事業における PPP スキーム活用の検討】

インドネシアの地方関連の PPP プロジェクトの準備と実施に民間企業が参画する際の大きな課題の一つは、地方議会の承認を得ることである。承認にあたっては、地方政府の長（バリにおいては州知事）が発案者として、議会に正式な提案をしなければならない。過去には、このプロセスでプロジェクトの準備が滞ってしまった例も少なくない。実際のスキーム構築に向けては、政府及び州政府内の主要な意思決定者に常に情報を提供し、プロジェクトの進捗状況や要望を正しく伝達し、承認までのプロセスをスムーズに進行する必要があると考える。

本調査事業の構想において、将来的にはスマートモビリティ関連の個別事業を束ねながら、さらに他の分野の事業をも共同で運営する「スマートシティ・プラットフォーム事業」という形態を見据えるのであれば、PPP スキームの活用を検討する余地が十分あると考える。

【実証予算の準備】

前述の PPP スキームの整備を念頭に置きつつ、承認の確度や一定の投資スケールを担保するためにも、まずは個別事業としての事業性の検証を目的としたパイロット実証事業を行う必要があると考える。

パイロット実証事業の実施に向けては、前述の事業性成功要因及びリスク要因を十分考慮して、実施時期、実施エリア、サービス内容の具体設計、現地パートナーとのアライアンスも含めた運営母体、運営体制の構築等を含め、事業計画と投資計画の策定と検証をさらに進めていく必要がある。また、日本政府の関連実証予算を補助的に活用することも視野に入れて検討を進めるものとする。

4.3 (WG)③EV 向け分散型電源及びチャージャーインフラの開発の実現可能性調査

4.3.1 政策関連

4.3.1.1. EV 政策と現状及び課題

4.3.1.1.1 インドネシア政府

インドネシアではガソリン車から EV 車への移行をスムーズに行うため、EV 車導入推進に関する「インドネシアにおける電気自動車の利用推進に関するインドネシア大統領規則 No.55/2019」に基づき、各省庁は様々な政策を行っている。表 4.3-1 では、政策の内容と担当する省庁をまとめた。

表 4.3-1 インドネシア大統領規則 No.55/2019 から展開した政策

政策	担当機関
EV車両(政府公用車)の2020年度投入コスト基準値	予算総局
EV車両の購入者に対する補助金交付に関する方針	財務省、国家エネルギー評議会
EV車両所有債権優遇政策	インドネシア銀行、金融庁
従来型エンジンからEVへの転換政策	運輸省
2024年までのガソリン車のEV化ロードマップ政策	工業省
電池交換をサポートするための電池標準化政策	国家標準化庁、工業省
2024年までのSPKLUロードマップ政策	エネルギー鉱物資源省、技術評価応用庁、PLN、LEN
使用済み電池の管理に関する政策	環境林業省、工業省、貿易省
自治体による奨励金政策	内務省
EV車両のための特別な自動車登録証政策	警察
EV車両のeカタログ掲載の提案	国家調達庁

出典:MEMR 資料

・ EV の充電方式と充電機器規格

インドネシア政府は充電方式に関して 4 つの充電レベル （表 4.3-2）と EVCS で使用する機器の規格（表 4.3-3）を決定した。 なお SNI はインドネシアの国家規格を言い、SNI の規格の一部は ISO や IEC からの引用となっている。

表 4.3-2 充電レベルの分類と概要

	レベル1 （低速充電）	レベル2 （中速充電）	レベル3 （急速充電）	レベル4 （超急速充電）
設置場所	一般家庭	事業所	充電ステーション	充電ステーション
最大出力電流（A）	AC 16A	AC 63A	AC 100A/DC 250A	AC 300A/DC 500A
出力電力（kW）	3.7kW以下	22ｋW以下	50ｋW以下	150ｋW以下
コネクタタイプ	タイプ1・タイプ2	タイプ1・タイプ2	CSS・Chademo	CSS2・Chademo
規格	IEC62196-2	IEC62196-2	IEC62196-3	IEC62196-3
充電時間	8時間	4時間	30分	15分

出典:PLN 資料

表 4.3-3 EV 充電インフラで使用する機器の規格

項目		詳細	四輪規格	二輪規格
インフラ	充電システム	導電性充電システム	SNI IEC 61851-1:2017 (2019年にBSNによって検証)	IEC 61851-3 (開発中)
			SNI IEC 61851-23:2014 (2019年にBSNによって検証)	
			SNI IEC 61851-24:2014 (2019年にBSNによって検証)	
		家庭用バッテリー充電器の安全要件	SNI IEC 60335-2-29:2012	
		ワイヤレス電力伝送	IEC 61980-1	
			IEC 61980-2	
			IEC 61980-3	
			ISO 19363	
		外部電源への接続に関する安全要件	ISO 17409	ISO 18246
		オンボードEMC	SNI IEC 61851-21-1:2017 (2019年にBSNによって検証)	
		オフボードEMC	IEC 61851-21-2	
		バッテリー交換	IEC 62840-1	IEC TS 611851-3-3 (開発中)
		システム	IEC 62840-2	
		In-cable	IEC 62752	
		コントロール		
		充電ケーブル	SNI IEC 62893-1:2017 (2019年にBSNによって検証)	
			SNI IEC 62893-2:2017 (2019年にBSNによって検証)	
			SNI IEC 62893-3:2017 (2019年にBSNによって検証)	
	充電コネクター	充電コネクター	SNI IEC 62196-1:2014 (2019年にBSNによって検証)	IEC TS 62196-4
		（プラグを含む）	SNI IEC 62196-2:2016 (2019年にBSNによって検証)	
			SNI IEC 62196-3:2014 (2019年にBSNによって検証)	
	インターフェース	識別方法	IEC 62831 (開発中)	
		車両からネットワークへ	ISO 15118 (パート１から８)	
		ローミングサービス	IEC 63119-1:2019	

出典:MEMR

4.3.1.1.1.1 エネルギー鉱物資源省（MEMR）

4.3.1.1.1.1.1 EV 車両台数の見通しと EVCS

MEMR は BPPT、PLN、LEN と共同で 2030 年までの EV 車両台数に関する見通しと EVCS（SPKLU・SPBKLU）を発表している。

そこではインドネシアの EV と EVSC について年々増加していくと想定しており、2030 年には電動四輪車が 254,181 台、電動二輪車が 805,000 台、SPKLU が 24,720 基、SPBKLU が 67,000 基としている。（図 4.3-1）

また、2025 年までにガソリンエンジンの二輪車の総台数約 1 億 5,000 万台のうち 600 万台はガソリンエンジンから電動に改良した車両とする目標も掲げている。

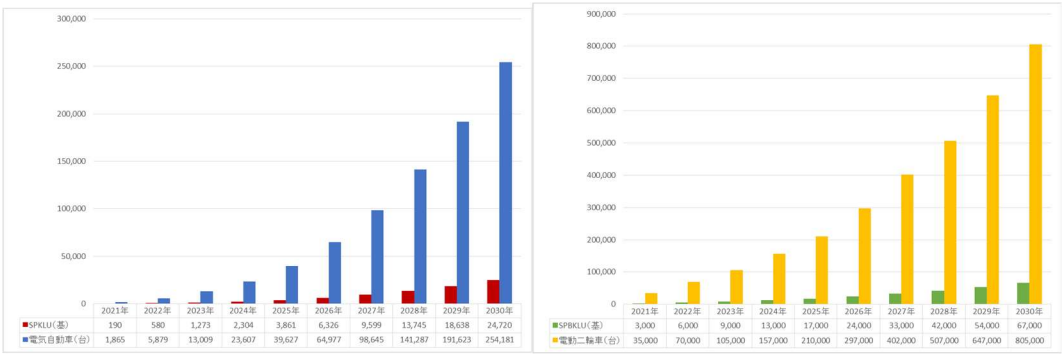


図 4.3-1 2030 年までの EV と EVCS（SPKLU・SPBKLU）の見通し

出典:MEMR 資料より作成

4.3.1.1.1.2 EVCS 政策の諸規則

MEMR は大統領規則 No.55/2019 の補完としてエネルギー鉱物資源省規則 No.13/2020 を発表している。同規則は EVCS やバッテリー交換ステーションなどの EV 充電インフラ、EVCS やバッテリー交換ステーションの法人格、EVCS の許可申請は OSS（Online Single Submission)で行うこと、ビジネススキーム、諸細則、基本電気料金、インセンティブ、EVCS の安全性などについて規定している。

表 4.3-4 エネルギー鉱物資源省規則 No.13/2020 の抜粋

バッテリー駆動の電気自動車向け充電インフラの提供に関するエネルギー鉱物資源省規則No.13/2020の抜粋
電池式車両の充電インフラは、SPBKLUとSPKLUの形態で提供されること
SPBKLU事業体は、法務・人権省から事業体設立の許可証と事業者登録番号を取得した事業体であること
SPKLU事業体とは、統合IUPTLまたは電力再販IUPTLを保有する事業体で、複数の事業エリアを持つ事業体を言う
SPKLUの許認可手続きはOSSを通じて行うこと
SPBKLUとSPKLUのビジネススキームについて
SPBKLUとSPKLUのID番号の暗号化
SPBKLUとSPKLUの電気料金
SPBKLUとSPKLUの事業体のための援助機関など
SPBKLU、SPKLU、および民間の電気設備の電気的安全性

出典:MEMR 資料より抜粋

4.3.1.1.1.3 電力供給事業と EVCS 事業のためのスキーム

MEMR はエネルギー鉱物資源省令第 30 号 2009 年で①「事業者が自ら電力を EVCS に供給する事業（販売及び自家消費含む）」と②「①のライセンス保有者から電力の供給を受け、電力を EVCS に供給する事業」の 2 種類の電力供給事業、さらに EVCS（SPKLU）の所有またはリース、維持管理や運用の形態によるスキームを分類している。

a. 電力供給事業ライセンス

発電・送配電・販売に必要な電力供給事業のライセンス IUPTLU には 2 種類ある。特定の地域での電力供給事業には IUPTL-TWU-NLP、PLN などの広域的な電力供給事業者が持つ IUPTL-TWU-LP の二種類があり、さらに IUPTL 保有者から電気の再販を受けて事業を行う IUPTL-PWU-LP（広域）がある。また事業者自身が発電し、自家消費する場合には IUPTLS のライセンスが必要である。

b. 電力補助事業ライセンス

SPKLU を所有・設置・メンテナンスをする場合には電力補助事業ライセンス（IUJPTL）が必要である。

これは事業が電力供給に該当しないとしても電力供給に関する各種コンサルタント（設置・メンテナンス・エンジニアリング事業に関する業務を含む）を行う場合に必要なライセンスである。なお、IUJPTL の取得に当たっては、電力補助事業証明書（SB）を取得する必要がある。

・EVCS（SPKLU）事業のビジネススキーム

EVCS（SPKLU）を建設・所有し、維持・運用する事業のビジネススキームは以下の通り。

- 広域電力供給事業者である IUPTL-TWU-LP 保有者が電気を供給し、保有者自らが SPKLU を設置（又はリース）し運営するパターン
- IUPTL-TWU-LP 保有者が電気を供給し、IUJPTL 保有者が SPKLU を設置・所有（又はリース）、運営するパターン
- 電力再販事業者の IUPTL-PWU-LP 保有者が電気を再販し、保有者自らが SPKLU を設置（又はリース）・運営するパターン
- IUPTL-PWU-LP 保有者が電気を再販し、IUJPTL 保有者が SPKLU を設置・所有（又はリース）、運営するパターン

4.3.1.1.1.1.4 EVCS 用プラグソケット

MEMR は EVCS 用のプラグ・ソケット・コンセントの種類を議論し決定するための会議を 3 回（2019 年 8 月、2020 年 2 月、2020 年 4 月）行った。その結果、4 つの充電レベルに合わせて 3 種類のプラグソケットが採択され、大臣令に正式に盛り込まれることになった。（図 4.3-2）

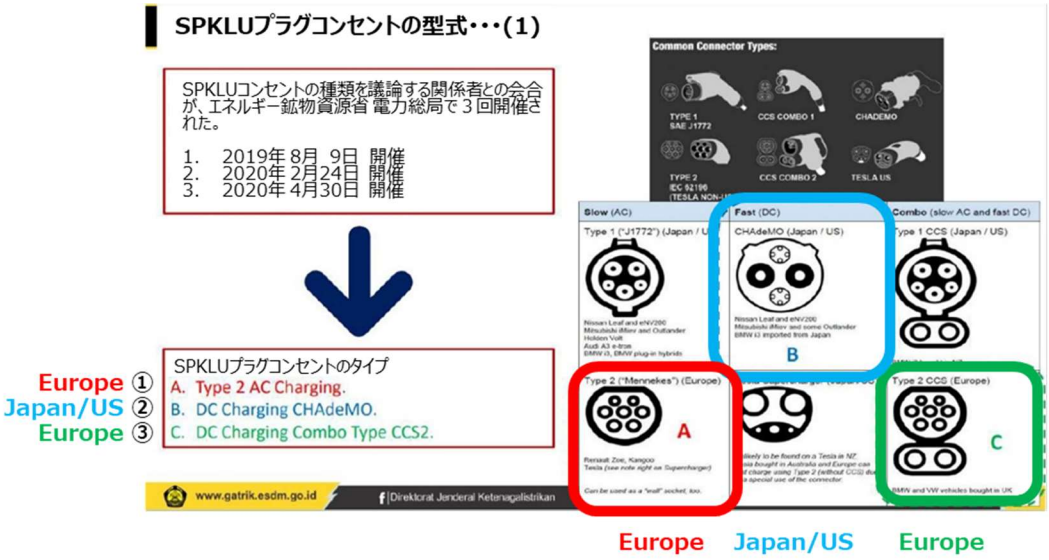


図 4.3-2 SPKLU のプラグ・ソケット

出典:PLN 資料

4.3.1.1.1.2 技術評価応用庁（BPPT）

BPPT は、これまで技術のクリアランス、EV エコシステムの開発、充電ステーション管理システムの開発など EVCS 産業の準備を担当してきた。

BPPT の EVCS 開発計画では、2018 年にジャカルタ市内で EVCS 建設を最初に、2019 年にはジャカルタとバンドンを結ぶ都市間プロジェクトに着手、2021 年から 2022 年にはスマートシティ開発計画と調和した北海岸の高速道路沿いでの EVCS 設置計画、そののちバリ島でのクリーン・エネルギーの導入に向けての開発を進めていく予定である。（図 4.3-3）

4.3.1.1.1.2.1 EV エコシステム

BPPT が開発している EV エコシステムを実現させるためには解決しなければならない課題がある。（図 4.3-4）その課題は、基本的なインフラの利便性、市場の創出、部品産業の増進、バッテリーの利用可能性、財政・金融支援、ガソリン車に対する罰則の制定などである。現在の新型コロナウイルスの影響により、経済成長が遅れ、インドネシアでの EV エコシステムの導入も遅れるおそれがある。

図 4.3-3 BPPT の EVCS 開発計画（2018 年～2022 年）

出典:BPPT 資料

図 4.3-4 EV エコシステムの課題

出典:BPPT 資料

4.3.1.1.1.3 国立研究革新庁（BRIN）

国立研究革新庁（BRIN）は、2019 年にインドネシア政府が設立した政府機関である。2021 年 5 月に大統領は 2021 年大統領令第 33 号に署名し、BRIN を唯一の国家研究機関とした。この大統領規則により、インドネシア科学院（LIPI）、技術評価応用庁（BPPT）、国立原子力庁（BATAN）、国立航空宇宙研究所（LAPAN）など、主要な国内の国立研究機関は BRIN の傘下に統合され、政府の研究課題のための単一の窓口となる政府機関となった。

BRIN の立場は、規制当局だけではなく 2019 年大統領令第 74 号に基づき、研究開発、応用、および統合的な発明とイノベーションを起こすことにある。

今後 EVCS 産業の準備などは BRIN の下で BPPT が行うこととなる。

4.3.1.1.1.4 EV 普及に係るインセンティブ

EV 普及に関するインセンティブはユーザー、メーカー、支援事業者（EVCS 運営者等）に与えられる。インセンティブは関係する様々な省庁および地方自治体レベルによって提供される。以下に例を記載する

表 4.3-5 EV に関するインセンティブの例

内容
2021年の政府規則第74号に基づく高級品付加価値税の0%
電気自動車の購入に対する最低頭金0%
インドネシア銀行規則第22号-13号2020年に基づく電気自動車の低金利
家庭で充電するために追加した分の電力に対するPLNの電気料金割引
ジャカルタ・DKIジャカルタ知事規則第3号2020年に基づく自動車所有権の譲渡に対する税金0%
ジャカルタでの奇数偶数ルールの免除

出典:調査団作成

4.3.1.1.1.5 EVCS の現状（SPKLU、SPBKLU、SPLU）

公共の EVCS は充電する車両・用途によって図 4.3-5 のように 3 種類（SPKLU・SPBLU・SPKLU）に分類される

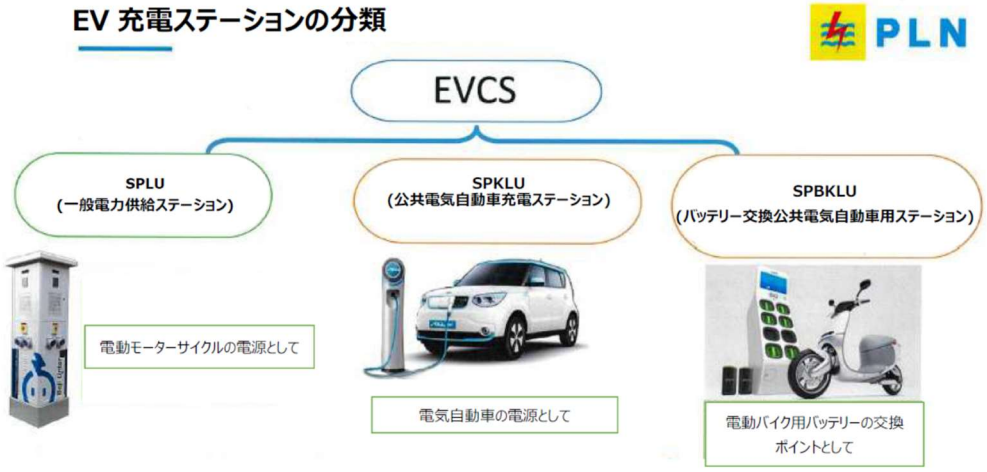


図 4.3-5 EVCS の分類

出典:PLN 資料

・ SPKLU

SPKLU は四輪車向けの充電プラグがある急速充電器で、設置されている充電容量は 25kW~50kW である。

2020 年 8 月までに、PLN はジャカルタ、バンドン、タンゲラン、スマラン、スラバヤ、バリの 12 カ所に 21 基の EVCS を建設した。

そのほか、PERTAMINA 社はジャカルタに 2 基、BPPT は 3 基、空港タクシー会社の Angkasa Pura 社は 1 基、三菱、メルセデス、BMW はディーラーにそれぞれ 17 基、1 基、2 基の EVCS を建設している。国内で最も有名な民間タクシー会社である Blue bird 社は、自社のタクシー専用に 15 基の EVCS を建設しており、現在、国内では 37 カ所、62 基の EVCS が設置されている。（図 4.3-7）

利用者が支払う電気料金は Rp2,466/kWh （約 19.72 円/kWh）となっている。

図 4.3-6 SPKLU のロゴと待機所

出典:PLN 資料

図 4.3-7 SPKLU の設置状況（2020 年 8 月まで）

出典:PLN 資料

・SPBKLU

SPBKLU は電動二輪車向けバッテリー交換ステーションである。バッテリーはメーカーが違えば互換性がない場合がある。

電動二輪車参入メーカーとしては国営の GESITS のほかに SMOOT・VIAR・VOLTA・GOGORO GOJEK や、HONDA PCX がある。バッテリーを一回交換する費用は Rp5,000/回（40 円/回）となっている。図 4.3-8 と図 4.3-9 は SPBKLU の設置状況を示す。

図 4.3-8 SPBKLU の配置図 1

出典:PLN 資料

図 4.3-9 SPBKLU の配置図 2

出典:PLN 資料

・SPLU

SPLU は屋台・露店の照明や電動二輪車の充電に利用されている最大 5.5kW の電源を備えた公共用の AC 充電器（コンセント型）である。（図 4.3-10）

国内の設置状況は図 4.3-11 となっており、EVCS の中で最も利用されている。利用用途としては 73.81%が露天商、13.69%が電動二輪車の充電、12.5%がその他となっている。利用者が支払う電気料金は Rp 1,650/kWh （13.2 円/kWh）である。

図 4.3-10 SPLU の外観

出典:PLN 資料

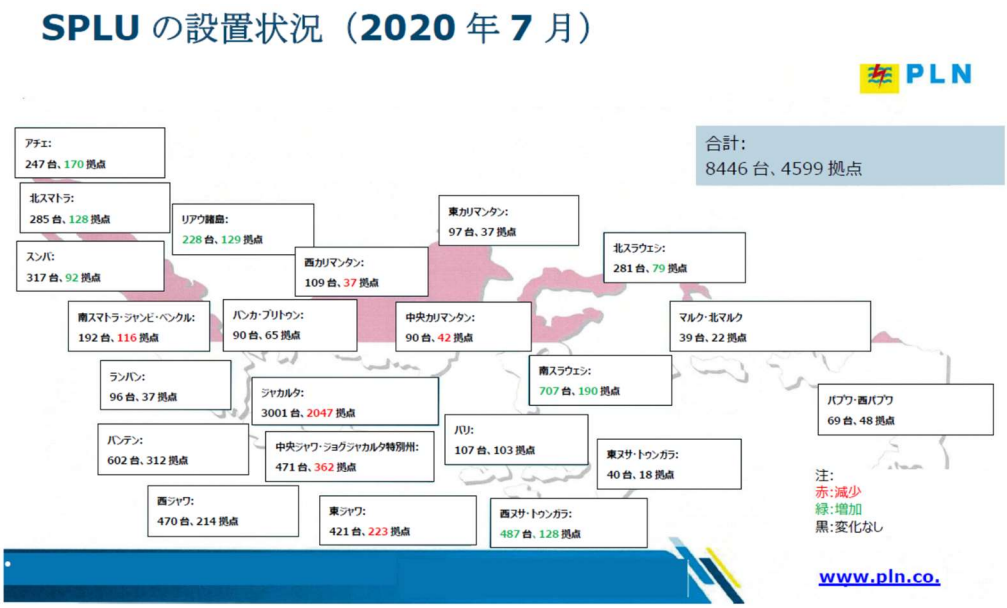


図 4.3-11 SPLU の設置状況

出典:PLN 資料

・単線結線図

PLN から入手した単線結線図を図 4.3-12 と図 4.3-13 に例示する

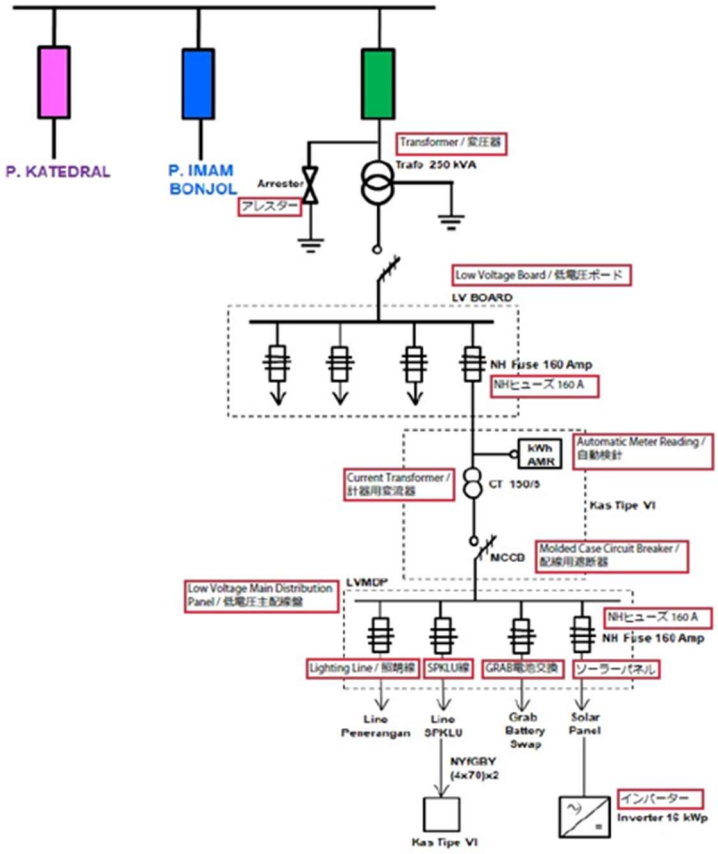


図 4.3-12 SPKLU の単線結線図

出典:PLN 資料

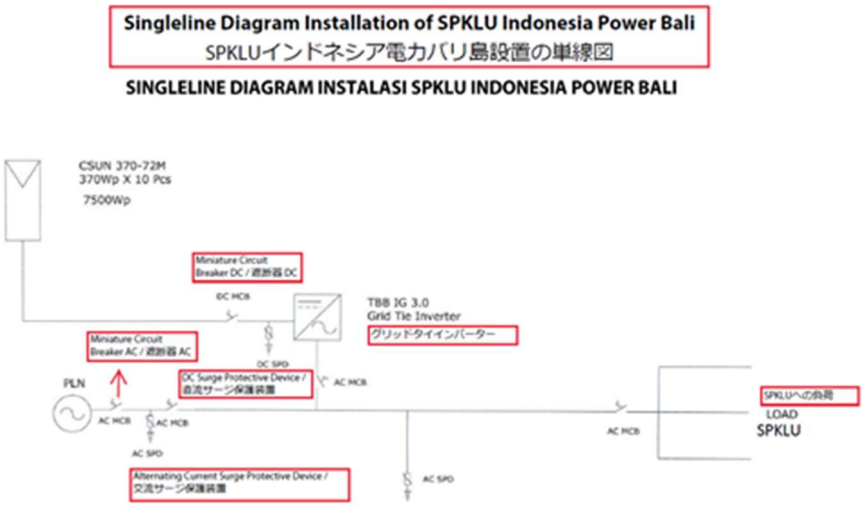


図 4.3-13 SPKLU の単線結線図

出典:PLN 資料

・EVCS への課金システム（PLN Charge.IN）

Charge.IN は、Open Charging Point Protocol（OCPP）を使用して EVCS と接続することを目的に ICON +（IT ビジネスサービスの PLN IT ビジネス子会社）によって開発され、2021 年 1 月 29 日に発売された。Charge.IN は、PLN が提供する EVCS の充電場所の位置、取引履歴、消費電力、決済などさまざまな機能を持ったアプリケーションであり、国内全土の EV ユーザーに関するデータを管理している。 Charge.IN は、公共用 EVCS だけでなく家庭用 EVCS でも利用することができる。

Charge.IN は、Web ベースとモバイルベースのアプリで構成されている。 モバイルアプリは EV ユーザーが使用し、Web ベースは EVCS のデータを管理するために PLN が使用する。

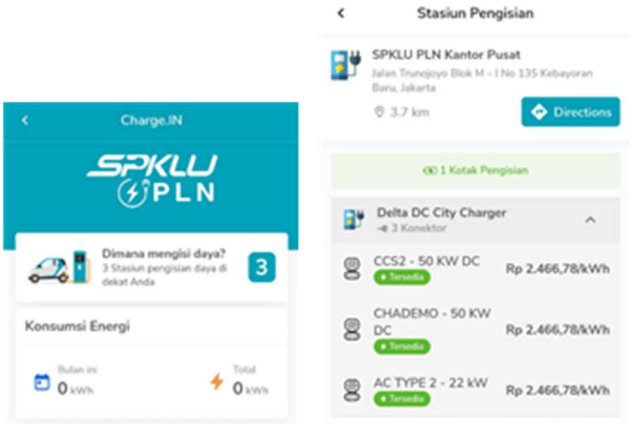


図 4.3-14 Charge.IN アプリの画面

出典:PLN 資料

・EVCS の通信方式

EVCS は機器内に有線で通信回線を引き込んでおり、その通信回線を使用して Charge.IN と接続している

4.3.1.1.1.6 社会的課題（大気汚染）

・ 大気汚染に関する法規制

ジャカルタ、スラバヤ、バンドンなどの人口が密集している地域では大気汚染が深刻な社会問題となっており、ジャカルタでは大気汚染物質の微小粒子状物質（PM2.5）の大気中の濃度レベルが世界保健機関（WHO）の基準を上回っている。

こうした状況で 2021 年 9 月中旬に中央ジャカルタ地方裁判所が、首都ジャカルタの深刻な大気汚染を放置したとして大統領やジャカルタ特別州の知事などのインドネシア政府らに対し違法行為があったと認める判決を下し、国民の健康を守るために大気汚染基準を厳格化するよう求めた。

4.3.1.1.2 バリ州政府

2019 年に「バッテリーをベースとした電動自動車の利用」のためのバリ州知事規則(No.48／2019)が策定された。その規則では以下の通り分野別に詳細に規定されている。

以下に EV 政策において特に重要と思われる条項について記載する。

・「バッテリーをベースとした電動自動車の利用」バリ州規定 No.48／2019

目標

a.クリーンで緑豊かな美しいバリ島を実現する「Nangun Sat Kerthi Loka Bali」のビジョンに基づき、バリ島の自然の神聖さと調和を維持するために、地域の環境に優しい道路交通システムを構築すること。

b.環境に優しい道路交通と輸送システムの確立を支援し、また全国的に輸送部門におけるエネルギー効率、エネルギーの安全保障、エネルギー保全に関する政策を支援するために、バリ州における道路交通の利益のためにバッテリーベースの電気自動車の使用促進を奨励すること。

総則

チャプター 2: EV の普及を促進するための政策・戦略

Article 4

4.1. 政策

a. バリ島の自然環境保全と文化遺産と宗教施設への最小限の影響

b. エネルギー効率と交通部門での汚染削減のための政府プログラムサポート

c. 化石燃料から EV への移行を拡大するためのバリ島の電動車両用インフラサポート

4.2. 戦略

a. 政府機関と公共交通機関の関係企業は EV を使わなければならない

b. EV 産業とそれをサポートする会社は現地のコンテンツを使わなければならない

c. EV の所有者と使用者は補助金を得ることができる

d. EV 産業とそれをサポートする会社は補助金を得ることができる

e. 化石燃料使用車両は少しずつ制限を行う

f. EV 利用拡大のための委員会を設立する

チャプター 3: EV の普及を加速するためのアクションプラン

Article 5

5.2. EV 利用拡大のためのバリ政府のアクションプラン

a. EV を使用する必要がある政府機関とその他の機関の決定

b. EV を公共交通機関に使用する段階とアクションプランの決定

c. EV の使用者と所有者に対する補助金の種類と金額の決定

d. EV の生産産業とそれらのサポート事業に対する補助金の種類と金額の決定

e. 化石燃料使用車両の段階的制限と戦略の決定

チャプター 4: EV 事業の強化

Article 7

7.1. EV 使用の拡大はバリ島の EV 事業構築をサポートできる

7.2. EV 事業はバリ島の製品かサービスを 1 5%以上優先利用しなければならない

7.3. EV 産業は以下の現地住民に関する要件を優先しなければならない。:

a. 事業を始める際−全従業員の 10%以上を現地従業員とする

b. 5 年以上の事業期間−全従業員の 40%以上を現地従業員とする

c. 10 年以上の事業期間−全従業員の 70%以上を現地従業員とする

Article 8

8.1. EV 事業会社は州・地域・都市の所有企業、州内の大学/研究所等の機関、地元企業と連携して働かなければならない

8.2. EV 事業会社は 5 年以内に地元企業または、州・地域・都市が運営する企業に技術移転が必須である

8.3. EV 事業会社は州政府から補助金を得ることができる

チャプター 5: BB-EV の充電インフラの提供

Article 9

9.1. EV 充電インフラ提供の加速は BB-EV 利用者と公共の場所の SPKLU/SPLU 又は電池交換ステーションの工事業者によって利便性が得られる

9.2. 充電インフラ工事の基準

a. EV オーナーの簡単な利用/連絡

b. SPKLU/SPLU の駐車スペース提供

c. 法律と規制に沿って電気的に安全であること

d. セキュリティー, 安全対策、交通を妨害しないこと

9.3. ロケーション

a. ガソリンスタンド

b. ガス充填ステーション

c. 政府と州のオフィス

d. ショッピングモール

e. 道路沿いの公共駐車場

9.4. 私有電気インフラ

a. 中央および地方の政府機関

b. 住まい・住宅

9.5. BB-EV 充電インフラの提供はエネルギー部門の BUMN また他のビジネス産業によって実施できる

9.6. SPKLU/SPLU による電気の売買は事業領域が合うまたはエネルギー部門の BUMN また他のビジネス産業と協力できる免許保持者によって実施できる

Article 10

10.1 州政府，行政/市政府やエリアマネジメント機関がバリ州の交通機関と道路交通にメリットがある BB-EV の利用を進めるために奨励策を提供する

10.2 奨励策は財政的な奨励策と非財政的な奨励策からなる

10.3 インセンティブは下記に与えられる:

a. 個人，団体, EV を利用する産業

b. EV のレンタルバッテリー供給産業

c. EV 利用のためのインフラの生産と設備の設置を推進する産業

d. 電池の廃棄物処理をする産業

e. SPKLU/SPLU を提供する産業や団体、 EV の充電に自家発電設備を使用している住宅

Article 11

財政的なインセンティブは自動車税や名義変更税の免除/削減

Article 12

12.1 非財政的なインセンティブは下記:

a. 特定の道路の利用制限免除

b. SPKLU/SPLU の駐車料金の免除

c. SPKLU/SPLU の充電料金の削減

d. SPKLU/SPLU インフラの開発のための融資援助

e. EV 産業の人材に関する専門的能力の認定

f. 国の重要な目標である物流の円滑な運営や生産のセキュリティーの向上や一定の運用業務の確保

g. EV 産業と EV で構成される産業のための製品認証や技術基準その他奨励策

12.2 非財政的な奨励策は法律と政策に準拠して与えられる

この枠組みを受けて 2020 年にバリ州におけるクリーンエネルギーによるバリ州の自立したエネルギーに向けたアクションプランと枠組みが下記の通り決められている

ビジョン

"Maintaining the Sanctity and Harmony of Bali Nature and Its Contents, To Realize Life

Prosperous and Happy Krama Bali, Sakala Niskala Towards a Life of Krama and Gumi Bali in accordance with Bung Karno's Trisakti Principles: Politically Sovereign, Economically Independent, and Personality in Culture Through Patterned, Comprehensive, Planned, Directed, and Integrated Within the Frame of the Unitary State of the Republic of Indonesia Based on the Values of Pancasila June 1, 1945."

バリ開発の優先分野

1. 一次的欲求 (衣食住)
2. 健康と教育
3. 社会保障と雇用
4. 宗教、伝統、芸術、文化
5. 旅行者

5 つの優先分野は陸上・海上・航空インフラ の開発によってサポートされる

表 4.3-6 バリ州の長期エネルギー代替計画

主なエネルギー源	2015	2025	2050
化石燃料	19.63%	3.32%	0.00%
ガス	4.39%	56.23%	34.85%
石油	75.71%	29.30%	45.05%
再生可能エネルギー	0.27%	11.15%	20.10%
合計	100.00%	100.00%	100.00%

出典: バリ州の長期エネルギー代替計画 2019 を翻訳

表 4.3-7 2020 年アクションプランと実施状況

No.	アクションプラン	1Q	2Q	3Q	4Q
1	地域別歳入・歳出予算の実施計画	計画実行	実装	実装	実装
2	バリ島がクリーンエネルギーで自給自足が 可能となる電気供給政策の準備	政策の 整備	実装	実装	実装
3	既存の石炭や石油を燃料とする発電所を すべてガス燃料に置き換える準備	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装
4	ブレレン県セルカン・バワンで2020年から容量700MWの ガス発電所の開発プログラムの調整	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装
5	バリ島クリーンエネルギーとバッテリーベース電気自動車の 政策実施・実行スキームの準備	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装	実装
6	地域エネルギー総合計画(RUED)で示された 再生可能エネルギーによる新発電所建設計画を作成する。	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装
7	バリ州クリーン・エネルギーに関する バリ州知事規則2019年第45号の実施計画 および行動計画を作成する。	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装
8	バッテリー駆動の電動車両の使用について バリ州知事規則2019年第48号に関する事項の実施計画 および行動計画を作成する。	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装
9	地域エネルギー総合計画の最終案について(RUED)	促進者と 制御者の 決定	促進者と 制御者の 決定	実装	実装

出典: バリ州の自立したエネルギーに向けたアクションプランより作成

4.3.1.1.2.1 バリ州運輸局

表 4.3-8 はバリ州運輸局とバリ PLN によるバリ島の EV と EVCS 計画数である。

表 4.3-8 バリ州運輸局の目標台数

バリ島での電動化目標数	2021	2022	2023	2024	2025
電気バス（16人乗り）	40	80	120	160	200
4輪車両	100	200	400	600	1000
2輪車両	1000	2000	3000	5000	8000
EVCS（SPKLU）	24	29	52	76	120

出典:調査団作成

4.3.1.1.2.2 電気自動車の現状

PLN はバリ州では電気自動車がまだ普及していないため、自家用電気自動車数を 20 台未満と推計している。一方、運輸大臣は 2021 年 11 月国内およびバリ島で使われている EV の台数を 14,400 台(4 輪 1,656; 3 輪: 262, 2 輪: 12,464;バス: 13, 貨物車: 5) と発表している。

表 4.3-9 インドネシアとバリ島で使われている EV の台数（2021 年 11 月時点）

No	EV車両の種類	バリ島	インドネシア
1	四輪	3	1,656
2	三輪	-	262
3	二輪	419	12,464
4	バス	12	13
5	貨物車	-	5
合計		**434**	**14,400**

出典: Tmpo.co ウェブサイトより作成

Per November 2021, Kemenhub Catat Populasi Kendaraan Listrik di RI 14.400 Unit - Bisnis Tempo.co

表 4.3-10 に交通機関の台数を示す。

表 4.3-10 インドネシアの交通機関の台数（2018 年～2020 年）

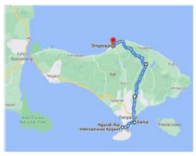
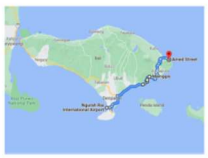
種類	台数		
	2018	2019	2020
バス	8,643	9,142	9,205
トラック	148,238	154,412	156,624
二輪車	3,516,415	3,738,803	3,811,957
四輪車他	422,868	450,239	482,372
合計	**4,117,949**	**4,352,596**	**4,460,158**

出典:BPST 資料

2020 年 11 月にバリ州知事はバリ島の国家観光戦略地域での電気バス運行試験を開始した。電気バスは 12 台で 5 つの路線を AM6:00～PM18:00 (平日) と AM6:00～PM17:00 (週末) で運行している。

電気バスは 2020 年 11 月～12 月の間運賃無料で運行され、2021 年 1 月から運賃 Rp 35（0.28 円）で運行していた。電気バスのドライバーによると新型コロナウイルス蔓延中はバスを使う乗客がおらず路線 4 のみ運行していた。

表 4.3-11 路線図

路線1	路線2	路線3	路線4	路線5
				
経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Central Park Kuta Ubung Menguwi Begudul Singaraja	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Sanur Ubud Kintamani Singaraja	経路 Singaraja Menjangan TamanNasional Bali Barat	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Goa Lawah Padangbai Manggis Amuk Amed	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Sanur Klungkung Besakih

出典: インドネシア共和国運輸省ウェブサイトより作成

Bus Listrik Bali, Transportasi Massal bagi Warga dan Pariwisata Bali (dephub.go.id)

4.3.1.1.2.3 課題（電気自動車の普及策とバリ島での EV 認知度）

バリ島の EV に関する調査によると 578 人の回答者のうち 88%は電気自動車について認知していなかった。また、独自に行ったヒアリング調査によるとバリ島の各家庭には 2～3 台のガソリン二輪車を所有しているが、Gesits などの電動二輪車に比べて電気自動車の利用者はまだ少ないとの回答があった。

4.3.1.2 国有電力会社（PLN）

4.3.1.2.1 PLN の概要

PLN は、政府が 100%株式を保有する株式会社であり、MEMR の監督の下、国内全土における電力供給を担っている。PLN の組織図を図 4.3-15 に示す。2020 年時点での従業員数は 53,385 人（PLN：44,299 人および子会社：9,086 人）。従業員一人あたりの販売電力量は 4,562MWh、顧客数は 1,480 件である。

PLN は「インドネシア・パワー社」、「ジャワ・バリ発電会社」などの 4 つの発電会社のほか、シンガポール沖約 20km に位置する保税地域バタム島で実施する PLN バタム、東カリマンタン州のタラカン

島で実施する PLN タラカンの 2 つの特定地域電力供給会社を持ち、石炭売買、金融、海運、エンジニアリングおよび建設、通信事業など、合計 13 社の子会社を保有する。 PLN 子会社一覧を図 4.3-16 に示す。

2020 年時点での国内の発電設備容量 63,336MW のうち、PLN が約 70%に相当する 44,175MW を所有し、約 28%に相当する 17,720MW を IPP が、約 2%に相当する 1,441MW をリース会社が所有する。インドネシアでは、1992 年より IPP の参入が認められており、発電した電力は PLN が買い取っている。

インドネシアにおける電力事業は、発電部門は PLN と IPP 事業者が担っている。送配電および小売り販売部門は PLN が独占している。2016 年 1 月に送配電部門について「35GW プログラム」（設備開発計画）のもとに PLN 送電・給電センター（P３B）を給電センター（P2B）と送電保守事務所に組織分割された。

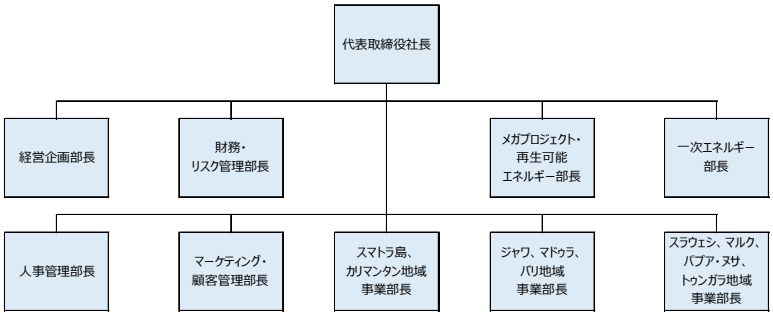


図 4.3-15 PLN の組織図

出典: PLN 資料より調査団作成

図 4.3-16 PLN の子会社一覧

出典: PLN 資料より調査団作成

4.3.1.2.2 EV 事業に関するインセンティブ

EV 支援事業へのインセンティブに関して「EV の充電インフラの提供に関するエネルギー鉱物資源大臣規則第 13 号 2020 年」が制定されている。PLN はその規則に基づきインセンティブを以下のように定めている。

・EVCS 事業者へのインセンティブ

基本の電力料金 Rp1444/ k Wh に対して EVCS 事業者には Rp714/kWh で電力を販売

・EV ユーザーへのインセンティブ

電気料金割引（家庭充電用）

22 時から 5 時までの EV 充電用電気料金の 30%割引

・EV メーカーへのインセンティブ

2007 年法律第 25 号に基づく法人所得税一時免除

2015 年の政府規則第 18 号、2016 年の政府規則第 9 号、2018 年の産業大臣規則第 1 号に基づく投資額に基づいて計算される税額控除。

2015 年財務大臣規則第 188 号に基づく輸入関税免税

2020 年財務大臣規則第 153 号に基づく研究開発活動の税額控除

4.3.1.2.3 EV 政策と役割

PLN は、政府が発表した EV インフラ開発ロードマップと規制に基づき、EV インフラの需要側と供給側の調整と橋渡しを担うネットワークコラボレーターとして戦略を策定している。供給側には、技術と標準化、EVCS の製造、e-mobility の 3 つのテーマがあり担当する機関は、LEN と BPPT である。一方、需要側では大量物流がテーマであり担当する機関は BUMN と民間デベロッパーである。また、PLN はフィンテックサービスとも連携し家庭での充電や EVCS のパッケージサービスを管理している。

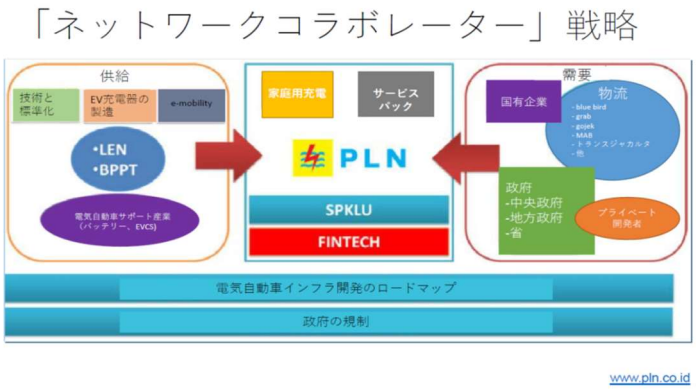


図 4.3-17 ネットワークコラボレーターとしての戦略

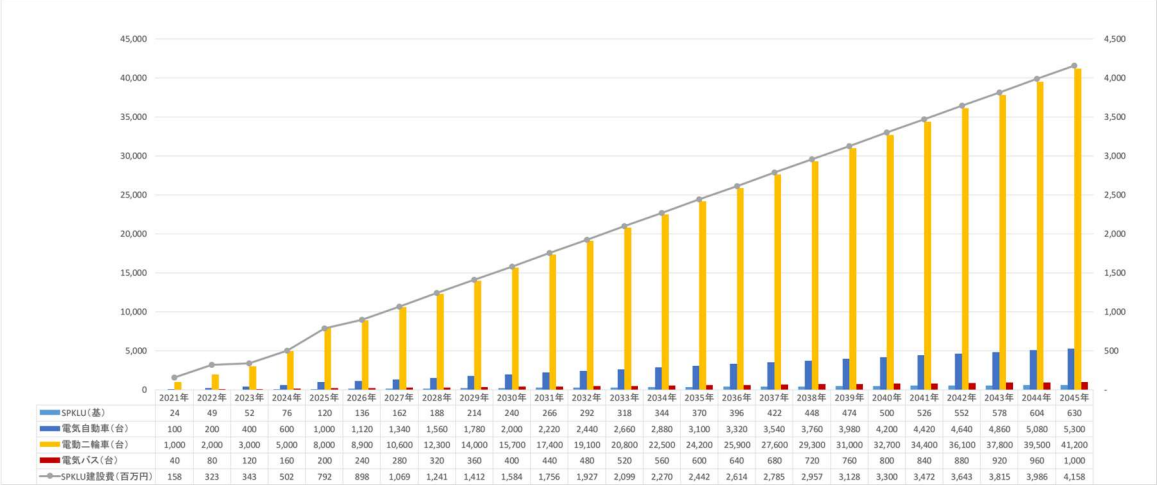
出典:PLN 資料

さらに EVCS に関する PLN の役割としては、電力インフラの整備と電力供給、EV の教育・普及・相乗効果、EVCS 充電器規格の規制、ビジネススキームと課金の規制などである。

・EVCS、EV 車両のロードマップ

PLN は、2045 年までの EVCS と EV 車両に関してのロードマップを発表している。（図 4.3-18 SPKLU 建設費は北陸電気工事が算定）2025 年までにバリ島での四輪の台数を 800 台、二輪の台数は 8000 台まで増加させる見込みである。更に 2045 年には四輪 5300 台、二輪 41200 台と想定している。

また、図 4.3-19 は 2019 年のデータであるが PLN が試算した国内での EV 投資額及び投資に対する経済効果としての新規雇用者数を表している。



	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年	2036年	2037年	2038年	2039年	2040年	2041年	2042年	2043年	2044年	2045年
SPKLU（基）	24	49	52	76	120	136	162	188	214	240	266	292	318	344	370	396	422	448	474	500	526	552	578	604	630
電気自動車（台）	100	200	400	600	1,000	1,120	1,340	1,560	1,780	2,000	2,220	2,440	2,660	2,880	3,100	3,320	3,540	3,760	3,980	4,200	4,420	4,640	4,860	5,080	5,300
電動二輪車（台）	1,000	2,000	3,000	5,000	8,000	8,900	10,600	12,300	14,000	15,700	17,400	19,100	20,800	22,500	24,200	25,900	27,600	29,300	31,000	32,700	34,400	36,100	37,800	39,500	41,200
電気バス（台）	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1,000
SPKLU建設費（百万円）	158	323	343	502	792	898	1,069	1,241	1,412	1,584	1,756	1,927	2,099	2,270	2,442	2,614	2,785	2,957	3,128	3,300	3,472	3,643	3,815	3,986	4,158

図 4.3-18 バリ島の SPKLU のロードマップ

出典:PLN 資料より作成

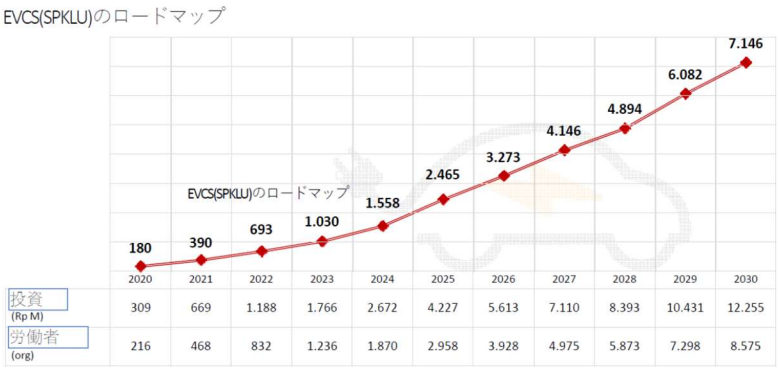


図 4.3-19 EVCS の投資と経済効果に関する EVCS ロードマップ

出典:PLN 資料

・EVCS 事業リスク

PLN は、EVCS 事業のリスクとリスクレベルについて説明している。EVCS 事業に関して洗い出した 11 のリスク項目のうち対処すべきリスクとして、4 つを非常に高いリスク、3 つを高いリスクとして分類した。（表 4.3-12）

表 4.3-12 EVCS 事業のリスク

分類	リスク	レベル
計画	ビジネススキーム/モデルの不適合	非常に高い
	技術が消費者のニーズに合わない	高い
	立地不適格	非常に高い
資金調達	資金不足	高い
運用	SPKLの不確実性	非常に高い
	損益分岐点の未達	非常に高い
	事故の発生	高い

出典:PLN 資料

・EVCS パートナーシップ

PLN では、EVCS の普及を促進するための支援策として、パートナーと連携して EVCS を提供する「シェアリングエコノミーモデル」を提供している。（図 4.3-20）

パートナーは、EV 充電器の所有、運用・保守、立地場所の選択で以下の 3 つのモデルから一つを選び EVCS 事業をすることができる。

なお、このモデルでの投資回収期間を PLN では約 7 年としている。（図 4.3-21）

モデル 1

PLN が電力の供給と情報通信技術基盤を提供。パートナーは EV 充電器の設置、運営・維持管理、設置場所の新規取得を行う。

モデル 2

PLN が電力の供給、情報通信技術基盤の提供と設置場所の新規取得を行い、パートナーが充電設備の提供・運営・保守を行う。

モデル 3

PLN が電力を供給、情報通信技術基盤を提供し、PLN やパートナーが既存所有地等に充電設備を設置し、運用・保守を行う。

- 契約条件

パートナーシップ規約と締結する契約条件は以下の通り

1.事業主体・パートナーの同一性

2.充電設備機器、土地取得、SPKLU の運用・保守業者のライセンスの有無に関する情報

3.電気自動車充電設備機器の互換性、ソフトウェア、接続性、取引およびその他の事項に関して公的機関（PLN Pusertif/BSN/公認機関）が発行したセキュリティ、快適性、運転の安全性を確保し、技術プラットフォームである PLN の情報通信に接続できることを示す関連文書

4.SPKLU の運用・保守プロバイダとして、事業体/パートナーのための運用分野における IUJPTL 文書

5.SPKLU の電気の安全性を確保するための運転資格証明書またはその他の関連書類

6.SPKLU の提供における事業協力で PLN が提供する収益分配スキームモデル（図 4.3-20）

7.SPKLU を MEMR に登録するための関連技術条項

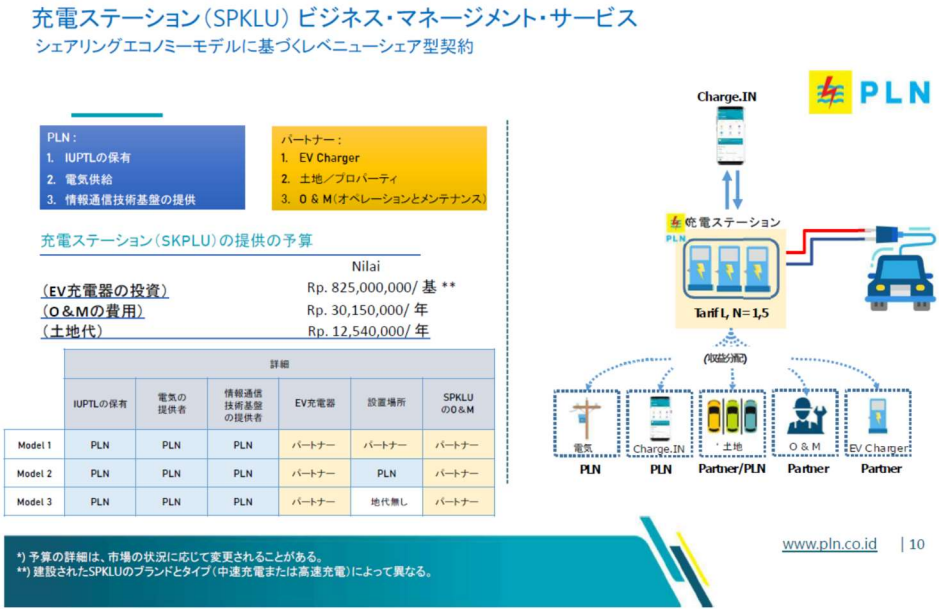


図 4.3-20 SPKLU パートナーシップモデル

出典:PLN 資料

・PLN が提示する太陽光発電を設置しない充電ステーション（SPKLU）1 基の投資額試算

充電スタンドの容量：25kW たは 50kW 急速充電器

EV 充電器の投資額　　:Rp825,000,000

O&M コスト（年間）　　:Rp30,150,000

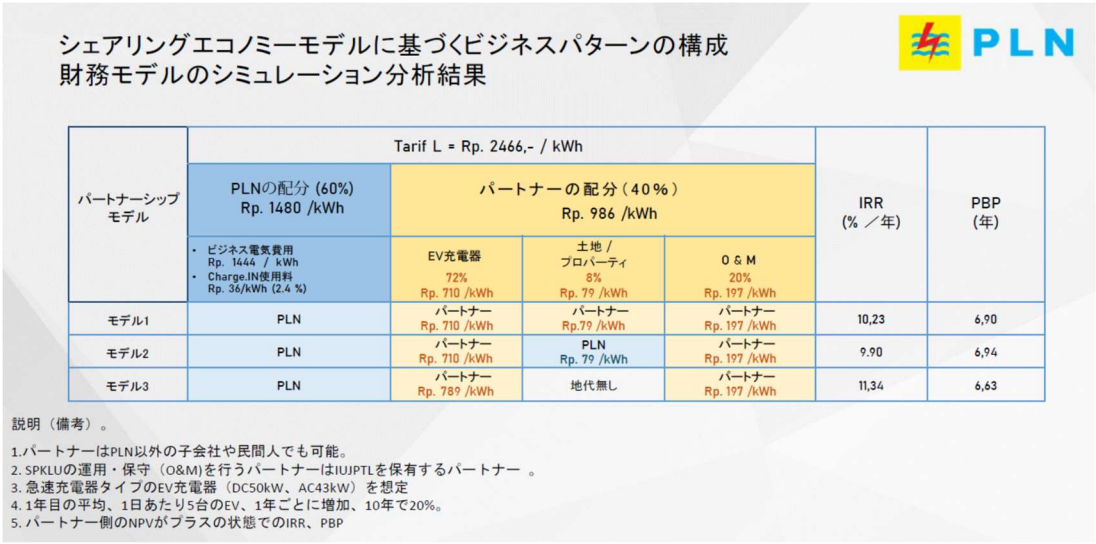
土地使用料（年間）　　:Rp12,540,000

ユーザー向け電気価格　　:1 kWh 当たり Rp2,466

利益配分　　:PLN＝60%　パートナー＝40%（内訳は図 4.3-21）

投資回収期間　　:約 6.63 年～6.94 年

※1 年目の 1 日当たり平均 5 台の EV 利用、1 年ごとに増加 10 年で 20%



パートナーシップモデル	Tarif L = Rp. 2466,- / kWh				IRR (% ／年)	PBP (年)
	PLNの配分 (60%) Rp. 1480 /kWh	パートナーの配分（40％） Rp. 986 /kWh				
	• ビジネス電気費用 Rp. 1444 / kWh • Charge.IN使用料 Rp. 36/kWh (2.4 %)	EV充電器 72% Rp. 710 /kWh	土地 / プロパーティ 8% Rp. 79 /kWh	O & M 20% Rp. 197 /kWh		
モデル1	PLN	パートナー Rp. 710 /kWh	パートナー Rp.79 /kWh	パートナー Rp. 197 /kWh	10,23	6,90
モデル2	PLN	パートナー Rp. 710 /kWh	PLN Rp. 79 /kWh	パートナー Rp. 197 /kWh	9.90	6,94
モデル3	PLN	パートナー Rp. 789 /kWh	地代無し	パートナー Rp. 197 /kWh	11,34	6,63

説明（備考）。

1.パートナーはPLN以外の子会社や民間人でも可能。
2. SPKLUの運用・保守（O&M)を行うパートナーはIUJPTLを保有するパートナー 。
3. 急速充電器タイプのEV充電器（DC50kW、AC43kW）を想定
4. 1年目の平均、1日あたり5台のEV、1年ごとに増加、10年で20%。
5. パートナー側のNPVがプラスの状態でのIRR、PBP

図 4.3-21 財務モデルのシミュレーション分析結果

出典:PLN 資料

4.3.1.3 G20 サミット（2022 年バリ島にて開催）

インドネシアでは 2022 年 10 月に開催されるバリ州での G20 に向け様々な取り組みが行われている。

・期間中の発電設備移転

G20 期間中、ピーク時の電力負荷を 980MW になると予測している。PLN は東ジャワ州グラティ・ガス発電所からバリ州のパサンガラン・ガス発電所へ発電設備を移転させるなど、電力供給量を 40%引き上げて期間中の電力安定供給に努める。発電設備の移転については 2011 年東日本大震災後に東京電力の要請を受けて、現代重工業（韓国）からディーゼルエンジン（出力 1.4MW）4 台 EGAT 社（タイ）からガスタービン（出力 128MW）2 台の発電設備が移転されている。

・バリ州運輸局

G20 を支援する為、国家予算で 40 台の電気バス（16 人の乗客）の調達を行う予定である。

電気バスの仕様はバッテリー容量 172 kWh、充電時間 4 時間、最大 200km の距離を走行可能としている。

G20 終了後、バリ州運輸局は、バリの公共交通機関でその 40 台の電気バスを利用したいと考えている。オペレーターとしては Trans Metro Dewata 社（バリ州政府が所有している運輸オペレーター会社）を検討している。

バスのメーカーは INKA 社（列車を製造する国営企業）とされているがまだ技術テスト中である。3 月にはバリ島でテスト予定であるが、バッテリーの性能やその他の技術的な問題がまだ残っている。

図 4.3-22 INKA 社の電気バス（E-INOBUS）

出典:調査団撮影

・ EVCS の建設計画

PLN は G20 における電力供給と運輸・交通業務の支援と EV 利用の促進を主に検討している。バリ州に新しい EVCS を 21 基建設を計画しており、2022 年 1 月までに完成する予定である。建設予定の EVCS は SPKLU で、その充電容量は 25kW と 50kW。21 基の EVCS はバリ州の 15 か所に設置され、建設費用は PLN 予算としている。G20 開催地のヌサドゥアに 15 ユニットが建設され、G20 が終わった後にはヌサドゥア以外の場所に移転される予定である。残りの 6 か所はヌサドゥア地域外に（PLN オフィスエリアか空港）配置される予定である。（図 4.3-23）

No	Lokasi （場所）	Titik（種類）	umlah（数
SPKLU DI LUAR ITDC			
1	Wisma PLN Bedugul	Tipe 1 / 2x25 kW	2
2	Kantor ULP Singaraja	Tipe 2 / 1x50 kW	1
3	Lahan Aset PLN (Jl. Hayam Wuruk)	Tipe 2 / 1x50 kW	1
4	Rumah Kreatif BUMN (Jl. Raya Sesetan)	Tipe 2 / 1x50 kW	1
5	Bandara I Gusti Ngurah Rai	Tipe 2 / 1x50 kW	1
SPKLU DI ITDC／ITDC での充電ステーション			
1	ITDC	Tipe 1 /2x25 kW	10
2	ITDC	Tipe 2 /1x50 kW	5
TOTAL			21

図 4.3-23 G20 に伴う EVCS 建設計画

出典:PLN 資料より抜粋

・ G20 開催中の EV 必要数および各国の協力状況

G20 では、ヒュンダイがＶＩＰ用で 120 台の電気自動車と政府関係者用として 440 台の電気自動車を提供する。 またヒュンダイはヌサドゥアに 150 kW – 350kW の出力を持つ超高速充電ステーションを建設する計画を立てている。（図 4.3-24、図 4.3-25）

PLN の SPKLU ロードマップから 2022 年度の SPKLU の目標数には 30 基ほど不足する。

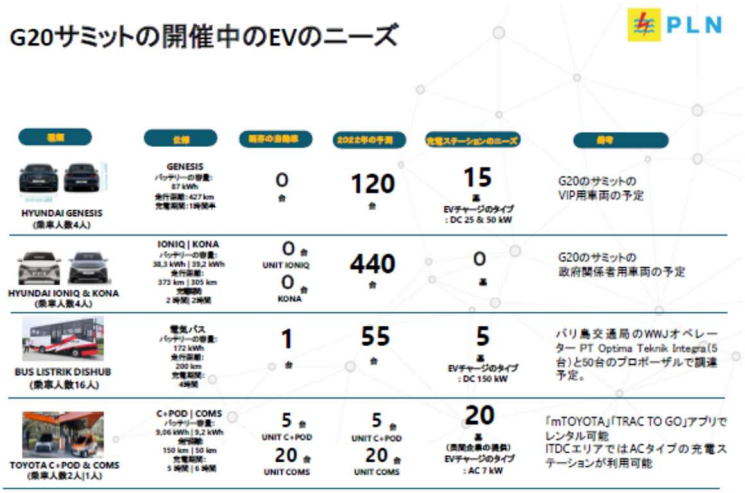


図 4.3-24 G20 サミット開催中の EV のニーズ

出典:PLN 資料

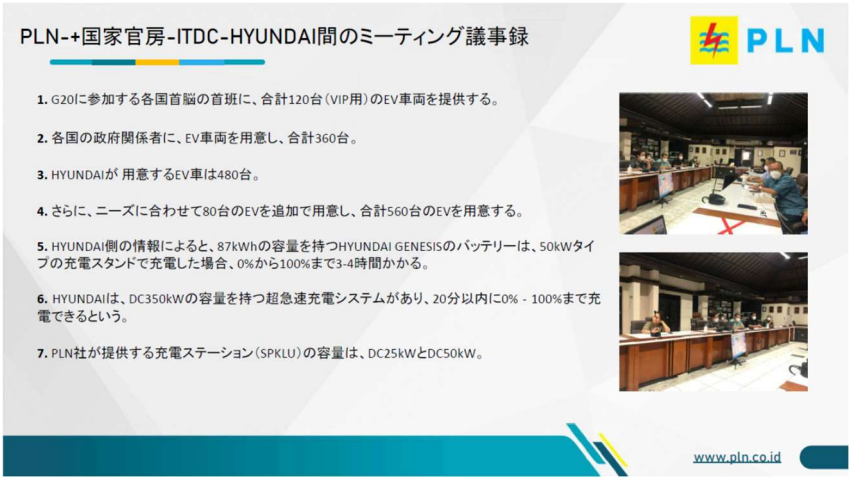


図 4.3-25 PLN-国家官房-ITDC-HYUNDAI 間の議事録

出典:PLN 資料

4.3.1.4 関連するステークホルダー

現在、PLN は EV 政策を促進するため約 20 社と MOU を結んでいる（図 4.3-26）

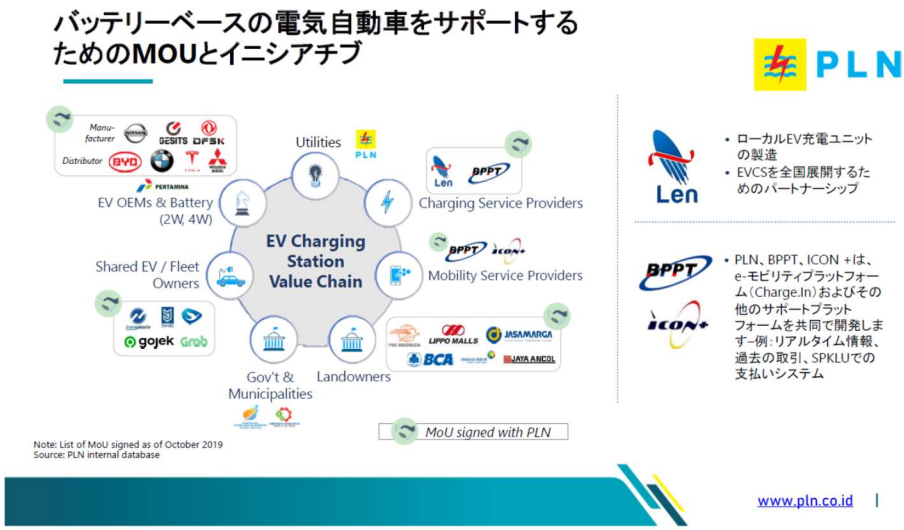


図 4.3-26 PLN と MOU を締結している企業

出典:PLN 資料

・韓国政府

韓国政府はインドネシアのクリーンエネルギーへの移行と開発に関する EV および関連産業の開発と、EV 開発促進に関する大統領規則 No.55/2019 に関連しているプロジェクトの支援を予定している。以下はその概要である。

表 4.3-13 韓国政府の支援概要

概要
ジャワ島およびバリ島にて、EV用のサービスセンター3カ所の設立
EV80台と電動スクーター90台の提供
官公庁やサービスセンターへのEVCS60基の設置
電動四輪車用と電動二輪車用の複合EVCS3カ所の設置
トレーニングカリキュラムの開発と提供
電気自動車と充電ステーションに関して地域の担当者に個人研修を18回、計360人に実施
両国の協力関係醸成に向けた内容のカリキュラムを英語とインドネシア語で記載した文書の作成
韓国で政府関係者向けの電気自動車に関する政策策定・運用に関するワークショップを開催
温室効果ガスの削減や大気汚染改善のために電気自動車を活用推進するための啓蒙活動の実施

出典: PLN 資料より作成

・BLUEBIRD 社

BLUEBIRD 社（Blue Bird Group）は国内で最大のタクシー会社であり、エコ活動として、2020 年から 2025 年に 2000 台の電気タクシーの導入を計画している。

現在、バリ島で BLUEBIRD 社は、約 50 台の電気タクシー（主に BYD 製とテスラ製）を運行しているが、公共の充電ステーションが少ないため、自社オフィスに設置してある充電ステーションを使用している。

図 4.3-27 BLUEBIRD 社のタクシー

出典:調査団撮影

・GRAB 社

GRAB 社は東南アジアにおける配車サービス大手である。ジャカルタでは電気自動車を運行している。

バリ州では電動バイクのみ運用しており、まだ電気自動車を運行していない。

・トヨタアストラ社

トヨタアストラモーター社はトヨタ自動車(株)とアストラインターナショナル社の合弁企業である。ヌサドゥア地区に 2 種類の電気自動車用の EVCS を 1 箇所設置している。

（EV 車種）

・ C +ポッド（2 人乗り）5 台：エアコン付き

140km の距離まで走行可能であるが、エアコンを使用する場合は 80km となる

レンタル価格は 1 時間当たり Rp88,000

・ COMS（1 人乗り）14 台：エアコン無し

80 ㎞の距離まで走行可能。レンタル価格は 1 時間当たり Rp55.000

図 4.3-28 Nusa Dua にあるトヨタレンタル電気自動車

出典: 調査団作成

4.3.1.5 スマートグリッド政策と現状及び課題

4.3.1.5.1 インドネシア政府

インドネシアではスマートグリッドを「効率的な電力管理システムを実現し、信頼性の高い電力を供給して、再生可能エネルギー源を利用した上で、消費者の電力供給への参加を可能にする、高度な情報通信技術を備えた電力システム」と定義している。（RUPTL 2019-2028）

インドネシアにおけるスマートグリッドの取り組みは、下記の 3 つの政令によって規定されている。

1. 「国家中期開発計画（RPJMN2020-2024）」に関する大統領令 No.18/2020
2. 「国家電力総合計画 2019-2038（RUKN 2019-2038）」に関するエネルギー鉱物資源省政令 No.143 K/20/MEM/2019
3. 「電力供給一般計画 2019-2038（RUPTL 2019-2038）」に関するエネルギー鉱物資源省政令 No.39 K/20/MEM/2019

スマートグリッド開発計画は、「国家中期開発計画（RPJMN2020-2024）」に関する大統領規則 No.18/2020 に規定されており、ジャワ島・バリ島に 5 か所のスマートグリッドを建設することを計画している。現在建設場所はまだ決定していない。

4.3.1.5.2 エネルギー鉱物資源省（MEMR）

MEMR は RUKN 2019-2038 の中で電力供給開発の方向性を発表しており、その中でスマートグリッドの導入について触れている。電力供給開発の方向性の概要を下記に示す。

・発電所部門の方向性

1. 国内におけるエネルギー生産の 23%を 2025 年までに再生可能エネルギーとする
2. 石炭を燃料とする火力発電への低炭素技術の導入

3. 地域の一次エネルギーの活用
4. 原子力発電所の活用

・変電所部門の方向性

1. 各州や市に最低 1 つの変電所を設置
2. 負荷が 70%に達した場合には変電所を増設
3. 小規模地域にはガス絶縁変電所を建設する

・地方電化とスマートグリッド

1. 遠隔地や散在する地域への電力アクセスの拡大、
2. 電圧品質の向上、平均停電時間指数（SAIDI）、平均停電回数指数（SAIFI）の向上、既存の電力網の修復
3. 2020 年までにジャワ島とバリ島へスマートグリッドの導入

4.3.1.5.3 国有電力会社（PLN）

PLN は電力供給計画（RUPTL 2021-2030）で、配電システムの拡大戦略の中にスマートグリッドの導入を掲げ、電力システムにおける以下の課題に対応することを計画している。

a) オペレーションの効率化
b) サービスの信頼性向上
c) クリーンエネルギーの導入
d) 持続可能性

図 4.3-29 は電力供給事業計画（RUPTL2021-2030）に記載されているスマートグリッドロードマップである。PLN は、ロードマップの目標と取り組みを短期（2021 年～2025 年）と長期（2026 年以降）の 2 段階に分け、目標を実現するための設備投資額を推定した。

・ 短期目標：グリッドの信頼性・効率性・顧客満足・生産性の向上
推定設備投資額：10～25 兆 IDR
・ 長期目標：グリッドのレジリエンス・顧客満足・持続可能性・自律復旧能力
推定設備投資額：30～50 兆 IDR

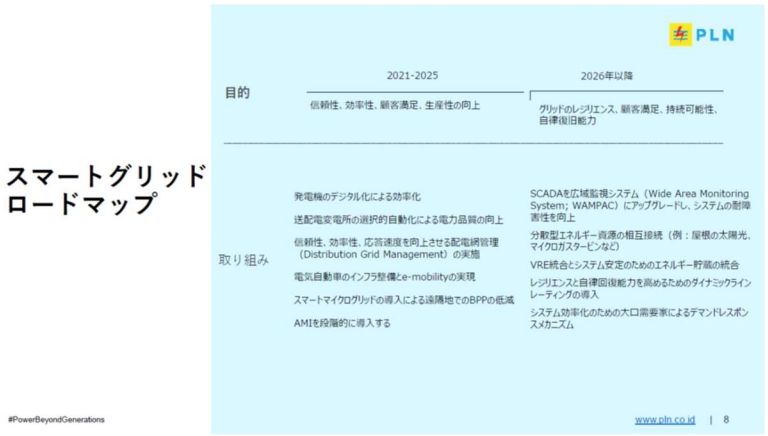


図 4.3-29 スマートグリッドロードマップ

出典:PLN 資料

4.3.1.5.4 スマートグリッド開発計画

PLN はスマートグリッドロードマップの短期の取り組みの中の 4 つについて開発計画を作成した。詳細を以下に示す

- 発電所のデジタル化

  PLN は発電所のデジタル化について 5 項目とその細目を設定した。

  5 項目は「高度な分析」、「デジタルコントロールルームの導入」、「O&M 手順のデジタル化」、「生産性向上のための IoT/自動化」、「予知保全/予防保全」である。

  「高度な分析」の細目として「プラントのヒートバランス監視の可視化」、「性能指数と予測の可視化」、「燃焼最適化監視の可視化」などがある。

- 送配電網の自動化

  PLN は、ジャワ島とバリ島のほとんどの変電所をデジタル変電所（DSS）への置き換えを計画した。デジタル変電所の導入により送配電網が自動化され、消費者に送られる電力の品質が向上する。

- 配電管理

  PLN は配電管理について 3 項目とその細目を設定した。

  3 項目は「ゼロダウンタイムプログラムのための配電自動化」、「リアルタイム損失モニタリング」、「故障検出と自動化」である。

  「リアルタイム損失監視」の細目として「発電所、変電所、フィーダー、配電変圧器への導入」がある。

- AMI（Advanced Metering Infrastructure）の段階的導入

  PLN は AMI の導入について 2022 年半ばまでに導入する計画を立てた。技術基準とクラスタリング基準の決定、戦略とリスク分析、AMI テストツールの準備、調達手続きなど、問題解決へのさまざ

まな取り組みがある。これらの取り組みは、研究開発部門、コーポレート部門、リスク部門など、PLN内のさまざまな部門間で調整されることになっている。

4.3.1.5.5 スマートグリッドにおけるパイロットプロジェクトの歴史と各国の協力状況

表 4.3-14 はロードマップに関連するプロジェクトとプロジェクト実施場所を示す。

これまで PLN は、大学や企業、諸外国と協力し,2014 年以降、スマートグリッドに関連するパイロットプロジェクトを実施している。（表 4.3-15）

これらをみると、近年は、日本以上に、中国、韓国、米国がより積極的に活動していることが分かる。

表 4.3-14 ロードマップに関連するプロジェクトとプロジェクト実施場所

番号	プロジェクト	場所
1	スマートコミュニティプロジェクト	カラワン市
2	出力制御装置（ADS）の実装	スンバ島、東ヌサ・トンガラ州
3	スマートマイクログリッド	セラヤル島、タフナ島、メダング島、セマウ島
4	高度な計測インフラ技術（AMI）	ジャカルタ州、ボゴル市、バリ島
5	高度なコントロールセンターの実装	ジャワ・バリシステム
6	適応型保全スキーム開発	ジャワ・バリシステム
7	デジタル変電所	セパタン2変電所及びテルク・ナガ2変電所
8	発電所の予測分析	ジャワ・バリシステム
9	e-mobility	ジャカルタ州、バンドゥン市、デンパサル市
10	ブロックチェーンプロジェクト	ジャワ・バリシステム

出典: PLN 資料より作成

表 4.3-15 スマートグリッドに関連するパイロットプロジェクト

年	プロジェクト名	場所	目的	責任者
2014年	双方向通信	ジャカルタ	SMSを利用した基地局と屋外広告の双方向通信	PLN
				Telkom
2015年	スマートコミュニティ	西ジャワ州カラワン県	工業団地における電力品質と料金インセンティブによるデマンドレスポンスの調査	PLN
				NEDO
2016年	スマートマイクログリッド	東ヌサトゥンガラ州スンバ島	スマートグリッドアプリケーションによるVRE（変動制再生エネルギー）の系統連係試験	BPPT
				NEDO
				PLN
2016年	双方向通信	バリ州デンパサール市	低電力広域ネットワークを利用した約1,000台の	PLN
			双方向通信機能付き電力量計設置	UI
2017年	双方向通信	バンテン州タングラン県	セルポン地区ブミ・セルポン・ダマイにおける携帯電話ネットワーク（3G/4G）を利用した	PLN
			データ/マルチメディアおよびスマートホームサービスに関するビジネスシミュレーション	Telkom
2018年	双方向通信	バリ州レンボンガン島	遠隔地の村や島へのBPLCを利用した双方向通信機能付き電力量計設置	PLN
2018年	AMI	リアウ諸島州バタム島	バタム島に1344台の電力量計設置	PLN
			（BPLC利用・双方向通信機能付き）	HUAWEI
2018年	AMI	ジャカルタ・チェンカレン	チェンカレン地区に300台の電力量計設置	PLN
			（BPLC利用・双方向通信機能付き）	KEPCO
2019年	スマートマイクログリッド	東ヌサトゥンガラ州スンバ島	出力制御装置を用いた屋根置き太陽光発電所の	PLN
			出力変動予測	USAID

出典: PLN 資料より作成

4.3.1.5.6 首都移転

インドネシア政府は首都を現在のジャカルタから約 1300 キロ離れたカリマンタン島（ボルネオ島）東部に新首都を置く構想を 2019 年に発表し、2022 年 1 月インドネシア国会はカリマンタン島東部への首都移転計画に関する新首都法案を賛成多数で可決した。

新首都の名を「ヌサンタラ」とすることも承認され、目標としている 2024 年から段階的移転の実現に向けて進展した。

移転先のカリマンタン島東部は、多様な野生動物と豊かな熱帯雨林に恵まれた地域で、複数のジャングルやオランウータンの生息地、豊富な鉱物資源で知られる。

ジャカルタはジャワ島の湿地帯に位置し、現在 1000 万人以上が暮らしており人口の過密化や大気汚染、交通渋滞、地下水の過剰採取による急速な地盤沈下が問題となっている。政府は首都を移すことで、ジャカルタが抱える負担の一部を取り除くことができると期待している。

(新首都のスマートシティ)

現在、スマートグリッドを新首都に導入することが検討されている。スマートグリッドをサポートする技術とインフラは国内各地に小規模ではあるが実装されており、その実現可能性は高いと思われる。

MEMR によると、政府は新首都において、図 4.3-30 に示すように、停電がなく、石炭火力発電所の代わりに再生可能エネルギーを導入し、EVCS を設置して、バックアップ用の専用発電所と高速応答発電所による送電を計画している。

図 4.3-30 新首都の電源供給の仕様

出典:MEMR 資料

4.3.2 基本設計・イメージ（目指す方向性）

4.3.2.1 目的（目指す方向性）

4.3.2.1.1 概要

質の高いインフラの海外展開に向けたプロジェクトのうちインドネシアにおけるスマートシティ開発の一環として、インドネシア政府、バリ州政府の政策の目的・意義を踏まえつつ、日本の「岡山県真庭市」で検証している「真庭市マイクログリッド」を参考に、バリ島における電動自動車（EV）のためのインフラ（分散型電源及びチャージャーシステム）開発に関する FS を実施する。

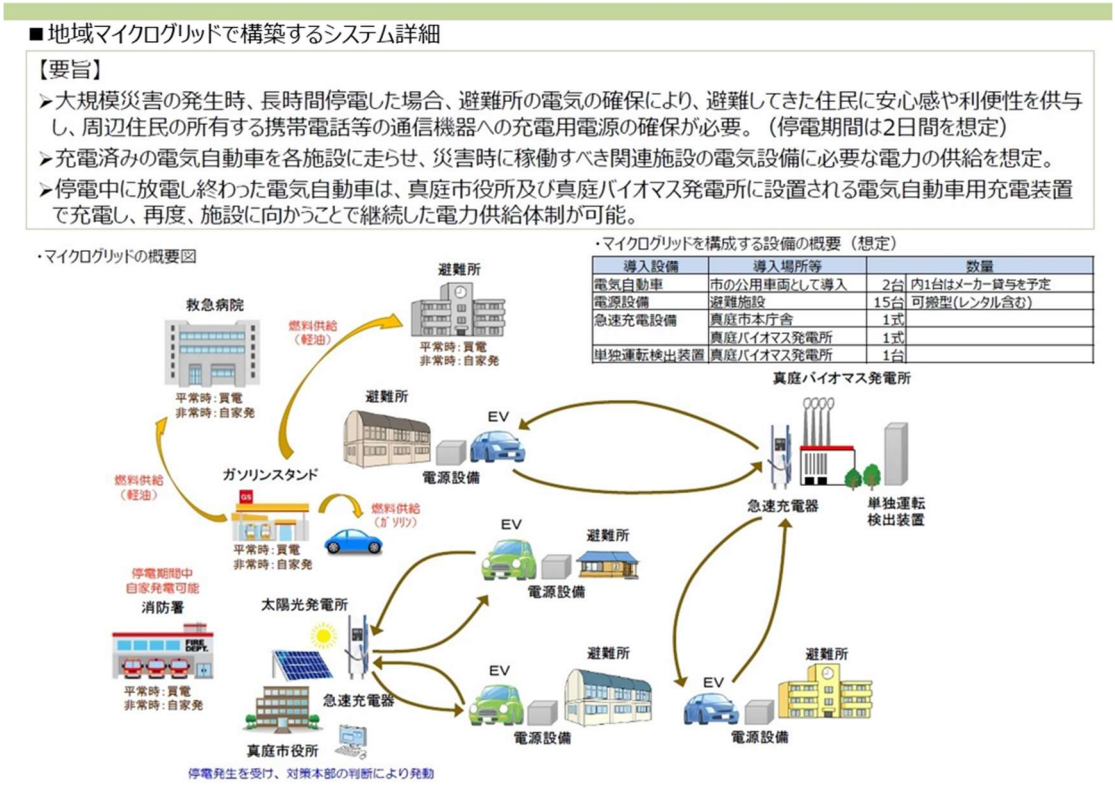


図 4.3-31 日本（岡山県真庭市）モデルのマイクログリッド

出典：一般社団法人産業創造イニシアチブ ウェブサイト
真庭バイオマス発電㈱を中心とした木質バイオマス・太陽光の地産発電設備を活用した真庭マイクログリッドの構築に向けたマスタープラン
seikahoukokusyoyouyakuban_02.pdf (sii.or.jp)

4.3.2.2 分散型電源（太陽光発電、バイオマス発電）

バイオマス発電所に関する PLN の公表している統計データが見つからなかった。

日本での実績をベースに計画することも可能であるが、バリ州で建設するためには太陽光発電より多くの課題があり投資回収にも難点があると思われるので今回は太陽光発電を計画の中心とする。

4.3.2.2.1 太陽光発電所の現状と日照量

・バリ島に設置している地上太陽光発電の出力は 2.3MWp
・放射照度は日平均 4.47kWh/m²
・サヌール地区を含むバリ島の南部には再生可能エネルギー（地上設置型太陽光）はない

4.3.2.2.2 見通し

・2030 年までに開発見込みの再生可能エネルギー発電出力 238.8MW の内、太陽光発電所による発電出力は 150MW 以上
・グリーンエネルギー政策（バリ州知事 政府令第 45 号 2019 年）により 500 ㎡以上の面積を持つ全てのホテル及び住宅は、2023 年までに屋根置太陽光発電を設置しなければならない。ただし、これに対するペナルティはない。

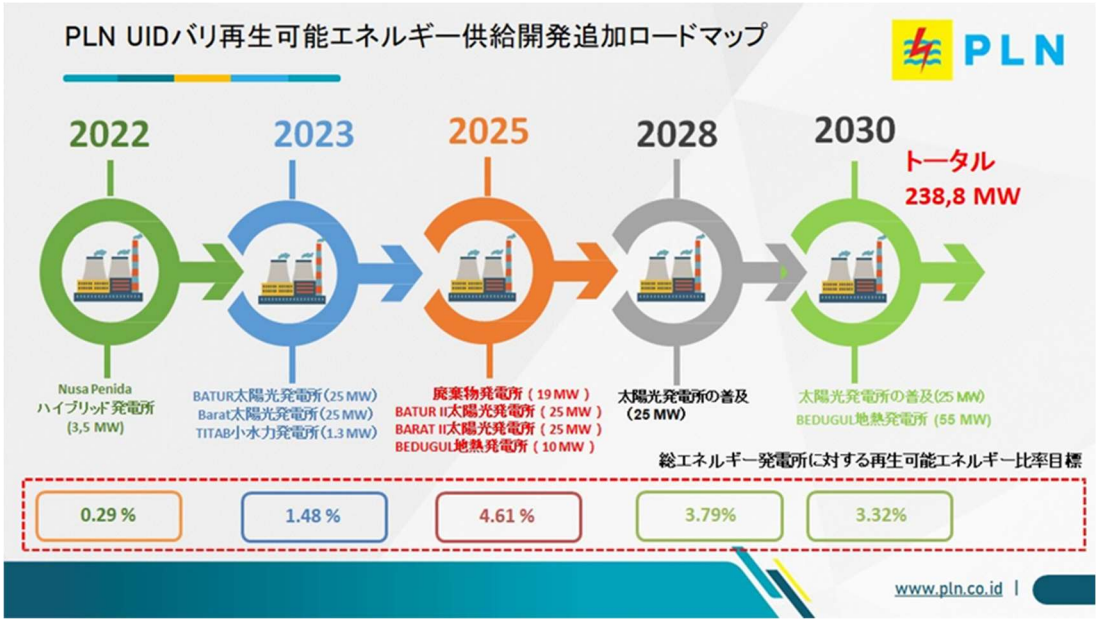


図 4.3-32 再生可能エネルギー供給開発追加ロードマップ

出典: PLN 資料

4.3.2.2.3 その他の再生可能エネルギー（バイオマス発電）

バリ島の既存再生可能エネルギー発電所及び今後の開発可能性を図 4.3-33、図 4.3-34 に示す。バリ島には風力発電所はなく、ヌサペニダ島の太陽光発電所と風力発電は稼働してない。

PLN ではバイオマス発電所を建設しておらず公表している統計データが見つからなかった。しかしバイオマス発電の燃料として、パームオイルの実の残渣である EFB（Empty Fruit Bunch：オイルパームの空果房）やその殻である PKS（Palm Kernel Shell：パームヤシ殻）が十分にありバイオマス発電の燃料としては自国で賄える。インドネシアにおけるパームオイル生産量は世界の総生産量約 60%を占め、年間約 46.5 百万トンの EFB、11.7 百万トンの PKS が排出されているほど燃料資源は豊富である。

インドネシア国内ではごみ処理が大きな都市問題となっているが、バリ州でも同様の問題が生じている。問題解決の 1 つとしてペットボトルや廃プラスチックなどを利用したごみ発電や食物残渣等を用いたバイオマス発電など、ゴミを資源に変え有効活用する発電事業を導入すれば、ゴミの削減に加えて、環境にやさしいエネルギーも獲得できるため、サステナブルな社会の実現に貢献できると考える。

図 4.3-33 バリ州の既存の再生可能エネルギー発電所

出典: PLN 資料

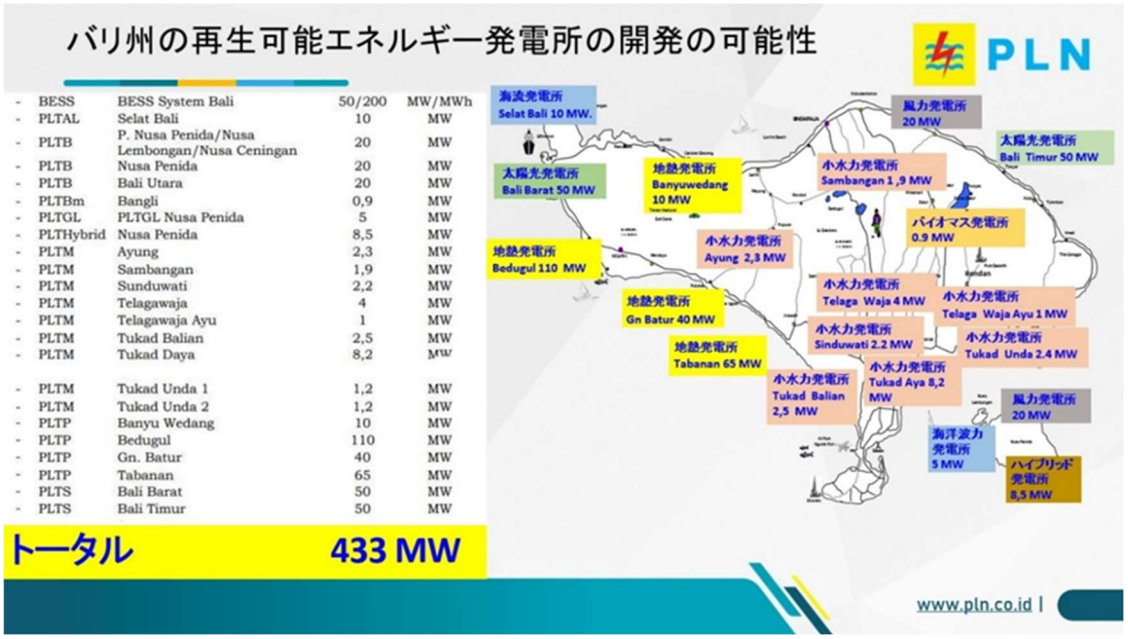


図 4.3-34 バリ州の再生可能エネルギー発電所の開発の可能性

出典:PLN 資料

4.3.2.3 2045 年までの EV 政策ロードマップ

4.3.2.3.1 EV 導入見通しと SPKLU（市場規模）

バリ州運輸局とバリ州 PLN 作成のロードマップによるとバリ島での 2021 年の四輪 BB-EV（Battery-Based Electric motor Vehicles）の台数は 100 台から 2025 年までに 1000 台（※１）まで増加させる見込み。一方、2021 年の二輪 BB-EV の台数は 1000 台から 2025 年までに 8000 台まで増加させる見込み。

更に 2045 年には四輪 BB-EV 5300 台、二輪 BB-EV 41200 台（※２）と想定している。

ちなみに SPKLU の累計建設費用（北陸電気工事算定）をも表記した。

表 4.3-16 PLN と運輸局の EV 導入ロードマップ（2021～2025 年）

バリ州のEV目標台数	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
電気バス（16人乗り）	40	80	120	160	200
4輪	100	200	400	600	1000
2輪	1000	2000	3000	5000	8000
公共電気自動車充電ステーション(SPKLU)	24	49	52	76	120
SPKLU建設費(百万円)	158.4	323.4	343.2	501.6	792

出典:PLN

※SPKLU 建設費： 1ヶ所＝6,600,000 円として算出

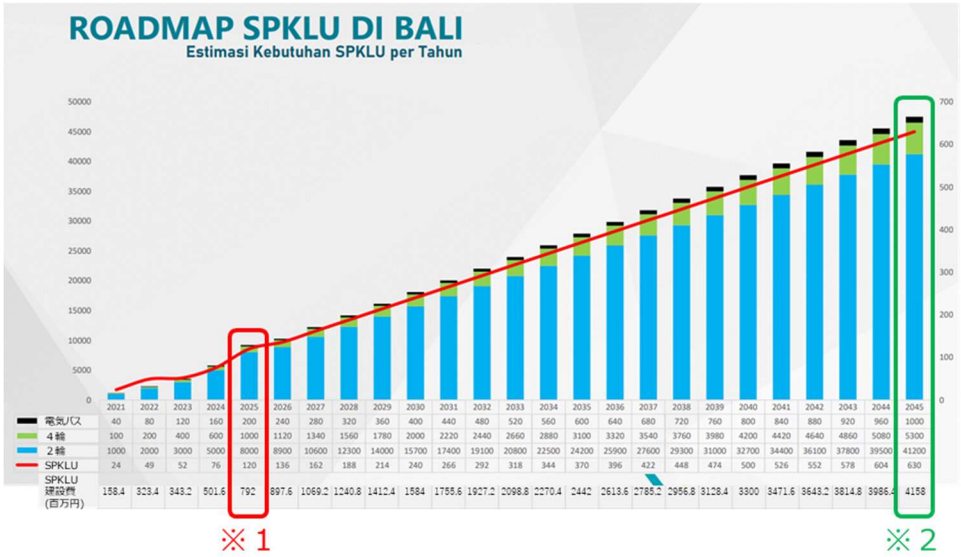


図 4.3-35 2045 年までのバリ島での普及ロードマップ

出典:PLN

4.3.2.3.2 チャージャータイプ

エネルギー鉱物資源省は充電レベルを４種類に決定した。

・Level 1 低速充電（8 時間）
・Level 2 中速充電（4 時間）
・Level 3 急速充電（30 分）
・Level 4 超急速充電（15 分）

EV 充電ステーションは、車両により

① SPKLU(電動四輪向け)
② SPLU(電動二輪向け AC 充電)
③ SPBKLU(電動二輪向けバッテリー交換方式)

に分類している。

図 4.3-36 ＥＶ充電器

出典：PLN

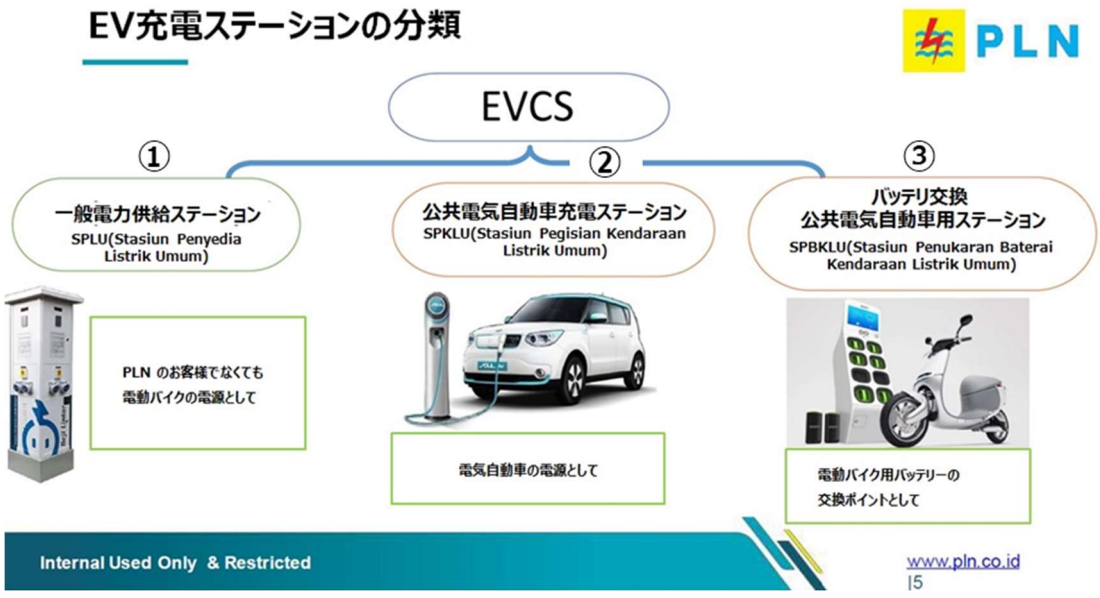


図 4.3-37 EVCS の分類

出典：PLN

4.3.2.3.3 充電プラグの規格

SPKLU の充電方式に関し 、EVCS 用のプラグ・ソケット・コンセントの種類を議論し決定するための会議を 3 回（2019 年 8 月、2020 年 2 月、2020 年 4 月）開催した結果、政府が決めた 4 つの充電レベルに合わせて次の 3 種類のプラグソケットが採択され、MEMR 大臣令（2020 年）に正式に盛り込まれた。

① Type 2 AC 充電
② DC 充電 Chademo
③ Type 2 DC CCS2
の 3 タイプ（図 4.3-38）

また、SPLU（公共電気自動車充電ステーション）は 交流（AC）コンセント形状であり、SPBKLU（バッテリ交換公共電気自動車用ステーション）のバッテリーはメーカーごとに形状が異なるため互換性はない。

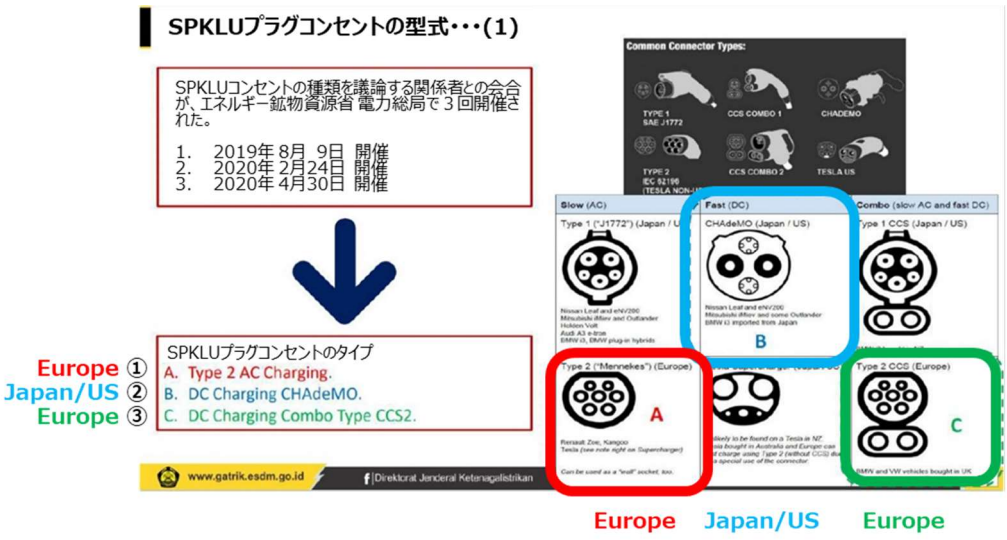


図 4.3-38 EV 充電器 充電プラグ規格

出典:エネルギー鉱物資源省

4.3.2.3.4 設置箇所

現在バリ島に設置されている PLN 所有の SPBKLU・SPKLU・SPLU の設置状況は図 4.3-39 となっており、PLN によるバリ島での EV インフラ計画は図 4.3-40 である。

更にインドネシア観光開発公社（ITDC）の SPBKLU の設置状況は図 4.3-41 となっている。

2020 年 8 月までに、PLN はジャカルタ、バンドン、タンゲラン、スマラン、スラバヤ、バリの 12 カ所に 21 基の EVCS を建設した。そのほか、PERTAMINA 社はジャカルタに 2 基、BPPT 社は 3 基、

空港タクシー会社の Angkasa Pura 社は 1 基、三菱、メルセデス、BMW はディーラーにそれぞれ 17 台、1 台、2 台の EVCS を建設した。民間タクシー会社である Blue bird 社は、自社のタクシー専用に 15 基の EVCS を建設している。なお、Blue bird 社は現在、インドネシアで 37 カ所、62 基の EVCS を設置している。

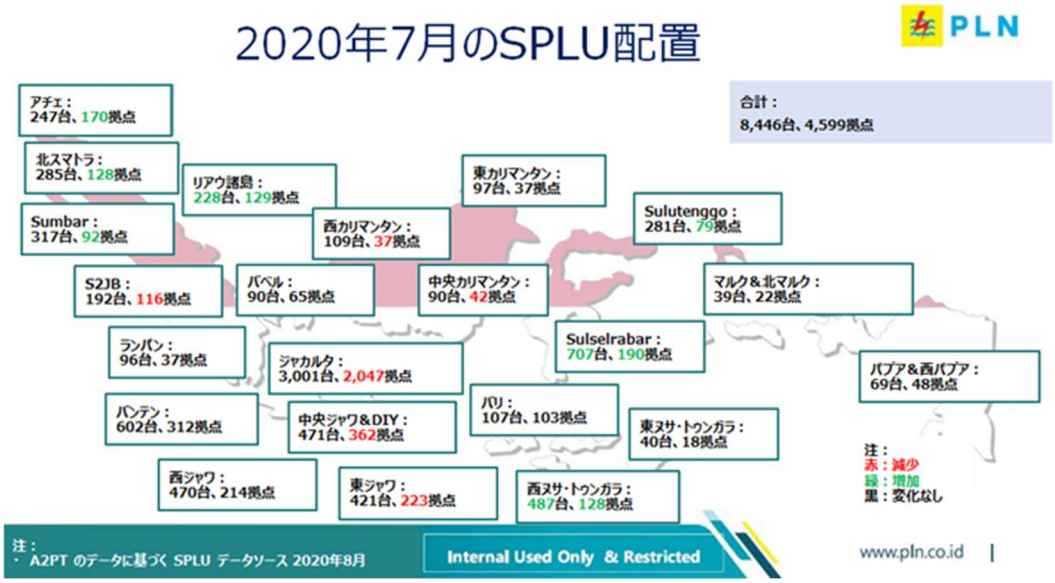


図 4.3-39 SPLU の設置状況

出典: PLN 資料

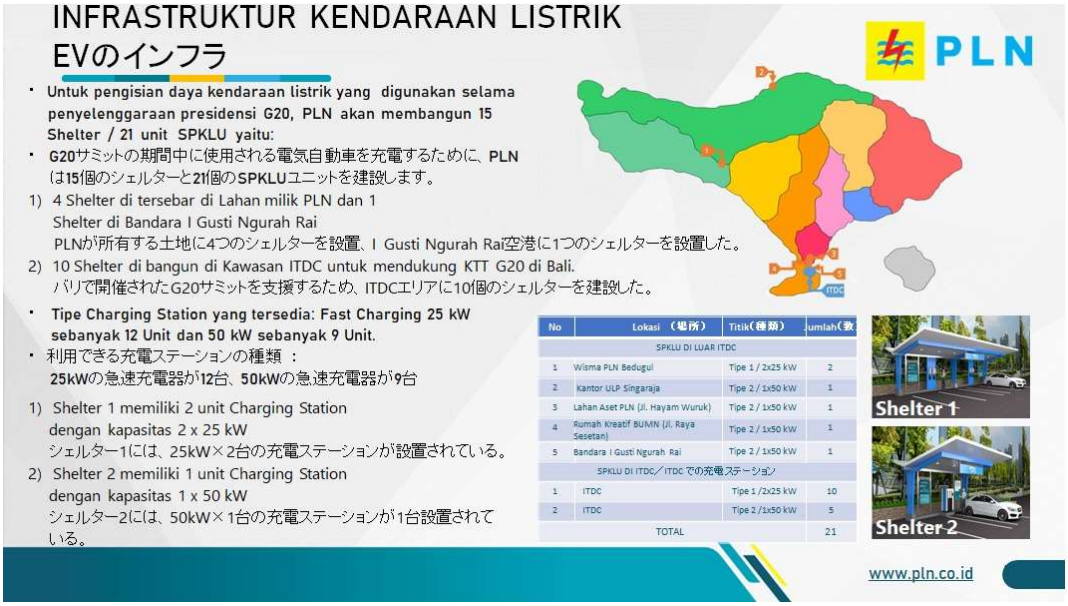


図 4.3-40 電気自動車インフラ

出典: PLN 資料

図 4.3-41 ITDC での SPBKLU 設置状況

出典:PLN 資料

4.3.2.4 ビジネススキーム

4.3.2.4.1 電力供給事業

(電力供給事業)

サヌール地区で屋根置き太陽光発電所またはバイオマス発電所を建設し、設置した SPKLU へ電気を供給した後自家消費し、余剰電力を蓄電池に充電したあと、電力を PLN または第三者へ販売しようとした時、2009 年 No.30 の法律によれば、公共利益のための電力供給をするライセンス(IUPTLU）又は自己使用のための電力供給ライセンス（IUPTLS）を取得する必要がある。

電力供給事業における法規制フロー図は図 4.3-42 の通りである。

また、これらライセンスを要約すると以下の事業となる。

IUPTLU:①発電、②送電、③配電、④電力販売

IUPTLS:①発電、②送電、③配電

(事業地域の指定)

また、サヌール地区を特定し、このエリア内を事業範囲とする場合は、MEMR またはバリ州政府から事業地域の指定を受けなければならず、優先権を有する PLN との協議も必要となる。

(ライセンス取得)

本 FS がめざすパイロット事業で太陽光発電所またはバイオマス発電所を建設し、自家消費の上

売電する場合は、こうした手続が必要であり、このライセンス取得にはかなりの時間を要し、手続の困難さが予想される。

4.3.2.4.2　電力補助事業について

パイロット事業で SPKLU を建設し、自身で維持、運営・管理する場合は、上記電力供給ライセンスの他に電力補助事業ライセンス（IUJPTL）を取得しなければならない。

事業が電力供給に該当しないとしても、電力供給に関する各種コンサルタント（設置・メンテナンス・エンジニアリング等に関する業務を含む）を行う場合には必要となる。なお、IUJPTL の取得にあたっては、電力補助事業証明書（Sertificate Badan Usaha、「SBU」）をも取得する必要がある。

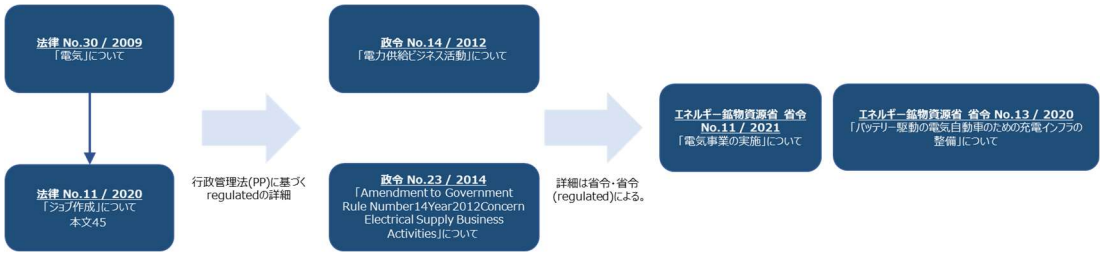


図 4.3-42 電気に関するインドネシアの規制の流れ

出典:調査団作成

4.3.2.4.3 太陽光発電事業スキーム

大規模（容量 500kW を超える場合）太陽光発電の場合、PLN への売電が強制される。また、太陽光発電による電力を利用する者は、IUPTLU 保有者すなわち PLN から承認を得る必要がある。なお、太陽光を利用する者は設置した旨の報告（容量 500kW 未満）や IUPTLS（自家消費）の取得（容量 500kW を超える場合）等が義務付けられている。

4.3.2.4.4 EVCS ビジネススキーム

MEMR が PLN と開発した EVCS を建設・設置するためのビジネススキームは、2 つのグループにわかれている。（MEMR 省令 No.13/2020）

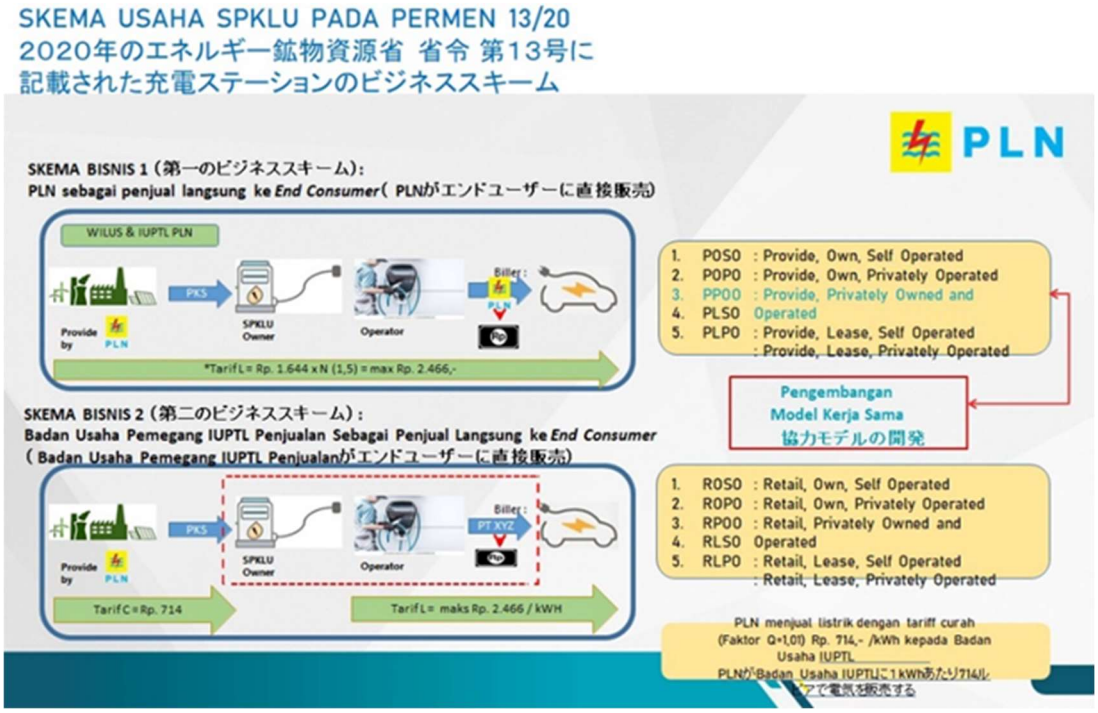


図 4.3-43 2020 年のエネルギー鉱物資源省 省令 第 13 号に記載されたビジネススキーム

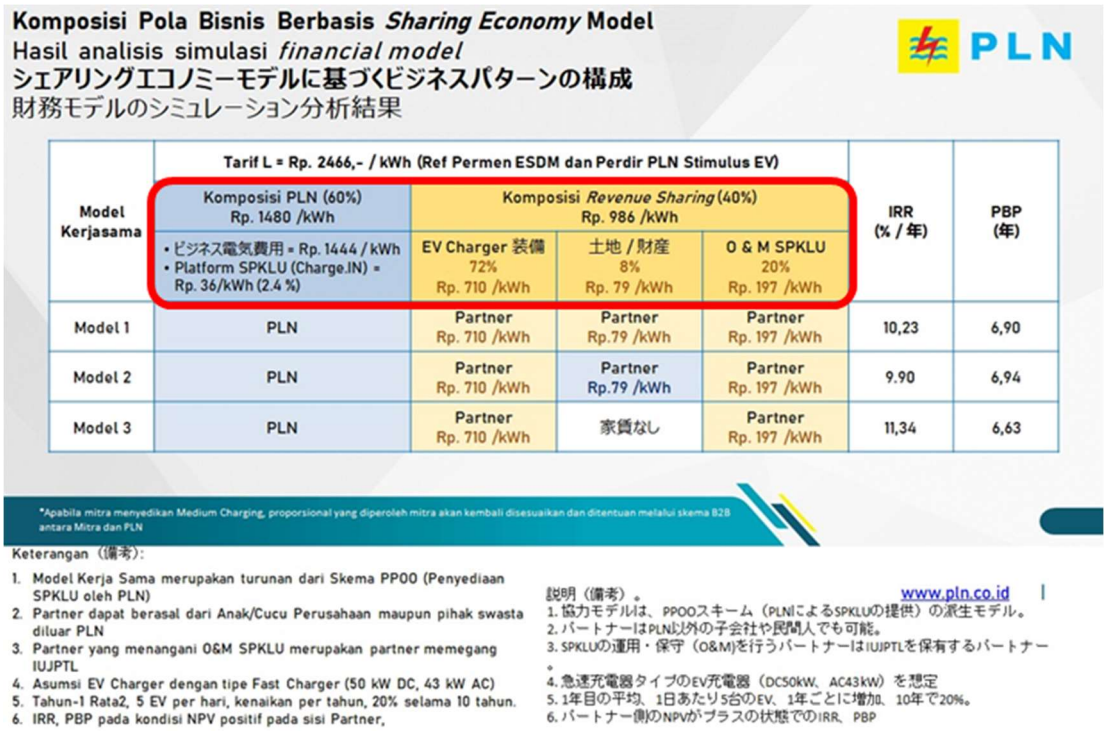
出典:PLN 資料

① 第 1 のスキーム（PLN が電気を直接顧客に販売する統合された IUPTL）

a. このパートナーシップは、電気を PLN から受電するものの、SPKLU は事業者が所有し、運営する PPOO（Provider・Privately Owner & Operated）タイプ。
このタイプは統合された IUPTL を保有する PLN が IUJPTL（事業者が SPKLU を設置・運営するために必要とするライセンス）保有者が所有、運営する SPKLU へ電気を供給、販売するタイプであり代表的なものである。

b. PPOO を採用した時のメリット・デメリット

・IUPTL を自身で保有する必要がない（統合された IUPTL 保有者（PLN）の傘下になる）
・SPKLU を建設、運営する IUJPTL を保有する必要がある
・PLN が直接電気を販売し、請求するので利益配分が PLN 60%、事業者 40% となる（図 4.3-44）



Komposisi Pola Bisnis Berbasis *Sharing Economy* Model
Hasil analisis simulasi *financial model*
シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成
財務モデルのシミュレーション分析結果

PLN

Tarif L = Rp. 2466,- / kWh (Ref Permen ESDM dan Perdir PLN Stimulus EV)

Model Kerjasama	Komposisi PLN (60%) Rp. 1480 /kWh • ビジネス電気費用 = Rp. 1444 / kWh • Platform SPKLU (Charge.IN) = Rp. 36/kWh (2.4 %)	Komposisi *Revenue Sharing* (40%) Rp. 986 /kWh			IRR (% / 年)	PBP (年)
		EV Charger 装備 72% Rp. 710 /kWh	土地 / 財産 8% Rp. 79 /kWh	O & M SPKLU 20% Rp. 197 /kWh		
Model 1	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	Partner Rp.79 /kWh	Partner Rp. 197 /kWh	10,23	6,90
Model 2	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	Partner Rp.79 /kWh	Partner Rp. 197 /kWh	9.90	6,94
Model 3	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	家賃なし	Partner Rp. 197 /kWh	11,34	6,63

*Apabila mitra menyedikan Medium Charging, proporsional yang diperoleh mitra akan kembali disesuaikan dan ditentuan melalui skema B2B antara Mitra dan PLN

Keterangan（備考）:
1. Model Kerja Sama merupakan turunan dari Skema PP00 (Penyediaan SPKLU oleh PLN)
2. Partner dapat berasal dari Anak/Cucu Perusahaan maupun pihak swasta diluar PLN
3. Partner yang menangani O&M SPKLU merupakan partner memegang IUJPTL
4. Asumsi EV Charger dengan tipe Fast Charger (50 kW DC, 43 kW AC)
5. Tahun-1 Rata2, 5 EV per hari, kenaikan per tahun, 20% selama 10 tahun.
6. IRR, PBP pada kondisi NPV positif pada sisi Partner,

説明（備考）。 www.pln.co.id
1. 協力モデルは、 PP00スキーム（PLNによるSPKLUの提供）の派生モデル。
2. パートナーはPLN以外の子会社や民間人でも可能。
3. SPKLUの運用・保守（O&M)を行うパートナーはIUJPTLを保有するパートナー。
4. 急速充電器タイプのEV充電器（DC50kW、AC43kW）を想定
5. 1年目の平均、1日あたり5台のEV、1年ごとに増加、10年で20%。
6. パートナー側のNPVがプラスの状態でのIRR、PBP

図 4.3-44 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成

出典:PLN 資料

② 第 2 のスキーム

a. 事業者が直接顧客に販売する IUPTL 保有者となるスキーム

・電気は PLN から割安料金の Rp714 で供給を受けるものの、事業者が SPKLU を所有、運営し、顧客への請求も事業者が行う

b. 第 2 スキームのメリット・デメリット

・事業者は、より収益性の高い割引料金（Rp714/kWh）で PLN から受電することができる

・小売販売の IUPTL ライセンスを事業者自身で取得しなければならない

・SPKLU を事業者自身で建設、運営するため、IUJPTL を取得しなければならない

③ EVCS 2 つのビジネススキームのまとめ

・事業者自身で電気を直接販売し、SPKLU を建設、運営する場合は、IUPTLU と IUJPTL を取得しなければならない

・電気を直接販売する PLN と利益をシェアして、SPKLU を建設、運営する場合は IUJPTL を取得しなければならない

4.3.2.5 建設単価とランニングコスト

① 太陽光発電所建設単価（円/kW）（PLN 統計資料）

地上設置での建設コスト

表 4.3-17 太陽光発電所の発電コスト一覧（PLN 統計資料）

NO.	項目	値	備考	参照ページ
1	設備容量（kW）	16,710	5ヵ年開発計画終了時点（2020年）	Table77
2	発電単価（円/kW）	390,234	資産残高（2020年）：815,101.16百万Rp 設備容量：16,710kW　1Rp=0.008円	Table34
3	平均発電単価（円/kWh）※	10.58	1,322.23Rp/kWh　1Rp=0.008円	Table68
4	平均発電にかかる年間コスト単価（円/kWh）	94.54	11,817.73Rp/kWh　発電コスト：メンテナンス費、減価償却費、人件費 その他利息など含む　1Rp=0.008円	Table38

出典:PLN 資料より調査団作成

※STATISTICS PLN 2020　Table68 平均発電コスト表（Rp/kWh）に記載されている太陽光発電の数値が前年度と違いがある。

・　ランニングコスト

太陽光発電の平均発電単価 10.58 円/kWh であるものの、ランニングコスト 94.54 円/kWh を加味すると非常に高価な発電となるため、ランニングコストの削減が今後の課題である。

② EVCS 建設費及び年間費用　SPKLU（出力 50kW）（PLN 資料）

表 4.3-18 EVCS 建設費及び年間費用一覧

NO.	項目	金額	備考
1	EV充電器本体	6,600,000円	825,000,000Rp/基　1Rp=0.008円
2	O&Mコスト	241,200円	30,150,000Rp/年　1Rp=0.008円
3	土地使用料	100,320円	12,540,000Rp/年　1Rp=0.008円
	合計	6,941,520円	上記合計

出典: PLN 資料より調査団作成

③ バッテリー交換費用

電動二輪車のバッテリー交換費用は、5,000Rp。（Gesit-motor 社バッテリー容量は 1.44kWh 72V×20A h）

現地聞き取りによる金銭感覚では、5,000Rp は非常に安いとの印象である。（一般のガソリンより安価である。）

4.3.2.6 サヌール地区パイロット事業（マイクログリッド）

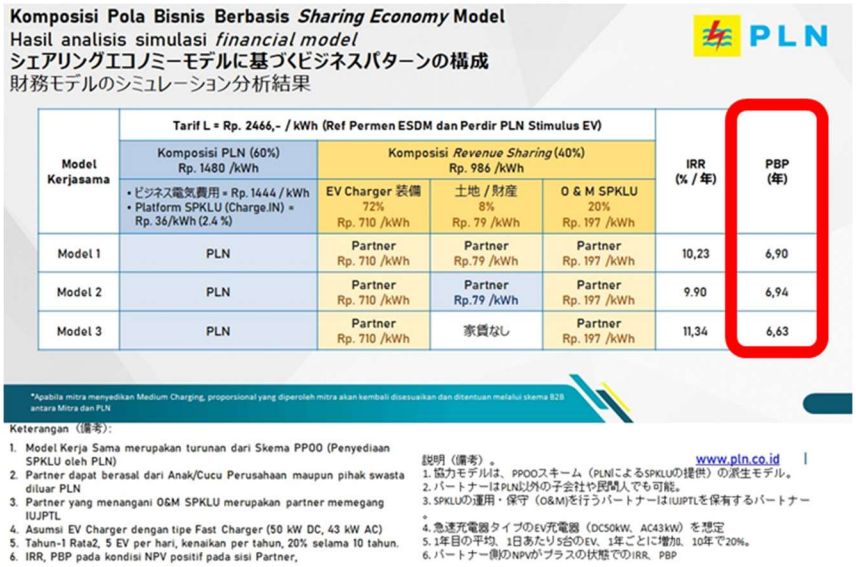
4.3.2.6.1. 収益性評価（投資回収期間と内部収益率）

① EVCS

・PLN によると投資回収年数は約 7 年（図 4.3-45）

・PLN のシミュレーションの前提は EV を 1 年目平均 5 台／日として、1 年ごとに増加すると見込み、10 年で 20%増と想定している。

・こうした収入の前提になる 1 日あたりの利用台数や使用電力量については、PLN からデータを入手する必要があり、これも秘密保持契約や MOU を締結した後の更なる FS 調査において精査・検証する必要がある。



Komposisi Pola Bisnis Berbasis *Sharing Economy* Model
Hasil analisis simulasi *financial model*
シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成
財務モデルのシミュレーション分析結果

PLN

Model Kerjasama	Tarif L = Rp. 2466,- / kWh (Ref Permen ESDM dan Perdir PLN Stimulus EV)				IRR (% / 年)	PBP (年)
	Komposisi PLN (60%) Rp. 1480 /kWh	Komposisi *Revenue Sharing* (40%) Rp. 986 /kWh				
	• ビジネス電気費用 = Rp. 1444 / kWh • Platform SPKLU (Charge.IN) = Rp. 36/kWh (2.4 %)	EV Charger 装備 72% Rp. 710 /kWh	土地 / 財産 8% Rp. 79 /kWh	O & M SPKLU 20% Rp. 197 /kWh		
Model 1	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	Partner Rp.79 /kWh	Partner Rp. 197 /kWh	10,23	6,90
Model 2	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	Partner Rp.79 /kWh	Partner Rp. 197 /kWh	9.90	6,94
Model 3	PLN	Partner Rp. 710 /kWh	家賃なし	Partner Rp. 197 /kWh	11,34	6,63

*Apabila mitra menyediakan Medium Charging, proporsional yang diperoleh mitra akan kembali disesuaikan dan ditentuan melalui skema B2B antara Mitra dan PLN

Keterangan（備考）:
1. Model Kerja Sama merupakan turunan dari Skema PPOO (Penyediaan SPKLU oleh PLN)
2. Partner dapat berasal dari Anak/Cucu Perusahaan maupun pihak swasta diluar PLN
3. Partner yang menangani O&M SPKLU merupakan partner memegang IUJPTL
4. Asumsi EV Charger dengan tipe Fast Charger (50 kW DC, 43 kW AC)
5. Tahun-1 Rata2, 5 EV per hari, kenaikan per tahun, 20% selama 10 tahun.
6. IRR, PBP pada kondisi NPV positif pada sisi Partner,

説明（備考）。 www.pln.co.id
1. 協力モデルは、PPOOスキーム（PLNによるSPKLUの提供）の派生モデル。
2. パートナーはPLN以外の子会社や民間人でも可能。
3. SPKLUの運用・保守（O&M)を行うパートナーはIUJPTLを保有するパートナー。
4. 急速充電器タイプのEV充電器（DC50kW、AC43kW）を想定
5. 1年目の平均、1日あたり5台のEV、1年ごとに増加、10年で20%。
6. パートナー側のNPVがプラスの状態でのIRR、PBP

図 4.3-45 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成

出典:PLN 資料

② アプリ費用の回収（charge.IN アプリ使用料）

チャージインアプリの費用を徴収料金にのせる必要がある。

4.3.2.6.2. 事業収益

今後の更なる調査により事業収益、事業収支、損益分岐、キャッシュフロー、内部収益率（IRR）などを明確にするものの、電動四輪車を中心とした投資コストの収入構造（アプリ収入を含む）では回収することは困難が予想される。よって、収入源については「広く薄く」をも念頭に入れた投資コストの回収に努めるべきと考える。

4.3.2.6.3. EV のインフラ整備パートナーシップ

PLN では、電気自動車用充電インフラの普及促進支援として、事業者と連携して電気自動車充電インフラを提供する「シェアリングエコノミーモデル」のパートナーシップを提供している。

（P248 EVCS パートナーシップ参照）

パートナーは、EV 充電器、運用、保守、土地の提供の分野に分けて 3 パターンでの構成で EV インフラを建設することができる。

4.3.2.6.4. 収益性評価（投資回収期間）

PLN では SPKLU の場合、投資回収期間を約 7 年としている。

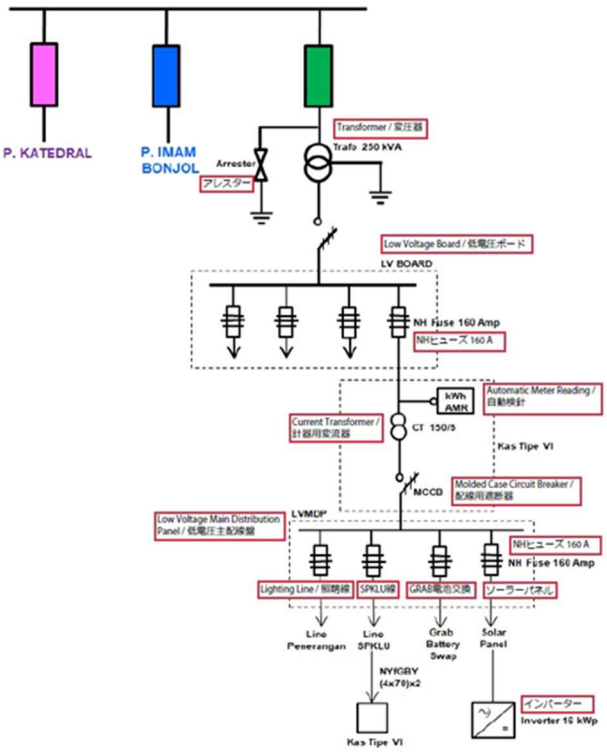


図 4.3-46 PLN 自動車ステーション（SPKLU）単線結線図

出典:PLN 資料

4.3.3 候補サイトの基本情報（バリ島/サヌール地区/ヌサペニダ島）

4.3.3.1 2030 年までの電力需給見通し

4.3.3.1.1. 需要想定

PLN が策定する電力供給事業計画（RUPTL）2021-2030 によるバリ島の電力需要想定を表 4.3-19 に示す。

表 4.3-19 予測される電力需要

年	経済成長率	販売量	発電量	最大負荷	顧客数
	%	GWh	GWh	MW	
2021	4.1	5,297	5,604	880	1,568,911
2022	4.5	5,586	5,909	927	1,609,372
2023	4.7	5,922	6,263	981	1,651,833
2024	5	6,291	6,643	1,039	1,696,629
2025	5.3	6,700	7,070	1,105	1,744,605
2026	5.7	7,137	7,519	1,173	1,795,847
2027	6	7,619	8,019	1,249	1,850,955
2028	6.4	8,155	8,575	1,334	1,910,163
2029	6.7	8,771	9,218	1,432	1,973,985
2030	6.7	9,298	9,766	1,515	2,032,198

出典: PLN 資料より作成

バリ島では電力供給力が毎年 4～6%伸びる計画である。販売電力量は 2021 年では 5,297GWh、2030 年では 9,298GWh と見込んでいる。（増加量：4,001GWh）

発電電力量では 5,604GWh、2030 年は 9,766GWh と見込んでいる。（増加量：4,162GWh）

2021 年の最大需要電力は 880MW、2030 年は 1,515MW と見込んでいる。（増加量：635MW）

4.3.3.1.2. 顧客数

顧客数は 2021 年では 1,568,911 件、2030 年は 2,032,198 件と見込んでいる。（増加数：463,287 件）今後の 10 年間において、バリ島はこれまで以上の増加率で電力需要・顧客数の増加を見込んでいる。

4.3.3.1.3. 再生可能エネルギー

電力供給計画（RUPTL）2021-2030 によるバリ島の再生可能エネルギー発電所建設計画を表 4.3-20 に示す。

国内のすべての州で 2025 年に 26%を再生可能エネルギーにすること、また 2060 年までに CO2 排出量をゼロにすることを目標としている。

2030 年の再生可能エネルギー発電所建設計画では PLN 所有の発電所で 53.5MW、IPP 所有の発電所で 185.3MW、合計 238.8MW を見込んでいる。

再生可能エネルギー発電所の建設計画詳細を表 4.3-21 に示す。

表 4.3-20 バリ島の年間再生可能エネルギー発電所建設計画

年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	総合計
PLN											
その他	-	3,5	-	-	25,0	-	-	-	-	25,0	53,5
小計	-	3,5	-	-	25,0	-	-	-	-	25,0	53,5
IPP											
小水力発電	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	1,3
地熱発電	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	55,0	65,0
その他	-	-	50,0	-	44,0	-	-	25,0	-	-	119,0
小計	-	-	51,3	-	54,0	-	-	25,0	-	55,0	185,3
合計											
小水力発電	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	1,3
地熱発電	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	55,0	65,0
その他	-	3,5	50,0	-	69,0	-	-	25,0	-	25,0	172,5
総合計	-	3,5	51,3	-	79,0	-	-	25,0	-	80,0	238,8

出典: PLN 資料

表 4.3-21 バリ島の再生可能エネルギー発電所建設計画の詳細

No.	電力系統名	発電種別	発電所所在地 名称	容量 (MW)	運開時期	進捗状況	事業者
1	Tiga Nusa	太陽光	Nusa Penida	3,5	2022	計画中	PLN
2	Jawa Bali	ガスタービン	Bali*	200,0	2023	計画中	PLN
3	Jawa Bali	小水力	Titab	1,3	2023	調達中	IPP
4	Jawa Bali	太陽光	Bali Barat	25,0	2023	調達中	IPP
5	Jawa Bali	太陽光	Bali Timur	25,0	2023	調達中	IPP
6	Jawa Bali	ガスタービン	Bali*	100,0	2025	計画中	PLN
7	Jawa Bali	地熱	Bedugul	10,0	2025	調査中	IPP
8	Jawa Bali	太陽光	Jawa-Bali (Kuota) Tersebar	25,0	2025	計画中	PLN
9	Jawa Bali	太陽光	Jawa-Bali (Kuota) Tersebar	25,0	2025	計画中	IPP
10	Jawa Bali	廃棄物	Jawa-Bali (Kuota) Tersebar	19,0	2025	計画中	IPP
11	Jawa Bali	太陽光	Jawa-Bali (Kuota) Tersebar	25,0	2028	計画中	IPP
12	Jawa Bali	太陽光	Jawa-Bali (Kuota) Tersebar	25,0	2030	計画中	PLN
13	Jawa Bali	地熱	Bedugul	55,0	2030	計画中	IPP
合計				238,8			

*) この発電所はジャワ島からの移設であるため、合計容量（MW）に合算しない。
出典: *PLN*

2030 年までの発電出力 238.8MW の内、太陽光発電所がバリ島での最大の再生可能エネルギー源であり、 2030 年までに 150MW 以上を目指している。太陽光発電に次ぐターゲットは地熱発電所で 65MW を目指している。それに比べ小水力発電所、廃棄物発電所は開発目標としては小さい。

バリ州の再生可能エネルギー供給のロードマップでは 2030 年において総エネルギー発電所容量の内、3.32%の再生可能エネルギーを達成する目標を掲げている。

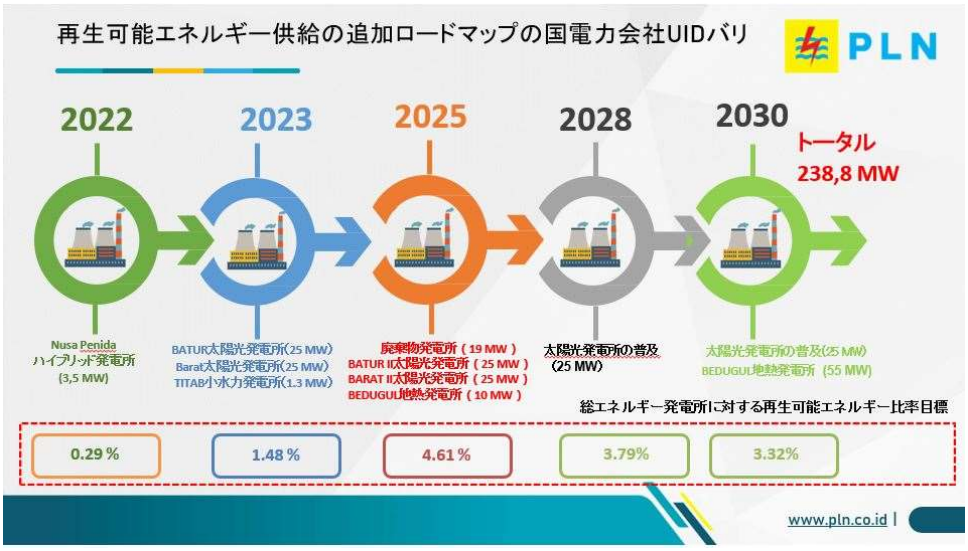


図 4.3-47 再生可能エネルギー供給の追加ロードマップ

出典: PLN 資料

また PLN のバリ州再生可能エネルギー発電設備開発計画によると、2022 年に太陽光と風力のハイブリット発電（PLTHybrid）3.5MW の計画があるなか、風力発電（PLTB）20MW、太陽光と風力のハイブリット発電（PLTHybrid）8.5MW、潮力発電（PLTGL）5MW についても検討されている。

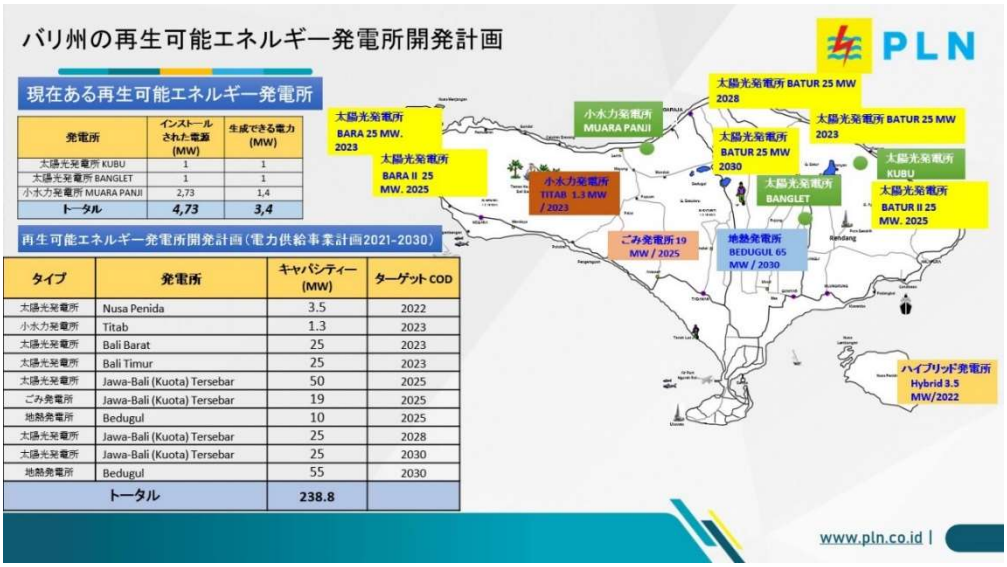


図 4.3-48 バリ州の再生可能エネルギー発電開発計画

出典*:* PLN 資料

4.3.3.1.4. 入札

2023 年までの開発計画における調達入札は実施済みで、MEDCO 社を中心とするコンソーシアムの太陽光発電 IPP 事業者が 2 地点（出力 25 MW）を落札している。2023 年以降の発電所の入札はまだ実施されていない。

4.3.3.1.5. 送配電建設計画（サプライチェーン）

表 4.3-22 にバリ州における 2022 年～2030 年の送電線建設計画を示す。RUPTL2021-2030 によると、2030 年までにバリ州には 638.8 キロメートルにおよぶ送電線が新たに整備される予定である。

表 4.3-22 バリ州における 2021 年～2030 年の送電線建設計画

送電圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	合計
500 kV	-	-	-	-	151,2	-	-	-	-	-	151,2
150 kV	-	94,1	80,4	64,0	160,5	40,0	-	43,6	-	5,0	487,6
合計	-	94,1	80,4	64,0	311,7	40,0	-	43,6	-	5,0	638,8

No	送電元	受電先	電圧	送電線	送電距離	運開時期	進捗状況
1	Kubu	Amlapura	150 kV	New, 2 cct, SUTT	80,0	2022	計画中
2	Kapal	Pemecutan Kelod	150 kV	Rec, 1 cct, SUTT	14,1	2022	計画中
3	Pemecutan Kelod	Bandara	150 kV	Rec, 2 cct, SUTT	33,6	2023	計画中
4	Antosari	Tanah Lot	150 kV	Rec, 2 cct, SUTT	26,5	2023	計画中
5	Tanah Lot	Kapal	150 kV	Rec, 2 cct, SUTT	20,3	2023	計画中
6	Antosari (Ekstension)	Inc. (Celukan Bawang PLTU - Kapal)	150 kV	New, 4 cct, SUTT	64,0	2024	調達中
7	PLTP Bedugul	Baturiti	150 kV	New, 2 cct, SUTT	4,0	2025	計画中
8	Gilimanuk	Antosari (Ekstension)	500 kV	New, 2 cct, SUTET	151,2	2025	計画中
9	Payangan	Kapal	150 kV	Rec, 1 cct, SUTT	21,5	2025	計画中
10	Baturiti	Payangan	150 kV	Rec, 1 cct, SUTT	28,0	2025	計画中
11	Pemaron	Baturiti	150 kV	Rec, 2 cct, SUTT	40,9	2025	計画中
12	Kapal	Baturiti	150 kV	Rec, 1 cct, SUTT	38,2	2025	計画中
13	Tx. Kapal	Pemecutan Kelod	150 kV	New, 2 cct, SUTT	26,0	2025	計画中
14	Pesanggaran III / Bali Turtle	Inc. (Pesanggaran - Sanur)	150 kV	New, 4 cct, SUTT	2,0	2025	計画中
15	Kubu	Pemaron	150 kV	New, 2 cct, SUTT	40,0	2026	計画中
16	Antosari (Ekstension)	Inc. (Antosari - Kapal)	150 kV	New, 4 cct, SUTT	16,0	2028	計画中
17	Gianyar II / Bangli	Gianyar	150 kV	New, 2 cct, SUTT	10,0	2028	計画中
18	Padangsambian II / Canggu	Padangsambian	150 kV	New, 2 cct, SKTT	17,6	2028	計画中
19	Tinga - Tinga	Inc. (PLTU Celukan Bawang - Gilimanuk | Pemaron)	150 kV	New, 2 cct, SUTT	1,0	2030	計画中
20	Tinga - Tinga	Inc. (PLTU Celukan Bawang - Kapal)	150 kV	New, 4 cct, SUTT	2,0	2030	計画中
21	New Sanur	Inc. (Gianyar - Sanur)	150 kV	New, 2 cct, SUTT	2,0	2030	計画中
合計					638,8		

出典*:* PLN 資料

4.3.3.2 電力供給設備（発電所･送配電所：変電所ほか）

4.3.3.2.1. 発電所別 kW あたり建設単価と kWh 単価

表 4.3-23 に PLN 統計データ 2020 より抜粋した kW あたりの各発電種別単価、表 4.3-24 と kWh あたりの平均発電単価を示す。

・ 発電種別 kW 単価

kW あたりの発電単価で比較すると水力発電が一番安価であり、地熱発電が一番高価である。発電単価の安い順から水力（Rp 926,030/kW）≦コンバインドサイクル（Rp 3,569,610/kW）≦汽力（Rp 3,739,450/kW）≦太陽光（Rp 4,160,080/kW）≦ディーゼル（ディーゼルガス含む）（Rp 4,477,200/kW）≦ガスタービン（Rp 6,069,770/kW）≦地熱（Rp 7,763,650/kW）となる。

・ 発電種別 kWh 単価

表 4.3-24 の発電コストには年間費用の燃料費、メンテナンス費、減価償却費、その他人件費などを含む。

KWh あたりの平均発電コストで比較すると、水力発電所が一番経済性が高く、太陽光発電所が一番経済性が悪い設備となる。経済性が高い順から水力（Rp 438.57/kWh）≦汽力（Rp 636.55/kWh）≦地熱（Rp 1,107.89/kWh）≦コンバインドサイクル（Rp 1,322.23/kWh）≦ガスタービン（Rp 1,322.23/kWh）≦ディーゼル（ディーゼルガス含む）≦太陽光となる。

表 4.3-23 2020 年各発電種別発電コスト

発電コスト 2020年

発電種別	発電単価	
	（Rp/kW）	（円/kW）
水力	926,030	7,408
汽力	3,739,450	29,916
ディーゼル※	4,477,200	35,818
ガスタービン	6,069,770	48,558
地熱	7,763,650	62,109
コンバインドサイクル	3,569,610	28,557
太陽光	4,160,080	33,281

※ディーゼルガス含む

出典：PLN データを基に北陸電気工事が作成

表 4.3-24 2020 年 kWh あたりの平均発電単価

kWhあたりの平均発電単価　（Table38）　2020

発電種別	kWhあたりの平均発電単価（Rp/kWh）						
	燃料費	メンテナンス費	減価償却費	その他	人件費	利息	合計
水力	29.30	27.88	184.12	5.73	25.08	166.45	438.57
汽力	427.40	34.99	101.89	2.44	12.15	57.68	636.55
ディーゼル※	3,287.91	617.44	423.47	26.81	214.91	175.78	4,746.32
ガスタービン	1,083.37	128.90	208.47	9.80	20.87	160.39	1,611.79
地熱	850.04	28.93	115.51	-0.51	26.51	87.41	1,107.89
コンバインドサイクル	950.32	34.39	184.40	4.15	17.07	131.90	1,322.23
太陽光	-	594.05	7,089.57	37.27	1,038.85	3,057.99	11,817.73
平均	946.91	209.51	1,186.77	12.24	193.63	548.23	3,097.30
レンタル※※※							1,566.53

※潤滑油含む
※※ディーゼルガス含む
※※※総発電コスト（レンタル）
この表の発電コストはPLN所有の数値（計画中含む）

出典: PLN

・　経済性

汽力発電は維持費が膨大にかかるが、大型の発電設備であるため、経済性が高い。

太陽光発電所は維持費は安価だが、気候に左右されることが多いため、安定した電力が得られにくく経済性が悪い。太陽光発電の経済性を良くするため、バリ島は出力の小さい太陽光発電所ではなく、例えば表 4.3-21 のようなメガソーラー発電所の建設計画を進める傾向にある。

また表 4.3-25 に PLN 統計データ 2020 より抜粋した国内での 2016－2020 年の各発電種別 kWh あたりの平均発電単価を示す。この表に関しては太陽光の数値に前年度と違いがある。詳細は PLN へ確認が必要である。

表 4.3-25 2016－2020 年の各発電種別 kWh あたりの平均発電単価

平均発電単価（Rp/kWh）　（Table68）　2016 - 2020

年	水力	汽力	ディーゼル	ガスタービン	地熱	太陽光	合計
2016	271.90	532.38	1,828.39	3,103.64	1,016.37	1,085.07	856.28
2017	309.54	806.71	1,879.85	10,090.35	1,980.14	1,094.81	1,087.51
2018	352.39	831.46	2,228.71	5,781.99	2,350.98	1,298.72	1,160.89
2019	599.71	653.12	3,308.26	2,570.03	1,191.25	1,357.75	2,999.73
2020	438.57	636.55	4,746.32	1,611.79	1,107.89	1,322.23	3,097.30

出典: PLN

4.3.3.2.2 需要数の現状及び推移（販売電力量と顧客数）

2011 年～2020 年のバリ州での販売電力量を表 4.3-26 に、表 4.3-27 に示す。グラフ化したものを図 4.3-49、図 4.3-50 に示す。

PLN によると、バリ州の年間総電力需要量（2020 年）は 4,947GWh、総顧客数は 1,529 千件である。

表 4.3-26 バリ州 PLN の用途別販売電力量（GWh）

No.	カテゴリー	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
1	家庭用	1.420	1.548	1.661	1.847	1.918	2.105	2.059	2.154	2.345	2.434
2	商業用	1.482	1.645	1.860	2.059	2.226	2.510	2.527	2.629	2.800	1.972
3	公共施設	206	228	245	269	282	305	310	332	359	351
4	産業用	116	126	148	160	168	179	174	188	203	189
合計		3.224	3.547	3.914	4.335	4.594	5.099	5.070	5.303	5.707	4.947
成長率 (%)		4,30	10,01	10,37	10,75	5,98	10,99	(0,58)	4,60	7,62	(13,32)

*Realisasi Statistik PLN 2020 (*unaudited*)

出典: PLN 資料

表 4.3-27 バリ州 PLN の用途別販売顧客数（千件）

年	家庭用	商業用	公共施設	産業用	合計
2011	729	80	28	0.7	839
2012	791	93	30	0.7	916
2013	856	109	32	0.7	999
2014	920	133	35	0.8	1,089
2015	975	168	38	0.8	1,182
2016	1,020	193	41	1	1,255
2017	1,082	203	43	1.1	1,329
2018	1,145	201	46	1.2	1,393
2019	1,212	205	49	1.2	1,467
2020	1,263	214	50	1.3	1,529

出典: PLN 資料より作成

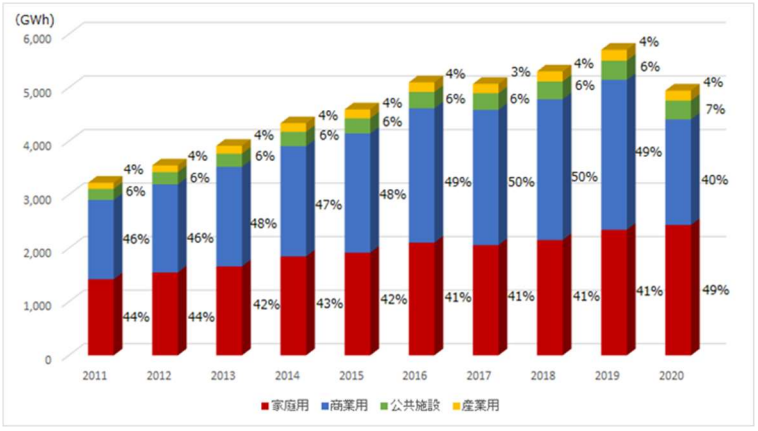


図 4.3-49 用途別販売電力量の推移

出典: PLN データを基に北陸電気工事が作成

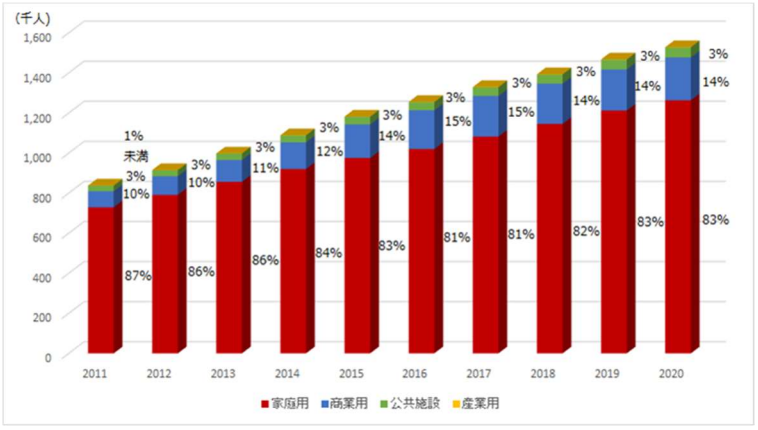


図 4.3-50 用途別販売顧客数の推移

出典: PLN データを基に北陸電気工事が作成

バリ州における販売電力量は 2011 年から 2020 年の間で約 1.5 倍に増加している。ただし、2020 年はコロナ影響から商業用の販売電力量が大きく落ち込み、対前年比で 13%減少している。

なお、2020 年の用途別内訳は、家庭用が 2,434GWh（49%）、商業用が 1,972GWh（40%）、公共施設が 351GWh（7%）、産業用が 189GWh（4%）となっている。

一方、契約件数は、右肩上がりに増加しており、2011 年から 2020 年の間で約 1.8 倍になっている。2020 年の内訳は家庭用が 1,263 千人（83%）、商業用が 214 千人（14%）、公共施設が 50 千人（3%）、産業用が 1.3 千人（1%未満）である。

4.3.3.2.3 発電事業者（PLN/IPP/再生可能エネルギー）と供給量

バリ州にある発電機数および設備容量について 2016 年～2020 年（5 ヵ年）の推移を表 4.3-28、表 4.3-29 に示す。グラフ化したものを図 4.3-51、図 4.3-52 に示す。

バリ州における PLN が所有している発電機数と設備容量は 2016 年から 2020 年の間（5 ヵ年）でほぼ変動していない。また直近 3 か年では IPP、レンタル電力も含めて基数の増加はない。2020 年の発電設備の内訳はディーゼル発電が 8 基 2.96MW（34%）、再エネ（風力発電）が 3 基 0.3MW（4%）、IPP・レンタル電力が所有している発電機数が 5 基 5.39MW（62%）で約 3 分の 2 を IPP・レンタル事業者が占める。

表 4.3-28 バリ島の発電機数（基）

発電機数（基）

年	水力	汽力	ガスタービン	コンバインドサイクル	地熱	ディーゼル	ディーゼルガス	再エネ			小計	購入	合計
								太陽光	風力	バイオマス			
2016	-	-	-	-	-	7	-	-	3	-	10	17	27
2017	-	-	-	-	-	8	-	-	3	-	11	6	17
2018	-	-	-	-	-	8	-	-	3	-	11	5	16
2019	-	-	-	-	-	8	-	-	3	-	11	5	16
2020	-	-	-	-	-	8	-	-	3	-	11	5	16

※PLNおよび購入（レンタル、IPP）を含む

出典: PLN

表 4.3-29 バリ島の設備容量（MW）

設備容量（MW）

年	水力	汽力	ガスタービン	コンバインドサイクル	地熱	ディーゼル	ディーゼルガス	再エネ			小計	購入	合計
								太陽光	風力	バイオマス			
2016	-	-	-	-	-	2.76	-	-	0.30	-	3.06	13.02	16.08
2017	-	-	-	-	-	2.96	-	-	0.30	-	3.26	7.39	10.65
2018	-	-	-	-	-	2.96	-	-	0.30	-	3.26	5.39	8.65
2019	-	-	-	-	-	2.96	-	-	0.30	-	3.26	5.39	8.65
2020	-	-	-	-	-	2.96	-	-	0.30	-	3.26	5.39	8.65

※PLNおよび購入（レンタル、IPP）を含む

出典: PLN

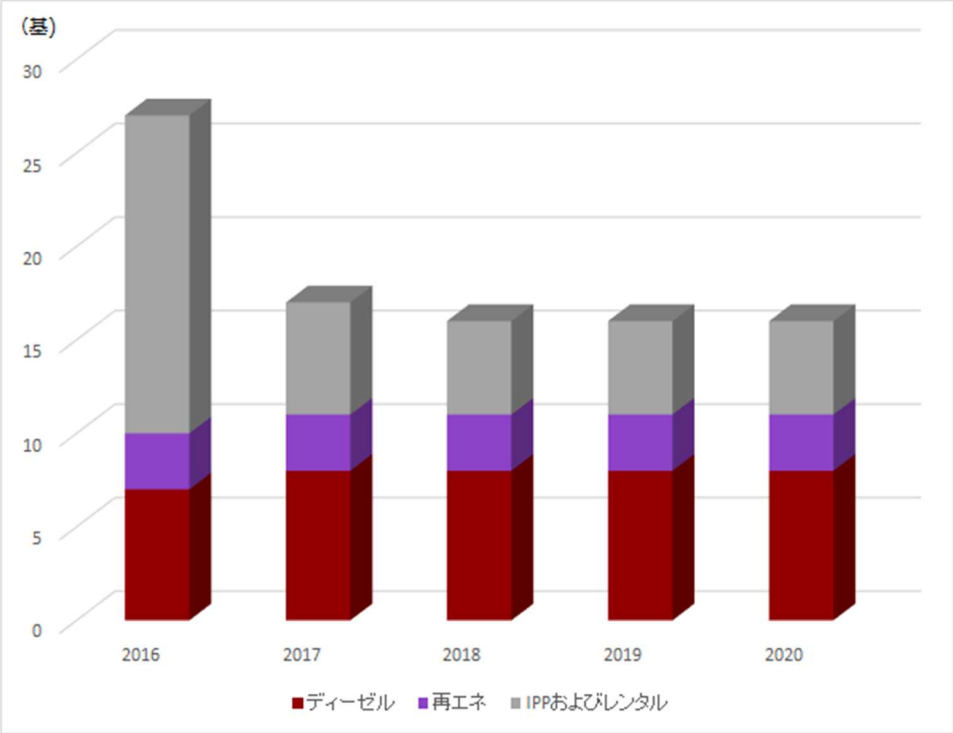


図 4.3-51 バリ島発電機数の推移（基）

出典: PLN データを基に北陸電気工事が作成

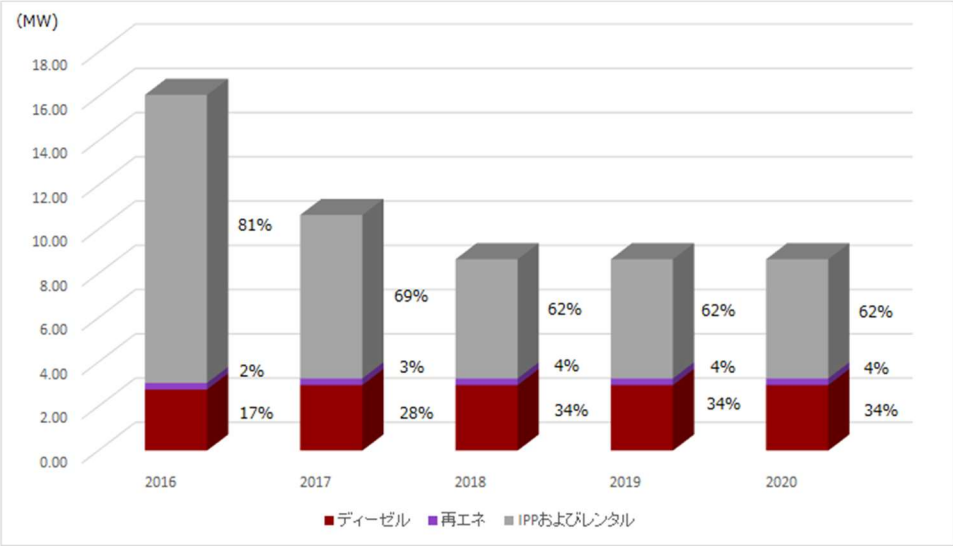


図 4.3-52 バリ島設備容量の推移（MW）

出典: PLN データを基に北陸電気工事が作成

4.3.3.2.4 発電設備の稼働状況

バリ島とヌサペニダ島を含むバリ州の発電設備について、コロナ以前、コロナ禍での設備稼働状況を表 4.3-30 に示す。

バリ州にある発電設備の合計出力は 1,443 MW。供給力（送電端）は合計 1,332MW である。コロナ以前には 980.8 MW（2020 年 1 月）あった最大ピーク需要は、コロナ禍において 685MW（2021 年 9 月 22 日時点）まで大きく落ち込み、供給予備率も 48%とかなり余裕のある状況である。

図 4.3-53 にある 2021 年 10 月時点のバリ州での需給状況をみると最大ピーク需要は 754.6 MW（予備率 42.9%）となっており、9 月時点からは幾分回復傾向がある。

現状、再生可能エネルギー発電所は全体の約 0.25%しかないが、バリ州政府は、供給力の 25%に相当する石油燃料系の発電所を廃止し、再生可能エネルギー発電所に置き換える計画を持っている。

表 4.3-30 発電設備容量とコロナ以前とコロナ禍でのピーク電力負荷表
（バリ島とヌサペニダ島を含む）

燃料種別	設備容量（MW）	送電端（MW）	コロナ以前のピーク電力負荷（MW）	コロナ禍のピーク電力負荷（MW）（2021年9月22日）
非石油燃料由来	1,077.40	955.6	929.89	827.4
PLTU CLK BWG (COAL) /石炭	426	380	387	380.5
SKLT (KABEL LAUT) /Javaの石炭火力発電所からの海底ケーブル伝送	400	370	368.6	138.6
PLTDG PSSGRN (LNG)/ LNGガス	205.2	196.2	167.4	166.5
PLTG PSSGRN (LNG)/ LNGガス	41.45	36	6	0
再生可能エネルギー				
PLTS KUBU/クブ地区太陽光発電	1	1	0	0
PLTS BANGLET/バンレット地区太陽光発電	1	1	0	0
PLTMH MUARA PANJI/小水力	2.73	1.4	0.89	1.4
石油燃料由来	365.5	336.5	51	0
PLTD BOT PSSGRN (MFO)/船舶用燃料油	52.5	52.5	51	0
PLTG PSSGRN (HSD)/高速ディーゼル	84	74	0	0
PLTG GILIMANUK (HSD)/高速ディーゼル	133	130	0	0
PLTG PEMARON (HSD)/高速ディーゼル	96	80	0	0
合計	*1,443*	*1,322.10*	*980.89*	*685*
予備電力量（MW）			*341.21*	*637*
予備率（%）			*26%*	*48%*

バリ島の電力事情

【コロナ以前】
午後のピーク電力負荷（2020年1月29日）：958.2 MW
夜間のピーク電力負荷（2020年1月29日）：980.9 MW
【コロナ禍】
午後のピーク電力負荷（2021年9月22日）：653.3 MW
夜間のピーク電力負荷（2021年9月22日）：685.5 MW

ヌサペニダ島の電力系統

発電電力量：10.7 MW
ピーク電力負荷（2019年12月28日）：9.9 MW
電力消費負荷（2021年9月22日）：4,973 MW
自家用電気：0,2 MW
予備率の最大値（8月）：5.4 MW (50%)

出典: PLN

図 4.3-53 バリ州の電力需要（2021 年 10 月）

出典: PLN

4.3.3.2.5 系統監視

バリ州内の発電事業者は PLN の子会社であるインドネシア・パワー社とジャワ・バリ発電会社であり、送電事業者は 3 つの送電保守事務所（東部・中部・西部）、給電事業者はジャワ・バリ送電・給電センター（P3B Jawa Bali）、配電・顧客サービスは 5 配電事務所が担っている。

4.3.3.2.6 変電設備

バリ州の既存変電容量を表 4.3-31 に示す。既存変電所の電圧は 150-20kV であり、変圧器は 45 基設置されている。総容量は 2,580MVA。

表 4.3-31 バリ島の既存変電所容量

No	変電所	電圧	変圧器（基）	総容量（MVA）
1	Gilimanuk	150 / 20	2	90
2	Antosari	150 / 20	2	120
3	Baturiti	150 / 20	2	90
4	Gianyar	150 / 20	2	120
5	Padang Sambian	150 / 20	3	180
6	Kapal	150 / 20	4	240
7	Nusa Dua	150 / 20	3	180
8	Pesanggaran	150 / 20	3	180
9	Kuta/Pemecutan	150 / 20	4	240
10	GIS Bandara	150 / 20	2	120
11	Sanur	150 / 20	4	240
12	Amlapura	150 / 20	2	120
13	Negara	150 / 20	3	120
14	Pemaron	150 / 20	2	120
15	Payangan	150 / 20	2	120
16	GIS Celukan Bawang	150 / 20	1	60
17	GIS Pecatu	150 / 20	2	120
18	GIS Tanah Lot	150 / 20	2	120
合計			45	2580

出典: PLN

4.3.3.2.7 電力供給力

バリ島とヌサペニダ島の既設発電所・変電所のレイアウトを図 4.3-54 に示す。

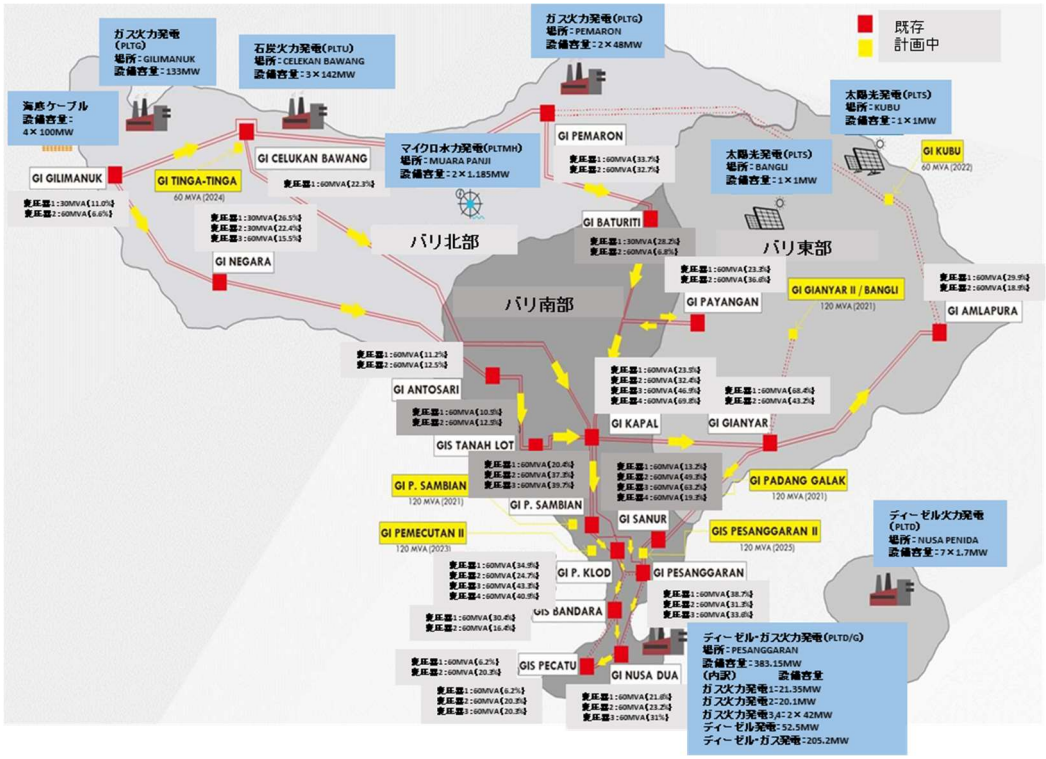


図 4.3-54 バリ島とヌサペニダ島の既設発電所・変電所レイアウト

出典: PLN

4.3.3.2.8 サヌール地区への電力供給

サヌール地区へはサヌール変電所を経由し電力が供給されている。 サヌール変電所は、3 つの変圧器で構成されている。（変圧器 1：60 MVA（38.7%）、変圧器 2：60 MVA（31.3%）、変圧器 3：60 MVA（33.6%））

また elukan Bawang 地区には、中国人投資家による 426MW の IPP 石炭火力発電所がある。 この石炭火力発電所は 2015 年に稼働しており、売電期間は 30 年間。 バリ州内にあるその他の発電所は、インドネシアパワー社によって管理されている。

4.3.3.2.9 ヌサペニダ島

ヌサペニダ島の電力供給はディーゼル火力発電所 10.7MW によって賄われている。

その他太陽光発電所 32kWp×2 基と風力発電所 80kW×9 基の再生可能エネルギー発電設備があるものの、設備の故障などにより稼働はしていない。

4.3.3.2.10 送配電線網

図 4.3-55 にジャワ島・バリ島の発電所位置を示す。

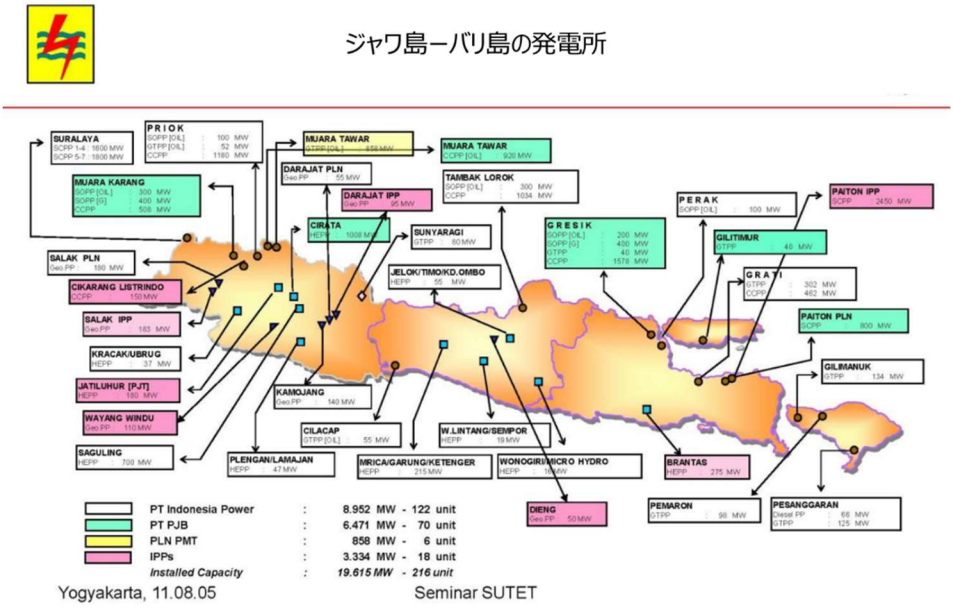
ジャワ島およびバリ島は、500kV の特別高圧線（S.U.T.E.T.）と 150kV および 70kV の高圧線（S.U.T.T.）からなるジャワ・バリ系統という送電システムで結ばれている。

ジャワ・バリ系統は、4 つの地域に分けられており、ジャカルタとバンテンを第 1 地域、西ジャワを第 2 地域、中部ジャワとヨグヤを第 3 地域、東ジャワとバリを第 4 地域と呼んでいる。なお、それぞれの地域にはコントロールセンター（R.C.C.）が置かれており、ジャカルタ・バンテン地域は R.C.C.Cawang、西ジャワ地域は R.C.C.Cigereleng、中部ジャワ・ヨギャ地域は R.C.C.Ungaran、東ジャワ・バリ地域は R.C.C.Waru がある。

ジャワ・バリ系統全体の運用は、ガンドゥルにあるジャワ・バリ・コントロール・センター（J.C.C.）が担っており、電力システム全体の安全性を確保するため、500kV 系統の周波数制御と電圧調整、系統管理、500kV 送電システムの切り替えなどを行っている。

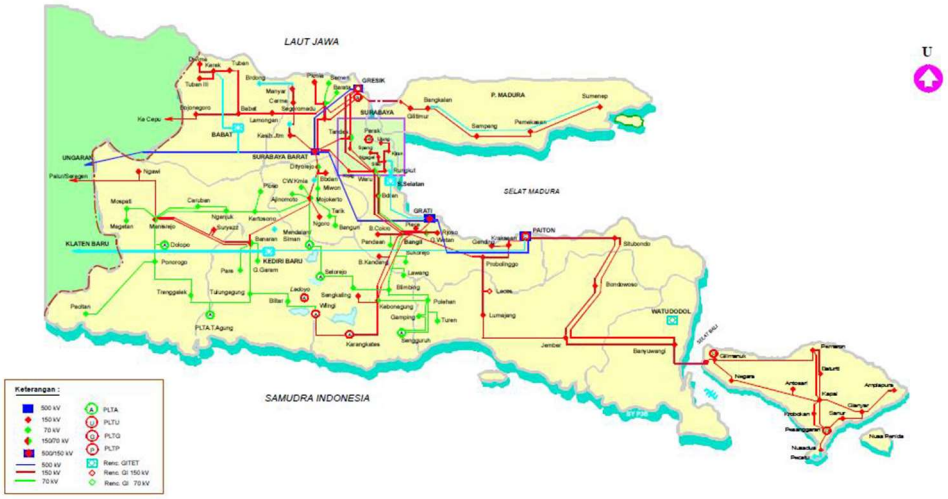
図 4.3-56 に第 4 地域である東ジャワ、マドゥラ、バリの送配電線網を示す。バリ島には 2 つの発電所が 150kV の高圧線で結ばれている。発電所の 1 つはギリマヌク、もう 1 つはサヌール近郊の場所にある。発電所から消費者までの送配電電圧は以下の通りである。

発電所 [6-24 kV] → 超高圧送電線 [500kV] → 高圧送電線「150-70kV」→ 配電線「20kV」→ 家「220 V」または 工場「20kV」(50Hz)



出典: PLN

図 4.3-55 ジャワ島・バリ島の発電所位置



出典: PLN

図 4.3-56 ジャワ島・バリ島の送電配電線網

2020 年時点でのバリ州の配電線亘長は、中圧配電ケーブル線（15-20kV）で 8,510km、低圧配電ケーブル線で 14,383km である。2011 年から 2020 年の間で中圧配電線亘長は約 1.6 倍、低圧配電線亘長は約 2 倍となっており、年々整備が進んでいる。また、配電用変電所総容量は 2,021MVA である。2011～2020 年（10 年間）のバリ島の配電線亘長および配電用変電所の容量を表 4.3-32 に示す。

なお、配電線はその 20～30%が地中化されているものの、他は架空線で縦横無尽に配線されている。

表 4.3-32 バリ島における 2011 年～2020 年の送電亘長

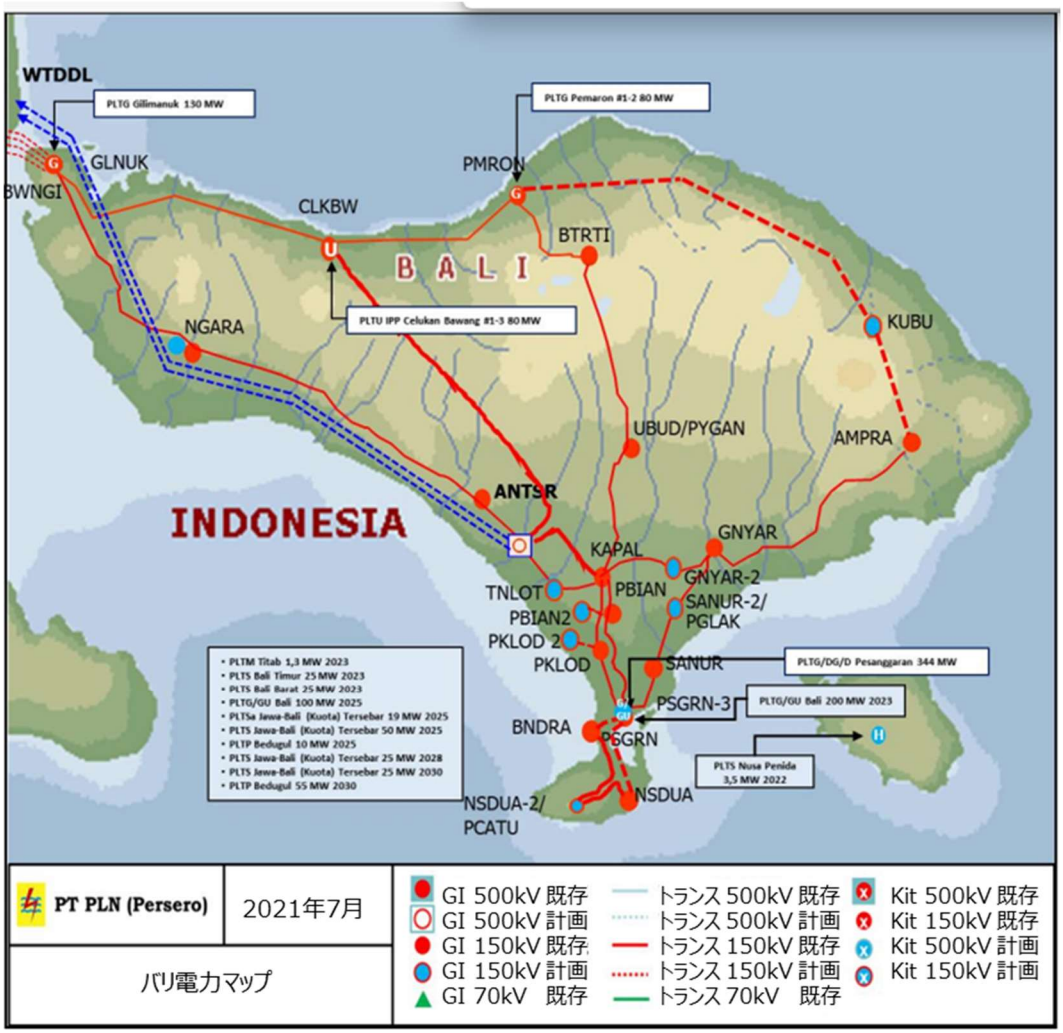
年	中電圧	低電圧	配電用変電所
	(km)	(km)	(MVA)
2011	5,359	7,403	1,265
2012	5,924	8,425	,258
2013	5,990	8,498	1,271
2014	6,387	9,467	1,621
2015	6,677	9,948	1,515
2016	7,097	10,741	1,634
2017	7,566	11,872	1,773
2018	7,780	12,461	1,819
2019	8,101	13,556	1,888
2020	8,510	14,383	2,021

出典: PLN 資料より作成

4.3.3.2.11 系統図

バリ州の電力系統図を図 4.3-57 に示す。

バリ州の電力系統は、400MW のジャワーバリ海底ケーブルによる電力供給と 426MW の石炭発電、246.65MW のガス発電、365.5MW の石油発電、２MW の太陽光発電、2.73MW の小水力発電の合計出力 1,443MW から供給される。



出典: PLN

図 4.3-57 バリ州の電力系統図

4.3.3.2.12 データセンター構想

インドネシアのデータセンター市場はインターネットや SNS に対する需要の高まりを受けて、ここ数年で大きな成長を遂げている。

米マイクロソフトは 2021 年 2 月 25 日、インドネシアで初めてのデータセンターを開設すると正式に発表した。設置場所や具体的な投資額は明らかにしていない。

フランス政府は、財務省と金融機関を通じて、国家データセンタープロジェクトの実現可能性調査に 1 億 9,000 万米ドルを提供すると発表した。(2021 年 9 月 17 日)

AWS(アマゾン・ウェブ・サービス)は 2019 年からデータセンターを設置する計画で、25 億米ドル（約 2,740 億円）の投資を実施しており、2021 年 12 月 15 日に、ジャカルタに新たなクラウドリージョンを開設した。(リージョン：データセンターが設置されている独立したエリア)

PLN は、グリーンランド国際産業センター（GIIC）コタデルタマス工業地区と協力して、国内初の国立データセンターを建設すると発表した。(2021 年 9 月 16 日)

以上がデータセンター市場の動向の一部であるが、インドネシアにおいて電力が余っている以上、これからもデータセンター開発は継続していくものとみられ、それに伴い電力需要も拡大していくと思われる。バリ島でのデータセンター構想についても注視していく必要がある。

4.3.3.2.13 電気料金

バリ州の電気料金は用途別に分類されている。カテゴリー別の価格を表 4.3-33 に示す。PLN と契約する場合その料金体系はすべての地域で同じである。

4.3.3.2.14 地上設置太陽光発電

PLN がバリ州で所有している太陽光発電設備は 2MWp であり、地上設置型である。広大な敷地面積があり地価が南部地域よりも安いバリ州北部に建設されている。また、バリ州北部は南部よりも観光地が少ない。

4.3.3.2.15 屋根置き太陽光発電

現在、バリ島に設置されている屋根置き太陽光は 202 箇所で 2.3 MWp ある。バリ島の屋根置き太陽光発電は 2015 年に開始され、2015 年から 2021 年の間で発電容量は約 74 倍に増加しており、ここ 1 年で 1.0MWp 増加している。図 4.3-58 図 4.3-59 に 2021 年 9 月時点での太陽光発電の現状を示す。

また再生可能エネルギーに関する 2019 年バリ知事の政令第 45 号において敷地面積 500 m² 以上のすべてのホテル、家に 2030 年までに屋根に太陽光発電設備を設置する政令を発令した。

2025 年時点での屋根置き太陽光発電容量の目標は 16.5MWp であるが、2021 年は 2.3MWp であるため、4 年以内に 13.2MWp の新たな屋根置き太陽光発電設備を設置する必要となる。

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
累計	32kWp	228.9kWp	331.9kWp	651.31kWp	991.59kWp	1472.5kWp	2353.31kWp

図 4.3-58 2015 年から 2021 年の間で発電容量

出典: PLN

2021年9月	ネットメータリングの活用割合	顧客種別
顧客：202件	・ネットメータリング制度を活用している顧客数：10件	・家庭用：118件
発電出力：2,353.31kWp	(発電量：559,000 Wp)	・商業用：72件
(2.3 MWp)	・ネットメータリング制度を活用していない顧客数：192件	・産業用：1件
	(発電量：1,794,309 Wp)	・その他：11件

図 4.3-59 屋根置き太陽光発電の内訳（2021 年 9 月時点）

出典: PLN

表 4.3-33 カテゴリー別電気料金表

顧客カテゴリー	タイプ	契約電力	基本料金（円/kVA/月）	従量料金（円/kWh）	
公共	S-1	220VA	-		118.40
	S-2	450VA	80.00	30kWhまで	0.99
				30kWhを超え60kWhまで	2.12
				60kWhを超える	2.88
		900VA	120.00	20kWhまで	1.60
				20kWhを超え60kWhまで	2.36
				60kWhを超える	2.88
		1,300VA	-		5.67
		2,200VA	-		6.08
		3,500VA～200kVA以下	-		7.20
	S-3	200kVAを超える	-	ピーク時＝K×P×5.88	-
				オフピーク時＝P×5.88	
				kVArh=7.4※	
家庭	R-1	450VA	88.00	30kWhまで	1.36
				30kWhを超え60kWhまで	2.88
				60kWhを超える	3.96
		900VA	160.00	20kWhまで	2.20
				20kWhを超え60kWhまで	3.56
				60kWhを超える	3.96
		1,300VA	-		10.82
		2,200VA	-		10.82
	R-2	3,500VA～5,500VA以下	-		10.82
	R-3	6,600VA以上	-		10.82
商業	B-1	450VA	188.00	30kWhまで	2.04
				30kWhを超える	3.36
		900VA	212.00	108kWhまで	3.36
				108kWhを超える	3.72
		1,300VA	-		7.73
		2,200VA～5,500VA以下	-		8.80
	B-2	6,600VA～200kVA以下	-		10.82
	B-3	200kVAを超える	-	ピーク時＝K×8.16	-
				オフピーク時＝8.16	
				kVArh=8.94※	
産業	I-1	450VA	208.00	30kWhまで	1.28
				30kWhを超える	3.16
		900VA	252.00	72kWhまで	2.52
				72kWhを超える	3.24
		1,300VA	-		7.44
		2,200VA	-		7.68
		3,500VA～14kVA以下	-		8.90
	I-2	14kVAを超え200kVA以下	-	ピーク時＝K×7.78	-
				オフピーク時＝7.78	
				kVArh=8.46※	
	I-3	200kVAを超える	-	ピーク時＝K×8.92	-
				オフピーク時＝8.92	
				kVArh=9.6※	
	I-4	30,000kVAを超える	-	ピーク時＝9.53	-
				オフピーク時＝9.53	
				kVArh=9.53※	

※K＝各地域のピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力量比（1.4≦K≦2.0）
P=純公共施設（協会、モスク）＝1、一般公共施設（学校関係施設）＝1.3
月間平均力率が0.85%を下回る場合にkVArh（無効電力）分の電気料金が加算される。

出典: PLN

4.3.3.2.16 バリ島での日射量

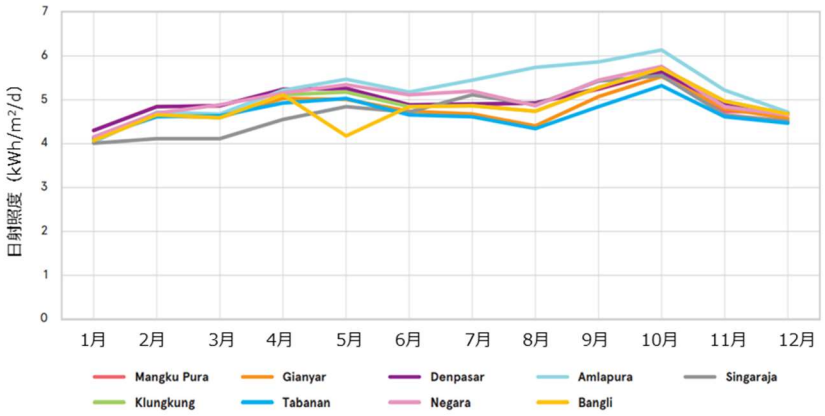
アジア開発銀行の持続可能な環境ワーキングペーパーシリーズによると、バリ島の日射照度は年間1,490～1,776kWh/m²、1 日あたり 4.08～4.87 kWh/m²であるので、日平均日射照度は4.47kWh/m²である。

また、バリ島の屋根置き太陽光に関する調査によると、クリーンエネルギー管理ソフトウェアであるRETScreen と太陽 PV 設計ツールである Helioscope を使用し、バリ州の 8 地区で日射照度を計測した結果、1 日あたり 4.01～6.13kWh /m²、日平均 4.89kWh/m²であった。

バリ島はインドネシア東部に位置しているため、インドネシア西部よりも日射照度が高くなっている。（ 西ジャワなどのインドネシア西部では、日平均日射照度は 4kWh/m²未満）

したがって、バリ島は太陽光発電の設置に非常に適した場所といえる。バリ州 8 地区の月別の日射照度を図 4.3-60 に示す。

ちなみに新エネルギー・産業技術総合開発機構 （NEDO）の日射量データベースによると東京の日平均日射照度は 3.32 kWh /m²である。（水平面での値）



出典: 現地調査資料による

図 4.3-60 バリ州 8 地区の月別日射照度

4.3.3.2.17 乾季・雨季での日射量差

気象気候地球物理庁（BMKG）によるデンパサール市の 10 年毎の月間平均降雨量を図 4.3-61 に示す。バリ島の乾季は 5 月から 10 月まで、雨季は 11 月から 4 月まで。BMKG による図 4.3-61 では、乾季と雨季で日射照度は約 1.2～1.5 倍程度違う。

ちなみに新エネルギー・産業技術総合開発機構 （NEDO）の日射量データベースによると東京の 5 月～10 月の平均日射照度は 3.72 kWh /m²であり、11 月～4 月の平均日射照度は 2.93 kWh /m²であり、比較すると約 1.27 倍違いがある。（水平面での値）

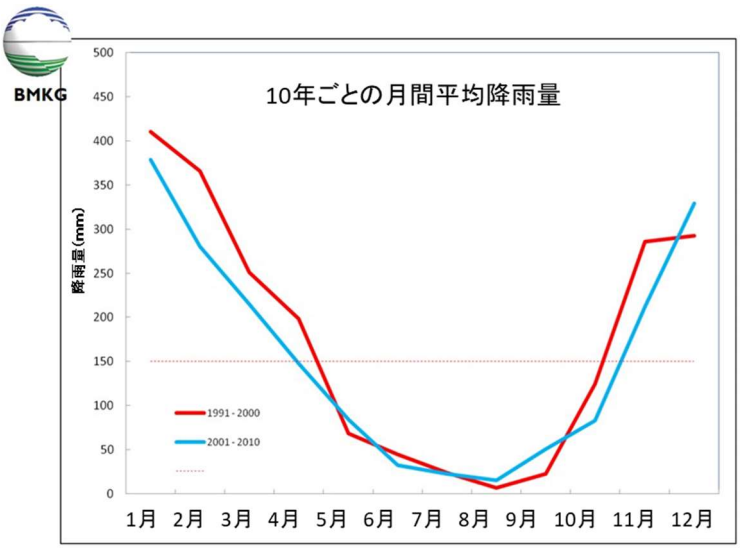


図 4.3-61 10 年ごとの月間平均降雨量（デンパサール市）

出典: BMKG

4.3.3.2.18 屋根置き太陽光発電の発電実績と課題

2020 年 10 月に建設された PLN の充電ステーションにある 18kWp の屋根置き太陽光発電所の出力データをサンプルとして収集した。一般的には 80%程度の出力可能であるところ、データでは約 60%程度の出力しかなかった。（DC/AC 変換ロスや抵抗などのロス分含む）また乾季の実績が低く、雨季の実績が高い。

全体的なパフォーマンス低下の要因としては、現地での太陽光パネルやパワーコンディショナーの状態、配線工事の仕様などいくつかの問題点が想定されるが、実態把握には現地調査が必要であり今後の課題である。入手したサンプルデータから図 4.3-62 に月平均パフォーマンス、図 4.3-63 に月間総電力量、図 4.3-64 に日電力量（2021 年 6 月 21 日）を示す。

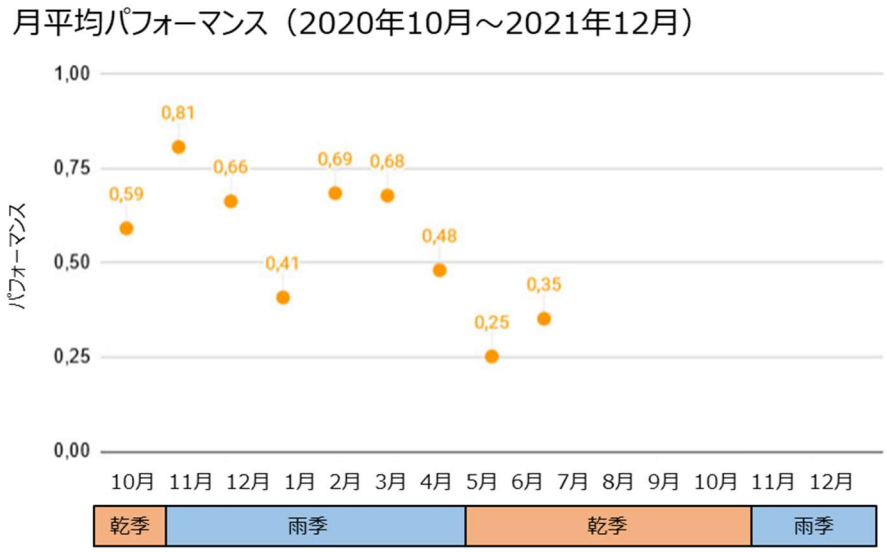


図 4.3-62 月平均パフォーマンス

出典: PLN

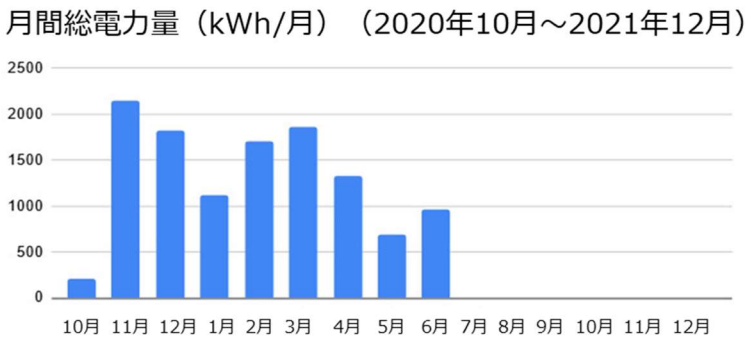


図 4.3-63 月間総電力量

出典: PLN

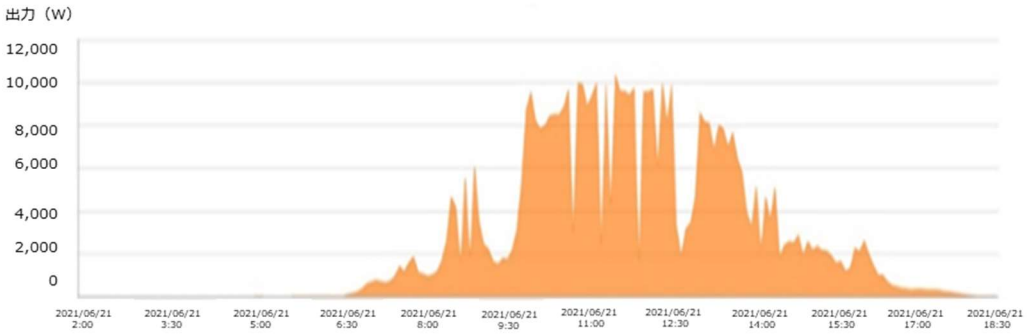


図 4.3-64 2021 年 6 月 21 日の電力量

出典: PLN

4.3.3.2.19 風力発電所

バリ島では風力発電所は建設されていない。

ヌサペニダ島には 80kW×9 基の風力発電設備があるものの、故障しており稼働していない。

インドネシア風力探査ウェブサイトに基づくと、サヌール地区のグランドイナバリ(Grand Inna Bali)での風速は、50 メートルの高さで 3.9 m/s、75 メートルの高さで 4.1 m/s、150 メートルの高さで 4.3 m/s である。また、ヌサペニダ島では 50 メートルの高さで 4.4 m/s、75 メートルの高さで 4.5 m/s、100 メートルの高さで 4.6 m/s である。

図 4.3-65 風速データ（インドネシア風力探査）

出典：インドネシア風力探査ウェブサイトより

https://www.windprospecting.com/

4.3.3.2.20 再生可能エネルギー発電所分布

図 4.3-66 にバリ州での再生可能エネルギー発電所を示す。 ヌサペニダ島の太陽光発電所と風力発電は故障しており稼働してない。

出典: PLN 資料

図 4.3-66 再生可能エネルギー発電所分布

バリ島での再生可能エネルギー発電所は

・1 MWp の Kubu 地区に設置された地上設置太陽光発電所

・1 MWp の Bangli 地区に設置された地上設置太陽光発電所

・2.73 MW の Muara Panji 地区の水力発電所

4.3.3.2.21 ヌサペニダ島

・太陽光発電所：2 基×1.32kWp（故障中）

・風力発電所：9 基 x 80 kW（故障中）

4.3.3.2.22 韓国の再生可能エネルギー開発支援

バリ州政府ではヌサペニダ島の電力需要を 100%再生可能エネルギー発電で賄う構想があり、直近では韓国国際協力団（KOICA）がヌサペニダ島で太陽光 5MWp と蓄電池 8MWh を組合せた発電所を 2023 年に建設する計画がある。

4.3.3.2.23 バイオマス発電

バイオマス発電の燃料としては、主にパームオイルの実の残渣である EFB（Empty Fruit Bunch：オイルパームの空果房）やヤシ殻である PKS（Palm Kernel Shell：パームヤシ殻）が活用できる。（図 4.3-67）

パームオイルの EFB は単位発熱量が 4,492kcal/kg であり、PKS の単位発熱量は 4,105-4,802kcal/kg である。

国内におけるパームオイル生産量は、2020-2021 年は年間 43,500 千トンであり、世界の総生産量約 72,866 千トンのうち半数以上（約 60%）を占めている。EFB は パーム油 1 トン当たり 1.07 トン、PKS は平均 0.27 トン発生するとすると、インドネシアでは年間約 46,545 千トンの EFB が、年間約 11,745 千トンの PKS が発生している。

再生可能エネルギーとしてバイオマス発電所を建設した場合燃料は十分に自国内で賄うことができる。

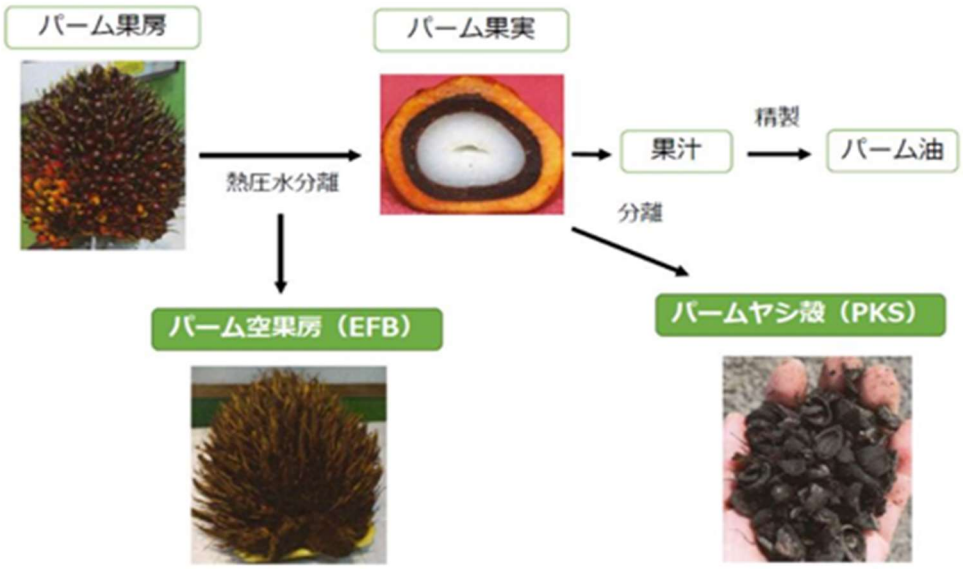


図 4.3-67 EFB、PKS

出典：インドネシア総合研究所

https://www.indonesiasoken.com/news/sekaisaidainoyashiaburaseisankoku/

4.3.3.2.24 FIT 制度と再エネ事業者への支援

インドネシアでは、国家エネルギー政策に関する政令 No.79/2014 において、2025 年までに電力供給量の 23%を再生可能エネルギーで賄うことが目標として掲げられている。この目標達成に向け再生可能エネルギーの開発を進めるべく、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）がある。

4.3.3.2.24-1　FIT 制度

インドネシアでは FIT 制度による電力は PLN が全量買い取るが、その買取価格・買取期間は調査した限りでは、エネルギー鉱物資源省（MEMR）省令 No.50/2017（同省令 N0.53/2018、および No.4/2020 による修正を含む）により、太陽光・風力等 9 分類に定められている。以下にその概略を示す。

表 4.3-34 発電別 FIT 価格の決定手続と価格

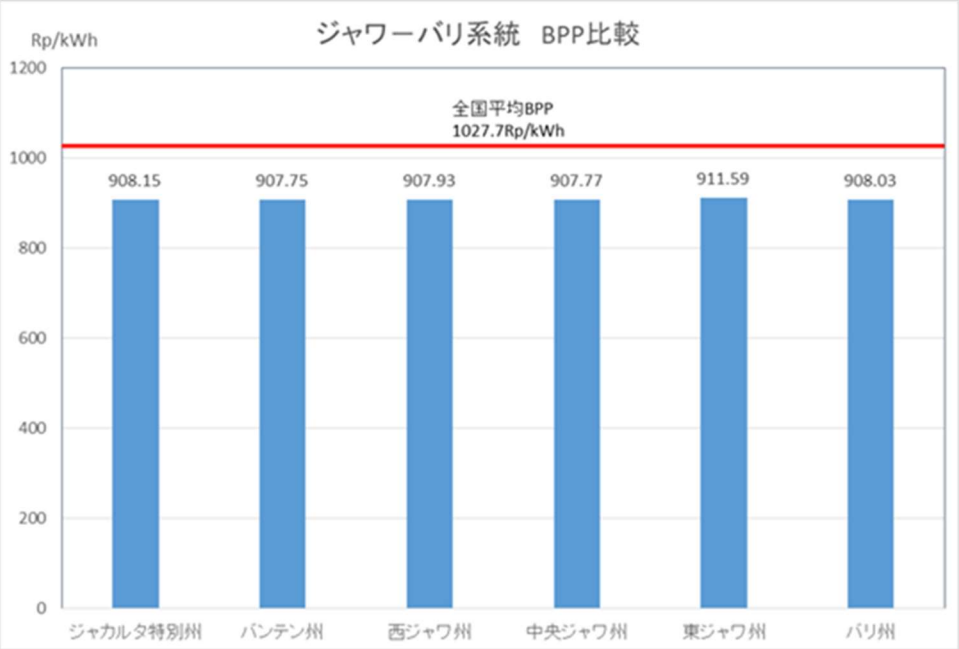
電源	地域BPP＜全国平均BPP	地域BPP＞全国平均BPP	買取期間
太陽光	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大85%	25年間
風力	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大85%	25年間
水力	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大100%	30年間
バイオマス	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大85%	25年間
バイオガス	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大85%	25年間
廃棄物	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大100%	25年間
地熱	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大100%	30年間
潮流	事業者とPLNで交渉	地域BPPの最大85%	25年間

出典：2017年　MEMR資料

上記の表にある BPP とは Biaya Pokok Produksi(製造原価)の略であり、kWh あたりの発電単価を表している。

FIT 制度では、全国平均および地域(州)別 BPP 単価を、PLN が前年度の総発電コスト(全ての電源の平均)を基に算出し MEMR が決定しており、発電所の所在地の地域 BPP 単価と全国平均 BPP 単価の大小によって FIT 単価が決定される。

バリ州の 2020 年地域 BPP は Rp908.03/kWh(約 7.26 円/kWh),全国平均 BPP は Rp1,027.7/kWh(約 8.22 円/kWh)で地域 BPP が全国平均より低くなっている。よってバリ州における発電事業の FIT 買取価格は PLN との交渉によって決定される事となる。



出典:2021 年　MEMR 資料

図 4.3-68 ジャワ-バリ系統の BPP 比較

PLN は、FIT 制度による電力買取を行った結果、他の電源で発電するよりも多額の建設費となり、その追加費用分を電気料金に転嫁し回収することができなかった。そのため、MEMR は、PLN の赤字化を避けるため、地域 BPP が全国平均 BPP を上回る地域において FIT 買取価格に上限額を設けている。

FIT 制度により発電事業を行おうとする事業者にとっては、発電単価が FIT 上限額を上回るとコスト回収が図れなくなる可能性があるため、民間からの投資を呼びこむ上で、マイナスの影響が出ていた。 こうした影響を排除するため現在は、再生可能エネルギーの事業者に対して、免税等の支援の仕組みが導入されている。

4.3.3.2.24-2　　再エネ事業者への支援

上記の支援策として、以下の施策が実施されている(アジア開発銀行調べ)。今後更に調査し適用の可否について検討を要する。

・再エネ事業の資金調達コストを削減するための補助金付き融資

・再エネ事業のコストを下げるための減税などの財政的インセンティブ

・再エネ事業のコストを下げるための無償での土地の提供や支援施設、インフラの提供などの間接的な補助

また、従前は、廃棄物発電を除く FIT 制度には、BOOT 方式（Build-Own-Operate-Transfer）が採用されており、買取期間終了後、発電設備は PLN への譲渡が条件となっていた。BOOT 方式では事業者が発電設備に自分たちにとっての残存価値があるとは認識されず、その結果買取期間内での売電価値を高くする必要が生じた。即ち発電事業者からの供給コストが高くなったため、エネルギー鉱物資源省省令 No.4 / 2020 により、一部の発電方式では BOOT 方式が廃止された。

4.3.3.3 都市問題

国際的観光地であるバリ島のホテルなどの食物残渣、インドネシアではゴミが分別されていない現状からゴミ問題が社会問題化していること、また周辺地域、周辺国などから漂着するペットボトルの問題などがある。分散型電源の一つとして、これらを燃料としたバイオマス発電、ゴミ発電などの分散型電源の可能性について結びつけるために、都市問題として項目を設けこれらを調査した。

4.3.3.3.1. 人口統計

バリ州の 2020 年時点での総人口は 682,065 人であり、人口は継続的に増加している。(図 4.3-69) 今後も人口は増加し続けるものとみられる。

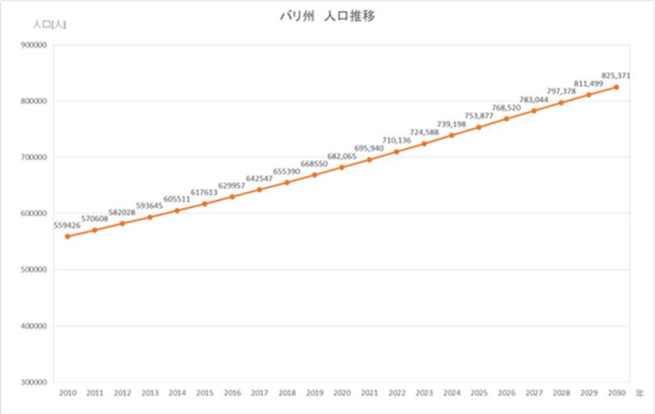


図 4.3-69 バリ州の人口推移(2022 年以降は予測)

4.3.3.3.2. 観光客需要

海外からの観光客数は、バリ州及びインドネシア全体でも増加傾向にあったが、新型コロナウイルスの影響により 2020 年の観光客数は激減している。

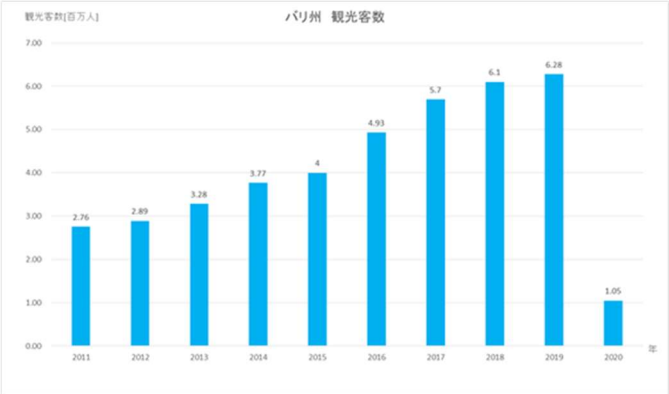


図 4.3-70 バリ州の海外からの観光客数

出典：http://blog.livedoor.jp/balichili/archives/52095149.html

図 4.3-71 コロナ禍以前のサヌールビーチ

出典：https://www.jtb.co.jp/kaigai_guide/report/ID/2020/08/227_898561_1597825210.html

図 4.3-72 コロナ禍後のサヌールビーチ

4.3.3.3.3. ごみ処理問題（食物残渣/食用油/農業残渣/ペットボトル/廃プラスチック）

インドネシア国内ではごみ処理が大きな問題となっており、バリ州でも同様の問題が生じている。

バリ州では 1 日あたり約 4,200 トンのゴミが発生しているが、そのうち政府が処分していないゴミは 52%を占めている。それらの処分方法は、個人等で焼却（4 割）、放置（4 割）、海に放出（2 割）といった状況にあり、環境への悪影響が懸念される。

政府が処分しているゴミは、その 7 割がスウン地域の最終処分場に埋め立てられているが、処分場はすでにオーバーフロー状態で 2022 年以降ゴミを受け入れることができない状況にあり、こうした問題も抱えている。

この先も人口増加に伴いゴミの増加が見込まれる中、デンパサール市はサヌール地区を含むすべての村で廃棄物管理センターの開発を推進するなど問題解決に向けた取組みを行っているが、今後はゴミを単に収集し廃棄するのではなく、3R（Reduce、Reuse、Recycle）の推進によりゴミの量自体を減らしていく取組みが求められる。

また、現地調査団の報告では 2021 年 12 月 6 日の豪雨後のサヌール地区ビーチでペットボトルの漂着物が多く、問題の深刻さを露呈しているとの報告がある。

バリ州のゴミリサイクル率は 5%に過ぎず、改善が必要な分野ではあるが、ゴミを資源に変え有効活用するために、ペットボトルや廃プラスチック、食物残渣等を用いたゴミ発電・バイオマス発電など、FIT を利用した発電事業を導入すれば、ゴミの削減に加えて、環境にやさしいエネルギーも獲得できるためサスティナブルな社会の実現に貢献できると考える。

4.3.3.4 防災計画

4.3.3.4.1. インドネシア法令

2004 年 12 月のスマトラ島沖大地震及びインド洋大津波、2006 年 5 月のジャワ島中部地震等の大規模災害により、甚大な被害を受けて以降、2007 年 4 月に減災を目的とした国内における災害対策の基本となる防災法（日本の災対法に相当）No.24/2007 が制定された。

同法は、災害発生事前活動の 1 つとして早期警戒活動が定義され、「迅速かつ適切な災害リスク軽減活動及び緊急時の対応処置」を目的としている。

早期警戒の具体的な行動としては、「災害予兆の観察」、「災害予兆の分析」、「当局による意思決定」、「災害警報情報の発表」、「コミュニティでの防災活動」が求められている。

また、防災法を補完するための 2008 年に施行された政令 No.21/2008 では、「早期警戒活動は、特定地域に内在する災害情報を所定機関（Authorized Agencies）が市民に伝えること（1 条 5 項）」、「所定機関から発せられた災害情報は、BNPB（国家防災庁）や地方防災局の判断の基で、政府機関や民間放送事業者及びマスメディアによって、早期警戒情報として市民に伝達すること（19 条 4 及び 5 項）」と規定されている。

4.3.3.4.2. バリ州令

BNPB（国家防災庁）は 2011 年に災害情報収集に関する長官令「BNPB Regulation No.8 (Standard Data Information)」を制定している。

本長官令は、BNPB（国家防災庁）および州、市の地方防災局職員を対象としており、危機管理時および平常時における災害情報の取扱方法について明記している。

あわせて、災害情報収集フォーマットも添付されている。しかしながら、同長官令は概要説明だけで、特に州・市地方防災局職員が対応する具体的な災害情報の収集、伝達、整理方法について記載が十分ではない。

2011 年から 2015 年にかけて実施された「国家防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト」において、地方自治体が正確かつ迅速に被害情報を収集する体制を強化するため、上記の長官令をベースに身近な形で技術ガイドラインを作成している。主に州・市および州地方防災局職員を対象とした具体的且つ詳細な災害情報収集手順や方法について明記している。

また、BNPB（国家防災庁）は UNDP（国連開発計画）の支援により災害情報を一元管理するシステム、インドネシア災害情報ポータルサイト（Data dan Informasi Bencana Indonesia：DIBI）を構築し公開している。

4.3.3.4.3. 情報伝達

情報伝達については、1999 年に制定された通信に関する通信法 No.36/1999 において「通信インフラの開発等」、「サービス」及び「特別な通信サービス」の 3 分野に区分されている。このうち防災情報の伝達は「特別な通信サービス」に含まれ、通信事業者が有事に防災情報を優先して送信することが義務付けられている。

その後、2004 年 12 月に発生したスマトラ島沖大地震及びインド洋津波を受け、2005 年に制定された放送に関する政令 No.50/2005 及び 2013 年の KOMINFO 大臣令 No.21/2013 では、全てのテレビ、ラジオ等のマスメディアやインターネットプロバイダーが、災害情報を最優先で伝達することが規定された。

また、2008 年の省庁に関する法律 No.39/2008 において、各省が所管とする事業者に対して監督・規制の権限を有することが規定された。これにより、KOMINFO（通信情報省）が所掌とするマスメディア、通信事業者及びインターネットプロバイダーに対して、KOMINFO が監督・規制の権限を有することになった。下記表に現状の法制度をまとめた。

表 4.3-35 現状の防災・防災情報に関する法制度

法令		内容
防災関連	法律No.24 / 2007（防災法）	国家災害管理の原則、実施組織・体制を規定
		災害管理の所掌は地方防災局と規定
	法律No.8 / 2008	防災法に基づき地方防災局の組織・体制を規定
	政令No.21 / 2008	防災に関する政令（BNPB は国家防災計画、地方防災局は地方防災計画を5年毎に策定し調整を行う事を規定）
早期警報関連	法律No.24 / 2007（防災法）	早期警戒活動は災害事前活動の一つと規定
	政令No.21 / 2008	BNPB及び地方防災局はBMKGから早期警戒情報を受信し、早期警戒の活動を決定することを規定。BNPB及び地方防災局を含む政府機関、民間放送事業者、マスメディアは、その決定情報を住民へ伝達することを規定
	法律No.31/2009	気象気候地球物理に関する法律（BMKGは、地震・津波情報を観測、管理、解析し、早期警戒情報を精査し発出することを規定。放送事業者、メディア、中央・地方政府は、早期警戒情報を住民へ配信することを規定）
情報伝達関連	法律No.31/1999	通信に関する法律（通信事業及び事業者を定め、同事業者は、優先的に災害情報を伝達することを規定）
	政令No.50/2005	放送に関する政令（公営・民営放送事業者を定め、同事業者は優先的に災害情報を伝達することを規定）
	KOMINFO大臣令№20/2006	TV・ラジオ放送メディアは、地震・津波の早期警戒情報を最新情報で周知することを規定
	法律No.39/2008	各省に関する法律（各省は、所掌の事業者を監督・規制する権原を有することを規定）
	KOMIINFO大臣令№21/2013	インターネット事業と事業者を定め、同事業者は優先的に災害情報を伝達することを規定

出典: 独立行政法人国際協力機構

4.3.3.4.4. 火山活動

バリ島にはアグン山（3,142 m）とバトゥール山（1,717 m）の活火山があり 2017 年のアグン山噴火により数日間、町が閉鎖された。また、インドオーストラリアプレートとユーラシアプレートの衝突地帯に近く津波、地震の主な発生源となっている。クタ地域、デンパサール市、バリ州南部では極端な気候による洪水が頻繁に起こる。このように火山の脅威、地震、津波、洪水などいくつかの災害リスクがある。

4.3.3.4.5. 台風・高潮

2013 年バリ州（クタとデンパサール）で 5 個、2021 年にはバリ島北部で 10 個の台風が発生したが発生頻度そのものは少なく台風・高潮による被害もほぼなく、塩害の影響も少ないとされている。

4.3.3.4.6. サヌール地区津波避難計画

バリ州政府は特に観光事業者と協力して災害管理と災害の影響軽減能力を向上させている。BPBD（バリ州防災庁）は観光セクター向けに地域の防災計画を作成に関するガイドラインを提供し、2010 年にバリ州サヌール地区の津波避難計画（図 4.3-73）を作成した。津波警報を知らせる方法として、サヌール、ヌサ・ドゥア、クタ、タンジュウブノア、クドガナン及びセミニャクの各海岸に 1 台ずつサイレンが設置されており、聞こえる範囲は直径約 2km である。毎月訓練も行われている。海岸地域のホテル等と BPBD（バリ州防災庁）は協定を結び、津波発生の予報が出た場合にはそれらの建物に避難することが可能となっている。しかし、津波の危険にさらされやすいと理解している市民や観光客は少ないのが現実である。

4.3.3.4.7. 停電

2020 年のバリ州の停電件数は 108 件あり、100 km^2 あたりの停電件数は 5.37 回/100km^2 である。バリ州の平均停電時間(SAIDI)は 1.85 時間/件、平均停電回数(SAIFI)は 1.94 回数/件である。

国内全体では 100 km2 あたり停電回数 11.20 回、平均停電時間 12.72 時間/件、平均停電回数 9.25 回数/件であるため、バリ州は比較的停電が少なく、停電が発生したとしても影響は少ない地域といえる。ちなみに 2019 年度の日本は 1.42 時間/件、0.23 回数/件である。

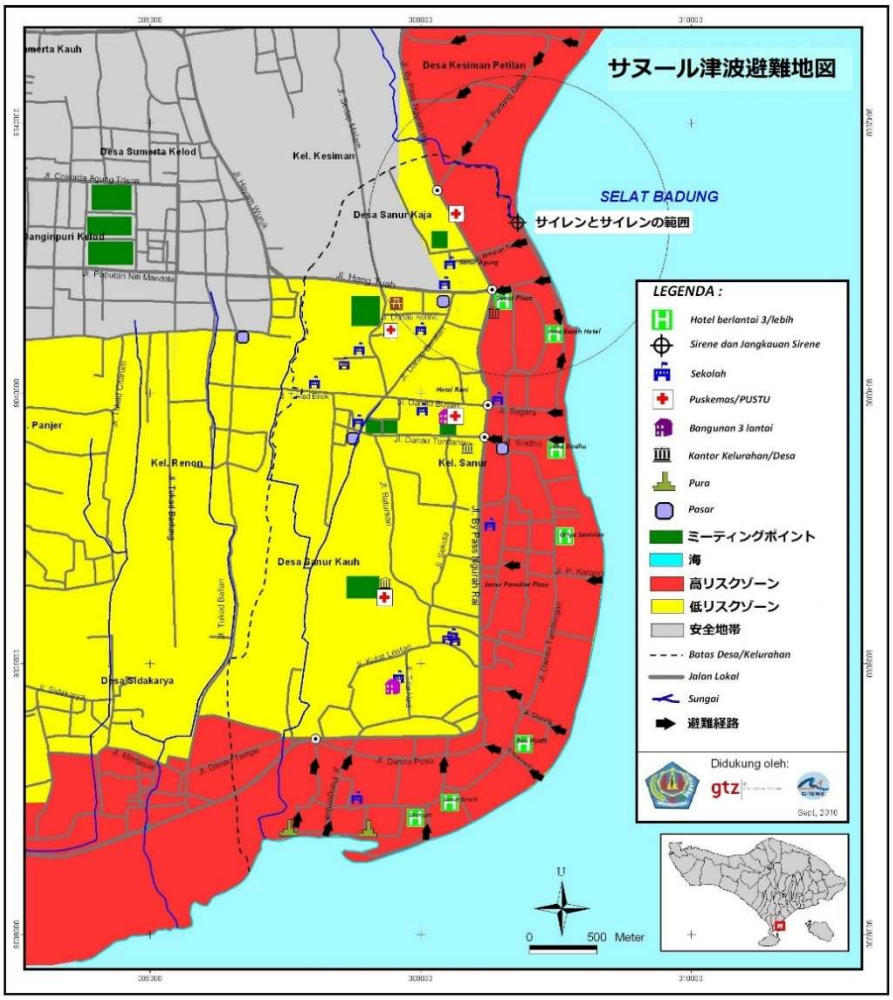


図 4.3-73 サヌール地区津波避難地図

出典: GTZ：ドイツ技術協力局

https://www.gitews.org/tsunami-kit/id/id_tsunami_evacuation_map_sanur.html

4.3.3.4.8. 避難場所（ホテル・学校・公民館）

2017 年、日本政府の支援を受けてバリ島における主要なホテルは津波発生時に、学生らの避難場所となることに合意する覚書を現地の町村と締結した。

この覚書の締結は、UNDP（国連開発計画）の地域プロジェクト「アジア太平洋地域における津波に対する学校の防災を強化するためのパートナーシップ」の一環として行われている津波訓練に向けたもので、2018 年 12 月 22 日のクラカタウ火山噴火での津波の際は学校を避難場所とし、また、2021 年 12 月 4 日スメル火山噴火の際は学校、モスク（イスラム教礼拝所）、公民館を避難場所とすることができた。

4.3.3.4.9. サヌール地区

避難場所となる候補施設としてホテル、学校、医療施設箇所を表 4.3-36 に示す。

表 4.3-36 サヌール地区 データ

	村・区	サヌールカウー	サヌール	サヌールカジャ	合計
学校	幼稚園	4	4	3	11
	小学校	6	2	6	14
	中学校	0	2	1	3
	高校	1	0	1	2
	大学	0	0	0	0
ホテル	スターホテル	2	22	2	26
	スター以外ホテル	16	61	8	85
医療施設	総合医療センター	13	9	8	30
	クリニック	0	2	1	3
	保健所	1	1	1	3
	開業医	6	8	5	19
	病院	0	0	0	0

出典: 北陸電工作成

4.3.3.4.10. 防災拠点（Emergency Operation Center (EOC) ）の設置

災害発生時の対応を迅速かつ的確に実施するための応急対応センター（EOC）施設が、フランス政府及びフランス赤十字の協力により建設されており、BNPB 本部（ジャカルタ）と情報ネットワークで接続されている。フランス政府による施設は、既存の建物を活用したが、耐震補強等は施されておらず、2009 年 9 月 30 日にパダン沖で発生した地震時には、西スマトラ州の EOC は被害を受けて、機能を果たせてなかった。

一方、フランス赤十字による施設は、耐震設計による新規の建物であり、平屋で周辺の土地にはオープンスペースが確保されており、安全性が高くなっている。この施設の仕様は、1) 耐震建物、2) 無停電装置・ 貯水タンク、3) 防火、防犯システム、4) 特注家具、5) 20 のワークステーションと PC 端末、6) 地方の行政能力をマッピングするための GIS と付随データベース、7) 既存早期警報システムの接続、8) 国家、地方、関連機関間のリアルタイムデータ交換が可能な通信機器等が配備されている。

4.3.3.4.11. バリ島の救急医療

BPBD の PUSDALOPS（危機管理センター：通称バリ・クライシス・センター）では救急車を 3 台保有しており、救急の場合には電話連絡にて 24 時間、無料で救急車を派遣できる。

4.3.3.4.12. 非常用発電機の設置

2019 年ジャワ島広域で約 12 時間の大規模停電が発生した。市内の病院とスカルノ・ハッタ国際空港は非常用発電機を使用し、停電の影響を免れた。西ジャワ州の工業団地においても非常用発電機により被害を軽減していることから、停電時対応は一般的に非常用発電機が主流であることがわかる。

4.3.3.4.13. バリ島内の非常用発電機

バリ島サヌール地区では停電が起こることはほとんどなく安定した電力供給がなされており、停電が発生したとしても停電時間は短い。一部のホテルでは、停電時の電力供給のため非常用発電機を設置しており、1 ～ 3 日分の電力供給を可能としている。

4.3.4 事業可能性検討

4.3.4.1 法制度面からの検討

・慣習法

2019 年のバリ州規制第 4 号では、サヌールやヌサ・ペニダなどの港町は、パクラマカン村に属している。パクラマカン村とは、バリにおいて、領土、地位、独自の社会構造、伝統的な権利、しきたり、世代を問わない社会生活のルールに関する慣習法（awig-awig）が適用される共同体を指す。パクラマカン村は、その領域内の開発に関して、すべてを決定する権限を持っている。そのため、バリ州においてスマートモビリティ、ＥＶゾーンの構築、交通機関の開発を行う際には、伝統的な利害関係者と契約を結び、その結果が地域の英知を超えたものであり、慣習に勝ることを理解してもらわなければならない。

4.3.4.1.1 会社設立の法的側面

パイロット事業は以下の電力供給事業の 2 事業分野に分けることができる。事業開始又は分散型電源の建設に当たってはこれら事業分野ごとに必要となる許認可を精査したうえで、それらを統合しての許認可申請をする必要があるため、その申請方法について関係省庁に確認する必要がある。

・ 電力供給事業

サヌール地区で屋根置き太陽光発電所またはバイオマス発電所を建設し、設置した SPKLU へ電気を供給した後自家消費し、余剰電力を蓄電池に充電したあと、電力を PLN または第三者へ販売しようとした時、2009 年 No.30 の法律によれば、公共利益のための電力供給をするライセンス(IUPTLU）又は自己使用のための電力供給ライセンス（IUPTLS）を取得する必要がある。

ライセンスを要約すると以下の事業となる。

IUPTLU:①発電、②送電、③配電、④電力販売

IUPTLS:①発電、②送電、③配電

(事業地域の指定)

また、サヌール地区を特定し、このエリア内を事業範囲とする場合は、MEMR またはバリ州政府から事業地域の指定を受けなければならず、優先権を有する PLN との協議も必要となる。

(ライセンス取得)

本 FS がめざすパイロット事業が太陽光発電所またはバイオマス発電所を建設し、自家消費の上売電する場合は、こうした手続が必要であり、このライセンス取得にはかなりの時間を要し、手続の困難さが予想される。

(電力補助事業)

パイロット事業で SPKLU を建設し、自身で維持、運営・管理する場合は、上記電力供給ライセンスの他に電力補助事業ライセンス（IUJPTL）を取得しなければならない。

事業が電力供給に該当しないとしても、電力供給に関する各種コンサルタント（設置・メンテナンス・エンジニアリング等に関する業務を含む）を行う場合には必要となる。なお、IUJPTL の取得にあたっては、電力補助事業証明書（Sertificate Badan Usaha、「SBU」）をも取得する必要がある。

(ライセンス取得と EV 特区)

本 FS がめざすパイロット事業では、前述の手続が必要であり、ライセンス取得にはかなりの時間を要し、手続の困難さが予想される。

サヌール EV 特区として、こうした一連の手続を簡略化、または MEMR、バリ州政府、PLN との合意の下で、一連の手続の免除などの協議についても視野に入れる必要がある。

・EVCS（SPKLU）事業スキーム

エネルギー鉱物資源省（MEMR）が PLN と開発した EVCS を建設・設置するためのビジネススキームは、２つのグループにわかれている（MEMR 省令 No.13/2020）。

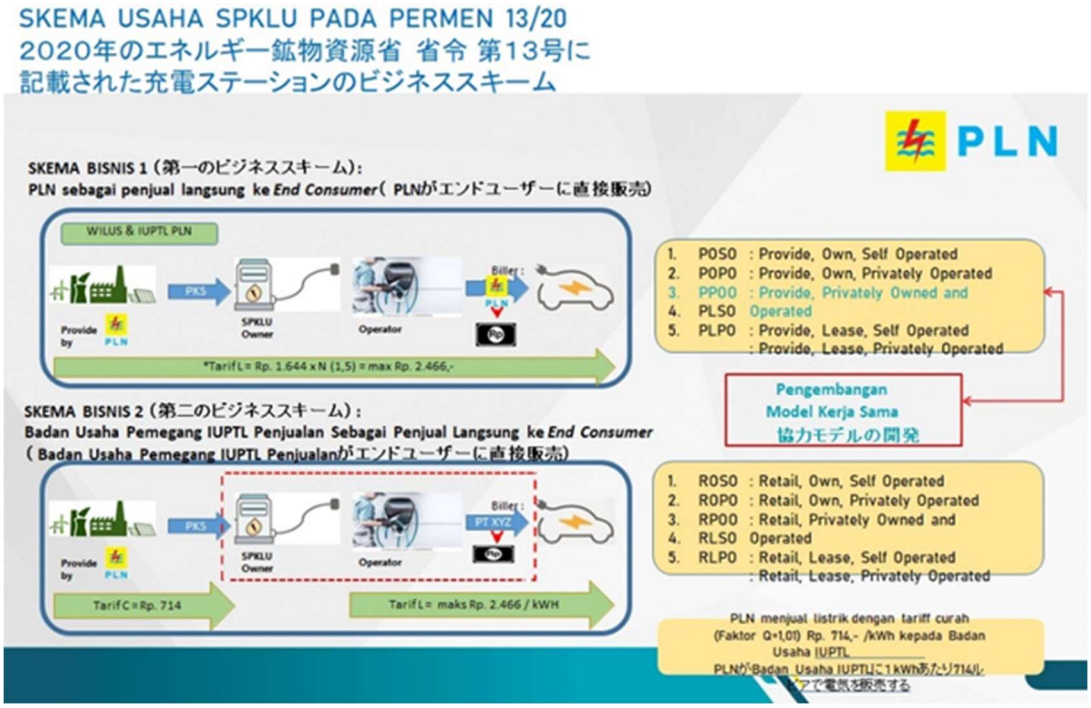


図 4.3-74 2020 年のエネルギー鉱物資源省 省令 第 13 号に記載されたビジネススキーム

出典:PLN

① 第 1 のスキーム（PLN が電気を直接顧客に販売する統合された IUPTL）

a. 電力は PLN から受電するものの、SPKLU は事業者が所有し、運営する PPOO（Provider・Privately Owner & Operated）タイプ

この PPOO タイプは統合された IUPTL を保有する PLN が IUJPTL（事業者が取得するライセンス）を保有する事業者によって所有、運営する SPKLU へ電気を供給、販売するタイプで代表例としている。

b. PPOO を採用した時のメリット・デメリット

・ IUPTL を自身で保有する必要がない（統合された IUPTL 保有者の PLN 傘下になる）

・ SPKLU を建設、運営する IUJPTL を保有する必要がある

・ PLN が直接電気を販売し、請求するので利益配分が PLN 60%、事業者 40% となる。

（図 4.3-75）

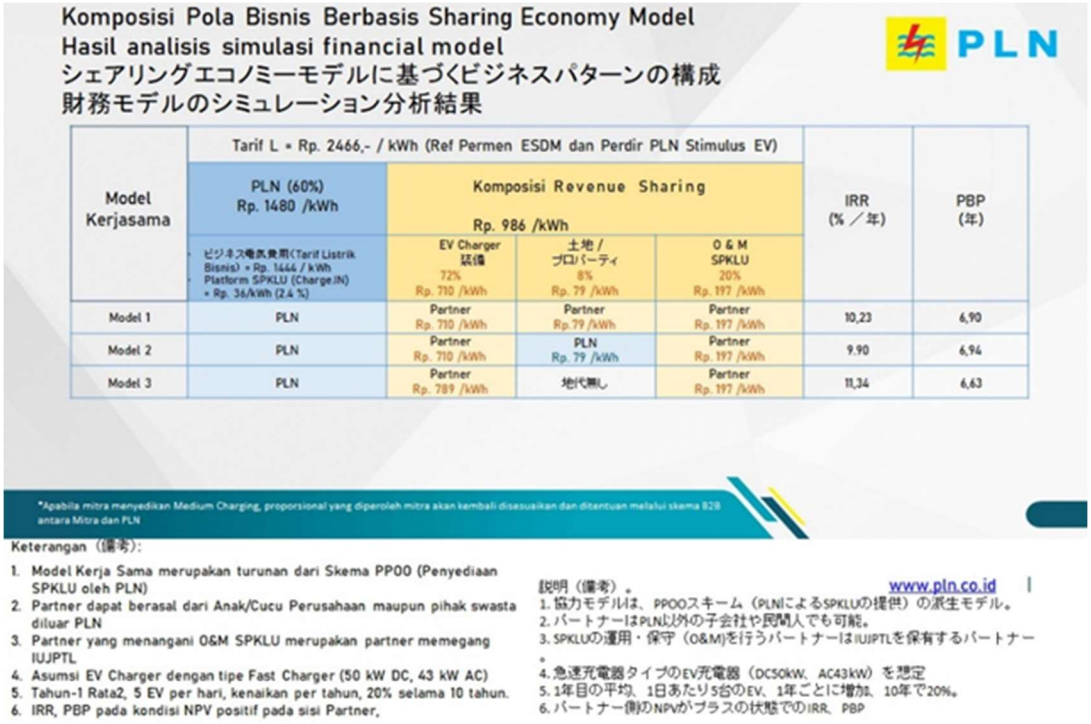


図 4.3-75 シェアリングエコノミーモデルに基づくビジネスパターンの構成

出典:PLN

② 第 2 のスキーム（事業者が直接顧客に販売する IUPTL 保有者となるスキーム）

a. 事業者が直接顧客に販売する IUPTL 保有者となるスキーム

・電気は PLN から割安料金の Rp714 で供給を受けるものの、事業者が SPKLU を所有、運営し、顧客への請求も事業者が行う。

b. 第 2 のスキームのメリット・デメリット

・ 事業者にとって、より収益性のある割引料金（Rp714/kWh）で PLN から電力を受給する
・ 小売販売の IUPTL ライセンスを事業者自身で取得しなければならない
・ SPKLU を事業者自身で建設、運営するため、IUJPTL を取得しなければならない

③ EVCS 2 つのビジネススキームのまとめ
・ 事業者自身で電気を直接販売し、SPKLU を建設、運営する場合は、IUPTLU と IUJPTL を取得しなければならない。
・ 電気を直接販売する PLN と利益をシェアして、SPKLU を建設、運営する場合は IUJPTL を取得しなければならない。

4.3.4.1.2 投資の法的側面

今後の検討課題

4.3.4.1.3 企業間競争の法的側面

現在、PLN はインドネシアでの EV 政策を促進するために約 20 社と MOU を結んでいる（図 4.3-76）
これら 20 社と協業、または競争者となることが予想される。
PLN 本部及び PLN バリ州が要望している MOU について、その内容は十分に検討する必要がある。

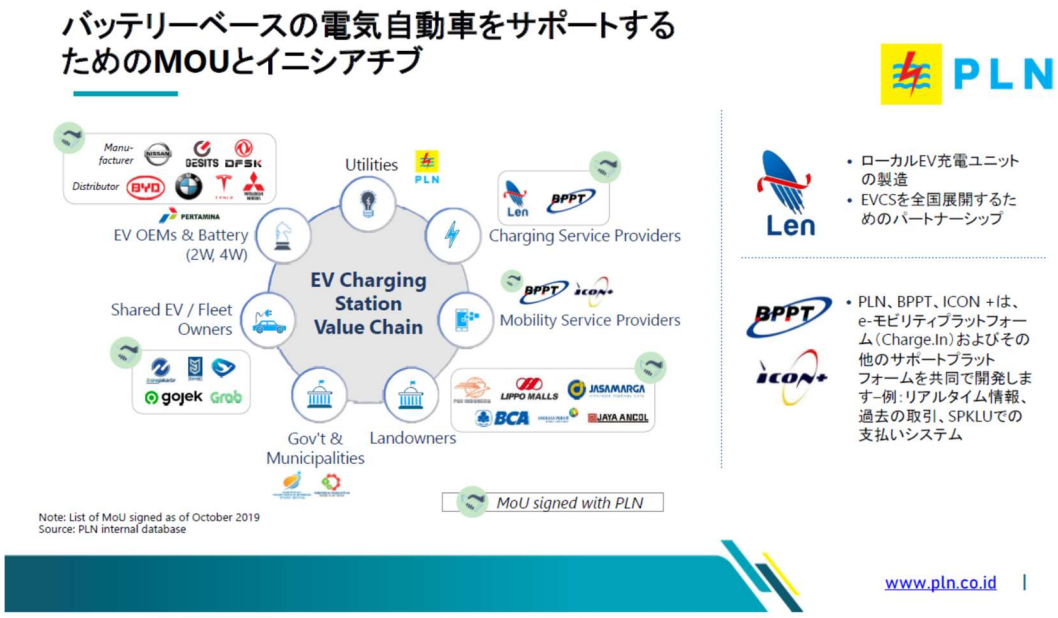


図 4.3-76 PLN と MOU を締結している企業

出典:PLN 資料

4.3.4.2 技術面からの検討

今後展開される世界的な EV 四輪競争の中で、先述したインドネシアにおけるプラグ・ソケットとの整合、EV 側からの給電の有無、コスト回収の面からも慎重な検討が必要である。

4.3.4.3 需要性からの検討

PLN がパートナー企業に求める条件等は図 4.3-77 となる。

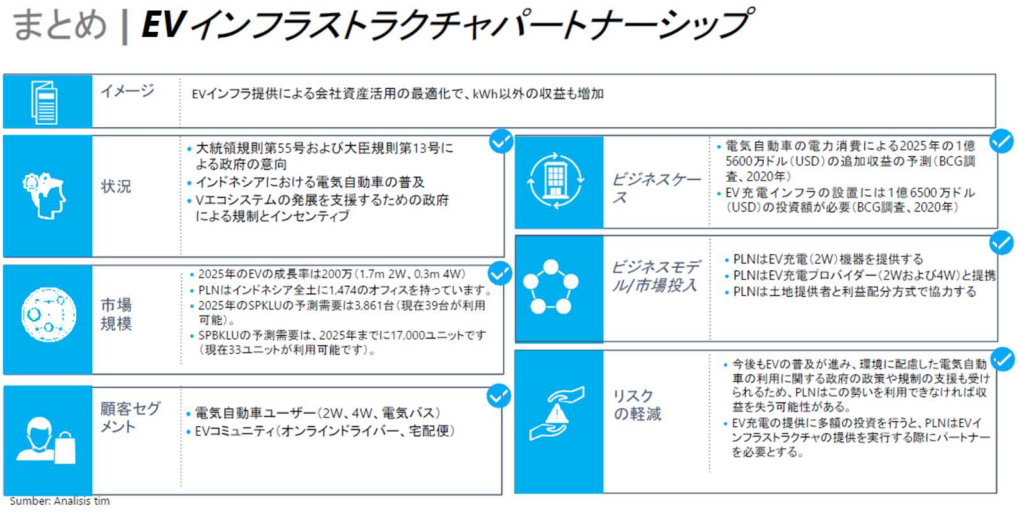


図 4.3-77 PLN のパートナーシップ

出典:PLN 資料

4.3.4.4 ファイナンス面からの検討

インドネシア政府、バリ州政府が有する補助金・交付金制度について利用できるよう交渉するとともに、PLN が提供するパートナーシップでの提携モデルでの利益配分について検証し、交渉する余地は十分にあると思われる。

また日本政府の ODA、JICA、JCM、AETI 等の諸制度を利用して投資コストの削減を図り、インドネシアでの EV 政策への投資を円滑にすすめ、事業者の収益性改善を図ることの検討も今後の重要な課題である。

それには、投資回収手段において、広く浅く回収する機会を増やすことも重要である。

4.3.5 現地調査（行程）

日付	内容
11月29日	国家研究革新機構長官と打合せ（BRIN事務所）
11月30日	バリ州PLNと打合せ、バリ州運輸局担当者と打合せ
12月1日	バリ州ステークホルダーと打合せ,EV候補地・PLN充電ステーション訪問
12月2日	バリ観光開発公社と打合せ他
12月3日	ヌサドゥアITDCトヨタEVカーレンタル訪問
12月6日	ヌサドゥアITDCトヨタEVカーレンタル訪問
12月7日	PLNと打合せ
12月9日	PLNと打合せ、EVバイク販売会社と打合せ
12月10日	PLN・運輸局・インドネシア環境フォーラムバリ支部と打合せ

4.3.6 机上調査（参考図書）

ジャンル	文書／文献	出典	日付
政府戦略	インフラシステム海外展開戦略2025	経協インフラ戦略会議決定	2020.12.1
	経協インフラ戦略会議の開催について	内閣総理大臣決裁	2013.3.12
	Asia Transition Finance	Outline of Study Group	2021.10.4
導入のきっかけ	「ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ・ｽﾏｰﾄｼﾃｲ案」益田ｽﾏｰﾄｼﾃｲ移植ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ　～益田ｽﾏｰﾄｼﾃｲの実績とﾌﾟﾗﾝﾄﾞをﾋﾞｼﾞﾈｽに最大に活用～Smart City as a Servive(SCaaS)	ｱｰｷﾃｸﾄｸﾞﾗﾝﾄﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ	2020.3.3
電力事情	海外諸国の電気事業 第1編(2019) 第15章 ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	海外電力調査会	2019.1.
	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ共和国における電力セクターの脱炭素ロードマップ策定に向けた調査・支援について	東京電力HD&JERA	2021.11.25
EV	EV・PHV向け充電インフラ普及動向を調査	富士経済プレスリリース	2021.6.29
	EV化社会を見据えた電力分野の論点(次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会)	デロイトトーマツ	2019.7.16
	電気自動車急速充電機の利便性の向上等に関する調査」（結果報告）	総務省	2019.4.
	ｽﾏｰﾄｼﾃｲﾘﾌｧﾚﾝｽｱｰｷﾃｸﾁｬｰの使い方	内閣府	
	ｽﾏｰﾄｼﾃｲ・ﾘﾌｧﾚﾝｽｱｰｷﾃｸﾁｬｰ・ﾎﾜｲﾄﾍﾟｰﾊﾟｰ	戦略的ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ創造ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ	2020.3.31
再生可能エネルギー	「NEDO再生可能エネルギー技術白書　第2版」(PKS／EFB「ﾊﾟｰﾑ椰子空果房)／ソルガム(1年草=飼料、食用、燃料／食物残渣／農業残渣／産業用・食用油／ゴミ)	独立行政法人 新ｴﾈﾙｷﾞｰ・産業技術総合開発機構	2014.3.10
	「バイオマス燃料の安定調達・持続可能性等に係る調査」(H30年度　新エネルギー等の導入促進のための基礎調査)	三菱UFJﾘｻｰﾁ&ｺﾝｻﾙﾃｨﾝｸﾞ	2019.2.
スマートシティ/ﾏｲｸﾛｸﾞﾘｯﾄﾞ	スマートシティの実現に向けて(中間とりまとめ)	国土交通省	2018.8.21
	地域マイクログリッド構築の手引き	経済産業省	2021.6.7
	H30年度　補正予算　災害時にも再生可能ｴﾈﾙｷﾞｰを供給力として稼働可能とするための蓄電池等補助金(地域マイクログリッド構築支援事業のうち、マスタープラン作成事業）成果報告書(要約版)	一般社団法人 環境イニシアチブ	2020.3.31
	令和2年度　地域の系統線を活用したエネルギー面的利用事業費補助金(地域マイクログリッド構築支援事業のうち、マスタープラン作成事業）成果報告書(要約版)	一般社団法人 環境イニシアチブ	2021.5.13
	インドネシア国・再生可能エネルギーを安定供給するエネルギー・マネジメント・システムを活用したマイクログリッド向け発電に関する事業実施可能性調査事業(最終報告書)	九電工	2019.8.28
電動ﾓﾋﾞﾘﾃｨｰ向け電池	インドネシアで電動モビリテイー向け電池シェアリングの実証研究を開始	独立行政法人 新ｴﾈﾙｷﾞｰ・産業技術総合開発機構	2019.8.28
都市OS	都市OS(以下「ホワイトペーパー７.都市OS　P77)スマートシテイ・リファレンスアーキテクチャー・ホワイトペーパー(戦略的ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ創造ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ(SIP)第2期ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術におけるアーキテクチャ構築及び実証研究事業)	内閣府	2020.3.31
委託事業報告書	令和2年度　質の高いインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業　インドネシア国・日本企業のスマートシテイ実証ショーケース構築可能性調査事業　報告書	㈱双日総合研究所 双日㈱ 日本工営㈱	2021.2.
	地域マイクログリッド構築の手引き	経済産業省	2021.4.16
	令和２年度　内外一体の経済成長戦略構築に係る国際経済調査事業スマートシテイ等複合的な開発を実現するためのソリューション及びインフラ整備・運営ノウハウのパッケージ化調査「地方自治体のノウハウを活用した日本型スマートシテイパッケージ」	経済産業省	2021.3.4
	令和２年度　内外一体の経済成長戦略構築に係る国際経済調査事業(モビリティを含むスマートシテイの次世代取引基盤に関する調査）報告書	経済産業省	2021.3.1
防災	インドネシア国　防災分野における情報収集・確認調査報告書　要約	独立行政法人 国際協力機構(JICA) 八千代エンジニヤリング㈱ ㈱ｵﾘｴﾝﾀﾙｺﾝｻﾙﾀﾝﾂｸﾞﾛｰﾊﾞﾙ	2019.8.
	インドネシア共和国　国際防災庁および地方防災局の災害対応能力向上プロジェクト　詳細計画策定調査　報告書　プレスリリース：津波が頻発するインドネシア・バリ島で、ホテルが避難場所となる覚書を締結	独立行政法人 国際協力機構(JICA) 地球環境部　国連開発計画(UNDP)駐日代表事務所	2017.8.26
	記事：インドネシア、避難所では必需品足りず死者数は429人に	AFPBB News	2018.12.25
	記事：インドネシアで火山噴火 死者14人に、1300人が避難	CNN	2021.12.6
	記事：大規模停電 前面復旧 8390億ルピア相当を保証 国営電力PLN	ジャカルタ新聞	2019.8.7
FIT	インドネシアにおけるFIT制度について	日本貿易振興機構	2017.8.
	RENEWABLE ENERGY TARIFFS AND INCENTIVES IN INDONESIA REVIEW AND RECOMMENDATIONS	ASIAN DEVELOPMENT BANK	2020.9.

第 5 章　総括

5　　総括

これまで、それぞれのテーマごとに各 WG において行った調査・検討について述べてきたが、これらの総括として、バリ・サヌールでのプロジェクトをめぐる状況とその展望、各 WG の今後の概括、各 WG のテーマを横断しスマートシティプロジェクトとしての側面からのデータ利活用にかかわる具体的課題、さらには全体としての課題と展望について論じる。

5.1 バリ・サヌールでのプロジェクトを取り巻く状況とその展望

新興市場および開発途上国（EMDEs）の成長率は、2021 年には推定 6.3%に回復したが、2022 年には 4.6%に減速すると予測されている（世界銀行、2022 年 1 月）。エネルギー価格の上昇により、経済成長の推進力はエネルギー輸入国から輸出国へと移っていくであろうと予想できる。

しかし、このように昨年は経済が若干持ち直したものの、多くの新興国においては供給量を 2019 年の水準に戻すまでには至らなかった。新型コロナウイルス感染症の新たな変異株が広がり、移動制限が課されたことで、多くの国で経済回復の足取りが重たかったためである。とりわけ、このことは、国際観光客数の低迷が続く中、投資や生産にかかわる指標が低下した東アジア・太平洋の一部の大規模経済圏と、多くの小さな島嶼国を含み観光依存が強い EMDE で最も顕著であった。

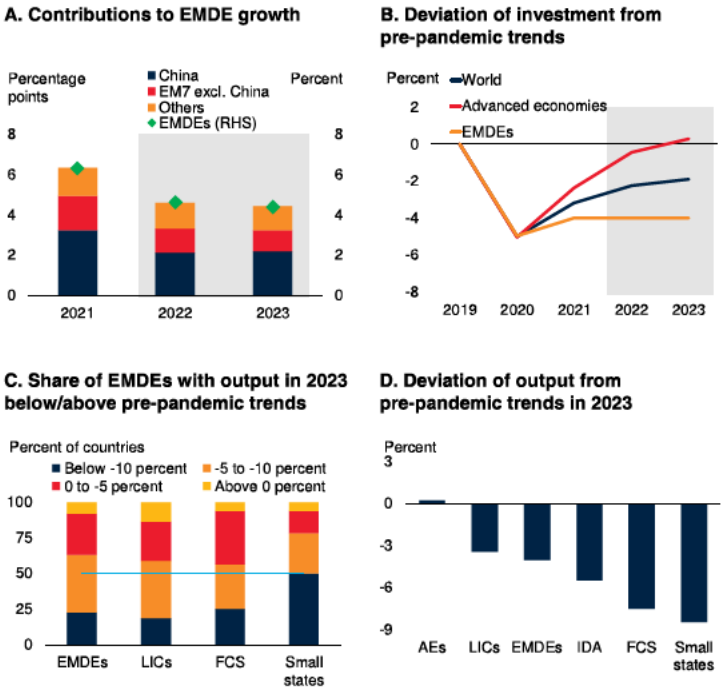


図 5.1-1 EMDEs（新興経済／発展途上国･地域）の現状（世界銀行 2022）

https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects

最近では、インドネシアの観光部門の回復が勢いを失っている。また、工業生産が減速し、製造業の新規輸出注文は外需の減速と供給のボトルネックが残っていることを反映して低調なままである。個人消費は、多くの国でインフレが顕著に加速しているため、抑制された状況にある。新型コロナウイルス感染症の広がりはインドネシアでも諸活動を阻害し続けており、オミクロン株の急速な蔓延は、短期的な視点でみると同国の成長にさらに重くのしかかる可能性がある。

インドネシアの観光産業の中心であるバリ島への飛行機での到着者数は 100%減少して事実上ゼロとなり、ジャカルタへの到着者数は 23.45%減少して約 1 万 7 千人となった。なお現在、バリ島は国内外の観光客の受入を再開している。

マッキンゼー社によれば、パンデミックによって旧来のビジネスのあり方が崩壊した現在、ビジネスのあり方を決める 2 つの大きなポイントがあるという。

1.消費者が自信を取り戻すことで消費の回復が始まる

消費者が自信を取り戻すことで、いわゆる「リベンジ消費」が各マーケットで出現し、抑制されてきた需要が一気に解き放たれる。これは、過去のあらゆる景気後退期で起きたことである。このため、レストランや娯楽施設のように消費者が連れだって出かける要素を持つビジネスにおいて、とりわけはっきりとしたかたちで消費の回復がみられることとなる可能性が高い。

2021 年 10 月下旬に発表されたマッキンゼー社の最新の消費者調査によると、フランス、イタリア、日本など高齢化が進んだ国では、インドやインドネシアなど人口構成が若い国よりも楽観的でないことがわかった。ただし、中国は例外で、高齢人口が多いにもかかわらず、明らかに楽観的である。このような傾向は、バリ島における EV を含め、新しいビジネスが市場主導で発展するに当たって影響を与えることであろう。

2.観光旅行は回復するが、ビジネス出張は回復が遅れる

歴史的に見ると、不況の後、ビジネス出張は観光旅行よりも立ち直るのに時間がかかると言われている。例えば、2008 年から 2009 年にかけての金融危機の後、国際的なビジネス出張が回復するのに 5 年かかったのに対し、国際的な観光旅行は 2 年で回復した。

ビジネス出張では、国内や近隣諸国間での往来が最初に回復する可能性が高い。ビジネス出張が大幅に回復し、また世界的な経済成長が新たな需要を生み出すことはあるだろうが、それは 2019 年の水準までには回復しないかもしれない、と業界の幹部は考えている。観光旅行の回復が早いのにビジネス出張がこのように異なっているのは、観光旅行は「探検したい」「楽しみたい」という人間らしい欲求が原動力であり、それはずっと変わっていないからである。

新型コロナウイルス感染症の影響で傷んだ経済を元の状態に戻すためには、バリ島としての新しい戦略による取り組みが必要である。これは、MCSCC が会員企業である電通とともに取り組んでいるクリーンエネルギーなどを含めた新しいバリのブランディングとよく合致する。サヌールという地域が一体となり、またそこに国家的な利益をもたらす中心地（第 3 章でも触れた健康経済特区。バリ島観光に新しい分野を生み出すことが期待されている。）が存在することで、地域をインドネシアでの電気自動車導入のパイロット地区とすることができる可能性がある。

5.2 ワーキンググループの側面

バリ島の観光状況を回復させるための戦略を実行するに当たって、今後もまずは 3 つの WG を並行して進めていくことが求められると考えており、バリ州政府やインドネシア政府（BRIN など）との連携については MCSCC を含めたバリコンソーシアムとの MOU、WG ごとのプロジェクトについては関係者で必要な MOU を結びながら事業展開を図っていくこととなる。

5.3 データ利活用のあり方

次に、各 WG で検討してきた各サービスを横断してデータの利活用をする仕組みについても検討を重ねた。目指すべき未来像としてイメージするものは、各サービス事業者や行政などの保有するデータを連携させ、相互利用することで様々な価値の提供、つまりサービスの提供が可能となるものである（図 5.3-1）。データの利活用は、API 接続で繋がる一つの基盤で機能やデータを簡単に相互利活用できるようにして、提供するサービスの質を向上させるものをイメージしている（図 5.3-2）。

図 5.3-1 実現すべき未来像

各々のサービス提供事業者がデータ相互利用を念頭においたサービス構築運用を行う際には、下記に留意する必要がある。

・データの囲い込みを前提としたデータベース構築を行わない

自社内での利用のみを目的として構築をするのではなく、他社を含め様々なステークホルダーが利用することを想定し、共通規格の加味やデータの抽象化などを行いデータベース構築を行う必要がある。

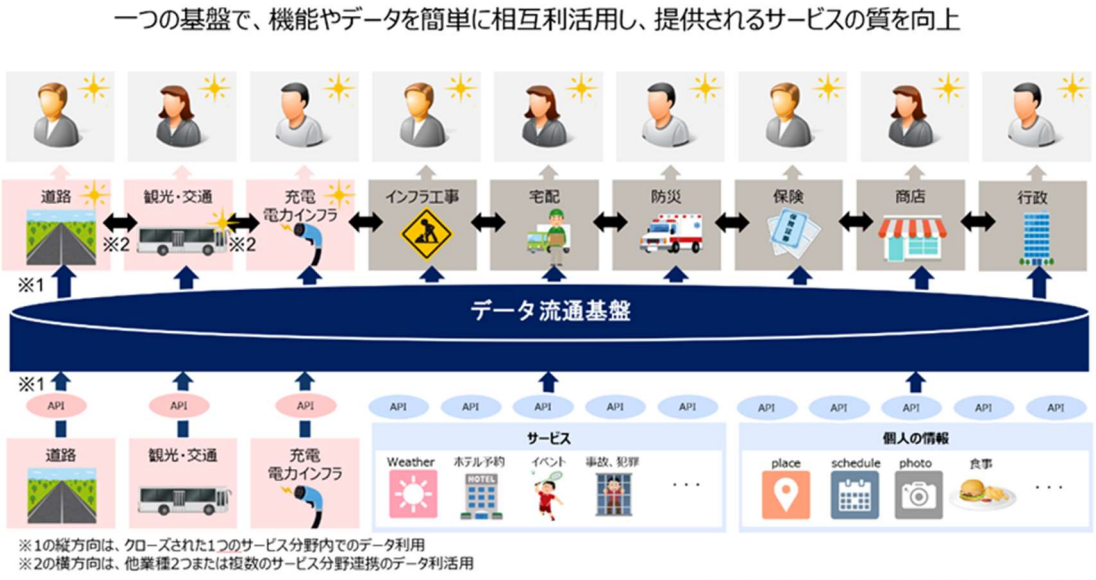
・他業種でのユースケースの解像度を上げる

積極的に他業種とのコミュニケーションをとり、様々なユースケースに対しての解像度を高める。様々なビジネスモデルやサービスと関わることで、自社事業自体の変革や拡大のヒントを得ることも可能となる。

・継続的な運用が可能な開発体制の構築

継続的に改善が可能な開発体制を構築することで、他社とのデータ連携時の課題解決を継続的に図る。この体制構築は自社サービス自体の価値向上を継続的に行うためにも重要である。

図 5.3-2 データ利活用における全体像イメージ



出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

今回のプロジェクトで検討している各サービス間及び現地サービスなどを含んだ、データ連携の形の分類、実現可能性の高いサービス案、データ相互利用時のマネタイズの方向性について以下考察する。

5.3.1 スマートシティにおけるサービス間データ連携の分類

今回検討している各ワーキング・グループ（WG）で構築されるサービス間及び、現地の他のサービスとのデータ連携の形について下記に分類する。

(A)WG 内での相互利用

今回検討している各 WG にて提供されるサービス同士でのデータの相互利用により各サービス内での最適化、効率化を図ることが可能となる。

その便益については各事業者が享受する形となる。

(B)WG 関連サービスでの利活用

今回検討している各 WG にて提供されるサービス同士でのデータの相互利用により、各 WG サービス事業者が現サービスの周辺領域で関連サービスを提供し自社の価値向上を図る。

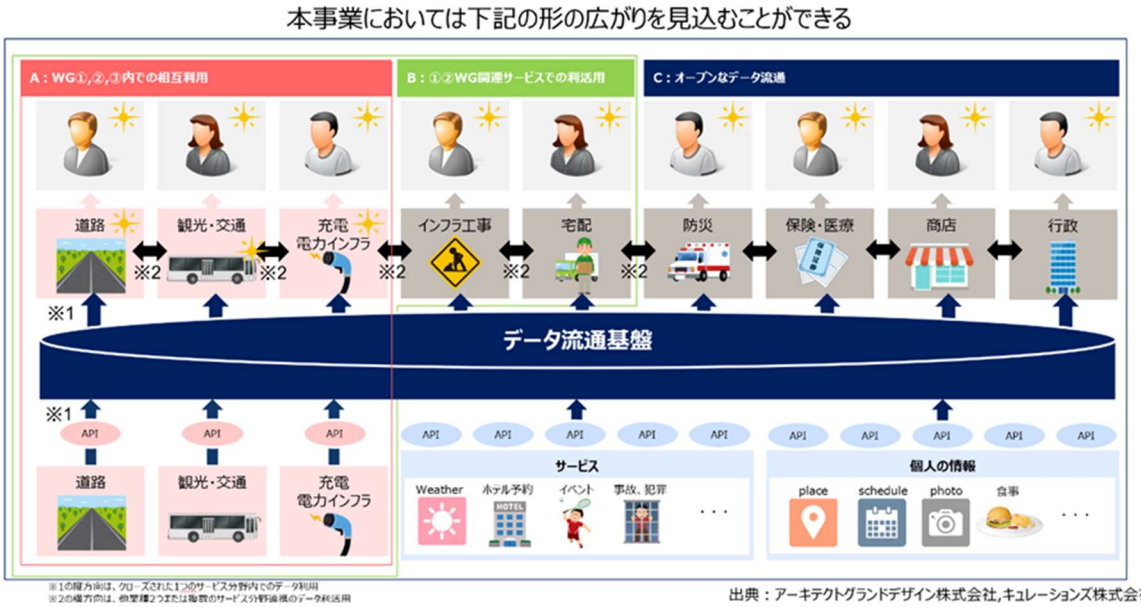
その便益については各事業者とその利用者が享受する形となる。

(C)オープンなデータ流通

今回検討している各 WG 内だけではなく、現地の他サービスや行政情報などとのオープンなデータ流通により、場所／モノ／人の情報が掛け合わされ、各々のサービスの価値向上やより利便性の高い新規サービスの提供が可能となる。

便益については最終的に各サービスの利用者が享受する形となる。

図 5.3-3 本 FS 事業におけるサービス間データ連携の未来



出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

5.3.2 各 WG で利用、蓄積されるデータについて

各 WG にて利用、蓄積されるデータについて主だったものを抜粋する。

5.3.3 A）WG 内での相互利用について

各 WG にて提供されるサービス同士でのデータの相互利用による、各サービス内での最適化、効率化の具体例を以下に記載する。

5.3.3.1 （WG1）道路モニタリング

・路面修復の優先順位判定
WG2 サービスの利用ルートによる道路利用頻度、WG3 サービスの充電ステーションの利用頻度から、道路通行車両の利用頻度の高い道路を見極め、路面修復の優先順位を判定する。
優先順位の高い路面から修復することで、スムーズな道路交通を実現する。
・データの吸い上げ場所
WG3 サービスの充電ステーションを通信データの吸い上げ場所として機能させることでよりセキュアかつ大容量通信の負担を軽減することが可能になる。

5.3.3.2 (WG２) MaaS

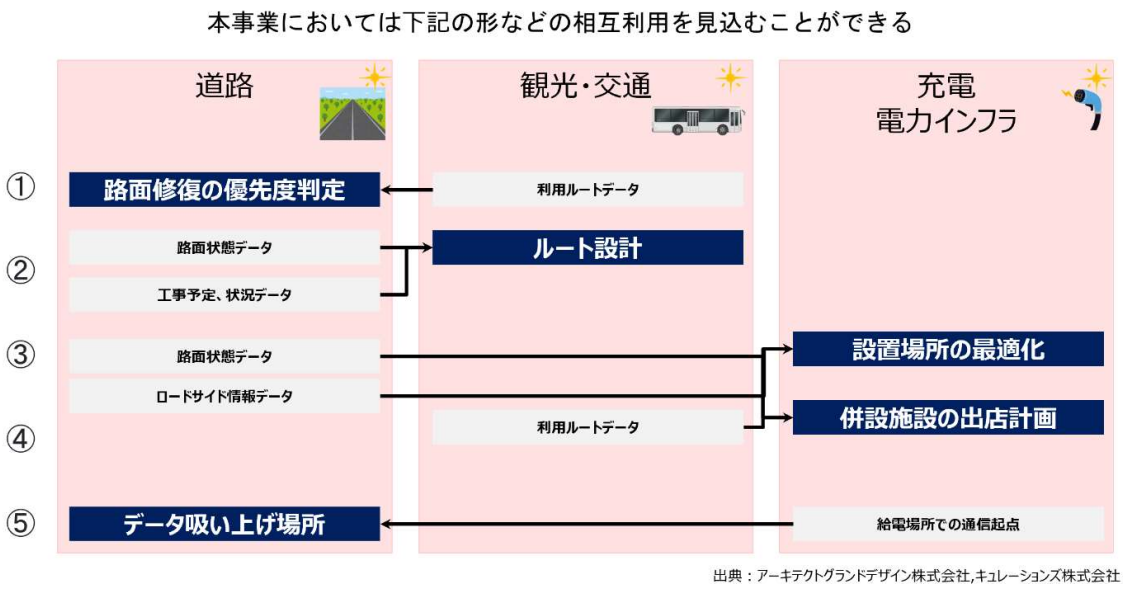
・路面状態や工事情報を踏まえたルート設計
WG1 サービスから路面状態や道路修復工事の情報を取得することで、渋滞の発生原因が発生する道路を回避し、スムーズに配車が可能な最適なルート設計を行う。

5.3.3.3 (WG３) 充電ステーション

・設置場所の最適化
WG1 サービスからロードサイドの画像情報及び、路面の状態を取得することで、交通量の予測や、ロードサイド施設の過不足を判別する。ステーション自体の設置場所及び設置する設備の量の最適化や、

設置場所に併設すべきロードサイド施設（商店、カフェ、ワークスペースなど、給電の待ち時間に利用できる施設。）の最適な出店計画を行う。

図 5.3-4 （A）WG 内での相互利用について



出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

5.3.3.4 （B）WG 内サービス以外の、他サービスでの利活用について

各 WG で発生するデータのみを利活用し、各 WG サービスの関連サービスを提供し価値向上を図る。具体例については下記の通り。

・インフラ工事の最適化

WG1 のロードサイドの画像や道路状態画像に、マンホールや側溝なども含め撮影することで、行政の主幹部門や工事事業者の異なる、電柱敷設や電気、水道、ガスなどのインフラ工事など、道路及びその周辺に関わる工事を一括して効率的に実施することが可能となる。

工事期間や工事の回数が減ることで、インフラ工事時に発生する渋滞回避にもつながる。

・充電ステーションの予約管理サービス

充電ステーションの位置情報及びステーション内に設置するカメラによる待ち時間の状況把握、WG1 の路面情報などを掛け合わせることで、充電ステーションの位置情報も含めた目的地及びルート最適化と充電ステーションの予約管理をあわせたサービス提供が可能となる。

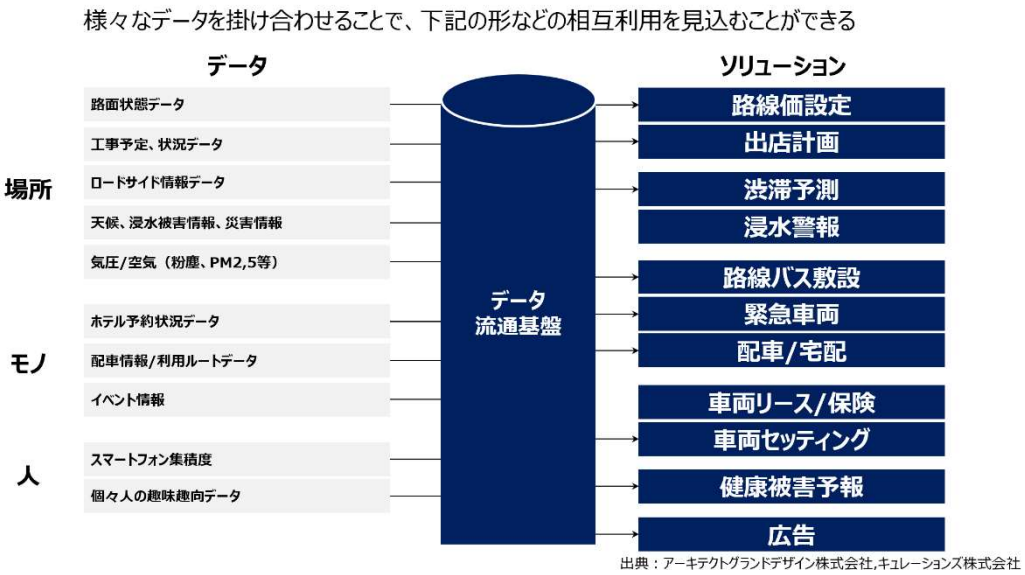
5.3.3.5 （C）オープンなデータ流通について

現地サービスや行政情報などを活用し各 WG の情報に人の情報を付加すると、好みや行動、身体情報などを掛け合わせ、場所／モノ／人の情報を利用し、最適化の精度向上を行うことで、下記のように各々のサービス価値向上や、より利便性の高い新規サービスの提供が可能となる。

また、情報の利活用により最適な人の流れを作り出し、都市の発展とともに発生する施設の集約化による混雑を回避するなど、施設を分散させることで利便性を向上させるという、新たな街づくりが可能となる。

具体例については図 5.3-5 に示すとおりである。

図 5.3-5（C）オープンなデータ流通について



出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

5.3.3.6 **現地バリ島での利活用例**

【路線価の設定】

道路情報や天候、浸水被害情報、災害情報、ホテル予約状況の情報やイベント情報、スマーフォンの集積度情報などと、個々人の行動や趣向なども掛け合わせ、より精緻な路線価設定が可能となる。

【出店計画への活用】

ロードサイドの情報や天候、浸水被害情報、災害情報、ホテル予約情報やイベント情報、スマーフォンの集積度情報などと、個々人の行動や趣向なども掛け合わせることで、より精緻な店舗出店計画の策定が可能となる。

【高度な渋滞予測】

ホテル予約状況の情報やイベント情報、スマーフォンの集積度情報、工事状況などを加味した高度な渋滞予測が可能となる。

【道路別の浸水警報の発令】

道路情報と天気予報を組合せ、事前の道路浸水予報を発令。
リアルタイムな通行ルート作成時にも活用することで、スムーズな交通が可能となる。

【路線バスの敷設】

道路情報と mobi や Gojek、Grab などの配車情報を組合せ、人々の公共交通ニーズを把握。
必要な路線バスの敷設などが可能となる。

【救急車などの緊急車両ルートの最適化】

道路情報と天気予報から導き出される浸水情報や渋滞情報、ホテル予約状況の情報やイベント情報、スマーフォンの集積度情報、工事状況を加味し、緊急車両のルート最適化を行い、緊急車両到着までのタイムラグを減らす。

【配車、宅配サービス】

道路情報と天気予報から導き出される浸水情報や渋滞情報、ホテル予約状況の情報やイベント情報、スマーフォンの集積度情報、工事状況を加味し、宅配や配車車両のルート最適化を行うことで、事業者

のユーザーの利便性向上や収益改善を行う。

【車両リース、保険への活用】
ユーザー情報とよく利用する道路の情報などを掛け合わせ、リスク判定に活用する。個人の運転傾向情報だけではなく、路面の悪い道路や車両の浸水リスクなど、場所に紐づくリスクも加味し、より最適な保険料の判定が可能となる。

【喘息、気圧、花粉、粉塵などの健康被害予測情報の提供】
天気情報と充電スポットなどから得られる気圧や空気(粉塵や PM2.5、火山灰など）の情報から、健康被害の予測を導き出し情報発信を行う。

【広告への活用】
ユーザー情報とよく利用する道路の情報などを掛け合わせ、ロードサイドや地元の商店情報も含めた広告配信が可能となる。

【道路状況に合わせた車両のセッティング最適化】
天気情報と、予定しているルートの路面情報や浸水リスクなどから車両のセッティングや、最適なタイプの車両の配車などを行う。

5.3.4 オープンなデータ流通のマネタイズモデル

ここまで記載したように、オープンなデータ流通を促進することで様々な事業の価値向上を実現し、社会課題の解決を行うことが可能になることは明白である。
しかし、個社ごとの事業単体で考えた場合に最適なデータの取り扱いや、限定された領域に閉じたデータのやり取りでは、オープンなデータ流通社会を実現することは困難である。
また、データを掛け合わせ利活用する際には、都市 OS 等の規格統一されているデータとそれ以外でデータの掛け合わせを行うケースや、規格統一されているとはいえ個別仕様が存在するケースが発生し、利用者側の負担となる可能性を鑑みる必要がある。

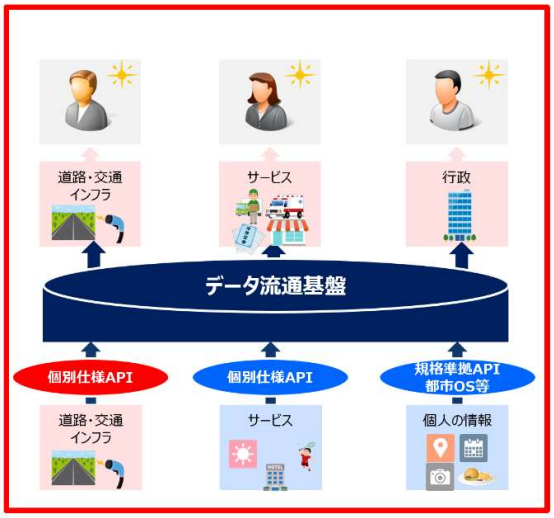
そのため、個社に最適化された状態でも、様々な領域のデータの取り扱いが可能になるよう、データを変換し流通しやすくするハブ機能を独立したデータ流通基盤にもたせることが重要になる。

この考え方にのっとったサービスとして、各事業者の保有しているデータを整え、同じデータを同じ形式にそろえることでＡＰＩ連携時の開発を簡便に行うことができるシステムがあり、現在日本国内においても、一部の国内の大企業や自治体などで利用が始まっている。

事例）plusbenlly（NEC パーソナルコンピューター株式会社とキュレーションズ株式会社による共同運営）

図 5.3-6 データ流通基盤とデータ規格等との関係

データ流通基盤で各データの規格や形式による差を整え、利用者が利用しやすくする



データ流通基盤に必要な機能
・個社ごとに異なるAPI仕様
・規格ごとに異なるAPI仕様
・規格準拠とはいえ、微細に異なるAPI仕様
を整え、同一の仕様で認証やデータ抽出を可能にすること

出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

なお、オープンなデータ流通を促進する際に大きな課題として存在するのがマネタイズである。

以下、現状の実事業における現実的なマネタイズモデルについて記載する。

前提として、データ流通の促進においては、データを提供する側、利用する側、流通促進をする側、各々でのマネタイズを可能とすることが重要である。

この１つでも欠けてしまうと継続的なデータ流通の社会実装は困難である。

現在の実事業を踏まえた各々のマネタイズ方法について、現時点での最適解を以下に記載する。

5.3.4.1 データ提供事業者側のマネタイズ

ＡＰＩなどでの情報連携の際データ提供事業者が利用料をもらうモデルについては、データ利用事業者側でデータを利用することにより向上できる価値やコスト削減効率が、利用料を上回ることができるケースでは可能である。

また、データ提供事業者がデータ利用事業者にデータの利用をしてもらうことで、自社サービス自体の利用拡大を図ることができる形でマネタイズを行うことも可能である。
事例として、住宅メーカーの提供する IoT サービスに機器を提供する事業者は、同サービスに組み込まれることで販売台数を大幅に増やすことが可能となることがあげられる。

5.3.4.2 データ利用事業者側のマネタイズ

データ利用事業者側でデータを利用することにより向上できる価値やコスト削減効率が、データの利用料を上回ることでマネタイズを図ることが可能である。

5.3.4.3 データ流通促進事業者のマネタイズ

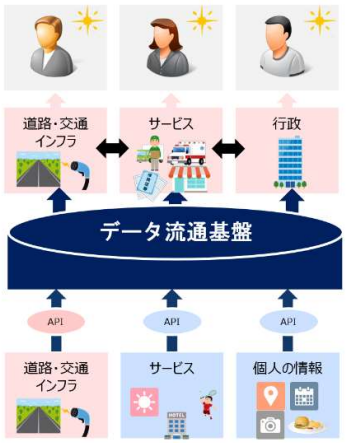
データ流通促進事業者側ではデータ流通を簡便化することで、データ利用事業者側の価値向上やコスト削減を実現し、データ利用事業者側のマネタイズを図ることで、自身のマネタイズが可能になる。

5.3.4.4 オープンなデータにおける重要な事項

オープンなデータ流通を活用したサービス提供をする際に最も重要なことは、各事業者がサービス利用者に対して必要な便益を提供しきれるかという点になる。
あった方がうれしいものではなく、無くては困るものを提供できるかが重要である。
なお、データ流通時の各情報の正確性については、用途によって要求される精度が異なるが、より高い精度が必要な場合は他の情報との掛け合わせや ＡＩ などで利用者側が補完することが可能と考える。そのため、流通及び利活用の促進により、情報及び市場の健全性が担保されるという考えにのっとれば、現時点で優先されるべきは情報の正確性ではなく、利活用の促進による流通市場の勃興である。
道路モニタリングや交通サービス、充電インフラなどはこれからのまちづくりにおいて重要な「場の情報」を得る重要な窓口となる。

図 5.3-7 オープンなデータ流通のマネタイズモデル

データ流通におけるマネタイズは、下記３事業者各々のマネタイズを実現することが重要



データ利用事業者側のマネタイズ
・データを利用することによりサービスの提供価値向上やコスト削減効率を向上

データ流通促進事業者のマネタイズ
・データ利用事業者側の価値向上やコスト削減を実現することで利用料をもらう

データ提供事業者側のマネタイズ
・データ利用事業者側から利用料をもらう
・自社サービス自体の利用拡大を図る

出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

5.4 インドネシア政府動向を踏まえたスマートシティアーキテクチャの方向性

目的および背景として、本プロジェクト内の各 WG が想定しているサービスにおいては、サービスごとに、かつ独自にデータを保有することを想定している。

これらのデータを各 WG 単独で保有・利用するだけでなく、WG の垣根を越え、さらには行政や既存サービスとの連携・相互利用をすることにより、新たな価値の提供・新たな事業の創造ができるものと考える。

そこで本 WG では各サービス間の自由なデータ連携・利活用を目的としたデータインフラの構築を目指すこととし、本パートではデータプラットフォーム・データハブとしてのデータインフラのあり方、アーキテクチャの方向性について解説する。

5.4.1 基本要件

以下に本データインフラにおいて必須となる基本要件を記す。

- 各サービスで共通して必要となるデータの収集・蓄積（地理情報システム(GIS)情報など）
- 各サービス固有データの収集・蓄積・一次加工
- AI 解析エンジンを用いたデータの解析

- 行政・既存サービス含む外部へのデータの公開

5.4.2 バリ島プロジェクトにおけるデータプラットフォームの基本方針

インドネシア政府による個人情報・戦略的電子データ取扱には各種制限があり、これらについての論点及び方針を整理すると、以下のようなものが挙げられる。

- 個人情報については情報収集時に関連情報提供者に表明・説明された電子システム運用者の必要性に関連してのみ利用・分析することができ、利用および分析は情報提供者 関係者が情報を提供する際、提供者はすでに書面による承認（手動または電子的）を与えている場合にのみ、行うことができると定められている。
- 戦略的電子データについては海外との交換やコピーが禁じられている。
- いわゆるデータ越境が禁止されているとういう事実があり、日本側がバリ島のスマートシティプロジェクトを組成し、実証を行う場合、この点は二国間で協議をすべき課題である。
- 本データインフラ側にて扱う予定である各種データは、個人情報・戦略的電子データに該当するものが多々含まれると想定され、取り扱うデータについてはあらかじめ個人情報・戦略的電子データ・その他のいずれかに分類した上で取り扱う必要がある。
- 将来的なデータ運用に制限があることから、本データインフラについてはインドネシア国内データセンターへ構築を行うものとする。
- インドネシア国内への構築とすることにより、地元のシステムインテグレター(SI)ベンダーと日本の SI ベンダー間の協業による技術力の向上や互いの経済発展に寄与することができるとも考える。
- また、本データインフラにおいては安定的な開発・運用の容易性及び可用性を踏まえ各サービスとの連携は API 接続に限定するものとし、利用者の端末との直接接続ではなく各サービス側で用意しているサーバー間での連携を基本とする。
- その際、各サービスへはライブラリやソフトウェア開発キット（SDK）といったものの提供を行い、容易にデータ連携が可能な環境を提供することが求められる。
- データ収集に関してはデータ量が膨大になることが想定されること、収集したデータの利用について即時性が求められる場面が少ないことを加味し、収集や加工は日次や月次のバッチ処理などリアルタイムではない方式とする。
- なお、各サービスからのデータ取得要求に対する返答は API レスポンスによる即時応答を想定している。

5.4.3 バリ島プロジェクト PoC 版システム構成案

主なシステム構成要素としては、以下が想定される。

-ローコスト・オペレーションが大前提

異業種の各サービスと API でデータ連携し、オープンデータ利活用できる仕組みに絞る。

- 共通データベース

　収集したデータの保存や加工したデータの保存、その他各サービスで共通して必要となるデータの保存先となる。

- バッチサーバー

　各サービスからのデータの収集・加工処理を行うためのサーバー。

- API サーバー

　各サービスからの接続要求を受け入れ、一時処理・データの返却を行うためのサーバー。

- AI エンジン

　収集したデータの解析などを行う。

- VPN

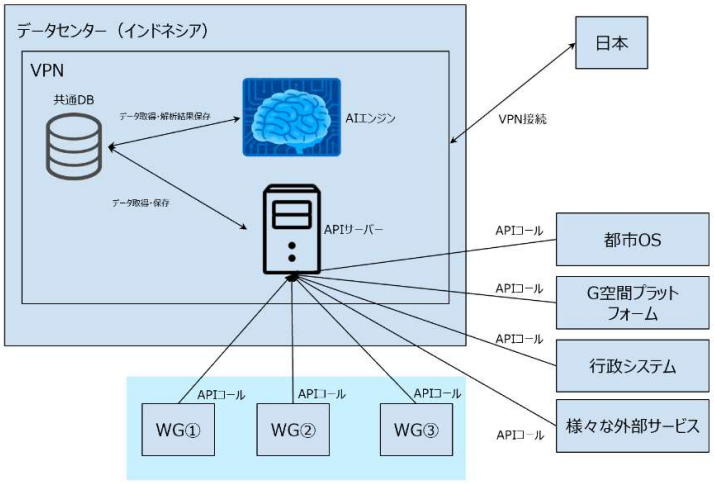
　インドネシア国外からのメンテナンスや作業・データ利用のために一定のセキュリティ対策を講じた上で安全に接続できる環境を用意することが求められる。

なお、セキュリティ対策については **5.4.4 セキュリティ要件** において記述したとおりである。

なお、データベースエンジン（DB）や各サーバーの OS、各種ミドルウェアなどはインドネシア（バリ州含む）データセンター側環境に依存するため現時点では未定である。

ただし人材確保の容易性やメンテナンス性・信頼性の観点から MySQL / SQL Server などの一般的な DB や Linux / Windows といった一般的な OS、PHP / Ruby といった現地エンジニアが育成し易い一般的な構成要素の採用を前提とする。

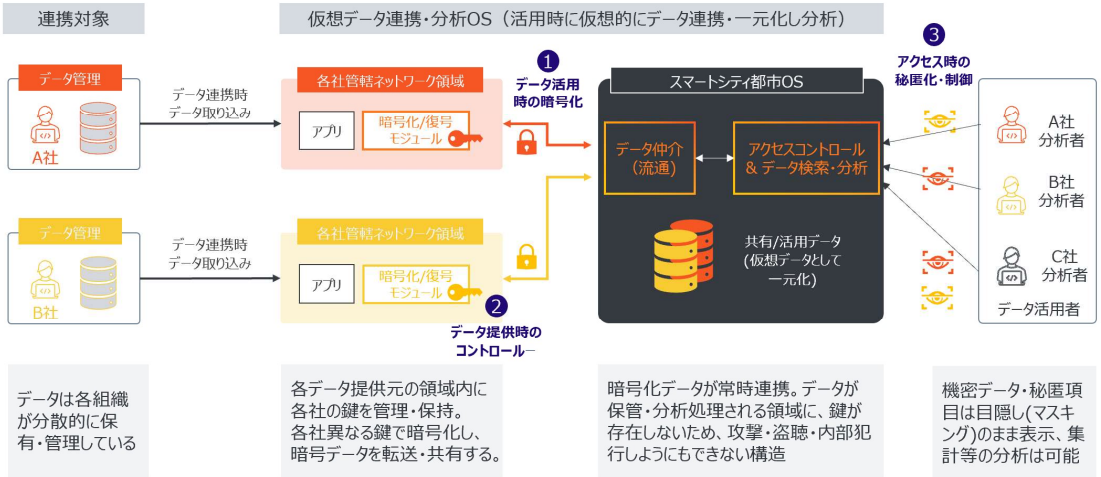
図 5.4-1 バリ州政府が低コストで実現可能なアーキテクチャデータ連携 PoC システム構成案



出典：アーキテクトグランドデザイン株式会社,キュレーションズ株式会社

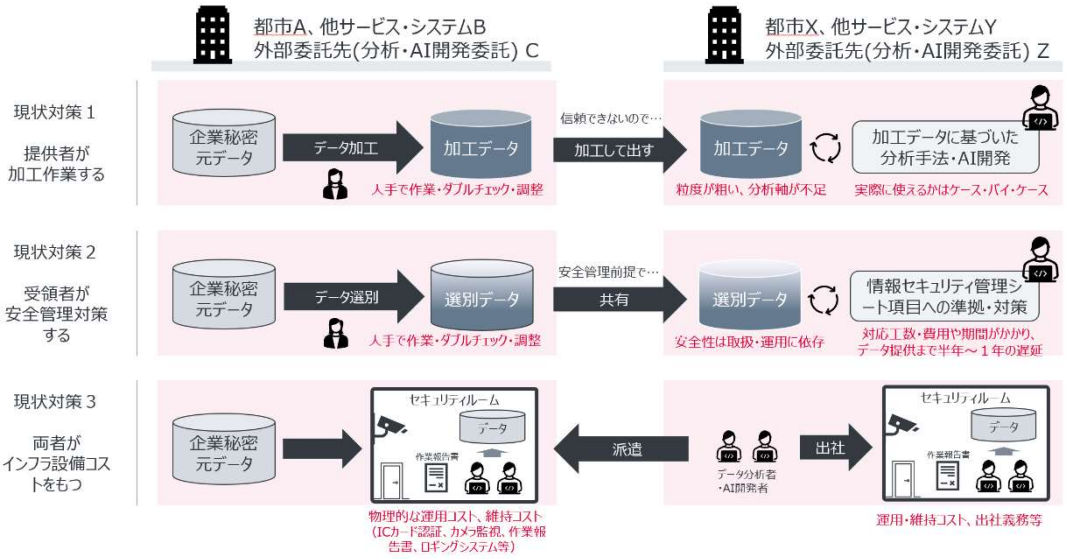
図 5.4-2 スマートシティ都市 OS のデータセキュリティのアーキテクチャ概要

連携時の各組織のセキュリティ・プライバシー保護のため、暗号状態でデータの取り込み～連携・活用が可能
補足した説目をすると自社（A社）や他社（B社、C社）がそれぞれアップロードしたデータを分野を跨いで統合して、自社でもデータ活用が可能



出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社,EAGLYS株式会社

図 5.4-3 データセキュリティの検討ポイント/従来のデータ共有手法



出所：アーキテクトグランドデザイン株式会社,EAGLYS株式会社まとめ

5.4.4 セキュリティ要件

本データインフラにて扱う予定である各種データは、個人情報・戦略的電子データに該当するものが多々含まれると想定され、センシティブなデータとなるためセキュリティ対策について特にインドネシア政府と日本政府間で事前に検討する必要がある。
また適切な脆弱性診断やサーバー環境のリアルタイム監視など、安定的運用を行うために必要な措置を講ずる必要もある。
以下に、本データインフラにて必須で対策を講じる必要があるセキュリティ対策を列挙する。

- 脆弱性対策
  - SQL インジェクション
  - OS コマンド・インジェクション
  - ディレクトリ・トラバーサル
  - クロスサイト・スクリプティング
  - CSRF
  - HTTP ヘッダ・インジェクション
  - クリックジャッキング
  - バッファオーバフロー
- ネットワークセキュリテイ対策
  - ファイアフォール
  - 接続元 IP アドレスの制限・管理
  - 不正アクセス検知・遮断
  - 各種暗号化
- 定期的なサーバメンテナンス
- 適切なアクセス制御の運用
- ログ収集

まとめ

道路モニタリングや交通サービス、充電インフラ等はこれからのまちづくりにおいて重要な「場の情報」を得る重要な窓口となる。このような窓口から得られた情報を活用して、都市全体（本 FS の場合であれ

ばサヌール）のまちの暮らしの水準を引き上げていくことを目指していくことが今後の都市政策に不可欠な要素となるだろう。

5.5 展望と課題

本 FS 報告書の終わりに、本 FS に係るプロジェクトの今後の展望と課題について整理することとしたい。本 FS は、MCSCC が島根県益田市で取り組んできた課題主導型のスマートシティプロジェクトをインドネシアで展開するに当たっての第一歩として、バリ州サヌールでの先行実施プロジェクトとしてスマートモビリティ・インフラの展開可能性調査を WG①～③のテーマ別に実施し、併せてテーマ横断的に同地におけるスマートシティのアーキテクチャとデータ利活用等について検討を行ったものである。

5.5.1 プロジェクトのポテンシャル

この先行実施プロジェクト群は、バリ州政府の進めるバリの EV 特区と連動して取り組むものであるが、FS を進める中で、それ以外にもいくつかの大きなポテンシャルが存在しており、またこの FS を通じてポテンシャルの強化が図られてきたと感じている。

【インドネシアでの EV 展開タイミングとの合致】

まず、インドネシアでの EV 展開タイミングとの合致がみられるという時間軸上の優位性がある。近年、インドネシアではカーボンニュートラルへの関心、自国資源の活用と産業化、海外企業の進出意欲等により EV 化の機運が急速に高まっている状況にある。また、関連分野では同国が国家として 5G スタンドアローン環境整備、AI 自動運転の研究開発と EV バイク国産化（既存バイクの EV 化産業育成）を志向し、これらが相まってスマートモビリティを後押しするトレンドが生まれつつある状況である。

これに関連して、インドネシア産業省は 2022 年 2 月 14 日、電気自動車（BEV）と電動バイクの国内販売台数が 2030 年にそれぞれ 150 万台、120 万台、合計 270 万台になるとの見通しを示している。（NAA アジア経済ニュース 2022.2.17）

【バリ島サヌール地区で進行する再開発プロジェクト機会の活用】

次に、サヌール北部で交通再編を含む再開発プロジェクトが計画されていることに加え（サヌール港開発計画。4.2.3.3 参照）、中心部では、政府主導の世界レベルのウェルネス経済特区開発プロジェクトも進行中であり（サヌール・ウェルネスツーリズム経済特区(KEK)。同じく 4.2.3.3 参照）、これらのプロジェクトの機会・モメンタムを活用することが可能となっている。サヌール・ウェルネスツーリズム経済特区については、本 FS のステージであるスマートモビリティ・インフラの展開よりも、今後のステー

ジにおけるヘルスケアなどでの関わりが期待できる側面もある。

【インドネシア国家研究イノベーション庁・バリ州政府等との連携】

電通を中心とするバリコンソーシアムがバリ州政府と本可能性調査に関する MOU を締結し協力関係のもとで各種調査に取り組んだが、インドネシア現地調査の中で、インドネシア国家研究イノベーション庁(BRIN)のハンドコ長官との意見交換の機会を得て、同長官から全面的支援の申出をいただいた。今後州政府レベルを超える案件や将来的に全国展開していくときなどを見据え、さらなる連携の強化を図っていく考えである。また、バリ州政府等各種主要ステークホルダーとの関係構築を深めているところである。このほか、PLN からは同社との意見交換の場において MOU の申出があるなど、本 FS を通じて連携体制が総じて強化されたところであり、今後、これらの成果を基にいっそうの連携強化を図っていくこととしたい。

図 5.5-1 BRIN ハンドコ長官ほかとの意見交換

インドネシア国家研究イノベーション庁(BRIN)ハンドコ長官との意見交換(2021.11.29)。画像は同庁ウェブサイトより転載。

https://www.brin.go.id/galeri/audensi-pt-awina-sinergi-internasional/

5.5.2 関連分野における他国の動き

他方、本 FS を通じて、EV 及び再生可能エネルギーをめぐるインドネシアの状況は、さまざまな国やその国を代表する企業がインドネシアの潜在的なパワーを見据えて広くかつ深い関わりを持とうとしている状況であることを強く印象づけられた。代表的な動きについて、簡潔に記しておきたい。

【中国】

2021 年ファーウェイ（中国・深圳に拠点を持つ華為技術有限公司とそのグループ企業を指す。以下同じ。）は 5G スタンドアローン環境整備、データプラットフォームに関し協力することについてインドネシア政府と合意した。このことは、将来的にインドネシアの 5G 環境がファーウェイの仕様によって進められる可能性が極めて高くなったことを示唆している。なお、WG①の道路モニタリングは、取り扱うデータ容量が比較的大きいものであるが、現時点では 3G＋Wi-Fi で対応可能であり当面 5G が不可欠ではない。このため、現時点でファーウェイの提供する 5G ネットワークを利用しなければならない局面はないが、今後送受信するデータの容量が増加した場合や、スマートモビリティ・インフラの展開からさらに広がってスマートシティ全体の取組になった場合、その中に通信が 5G 以上でなければならないサービスの提供を行う主体が出てくることも当然想定されることから、その取扱いについて留意しておく必要がある。

また、AI、再生可能エネルギーでもインドネシア政府とファーウェイは協調体勢にあり、この流れでインドネシア国家研究イノベーション庁(BRIN)とファーウェイは 2021 年 MOU を締結したところである。

【韓国】

インドネシアにおける韓国のプレゼンス向上は明らかである。2022 年バリで開催される G20 サミットでの公式車輌として現代自動車が EV500 台を納入するとともに、インドネシアを EV 生産拠点にすると位置づけた。この中で、ローカルコンテンツ目標 40%を掲げている。また、現代は LG と共同での電池工場建設を発表した。これはニッケル原材料確保を目指す動きでもある。このほか、韓国はヌサペニダの太陽光、蓄電、給電インフラを無償提供するなど積極的にプレゼンス向上を図っているところである。

【台湾、欧州、米国その他】

台湾の EV バイク Gogoro はグラブの企業グループと交通スマート化で提携するとともに、ライバルである Gojeck の企業グループとも提携することとなった。現政権で投資案件を担当するルフット大臣は国内産業重視なので Gojeck 優位かとも考えられるが、現時点では明らかではない。欧州企業も EV、給電投資を念頭に攻勢を強めている。EV はドイツが主力、そのほか風力発電等で欧州勢が攻勢な状況。米国は東南アジアへの関与を政治経済ともに強化してきており、今後の動きは予断を許さない。

※なお、EV バイク（2 輪）の給電方式と 4 輪は異なるため、EV バイクの普及に伴う給電拠点（Gogoro の場合は電池換装式）の整備は 4 輪と必ずしも連動しない。

5.5.3 プロジェクト全体の課題

プロジェクトについては、各テーマごとに WG で検討してきたところであるが、第 4 章における検討結果を俯瞰すると、次のような課題があることがわかる。

【新分野のため法制度が未整備】

各 WG の考察の中で触れられたものもあるが、それぞれの事業における規制・ライセンスのあり方がまず課題となってくる。いずれも新たな技術を組み込んだ新分野の事業となることから、各分野でも法制度の未整備といった課題があると考えられる。同時に、各分野を横断する事案であるデータ利活用の運用ルール、データセンター、個人情報保護法、セキュリティやデータ越境の仕組み等は、インドネシアにおいてはまだ制度的に未整備の部分が多い。これらについては、バリ州政府やインドネシア政府等と協議、交渉をしながら解決を図り、スマートシティプロジェクトを全体として推進していく必要がある。

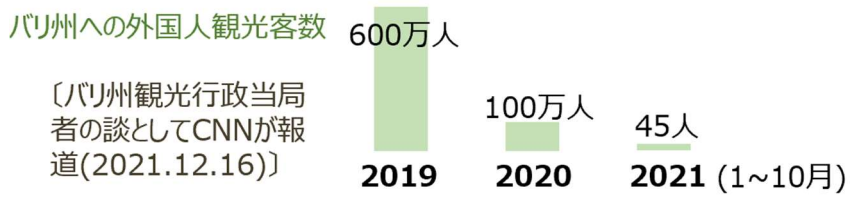
【現地の多様なステークホルダーとの共創関係】

次に、製品・物品の輸出と異なり、地域社会と面的に関わるスマートシティプロジェクトは、自治体、住民、事業者、地権者等との共創関係の構築と、各 WG でも触れているとおり、バリ島特有の慣習社会(各地の王族の利権、独自の風習等)への理解、さらには「慣習社会からの理解」が不可欠となる。同様に、同国の電力供給を担う PLN が築いているビジネスのエコシステムと協調しながら推進していく必要性もあり、WG3 のパートで詳述したように、今後 PLN の MOU 申出を活用しながら、検討を深めていく必要がある。

【コロナ禍の不確実性】

さらに、各 WG の報告でもバリの特性として繰返し触れられているように、バリ島経済は観光、なかでも外国人観光客に依存している。このため、各事業の収益性についても外国人観光客の来訪いかんにかかっており、コロナ禍の収束に伴うインバウンド需要の回復が事業性担保の前提となる。収束のタイミング、回復までのタイムラインの不確実性が大前提としてのリスク要因となっている。

図 5.5-2 バリ州への外国人観光客数（2021 年速報）



5.5.4 スマートシティ化への課題と展望

【包括的スマートシティ化】

MCSCC は島根県益田市で、簡易型水位計による市街地内の用水路管理のサポートから始まり、KYB 等と取り組んでいるスマート道路モニタリングシステムなど、様々なスマート化プロジェクトを同じプラットフォーム（技術的には欧州発の規格である FIWARE を採用している）で取り扱う形で進めてきている。この結果、単一ではなく様々なスマートサービスが同時に提供される「スマートシティ化」が進められてきた。サヌールで進めるこのプロジェクトはバリ島の抱える大きな課題（国際的観光地としての交通の整備）の解決を図る観点から、スマートモビリティ・インフラの展開から着手しているが、今後は、地域が抱える多様な課題を扱う包括的なスマートシティへと進化していくことを想定している。

これは、MCSCC が益田で取り組んできたスマートシティの形へ近づけていく取組であるとともに、インドネシア（バリ州政府）が思い描くスマートシティが複数のスマートサービスを展開するものとして位置づけていることからも不可欠なことであると考えている（インドネシア・バリ島のあり方については第 2 章及び第 3 章を参照）。

このとき、データの利活用も益田での実績を踏まえ、まずは「サービス内活用」から始まり、次に益田においてスマート道路モニタリングシステムで蓄積されたデータをサイクリング観光に利活用したような「関連分野活用」に進み、将来的には「サービス間の連携」、さらには他のサービスへのデータ利活用へと段階的に進める必要がある。また、プロジェクト全体の課題において述べたとおり、インドネシアにおけるデータの取扱いに関する制度は未整備な状況となっていることから、現時点でデータ利活用の枠組みを展開していくタイムスケジュールを示すことは難しいが、BRIN などと連携しながら、どのようなタイミングでデータ利活用の取組が可能となるか模索していく必要がある。

【課題主導型・現地企業参画型の益田スタイルの展開】

MCSCC が益田市において取り組んできた「益田スタイル」（課題主導型）で包括的スマートシティを作るには、バリ州政府との MOU を改めて結び、課題の洗い出しと優先順位付けが必要となってくる。益田市においても、市職員に 11 回にわたる研修を重ね、初期に市の職員に行った「市の抱える課題」のアンケートを踏まえて取り組むべき課題を絞こんでいったところであり、行政やさまざまなステークホルダーと連携しながら、課題の発見を行っていく必要があると考えている。

また、包括的スマートシティの展開を図るに当たっては、インドネシアの現地スタートアップ企業との連携を図ることを進めることが効果的である。これは、インドネシア経済が 2030 年代前半にも我が国を超えて世界第 4 位の規模に膨らむと見通されており、スタートアップ企業のスピード感ある成長の可能性が高いことから、これらの企業との連携を図っていくことは MCSCC 及びその会員企業にとってもプ

ラスであると考えられることに加え、我が国全体としてインドネシアのスタートアップ企業との実務的交流が活発化することで、我が国経済へのポジティブな効果がもたらされるのではないかと考えられるためである。このようなスタートアップ企業との接点をつくっていくことが今後の課題としても捉えられる。また、データ利活用についても、このようなスタートアップ企業も活用できるような形とすることで Win-Win の関係が構築できると考えている。

他方、MCSCC は、第 1 章冒頭で述べたとおり、現在国内に 10 カ所の「キャンパス」を置き、キャンパスのある地域の会員企業・団体が中心となって当該地域のスマートシティ化を模索している。また、現在、サヌールでのコンソーシアム（本調査事業に係るプロジェクトの実施企業・団体の連合体）があるほか、インドネシアにはジャカルタにキャンパスを置いている。このような海外キャンパスについて、本 FS を踏まえて、現地スタートアップ企業を巻き込んでインドネシアでも展開を図るとともに、日本国内の各キャンパスが主導するスマートシティ化推進に当たり、関係を構築したインドネシアのスタートアップ企業の参画を促し、相互の交流を深めていく未来図を描いていきたい。

5.5.5 政治的課題

上記の課題のほか、民間事業体だけでは解決できない課題もあり、これらについては経済産業省をはじめとした我が国政府機関の協力を得ながら進めていくべきものだと考えている。具体的には、次のようなものが挙げられる。

【政治的指導力の確保】

BRIN を基軸に、インドネシア政府の関連省庁への継続的な政策サポートに関する働きかけが必要となる。まずは BRIN との連携協定を実現した上で、他の政府機関等へのアプローチが必要となってくると考えられるところ、我が国の政府機関の支援のもと取り組むことによって、早期の協力体制の構築を行っていくことが必要である。

【EV 特区の制度的充実（国家レベルの特区）】

EV 特区はバリ州政府が設置するものであり、本 FS を踏まえて特例措置等の内容を整備する予定である。この特区は地方政府が設置することから、国家レベルの規制等は変わらないものであるが、前述の通り新分野であることからくる法制度の未整備といった問題から、今後の事業の円滑な実施のためには国家レベルの規制緩和や特例措置が必要となるケースがあり得る。このような場合においては、国家レベルの特区への格上げに向けてインドネシア政府に働きかける必要が出てくるが、そのときには我が国の中央政府の関与が不可欠だと考えている。

【他国の活発な取組への対応】

東南アジアで要となるインドネシアへのアプローチを世界各国が強める中で、民間企業だけでの情報収集には限界が有、我が国企業が優位性を得られるような高度な情報収集等が必要であり、これらの提供が的確に行われることを望みたい。

5.5.6 バリ州政府との意見交換

本 FS 事業の締めくくりとして、報告書の概略を整理し、バリ州政府（運輸局長官以下）と意見交換・協議を行った。新型コロナウイルス感染症の広がりにより、両国とも入国者への隔離等の措置が講じられている状況で、本来望ましかった対面ではなくオンラインでの開催となったが、バリ州政府側からも活発に意見が提示された。

これらは、概ねポジティブな反応であるとともに、「サヌールとヌサペニダの接続性の向上」、「ヌサペニダの開発」についても今後の検討に含めて欲しいといった声が寄せられた。バリ側からみると、ヌサペニダは開発の波が及んでいない有力な観光地候補という捉え方が強いと感じさせられた。また、G20 サミット開催も念頭に置いていると思われるが、「なるべく早い何らかの具体化、可視化」を求める意見も強いものがあった。本 FS を踏まえてバリでプロジェクトを展開するに当たり、考慮していくべき事項である。

（参考）

5.6 日本国内の先進的事例（岡山県真庭市）〔図 4.3-31 関係〕

5.6.1 地域のエネルギー循環

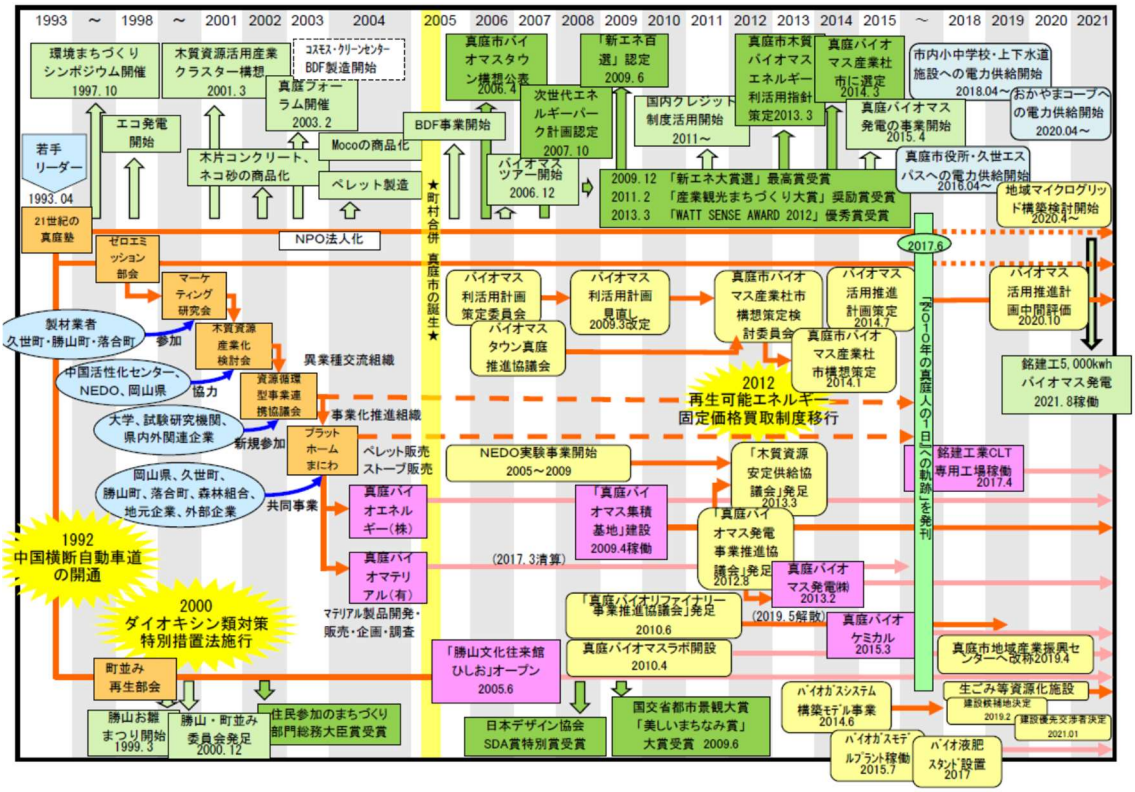
木質バイオマス利用のこれまでの経緯

真庭市では、他の都市に先駆けて木質バイオマスの利活用に関する様々な取り組みを行ってきた。この取り組み状況は、①地域内若手リーダーによる「21 世紀の真庭塾」発足を契機とする初動期、②「真庭市木質資源活用産業クラスター構想」の策定と「21 世紀の真庭塾」のＮＰＯ法人化による推進体制強化時期、③事業化組織である「真庭バイオエネルギー株式会社」、「真庭バイオマテリアル有限会社」の設立による事業拡大基盤の整備時期、④「バイオマスタウン構想」の策定とともに「真庭市木質バイオマス活用地域エネルギー循環システム化実験事業」を起爆剤としてバイオマスのエネルギー利活用を推進している現在までの時期、の概ね４つのフェーズに分けて捉えることができる。

さらに、近年の新たな動向として、⑤バイオマスのマテリアル利用の一層の促進を図るべき多面的な展開、⑥産業観光事業である「バイオマスツアー真庭」や「国内クレジット制度」の活用による付加価値化などの派生事業がある。

構想策定までの取り組み全体の俯瞰図を示す。

図 5.6-1 バイオマス産業杜市“真庭”への土壌



※出典:真庭市　真庭バイオマス産業杜市構想（改訂版）

図 5.6-2 木質資源活用産業クラスター構想

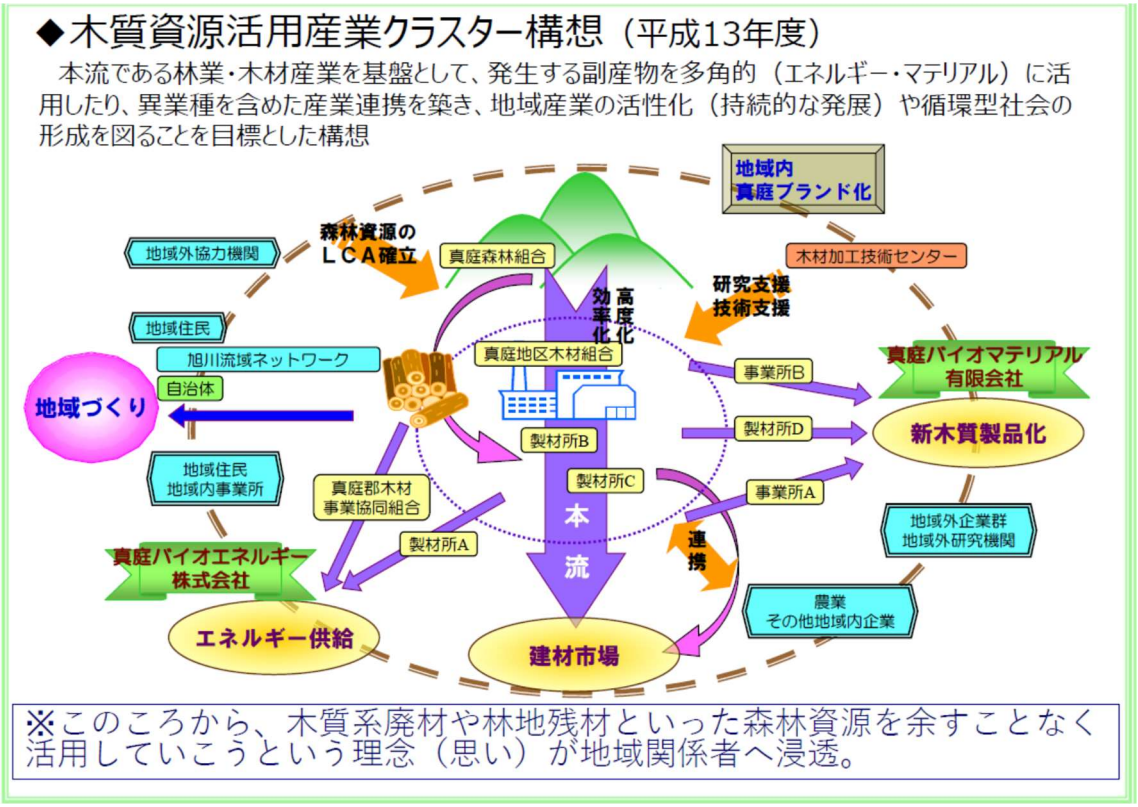
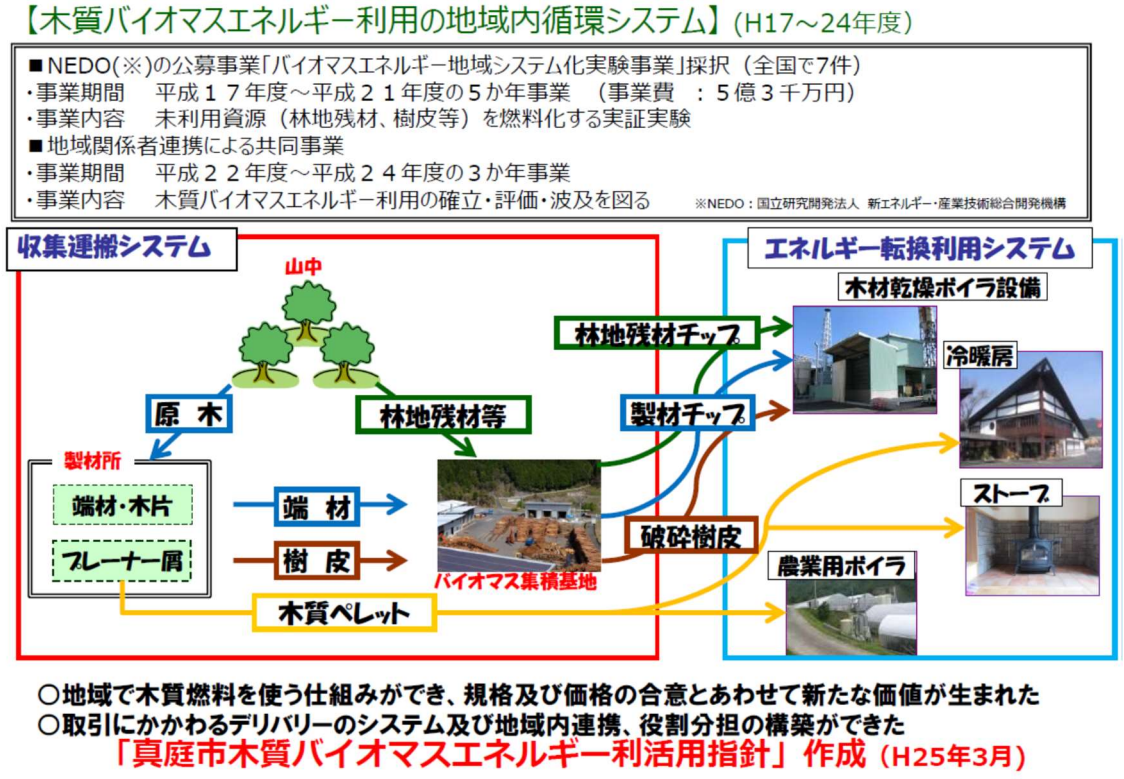


図 5.6-3 木質バイオマスエネルギー利用の地域内循環システム



○地域で木質燃料を使う仕組みができ、規格及び価格の合意とあわせて新たな価値が生まれた
○取引にかかわるデリバリーのシステム及び地域内連携、役割分担の構築ができた
「真庭市木質バイオマスエネルギー利活用指針」作成（H25年3月）

※出典:真庭市　真庭バイオマス産業杜市構想　（改訂版）

5.6.2　バイオマス利用促進上の課題

既に利用されているバイオマス資源の一層の利活用を促進する上での課題は以下のとおりである。

（１）廃棄物バイオマス

① 家畜排泄物

家畜排泄物のバイオマス資源としての利活用促進は、周辺環境問題への対応策としても有効であることから、木質系廃材とともに重要な利活用促進対象である。

市内における畜産農家の分布は、北部の蒜山高原一帯と南部の落合地区およびその周辺に集中している。両地区には、堆肥処理施設が既にあるが、その処理量は膨大な発生量に比して微力であり、処理可能量の増強が必要である。

さらに、蒜山地区における畜産農家での糞尿分離設備の浸透と別荘等の増加による新住民の増加に伴い、尿処理問題が深刻化しており、早急な対策が求められている。

② 食品廃棄物

主に、南部の市街地部や中部の湯原地区における温泉旅館施設から発生する食品廃棄物は、その性状が複雑であり、利活用を図ろうとする際に問題となる塩分や油分が混在している。

しかしながら、市内清掃工場の合理化に伴う焼却処理量の削減が求められており、可燃ごみ中の生ゴミの利活用を図る必要がある。

一方、飲食店等のリサイクルへの意識の高まりにより、結果的に２割以上の利用がなされている。また、産業系の食品廃棄物は、一般家庭の生ごみや飲食店等の事業系食品廃棄物に比べてその性状が単純に近いことから、５割近い利活用が図られている。

したがって、食品廃棄物の利用率を向上させるためのポイントは、分別化であり、特に生活系および事業系の食品廃棄物の分別化を高め利活用可能な廃棄物量を増大させること、および発酵・ガス化による転換技術の導入が必要になる。

また特に、廃食用油については、北房地区および湯原地区において既にバイオディーゼル燃料化がなされており、これの一層の進展を図るため、住民の積極的な参画による廃食用油の回収・処理システムの構築が重要である。

③ 木質系廃材

前述した炭素換算ベースの発生量では、その大半を木質系廃材が占めていることから、その利活用が本計画の中心的な課題といえる。

製材所由来の木屑のうち、チップ、おが屑、端材は、その大半が再利用されている。

主な仕向先としては、チップはその大半が製紙メーカーに行き製紙用原料に、おが屑は堆肥の水分調整材や家畜敷料に、端材は自工場内の木材乾燥用ボイラの燃料に利用されている。

なお、市内には外材を使用した集成材メーカーがあり、そこでプレーナ屑（かんな屑）が大量に発生しているが、自社の発電用燃料とペレット化による燃料製造を行っている。

一方、木屑で再利用が難しいのが樹皮（バーク）であるが、実験事業の成果として集成材メーカーの発電用燃料としての地域内流通が確立した。今後は一層の利活用の道を探ることが求められている。

また、建設廃材については、不純物の問題等があるが、その利用率は 66%となっており、より高度な分別処理による利活用方法の多様化が求められている。

④ 紙くず・古紙

紙くず・古紙は、他のバイオマス資源と異なり、全国ベースでの資源回収の体系が確立されており、一般家庭や学校等からの紙くず・古紙については地区ごとや学校単位での廃品回収運動により、事業所等ではリサイクル意識の向上や分別回収システムの確立により、総量ベースで 6 割の利活用がなされている。今後も一層の回収活動推進が望まれるが、同時に増大している紙の消費を抑制することも重要である。

ただし、複合紙や他の物質との分離が難しい紙類については、その大半が焼却処分に回っていることから、リサイクルの容易さを念頭においた紙の利用を啓発することが重要である。

⑤ 浄化槽等汚泥・下水汚泥

本市内には、工場汚泥を含む浄化槽等の汚泥や下水汚泥を処理し堆肥化するリサイクル企業が立地しており、市内で発生する汚泥のほぼ全量を堆肥化している。そのため、これらの利用率は 100%となっている。また、有機系の汚泥を排出する事業所においてもその大半が再利用されており、この高い利用率を維持するものとする。

（２）未利用バイオマス

① 稲わら・もみ殻

米作農家は、本市の南部を中心に市内全域に分布している。そこから発生する稲わらおよびもみ殻の大半は、耕地へのすき込み等により堆肥化されているが、一部は再利用されずに野積み等で残されている。

そのため、燃料化等の利活用の選択幅を広げるための方策の導入による利用率の向上が重要である。

② 未利用木材

市域の 8 割近くを占める山林資源を有する真庭市には、地形等により搬出困難な樹木を含め膨大な量の未利用木材が存在している。

未利用木材には、経済性の問題から伐採しても搬出されない間伐材（切捨間伐材）と有用資源化の道が開かれていない林地残材がある。

そのため、平成 21 年から真庭バイオマス集積基地を運営開始したことにより、市場に出ない木質資源が山中から搬出され、チップとしての有用物化が進んだことにより、2 割近い利活用がなされている。

これらの利活用を一層促進するためには、伐採・搬出に要するコストの低減化を図る必要があり、上述した木質系廃材との組み合わせによる流通システムの構築が求められている。

なお、木質資源の主流用途である建築用材等の流通・利用が継続的に維持されることが、未利用資源・副産物の安定的な生成に結びつくことから、本流である林業・木材産業の継続・安定のための活性化が不可欠である。

③ 剪定枝

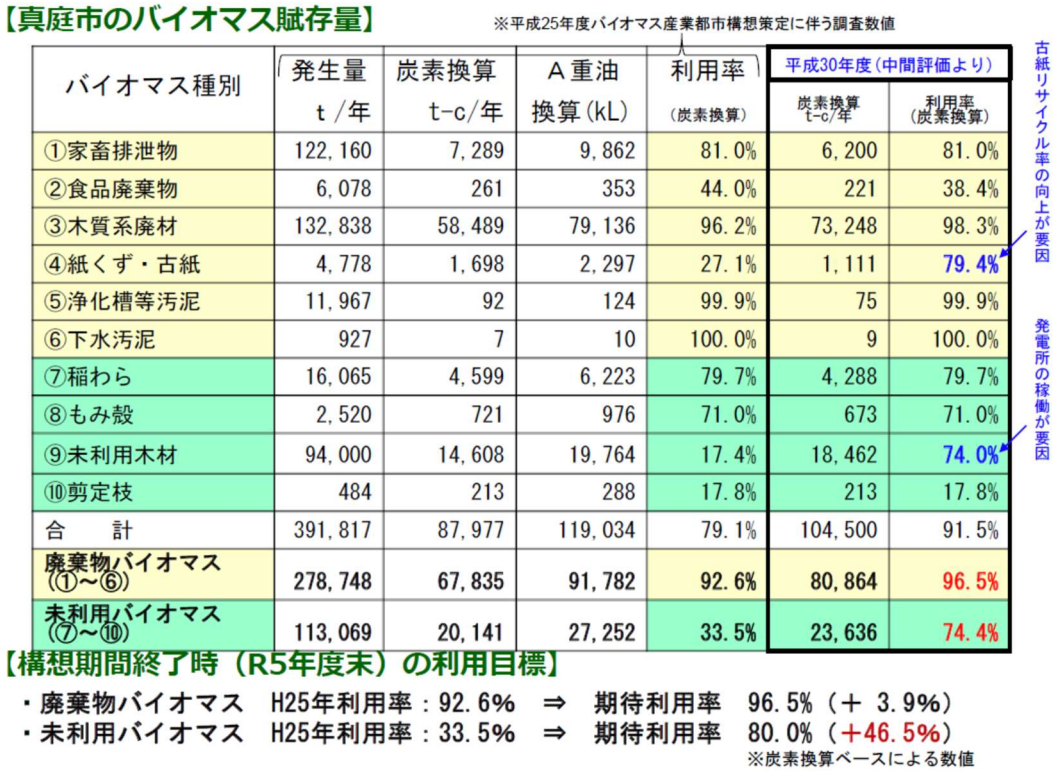
本市の剪定枝は、リンゴ、柿、ブドウ等の果樹由来、公園内の樹木由来および街路樹由来の剪定枝に分かれる。そのうち、果樹由来および公園樹木由来の剪定枝は、各々の敷地内で野積みによる処分が行われており、街路樹由来の剪定枝は、廃棄物として焼却処分されている。

これらの資源は、上述した未利用木材と類似の資源であることから、各自の敷地内での堆肥利用促進とともに木質系廃材との連動による利活用の促進が求められる。

5.6.3 未利用バイオマスの利用率向上

真庭市ではこうした課題に対して、未利用バイオマスの利用率を令和 5 年度末に 80%まで向上させることを目標にしている。

図 5.6-4 真庭市のバイオマス賦存量



【真庭市のバイオマス賦存量】

※平成25年度バイオマス産業都市構想策定に伴う調査数値

バイオマス種別	発生量 t/年	炭素換算 t-c/年	A重油換算(kL)	利用率(炭素換算)	平成30年度(中間評価より) 炭素換算 t-c/年	平成30年度(中間評価より) 利用率(炭素換算)
①家畜排泄物	122,160	7,289	9,862	81.0%	6,200	81.0%
②食品廃棄物	6,078	261	353	44.0%	221	38.4%
③木質系廃材	132,838	58,489	79,136	96.2%	73,248	98.3%
④紙くず・古紙	4,778	1,698	2,297	27.1%	1,111	79.4%
⑤浄化槽等汚泥	11,967	92	124	99.9%	75	99.9%
⑥下水汚泥	927	7	10	100.0%	9	100.0%
⑦稲わら	16,065	4,599	6,223	79.7%	4,288	79.7%
⑧もみ殻	2,520	721	976	71.0%	673	71.0%
⑨未利用木材	94,000	14,608	19,764	17.4%	18,462	74.0%
⑩剪定枝	484	213	288	17.8%	213	17.8%
合　計	391,817	87,977	119,034	79.1%	104,500	91.5%
廃棄物バイオマス(①～⑥)	278,748	67,835	91,782	92.6%	80,864	96.5%
未利用バイオマス(⑦～⑩)	113,069	20,141	27,252	33.5%	23,636	74.4%

古紙リサイクル率の向上が要因

発電所の稼働が要因

【構想期間終了時（R5年度末）の利用目標】

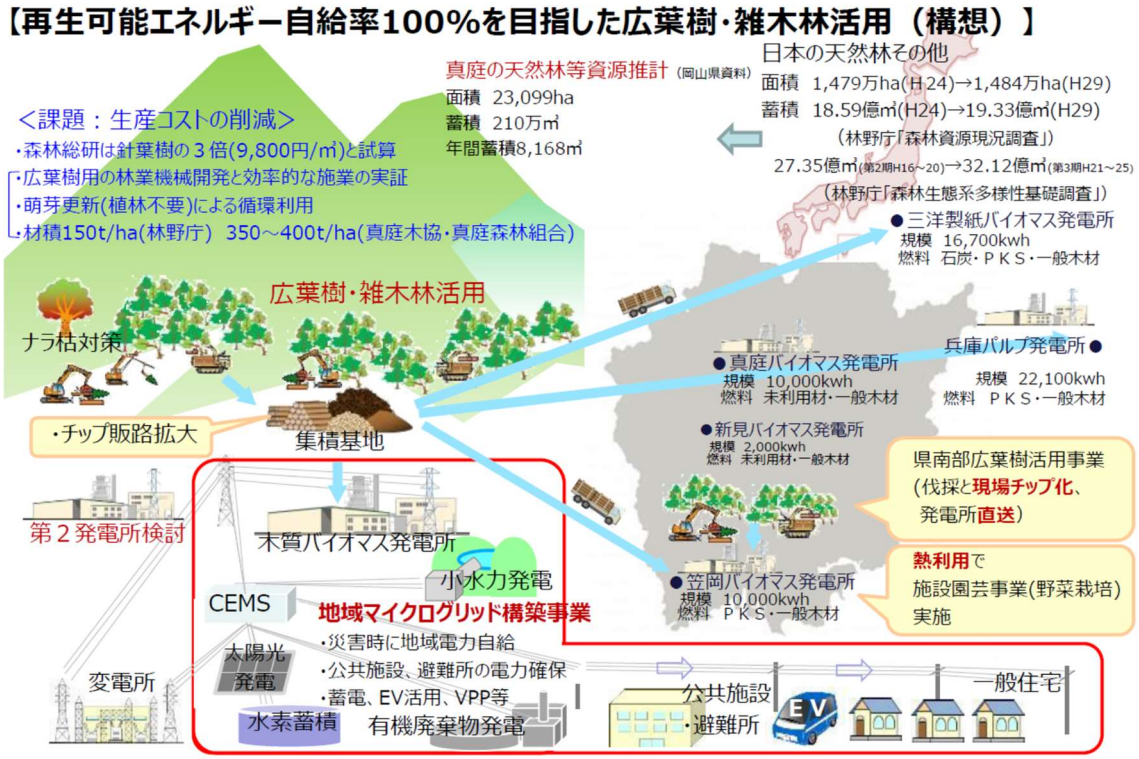
・廃棄物バイオマス　H25年利用率：92.6%　⇒　期待利用率　96.5%（＋ 3.9%）
・未利用バイオマス　H25年利用率：33.5%　⇒　期待利用率　80.0%（+46.5%）

※炭素換算ベースによる数値

※出典:真庭市　真庭バイオマス産業杜市構想　（改訂版）

5.6.4　再生可能エネルギー100%を目指したさらなる木材資源活用

図 5.6-5 再生可能エネルギー自給率 100%を目指した構想



※出典:真庭市 「里山資本主義」真庭の挑戦

各課題に対して真庭バイオマス発電事業ではエネルギーの実質的地産地消化を目指している。

バイオマス発電は、地域内で生産するエネルギーではあるが、電力会社を経由するため、地域電力会社を介しても、名目上の地域内消費となる。これは、災害時に広域的な停電が起こった場合に地域内に供給できないことを意味し、本質的な地産地消にならない。

そのため、緊急時における電気自動車の活用や平常時と緊急時とでの電力供給形態の切替え等を行うマイクログリッド化を図り、将来的には、配電をも含めた実質的な地産地消型の電力供給体系を構築する。

地域マイクログリッド構築に向けて、長期的な展望の下に、以下のように段階的に展開する。

第一期事業：災害時における電気自動車を用いた停電への対応

第二期事業：災害時における真庭バイオマス発電所から既設送電網を利用した電力供給

第三期事業：長期的展望としての真庭市全域におけるスマートグリッドの構築

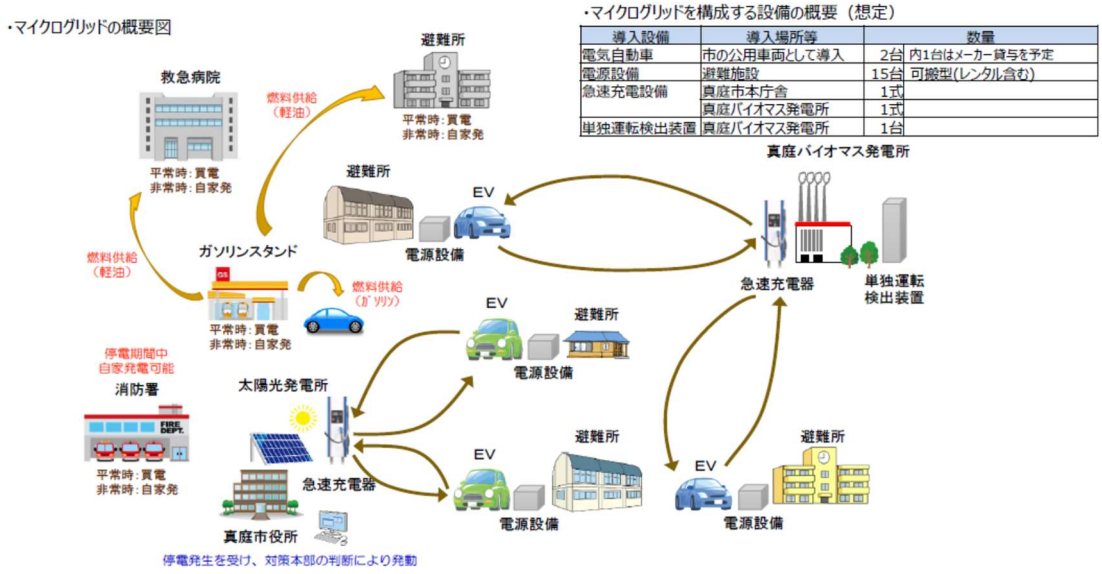
5.6.5　地域マイクログリッドの構築

地域マイクログリッドで構築するシステムは、大規模災害の発生時、長時間停電した場合、避難所の電気の確保により、避難してきた住民に安心感や利便性を供与し、周辺住民の所有する携帯電話等の通信機器への充電用電源の確保が必要。（停電期間は 2 日間を想定している）

そのような災害発生時には充電済みの電気自動車を各施設に走らせ、災害時に稼働すべき関連施設の電気設備に必要な電力の供給を想定している。

停電中に放電し終わった電気自動車は、真庭市役所及び真庭バイオマス発電所に設置される電気自動車用充電装置で充電し、再度、施設に向かうことで継続した電力供給体制が可能となる。

図 5.6-6 地域マイクログリッドの概要図



※出典:真庭市 「里山資本主義」真庭の挑戦

（参考）

5.7 事業全体に関連する法的側面の整理

5.7.1 会社設立に関する法的側面

【会社の種別】

会社の種類、特に持株比率に関して、インドネシアの会社は次のように分類される。

a.外国資本企業（PMA）： 外国人株式を保有し、財政上のインセンティブおよびその他の投資インセンティブを受ける権利を有し、法人権省（MOLHR）およびオンライン・シングル・サブミッション（OSS）システムに登録され、OSS Institution (現在はBKPM/Ministry of Investmentによって管理されている）および/または他の関連セクター機関によって認可されている。

b.国内資本投資会社（現地ではPMDN＝Penanaman Modal Dalam Negeriという名称で呼ばれている）： 国内株式のみを保有し、MOLHRおよびOSSシステムに登録され、OSS Institutionおよび/またはその他の関連セクター機関からライセンスを受けた、財政上のインセンティブおよびその他の投資インセンティブ。

c.国有企業：国有企業(BUMN=Badan Usaha Milik Negara)には*2*つのタイプがある。

(1)国が*51%*以上の株式を保有し、営利を目的とした商業活動を行う有限会社

(2)公共サービスの提供を目的として、(株式資本を持たない）国が全面的に所有する法人である。

d.地域企業：地方政府は、地域公営企業（BUMD＝Badan Usaha Milik Daerah）を設立する権限を与えられている。実際には、地域公営企業には*2*つの形態があり、「営利目的」の地域所有企業（Perusahaan Perseroan Daerah）と公的機能を果たす企業（Perusahaan Umum Daerah）である。

e.村営企業：インドネシアの伝統的なコミュニティは、地域コミュニティの福祉を実現するために、個別または共同で事業を運営し、資産を活用し、投資を行い、生産性を発展させるために、村が所有する企業（Badan Usaha Milik Desa-BUMDes）を形成することができる。

【外国資本企業(PMA)の設立に関して】

インドネシアの投資法（設備投資に関する 2007 年法律第 25 号）の下では、「外国投資とは、外国資本全体または国内資本との共同資本のいずれかを使用する外国投資家によって行われる、インドネシア共和国の領土内で事業を運営するための投資活動」と定義されている。この法律では、外国投資会社（現地では PMA＝Penanaman Model Asing という名称で呼ばれている)の株式資本は、PMA の外国人株式保有の実際の水準が 100%未満であっても、外国資本とみなされる。さらに、投資法第 5 条第 2 項に基づき、外国投資は、既存の現地企業の株式を取得すか、新規の PMA を設立することにより、有限責任会社の形態をとるべきであるとされている。

また、外国人又は外国の会社は、駐在員事務所又はPMAを設立することにより、インドネシアにおいて事業を行うことができる。外国駐在員事務所は営利活動を行うことが禁止されており、逆にPMAは営利活動を行うことを目的としている。

PMAは、以前はBKPM（インドネシア投資調整庁）が独自のオンラインシステムを通じて発行および管理していたが、2019年1月2日以降、ほとんどの投資ライセンスの処理及び発行は「OSS」と呼ばれるオンラインシステムを通じて行われている。OSSは、インドネシア政府がビジネスライセンスと投資プロセスを簡素化し、迅速化するために作成した統合オンラインシステムである。OSSはBKPMによって運用・管理されており、現行制度では、投資ライセンスに関する申請はOSSシステムに申請しなければならない。

さらに、PMA会社は、事業活動に対して100億インドネシアルピア以上の発行済みおよび払込済み資本金と、100億インドネシアルピア以上の投資価値（土地および建物を除く）をもって設立されなければならない。PMAは、インドネシア標準産業分類（KBLI=Klasifikasi Baku Lapangan Usaha）に即した「ポジティブ・インベストメント・リスト」（詳細後述）のもと、対象となる事業を指定して許諾を得ることになる。PMAの事業が拡大、あるいは他の事業カテゴリーを含むことになった場合、該当する新規の事業活動には別途OSSの事前承認が必要となる。

近年インドネシア政府は、企業の設立プロセスの迅速化、中小企業に対する一定の保護、より多くのビジネス・セクターにおける外国投資を可能にするスキームの拡大、ビジネス・ライセンスの合理化を図ることにより、ビジネスの容易さに影響を及ぼす可能性のある様々な法的障壁を継続的に改革してきており、事業運営に際しては最新の情報、動向を確認の上、最善のプロセス、形態を検証する必要がある。

5.7.2 投資に関する法的側面

外国資本として事業投資する際に特に留意するべき一般的な法的側面に関して、下記の通り整理する。

【オムニバス法の概略】

事業者にとっての障害を減らし、インドネシアでのビジネスをしやすくするため、2020年11月2日、インドネシア政府は雇用創出に関する「2020年の法律第11号包括法（オムニバス法）」を制定した。その後2021年2月2日、2020年に制定した包括法を踏まえて、45の政府規制と4つの大統領規制からなる一連の施行規制が最終的に発表されている。

オムニバス法の第一の目的は、投資の拡大を促進することによってインドネシア人の雇用機会を拡大することである。オムニバス法には、以下の10個の主要分野が含まれる。

1.投資エコシステムの成長と事業活動の改善
2.雇用ルールの改正
3.協同組合及び零細・中小企業の保護及び強化
4.ビジネスのしやすさの強化
5.研究・イノベーション支援
6.土地収用規制の明確化
7.経済特区の設置
8.中央政府の投資と国家戦略プロジェクトの加速
9.行政による雇用創出支援の実行
10.制裁の賦課

この調査では、外国企業の立場として特に影響が大きい「(4)ビジネスのしやすさ」に注目する。事業部門に直接影響を与える投資とライセンスの側面に関して、包括法は、インドネシアで事業を行う際の事業者の負担を軽減する実質的で新しい枠組みを導入する。ライセンス要件に関しては、従来とは異なり、事業活動に伴うリスクや潜在的なリスクを踏まえて、事業ごとに必要なライセンスが新たに分類される。オムニバス法では、「健康」「安全」「環境」「資源」の3つの側面から事業リスクを以下の3つに分類している。

1.低リスクの事業活動
リスクの低い事業活動に分類された事業活動は、事業活動を行うための登録証となる事業者識別番号（NIB）を取得することのみが必要となる。

2.中リスクの事業活動
このカテゴリーは、中・低リスクの事業活動と中・高リスクの事業活動からなる。このカテゴリ

ーに分類される事業活動は、ともにNIB及び標準認証（Sertifikat Standard）の取得が必要となる。一方、認証取得の証明書は種類が異なっており、「中・低リスク事業活動基準書」は、事業活動を行う上で必要なすべての要件を満たしていることを事業者が証明するものであり、「中・高リスク事業活動基準書」は、国・地方政府が発行主体となり、事業活動を行う上で必要な要件を満たしていることを証明するものである。

3.高リスクの事業活動
リスクの高い事業活動に分類された事業活動は、NIBおよびライセンスを取得する必要がある。このライセンスは、国・地方政府の承認が必要であり、事業を行う前に許可を受けなければならない。

オムニバス包括法は、従来の規制枠組みの下でのライセンス要件の複雑さを合理化するために、2015年に制定された分野別の法律および規制のライセンス要件を簡素化している。従前では、1つの企業がその活動を行うためにさまざまなライセンスを取得しなくてはいけない状況があったが、オムニバス法の下では、企業は商業活動を行うために中央政府から与えられる単一の事業免許（前述のリスクを基準としたライセンス制度）を取得することのみが求められる。該当分野は、次の分野が含まれる。

(1) 海洋及び漁業、(2) 農業、(3) 林業、(4) エネルギー・鉱物資源、(5) 原子力、(6) 産業、(7) 貿易、法定計量（計量器への法的要件の適用）、ハラール製品保証、適合性評価の標準化、(8) 公共事業及び公営住宅、(9) 輸送、(10)保健、(11)医療及び食品、(12) 教育及び文化、(13) 観光、(14)宗教事務、(15) 郵便、電気通信及び放送、(16) 防衛・安全保障

【ポジティブ・リストの制定】

事業ライセンスの合理化以外に、オムニバス包括法はまた、外国投資に開放されている特定の事業リスト（これまで「ネガティブ・リスト」としてよく知られていたリスト）が、「ポジティブ・リスト」として新たに整理され、投資制度の重要な変更が提示されている。

投資に関するポジティブ・リストは、2021年2月に発出された「大統領規則No.10/2021」にて一度発出された後、国内の世論等を踏まえて2021年5月に「大統領規則No.49/2021」としてさらに更新されている。ポジティブ・リストは、これまで「大統領令第44/2016号」で規定されていた投資に関するネガティブ・リストに代わるものである。従前のネガティブ・リストは、外国投資に対して禁止、あるいは制限されている業種をまとめたものであったが、ポジティブ・リストでは、一部禁止される特別な業種を除き、掲載されていない多くの業種は、他の法律や規制に別段の規定がない限り、

制限なく海外投資に門戸を開いていると考えるのが一般的な原則となっている。投資が禁止されている一部の特別な業種については、具体的に以下の６つが規定されている。

- ●麻薬の栽培と製造
- ●ギャンブル・カジノ活動
- ●「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（CITES)」に掲げる魚種の漁獲
- ●サンゴ（天然サンゴを含む）の利用・採取
- ●化学兵器製造業
- ●工業用化学物質及びとオゾン層破壊物質の製造

上記に該当する事業は特殊なごく一部の事業であるため、今回の改正によって、投資禁止業種とともに、投資制限業種が大幅に減少し、外資規制全体が大幅に緩和された点がポイントである。ただし、ポジティブ・リストによって規定される外国投資の条件には、天然資源の保護、協同組合・零細/中小企業・農家・漁業者の保護と発展、技術力の向上、国内資本の参加、政府が指定する事業体との協同、健康を脅かす可能性のある事業活動（麻薬、アルコールを含む酒類等）の保護など、国益に基づいて行われなければならない旨の注釈が付されている点も考慮が必要である。

また、今回の改正によって、金属、石油精製、再生可能エネルギー、海運などの先駆的な産業を含む、研究開発に特化したいくつかの業種からなる245の「優先業種リスト」が新たに導入されている。優先業種リストに該当する事業に投資する外国企業は、現行の法令に基づき、財政的インセンティブ(節税、免税、関税免除など)とともに、非財政的インセンティブ（インフラ・エネルギー・原材料の提供、労働力の確保、ライセンス取得の容易化等）を受ける資格が認められる。

ポジティブ・リストは、一般的にKBLI(インドネシア標準産業分類）に基づている。KBLIは、国際連合のすべての経済活動の国際標準産業分類（ISIC）やASEAN共通産業分類などを参考に作成され、定期的に更新されている。

今回検討している事業の中で、例えば観光MaaSといった事業活動は、KBLIの単一のカテゴリーに明確に分類されない可能性がある。複数のカテゴリが適用されているように見えるか、ビジネス活動がどのカテゴリにも適合していないように見えるかのいずれかの可能性が高い。このような場合、投資家は正式な申請を提出する前に、BKPMに予備的な意見を求めることが望ましい。

また、ポジティブ・インベストメント・リストの下での制限とは別に、法律や規制は、特定のビジネス分野への外国の関与にさらなる制限や条件を課すことができる。したがって、実際の事業展開の詳

細 検討に向けては、ポジティブインベストメントリストとともに、適用される個別セクターの規制の両方を 参照して検討するべきである。

5.7.3 企業間競争の法的整理

インドネシアにおいて事業活動、事業競争をする際に留意するべき「兼職（ダブルハット）の禁止」に関して、下記の通り整理する。

インドネシア反競争法(1999年法律第5号) は、ある企業の取締役またはコミッショナーの役割を果たす者が、次の場合に該当する他の企業の取締役またはコミッショナーを兼職することを禁止している。

(a)当該企業が同一の市場分野である場合
(b)当該企業の事業分野や種類に密接に関連している場合
(c)特定の商品やサービスの市場シェアを共同でコントロールできる場合で、独占的または不正な企業競争を引き起こす可能性がある場合

それぞれの場合の解説は下記の通り。

(a)同一の市場分野である場合

インドネシアの反競争法は、同一の市場において複数の事業主体として関与する二重ポジション契約を禁止している。この規定は、特に事業者間の禁止行為又は禁止協定に関するものである。不公正な事業競争をもたらす可能性のある水平的な取決めとは、例えば下記のような事項である。

(1)寡占
(2)価格の固定
(3)市場価格を下回る価格固定
(4)市場領域の分割
(5)ボイコット
(6)カルテル（談合）
(7)独占

(b)事業分野や種類に密接に関連している場合

インドネシアの反競争法は、生産・流通過程において、垂直的な連携および/または密接な関係を有する事業主体に対して、二重のポジションを設けることを禁止している。これに関連する反競争法上のいくつかの規定がある。

(1) 再販価格に関する合意：二重ポジションの配置により、垂直的関係にある事業者間に特別な関係が生じ、合意した価格よりも低い価格で再販価格または再供給価格を設定し、不公正な事業競争を引き起こす場合。

(2) 垂直統合：二重ポジションの配置により、垂直的関係にある事業者間に特別な関係が生じ、特定の生産チェーンに含まれる複数の製品生産を管理することで、不当な事業競争を引き起こす可能性がある、または社会に害を及ぼす可能性がある場合。

(3) クローズド契約-二重ポジションの配置により、垂直的関係にある事業者間に特別な関係が生じ、取引条件や割引を設定される場合。

(c)特定の商品やサービスの市場シェアを共同でコントロールできる場合

インドネシアの反競争法は、市場支配を引き起こす可能性のある事業者間の二重ポジションの取り決めを禁止している。競争法には、この規定に関連するいくつかの規定がある。

(1) 市場支配：二重ポジションの配置により、特定の活動において事業者間に特別な関係が生じ、他の事業者と単独または共同で市場を支配し、以下のような形で独占的慣行や不正な企業競争を引き起こす可能性がある場合。

・他の事業者が当該市場において同一の事業活動を行うことを拒否、あるいは妨げること
・消費者又はその競争者の顧客が、当該競争者と取引関係を営むことを妨げる
・当該市場における商品及び、あるいはサービスの流通・販売の制限
・特定の事業者に対して差別的行為を行う
・独占的慣行又は不公正な事業競争を引き起こすおそれのある当該市場における競争者の事業を排除、あるいは破滅させることを目的として、原価に満たない価格、又は著しく低い価格を設定して商品又はサービスを提供すること
・不公正な事業競争を引き起こす可能性のある商品及び、あるいはサービスの価格の一部として製造原価及びその他の原価を決定することについて不公正な慣行を行う

(2) 支配的地位：二重ポジションの配置により、その支配的地位を集団で濫用しようとする企業主体の集団間に、次のような特別な関係が生じることをいう。

・価格と品質の両面で競争力のある商品やサービスを消費者が入手することを妨げる目的で、取引条件を決定する
・市場取引と技術開発を抑制する
・他の潜在的な事業者が当該市場に参入することを妨げる

一つの事業者又は事業者の集団が、(ⅰ)一定の種類の商品又はサービスの市場占有率において50%を超えて支配している場合、または (ⅱ)二者あるいは三者の事業者又は事業者の集団が、一定の種類の商品又はサービスの市場占有率において75%を超えて支配している場合には、支配的地位を有するものとみなされる。

(3) 株式の所有：二重ポジションの配置により、株式保有関係にある企業グループ間に特別な関係が発生し、当該株式保有により、次のような不公正な事業競争を引き起こす可能性がある場合。

(ⅰ) 一つの事業者又は事業者の集団が、一定の種類の商品又はサービスの市場占有率において50%以上支配することとなる場合

(ⅱ)二者あるいは三者の事業者が、一定の種類の商品又はサービスの市場占有率において75%以上を支配することとなる場合