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

(ベトナム国・AMATA スマートシティハロンにおける
スマートインフラマスタープラン策定事業)
報告書

令和３年３月

経　済　産　業　省

委託先：パシフィックコンサルタンツ株式会社

目　次

第 1 章　計画条件の整理 1-1

1.1　地域の現状・特性・開発ポテンシャル 1-1

1.1.1　ベトナムの社会経済状況 1-1

1.1.2　クアンニン省の社会経済状況 1-7

1.2　スマートシティの開発に関する政策・計画・ニーズ・整備状況 1-13

1.2.1　ベトナムにおけるスマートシティ開発の政策 1-13

1.2.2　スマートシティの開発計画 1-14

1.3　既存インフラの整備状況及び土地利用現況の把握 1-16

1.3.1　国家的インフラの整備状況・将来計画　（高速道路、国道、鉄道、空港・港湾） 1-16

1.3.2　クアンニン省の土地利用の状況・インフラの整備状況・将来計画 1-18

1.3.3　AMATA SMART CITY Ha long 開発予定地の土地利用及びインフラの状況 1-19

1.4　都市計画や開発に係る既存計画等の把握 1-21

1.5　開発 M/P の条件等（ビジョン・目標・コンセプト）の整理 1-24

1.6　プレミアムゾーン設定提案による事業化の推進 1-34

1.6.1　プレミアムゾーンの位置付け・考え方 1-34

1.6.2　プレミアムゾーン候補地の抽出の視点 1-34

1.6.3　プレミアムゾーンの候補地 1-36

1.7　イメージパースの作成 1-37

第 2 章　スマートインフラの開発計画（エネルギー・通信） 2-1

2.1　各種法規制及び制度の整理 2-1

2.1.1　法規制・制度 2-1

2.1.2　電源開発における国家基本方針（電力法） 2-2

2.1.3　電源開発における省基本方針（クアンニン省電源開発計画） 2-2

2.1.4　電源開発計画 2-3

2.1.5　FIT 制度 2-5

2.1.6　電力事業におけるライセンス（電力法、各種関連通達） 2-5

2.1.7　環境アセスメント（EIA）制度 2-7

2.2　エネルギー関連インフラの現状 2-8

2.2.1　クアンニン省ハロン周辺における電力システムの敷設状況 2-8

2.2.2　中低電圧送電網における容量と運転状況 2-9
2.3　ベトナムにおけるエネルギー情勢 2-12
2.3.1　発電種別および発電量 2-12
2.3.2　電力安定供給性 2-14
2.3.3　再生可能エネルギーの導入割合 2-15
2.3.4　電力料金 2-16
2.4　計画条件・基本方針の整理 2-16
2.4.1　エネルギー供給先の計画 2-16
2.4.2　エネルギー需要量の試算 2-17
2.5　スマートエネルギーシステムのテーマ設定 2-22
2.5.1　スマートエネルギーの方向性 2-22
2.5.2　本調査にて検討するエネルギーインフラ及びサービス 2-26
2.6　スマートエネルギーインフラの整備検討 2-27
2.6.1　環境配慮型安定電力供給サービス 2-27
2.6.2　停電バックアップサービス 2-46
2.6.3　エネルギーシェアサービス 2-49
2.6.4　高効率な地域熱供給サービス 2-53
2.7　スマートエネルギー事業の実施に向けた課題 2-56

第 3 章　スマートインフラの開発計画（上下水道） 3-1

3.1　マスタープランの概要 3-1
3.1.1　水源計画条件 3-1
3.1.2　上水道　計画条件 3-2
3.1.3　下水道　計画条件 3-4
3.1.4　雨水排水　計画条件 3-7
3.2　上下水道に係る開発計画及び法制度 3-9
3.2.1　上下水道に関連するベトナム国政府機関 3-9
3.2.2　開発計画 3-10
3.2.3　水源に関する基準 3-10
3.2.4　上水道に関する基準 3-11
3.2.5　下水道に関する基準 3-17
3.3　周辺の水源及び上下水道の現状 3-18
3.3.1　水源の現状 3-18
3.3.2　上水道の現状 3-19
3.3.3　下水道の現状 3-21
3.4　スマートな上下水道システムの検討 3-23

3.4.1 上下水道におけるスマート化のコンセプト 3-23
3.4.2 水道スマートメータの導入 3-24
3.4.3 健全な配水管網の構築 3-27
3.4.4 ビルトイン式全館浄水器の導入 3-29
3.4.5 セプティックタンクの廃止 3-31
3.4.6 ディスポーザーの導入 3-33
3.5 段階的な整備計画の検討 3-35
3.5.1 全体の段階的な整備計画 3-35
3.5.2 上下水道の段階的な整備計画 3-36
3.6 その他の提案 3-37
3.6.1 上水道 3-37
3.6.2 下水道 3-38

第 4 章 スマートインフラの開発計画（廃棄物） 4-1

4.1 現状把握 4-1
4.1.1 SJ 社によるマスタープランの概要 4-1
4.2 廃棄物処理に係る各種法規制・制度の整理 4-5
4.2.1 廃棄物関連の法体系 4-5
4.2.2 廃棄物の法的区分 4-6
4.2.3 廃棄物の処理責任 4-6
4.2.4 民間投資の可能性 4-6
4.2.5 通常固形廃棄物の処理方法 4-7
4.2.6 通常固形廃棄物処理施設における公害防止関連法規制 4-7
4.2.7 通常固形廃棄物処理施設を整備する上で必要な法手続 4-7
4.3 廃棄物・資源循環分野における国内・海外のスマート技術導入事例 4-9
4.3.1 国内のスマート技術導入事例 4-9
4.3.2 海外のスマート技術導入事例 4-12
4.4 廃棄物・資源循環分野の提案内容 4-14
4.4.1 テーマ設定 4-14
4.4.2 廃棄物処理フロー 4-18
4.4.3 適応可能な技術及びサービス 4-19
4.4.4 追加提案 4-22

第 5 章 スマートインフラの開発計画（交通・物流システム） 5-1

5.1 導入アイテムの選定 5-1
5.1.1 交通分野の現状 5-1

5.1.2 地域の現状・既存計画 5-2
5.1.3 導入アイテムの提案 5-4
5.1.4 留意事項 5-5
5.2 導入アイテム①：交通管制・マネジメントシステム 5-5
5.2.1 概要 5-5
5.2.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-7
5.2.3 事業費・維持管理費の試算 5-8
5.2.4 事業計画 5-9
5.3 導入アイテム②：公共交通・緊急車両優先信号システム 5-10
5.3.1 概要 5-10
5.3.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-10
5.3.3 事業費・維持管理費の試算 5-11
5.3.4 事業計画 5-11
5.4 導入アイテム③：バス高速輸送サービス（BRT） 5-12
5.4.1 概要 5-12
5.4.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-12
5.4.3 事業費・維持管理費の試算 5-15
5.4.4 事業計画 5-16
5.5 導入アイテム④：オンデマンド公共交通システム 5-17
5.5.1 概要 5-17
5.5.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-17
5.5.3 事業費・維持管理費の試算 5-19
5.5.4 事業計画 5-20
5.6 導入アイテム⑤：EV 無人運転車両を利用する宅配サービス 5-21
5.6.1 概要 5-21
5.6.2 導入においての課題 5-21
5.6.3 事業費・維持管理費の試算 5-22
5.6.4 事業計画 5-22
5.7 導入アイテム⑥：交通結節点 5-23
5.7.1 概要 5-23
5.7.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-23
5.7.3 事業費・維持管理費の試算 5-25
5.7.4 事業計画 5-26
5.8 導入アイテム⑦：モビリティ・アズ・ア・サービス（MaaS） 5-27
5.8.1 概要 5-27
5.8.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-27

5.8.3 事業費・維持管理費の試算 5-28
5.8.4 事業計画 5-28
5.9 導入アイテム⑧：その他の最先端公共交通サービス 5-29
5.9.1 概要 5-29
5.9.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-29
5.9.3 事業費・維持管理費の試算 5-32
5.9.4 事業計画 5-33
5.10 導入アイテム⑨：スマートモビリティを見据えた道路空間 5-34
5.10.1 概要 5-34
5.10.2 AMATA スマートシティハロンへの導入 5-34
5.10.3 事業費・維持管理費の試算 5-37
5.10.4 事業計画 5-38
5.11 本邦都市インフラ技術の適用可能性 5-39
5.11.1 交通マネジメント技術 5-39
5.11.2 BRT 5-40
5.11.3 最先端公共交通サービス 5-41
5.11.4 交通結節点 5-41
5.11.5 無人運転技術 5-42
5.11.6 道路整備 5-42

第 6 章 スマートインフラ開発マスタープランの策定（防災） 6-1

6.1 防災システムの計画策定 6-1
6.1.1 ベトナム政府の防災に係る都市づくりの方向性・戦略 6-2
6.1.2 スマートシティ開発における防災の考慮事例（ベトナム国内） 6-4
6.1.3 スマートシティ開発における防災の考慮事例（東南アジア周辺国） 6-4
6.1.4 スマートシティ開発における防災の考慮事例（日本の事例） 6-5
6.2 調査対象地における災害リスク 6-6
6.2.1 調査対象地の自然条件及び災害リスク概要 6-6
6.2.2 調査対象地の現地状況 6-7
6.2.3 マスタープラン（SJ）に基づく開発後の災害リスク 6-10
6.3 防災インフラ整備に係るビジョン及び事例 6-11
6.3.1 防災インフラ整備におけるビジョン及びコンセプト 6-11
6.3.2 防災インフラ施策のメニュー 6-12
6.3.3 防災の主流化 6-13
6.4 防災インフラ整備の提案 6-14

6.4.1 ICT 技術を活用した予警報情報・防災情報の提供（安心・安全なまちづくり） 6-14
6.4.2 移動系デジタル防災行政無線システム(参考事例) 6-16
6.4.3 軟弱地盤対策（D-Box）（参考事例） 6-17

第 7 章 スマートインフラのデータ利活用（分野横断型のイノベーション創出） 7-1

7.1 データ利活用検討における前提条件の整理 7-1
7.1.1 ベトナムにおけるデータ利活用戦略 7-1
7.1.2 データ利活用に関する日本の事例：Society5.0 というコンセプト 7-1
7.1.3 スマートシティとスーパーシティの定義 7-2
7.1.4 スマートシティリファレンスアーキテクチャ 7-3
7.1.5 利活用データの整理について 7-5
7.2 データ利活用による価値創出コンセプトの検討 7-6
7.2.1 スマートシティにおけるデータ利活用方針の前提条件の検討 7-6
7.2.2 スマートシティサービスにおけるデータの整理 7-13
7.2.3 個別の各インフラでのデータ利活用 7-13
7.2.4 複数のインフラが連携してのデータ利活用 7-14
7.2.5 都市 OS におけるスマートシティサービスの利活用データの整理 7-19
7.2.6 スマートシティ基盤データ 7-21
7.3 データ利活用実現に向けたロードマップ 7-26

第 8 章 都市 GHG プロトコルに基づくスマートシティ評価 8-1

8.1 背景 8-1
8.2 試算方法・結果 8-1
8.2.1 試算方法 8-1
8.2.2 試算結果 8-5

第 9 章 事業化手法・事業性分析と本邦都市インフラ技術の適用可能性 9-1

9.1 事業化手法 9-1
9.1.1 エネルギー 9-1
9.1.2 上下水 9-2
9.1.3 廃棄物処理 9-2
9.1.4 交通・物流 9-3
9.1.5 データ利活用 9-4
9.2 事業化スキーム 9-4
9.2.1 エネルギー 9-5

9.2.2 上下水 9-6
9.2.3 廃棄物処理 9-7
9.2.4 交通・物流 9-7
9.2.5 データ利活用 9-8
9.3 資金調達方法 9-9
9.3.1 海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）による投資 9-9
9.3.2 エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業 9-9
9.3.3 二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業（JCM 設備補助） 9-9
9.4 概算事業費の試算 9-10
9.4.1 エネルギー 9-10
9.4.2 上下水 9-12
9.4.3 廃棄物処理 9-14
9.4.4 交通・物流 9-16
9.5 事業採算性の分析 9-20
9.5.1 エネルギー 9-20
9.5.2 上下水 9-21
9.5.3 廃棄物処理 9-23
9.5.4 交通・物流 9-25
9.6 ビジネスモデルの検討 9-28
9.7 本邦都市インフラ技術の適用可能性 9-29
9.7.1 エネルギー 9-29
9.7.2 上下水 9-29
9.7.3 廃棄物処理 9-30
9.7.4 交通・物流 9-30
9.7.5 防災 9-31
9.7.6 データ利活用その他 9-31
9.7.7 AMATA との協議 9-31

第 10 章 事業化計画の策定（まとめ） 10-11

APPENDIX 1 他のスマートシティにおけるデータ利活用事例 App1-1
APPENDIX 2 AMATA 最終報告 App2-1

図目次

図 1-1：人口の推移及び将来推計 1-1
図 1-2：開発予定地における土地利用現況図 1-19
図 1-3：開発予定地における現況のインフラ整備状況 1-20
図 1-4：開発予定地周辺の土地利用計画 1-23
図 1-5：AMATA スマートシティハロンの CONCEPT VISION（一部抜粋） 1-24
図 1-6：土地利用計画 1-25
図 1-7：土地利用別の面積と割合 1-25
図 1-8：計画人口 1-26
図 1-9：容積率・延べ床面積・建物階数（土地利用計画の詳細） 1-27
図 1-10：6MAJOR PROJECT 1-28
図 1-11：GATEWAY CORE FORMATION 1-28
図 1-12：PUBLIC TRANSPORTATION DEVELOPMENT 1-29
図 1-13：PEDESTRIAN NETWORK 1-29
図 1-14：SMART LIVING DEVELOPMENT 1-30
図 1-15：RECREATION & RESILIENCE CORE DEVELOPMENT 1-30
図 1-16：WATERFRONT LANDSCAPE DEVELOPMENT 1-31
図 1-17：6 大プロジェクトまちづくり展開イメージ 1-32
図 1-18：広域的な交通結節点 1-34
図 1-19：LAND USE PLAN 1-35
図 1-20：所得層でのゾーニング 1-35
図 1-21：プレミアムゾーンの候補地 1-36
図 1-22：イメージパース 1-37
図 2-1：バイチャイエリアの中電圧送電系統の敷設状況 2-10
図 2-2：バイチャイエリア（ハロン市）における中電圧系統の系統図 2-11
図 2-3：発電種類別 発電電力量構成（2018）（注：水力には小水力含む） 2-12
図 2-4：発電種類別 設備容量構成（2018） 2-12
図 2-5：発電種類別　総発電量の推移（2010～2018） 2-13
図 2-6：総電力消費量の推移（2010～2018） 2-13
図 2-7：ベトナムの SAIDI・SAIFI の推移（2012～2019） 2-14
図 2-8：SAIDI・SAIFI の ASEAN 加盟国比較（2020） 2-14
図 2-9：再生可能エネルギー発電電力量構成（2018） 2-15
図 2-10：開発フェイズとゾーンの整理 2-17
図 2-11：フェイズごとの最大負荷カーブ 2-20
図 2-12：フェイズごとの月別需要カーブ 2-21
図 2-13：一次変電所及び二次変電所までの送電計画（参考） 2-27
図 2-14：マルチトランスフォーマーシステムの模式図（上段：導入前／下段：導入後） 2-28

図 2-15：時限順送方式による健全区間への送電 2-29
図 2-16：開発エリア全体のゾーン割り 2-34
図 2-17：フェイズ別開発エリアと 110/22kV 変電所位置候補.....2-34
図 2-18：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 1） 2-35
図 2-19：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 2） 2-36
図 2-20：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 3） 2-36
図 2-21：22kV 幹線系統（ゾーン 1 east, フェーズ 3） 2-37
図 2-22：22kV 幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 1）.....2-37
図 2-23：22kV 幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 2）.....2-38
図 2-24：22kV 幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 3）.....2-38
図 2-25：22kV 幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 1）.....2-39
図 2-26：22kV 幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 2）.....2-39
図 2-27：22kV 幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 3）.....2-40
図 2-28：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 1）.....2-40
図 2-29：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 2）.....2-41
図 2-30：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 3）.....2-41
図 2-31：停電バックアップサービスの概念とシステムフロー.....2-46
図 2-32：域内外の系統障害における、バッテリーの有無と系統信頼性の違い.....2-47
図 2-33：安心安全な RE エリアで実現するエネルギーシェアサービスの概念.....2-49
図 2-34：実施エリア（フェイズ 3 の開発エリア） 2-53
図 2-35：導入システムのイメージ 2-54
図 3-1： Yen Lap 湖　位置図..... 3-1
図 3-2：マスタープラン　上水道の主要施設概要図 3-3
図 3-3：マスタープラン　下水道の主要施設概要図 3-6
図 3-4：マスタープラン　雨水排水区域 3-8
図 3-5：Yen Lap 湖を水源とする浄水場位置図.....3-19
図 3-6：Quang Ninh 省の下水処理場　位置図.....3-22
図 3-7：水道スマートメータ導入とその効果 3-24
図 3-8：ビルドイン式全館浄水器の設置位置 3-29
図 3-9：ディスポーザーのシステム概略 3-33
図 3-10：AMATA スマートシティハロンの段階的な整備計画.....3-35
図 4-1：廃棄物管理のフロー 4-18
図 4-2：対象地域における循環型社会モデル 4-22
図 4-3：MRF①の処理フロー（概要） 4-23
図 4-4：MRF②の処理フロー（概要） 4-24
図 4-5：WtE の処理フロー.....4-25
図 4-6：CS 処分場イメージ図 4-26
図 5-1：AMATA スマートシティハロン開発予定地の現状..... 5-2
図 5-2：AMATA スマートシティハロンの位置..... 5-3
図 5-3：AMATA SMART CITY HALONG Concept Master Plan における道路計画 5-3

図 5-4：「スマートシティ戦略宣言」（抜粋）と導入アイテム..... 5-4
図 5-5：交通管制センター..... 5-5
図 5-6：主要道路と主要交差点 38 箇所..... 5-7
図 5-7： BRT 路線と駅の候補.....5-12
図 5-8： BRT 施設横断図（上：駅間、下：駅部）.....5-13
図 5-9：AMATA スマートシティハロンバスターミナルの乗車場配置の例.....5-25
図 5-10： 現在の土地利用状況.....5-35
図 5-11： D・Box 工法の道路への適用事例.....5-35
図 6-1：防災システム計画にあたっての留意項目..... 6-1
図 6-2：調査対象地の自然条件..... 6-6
図 6-3：現地写真撮影位置..... 6-7
図 6-4：現地写真..... 6-8
図 6-5：現地写真..... 6-9
図 6-6：防災情報提供の概念図.....6-14
図 6-7：移動系デジタル防災無線の国内事例.....6-16
図 6-8：D-Box 工法の概要(一般的な土のうとの比較).....6-17
図 6-9：D-Box 工法敷設例（日本における軟弱地盤路床への適用）.....6-17
図 7-1：ベトナムにおけるデータ利活用戦略..... 7-1
図 7-2：Society5.0 の概念..... 7-2
図 7-3：スマートシティとスーパーシティの定義..... 7-3
図 7-4：スーパーシティがカバーする領域（例示）..... 7-3
図 7-5：Society5.0 リファレンスアーキテクチャ..... 7-4
図 7-6：リファレンスアーキテクチャの構成要素..... 7-5
図 7-7：3 つの視点でのデータ利活用方針の検討イメージ..... 7-6
図 7-8： AMATA ハロンにおけるスマートシティ戦略案..... 7-7
図 7-9：AMATA ハロンにおけるスマートシティルールの整理..... 7-8
図 7-10：AMATA ハロンにおけるスマートシティ推進組織案.....7-10
図 7-11：AMATA ハロンにおけるスマートシティビジネスモデル案.....7-11
図 7-12： AMATA ハロンにおける体験デザイン検討.....7-12
図 7-13：3 つの視点でのデータ利活用方針の検討イメージ（再掲）.....7-13
図 7-14：新しいビジネス創生（イメージ）.....7-16
図 7-15：AMATA ハロンにおける活用データの整理（イメージ）.....7-18
図 7-16：リファレンスアーキテクチャの構成要素（再掲）.....7-19
図 7-17：都市 OS の連携方法によるデータ仲介例.....7-20
図 7-18： AMATA スマートシティハロンでの都市 OS のデータ仲介のイメージ.....7-21
図 7-19：第 1 ステップにおける都市 OS 機能のイメージ.....7-27
図 7-20：第 2 ステップにおける都市 OS 機能のイメージ.....7-28
図 8-1：建物用途別年間 CO_2 排出量の割合..... 8-2
図 9-1：スマートインフラサービスの事業化スキーム全体像..... 9-5
図 9-2：エネルギーサービスの事業化スキーム..... 9-6

図 9-3：上下水道サービスの事業化スキーム 9-6
図 9-4：廃棄物処理サービスの事業化スキーム 9-7
図 9-5：交通・物流サービスの事業化スキーム 9-8
図 9-6：データ利活用のコンセプト 9-8
図 9-7：JCM 設備補助を活用する際の事業体制 9-10
図 9-8：事業性の観点から推奨される上水道サービスの供用開始年 9-23
図 9-9：事業性の観点から推奨される廃棄物処理サービスの供用開始年 9-25
図 9-10：事業性の観点から推奨される交通サービスの供用開始年 9-27
図 9-11：ハロンタウンシップにおけるサービスの全体像 9-29

表目次

表 1-1：産業別就業者数の推移（2005-2011） 1-2
表 1-2：産業別就業者数の推移（2012-2017） 1-3
表 1-3：ベトナムの産業別実質 GDP 額と産業構成比 1-4
表 1-4：産業活動別製造業出荷指数（※）産業活動別・年度別..... 1-5
表 1-5：貿易額推移 1-6
表 1-6：クアンニン省の地点別の 1980 年～2010 年の平均気温（単位：℃） 1-7
表 1-7：クアンニン省の地点別の月別平均降水量（単位：mm） 1-7
表 1-8：クアンニン省における人口と出生率の変化 1-9
表 1-9：人口流出・流入率 1-9
表 1-10：産業別就業者数の推移 1-10
表 1-11：クアンニン省における分野別国内総生産額（単位：十億ドン） 1-11
表 1-12：クアンニン省における貿易額（単位：百万ドル） 1-11
表 1-13：2016 年から 2020 年までにおける温室効果ガスの排出削減目標.....1-12
表 1-14：2005 年～2016 年のクアンニン省における登録台数（台） 1-12
表 1-15：スマートシティ開発かかる主な政策決議・発表 1-13
表 1-16：ハノイ北部スマートシティ概要 1-14
表 1-17：ビンホームズスマートシティ概要 1-14
表 1-18：ビンホームズグランドパーク概要 1-15
表 1-19：ハロン市のスマートシティ化プロジェクト概要 1-15
表 1-20：クアンニン省における土地利用の推移（ha） 1-18
表 1-21：クアンニン省における 2010 年から 2020 年までの土地利用計画.....1-18
表 1-22：都市計画や開発に係る計画・ビジョン等 1-21
表 2-1：電力に関する法規制とその概要 2-1
表 2-2：PDP7 改訂版における発電別の設備容量計画 2-3
表 2-3：PDP7 改訂版における発電別の発電量計画 2-4
表 2-4：PDP7 改訂版と PDP8 草案の発電別の設備容量計画比較表 2-4
表 2-5：ベトナムの FIT 制度における売電価格 2-5
表 2-6：各電力事業におけるライセンス交付権限 2-7
表 2-7：ライセンスが免除となる電力事業 2-7
表 2-8：EIA 対象施設とその条件..... 2-8
表 2-9：クアンニン省における 110kV 変電所の運転状況（2016 年） 2-9
表 2-10：中低電圧送電線の容量と運転状況 2-9
表 2-11：ベトナムにおける電気料金の価格表（商工省決定より一部抜粋） 2-16
表 2-12：開発フェイズと用途別延べ床面積(m^2) 2-17
表 2-13：ゾーン別の最大負荷 2-18
表 2-14：ゾーン別の年間需要量 2-19
表 2-15：各テーマに対する背景・課題、対応方針およびインフラメニュー.....2-24
表 2-16：エネルギーインフラにおけるメニューとハロンへの適用による効果.....2-25

表 2-17：各エネルギーサービスの概要と対応するテーマ、メニューの関係.....2-26
表 2-18：負荷容量の算定と必要設備の検討.....2-30
表 2-19：需要想定（不等率考慮なし、単位：MW）.....2-31
表 2-20：需要想定（不等率考慮あり、単位：MW）.....2-32
表 2-21：契約口数想定（単位：口）.....2-33
表 2-22：配電設備の建設費のフェイズ別内訳.....2-42
表 2-23　配電設備（二次変電所の二次側）の概算費用・Phase 別内訳（CAPEX 1）.....2-43
表 2-24　送電設備（一次変電所～二次変電所）の概算費用・フェイズ別内訳（CAPEX 2）2-44
表 2-25：送配電システムの合計概算費用・フェイズ別内訳（CAPEX 1＋2）.....2-44
表 2-26　配電設備（二次変電所二次側）の概算維持管理費用・フェイズ別内訳（OPEX 1） 2-45
表 2-27　送電設備の概算維持管理費用・フェイズ別内訳（OPEX 2）.....2-45
表 2-28：送配電システムの概算維持管理費・フェイズ別内訳（OPEX 1+2）.....2-45
表 2-29：停電バックアップサービスにおける概算費用（CAPEX）.....2-48
表 2-30：停電バックアップサービスにおける概算費用（OPEX）.....2-48
表 2-31：収集データと検証事項.....2-50
表 2-32：AI 活用シーンの整理.....2-51
表 2-33：エネルギーシェアサービスにおける概算費用（CAPEX）.....2-52
表 2-34：エネルギーシェアサービスにおける概算費用（OPEX）.....2-52
表 2-35：総括表.....2-55
表 3-1：Yen Lap 湖　概要..... 3-1
表 3-2：マスタープラン　上水道の計画概要..... 3-2
表 3-3：マスタープラン　上水道の主要施設概要..... 3-2
表 3-4：マスタープラン　下水道の計画概要..... 3-4
表 3-5：マスタープラン　下水道の主要施設概要..... 3-5
表 3-6：マスタープラン　下水処理場の概要..... 3-5
表 3-7：流域ごとの雨水排水計画概要..... 3-7
表 3-8：マスタープラン　雨水排水の主要施設概要..... 3-8
表 3-9：上下水道に関連するベトナム国政府機関..... 3-9
表 3-10：表流水水質基準における利用用途別水質ランク.....3-10
表 3-11：ベトナム国と日本国及び WHO の水質基準の比較.....3-12
表 3-12：Yen Lap 湖の表層水質.....3-18
表 3-13：Yen Lap 湖を水源とする浄水場の水道水質.....3-20
表 3-14：Quang Ninh 省の下水処理場一覧.....3-21
表 3-15：スマートな上下水道システムの提案.....3-23
表 3-16：世界の水道スマートメーター一覧.....3-26
表 3-17：セプティックタンク廃止計画案.....3-32
表 3-18：段階的整備計画における上下水道の諸元.....3-36
表 4-1：マスタープランの概要（廃棄物処理）..... 4-1
表 4-2：SJ 社への質問回答により得られた内容..... 4-2

表 4-3：マスタープランの一部抜粋（廃棄物処理）【参考】 4-3
表 4-4：廃棄物関連の主な法令 4-5
表 4-5：廃棄物・資源循環分野の国内でのスマート技術導入事例.....4-10
表 4-6：集積場におけるスマート技術 4-12
表 4-7：収集におけるスマート技術 4-13
表 4-8：スマートシティ戦略の宣言における廃棄物・資源循環分野に関連するキーワード 4-14
表 4-9：分別促進に係るスマート技術・サービスの概要 4-20
表 4-10：廃棄物の収集運搬の効率化に係るスマート技術・サービスの概要.....4-21
表 5-1：交通管制システム機材 5-6
表 5-2：交差点機器 5-6
表 5-3：交通管制センター管理組織（想定） 5-8
表 5-4：AMATA スマートシティハロンへの交通管制・マネジメントシステムの導入費用5-8
表 5-5：公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用の試算結果.....5-11
表 5-6：BRT 候補路線の延長と駅数.....5-13
表 5-7：BRT 車両台数の試算.....5-14
表 5-8：AMATA スマートシティハロンへの BRT 導入費用の試算 5-15
表 5-9：運行方式（運行経路設定）によるオンデマンド公共交通の分類.....5-17
表 5-10：運行ダイヤ設定によるオンデマンド公共交通の分類.....5-18
表 5-11：発着地自由度によるオンデマンド公共交通の分類.....5-18
表 5-12：オンデマンド公共交通の導入費用の試算 5-19
表 5-13：オンデマンド公共交通の年間維持管理費用の試算.....5-20
表 5-14：AMATA スマートシティハロンを発着する主要中長距離バスの需要の試算.....5-24
表 5-15：AMATA スマートシティハロンバスターミナルの中長距離バス乗降場計画.....5-24
表 5-16：非公開 5-25
表 5-17：交通系 IC カードの一般的な機器構成 5-30
表 5-18：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの導入費用.....5-32
表 5-19：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの年間費用.....5-32
表 5-20：D・Box 工法の概要.....5-36
表 5-21：BRT 導入を見据えた道路スペース確保のための用地買収費用 5-38
表 5-22：非公開 5-38
表 5-23：本邦交通マネジメント技術の海外展開の例（JICA ODA 事業） 5-39
表 6-1：防災インフラ施策のメニュー 6-12
表 7-1：ベトナムにおけるデータ利活用に関連する法令 7-8
表 7-2：複数の分野のインフラが連携してのデータ利活用案.....7-15
表 7-3：データ種別の整理 7-19
表 7-4：データの仲介方式の分類 7-20
表 8-1：建物用途別年間エネルギー需要原単位 8-2

表 8-2:GHG 排出量削減の試算対象としたスマートインフラとそのベースラインシナリオ8-4
表 8-3：スマートインフラの GHG 排出量削減試算結果 8-5
表 9-1：エネルギー事業の事業化方式 9-1
表 9-2：上下水道事業の事業化方式 9-2
表 9-3：廃棄物処理事業の事業化方式 9-3
表 9-4：交通・物流事業の事業化方式 9-3
表 9-5：スマートエネルギーサービスの CAPEX 9-11
表 9-6：スマートエネルギーサービスの OPEX 9-11
表 9-7：上水道サービスの初期施設工事費 9-12
表 9-8：上水道サービスのランニングコスト 9-13
表 9-9：下水道サービスの初期施設工事費 9-13
表 9-10：下水道事業のランニングコスト 9-14
表 9-11：WtE 施設の建設・管理運営費 9-14
表 9-12：選別施設の建設・管理運営費 9-15
表 9-13：高度リサイクル施設の建設・管理運転費 9-15
表 9-14：クローズド型最終処分場の建設・管理運転費 9-16
表 9-15：AMATA スマートシティハロンへの交通管制・マネジメントシステムの導入費用（再掲） 9-17
表 9-16：公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用（再掲） 9-17
表 9-17：AMATA スマートシティハロンへの BRT 導入・維持管理費用（再掲） 9-18
表 9-18：オンデマンド公共交通の導入費用（再掲） 9-18
表 9-19：オンデマンド公共交通の年間維持管理費用（再掲） 9-18
表 9-20：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの導入費用（再掲） 9-19
表 9-21：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの年間費用（再掲） 9-19
表 9-22：BRT 導入を見据えた道路スペース確保のための用地買収費用（再掲） 9-19
表 9-23：事業性評価の共通前提条件 9-20
表 9-24：スマートエネルギーサービスの収入想定 9-20
表 9-25：送配電サービスの建設期間及び維持管理・運営期間 9-21
表 9-26：送配電サービスの事業性評価指標 9-21
表 9-27：上下水道サービスの収入想定 9-22
表 9-28：上水道サービスの事業性評価指標 9-22
表 9-29：廃棄物処理サービスの収入想定 9-23
表 9-30：廃棄物処理サービスの事業性評価指標 9-24
表 9-31：BRT 及びオンデマンド公共交通システムの収入想定 9-25
表 9-32： BRT 及びオンデマンド公共交通システムの事業性評価指標 9-26
表 9-33：エネルギー分野の協議記録（非公表） 9-29
表 9-34：上下水道分野の協議記録（非公表） 9-30
表 9-35：廃棄物分野の協議記録（非公表） 9-30
表 9-36：交通・物流分野の協議記録（非公表） 9-30

表 9-37：防災分野の協議記録（非公表） 9-31
表 9-38：データ利活用に関する協議記録（非公表） 9-31
表 9-39：AMATA との協議記録（非公表） 9-31

略語一覧

BOO	Build Own Operate	建設・運営・所有
BOT	Build Own Transfer	建設・運営・移転
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CAPEX	Capital Expenditure	資本的支出
Concept Master Plan	AMATA SMART CITY HA LONG Concept Master Plan	マスタープラン
EBITDA	Earnings Before Interest Taxes Depreciation and Amortization	利払い・税引・減価償却前利益
EPC	Engineering Procurement Construction	設計・調達・建設
ERAV	Electric Regulatory Agency of Vietnam.	ベトナム電力規制庁
EV	Electric Vehicle	電気自動車
EVN	VIETNAM ELECTRICITY	ベトナム電力総公社
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ITS	Intelligent Transport Systems	高度道路交通システム
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際開発機構
JOIN	Japan Overseas Infrastructure Investment Corporation for Transport & Urban Development	海外交通・都市開発事業支援機構
MaaS	Mobility as a Service	モビリティ・アズ・ア・サービス
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥法
MRF	Material Recovery Facility	（高度）リサイクル施設

NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NPV	Net Present Value	正味現在価値
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPEX	Operating Expenditure	事業運営費
OS	Operating System	オペレーティングシステム
PIRR	Project Internal Rate of Return	プロジェクト内部収益率
PPP	Public Private Partnership	官民連携パートナーシップ
QoL	Quality of Life	クオリティオブライフ
QUAPC	Quang Ningh People's Committee	クアンニン省人民委員会
QUAWACO	Quang Ning Water Supply Company	クアンニン水道会社
Rate District Planning	Rate District Planning 1/2000 Smart City AMATA Ha Long in Quang Yen Town	レートディストリクトプランニング
RFID	Radio Frequency Identifier	媒体に電波・電磁波を用いた ID（個別認識）システム
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	スキャダ
SJ 社	Surbana Jurong 社	スルバナジュロン社
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
URENCO	Urban Environmental Joint Stock Company,	都市環境公社
WtE	Waste to Energy	廃棄物発電

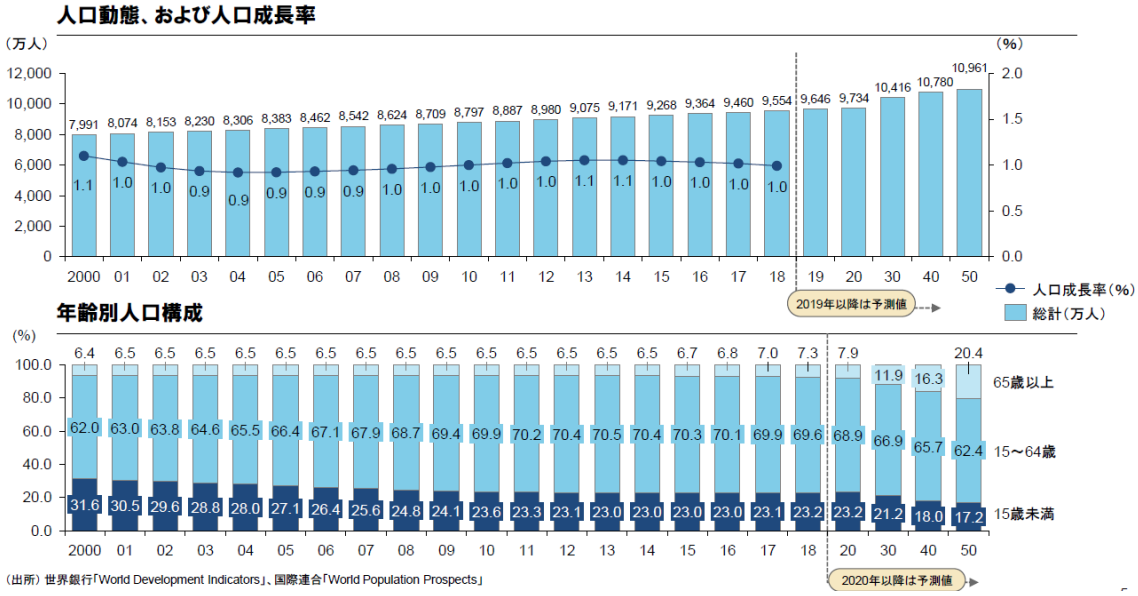
第1章　計画条件の整理

1.1　地域の現状・特性・開発ポテンシャル

1.1.1　ベトナムの社会経済状況

(1)　人口の推移及び将来推計

ベトナムの人口は現在増加傾向にあるが、将来は少子高齢化により停滞することが予想される。総人口 2030 年までに 1 億人を突破することが予測されている。また、年齢別人口構成では、2018 年時点では 65 歳以上の割合が 7.3%に対し 15 歳未満が 23.2%であるが、2050 年には 65 歳以上が 20.4%、15 歳未満が 17.2%と逆転することが予測されている。



出典：経済産業省「医療国際展開カントリーレポート　新興国等のヘルスケア市場環境に関する基本情報　ベトナム編（2021 年 3 月）」

図 1-1：人口の推移及び将来推計

(2)　産業別就業者数の推移

ベトナムの産業別就業者は、第 1 次産業から第 2 次、第 3 次産業へと移行しつつある。2013 年・2014 年をピークに、第 1 次産業の就業者数は減少傾向にある一方で、第 2 次産業、第 3 次産業などにおいては増加傾向にある。特に、第 2 次産業においては、製造業と建設業は就業者数が 2005 年から 2017 年までに約 2 倍に増加している。さらに、第 3 次産業においては、2005 年から 2017 年までに宿泊・飲食サービス業や情報通信業、管理・支援サービス業、芸術・娯楽及びレクリエーション業の就業者数が約 2〜3 倍に増加しているほか、不動産業の就業者数は 10 倍以上に増加している。

表 1-1：産業別就業者数の推移（2005-2011）

(千人/暦年)	2005	2007	2008	2009	2010	2011
合計	42,775	45,208	46,461	47,744	49,049	50,352
農業・林業及び漁業	23,563	23,932	24,303	24,606	24,279	24,363
鉱業及び採石業	257	299	291	292	276	279
製造業	5,031	5,665	5,999	6,449	6,646	6,973
電気・ガス・蒸気及び空調供給業	135	121	133	132	130	140
水供給・下水処理並びに廃棄物管理及び浄化活動	121	108	94	95	117	106
建設業	1,980	2,372	2,468	2,594	3,108	3,221
卸売・小売業並びに自動車及びオートバイ修理業	4,593	4,930	5,100	5,151	5,550	5,828
運輸・保管業	1,290	1,342	1,433	1,426	1,417	1,414
宿泊・飲食サービス業	825	1,096	1,307	1,574	1,711	1,995
情報通信業	151	181	205	228	257	269
金融・保険業	186	192	204	230	255	301
不動産業	19	54	52	65	101	119
専門・科学・技術サービス業	158	158	183	219	218	220
管理・支援サービス業	120	148	158	172	186	198
共産党・政治団体(公務及び国防・義務的社会保障事業)	1,680	1,666	1,651	1,597	1,570	1,542
教育・訓練	1,258	1,514	1,493	1,584	1,673	1,732
保健衛生及び社会事業	350	385	366	365	437	481
芸術・娯楽及びレクリエーション	82	130	180	211	232	250
その他サービス業	782	738	674	569	687	735
雇い主としての世帯活動及び世帯による自家利用のための区別されない財及びサービス生産活動	190	176	163	183	197	183
治外法権機関及び団体	5	5	3	3	3	3

出典：ベトナム統計局の情報を基に調査団作成

表 1-2：産業別就業者数の推移（2012-2017）

（千人/暦年）	2012	2013	2014	2015	2016	2017
合計	51,422	52,208	52,745	52,840	53,303	53,703
農業・林業及び漁業	24,357	24,399	24,409	23,259	22,315	21,565
鉱業及び採石業	286	268	253	238	236	211
製造業	7,102	7,267	7,415	8,083	8,867	9,316
電気・ガス・蒸気及び空調供給業	130	134	139	146	159	155
水供給・下水処理並びに廃棄物管理及び浄化活動	108	109	109	120	138	134
建設業	3,272	3,309	3,313	3,432	3,800	4,028
卸売・小売業並びに自動車及びオートバイ修理業	6,314	6,563	6,652	6,710	6,736	6,908
運輸・保管業	1,498	1,532	1,535	1,592	1,614	1,752
宿泊・飲食サービス業	2,137	2,217	2,301	2,441	2,482	2,486
情報通信業	284	298	318	338	343	338
金融・保険業	313	335	352	365	376	384
不動産業	148	150	158	166	180	226
専門・科学・技術サービス業	249	249	251	252	252	251
管理・支援サービス業	229	246	262	280	284	310
共産党・政治団体(公務及び国防・義務的社会保障事業)	1,583	1,631	1,697	1,707	1,702	1,729
教育・訓練	1,767	1,813	1,860	1,896	1,902	2,029
保健衛生及び社会事業	482	491	493	540	569	537
芸術・娯楽及びレクリエーション	256	272	286	295	305	286
その他サービス業	732	750	764	800	848	859
雇い主としての世帯活動及び世帯による自家利用のための区別されない財及びサービス生産活動	174	175	175	179	194	196
治外法権機関及び団体	3	3	2	3	3	4

出典：ベトナム統計局の情報を基に調査団作成

(3)　主要産業

ベトナムの産業は第 1 次産業から第 2 次・第 3 次産業の比重が高まってきている。産業構成比（実質 GDP、2018 年）は、第 1 次産業が 14.3%、第 2 次産業が 35.6%、第 3 次産業が 38.8%、生産上の課税補助金（Products taxes subsidies on production）が 11.3%となっている。2010 年と 2018 年を比較すると、第 1 次産業は GDP ベースでは年率 3.0%で増加しているもの、全 GDP に占める割合は 18.4%→14.3%と低下している。一方、第 2 次産業・第 3 次産業製造業の全 GDP に占める割合が増加いており、特に製造業は 12.9%→18.3%、卸売・小売業は 8.0%→9.7%と、大きく伸びている。

表 1-3：ベトナムの産業別実質 GDP 額と産業構成比

（金額：兆ドン/暦年）	2010 年基準			構成比		
	2010	2018	（年率）	2010	2018	（差分）
全体	2,158	3,493	6.2%	(100.0%)	(100.0%)	(-)
第１次産業	397	501	3.0%	(18.4%)	(14.3%)	(-4.0%)
第２次産業	693	1,242	7.6%	(32.1%)	(35.6%)	(+3.4%)
鉱業・採石業	205	208	0.2%	(9.5%)	(5.9%)	(-3.5%)
製造業	279	640	10.9%	(12.9%)	(18.3%)	(+5.4%)
公益業	77	170	10.4%	(3.6%)	(4.9%)	(+1.3%)
建設業	133	224	6.8%	(6.1%)	(6.4%)	(+0.3%)
第３次産業	797	1,355	6.9%	(36.9%)	(38.8%)	(+1.8%)
卸売・小売	173	339	8.8%	(8.0%)	(9.7%)	(+1.7%)
運輸・倉庫	62	102	6.5%	(2.9%)	(2.9%)	(+0.1%)
ホテル・レストラン	78	131	6.8%	(3.6%)	(3.8%)	(+0.2%)
情報・通信	20	38	8.5%	(0.9%)	(1.1%)	(+0.2%)
銀行・保険	117	202	7.2%	(5.4%)	(5.8%)	(+0.4%)
不動産	132	169	3.2%	(6.1%)	(4.8%)	(-1.3%)
専門サービス	28	48	7.0%	(1.3%)	(1.4%)	(+0.1%)
公共サービス	55	94	6.9%	(2.6%)	(2.7%)	(+0.1%)
教育・訓練	50	89	7.4%	(2.3%)	(2.5%)	(+0.2%)
その他サービス	83	142	6.9%	(3.9%)	(4.1%)	(+0.2%)
生産課税補助金	271	396	4.9%	(12.5%)	(11.3%)	(-1.2%)

出典：ベトナム統計総局を基に調査団作成

(4)　製造品出荷額

ベトナムの製造業出荷額の推移を示す。2012 年から 2018 年において、食品の製造・その他輸送機器の製造などを除くほとんどの産業活動で製造品出荷額が増加している。特に電子機器の製造、自動車の製造は製造品出荷額が約 20%程度増加している。

表 1-4：産業活動別製造業出荷指数（※）産業活動別・年度別

(※/暦年)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 (速報)
製造業全体	103.7	110.1	111.0	112.4	108.5	110.2	112.4
食品の製造	120.6	108.7	105.5	108.1	105.5	117.8	108.1
飲料の製造	94.6	112.9	106.4	106.3	113.1	117.7	111.0
たばこ製品の製造	105.5	106.2	90.4	103.7	102.8	119.4	106.9
繊維の製造	102.7	118.9	106.1	102.1	110.1	104.1	109.9
衣料品の製造	109.0	111.3	109.0	103.8	110.1	115.0	109.3
皮革及び関連製品の製造	98.6	125.2	123.7	112.8	104.5	101.2	107.8
家具を除く、木材及び木材とコルクの製品の製造・わら及び編組材料の製品の製造	..	..	..	..	..	108.2	103.5
紙及び紙製品の製造	83.7	106.8	108.1	109.6	100.7	98.7	116.6
記録されたメディアの印刷と複製	..	..	..	..	..	110.9	107.6
コークス及び精製石油製品の製造	..	..	..	..	..	87.7	160.6
化学薬品及び化学製品の製造	94.8	107.2	109.0	106.7	103.2	100.1	105.6
医薬品、医薬品、植物製品の製造	101.3	108.1	105.1	109.1	102.5	108.6	116.1
ゴム及びプラスチック製品の製造	89.1	115.0	105.0	103.6	106.0	116.4	102.7
その他の非金属鉱物製品の製造	86.7	102.5	108.0	111.8	110.1	119.4	112.4
貴金属の製造	98.4	104.6	106.4	121.1	112.9	113.5	119.0
金属加工品の製造（機械設備を除く）	96.0	107.1	114.7	101.6	108.6	98.8	106.1
コンピュータ、電子及び光学製品の製造	111.7	160.4	146.0	146.2	116.4	125.6	112.1
電子機器の製造	78.2	118.4	110.8	110.1	106.2	95.8	105.7
機械設備の製造	..	..	..	..	..	125.3	103.4
自動車の製造；トレーラー及びセミトレーラー	86.4	131.1	116.2	125.7	121.0	115.6	127.0
その他輸送機器の製造	130.7	103.4	91.2	97.3	102.5	111.5	101.7
家具の製造	95.7	97.9	104.2	108.6	109.1	101.2	110.9
その他の製造	..	..	..	..	..	123.8	102.3

※2010 年を 100 とした製造品出荷額
出典：ベトナム統計局を基に調査団作成

(5)　貿易額及び主要貿易品目

貿易額は、2000 年から 2017 年までにおいて、輸出額・輸入額ともに約 15 倍に増加している。2000 年代は貿易赤字の状況が続いていたが、現在、輸出・輸入はほぼ均衡がとれた状態となっている。

主要貿易品目は、繊維・縫製品、携帯電話・同部品、PC・電子機器・同部品、機械設備・同部品などである。

表 1-5：貿易額推移

(百万ドル/暦年)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
輸出額	14,483	15,029	16,706	20,149	26,485	32,447	39,826	48,561	62,685
輸入額	15,637	16,218	19,746	25,256	31,969	36,761	44,891	62,765	80,714
(百万ドル/暦年)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
輸出額	57,096	72,237	96,906	114,529	132,033	150,217	162,017	176,581	215,119
輸入額	69,949	84,839	106,750	113,780	132,033	147,849	165,776	174,978	213,215

出典：ベトナム統計局を基に調査団作成

1.1.2　クアンニン省の社会経済状況

(1)　位置

クアンニン省はベトナムの北東に位置し、省の北部は中国の国境と接している。また、東部はトンキン湾、西部はランソン省、バクザン省、ハイズオン省、南部はハイフォン市と接している。

(2)　気候

クアンニン省は熱帯気候の地域で平均気温は 21℃を超え、平均湿度は 84%と蒸し暑く、雨期が存在する。年間降雨日数は 90～170 日間で、年間降水量は 1,700～2,400mm、特に夏季である 7 月や 8 月に集中して雨が降り、この時期の降水量は年間降水量の 85%以上を占める。一方で冬季には 150～400mm 程度しか降らない。

表 1-6：クアンニン省の地点別の 1980 年～2010 年の平均気温（単位：℃）

（地点/℃）	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
Bãi Cháy	16.4	17.3	19.6	23.5	26.8	28.6	28.7	28.1	27.2	25.1	21.6	18.0	23.4
Uông Bí	16.9	17.9	20.4	24.0	26.9	28.8	28.9	28.3	27.2	24.9	21.7	18.1	23.7
Cửa Ông	15.7	16.5	19.1	23.1	26.6	28.3	28.5	28.0	26.9	24.7	21.2	17.5	23.0
Tiên Yên	15.4	16.6	19.3	23.2	26.2	27.8	28.0	27.6	26.5	24.0	20.3	16.6	22.6
Móng Cái	15.3	16.7	19.2	23.4	26.5	28.1	28.4	28.0	27.1	24.8	20.7	17.0	22.9
Cô Tô	15.3	15.7	18.2	22.3	26.1	28.3	28.6	28.3	27.4	25.3	21.7	17.7	22.9

出典：クアンニン省ウェブサイトを基に調査団作成
（https://www.quangninh.gov.vn/Sites/en-us/Trang/ChiTietBVGioiThieu.aspx?bvid=135）

表 1-7：クアンニン省の地点別の月別平均降水量（単位：mm）

（地点/mm）	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
Bãi Cháy	25.3	23.4	49.5	76.6	175.6	274.1	343.7	403.8	277.6	141.4	33.0	14.9	1,838.8
Uông Bí	24.1	23.7	52.2	77.7	186.4	268.4	311.6	348.1	208.1	90.0	35.0	22.7	1,648.0
Cửa Ông	33.0	29.3	55.4	80.0	207.1	284.7	421.9	452.5	322.5	146.3	42.1	18.5	2,093.2
Tiên Yên	37.2	41.5	65.7	96.1	239.8	351.5	478.0	393.8	300.7	150.0	46.3	25.6	2,226.3
Móng Cái	41.8	32.3	66.8	93.1	251.3	471.5	689.4	514.1	277.7	109.9	88.1	33.1	2,669.1
Cô Tô	25.9	24.6	46.3	72.9	152.9	207.8	315.3	370.8	320.6	105.7	40.5	23.0	1,706.4

出典：クアンニン省ウェブサイトを基に調査団作成
（https://www.quangninh.gov.vn/Sites/en-us/Trang/ChiTietBVGioiThieu.aspx?bvid=135）

(3)　地形

クアンニン省は山間部と沿岸部からなる省である。また、国土の 80%以上が山地で、2,000 以上の浮島も山である。山岳地帯は、東部の山岳地帯と西部の山岳地帯に分けられる。

内陸部と海岸の平原には、雨風により風化した低い丘陵地帯があり、畑や河川の流域が形成されている。クアンニン省の海と島々は独特の地形を持っており、2,000 以上の島々はベトナム国内に存在する島の 3 分の 2 を占めている。これらの島々は海岸に沿って 250km 以上に及び、多くの層に分かれている。最大の島はカイバウ島とバンセン島である。

バンドン県とコートー県は島嶼地区である。ハロン湾とバイトゥロン湾には何千もの島が存在し、その多くは洞窟を含んでいる。また、沖積堆積物のほかに潮汐作用により形成された白砂地帯もあり、場所によっては白砂鉱山が形成されている。

クアンニン省の海底の地形は急峻であり、水深の平均は 20m である。海底には古代の小川の名残があり、岩石の多い浅瀬が存在する。海岸に沿って水路、運河、港が形成されている。

(4) 人口の推移

クアンニン省の人口は近年急速に増加しているが、その主な要因は自然増加によるものである。2018 年時点のクアンニン省における人口は 1,266,500 人で、その人口増加率は 1.71%である。人口増加率は 2015 年の 0.99%から、毎年増加している。一方、2011 年から 2018 年においては人口流出が続いており、2018 年の純移動は-1.8‰となっている。一方、2018 年の自然増加率は 8.6‰で、自然増加による人口の増加が続いていると考えられる。

表 1-8：クアンニン省における人口と出生率の変化

暦年	平均人口（千人）	人口密度（人/km²）	人口増加率（%）	粗出生率（‰）	自然増加率（‰）
2011	1168	191.4	0.93	16.2	9.2
2012	1177.7	193	0.83	18.4	11.5
2013	1187.5	194.6	0.82	17.2	10.0
2014	1199.4	197	1.01	18.8	13.2
2015	1211.3	199	0.99	15.4	7.2
2016	1224.6	198	1.30	14.4	8.4
2017	1243.6	201	1.49	15.5	11.0
2018（速報）	1266.5	205	1.71	15.2	8.6

出典：クアンニン新聞ウェブサイトに基づき調査団作成

表 1-9：人口流出・流入率

暦年	人口流入率（‰）	人口流出率（‰）	純移動率（‰）
2011	3.6	5.5	-1.9
2012	2	4.8	-2.8
2013	4.5	10.4	-5.9
2014	3.8	7.8	-3.9
2015	1.7	3.6	-2
2016	1.1	2.2	-1.1
2017	1.1	1.7	-0.7
2018（速報）	1.4	3.2	-1.8

出典：ベトナム統計局を基に調査団作成

(5)　産業別就業者数の推移

クアンニン省の各分野における就業者数とその将来目標は以下のとおりである。農林水産業の就業者数は、2013 年の 23.4 万人から 2020 年には 18.6 万人へと年平均 3%ずつ減少する見込みである。一方、農林水産業以外のすべての分野では増加を見込んでおり、特に製造業・加工業、宿泊・ケータリングサービス業、銀行・金融・保険業は年平均 10%以上が見込まれる。

表 1-10：産業別就業者数の推移

産業分野	2013 年の就業者数（万人）	2020 年の就業者数（万人）	年平均成長率（%）
農林水産業	23.4	18.6	▲3
鉱業	10	10.7	1
製造業・加工業	5.9	14.0	13
電力・水・ガスの生産・配給業	1.1	1.5	4
建設業	2.8	3.8	4
卸売・小売、自動車等の修理業	8	12.1	6
運輸・倉庫業	3.5	6.5	9
情報通信産業	0.3	0.4	6
宿泊・ケータリングサービス業	2.9	7.7	15
銀行・金融・保険業	0.4	1.2	19
教育・研修関連	2.3	2.8	3

出典：クアンニン省「Plan of human resources development up to 2020, with vision to 2030」を基に調査団作成

(6)　主要産業

クアンニン省において、観光とサービスは重要な経済的役割を果たしている。前項で示したように、クアンニン省は今後、製造・加工産業などの割合を増加させていく見込みである。

(7)　製造品出荷額

クアンニン省における分野別国内総生産額（GDP）では、約 50%を製造業と建設業が占めている。2015 年においてサービス業が占める割合は約 30%であったが、2018 年には約 33%に増加している。

表 1-11：クアンニン省における分野別国内総生産額（単位：十億ドン）

（暦年/十億ドン）	2015	2016	2017	2018（速報）
農林水産業	7,350	7,896	8,329	8,783
製造業と建設業	54,165	60,195	65,303	72,311
サービス業	31,523	36,324	41,133	48,876
製造品税－製造品補助金	11,460	12,159	13,804	17,061
合計	104,498	116,574	128,569	147,031

出典：ベトナム統計局「SOCIO-ECONOMIC STATISTICAL DATA OF 63 PROVINCES AND CITIES (2020)」を基に調査団作成

(8)　貿易額

クアンニン省における輸出総額は 2015 年から 2018 年において約 62%増加している。おもな輸出品は手芸品・軽工業製品である。また、輸入総額は 2015 年から 2018 年において約 70%増加している。主な輸入品は燃料、原材料である。

表 1-12：クアンニン省における貿易額（単位：百万ドル）

（暦年/百万ドル）		2015	2016	2017	2018（予測）
輸出	輸出商品（総額）	21,903.1	22,839.5	31,497.0	35,347.
	主要輸出商品				
	手作り、軽工業製品	21,859.7	22,795.1	31,434.5	35,277.4
	農産物	0.4	0.4	0.5	0.6
	林業製品	43.0	44.0	62.0	69.0
輸入	輸入商品（総額）	18,832.4	18,499.2	30,516.0	26,821.0
	主要輸入商品				
	生産手段（A+B）	18,717.0	18,398.0	30,320.0	26,648.9
	A.　機械、器具、付属品	439.0	439.0	1,634.3	579.0
	B.　燃料、原材料	18,278.0	17,959.0	28,685.7	26,069.9
	消費材	34.9	34.9	63.2	55.4
	その他	80.5	66.3	132.8	116.7

出典：ベトナム統計局「SOCIO-ECONOMIC STATISTICAL DATA OF 63 PROVINCES AND CITIES (2020) 」を基に調査団作成

(9)　温室効果ガスの排出状況

クアンニン省では、2016 年から 2020 年までにおける温室効果ガスの排出削減目標が定められている。特に、エネルギー部門と農林業部門の総排出量削減率は、2010 年比で 35.53%減が目標とされている。

表 1-13：2016 年から 2020 年までにおける温室効果ガスの排出削減目標

部門	総排出削減量（百万 tCO_2）	削減率（%）
エネルギー部門・農林業部門	10.98	35.53
エネルギー部門	4.97	20.18
農業・森林・土地利用の変化	6.01	11.78

出典：クアンニン省「Plan to implement the national strategy on green growth in the period of 2014 – 2020 of Quang Ninh province」を基に調査団作成
（https://www.quangninh.gov.vn/so/sokhdt/Lists/TinTuc/Attachments/460/KHHD%20TTX%20Quang%20Ninh%20ver19June2015%20clean.pdf）

(10)　自動車・バイクの保有台数

2005 年から 2011 年の期間では、車両台数の増減率は約 18%増であったが、2011 年から 2016 年の期間では、車両台数の増減率は徐々に減少し、約 6%増となっている。

表 1-14：2005 年～2016 年のクアンニン省における登録台数（台）

（暦年/台）	自動車	バイク	合計
2005	11,296	177,816	189,112
2006	13,850	221,114	234,964
2007	17,814	259,751	277,565
2008	22,607	271,199	293,806
2009	26,556	288,968	315,524
2010	29,127	364,280	393,407
2011	33,975	465,055	499,030
2012	37,079	501,309	538,388
2013	41,004	536,576	577,580
2014	45,093	564,740	609,833
2015	49,086	599,359	648,445
2016	57,335	615,325	672,660

出典：Vietnam Register Department「MASTER PLAN FOR TRANSPORT DEVELOPMENT OF QUANG NINH PROVINCE TILL 2020, ORIENTATIONS TO 2030」を基に調査団作成
（ https://www.quangninh.gov.vn/So/sogiaothongvantai/Lists/ThuTucHanhChinhCong/Attachments/969/BCTH%20%20QH%20GTVT%20Quang%20Ninh.pdf）

1.2　スマートシティの開発に関する政策・計画・ニーズ・整備状況

1.2.1　ベトナムにおけるスマートシティ開発の政策

2018 年 8 月 1 日付の首相による決定（No.950 / QD-TTg）により、スマートシティの持続可能な開発に関するスキームが承認された。この決定では、2030 年に向けた、2018 年～2025 年の持続可能なスマートシティ開発計画を実施するため、7 つの優先課題グループがリストアップされた。

- ベトナムにおける持続可能なスマートシティ開発のための法的規範文書やメカニズム、政策のシステムの見直しと完成
- スマートシティ空間データベースシステムの構築・維持・運用
- スマートシティプランニングの研究・応用・開発
- スマートシティインフラの建設・運営のための財源誘致と計画の策定
- スマートシティ開発のためのパイロットプログラムやプロジェクトの策定と承認
- 電子政府の開発促進
- スマートシティの開発・運営に必要な管理者・専門家の研修・能力開発を段階的に推進する。

その他、スマートシティ開発にかかる主な政策決議・発表を下記に示す。

表 1-15：スマートシティ開発かかる主な政策決議・発表

名称	概要
No.13-NQ/TW	2012 年 1 月 16 日付 政治局の決議 2020 年までに近代的な工業国にするための同期的インフラシステムの建設に関して。
No.36-NQ / TW	2014 年 7 月 1 日付 Politburo の決議 持続可能な開発と国際統合の要件を満たすための IT アプリケーションの推進に関して。
No.05-NQ/TW	2016 年 11 月 1 日付 党中央委員会（第 12 期）決議 "早期にいくつかの特別行政経済区を建設し、優先的にいくつかのスマート都市を開発する"と明確に指摘している。
3098-BTTTT-KHCN	2019 年 9 月 13 日付　情報通信省の発表 2025 年に向けたベトナムの主要業績評価指標（KPI）に関して。

出典：調査団作成

1.2.2　スマートシティの開発計画

ベトナム国内では大都市を中心に複数のスマートシティ開発が進行中である。ベトナム国内で計画されているスマートシティ開発プロジェクトの概要について収集した事例を下記に示す。新都市開発（グリーンフィールド型）と既存の都市改良（ブラウンフィールド型）両面において、セキュリティや交通など多角的にスマート技術の導入が計画されている。

(1)　グリーンフィールド型

- ハノイ北部スマートシティ

エネルギー、交通、行政、教育、ビジネス、生活の 6 分野でスマート技術を取り入れていく構想で、第 5 世代移動通信システム（5G）、顔認証、ブロックチェーン技術などが導入される。開発計画は 5 フェイズに分かれており、現在はフェイズ 1 の段階で、2022 年に入居開始予定となっている。

表 1-16：ハノイ北部スマートシティ概要

名称	North Hanoi Smart city		
開発主体	BRG グループ、住友商事		
規模	272ha	**時期**	2028 年完成予定
出典	https://www.jetro.go.jp/biznews/2019/10/04374c94571e8cdc html https://propertyaccess.jp/articles/vietnam-propelling-smart-city-plans		

- ビンホームズスマートシティ（ハノイ市）

2020 年から一部入居開始しており、1.6ha の日本庭園などが開設されている。スマートセキュリティ、スマートマネジメント、スマートコミュニティ、スマートホームの 4 つの軸に基づくスマートエコシステムを導入する。

表 1-17：ビンホームズスマートシティ概要

名称	Vinhomes Smart City		
開発主体	ビンホームズ		
規模	280ha	**時期**	2021 年完成予定
出典	https://www.viet-jo.com/news/economy/190426174630.html https://ngoquocdung.com/		

- ビンホームズグランドパーク（ホーチミン市）

2019 年から段階的に入居が開始されている。顔認証システムや自動走行バスなどが導入される。

表 1-18：ビンホームズグランドパーク概要

名称	Vinhomes Grand Park		
開発主体	ビンホームズ、三菱商事、野村不動産		
規模	271ha	**時期**	2030 年完成予定
出典	https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/02/5f329350e9b75ebe html https://www.viet-jo.com/artical-intro/?id=357		

(2) ブラウンフィールド型

- ハロン市のスマートシティ化プロジェクト

クアンニン省は 2017 年～2020 年にハロン湾における旅客運輸への IT 応用、都市管理への IT 活用、効果的な観光活動への IT 活用（第 1 期）、スマート照明システムの構築、電子納税システムの導入という 5 つのプロジェクトに投資し、ハロン市を環境配慮型のスマートシティにすることを掲げている。2030 年までにクアンニン省の都市をベトナム及び ASEAN のトップスマートシティ化することを目標としている。

表 1-19：ハロン市のスマートシティ化プロジェクト概要

名称	Smart City Plan
推進主体	クアンニン省
時期	2020 年および 2030 年まで
出典	https://www.viet-jo.com/news/economy/190514160116.html https://quangninh.gov.vn/Sites/en-us/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=5038

1.3　既存インフラの整備状況及び土地利用現況の把握

1.3.1　国家的インフラの整備状況・将来計画　（高速道路、国道、鉄道、空港・港湾）

(1)　インフラ投資額

ベトナムでは活発なインフラ投資が行われている状況である。アジア開発銀行（ADB）によると、ベトナムの国と民間からのインフラへの投資額は、近年、GDP の約 5.7%に達しており、東南アジアで最も高く、アジアでは中国に次いで 2 番目に高い。世界経済フォーラム（WEF）が発行した「The Global Competitiveness Report」によると、2017-2018 年の検討期間において、ベトナムのインフラの能力と品質は 95 位／144 カ国（2011 年）から 79 位／137 カ国（2016 年）へと継続的に上昇しており、その中で道路インフラの品質指数は 92 位（28 位上昇）、海港は 82 位（31 位上昇）となっている。

ベトナムの 2018 年の物流効率指数（LPI）は 39 位/160 カ国で、2016 年（2011 年）と比較して 25 位上昇した（2011 年は 53 位/155 カ国）。東南アジア諸国連合（ASEAN）においては、ベトナムはシンガポール（7 位）、タイ（32 位）に次いで 3 位となった。

アジア開発銀行（ADB）は、ベトナムにおけるインフラ投資のニーズは 2017 年から 2030 年にかけて約 4800 億ドルになると試算している。

(2)　道路

2020 年時点で 1,041km 以上の幹線道路が稼働している。さらに、160km 以上の幹線道路の建設が投資されており、さらに南北東幹線道路を追加で 654km 建設することが 2017 年の国会で採択された（No.52/2017 / QH14）。 また、ランソン市-ヒューギ国境ゲート（ドンダン）間の幹線道路の 40km、バンドン-モンカイ間の高速道路の 92km を建設する投資も継続されている。

(3)　航空

近年、16%～18%の年平均成長率で伸びている航空輸送需要に対し、ノイバイ、タンソンニャット、ダナン空港が機能拡充されたほか、フーコックとバンドンに新しい空港が建設され、空港ネットワークの総容量を年間約 9,000 万人（2011 年の 2.5 倍）に引き上げられた。また、ロンタイン国際空港プロジェクトの実現可能性調査のフェイズ 1 が国会で承認された。

(4)　水運

13 万トンから 20 万トン（DWT）の大型船の受け入れが可能なカイメップ・ティヴァイ港やラックフェンの国際ゲートウェイ港への投資が間もなく完了し、米国西海岸、カナダ、ヨーロッパへの直行便の受け入れが可能となる。また、旅客港であるフーコックとハロンは世界最大の旅客船の受け入れが可能となる。さらに、ギソン、ダナン、クイニョン、カインホア、カントー地区の主要港湾のアップグレードと改修が行われ、港湾の総容量を 2011 年の 4.2 億トン/年から約 5.8 億トン/年に引き上げられる。

主な水路は、投資によるアップグレードが行われており、そのうち 1,082km の水路（メコン川デルタ）、462km の水路（北デルタ）へ改修と輸送能力向上のための投資がなされている。

(5)　鉄道

ベトナム交通省はハノイ市人民委員会、ホーチミン市人民委員会と協力し、5 つの都市鉄道プロジェクトの実施に注力している。トンネルなどインフラの強化および修復プロジェクトが実施され、鉄道の安全性の向上や運行時間の短縮がなされた。また、南北を結ぶ高速鉄道の予備実現可能性調査（プレ F/S）を 2020 年中に国会で承認を得ることを目指している。

(6)　インフラ整備の課題

活発なインフラ投資が行われているベトナムであるが、インフラ整備状況では課題が指摘されている。ベトナム政府 HP 掲載の NGUYEN VAN 交通大臣の記事によれば、道路建設においては、2020 年までに高速道路の稼働距離を 2000km にするという目標は達成されなかった。また、鉄道の近代化が遅れており、高速鉄道への投資が開始されていないほか、都市交通システムも最初の路線建設への投資がされた段階である。港湾システムは設計した容量を十分に活用できておらず、いくつかの空港では需要に対して過負荷となっている。こうしたことから、国際的な基準と比較しても、近代的なインフラシステムがまだ確立されていない。近代化が遅れている主な原因の 1 つは財源難で、投資と交通インフラの開発が需要に対して遅れているほか、整備された交通インフラを維持することができず、利用できる容量が限られている。また、交通インフラへの投資は依然としてリスクが高いにも関わらず、法的文書の整備が追い付いていない。

出典：https://mt.gov.vn/vn/tin-tuc/66850/phat-trien-ket-cau-ha-tang-giao-thong-“di-truoc-mot-buoc”-theo-huong-dong-bo--hien-dai.aspx
https://ngkt.mofa.gov.vn/phat-trien-co-so-ha-tang-dong-vai-tro-then-chot-doi-voi-tang-truong-kinh-te/
https://nhatnamland.vn/tin-tuc/viet-nam-quoc-gia-dan-dau-cuoc-dua-co-so-ha-tang-tai-khu-vuc-dong-nam-a/

1.3.2　クアンニン省の土地利用の状況・インフラの整備状況・将来計画

(1)　土地利用現況

2015 年から 2018 年におけるクアンニン省の土地利用については大きな変化はないが、2010 年から 2020 年における土地利用計画において、非農業地が約 50%増加し、都市区域も約 24%増加する見込みである。

表 1-20：クアンニン省における土地利用の推移（ha）

（暦年/ha）	2015	2016	2017	2018（速報）
土地面積	617.8	617.8	617.9	617.8
使用されている土地面積	545.9	546.1	547.0	548.1
農業地	61.5	61.3	61.0	60.8
森林地	373.0	373.2	372.9	373.7
特殊な土地利用	43.2	43.6	44.8	45.4
住宅地	8.1	8.1	8.2	8.2
未利用地	71.9	71.7	70.9	69.7

出典：ベトナム統計局「SOCIO-ECONOMIC STATISTICAL DATA OF 63 PROVINCES AND CITIES (2020)Land use planning to 2020」を基に調査団作成

表 1-21：クアンニン省における 2010 年から 2020 年までの土地利用計画

暦年	2010		2020	
区域	ha	構成率	ha	構成率
合計	610,235	-	617,779	-
農業地	460,119	75.4	461,951	74.78
非農業地	83,795	13.73	126,192	20.43
未使用地	66,321	10.87	29,636	4.79
経済区域	-	-	361,868	58.58
都市区域	82,841	13.58	103,007	16.69

出典：クアンニン省「Adjustment of land use plan to 2020 and using plan for last period (2016-2020)」を基に調査団作成
（ https://www.quangninh.gov.vn/So/sotainguyenmt/Lists/TinTuc/Attachments/8850/Nghi%20quyet%2015%20Dieu%20chinh%20QHSDD.pdf）

(2)　インフラの整備状況・将来計画

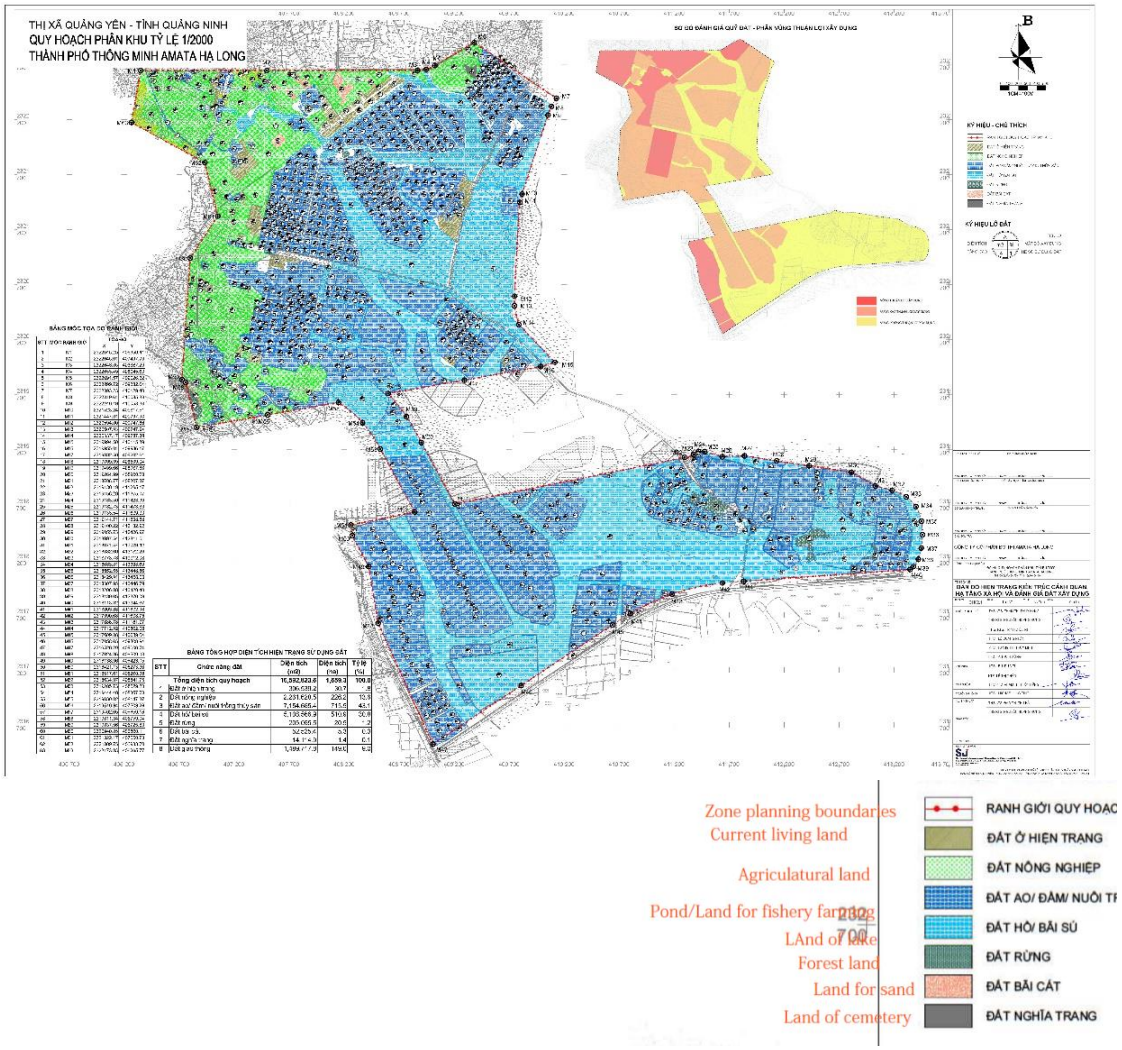
クアンニン省交通局の情報によると、近年、クアンニン省は社会経済インフラシステムの開発に投資するために財源を集中させている。国家の財源に加えて、社会が拡大しており、特に交通事業に関わる企業、工業団地、コンビナートなどへの投資が拡大している。

2013 年から 2018 年までのクアンニン省の PPP プロジェクトの投資資本は 44 プロジェクトに対し合計約 47 兆 VND である。そのうち、国家資本は約 4 兆 7000 億 VND を占め、残りは民間からの出資となっている。

1.3.3　AMATA SMART CITY Ha long 開発予定地の土地利用及びインフラの状況

(1)　土地利用現況

開発予定地の土地利用現況図を以下に示す。土地利用の現況としては、水辺、養殖場、農地が主となっている。

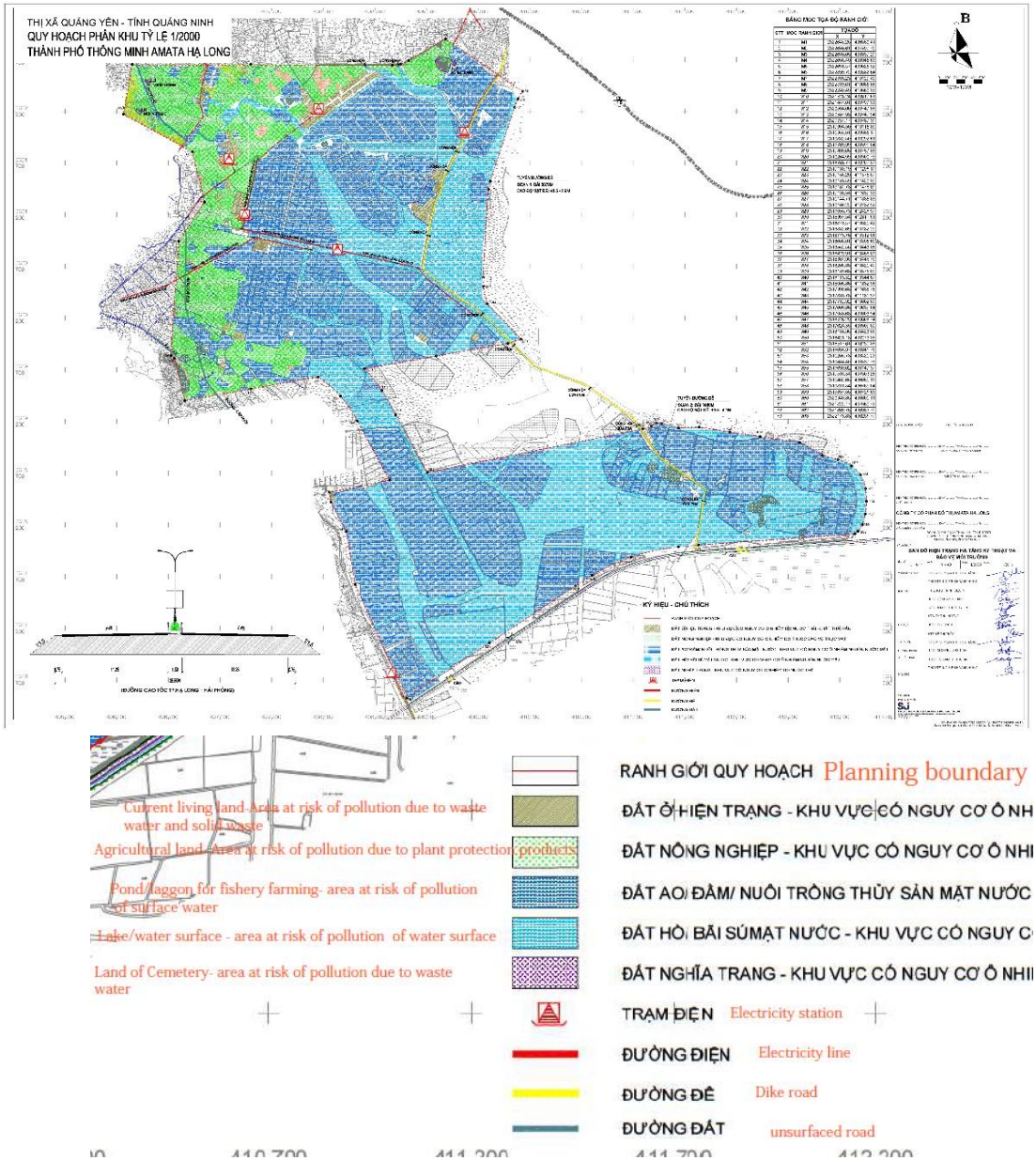


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-2：開発予定地における土地利用現況図

(2)　インフラの整備状況

開発予定地では、発電所、送電線、堤防道路が整備されている。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-3：開発予定地における現況のインフラ整備状況

1.4　都市計画や開発に係る既存計画等の把握

(1)　都市計画や開発に係る計画・ビジョン

クアンニン省内における都市計画や開発に係る計画・ビジョン等の一覧を下記に示す。

表 1-22：都市計画や開発に係る計画・ビジョン等

計画対象	名称
クアンニン省	2030 年までのクアンニン省地域のマスタープラン、2050 年までのビジョンと 2050 年以降の展望
	クアンニン省の 2020 年までの社会経済発展マスタープラン、2030 年までのビジョン
	クアンニン省の社会経済発展マスタープラン期間 2020 年～2025 年
	2030 年までのクアンニン省の建設計画と 2050 年以降の展望
	クアンニン省の 2020 年～2025 年のスマートシティ開発計画、2030 年までのビジョン
	クアンニン省の 2020 年～2025 年のスマートシティ開発計画、2030 年までのビジョン
	2020 年までの土地利用計画および末期（2016 年～2020 年）の計画の修正
	2020 年までのクアンニン省の環境計画と 2030 年までのビジョン
ハロン市	2020 年までの社会経済発展マスタープラン、2030 年までのハロン市の展望
	ハロン市の土地利用計画 2019
	2030 年までのハロン市の総合建設計画と 2050 年以降のビジョン
ウォンビ市	ウォンビ市の 2050 年へのビジョンを見据えた 2030 年までの総合建設計画
	ウォンビ市の 2020 年までの社会・経済発展マスタープランと 2030 年までのビジョン
	ウォンビ市の 2020 年までの社会・経済発展マスタープランと 2030 年までのビジョン
クワンエン地区	2030 年までのクワンエン地区の総合計画と 2050 年までのビジョン

出典：調査団作成

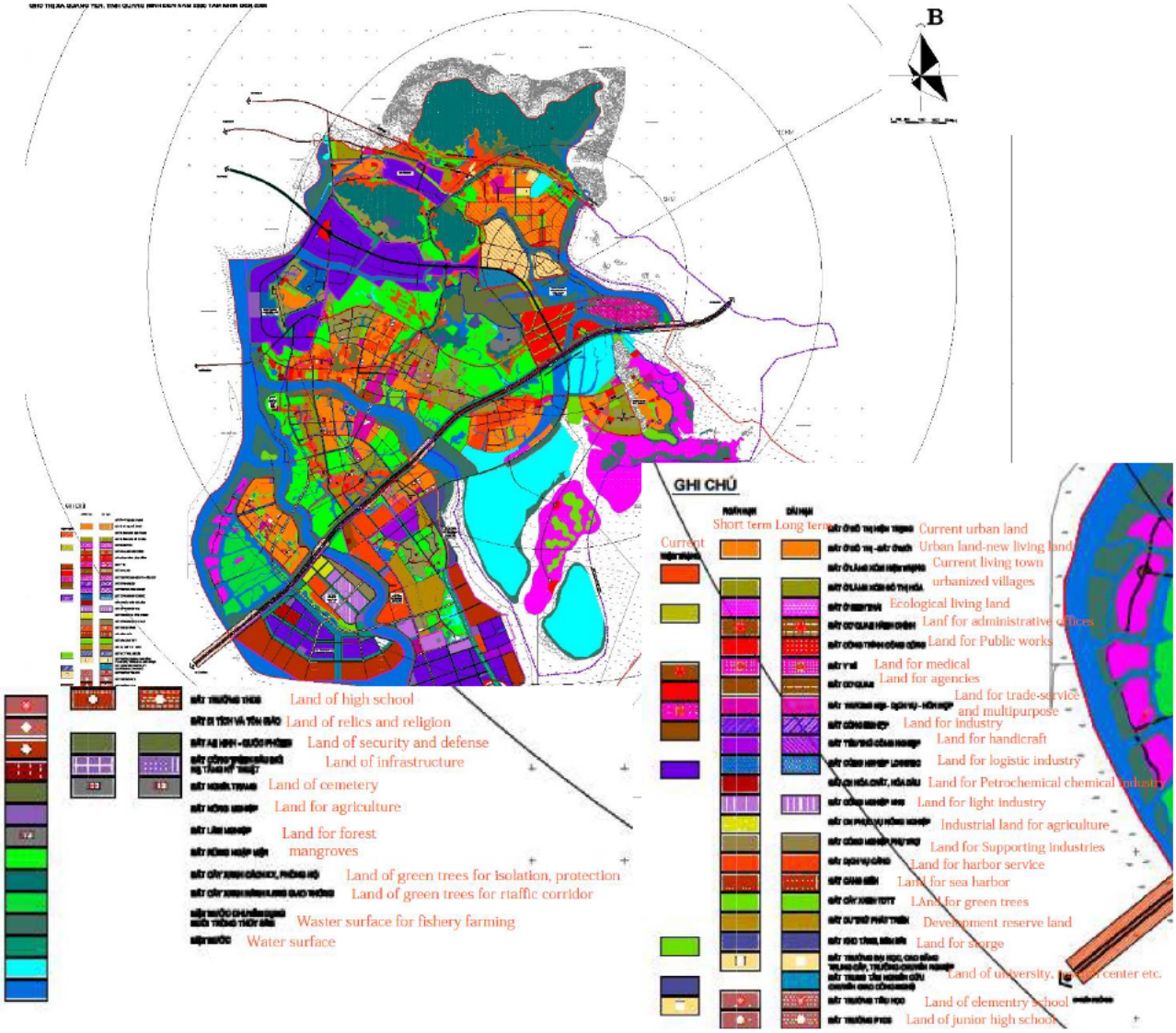
(2) 建設計画

クアンニン省は、地域の建設計画として以下のような指針を設定している。

- 4 つの衛星小地域（中国との国境ゲート経済区、バンドン県、コートー県、西部小地域、北部小地域）と共同して、ハロン市中心部（ハロン、カムファ、ホアンボー）を発展させる。
- クアンニン省はまた、都市工業の発展、沿岸観光と景観の発展、森林と島嶼地帯の発展に力を入れる。
- 2030 年までに、クアンニン省は現代的な産業化された省となり、国際観光センターといった、経済インフラシステム（都市中心部の同期的で現代的な技術インフラ）を通じた、北部及び全国の経済的な推進力の 1 つとなることを目指す。
- 2050 年までに、クアンニン省は国際的な規模の大都市になり、現代性と持続可能性の方向に観光と産業を発展させ、経済発展の国家的な原動力となり、国際的な歴史文化遺産、世界遺産、自然の豊かな地域となる。

(3)　開発予定地周辺の土地利用計画

クワンニン省クワンエン地区における土地利用計画について述べる。「クワンニン省クワンエン地区における 2030 年に向けての総合計画と 2050 年までのビジョン」における土地利用計画図によれば、AMATA CITY Ha long の開発予定地に隣接して大規模な工業団地（AMATA 工業団地等）が計画されている。また、国際会議場、テーマパーク、高級リゾート、金融センター、スポーツ・文化施設、エコツーリズムなどの複合的な都市的土地利用が計画されている。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-4：開発予定地周辺の土地利用計画

1.5　開発 M/P の条件等（ビジョン・目標・コンセプト）の整理

後述するスマートシティの開発ビジョン・コンセプトの検討に際し、開発予定地のビジョンや目標、コンセプトを把握し、検討に際しての基礎資料とした。

具体的には、コンセプトビジョンについてはスマートシティの開発ビジョンやコンセプトの基礎資料として、土地利用計画、計画人口については具体のスマートインフラの検討に際しての基礎資料として、容積率・延べ床面積・建物階数（土地利用計画の詳細）については、プレミアムゾーン検討の基礎資料として整理した。

(1)　コンセプトビジョン

「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」より、AMATA スマートシティハロン（開発予定地）のコンセプトビジョンを把握した。以下に示す。

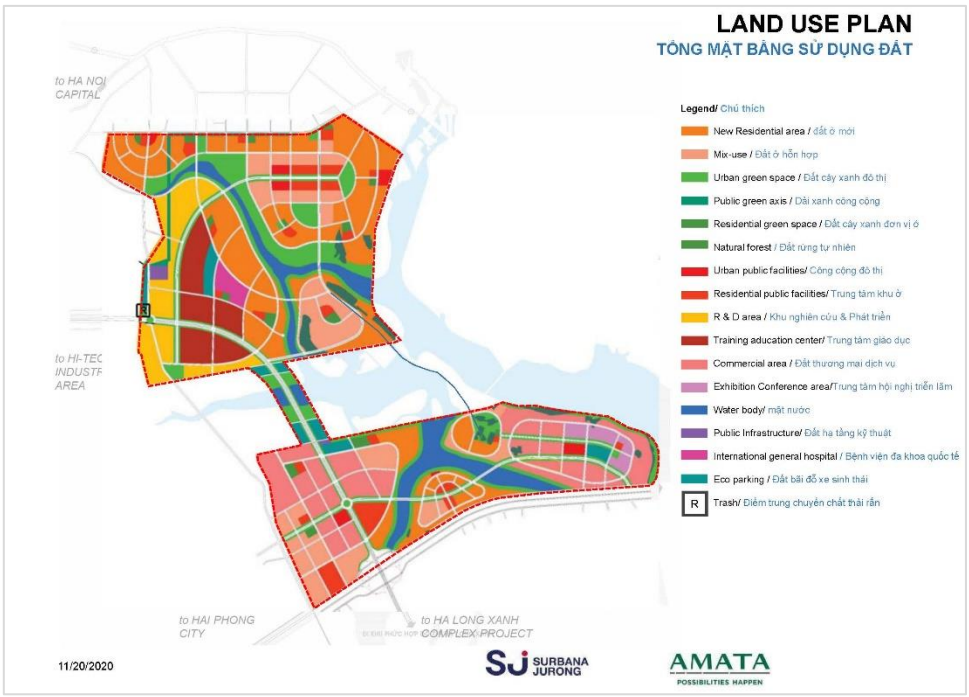
- ECO LIFE – NEW THERAPY – NEW GENERATION
- THE HEART OF WESTERN QUANG NINH
- CONTRIBUTES TO ANCHORING THE REPUTATION OF HA LONG BAY ON A GLOBAL SCALE
- WORLDWIDE APPROACHES
- A LOW CO2 FOOTPRINT CITY
- BALANCE & INTEGRATION
- A CITY ALIVE WITHIN NATURE

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-5：AMATA スマートシティハロンの CONCEPT VISION（一部抜粋）

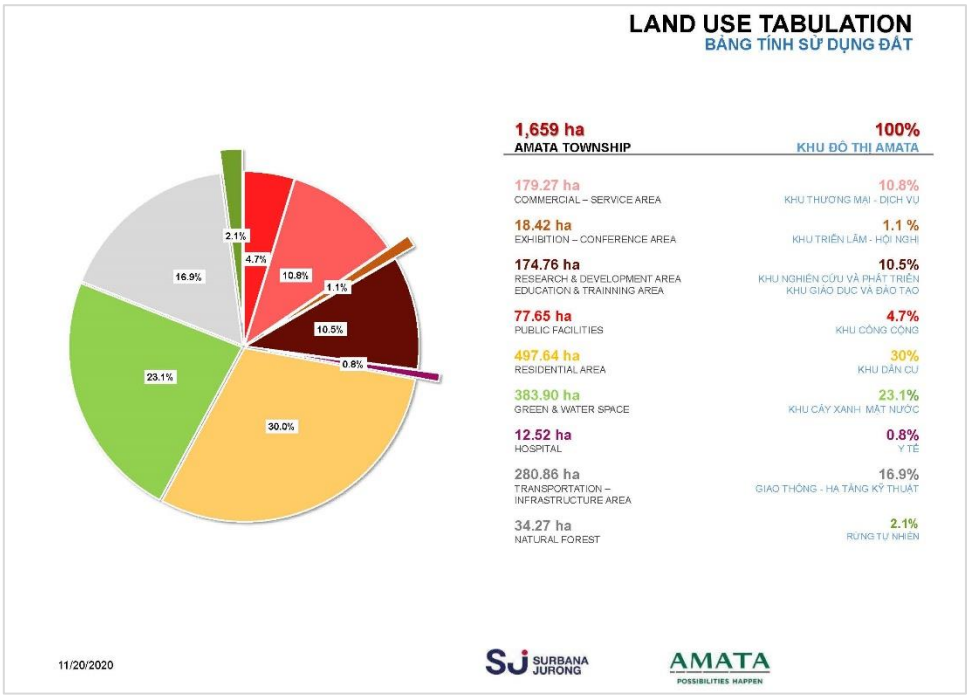
(2)　土地利用計画

開発予定地の土地利用計画及び土地利用別の面積と割合について把握した。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-6：土地利用計画

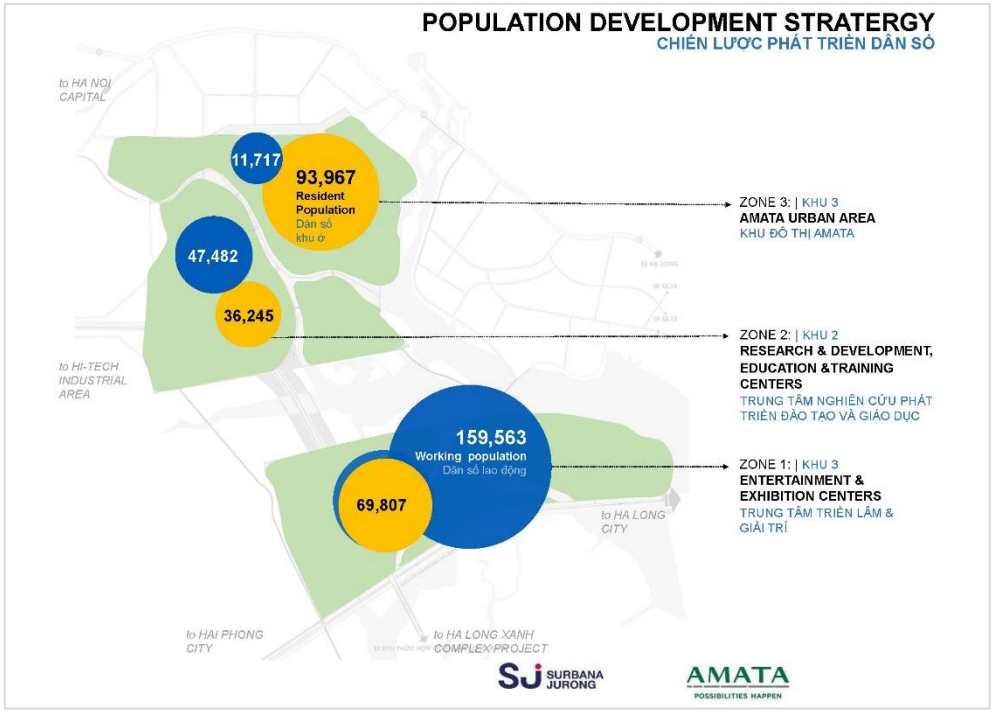


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-7：土地利用別の面積と割合

(3)　計画人口

開発予定地の計画人口について把握した。

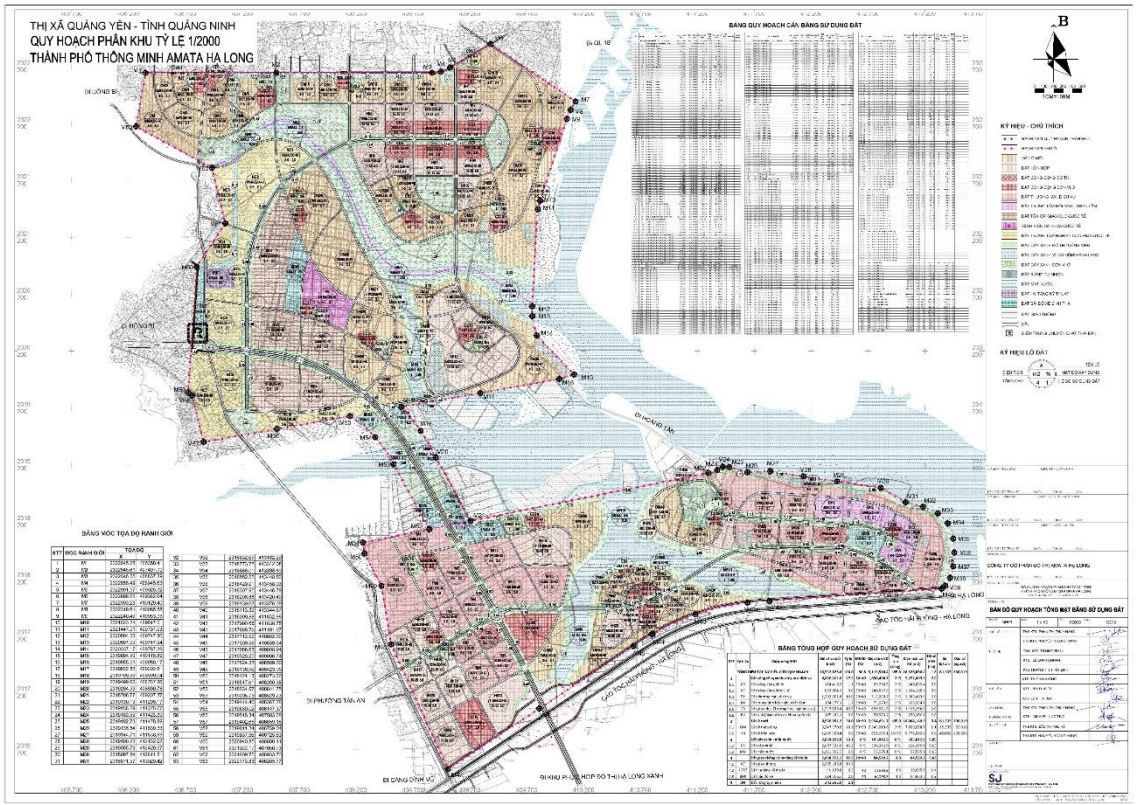


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-8：計画人口

(4)　容積率・延べ床面積・建物階数（土地利用計画の詳細）

開発予定地の小ゾーンごとの容積率・延べ床面積・建物階数について把握した。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-9：容積率・延べ床面積・建物階数（土地利用計画の詳細）

(5)　まちづくりの重要プロジェクト

上記のコンセプトおよび土地利用計画等を踏まえつつ、魅力あるまちづくりを進めるために、横浜市のまちづくりの考え方を取り入れた 6 つの重点プロジェクトをマスタープランでは位置づけている。

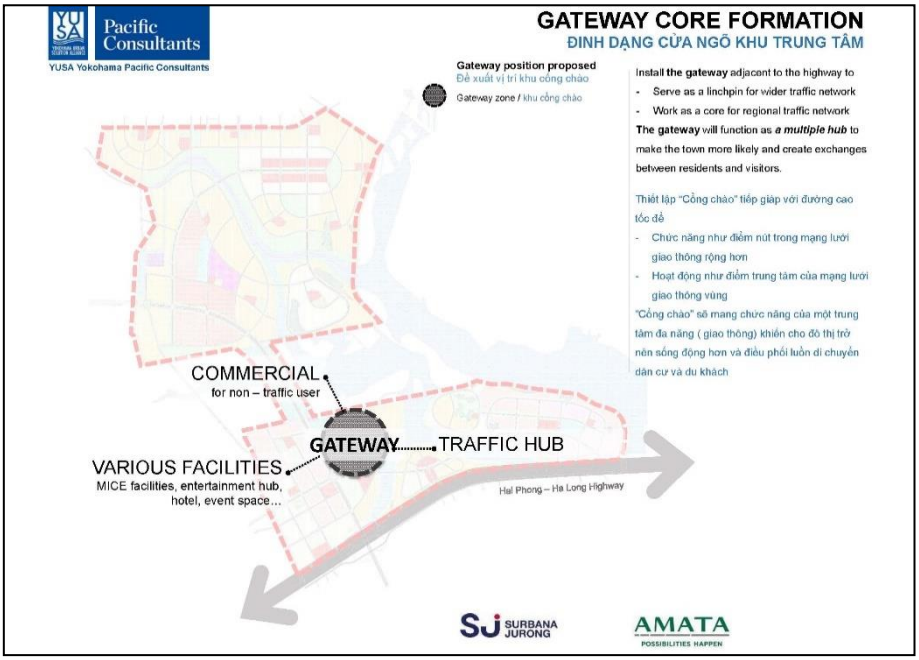
6 つのプロジェクトの選定は、本業務に先がけて実施された「CONSULTING SERVICES FOR THE PROJECT FOR ACCELERATING DEVELOPMENT OF SMART CITY IN “AMATA CITY CHONBURI” AND OTHER AMATA PROJECTS (Phase 2)」調査で作成したものを踏襲している。

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-10：6MAJOR PROJECT

コンセプトマスタープランにおける 6 つの重点プロジェクトのまちづくりへの展開について以下に示す。

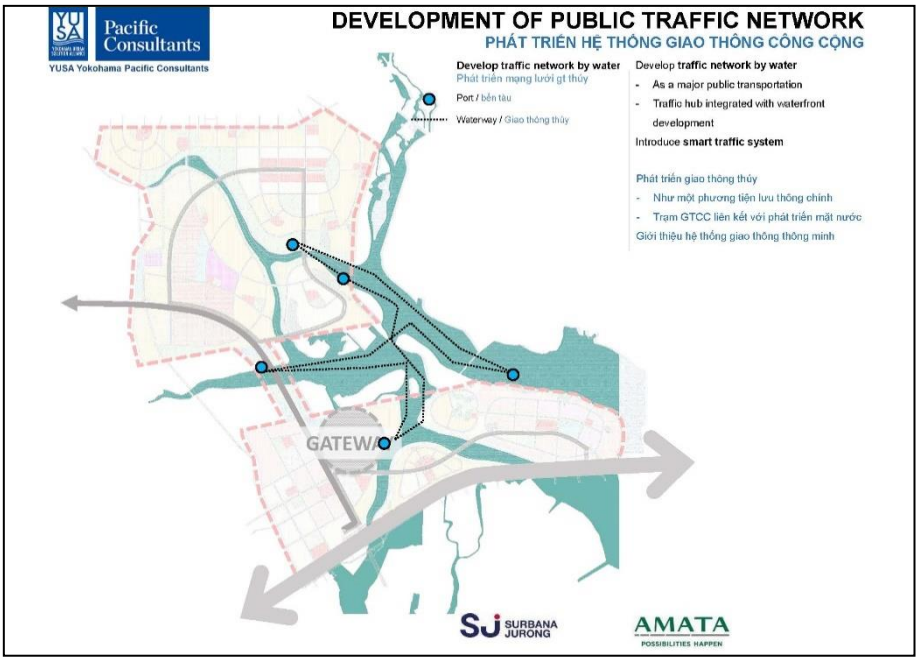
① ゲートウェイ拠点形成



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-11：GATEWAY CORE FORMATION

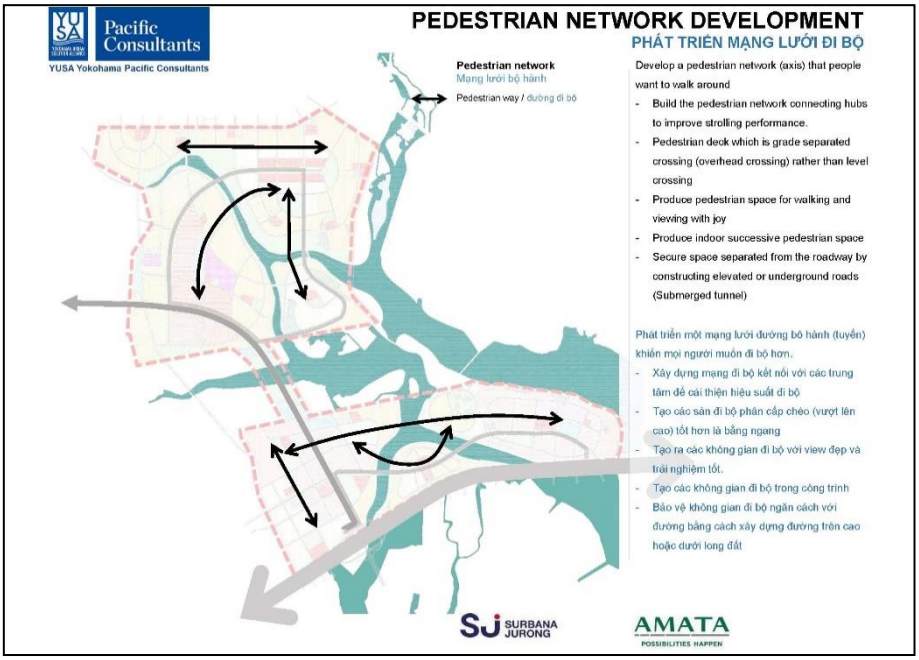
②　スマートリビングショーケース拠点形成



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-12：PUBLIC TRANSPORTATION DEVELOPMENT

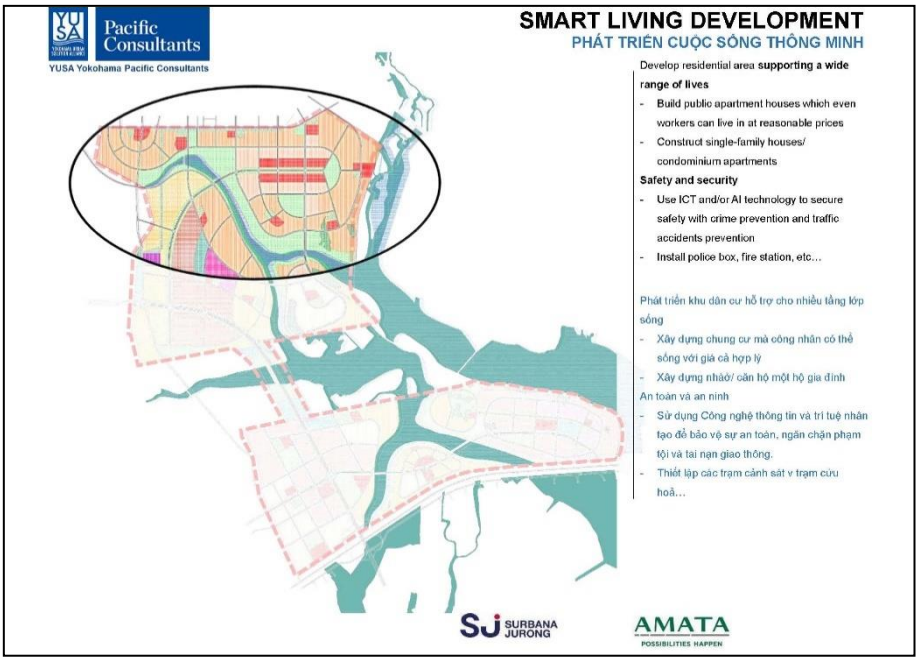
③　スポーツ・レクリエーション・防災拠点形成



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-13：PEDESTRIAN NETWORK

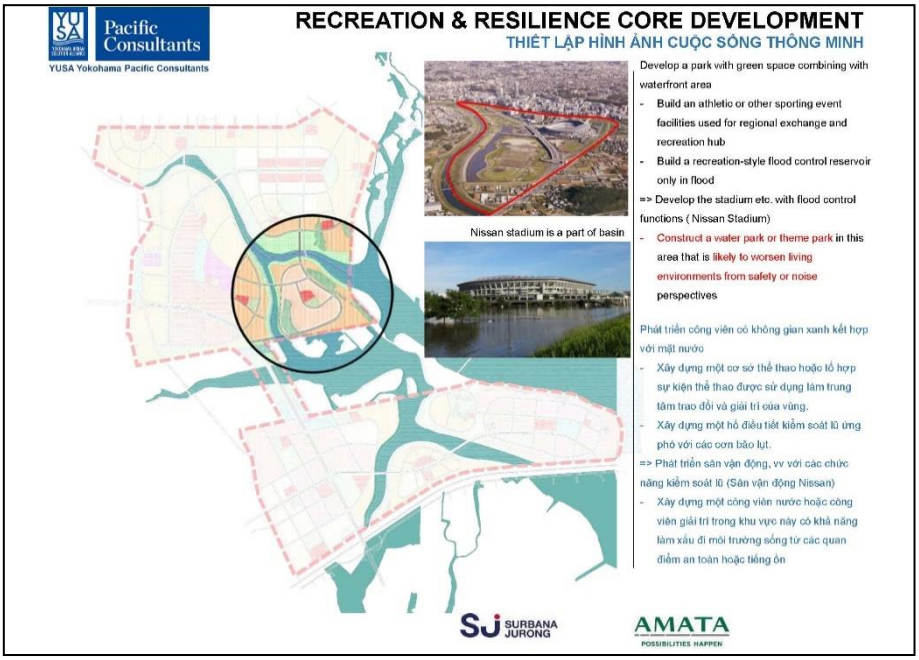
④　公共交通ネットワーク、パブリックスペースの形成



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-14：SMART LIVING DEVELOPMENT

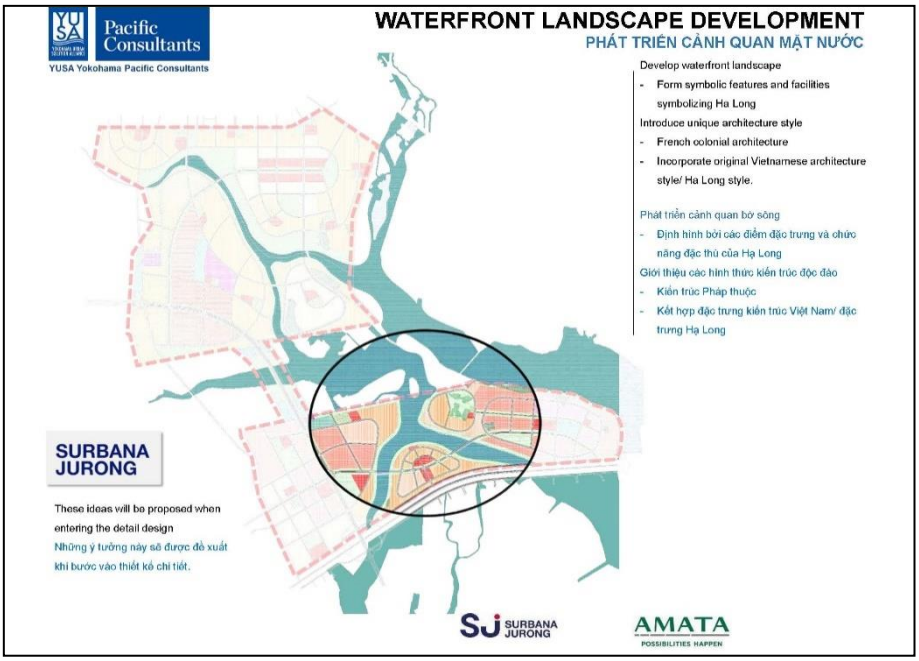
⑤　歩行者軸の形成



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-15：RECREATION & RESILIENCE CORE DEVELOPMENT

⑥　ウォーターフロント景観の形成

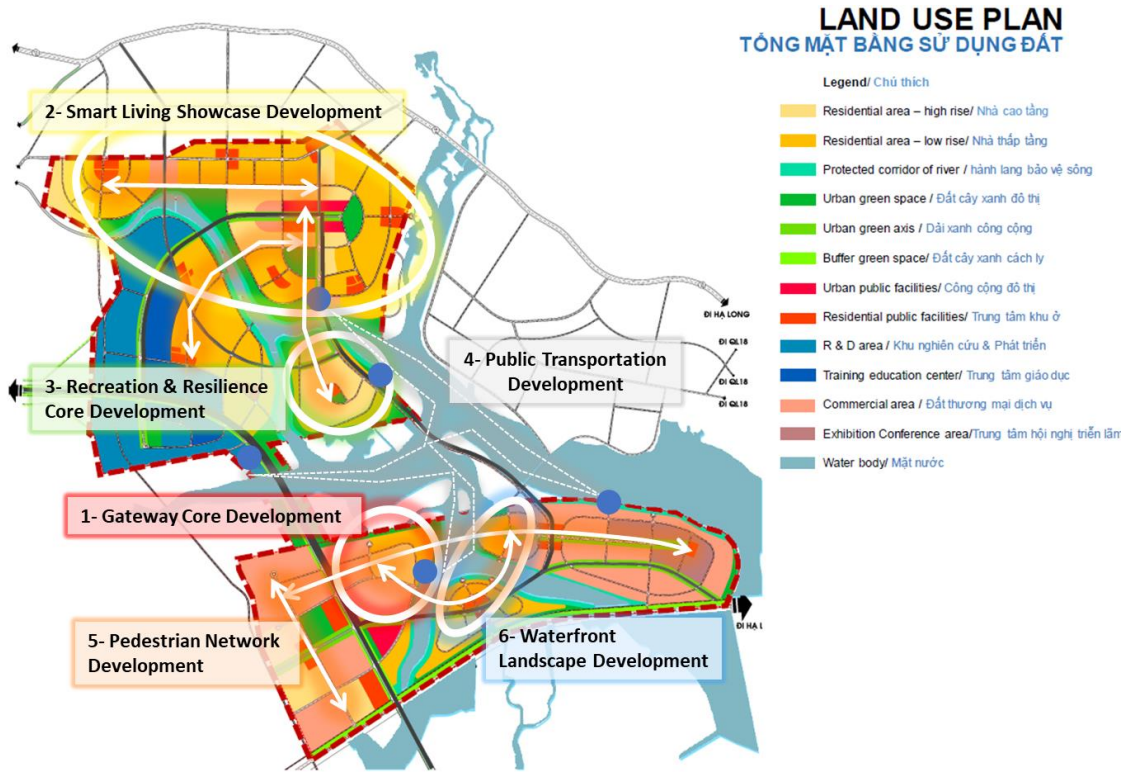


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-16：WATERFRONT LANDSCAPE DEVELOPMENT

(6)　土地利用計画等を踏まえた 6 大プロジェクトの配置イメージ

以上を踏まえ、6 大プロジェクトの配置案を以下に示す。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」に基づき調査団作成

図 1-17：6 大プロジェクトまちづくり展開イメージ

(7)　まちづくり推進手法

また、新たに整理する都市インフラを、良好な都市のストックとして適切な方向に導くこと、また、機能性・必要性などの価値観と、美しさ、楽しさ、潤いなどの美的価値・人間的価値をバランスさせ、特徴と魅力ある都市空間を形成することを目的に導入されている、横浜市の都市デザイン手法を参考にまちづくりの推進を検討する。

- 都市デザインの 7 つの目標
  （1）歩行者を擁護し、安全で快適な歩行者空間を確保する。
  （2）人と人とのふれあえる場、コミュニケーションの場を増やす。
  （3）街の形態的、視覚的美しさを創る
  （4）地域の自然的特徴を大切にする
  （5）市街地内に、緑やオープンスペースを豊かにする
  （6）海、川、池など水辺空間を大切にする。
  （7）地域の歴史的、文化的資産を豊かにする。

- 都市デザインの取り組み方

（1）都市構想のデザイン

新たな価値観に基づく魅力的な将来像と、実現プロセスを提示する。

（2）企画的都市デザイン

都市づくりの事業の企画・立案から行う。

（3）調整的都市デザイン

関係者の調整により、地域の特徴・魅力ある空間づくりを推進する。

（4）誘導的都市デザイン

まちづくりの質的向上を目指す誘導ルールを確立し、効果的に活用する。

（5）地域のマネジメント主体の育成・支援

事業のプロセスをデザインし、地域のマネジメントを推進する組織を育成・支援する。

（6）デザイン開発

都市デザインの視点から公共施設などのデザインを開発する。

（7）都市デザインに関する研究とＰＲ

都市デザインをさらに充実させ、市民理解を深める。

- 具体的な取り組み

都市軸の整備
エリアごとの魅力づくり
公共空間のデザイン
歴史を生かしたまちづくり
都市づくりの仕組みづくり（景観誘導など）
都市デザインの交流・発信（コンペ、研究）
クリエイティブシティを目指す取り組み　など

1.6　プレミアムゾーン設定提案による事業化の推進

スマートシティの実現に向けた実証を先行するエリアとして、プレミアムゾーンを設定する。

1.6.1　プレミアムゾーンの位置付け・考え方

プレミアムゾーンの位置付け・考え方を整理する。

・タウンシップの価値向上・ブランド化を牽引するエリア
・一定のまとまった事業収益が見込まれるエリア
・スマートシティの実現に向けた実証を先導するエリア

上記の位置付け・考え方に基づき、プレミアムゾーンを抽出する。

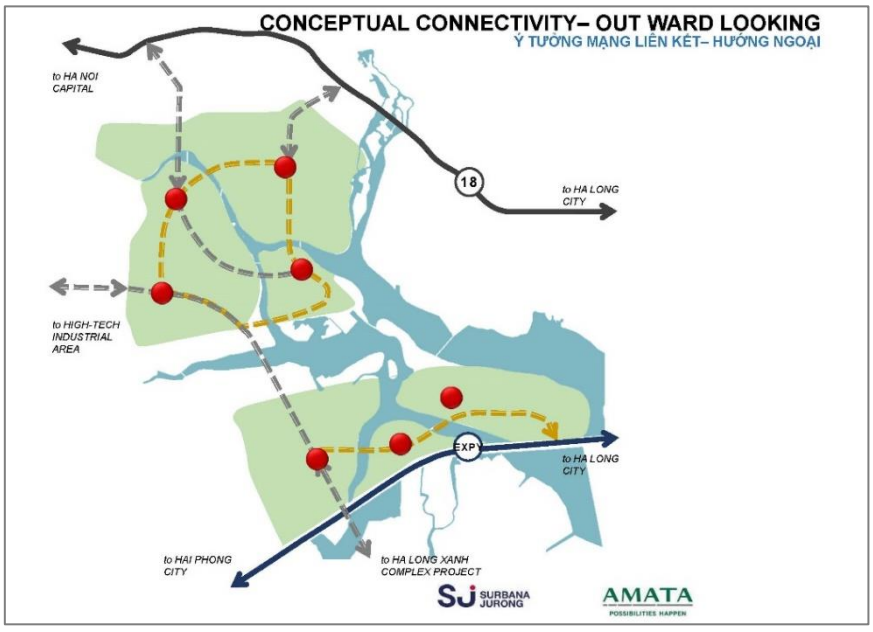
1.6.2　プレミアムゾーン候補地の抽出の視点

以下に該当するエリアをプレミアムゾーンの候補地とする。

(1) 広域的な土地利用が見込まれ、タウンシップの核となるエリア周辺（CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG（AMATA 社・SJ 社）における広域的な交通結節点／6 大プロジェクト提案エリア周辺（前掲））
(2) 商業的な土地利用が計画されているエリア（同、Commercial area）周辺
(3) 研究開発施設や総合病院が計画されているエリア（同、R&D area/International general hospital area）周辺
(4) 高所得者の居住が計画されているエリア（同、High income area）周辺

(1)　土地利用の観点から高度な土地利用の需要が見込まれる拠点周辺

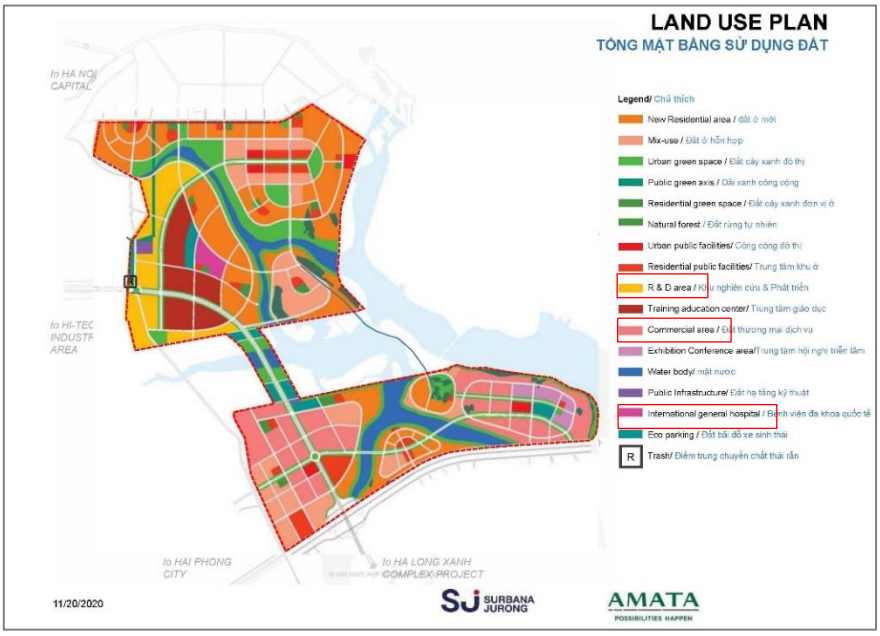
- 広域的な交通結節点



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 1-18：広域的な交通結節点

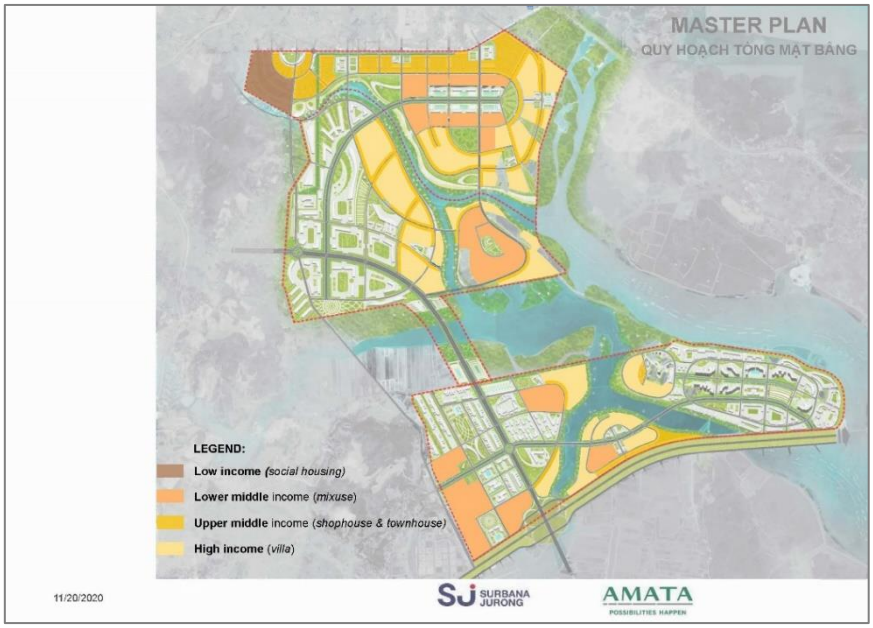
(2) 商業的な土地利用・研究開発施設・総合病院が計画されているエリア周辺（Commercial area・R&D area・International general hospital area）



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 1-19：LAND USE PLAN

(3) 高所得者の居住が計画されているエリア周辺（High income area）

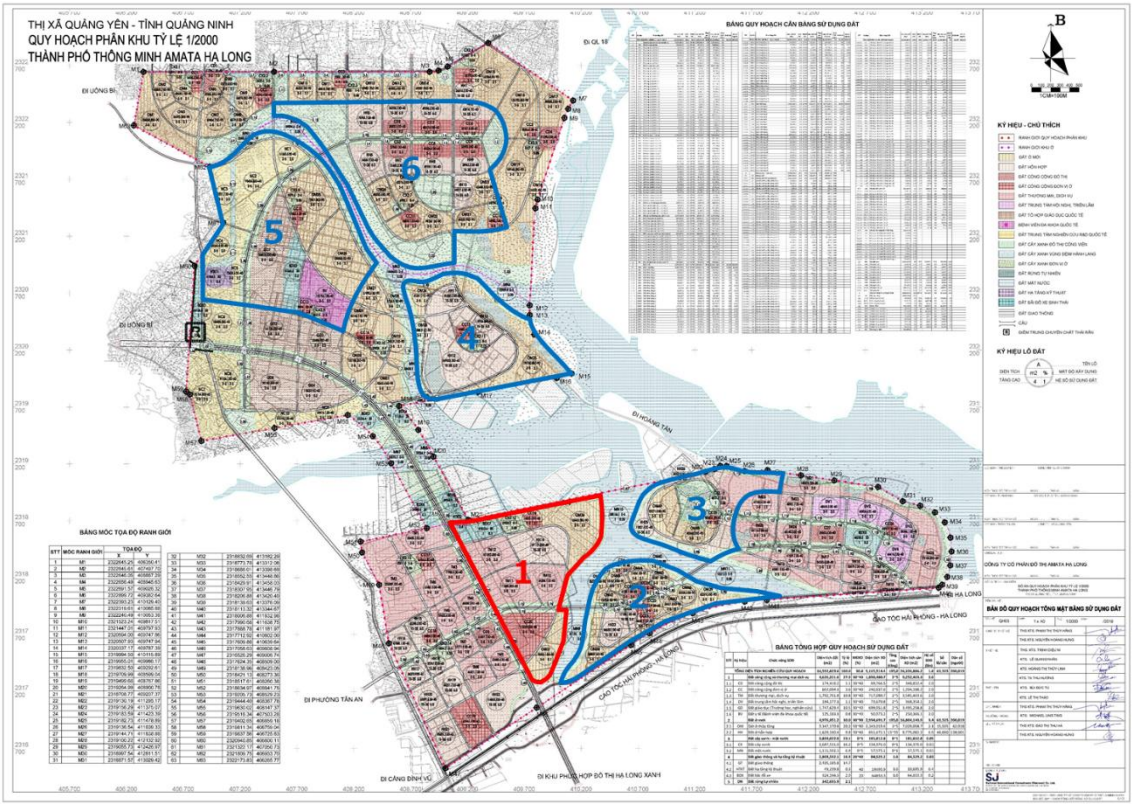


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 1-20：所得層でのゾーニング

1.6.3　プレミアムゾーンの候補地

前述のプレミアムゾーン候補地の抽出の視点に加え、開発フェイズを加味し、プレミアムゾーンを抽出する。抽出結果を以下に示す。1 のゾーンについては候補地の中でも優先度が高いゾーンであることを表している。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 1-21：プレミアムゾーンの候補地

1.7　イメージパースの作成

スマートインフラが具体的に実装されたまちの様子をわかりやすく示すため、土地利用計画等を踏まえつつ、プレミアムゾーンを対象にイメージパースを作成した。

出典：調査団作成

図 1-22：イメージパース

第2章　スマートインフラの開発計画（エネルギー・通信）

2.1　各種法規制及び制度の整理

2.1.1　法規制・制度

ベトナムにおける電力関係の法規制を、以下に整理する。

表 2-1：電力に関する法規制とその概要

法令（制定年・施行年）	概要
電力法 (Electricity Law of 2004)（2004年施行、2012, 2018年改正）	・電力セクターの規制を規定 ・電力セクターを市場メカニズムへの移行を正式化し、発電、卸売、小売全体の管理形態の多様化を図る ・電力事業を運営する上での条件・要求を規定 ・電力市場の自由化、海外投資家の投資の促進を規定
配電事業の規制に関する通達 （CIRCULAR No. 32/2010 / TT-BCT） （2010年施行）	・配電事業における要件（電圧、周波数、信頼性等）について規定
国家電力計画の承認に関する政府議定 （Decision No. 1208/QD-TTg）（2011年施行）	・ 2030年の計画を考慮した2011-2020年の国家電力計画として、開発方針や所管機関について規定
BOT契約による火力発電プロジェクトに関する政府議定 (No. 1604TTg-KTN)（2011年施行）	・BOT契約内容として、税制優遇措置等を規定 ・BOT方式の火力発電プロジェクトの政府保証内容として、契約・保証期間等を規定
電力事業に対する緊急措置に関する政府議定 （Decision No. 2414/QD-TTg）（2013年施行）	・2013年～2020年の電力事業への投資に関する特例を規定 ・電力不足を回避するために、火力発電所や関連する送配電施設を増強する旨を規定
ベトナムでの電力市場の展開に関する政府議定 （Decision No. 63/2013 / QD-TTg） （2013年施行）	・発電、卸売、小売事業における市場開放に向けたロードマップの基本方針を規定
電力法の補足に関する法令 （Decree No. 137/2013/ND-CP）（2013年施行）	・各種電力事業（発電、送電、配電、卸売、小売）におけるライセンス付与の条件等について規定
環境アセスメントに関する法令 (DECREE No. 18/2015/ND-CP) (2015年施行)	・環境アセスメントに関する戦略について規定
2011-2020年の国家電力計画改正の承認関する政府議定 （Decision No.: 428/QD-TTg）（2016年施行）	・2030年のビジョンとして、社会経済的な開発に必要な電源供給を行うための追加方針について規定
政府独占事業に関する法令 （Decree 94/2017/ND-CP）（2017年施行）	・政府独占事業として、国が重要と位置付ける水力、原子力発電所の建設や運用等を規定
電力事業ライセンスに関する通達 （CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT） （2018年施行）	・電力事業（コンサルティング、発電、送電、配電、卸売・小売）の各事業におけるライセンスの有効期間や所管機関、手続に必要な項目について規定

法令（制定年・施行年）	概要
電力価格に関する産業通商省の決定 （MOIT Decision NO.648_QD-BCT） （2019年施行）	・電力供給先や時間帯等に応じた電力価格を規定
ベトナムの太陽光発電事業の促進に関する政府議定 （Decision No. 13/QD-TTg） （2020年施行）	・太陽光発電事業の促進に向けた方針について規定 ※EVNやEVN関係会社、その他組織や個人に売電可能
2035年を見据えた2016-2025年のクアンニン省電源開発計画（QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN LỰC TỈNH QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2016-2025 CÓ XÉT ĐẾN 2035）	・ベトナム国内において経済成長率がトップクラスのクアンニン省において、2015年の経済成長率11%以上を維持することを目標とした電力開発計画を規定。 ・主に、110kV電力システム開発計画および110kVステーション以降の中低電圧グリッドの詳細計画を規定。
2045年を見据えた2030年国家電源開発計画に関する政府決議 （Resolution of the Politburo, Ref.55-NQ/TW） (2020年施行)	・電力事業における独占状態や不当な競争を撤廃する旨を規定 ・石炭火力による電源を削減し、ガス火力や再生可能エネルギーの使用を優先することを規定

出典：調査団作成

2.1.2 電源開発における国家基本方針（電力法）

電力法では、電力開発計画と投資、節電、電力市場、電力活動と電気の使用を行う組織と個人の権利と義務、電気設備、電気工事および電気安全を保護することを定めている（第 1 条　適用範囲）。電力活動は、企画、電力開発、発電、送電、配電、系統配電、市場運転管理等の分野における組織・個人の活動をいう。電力、電力卸売、電力小売、電力コンサルティングなどの事業を含んでいる。2004 年に制定、2012 年および 2018 年に改訂されている。

電力法において、電源開発の基本方針を定めており、(1)資源の最適活用による国民生活の電力需要への対応、(2)平等性や健全な競争に基づく電力市場の構築と発展、(3)省エネルギー化に向けた技術開発とその使用の促進、(4)再生可能エネルギー利用促進に向けた技術の開発への投資の優遇、を明記している（第 4 条　電源開発基本方針）。前述の(3)、(4)に関して、技術開発や製品調達における税制上の優遇措置等を行うことを規定している（第 13 条　省エネ奨励のための政策と措置）。

2.1.3 電源開発における省基本方針（クアンニン省電源開発計画）

2035 年を見据えた 2016 - 2025 年のクアンニン省電源開発計画では、ベトナム国内において経済成長率がトップクラスのクアンニン省において、2015 年の経済成長率 11%以上を維持することを目標とした電力開発計画を定めている。電力供給を確保することにより、産業、貿易、サービス、公共活動の発展を促進する原動力の創出、市民の物質的、文化的、精神的生活の改善を目指している。

2020 年のクアンニン省の商用電力は約 66 億 kWh、2025 年には 115 億 kWh に達することを想定し、中低電圧系統に対して総額 11200 億 VND に上る以下の投資を予定することを記載している。

- 中電圧系統の新設 2021 km、改修 633km
- 低電圧系統の新設 2120km、改修 307km
- 22kV 変電所の新設 1712MVA 分、改修 164MVA 分
- 35kV 変電所の新設 134MVA 分、改修 6MVA の分

2.1.4 電源開発計画

最新の電源開発計画として、第 7 次電源開発計画改訂版（以下、PDP7 改訂版）と第 8 次電源開発計画草案（以下、PDP8 草案）がある。PDP7 改定版の基本的な目標として、発電のための再生可能エネルギー源の開発と利用を促進し、輸入石炭火力への依存度を減らすことで、国家のエネルギー安全保障、気候変動の緩和、環境保全、持続可能な社会経済開発に貢献することを掲げている。また、割合の高い再生可能エネルギーを統合できるスマートな電力システムを策定し促進するとしている。一方で 2030 年時点での石炭火力発電の設備容量の割合は全体の 42.6%、発電量としては全体の 53.2%と依然として石炭火力発電への依存度が高くなることが予想される。

表 2-2：PDP7 改訂版における発電別の設備容量計画

発電方法	2020年		2025年		2030年	
	容量(MW)	割合（%）	容量(MW)	割合（%）	容量(MW)	割合（%）
水力＋揚水	18,060.0	30.1	20,361.5	21.1	21,885.5	16.9
石炭火力	25,620.0	42.7	47,574.5	49.3	55,167.0	42.6
ガス火力（LNG含む）	8,940.0	14.9	15,054.0	15.6	19,036.5	14.7
再生可能エネルギー（小水力、風力、太陽光、バイオマスを含む）	5,940.0	9.9	12,062.5	12.5	27,195.0	21.0
原子力	-	-	-	-	4,662.0	3.6
輸入電力	1,440.0	2.4	1,447.5	1.5	1,554.0	1.2
総容量	60,000.0	100.0	96,500.0	100.0	129,500.0	100.0

出典：ベトナム国「Decision 428/QD-TTg, 2016」を基に調査団作成

表 2-3：PDP7 改訂版における発電別の発電量計画

発電方法	2020年		2025年		2030年	
	発電量(GWh)	割合（%）	発電量(GWh)	割合（%）	発電量(GWh)	割合（%）
水力＋揚水	15,120.0	25.2	16,791.0	17.4	16,058.0	12.4
石炭火力	29,580.0	49.3	53,075.0	55.0	68,894.0	53.2
ガス火力（LNG含む）	9,960.0	16.6	18,431.5	19.1	21,756.0	16.8
再生可能エネルギー（小水力、風力、太陽光、バイオマスを含む）	3,900.0	6.5	6,658.5	6.9	13,856.5	10.7
原子力	-	-	-	-	7,381.5	5.7
輸入電力	1,440.0	2.4	1,544.0	1.6	1,554.0	1.2
総発電量	265,000.0	100.0	400,000.0	100.0	572,000.0	100.0

出典：ベトナム国「Decision 428/QD-TTg, 2016」を基に調査団作成

一方で、PDP8 草案では、2030 年までに、国内の電力源の総設備容量は 137.2 GW に達し、電力源の割合を石炭火力発電から 27%、ガス火力発電から 21%、水力発電から 18%、再生可能エネルギー（風力、太陽光等を含む）から 29%、輸入電力から 4%、その他貯蔵装置から 1%と設定した。

2045 年までに、総設備容量は 276.7 GW 近くに達し、電力源の割合を石炭火力発電から 18%、ガス火力発電から 24%、水力発電から 9%、再生可能エネルギー（風力、太陽光等を含む）から 44%、輸入電力から 2%、その他貯蔵装置から 3%と設定すると発表しており、石炭火力発電と水力発電の割合を抑え、ガス火力発電と再生可能エネルギーによる電力供給を主体とする計画に方向転換していることがわかる。特に再生可能エネルギーの設備容量を 2030 年までに 30%、2045 年までに 44%を目標としていることから、積極的に再生可能エネルギーを導入することが窺える。

表 2-4：PDP7 改訂版と PDP8 草案の発電別の設備容量計画比較表

発電方法	2030年(PDP7改訂版)		2030年(PDP8草案)		2045年(PDP8草案)	
	容量(MW)	割合（%）	容量(MW)	割合（%）	容量(MW)	割合（%）
水力発電	21,885.5	16.9	37,044.0	27.0	49,806.0	18.0
石炭火力	55,167.0	42.6	28,812.0	21.0	66,408.0	24.0
ガス火力（LNG含む）	19,036.5	14.7	24,696.0	18.0	24,903.0	9.0
再生可能エネルギー（小水力、風力、太陽光、バイオマスを含む）	27,195.0	21.0	39,788.0	29.0	121,748.0	44.0
原子力	4,662.0	3.6	-	-	-	-
輸入電力	1,554.0	1.2	5,488.0	4.0	5,534.0	2.0
その他	-	-	1,372.0	1.0	8,301.0	3.0
総容量	129,500.0	100.0	137,200.0	100.0	276,700.0	100.0

出典：ベトナム国「Decision 428/QD-TTg, 2016、THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM」を基に調査団作成

2.1.5 FIT 制度

ベトナムでは再生可能エネルギーの固定価格買取制度である FIT（Feed-in Tariff）制度が導入されている。政府による買取義務は 20 年間であり、エネルギー源の種別や設置方法等によって FIT 価格が定められている。首相決定において定められている FIT 価格を、以下に示す。

表 2-5：ベトナムの FIT 制度における売電価格

	根拠法	発電方法	FIT	
			VND/kWh	UScent/kWh
太陽光	首相決定 13/2020/QD-TTg	水上設置型太陽光発電	1,783	7.69
		地上設置型太陽光発電	1,644	7.09
		屋根設置型太陽光発電	1,943	8.38
風力	首相決定 39/2018/QD-TTg	地上風力発電	1,928	8.5
		洋上風力発電	2,223	9.8
バイオマス	首相決定 08/2020/QD-TTg	熱電併給システム	1,634	7.03
		熱電併給システム以外	1,968	8.47
廃棄物	首相決定 31/2014/QD-TTg	廃棄物発電	2,114	10.05
		埋立処理場からの燃焼ガスによる発電	1,532	7.28

出典：各首相決定を基に調査団作成

2.1.6 電力事業におけるライセンス（電力法、各種関連通達）

電力事業における以下の事業主体に対するライセンスの規定について整理する。

(1) 発電

発電所の規模に応じて、産業通商省（MOIT）、ベトナム電力規制庁（ERAV）、または関連する省人民委員会（発電所がある場所）から発電許可を取得する必要がある（CIRCULAR No. 36/2018/TT-BCT）。事業は外資系含めて開放されており、BOT 方式にて投資可能となっている（PDP7 改訂版）。

(2) 送電

送電事業を実施するには MOIT の送電許可を取得する必要があり、技術的・人的条件の規定がある（CIRCULAR No. 36/2018/TT-BCT）。事業は外資の参入は不可であり、現状は EVN およびその関連企業によって独占状態であるが（PDP7 改訂版）、電力事業全般において参入規制が撤廃される見込みである（Resolution of the Politburo, Ref.55-NQ/TW）。

送電料金はベトナム政府によって規制されている。年間平均の送電価格は、国家送電公社（NPTC）の総送電収入と、NPTC が受電地点に配分する総電力量に基づいて決定される。最新の送電価格は 86.4VND/kWh（約 0.38US セント）で、10%の付加価値税を除いた価格となっている（2015 年 3 月 12 日付工業貿易省 Official Letter No.2103/BCT-DTDL）。

(3) 配電

配電事業を実施するには、ベトナム電力規制庁（ERAV）、または関連する省人民委員会（発電所がある場所）から配電許可を取得する必要があり、技術的・人的条件の規定がある（CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）。

配電料金やその決定条件はベトナム政府によって高度に規制されているが、発電者と購入者は、産業貿易省大臣が決定する価格の範囲内で発電価格と電力卸価格を合意することができる（2015 年 3 月 12 日付工業貿易省 Official Letter No.2103/BCT-DTDL）。

(4) 卸売

電力の卸売り事業を実施するためには、ベトナム電力規制庁（ERAV）から卸売許可を取得する必要があり、技術的・人的条件の規定がある。卸売のライセンスは行政区域内で有効である。（以上、CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）。

(5) 小売

電力小売事業を実施するためには、ベトナム電力規制庁（ERAV）、または関連する省人民委員会（発電所がある場所）から小売許可を取得する必要があり、技術的・人的条件の規定がある（CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）。

電力小売事業者は、内閣総理大臣の定める平均的な電力小売価格の価格調整の仕組みや電力小売価格表に基づき小売価格を設定することが義務付けられている（2015 年 3 月 12 日付工業貿易省 Official Letter No.2103/BCT-DTDL）。小売のライセンスは行政区域内で有効である（CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）。

(6) コンサルティング

ベトナム電力規制庁（ERAV）、または関連する省人民委員会（発電所がある場所）からコンサルティングの許可を取得する必要があり、技術的・人的条件の規定がある。コンサルティングのライセンスは全国で有効である（CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）。

表 2-6：各電力事業におけるライセンス交付権限

免許の種類	対象	The Ministry of Industry and Trade（MOIT）	The Electricity Regulatory Authority	Each Provincial-level People's Committee
発電	1) 内閣総理大臣承認の大規模発電所	○		
	2) 容量が 0.3MW 以上		○	
	3) 容量が 0.3MW 未満			○
送電	-	○		
配電	1) 35 kV 以上 *2) 除くすべて		○	
	2) 州内で 35 kV 未満			○
卸売	-		○	
小売	1) 0.4 kV 以上 *2) 除くすべて		○	
	2) 州内で 0.4 kV 未満			○
コンサル	1) 2) 除くすべて		○	
	2) 送電，小売 2)に対応			○

出典：通達（CIRCULAR No. 36/2018/TT-BCT）を基に調査団作成

また、ライセンスが免除される電力事業を以下に整理する。自家発電・自家消費の場合や発電設備容量 0.1 MW 未満の小規模施設の運用、農村や山岳、島部への小売において、ライセンスは不要となる。

表 2-7：ライセンスが免除となる電力事業

免許の種類	免除対象
発電/送電/配電/小売	自家用発電設備の利用（自家発電・自家消費）
発電/送電/配電/小売	発電設備容量 0.1 MW 未満(太陽光発電の場合：0.1 MWp)）の電力の発電～小売
小売	農村・山岳・島部への小売（50kVA 以下）

出典：通達（CIRCULAR No. 36/2018/TT-BCT）を基に調査団作成

2.1.7 環境アセスメント（EIA）制度

エネルギー関連事業において EIA の対象となる施設として、各種発電所や送変電所、ガスパイプラインがある。以下に該当する対象施設と条件を整理する。

表 2-8：EIA 対象施設とその条件

EIA 対象施設	仕様	対象条件
発電所 （地熱発電除く）	火力発電所 原子力発電所	すべて
	水力発電所（ダム、貯水池）	・水力発電 －貯水池 100,000m3 以上 または －発電容量 10MW 以上 ・ダム、貯水池 －貯水容量 100,000m3 以上
	風力発電・太陽光発電	敷地面積 100ha 以上
送変電所・変電所	—	・送電線 110kV 以上 ・変電所 500kV 以上
ガスパイプライン	—	パイプライン延長 20 km 以上

出典：法令（No. 18/2015/ND-CP 、DECREE）を基に調査団作成

2.2 エネルギー関連インフラの現状

2.2.1 クアンニン省ハロン周辺における電力システムの敷設状況

(1) 中電圧変電所

クアンニン省における変電所の運転状況を以下に示す。ハロン市の中低電圧送電系統はバイチャイエリア（Bãi Cháy）とホンガイエリア（Hòn Gai）で分かれている。

中電圧グリッドの電源は、6 つの 110kV 変電所で構成され、総容量は 369.5MVA にのぼる。

2015 年、ホンガイエリアにおける Giap Khau 変電所において、ピーク時に 10%過負荷状態となった。これに対応するために、2016 年末に変圧器 T2-40MVA を増設した。Ha Tu 変電所は導入する 2 台のトランスのうち 1 台のみ稼働しているが、電力需要の増加に対応するため、もう 1 台の稼働も検討している。

また、220kV 変電所からは、主に工業団地への送電を行っている。

表 2-9：クアンニン省における 110kV 変電所の運転状況（2016 年）

TT	変電所	MBA	容量(MVA)	定格電圧(kV)	負荷割合 (%)
a	**KV Bãi Cháy**				
	Giếng Đáy	T1	40	115/38,5/23	99%
		T2	40	115/38,5/23	44%
	KCN Cái Lân	T1	25	115/23	63%
	Cái Dăm	T1	40	115/38,5/23	30%
b	**KV Hòn Gai**				
	Hà Tu	T1	25	115/38,5/23	-
		T2	63	115/38,5/23	74%
	Giáp Khẩu	T1	40	115/38,5/23	
		T2	40	115/38,5/23	100%
	Than Hà Lầm	T1	12.5	115/6	60%
		T 2	12.5	115/6	

出典：クアンニン省電源開発計画（QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN LỰC TỈNH QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2016-2025 CÓ XÉT ĐẾN 2035）

2.2.2 中低電圧送電網における容量と運転状況

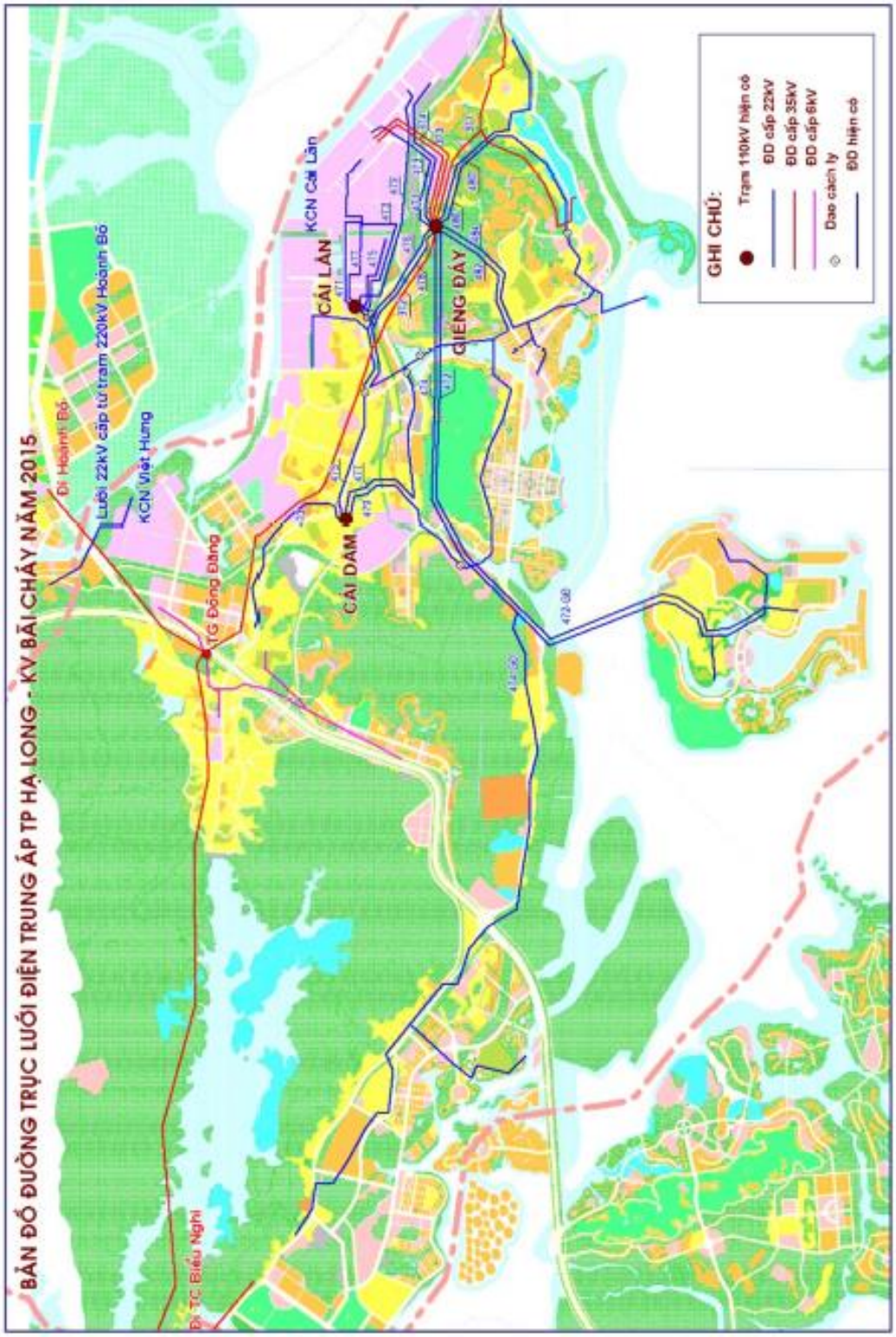
ハロン市には現在、中電圧として 35kV、22kV、6kV の 3 種類の電圧が存在する。主には 22kV グリッド（86%を占める）であり、35kV グリッドは主にホンガイ地域の石炭産業とバイチャイ地域のいくつかの大口顧客である 6kV グリッドに電力を供給している。

現在、22kV ネットワークは 35%が地下敷設であり、主にホンガイ地域に集中している。また、低圧ネットワークのほとんどはシールドケーブルであり、一部の都市中心部は地下敷設であり、その延長は約 135km である。しかし、依然として約 40km の架空電線があり、今後ケーブルへの改修が必要とされている。

表 2-10：中低電圧送電線の容量と運転状況

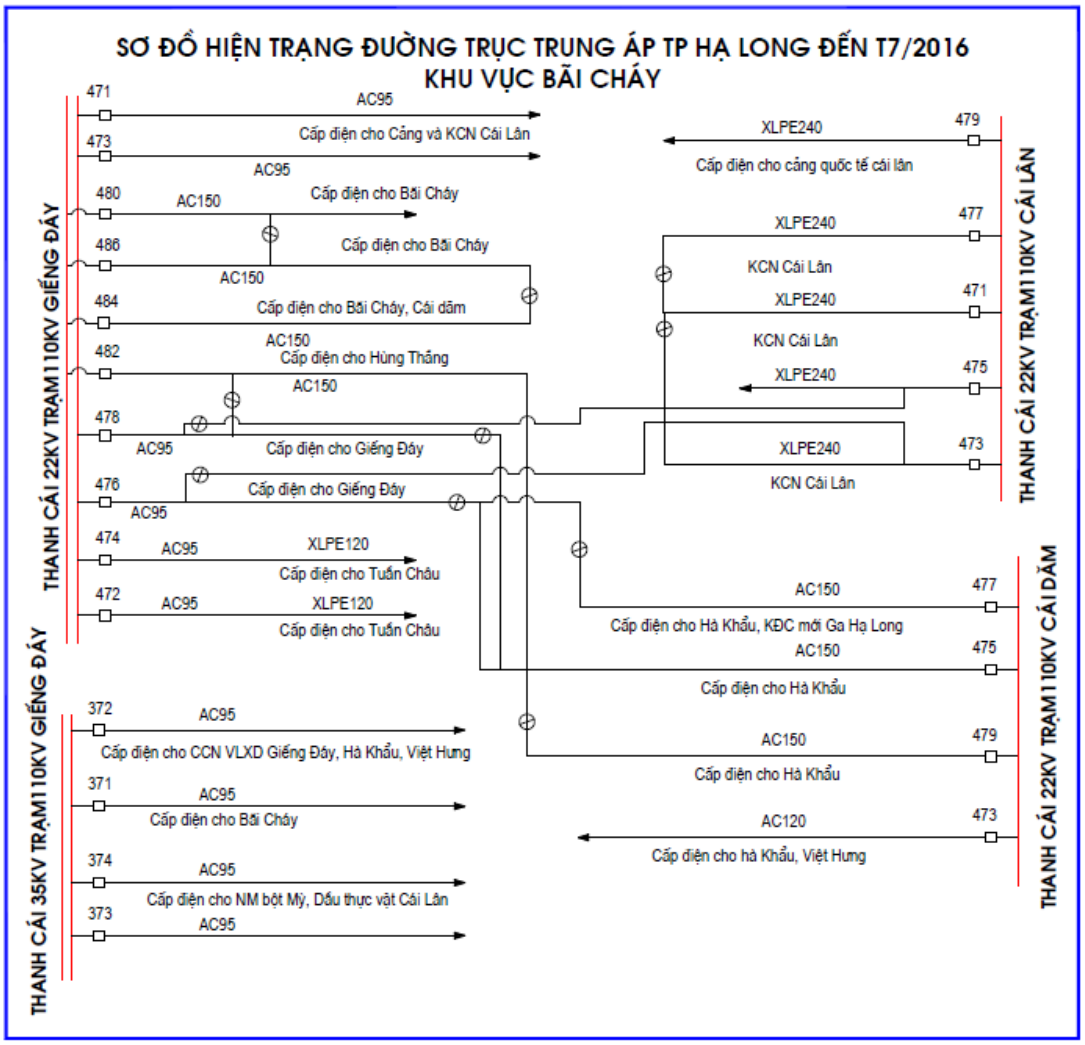
		中電圧線(km)						低圧線(km)			
		35kV		22kV		6kV		主幹ケーブル		分岐ケーブル	
		架空	地下	架空	地下	架空	架空電線	架空	地下	架空	地下
Bãi Cháy	PCQN	17.8	2.8	125. 4	59.3	4.9	40.0	508.0	76.4	132.2	6.0
	需要家	7.9		62,0	13,5	5,0					
Hòn Gai	PCQN	55.7	1.0	213.6	77.0			842.3	58.8	139.7	27.2
	需要家			36.5	3.6						3.4
合計		81	4	437	153	10	40	1350	135	272	37

出典：クアンニン省電源開発計画（QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN LỰC TỈNH QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2016-2025 CÓ XÉT ĐẾN 2035）



出典：クアンニン省電源開発計画（QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN LỰC TỈNH QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2016-2025 CÓ XÉT ĐẾN 2035）

図 2-1：バイチャイエリアの中電圧送電系統の敷設状況



出典：クアンニン省電源開発計画（QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN ĐIỆN LỰC TỈNH QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2016-2025 CÓ XÉT ĐẾN 2035）

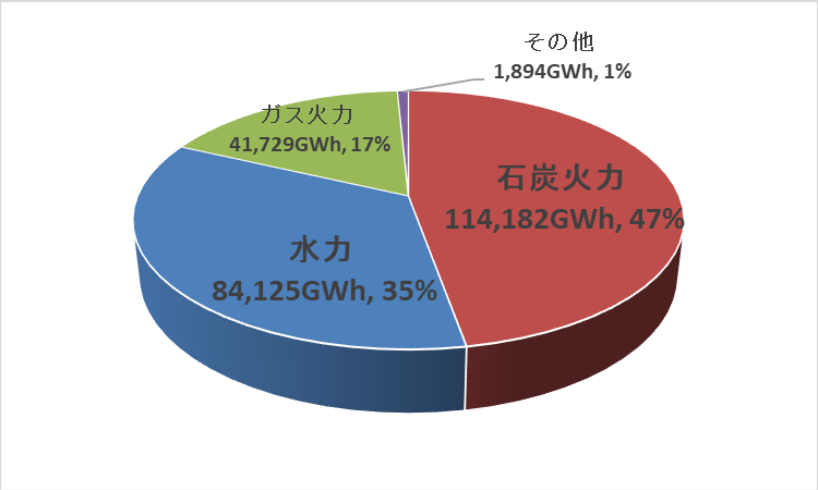
図 2-2：バイチャイエリア（ハロン市）における中電圧系統の系統図

2.3　ベトナムにおけるエネルギー情勢

2.3.1　発電種別および発電量

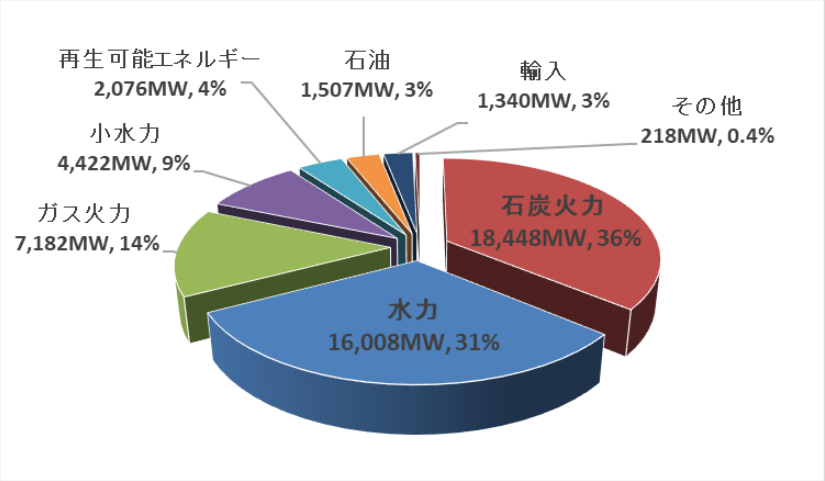
ベトナムでは、低コストである石炭火力発電が主力電源となっている。その発電量は年々増加し、2018 年には全体の 47%と約半分の電力を賄っている。

政府の計画では、現在の石炭火力発電の設備容量と比較し、2030 年までに再生可能エネルギーを PDP 7 改訂版との比較で 1.5 倍、PDP8 草案との比較で 2.2 倍まで導入する計画となっている。



出典：IEA「World Energy Outlook」 (2010, 2011, 2012 他)を基に調査団作成

図 2-3：発電種類別 発電電力量構成（2018）（注：水力には小水力含む）

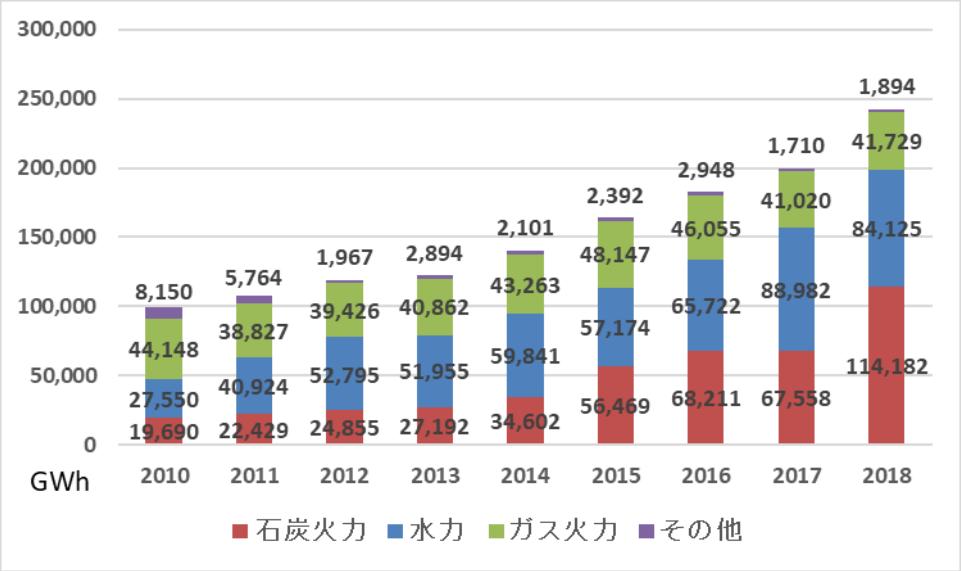


出典：MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE「 Smart Grids in Viet Nam – Market Development Frameworks and Project Examples」（2019）を基に調査団作成

図 2-4：発電種類別 設備容量構成（2018）

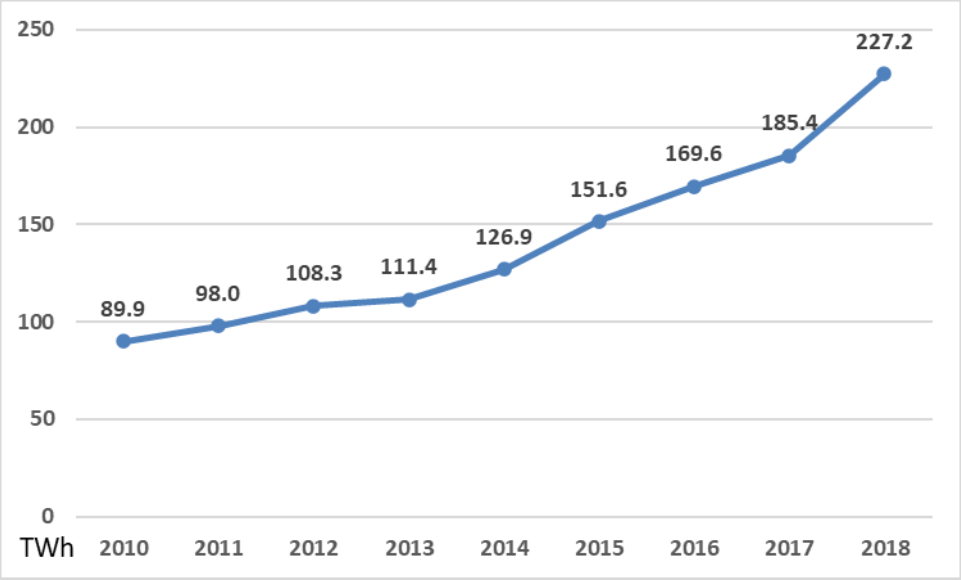
2010 年と 2018 年を比較すると電力消費量は約 2.5 倍、発電量は約 2.3 倍まで増加しており、発電量の増加以上のスピードで、消費電力量が増加していることがわかる。

また、これまでの電力発電量の増加分のほとんどを水力発電と火力発電で賄われてきた事がわかる。



出典：IEA「World Energy Outlook」(2010, 2011, 2012 他)を基に調査団作成

図 2-5：発電種類別　総発電量の推移（2010～2018）



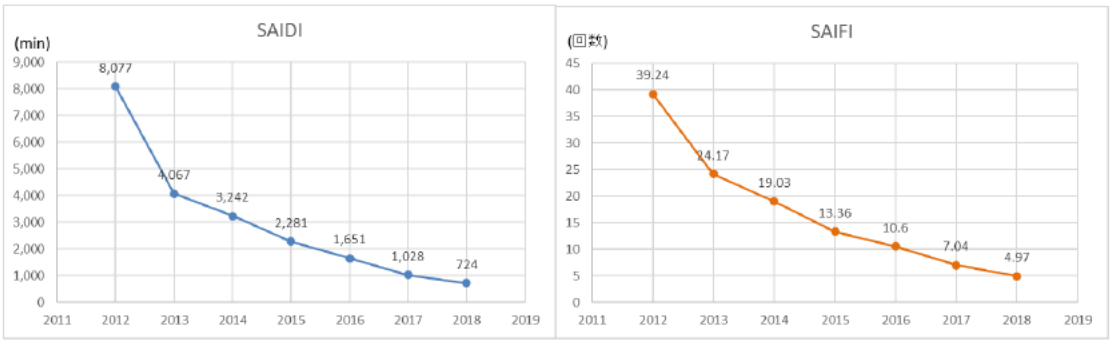
出典：IEA「World Energy Outlook」 (2010, 2011, 2012 他)を基に調査団作成

図 2-6：総電力消費量の推移（2010～2018）

2.3.2 電力安定供給性

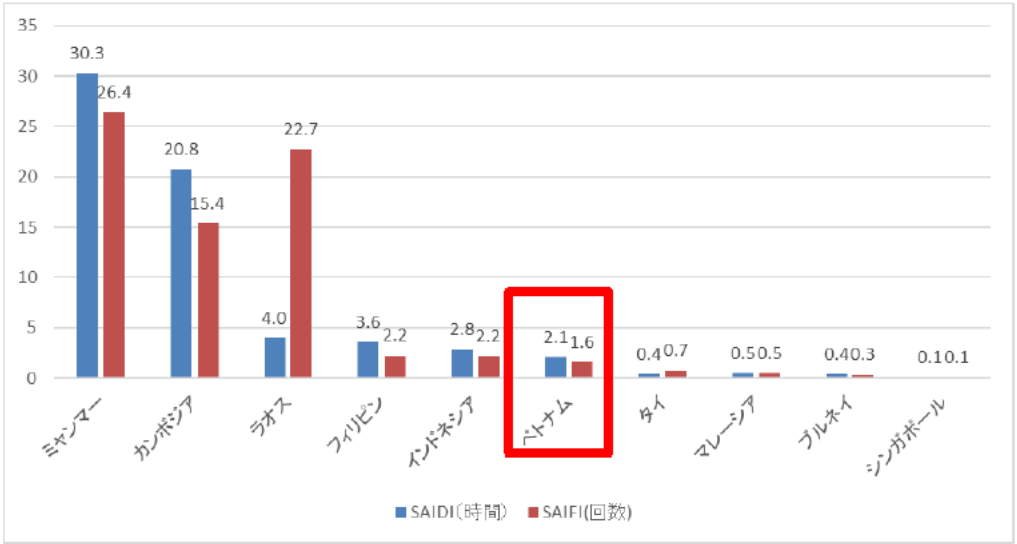
SAIDI（System Average Interruption Duration Index）は、顧客一軒当たりの年間停電時間、SAIFI（System Average Interruption Frequency Index）は、顧客一軒当たり年間停電回数を示しており、ベトナムでは以下より年々大幅に改善されていることがわかる。SAIDI 及び SAIFI は 2012 年にそれぞれ 8077 分、39.24 回であったが、2018 年には 724 分、4.97 回まで改善された。

しかしながら、ASEAN 加盟国と比較すると、ベトナムは比較的電力が安定して供給されていることがわかるが、タイやマレーシア、ブルネイ、シンガポールといった経済発展が著しい国々と比較した場合、依然として電力供給が不安定である。停電の発生は経済活動に大きく支障をきたすことから、電力系統の信頼性の改善は不可欠である。



出典：MOIT「Vietnam Smart Grids in Viet Nam –Market Development, Frameworks and Project Examples」（2019）を基に調査団作成

図 2-7：ベトナムの SAIDI・SAIFI の推移（2012～2019）



出典：World bank, Getting electricity: System average interruption duration index (SAIDI) (DB16-20 methodology), Getting electricity: System average interruption frequency index (SAIFI) (DB16-20 methodology)を基に調査団作成

図 2-8：SAIDI・SAIFI の ASEAN 加盟国比較（2020）

2.3.3 再生可能エネルギーの導入割合

2016 年に策定された PDP7 改訂版において、2030 年時点で再生可能エネルギー発電設備導入量を 27,195MW に設定したのに対し、2018 年時点で再生可能エネルギー発電設備導入量が 6,498MW である。つまり、PDP7 改訂版の計画では 2018 年と比較した場合、2030 年までに設備容量が約 4 倍、PDP8 草案が正式に決定した場合、2030 年までに約 6 倍の 39,788MW まで設備容量が増加することになる。

	発電量(GWh)
風力発電	497
バイオマス発電	126
太陽光発電	23
合計	646

出典：IEA「World Energy Outlook」（2018）を基に調査団作成

図 2-9：再生可能エネルギー発電電力量構成（2018）

2.3.4 電力料金

ベトナムでは商工省決定によって電力料金が定められている。商工省決定（648／QD-BCT）において、2019 年 3 月 20 日、電力料金を平均 8.36%引き上げることが発表され、平均電気料金は、VND1,864.44/kWh（税抜）である。

表 2-11：ベトナムにおける電気料金の価格表（商工省決定より一部抜粋）

No.	対象分野	電気料金 (VND/kWh)	No.	対象分野	電気料金 (VND/kWh)
1	**工業分野の電気料金**		**3**	**商業分野の電気料金**	
1.1	**電圧が110kV以上**		**3.1**	**電圧が22kV以上**	
	a) 通常時	1,536		a) 通常時	2,442
	b) オフピーク時	970		b) オフピーク時	1,361
	c) ピーク時	2,759		c) ピーク時	4,251
1.2	**電圧が22kV～110kV未満**		**3.2**	**電圧が6kV～22kV未満**	
	a) 通常時	1,555		a) 通常時	2,629
	b) オフピーク時	1,007		b) オフピーク時	1,547
	c) ピーク時	2,871		c) ピーク時	4,400
1.3	**電圧が6kV～22kV未満**		**3.3**	**電圧が6kV未満**	
	a) 通常時	1,611		a) 通常時	2,666
	b) オフピーク時	1,044		b) オフピーク時	1,622
	c) ピーク時	2,964		c) ピーク時	4,587
1.4	**電圧が6kV未満**		**4**	**家庭分野の電気料金**	
	a) 通常時	1,685	**4.1**	**家庭で使用した電気料金**	
	b) オフピーク時	1,100		レート1:0～50kWh	1,678
	c) ピーク時	3,076		レート2:51～100kWh	1,734
2	**行政機構の電気料金**			レート3:101～200kWh	2,014
2.1	**病院、保育園、幼稚園、学校**			レート4:201～300kWh	2,536
2.1.1	電圧が6kV以上	1,659		レート5:301～400kWh	2,834
2.1.2	電圧が6kV未満	1,771		レート6:401kWh以上	2,927
2.2	**公共照明、行政事業**		**4.2**	**家庭で使用した電気料金（プリペイドカードメーター利用の場合）**	2,461
2.2.1	電圧が6kV以上	1,827			
2.2.2	電圧が6kV未満	1,902	**以下、No.5～No.9は省略**		

出典：調査団作成

2.4 計画条件・基本方針の整理

2.4.1 エネルギー供給先の計画

AMATA スマートシティハロンにおいて実現するエネルギーシステムを検討するため、コンセプト M/P において設定されている用途別の延べ床面積からエネルギーシステムの計画条件となるエネルギー需要量等を試算した。本検討では、これらの計画条件に基づきに提案するエネルギー供給システムや事業採算性を検討した。

以下に計画されている用途別の延べ床面積を整理する。

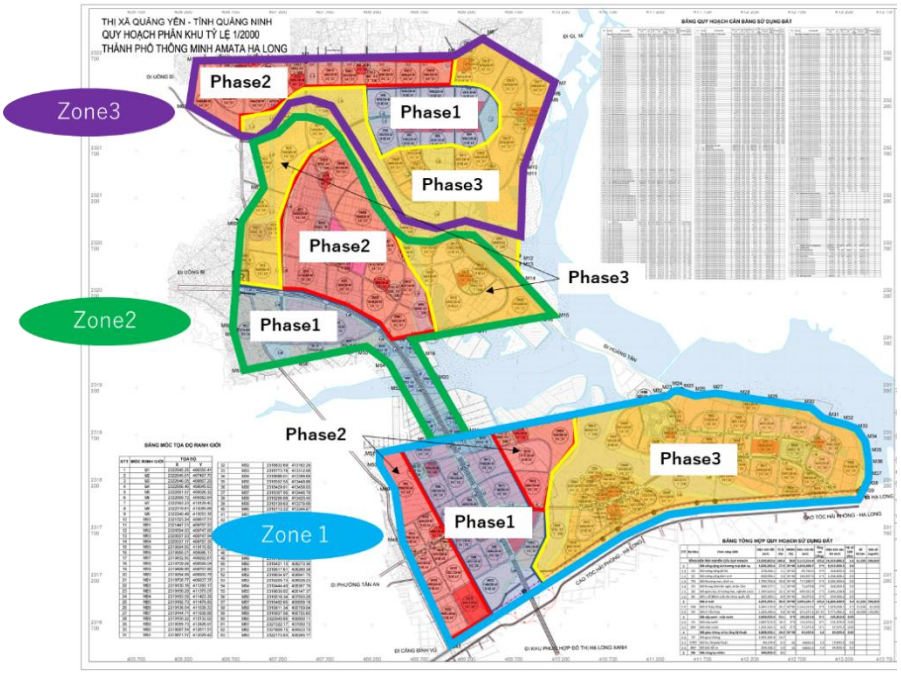
表 2-12：開発フェイズと用途別延べ床面積(m²)

PHASE / Land use	PHASE:1	PHASE:2	PHASE:3	Total Amount (Land use)
Office	1,593,803	0	1,906,519	3,500,322
Hotel	0	0	310,801	310,801
Commercial	3,797,226	3,650,623	2,058,165	9,506,014
Residence	557,950	3,410,293	3,480,899	7,449,143
Building for Activity	368,630	206,345	595,676	1,170,651
School	118,832	1,079,040	0	1,197,873
Entertainment Area	230,203	167,935	1,495,342	1,893,480
Hall/Exhibition Hall	0	0	568,016	568,016
Data center	230,046	0	0	230,046
Hospital	0	250,366	0	250,366
Parking	32,431	16,329	16,073	64,833
Total Amount(PHASE)	6,929,121	8,780,933	10,431,491	26,141,545

出典：調査団作成

2.4.2 エネルギー需要量の試算

本計画では、3 つの Phase に分かれる段階的な整備計画に加えて、開発エリアの北部、中部、南部で 3 つのゾーンが設定されており、Phase 1 ～ 3 及びゾーン 1～3 の計画に合わせて各エネルギー需要を試算した。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-10：開発フェイズとゾーンの整理

(1) 最大負荷

フェイズ別、ゾーン別の最大負荷及び年間需要量を以下のとおり試算した。なお、算定にあたっては、コンセプト M/P の計画条件に基づき用途別にモデル建物を設定し、空調負荷、AC ファン・ポンプの空調用動力、照明・OA、換気動力、EV・ESCL 等の搬送機器動力、給湯負荷、冷暖房負荷、厨房負荷等を考慮して原単位を設定のうえ試算した。なおここでの温熱負荷は暖房と給湯を合算したもので、冷熱負荷は冷房の負荷を意味する。

表 2-13：ゾーン別の最大負荷

	フェイズ:1								
	電力負荷(kW)			**温熱負荷(MJ/h)**			**冷熱負荷(MJ/h)**		
	冬期	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**
ゾーン 1	107,234	107,234	107,277	27,531	25,177	19,379	515,358	571,401	826,669
ゾーン 2	234,525	245,144	255,763	11,889	10,903	8,467	1,729,129	1,835,713	2,025,986
ゾーン 3	130,075	130,075	129,641	45,813	41,260	29,956	602,771	669,259	979,637
合計	471,835	482,454	492,680	85,233	77,340	57,802	2,847,259	3,076,373	3,832,292
	フェイズ:2								
	電力負荷(kW)			**温熱負荷(MJ/h)**			**冷熱負荷(MJ/h)**		
	冬期	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**
ゾーン 1	191,234	191,234	191,020	56,963	51,595	38,320	889,713	990,650	1,440,976
ゾーン 2	66,026	66,026	66,440	87,018	76,859	51,332	355,059	379,059	605,745
ゾーン 3	25,789	25,789	24,153	67,698	59,315	38,199	111,046	107,839	199,682
合計	283,049	283,049	281,614	211,679	187,769	127,851	1,355,818	1,477,548	2,246,404
	フェイズ:3								
	電力負荷(kW)			**温熱負荷(MJ/h)**			**冷熱負荷(MJ/h)**		
	冬期	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**	**冬期**	**中間期**	**夏期**
ゾーン 1	206,639	206,639	206,868	201,198	182,781	137,343	1,092,490	1,209,063	1,760,428
ゾーン 2	143,973	143,973	144,107	61,442	56,122	43,033	693,519	767,559	1,131,807
ゾーン 3	48,970	48,970	46,680	97,668	85,691	55,537	215,235	218,121	377,534
合計	399,582	399,582	397,655	360,309	324,594	235,913	2,001,244	2,194,743	3,269,769

出典：調査団作成

表 2-14：ゾーン別の年間需要量

	フェイズ:1				
	電力需要 (MWh/y)	**温熱需要 (GJ/y)**	**冷熱需要 (GJ/y)**	**給湯需要 (GJ/y)**	**暖房需要 (GJ/y)**
ゾーン 1	477,456	187,789	1,547,053	163,279	24,510
ゾーン 2	2,043,966	28,648	1,888,438	18,354	10,294
ゾーン 3	588,922	322,686	2,030,653	293,832	28,854
合計	3,110,344	539,123	5,466,144	475,465	63,658
	フェイズ:2				
	電力需要 (MWh/y)	**温熱需要 (GJ/y)**	**冷熱需要 (GJ/y)**	**給湯需要 (GJ/y)**	**暖房需要 (GJ/y)**
ゾーン 1	879,411	450,716	3,038,935	408,920	41,796
ゾーン 2	263,466	299,383	712,289	276,958	22,425
ゾーン 3	46,249	197,973	116,952	188,341	9,632
合計	1,189,126	948,071	3,868,176	874,218	73,853
	フェイズ:3				
	電力需要 (MWh/y)	**温熱需要 (GJ/y)**	**冷熱需要 (GJ/y)**	**給湯需要 (GJ/y)**	**暖房需要 (GJ/y)**
ゾーン 1	670,913	477,773	2,142,318	436,212	41,561
ゾーン 2	650,094	367,053	2,068,633	327,493	39,560
ゾーン 3	125,764	305,374	374,668	289,095	16,279
合計	1,446,770	1,150,199	4,585,619	1,052,799	97,400

出典：調査団作成

(2) 時刻別のデマンドカーブ

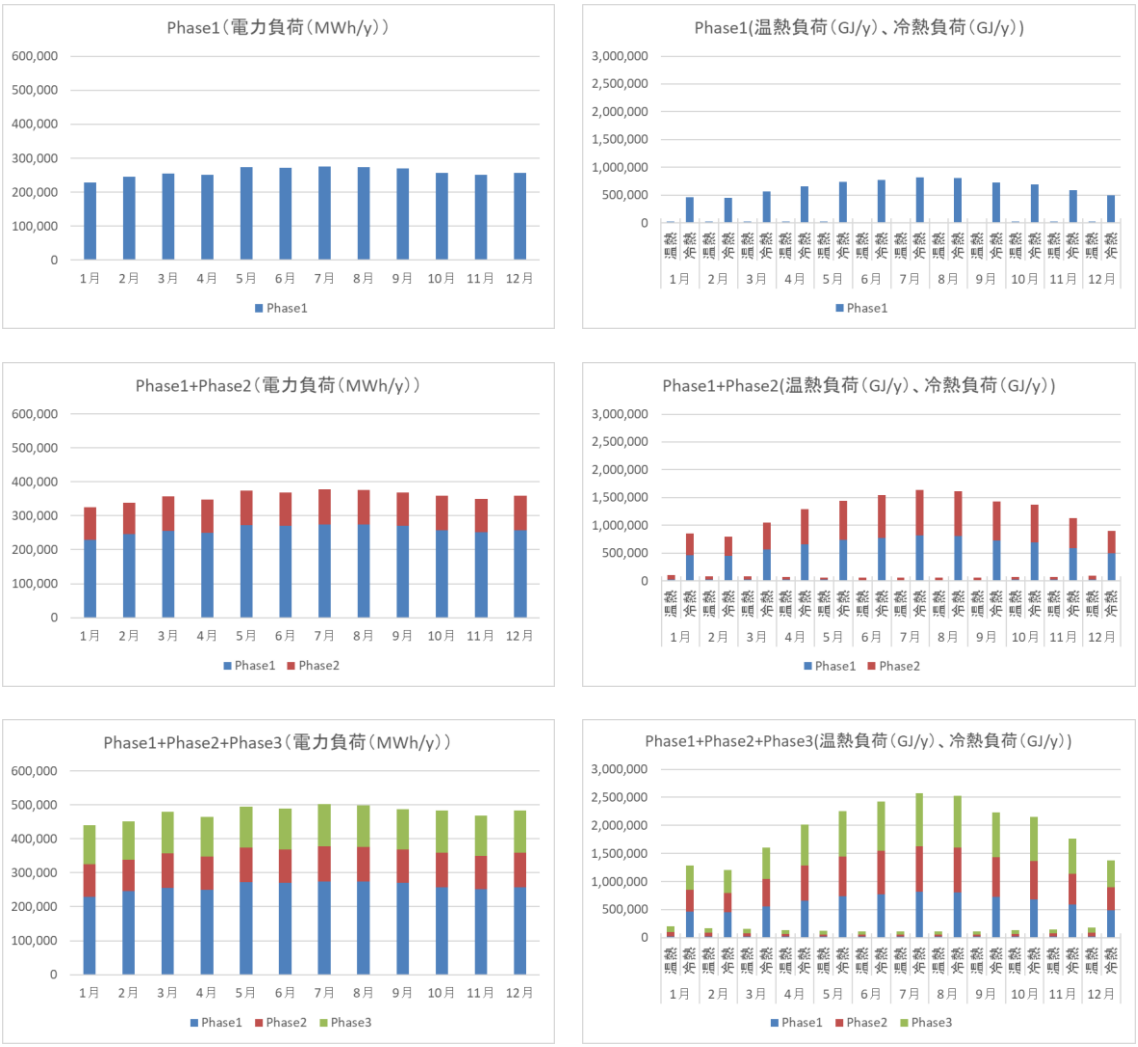
フェイズごとの時刻別デマンドカーブを次に示す。

出典：調査団作成

図 2-11：フェイズごとの最大負荷カーブ

(3)　月別のデマンドカーブ

フェイズ毎の月別デマンドカーブを以下に示す。



出典：調査団作成

図 2-12：フェイズごとの月別需要カーブ

2.5 スマートエネルギーシステムのテーマ設定

2.5.1 スマートエネルギーの方向性

(1) ベトナム政府のエネルギーに係る都市づくりの方向性・戦略

ベトナム政府によるスマートシティ開発の方向性・戦略を示すものとして、首相決定（No: 950 / QD-TTg）によるベトナムのスマートシティ戦略の宣言（2018 年 8 月）がある。

スマートシティに関する同首相決定のうち、エネルギーに関係する内容を以下に抜粋（下線部）する。エネルギーに関しては、持続可能な開発、環境配慮、気候変動への対応、レジリエンスといった点について、記されている。

【一般目標】

ベトナムの持続可能なスマートシティ開発は、グリーン成長、持続可能な開発、可能性と優位性の開拓と促進、資源利用の効率化、資源と人々の最適な利用、生活の質の向上に向けて、同時に、組織、個人、人々が研究、建設、経営への投資に効果的に参加するための条件を確保する。スマートな都市開発、潜在的なリスクとリスクの制限、国家管理と都市サービスの効率化、経済競争力と国際統合の改善。

【具体的な目標】

- ✓ 持続可能なスマートな都市開発に関する共通の法的枠組みである見直し、地域に適用可能なメカニズムと政策を公表し、IoT を試験的に導入する
- ✓ 都市管理、照明、交通、上下水道、廃棄物処理、送電網、自然災害危険警報システム、ICT インフラシステムを重点分野として、スマートシティのパイロット整備のための国家優先基準を公表

【課題・解決策】

✓ グループ 1:

- スマートシティの計画、投資、建設、管理、監視、運営に関する制度と法的回廊を形成し、グリーン成長、エネルギー効率化、削減汚染の最小化を目指す。気候変動への対応、文明化された都市や持続可能な開発を実現する。
- 都市技術基盤データベースの管理、建設発注管理、都市建設用地管理、上下水道管理、廃棄物収集・処理、樹木緑地、地下空間等における ICT の適用を指導する。

✓ グループ 5:スマートな都市インフラの整備

a)スマートな都市技術インフラへの投資と開発、まず以下の分野への投資を優先する:

- スマートな都市照明の開発
- インテリジェント・トラフィックの開発、交通誘導、指揮、制御、緊急事態への対応のための制御システムの開発
- インテリジェントな給排水システムを開発し、汚染を制御、処理し、水質を確保
- スマートな都市廃棄物収集・処理システムの開発
- スマートグリッドの開発
- リスク・自然災害に対する警戒体制の整備

(2)　エネルギーインフラにおけるテーマ設定

前述したスマートシティ開発の方向性・戦略に関する首相決定（No: 950 / QD-TTg）に基づきエネルギーインフラの整備にかかるテーマを以下のとおり設定した。

I.　自立分散型エネルギーシステムの導入
II.　防災性・レジリエンスの向上
III.　優れた都市空間・環境の形成
IV.　新たなエネルギービジネス創生

(3)　エネルギーインフラの施策メニュー

前項において設定したテーマに対して、背景・課題、対応方針、メニュー及び効果を次に整理する。

表 2-15：各テーマに対する背景・課題、対応方針およびインフラメニュー

テーマ	背景・課題	対応方針	メニュー
I.自立分散型エネルギーシステムの導入	・高い経済成長率を背景に、今後エネルギー需要の更なる増大の見込み ・ベトナム全体では 724 分/年の停電が発生 ・石炭火力への依存 ・乾季と雨季で供給能力が変動する水力発電への依存度の高さ	・高効率機器の導入、地域冷暖房によるエネルギー供給の高効率化 ・EMS/スマートメータを活用し、需給解析とエネルギー融通によるエネルギー需給の最適化 ・再生可能エネルギーの導入による低炭素化 ・スマートグリッドによる送配電の最適化、高効率化	・太陽光発電 ・地域冷暖房 ・EMS ・スマートグリッド ・マイクログリッド ・EV 充電ステーション ・オープンデータプラットフォームとの連
II.防災性・レジリエンスの向上	・竜巻、豪雨、台風の発生	・大規模災害発生を見据えた電力インフラのレジリエンス強化 ・スマートグリッドによる送配電の最適化、高効率化	・送配電早期復旧システム ・共同溝 ・大規模蓄電池 ・スマートグリッド ・マイクログリッド ・EMS ・オープンデータプラットフォームとの連
III.優れた都市空間・環境の形成	・安心安全で快適性の高い都市づくりの必要性 ・インフラ情報へのアクセス性向上の必要性	・スマートライト、データ利活用、セキュリティカメラ等による生活・安心安全の向上 ・地域冷暖房の導入、共同溝の整備、電線類の地中化による、都市景観の向上 ・グリーンインフラの推進による都市景観の向上・ヒートアイランドの抑制	・地域冷暖房 ・共同溝 ・スマートポール ・オープンデータプラットフォームとの連携
IV.新たなエネルギービジネス創生	・国の高経済成長率を維持するための企業誘致を推進できる環境の必要性 ・インフラの適切な維持管理、効率化によるインフラ機能の維持	・オープンデータプラットフォームを活用したビジネス創出機会の提供 ・IoT 活用技術によるスマートなインフラ維持管理システムによる、産業、生活の安定性の確保	・スマートメータ ・スマートポール ・オープンデータプラットフォームとの連携 ・EV 充電ステーション

出典：調査団作成

エネルギーインフラにおけるメニューごとに、ハロンへ適用した場合の効果について、以下に整理する。

表 2-16：エネルギーインフラにおけるメニューとハロンへの適用による効果

メニュー	ハロンへの適用による効果
太陽光発電	再生可能エネルギーの活用による、環境に配慮した自立分散型のエネルギー供給の実現に寄与 ※コンセプト M/P に明記
地域冷房システム	熱利用効率の向上による、高効率な自立分散型のエネルギー供給の実現に寄与 ※コンセプト M/P に明記
EMS	個別施設もしくは地域全体のエネルギーマネジメントによる省エネ化に寄与 ※コンセプト M/P に明記
スマートグリッド（マイクログリッド）	エネルギー供給の安定性、信頼性、防災性の向上に寄与 送配電効率の向上
スマートメータ	エネルギー管理、料金収受の自動化に活用 ※コンセプト M/P に明記
EV 充電ステーション	モビリティの低炭素化、モビリティシステム連携に寄与 ※コンセプト M/P に明記
送配電早期復旧システム	系統事故による停電からの早期復旧により、停電時間の削減に寄与 将来的には日本品質の送配電自動化システム
共同溝	優れた都市環境・都市景観の形成、インフラの維持管理の効率化、防災強化に寄与 ※コンセプト M/P に明記
大規模蓄電池	レジリエンスの向上に寄与
スマートポール	省エネ型ライトに加え、Wi-Fi、環境モニタリングセンサ、セキュリティカメラ、緊急情報システム等の機能を持たせることで、街路灯の省エネ化および各種データ収集に寄与 ※コンセプト M/P に明記
オープンデータプラットフォームとの連携	データ連携による運営管理の合理化、新たなビジネス・サービス創出に寄与

出典：調査団作成

2.5.2 本調査にて検討するエネルギーインフラ及びサービス

エネルギーインフラの施策メニューのうち、エネルギーインフラにおけるテーマを実現するエネルギーサービスとその概要、対応するメニューを整理する。

エネルギーサービス

A) 環境配慮型安定電力供給サービス
B) 停電バックアップサービス
C) エネルギーシェアサービス
D) 高効率な地域熱供給サービス

表 2-17：各エネルギーサービスの概要と対応するテーマ、メニューの関係

エネルギーサービス	概要	対応するテーマ	対応するメニュー
A) 環境配慮型安定電力供給サービス	太陽光発電の導入や地域マイクログリッド化に対応した、日本の電力供給品質に近い送配電システムで系統事故時の早期復旧が可能。将来的には自動送配電システムへのアップグレードも想定	I.自立分散型エネルギーシステムの導入	送配電インフラ スマートグリッド マイクログリッド 太陽光発電 送配電早期復旧システム
B) 停電バックアップサービス	系統連系型大規模蓄電池の導入 系統事故や災害による停電時に一定時間の電源供給を実現することで電供給信頼度を向上	I.自立分散型エネルギーシステムの導入 II.防災性・レジリエンスの向上	大規模蓄電池等 太陽光発電 EMS
C) エネルギーシェアサービス	EV や、域内の太陽光発電等、大規模蓄電池などのエネルギーリソースを活用し、特定の公共施設や商業施設などのニーズに応じて地域エネルギーグリッドとして安心・安全な再生可能エネルギーをシェアできるサービス	I.自立分散型エネルギーシステムの導入 Ⅲ.新たなエネルギービジネス創生	太陽光発電 EMS スマートメータ EV 充電ステーション スマートポール オープンデータプラットフォームとの連携
D) 高効率な地域熱供給サービス	地域冷房システムを導入し、熱供給プラントから冷水・温水・蒸気などの熱媒を、導管を通して複数の建物等（主に商業系施設）に供給し、冷房・暖房・給湯などの高効率化を実現	I.自立分散型エネルギーシステムの導入 Ⅳ.優れた都市空間・環境の形成	地域冷暖房 共同溝 EMS

出典：調査団作成

2.6　スマートエネルギーインフラの整備検討

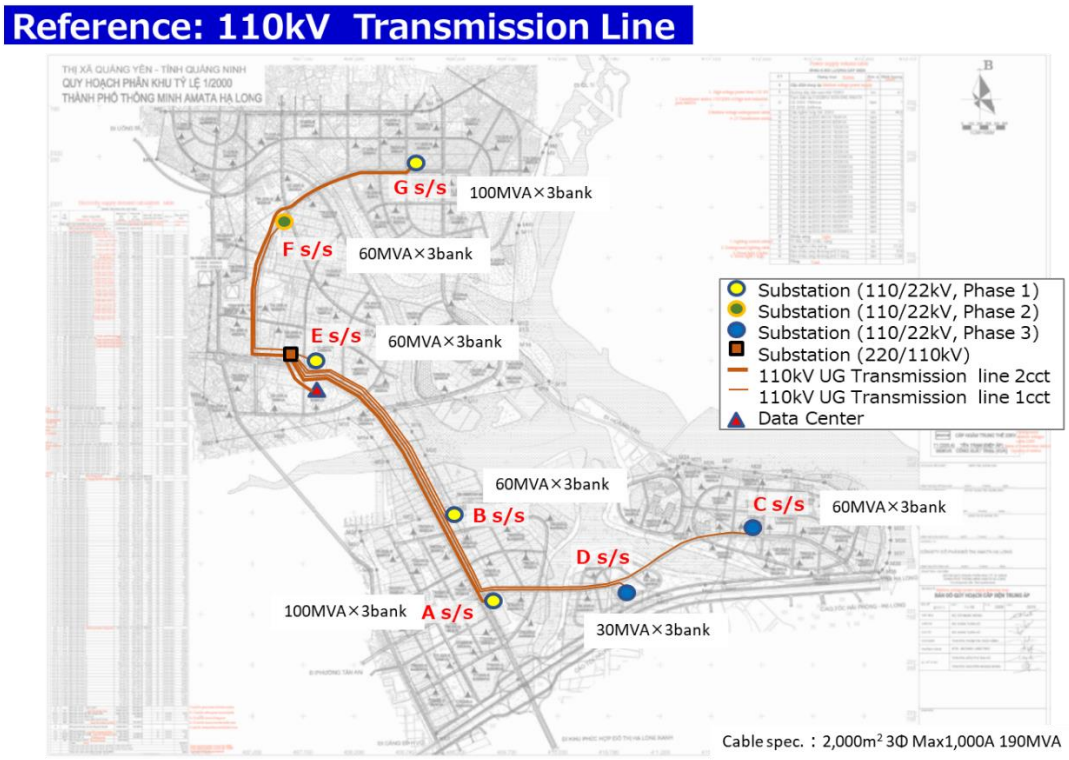
2.6.1　環境配慮型安定電力供給サービス

ここでは、太陽光発電の導入を念頭においた配電システムにおける、供給信頼度を高めるための設備・系統構成について検討する。

(1)　事業の概要

⑦　220kV による一次受電及び二次変電所までの送電計画

環境配慮型の安定電源供給サービスを検討するにあたり、AMATA ハロンスマートシティにおいて国営電力企業（EVN）から、220kV で受変電する一次変電所、一次変電所から二次変電所までの 110kV の送電計画について現況の計画に基づき下図の通り設定した。本前提条件に基づき、以降の二次変電所からの配電計画を検討した。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-13：一次変電所及び二次変電所までの送電計画（参考）

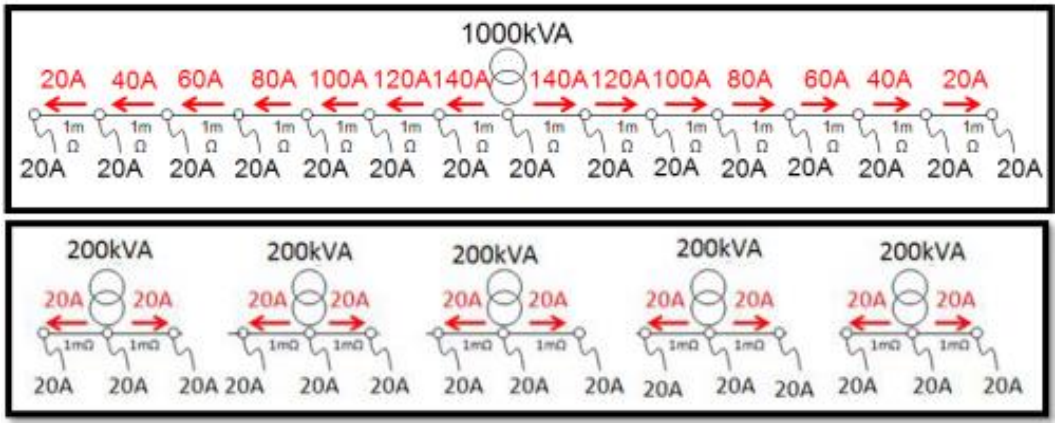
⑧　22kV メッシュ状系統

AMATA ハロンスマートシティに整備する送配電インフラは、配電系統として、22kV 系統はメッシュ状の構成とし、事故や作業の際に、現地開閉器操作により、隣接する系統か

らの負荷融通が可能となるよう構成する。将来的には、電力保安用通信線と配電自動化システムを導入し、停電時間の更なる短縮を図り、電力品質の更なる向上に寄与する。

⑨　22k/400V マルチトランスフォーマーシステム

22k/400V 柱上変圧器は、小容量（200kVA 以下）のものを多数配置し（マルチトランスフォーマーシステム）、事故や作業に伴う停電範囲を極小化するとともに、大電流が流れることによるテクニカルロスの低減や、線路亘長が長くなることによる適正電圧逸脱の回避を図る。



出典：調査団作成

図 2-14：マルチトランスフォーマーシステムの模式図（上段：導入前／下段：導入後）

⑩　絶縁アルミ電線・低風圧電線

使用する電線については裸電線ではなく絶縁電線を採用し、盗電等のノンテクニカルロスを低減する。また導電体として、従来の銅ではなくアルミニウムを採用し、コスト低減とともに（銅よりも軽量であることから）作業性の向上を図る。アルミニウムの導電性は銅のそれよりも劣ることから、電線の太さは増大するが、絶縁被覆を低風圧化し、風圧荷重の低減を図る。

(2)　事故時の対処方法

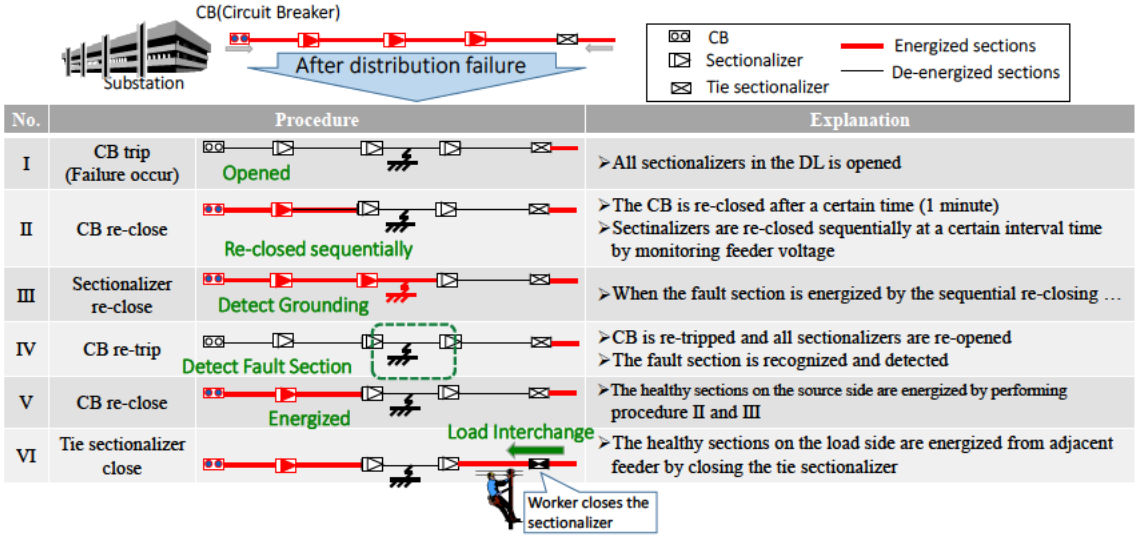
配電線事故（22kV 事故）時は、下図に示すとおり、時限順送方式により事故区間を特定し、早期の普及を実現する。以下に時限順送方式の対応フローを示す。

I.　事故発生後、変電所遮断器と全区分開閉器が開放し、系統全体が停電する。
II.　事故発生から 1 分後、変電所の遮断器が自動再充電（再閉路）する。
　　事故発生から 1 分以内に事故点が除去されていれば配電線全体に送電する。
III.　事故発生から 1 分以内に事故点が除去されていない場合、事故区間が充電する。

IV. 再度事故が発生し、変電所遮断器と全区分開閉器が開放、系統全体が再度停電
その際、時限順送機能により事故区間を特定する。

V. 事故区間より電源側の健全区間に、変電所より自動的に送電する（再々閉路）。

VI. 作業員が出向して開閉器操作を行うことにより、事故区間より負荷側の健全区間に、隣接系統より送電される。



No.	Procedure	Explanation
I	CB trip (Failure occur) — Opened	➢All sectionalizers in the DL is opened
II	CB re-close — Re-closed sequentially	➢The CB is re-closed after a certain time (1 minute) ➢Sectinalizers are re-closed sequentially at a certain interval time by monitoring feeder voltage
III	Sectionalizer re-close — Detect Grounding	➢When the fault section is energized by the sequential re-closing …
IV	CB re-trip — Detect Fault Section	➢CB is re-tripped and all sectionalizers are re-opened ➢The fault section is recognized and detected
V	CB re-close — Energized	➢The healthy sections on the source side are energized by performing procedure II and III
VI	Tie sectionalizer close — Load Interchange; Worker closes the sectionalizer	➢The healthy sections on the load side are energized from adjacent feeder by closing the tie sectionalizer

出典：調査団作成

図 2-15：時限順送方式による健全区間への送電

なお、本時限順送方式では、400V 事故時の停電範囲は、当該バンクに限定され、他バンクへは影響しない。

(3) 配電系統に求められる仕様の検討

① 負荷想定

不等率:d_f＝1.15　力率:p_f＝0.98 とし、負荷を表 2-18 のように算出した。

表 2-18：負荷容量の算定と必要設備の検討

負荷合成箇所	負荷容量	必要設備
中圧・低圧引込線	負荷の単純合計 $\Sigma L_D \fallingdotseq 1{,}012\ MW \div p_f$ **≒1,032 MVA**	個別負荷見合いで選定
配電線送電端	配電線合成負荷の合計 $\Sigma L_F = 1/d_f^{1/3} \times \Sigma L_D$ **≒985 MVA**	一配電線あたりの供給力 前提　・線路容量 400A ・事故時融通のため常時 335A で運用 $S_F = \sqrt{3} \times V \times I$ $= \sqrt{3} \times 22kV \times 335A \fallingdotseq 12.765MVA$ 必要配電線数 $\Sigma L_F \div S_F \fallingdotseq 77.2$ ＜ **85 本**
配電用変電所受電端	配電用変電所での合成負荷の合計 $\Sigma L_{DS} = 1/d_f^{2/3} \times \Sigma L_D$ **≒940 MVA**	1 変圧器事故時の供給力 前提　・健全な変圧器で供給継続（2/3 運用） ・過負荷運転時の変圧器容量は常時の 110% 必要設備容量 $\Sigma S_{DS} = \Sigma L_{DS} \div$（過負荷率）$\div$（2/3） $= 855MVA \div (2/3) \fallingdotseq 1{,}281.8MVA$ ＜ 1,410 MVA **＝（100MVA×3 台）×2 変電所** **＋（60MVA×3 台）×4 変電所** **＋（30MVA×3 台）×1 変電所** 常時の設備利用率 $\Sigma L_{DS} \div \Sigma S_{DS} \fallingdotseq 66.7\%$
送電用変電所受電端	送電用変電所での合成負荷の合計 $\Sigma L_{SS} = 1/d_f \times (\Sigma L_D + L_{DD})$ **≒1,086 MVA** データセンター負荷 $L_{DD} = 212\ MW \div p_f$	左記の負荷容量に応じて選定

出典：調査団作成

なお、不等率考慮の有無による送電／配電別の需要想定と、契約口数の想定は表 2-19～表 2-21 のとおりである。

表 2-19：需要想定（不等率考慮なし、単位：MW）

配電負荷					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	109	194	216	519
	ゾーン 2	43	83	150	276
	ゾーン 3	132	30	55	217
	合計	285	307	420	1,012
送電負荷					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	-	-	-	-
	ゾーン 2	212	-	-	212
	ゾーン 3	-	-	-	-
	合計	212	-	-	212
総負荷					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	109	194	216	519
	ゾーン 2	256	83	150	488
	ゾーン 3	132	30	55	217
	合計	497	307	420	1,224

出典：調査団作成

表 2-20：需要想定（不等率考慮あり、単位：MW）

配電負荷

地域	フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3	合計
ゾーン 1	**106**	**189**	**210**	**506**
ゾーン 2	42	81	146	269
ゾーン 3	129	29	53	211
合計	277	299	409	985

送電負荷

地域	フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3	合計
ゾーン 1	**101**	**181**	**201**	**483**
ゾーン 2	40	77	139	257
ゾーン 3	123	27	51	201
合計	265	285	390	940

総負荷

地域	フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3	合計
ゾーン 1	**97**	**172**	**191**	**461**
ゾーン 2	227	74	133	433
ゾーン 3	118	26	48	192
合計	441	272	373	1,086

出典：調査団作成

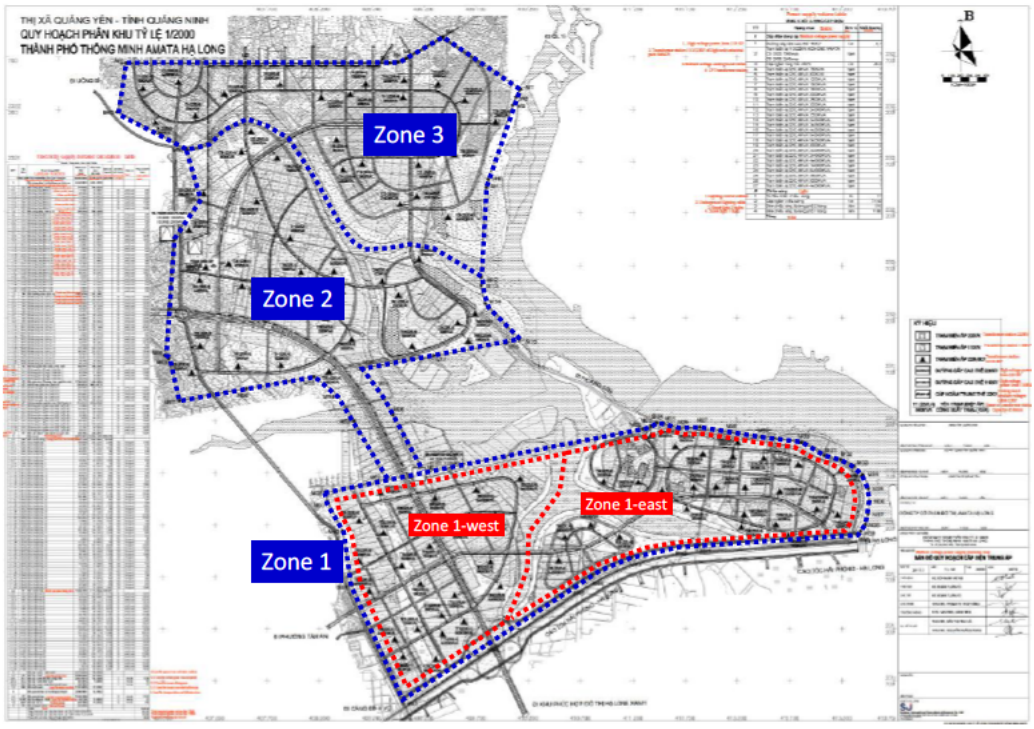
表 2-21：契約口数想定（単位：口）

戸建住宅					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	-	753	891	1,644
	ゾーン 2	-	-	-	-
	ゾーン 3	901	-	-	901
	合計	901	753	891	2,545
集合住宅					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	366	-	1,101	1,467
	ゾーン 2	-	3,591	1,167	4,758
	ゾーン 3	-	3,332	4,733	8,065
	合計	366	6,923	7,001	14,290
商業他					
	地域	**フェイズ 1**	**フェイズ 2**	**フェイズ 3**	**合計**
	ゾーン 1	41	39	59	139
	ゾーン 2	28	25	37	90
	ゾーン 3	20	6	7	33
	合計	89	70	103	262

出典：調査団作成

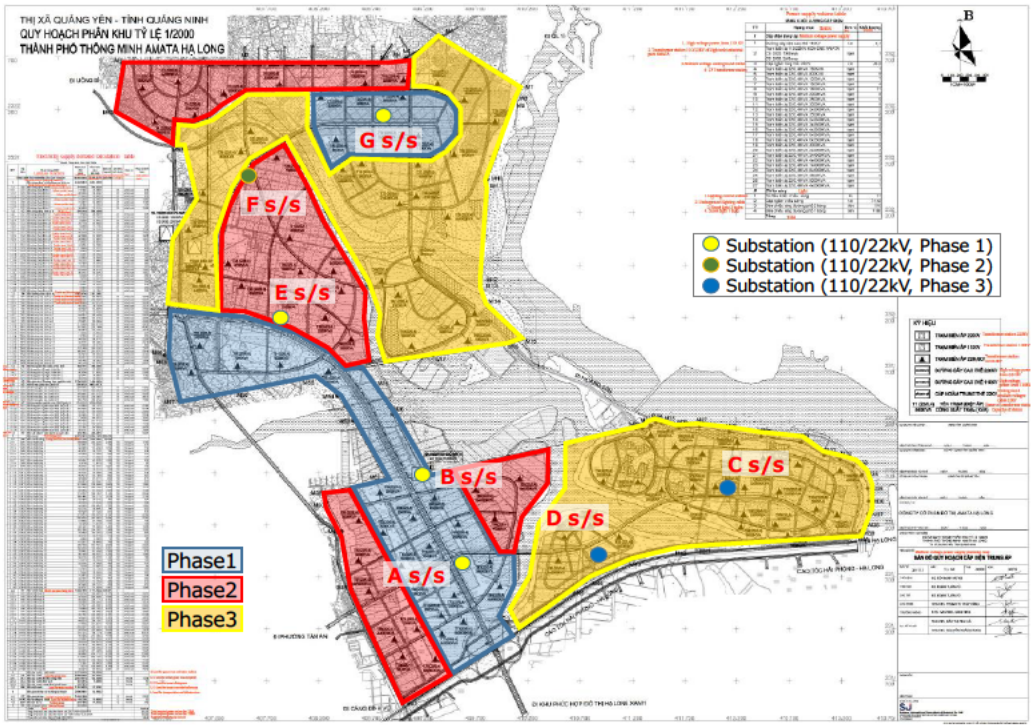
② 開発フェイズと開発エリア

フェイズ別の開発エリアと 110/22kV 変電所位置候補について検討する。開発エリア全体のゾーン割、フェイズ別の開発エリアと、110/22kV 変電所位置候補を次に示す。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-16：開発エリア全体のゾーン割り

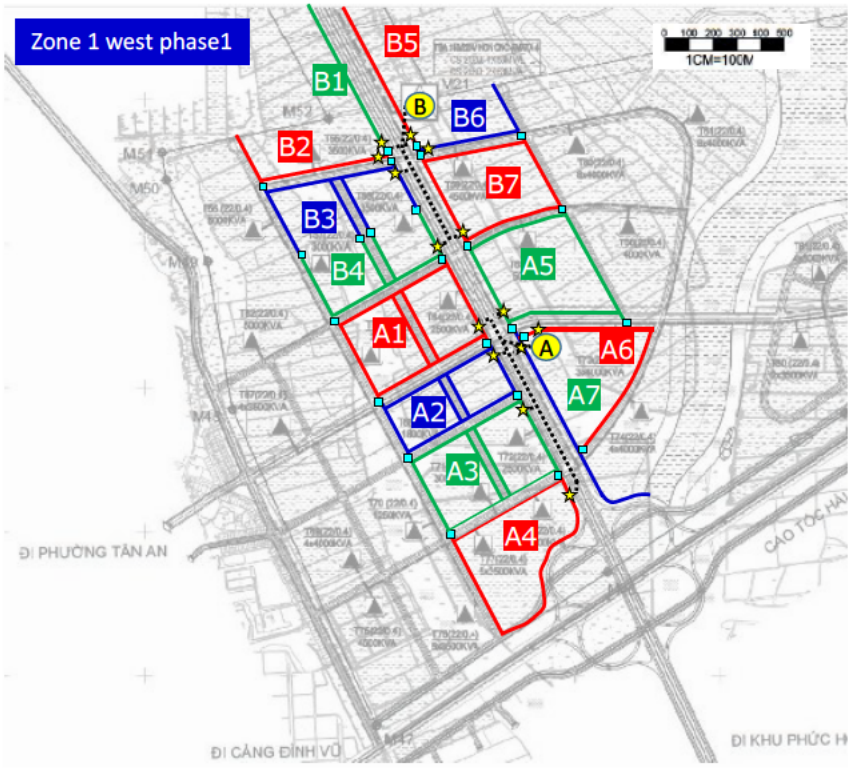


出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-17：フェイズ別開発エリアと 110/22kV 変電所位置候補

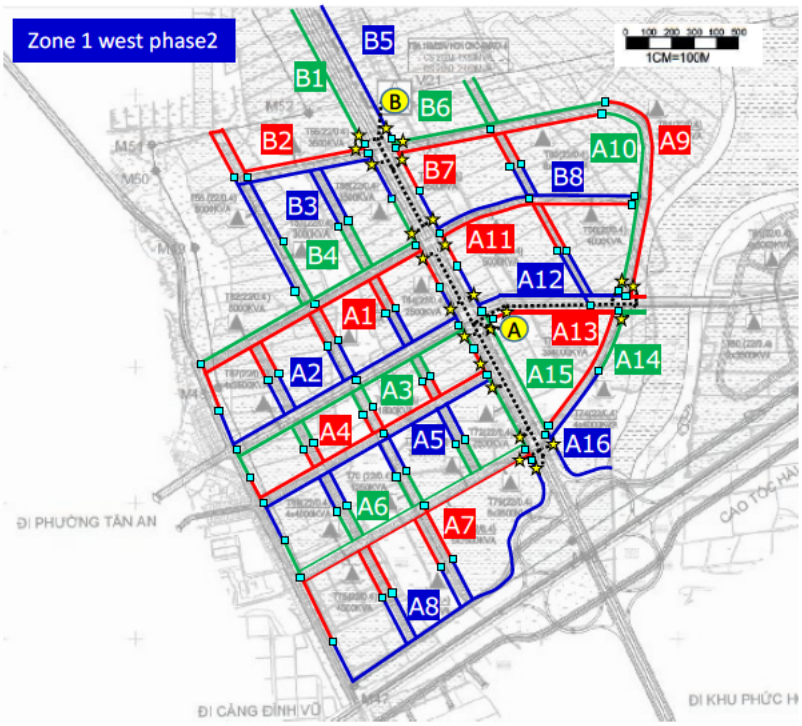
また、22kV 幹線系統の検討を行うにあたり、ゾーン 1～3 の 22kV 幹線系統をフェイズ別に検討した。その結果を以下に示す。なお図の中の色の違いは変電所のバンクの違いを表しており、記号等については下記のとおりである。

配電用変電所（22k/400V）　立ち上げ位置　異配電線間常開点



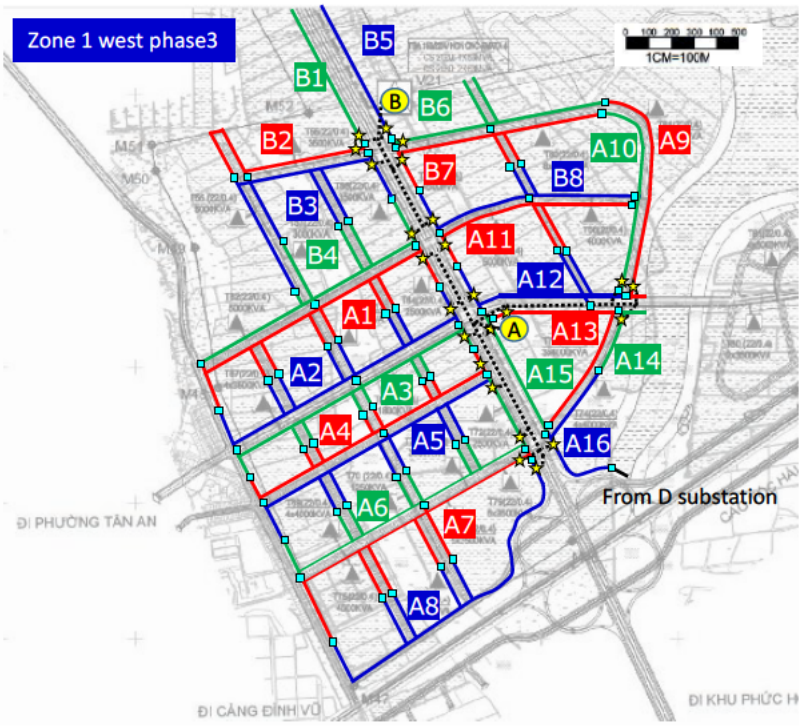
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-18：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west，フェーズ 1）



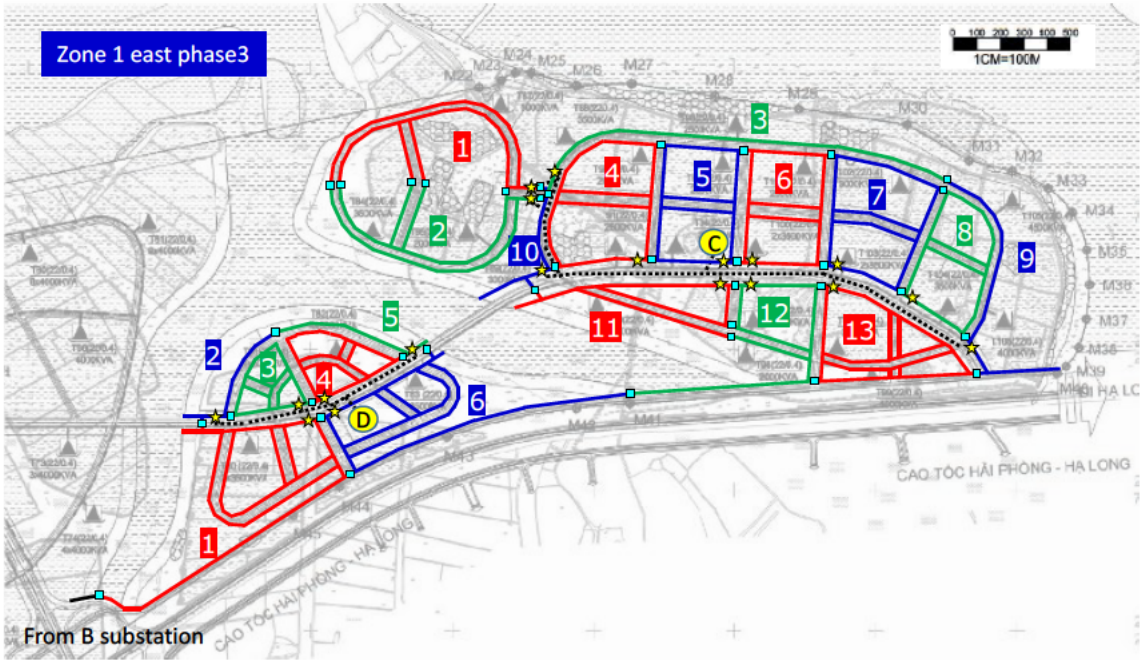
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-19：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west，フェーズ 2）



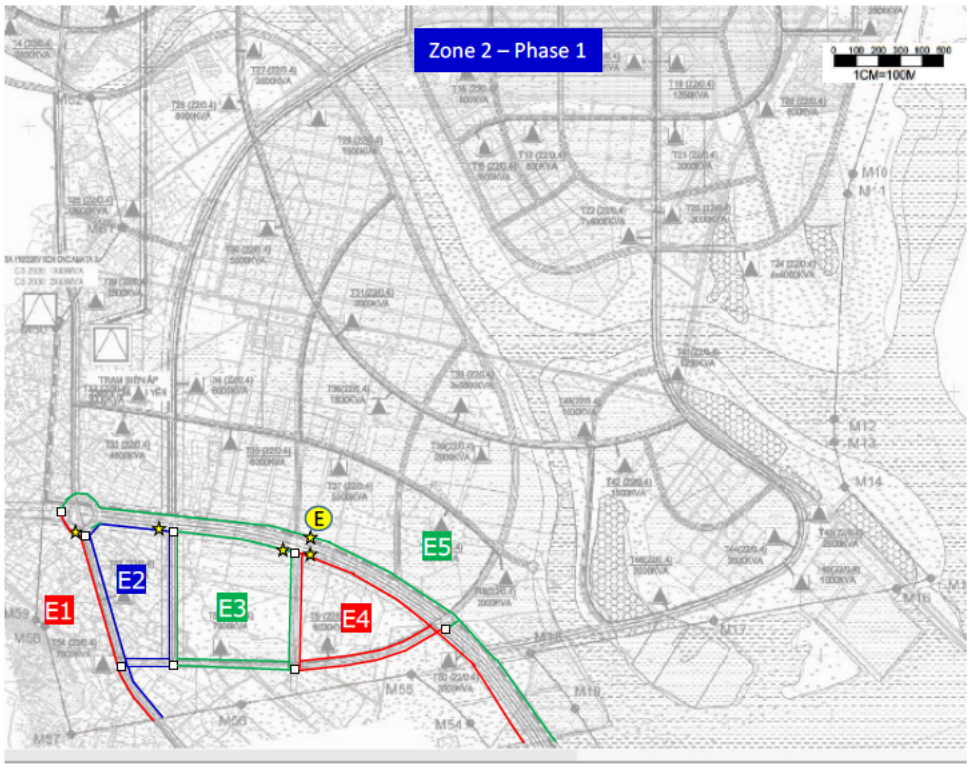
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-20：22kV 幹線系統（ゾーン 1 west，フェーズ 3）



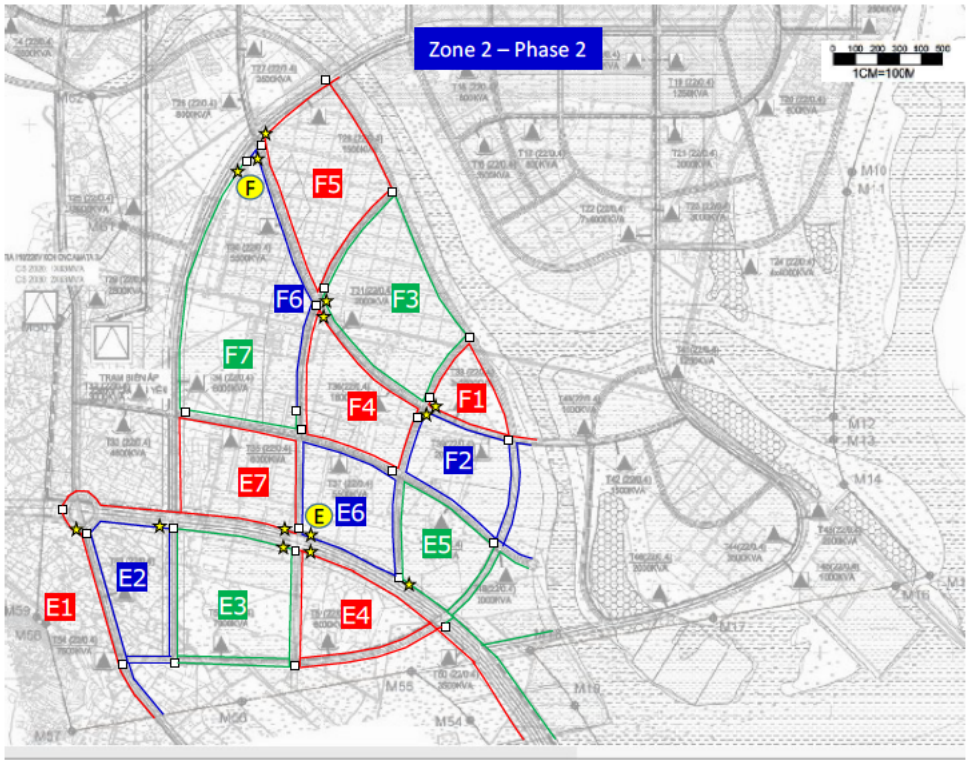
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-21：22kV 幹線系統（ゾーン 1 east，フェーズ 3）



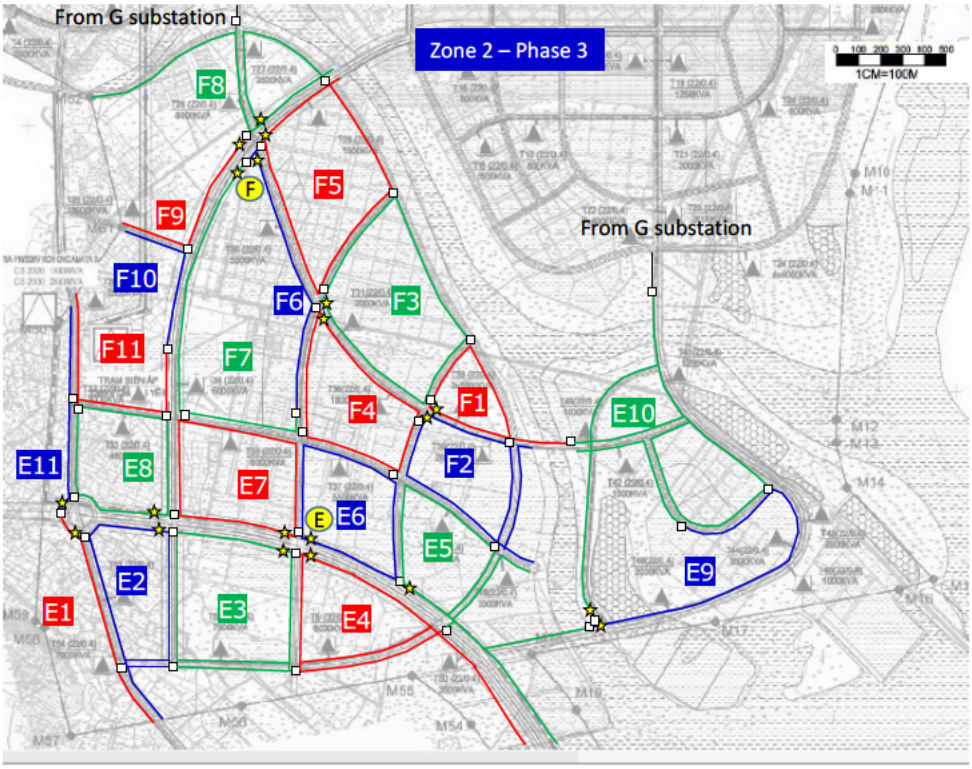
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-22：22kV 幹線系統（ゾーン 2，フェーズ 1）



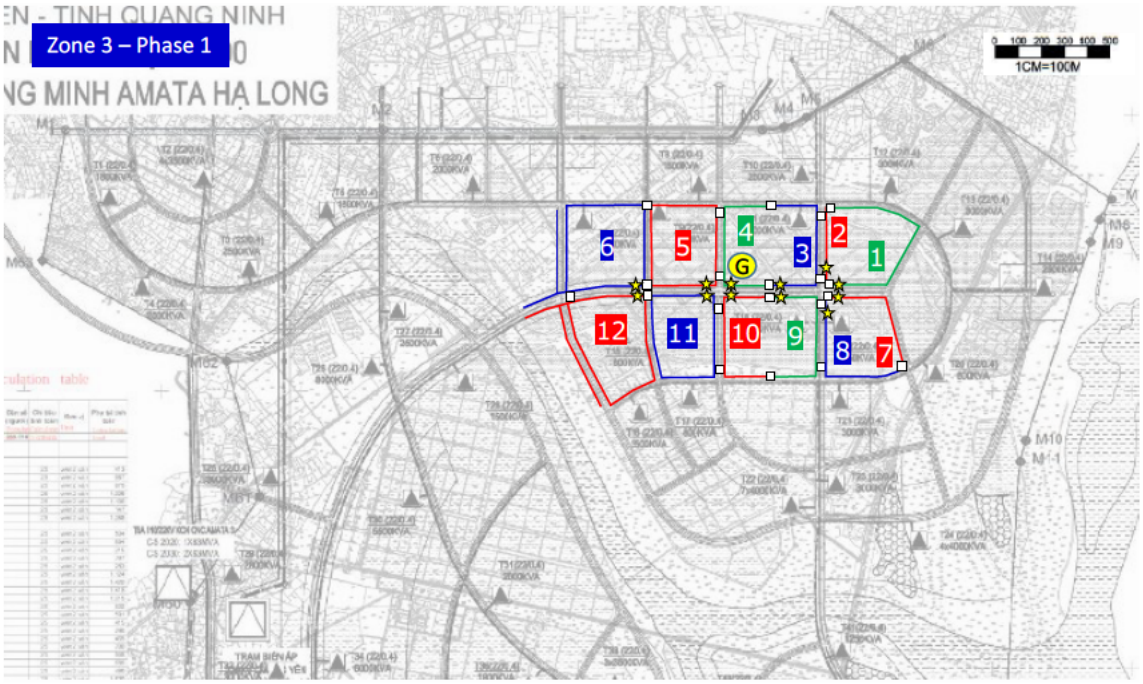
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-23：22kV 幹線系統（ゾーン 2，フェーズ 2）



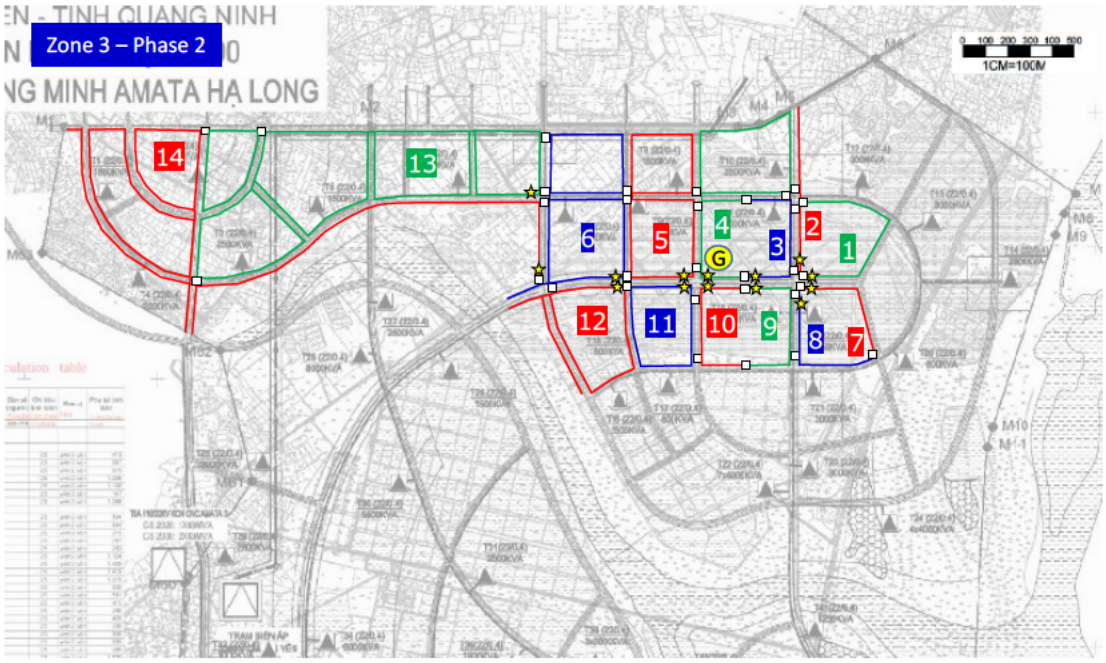
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-24：22kV 幹線系統（ゾーン 2，フェーズ 3）



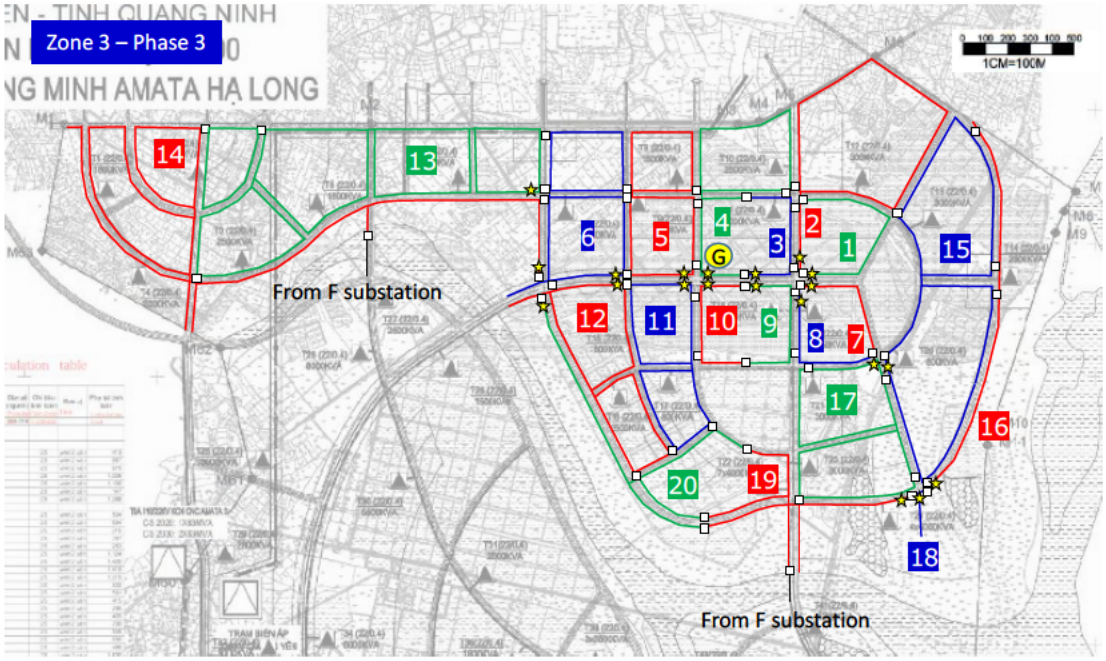
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-25：22kV 幹線系統（ゾーン 3，フェーズ 1）



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

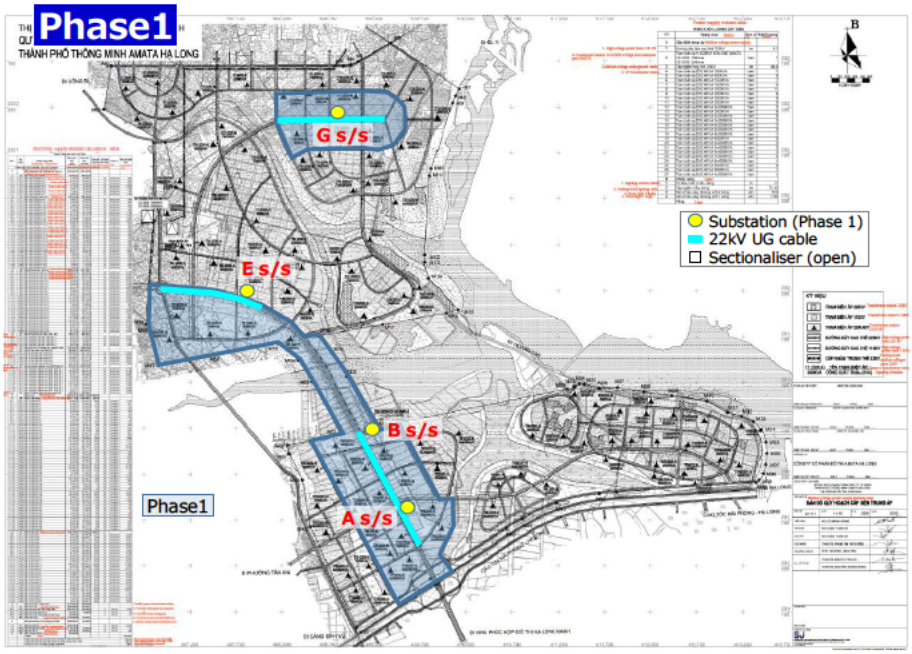
図 2-26：22kV 幹線系統（ゾーン 3，フェーズ 2）



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

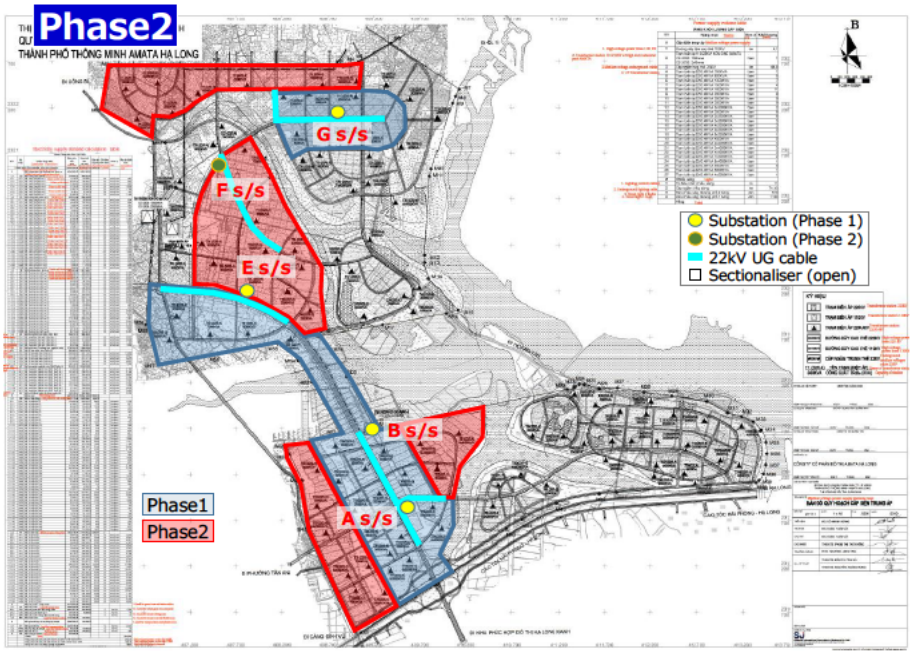
図 2-27：22kV 幹線系統（ゾーン 3，フェーズ 3）

前項にて検討した 22kV 幹線系統の、地中部分の経路（変電所から立ち上げ位置までの引き出しケーブル等）を、フェイズごとに以下に示す。



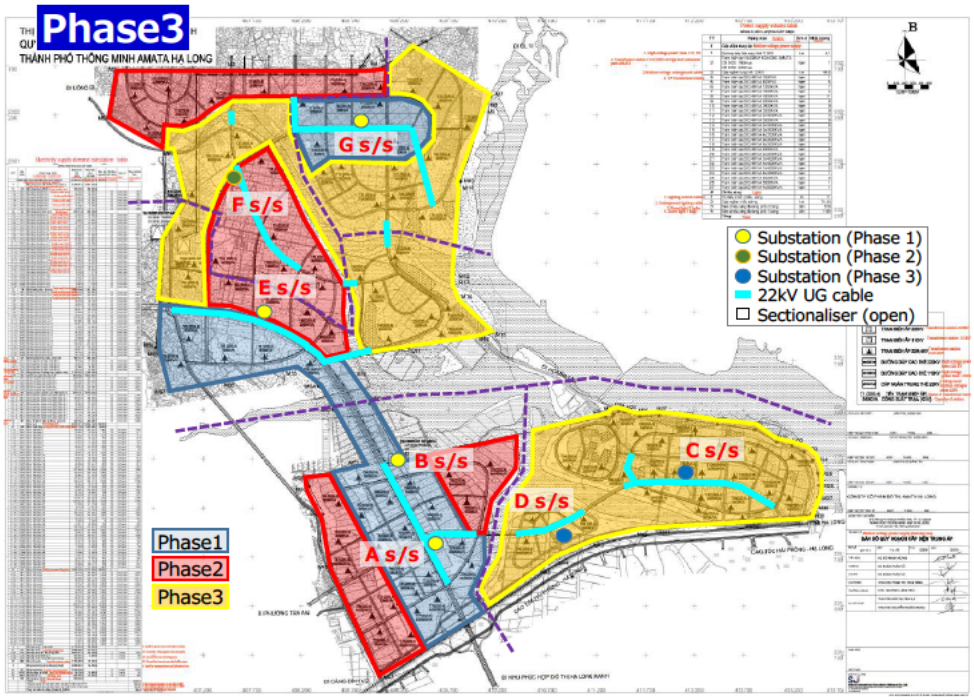
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-28：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 1）



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-29：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 2）



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 2-30：22kV 幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 3）

③ 配電線数と負荷容量の推移

前項までに検討した配電系統の仕様と、フェイズごとの開発ゾーン割りに基づき、配電線数と負荷容量は下表のとおり推移する。

表 2-22：配電設備の建設費のフェイズ別内訳

ゾーン	配電用変電所		項目	フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3
1	A	300MVA（100MVA×3 台）	配電線数	7	16	16
			負荷 MVA	76	197	197
	B	180MVA（60MVA×3 台）	配電線数	7	8	8
			負荷 MVA	30	98	98
	C	180MVA（60MVA×3 台）	配電線数	-	-	13
			負荷 MVA	-	-	140
	D	90MVA（30MVA×3 台）	配電線数	-	-	6
			負荷 MVA	-	-	70
	A + B + C + D		配電線数	14	24	43
			負荷 MVA	106	295	506
2	E	180MVA（60MVA×3 台）	配電線数	5	7	11
			負荷 MVA	42	61	134
	F	180MVA（60MVA×3 台）	配電線数	-	7	11
			負荷 MVA	-	62	135
	D + E		配電線数	5	14	22
			負荷 MVA	42	123	269
3	G	300MVA（100MVA×3 台）	配電線数	12	14	20
			MVA	129	158	211
開発エリア合計			**配電線数**	**31**	**52**	**85**
			負荷 MVA	**277**	**576**	**985**

出典：調査団作成

(4) 概算事業費の検討

前述したエネルギー需要の試算結果に基づき、二次変電所の二次側以降の配電設備の建設費を試算した。

表 2-23　配電設備（二次変電所の二次側）の概算費用・Phase 別内訳（CAPEX 1）

設備		Phase 1	Phase 2	Phase 3	合計
22kV 地中線（ケーブル）	物量(km)	12.2	14.3	27.3	53.9
	小計(千 JPY)	263,144	308,759	589,094	1,160,997
	小計(千 VND)	56,733,846	66,568,440	127,008,666	250,310,953
22kV 地中線（管路）	物量(km)	5.0	2.7	5.7	13.4
	小計(千 JPY)	23,677	12,786	26,992	63,455
	小計(千 VND)	5,104,761	2,756,662	5,819,475	13,680,898
22kV 架空線（支持物含み）	物量(km)	54.5	69.8	74.1	198.4
	小計(千 JPY)	431,211	552,492	586,801	1,570,503
	小計(千 VND)	92,969,092	119,117,275	126,514,296	338,600,447
自動区分開閉器	物量（台）	217	147	231	595
	小計(千 JPY)	364,104	246,651	387,594	998,351
	小計(千 VND)	78,500,822	53,177,956	83,565,266	215,244,476
常開 SW（VS）	物量（台）	145	141	169	455
	小計(千 JPY)	243,296	236,584	283,565	763,445
	小計(千 VND)	52,454,618	51,007,510	61,136,614	164,598,742
22kV 屋内変圧器室引込	物量(本)	12	231	233	476
	小計(千 JPY)	14,319	270,854	273,905	559,078
	小計(千 VND)	3,087,176	58,396,122	59,053,918	120,537,217
22kV 需要家引込	物量(本)	89	70	103	262
	小計(千 JPY)	75,131	59,092	86,949	221,171
	小計(千 VND)	16,198,244	12,740,235	18,746,204	47,684,468
200kVA 柱上変圧器	物量(bank)	50	301	309	659
	小計(千 JPY)	40,483	245,729	252,563	538,775
	小計(千 VND)	8,728,135	52,979,172	54,452,583	116,159,890
低圧本線（支持物含まず）	物量(km)	6.0	4.8	5.6	16.4
	小計(千 JPY)	36,547	29,202	34,358	100,107
	小計(千 VND)	7,879,533	6,295,951	7,407,585	21,583,069
低圧単独柱 (低圧本線エリア)	物量(本)	96	77	90	263
	小計(千 JPY)	14,006	11,234	13,130	38,369
	小計(千 VND)	3,019,694	2,422,050	2,830,828	8,272,356
低圧引込線	物量(km)	0.1	1.1	1.0	2.3
	小計(千 JPY)	628	5,184	4,581	10,393
	小計(千 VND)	135,397	1,117,670	987,664	2,240,731
計器（低圧）	物量（個）	1,267	7,676	7,892	16,835
	小計(千 JPY)	8,284	50,187	51,599	110,069
	小計(千 VND)	1,786,030	10,820,317	11,124,744	23,730,876
計器（22kV）	物量（個）	89	70	103	262
	小計(千 JPY)	87,289	68,654	101,019	256,962
	小計(千 VND)	18,819,508	14,801,802	21,779,696	55,401,007
合計（千 JPY）		**1,602,119**	**2,097,405**	**2,692,152**	**6,391,676**
合計(千 VND)		**345,416,856**	**452,200,518**	**580,427,971**	**1,378,045,346**

（為替レートは 215.6VND/JPY を適用。以下同様）

出典：調査団作成

一次変電所及び一次変電所～二次変電所までの 110kV 送電線、二次変電所の建設にかかる概算費用を試算した。なお本費用は AMATA 社の計画値に対して本調査における需要試算結果を踏まえて容量増分を考慮した。

表 2-24　送電設備（一次変電所～二次変電所）の概算費用・フェイズ別内訳（CAPEX 2）

設備	フェイズ	建設・設備費 (mil. VND)	建設・設備費 （百万円）
一次変電所～二次変電所 送電設備	1	571,028	2,649
	2	379,685	1,761
	3	459,433	2,131
合計		1,410,146	6,441

出典：調査団作成

以下に配電設備（CAPEX 1）および送電設備（CAPEX 2）の建設費を合算したフェイズ別の送配電システムの概算費用を整理した。

表 2-25：送配電システムの合計概算費用・フェイズ別内訳（CAPEX 1＋2）

サービス （ゾーン）	フェイズ	施設名	建設・設備費 (mil. VND)	建設・設備費 （百万円）
プレミアム	1	送配電システム	81,476	378
	2	送配電システム	172,675	801
ジェネラル	1	送配電システム	834,969	3,873
	2	送配電システム	659,211	3,058
	3	送配電システム	1,039,861	4,823
合計			2,788,192	12,932

出典：調査団作成

次に配電設備（二次変電所の二次側）の修繕や業務上必要となる OPEX について、下記の考え方に基づき算定した。

・ 修繕費：各フェイズ末までの累積 CAPEX の 3%を計上する。
・ 人件費：Senior Engineer1 名、Engineer12 名、Technician22 名で算定する。
・ 建物・車輌等維持費
- 建物：事務所、資材倉庫等
- 車輌：バン、1t トラック、5t クレーン車、オートバイ等

表 2-26　配電設備（二次変電所二次側）の概算維持管理費用・フェイズ別内訳（OPEX 1）

		Phase 1	Phase 2	Phase 3
修繕費	(千 JPY/year)	48,064	110,986	191,750
	(千 VND/year)	10,362,598	23,928,582	41,341,300
人件費	(千 JPY/year)	49,025	49,025	49,025
	(千 VND/year)	10,569,790	10,569,790	10,569,790
建物・車輌等	(千 JPY/year)	22,133	22,133	22,133
	(千 VND/year)	4,771,875	4,771,875	4,771,875
合計（千 JPY/year）		**119,221**	**182,143**	**262,908**
合計（千 VND/year）		**25,704,048**	**39,270,031**	**56,682,965**

出典：調査団作成

同様に送電設備（一次変電所及び二次変電所、一次変電所～二次変電所までの 110kV 送電線の運営にかかる OPEX を以下の通り試算した。

表 2-27　送電設備の概算維持管理費用・フェイズ別内訳（OPEX 2）

設備	フェイズ	建設・設備費 (mil. VND)	建設・設備費 (百万円)
一次変電所～二次変電所送電設備	1	12,852	59.6
	2	19,635	91.1
	3	28,341	131.5
合計		60,829	282.1

出典：調査団作成

以下に配電設備（OPEX 1）および送電設備（OPEX 2）の維持管理費を合算したフェイズ別の送配電システムの概算維持管理費を整理した。

表 2-28：送配電システムの概算維持管理費・フェイズ別内訳（OPEX 1+2）

サービス（ゾーン）	フェイズ	施設名	O&M 費 (mil. VND/年)	O&M 費 (百万円/年)
プレミアム	1	送配電システム	2,203	10.2
	2	送配電システム	9,169	42.5
ジェネラル	1	送配電システム	36,353	168.6
	2	送配電システム	49,736	230.7
	3	送配電システム	85,024	394.4
合計			182,486	846.4

出典：調査団作成

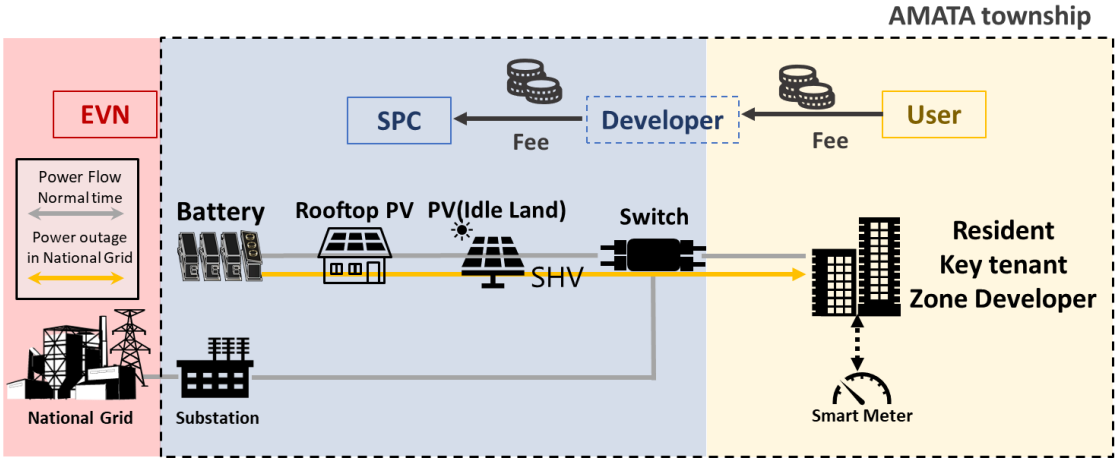
2.6.2　停電バックアップサービス

(1)　事業の概要

後述する太陽光発電に加えて系統連系型の大規模蓄電池システムを導入することによって、電力系統の安定化と停電時のバックアップによる供給信頼性の向上を図る。

平常時は屋根置きや遊休地を利用して太陽光発電の利用を促進するとともに、大規模蓄電池からの充放電によって、太陽光発電などの変動制電源の出力平滑化やデマンドの平準化を図ることで、バックアップ電源としてだけでなく、蓄電池の資産価値を十分に引き出す運用により蓄電池の導入効果の最大化を図る。これらの蓄電池からの充放電を実現するためには、蓄電池をコントロールする EMS との組み合わせを想定する。

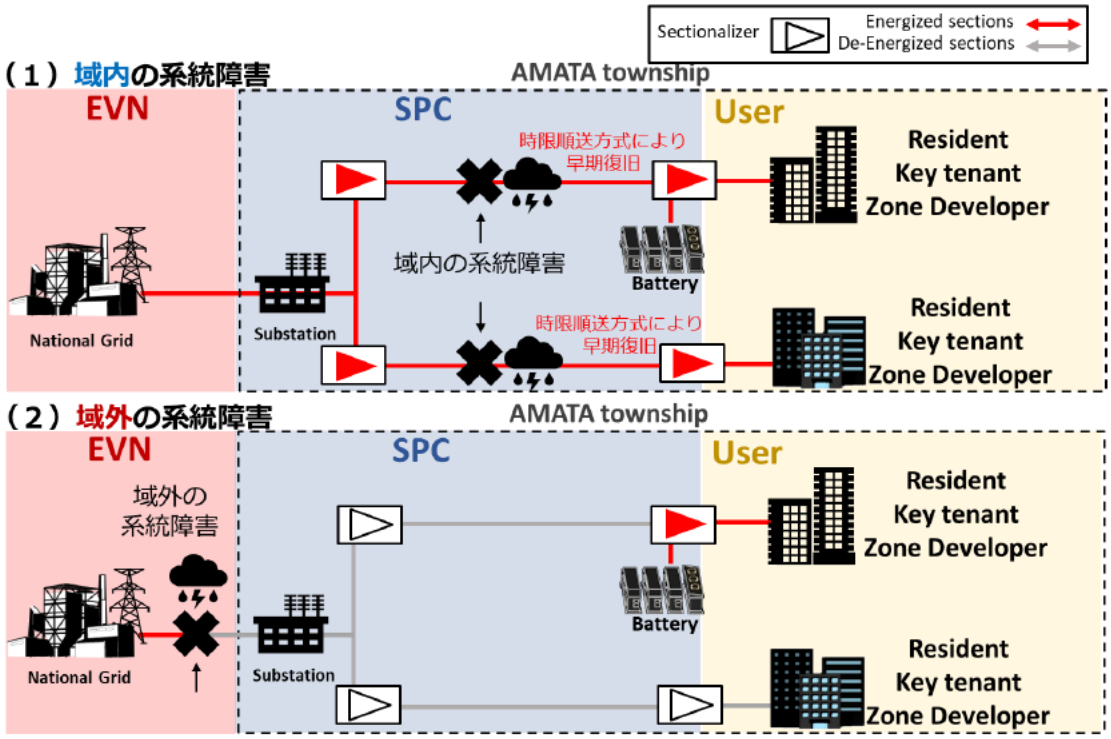
太陽光発電と大規模蓄電池が連系するエネルギーシステムフローを以下に示す。



出典：調査団作成

図 2-31：停電バックアップサービスの概念とシステムフロー

域内に大規模蓄電池を導入することで、域内外の系統障害時の電力供給が可能となる。域内の送配電システムにおいて系統障害が発生した場合、前項において検討した時限順送方式の送配電システムによって、事故区間を早期に特定できるため、停電からの早期復旧が可能である。しかし、域外の系統障害が発生した場合、大規模蓄電池がない場合は系統障害が解消されるまで停電が発生してしまうところ、大規模蓄電池を域内に導入することによって、一定時間のバックアップ供給が可能となる。



出典：調査団作成

図 2-32：域内外の系統障害における、バッテリーの有無と系統信頼性の違い

(2) 概算事業費の検討

大規模蓄電池によるバックアップ容量は、本サービスの提供先として想定するプレミアムゾーンにおける電力需要の最大負荷のうち 30%に対して 1 時間の電源供給を可能とする設備容量と仮定した。このバックアップ時間 1 時間の根拠は、ハロンを含むベトナム北部地域の平均停電時間から設定した。

また、EMS は次項で示すエネルギーシェアサービスでも活用するが、共通の設備として本サービスで事業費を算定した。以下に本停電バックアップサービスのインフラ整備に必要となる概算費用を整理した。

表 2-29：停電バックアップサービスにおける概算費用（CAPEX）

設備		フェイズ 1	フェイズ 2	合計
大規模蓄電池	物量(kWh)	8,442	13,987	22,429
	小計(千 JPY)	513,572	850,880	1,364,451
	小計(千 VND)	114,127,039	189,084,372	303,211,411
EMS 開発	物量(kWh)	8,442	13,987	22,429
	小計(千 JPY)	189,951	314,709	504,660
	小計(千 VND)	42,211,370	69,935,316	112,146,686
合計（千 JPY）		**703,523**	**1,165,589**	**1,869,111**
合計(千 VND)		**156,338,410**	**259,019,687**	**415,358,098**

出典：調査団作成

表 2-30：停電バックアップサービスにおける概算費用（OPEX）

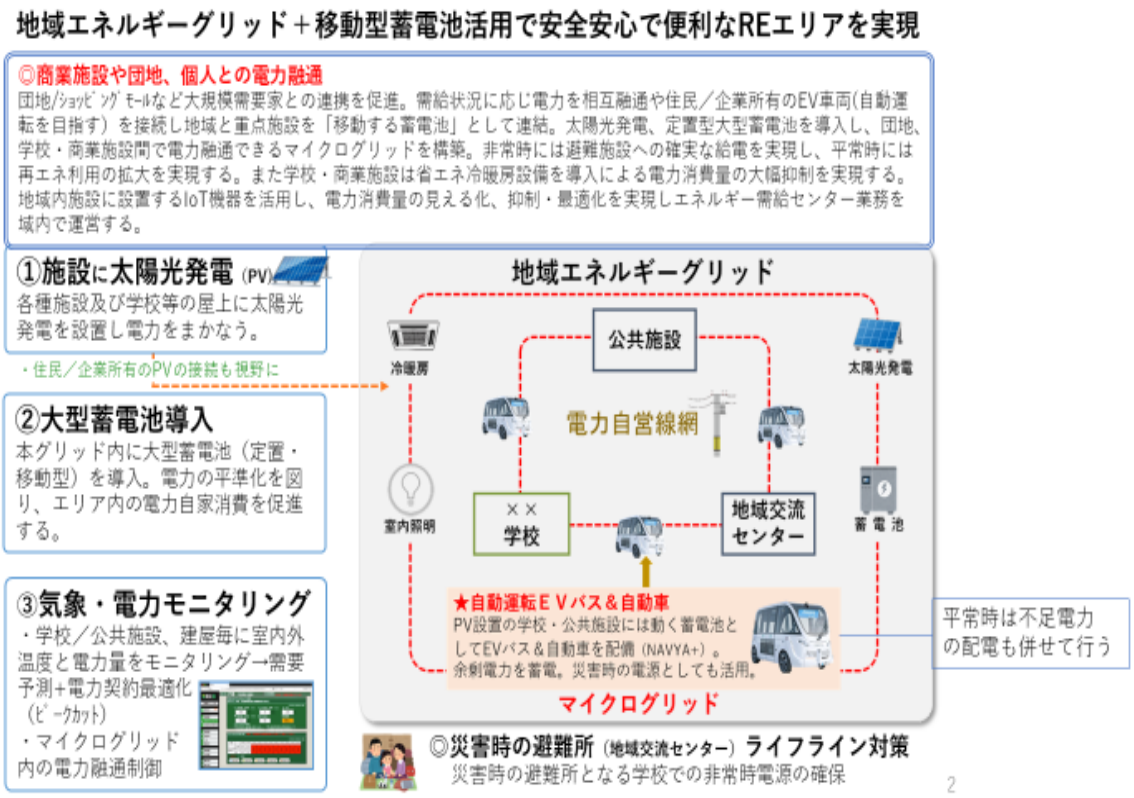
設備		フェイズ 1	フェイズ 2	合計
大規模蓄電池	物量(kWh)	8,442	13,987	22,429
	小計(千 JPY)	42,211	69,935	112,147
	小計(千 VND)	9,380,305	15,541,181	24,921,486
EMS ライセンス	物量(kWh)	8,442	13,987	22,429
	小計(千 JPY)	39,866	66,050	105,916
	小計(千 VND)	8,859,177	14,677,782	23,536,959
運用支援	物量(kWh)	8,442	13,987	22,429
	小計(千 JPY)	70,352	116,559	186,911
	小計(千 VND)	15,633,841	25,901,969	41,535,810
合計（千 JPY）		**152,430**	**252,544**	**404,974**
合計(千 VND)		**33,873,322**	**56,120,932**	**89,994,254**

出典：調査団作成

2.6.3　エネルギーシェアサービス

(1)　事業の概要

スマートシティ内で走行する EV や、域内の太陽光発電等、大規模蓄電池などのエネルギーリソースを活用し、特定の公共施設や商業施設などのニーズに応じて地域エネルギーグリッドとして安心・安全な再生可能エネルギー（RE）をシェアできるサービスエリアを将来的に設ける。この地域エネルギーグリッドでは、スマートメータや気象・電力モニタリングシステム（EMS）等と組み合わせることでエコフレンドリーはエネルギーシェアサービスを実現する。



出典：調査団作成

図 2-33：安心安全な RE エリアで実現するエネルギーシェアサービスの概念

(2)　エネルギーマネジメントシステム（EMS）

このエネルギーシェアサービスを成立させる仕組みとして、核となる EMS の役割を以下に整理する。

- スマートシティ内でニーズに応じた多様なエネルギー利用により、エネルギー消費の仕組みを効率的かつ最適化する。
- 再エネの比率を最大化し、エコフレンドリーゾーンとして、RE100 など需要に対応するエリアを実現する。

・　EV や大規模定置型蓄電池などのエネルギーアセットの資産価値を最大化する。

スマートなエネルギーマネジメントを実現する上では、供給側、需要側を含む多様なエネルギーの見える化をリアルタイムで実現する仕組みや、再生可能エネルギーと蓄電池・自家発電機などのエネルギーリソースの運転などエネルギーデータの多段階分析と最適解を実現する制御システムを実現するための適合性の検討が必要となる。

EMS の詳細設計を実施する上では、制御・分析側（EMS）および被制御・分析側（発電設備、照明、空調等）の必要機能要件、適合数、効果測定手法なども含めて、今後詳細な検討が必要となる。

(3)　エネルギーデータの管理と利活用

スマートなエネルギーマネジメントを実現する上では、直接的なエネルギーデータに限らず、多分野にわたるデータを収集し、活用する仕組みが必要である。収集するデータの種類を、以下に例示する。システムの詳細設計を実施する上では、各データに対して、利用要件やデータ形式、プロトコル、情報保護要件等について整理する必要である。

表 2-31：収集データと検証事項

		利用要件	データ形式	データ価値	管理責任	OPEN可否	個人情報適合	セキュリティ要件
エネルギー	天気							
	発電量							
	使用電力量							
	蓄電量							
	ガス使用量							
	水道使用量							
地域	インフラ状態（道路・公園・施設）							
	環境（水・空気・音）							
	廃棄物							
	交通量							
	人流量							
	防災関連							
社会	交通状態							
	行政情報							
	イベント							
	事業形態							
	防犯							
事業者	店舗情報							
	事業情報							
	サービス情報							
人	予防ヘルスケア関連							
	個別公開情報							

出典：調査団作成

(4) AI の活用

エネルギーシェアサービス及びスマートエネルギマネジメントを実現する上で、さまざまなエネルギーリソースの運用をEMSで最適化するには、AIツールの活用が考えられる。以下に想定されるAIの活用シーンについて整理する。

表 2-32：AI 活用シーンの整理

エネルギーインフラ	・ 発電容量を認識し過剰発電を制御 ・ 蓄電容量を認識しEVへ給電 ・ 発電容量、設備使用量、蓄電容量を認識し電力の適正供給 ・ 需要予測・制御（天候、イベント対応） ・ 全体エネルギー利用最適制御
エネルギーインフラ＋モビリティ	・ 障害発生・蓄電池容量不足時の EV 車両による再エネ配電 ・ インフラメンテナンスデータ収集 ・ エネルギー利用状況予測に対応したサービスモビリティ配車（バス・タクシー等） ・ 防災対応時の緊急避難支援

出典：調査団作成

(5) 概算事業費の検討

ここではエネルギーシェアを実現する上で重要な機器の一つである、太陽光発電の導入に係る概算費用を検討する。

太陽光発電の設置にあたり、プレミアムゾーンでは全建物の屋根上、その他ゾーンには、遊休地を活用することを前提としてエリア面積の1%に野立てとして、太陽光発電を導入するものとした。以下に概算費用を示す。

表 2-33：エネルギーシェアサービスにおける概算費用（CAPEX）

設備		フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3	合計
屋根上型太陽光発電	設備規模(kW)	18,241	18,880	N/A	36,991,907
	小計(千 JPY)	3,427,918	3,547,856	N/A	6,975,774
	小計(千 VND)	761,759,574	788,412,425	N/A	1,550,171,999
遊休地活用型太陽光発電	設備規模(kW)	3,915	5,620	7,640	17,176
	小計(千 JPY)	765,403	1,098,692	1,493,518	3,357,614
	小計(千 VND)	170,089,663	244,153,827	331,892,994	746,136,485
合計（千 JPY）		**931,849,237**	**1,032,566,253**	**331,892,994**	**10,333,388**
合計（千 VND）		**4,193,322**	**4,646,548**	**1,493,518**	**2,296,308,484**

出典：調査団作成

表 2-34：エネルギーシェアサービスにおける概算費用（OPEX）

設備		フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3	合計
屋根上型太陽光発電	設備規模(kW)	18,241	18,880	N/A	36,991,907
	小計(千 JPY)	57,460	59,471	N/A	116,931
	小計(千 VND)	12,768,958	13,215,726	N/A	25,984,684
遊休地活用型太陽光発電	設備規模(kW)	3,915	5,620	7,640	17,176
	小計(千 JPY)	12,333	17,704	24,066	54,103
	小計(千 VND)	2,740,754	3,934,193	5,347,985	12,022,932
合計（千 JPY）		**69,794**	**77,175**	**24,066**	**171,034**
合計（千 VND）		**15,509,712**	**17,149,918**	**5,347,985**	**38,007,616**

出典：調査団作成

2.6.4　高効率な地域熱供給サービス

ここでは、熱供給プラントから冷水・温水・蒸気などの熱媒を、導管を通して複数の建物等（主に商業系施設）に供給し、冷房・暖房・給湯などの高効率化を実現する地域冷熱供給の概略を検討する。

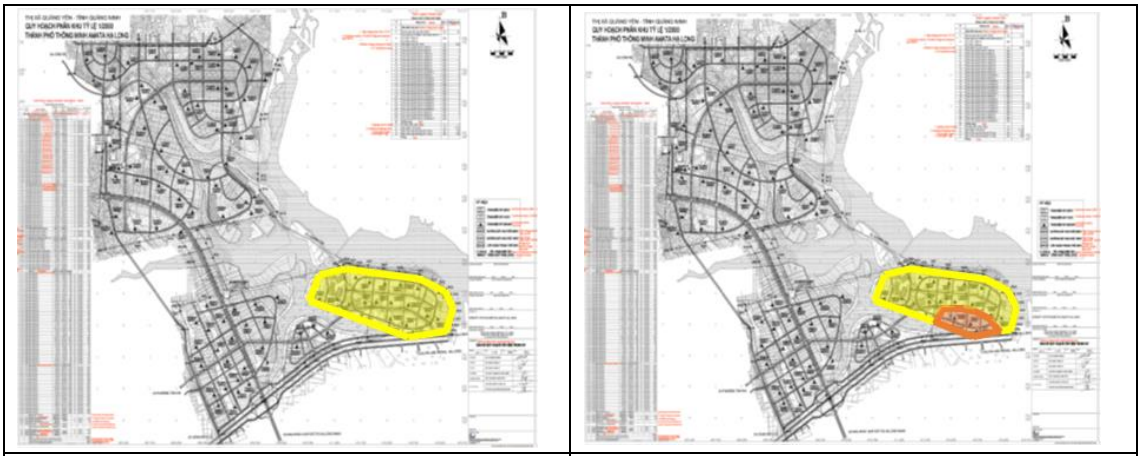
本スマートシティでは土地の高度利用により商業施設を中心とする高層かつ規模の大きな施設が建設され、一定のエネルギー需要密度が将来的に発生する開発エリアが見込まれている。そのため、このようなエネルギー需要密度が高いエリアにおいて効率的にエネルギーを利用することができる地域冷房システムの導入可能性を検討した。

(1)　導入の目的

本スマートシティでは CO_2 の削減やヒートアイランド現象の回避を目的とし、省エネルギーや緑地面積の増加に貢献できる熱源設備の構築が求められている。そのような背景の中で、熱需要が密集するエリアにおいて、環境性・経済性・都市景観への寄与などの面において、地域冷熱供給システムの優位性を調査した。

(2)　実施エリア

フェイズ 3 にて建設予定の下左図に示す商業・事務所エリアにおいては、冷房エネルギー密度が高く、年間を通して冷房需要がある。さらに、当該エリアの中においても、よりエネルギー密度が高く、建屋間の距離が近接している下右図に示すエリアにおいて、全 7 建物への地域冷熱供給案と熱源設備分散設置案を比較検討することで導入効果を評価した。



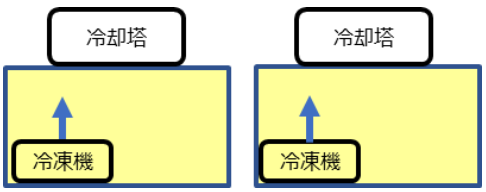
選定エリア	地域冷熱供給検討エリア

出典：調査団作成

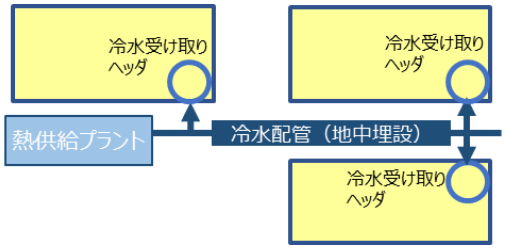
図 2-34：実施エリア（フェイズ 3 の開発エリア）

(3)　導入システム

前項に示すエリアにおいて、エリア全体の冷房需要に適したターボ冷凍機 2,000USRT×10 台・冷却塔および冷水を供給するためのポンプ類を冷熱供給プラントに集中設置し、7 箇所ある商業施設それぞれに配管を通して冷水を供給する。冷水配管については、地中への直接埋設を想定し試算した。分散設置する案については、各建物の冷房需要に適した容量の冷凍機をそれぞれ設置し、さらに冗長性も考慮して各建物に予備機を 1 台ずつ設置することとした。



分散設置イメージ



地域冷熱供給イメージ

出典：調査団作成

図 2-35：導入システムのイメージ

(4)　地域冷熱供給を実施するメリット

①　環境性

本プロジェクトで導入するターボ冷凍機は、空冷式の冷凍機やスクリュー式の冷凍機に比べて定格運転時の機器効率（COP）が高く、設備管理を一元化しメンテナンスを実施することで、高効率を維持した運用が可能となるため、CO_2 削減において優れている。
以上より、地域冷熱供給案の採用により、分散設置の案と比較して電気使用量 53,280 MWh/20 年、CO_2 排出量について[1]は 48,645t-CO_2/20 年程度の削減が見込める。

②　経済性

設備管理の簡素化等が見込めるため、管理費も分散設置に比べて低減することが見込める。設備を一元管理できるため、長期にわたって熱供給を実施する場合に、効率劣化を最小限にすることが可能である。さらに、エリア全体の冷房需要に適した熱源容量を選定するため、設備容量の最適化によるイニシャルコストの低減も可能となる。
これらを考慮し、分散設置案および地域冷熱供給案について、20 年間のライフサイクルコストを比較したところ、地域冷熱供給案の方が▲1,664 百万円/20 年の経済的メリットが想定できる。

[1] CO_2 排出原単位 0.913t/MWh (令和 2 年度 JCM 設備補助事業　電力 CO_2 排出係数一覧表より抜粋)を使用

表 2-35：総括表

		分散設置案	地域冷熱供給案
設備		・ターボ冷凍機 ・冷水ポンプ ・冷却水ポンプ ・冷却塔	・ターボ冷凍機 ・冷水ポンプ ・冷却水ポンプ ・冷却塔 ・冷水供給用配管
能力	USRT	26,460	20,000
配管長さ	m	-	1,350
イニシャルコスト	MJPY(MVND)	2,845　(632,218)	3,379　(750,797)
エネルギーコスト	MJPY(MVND)/20y	14,575 (3,238,916)	13,817 (3,070,411)
運用コスト	MJPY(MVND)/20y	5,886 (1,307,972)	4,449　(988,641)
ライフサイクルコスト	MJPY(MVND)/20y	23,306 (5,179,105)	21,644 (4,809,849)
差額	MJPY(MVND)/20y	-	1,664 (▲369,257)

出典：調査団作成

③　建物・景観

各建物に冷水供給設備の設置が不要であるため、機械スペースおよび屋上スペースの有効活用が可能となり、建物景観の向上にも寄与できる。また、各建屋において、冷水供給設備分の電気容量が削減できるため、受電設備の容量や付属設備（熱源機械室の換気装置や消火装置等）を削減できる可能性がある。

(5)　地域熱供給の実現課題

集中設置した冷水供給プラントから配管を通じて各建物に供給するため、分散設置案に比べて冷水配管の敷設費用がかかり、イニシャルコストが高くなる。地域冷暖房の事例としては、共同溝に冷水配管や蒸気配管・電力ケーブル等を設置することでイニシャルコスト低減を実現した事例もあることから本エリアについても検討すべき事項である。

2.7　スマートエネルギー事業の実施に向けた課題

2045年を見据えた2030年国家電源開発計画に関する政府決議（Resolution of the Politburo, Ref.55-NQ/TW、2020年）によると、電力事業における独占状態や不当な競争の撤廃をベトナム政府として推進することとしている。一方、電力事業のライセンス取得にあたっては、電力事業ライセンスに関する通達（CIRCULAR　No. 36/2018/TT-BCT）に記載の条件をクリアする必要がある。しかしこうした条件は、新規参入事業者にとってハードルが高く、結果として電力事業への新規参入は進まず、特定事業者による独占状態が続いているという現状がある。新規参入を検討する事業者に対する一層の支援が望まれる。

第3章　スマートインフラの開発計画（上下水道）

3.1　マスタープランの概要

AMATA Smart City Ha Longの開発計画は、Rate District Planning 1/2000 Smart City AMATA Ha Long in Quang Yen Town（以下、Rate District Planning）及びCONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG（以下、Concept Master Plan）において策定されている。以降、これら2つをマスタープランと呼称する。以降にマスタープランのうち、上下水道に関する計画の概要を示す。

3.1.1　水源計画条件

AMATA スマートシティハロンに供給される水道水の水源には、AMATA スマートシティハロンの北東にある人工湖である Yen Lap 湖を用いる。Yen Lap 湖と AMATA スマートシティハロンの位置を図 3-1 に示す。

Yen Lap 湖は、AMATA スマートシティハロン周辺の浄水場でも水源として使用されている。取水施設は既存の物を使用する予定である。

表 3-1：Yen Lap 湖　概要

	Yen Lap 湖
貯水量	128,000,000 m^3
表面積	182 km^2

出典：AMATA 社「Rate District Planning」 6.3.4 Water source

出典：OpenStreetMap より調査団作成

図 3-1：　Yen Lap 湖　位置図

3.1.2　上水道　計画条件

AMATA スマートシティハロン内には新たな浄水場は建設せず、隣接する AMATA 工業団地の浄水場で浄水された水を AMATA スマートシティハロン全域へ配水する。

以降に上水道の計画概要及び主要施設概要を示す。

(1)　上水道　計画概要

上水道の計画概要は、計画給水面積 1,659 ha、計画給水人口約 200,100 人となっている。上水道の計画概要を表 3-2 に示す。計画給水能力は、消防水等を含んだ日最大給水量の値を示している。

表 3-2：マスタープラン　上水道の計画概要

諸元	数値	単位
計画給水面積	1,659	ha
計画給水人口	200,019	人
計画要求水量	約 64,000	m^3/日
計画給水能力	約 85,500	m^3/日

出典：AMATA 社「Rate District Planning」　6.3.3 Demand for water supply

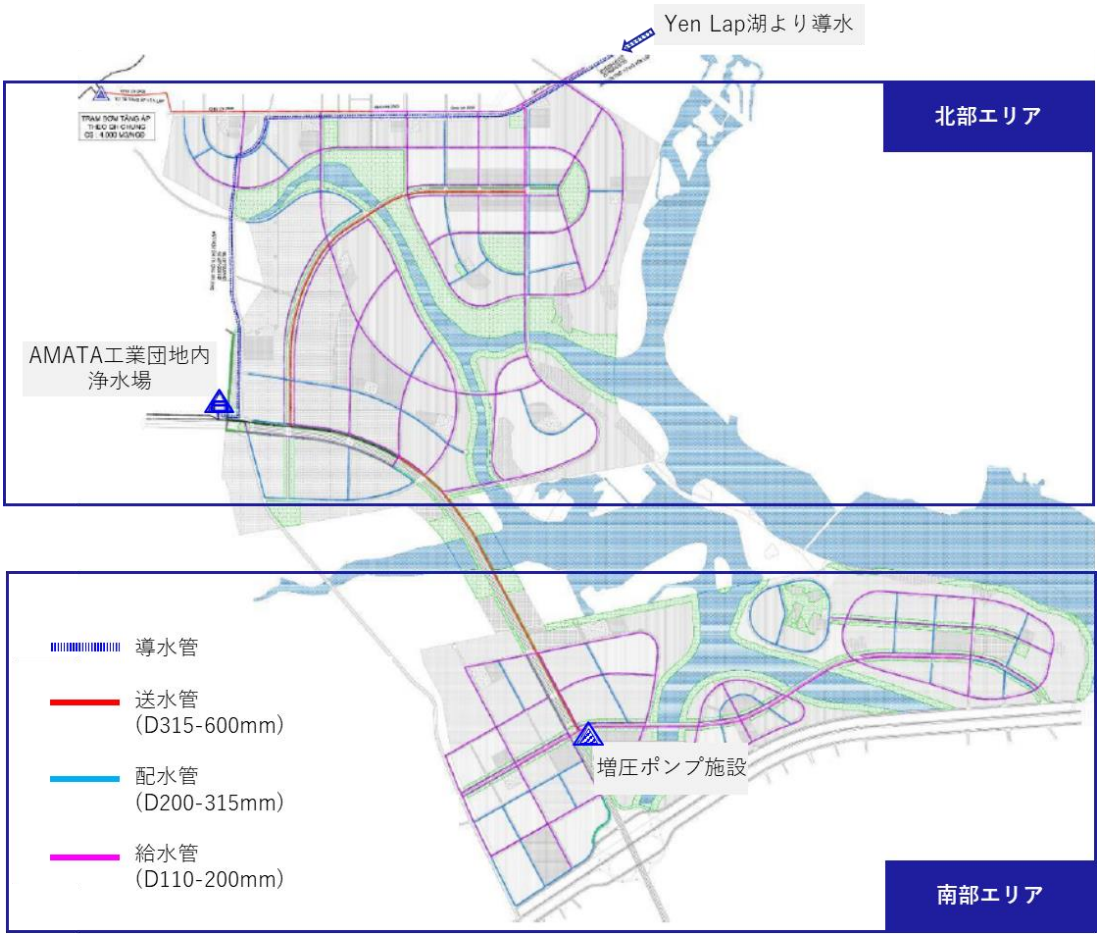
(2)　主要な上水道施設概要

主要な水道管網は送水管、配水管、給水管から構成されている。図 3-2 の北部エリアには AMATA 工業団地内の浄水場から直接供給し、河を挟んで南部エリアには増圧ポンプ施設を経由して供給する。AMATA スマートシティハロン内に浄水場は建設しない。

表 3-3：マスタープラン　上水道の主要施設概要

諸元	数値	単位
水道管 D150mm	約 38.0	km
水道管D200mm	約 41.2	km
水道管D315mm	約 11.8	km
水道管D400mm	約 6.2	km
水道管D500mm	約 1.9	km
水道管D600mm	約 1.4	km
増圧ポンプ施設	1	箇所

出典：AMATA 社「Rate District Planning」　6.3.5 Water supply planning



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 3-2：マスタープラン　上水道の主要施設概要図

3.1.3　下水道　計画条件

AMATA スマートシティハロン全域に下水道サービスを提供する。下水処理場、中継ポンプ場、下水管の整備が計画されている。

AMATA スマートシティハロン内で排出される下水は、全建物に設置されるセプティックタンクで簡易処理された後、下水管を通って下水処理場で集約処理される。

排除方式は分流式を採用している。下水処理場で処理された下水は AMATA スマートシティハロン周辺及び内部を流れる Cai Seo 川と Beng Gianh 川に放流される。

下記に下水道の計画概要及び主要施設概要を示す。

(1)　下水道　計画概要

マスタープランの下水道計画では、計画処理面積 1,659 ha、計画処理人口 約 200,100 人となっている。

表 3-4：マスタープラン　下水道の計画概要

諸元	数値	単位
計画処理面積	1,659	ha
計画処理人口	200,019	人
計画汚水量	約 62,000	m^3/日
計画処理能力	約 63,000	m^3/日

出典：AMATA 社「Rate District Planning」 6.6.2 Wastewater standards and estimated emissions

(2)　主要な下水道施設概要

主要な下水道施設として図 3-3 のとおり、下水道管渠全長約 73km、下水処理場 15 か所、それに付随する中継ポンプ場 18 か所が計画されている。

下水処理場の処理方式はマスタープランには明記されていないが、ヒアリングにおいて MBBR 方式（高効率担体式生物処理方式）を想定している事がわかった。MBBR 方式は下水中の窒素及びリンを除去できるため、AMATA スマートシティハロンのような閉鎖性水域に放流する場合の処理方式として、適切であると考える。

表 3-5：マスタープラン　下水道の主要施設概要

諸元	数値	単位
下水道管 D300mm	約 50.1	km
下水道管D400mm	約 13.9	km
下水道管D500mm	約 9.1	km
下水処理場	15	箇所
中継ポンプ場	18	箇所

出典：AMATA 社「Rate District Planning」　6.7.3 Planning plan

表 3-6：マスタープラン　下水処理場の概要

下水処理場 番号	計画処理能力	単位
1	4,100	m^3/日
2	3,100	m^3/日
3	4,500	m^3/日
4	6,500	m^3/日
5	8,900	m^3/日
6	4,200	m^3/日
7	4,100	m^3/日
8	3,700	m^3/日
9	3,300	m^3/日
10	3,600	m^3/日
11	2,400	m^3/日
12	2,700	m^3/日
13	3,550	m^3/日
14	3,200	m^3/日
15	4,700	m^3/日

出典：AMATA 社「Rate District Planning」　QH10

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 3-3：マスタープラン　下水道の主要施設概要図

3.1.4　雨水排水　計画条件

(1)　雨水排水　計画概要

AMATA スマートシティハロン内のすべての雨水は、排水溝に集水された後、周辺及び AMATA スマートシティハロン内を流れる Ben Giang 川、Cai Seo 川へ排水される。Ben Giang 川と Cai Seo 川はハロン湾に流入している。

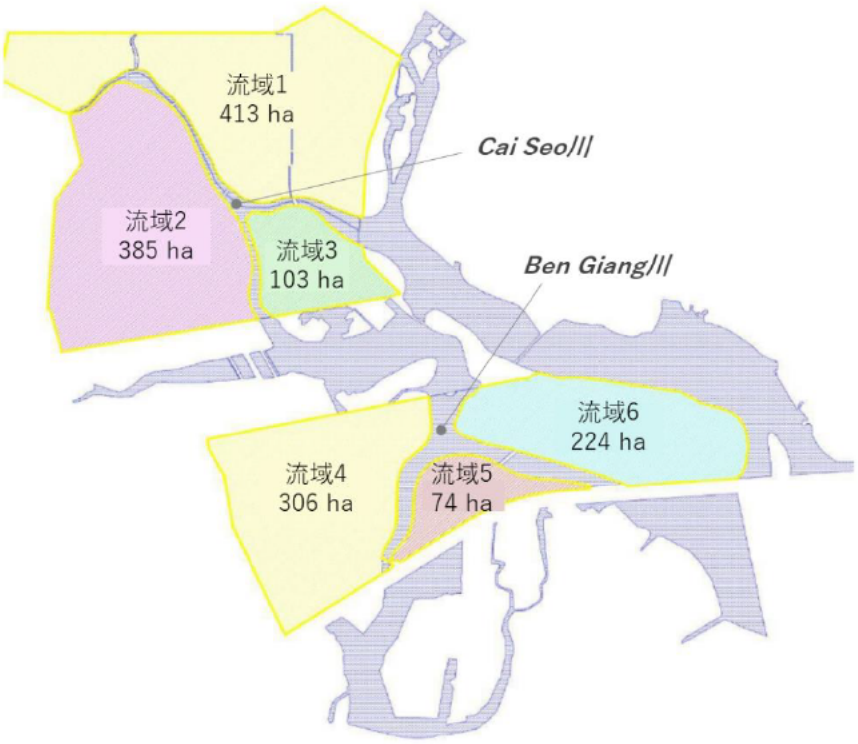
AMATA スマートシティハロンを 6 つの流域に区分けし、各々の放流先を表 3-7 のとおり計画している。

表 3-7：流域ごとの雨水排水計画概要

流域番号	面積	放流先
流域 1	413 ha	Cai Seo 川
流域2	385 ha	Cai Seo 川
流域3	103 ha	Cai Seo 川
流域 4	306 ha	Ben Giang 川
流域 5	74 ha	Ben Giang 川
流域 6	224 ha	Ben Giang 川

出典：AMATA 社「Rate District Planning」6.2.5 Planning for rainwater drainage

住宅エリアでは、AMATA スマートシティハロンとは別のプロジェクトにおいて、既存の排水システムを改修して新規の排水システムを建設する計画がある。満潮時に河川水位が上昇した場合、フラップゲートを閉鎖して住宅エリアが浸水するのを防ぐ。洪水が発生した場合は、フラップゲートの近くに設置されている排水ポンプを用いて雨水を河川や海域に強制的に排出する計画としている。



出典：AMATA 社「Rate District Planning」 6.2.5 Planning for rainwater drainage を基に調査団作成

図 3-4：マスタープラン　雨水排水区域

(2)　主要な雨水排水施設概要

マスタープランにおける雨水排水の主要施設概要を表 3-8 に示す。

表 3-8：マスタープラン　雨水排水の主要施設概要

諸元	数値	単位
コンクリート雨水排水渠 D600mm	4.6	km
コンクリート雨水排水渠 D 800mm	18.2	km
コンクリート雨水排水渠 D 1000mm	27.1	km
コンクリート雨水排水渠 D 1500mm	12.6	km
コンクリート雨水排水渠 D 2000mm	3.0	km
コンクリート雨水排水渠 D 2500mm	5.4	km
コンクリート雨水排水渠 D 3000mm	2.4	km
ます	約 7320	箇所
放流口	30	箇所

出典：AMATA 社「Rate District Planning」 6.2.6 Volume of leveling and drainage items

3.2　上下水道に係る開発計画及び法制度上下水道に関連するベトナム国政府機関

2017年に発刊された日本貿易振興機構の報告書[2]によれば、ベトナム国の都市部の上下水道の監督官庁は建設省（Ministry of Construction：MOC）であり、政策立案及び監督を担っている。整備の計画及び実行とその後の運営は地方自治体（人民委員会）が行う。地方自治体は傘下に上下水道施設の運営と維持管理を行う公社を保有している場合がある。地方自治体は建設局（Department of Construction：DoC）、天然資源環境局（Department of Natural Resources and Environment：DoNRE）等を有しており、これら部局が整備実施計画の作成等を実施している。

給水人口が 5,000 人以下の村落部の上下水道は、農業農村開発省（Ministry of Agriculture and Rural Development：MARD）が監督している。

ベトナム国の上下水道に関連する政府機関を表 3-9 に示す。

表 3-9：上下水道に関連するベトナム国政府機関

省庁	英文名称	主な業務内容
天然資源環境省	Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	国の水資源管理、全国の河川の流域管理、公共水域の水質モニタリング、技術規則や水質基準の公布、工業団地・工場の放流水質管理等
建設省	Ministry of Construction (MOC)	都市部の水道供給、下水道整備、排水の整備等、上下水道施設の建設及びそれらの運営、洪水対策等
農業地方開発省	Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)	農村部の水供給及び衛生管理、灌漑・水産用水の管理、洪水対策等
保健省	Ministry of Health (MOH)	飲料水の水質管理、水質基準の策定・監督
財務省	Ministry of Finance (MOF)	水資源に対する税制、各種料金に関する政策立案、予算割当等
計画投資省	Ministry of Planning and Investment (MPI)	社会経済開発戦略の立案・実施について各省庁及びセクターに対する監督及び指示、予算割当、計画、融資、国際協力活動の調整等

出典：日本貿易振興機構　ASEAN 水関連計画（タイ・ベトナム・インドネシア・マレーシア）市場動向調査(2017)

[2] 日本貿易振興機構　ASEAN 水関連計画（タイ・ベトナム・インドネシア・マレーシア）市場動向調査(2017)

3.2.2 開発計画

日本貿易振興機構の報告書によると、ベトナム政府は 2009 年に上水道セクターの長期整備計画として、都市・工業団地の水供給の開発に関する決議（2009/11/20 Decision No. 1929/QD-TTg）および給水ロスの防止に関する決議（2010/11/24 Decision No. 2147/QD-TTg）を発表している。ここでは 2015 年、2020 年及び 2025 年の達成目標と 2050 年までの上水道整備に関するビジョンを掲げている。特に 2025 年までの都市部における目標として、1 人当たりの供給量 120 L/日で普及率 100%、給水損失 15%、連続給水（24 時間給水）、を掲げている。

同じく 2009 年に下水道セクターの長期整備計画として、都市部及び工業団地における排水に関する 2025 年までの方向性と 2050 年までの見通し（2009/11/20 Decision No. 1930/QD-TTg）を発表している。その後 2016 年に改訂し（Decision No.589/QD-TTg）、その中で下水道接続率の目標として、2020 年までに 50%、2050 年までに 100%を掲げている。

3.2.3 水源に関する基準

表流水の水質に関して以下の基準が整備されており、その中で利用用途別に 4 つの水質基準が定められている（表 3-10）。

- 表流水水質基準
  QCVN08-2015/BTNMT；National technical regulation on surface water quality

表 3-10：表流水水質基準における利用用途別水質ランク

ランク	利用用途
A1	一般的な浄水処理後に生活用水として使用可
A2	生活用水として使用可能だが、適切な浄水処理が必要
B1	灌漑用水として使用可
B2	水上交通用水として使用可

出典：調査団作成

3.2.4 上水道に関する基準

(1) ベトナム国の上水道設計基準

上水道に関する設計基準は建設省（MOC）が監督しており、下記の基準が整備されている。

- 給水施設設計基準
  TCXD33：2006；Design standards of water supply for pipe networks and constructions

(2) ベトナム国の水道水質基準

水道水質基準は保健省（MOH）が管理しており、下記の基準が整備されている。

- 飲料水の水質に関する基準
  QCVN 012009/BYT；National technical regulation on drinking water quality
- 生活用水の水質に関する基準
  QCVN 02：2009/BYT；National technical regulation on domestic water quality

表 3-11 に、ベトナム国の飲料水基準、日本国の水質基準、WHO の飲料水水質ガイドラインの項目一覧を示す。

ベトナム国の飲料水基準では 43 項目の水質基準を設けている。一方、日本では 51 項目、WHO では 30 項目を設けている。ベトナム国と WHO を比較すると、トリクロロエチレン、臭素酸など一部の項目でベトナム国の方が WHO よりも緩い値が設定されているものの、それ以外の項目はすべて WHO に準拠している。

日本国とベトナム国を比較すると、ベトナム国の方が日本よりも緩く設定されている基準はあるが、一方でホウ素及びその化合物やフェノール類はベトナム国の方が厳しく設定されている。ベトナム国の飲料水基準は全体を通して、日本国の水質基準及び WHO の飲料水水質ガイドラインとの間に大きな差はないといえる。

表 3-11：ベトナム国と日本国及び WHO の水質基準の比較

水道水質基準等			ベトナム国 飲料水基準	日本国 水質基準	WHO 飲料水水質ガイドライン
No	項目	Item	2009 年改訂	2015 年 4 月 1 日改訂	第 4 版 2011 改訂
1	一般細菌	Common Bacteria	―	1ml の検水で形成される 集落数が 100 以下	―
2	大腸菌	E. coli	0 個/100ml	検出されないこと	100ml 中不検出
3	カドミウム及びその化合物	Cadmium	0.003mg/L 以下	カドミウムの量に関して 0.003mg/L 以下	0.003mg/L 以下
4	水銀及びその化合物	Mercury	0.001mg/L 以下	水銀の量に関して 0.0005mg/L 以下	0.006mg/L 以下 (無機水銀として)
5	セレン及びその化合物	Selenium	0.01mg/L 以下	セレンの量に関して, 0.01mg/L 以下	0.04mg/L 以下(暫定)
6	鉛及びその化合物	Lead	0.01mg/L 以下	鉛の量に関して 0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下(暫定)
7	ヒ素及びその化合物	Arsenic	0.01mg/L 以下	ヒ素の量に関し て,0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下(暫定)
8	六価クロム化合物	Chromium (VI)	0.05mg/L 以下	六価クロムの量に関して 0.05mg/L 以下	0.05mg/L 以下 (クロムの合計量として)(暫定)
9	亜硝酸態窒素	Nitrite nitrogen	―	0.04mg/L 以下	3mg/L 以下(亜硝酸塩として)
10	シアン化物イオン及び 塩化シアン	Cyanide ion and Cyanogens chloride	0.07mg/L 以下	シアンの量に関して 0.01mg/L 以下	―

水道水質基準等			ベトナム国 飲料水基準	日本国 水質基準	WHO 飲料水水質ガイドライン
No	項目	Item	2009 年改訂	2015 年 4 月 1 日改訂	第 4 版　2011 改訂
11	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	Nitrate and Nitrite	–	10mg/L 以下	50mg/L 以下(硝酸塩として) 3mg/L 以下(亜硝酸塩として)
12	フッ素及びその化合物	Fluoride	1.5mg/L 以下	フッ素の量に関して 0.8mg/L 以下	1.5 mg/L 以下(飲料水以外からの摂取も含む)
13	ホウ素及びその化合物	Boron	0.3mg/L 以下	ホウ素の量に関して, 1.0mg/L 以下	2.4mg/L 以下
14	四塩化炭素	Carbon tetrachloride	0.002mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.004mg/L 以下
15	1,4-ジオキサン	1,4-dioxane	–	0.05mg/L 以下	0.05mg/L 以下
16	シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	cis-1,2-Dichloroethylene and trans-1,2- Dichloroethylene	0.003mg/L 以下	0.04mg/L 以下	0.05mg/L 以下 (シス体・トランス体の合計)
17	ジクロロメタン	Dichloromethane	0.02mg/L 以下	0.02mg/L 以下	0.02mg/L 以下
18	テトラクロロエチレン	Tetrachloroethylene	0.04mg/L 以下	0.01mg/L 以下	0.04mg/L 以下
19	トリクロロエチレン	Trichloroethylene	0.07mg/L 以下	0.01mg/L 以下	0.02mg/L 以下(暫定)
20	ベンゼン	Benzene	0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下
21	塩素酸	Chlorate	–	0.6mg/L 以下	0.7mg/L 以下(暫定)
22	クロロ酢酸	Chloroacetic acid	–	0.02mg/L 以下	0.02mg/L 以下
23	クロロホルム	Chloroform	0.2mg/L 以下	0.06mg/L 以下	0.3mg/L 以下
24	ジクロロ酢酸	Dichloroacetic acid	0.05mg/L 以下	0.03mg/L 以下	0.05mg/L 以下(暫定)

水道水質基準等			ベトナム国 飲料水基準	日本国 水質基準	WHO 飲料水水質ガイドライン
No	項目	Item	2009 年改訂	2015 年 4 月 1 日改訂	第 4 版　2011 改訂
25	ジブロモクロロメタン	Dibromochloromethane	0.1mg/L 以下	0.1mg/L 以下	0.1mg/L 以下
26	臭素酸	Bromate	0.025mg/L 以下	0.01mg/L 以下	0.01mg/L 以下(暫定)
27	総トリハロメタン	Total trihalomethanes (Total of Chloroform,Dibromochloromethane, Bromodichloromethane and Bromoform)	0.1mg/L 以下	0.1mg/L 以下	―
28	トリクロロ酢酸	Trichloroacetic acid	0.1mg/L 以下	0.03mg/L 以下	0.2mg/L 以下
29	ブロモジクロロメタン	Bromodichloromethane	0.06mg/L 以下	0.03mg/L 以下	0.06mg/L 以下
30	ブロモホルム	Bromoform	0.1mg/L 以下	0.09mg/L 以下	0.1mg/L 以下
31	ホルムアルデヒド	Formaldehyde	0.9mg/L 以下	0.08mg/L 以下	―
32	亜鉛及びその化合物	Zinc	3.0mg/L 以下	亜鉛の量に関して 1.0mg/L 以下	―
33	アルミニウム及び その化合物	Aluminum	0.2mg/L 以下	アルミニウムの量に関して 0.2mg/L 以下	―
34	鉄及びその化合物	Iron	0.3mg/L 以下	鉄の量に関して 0.3mg/L 以下	―
35	銅及びその化合物	Copper	1.0mg/L 以下	銅の量に関して 1.0mg/L 以下	2mg/L 以下
36	ナトリウム及びその化合物	Sodium	200mg/L 以下	ナトリウムの量に関して 200mg/L 以下	―

水道水質基準等			ベトナム国 飲料水基準	日本国 水質基準	WHO 飲料水水質ガイドライン
No	項目	Item	2009 年改訂	2015 年 4 月 1 日改訂	第 4 版　2011 改訂
37	マンガン及びその化合物	Manganese	0.3mg/L 以下	マンガンの量に関して 0.05mg/L 以下	―
38	塩化物イオン	Chloride ion	250mg/L 以下	200mg/L 以下	―
39	カルシウム,マグネシウム 等(硬度)	Calcium, Magnesium(Hardness)	250mg/L 以下	300mg/L 以下	―
40	蒸発残留物	Total residue	―	500mg/L 以下	―
41	陰イオン界面活性剤	Anionic surface active agent	―	0.2mg/L 以下	―
42	ジェオスミン	(4S, 4aS, 8aR)-Octahydro-4,8a- Dimethylenaphtalene-4a(2H)-ol (Alias: Geosmin)	―	0.00001mg/L 以下	―
43	2-メチルイソボルネオール	1,2,7,7 – Tetramethylbicyclo[2,2,1]Heptane- 2-ol (Alias: 2-Methylisobolneol)	―	0.00001mg/L 以下	―
44	非イオン界面活性剤	Nonionic surface active agent	―	0.02mg/L 以下	―
45	フェノール類	Phenols	0.001mg/L 以下	フェノールの量に 換算して,0.005mg/L 以下	―
46	有機物 (全有機炭素(TOC)の量)	Organic substances (Total Organic Carbon)	―	3mg/L 以下	―
47	pH 値	pH Value	5.8 以上 8.6 以下	5.8 以上 8.6 以下	―
48	味	Taste	異常でないこと	異常でないこと	―

水道水質基準等			ベトナム国 飲料水基準	日本国 水質基準	WHO 飲料水水質ガイドライン
No	項目	Item	2009 年改訂	2015 年 4 月 1 日改訂	第 4 版　2011 改訂
49	臭気	Odor	異常でないこと	異常でないこと	―
50	色度	Color	15TCU 以下	5 度以下	―
51	濁度	Turbidity	2NTU 以下	2 度以下	―
52	ジアルジア及び クリプトスポリジウム	Enteric protozoa: Giardia and Cryptosporidium	―		―
53	クロラミン	Chloramines	―		―
54	アンモニア	Ammonia	3mg/L 以下		―
55	亜塩素酸	Chlorite	0.2mg/L 以下		―
56	塩素	Chlorine	0.3 以上 0.5mg/L		―
57	アクリルアミド	Acrylamide	0.0005mg/L 以下		0.0005mg/L 以下
58	アオコ毒: ミクロシスチン-LR	Cyanobacterial toxins-- Microcystin-LR	―		0.001mg/L 以下(暫定) (総ミクロシスチン LR に 関して)
59	水温	Temperature	―		―
60	大腸菌群	Total coliforms	―		―
61	硫酸	Sulfate	―		―

出典：水道の国際比較に関する研究　日本と開発途上国の水道水質基準等一覧表, (公財)水道技術研究センター(2018 年)

3.2.5　下水道に関する基準

(1)　ベトナム国のセプティックタンク設置義務

2014 年 8 月付の政令第 38 号「Decree No. 80/2014 / ND-CP」では、「家庭や工業団地から都市下水システムに排水される下水は建設省が定める国家技術基準を満たさなければならない」とあり、処理方式を指定して義務付けてはいないが、家庭などから排出される生活排水に対してはセプティックタンク（腐敗槽）の設置が一般的となっている。

(2)　ベトナム国の下水道設計基準

下水道に関する設計基準は建設省（MOC）が監督しており、下記の基準が整備されている。

- 排水ネットワーク設計基準
  TCVN 7957：2008；Drainage and sewerage -External Networks and Facilities- Design Standard

(3)　ベトナム国の排水基準

排水基準は天然資源環境省（MONRE）が監督しており、下記の基準が整備されている。本基準は環境へ排出する生活排水中に存在する汚染物質の最大許容濃度を定めている。なお、排水処理施設へ放流する生活排水には適用されない。

- 生活排水に関する国家技術基準
  QCVN 14：2008/BTNMT；National technical regulation on domestic wastewater

3.3 周辺の水源及び上下水道の現状

3.3.1 水源の現状

AMATA スマートシティハロンの水源である Yen Lap 湖の表層水質を表 3-12 に示す。水源の利用用途別の水質基準を定めている QCVN08-2015/BTNMT において、A1 基準を満たしており、生活用水の水源としての利用基準を満たしている。

表 3-12：Yen Lap 湖の表層水質

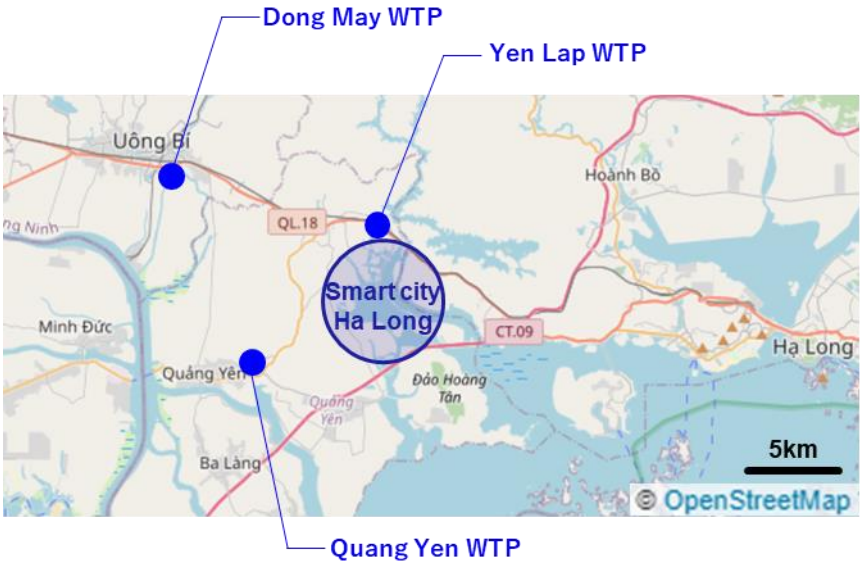
項目	単位	Yen Lap 湖表層水質	QCVN 08-2015/BTNMT			
			A1	A2	B1	B2
pH	-	7.4	**6.0～8.5**	6.0～8.5	5.5～9.0	5.5～9.0
水温	℃	27	-	-	-	-
溶存酸素	mg/L	7.3	**≧6**	≧5	≧4	≧2
COD	mg/L	4.7	**10**	15	30	50
BOD(20℃)	mg/L	3.9	**4**	6	15	25
TSS	mg/L	5.4	**20**	30	50	100
As	mg/L	-	**0.01**	0.02	0.05	0.1
Cd	mg/L	-	**0.005**	0.005	0.01	0.01
Pb	mg/L	-	**0.02**	0.02	0.05	0.05
Hg	mg/L	-	**0.001**	0.001	0.001	0.002
大腸菌群	MPN/100mL	35	**2500**	5000	7500	10000
油/グリース	mg/L	0.005	**0.3**	0.5	1	1

出典：Department of Natural Resources and Environment Quang Ninh「Report on monitoring results of environmental status of Quang Ninh province in 2009」(2009)

3.3.2 上水道の現状

ベトナム国及び AMATA スマートシティハロン周辺における上水道の整備状況を示す。

日本貿易振興機構の報告書[3]によると、2012 年時点においてベトナム国の都市エリアでは管路給水率 79.5%、無収水率 27%となっている。Quang Ninh 省にある浄水場のうち、AMATA スマートシティハロンと同じく Yen Lap 湖を水源とする浄水場は 3 か所ある。それら浄水場の位置を図 3-5 に、それぞれの浄水場の水道水質を表 3-13 に示す。



出典：OpenStreetMap より調査団作成

図 3-5：Yen Lap 湖を水源とする浄水場位置図

[3] 日本貿易振興機構　ASEAN 水関連計画（タイ・ベトナム・インドネシア・マレーシア）市場動向調査 (2017)

表 3-13：Yen Lap 湖を水源とする浄水場の水道水質

No.	項目	単位	Dong May WTP (2020 年 5 月)	Quang Yen WTP (2019 年 9 月)	Yen Lap WTP (2020 年 5 月)	ベトナム国飲料水水質基準
1	色度	TCU	0	0	0	15 以下
2	濁度	NTU	不検出	不検出	不検出	2 以下
3	pH	-	7.2	6.2	7.6	5.8-8.6
4	硬度	mg/L	24	24	26	250 以下
5	塩化物イオン	mg/L	5.7	不検出	7.1	250 以下
6	Fe	mg/L	不検出	不検出	不検出	0.3 以下
7	Mn	mg/L	不検出	不検出	不検出	0.3 以下
8	NO_3	mg/L	0.94	0.51	0.66	50 以下
9	NO_2	mg/L	不検出	不検出	不検出	-
10	SO_4	mg/L	6.3	不検出	5.8	-
11	過マンガン酸塩	mg/L	0.4	<0.3	0.3	-
12	大腸菌群	CFU/250mL	不検出	不検出	不検出	-
13	大腸菌	CFU/250mL	不検出	不検出	不検出	不検出

出典：Quang Ninh 「TEST REPORT from Centers for Disease Control and Prevention」

3.3.3 下水道の現状

ベトナム国及び AMATA スマートシティハロン周辺における下水道の整備状況を示す。

日本貿易振興機構の報告書[4]によると、2015 年時点においてベトナム国の都市部で集められた下水の 20%弱が終末下水処理場で処理されており、下水処理場は全国で 28 か所が稼働している。

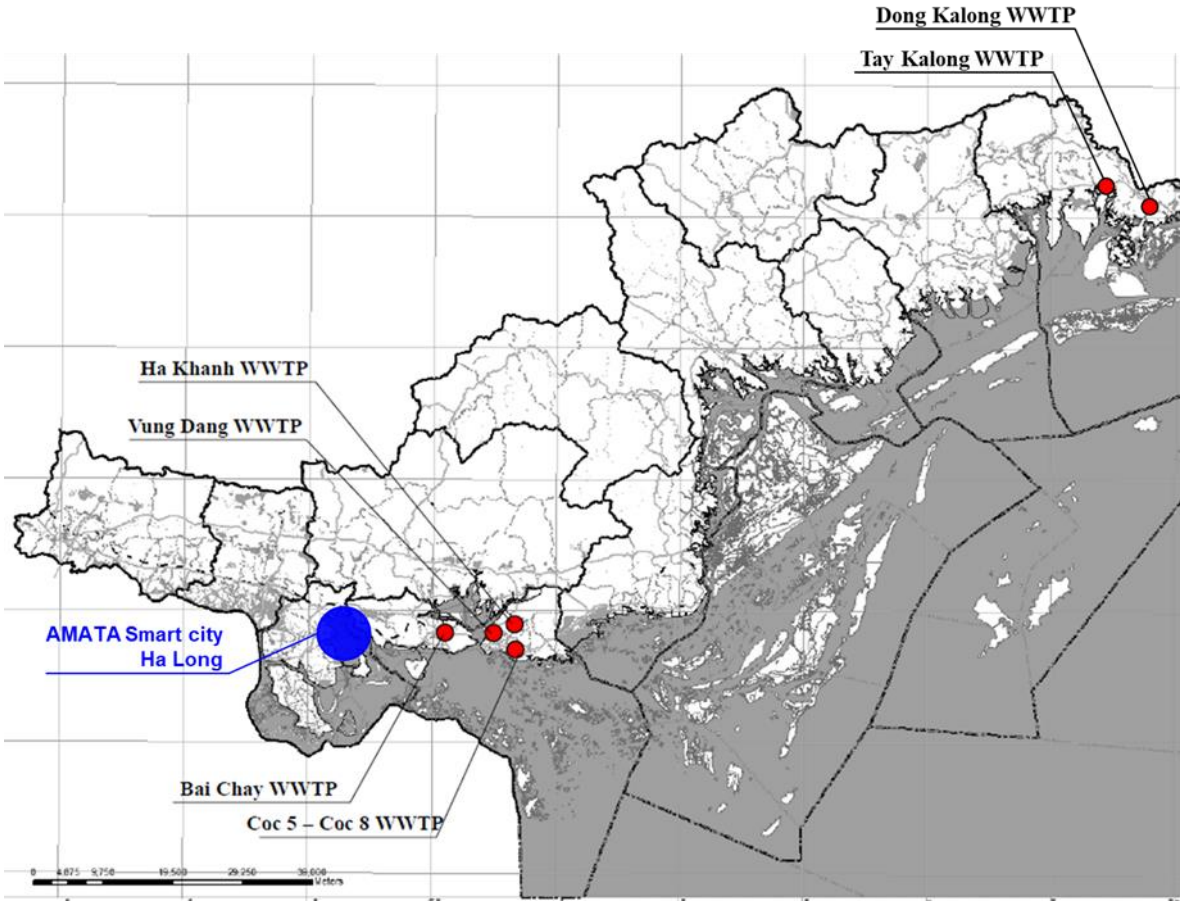
Quang Ninh 省には 2021 年時点で 6 か所の下水処理場があり、4 か所がハロン市、2 か所がモンカイ市に位置している。詳細を表 3-14 及び図 3-6 に示す。

表 3-14：Quang Ninh 省の下水処理場一覧

下水処理場名	計画処理能力	処理方式	放流先	建設年
Bai Chay	3,500	回分式活性汚泥法	ハロン湾	2006
Ha Khanh	7,200	回分式活性汚泥法	ハロン湾	2010
Vung Dang	2,000	標準活性汚泥法	ハロン湾	2011
Coc5-Coc8	2,400	標準活性汚泥法	ハロン湾	2013
Dong Kalong	8,000	オキシデーションディッチ	Cau Mang 川	2021
Tay Kalong	4,000	オキシデーションディッチ	Khe Re 運河	2021

出典：Quang Ninh 「ENVIRONMENTAL PLANNING OF QUANG NINH PROVINCE TO 2020 VISION TO 2030」 (2014)

[4] 日本貿易振興機構　ASEAN 水関連計画（タイ・ベトナム・インドネシア・マレーシア）市場動向調査 (2017)



出典：Quang Ninh 「ENVIRONMENTAL PLANNING OF QUANG NINH PROVINCE TO 2020 VISION TO 2030」 (2014)を基に調査団作成

図 3-6：Quang Ninh 省の下水処理場　位置図

3.4　スマートな上下水道システムの検討

ここで提案するスマートな上下水道システムは、AMATA 社のマスタープランを前提条件としている。

3.4.1　上下水道におけるスマート化のコンセプト

第 1 章で述べたとおり、AMATA スマートシティハロンの一部エリアをプレミアムゾーンとして選定し、スマートシティの実現に向けた実証を先行するエリアとして定義付けている。

AMATA スマートシティハロンでは上下水道サービスが基盤インフラサービスとして十分に機能を果たす事を目標として「安定した上下水道サービスの提供と公衆衛生の確保」をコンセプトとする。

プレミアムゾーンではワンクラス上の生活を目指して「基盤インフラサービスに加えて清潔で利便性の高い生活環境の提供」をコンセプトとする。

安定したインフラサービスを提供するためには事業費の確保が優先事項であると捉え、事業収支の健全化に重点を置いて提案を行う。

以上のコンセプトを踏まえて、表 3-15 に示すスマートな上下水道システムを提案し、次項に詳細を述べる。

表 3-15：スマートな上下水道システムの提案

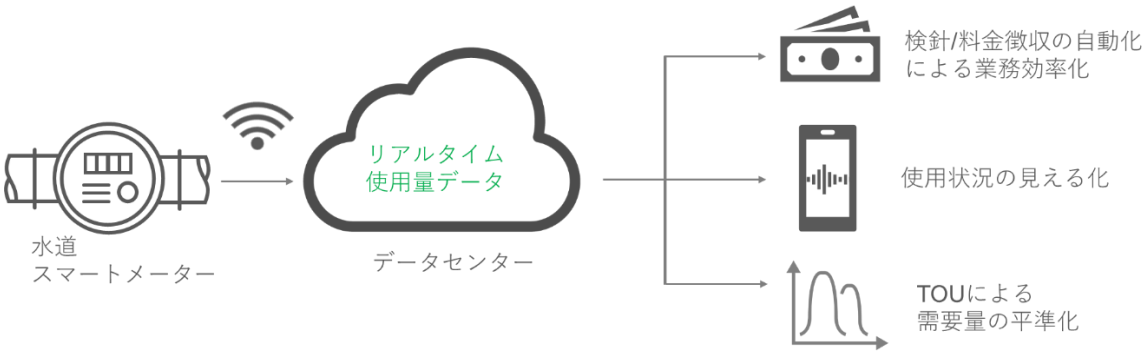
分野	システム	導入意義	実施セクター
上水道	水道スマートメータの導入	- 検針の自動化 - 水道使用状況の見える化 - 時間帯別料金(TOU)による需要量の平準化	SPC
	健全な配水管網の構築	- 漏水の抑制による事業体収入の確保 - 連続給水の達成と水質の高い水道水の提供	公共事業体
	ビルドイン式全館浄水器の導入(プレミアムゾーンのみ)	-清潔な生活環境の提供	エリア開発者
下水道	セプティックタンクの廃止	-住民の公衆衛生の確保	公共事業体
	ディスポーザーの導入(プレミアムゾーンのみ)	-清潔で利便性の高い生活環境の提供	エリア開発者

出典：調査団作成

3.4.2　水道スマートメータの導入

全戸に水道スマートメータを導入し、検針等の自動化による業務効率化、水道使用状況の見える化、時間帯別料金（TOU)による需要量平準化を行う。これらにより事業収支の健全化を目指す。これは AMATA スマートシティハロンの SPC（特別目的会社）が導入することを検討している。

電力スマートメータと同時に導入することで効果が高まり、導入の簡易化を図ることができるため、プレミアムゾーンでは開発初期から、それ以外のエリアでは 2035 年以降に電力スマートメータと同時に導入する。



出典：調査団作成

図 3-7：水道スマートメータ導入とその効果

(1)　導入意義およびシステム概要

検針の自動化による業務効率化

水道スマートメータから自動検針されたデータがリアルタイムでデータセンターに送信・蓄積される。これにより検針員による各戸への巡回が不要となり検針員の人件費が削減できる。

スマートフォンアプリによる水道使用状況の見える化

水道利用者に対して、水道使用状況がリアルタイムで確認できるスマートフォン用アプリを提供し、水道の使用状況を見える化する。これにより、利用者の節水意識の向上を図ることができる他、後段で述べる時間帯別料金（TOU）の補助的役割を果たす。

時間帯別料金（TOU）による需要量の平準化

全戸の水道スマートメータから得られる使用量データから、年間を通した需要量を予測し、季節や時間帯に応じて異なる料金を課す時間帯別料金（Time of Use： TOU）を導入する。

利用者はスマートフォン用アプリで自身の使用量と現在の水道料金をリアルタイムで確認する。

例えば、需要量が最大となる昼間時間帯の料金を高額に設定し、使用量が極端に少ない深夜時間帯の料金を大幅に割り引くことにより、使用量を昼間時間帯から深夜時間帯に誘導する。家事用水の 2 割を占めている洗濯用水は、容易にシフトが可能な水であり、深夜の電気料金の割引との相乗効果により、使用者は効率的に公共料金を抑えることができる。

日本では 2016 年に電力の小売全面自由化後に一般家庭に対する料金メニューの選択肢が拡がり、電気料金に対する TOU の導入が進んだ。一方、水道料金に対する TOU の導入は日本を含めて世界でも進んでおらず、今後水道スマートメータの導入と並行して普及すると予想される。

(2) 課題

各戸の水道使用量データは個人情報に該当するため、データを取り扱う事業体は既存の法令に基づいて適切に取り扱う必要がある。

水道スマートメータの設置により、検針員等の人件費の削減が見込まれる。他のインフラ（電気・ガス等）に対してもスマートメータを導入し一括で料金徴収が実施できれば、検針員の人件費が大幅に削減できる可能性がある。

日本においては、現在各地で導入に向けて実証実験が行われており、それらの動向も見据えていく必要がある。

(3) 導入の流れ

- 全戸に水道スマートメータを導入する
- データ管理システムとデータ提供プラットフォームを構築
- 使用状況をリアルタイムで確認できるスマートフォン用アプリを開発・配布する
- 時間帯別料金を設定する
- 水道スマートメータから得られる使用量データを用いて需要予測を行い、時間帯別料金の最適化を定期的に行う

(4) 本邦技術の導入の可能性

水道スマートメータを製造している本邦企業は複数存在する。2016 年時点では 3 社が確認さてれており、日本の技術を AMATA スマートシティハロンに導入することが可能である。

また、海外では 2016 年時点で表 3-16 に示した水道スマートメータの存在が確認されている。

表 3-16：世界の水道スマートメーター一覧

会社名	Itron (アメリカ)	Sensus (アメリカ)	Neptune (アメリカ)	ARAD/Mastar (イスラエル)	DIEHL (ドイツ)	Kamstrup (デンマーク)
製品名	Multimag+	iPERL	MACH 10	Sonata	HYDRUS	MULTICAL 21
概観						
計測方式	羽根車式	電磁式	超音波式	超音波式	超音波式	超音波式
バッテリー	15年	15年	20年	15年	16年	16年

会社名	Elster AMCO (ドイツ)	Elster AMCO (ドイツ)	Badger Meter (アメリカ)	愛知時計 (日本)	アズビル金門 (日本)	東洋計器 (日本)
製品名	V200 / V210 HYBRID	SM700	E-Series	電子式水道メーター	電子式水道メーター	電子式水道メーター
概観						
計測方式	羽根車式	流体振動式	超音波式	羽根車式	羽根車式	羽根車式
バッテリー	10年	20年	20年	8年	8年	8年

2016.6 (公財)水道技術研究センター 調べ

出典：(公財)水道技術研究センター「スマート水道メーターの最近の動向について」 (2019 年)

3.4.3　健全な配水管網の構築

日本と同程度の質の高い配水管網を構築することで、漏水率を低く抑えて料金徴収の対象となる有収水量を高く維持し、事業体収入を確保する。また、管路破損による水道水の汚染を防止し、水質の高い水道水を全戸に提供する。

(1)　導入意義

漏水の抑制による事業体収入の確保

配管が適切に施工されていないと、管路の接続部分に亀裂が生じて水道水が漏れ出し漏水が発生する。漏水した水は水道料金の徴収対象ではないため漏水分の料金収入が失われる。

本スマートシティでは健全な配水管網を構築することで、水道料金の徴収対象となる有収水量を高く維持し、料金収入を確実に確保する。

連続給水の達成と水質の高い水道水の提供

配水管が適切に施工されていないと、水道水が漏れ出すと同時に地下水が配水管内に流入して水道水が汚染される。さらに、配水管内の圧力が低下して断水が発生する可能性もある。

ベトナム国の浄水場で浄水された水は、ベトナム国の飲用水基準を満たしており直接飲用できる水質を達成している（表 3-13）。

しかし、各戸へ配水される間に配水管内で汚染されている可能性が高く、水系感染症を引き起こす場合があるため蛇口から直接飲む事は推奨されていない。

AMATA スマートシティハロンでは健全な配水管網を構築することで、管路破損による断水の発生と水道水の汚染を防止し、水質の高い水道水を連続給水する。

(2)　システム概要

ベトナム国の水道事業者及び建設業者に対して日本の配管網構築技術を移転し、一定の技術条件を満たす建設業者が配水管網の施工管理を行い、水道事業者が施工管理を行う。配水管網が完成後も長期にわたって健全な状態を維持できるよう、水道事業者はアセットマネジメントの仕組みを構築する。

(3)　課題

健全な配水管網を長期にわたり建設・維持管理していくためには、水道事業者の管路敷設に関する技術力向上が欠かせない。水道事業者自らが、現地建設業者に技術移転・指導できるようによるまで、日本と連携して技術研修を行うことが必要である。

(4)　導入の流れ

- ベトナム国水道事業者に対する日本技術の移転
- 水道事業者から建設業者への技術移転
- AMATA スマートシティハロンの配水管網を施工する建設業者の選定
- AMATA スマートシティハロンの配水管網の構築
- 水道事業者による厳格な施工管理
- ベトナム国水道事業者によるアセットマネジメントの仕組みの構築

(5)　本邦技術の導入の可能性

配水管網構築の技術を持つ本邦企業は多数存在し、日本の技術を AMATA スマートシティハロンに導入することが可能である。

3.4.4　ビルトイン式全館浄水器の導入

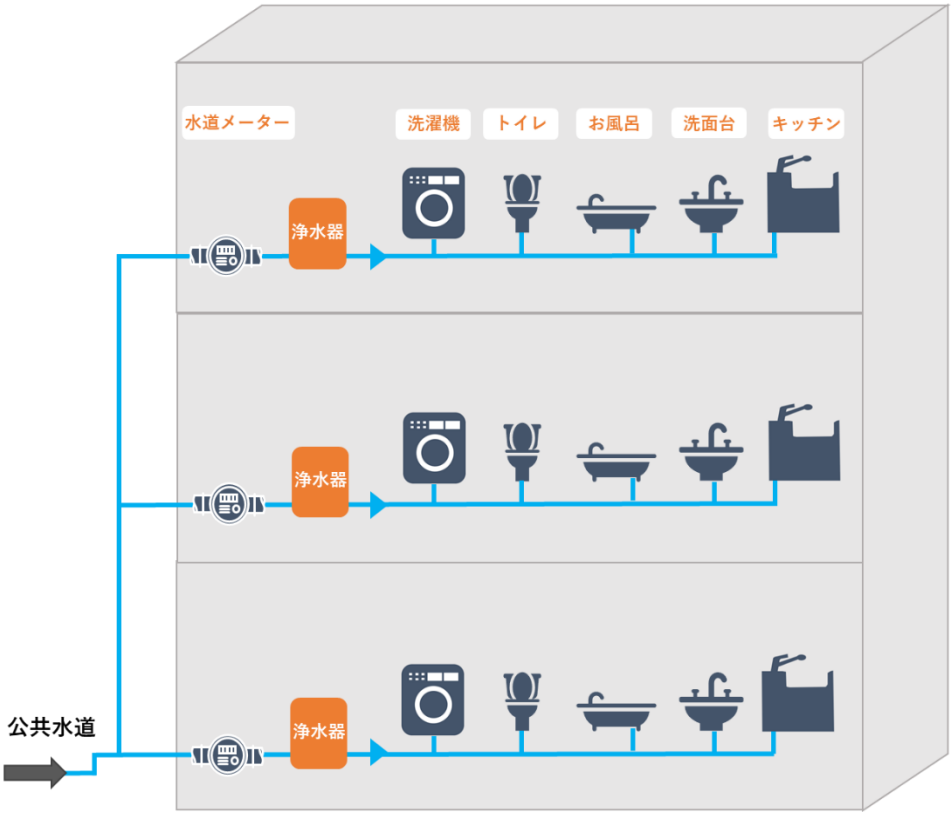
プレミアムゾーンの住民に対して清潔な生活環境を提供するために、プレミアムゾーンの各家庭にビルトイン式全館浄水器を導入し、すべての蛇口から飲用可能な水道水を提供する。本設備はエリア開発者が導入・維持管理を行うことを検討している。

(1)　導入意義

水道水の用途は、料理に使う水、製氷水、食器の洗浄水、シャワーの水、口をゆすぐ水など、直接口に触れる水として多岐にわたる。家庭の蛇口すべてから浄水された水を提供し、水道水を安心して使用できる生活環境を提供する。

(2)　システム概要

各家庭の水道メーター直後の水道管に、ビルドイン式全館浄水器を設置する（図 3-8）。浄水器の処理能力は、居住人数に合わせて選択する。



出典：調査団作成

図 3-8：ビルドイン式全館浄水器の設置位置

(3)　導入の流れ

- 各戸にビルドイン式全館浄水器を設置
- 定期的に浄水器内部のろ過材を交換（メンテナンス）
- 定期的にメンテナンス費を徴収

(4)　課題

浄水器は適切に維持管理を行わないと所定の水質を確保できない。そのためプレミアムゾーンのすべての家庭に対して、ろ過材の交換など定期的にメンテナンスを行う事が必須となる。また、メンテナンス費用はマンションの維持管理費に含まれるものとして設定する。

(5)　本邦技術の導入の可能性

ビルドイン式全館浄水器を製造している本邦企業は複数存在し、日本の技術を AMATA スマートシティハロンへ導入することが可能である。ベトナム国に現地法人を持ち、現地で販売・維持管理を行っている企業も存在する。

3.4.5　セプティックタンクの廃止

全戸にセプティックタンクを設置せず、直接下水道に接続し下水道普及率100%を達成する。これにより生活環境の汚染を防止し、住民の公衆衛生を確保する。

(1)　導入意義

ベトナム国では、下水道が整備されていないエリアにはセプティックタンクを設置する義務があり、下水道が整備されているエリアではセプティックタンクの設置は不要としている。

現地へのヒアリング結果によれば、新たに下水道を整備する際に既存のセプティックタンクを撤去せず、セプティックタンクと下水道の両方が存在する事例が多く見受けられる。

セプティックタンクが設置されている事の問題点として、セプティックタンクから浸出した汚水が地下水を汚染する、セプティックタンクから発生した汚泥の不法投棄などが挙げられる。

ベトナム国では特に、汚泥処理施設の数や受け入れ容量の不足、汚泥処理場へ支払う料金の節約等の要因のために、汚泥回収業者が回収した汚泥を河川や湖に不法投棄して周辺環境を汚染する事例が多く発生している。2013年に発刊された世界銀行の報告書[5]によると、ベトナム国においてセプティックタンクから発生した汚泥は 4%のみが適切に処理場で処理されている。

AMATA 社のマスタープランでは、下水処理場を整備した上で全戸にセプティックタンクを設置する計画となっているが、AMATA スマートシティハロンは新規に住宅を建設し下水道を整備するため、セプティックタンクの設置は不要であると考える。

本提案では、全戸にセプティックタンクを設けずすべての下水を15か所の下水処理場に集約して処理する事を提案する。

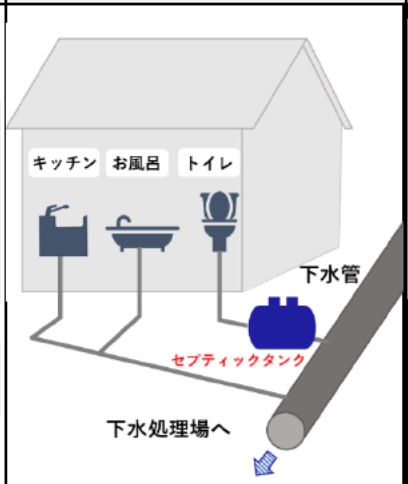
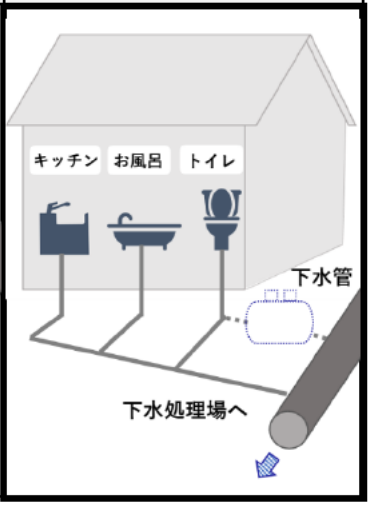
これにより下水道普及率 100%を達成し、住民の公衆衛生を確保して快適な生活環境を創造する。

(2)　システム概要

全戸にセプティックタンクを設置せず直接下水管に接続し、下水を15か所の下水処理場に集約して処理する。

[5] East Asia and the Pacific Region - Urban Sanitation Review: A Call for Action, The World Bank(2013)

表 3-17：セプティックタンク廃止計画案

ベトナムの一般的な場合	AMATA スマートシティハロンの場合	
	マスタープラン	**本提案**
		

出典：調査団作成

(3) 導入の流れ

- フェイズごとに下水処理場を建設
- 下水管網を構築し全戸を下水管に接続
- 全フェイズ展開

(4) 課題

AMATA 社のマスタープラン上はセプティックタンクを設置する計画としているため、AMATA 社と協議を行った上で、セプティックタンクの廃止を決定する必要がある。

住民に対しては、セプティックタンクを設置せず直接下水道に接続している事、それに伴う注意点（大きい夾雑物を流さない等）を十分に説明する必要がある。

3.4.6　ディスポーザーの導入

プレミアムゾーンの住民に対して、清潔で利便性の高い生活環境を提供するために、各戸のキッチンに生物処理式ディスポーザーを導入する。

これにより、各家庭で発生する生ごみの処理が簡易化されごみ集積所を含めた住宅エリアの衛生環境を清潔に保つ。ディスポーザーはエリア開発者が導入・維持管理を行うことを検討している。

(1)　導入意義

生物処理式ディスポーザーを導入することで、生ごみをキッチンに溜め置く必要性が無くなる。これによりキッチンを清潔に保ち、家庭内での悪臭・害虫の発生を防ぐ。また、ごみ出しの負担や頻度が減ると同時に、ごみ集積所を含めた住宅エリア全体の衛生環境を清潔に保つことができる。

(2)　システム概要

シンク下に設置されているディスポーザーが生ごみを破砕し、宅内下水管を通って敷地内の生物処理槽に貯留され、生物分解されてから下水管へ流入する。システムの概略図を図 3-9 に示す。

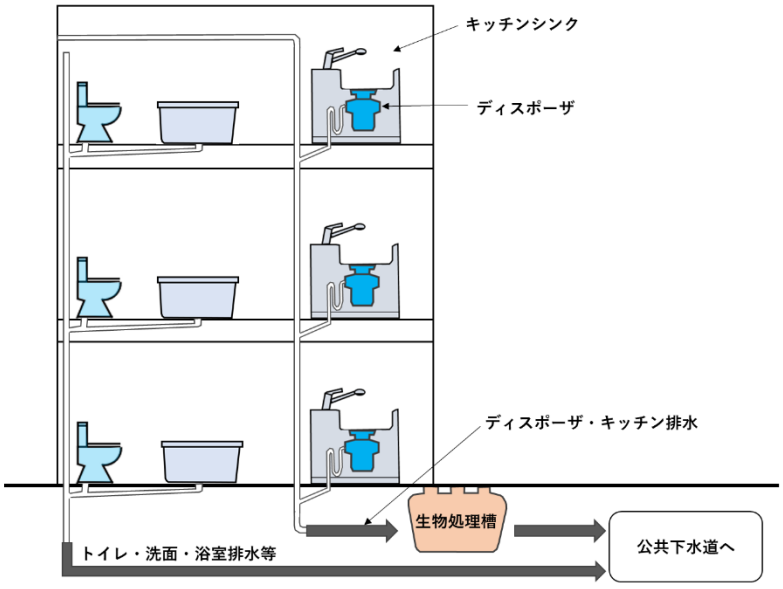


図 3-9：ディスポーザーのシステム概略

出典：調査団作成

(3)　導入の流れ

- 各戸へのディスポーザー設置および共有スペースへの生物処理槽の設置
- 生物処理槽から発生する汚泥の回収業者の選定
- 指定業者による定期的な汚泥回収
- ディスポーザーと生物処理槽の定期的なメンテナンス

(4)　課題

生物処理槽から発生する汚泥の引き抜きを定期的に行う必要がある。それらの引き抜きと、生物処理槽やディスポーザーのメンテナンスを行う業者を手配する必要がある。

ディスポーザーが破砕できない物を投入すると、詰まりや故障、下流側の下水処理場の処理に支障をきたす場合がある。そのような事態を防ぐために、利用者に対して適切な使用方法を十分に説明する必要がある。

(5)　本邦技術の導入の可能性

ディスポーザー技術を持つ本邦企業は多数存在し、日本の技術を AMATA スマートシティハロンに導入することが可能である。一方、海外製品も多く存在し、価格は本邦製品よりも安価な場合が多い。

3.5　段階的な整備計画の検討

3.5.1　全体の段階的な整備計画

AMATA 社のマスタープランにおいて、図 3-10 のとおり AMATA スマートシティハロンを 3 つのエリアに分割し、フェイズ 1 からフェイズ 3 までを段階的に整備する事を計画している。

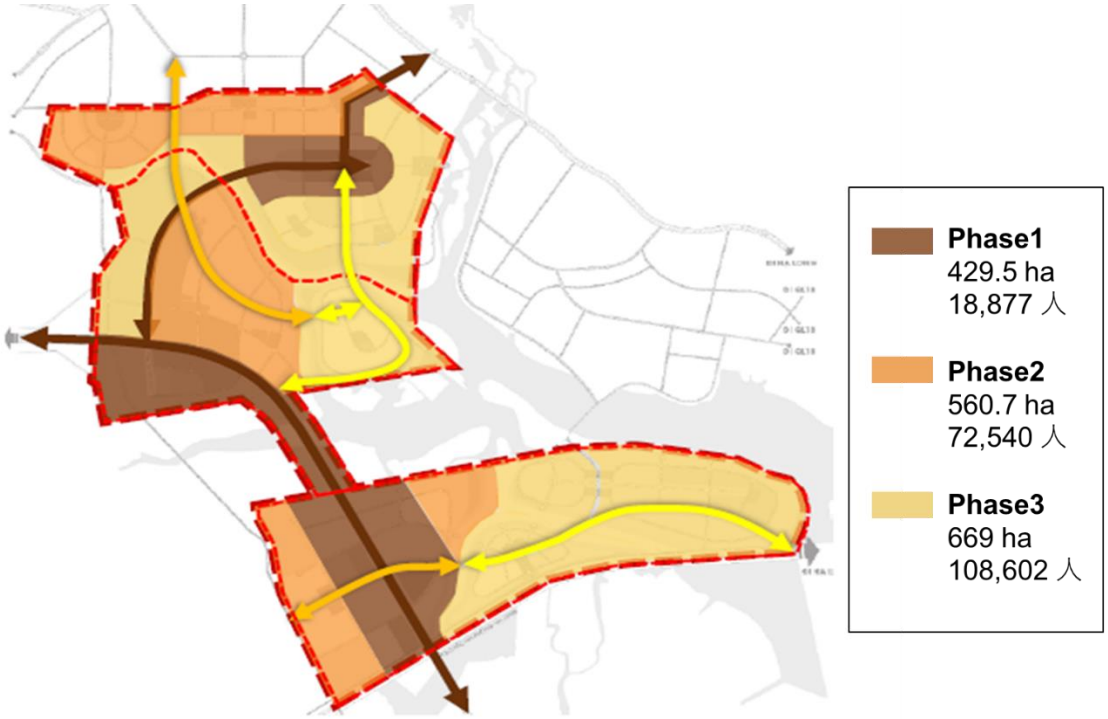


図 3-10：AMATA スマートシティハロンの段階的な整備計画

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

3.5.2 上下水道の段階的な整備計画

AMATA 社のマスタープランで定義されているフェイズ 1～3 それぞれの面積および人口と、第 1 章で示した General zone 及び Premium zone の諸元をもとに、フェイズおよびゾーンごとの上水道計画給水能力、下水道計画処理能力、家庭数、水道管路長、下水道管路長を算出した。それらの値を表 3-18 に示す。家庭数は 1 家庭 3 人と仮定して算出した。

表 3-18：段階的整備計画における上下水道の諸元

フェイズ	ゾーン	面積 (ha)	人口 (人)	上水道計画処理能力 (m^3/日)	下水道計画処理能力 (m^3/日)	家庭数 (戸)	水道管路長 (m)	下水道管路長 (m)
フェイズ 1	General	380	17,500	19,700	14,600	5,800	23,200	17,000
	Premium	50	1,400	2,300	1,700	500	2,800	2,000
	合計	**430**	**18,900**	**22,000**	**16,300**	**6,300**	**26,000**	**19,000**
フェイズ 2	General	520	69,600	26,600	19,700	23,200	31,400	22,900
	Premium	40	2,900	2,100	1,600	1,000	2,500	1,800
	合計	**560**	**72,500**	**28,700**	**21,300**	**24,200**	**33,900**	**24,700**
フェイズ 3	General	670	108,600	34,300	25,400	36,200	40,500	29,500
	Premium	0	0	0	0	0	0	0
	合計	**670**	**108,600**	**34,300**	**25,400**	**36,200**	**40,500**	**29,500**
合計		1,660	200,000	85,000	63,000	66,700	100,400	73,200

出典：調査団作成

3.6　その他の提案

今後、更なるスマート化を進めるに当たって導入を推奨する技術を下記に示す。

3.6.1　上水道

(1)　他インフラのスマートメータとの協働

水道スマートメータは電気やガスのスマートメータと協働することで、データを送信する通信設備や料金徴収システム等を共有することができる。これにより更なる業務効率化およびコスト削減が可能となる。

(2)　配水コントロールシステム（水質自動モニタリング含む）

各戸に設置された水道スマートメータから時間ごとの水道使用量データが得られるため、それらのデータを用いてエリア及び時間ごとの需要予測ができる。

浄水場に配水コントロールシステムを導入して需要予測を活用することで、エリア・時間帯・季節ごとに最適な配水を行う。これにより、より効率的な水道サービスの提供が可能となる。

また、水質自動モニタリングを導入し配水コントロールシステムで結果を一括して監視することで水質を容易に管理できる。

(3)　浄水場のスマート化

浄水場に対して、高効率ポンプ（VVVF ポンプ等）の導入、省エネルギー型の機器（散気装置、送風機、撹拌機、汚泥濃縮機、汚泥脱水機など）の導入等を行うことで浄水場のスマート化が可能となる。

(4)　シームレスな水質モニタリング

水源である Yen Lap 湖の水及び浄水場の流入原水に対して、バイオアッセイ等の手法を用いて水質を連続的にモニタリングする。これにより水道への有害物質の混入を防ぎ、水道水の安全性を確保する。

3.6.2 下水道

(1) 下水処理場の統廃合の提案

AMATA 社のマスタープランでは、下水処理場を 15 か所建設することを計画しており、それぞれの計画処理水量は、2,400m^3/日~8,900 m^3/日と小規模となっている。これは段階的な整備計画を考慮して計画されていると推測される。将来、下水処理場を改築更新する際には 1 か所の下水処理場に統廃合することで、下水処理場の維持管理費を削減できると考える。

(2) 閉鎖性水域の水質浄化（中水利用）

下水処理場からの処理水は AMATA スマートシティハロンの内部及び周辺を流れる河川に放流される計画となっている。対象河川は閉鎖性水域であり、ハロン湾に流入している。

そこで下水処理場に高度処理を導入し、高度処理水を河川に放流することで、放流水域の水質浄化に再利用することができる。

横浜市では、高度下水処理水を用いて河川の浄化やせせらぎの水としての利用が行われている。

(3) 汚泥の再利用化（消化ガス発電）

AMATA スマートシティハロンで発生する余剰汚泥（4,340 t/年）を消化ガス発電に再利用した場合、1 日あたり 9,980kwh の電力を発電する。（国土交通省下水汚泥のエネルギー化技術導入簡易検討ツールを用いて算出） 発生する余剰汚泥量が少なく発電量も少ないため、消化ガス発電を導入した場合は初期投資費用を回収できないと予想される。よって、AMATA スマートシティハロンに対して消化ガス発電の導入は提案しない事とする。汚泥処理方法としては、一般廃棄物と共に混焼するのが望ましい。

第4章　スマートインフラの開発計画（廃棄物）

4.1　現状把握

4.1.1　SJ 社によるマスタープランの概要

SJ 社によるマスタープランにおいて計画されている、廃棄物処理に係る事項について、対象地域の現状と計画とに分類し、表 4-1 に概要を整理する。

表 4-1：マスタープランの概要（廃棄物処理）

分類		概要
現状	計画地の廃棄物処理の状況	・廃棄物処理の仕組みが未熟なため、環境汚染が続いている。 ・対象地域の廃棄物は排出源での分別が十分でない。 ・廃棄物の収集が町の中心部にのみ集中し、収集率が低い。
	固形廃棄物の処理の流れ	収集後、ケザン固形廃棄物処理エリア（ウォンビ市内 ）にて埋立処分される。
計画	廃棄物の分類	■国内 CTR 無機固形廃棄物：金属、紙、ガラス包装などを定期的に収集する。 有機固形廃棄物：葉、野菜、果物、塊茎などは、毎日収集する。 ■公共 CTR 公共ごみ箱：公共施設、学校等の敷地内に設置される。 収集ごみ箱：作業員が簡単に収集できるように道路に隣接して配置される。 ■医療 CTR
	固形廃棄物発生量予測	国内 CTR： 人口 200,019 人×1.3 kg/人/日＝260t/日 公共 CTR： 国内 CTR×10%　　＝26t 合計：　　286t/日
	固形廃棄物の処理の流れ	固形廃棄物の収集　⇒　積替施設※　⇒　運搬 ⇒　Minh Than township にて衛生的に処分 ※対象地域内の西側エリアに計画
	概算費用	集積場： 30 か所×50million VND＝1,500million VND（≒675 万円） 積替施設： 1 か所×350million VND＝3,50million VND（≒157.5 万円）

出典：AMATA SMART CITY HA LONG Concept Master Plan (2019 年 12 月）より抜粋

マスタープランの内容について、SJ 社への質問回答により得られた内容を表 4-2 に示す。

表 4-2：SJ 社への質問回答により得られた内容

分類		概要
計画	固形廃棄物の処理の流れ	・収集した固形廃棄物は、ミンサンタウンシップの処理エリアであるクアンイェンに運ばれる。なお、現在、クアンイェンでは、まだ処理場が建設されておらず、廃棄物はすべてウォンビ市に運ばれて埋立処理されている。
	積替施設の構造	・汚染物質が周囲に拡散しないように、壁、カバー、廃水収集及び処理システム、フィルター及び脱臭システムを備える必要がある。 ・集積場における家庭固形廃棄物の貯留期間（輸送までの期間）は、2日以内という要件を満たす必要がある。
	医療 CTR の処理	・固形医療廃棄物は個別に収集される。 ・医療廃棄物収集ユニットと処理契約が締結される。

出典：調査団作成

表 4-3：マスタープランの一部抜粋（廃棄物処理）【参考】

<table>
<tr><th colspan="2">分類</th><th>概要</th></tr>
<tr><td>2.4.
landscape architecture の現状</td><td>2.4.3
技術インフラシステムの現状</td><td>2.4.3.3　汚れた排水と環境衛生
環境衛生：廃棄物処理が不十分なエリアでは、ごみは簡単な形で一時的な処理エリアに集められており、汚染は続いている状況である。（埋め立てられてた廃棄物は燃えている状況）
固形廃棄物：収集された固形廃棄物は、環境汚染を引き起こさないための適正なプロセスにしたがって処理されていない。 ごみの収集率は依然として低く、町とコミューンの中心部にのみ集中している。収集された廃棄物は分別されていない。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6.7.
固形廃棄物の収集と管理計画</td><td>6.7.2
CTR の予測</td><td>表 32：固形廃棄物処理ニーズの予測
<table><tr><th>Categories</th><th>Scale</th><th>Standard</th><th>Waste amount (ton / day and night)</th></tr><tr><td>国内 CTR</td><td>200,019 人</td><td>1.3 kg /人/日</td><td>260,02</td></tr><tr><td>公共 CTR</td><td></td><td>10%</td><td>26,00</td></tr><tr><td>合計</td><td></td><td></td><td>286,02</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>6.7.3
計画</td><td>■国内 CTR
無機固形廃棄物：金属、紙、ガラス包装などが定期的に収集される。
有機固形廃棄物：葉、野菜、果物、塊茎などは、毎日収集される。
■公共 CTR
公共ごみ箱：公共施設、学校等の敷地内に設置される。
収集ごみ箱：作業員が簡単に収集できるように道路に隣接して配置される。
■医療 CTR
排出源で分別される。通常の医療系固形廃棄物は、日常生活からの医療系固形廃棄物や有害な医療系固形廃棄物と一緒に収集され、基準を満たす焼却炉で処理される必要がある。
■処理システム
①収集後の固形廃棄物は、ウォンビ市のケザン固形廃棄物処理エリアに移送される。
②固形廃棄物の中継施設は、ゲートウェイエリアの 0.3 ha の土地に配置される。当該予定地は，対象地域内の西側エリア（100m 道路上）にあり、ここでの CTR は最大 1 日間のみ保持され、輸送後は洗浄して環境基準を満たす必要がある。</td></tr>
</table>

	6.8.3 コスト予測	*6.8.3. Cost estimates*

TT	Categories	Unit	Mass	Unit price (million VND)	Funding (million VND)
A	**Drainage**				**147.473,4**
1	***Self-draining sewer line***				***137.228,9***
	D300	*M*	*50.143,6*	*0,9*	*45.129,2*
	D400	*M*	*27.795,0*	*1,9*	*52.810,5*
	D500	*M*	*13.548,0*	*2,9*	*39.289,2*
2	***Pits***	***The***	***2.927,0***	***3,5***	***10.244,5***
B	**Environmental sanitation**				**225.350,0**
1	Waste water treatment station	Station	15,0	15.000,0	225.000,0
2	Sewage pumping station	Station	18,0	2.000,0	36.000,0
3	CTR focus point	The	30,0	50,0	1.500,0
4	CTR transshipment point	The	1,0	350,0	350,0
C	**Sum (A + B)**				**372.823,4**
	15% contingency	%	15,0		55.923,5
	Total				**428.747,0**

Estimated funding for construction of wastewater treatment and solid waste management systems is about VND 428.7 billion.

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」より抜粋

4.2 廃棄物処理に係る各種法規制・制度の整理

4.2.1 廃棄物関連の法体系

ベトナムでは、環境保護に係る基本法令として、「環境保護法」（Law on Environmental Protection No. 55/2014/QH13）があり、2014 年に改正され、2015 年 1 月 1 日から施行されている。環境保護法の改正に伴い、環境基準、戦略的環境評価、環境影響評価等について細則・指針を定める環境保護法の実施細則・指針に関する政令が順次策定されている。

固形廃棄物の処理については、「固形廃棄物の管理に関する政府議定」（Decree No. 59/2007/ND-CP of the Government on management of solid waste）が定められ、廃棄物処理に関する政府機関や地方自治体の責務の他、廃棄物関連事業への投資についても規定されている。

有害廃棄物については、「有害廃棄物管理規則」(Decision No.155/1999/QD-TTG、 the Regulation on management of Hazardous wastes)が定められ、有害廃棄物の定義、関係省庁の責務、排出者の責務等が規定されている。

クアンニン省においては、「クアンニン省通常固形廃棄物管理規則」(Decision No.1613/2017/QD-UBND dated 23/5/2017 of the People's Committee of Quang Ninh Province on publishing management regulations of ordinary solid waste in Quang Ninh province)が定められ、固形廃棄物の管理に関する責務等が規定されている。

表 4-4：廃棄物関連の主な法令

法令（制定年・施行年）	概要
環境保護法 （1994 年施行、2005 年、2014 年改正）	環境保護に関する基本法。廃棄物処理に関する章があり、廃棄物・廃水・排気ガスについて基本方針が規定。
環境保護法施行細則に関する政令(Decree No.80/2006/ND-CP、2006 年)	環境保護法の施行細則を規定。
固形廃棄物の管理に関する政府議定 （Decree No.59/2007/ND-CP） （Decree No.38/2015/ND-CP）	固形廃棄物の管理について詳細を規定。固形廃棄物に関する責任を持つ政府機関や地方自治体の他、廃棄物関連事業への投資についても規定。
有害廃棄物管理規則 (Decision No.155/1999/QD-TTg)	有害廃棄物の定義、関係省庁の責務、排出者の責任、収集・運搬・処理等に関する管理等を規定。有害廃棄物のリストを含む。
クアンニン省通常固形廃棄物管理規則（Decision No.1613/2017/QD-UBND dated 23/5/2017 of the People's Committee of Quang Ninh Province on publishing management regulations of ordinary solid waste in Quang Ninh province)	通常固形廃棄物に関するクアンニン省の責務等を規定。

出典：調査団作成

4.2.2　廃棄物の法的区分

「環境保護法」第 3 条では、廃棄物を「生産、経営、サービス、生活、その他の活動から排出された物質で」と定義し、同条では、有害廃棄物を「毒性、放射性、感染性、可燃性、爆発性、腐食性、中毒性等の危険性を含む物質」と定義しており、以降、通常固形廃棄物と有害廃棄物に二分され記載されている。

「クアンニン省通常固形廃棄物管理規則」では、通常固形廃棄物とは、有害固形廃棄物のリストに含まれていない廃棄物であるとして、家庭固形廃棄物、建設固形廃棄物、産業固形廃棄物があり、家庭固形廃棄物の中には、有機性家庭形固形廃棄物、無機系家庭固形廃棄物（金属、ガラス、プラスチック）が分類されている。また、無害な医療系廃棄物もここに分類されている。

以上を踏まえ、対象地域における廃棄物である、『国内 CTR』『公共 CTR』は通常固形廃棄物、『医療 CTR』は有害性に該当しなければ通常固形廃棄物に該当すること考えられる。

4.2.3　廃棄物の処理責任

(1)　通常固形廃棄物の処理責任

「環境保護法」において、「廃棄物の処理責任は、廃棄物を発生させる組織及び個人が有する。」と規定され、排出者責任の原則が示されている。

他方、「環境保護法」第 88 条より、地方の人民委員会が当該地域の通常固形廃棄物処理施設の策定、承認、計画を実施する責任を負うことになっている。また、「固形廃棄物の管理に関する政府議定」第 25 条により、通常固形廃棄物の処理費用は地方政府による財政負担が規定されている。

(2)　有害廃棄物の処理責任

「有害廃棄物管理規則」において、「有害廃棄物の排出者は、有害廃棄物の収集者、運搬者、処理者、処分者と契約を結ばなければならない」と規定されており、有害廃棄物の排出者による費用負担となっている。以降は、マスタープランで想定される通常固形廃棄物について整理する。

4.2.4　民間投資の可能性

「固形廃棄物の管理に関する政府議定」第 26 条では、省の予算以外から投資された固形廃棄物処理施設の場合、投資家は価格計画を提出し、省の人民委員会の承認を得る必要がある、とされており、民間投資の可能性も規定されている。また、「クアンニン省通常固形廃棄物管理規則」第 5 条 2 項では、投資家は、政令の要件に適合すれば、自ら固形廃棄物を収集し、輸送することができる、ともされている。

(1) 通常固形廃棄物処理施設の管理責任

「固形廃棄物の管理に関する政府議定」第 22 条では、固体廃棄物処理施設の所有者は、固体廃棄物処理施設の管理・運営の責任を有する、とされている。

4.2.5 通常固形廃棄物の処理方法

「固形廃棄物の管理に関する政府議定」第 19 条では、通常固形廃棄物処理技術として、堆肥化、焼却、衛生埋立、リサイクル、エネルギー回収、その他が規定されている。

また、「クアンニン省の廃棄物管理のマスタープラン 2030 年」（Master plan of waste management in Quang Ninh province up to 2030）では、衛生埋立、堆肥化、焼却（廃棄物発電）が規定されている。

これらの規定より、通常固形廃棄物の処理については、焼却施設等の中間処理施設は導入可能である。

4.2.6 通常固形廃棄物処理施設における公害防止関連法規制

廃棄物処理設備の運営に関する公害防止に関する法令としは下記のものがある。

- No.38/2015/ND-CP（2014 年 4 月 24 日付）：固形廃棄物の管理に関する政府議定
- No.80/2014/ND-CP（2014 年 8 月 6 日付）：排水と排水の処理に関する法令
- QCVN 09:2008/BTNMT:地下水質に関する国家技術規制。
- QCVN 08-MT:2015:表面水質に関する国家技術規制。
- QCVN 40:2011/BTNMT:産業排水に関する国家技術規制;
- QCVN 14:2008/BTNMT:国内排水に関する国家技術規制;
- QCVN 25-2009-BTNMT:固形廃棄物埋立地の排水に関する国家技術規則
- QCVN 05-2013-BTNMT:周囲の空気質に関する国家技術規則;
- QCVN 61:2016/BTNMT:国内固体廃棄物焼却炉に関する国家技術規則;
- №07-9: 2016/BXD:技術インフラ工事と固形廃棄物処理と公衆トイレに関する国家技術規則

4.2.7 通常固形廃棄物処理施設を整備する上で必要な法手続

新しい廃棄物処理施設を建設するために必要な法的手続きは次のとおりとされている。

- 建設投資方針の確立と承認
- 建設用地の契約を締結と承認(建設省、天然資源環境省、計画建築省)
- 環境影響評価報告書(天然資源環境省)の作成と承認
- 廃棄物処理施設建設のための投資プロジェクトの設立、評価、承認
  (建設省、天然資源環境省、科学技術省)
- 建築許可の承認

(1)　通常固形廃棄物処理施設に関する環境影響評価

環境影響評価制度（Environmental Impact Assessment : EIA）の対象事業は、「環境保護法」第 18 条及び「環境保護法施行細則に関する政令」の付表において規定され、廃棄物の処理・リサイクルに関する事業や通常固形廃棄物の最終処分場の建設事業も対象となる。

(2)　通常固形廃棄物処理施設の許認可

「固形廃棄物の管理に関する政府議定」第 28 条によると、クアンニン省人民委員会は対象地域の廃棄物処理施設の設計と建設のための許認可権者になることが想定される。

4.3 廃棄物・資源循環分野における国内・海外のスマート技術導入事例

4.3.1 国内のスマート技術導入事例

廃棄物・資源循環分野の国内でのスマート技術について、廃棄物処理のプロセスごとに導入事例を調査した。

廃棄物処理の最初の工程である廃棄物の排出段階においては、排出抑制や分別徹底を促進するための分別アプリやAI技術を用いたチャットボットサービスによる分別案内サービス等が導入されている。横浜市では、住民の分別促進のために活用していたごみ分別辞書「MIctionary」で蓄積されたビッグデータと AI を搭載したチャットボットサービスを活用し、民間企業と連携して「イーオのごみ分別案内」サービスを開発・導入している他、粗大ごみを写真で撮影することで、いつでもごみの種類・捨て方・手数料等を確認できる「SODAI Vision API（ソダイ）」を導入し、住民の分別促進を図っている。

廃棄物の収集運搬工程の段階においては、収集運搬の効率化を目的とした収集運搬ルートの最適化検討等が進められている他、収集運搬車両に搭載したドライブレコーダーやIoT 装置を活用し、収集作業の効率化や環境モニタリング等について検討が進められている。京都府と京都府舞鶴市では、産業廃棄物・小型家電・プラスチック包装類の収集運搬業務の効率化を目的とした実証実験において、廃棄物保管量測定センサーから定期的に廃棄物データプラットフォームに収集・蓄積されるデータの分析結果・予測結果を活用して、収集運搬業務の効率化（収集出動回数・走行距離削減）を実現している。また、行政と収集運搬業者間で情報共有できる共通のアプリを導入し、不法投棄への迅速な対応に役立てている他、収集運搬車両のAIが搭載されたドライブレコーダーの映像からごみの排出特性を把握するだけでなく、市内の道路損傷状況の把握等も行っている事例もある。

廃棄物の処理工程においては、選別精度の向上や選別作業の効率化等を目的に選別施設で画像認識技術を用いた自動選別技術が導入されている他、焼却施設では高度な現場管理を行うための遠隔監視・支援技術が導入されていたり、安定燃焼や発電効率の安定化等を目的にAI技術・ビッグデータを用いた電力需給調整や運転制御が行われたりしている等、効率的な施設運転のための技術が複数施設で導入されている。

表 4-5：廃棄物・資源循環分野の国内でのスマート技術導入事例

廃棄物処理プロセス	技術・サービス名	技術概要等
排出	ごみ分別アプリ ごみ分別案内	・ごみの出し方を対話形式で案内する。 ・ごみの品目を入力すると、適切な分別品目やごみの出し方が表示される。 ・曜日や時間に制限なく利用可能で、電話等での問合せ件数が減少することで行政負担の軽減に繋がっている。
	画像認識技術を用いた ごみ出し方法等の案内	・撮影したごみの画像を入力すると、ごみの出し方・料金等が表示される。 ・曜日や時間に制限なく利用可能で、電話等での問合せ件数が減少することで行政負担の軽減に繋がっている。 ・対面接触の機会を減少させることができるため、感染症の流行時は効果がある。
収集運搬	保管量測定センサー等を用いた IoT プラットフォームの構築	・廃棄物保管量がわかるセンサーを設置し、センサーの情報をもとに最適な収取運搬ルートを提示する。 ・複数の排出場所での廃棄物量が可視化され、収集効率が改善される。
	情報共有アプリを活用した 不法投棄への迅速な対応	・行政と収集運搬業者で共通の情報共有アプリを導入し、不法投棄場所の情報をリアルタイムで共有（アプリへ投稿）し、不法投棄ごみの当日回収を行っている。
	AI 搭載のドライブレコーダーの 映像解析によるごみの排出特性・ インフラ損傷状況等の把握	・収集運搬車両のドライブレコーダーの映像を AI が解析し、排出場所ごとに排出量を測定することで、各地区のごみの排出特性を把握する。 ・併せて、ドライブレコーダーの映像を AI が解析し、道路の損傷状況をモニタリングし、修復箇所を把握している。
	収集運搬車両への IoT 装置の 搭載による環境データの収集	・収集運搬車両に搭載した IoT 装置により、温度・湿度・PM2.5 等の大気環境状況を計測し、リアルタイムでの環境情報を随時取得している。（将来的には取得した情報をオープンデータ化する予定）

廃棄物処理プロセス	技術・サービス名	技術概要等
中間処理・最終処分	遠隔監視・支援技術	・遠隔拠点において、解析端末を用いた高度な統計解析等による運転状態の評価、警報発報時の対処方法のモニタリング、適宜のメンテナンスや運転パラメータの変更等を提案し、施設運営の効率化を図っている。 ・施設運転員等が装着するウェアラブルカメラからの映像・音声を遠隔拠点とリアルタイムに共有し、遠隔地からの専門技術者のサポートや緊急メンテナンスのサポートを行う。
	画像認識技術を用いた自動選別技術	・画像解析による爆発性廃棄物の除去、画像解析・ロボット技術を用いたガラスの自動色選別やプラスチックの材質選別等の選別の高度化等、安定的・効率的に施設運転が行われている。
	画像解析技術や AI 技術等を用いたごみクレーンの高度化技術	・カメラや近赤外線カメラで捉えたピット内のごみ状況を色味や輝度の違いにより識別し、ごみピット内の番地ごとに数値化し、平準化することでごみ質（性状）の均質化を図っている。 ・ごみピットを３次元で捉え、クレーンの動作履歴から撹拌度合いを３次元マップで見える化し、AI による自動運転システムに組み込み、平面だけでなく、内部のごみの撹拌具合も管理し、撹拌の均質化を図っている。
	画像解析技術や AI 技術等を用いた自動燃焼装置の高度化技術	・これまでの運転実績のビッグデータをもとに、運転操作に係る暗黙知を AI 技術（機械学習・ディープラーニング）でモデル化し、燃焼効率の向上を図っている。 ・燃焼映像を画像解析技術で分析・数値化し、燃焼効率の向上を図っている。
	ビッグデータを活用した設備・機器保全のスマート化	・施設内の導入機器・設備にセンサーを設置して運転に関するビッグデータ（電流や振動等）を連続監視することで、適切なタイミングで保守点検し、施設保全を図っている。

出典：横浜市ヒアリング、総務省 ICT 地域活性化ポータル、環境省平成 30 年度地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業成果概要、経済産業省平成 28 年度ロボット導入実証事業採択事例紹介

4.3.2 海外のスマート技術導入事例

廃棄物・資源循環分野の日本国外でのスマート技術事例の多くは、集積場及び収集方法におけるスマート技術と考えられる。各スマート技術を①事業者視点、②住民視点、③環境視点の 3 つの視点から類型化できる。①事業者視点とは、収集効率の向上等、主に収集業者に便益をもたらす技術を指す。②住民視点とは、不法投棄の防止や分別の容易さ等、主に住民にとってメリットとなる技術を指す。また、③環境視点とは、街全体の環境汚染対策としての技術を指す。

以上の類型化を踏まえ、集積場におけるスマート技術を表 4-6 に示した。①事業者視点の技術事例として、容量センサーや圧縮機が挙げられる。特に容量センサーについては、多数の事例が確認され、本プロジェクトの提案内容として詳細を後述する。②住民視点の技術例として、ごみ処理関連アプリの開発や電子カードによる決済、QR コードや ID カードを使用したごみ排出の管理が挙げられる。中でもアプリの提供に関しては、日本国内でも多数の事例が見られ、本プロジェクトの提案内容として詳細を後述する。また、③環境視点として、地下の公共ごみ箱やごみ箱への環境監視センサー等が具体例として見られた。

表 4-6：集積場におけるスマート技術

	技術概要
事業者視点 （収集効率の向上）	ごみ箱に容量センサーを設置し、満杯に近い収集容器を優先的に回収
	圧縮機付き（太陽電池式）のごみ箱
住民視点 （不法投棄の防止委分別の容易さ）	アプリ（排出マップの提供、あふれているごみ箱の連絡、不法投棄の通報）
	電子決済カードによる支払い
	ごみを捨てる際、ID カードをタッチすることで、各家庭のごみ量を計測
	QR コードで戸別に排出状況を管理（悪いと注意、良いと得点あり）
環境汚染対策	地下にごみ箱を設置し、臭気拡散を防止
	ごみ箱に、環境監視センサー設置（大気汚染計測）

出典：調査団作成

収集方法におけるスマート技術を表 4-7 に示した。①事業者視点として、集積場の容量センサーと連動した回収システムの確立や、GPS・AI 等を活用した配車管理が挙げられる。②住民視点においては収集依頼アプリの提供が、また③環境視点としてパッカー車の消臭が事例として挙げられる。

表 4-7：収集におけるスマート技術

	技術概要
事業者視点 （収集効率の向上）	集積所の容量センサーと連動
	GPS・RFID 搭載（人員配置、収集ルートに活用
	AI による配車計画
	圧力配管で収集ステーションに移送
住民視点 （不法投棄の防止委分別の容易さ）	収集依頼アプリ、コールセンター （24 時間）
環境汚染対策	パッカー車の消臭剤

出典：調査団作成

4.4　廃棄物・資源循環分野の提案内容

4.4.1　テーマ設定

(1)　首相決定（No：950/QD-TTg）によるベトナムスマートシティ戦略の宣言」（2018年８月）

「首相決定（No：950/QD-TTg）によるベトナムスマートシティ戦略の宣言」（2018年8月）（以下「スマートシティ戦略の宣言」という。）において、ベトナム国の将来の都市開発に係る取り組みの方向性が示され、表 4-8 に示すとおり、廃棄物・資源循環分野に関連するキーワードも複数含まれている。

表 4-8：スマートシティ戦略の宣言における廃棄物・資源循環分野に関連するキーワード

スマートシティ戦略の宣言の概要	キーワード
Ⅰ 考え方・原理: （略） -第二に、「第四次産業革命」の重要な内容として、情報通信技術（ICT）の利用はさまざまな施設を支え、競争力、イノベーション、透明性、合理化、都市政府による効果的な管理、土地利用の効率化、エネルギーと資源開発、都市の生活環境の質の改善と向上、社会経済成長と発展促進に貢献します。	・エネルギーと資源開発
Ⅱ ターゲット 1. 一般目標: ベトナムの持続可能なスマートシティ開発は、グリーン成長、持続可能な開発、潜在的な可能性と利点を開発・促進し、資源利用の効率化を図ると共に、資源と人々を最適に活用し、生活の質を向上させ、同時に、組織、個人が効果的に研究、建設、管理の投資へ参加できる仕組みを確保します。また、潜在的なリスクを制限し、国家運営と都市サービスの効率を向上させ、経済競争力と国際的な統合を改善します。	・グリーン成長 ・持続可能な開発 ・資源利用の効率化 ・資源と人々の最適な利用
2.具体的な目標 - 現在から 2020 年までに スマートな都市開発を進めるための法的基盤を構築し、都市部やその圏内で試験実施するための投資についても準備を進めます。 - 2025 年まで:スマートシティ開発の第 1 フェイズを試験的に実施。 + スマートシティの試験構築に向けて、都市管理、照明、交通、上下水道、廃棄物収集及び処理、送電網、自然災害危険予知システム、ICT インフラ	・廃棄物処理（重点分野）

スマートシティ戦略の宣言の概要	キーワード
システムなどの分野に重点をおいた国の優先基準を発表。 -2030 年までの方向性：第 1 フェイズ試験を終了し、その内容を他分野や他地域に順次展開し、スマートシティを結ぶ普及力のあるネットワークを形成します。	
Ⅲ 主な課題・解決策 A.課題・解決策の内容 1. グループ 1:法的文書、メカニズム、政策、経済的・技術的規範の体系を見直し、完成させ、持続可能なスマートシティ開発に関するガイドラインを公布する。 - グリーン成長、エネルギー効率化、削減を目標とした都市開発を目指し、公害の最小化、気候変動への対応、文明都市、文化、持続可能な開発のために、スマートシティの計画、投資、建設、管理、監視、運営に関する機関や法的基盤を形成します。 - 都市技術インフラのデータベース管理、工事受注管理、都市建設用地管理、上下水管理、廃棄物収集・処理、樹木緑地、地下空間などの管理に ICT の活用を進めます。	・グリーン成長 ・エネルギー効率化・削減 ・汚染の最小化 ・気候変動への対応 ・廃棄物収集・処理の ICT の適用
3. グループ 3:　デジタル都市空間データシステムと全国都市データベースの構築、接続、維持、運用。 - 都市データベースシステム、都市空間データシステムを階層別に構築・発展させるため、都市・地域・国レベルを段階的に完成させます。 -都市データベースシステム、都市空間データシステムを階層ごとに開発・構築するために、都市・地域・国レベルで段階的に整備します。 - 都市技術インフラデータベースの管理、工事受注管理、都市建設用地管理、上下水管理、廃棄物の収集と処理、樹木の集積、河川や自然景観、都市の地下空間管理などの分野で ICT を実施及び適用します	・廃棄物収集・処理の ICT の適用
4. グループ 4:スマートテクノロジーのまちづくり計画・管理への適用を推進。 - 都市計画の策定、評価、公表における意思決定を支援するスマートアプリケーションの開発	・スマートアプリケーションの開発
グループ 5:スマートな都市インフラの整備 a) スマートな都市技術インフラへの投資・開発に当たっては、まず以下の分野への投資を優先します。 - スマートな都市ごみ収集及び処理システムの開発	・スマートな都市廃棄物収集・処理システムの開発

スマートシティ戦略の宣言の概要	キーワード
グループ 6:都市居住者のためのスマート機器の開発 - 人々のためのスマートで迅速、便利な公共サービス事業を形成します。 自由と情報の保護と並行して、社会及び公安管理、環境モニタリング、防犯及びその他の社会管理分野への情報技術の適用を強化すると共に、個人情報データの使用を管理します。 -電子商取引アプリケーションを応用・発展させ、都市居住者に対するオンライン決済サービスの利用を案内・許可します。	・都市居住者のためのスマート機能の開発 ・都市居住者のサービスに対するオンライン決済の利用
グループ 8: 国内外の投資資本流動性の加速と技術支援の拡大 -国内外の投資資金源を多様化し、PPP モデルなどの投資モデルを適用して、技術施設や研修機関の建設に投資し、実験室設備の研究と近代化を図り、スマート都市の技術インフラへの投資を行い、都市管理のための設備と他プロジェクトを実施します。	・国内外の投資資金源を多様化 ・PPP モデルやその他の投資モデルの適用

出典：「首相決定（No：950/QD-TTg）によるベトナムスマートシティ戦略の宣言」（2018 年 8 月）

(2) 対象地域の廃棄物情勢

対象地域の廃棄物情勢は 4.1 で示したとおり、効率的な収集運搬が行われているわけではなく、廃棄物処理体制も未熟で衛生的な処理が行われていないことから、悪臭・粉塵・騒音等の環境汚染や生活環境保全上の支障が懸念される。また、廃棄物の排出段階における分別区分が少なく、分別が徹底されていない。廃棄物は直接最終処分場に埋め立てられ、火災が生じ、臭気や汚染水等により汚染されている。資源の有効利用の観点から見ても大きなロスが生じていることが考えられる。対象地域における廃棄物処理に係る主な課題を下記に示す。

- 廃棄物の収集運搬は町の中心部にのみ限定され廃棄物の回収率が低いこと
- 導入されている廃棄物処理システムが未熟で環境汚染が生じていること
- 排出源での分別が徹底されていないこと

(3)　本プロジェクトにおける廃棄物・資源循環分野のテーマ

ベトナム国における将来の都市開発に係る取り組みの方向性と廃棄物情勢に係る課題を踏まえ、本プロジェクトにおける廃棄物・資源循環分野のテーマを設定し、このテーマに基づき、廃棄物処理フローの目標像や適応可能な技術・サービスについて検討した。

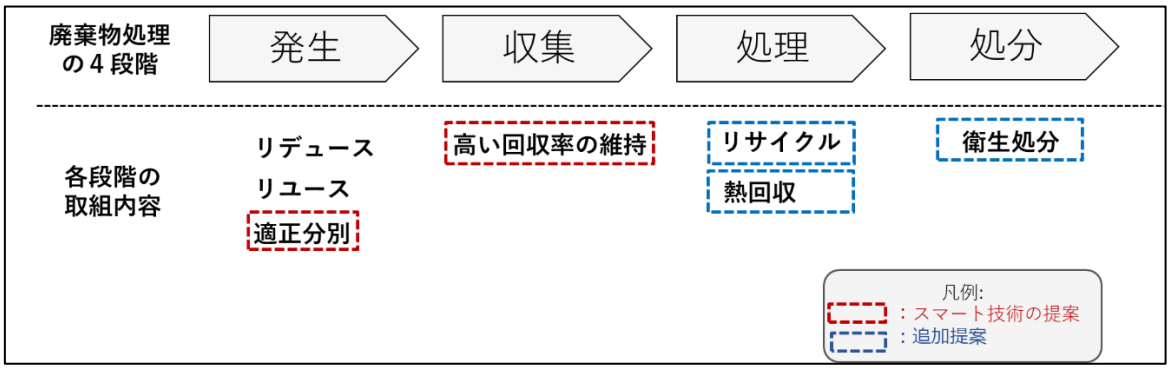
- 適正な分別排出による汚染の最小化・美観維持
- 都市居住者へのスマート機器導入による生活の質の向上
- 廃棄物輸送（収集運搬）システムの効率化・スマート化
- 廃棄物エネルギーと資源の最大限の活用
- PPP 等民間投資資金を活用した運用の効率化

4.4.2　廃棄物処理フロー

廃棄物管理は、製品の生産・消費、廃棄物の発生・排出から収集･運搬、中間処理及び再利用、 最終処分といった一連の流れに沿って実施されるものである。したがって、本節では、廃棄物処理フローの目標像について検討する。検討にあたり、適正管理の事例として日本における一般的な廃棄物処理フローを図 4-2 に示した。図 4-1 に示すとおり、一連の流れを大きく４つの段階（発生・収集・処理・処分）に分類したうえで、公衆衛生の改善、環境負荷の低減と汚染防止及び循環型社会の構築の観点から必要と考えられる取り組みのオプションを併記した。また、これらのオプションのうち、本プロジェクトにて提案したい取り組みについては、点線枠で示した。

まず、発生段階では、処理段階での適正処理を促進するため、排出源における適切な分別が求められる。また、循環型社会を構築するうえでリデュース・リユースの推進が肝要である。次に、収集段階において、高い回収率を維持することで公衆衛生の改善が期待される。そのため、効率的な収集方法の検討が求められるが、これについては短期的計画の詳細として後述する。第三に、処理段階では、リサイクルや熱回収が資源の有効活用の点で効果的な手法だと考えられる。最後に、処分段階では、環境負荷の低減・汚染防止のため、処分場における浸出水や嫌気性ガス等の適切な管理を含む衛生埋立が求められる。

以上から、図 4-1 のフローを基本としつつ、段階的に廃棄物の適正処理のシステムを確立することが重要である。したがって、次節より本プロジェクトにおける発生・収集段階のスマート化に寄与する技術導入の提案及び処理・処分段階における質の高い循環型社会構築に向けた提案について示す。



出典：調査団作成

図 4-1：廃棄物管理のフロー

4.4.3 適応可能な技術及びサービス

(1) 適応可能な技術及びサービスの検討

マスタープランでは、対象地域で排出される廃棄物の収集及び積替施設までの運搬について計画されているが、汚水・土壌汚染、臭気、騒音・粉塵、景観、住民負担等の課題が想定され、スマートシティを実現するためには必要な対策を講じる必要がある。

対象地域でのスマートシティ開発にあたり、住民にとっての“住みやすさ”や来訪者・利用者にとっての“快適さ”を実現・維持していくためには、対象地域での公衆衛生の確保・生活環境の保全は必須であり、廃棄物の定期的な収集運搬・適正処理が求められる。また、廃棄物の飛散・流出等に伴う環境影響の負荷低減や、循環型社会の形成の観点からも、廃棄物の定期的な収集運搬・適正処理は必要であるため、排出段階での廃棄物の分別徹底が必要となるが、廃棄物の分別排出は住民負担となる他、分別に馴染みがない場合は浸透するまでも一定の期間を要することが想定される。

他方、廃棄物・資源循環分野では 4.3 で整理したとおり、国内及び海外問わず、廃棄物処理の各工程（排出・収集運搬・中間処理・最終処分）で AI・ビッグデータ等のスマート技術の導入事例があり、住民にとっての利便性向上、廃棄物行政への負荷低減、安定的・効率的な廃棄物処理の実現・維持に寄与している。

そこで、マスタープランにおける計画を踏まえ、対象地域の美観を維持し公衆衛生を確保すること、住民にとっての利便性を向上させることを目的として、下記の技術・サービスの導入を提案する。

- 排出段階での住民による廃棄物の分別排出を促進するためのスマート技術・サービスの導入
- 廃棄物の効率的な収集運搬を実現・維持するためのスマート技術・サービスの導入

(2) 分別促進に係るスマート技術・サービスの概要

ごみの分別排出は、住民への周知・啓発・広報により広く普及に努めることが必要であるが、分別意識が定着するまでには時間を要し、排出する廃棄物によっては分別区分に迷う品目もあることから、分別排出を促進するためのスマート技術・サービスの導入は有効である。

分別促進に係る技術・サービスは、AI 技術を用いたチャットボットサービスによる分別案内、画像認識技術を用いたごみ出し方法や手数料等の案内・申込受付サービス等が挙げられ、分別案内サービスは 4.3 で整理したとおり、国内の多くの自治体で導入されており、本邦企業の技術・ノウハウは蓄積されていることが想定される。AI 技術を用いたチャットボットサービスによる分別案内と画像認識技術を用いたごみ出し方法や手数料等の案内・申込受付サービスの技術・サービスの概要を表 4-9 に示す。

なお、分別促進に係る技術・サービスの開発・提供に当たっては、多種多様な廃棄物の分別区分に係る基礎情報の作成・整理が必須であり、想定されるさまざまな問合せに対する回答シナリオをその土地の言語で構築する必要があることから、導入に際して時間を要することに留意する必要がある。

表 4-9：分別促進に係るスマート技術・サービスの概要

種類	概要・特徴	期待される導入効果	想定される課題
AI 技術を用いたチャットボットサービスによる分別案内	・廃棄したいものをチャットボットサービスに入力すると、適切な分別区分が案内される。 ・自動応答のため、曜日や時間帯を問わず、いつでも使用できる。	・分別の徹底 ・分別の徹底による安定的・効率的な廃棄物処理の実現 ・排出者意識の改善	・現地の廃棄物種別に応じた分別区分に係る基礎情報の作成・整理 ・ベトナム語での回答シナリオの構築 ・システムの保守・点検
画像認識技術を用いたごみ出し方法や手数料等の案内・申込受付	・廃棄したいものを撮影して写真を送ると、廃棄方法や手数料が案内される。 ・自動応答のため、曜日や時間帯を問わず、いつでも使用できる。		

出典：調査団作成

(3) 廃棄物の収集運搬の効率化に係るスマート技術・サービスの概要

廃棄物の飛散・流出を防止し、まちの美観維持・公衆衛生の確保のためには、定期的かつ確実な廃棄物の収集運搬は必須であるが、廃棄物排出量は、世帯構成・年代等の排出者特性の他、曜日・季節・気候・時間帯等によってばらつきが多く、個々の排出場所（集積場所）ごとに予測し、効率的な収集運搬体制を構築することは極めて困難である。収集運搬の順序や収集運搬ルート等の設定に当たっては、廃棄物の収集運搬業務を熟知した収集作業員の経験・知見・ノウハウ等が必要であるものの、廃棄物の収集運搬体制が整備されていない場合、収集運搬の順序や収集運搬ルート等の設定が非効率となることも想定されることから、AI 技術やビッグデータ等を用いた効率的な廃棄物収集運搬体制の構築は有効である。

廃棄物の収集運搬の効率化に係る技術・サービスは、廃棄物の排出場所（集積場所）におけるリアルタイムでの排出量のモニタリング、排出量モニタリングデータに基づく回収容器での廃棄物の自動圧縮、排出量モニタリングデータの解析結果・予測結果に基づく収集運搬の最適化検討（頻度・収集運搬の順序・収集運搬ルートの設定）等が挙げられる。また、国内では、不法投棄に速やかに対応するための行政・収集運搬業者間での情報共有アプリの開発・導入事例もある。廃棄物の収集運搬の効率化に係る技術・サービスの概要を表 4-10 に示す。

なお、廃棄物の収集運搬の効率化に当たっては、複数台の収集運搬車両（パッカー車（塵芥車）、アームロール車等）の導入は必須であるが、対象地域ではこれらの収集運搬資機材が常時稼働している訳ではないことから、対象地域で排出される廃棄物の種類・廃棄物量や収集運搬エリア・道路網等に基づく必要台数の精緻化が必要であることに加え、収集運搬車両を安全に運転・収集作業を行うことができるよう、作業員への安全教育や収集作業のノウハウ伝承が必要である。また、廃棄物の収集運搬の効率化に係るスマート技

術・サービスの開発・導入に当たっては、都市開発の進捗に伴い、収集運搬ルートの設定等に必要となる「廃棄物の収集運搬エリア」の変更、「排出場所」の変更・増加が想定されると共に、「道路網」や「交通規制情報」が変更・更新されていくことから、これら基礎情報が随時更新できるよう留意する必要がある。

表 4-10：廃棄物の収集運搬の効率化に係るスマート技術・サービスの概要

種類	概要・特徴	期待される導入効果	想定される課題
排出場所におけるリアルタイムでの排出量のモニタリング	・排出場所（集積所）で廃棄物排出量をモニタリングし、排出状況・排出量をリアルタイムで把握する。 ・日々の排出量の変動を常に把握でき、排出特性（曜日・時間等）の把握と効果的な対策検討が可能である。	・正確な排出実態把握による適切な車両配備や効果的な収集運搬ルート設定の実現 ・回収容器での回収率の向上 ・回収容器での回収量増加による収集運搬効率の改善 ・収集運搬車両・収集運搬距離の削減による環境影響負荷の低減	・都市開発の進捗に応じた基礎情報（収集運搬エリア・排出場所・道路網・交通規制等）の都度更新 ・排出量モニタリングデータ等のプラットフォーム化 ・システムの保守・点検
排出量モニタリングデータに基づく回収容器での廃棄物の自動圧縮	・排出場所（集積所）に設置する回収容器に容量センサーを搭載し、一定基準を満たした場合、自動的にごみを圧縮し、回収容器の容量を確保する。 ・圧縮することで回収効率が上がり、収集運搬効率が向上する。		
排出量モニタリングデータの解析結果・予測結果に基づく収集運搬の最適化検討	・排出量モニタリングデータに基づき、日々の廃棄物排出量を解析・予測し、対象地域での廃棄物の排出実態に即した収集運搬体制を構築する。 ・廃棄物の収集運搬の経験や知識の差によらず、収集運搬の効率化・最適化検討が可能である。		
収集運搬業務の管理者と実施者間での情報共有ツールの導入	・不法投棄に係る情報を関係者間でのリアルタイムで共有し、不法投棄に迅速に対応する。	・不法投棄や廃棄物の飛散・流出の早期発見 ・収集運搬業務で生じた課題への迅速な対応による生活環境の保全及びまちの美観維持	・データ等のプラットフォーム化 ・システムの保守・点検

出典：調査団作成

4.4.4　追加提案

廃棄物管理のシステム構築は、対象地域の現状を踏まえたうえで、段階的に実施すべきである。4.4.3 では、マスタープランを前提に、住宅街である対象地域の廃棄物回収システム構築のためスマート技術の導入を提案した。しかし、対象地域全体の更なるバリューアップに向け、隣接する工業団地も含めた廃棄物回収・処理システムについての検討が望ましいと考える。したがって、本節では対象地域における持続可能な資源の利活用を促進するための循環型社会モデルを示したうえで、処理・処分技術の導入ついて検討する。

(1)　循環型社会モデルの提案

資源の有効活用による対象地域全体のバリューアップ実現に向け、MRF（Material Recovery Facility）によるリサイクル及び WtE（Waste to Energy）による熱回収を軸とした対象地域及び工業団地全体での循環型社会モデルを図 4-2 に示した。これらの施設を安定的に稼働させるためには、住宅街である対象地域のみならず工業団地から排出される廃棄物を対象とすることが効果的である。図 4-2 のような循環型社会の構築は、工業団地におけるテナントの企業価値向上やテナントへの安価な原料・燃料・電気・熱の供給にも寄与すると考えられる。また、住宅街のブランドイメージ・資産価値の向上や工業団地同様の安価な電気・熱の供給の実現も可能性を有する。

以上を踏まえ、MRF 及び WtE の詳細について、以下に示す。

出典：調査団作成。なお，WtE の写真については，横浜市 HP（https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/sumai-kurashi/gomi-recycle/shokai/shokyaku/kojo-ka/kanazawak html）より引用。

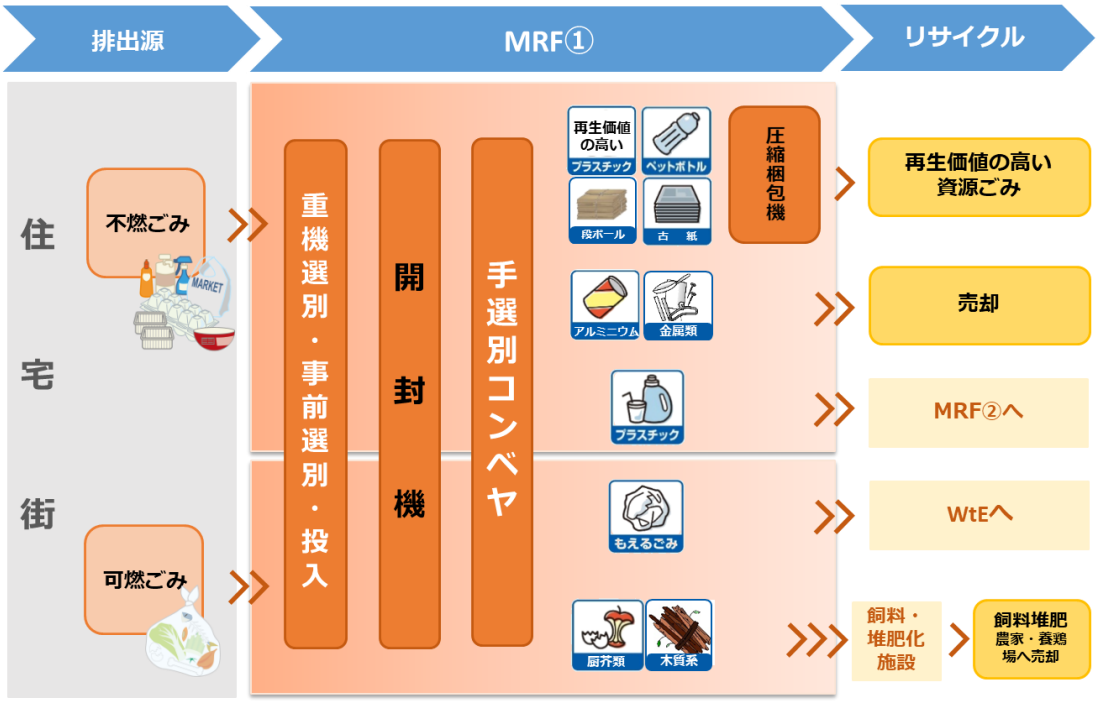
図 4-2：対象地域における循環型社会モデル

① MRF

本プロジェクトでは、図 4-3 に示すとおり、2 種類の MRF を提案する。

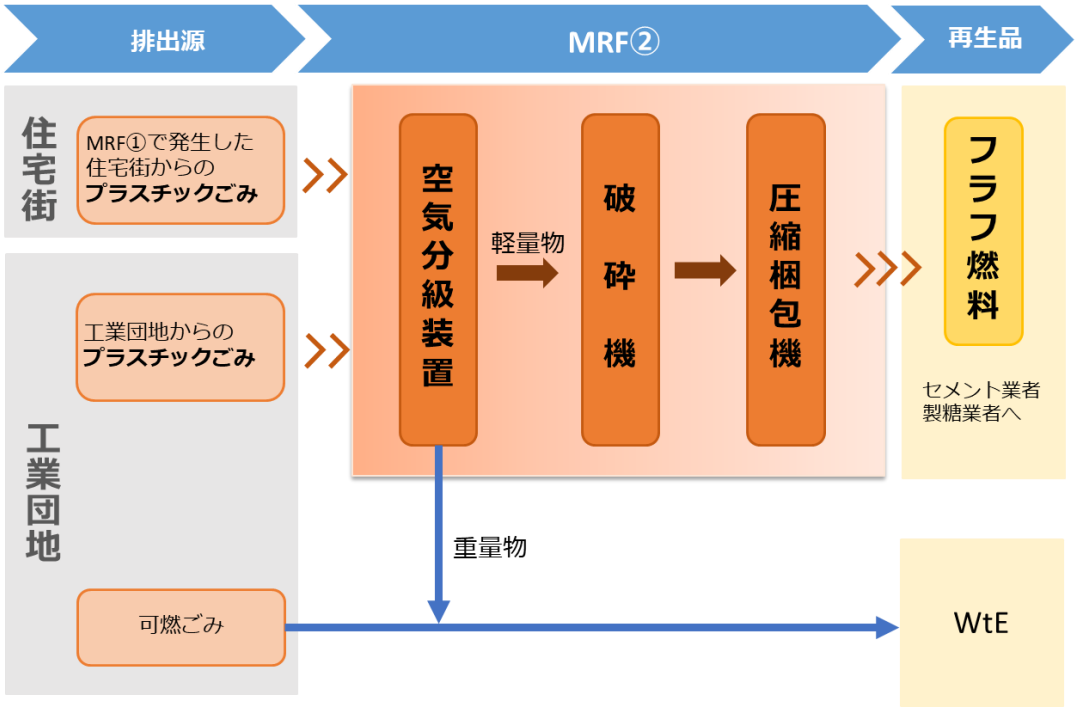
MRF①の処理フローを図 4-3 に示した。MRF①では、廃棄物の選別を行い、後述の WtE や MRF②におけるリサイクル・資源の有効活用を促す。住宅街である対象地域から排出された廃棄物を対象とし、基本的には無機物のみを回収するが、有機物が混入していた場合は選別し WtE に運搬する。また、プラスチック類は MRF②へと運搬したのち、その他の有価物については、圧縮加工等適切に処理を行い、再利用可能な形で市場での活用を促す。

MRF②の処理フローを図 4-4 に示した。前述の MRF①にて選別された住宅街のプラスチック類に加え、事業系廃棄物におけるプラスチック類を処理する。処理生成物を燃料としてセメント会社等へ売り渡すことで、効果的な資源活用が可能となる。また、工業団地における可燃物は、WtE へ直接運搬し、熱回収を行う。



出典：調査団作成

図 4-3：MRF①の処理フロー（概要）

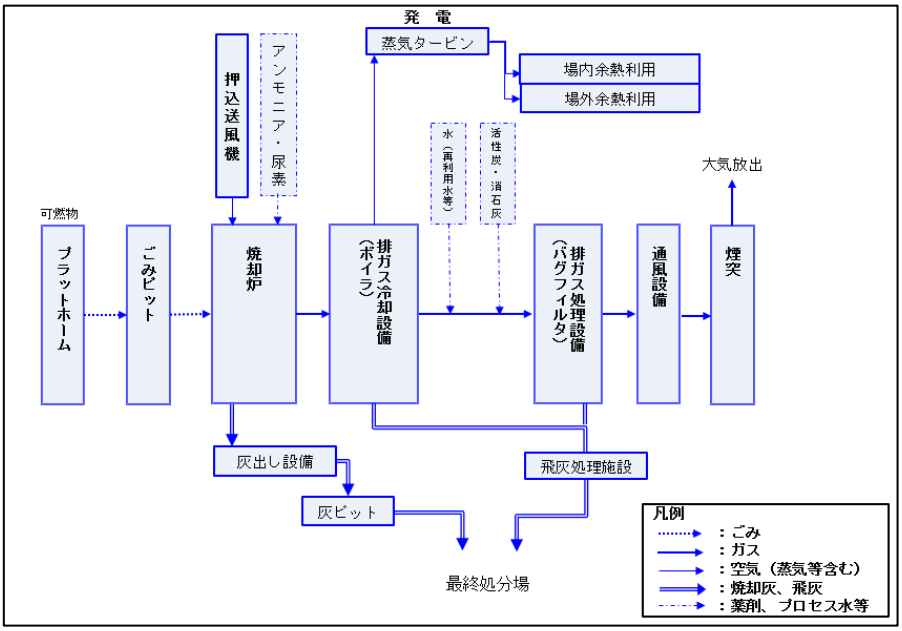


出典：調査団作成

図 4-4：MRF②の処理フロー（概要）

② WtE

WtE とは、廃棄物発電とも呼ばれ、廃棄物を焼却する際の熱を回収し蒸気を作り、その蒸気でタービンを回すことにより発電を行う方法である。MRF にて記載したとおり、住宅街及び工業団地における可燃物を回収し、熱回収を行う。施設全体の処理フローについて、図 4-5 に示した。これにより、図 4-5 に示すような工業団地や住宅への安価な電気・熱の供給が可能となると考えられる。



出典：調査団作成

図 4-5：WtE の処理フロー

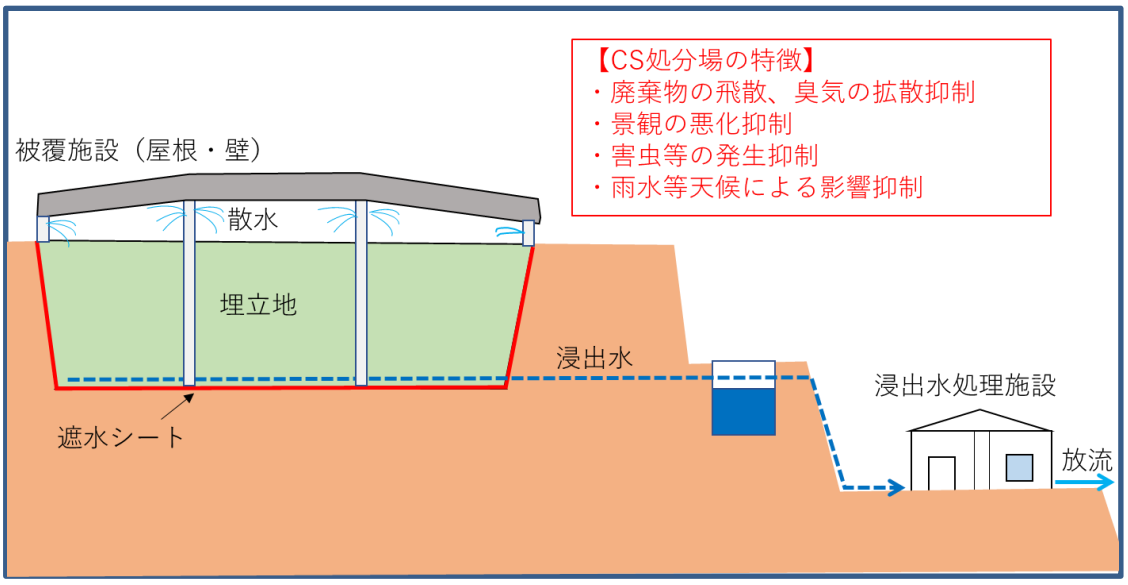
(2)　循環型社会を支える処分技術の提案

④　CS 処分場（クローズド型処分場）

循環型社会モデルを支えるクリーンな処分場として、被覆施設である CS 処分場を提案する。

近年のベトナムにおける人口増加による土地不足や、廃棄物の運搬距離を憂慮すると、住宅街近郊への処分場建設の検討が必要となる可能性は否めない。その際、公衆衛生や周辺環境への影響は無視できない課題である。また、ウェストピッカーによる処分場での社会的課題や、特に雨季における浸出水コントロール等の環境影響課題は、現在進行形で拡大しつつある。

CS 処分場のイメージ図を図 4-6 に示した。CS 処分場とは屋根付きの被覆施設を持つ処分場を指し、特徴として廃棄物の飛散・臭気の拡散抑制、景観の悪化抑制、害虫等の発生抑制また雨水等天候による影響抑制等が挙げられる。したがって、前述のベトナムの処分場にける公衆衛生課題、社会的課題また環境影響課題等の解決の一助となることが期待される。



出典：調査団作成

図 4-6：CS 処分場イメージ図

第5章　スマートインフラの開発計画（交通・物流システム）

5.1　導入アイテムの選定

5.1.1　交通分野の現状

(1)　道路交通

近年の国家経済の急成長に伴うモータリゼーションの加速化により、自動車保有率が急増している。既存の調査[6]によれば、2011 年から 2016 年にかけてベトナム全国のバイク台数と自動車台数の年間平均増加率はそれぞれ 6.7%、10.2%である。ベトナムの道路交通の特徴の一つはモーターバイクが多いことである。別の資料[7]によれば、首都ハノイ市における交通手段別の分担率はバイクが全体の 64.4%と最も高い。また、バイク利用も多い。このため、ハノイやホーチミンのみならず、都市部では激しい渋滞が慢性化している。

(2)　公共交通

前述のハノイの例[7]ではバイクの分担率が最も高いが、その次が自転車 18.5%であり、公共交通は、バス 12.2%、自家用乗用車 2.2%、タクシー2.1%、その他（都市鉄道、BRT、徒歩）0.6%の順になっており、ハノイ市における公共交通分担率は約 17%にすぎず、他の国の大都市に比べて低いレベルである。大都市でのこのような公共交通分担率から、公共交通がそれほど発達していない中小都市や地方部ではさらに低いものと推測される。

ベトナムで公共交通分担率が低い理由としては、公共交通インフラが不十分であること、バイク保有率が極めて高いこと、効率的でないバス運行などが挙げられる。

(3)　高度道路交通システム（Intelligent Transport Systems, ITS）

高度道路交通システムは、ICT 技術を用いて安全・円滑な道路交通を実現するものであり、このシステムを最新の技術でさらに進化させたシステムはスマートシティにおける基本コンポーネントの一つとなっている。ところが、ベトナムではまだ ITS があまり普及しておらず、近年、ハノイ市やホーチミン市のような大都市では ITS 導入の検討が進められているが、ハノイ市における ITS も高速道路が優先されている。しかし、前述のように深刻化している都市部の渋滞を緩和するためには、時々刻々と変動する交通需要に応じて動的に信号制御を行い、特定の道路のみならず地域の交通流を面的に最適化するシステムの導入が必要である。

---

6 「ベトナム国ハノイ市公共交通事業経営・オペレーション改善調査（PPP インフラ事業）予備調査業務完了報告書」、独立行政法人国際開発機構（JICA）、2020 年 12 月

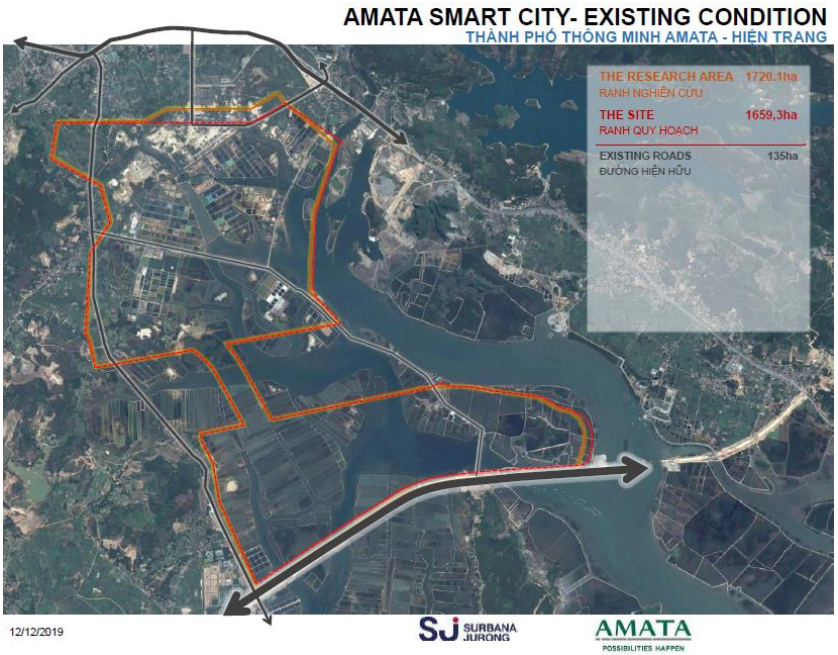
7 「ベトナム国ハノイ市バス 経営・運営ノウハウ普及促進事業業務完了報告書」、独立行政法人国際開発機構（JICA）、2019 年 9 月

5.1.2 地域の現状・既存計画

現在、AMATA スマートシティハロンの開発予定地の周辺には小都市規模の町が位置しているが、開発予定地には道路が数本ある程度の未開発地域である（図 5-1）。周辺にはハノイ～ハイフォン～ハロン～モンカイ間高速道路、国道 18 号、国鉄路線があるが、AMATA スマートシティハロンは通過しない（図 5-2）。約 60km 離れた場所にバンドン国際空港があり、ハイフォン市にカットビ国際空港があるが、就航路線数・便数が少ないため、多くの国際線旅客はハノイ国際空港を利用していると考えられる。

AMATA スマートシティハロンは AMATA Industrial Park と一緒に開発されるため、その工業団地関係者が多く居住すると予想される。また、AMATA スマートシティハロンは、ハノイ市、ホーチミン市と並ぶ中央直轄市であると同時にクアンニン省の最大都市であるハイフォン市に近く、他にもハロンベイで有名でクアンニン省の省都であるハロン市、その他、ウォンビ市のような町にも近いため、ハノイ市を含め、地域間交通としてはこれらの地域から（へ）の需要が多いものと推測する。

AMATA スマートシティハロンの周辺には AMATA Industrial Park の他に Dam Nha Mac Industry & Service、Tien Phong Port Industry & Service、Green Ha Long Complex Area、Residence Dam Nha Mac、Na Hoa Residence – Quang Yen Administration Area、Center for Sports and Ethnicities のような開発計画がある。しかし、AMATA スマートシティハロンの開発予定地およびその周辺地域に、現時点では、道路、鉄道、空港、港湾を含む交通インフラ関連の計画はない。



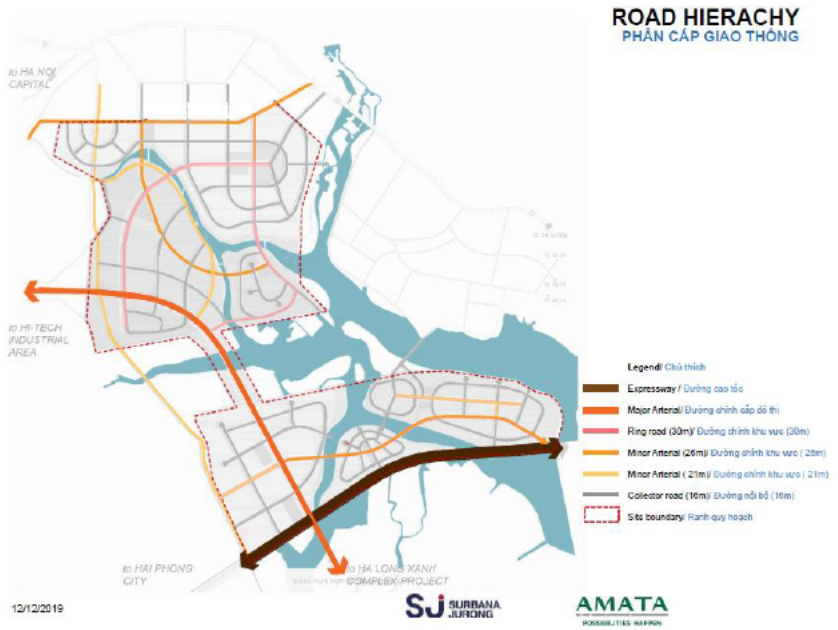
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 5-1：AMATA スマートシティハロン開発予定地の現状

出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 5-2：AMATA スマートシティハロンの位置

AMATA スマートシティハロンのマスタープランにおける道路計画を図 5-3 に示す。AMATA スマートシティハロンの南側と北側を結び、さらに郊外の工業団地（AMATA INDUSTRIAL PARK）を結ぶ道路が最も重要な幹線道路と位置付けられている。



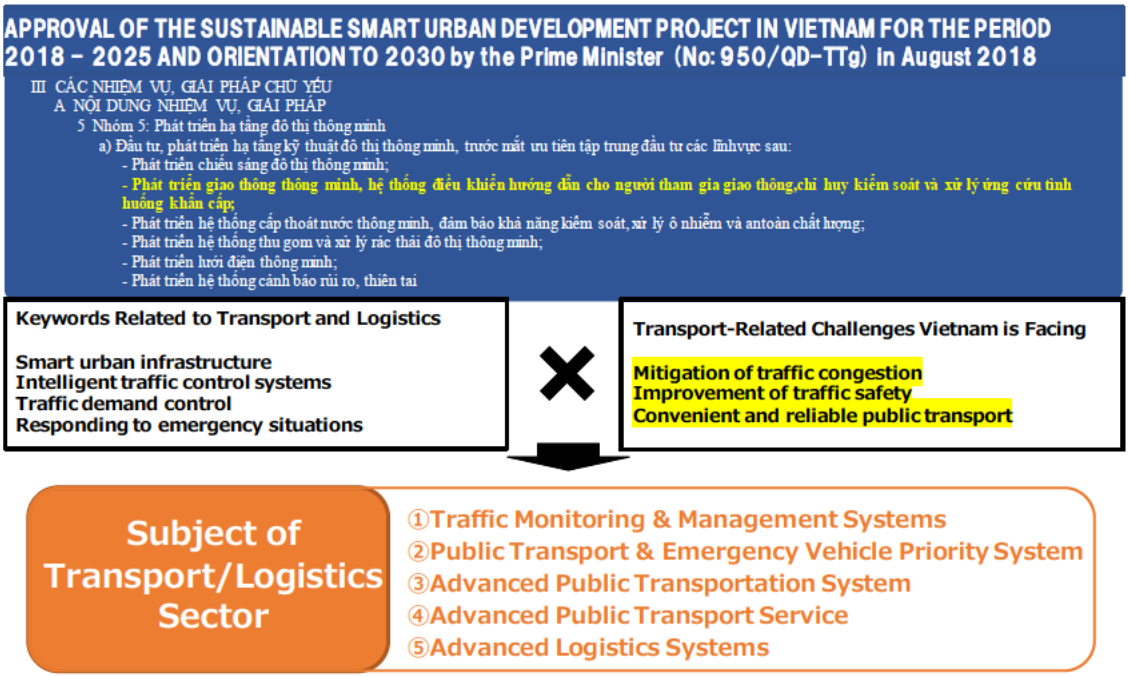
出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 5-3：AMATA SMART CITY HALONG Concept Master Plan における道路計画

5.1.3 導入アイテムの提案

2018 年 8 月 1 日、ベトナムでは首相による「スマートシティ戦略の宣言」が行われた。その中で、交通・物流関連のキーワードとして挙げられたのは、スマート都市インフラ、高度交通制御システム、交通需要マネジメント等である。これらに対し、ベトナムが抱えている都市交通の課題として、交通渋滞、交通事故、公共交通サービスの不足等が挙げられる。したがって、AMATA スマートシティハロンにおける交通・物流関連のスマートインフラは、これらのような将来の潜在的な交通・物流の課題に対処できるものとして計画すべく、図 5-4 に示す五つのアイテムに加え、以下の九つの項目を AMATA スマートシティハロンに導入することを提案する。

① 交通管制・マネジメントシステム
② 公共交通・緊急車両優先信号システム
③ バス高速輸送サービス（BRT）
④ オンデマンド公共交通システム
⑤ EV 無人運転車両を利用した宅配サービス
⑥ 交通結節点
⑦ モビリティ・アズ・ア・サービス（MaaS）
⑧ その他の最先端公共交通サービス
⑨ スマートモビリティを見据えた道路空間



出典：調査団作成

図 5-4：「スマートシティ戦略宣言」（抜粋）と導入アイテム

5.1.4 留意事項

前述で提案したアイテムは「スマートシティ戦略の宣言」と同国における交通状況を踏まえたものであり、スマートシティ開発当初から人口 20 万人（2034 年推定）の小都市にすべて必要とは限らない。開発後の発展状況を精査しながら実際の導入を検討すべきである。ただし、交通結節点は地域開発とも密接に関係しており、TOD の概念による都市開発は周辺地域への波及効果が大きいことから、AMATA スマートシティハロン事業の開発当初から計画に入れることが事業全体において有効と考える。

5.2 導入アイテム①：交通管制・マネジメントシステム

5.2.1 概要

交通管制・マネジメントシステムは、交通状況に応じて動的に信号制御を行い、対象道路・地域における交通状況を最適化すると共に、渋滞や交通事故のような交通状況を実時間に監視・対応することで、道路交通の円滑性、安全性を向上する高度道路交通システム（Intelligent Transport System, ITS）の一つである。日本の警察庁が推進する新交通管理システム（Universal Traffic Management Systems, UTMS）のうち、高度交通管制システム（Integrated Traffic Control Systems, ITCS）に該当するものであり、警視庁をはじめとする各県警が導入している。

出典：調査団撮影

図 5-5：交通管制センター

交通管制・マネジメントシステムには、路側機器、管制センター機器、これらをつなぐ通信システムで構成される。通信システムとしては光ファイバーケーブル通信ネットワー

クを利用する例が多く、通信方式として汎用性の高いのはインターネットプロトコルである。必要な交通管制システム機材と交差点（路側）機器をそれぞれ表 5-1 と表 5-2 に示す。

表 5-1：交通管制システム機材

機器	機能
ネットワーク管理サーバー	ネットワークの監視
交通管制サーバー	上位レベルの信号制御、機器監視
信号制御ワークステーション	信号制御に関するオペレーター操作
ネットワーク付属ストレージ	ネットワーク機器
フロントエンドプロセッサー	実時間レベルでの信号制御/感知器データ処理
ネットワークプリンター	システムプリンター
ビデオウォール	交通状況、システム運用状況などの表示
ビデオウォール制御装置	ビデオウォールの制御
交通監視カメラワークステーション	交通流監視
感知器データ処理ソフトウェア	感知器生データを処理し交通データに変換
信号処理ソフトウェア	信号制御と監視
機器監視ソフトウェア	システム機器の動作監視
ヒューマンインターフェーズソフトウェア	操作員への表示、捜査員の入力処理
統計処理ソフトウェア	交通データ、システムデータの統計処理
データベースソフトウェア	データベース管理
車両感知器パラメータ設定	感知器 ID、設置場所、補正係数等
信号制御パラメータ設定	制御器 ID、現示、設定秒数等
無停電電源装置（UPS）	無停電電源の供給
交通監視カメラ制御装置	遠隔または単独による信号制御
レイヤ３スイッチ	ネットワーク構成機器
レイヤ２スイッチ	ネットワーク構成機器
メディアコンバータ	光－電気相互変換

出典：独立行政法人国際協力機構（JICA）「カンボジア国プノンペン都交通管制システム導入計画準備調査－協力準備調査報告書」2015 年 1 月

表 5-2：交差点機器

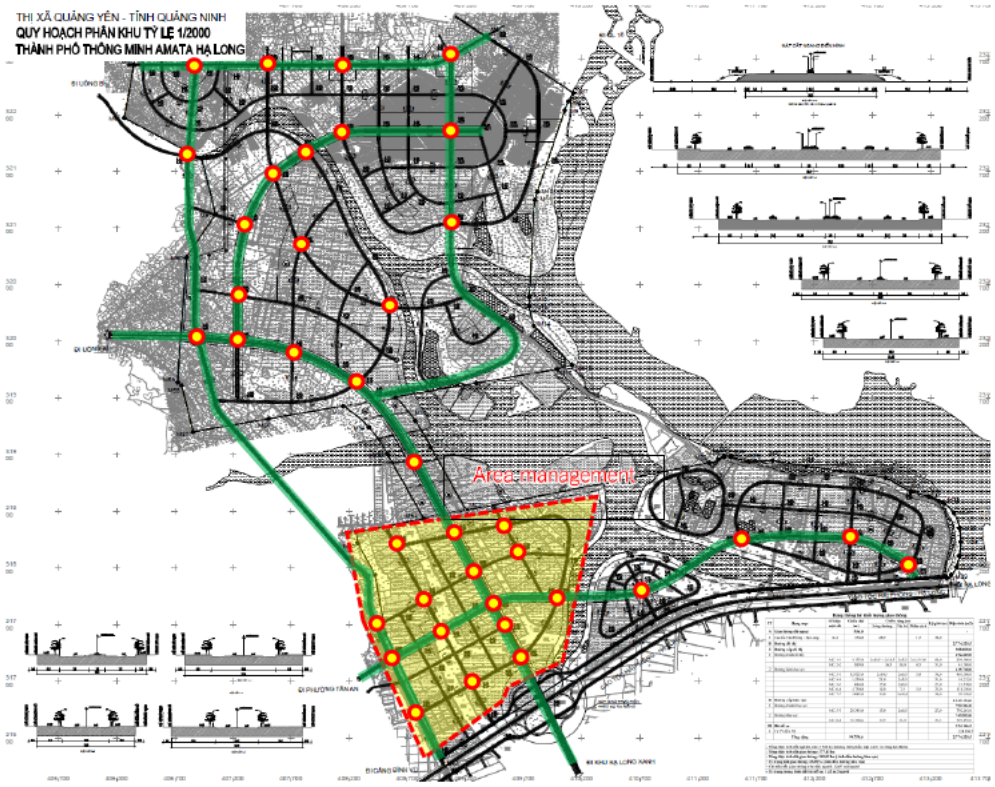
機器	機能
信号制御機（集中型、感応機能付き）	遠隔または単独による信号制御
レイヤ２スイッチ	ネットワーク構成機器
メディアコンバータ	光－電気相互変換
信号灯器	各種車両用及び歩行者用灯器
車両感知器	車両の検出、カウント、速度計測
交通監視カメラ	交通流監視用カメラ及び制御部

出典：独立行政法人国際協力機構（JICA）「カンボジア国プノンペン都交通管制システム導入計画準備調査－協力準備調査報告書」2015 年 1 月

5.2.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

(1) 対象候補の地域・道路

交通管制・マネジメントシステムは基本的に交通混雑地域・道路を優先的に対象とするものであるため、対象候補は、幹線道路を含む主要道路の主要交差点、また、交通が集中するため交通信号の面制御が必要と考えられる中心業務地域（Central Business District, CBD）の主要交差点の合計 38 箇所とする（図 5-6）。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 5-6：主要道路と主要交差点 38 箇所

(2) 交通管制センター機材の数量・規模

対象交差点の箇所数等により交通管制センターの規模、機材の数量・仕様は異なる。本業務では具体的な規模・機材数量までは検討しないが、表 5-1 に示すすべての機材が必要と想定する。

(3) 路側機器設置数量

本業務では具体的な数量までは算出しないが、図 5-6 に示す 38 箇所のそれぞれの交差点には、車両感知器、監視カメラを含め、表 5-2 に示す機器が必要と想定する。

(4) 管理組織の検討

管理組織の規模は対象地域、対象交差点の箇所数に異なるが、近年、日本の無償供与で隣国カンボジアのプノンペン都に整備された交通管制システム・管制センターの管理組織を参考し[8]、センター長 1 名、チームリーダー2 名を含む合計 11 名を想定する。ただし、現在のプノンペン都の交通管制センターでは交通運用チーム員 4 名、維持管理チーム員 4 名で対応していることから、この状況を踏まえ、AMATA スマートシティハロンの交通管制センターの組織を表 5-3 に示すように提案する。

表 5-3：交通管制センター管理組織（想定）

職位・担当	人数	担当業務
センター長	1 名	交通管制システムの運用全般の責任者
チームリーダー（交通運用）	1 名	交通管制システムの運用責任者
チームリーダー（維持管理）	1 名	交通管制システムの保守責任者
交通運用チーム	4 名	システム操作、モニタリング
維持管理チーム	4 名	保守担当者

出典：調査団作成

5.2.3 事業費・維持管理費の試算

事業費の試算に参考したカンボジア国プノンペン都の交通管制システム導入事業の事例を以下に示す。実際に導入した数量・規模は調査時点のものとは若干異なるが、調査報告書では 100 箇所の交差点（既存の信号交差点 64 箇所を含む）およびそれらの周辺（サブエリア）を対象としている。当該事業では、表 5-1 と表 5-2 に示す機器の導入、交通管制センターの構築を実施した。建設費には交差点改良の土木工事費を含んでおり、設計監理費は土木、機材、ソフトコンポーネントの設計を対象とする。交通管制センターは現地政府のオフィスに設置する計画のため、建築費用は含まれていない。年間維持管理費用には、チーフエンジニア 1 名、サブチーフ 2 名（それぞれ運用、保守担当）、システム操作員 6 名、保守要員 2 名が計画されている。ただし、信号制御パラメータの変更、機器の新設・増設・移設、事故により損傷した信号機器の取替などは瑕疵担保の対象ではないため、維持管理費用に含まれていない。

5.2.2 節に示したように、本業務の対象地域では 38 箇所の交差点が候補として考えられる。前述のプノンペンで実施した事業の事例から、対象交差点箇所数の割合（38/100≒40%）で算出する AMATA スマートシティハロンへの導入費用、年間維持管理費用を表 5-4 に示す（百万円未満切り上げ）。

表 5-4：AMATA スマートシティハロンへの交通管制・マネジメントシステムの導入費用

項目	費用	備考

[8] 「カンボジア国プノンペン都交通管制システム導入計画準備調査－協力準備調査報告書」、独立行政法人国際協力機構（JICA）、2015 年 1 月

◆事業費		
I. 建設費	323 百万円	プノンペン都の 40%
II. 機材調達費	294 百万円	プノンペン都の 40%
III. 設計監理費	75 百万円	プノンペン都の 40%
合計	692 百万円	
◆年間維持管理費		
I. 運営費	3 百万円	プノンペン都の 40%
II. 維持管理費	3 百万円	プノンペン都の 40%
合計	6 百万円	

出典：調査団作成

5.2.4 事業計画

交通管制センターを含む交通管制システム・マネジメントシステムは、「先進的技術の活用により、都市や地域の機能やサービスを効率化・高度化し、各種の課題の解決を図ると共に、快適性や利便性を含めた新たな価値を創出」するスマートシティの実現のために、交通分野において最も基本となるコンポーネントといえる。そのため、交通管制システム・マネジメントシステムはスマートシティ開発開始時から検討・導入することが望ましい。

ところが、本業務の対象地域のように既存の街を対象にしない場合は、交通需要を含めて今後の状況の変化が予測しにくく、交通管制システムはある程度の交通量があるときにその機能を発揮するもののため、フェイズ 2 でプレミアムゾーンを対象に導入することを提案する。その後、フェイズ 3 の最終年次には AMATA スマートシティハロンの人口が 20 万人と推定されるため、プレミアムゾーン内での対象エリアの拡大と同時に、対象地域全域を対象に導入を実施する。

交通管制・マネジメントシステムは一般的に交通管理者が導入・運用・管理するものであり、公共性が高いため、運営主体は自治体や交通警察のような公共部門セクターを想定する。

5.3 導入アイテム②：公共交通・緊急車両優先信号システム

5.3.1 概要

本業務でいう公共交通優先信号システムと緊急車両優先信号システムは、日本の警察庁が推進する新交通管理システム（Universal Traffic Management Systems, UTMS）のうち、公共車両優先システム（Public Transportation Priority Systems, PTPS）と現場急行支援システム（emergency vehicle preemption systems, 通称 FAST）である。PTPS はバスのような公共車両が信号交差点に接近すると、その進行方向の交通信号を赤から青に切り替え、または青時間を延長し、公共車両の信号交差点通過時間を短縮することで公共車両を優先するシステムである。FAST は、パトカー、消防車、救急車のような緊急車両が現場に急行する際、PTPS と同様に交通信号を緊急車両の進行方向に優先することで、現場への到着時間を短縮するシステムである。緊急車両が緊急走行する際は交通信号によらずに他の車両に優先して交差点を通過することが可能であるが、FAST は進行方向の青時間を長くすることでその方向の交通流全体の走行速度を上げることにより、さらに早く信号交差点に到達・通過することが可能である。PTPS と FAST で使用するシステムの仕組みは同様だが、PTPS は青信号を±10 秒の範囲で、FAST は±60 秒の範囲で調整するため、FAST の方がより強力な優先信号システムである。

AMATA スマートシティハロンにこれらのシステムを導入すれば、バスのような公共交通の運行速度が上がり、その結果、公共交通サービスのレベルが向上し、公共交通利用促進にも繋がる。また、緊急車両の現場急行を支援することで、住民の安全・安心が守られ、また、緊急車両の走行時における交通事故の軽減も期待できる。

5.3.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

日本では 20 年以上前に導入が始まった PTPS と FAST は、車両側に設置された専用車載器と道路上に設置された光ビーコンが双方向通信をすることで公共車両または緊急車両の交差点接近を検知し、交通信号を調整する仕組みである。特に PTPS は多くの県警に普及しているものの、車載器と光ビーコンは途上国に展開するにはコストが高く、古い方式のため、そのシステムを AMATA スマートシティハロンに導入することは望ましくない。一方、近年、海外では RFID（Radio Frequency Identifier）を利用した近距離無線通信を活用した事例が多く、低コストのため、自動通行料金徴収システム（日本では ETC が普及）にも活用されている。2013 年に独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施した「フィリピン国メガマニラ圏 ITS による高規格道路ネットワーク強化プロジェクト（Mega Manila Region Highway Network Intelligent Transport System (ITS) Integration Project）」でも、RFID を利用した緊急車両優先信号システムが検討された。したがって、AMATA スマートシティハロンへの公共交通優先信号システムおよび緊急車両優先信号システムの導入は RFID を利用したシステムの導入を提案する。

RFID リーダーは交差点の各流入部に設置する。また、公共車両・緊急車両を優先して信号制御を行うため、対象交差点は 5.2 節で述べた交通管制システムの対象交差点であるこ

とが前提条件である。したがって、本業務で提案する公共交通・緊急車両優先信号システムの対象交差点は図 5-6 に示す 38 箇所の交差点とし、便宜上、各交差点を四叉路と仮定し、152 箇所に RFID リーダーを設置するものとする。RFID タグはステッカーのようなものであり、値段は安く車両のフロントガラスの内側に張り付けるだけで設置が完了する。このシステムを利用するには各車両に設置する必要があり、現時点でその数量は不明であるが、1000 枚と仮定する。

5.3.3 事業費・維持管理費の試算

公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用の試算に使用する単価は、「フィリピン国メガマニラ圏 ITS による高規格道路ネットワーク強化プロジェクト（Mega Manila Region Highway Network Intelligent Transport System (ITS) Integration Project）」の報告書[9]を参考に決定した。その試算結果を表 5-5 に示す。

表 5-5：公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用の試算結果

項目	単位	数量	単価（円）	金額（円）
RFID タグ	枚	1000	201	201,000
RFID リーダー	セット	152	202,710	30,811,920
制御器（路側）	セット	152	815,500	123,956,000
取り付け	セット	152	151,450	23,020,400
サーバー・ソフトウェア	式	1	15,145,000	15,145,000
合計				**193,134,320**

出典：調査団作成

5.3.4 事業計画

公共交通・緊急車両優先信号システムも渋滞時における公共交通・緊急車両対策のため、渋滞が顕著化する時期での導入が望ましく、プレミアムゾーンではフェイズ 3 に、全域を対象にするのはそれ以降に導入を実施することを提案する。

交通管制・マネジメントシステムの一部として整備される公共交通・緊急車両優先信号システムは一般的に交通管理者が導入・運用・管理するものであり、公共性が高いため、運営主体は自治体や交通警察のような公共部門セクターを想定しており、交通管制・マネジメントシステムの運営者が運営すべきと考える。

[9] 「フィリピン国メガマニラ圏 ITS による高規格道路ネットワーク強化プロジェクト最終報告書本編」、独立行政法人国際協力機構（JICA）、2013 年 7 月

5.4　導入アイテム③：バス高速輸送サービス（BRT）

5.4.1　概要

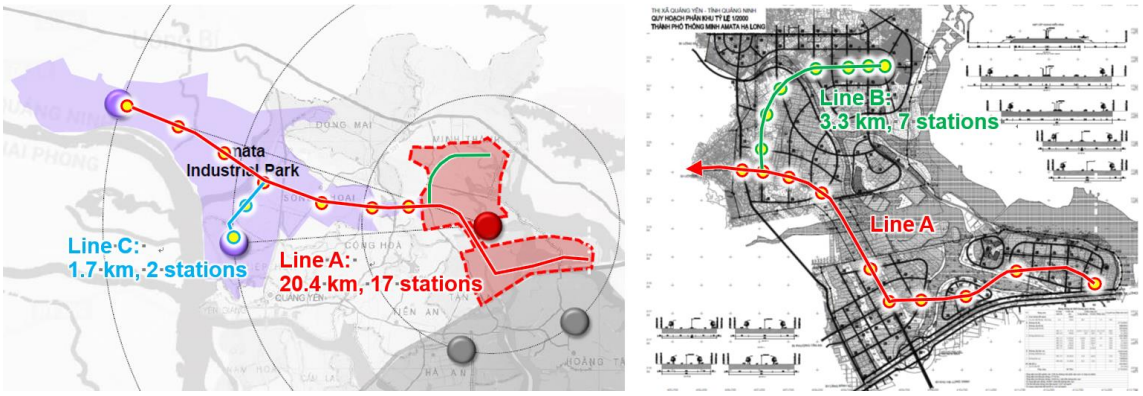
バス高速輸送サービス（Bus Rapid Transit、以下、BRT）とは、道路上に専用の車線と駅を設置し、バスを利用して高速で一定以上の輸送力を有する都市公共交通手段の一つである。大都市において代表的な大量輸送都市交通である地下鉄・鉄道に比べて事業費・維持管理費の両面で低コストのため、途上国や中小都市では新しい都市公共交通手段として LRT（Light Rapid Transit）と一緒に比較・検討され、導入される例が多い。LRT はいわゆる路面電車のように道路上に専用レールを有し、複数の車両を連結して運行するもので、一般的に BRT に比べて事業費・維持管理費は高いが、輸送力は BRT より高い。本事業では、AMATA からの要請により LRT は検討対象から除外されたため、AMATA スマートシティハロンにおける都市公共交通手段としては BRT のみを検討する。

5.4.2　AMATA スマートシティハロンへの導入

AMATA スマートシティハロンへの導入計画は、対象路線および延長、駅、横断面（駅間および駅部）、車両について検討する。

(1)　対象路線・延長

対象路線の候補とその延長を図 5-7 に示す。需要が多く、高速輸送が望ましい路線に BRT を導入することが有効であるため、AMATA スマートシティハロンでは最も重要な 2 本の幹線道路上への路線を想定する。また、その一つの路線は、AMATA 工業団地（AMATA Industrial Park）まで延長し、工業団地内にも支線を設けることも想定する。BRT 駅は、一定以上の高速輸送を可能とするため、AMATA スマートシティハロン内では一般的な駅間隔といわれている 500m を目安とし、主要道路との交差点を考慮して配置する。候補の路線と延長、駅数を表 5-6 にまとめて示す。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」を基に調査団作成

図 5-7：　BRT 路線と駅の候補

表 5-6：BRT 候補路線の延長と駅数

路線	延長（km）	駅数	駅間距離平均（m）	備考
Line A	20.4	17	1,200	
Line B	3.3	7	470	
Line C	1.7	2	850	
Total	25.4	26	980	

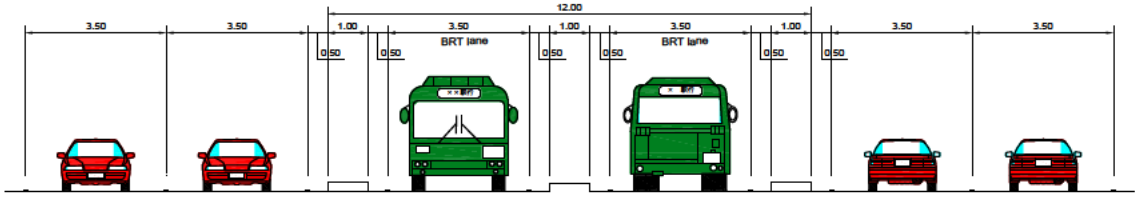
出典：調査団作成

(2) 道路横断面（駅間、駅部）

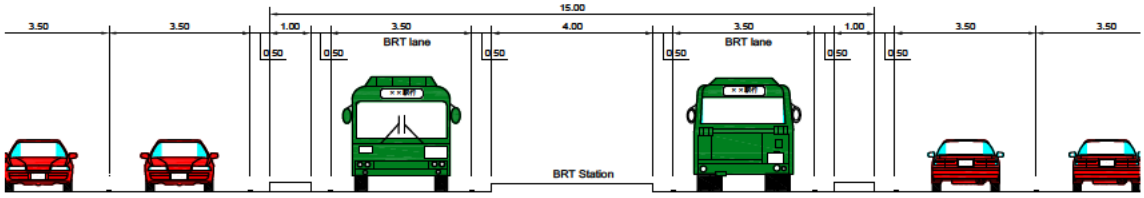
本業務で想定する BRT の横断図を図 5-8 に示す。BRT 専用車線の車線幅は 3.5m、BRT 駅の幅は 4m を想定し、BRT 上下線、および BRT 車線と一般車線は、バリアなどで物理的に分離するものとする。この場合、BRT 整備のために駅間では 12m 幅の道路空間が必要であり、駅を整備する箇所では 15m 幅の道路空間が必要である。

BRT 車線と一般車線は物理的に分離することが望ましいが、BRT 車線の上下線については必ずしも物理的に分離する必要はない。また、図 5-8 ではこれらを分離するための工作物の幅として 1m が適用されているが、これらも工作物の種類によって縮小可能である。ただし、BRT 車線は相対的に道路幅の広い幹線道路に設置され、かつ、BRT 車線の整備によってさらに道路幅が広くなるため、道路中央部への道路照明ポール、道路標識等の道路施設の設置が必要となる可能性が高く、本業務では図 5-8 に示すとおりの横断図を提案する。

(a) BRT 専用車線（駅間区間）



(b) BRT 駅部



出典：調査団作成

図 5-8： BRT 施設横断図（上：駅間、下：駅部）

(3) 車両

BRT 車両としては連節バスを利用する例も多いが、AMATA スマートシティハロンのような人口 20 万人の中小都市では長さ 12m の通常の大きさのバス車両で十分と想定する。必要とする車両台数は路線延長、停車駅数、運転計画によるものであり、特にピーク時の需要および運転計画に合わせて車両台数を確保しなければならない。なお、本業務では Line A~C の 3 路線を提案しているが、これらの３路線を幹線フィーダー型（Trunk-feeder services、他の路線には乗換が必要）にするか直通型（Direct services）にするかによっても必要な車両台数は異なる。本業務では、以下の仮定の下、車両台数を試算する。

- ピーク時における駅間平均速度：25km/h
- ピーク時における平均停車時間：40 秒（出発・停車時の加速・減速時間を含む）
- 1 回運行後の社内清掃・簡易点検・燃料補充等：20 分
  ただし、Line B は 5 回運行後、Line C は 10 回運行後
- ピーク時の運行間隔：10 分
- ピーク時の車両稼働率： 80%
  （予備台数＝運行に必要な台数×25%、ただし、1 路線 2 台以上）
- Line A を幹線路線とする幹線フィーダー型運行
- 各車両は始発駅～終着駅間を 1 回往復

試算した結果を表 5-7 に示す。各路線に必要な車両台数は、Line A で 18 台、Line B で 5 台、Line C で 4 台、全路線合計 27 台の車両が必要である。

表 5-7：BRT 車両台数の試算

Line A
Operation time for one round trip (including clean-up, maintenance, and fuel fill-up) (20.4 km / 25 km/h + 17 station * 40 s) * 2 + 20 min = 140 min Required number of buses in service 140 min / 10 min/vehicle = 14 vehicles Buses in stand-by and out of operation 14 vehicles * 25% = 4 vehicles
Line B
Operation time for one round trip (including clean-up, maintenance, and fuel fill-up) (3.3 km / 25 km/h + 7 station * 40 s) * 2 + 20 min/5 = 30 min Required number of buses in service 30 min / 10 min/vehicle = 3 vehicles Buses in stand-by and out of operation 3 vehicles * 25% = 1 vehicles, but 2 vehicles applied
Line C
Operation time for one round trip (including clean-up, maintenance, and fuel fill-up) (1.7 km / 25 km/h + 2 station * 40 s) * 2 + 20 min/5 = 15 min Required number of buses in service 15 min / 10 min/vehicle = 2 vehicles

Buses in stand-by and out of operation 2 vehicles * 25% = 1 vehicles, but 2 vehicles applied
Total: Line A (14+4) + Line B (3+2) + Line C (2+2) = 27 vehicles

出典：調査団作成 a

5.4.3 事業費・維持管理費の試算

事業費の試算に参考したプロジェクトは、独立行政法人国際開発機構（JICA）が実施したハノイ市の BRT 事業の検討業務であり、ハノイ都市鉄道 5 号線を BRT として整備する案を検討した。その報告書[10]によれば、市街地区間、郊外区間を合わせて、その路線の全長は 31.2km、BRT 駅は 21 箇所であり、駅間の専用車線は上下線合わせて 2 車線、車線幅 3.5m（以上、整備 Option 1）と本業務の想定と同レベルである。したがって、AMATA スマートシティハロンに導入する BRT の土木工事費は前述のハノイ首都圏 BRT の土木工事費と同等のレベルと仮定する。この報告書におけるハノイ BRT の車両台数は 86 台であるが、本業務では 27 台の車両を想定しているため、車両購入費および車両関連の年間維持管理費（追加購入費を含む）はハノイ BRT の 30%と仮定する。同様に、必要な車庫用地の面積もハノイ BRT の 30%と仮定する。同資料[10]では車庫の用地買収の算出に商業サービス用地の土地価格を適用しているが、AMATA スマートシティハロンにおいてはハノイ市の Quoc Qai 地区の農耕地の土地価格を適用して用地買収費用を算出する。以上により、AMATA スマートシティハロンに導入する BRT の事業費と年間維持管理費は表 5-8 のように試算する。

表 5-8：AMATA スマートシティハロンへの BRT 導入費用の試算

費目	費用（百万円）	備考
導入費用		
I. 建設・調達		
土木工事（車庫建設を含む）	8,588	ハノイ BRT の 100%
車両調達	1,305	ハノイ BRT の 30%
II. 設計・施工監理	1,229	ハノイ BRT の 100%
III. 管理費	712	ハノイ BRT の 100%
IV. 用地買収（車庫）	4	面積 6,450m^2（ハノイ BRT の 30%）×663 円／m^2
Total	**11,838**	
年間維持管理費用		
施設管理	137	ハノイ BRT の 100%
運行・維持管理	558	ハノイ BRT の 30%
Total	**695**	

出典：調査団作成

[10] 「ベトナム国ハノイ首都圏 BRT 情報収集・確認調査ファイナルレポート」、独立行政法人国際協力機構（JICA）、2016 年 8 月

5.4.4 事業計画

前述の導入費用は、提案する全路線に専用車線と BRT 駅の整備を想定したものである。ところが、将来の交通需要や交通状況（渋滞発生）を精査し、専用車線の整備区間を縮小することで導入費用を軽減することは可能と考える。例えば、AMATA スマートシティハロン圏域外の Line A 区間、Line C の全区間の専用車線および駅を整備せず、駅は従来型のバス停として整備する計画が考えられる。

運営主体としては、道路上に BRT 関連インフラが必要であり、多額の初期費用が必要であることから、事業費のすべてを民間が負担して事業化することは困難と考える。したがって、自治体や AMATA の投資の下、SPC や既存バス事業者による BRT 運営を提案する。

5.5 導入アイテム④：オンデマンド公共交通システム

5.5.1 概要

オンデマンド公共交通システムは、運行路線、運行スケジュールを利用者の需要に応じで変更する、運行の柔軟性に優れた公共交通システムである。タクシーとの違いは乗合を前提としており、したがって、運賃はタクシーより安い。需要に合わせて運行するため、運行の効率性は高い。需要が常に一定以上である場合は路線と運行スケジュールを定めた定期運行が望ましく、オンデマンド公共交通は、需要は少ないが公共交通サービスの提供が必要な地域に導入することが考えられる。

5.5.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

(1) 運行パターン

オンデマンド公共交通の運行パターンは、運行経路に関する運行方式、運行ダイヤ、発着地の自由度により分類することができる。AMATA スマートシティハロンに導入する際は、導入時期における需要、他公共交通の運行状況等を考慮して選定する必要がある。

運行方式、運行ダイヤ、発着地の自由度による種類をそれぞれ表 5-9、表 5-10、表 5-11 に示す。

表 5-9：運行方式（運行経路設定）によるオンデマンド公共交通の分類

運行方式	概要（特徴）
定路線型	路線バスやコミュニティバスのように、所定のバス停等で乗降を行うが、予約があった場合のみ運行し、予約がなければ運行しない方式。
迂回ルート・エリアデマンド型	定路線型をベースに、予約に応じて所定のバス停等まで迂回させる運行方式。バス停等まで遠い地域に迂回ルートを設定することにより、公共交通空白地域の解消を図ることができる。
自由経路ミーティングポイント型	運行ルートは定めず、予約に応じ所定のバス停等間を最短経路で結ぶ方式。最短経路の選択により所要時間を短縮すると共に、バス停等を多数設置することにより、バス停等までの歩行距離を短縮することができる。一般タクシーとの差別化を図るため、目的施設または出発施設を限定する場合が多い。
自由経路ドアツードア型	運行ルートやバス停等は設けず、指定エリア内で予約のあったところを巡回するドアツードアのサービスを提供する運行方式。一般タクシーとの差別化を図るため、目的施設又は出発施設を限定する場合もみられる。

出典：国土交通省中部運輸局「デマンド型交通の手引き」2013 年 3 月
（https://wwwtb mlit.go.jp/hokushin/content/000104104.pdf）

表 5-10：運行ダイヤ設定によるオンデマンド公共交通の分類

運行ダイヤ	概要（特徴）
固定ダイヤ型	予め定められたダイヤに基づき、予約があった場合のみ運行
基本ダイヤ型	運行の頻度と主要施設やバス停等における概ね発時刻、着時刻のみが設定されており、予約に応じ運行
非固定ダイヤ型	運行時間内であれば、需要に応じ、随時運行

出典：国土交通省中部運輸局「デマンド型交通の手引き」2013 年 3 月
（https://wwwtb mlit.go.jp/hokushin/content/000104104.pdf）

表 5-11：発着地自由度によるオンデマンド公共交通の分類

発着地設定	概要（特徴）
バス停 ⇔バス停	予め設置されている全バス停等での発着が可能なタイプ
バス停 ⇔着地固定	発地（自宅）は全バス停等の利用が可能であるが、着地は病院など特定の施設またはエリアに限定されているタイプ
バス停⇔ 乗り継ぎ施設	発地（自宅）は全バス停等の利用が可能であるが、着地は幹線バスの最寄りバス停等に限定されているタイプ
ドア（自宅・施設） ⇔乗り継ぎ施設	発地は利用者の自宅（玄関口）や特定の施設であるが、着地は幹線バスの最寄りバス停等に限定されているタイプ
ドア（自宅・施設） ⇔着地固定	発地は利用者の自宅（玄関口）や特定の施設であるが、着地は病院など特定の施設またはエリアに限定されているタイプ
ドア（自宅・施設） ⇔ドア（自宅・施設）	発地着地とも制限がなく、自宅（玄関口）や特定の施設から目的施設（玄関口）まで移動できるタイプ

出典：国土交通省中部運輸局「デマンド型交通の手引き」2013 年 3 月
（https://wwwtb mlit.go.jp/hokushin/content/000104104.pdf）

(2) 車両台数

米国・ニュージャージー州のジャージーシティーに導入されたオンデマンド交通サービスの事例から、ジャージーシティーと AMATA スマートシティハロンの人口の差を考慮し、AMATA スマートシティハロンには 20 台を導入すると想定する。

(3) 利用者数

事業規模によって利用者数は大きく変わる。一般路線バスを導入せずオンデマンド公共交通サービスだけを提供することも考えられるが、一定以上の需要のある地域・区間には定期運行の路線バス路線を導入する前提で、本業務では AMATA スマートシティハロンの目標人口 20 万人の 10%である 2,000 人が毎日オンデマンド公共交通サービスを利用すると仮定する。これに合わせ、導入する車両は米国・ジャージーシティーで使用する車両より大きい 12 人定員の車両を想定する。

5.5.3 事業費・維持管理費の試算

以上で算出した車両台数を用い、表 5-12 に示すように AMATA スマートシティハロンへの導入費用を算出する。車両は 12 人定員の車両を想定し、車載器としては無線通信の可能なタブレットを想定して、導入費用を算出した。また、オンデマンド公共交通のシステムの開発費用等については、類似事例における情報が見当たらないため、途上国の ITS 施策におけるサーバー構築費用等を参考して算出した。

表 5-12：オンデマンド公共交通の導入費用の試算

費目	単位	数量	単価（百万円）	金額（百万円）	備考
車両購入・登録等	台	20	4.00	80.0	12 人定員の車両
車載器等	式	20	0.05	1.0	タブレットおよび通信機器等
アプリケーションサーバー注 1	式	1	20.00	20.0	システム開発費用を含む
データベースサーバー注 1	式	1	20.00	20.0	システム開発費用を含む
ワークステーションおよびネットワークビデオレコーダー注 1	式	1	2.00	2.0	
機材設置費	式	1	6.30	6.3	機材費（センター）の 15%
合計				**129.3**	

注 1：「フィリピン国メガマニラ圏 ITS による高規格道路ネットワーク強化プロジェクト最終報告書本編、独立行政法人国際協力機構（JICA）、2013 年 7 月」参考
出典：調査団作成

オンデマンド公共交通の年間維持管理費用については、類似事例が見当たらないため、便宜上、ハノイ市路線バスの 1 台当たりの年間運行経費を、ただし、車両価格の割合を考慮して算出する。独立行政法人国際開発機構（JICA）の資料[10]によれば、2015 年のハノイ市路線バス 1 台・1km 当たりの運行経費は、19,855VND であり、そのうち、給与・社会保険・健康保険・手当等は 8,465VND である。同資料における大型バス 1 台の価格は 16 百万円であり、本業務で設定したオンデマンド公共交通車両 1 台の価格は 4 百万円のため、オンデマンド公共交通車両 1 台・1km 当たりの給与・社会保険・健康保険・手当等は上記と同様に 8,465VND とし、その他の運行経費は車両価格の割合から 2,848VND と仮定すると、オンデマンド公共交通車両 1 台・1km 当たりの運行経費は 11,313VND である。オンデマンド公共交通の平均乗車人数を 5 人、平均乗車距離を AMATA スマートシティハロンの地域の大きさから 10km と仮定すると（回送を含む）、1 台・1 日当たりの走行距離は 200km（2,000 人／日÷20 台÷5 人／台×10km）であり、1 台当たりの年間走行距離は 73,000km

になる。以上から、オンデマンド公共交通の年間運行経費は 825,849,000VND（3.8 百万円※1VND=0.00464 円）とする。この単価を利用したときのオンデマンド公共交通の年間維持管理費用を表 5-13 に示す。

表 5-13：オンデマンド公共交通の年間維持管理費用の試算

費目	単位	数量	単価（百万円）	金額（百万円）	備考
年間維持管理費	台	20	3.8	76.0	
合計				**76.0**	

出典：調査団作成

5.5.4 事業計画

オンデマンド公共交通は需要に応じて運行頻度・路線を動的に設定するため、運行の効率性が高い。しかし、運賃設定はバスと同レベルにすることが一般的であるため、ある程度の需要がないと採算性は確保できない。また、AMATA スマートシティハロンの開発初期には比較的高所得層を中心に人口が増えると考えられ、運行効率は高いとはいえ、開発初期でのオンデマンド公共交通システムの導入は困難と考える。したがって、本業務ではフェイズ 2 の最終年度に実証実験を行い、その結果を踏まえてフェイズ 3 の最初年度に導入することを提案する。

運営主体としては、SPC も考えられるが、既存バス事業者のような公共交通事業者が蓄積された公共交通運営ノウハウを活かし、オンデマンドサービスを展開することを提案する。

5.6　導入アイテム⑤：EV 無人運転車両を利用する宅配サービス

5.6.1　概要

本提案アイテムは無人運転車両を宅配サービスに活用し、無人宅配サービスを提供するものである。また、電気自動車（EV）を利用することで環境にも優しいサービスである。新型コロナウィルスの感染拡大の影響で多くの国では通信販売等による宅配サービスの利用が急増しており、これをきっかけに今後も宅配サービスはさらに拡大すると予想されている。特に先進国を中心とする労働力の不足する国ではこのような無人宅配サービスが注目を浴びている。ベトナムで無人運転車両を利用した宅配サービスは時期尚早かも知れないが、これらの実証実験や本格導入は AMATA スマートシティハロンのバリューアップに大きく貢献すると考えられ、将来の導入アイテムとして提案する。また、宅配サービスではなく、地域内の物流拠点間において無人運転車両を利用して荷物を運ぶために活用することも考えられる。

5.6.2　導入においての課題

近年、国内外では無人宅配サービスに関するさまざまな実証実験が行われており、公道での実証実験も少なくない。しかし、公道を利用して商用化した事例は見当たらず、AMATA スマートシティハロンに導入するためには一般的に言われている同サービスの課題を解決しなければならない。ここでは公道を利用した無人運転車両による無人宅配サービスの実現のための課題について整理する。

(1)　自動運転技術

世界の基準に合わせて修正された「官民 ITS 構想・ロードマップ 2017」では、自動運転技術のレベルをレベル 1～レベル 5 に分けている[11]。そのうち、ドライバーなしでシステムによる監視により無人運転を可能とするためにはレベル 4（特定条件下における完全自動運転）以上の技術が必要と考える。ただし、ヒトではなくモノだけを運ぶために、また、車道を一般車両と一緒に走行しないようなケースでは、必ずしもレベル 4 以上の自動運転技術が必要ではない。国内で実施された無人宅配サービスの実証実験のように、車両というよりはロボットといえる超小型自動運転車両を利用して歩道等を低速で走行するようなものであれば、高い自動運転技術までは要求されない。

(2)　走行空間

前述のように低速で歩道を走行する方法は技術的にはすぐ導入可能であるが、歩行者の安全性確保や走行速度等の課題が残る。一方、車道を走行する場合は、前述のようにレベル 4 以上の自動運転技術により通常の車両と同様に走行できなければ、交通流への影響が

[11] 国土交通省資料「運転支援技術・自動運転技術の進化と普及」
https://www mlit.go.jp/common/001213451.pdf

課題になる。一つは、低速走行による渋滞の発生である。もう一つは、この低速走行車両を追い越す際の交通事故リスクである。一つの案として、超小型無人運転車両を利用する場合は、車道の外側に一定幅の専用車線を設けることが考えられる。交差点では、日本国内で原動機付自転車（通称「原付」）のように 2 段階左折（ベトナムは道路右側を走行）で対応可能である。

(3) 関連法令

ドライバーのない完全無人運転車両が公道、特に車道を走行するためには、関連法律の整備が必要である。車両本体に関する規定、走行方法に関する規定、走行可能な道路に関する規定、事故発生時の責任等に関する規定などが考えられる。

(4) その他の課題

事故発生時に備えた無人運転関連の自動車保険の整備、サイバー攻撃等による運転停止や異常作動等の防止策、犯罪対象対策などが必要と考えられる。

5.6.3 事業費・維持管理費の試算

EV 無人運転車両をはまだ商用化されておらず、特に無人宅配サービスはどの場合も実証実験の段階であり、現時点で事業費・維持管理費を試算することは困難であるため、EV 無人運転車両を利用する宅配サービスの事業費・維持管理費の試算は割愛する。

5.6.4 事業計画

無人運転車両を公道、特に車道に走らせるためには、まださまざまな課題が残されており、他国におけるどの事例も実証実験レベルである。また、将来はさらに進歩した無人運転技術やシステムが普及される可能性もある。したがって、本アイテムの導入は、これから約 10 年後であるフェイズ 3 の 4 年目に実証実験を実施し、その結果を踏まえて 2035 年以降に徐々に導入することを提案する。基本的に、本アイテムは宅配業者が行うものと考える。

5.7 導入アイテム⑥：交通結節点

5.7.1 概要

公共交通の結節点を中心とした都市開発（Transit-Oriented Development, TOD）は、公共交通の利用を促進するだけではなく、都市開発の観点から、自然に人が集まる箇所を中心に周辺地域を開発し、地域活性化が図れる利点がある。AMATA スマートシティハロンに鉄道ネットワークは計画されていないが、中長距離バスの発着地点となるバスターミナルを BRT や一般路線バスを含む他の公共交通の拠点と合わせて効率的に計画し、TOD の中心として開発することが考えられる。本業務では AMATA スマートシティハロンから半径約 100km 圏内にあるハノイ市、ハイフォン市、ハロン市、ウォンビ市へのバス需要が高いと判断し、これらのバス需要からバスターミナルの規模を算出すると共に、バスターミナルの概略開発計画について検討する。

5.7.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

(1) 中長距離バス需要の試算

AMATA スマートシティハロンバスターミナルを発着する中長距離バスの需要は、以下に示す簡易的な方法で算出する。

$$T_{12} = \alpha \times \frac{P_1 \times P_2}{d_{12}}$$

ここで、

T_{12}：中長距離バス利用トリップ／日（往復）

P_1、P_2：それぞれ都市１、都市２の人口（千人）

d_{12}：都市１と都市２間の直線距離（km）

α：パラメータ（中長距離バス需要）

2008 年に実施された調査[12]では、ハノイ市～ハイフォン市間のバス需要は 21,751 トリップ／日（往復）である。当時のハノイ市とハイフォン市の人口はそれぞれ 2,530,000 人、821,000 人であり[13]、両都市間の直線距離は 91km（Google Earth で計測）であるため、ハノイ～ハイフォン間のバス需要におけるパラメータ α は 0.953 である。都市間距離が長くなると一般的に鉄道や航空需要の分担率は高くなるため、パラメータ α は減少する。しかし、AMATA スマートシティハロンを中心に周辺地域を結ぶ中長距離バスの路線には上記の値が適用できると仮定する。ハノイから千 km 以上離れたホーチミン市までは航空交通の方

[12] The Comprehensive Study on the Sustainable Development of Transport System in Vietnam (VITRANSS 2) Final Report: Main Text. Japan International Cooperation Agency (JICA), 2010.5.

[13] Population Stat ホームページ　https://populationstat.com/

が主に利用されるが、同調査[12]によれば 1,606 トリップ／日の需要がある。この場合の α は 2008 年のホーチミン市の人口 5,779,000 人、ハノイ市～ホーチミン市間の直線距離 1,134km（Google Earth で計測）から 0.125 である。この値は、AMATA スマートシティハロン～ホーチミン市間のバス需要の算出にも利用可能と仮定する。AMATA スマートシティハロンの将来人口は 20 万人とし、以上の方法により算出した AMATA スマートシティハロンの主要中長距離バスの需要を表 5-14 に示す。

表 5-14：AMATA スマートシティハロンを発着する主要中長距離バスの需要の試算

路線	行先都市の人口[1)]（千人）	直線距離（km）	α	需要　※発着合計（トリップ／日）
ハノイ市	7,044	109	0.953	12,317
ハイフォン市	1,879	24	0.953	14,922
ハロン市	300	17	0.953	3,364
ウォンビ市	170	16	0.953	2,025
ホーチミン市	12,236	1,121	0.125	273
			主要路線合計	32,901
			その他路線の合計（主要路線合計の 30%）	9,870
			合計	**42,771**

出典：調査団作成
注 1 ：2035 年の推計人口[13]。ハロン市、ウォンビ市の人口は将来人口が不明のため、現時点の人口を適用

(2)　バスターミナルの規模

バスターミナルの規模の計画における仮定・条件は以下のとおりである。

- ピーク率：10%
- バス 1 台当たりの平均乗車人数：20 人
- 乗降場での平均停車時間：乗車 10 分、降車 3.5 分
- 計画乗降場数の割増係数：乗車 1.5、降車 2.0
- バス 1 台当たりの乗降場の長さ：19m（バス 1 台の最大長さ 12m）

以上により、ピーク 1 時間の発着人数は 4,277 人であり、平均乗車人数から発着台数は 214 台（出発 107 台、到着 107 台）である。この台数から必要乗降場数、計画乗降場数、乗降場の全長を計算した結果を表 5-15 に示す。

表 5-15：AMATA スマートシティハロンバスターミナルの中長距離バス乗降場計画

内容	降車	乗車	備考
ピーク時間到着台数	107 台	107 台	※1 日合計 2,140 台
平均停車時間	3.5 分	10 分	
必要乗降場数	6.3	17.9	
計画乗降場数	13	27	
乗降場の全長	**247 m**	**513 m**	

出典：調査団作成

以上の要件に合わせて乗車場を配置した例を図 5-9 に示す。この例は、乗車場の一つの階に配置し、チケット売り場や待合スペース等の施設を別の階に配置する案である。この場合、バスターミナルビルの床面積には 10,400m^2 が必要である。

出典：調査団作成

図 5-9：AMATA スマートシティハロンバスターミナルの乗車場配置の例

バスターミナルビルの運用方法として、バスターミナルビルの 4 階にチケット売り場、待合スペース、事務所を含むターミナル施設、レストランやカフェ等を含む商業施設を配置し、3 階に中長距離バスの乗車場、2 階に中長距離バスの降車場と待機場（staging area）、地上階に一般路線バス、タクシーの乗降場、Uber や Grab のようなライドシェア車両の乗降場、一般車両の乗降場（駐車は禁止）を配置する案が考えられる。

5.7.3 事業費・維持管理費の試算

前述で検討したバスターミナルは交通結節点として他の商業施設の一部として整備されることを提案しているため、ここで交通結節点の事業費・維持管理費の試算は割愛する。

表 5-16：非公開

5.7.4 事業計画

交通結節点はTODの概念で開発を進めるべきであり、これはAMATAスマートシティハロンの開発、特に、プレミアムゾーンの開発に大きく影響することから、AMATA スマートシティハロン開発事業の初期から計画・開発することを提案する。開発は、AMATA が設立するSPCや他の民間企業によるPPP方式が考えられる。

5.8 導入アイテム⑦：モビリティ・アズ・ア・サービス（MaaS）

5.8.1 概要

MaaS は、ICT を活用して交通をクラウド化し、公共交通か否か、またその運営主体に関わらず、マイカー以外のすべての交通手段によるモビリティ（移動）を一つのサービスとしてとらえ、シームレスにつなぐ新たな「移動」の概念である[14]。代表的な MaaS のイメージとして、利用者はスマートフォンのアプリを用いて、出発地から目的地までの乗り換えを含めた交通手段やルートを検索し、利用し、運賃等の決済を行うことが挙げられる。2015 年にフランス・ボルドーで開催された ITS 世界会議（ITS World Congress）で議論された最新の公共交通サービスに関する概念であり、その具体的な導入事例としては、フィンランドの運輸通信省の支援のもと、2017 年に同国ヘルシンキで実用化されたマース・グローバル社（MaaS Global）の MaaS システムが挙げられ、同社はイギリスのウェストミッドランドでも MaaS サービスを 2018 年より提供しており、現在は国内を含めさまざまな国でその導入を検討している。

同サービスは AI による最も効率的なルートを含むさまざまなルートの検索結果を提示するため、利用者は自分に最も適するルートが選びやすくなる。また、運賃もそのシステムで一括払いが可能なため、公共交通利用の利便性は向上する。

5.8.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

導入のために検討すべき要素として以下のようなものが挙げられる。

(1) 対象地域、交通事業者の参画

どの地域で、どの公共交通手段を対象にするかについては、タクシーを含めて対象地域におけるすべての公共交通手段を対象にすることが望ましい。対象地域は基本的に AMATA スマートシティハロン全域とし、徐々に AMATA 工業団地、ハイフォン市、ハロン市等の周辺地域まで拡大していくことが考えられる。このためには、各交通事業者との交渉が必要である。

(2) 公共交通機関の運行情報等

バスのような定期運行事業者の場合は運行スケジュールの提供、Grab や Uber のようなライドシェアの場合は実時間運行状況の共有、タクシーの場合は通信手段を含む配車システムが必要にある。

[14] 「MaaS（モビリティ・アズ・ア・サービス）について」、国土交通政策研究所報第 69 号（2018 年夏季）https://www mlit.go.jp/pri/kikanshi/pdf/2018/69_1.pdf

(3) 運賃・料金の設定、決済

MaaS の運賃・料金支払は MaaS のサービス統合程度にもよるが、欧米ではキャッシュレス決済されている例が多く、運賃・料金の体系も利用都度の決済の他に定期券のように月単位の定額料金制プランを設定しているサービスもある[14]。

(4) システム開発

交通手段及びルートの検索システム、運行スケジュールを含む実時間運行情報システム、予約システム、決済システム等が必要である。また、Maas アプリで運賃を一括払いするシステムを導入する際は、各交通手段を利用時に利用実績を確認するシステムも必要と考える。このイメージとしては、各交通機関の車内にタブレットのような端末機を設置し、利用者のスマートフォンとの通信等によるものが考えられる。

5.8.3 事業費・維持管理費の試算

MaaS は最新のサービスのため、導入事例がまだ多くなく、現時点で AMATA スマートシティハロンへの導入費用、年間維持管理費用を試算することは困難である。

5.8.4 事業計画

MaaS は、既存の公共交通を一つのサービスとして捉えてシームレスな公共交通サービスを提供する概念のため、基本的に MaaS のための新規公共交通機関の導入は考慮しない。しかし、AMATA スマートシティハロン開発初期には人口が少ないため、需要は不十分であり、公共交通機関もあまり整備されていない可能性が高く、オンデマンド公共交通と同様に、フェイズ 3 での導入を提案する。

MaaS はその事業の規模から大きな利益が期待できるものではない。しかし、現在、世界中に検討が進められている最新の公共交通サービスを AMATA スマートシティハロンに導入することはバリューアップに貢献すると考えられ、AMATA が設立する SPC による事業の展開を提案する。

5.9 導入アイテム⑧：その他の最先端公共交通サービス

5.9.1 概要

MaaSの他に最先端公共交通サービスとして提案するのは、バス位置情報システム、交通系 IC カードの導入、車内無料 Wi-Fi 提供サービスである。バス位置情報システムと交通系 IC カードはすでに多くの国や都市に導入されており、先進国においては導入を提案する上記の 3 点が最先端とはいえないが、途上国においてはまだ導入された事例が少ない。特にベトナムはバイクの利用が非常に多く、バイクの利用が日常的なベトナムでバスを含む公共交通の利用を拡大するためには、公共交通手段の拡充のみならず利便性向上が必須であり、かつ公共交通利用のメリットを増やし、モーダルシフトを導くことが重要である。

バス位置情報システムは、リアルタイムでのバス位置情報をバス利用者に提供することで、バス利用の利便性を向上する。また、バス事業者にとっては運行管理にも非常に役立ち、効率的なバス運行管理の実現と、より高いバスサービスの提供が可能になる。

交通系 IC カードのような自動運賃徴収システムは、運賃の支払いを楽にするだけでなく、バスドライバーの負担軽減により、より安全なバス運行が期待できる。さらに、バス事業者にとっては効率的な運賃収入管理が可能になる。日本国内のように、交通系 IC カードはバスだけではなく、タクシー運賃、飲食代等の他の支払い手段としても使用可能である。

車内無料 Wi-Fi サービスは、バス利用のメリットを与える手段として提案するものである。ベトナムのような途上国でもスマートフォンの利用は普及しているため、無料 Wi-Fi の提供は利用者拡大に貢献できるものと期待される。

5.9.2 AMATA スマートシティハロンへの導入

(1) バス位置情報システム

バス位置情報システムは、各車両の走行位置を運行システムの方で収集し、運行管理に利用するだけでなく、インターネットや携帯の専用アプリに情報を提供するものである。国内の事例では、バス停に設置されたセンサーがバスの到着を検知してシステムにその情報を転送する方式がある。一方、最近、カンボジア・プノンペンに導入されたシステムは、各車両に搭載された GPS 受信機から取得される走行位置をリアルタイムでセンターに送信する方式を採択している。また、2013 年に独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施した「フィリピン国メガマニラ圏 ITS による高規格道路ネットワーク強化プロジェクト（Mega Manila Region Highway Network Intelligent Transport System (ITS) Integration Project）」のように、RFID をバス位置情報提供システムに利用することも可能である。

GPS を利用する方式はリアルタイムで走行位置がわかるメリットがあり、また、無線通信技術の進歩により各車両に設置する無線通信機器類の調達費用、維持管理費用は、路側機器を設置する他の方式に比べて経済的になる可能性が高い。ただし、高層ビル等の GPS 電波の障害物の多い都心部では位置情報がただしく受信できない場合があり、走行位置を

センターに送信するための無線通信機器も各車両に搭載しなければならない。GPS を利用する方式として、通常のスマートフォンを車載器として利用する案は画期的と考えられる。スマートフォンには GPS 受信機のみならずモーションセンサー（加速度）が搭載されているため、GPS 電波だけに依存するシステムより位置情報モニタリングの精度が高く、スマートフォンから直接位置情報をセンターに転送できるため、別途の通信機器が不要である。実際に、独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施した「ライオス国ビエンチャン市都市交通改善のための位置情報・交通観測システム普及・実証事業業務」では、スマートフォンを利用するバス位置情報システムを提案している。

RFID を利用する最大のメリットは、各車両に設置する RFID タグの費用が数百円程度と低コストであることである。ただし、RFID リーダーはバス停やバス停間の区間に設置する必要があり、そのためのポール設置を含む土木工事費、設置費、メンテナンス費を考慮すると、GPS 方式より高価になる。しかし、公共交通・緊急車両優先信号システムに RFID 方式を採択する場合は共通で使用することが可能のため、その分はコストダウンが可能である。また、車両台数が多い場合も RFID 方式の方が経済的になる可能性がある。したがって、実際に導入する方式は導入時期の状況を精査して決める必要がある。

(2) 交通系 IC カード

ベトナム国の首都ハノイでは、BRT と地下鉄建設事業が進められており、BRT については一部路線が開業している。これらの BRT と地下鉄では交通系 IC カードの導入が決まっており、2017 年には独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施する「ハノイ公共交通 IC カード相互利用開発支援プロジェクト」に、西日本鉄道株式会社が共同企業体の一員参画して、相互利用可能な IC カードシステムの構築に必要な設計ガイドラインと仕様（具体的にはバスの AFC（自動運賃収受システム）技術仕様）の策定を実施した[15]。以上の状況から、AMATA スマートシティハロンに導入する交通系 IC カードの方式はハノイ BRT 及びハノイメトロの交通系 IC カードと同じ方式とし、ハノイでも相互利用可能にすることが望ましい。そのメリットは、まず利用範囲が広いため、利用者にとって交通系 IC カードの利便性が向上することであり、AMATA スマートシティハロンの公共交通事業者にとっては、すでにハノイに導入されているシステムと同様のシステムを利用することができ、公共交通事業者単位以上の上位システムを別に構築する必要がないことなどが挙げられる。

交通系 IC カード導入に必要なシステムの構成を表 5-17 に示す。

表 5-17：交通系 IC カードの一般的な機器構成

階層	機器名	概要
5	CCHS	・ 事業者間の精算 ・ カード情報（残高、定期券情報、個人情報等）、ブラックリスト等の管理

[15] 「ベトナム（ハノイ）での IC カード相互利用開発支援への参画」、西日本鉄道株式会社総務広報部 News Release、2018 年 2 月 8 日　http://www.nishitetsu.co.jp/release/2017/17_217.pdf

		・ チケット販売などの収入管理 ・ 統計情報管理
4	事業者サーバー	・ 上位・下位へのデータ連携 ・ 事業者向けの収入レポート出力等
3	線区サーバー	・ 上位・下位へのデータ連携 ・ 路線単位の収入レポート出力等
2	駅サーバー、 バス営業所サーバー	・ 上位・下位へのデータ連携 ・ 駅、バス事業所単位の収入レポート出力等
1	機器	・ IC カードとの通信、カード情報の更新 ・ 上位サーバー向けのデータの作成・送信
0	IC カード	・ カード ID、利用情報等を保持 ・ AFC 機器との通信

出典：独立行政法人国際開発機構（JICA）「ベトナム国電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査報告書」、2014 年 7 月

一方、近年、ベトナム国ではキャッシュレス決済市場は急成長している。日本貿易振興機構（JETRO）の記事によれば[16]、2019 年第 1 四半期（1～3 月）のインターネットバンキングとモバイルバンキングの取引件数は、前年同期比、それぞれ 65.8%増、97.7%増であり、取引額は、前年同期比、それぞれ 13.4%増、232.3%増である。モバイルバンキングの主要決済手段となるのが電子ウォレットアプリである。ベトナムで最も人気なのは MoMo、ZaloPay、ViettelPay の三つであり、他にも複数のサービスが展開しているが、小売店や飲食店、カフェ、映画館、ガソリンスタンドでの支払のみならず、タクシー代、公共料金（水道・電気）、携帯電話料金、鉄道・航空券代などもアプリ上で決済可能にするなど、市場競争は激化している。このような状況では、交通系 IC カードでなく、スマートフォンの電子ウォレットアプリを運賃の支払いに利用することも考えられ、利用者・事業者の両者の利便性を考慮して方式を導入することが必要と考える。

(3) 車内無料 Wi-Fi サービス

このサービスを実現するためには、無線インターネットプロバイダーとの契約、車内への送受信機の搭載が必要である。また、単にインターネットアクセスを提供するだけではなく、このシステムを利用して乗車中の車両の運行状況、バス利用情報を合わせて提供するサービスを提供する場合はシステム開発も必要になる。このような車内無料 Wi-Fi サービスのためには機器類の調達・設置・維持管理の費用のみならず、無線インターネットプロバイダーへの利用料金の定期的な支払いが必要のため、バス事業者の経営状況とバス利用者拡大戦略等を合わせて検討の上、導入を決定する必要がある。

[16] 「ベトナムのキャッシュレス決済最前線」、日本貿易振興機構（JETRO）記事、2020 年 1 月 20 日 https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2020/b3c53f5f49d262ad.html

5.9.3 事業費・維持管理費の試算

バス位置情報システムの方式として、本業務ではスマートフォンを利用する方式を提案する。ラオス・ビエンチャン市の事例を参考し、スマートフォンを利用する方式の導入費用と年間費用を表 5-18 と表 5-19 に示す。現時点では AMATA スマートシティハロンで運行するバス台数が不明のため、ラオス・ビエンチャン市と同様に 60 台と仮定する。

表 5-18：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの導入費用

項目	単位	数量	金額（円）	備考
機材調達	式	1	13,394,000	バス端末（スマートフォン）60 台 制御用端末（PC＋ディスプレイ 4 台）2 式

出典：独立行政法人国際協力機構（JICA）「ラオス国 ビエンチャン市都市交通改善のための位置情報・交通観測システム普及・実証事業業務完了報告書」、2016 年 10 月

表 5-19：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの年間費用

項目	単価(円)	数量	耐用年数(年)	年間費用（円）
機器更新費				
制御用端末	175,516	1	3	58,505
交通監視ディスプレイ	53,244	4	3	70,992
車載スマートフォン	15,930	60	3	318,600
通信費				
携帯回線通信費	8,850	60	1	531,000
サーバー使用料	30,534	12	1	366,408
合計				1,345,505

出典：独立行政法人国際協力機構（JICA）「ラオス国 ビエンチャン市都市交通改善のための位置情報・交通観測システム普及・実証事業業務完了報告書」、2016 年 10 月

5.9.4 事業計画

バス位置情報システムは、各車両に設置する車載器の調達・設置、システムの開発等は必要であるものの、大規模のインフラ整備は不要のため、今すぐでも導入可能なものと考える。ところが、現在造成中の対象地域において、いつから一般路線バスが運行を開始するかは不明である。本業務ではフェイズ 2 から一般路線バスが運行開始すると仮定し、バス位置情報システムの導入時期をフェイズ 2 とする。

車内無料 Wi-Fi は、インターネットプロバイダーとの契約、車載器の設置だけですぐにサービス開始可能なものである。しかし、上記と同様に、いつから一般路線バスの運行が開始するかが不明のため、バス位置情報システムの導入と同時に、またはその後に導入することを提案する。

交通系 IC カードについても、可能であればフェイズ 2 でバス位置情報システム等と一緒に導入することが考えるが、別方式による AFC（Automatic Fare Collection、自動運賃収受）システムの導入の可能性もあるため、フェイズ 3 での導入を提案する。

以上の 3 点は、公共交通事業者が実施するものと考える。

5.10　導入アイテム⑨：スマートモビリティを見据えた道路空間

5.10.1　概要

第 5 章節ではスマートモビリティを実現するために、今ある先進技術から検討が進められている将来型技術を含め、さまざまな交通・物流セクターの施策を検討・提案した。ところが、本業務の対象地域である AMATA スマートシティハロンは現在造成中のため、その多くの施策は今後の状況に応じて導入を検討すべきである。

ただし、将来の導入のために、現時点で考慮すべきものがある。その一つは、スマートシティの実現のために必要な道路空間の確保である。例えば、BRT の整備のためには専用車線と駅が必要であり、現時点でその道路空間を確保しないと不十分な道路幅員のため事業の推進が難しくなるか、高コストになる可能性が高く、また、最適ルートの検討が困難になる可能性がある。もう一つは、安全・安心で暮らせるエコフレンドリーなスマートシティを実現するために、道路整備時に推奨する事項である。これらの検討事項として、本節では以下のものについて記述する。

- BRT 整備のための道路空間
- 道路建設における軟弱地盤対策
- ヒートアイランド現象を抑制する道路舗装

5.10.2　AMATA スマートシティハロンへの導入

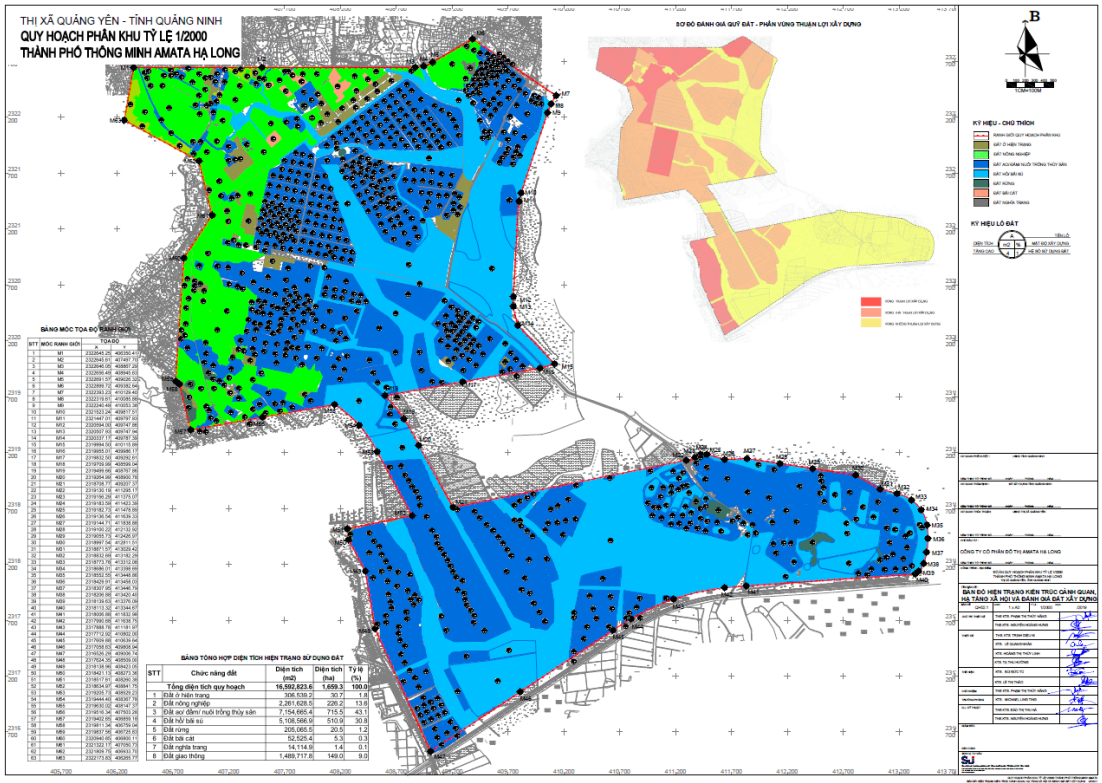
(1)　BRT 整備のための道路空間

5.4 節で記述したように、道路中央部の BRT 専用空間の整備のために必要な幅員は、駅間で 12m、駅部で 15m である（図 5-8 参照）。BRT 車線の上下線の分離、BRT 車線と一般車線の分離にどのような工作物を使用するか、駅のプラットフォームはどうするかによってこれらの幅員は変わるが、標準的なものとして以上の幅員を確保すれば BRT の整備に支障はないと考える。

この確保した空間を道路中央部の BRT 専用空間整備箇所に設けるか、道路外側に設けるかの検討も必要であるが、BRT 導入までのこの空間の活用、交差点運用（円滑性、安全性）を考慮すると、確保した空間は道路外側の方が望ましい。確保した空間は BRT を導入するまで植樹帯、歩行者スペース、自転車走行スペース等に活用することが考えられる。

(2)　道路建設における軟弱地盤対策

本業務の対象地域はハロン湾に立地し、そのほとんどは田んぼ、湿地であるため（図 5-10）、軟弱地盤が広く分布していると予想される。道路建設のためにも軟弱地盤対策が必要であるが、一つの対策として考えられるのが国内で開発された D・Box 工法である。



出典：AMATA 社「CONCEPT MASTER PLAN-AMATA SMART CITY HA LONG」

図 5-10： 現在の土地利用状況

D・Box 工法はメトリー技術研究所株式会社が開発販売する軟弱地盤対策工法である。D・Box はポリプロピレン素材の袋に砕石（現場で発生した残土も利用可能）を詰めた透水性の優れたものであり、軟弱地盤補強対策、液状化対策、振動対策の工法として道路や小規模の建築現場等に利用可能であり、すでに国内外の道路・鉄道の建設、戸建住宅基礎、擁壁・カルバートの基礎等に使用実績を有する。D・Box 工法の概要を表 5-20 にまとめて示す。

出典：「D・Box 工法」、国土交通省北海道開発局資料（令和元年度北海道開発技術研究発表会「新技術セッション」（令和 2 年 2 月 19 日）開催報告）
（https://www hkd mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000001su5n-att/splaat000001sug4.pdf）

図 5-11： D・Box 工法の道路への適用事例

表 5-20：D・Box 工法の概要

項目	概要
D・Box（袋）の材質	ポリプロピレン（紫外線対策をすれば半永久的に使用可能）
中詰材	砕石 C40（最低でも砂や砕石のφ材を使用）
サイズ	LS100：1.0m×1.0m×0.25m LS150：1.5m×1.5m×0.45m
敷設	LS100：200～135m^2／日・班 LS150：270m^2／日・班 ※1 班：バックホウ 1 台、作業員 3 名）
製作	LS100：100 袋／日・班 LS150： 60 袋／日・班 ※1 班：バックホウ 1 台、作業員 3 名
袋価格	LS100： 8,500 円／袋 LS150：16,000 円／袋 ※別の販売業者：3,300 円／m^2 で半額以下 https://www kiso.co.jp/services/development/ground-improvement.html
実績（1,051 件）	河川・水路、海洋・港湾、工事用道路、道路、住宅、建築物、その他（住宅への実績は約 6 割） ※海外実績：ミャンマー国鉄（JICA 中小企業支援事業）の噴泥対策
使用の例	軟弱地盤上の補強による道路の施工（軟弱地盤上の道路トラフィカビリティの改善） 軟弱地盤の浅い基礎としての地盤補強（戸建住宅基礎、擁壁基礎、カルバート基礎） 振動対策（道路振動、鉄道振動、建設重機振動） 液状化低減対策（一般道路等） 噴泥対策（鉄道）
他工法との比較 ※N 値 1 程度の軟弱地盤上の工事用道路（100m×4.5m）	1）施工性が良い（使用重機は、バックホウと転圧ランマーのみ） 2）施工日数が短縮できる ※セメント固化処理工法：11 日 ※D・Box：6 日（製作・敷設の同時作業では 4 日） D・Box 製作・敷設を同時行う場合 4 日間程度短縮） 3）撤去も容易 4）透水性が良く、環境負荷が少ない 5）経済的である。

出典：「D・Box 工法」、国土交通省北海道開発局資料（令和元年度北海道開発技術研究発表会「新技術セッション」（令和 2 年 2 月 19 日）開催報告）
（https://www hkd mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000001su5n-att/splaat000001sug4.pdf）

(3) ヒートアイランド現象を抑制する道路舗装

ヒートアイランドは、都市部の気温がその周辺に比べて高温になる現象である。都市化が進むほどその現象も強まり、高温の長時間化や高温域の拡大が起こるが、この現象は巨大都市に限ったものではなく、人口数千人から数万人と規模の小さな都市でも小規模ながら発生するといわれている。その形成要因としては地表面被覆の人工化（建物やアスファルト舗装等）、人工排熱の増加、気象条件の三つが挙げられ[17]、道路整備におけるヒートアイランド現象の抑制策として、遮熱性舗装が考えられる。

遮熱性舗装は、舗装の表面に遮熱コート層を設けた舗装である[18]。太陽光のうち赤外線域を「熱反射性特殊顔料」が高反射、「中空セラミック微粒子」が再帰性反射することで、昼間の路面温度の上昇が抑制されることでヒートアイランド現象の抑制に寄与するものであり、轍掘れが生じにくく舗装の耐久性も向上する。遮熱性舗装は、AMATA スマートシティハロンの都心部の方に適用することが考えられる。

5.10.3 事業費・維持管理費の試算

表 5-8 で使用した土地価格（663 円／m^2）を利用して、追加で確保すべき道路用地の面積から用地買収費用を算出する。駅部の場合は駅間に比べて 3m 幅の追加確保が必要である。その長さは、現時点では、

- バス 2 台が同時に停車できるプラットフォームの長さ（通常の大型バスの長さ約 12m、駅施設設置等を考慮）：35m
- 車椅子利用者のためのスロープ等の設置（横断歩道での駅アクセス、プラットフォームの高さ 25cm を想定）：5m
- 横断歩道の設置：4m
- 駅部拡幅のためのすり付け区間の長さ：駅部前後それぞれ 40m ※ただし、面積計算に使用するため、すり付け区間の形（三角形）から、40/2=20m を適用

を考慮し、35 + 5 + 4 + 20*2≒84m とする。以上により算出した結果を表 5-21 に示す。ただし、確保したスペースの活用に関する費用は含まない。

[17] 「平成１２年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について　報告書（増補版）」、環境省、2001 年 10 月　https://www.env.go.jp/air/report/h14-01/index html

[18] 「遮熱性舗装　パーフェクトクール」、株式会社 NIPPO ホームページ https://www nippo-c.co.jp/tech_info/general/SG02044_g html

表 5-21：BRT 導入を見据えた道路スペース確保のための用地買収費用

路線	区間	延長（m）	拡幅面積（m^2）	費用（百万円）
Line A	全線 12m 拡幅	20,400	244,800	162.3
	駅部 3m 追加拡幅	17 駅×84 = 1,428	4,284	2.8
Line B	全線 12m 拡幅	3,300	39,600	26.3
	駅部 3m 追加拡幅	7 駅×84 = 588	1,764	1.2
Line C	全線 12m 拡幅	1,700	20,400	13.5
	駅部 3m 追加拡幅	2 駅×84 = 168	504	0.3
合計			311,352	206.4

出典：調査団作成

表 5-22：非公開

5.10.4 事業計画

BRT 整備のための道路空間は、都市計画マスタープランに反映され、早い段階で都市計画決定を通じて確保することが望ましい。

D・Box 工法は、道路設計時において技術的検討、道路管理者との協議で使用箇所・数量を決める必要があるため、フェイズ 1～フェーズ 3 の全期間にわたってその活用はあると考える。

遮熱性舗装は、後からの路面改良で使用するよりは、道路整備の際に適用する方がコスト節減となる。したがって、遮熱性舗装はフェイズ 1 にプレミアムゾーンにおいて新規整備する道路に適用することを提案する。

5.11　本邦都市インフラ技術の適用可能性

5.11.1　交通マネジメント技術

第 5 章では交通マネジメント技術として、交通管制・マネジメントシステム、公共交通・緊急車両優先信号システムの導入を提案した。国内ではすでに普及しているものであり、国内では警察が交通管理者のため、警察庁・各県警本部の方で進められている最先端技術である。

これらのシステムは国内の大手企業を含む複数の企業が開発・展開しており、海外展開も活発に進められている。表 5-23 に、独立行政法人国際開発機構（JICA）の ODA 事業として国内の交通管制・マネジメントシステムを導入した（または実施中）事例の一部を示す。

表 5-23：本邦交通マネジメント技術の海外展開の例（JICA ODA 事業）

プロジェクト名	国名	整備内容	状況
プノンペン交通管制システム整備計画	カンボジア	首都プノンペン都に交通管制センター、115 ヵ所の交差点信号機（システムによる信号制御）を整備	完了
デリー東部外環道路高度道路交通システム導入事業	インド	デリー東部外環道路において、高度道路交通システム（料金収受、交通管制システムを統合したもの）を導入	実施中
チェンナイ都市圏高度道路交通システム整備事業	インド	タミル・ナド州チェンナイ都市圏に高度道路交通システム（ITS）を導入	実施中
ベンガルール中心地区高度交通情報及び管理システム導入計画	インド	カルナタカ州ベンガルール中心地区に、信号システムや渋滞長計測システムなどの高度交通情報及び管理システムを導入	完了
カンパラ市交通管制改善計画	ウガンダ	首都カンパラ市に交通管制センターの整備及び交差点の信号化・改良工事を実施	実施中
ハノイ首都圏高速道路交通管制システム整備計画	ベトナム	ハノイ首都圏の環状 3 号線及び国道 1 号線の一部区間（紅河橋を含む）において、日本の技術を活用した高度交通管制システム（ITS）の整備	完了
モデル地域交通管制システムの構築を通じたバンコク都渋滞改善プロジェクト	タイ	バンコク都において、面的交通管制（ATC）システムの導入、運用・維持管理体制の構築等を実施	実施中

出典：独立行政法人国際開発機構（JICA）ODA 見える化サイト　https://www.jica.go.jp/oda

これらの事業に参加した国内企業は、現地に適したシステムの提案、開発、計画・設計、及び施工が可能であり、導入地域の交通渋滞の緩和、安全性の向上に寄与している。特に、現示状況に合わせて技術の提案は重要であるが、国内企業がカンボジア・プノンペンに導入した交通管制システム[19]ではバイク交通の多い現示状況を考慮し、多少は高額になるが、通常の車両感知器ではなく画像式車両感知器を提案・計画・導入している。したがって、AMATA スマートシティハロンの交通管制・マネジメントシステム、公共交通・緊急車両優先信号システムの整備においても、国内企業の参加は十分可能であると判断する。

5.11.2 BRT

BRT に必要な機材・システムは鉄道と類似するものであり、国内の技術は十分適用可能なものと考える。以下に、BRT 導入の要素別に記述する。

(1) BRT 施設、車両整備施設

専用車線、駅部のような BRT 施設と、車庫のような車両整備施設の計画・設計・施工は、日本の技術協力の下で現地でも十分実施可能なものと考える。

(2) 車両

国内では外国製の連節バスを使用する場合も多いが、国内自動車メーカーの一部は連節バスのモデルを保有しており、一般の大型車両であれば、国内自動車メーカーによる車両の提供は可能と考える。ただし、国内で製造する車両は AMATA スマートシティハロンに導入するには単価が高いと考えられ、独立行政法人国際開発機構（JICA）がカンボジア・プノンペン公共バス運営改善計画[19]で無償供与してバス 80 台のように、シャシー（車台）とエンジンは国内で製造し、残る工程はタイのような海外拠点で行って完成した車両を提供することで車両単価を下げることは可能と考える。

(3) 運行管理システム・料金徴収システム

運行管理システム・料金徴収システムは鉄道や地下鉄のシステムと類似するため、国内の技術を利用した計画・設計・実装は可能と考える。実際の事例として、インド国アーメダバード市に導入されたバスシステムが挙げられる。この事業では既存のバスシステムをシームレスで安全かつ信頼性のある高度交通運用管理システムにアップグレードしており、同市では、IoT とビッグデータ分析の高度な応用により、利用者の増加に応じて柔軟に計画、統合、拡張できるスマートバスシステムの構築を実現している。また、実装されたこ

[19] 「プノンペン公共バス交通改善計画」、独立行政法人国際開発機構（JICA）
https://www.jica.go.jp/oda/project/1660370/index.html

の高度交通運用管理システムには、自動料金収受システム、バス位置情報管理システム、乗客向け情報提供システム、車両運行計画システム、営業所管理システムが含まれている。

5.11.3 最先端公共交通サービス

(1) オンデマンド公共交通システム

需要の少ない地方部を対象にするものがほとんどではあるが、国内にも多くの導入事例があり、国土交通省はその検討の手引き[20]を発行している。システムの開発では、MaaS の一部として位置付けてオンデマンド交通サービスシステムを検討・開発する大手企業もあり、以上の知見を活かすことで AMATA スマートシティハロンへのオンデマンド公共交通に適するシステムの開発・提供は可能と考える。

(2) バス位置情報システム

5.9.2 節で既述のとおり、国内にもバス位置情報システムの導入事例があり、ネット上に、またはバス停に設置したディスプレイ装置に運行状況を提供するサービスの事例がある（東京都交通局（都バス）、京都市営バス等）。また、独立行政法人国際開発機構（JICA）のプロジェクトを通じて、GPS を利用する方式、RFID を利用する方式、スマートフォンを利用する方法の導入（または検討）を海外で展開した事例もある。したがって、国内の技術を利用して AMATA スマートシティハロンにバス位置情報システムを導入することは十分可能と考える。

(3) 交通系 IC カード

国内では非接触 IC カード技術が幅広く使用され、電車、地下鉄、バス、タクシーのような公共交通の運賃支払いのみならず、飲食店や小売店での支払いにも使えるケースが増加しており、非接触 IC カード技術を利用した交通系 IC カードの使用は、国内ではキャッシュレス決済の主流といえるほど定着している。また、料金の支払いのみならず、身分証にも使用されるなど、その使い道は幅広い。この非接触 IC カード方式は海外にも展開されており、したがって、AMATA スマートシティハロンへの導入は十分可能と考える。

5.11.4 交通結節点

バスターミナルや鉄道・地下鉄駅を商業施設と一体化して開発した事例は国内でも多く、5.7.3 節でも例を挙げた博多バスターミナルのみならず、東京都で運営中のバスタ新宿は交通結節点対策の代表的な例である。したがって、バスターミナルの整備・運用・維持管理

[20] 「デマンド型交通の手引き」、国土交通省中部運輸局、2013 年 3 月
https://wwwtb mlit.go.jp/hokushin/content/000104104.pdf

のみならず、商業施設との一体開発のノウハウを含め、国内技術の AMATA スマートシティハロンへの適用は十分可能と考える。

5.11.5 無人運転技術

国内でも無人運転車両（ロボット）を利用した宅配サービスの実証実験を実施しており、自動走行ロボットの公道走行に関する議論が行われている[21]。このような自動走行ロボット技術は AMATA スマートシティハロンに十分適用可能である。

5.11.6 道路整備

5.10.2 節で既述のとおり、軟弱地盤対策としては国内で開発された D・Box が提供可能と考える。多くの事例を通じてその有効性は確認されており、施工が速く、経済的であるため、軟弱地盤が多いと予想される AMATA スマートシティハロンへの導入可能性は高いと考える。その工法に特別な機材や技術が必要ではなく、D・Box というポリプロピレン素材の袋に砕石を詰めて敷設するだけである。

遮熱性舗装も同様に国内では多数の事例がある（2002 年～2018 年の累計施工面積は約 248 万 m^2、累計施工件数は 1,745 件）[22]。遮熱性舗装は通常のアスファルト表層に赤外線を反射させる遮熱性樹脂を塗布するか、遮熱モルタルを充填するだけのため、特別な技術は不要であり、AMATA スマートシティハロンへの導入に技術的な課題は特にないと考える。遮熱性舗装により少し施工費用は増加するが、轍掘れが生じにくく舗装の耐久性も向上するため、長期的には高コストでない可能性も高い。

[21] 「自動車走行ロボットの社会実装に向けて」、経済産業省資料、2019 年 3 月　https://www kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/sankankyougikai/mobility/dai3/siryou5.pdf

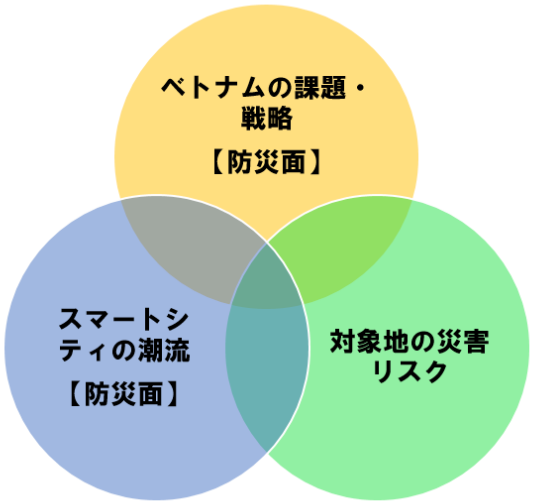
[22] 「遮熱性舗装の概要」、国土交通省資料　https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/utilization/pdf/04-1.pdf

第6章　スマートインフラ開発マスタープランの策定（防災）

6.1　防災システムの計画策定

防災システムの計画策定にあたっては、防災面における「ベトナムの課題・戦略」「スマートシティの潮流」「対象地の災害リスク」の 3 項目に留意する。

ここで「ベトナムの課題・戦略」とは、ベトナム国における国家防災戦略の中での開発の位置付けやスマートシティに関する戦略の中での防災での位置付けを指す。またスマートシティの事例としては、ベトナム国外、東南アジアの周辺国、日本のスマートシティの中で防災に係るコンポーネントを有するものを調査する。これらを踏まえ、対象地の災害リスクを考慮した適用可能な防災システムを検討する。



出典：調査団作成

図 6-1：防災システム計画にあたっての留意項目

なお、一般的には防災システム（ハード対策・ソフト対策）の整備は公共による基礎インフラとして整備されることが多く、防災システムに係る民間投資・整備は開発の付加価値として導入することを期待される。

6.1.1　ベトナム政府の防災に係る都市づくりの方向性・戦略

ベトナム政府による防災に係る都市づくりの方向性・戦略を示すものとしては、国家防災戦略（2007-2020）及び首相決定（No: 950 / QD-TTg）によるベトナムのスマートシティ戦略の宣言（2018 年 8 月）がある。

(1)　国家防災戦略（2007-2020）

国家防災戦略はベトナム国の防災法に則り策定された防災に関する方針であり、最新版の国家防災戦略（2007-2020）では、一般事項にて、防災を社会経済マスタープランにて考慮することや、個別目標として、≪予警報能力・情報伝達の向上≫　≪設計および地域計画への防災の考慮≫≪堤防システムの強化（海岸地域）≫等が掲げられている。

【一般事項】

- ✓ 災害の管理には、災害に対する予防および対応、災害被害の復旧が含まれており、これにより持続可能な社会経済成長および国家の安全・国防を図るものである。
- ✓ 国の機関、社会経済組織、軍、市民、海外組織およびベトナム国内に居住する個人は、災害の予防・対応・被害復旧に対して責務を有する。
- ✓ 災害の予防・対応・被害復旧は政府と市民の共同行動であり、国家およびコミュニティ、国内・国外機関および個人のリソースを最大限に活用する。
- ✓ 災害の予防・対応・被害復旧はすべての地域、セクターおよび国家レベルでの社会経済マスタープランで考慮される必要がある。

【目標】

- ✓ 人命と財産の損失、天然資源と文化遺産の被害、環境の悪化を最小限に抑えるために、今から 2020 年までの防災、対応、軽減を効果的に実施するためにすべてのリソースを動員し、国家の持続可能な開発、国防および安全保障を図る。

【個別目標】

≪予警報能力・情報伝達の向上≫　≪設計および地域計画への防災の考慮≫
≪公務員の能力強化および住民の啓蒙≫　≪災害リスクのある土地の住民移転≫
≪救助活動の強化（組織・施設）≫　≪堤防システムの強化（海岸地域）≫
≪ダムの安全性強化（重点地域対象）≫　≪船舶のための台風時のシェルターの建設≫
≪漁業通信システムの完成≫

また、同戦略の付録 II においては、本戦略の背景として、「ベトナムにおける自然災害は、規模・頻度共に悪化しており、これは、技術導入・都市化・人口増加・環境及び自然資源の劣化を伴う社会経済成長の過程における人為活動によるものである。」「近年、国土全体が自然災害による被害を受けており、人命、資産よび社会経済/文化インフラへの甚大な損失をもたらしている。

(2) 首相決定（No: 950 / QD-TTg）によるベトナムのスマートシティ戦略の宣言（2018 年 8 月）

スマートシティに関する同首相決定のうち、防災に関係する箇所を以下に抜粋・強調する。防災に関しては、危険情報及び予警報に関する情報システムについて、記されている。

【一般目標】

- ✓ ベトナムの持続可能なスマートシティ開発は、グリーン成長、持続可能な開発、可能性と優位性の開拓と促進、資源利用の効率化、資源と人々の最適な利用、生活の質の向上に向けて、同時に、組織、個人、人々が研究、建設、経営への投資に効果的に参加するための条件を確保する。スマートな都市開発、潜在的なリスクとリスクの制限、国家管理と都市サービスの効率化、経済競争力と国際統合の改善。

【具体的な目標】

- ✓ 都市管理、照明、交通、上下水道、廃棄物処理、送電網、自然災害危険警報システム、ICT インフラシステムを重点分野として、スマートシティのパイロット整備のための国家優先基準を公表（2025 年までのスマートシティの開発の第 1 フェイズ）

【課題・解決策】

- ✓ リスク・自然災害に対する警戒体制の整備（グループ５：スマートな都市インフラの整備）
- ✓ リスク・自然災害、疫病、その他大きな影響力を持つ問題について人々に警告する装置を開発する（グループ６：都市居住者のためのスマート機器の開発）

6.1.2　スマートシティ開発における防災の考慮事例（ベトナム国内）

(1)　ASCN（ASEAN Smart City Network）

ベトナム国の都市づくり・スマートシティ開発の防災面での潮流を示すものとして、ASCN（ASEAN Smart City Network）による各国加盟都市の SMART CITY ACTION PLANS（2018 年 7 月 8 日）がある。この中で、ベトナムの加盟都市のうち、ホーチミン市は、“Focus Area”の一つとして、“Flood Control（洪水制御）”を掲げており、さらに“Flood Control（洪水制御）”の下に、“洪水モニタリングセンサーシステム”及び“リアルタイム局所気象予報システム”を示している。またダナン市は、“Focus Area”の一つとして、“Disaster Prevention（防災）”を掲げている。

6.1.3　スマートシティ開発における防災の考慮事例（東南アジア周辺国）

(1)　ASCN（ASEAN Smart City Network）

ASCN（ASEAN Smart City Network）加盟都市の SMART CITY ACTION PLANS のうち、東南アジア周辺国の中で防災に関する内容を考慮した事例として、以下のものがある。

【Siem Riap（カンボジア）】
“Strategic Targets”の一つとして、排水・洪水制御センサー（drainage/flood control sensors）を 2021 年までに導入する。

【Vientiane（ラオス）】
“Focus Area”の一つである“Quality Environment”の中で、防災が重要であることが記されており、具体的には火災及び洪水による浸水被害に対して、街が準備できていることが重要としている。
また、具体的な内容として、効果的な排水システムで洪水被害の軽減を図るとしている。

【Kuching（マレーシア）】
“Focus Area”の一つである“Urban Resilience”の中で、クチンにおける雨期の深刻な洪水被害に対応するために、洪水の海への流下能力の向上を目指した複数の洪水被害軽減プロジェクトを実施している。
また“Strategic Targets”の一つとして、洪水管理システムにスマートテクノロジーを導入することを掲げている。これは災害対応チーム及び防災委員会の予警報発令能力の向上に係るものであり、効率的なモニタリング及びレスポンスシステムである。

Kuching（マレーシア）の事例に含まれる具体内容を以下に示す。Kuching はもともと洪水リスクの高い地域にあり、ICT を活用した洪水対策（予警報システム）の導入をスマートシティ開発の一環として位置付けている。

6.1.4　スマートシティ開発における防災の考慮事例（日本の事例）

(1)　エキサイト横浜 22

「エキサイト横浜 22」は横浜駅周辺地区の開発を駅及び周辺を含めて一体的に開発するための取り組みであり、インフラ整備を含めた計画の段階で、防災・減災が考慮されている。具体的には、「まちづくりビジョン」「基盤整備の基本方針」及び「インフラ基本計画」において、下記のとおり位置付けている（防災面）。

【まちづくりビジョン】

✓ 安全安心戦略　～誰もが安心して集える場へ～

■民間と行政が連携・協力しながら都市防災希望を強化します。

■まちの力を活かし、まち全体で「安全・安心」な体制をつくります。

【基盤整備の基本方針】

✓ 防災・情報インフラ

■災害時における滞留スペースの確保

■帰宅支援の仕組みづくりや避難経路の確保

■ユニバーサルデザインに配慮した災害時・緊急時情報伝達システムの構築

【インフラ基本計画】

「国際社会が認める災害安全性」として、防災インフラ整備の推進、地域防災機能の強化、帰宅困難者等支援の強化が掲げられている。これらは以下の個別課題・リスクを解決することにより、「災害に強いまち」を実現するためのものである。

✓ 高潮堤防高より地盤面の低い横浜駅周辺

✓ 河川の洪水に対する治水安全度が低い

✓ 最大クラスの津波に対する避難動線および避難場所が不十分

✓ 滞留者・帰宅困難者への情報伝達システムが不十分、滞留空間が不足

取り組みの具体例を次のページに示す。

6.2　調査対象地における災害リスク

6.2.1　調査対象地の自然条件及び災害リスク概要

調査対象地である AMATA スマートシティハロン予定地（下図の紫色の枠内）は、大部分が標高 5m 以下の低平な地域にあり、またハロン湾に繋がる入り組んだ水域が残っている。東側には Yen Lec 川が流れるが、対象地は感潮区間にあるため、潮位による水位変動が支配的である。対象地の西方には Bach Dang 川や Chanh 川があるが、対象地とは丘陵により隔てられており、Bach Dan 川や Chanh 川の洪水の影響は受けない。このため、対象地においては、開発前の現状においては、高潮（対象地全域）及び河川洪水（Yen Lac 川のみ）が主たる災害リスクと考えられる。

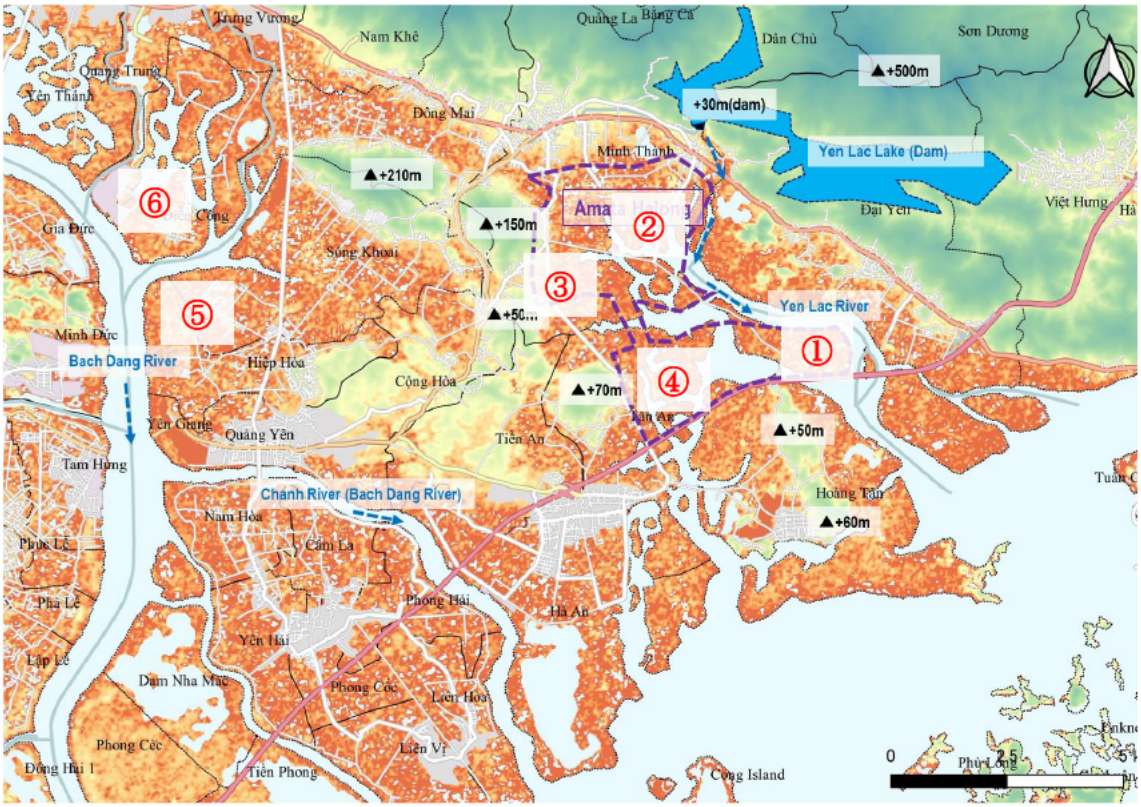
一方で、対象地の AMATA スマートシティハロン周辺の工業エリア（図中の赤枠内“Industrial Area”）は、Bach Dan 川や Chanh 川の氾濫原にあり、河川洪水による浸水リスクが高い。AMATA スマートシティハロンに居住する人には、周辺の工業エリアも多いと考えられることから、AMATA スマートシティハロン周辺地における洪水等の災害についても、の AMATA スマートシティハロンへ間接的な影響がある。

出典：調査団作成

図 6-2：調査対象地の自然条件

6.2.2 調査対象地の現地状況

調査対象地の現地状況写真を以下に示す。撮影位置は以下に示す。（2021 年 3 月撮影）



出典：調査団作成

図 6-3：現地写真撮影位置

撮影位置①：タウンシップエリア　海岸部（Yen Lac 川左岸）

撮影位置②：タウンシップエリア　低平地（内陸部）

撮影位置③：タウンシップエリア　低平地（東部：丘陵地ふもと）

出典：調査団作成

図 6-4：現地写真

撮影位置④：タウンシップエリア　海岸部

撮影位置⑤：Industrial Area

撮影位置⑥：Industrial Area

出典：調査団作成

図 6-5：現地写真

6.2.3　マスタープラン（SJ）に基づく開発後の災害リスク

SJ 社によるマスタープランでは対象地区全体で嵩上げ（+3.00～+4.70）が計画されており、これは気候変動による海面上昇も考慮し、浸水リスクのない高さとして設定されたとされている。このため、計画どおりに嵩上げが実施されれば、AMATA スマートシティハロンの対象地内においては、高潮や洪水による浸水のリスクは低いと判断される。また、開発後では内水（雨水）による浸水が懸念されるが、SJ のマスタープランにより、ブロックごとに雨水排水対策が計画されている。また、別事業による河川堤防（+6.00m）も計画されているとのことである。

以上より、AMATA スマートシティハロンの対象地での災害リスクは限定的であると判断される。一方で周辺地域については、主要河川沿いに位置するため、嵩上げが十分でない場合には、河川洪水による浸水リスクがある。

6.3 防災インフラ整備に係るビジョン及び事例

6.3.1 防災インフラ整備におけるビジョン及びコンセプト

前述の「ベトナムの課題・戦略」「スマートシティの潮流」及び「対象地の災害リスク」の整理結果より、ハロンに適用可能なビジョン、コンセプト、個別目標は以下のとおり抽出される。

【ビジョン】
■人命と財産の損失、天然資源と文化遺産の被害、環境の悪化を最小限
■グリーン成長、持続可能な開発、可能性と優位性の開拓と促進、資源利用の効率化、資源と人々の最適な利用、生活の質の向上

【コンセプト】
■安全安心の確保

【個別目標（対象地の災害に適用可のもの）】
■予警報能力・情報伝達の向上、防災情報インフラ（ソフト面）
■設計及び地域計画への防災の考慮（計画）
■堤防システムの強化、地盤の嵩上げ等（ハード面）

6.3.2 防災インフラ施策のメニュー

国内事例として取り上げた横浜市の事例を参考に、防災インフラ施策のメニューを整理するが、ハード面の施策等の一部施策はすでにマスタープラン等にて考慮されており、特に新しい施策として導入できる防災インフラとしては着色した予警報・防災情報インフラの整備となる。ハード面及びソフト面の双方を整備することで、レジリエントなスマートシティの構築に資するものとする。

表 6-1：防災インフラ施策のメニュー

分類1	内容	国内事例・横浜事例	ハロンへの適用
ソフト面	予警報・防災情報インフラ	情報受伝達施設の防災インフラの整備[エ横浜 22]	・Industrial Zone と連携した防災情報の伝達ができるか。
ソフト面	避難所・避難経路の指定	避難経路・避難施設・備蓄倉庫の整備[エ横浜 22] TP+5.0m以上の避難経路の整備[エ横浜 22]	・Industrial Zone と連携した防災情報の伝達ができるか。
ソフト面	サイン設置・防災マップ	情報端末・デジタルサイネージ[エ横浜 22]	・Industrial Zone と連携した防災情報の伝達ができるか。
ソフト面	ハザードマップの整備	（通常のインフラ整備）	-
ハード面	堤防の整備	（通常のインフラ整備） ＋α　親水拠点・遊歩道の整備[エ横浜 22]	（すでに計画ありとの情報）
ハード面	遊水池の整備	鶴見川多目的遊水地[日産スタジアム]	河川の下流部であり効果は低い
ハード面	地盤の嵩上げ	計画的な地盤面嵩上げ[エ横浜 22]	MP にて考慮済み（気候変動を考慮した計画外力）
ハード面	雨水浸透施設、雨水貯留施設、排水施設の整備	1/30 対応の貯留排水施設の整備[エ横浜 22] 開発に伴う敷地内貯留施設[エ横浜 22] 公共空間における貯留施設の整備[エ横浜 22]	雨水浸透施設については地下水位が高いため効果が低い。その他の雨水貯留施設は適用できるか。
ハード面	軟弱地盤対策	D-Box 工法[本邦技術]	軟弱地盤への適用可能
計画面	緊急輸送道路（幹線道路）の機能強化、防災拠点の整備	-	・域内主要地点から域外幹線道路の機能強化
計画面	建築物の浸水対策の実施		地盤の嵩上げにより対象地の計画外力に対する浸水リスクは低い。
計画面	公共施設の適正配置		地盤の嵩上げにより対象地の計画外力に対する浸水リスクは低い。
計画面	浸水リスクの高い地域の特定		地盤の嵩上げにより対象地の計画外力に対する浸水リスクは低い。

出典：調査団作成

6.3.3 防災の主流化

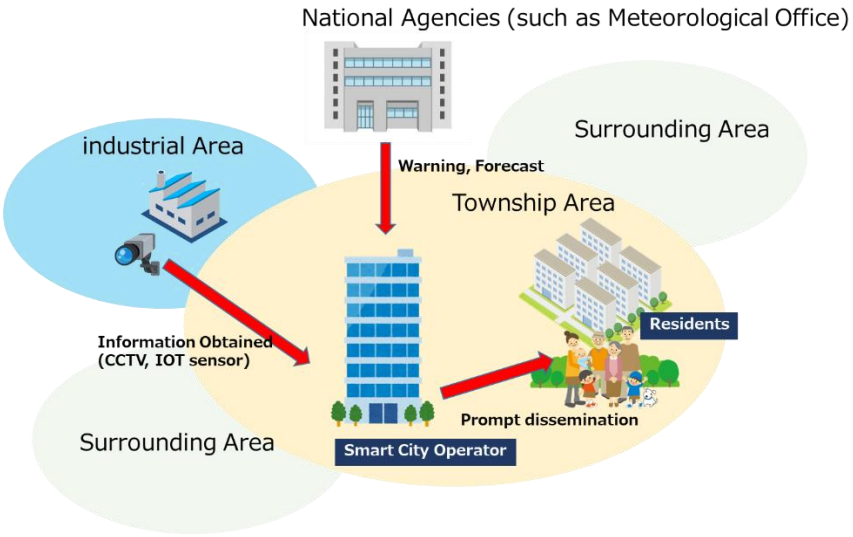
上記表の計画面の項目とも関連するが、個別の基幹インフラ整備においても、防災・減災の観点で計画されることが重要である。既存のマスタープランにおいても、基幹道路における嵩上げ等、防災・減災を考慮した計画となっている。また、電力インフラにおけるリダンダンシーの確保等、スマートシティにて提案する個別インフラについても、防災の主流化を観点に取り入れることが重要である。

6.4　防災インフラ整備の提案

前述で整理した防災施策のうち、堤防システムの強化、地盤の嵩上げ等といったハード対策は既存のマスタープラン（SJ）において、考慮・計画されている。これらのハード対策が整備されるという前提のもとで、ソフト面での防災インフラ（予警報能力・情報伝達の向上、防災情報インフラ）を提案する。

6.4.1　ICT 技術を活用した予警報情報・防災情報の提供（安心・安全なまちづくり）

スマートシティの住民及び訪問者の安心及び安全の確保のためには、予警報情報・防災情報の適切な提供が重要である。ここで予警報情報としては、風や高潮・洪水に関する予警報や気象情報であり、国家水文気象局より公表される情報を主とする。また防災情報としては、洪水等の発生状況や道路の通行情報、避難施設・避難路の情報等、ハロンのタウンシップ及び周辺の Industrial Area において取得される情報を主とする。ハロンのタウンシップエリアは地盤の嵩上げ等の対策により、洪水リスクは抑えられているものの、Industrial Area を含めた周辺地域においては洪水リスクの高いと考えられる地域もあり、住民・利用者の安全のためには周辺地域も含めた情報の取得及び提供が必要である。



出典：調査団作成

図 6-6：防災情報提供の概念図

①　施策概要

【予警報情報の提供】

情報受伝達施設・システムの整備（情報端末、デジタルサイネージ、防災無線等）により、国家水文気象局等の行政機関より公表された予警報情報を①スマートシティの運営者や行政、及び、②スマートシティの利用者・住民へ提供する。

【防災情報の提供】

防災カメラや IOT センサーによる取得した情報を、情報受伝達施設・システムの整備（情報端末、デジタルサイネージ、防災無線等）により、①スマートシティの運営者や行政、及び、②スマートシティの利用者・住民へ提供する。

② サービス提供者・利用者

本サービスはタウンシップエリアの居住者や利用者の安心・安全の向上を目的としており、すでにマスタープランにて考慮・計画されているハード対策（公共により整備されるものを含む）に加えて、スマートシティとしての付加価値向上を図るものである。このため、情報受伝達施設・システムの整備（情報端末、デジタルサイネージ、防災無線等）や情報取得システム（防災カメラや IoT センサー）については、一般的にスマートシティのデベロッパーにより整備される必要がある。ただし予警報情報については国家水文気象局より情報提供を受けるものである。

③ デジタル要素・非デジタル要素

本システムは情報取得・提供を主体としたものであるが、情報の有効な活用のためには、避難経路や避難施設の指定等の非デジタル要素との連携が重要であり、このためには行政機関との調整も必要となる。

デジタル要素：
情報受伝達施設・システム（情報端末、デジタルサイネージ、防災無線等）、情報取得システム（防災カメラや IOT センサー（気温、降水量、水位、騒音、大気汚染等）

非デジタル要素：
避難経路・避難施設の指定、（予警報情報の伝達・通知に係る国との取り決め（必要に応じて））

活用データ：
浸水/水位データ、もしくは浸水等の被害報告データ、（交通データ、人流データ）、道路や避難施設の状況に関するデータ、予警報データ（気象・高潮・洪水の予報及び警報、気象情報、その他災害に関する警報）

④ 事業化への考察

本事業への投資は一般にスマートシティのデベロッパーにより実施される必要があるが、本システムの整備に対して、利用者収入を期待することはできない。また防災に係る情報取得及び情報の配信は、タウンシップの所得区分に応じてサービスを提供することは困難であることを考慮し、防災インフラの整備はロードマップには含めずに、将来のサービス提案の参考とする。

6.4.2　移動系デジタル防災行政無線システム(参考事例)

ICT 技術を活用した予警報情報・防災情報の提供に関連した本邦技術として、移動系デジタル防災行政無線システムがある。無線を使ったサービスとしては「移動系」のものと「同報系」のものがある。ここで「移動系」は車載型や携帯型の移動局と役所や防災センター等との通信を行うものであり、「同報系」は屋外拡声器や戸別受信機（いわゆる日本の市町村の（防災無線）のようなもの）を介して、役所や防災センターの情報を住民等へ伝える形式である。

ハロンのタウンシップエリアの域内は地盤の嵩上げにより洪水等のリスクの低い地域であるということであるが、たとえば周辺の河川の上流域等に水位計等を設置し、その情報を担当部局で集約・発信すること等は可能である。ただし、一般には行政向けのサービスであるため行政と民間の棲み分けを考慮する必要がある。

また、静止画の伝送も可能であり、河川や道路等に設置したカメラの画像を、一定間隔ごとに、もしくは、必要と判断したときに、無線で伝送することも可能である。

なお、無線方式は日本と海外で異なるため、ベトナムにて使用される無線方式に対応するものとする必要がある。

図 6-7：移動系デジタル防災無線の国内事例

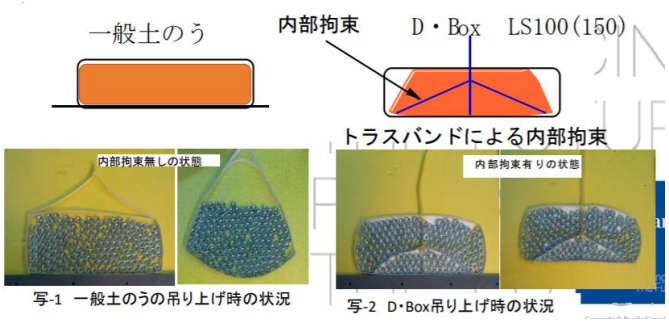
出典：株式会社 JVC ケンウッド ホームページ
（https://www.kenwood.com/jp/newsrelease/2017/20170310.html）

6.4.3　軟弱地盤対策（D-Box）（参考事例）

対象地域はハロン湾に面した低平地にあり、開発地の造成にあたっては軟弱地盤対策が必要となるが、適用可能性のある本邦技術として、軟弱地盤対策として土のう型の補強土である D・Box 工法があり、以下の使用実績がある。

1) 軟弱地盤上の道路トラフィカビリティの改善
2) 軟弱地盤の浅い基礎としての地盤補強
3) 振動対策（道路振動、鉄道振動、建設重機振動）
4) 液状化低減対策（一般道路等）
5) 噴砂対策（鉄道）

本工法は、中詰め材（砂，砕石）の調達性や特殊な重機が不要であり、施工性に優れることからミャンマー等、海外における施工実績もあり、軟弱地盤上の補強による道路の施工（トラフィカビリティの改善）等、導入可能性があるものと考える。



出典：国土交通省ホームページ
（https://www hkd mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000001su5n-att/splaat000001sug4.pdf）

図 6-8：D-Box 工法の概要(一般的な土のうとの比較)

出典：国土交通省ホームページ
（https://www hkd mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000001su5n-att/splaat000001sug4.pdf）

図 6-9：D-Box 工法敷設例（日本における軟弱地盤路床への適用）

第7章　スマートインフラのデータ利活用（分野横断型のイノベーション創出）

スマートシティ実現のため、スマートインフラから収集するデータの種類を整理し、それらデータを活用したインフラの全体最適化の方策について、データ利活用を可能とする都市 OS の構築を前提に、スマートシティサービスの検討、利活用するデータの種類を整理し、インフラ以外の分野でのデータ活用についての価値創出コンセプトを立案する。

7.1　データ利活用検討における前提条件の整理

7.1.1　ベトナムにおけるデータ利活用戦略

ベトナムでは、スマートシティ及びデータ利活用の戦略として、「2018 年から 2025 年までのベトナムの持続可能なスマートシティ開発計画及び 2030 年までの方針（2018.8、首相決定 950/QD-TTg）」が打ち出されており、ICT を活用することで、都市行政の効率的な管理、土地やエネルギーなど資源の効率的な活用、生活の質の向上、社会経済の発展を目指し、同時に、いかなる社会階級の人々も恩恵を受け、環境に配慮した持続可能な開発を促進するという方針にも貢献することが基本的な方針となっている。（図 7-1）

2018年から2025年までのベトナムの持続可能なスマートシティ開発計画 および2030年までの方針　（2018.8、首相決定950/QD-TTg）	
考え方	➢ICTを活用することで、都市行政の効率的な管理、土地やエネルギーなど資源の効率的な活用、生活の質の向上、社会経済の発展を目指す。 ➢同時に、いかなる社会階級の人々も恩恵を受け、環境に配慮した持続可能な開発を促進するという方針にも貢献。
課題・解決策	①法制度、政策、経済的・技術的規範の体系の見直し、持続可能なスマートシティ開発に関するガイドラインの公布 ②スマートシティ分野における基礎科学研究の推進 ③デジタル都市空間データシステムと全国都市データベースの構築 ④スマートテクノロジーのまちづくりへの適用 ⑤スマートな都市インフラの整備 ⑥都市居住者のためのスマート機器の開発 ⑦持続可能なスマートシティ開発のための人材育成、研究・開発等の推進 ⑧国内外からの投資資本の確保、技術支援の拡大 ⑨スマートシティ開発に関する国際協力、技術交流・移転の推進 ⑩スマートシティの普及啓発

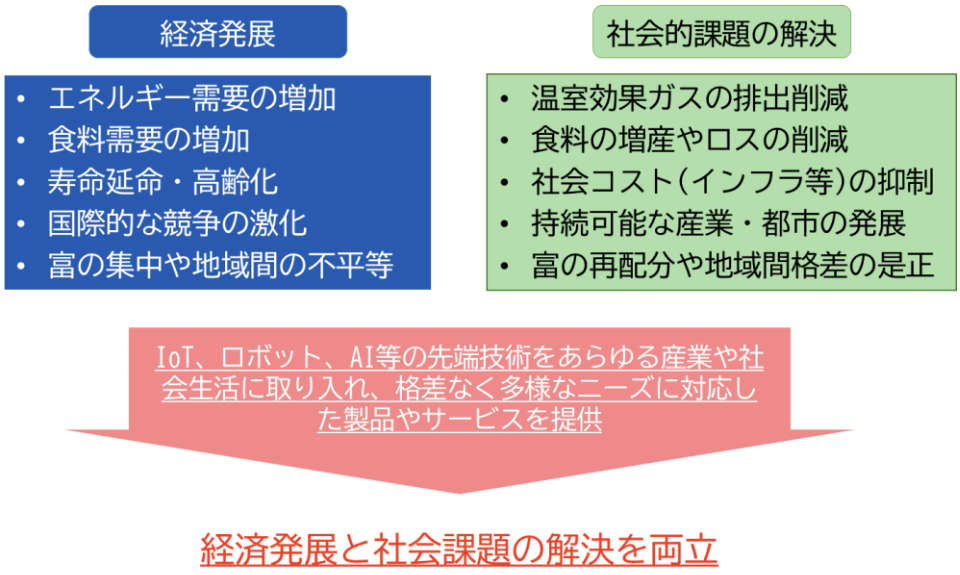
出典：2018 年 8 月 1 日付のベトナム国首相による決定（No.950 / QD-TTg）を基に調査団作成

図 7-1：ベトナムにおけるデータ利活用戦略

7.1.2　データ利活用に関する日本の事例：Society5.0 というコンセプト

Society5.0 とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会

（Society）として、狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指し、第５期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱されたコンセプトである。これまでの情報社会（Society 4.0）では、人がサイバー空間に存在するクラウドサービス（データベース）にインターネットを経由してアクセスして、情報やデータを入手し、分析を行ってきたが、Society 5.0 では、フィジカル空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間に集積される。サイバー空間では、このビッグデータを人工知能（AI）が解析し、その解析結果がロボットなどを通じてフィジカル空間の人間にさまざまな形でフィードバックされることで、これまでにはできなかった新たな価値が産業や社会にもたらされることが期待されている。また、我が国のみならず世界のさまざまな課題の解決にも通じ、国連の「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals：SDGs)の達成にも通じる考え方である。（図 7-2）本コンセプトは、ベトナムにおけるデータ利活用の方針とも整合している。

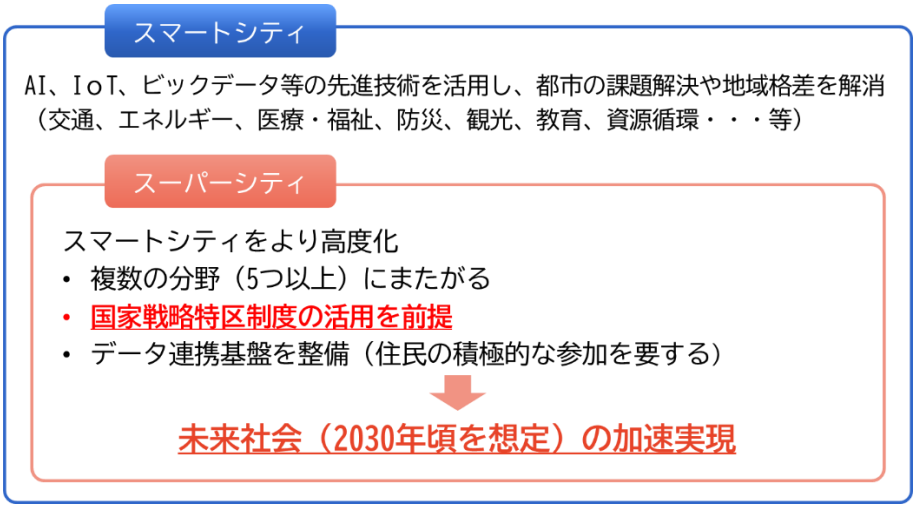


出典：内閣府の資料を参考に調査団作成

図 7-2：Society5.0 の概念

7.1.3 スマートシティとスーパーシティの定義

データ利活用を前提としたスマートシティの構築を検討する上で、スマートシティ及びスーパーシティの定義について整理する。スマートシティは、交通、エネルギー、医療・福祉、防災、観光、教育、資源循環などの分野において、AI、IoT、ビックデータ等の先進技術を活用し、都市の課題解決や地域格差を解消することが期待された都市である。スマートシティに包含される形で、さらに高度化したものがスーパーシティと定義されている。複数の分野（5 つ以上）にまたがり、国家戦略特区制度の活用を前提とし、データ連携基盤を整備が求められる。（図 7-3）



出典：内閣府の資料を参考に調査団作成

図 7-3：スマートシティとスーパーシティの定義

スーパーシティの定義として、図 7-4 に例示するとおり、生活全般に関係する領域のうち少なくとも 5 つ以上の領域をカバーすることが求められている。本調査での対象都市である AMATA スマートシティハロンでも、5 つ以上の領域をカバーする都市計画がなされていることから、スーパーシティに該当するといえる。

		ハロンタウンシップとの関連性
①移動	自動走行、データ活用による交通量管理・駐車管理、マルチモード輸送（MaaS)など	○
②物流	自動配送、ドローン配送 など	○
③支払い	キャッシュレス など	△
④行政	パーソナルデータストア（PDS)、オープンデータプラットホームワンストップ窓口、APIガバメント、ワンスオンリー など	○
⑤医療・介護	AIホスピタル、データ活用、オンライン（遠隔）診療・医薬品配達 など	△
⑥教育	AI活用、遠隔教育 など	△
⑦エネルギー・水	データ活用によるスマートシステム など	○
⑧環境・ゴミ	データ活用によるスマートシステム など	○
⑨防災	緊急時の自立エネルギー供給、防災システム など	○
⑩防犯・安全	ロボット監視 など	△

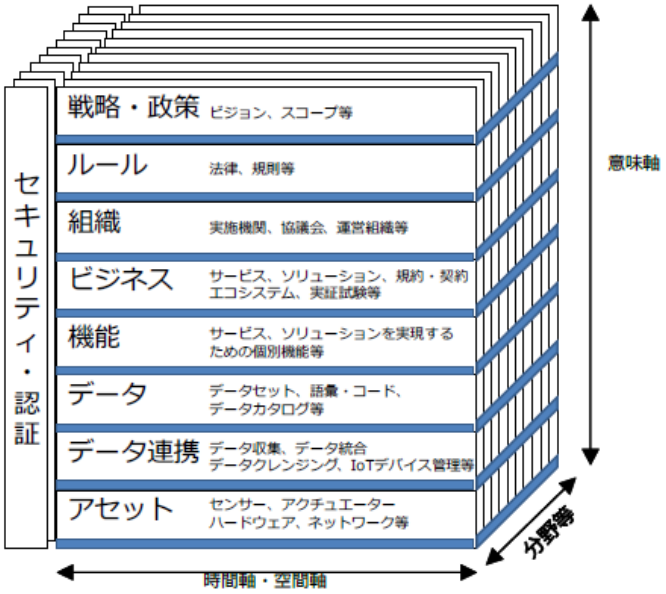
出典：内閣府の資料を参考に調査団作成

図 7-4：スーパーシティがカバーする領域（例示）

7.1.4 スマートシティリファレンスアーキテクチャ

以上を踏まえ、スマートシティ・スーパーシティ実現のため、スマートインフラから収集するデータを活用したインフラの全体最適化の方策を検討し、さらに他分野でのデータ活用による価値創出コンセプトを立案するにあたり、内閣府が提言するスマートシティリファレンスアーキテクチャーを参考とする。

スマートシティリファレンスアーキテクチャとは、スマートシティ構築を検討する上で参照する設計図のことで、参照することで、スマートシティの推進を目指す地域が各々の地域の特性に合ったスマートシティの設計図（スマートシティアーキテクチャ）をつくることを可能とする。本章では、スマートシティリファレンスアーキテクチャを参考に、データ利活用のコンセプトについて検討していく。



出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティ
リファレンスアーキテクチャ White paperP.5

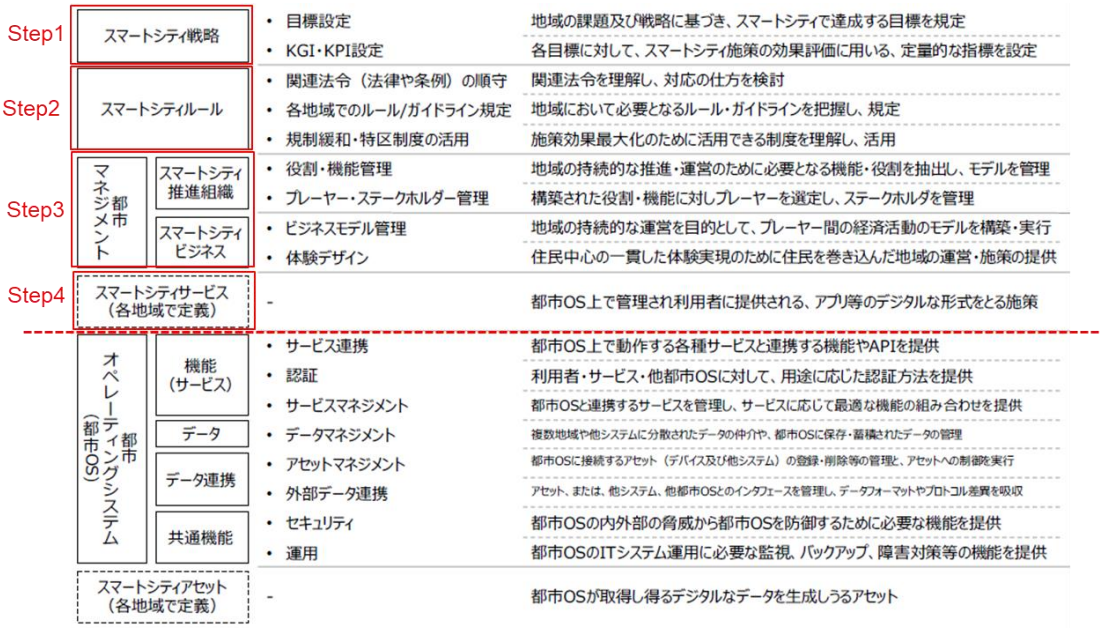
図 7-5：Society5.0 リファレンスアーキテクチャ

スマートシティリファレンスアーキテクチャでは、スマートシティを構築する上で重要な 4 つのコンセプトを示している。

1. 利用者中心の原則
   すべてのスマートシティに関与する者は、常にスマートシティサービスの利用者を意識してスマートシティの取り組みを進める必要があること
2. 都市マネジメントの役割
   スマートシティが持続的に運営され続けるためには、地域全体をマネジメントする機能が必要であること
3. 都市 OS の役割
   都市 OS を通じてスマートシティサービスを提供することで、データやサービスが自由かつ効率的に連携されること
4. 相互運用の重要性
   日本全体で効率よくスマートシティ化を推進するためには、他地域や他システムとの相互運用を効率よく行える必要があること

スマートシティリファレンスアーキテクチャの構成要素は、図 7-6 のとおりである。スマートシティリファレンスアーキテクチャに基づき AMATA スマートシティハロンのスマ

ートシティとしてのデータ利活用方針の前提条件及びスマートシティサービスを整理する。

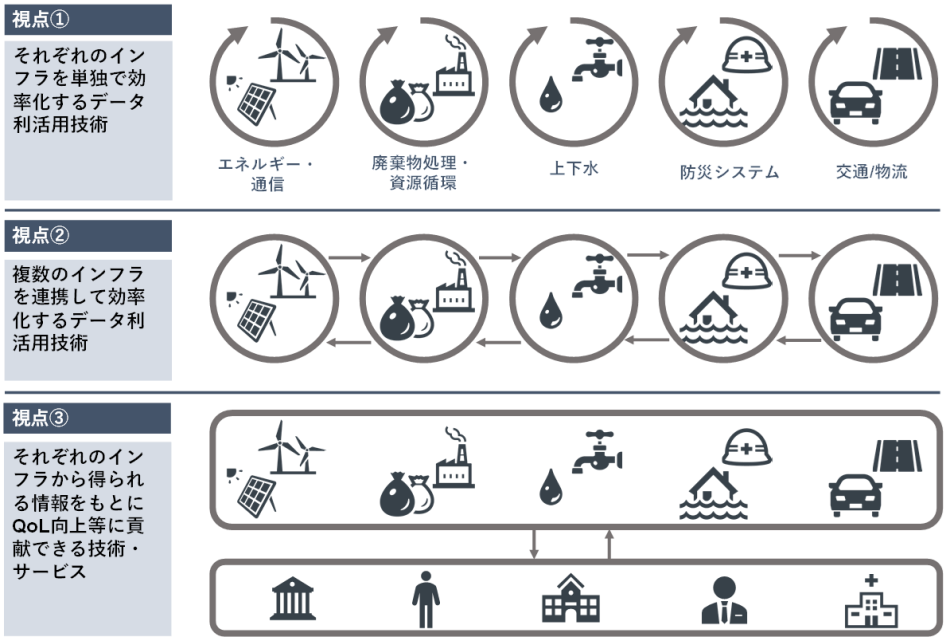


出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティリファレンスアーキテクチャ White paper P.13

図 7-6：リファレンスアーキテクチャの構成要素

7.1.5 利活用データの整理について

利活用するデータの内容・種類の整理については、提案されるサービスからデジタル要素のあるものを抽出し（＝スマートシティサービス）、次の視点で整理することとする。①個別の各インフラでのデータ利活用、②複数のインフラが連携してのデータ利活用という視点でデータの種類を整理し、③インフラ以外の分野でのデータ活用による価値創出コンセプトを立案する。（図 7-7）



出典：調査団作成

図 7-7：3 つの視点でのデータ利活用方針の検討イメージ

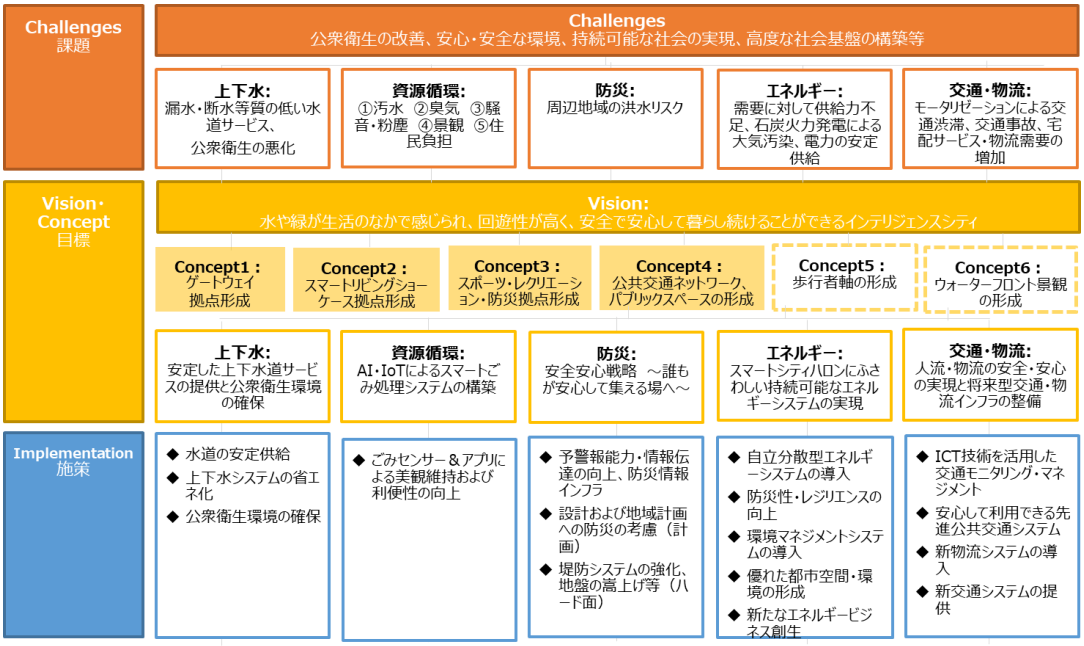
7.2 データ利活用による価値創出コンセプトの検討

7.1 を踏まえ、データ利活用による価値創出コンセプトの検討のために、スマートシティリファレンスアーキテクチャに基づき、都市 OS 構築を前提に、データ利活用方針の前提条件、スマートシティサービス及び利活用データ、都市 OS における利活用データについて整理する。

7.2.1 スマートシティにおけるデータ利活用方針の前提条件の検討

Step1：スマートシティ戦略

当該地域の課題・背景を洗い出し、地域の課題の全体像を把握する。これに併せ、その地域が保有し、活用しうるアセット（教育・研究機関、主要産業、歴史・文化・食・自然等）を理解する。これらを踏まえ、集中と選択も考慮しつつ、スマートシティで解決したい中心課題を大目標として選択する。大目標を達成するために必要な小目標をブレークダウンするように検討し、施策を据える。本調査の対象地域は、新しく開発するエリアのため、ベトナム国全体における課題・背景を中心に、それを解決するための目標、目標を実現するための施策を検討した。（図 7-8）

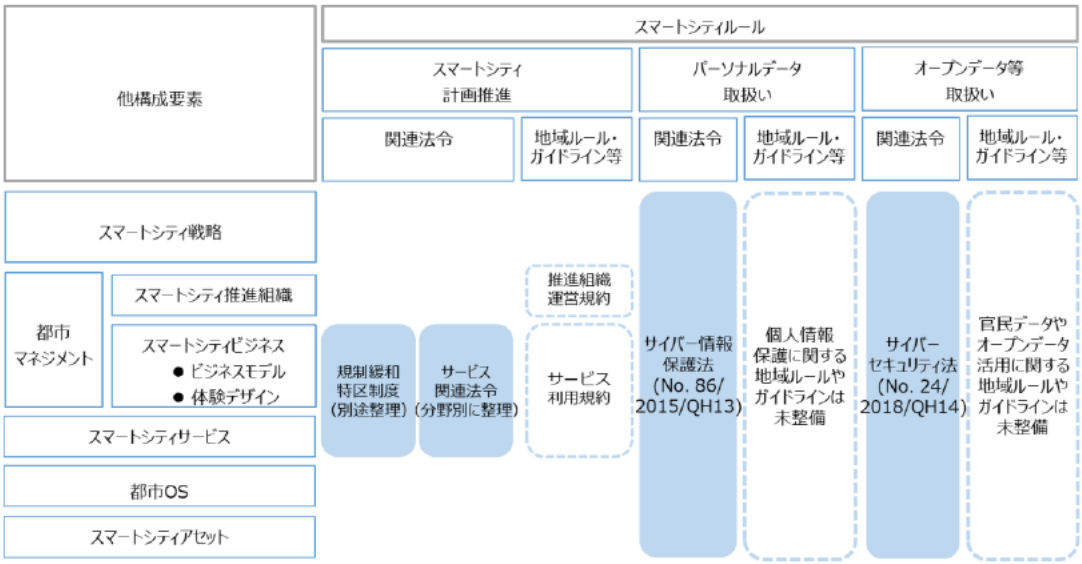


出典：調査団作成

図 7-8： AMATA ハロンにおけるスマートシティ戦略案

Step2：AMATA ハロンにおけるスマートシティルールの整理

スマートシティの計画を実施・運営、サービス提供を実施するにあたり、①国等の定める関連法令を順守し、また利用者目線に立ったサービス提供を行うための②スマートシティ組織の運営やサービス提供に関する適切なルール策定が必要となる。さらに、社会的な要請に対応した新たなサービスを提供するために、③規制緩和等を活用することも想定される。これらの観点も踏まえ、AMATA ハロンスマートシティの計画を実施・運営、サービス提供を実施するにあたり、関連法令や地域ルール・ガイドライン、サービス利用規約等について整理する。（図 7-9）現在、ベトナムでデータ利活用に関連する法令は、サーバー情報保護法及びサイバーセキュリティ法がある。表 7-1 にその概要を示す。



出典：調査団作成

図 7-9：AMATA ハロンにおけるスマートシティルールの整理

表 7-1：ベトナムにおけるデータ利活用に関連する法令

関連法令	施行年	概要	課題
サイバー情報保護法 (No. 86/ 2015/QH13)	2016 年 7 月	「情報の完全性、機密性及び可用性を保障するため、個人又は組織の個人情報を不法入手、利用、開示、妨害、改変又は工作から保護すること」を目的としている。同法では、個人情報とは特定の人物の個人識別認証と関連付けられる情報を意味しており、組織又は個人が個人情報を収集及び利用する場合、当該組織又は個人は、以下の各号を義務付けられる。 ● 当該情報の収集及び利用の範囲及び目的に関する個人情報所有者の同意を取得した後に限り、個人情報を収集すること。 ● 当初の目的以外の目的については、その同意を取得した後に限り、収集された個人情報を利用すること。 ● 個人情報所有者の同意を取得した場合又は所轄当局の要請がある場合を除き、自己が収集、入手又は管理する個人情報を第三者に提供、 拡散又は第三者と共有してはならない。	スマートシティ運用において取得する情報のどこまでが、個人情報に該当するか。該当する場合、個人情報を利用したサービスが可能か。現状は、日本で導入されている「匿名加工情報制度」のように、匿名加工することで利活用が広がるような仕組みはないが、将来的にそういった仕組みの整備も待たれる。

サイバーセキュリティ法 (No. 24/ 2018/QH14)	2019 年 1 月	ベトナムにおいてテレコムネットワークやインターネット上のサービス、サイバー空間上におけるサービス等を提供し、個人情報等を取り扱う企業（「インターネット企業」）は、(i) 内国企業か外国企業であるかを問わず、一定期間、ベトナム国内のサーバーに当該情報を保存しなければならず、また、(ii) 外国企業については、ベトナム国内に支店又は駐在員事務所を設置することが義務付けられている。	AMATA(タイ企業)や日系企業によるスマートシティ開発ということで、データの越境移転が発生する可能性があると考える場合、左記の対応が求められる。ただし情報保存・設置義務を負う対象企業の要件があり、義務の履行においては猶予期間が設けられているなど、現状の法制度ではそこまで厳しいものではない。

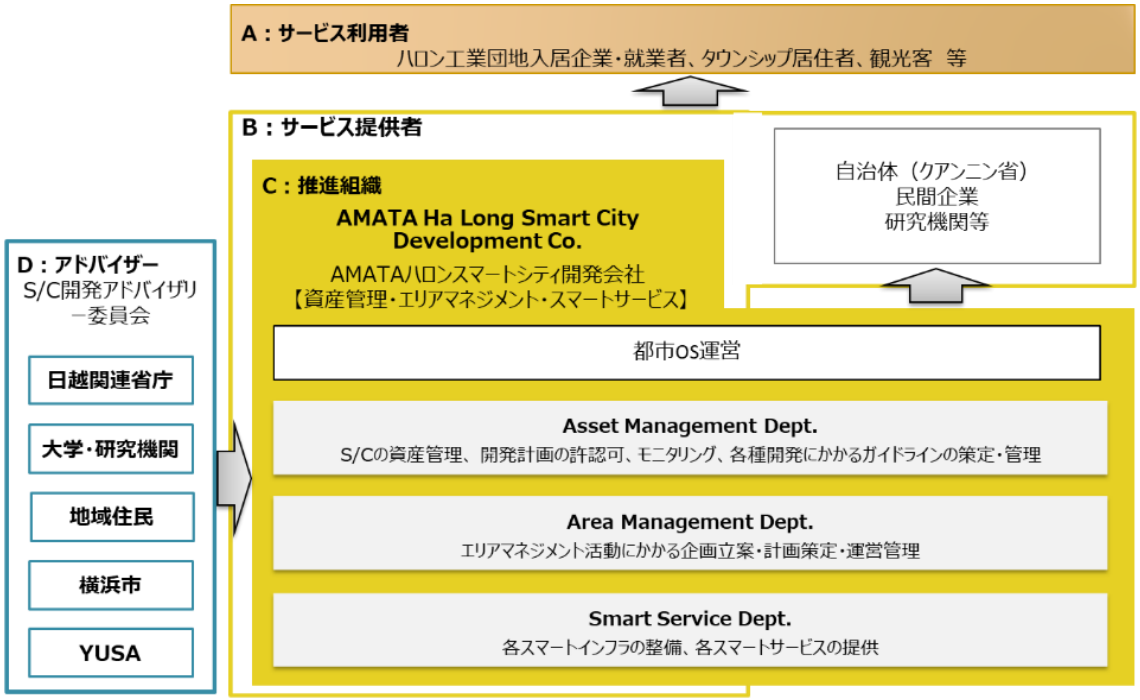
出典：調査団作成

Step3：都市マネジメント

都市マネジメントとは、その地域のスマートシティ事業に係る推進組織やステークホルダーを整理し、ビジネスモデルを描くためのフレームワークであり、これにより、持続的なまちづくりを実現することができる。都市マネジメントは大きく分けて、「スマートシティ推進組織」と「スマートシティビジネス」の要素からなる。

Step3-1：スマートシティ推進組織

スマートシティにおけるステークホルダー（サービス提供者や利用者）や現地のプレーヤーを整理し、どのような主体が「スマートシティ推進組織」として、どのような機能を持っていくのかを検討する。AMATA ハロンにおけるスマートシティ推進組織がスマートシティのステークホルダーや現地プレーヤーの中でどのように位置付けられ、どのような機能を持つのかについて以下のとおり整理した。（図 7-10）



出典：調査団作成

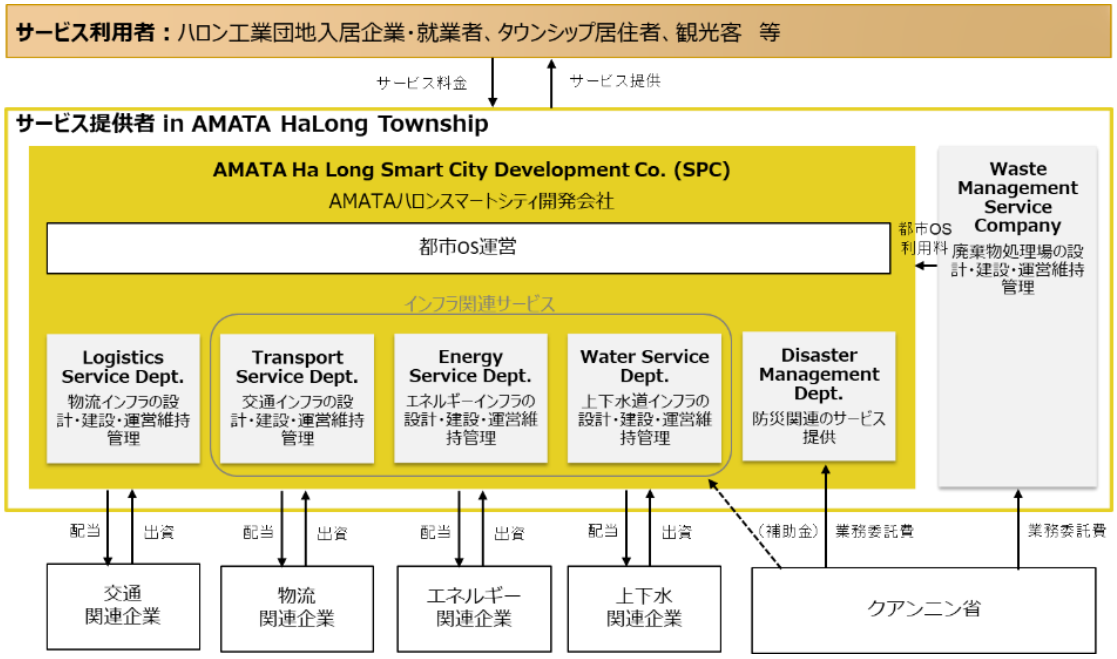
図 7-10：AMATA ハロンにおけるスマートシティ推進組織案

Step3-2：スマートシティビジネス

スマートシティビジネスは「ビジネスモデル」及び「体験デザイン」で構成されている。

- ビジネスモデル：
  スマートシティ関係者について役割・機能を整理した上で、それらの関係性（主にサービスと対価・財源）について検討し、明らかにする。
- 体験デザイン：
  「スマートシティ戦略」で検討した施策を達成するための具体的サービスについて、デジタル・非デジタル要素を考慮して検討する。複数サービスに共通機能が存在する場合、都市 OS の共通サービスとして装備する。

AMATA ハロンにおけるスマートシティビジネスモデル案として、将来像のイメージとして以下のとおり整理した。（図 7-11）



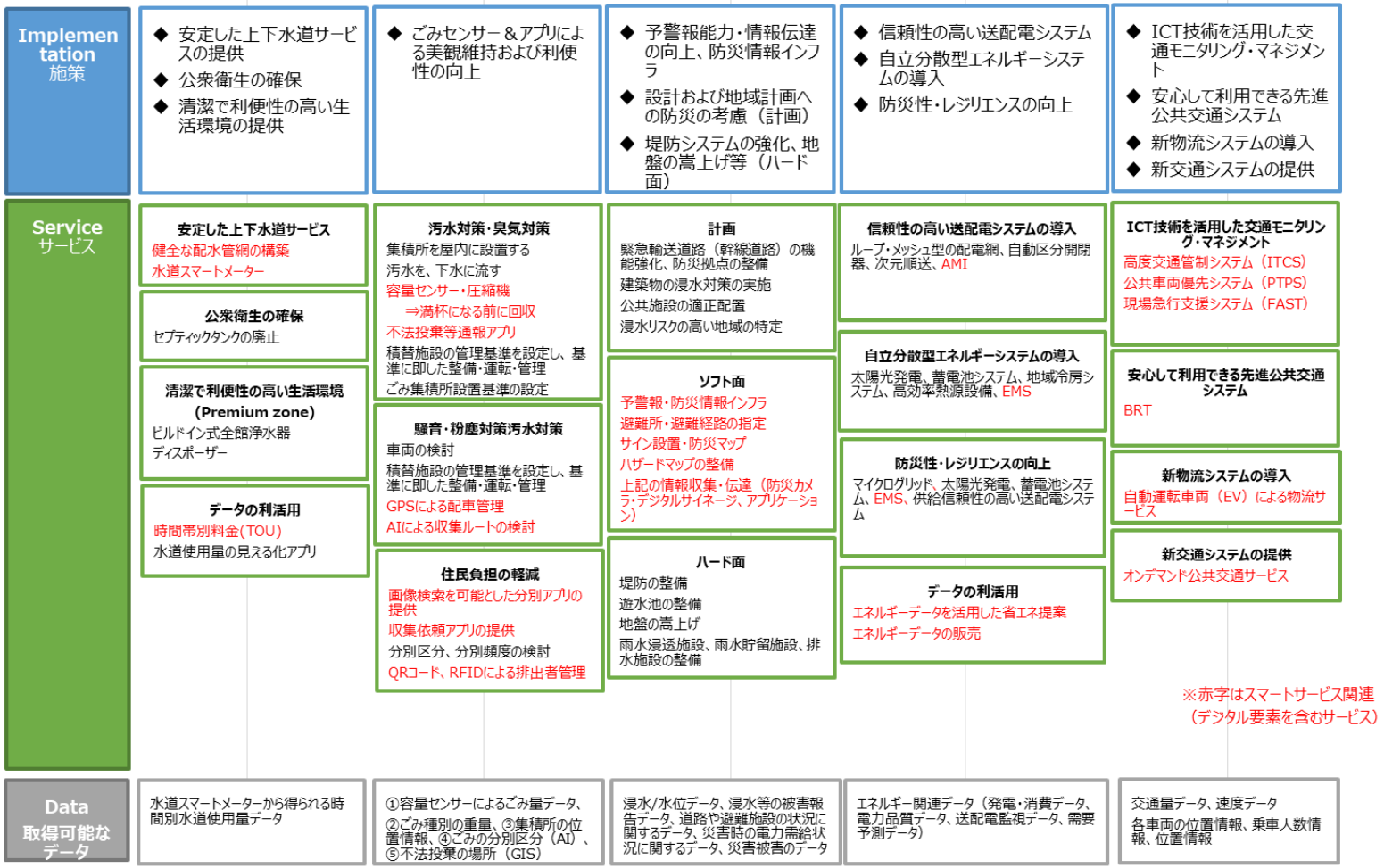
出典：調査団作成

図 7-11：AMATA ハロンにおけるスマートシティビジネスモデル案

Step4: スマートシティサービス：

スマートシティサービスは、都市 OS 上で管理され利用者に提供される、デジタルな形式をとる施策であり、各対象地域に合わせ検討・定義される。

AMATA スマートシティハロンにおける具体的サービスについて、各分野での提案内容に基づき、デジタル・非デジタル要素を考慮し、以下のとおり整理した。赤字で示してあるものを、デジタル要素を含むスマートシティサービスとする。（図 7-12）



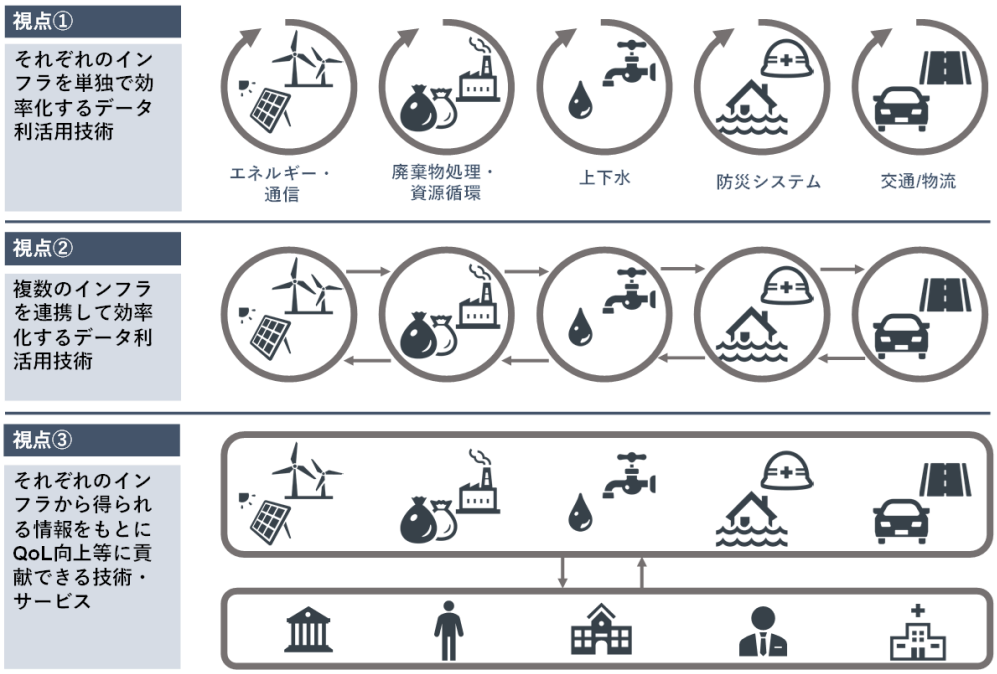
出典：調査団作成

図 7-12： AMATA ハロンにおける体験デザイン検討

7.2.2　スマートシティサービスにおけるデータの整理

前述で整理したスマートシティサービスにおいて、関連する利活用データについて検討する。7.1.5 で示した、①個別の各インフラでのデータ利活用、②複数のインフラが連携してのデータ利活用、③インフラ以外の分野でのデータ活用による価値創出コンセプトの立案という視点でデータを整理する。（図 7-13）

①については、図 7-12 でデジタル要素を含むスマートシティサービスとして抽出したものを対象とするサービスとし、その関連するデータについて各分野での検討に基づき整理する。②については、①の検討を踏まえると共に、他のスマートシティでのデータ利活用事例に基づき整理し、③について提案する。



出典：調査団作成

図 7-13：3 つの視点でのデータ利活用方針の検討イメージ（再掲）

7.2.3　個別の各インフラでのデータ利活用

各スマートシティサービスにおいて、各スマートインフラ単独で効率化を図るデータ利活用のためのサービス及び活用するデータについて下表で整理する。

【エネルギー】

サービス（デジタル要素）	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス受益者
自立分散型エネルギーシステム（太陽光発電、EMS、AMI）の導入	エネルギー運転データ（太陽光発電、エネルギー品質）エネルギー消費データ、需要予測データ、送配電監視データ、各種センサ	• エネルギー供給の高効率化 • エネルギー供給信頼性の向上 ⇒サービスの向上、電力使用料金の低減の可能性	スマートシティの住民、事業者
		• エネルギー供給の高効率化 • エネルギー供給信頼性の向上 ⇒サービスの向上、維持管理費の削減	スマートエネルギーサービス事業者

【上下水】

サービス（デジタル要素）	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス受益者
スマートメータの導入	スマートメーターから得られる水道使用量データ	• スマートフォンアプリによる水道使用量の見える化	スマートシティ住民
時間帯別料金(TOU)の導入	スマートメーターから得られる水道使用量データ	• 需要量平準化による造水コストの低減化	スマートシティ住民

【防災】

サービス（デジタル要素）	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス受益者
ICT技術を活用した予警報情報の提供	予警報情報（台風や高潮・洪水に関する予警報や気象情報）	• 住民・利用者の安全性の確保 • 災害被害の抑制 ⇒住みやすい街	スマートシティの住民、事業者 行政 スマートサービス事業者
ICT技術を活用した防災情報の提供	防災情報（特に洪水等の発生状況や道路の通行情報、避難施設・避難路の情報）	• 住民・利用者の安全性の確保 • 災害被害の抑制 ⇒住みやすい街	スマートシティの住民、事業者 行政 スマートサービス事業者

【交通・物流】

サービス（デジタル要素）	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス受益者
ICT技術を活用した道路交通モニタリング・マネジメントサービスの提供	交通量データ、速度データ	• モータリゼーションによる交通渋滞、交通事故の低減 ⇒利便性・安全性向上	スマートシティの住民、事業者
		• モータリゼーションによる交通渋滞、交通事故の低減 ⇒サービスの向上・維持管理費の削減	スマート交通サービス事業者
安心して利用できる先進公共交通システムの提供	バス車両の位置情報、乗車人数情報	• 道路のように渋滞に左右されない定時性が確保された交通機関の利用 ⇒利便性向上	スマートシティの住民、事業者
		• 待ち時間の短縮、移動時間の短縮 ⇒利便性、信頼性の向上	スマートシティの住民
新交通システムの提供（乗合オンデマンド交通サービス）	オンデマンド車両の移動・位置情報、交通状況のモニタリングデータ	• 需要が少ない地域への公共交通利用 • ドア2ドアサービス利用 ⇒利便性・安全性向上	スマートシティの住民、事業者 行政
新物流システムの導入 （自動運転車両（EV）を利用した宅配サービスや地域内拠点間の物流）	道路交通情報、配達状況データ	• 自動運転車両による人件費削減 • 物流・サービスへの応用 ⇒サービスの向上、オペレーションコストの削減	スマート物流サービス事業者

【資源循環】

サービス（デジタル要素）	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス受益者
集積場にある容量・臭気のごみセンサーによる廃棄物回収の最適化	集積場のごみ量・種別データ	• 汚水・臭気の軽減 ⇒美観維持	スマートシティの住民、事業者 行政
AIによる収集ルートの最適化	集積場のごみ量・種別データ	• 粉塵・騒音の軽減 • オペレーションの向上 ⇒サービスの向上、オペレーションコストの削減	スマート廃棄物処理サービス事業者
住民へのアプリ（分別方法や、不法投棄の通報システムなど）による利便性向上	ごみ回収データ （ごみの分別区分（AI）、不法投棄の通報情報（GIS））	• 住民負担の軽減	スマートシティの住民、事業者 行政

7.2.4 複数のインフラが連携してのデータ利活用

①で整理したデータをもとに、他のスマートシティにおけるデータ利活用事例

（Appendix）を参考に、複数のインフラが連携してのデータ利活用サービス及びそのデータについて検討する。表 7-2 に AMATA スマートシティハロンでの②複数インフラが連携してのデータ利活用案を整理する。

表 7-2：複数の分野のインフラが連携してのデータ利活用案

分野	サービス内容	活用データ	参考都市
エネルギー 交通 その他（環境、防犯）	スマートライト： 交通量を把握し、エネルギー消費の効率化を図る。さらに環境センサーを組み込むことで、湿度・温度・大気質・騒音等が計測できると共に、ビデオセンサーで顔認識システムによる防犯対策などへの応用も可能。	・交通量データ ・エネルギー消費データ ・環境データ ・顔認証データ	・バルセロナ ・シンガポール ・アムステルダム ・マンチェスター ・コペンハーゲン ・モントリオール ・メルボルン ・テルアビブ ・台北、香港　など
交通 エネルギー 上下水 その他	スマートカード/アプリ/デジタルウォレット： 都市交通サービス料金や駐車場利用料金、電気代や水道代など各種公共料金、地方税などの支払を一つの決済システムで行うことを可能とする。	・各種サービス利用データ	・アーメダバード ・プネ ・ウェリントン
エネルギー 防災 交通	VPP 防災用の蓄電池を VPP にもマルチユースすることで、平常時は VPP（DR など）により報酬を得られるようにする。また、EV を活用した VPP として、将来的には公共交通 EV の活用も期待される。	・エネルギーデータ（充放電可能量（出力（kW）、蓄電池残量（kWh 及び SOC）、周波数（Hz）、電圧（V）、充放電スケジュールなど）	・ニューヨーク州 ・カリフォルニア州 ・欧州（ドイツ・英国等）

出典：調査団作成

以上を踏まえ、AMATA スマートシティハロンにおける②複数のインフラが連携してのデータ利活用のデータを整理し、③インフラ以外の分野でのデータ活用による価値創出コンセプトとして次の 3 つサービスを提案する。

環境マネジメントシステム

背景・課題：

- ベトナムにおいてはスモッグ（PM2.5）の発生や近年北部ベトナムで頻発する猛暑による健康被害が課題となっている。このため、大気汚染指数（AQI)や気温等の観測を域内の主要地点で実施し、それらの情報を提供する。

サービス概要：

エネルギー分野や交通分野、上下水分野では環境に配慮したサービスを提供すると共に、関連情報の見える化を図る。また、環境センサー等を活用し、域内で観測されたスモッグや気象、公衆衛生に関する情報及び、それらに応じた屋外活動の留意点などの情報を住民など利用者に環境マネジメントサービスとして提供し、菅家陽影響低減に繋げる。

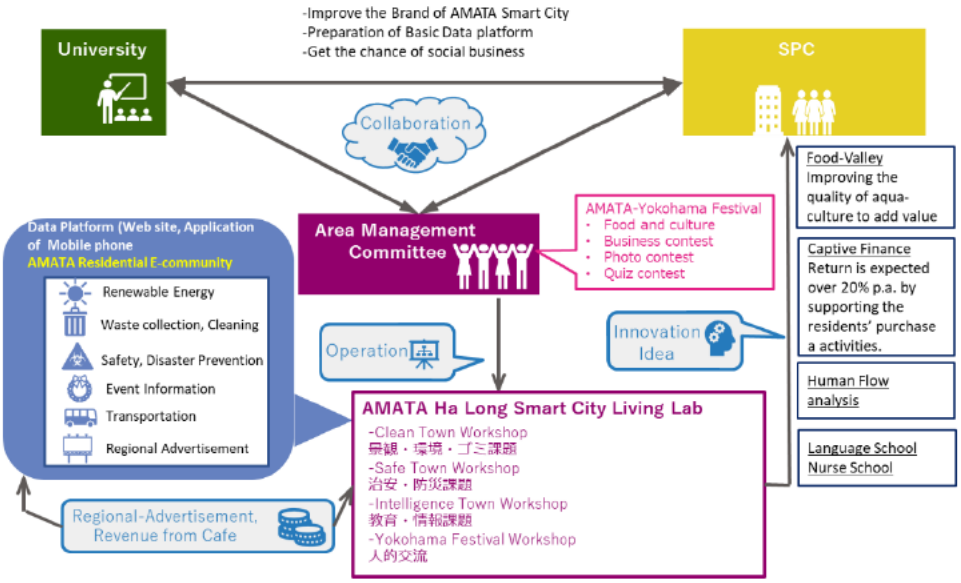
新しいビジネスの創生

背景・課題：

- ベトナムは、高経済成長率を維持しており、（2018 年、2019 年の実質 GDP 成長率 7%台、世界 5 位）、更なる成長のため、企業誘致を推進できる環境が必要である。そのような背景のもと、情報アクセス性の向上が求められている。
- インフラの適切な維持管理、効率的改善が必要とされている。

サービス概要：

都市 OS をオープンデータプラットフォーム化し、都市 OS に集積もしくは連携された利活用可能なデータを活用した新たなビジネスの創生及び研究開発、及びスマートインフラ維持管理システムによる産業や生活の安定性の確保を目指す。



出典：調査団作成

図 7-14：新しいビジネス創生（イメージ）

インフラレジリエンスの強化

背景・課題：

竜巻、豪雨、台風の発生（国立気象水文学センターの統計によると、台風は毎年約 2.1

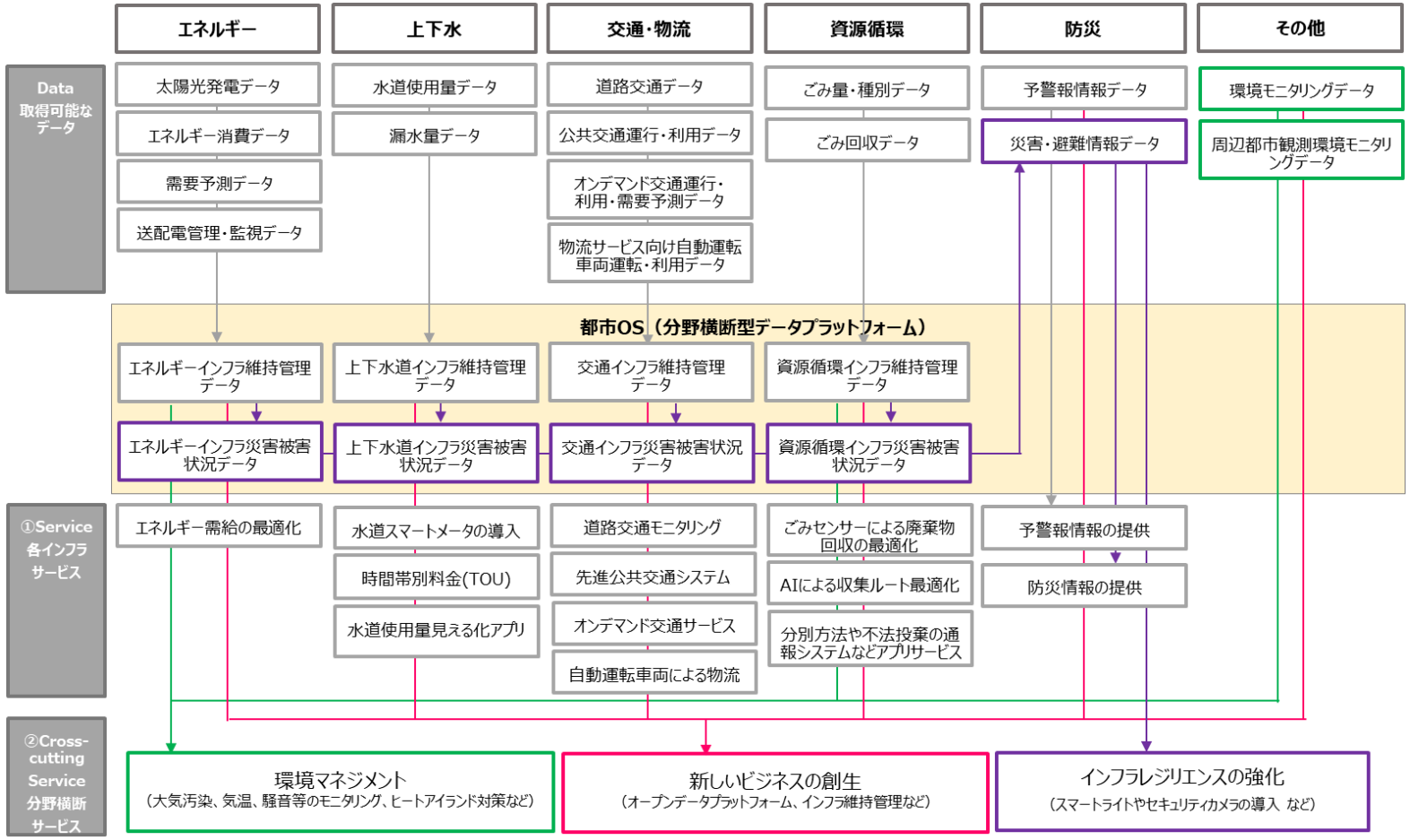
回程度クアンニン省を直撃している。1961 年から 2008 年の間に、44 回もの豪雨がクアンニン省を襲った。）

サービス概要：

大規模災害発生を見据え、各種インフラをスマート化することによって、緊急時のインフラの被害情報データを取得し、二次災害の防止など住民の安全のために活用できるよう整備を整える。また、スマートカメラやセキュリティカメラなどの設置も検討し、それらからのリアルタイム情報も防災及び災害被害の抑制に活用する。

サービス内容及び活用するデータについては、下表のとおり整理した。また、①個別の各インフラでのデータ利活用、②複数のインフラが連携してのデータ利活用、のデータについて、体系的に図で整理すると図 7-15 のとおりである。

サービス（デジタル要素）	関連分野	活用するデータ	効果・得られるメリット	サービス享受者
環境マネジメント： 環境センサー等を活用した環境マネジメントサービスの導入による環境保全	エネルギー 交通 上下水 資源循環 その他	エネルギー関連データ、環境モニタリングデータ等	• 環境汚染の改善 ⇒クリーンで持続可能な社会の実現	スマートシティの住民 スマートシティ内事業者 行政
新ビジネスの創生： オープンデータプラットフォームを活用した新たなビジネス創生および、スマートインフラ維持管理システムによる産業・生活の安定性の確保	全分野	各種インフラ関連データ、防災関連データ、その他データ等	• 企業誘致 ⇒税収アップ、ビジネスチャンス	行政 投資家・将来の潜在事業者
			• インフラ管理の最適化 ⇒維持管理費の削減	スマートシティインフラサービス事業者
インフラレジリエンス強化： 大規模災害発生を見据えたインフラのレジリエンス強化	全分野	防災関連データ、各種インフラ災害被害状況データ等	• 災害被害の抑制 ⇒住みやすい街	スマートシティの住民 スマートシティ内事業者 スマートシティインフラサービス事業者 行政

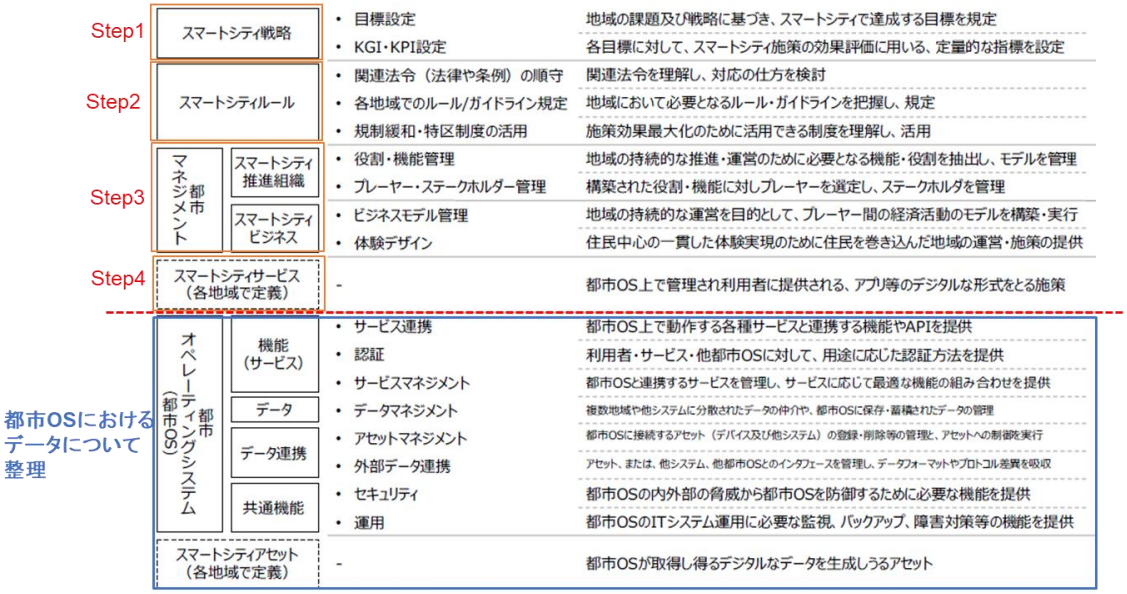


出典：調査団作成

図 7-15：AMATA ハロンにおける活用データの整理（イメージ）

7.2.5　都市 OS におけるスマートシティサービスの利活用データの整理

前述で整理した内容をもと、都市 OS におけるスマートシティサービスに関連するデータについてさらに細分化して整理していく。



出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティリファレンスアーキテクチャ White paper P.13

図 7-16：リファレンスアーキテクチャの構成要素（再掲）

(1)　データ種別

データの種別を下表に則り整理する。

表 7-3：データ種別の整理

番号	データ種別	説明
1	メタデータ	データ本体（静的データ、動的データ、パーソナルデータ等）を効率的に管理したり検索したりするために、データ本体についてのデータモデル（データ項目や形式）や属性情報等を記述した付帯データ。 データの分類として、コンテキストデータや、データカタログが挙げられる。メタデータを通じてデータ本体を検索し、各種データ種別の特性に応じアクセスするといった運用がなされる。
2	静的データ	更新頻度が比較的少なく、長期間保存、参照されるデータ。 データの分類として、統計データ、分析データ、履歴データ、文書データ等がある。オープンデータ化すべきものが多く、オープンデータの取り扱いに関するルールに従い、主に自治体が保有データをオープンデータとして公開し活用促進に取り組むことが必要となる。
3	動的データ	更新頻度が高く、リアルタイムに生成される時間軸に連続したデータ。 データの分類として、センサデータ、ログデータ、人流データ、ストリーミングデータ等がある。リアルタイムに変わるデータであるため、時刻情報の付与や履歴管理等が必要となる。
4	地理空間データ	空間上の特定の地点または区域の位置に関する情報（位置情報）を持つデータ。位置に関連づけられた様々な事象に関する情報も含まれる。データの分類として、地形図、空中写真、衛星画像等の地理空間情報、建物や土木構造物に関連するBIM(Building Information Modeling)データ、CIM(Construction Information Modeling)データ等がある。
5	パーソナルデータ	個人情報に加え、個人情報との境界が曖昧なものを含み、個人の属性情報、移動・行動・購買履歴、ウェアラブル機器等から収集されたデータあるいは加工された情報等個人と関係性が見出される広範囲のデータ。 データの分類として、要配慮個人情報、個人情報、匿名加工情報がある。パーソナルデータの取り扱いに関するルールに従い、プライバシー保護と高度なセキュリティ対策が必要となる。

出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティリファレンスアーキテクチャ White paper P.81

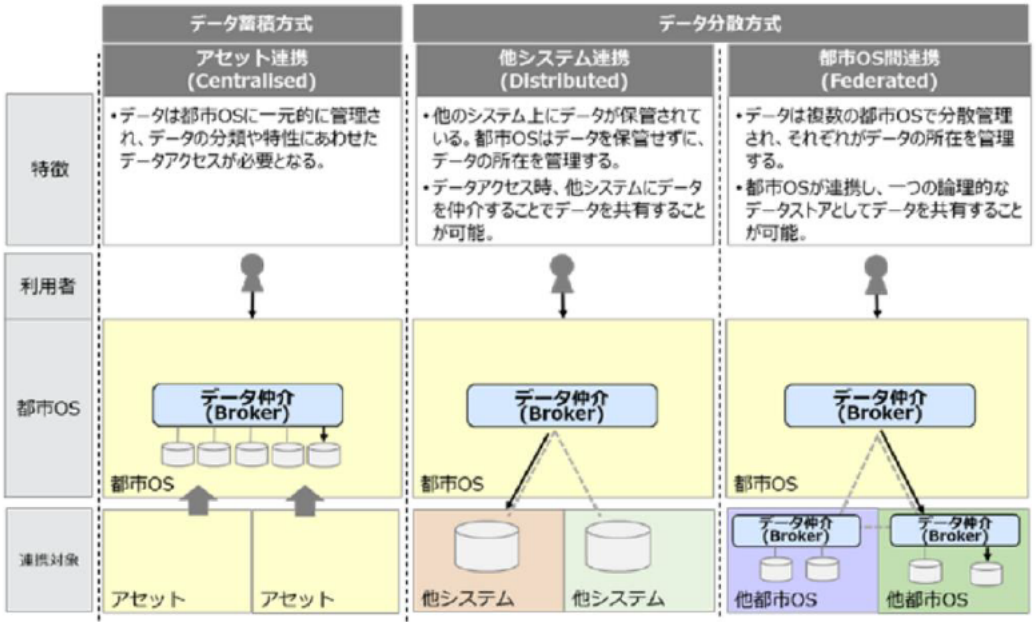
(2)　データ仲介

データ仲介は、都市 OS 内外に点在するデータも仲介する必要がある。この仲介は、データ蓄積とデータ分散の二つの方式に分類される（表 7-4）。利用者は、どちらの仲介方式かを区別することなく、データアクセスが可能となる。都市 OS の連携方法によるデータ仲介例を、図 7-17 に示す。

表 7-4：データの仲介方式の分類

仲介方式	説　　明
データ蓄積方式	都市 OS にデータを蓄積し、一元的に管理する。
データ分散方式	都市 OS にはデータを蓄積せず、都市 OS は分散されたデータの所在情報を管理する。　都市 OS は所在情報を利用し、利用者からのデータアクセスに対して、データの仲介をする。

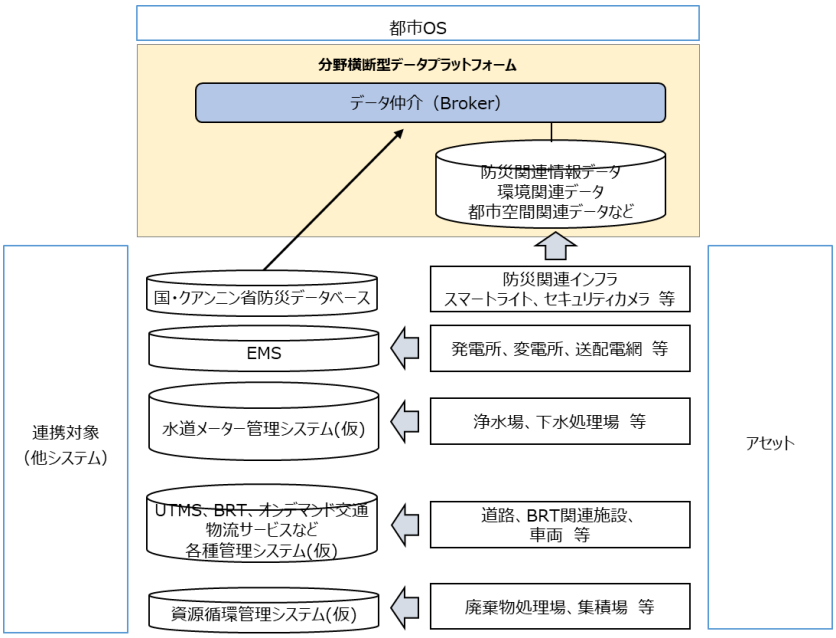
出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティリファレンスアーキテクチャ White paper P.82



出典：戦略的イノベーション創造プログラム、スマートシティリファレンスアーキテクチャ White paper P.83

図 7-17：都市 OS の連携方法によるデータ仲介例

AMATA スマートシティハロンにおけるデータ仲介のイメージは図 7-18 のとおりである。



出典：調査団作成

図 7-18： AMATA スマートシティハロンでの都市 OS のデータ仲介のイメージ

以上を踏まえ、AMATA スマートシティハロンでの提案スマートシティサービスにおいて利活用するデータを以下のとおり整理する。

7.2.6 スマートシティ基盤データ

ハロンスマートシティの基盤となる 3 次元モデルデータについては、開発が行われる際に BIM（Building Information Modeling）データを作成されることが想定されるため、それらのデータを活用することとする。

	データ項目	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	地形データ	地理空間データ	蓄積方式	-コンセプトMP時策定時に取得していればAMATAからの提供 -ドローン等による写真測量	-	-AMATA -スマートサービス事業者	-AMATA -スマートサービス事業者
2	インフラ設備データ（発電所、変電所、道路、上下水処理場、廃棄物処理場、共同溝等）	地理空間データ	蓄積方式	-BIMデータ（3D CADデータ） -ドローン等による写真測量	-	-スマートサービス事業者	-スマートサービス事業者
3	建築データ（建物、建築設備）	地理空間データ	蓄積方式	-BIMデータ（3D CADデータ） -ドローン等による写真測量	-	-スマートサービス事業者	-スマートサービス事業者

(1) 各スマートインフラ単独で効率化を図るデータ利活用

スマートエネルギーサービスに関するデータ

スマートエネルギーサービスに関するデータについては、AMATA スマートシティハロン内に設置される予定のエネルギー関連設備から取得されるデータを前提に検討する。

No.	データ項目（中分類）	データ項目（小分類）	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	エネルギー運転データ	エネルギー設備データ（位置情報等）	地理空間データ	分散方式	BIM/EMS	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者もしくは発電事業者
2		電力発電量データ	動的データ	分散方式	EMS	太陽光発電	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者もしくは発電事業者
3		電力品質データ	動的データ	分散方式	送配電監視・制御システム	受電・変電所	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者もしくは発電事業者
4	エネルギー消費データ	顧客情報データ	静的データ	分散方式	小売業務系システム	-	スマートサービス事業者	スマートシティ住民
5		電力消費量データ	動的データ	分散方式	EMS	メーター	スマートサービス事業者	スマートシティ住民
6	需要予測データ	電力予測データ	動的データ	分散方式	EMS	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
7	監視データ	電力監視データ	動的データ	分散方式	送配電監視・制御システム	受電・変電所	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者

スマート上下水サービスに関するデータ

スマート上下水サービスに関するデータについては、AMATA スマートシティハロン内に設置される予定の上下水関連設備から取得されるデータを前提に検討する。

No.	データ項目（中分類）	データ項目（小分類）	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	各戸のリアルタイム水道使用量データ	リアルタイム水道使用量データ	動的データ	分散方式	水道スマートメーター	各戸	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者

スマート防災サービスに関するデータ

スマート防災サービスに関するデータについては、AMATA スマートシティハロン内で提供される予定の防災関連サービスから取得されるデータを前提に検討する。

No.	データ項目（中分類）	データ項目（小分類）	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	予警報情報データ	気象情報データ	動的データ	蓄積方式	気象庁システム	衛星	スマートサービス事業者	国（気象庁）
2		台風予報データ	動的データ	蓄積方式	気象庁システム	-	スマートサービス事業者	国（気象庁）
3		高潮予報データ	動的データ	蓄積方式	気象庁システム	-	スマートサービス事業者	国（気象庁）
4		洪水予報データ	動的データ	蓄積方式	気象庁システム	-	スマートサービス事業者	国（気象庁）
5	災害・避難情報データ	洪水発生状況データ	動的データ	蓄積方式	防災管理システム（仮）	防災カメラ or 水位測定センサー	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
6		道路通行情報（交通量データ）	動的データ or メタデータ	分散方式	UTMS	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
7		各種インフラ被害発生状況データ	動的データ	分散方式	各インフラ維持管理システム	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
8		ハザードマップデータ	地理空間データ	蓄積方式	防災管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
9		避難施設情報	地理空間データ	蓄積方式	防災管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
10		避難経路情報	静的データ	蓄積方式	防災管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者

スマート廃棄物処理・資源循環サービスに関するデータ

スマート廃棄物処理・資源循環サービスに関するデータについては、AMATA スマートシティハロン内で検討されている廃棄物マネジメントサービスから取得されるデータを前提に検討する。

No.	データ項目（中分類）	データ項目（小分類）	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	ごみ量・種別データ	資源循環設備データ（集積場の位置情報等）	地理空間データ	分散方式	BIM or 資源循環管理システム（仮）	-	行政	廃棄物処理事業者
2		ごみ量データ	動的データ	分散方式	容量センサー	集積場	行政	廃棄物処理事業者
3		ごみ種別重量データ	動的データ	分散方式	容量センサー	集積場	行政	廃棄物処理事業者
4	ごみ回収データ	ごみの分別区分データ	静的データ	分散方式	自治体	-	行政	行政
5		ごみの分別区分解析データ	静的データ	分散方式	ユーザーのアプリからの情報をAIで解析	-	行政	スマートシティ住民
6		不法投棄の通情報（位置情報・GIS）	静的データ 地理空間データ	分散方式	ユーザーのアプリ	-	行政	スマートシティ住民

スマート交通・物流サービスに関するデータ

スマート交通・物流サービスに関するデータについては、AMATA スマートシティハロン内に設置・提供される予定の交通・物流関連設備及びサービスから取得されるデータを前提に検討する。

No.	データ項目（中分類）	データ項目（小分類）	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	道路交通データ	道路データ（線形、高さ、座標情報等）	地理空間データ	分散方式もしくは蓄積方式	竣工図（電子ファイル）等	-	行政	行政
2		速度データ	動的データ	分散方式	車両感知器（ITCS）	道路・交差点	行政	行政
3		交通量データ	メタデータ（動的）	分散方式	車両感知器（ITCS）	道路・交差点	行政	行政
4	公共交通運転データ	公共交通設備データ（駅・バス停位置情報等）	地理空間データ	分散方式もしくは蓄積方式	竣工図（電子ファイル）等	-	公共交通事業者	公共交通事業者
5		公共交通車両位置データ（移動データ）	動的データ	分散方式	各公共交通機関の位置情報システム	公共交通車両	公共交通事業者	公共交通事業者
6		公共交通車両速度データ	動的データ	分散方式	各公共交通機関の位置情報システム	公共交通車両	公共交通事業者	公共交通事業者
7	公共交通利用データ	顧客情報データ	静的データ	分散方式	アプリ	-	スマートサービス事業者	利用者
8		乗車データ（どこからどこまで乗車したか移動情報）	動的データ	分散方式	アプリ、交通ICカード等	車内読み取り機もしくは駅改札口	スマートサービス事業者	利用者
9		乗車人数データ	メタデータ（動的）	分散方式	交通ICカード等	車内読み取り機もしくは駅改札口	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
10		料金データ（利用区間の支払情報）	静的データ	分散方式	アプリ、交通ICカード等	車内読み取り機もしくは駅改札口	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
11	オンデマンド交通運転データ	車両位置データ（移動データ）	動的データ	分散方式	予約・運行管理システム	各車両	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
12	オンデマンド交通利用データ	顧客情報データ	静的データ	分散方式	アプリ	-	スマートサービス事業者	利用者
13		乗車データ（どこからどこまで乗車したか移動情報）	動的データ	分散方式	予約・運行管理システム	-	スマートサービス事業者	利用者
14		各車両の乗車人数データ	メタデータ（動的）	分散方式	予約・運行管理システム	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
15		料金データ（利用区間の支払情報）	静的データ	分散方式	アプリ	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
16	需要予測データ	交通量・速度予測データ	メタデータ	分散方式	既存データを利用して統計分析	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
17		公共交通混雑予測データ	メタデータ	分散方式	既存データを利用して統計分析	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
18	物流サービス向け自動運転車両運転データ	自動運転車両位置データ（移動データ）	動的データ	分散方式	物流管理システム	各車両	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
19		画像センサーデータ	動的データ	分散方式	物流管理システム	各車両	物流事業者	物流事業者
20	物流サービス向け自動運転車両利用データ	サービス依頼情報（集荷住所・配送先住所）	動的データ	分散方式	物流管理システム	利用者のスマートフォン	物流事業者	物流事業者
21		料金データ（支払情報）	静的データ	分散方式	物流管理システム	-	物流事業者	物流事業者
22		物流サービスレコードデータ（配送情報・支払情報）	メタデータ	分散方式	物流管理システム	-	物流事業者	物流事業者

(2)　複数のスマートインフラが連携して効率化を図るデータ利活用

環境マネジメントサービスに関するデータ

②環境センサー等を活用した環境マネジメントサービスの導入による環境保全サービスに関連するデータについて検討する。

No.	分野	データ項目(中分類)	データ項目(小分類)	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	エネルギー	環境モニタリングデータ	CO2排出量データ	動的データ	分散方式	EMS	EMS	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
2	その他		大気汚染指数観測・予測データ	動的データ	蓄積方式	環境マネジメントシステム？または当局による予測データ	空気質センサー	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
3	その他		気温・湿度等観測・予測データ	動的データ	蓄積方式		気温・湿度センサー	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
4	その他		温度データ（地表面温度など）	動的データ	蓄積方式	環境マネジメントシステム？	温度センサー	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
5	その他		ノイズデータ	動的データ	蓄積方式	環境マネジメントシステム？	ノイズセンサー	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
6	その他/資源循環		臭気データ	動的データ	蓄積方式	環境マネジメントシステム？	臭気センサー？	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
7	その他	周辺都市観測環境モニタリングデータ	大気汚染指数データ	動的データ	分散方式	周辺都市の既存観測所のデータ、または当局による予測データ	-	周辺都市もしくは当局	スマートサービス事業者
8	その他		気温・湿度	動的データ	分散方式		-	周辺都市もしくは当局	スマートサービス事業者

ビジネス創生サービスに関するデータ

オープンデータプラットフォームを活用した新たなビジネス創生及び、スマートインフラ維持管理システムによる産業・生活の安定性の確保に関連するデータについて検討する。

No.	分野	データ項目(中分類)	データ項目(小分類)	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	全分野	インフラ関連データ	各インフラ関連データ（①参照）	地理空間データ/動的データ/静的データ/メタデータ等	蓄積方式/分散方式	オープンデータプラットフォーム	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
2	エネルギー	インフラ維持管理データ	エネルギーインフラ稼働状況データ	動的データ	蓄積方式？	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
3	上下水		上下水道インフラ稼働状況データ	動的データ	蓄積方式？	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
4	交通		交通インフラ稼働状況データ	動的データ	蓄積方式？	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
5	資源循環		資源循環インフラ稼働状況データ	動的データ	蓄積方式？	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者

インフラレジリエンス強化サービスに関するデータ

大規模災害発生を見据えたインフラのレジリエンス強化に関連するデータについて検討する。

No.	分野	データ項目(中分類)	データ項目(小分類)	データ種別	仲介方式	入手方法	センサーの設置場所	データ所有者	データ提供者
1	全分野	インフラ関連データ	各インフラ位置情報データ（①参照）	地理空間データ	蓄積方式/分散方式	オープンデータプラットフォーム	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
2	エネルギー/防災	インフラ災害被害状況データ	エネルギーインフラ災害被害状況データ	動的データ	蓄積方式	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
3	上下水/防災		上下水インフラ災害被害状況データ	動的データ	蓄積方式	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
4	交通/防災		交通インフラ災害被害状況データ	動的データ	蓄積方式	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者
5	資源循環/防災		資源循環インフラ災害被害状況データ	動的データ	蓄積方式	スマートインフラ維持管理システム（仮）	-	スマートサービス事業者	スマートサービス事業者

7.3 データ利活用実現に向けたロードマップ

都市 OS の構築を前提としたデータ利活用実現は、以下のような効果が期待できる

・タウンシップの価値向上

・インフラの OM 効率化による OPEX の削減

・スマートシティサービスの創出

・都市 OS の利用権販売

しかし、対象地域である AMATA スマートシティハロンの住民の経済水準を踏まえると、開発初期段階から大規模な都市 OS の構築は難しいと考えられるため、データ利活用サービスの開発・整備のロードマップとして、大きく分けて二つのステップを想定する。

第 1 ステップ：「都市 OS の構築と住民向けサービスの提供」（図 7-19）

概要：

住民への情報提供を目的としたウェブポータルもしくはアプリケーションの整備とそのための基本的な都市 OS の構築

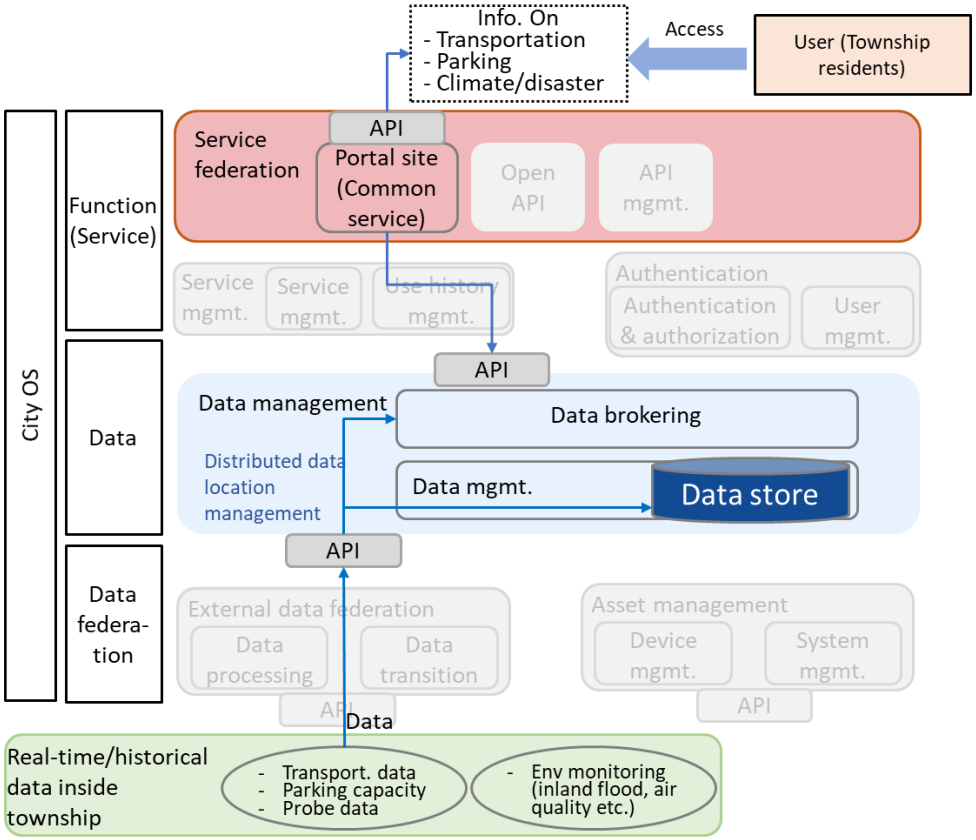
目的：

- 将来の拡張を見据え、「相互運用」「データ流通」「拡張容易」を満たす都市 OS を構築する。
- 交通情報、環境・防災情報等、住民や観光客へのリアルタイム情報を提供する。AMATA が運用するサービスや外部業者からデータを収集し（交通量データ、プローブデータ、市内やインフラ施設の環境データ等）、交通渋滞、駐車スペース空き状況、降雨、内水氾濫等の状況を住民に提供

導入の意義：

- エリア内の交通渋滞の緩和
- 気象現象の影響緩和
- 住民の QOL 向上
- タウンシップの価値向上

- 観光業への活用、観光客の利便性



出典：調査団作成

図 7-19：第 1 ステップにおける都市 OS 機能のイメージ

<u>第 2 ステップ：「都市 OS の拡張と外部連携による新たな機能、サービスの創出」（図 7-20）</u>

概要：

都市 OS の拡張による各分野のインフラデータの集約や外部データベースとの連携を行い、インフラ O&M の効率化、新サービスの創出、事業者・研究機関等への都市 OS 利用権販売ビジネスを展開

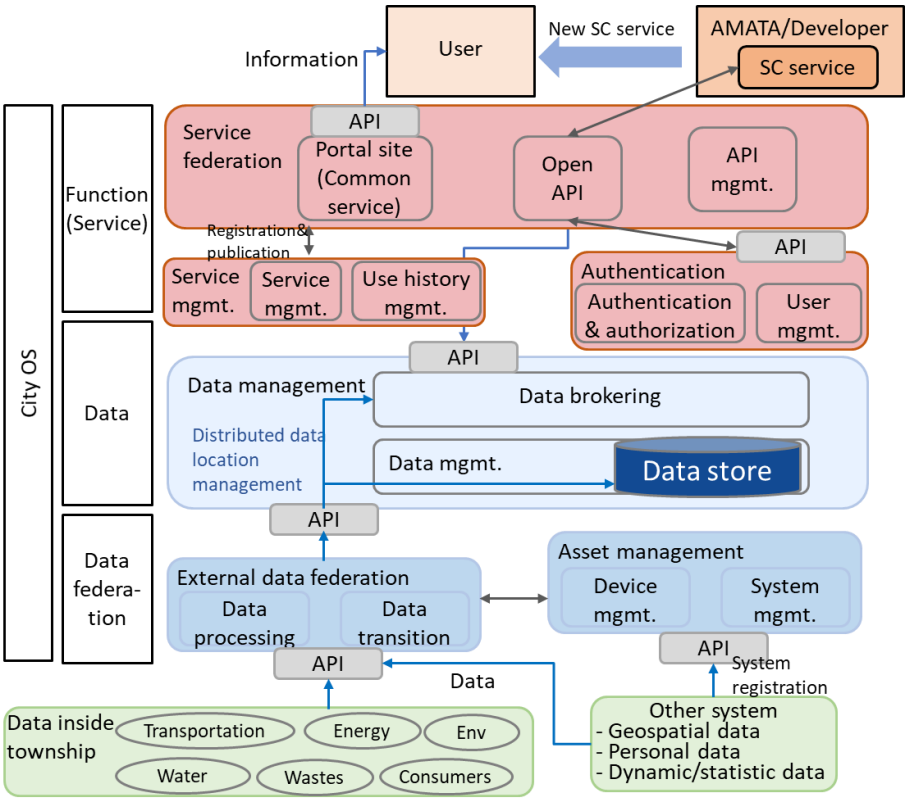
目的：

- 各分野のインフラデータの集約、政府・自治体・民間システムとの連携を行い、都市 OS に流通・連携するデータ量を増やす。
- データをインフラ間で相互に連携し、インフラ運用を効率化する（例えば CEMS、VPP などの取り組み）。

- 都市 OS のデータを活用し、新しい SC サービスを創出する。
- 他事業者や研究者などに都市 OS の利用権を販売して収益を得ると共に都市の価値向上に資する新サービスの創出を促す。

導入の意義：

- インフラの運用効率化による OPEX 削減や持続可能性の向上
- データを活用した新サービス・ビジネスによる収益
- SC サービスの実証フィールドとしてのタウンシップの価値向上



出典：調査団作成

図 7-20：第 2 ステップにおける都市 OS 機能のイメージ

第8章　都市 GHG プロトコルに基づくスマートシティ評価

8.1　背景

スマートシティの GHG（Green House Gas、温室効果ガス）排出削減量を試算する。この評価の結果は、AMATA スマートシティハロン事業化計画の策定に活用される。

都市に関連する GHG プロトコルには、“Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories – An Accounting and Reporting Standard for Cities”がある。これは都市の GHG 排出量の算出と報告の手法を標準化したもので、地域の GHG 排出量の他地域との、あるいはグローバルな比較検討、GHG 排出量削減対策の策定やその成果を評価するには有効な手段である。しかしながら、マスタープラン段階のスマートインフラの GHG 排出量を分析・評価することは、GHG プロトコルに定められた排出源区分やサブセクターごとの具体的な内容が確定してないために難しい。そこで、本試算にあたっては、GHG プロトコルのうち“GHG Protocol for Project Accounting”の排出削減量の算出基準に則り、GHG 排出削減量を評価した。

8.2　試算方法・結果

8.2.1　試算方法

本試算にあたっては、現時点でスマートシティに計画されている建物や施設の建設予定延床面積と建物の用途別エネルギー需要原単位（単位床面積当たりのエネルギー需要）から算出した建物用途別 GHG 排出量の傾向を参照し、効果的に排出量が削減できるスマートインフラ（技術）とその導入対象を抽出し、“GHG Protocol for Project Accounting”の排出削減量の算出基準に則り、「排出削減量＝ベースライン排出量－プロジェクト排出量」の考え方に基づいて、それぞれのスマートインフラの GHG 排出削減量を評価した。ただし、本試算で採用したベースラインシナリオは、「プロジェクトと同様の製品・サービス（活動量）を一般的慣行となっている技術で生み出す」という概念に基づいて決定している。

次の表は、想定した建物や施設の用途別エネルギー需要原単位（電力、給湯、暖房及び冷房）の一覧である。同表より、ベトナムの気候条件に起因して全体的に暖房需要が少ない、データセンターの電力需要と冷房需要が特段大きい、病院やホテル、ホールでは他の用途に比べて給湯需要が多い、事務所や商用ビルでは、電力や冷房需要に比べて暖房需要が小さいことなどが特徴的である。

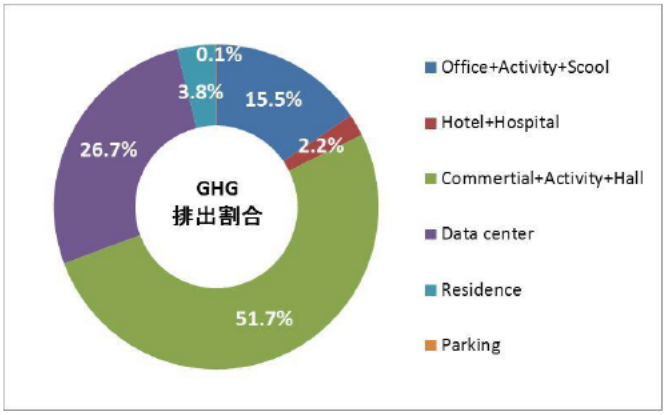
スマートシティのエネルギー需要予測データから求めた建物や施設の GHG 排出量の用途別割合を表に示す。排出量はフェイズ 3 完了段階での値で、電力需要に関してはグリッド排出係数を、 冷房需要と暖房需要に関しては COP を考慮して電力に変換した後にグリッド排出係数を、給湯需要に関しては重油（ボイラ効率 0.9）の排出係数を排出原単位と延床面積の積に掛け合わせることで求めている。結果、商業施設とホールからの排出が 50%を超えているが、これは延面積が圧倒的に大きいことに起因している。一方で、1 棟の建設が予定されているデータセンターからの排出が約 27%を占めていることや、データセンターより延べ床面積が大きなホテルと病院からの排出量が約 2%に過ぎないことなどが読み取

れる。また、事務所からの排出量は約16%、住居からの排出量は約4%程度であることもわかる。

表 8-1：建物用途別年間エネルギー需要原単位

建物用途	電力負荷 (kWh/m^2)	給湯負荷 (MJ/m^2)	暖房負荷 (MJ/m^2)	冷房負荷 (MJ/m^2)
Office	156.0	9.0	9.1	439.5
Hotel	200.0	335.0	23.5	628.5
Commercial	226.0	96.0	10.3	784.5
Residence	21.0	125.6	5.9	50.2
Building for Activity	156.0	9.0	9.1	439.5
School	156.0	9.0	9.1	439.5
Entertainment Area	226.0	96.0	10.3	784.5
Hall/Exhibition Hall	205.0	260.0	18.2	577.5
Data center	8,087.2	0.0	0.0	5,928.8
Hospital	209.0	270.0	11.3	544.5
Parking	102.2	0.0	0.0	0.0

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 8-1：建物用途別年間 CO_2 排出量の割合

これらは、GHG プロトコルで定めている セクターの “Stationary Energy” に分類される幾つかのサブセクター（“Buildings”や“Facilities”）に関連する値であるが、排出削減対策をどの利用目的の建造物に重点的に導入することが効果的であるかを判断する材料となる。例えば、コジェネレーションは熱需要が比較的大きいホテルや病院への導入が、商業施設やホールなどの給湯需要と冷房需要が比較的多く、総排出量が多い施設には複数の施設を対象とする地域冷暖房システム（冷熱主体）の適用が効果的であると考えられる。電力需要が最も大きなデータセンターでは、大規模な PV 施設の建設と組み合わせることが効果

的である。また、HEMS や BEMS、PV、省エネ照明、断熱など複数の省エネ対策を組み合わせて事務所単位あるいは家庭単位のエネルギー収支をゼロにする ZEH や ZEB は、1 家庭あるいは 1 事務所当たりの削減量は少なくとも、導入面積を増やすことで効果的な削減対策になると考えられる。

次の表には、本試算で試算対象として特定したスマートインフラの技術概要とその導入規模、ならびにそれぞれのベースラインシナリオの概要を示す。スマートインフラの導入は、GHG プロトコルで規定されているセクターの内 “Stationary Energy” のみを対象とし、表に示す 4 つのサブセクターに分類した 12 の技術を特定した。ここでは、前述の建物や施設を対象とするスマートインフラに加えて、基本的な都市のインフラである上下水道処理施設や道路照明に対応するインフラも試算対象とした。

表 8-2:GHG 排出量削減の試算対象としたスマートインフラとそのベースラインシナリオ

Sector	Sub-sectors	スマートインフラ	
		技術概要と導入規模	ベースラインシナリオ
Stationary energy	Residential Buildings	ZEH（HEMS、PV、省エネ照明、断熱等含む）	
		・住居のエネルギー収支をゼロにする ・新規住居総床面積の 10%を対象に導入	・電力：グリッド受電 ・冷暖房：空冷 HP（COP 3.0） ・熱：LP ガス
	Commercial Buildings and Facilities	ZEB（BEMS、PV、省エネ照明、断熱等含む）	
		・事務所のエネルギー収支をゼロにする ・新規事務所総床面積の 10%を対象に導入	・電力：グリッド受電 ・冷房：空冷 HP（COP 3.0） ・熱：重油
		地中熱ヒートポンプ（GSHP）	
		・地中熱利用 HP（COP 3.88）による冷暖房 ・ヒートアイランド現象の緩和にも貢献 ・設備容量 100kw×各フェイズ 5 か所＝15 か所 ・1 日 10 時間、年 300 日稼働	・空冷 HP（COP3.0）
	Institutional Buildings and Facilities	浄水場省エネポンプ（送水）	
		・20%省エネ型ポンプを導入 ・総水量 64,000m^3/日、推定揚程 16m	・従来型送水ポンプ
		浄水場再生可能エネルギー（PV、小水力利用）	
		・PV 設備容量 500kW ・小水力発電容量 50kW	・グリッド受電
		下水処理場省エネ機器	
		・ポンプ、送風機、散気装置、撹拌機、汚泥濃縮機、脱水機等の省エネ化 ・汚水処理電力原単位で 20%の省エネ ・汚水処理量 62,000m^3/日	・従来型下水処理場機器
		下水処理場再生可能エネルギー（PV 利用）	
		・PV 設備容量 500kW	・グリッド受電
		スマートライト	
		・PV/バッテリー内蔵型 LED 街路灯（34W） ・各フェイズで 500 灯設置	・外部電源式 LED 街路灯（34W）
		LED 道路灯	
		・タイマー段調光機能付 LED 道路灯（66W） ・各フェイズで 500 灯設置	・ナトリウム道路灯（240W）
	Energy Industry	地域冷暖房システム	
		・商業施設等 3 棟で冷・温熱共同利用 ・共同利用総床面積 300,000m^2 ・熱源分担比率 電力：重油＝8:2	・従来型個別熱源機器
		太陽光発電施設	
		・フェイズ 1 設備容量 22.2MW ・フェイズ 2 設備容量 24.5MW ・フェイズ 3 設備容量 7.6MW ・データセンターの主要電源として活用	・グリッド受電
		コジェネレーション	

		・２MW ディーゼル発電 CGS ・発電効率 35%、熱回収効率 40% ・フェイズ 2　病院向け ・フェイズ 3　ホテル向け	・電力：グリッド受電 ・熱：重油ボイラ

出典：調査団作成

8.2.2　試算結果

それぞれのスマートインフラに係る排出削減量（t-CO2/年）の試算結果を次の表に示す。なお、試算した排出削減量はすべて二酸化炭素の排出削減量である。排出削減量は、各フェイズで新規に導入されるスマートインフラを対象に計算し、すでに前段のフェイズで達成されている排出削減量は、次のフェイズで算出された排出削減量に加算して、各フェイズの終了時点の合計として表記している。

本試算の結果、太陽光発電の導入効果が最も削減量が多く、ZEB や ZEH など、導入対象の排出量の全量を削減できる可能性のある技術がそれに続いている。また、コジェネレーションや地域冷暖房システムの導入も削減量としては大きくなる傾向が見て取れる。スマートライトや LED 道路灯の導入に関しては、数を大幅に増やすことでその削減量も増えることから、その導入規模によっては有力な削減対策となる可能性がある。

ここに示した試算結果は、想定した各スマートインフラの導入規模に応じてその削減量は影響されるので、あくまで定性的な評価に留まるものであるが、今後より具体的なスマートシティ建設計画が策定されていく過程において、GHG 排出削減量を評価するための参考資料としての役割を果たすものと考えられる。また、特定した個々のスマートインフラを含め、スマートシティ全体の発電、蓄電、需要等をコントロールする仕組みである「仮想発電所」の概念を導入することもより効果的な GHG 排出量削減に繋がると考えられる。

表 8-3：スマートインフラの GHG 排出量削減試算結果

Sector	Sub-sectors	スマートインフラ	GHG 排出削減量（t-CO_2/y）		
			フェイズ 1	フェイズ 2	フェイズ 3
Stationary energy	Residential	ZEH	1,791	12,664	23,793
	Commercial Buildings and Facilities	ZEB	28,817	28,817	63,434
		地中熱ヒートポンプ	104	207	311
	Institutional Buildings and Facilities	浄水場省エネポンプ	277	277	277
		浄水場再生可能エネルギー	835	835	835
		下水処理場省エネ機器	826	826	826
		下水処理場再生可能エネルギー	432	432	432
		スマートライト（無給電型）	68	136	204

		LED 道路灯（段調光機能付）	348	696	1,044
	Energy Industry	地域冷暖房システム	8,706	8,706	8,706
		太陽光発電施設	19,188	40,363	46,932
		コジェネレーション	0	6,607	13,214
Total			61,392	100,568	160,009

出典：調査団作成

第9章　事業化手法・事業性分析と本邦都市インフラ技術の適用可能性

9.1　事業化手法

ベトナムでは官民連携パートナーシップ（PPP）による投資に関する法律（PPP 法）（64／2020／QH14）が 2020 年 6 月に可決された。これまでは政令 63 号（63／2018／ND-CP）で PPP 事業を規定していたが、2021 年 1 月以降は新たに PPP 法が適用されることとなった。PPP 法の対象分野は（1）交通運輸、（2）発電所・送電線（水力発電および電力法による国の独占案件を除く）、（3）灌漑、上下水道、排水・廃棄物処理、（4）医療、教育・訓練、（5）情報通信インフラとなっている。なお、インフラ整備や土地収用支援での国の拠出資金は原則として総投資額の 50%を超えないことされている。

本業務で計画した「エネルギー」「上下水」「廃棄物」「物流・交通」のインフラサービスは PPP 法の対象分野と重なるため、公共性が高く、民間の投資を期待できるインフラサービスについては、PPP の手法を活用した事業化が見込める。以下では、各分野のインフラサービスについて、想定される事業化手法を整理する。なお、本業務で計画した防災分野の事業については民間投資による事業化は想定しにくいことから、以下の事業化手法の整理からは除いている。

9.1.1　エネルギー

配電事業を行うためにはベトナム電力規制庁（ERAV）または省の人民委員会から事業許可を取得する必要がある。配電料金やその条件に対する規制はあるが、発電者と購入者は産業貿易省大臣が決定する価格の範囲内で発電価格と電力卸価格を合意することができる。ベトナムでは、送配電設備は主に国営電力企業（EVN）が保有・運営しており、AMATA スマートシティハロンにおいても、電力インフラの整備・運営では EVN と協業していくことが考えられる。今回検討した環境配慮型安定電力供給サービスや停電バックアップサービスは基本的な送配電機能に付加価値を付したものであるため、プレミアムゾーンなど高付加価値な電力サービスへのニーズがあるエリアを対象に EVN などと協働して事業化することを想定する。地域熱冷供給やエネルギーシェアサービスについては、本邦の実証事業資金のような公的資金を活用しつつ、本邦民間企業が主導して事業化していく形が想定できる。

表 9-1：エネルギー事業の事業化方式

インフラサービス	実施方式		
	完全民営	PPP	公共事業
送配電サービス（環境配慮型安定電力供給、停電バックアップ）	△	◎	○
エネルギーシェアサービス	○	◎	△
高効率熱供給サービス	○	◎	△

◎：可能性が高い　○：可能性がある　△：想定しにくい
出典：調査団作成

9.1.2 上下水

ベトナム政府と JICA の間で 2020 年 11 月にハロン市の下水道システムの整備に関する円借款が調印され、下水処理場 2 か所の新設と 1 か所の拡充、及び下水管路の整備が進んでいくこととなった。運営・維持管理機関は、今後、入札により選定される。

AMATA スマートシティハロンにおいては、上水は工業団地から配水し、下水はスマートシティ内の処理場で処理する計画としている。上下水道施設の整備については、AMATA としては自社で投資して整備する意向は現時点でなく、公共事業として整備されることを想定している。一般的に収益性の観点から上下水道事業を完全民営で実施することは難しいと考えられるため、公共事業または ODA の活用を含む PPP 方式による設備整備・事業化が現実的である。

ベトナムにおける上下水道事業は、地方レベルの人民員会から公社や民間企業が委託を受けて事業を実施するケースが多く、クアンニン省では、現在、Quang Ning Water Supply Company （QUAWACO）が水供給事業、都市環境公社（URENCO）が下水処理施設の運営管理を担っている。本業務で計画したインフラサービスの事業化にあたっては、これら現地公社との連携も求められると考えられる。ビルドイン式全館浄水器やディスポーザーといった高付加価値型のサービスについては、プレミアムゾーンの居住者や商業施設等をターゲットとして、民間主導で事業化していく形になると想定する。

表 9-2：上下水道事業の事業化方式

インフラサービス	実施方式		
	完全民営	PPP	公共事業
水道スマートメータ、健全な配水管網の整備（上水の供給）	△	○	◎
ビルドイン式全館浄水器	◎	△	△
下水処理場、下水道、中継ポンプ（セプティックタンクの廃止）	△	○	◎
ディスポーザー	◎	△	△

◎：可能性が高い　○：可能性がある　△：想定しにくい

出典：調査団作成

9.1.3 廃棄物処理

ベトナムでは、現状、URENCO が廃棄物の収集・運搬・処理を担っているため、廃棄物セクターの計画の事業化にあたっては、URENCO との連携が求められると考えられる。

今回計画したスマートサービス・事業のうち分別促進や収集運搬の効率化に関するものは単体での事業収益を見込みにくい。このため、URENCO が人民委員会から委託を受けて行う収集運搬業務に対し、本業務で検討した分別促進や収集運搬の効率化に関する技術・サービスを提供していく方向が望ましいと考えられる。一方、WtE や MRF の事業については、売電収入やリサイクル資源の売却益が見込まれるため、PPP を含む民間投資により事業化できる可能性がある。最終処分場の建設は省レベルの公共事業として実施されること

が想定されるため、CS 処分場については ODA の活用と組み合わせるなどして、クアンニン省に建設を提案していくことが必要である。

表 9-3：廃棄物処理事業の事業化方式

インフラサービス	実施方式		
	完全民営	PPP	公共事業
分別促進・収集運搬	△	○	◎
WtE、MRF	△	◎	○
CS 処分場	△	○	◎

◎：可能性が高い　○：可能性がある　△：想定しにくい
出典：調査団作成

9.1.4　交通・物流

車両交通事業は、省レベルの人民委員会及びその指示を受ける交通・運輸局が、交通インフラの計画、建設、維持管理を行う事業者を公募して実施される。ルートの追加やチケット価格の変更等にも人民委員会の許可が必要となる。提案事業のうち、交通管制、信号システム、道路空間整備等に関するものなど、単体で収益を得ることが困難な事業については、ODA を含む公共事業として実現することが現実的である。BRT、オンデマンド交通、公共交通サービス、宅配サービス、交通結節点の整備、MaaS 等、収益源が想定できるものについては、公的資金の活用と民間投資による事業化が見込める。

表 9-4：交通・物流事業の事業化方式

インフラサービス	実施方式		
	完全民営	PPP	公共事業
交通管制・マネジメントシステム	△	○	◎
公共交通・緊急車両優先信号システム	△	○	◎
バス高速輸送サービス（BRT）	△	◎	○
オンデマンド公共交通システム	○	◎	○
EV 無人運転車両を利用した宅配サービス	◎	△	△
交通結節点	○	◎	△
モビリティ・アズ・ア・サービス（MaaS）	○	○	△
その他の最先端公共交通サービス	○	○	△
スマートモビリティを見据えた道路空間	△	○	◎

◎：可能性が高い　○：可能性がある　△：想定しにくい
出典：調査団作成

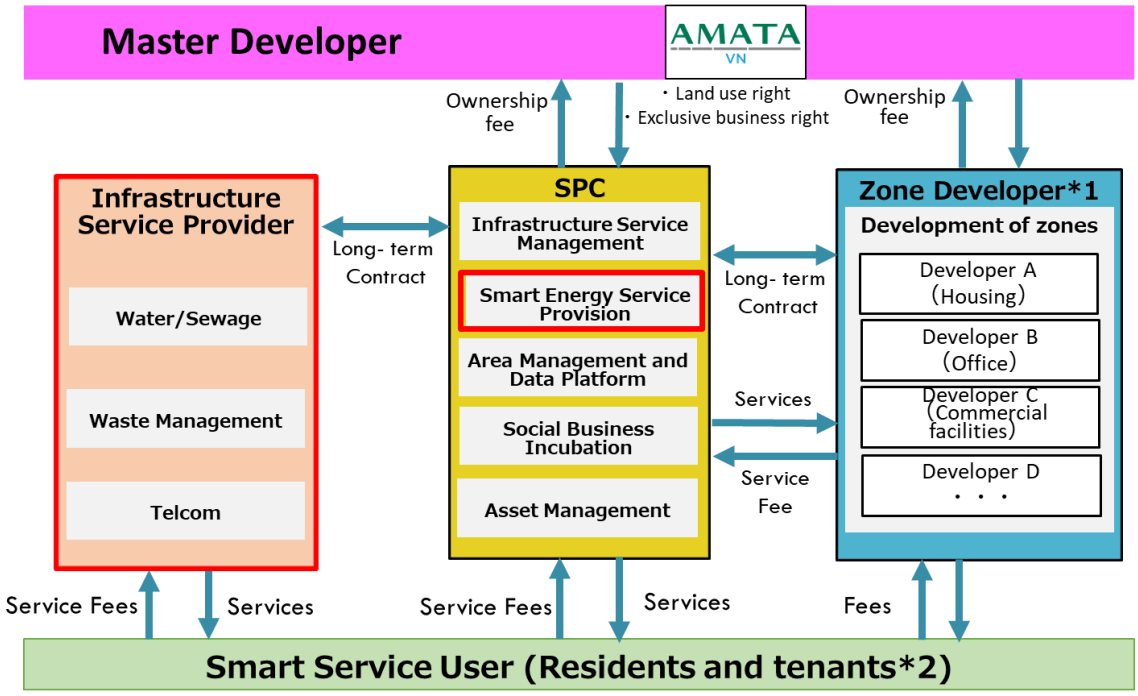
9.1.5 データ利活用

本業務で検討したデータ利活用事業及びそのためのデータプラットフォームの構築は、AMATA スマートシティハロンの開発主体がリソースを投じて事業化していく形が望ましいと考えられる。ここで検討したデータ利活用事業は、通常自治体が提供する社会保障や福祉といった行政サービスを想定したものではないため、基本的には民間企業の投資により事業化・拡充されていくことが想定される。

データプラットフォームの構築とその運用にあたっては、AMATA スマートシティハロンの開発主体等にデータ連携・マネジメント機能（専門部署等）をもたせ、各分野のインフラ稼働データにアクセスできる仕組みを作る必要がある。スマートシティの開発主体と各インフラのサービスプロバイダー等との間でのデータ連携・利用に関する契約スキームの構築が最も重要な課題の一つである。

9.2 事業化スキーム

AMATA スマートシティハロンのマスターデベロッパーである AMATA ベトナムがインフラサービスのための SPC を設け、当 SPC がインフラ開発や運営管理の主体となるスキームを立案した（図 9-1）。SPC は AMATA スマートシティハロンの住民、テナント、ゾーンディベロッパー（集合住宅、オフィス、商業施設等の運営主体）にサービスを提供することでインフラサービスに係る収益を得る。SPC が複数のインフラサービスを統合的に開発・運営するケースと、インフラ分野ごとに SPC を立てて事業を行うケースとが想定できる。各インフラサービスの事業開発にあたっては、AMATA ベトナム自らが積極的に投資をしていく方針というより、公共機関や国内外の投資家の資金に期待を寄せているということが AMATA との協議の結果明らかになった。このため、AMATA ベトナムによるマイノリティ出資も想定しつつ、国内外の投資家の参画や PPP 手法の活用を想定し、インフラサービスごとに SPC を立てて事業化を図るケースが想定できる。日本の投資家やメーカーは、当 SPC への出資や EPC サービス、保守管理サービスの提供を通じて AMATA スマートシティハロン事業に参画することを想定する。



出典：調査団作成

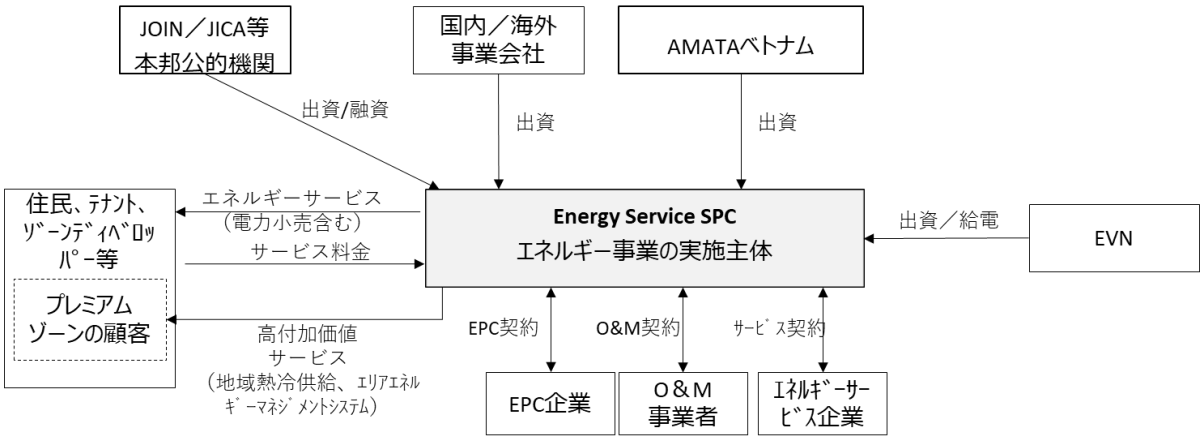
図 9-1：スマートインフラサービスの事業化スキーム全体像

以下では、上記事業化手法で整理した内容をベースに、各分野の計画を事業化する際のスキームについて整理する。なお、本業務で計画した防災分野の事業については民間投資による事業化は想定しにくいことから、以下の事業化スキームの整理からは除いている。

9.2.1 エネルギー

エネルギーサービスのための SPC を設け、当 SPC が配電・小売を含むサービスを AMATA ハロンスマートシティ内で提供する形態を想定する（図 9-2）。SPC への出資元としては、EVN や本邦電力会社等が想定できる。本邦電力関連企業が、ハイフォン市の工業団地で配電事業を行う現地企業に出資する形で事業参入している例もあり、AMATA ハロンスマートシティにおいても、現地の既存配電・小売企業への出資を通じて本邦企業が事業参入する形も考えられる。

地域熱冷供給やエリアエネルギーマネジメントシステムといった高付加価値のサービスについては、まずはプレミアムゾーンを中心に事業化を図る。本邦企業の参画形態としては、これらの技術を有する企業が SPC に参画する形態や、SPC とサービス委託契約を結んで個別サービスを提供する形態が考えられる。

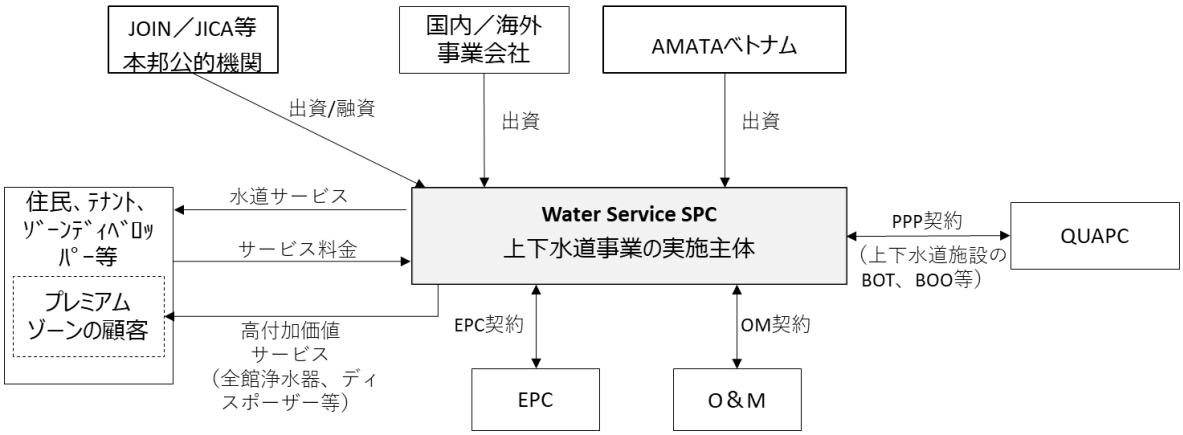


出典：調査団作成

図 9-2：エネルギーサービスの事業化スキーム

9.2.2 上下水

AMATA としては上下水道に係る基礎インフラは公共事業として整備されることを想定しているが、PPP として事業開発・運営を行う場合、図 9-3 のようなスキームが想定できる。この場合、AMATA ベトナムや国内外事業者が出資する SPC を設立し、SPC が上下水道サービスの提供主体となる。SPC への出資を期待できるベトナム国内の事業者としては、先述の QUAWACO や URENCO といった企業が考えられる。日本企業の参画については、商社等の事業会社による SPC への出資や、高付加価値のスマート技術を有するメーカー日本企業による EPC としての参画や、SPC やプレミアムゾーン顧客に対する技術・製品の納入といった形態が考えられる。浄水場や下水処理場といった施設の建設にあたっては、事業費の費用負担や公共資金の活用可能性の観点から、クアンニン省（QUAPC）との官民連携による整備が望ましい。過去の JICA 等による調査では、ベトナムにおける上水道分野の PPP 事業形態として、BOT または BOO 方式が提案されている。

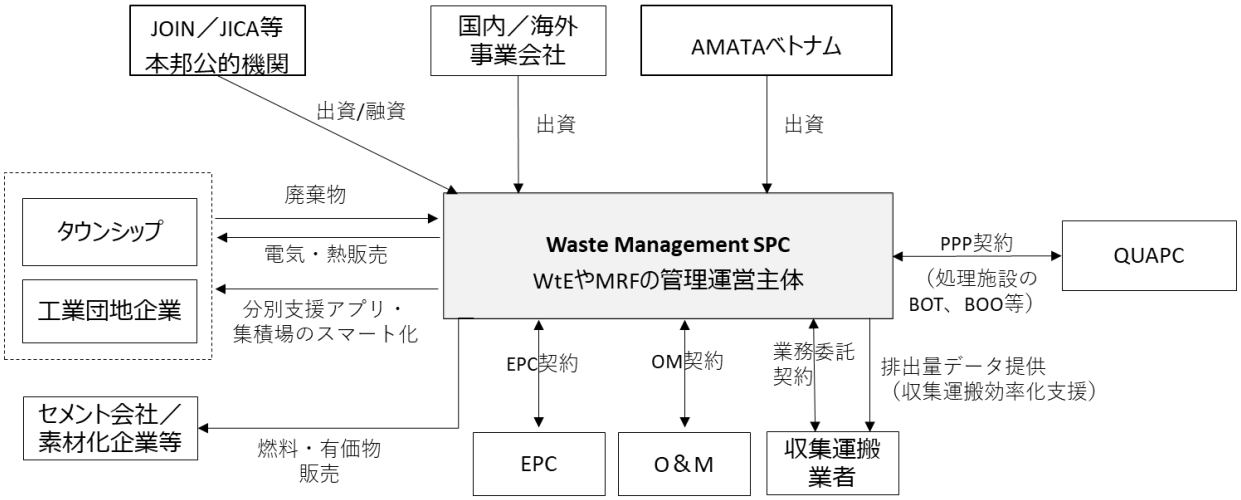


出典：調査団作成

図 9-3：上下水道サービスの事業化スキーム

9.2.3 廃棄物処理

廃棄物処理分野のインフラサービスの事業化スキームとして、図 9-4 のような形が考えられる。AMATA や国内外事業者が出資する SPC を設立し、SPC が廃棄物処理サービスの提供主体となる。SPC への出資元としては、廃棄物の収集・運搬・処理を担う URENCO のような現地企業が挙げられる。本邦企業の参画については、商社等の事業会社による SPC への出資や、WtE や MRF 関連の技術を有するエンジニアリング企業等が EPC として参画する形態が考えられる。WtE 施設や MRF の建設にあたっては、クアンニン省（QUAPC）との官民連携による整備も考えられる。SPC は WtE 施設や MRF で回収・生産された熱、電気、燃料、有価物等を販売することで収益を得る。また、分別支援アプリや集積場のスマート化（住民等へのサービス）や、排出量モニタリングデータの収集運搬業者への提供を通じて、効率的な廃棄物の回収・収集運搬を促進する。



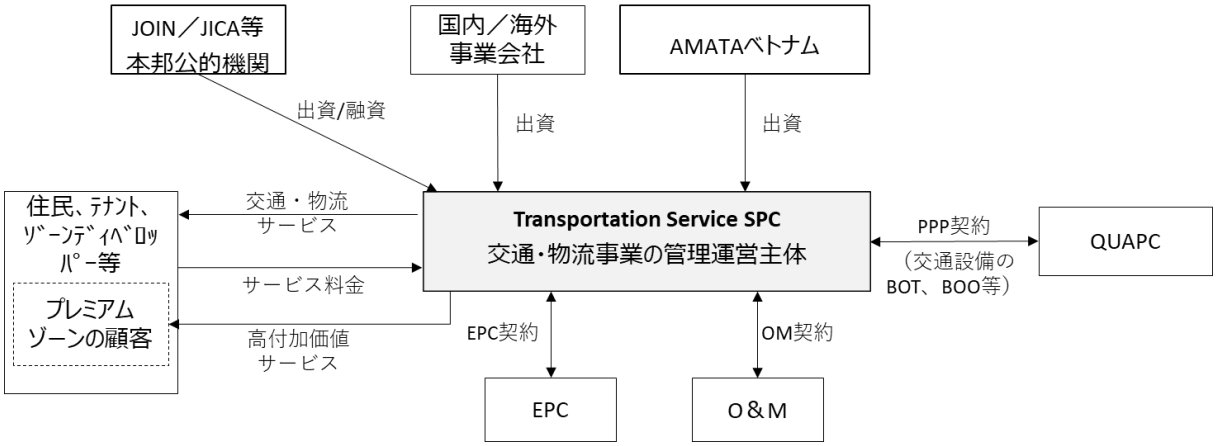
出典：調査団作成

図 9-4：廃棄物処理サービスの事業化スキーム

9.2.4 交通・物流

交通・物流分野の事業はODAを含む公共事業として実施されると想定されるものも多いが、既存のバス会社やライドシェア関連企業を AMATA スマートシティハロンに誘致する形で交通サービスを整備することも考えられる。

交通結節点の整備事業や BRT 事業のように事業収益が見込め、その事業の波及効果が大きいと考えられる事業については、中長期的に AMATA が投資をして事業化する可能性がある。AMATA が交通・物流事業に投資する際の事業スキームとして、図 9-5 が想定できる。本邦企業の参画については、SPC への出資や SPC への技術・サービスの提供を通じて事業に参画する形態が考えられる

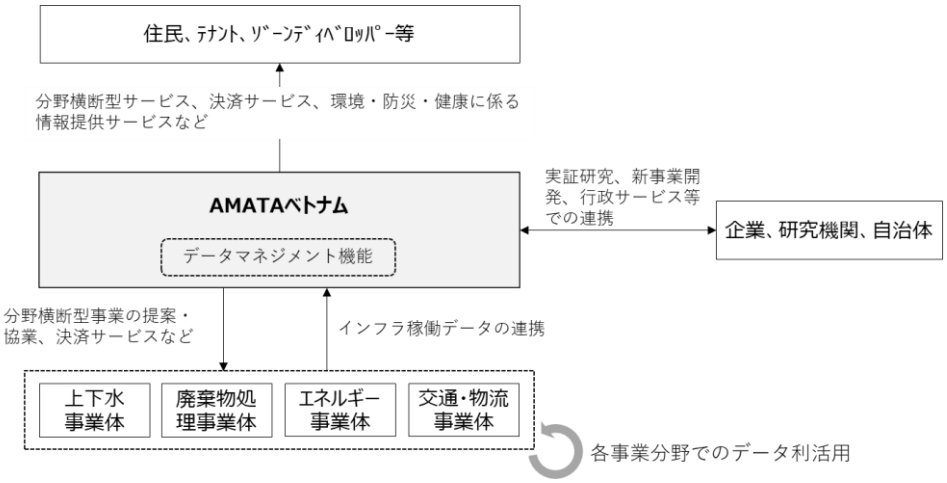


出典：調査団作成

図 9-5：交通・物流サービスの事業化スキーム

9.2.5 データ利活用

AMATA スマートシティハロンの開発主体である AMATA ベトナムにデータ専門部門等を設置してデータ連携・マネジメント機能をもたせ、当部門がデータプラットフォームの構築・拡充や各事業者との調整・連携、先述のデータ利活用に関するサービス等の事業化を主導していく体制が考えられる。AMATA ベトナムは各インフラ事業体との間でデータ連携・利活用に関する取り決めを含む契約を締結し、同社と各インフラ事業体の間でデータ連携や分野横断型事業での協業を行う。AMATA スマートシティハロン外の企業、研究機関、自治体等との実証事業、新規事業開発、行政サービス等での連携も考えられる。住民や商業施設は、分野横断的なインフラ関連サービスの享受や QoL 向上に資する情報（環境・防災・健康等）へのアクセスといった裨益を受ける。AMATA としては、AMATA スマートシティハロンの価値向上による中長期的な増収や、個別の分野横断型サービスに対するサービス料収入を収益として期待できる。



出典：調査団作成

図 9-6：データ利活用のコンセプト

9.3 資金調達方法

事業化のための資金調達方法としては、AMATA やその他投資家のエクイティ、金融機関からの融資、ベトナム国内外の公的資金の活用などが考えられる。

本業務で計画したスマートインフラサービスは、本邦企業の資金や技術・サービスと、本邦政府が提供する投融資資金、実証事業資金、補助金等のリソースを組み合わせることで、事業化の実現可能性を高めることができる。ここでは、活用が期待できる本邦資金について整理する。

9.3.1 海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）による投資

JOIN は交通事業及び都市間発事業を投資対象分野としており、交通・物流分野を中心に、本業務で対象とした分野全般で JOIN のリスクマネーの活用可能性があると考えられる。JOIN の資金の活用にあたっては、国土交通省による「海外交通・都市開発事業支援機構支援基準」が規定する、（１）政策的意義、（２）民間企業のイニシアティブ、（３）長期における収益性の確保、の投資基準を満たす必要がある。代表的な事業スキームとしては、JOIN が本邦企業と共に投資ビークルである J-SPC を設立し、J-SPC が海外企業等と共に現地事業会社へ出資する形態がある。

9.3.2 エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

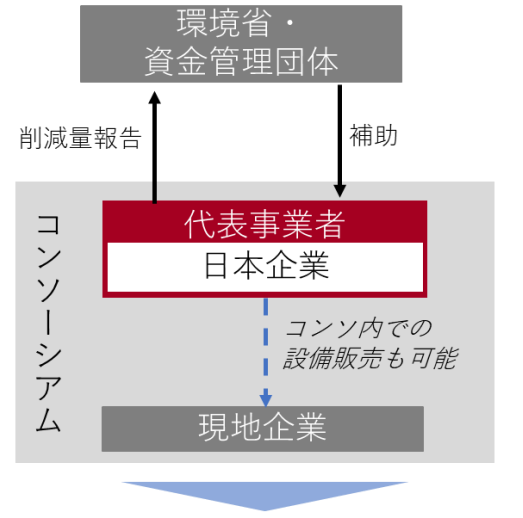
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の事業であり、「実証要件適合性等調査」「実証前調査」「実証事業」など、プロジェクトのステップに応じて委託費や助成金が設定されている。実証事業段階では事業費の 1/2（大企業）または 2/3（中小企業）の助成を NEDO から受けられる。助成額と実施者負担額を合わせた事業費総額の上限は原則 40 億円とされている。本事業の対象分野のうち、「電力系統監視・安定化技術」「運輸分野のエネルギー転換・脱炭素化に資する技術」「IoT・AI 等を活用した産業・業務・家庭分野におけるエネルギー効率化技術」などは、今回検討したスマートインフラにも関連する分野といえる。実証事業終了後は設備を助成先企業が使用したり、相手国政府機関・企業へ譲渡することも可能なため、実証事業を経て事業化を図る際には有用な資金である。事業実施にあたって NEDO と相手国政府との間で合意文書の締結が必要であるため、「実証前調査」などを活用して実証スキームを構築することが求められる。

9.3.3 二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業（JCM 設備補助）

JCM 設備補助はエネルギー起源の温室効果ガス（GHG）の削減に資する事業に活用可能であるため、今回検討したエネルギー分野や廃棄物処理分野のスマートインフラの事業化にあたって活用が期待できる。

本事業を活用するためには、日本企業が代表事業者となり、現地企業と国際コンソーシアムを設立することが必要である。エネルギー関連技術を有する本邦企業等と、当技術の導入先または事業の共同実施先の現地企業とでコンソーシアムを組成する形が想定できる

（図 9-7）。補助金交付決定から概ね最大 2 年程度以内に対象設備の設置・試運転・支払を終える必要がある点、設備の法定耐用年数にわたり温室効果ガスの排出削減量のモニタリングが必要である点などは、本資金の活用にあたり留意すべき点である。



出典：調査団作成

図 9-7：JCM 設備補助を活用する際の事業体制

9.4 概算事業費の試算

ここでは、数量を含めた計画立案を行ったエネルギー、上下水、廃棄物処理、交通・物流の各分野の事業について概算事業費を整理する。

9.4.1 エネルギー

以下にスマートエネルギーサービスを構成する環境配慮型安定電力供給サービス（送配電システム）、停電バックアップサービス（バッテリー）、エネルギーシェアサービス（太陽光発電）の CAPEX 及び OPEX を整理する。AMATA ハロンスマートシティにおけるスマートエネルギーサービスをゾーンごとにプレミアムサービス（環境配慮型安定電力供給サービス＋停電バックアップサービス、エネルギーシェアサービス）とジェネラルサービス（環境配慮型安定電力供給サービス）に分けることを想定し、それぞれで事業費を積算した。地域冷熱供給事業の事業費については先述のとおりのため、ここでの掲載は割愛する。

表 9-5：スマートエネルギーサービスの CAPEX

サービス（ゾーン）	フェイズ	施設名	建設・設備費（mil. VND）	建設・設備費（百万円）
プレミアム	1	送配電システム	81,476	378
		太陽光発電システム	761,760	3,533
		バッテリー・EMS	151,680	704
	2	送配電システム	172,675	801
		太陽光発電システム	788,412	3,657
		バッテリー・EMS	251,301	1,166
ジェネラル	1	送配電システム	834,969	3,873
		太陽光発電システム	170,090	789
	2	送配電システム	659,211	3,058
		太陽光発電システム	244,154	1,132
	3	送配電システム	1,039,861	4,823
		太陽光発電システム	331,893	1,539
合計			5,487,481	25,452

（為替レートは 215.6VND/JPY を適用。以下同様）
出典：調査団作成

表 9-6：スマートエネルギーサービスの OPEX

サービス（ゾーン）	フェイズ	施設名	O&M 費（mil. VND/年）	O&M 費（百万円/年）
プレミアム	1	送配電システム	2,203	10.2
		太陽光発電システム	12,388	57.5
		バッテリー・EMS	32,864	152.4
	2	送配電システム	9,169	42.5
		太陽光発電システム	12,822	59.5
		バッテリー・EMS	54,449	252.5
ジェネラル	1	送配電システム	36,353	168.6
		太陽光発電システム	2,659	12.3
	2	送配電システム	49,736	230.7
		太陽光発電システム	3,817	17.7
	3	送配電システム	85,024	394.4
		太陽光発電システム	5,189	24.1
合計			306,673	1422.4

出典：調査団作成

9.4.2 上下水

(1) 上水道

AMATA スマートシティハロン内に浄水場は建設されないため、水道配管と増圧ポンプ施設の費用のみ考慮すると上水道関連設備の概算事業費は表 9-7 のようになる。日本円換算（レートは 1 JPY＝215.60 VND とする。以下同様）すると、概算事業費は約 22.5 億円となる。

表 9-7：上水道サービスの初期施設工事費

諸元	数値	単位	単価 (million VND)	初期工事費 (million VND)	初期工事費（百万円）
1）上下水道設備					
水道管 D150mm	約 38.0	km	2.16	81,907	379.9
水道管 D200mm	約 41.2	km	2.45	100,916	468.1
水道管 D315mm	約 11.8	km	3.2	37,664	174.7
水道管 D400mm	約 6.2	km	4.7	29,234	135.6
水道管 D500mm	約 1.9	km	5.5	10,450	48.5
水道管 D600mm	約 1.4	km	7	9,500	44.1
増圧ポンプ施設	1	箇所	500	500	2.3
浄水場	0	箇所	0	0	0
スマートメータ	66,700	個	15（千円）	ー	1,000.5
2）ビルドイン型浄水器	1,500	個	24.9	37,350	173.2
上水道設備合計				-	**2,254**
ビルドイン型浄水器					**173.2**

出典：調査団作成

ランニングコストを以下のとおり積算した。電気代は増圧ポンプ施設の稼働に必要な電力量をもとに積算した。電力量の算出にあたっては、スマートシティハロンの計画給水能力に近い日本の浄水場 6 か所を参考にした。ポンプの使用電力は浄水場の使用電力合計の 22%であるとみなした。以上から日本の浄水場のポンプ使用電力の平均値は、673,200 kWh／年であり、これをスマートシティハロンの増圧ポンプ施設の使用電力と設定した。電気

料金を2,686VND/kWh[23] （12.5円/kWh）とすると、電気代は年間約841万円となるAMATAスマートシティハロンには浄水場が建設されないため、配水用水を域外の浄水場から購入する費用を見込んでいる。

表 9-8：上水道サービスのランニングコスト

施設	金額（百万円/年）	備考
1）上水道施設（浄水場は含まず）	**618.0**	給水用水購入費、電気代、維持管理費、スマートメータ維持管理費の合計
給水用水購入費	542.0	要求水量（64,000トン/日）と水道料単価（ベトナムにおける標準水道料金29円/トンを採用）より算出。購入費単価は水道料単価の80%と設定
電気代	8.4	
設備維持管理費	37.6	初期設備費用の3%と設定
スマートメータ	30.0	初期設備費用の3%と設定
2）ビルドイン型浄水器	**5.2**	初期設備費用の3%と設定

出典：調査団作成

(2) 下水道

初期施設工事費として、下水道管、汚水マンホール、下水処理場、中継ポンプ場の費用を計上する。これらの初期施設工事費は、Rate District Planningの6.8.3 Cost estimatesに記載している値を用いた。初期工事費には15%の予備費を含んでいる。日本円換算（レートは1 JPY＝215.60 VNDとする）すると、概算事業費は約21.8億円となる

表 9-9：下水道サービスの初期施設工事費

諸元	数値	単位	単価 (million VND)	初期工事費 (million VND)
下水道管 D300mm	約 50.1	km	0.9	51,898
下水道管D400mm	約 13.9	km	1.9	60,732
下水道管D500mm	約 9.1	km	2.9	45,182
汚水マンホール	2,927	箇所	3.5	11,781
下水処理場	15	箇所	15,000	258,750
中継ポンプ場	18	箇所	2,000	41,400
合計				**469,743**

出典 ：AMATA社「Rate District Planning」 6.8.3 Cost estimates

[23] JETROデータベースより。22kV以上の業務用電気料金

下水道事業のランニングコストとして、下水処理場で働く職員の人件費、修繕費、電気代、薬品代を積算したところ、ランニングコストは年間約 4.8 億円となった（表 9-10）。一般職人員数の算出にあたっては、浄水場と同等の人数が必要と見なしてスマートシティハロンの下水道計画処理能力が計画 1 日最大給水量に近い日本の 5 つの浄水場を参考にした。5 つの浄水場の職員数の平均値 52 人を、スマートシティハロンの一般職人員数として用いた。修繕費、電気代、薬品代の算出に当たっては、下水処理場維持管理コスト分析ツール[24]の費用関数を用いた。人件費は年間 100 万円/人[25]とした。

表 9-10：下水道事業のランニングコスト

諸元	ベトナムドン (million VND)	日本円（千円）
人件費	―	52,000
修繕費	32,000	148,423
電気代	50,000	231,910
薬品代	10,000	46,382
合計(年間)	-	**478,715**

出典：調査団作成

9.4.3 廃棄物処理

WtE 施設（焼却施設）、MRF 施設（選別施設及び高度リサイクル施設）、クローズド型最終処分場の建設と運転管理にかかる事業費を概算した。

(1) WtE

施設規模を 500 トン／日処理と設定し、表 9-11 のとおり建設費及び管理運営費を概算した。

表 9-11：WtE 施設の建設・管理運営費

費目	細目	金額	備考
建設費	土木	6,400,000 千円	
	建築		
	プラント		
管理運営費	用役費	192,000 千円/年	国内事例をもとに建設費の 3%と設定
	人件費		
	修繕費		

出典：調査団作成

[24] 国土交通省 「下水処理場維持管理コスト分析ツール」使用マニュアル

[25] JETRO データベース（2021 年）：ベトナムにおける一般職の年間人件費（9,381US ドル）を採用

(2) MRF 施設①（選別施設）

施設規模を 86 トン（可燃系 85%、不燃系 15%）、運転時間を 1 日 5 時間、253 日/年稼働と設定し、表 9-12 のとおり建設費及び管理運転費を概算した。

表 9-12：選別施設の建設・管理運営費

費目	細目	金額
建設費		**75,000 千円**
	土地	-
	建築	25,000 千円
	プラント	50,000 千円
管理運営費		**26,407 千円/年**
	電力	1,107 千円/年
		70kW
		1,265 h/年
		12.5 円/kWh
	水道	0 千円/年
	人件費	25,000 千円/年
		25 人
		1000 千円/人年
	修繕費	300 千円/年

出典：調査団作成

(3) MRF 施設②（高度リサイクル施設）

フラフ燃料 70 トン/日（可燃物の 95%）、ペレット化・擬木化 3.6 トン/日（可燃物の 5%）のリサイクル能力を想定した施設規模を前提に、表 9-13 のとおり建設費と管理運営費を概算した。運転時間は 1 日 5 時間、253 日/年稼働と設定した。

表 9-13：高度リサイクル施設の建設・管理運転費

費目	細目	金額
建設費		**405,000 千円**
	土地	-
	建築	135,000 千円
	プラント	270,000 千円
管理運営費		**100,676 千円/年**
	電力	9,488 千円/年
		600kW
		1,265h/年

		12.5 円/kWh
	水道	65 千円/年
		720m3/年
		90.4 千円/m3
	人件費	23,000 千円/年
		23 人
		1000 千円/人年
	修繕費	3,100 千円/年

出典：調査団作成

(4) クローズド型最終処分場

埋め立て容量を 300,000m3、埋め立て面積を 20,000m2 と設定し、建設費及び管理運営費を表 9-14 のとおり概算した。

表 9-14：クローズド型最終処分場の建設・管理運転費

費目	細目	金額
建設費		**897,221 千円**
	土地	-
	建築	418,782 千円
	処分場	279,188 千円
	水処理施設	199,251 千円
管理運営費		**17,628 千円/年**
	電力	9,125 千円/年
		2,000kwh/日
		365 日
		12.5 円/kWh
	水道	16.5 千円/年
		183m3/年
		90.4 円/m3
	人件費	4,000 千円/年
		4 人
		1,000 千円/人年
	修繕費	4,486 千円/年

出典：調査団作成

9.4.4 交通・物流

以下では事業費を概算した交通管制・マネジメントシステム、公共交通・緊急車両優先信号システム、バス高速輸送サービス（BRT）、オンデマンド公共交通システム、その他の最先端公共交通サービス、スマートモビリティを見据えた道路空間、の各事業について

再掲する。

(1) 交通管制・マネジメントシステム

交通管制・マネジメントシステムの導入費用及び維持管理費は以下のとおりである。

表 9-15：AMATA スマートシティハロンへの交通管制・マネジメントシステムの導入費用（再掲）

項目	費用
◆事業費	
I. 建設費	323 百万円
II. 機材調達費	294 百万円
III. 設計監理費	75 百万円
合計	692 百万円
◆年間維持管理費	
I. 運営費	3 百万円
II. 維持管理費	3 百万円
合計	6 百万円

出典：調査団作成

(2) 公共交通・緊急車両優先信号システム

公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用は以下のとおりである。

表 9-16：公共交通・緊急車両優先信号システムの導入費用（再掲）

項目	単位	数量	単価（円）	金額（円）
RFID タグ	枚	1000	201	201,000
RFID リーダー	セット	152	202,710	30,811,920
制御器（路側）	セット	152	815,500	123,956,000
取り付け	セット	152	151,450	23,020,400
サーバー・ソフトウェア	式	1	15,145,000	15,145,000
合計				**193,134,320**

出典：調査団作成

(3) バス高速輸送サービス（BRT）

バス高速輸送サービス（BRT）の導入費用は以下のとおりである。

表 9-17：AMATA スマートシティハロンへの BRT 導入・維持管理費用（再掲）

費目	費用（百万円）
導入費用	
I. 建設・調達	
土木工事（車庫建設を含む）	8,588
車両調達	1,305
II. 設計・施工監理	1,229
III. 管理費	712
IV. 用地買収（車庫）	4
Total	**11,838**
年間維持管理費用	
施設管理	137
運行・維持管理	558
Total	**695**

出典：調査団作成

(4) オンデマンド公共交通システム

オンデマンド公共交通システムの導入費用及び維持管理費は以下のとおりである。

表 9-18：オンデマンド公共交通の導入費用（再掲）

費目	単位	数量	単価（百万円）	金額（百万円）
車両購入・登録等	台	20	4.00	80.0
車載器等	式	20	0.05	1.0
アプリケーションサーバー	式	1	20.00	20.0
データベースサーバー	式	1	20.00	20.0
ワークステーション及びネットワークビデオレコーダー[注1]	式	1	2.00	2.0
機材設置費	式	1	6.30	6.3
合計				**129.3**

出典：調査団作成

表 9-19：オンデマンド公共交通の年間維持管理費用（再掲）

費目	単位	数量	単価（円）	金額（円）
年間維持管理費	台	20	3.8	76.0
合計				**76.0**

出典：調査団作成

(5)　その他の最先端公共交通サービス

その他の最先端公共交通サービスの導入費用及び運営費は以下のとおりである。

表 9-20：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの導入費用（再掲）

項目	単位	数量	金額（円）	備考
機材調達	式	1	13,394,000	バス端末（スマートフォン）60 台 制御用端末（PC＋ディスプレイ 4 台）2 式

出典：調査団作成

表 9-21：スマートフォンを利用するバス位置情報システムの年間費用（再掲）

項目	単価(円)	数量	耐用年数(年)	年間費用（円）
機器更新費				
制御用端末	175,516	1	3	58,505
交通監視ディスプレイ	53,244	4	3	70,992
車載スマートフォン	15,930	60	3	318,600
通信費				
携帯回線通信費	8,850	60	1	531,000
サーバー使用料	30,534	12	1	366,408
合計				**1,345,505**

出典：調査団作成

(6)　スマートモビリティを見据えた道路空間

スマートモビリティを見据えた道路空間の整備関連費用は以下のとおりである。

表 9-22：BRT 導入を見据えた道路スペース確保のための用地買収費用（再掲）

路線	区間	延長（m）	拡幅面積（m^2）	費用（百万円）
Line A	全線 12m 拡幅	20,400	244,800	162.3
	駅部 3m 追加拡幅	17 駅×84＝1,428	4,284	2.8
Line B	全線 12m 拡幅	3,300	39,600	26.3
	駅部 3m 追加拡幅	7 駅×84＝588	1,764	1.2
Line C	全線 12m 拡幅	1,700	20,400	13.5
	駅部 3m 追加拡幅	2 駅×84＝168	504	0.3
合計			**311,352**	**206.4**

出典：調査団作成

9.5　事業採算性の分析

ここでは各分野で計画したスマートインフラサービスの事業性評価の結果を整理する。各インフラサービスに共通する事業性評価の前提条件は表 9-23 に示すとおりである。

表 9-23：事業性評価の共通前提条件

項目	前提条件	備考
インフレ率	2.63 %	直近 5 年間の平均値
法人所得税率	20 %	標準税率
為替レート	215.6 VND/JPY	
割引率	9.45 %	ベトナム 10 年国債利回り 2.3%+リスクプレミアム 7.15%
金利	7 %	ベトナム中銀政策金利は 4.5%、コミットメント手数料等を勘案し設定
減価償却期間	15 年	設備ごとに法定耐用年数は異なるが一律 15 年と設定

出典：調査団作成

9.5.1　エネルギー

民間投資による事業化の可能性が高いと考えられ、設計条件等を詳細に検討したスマートエネルギーサービス（環境配慮型安定電力供給サービス、停電バックアップサービス、エネルギーシェアサービス）についての事業性を評価した。事業費は先述の概算事業費に基づき、収益は住民・テナント・ゾーンディベロッパー等から徴収する電力料金や太陽光発電システムの売電収入とし、先述の需要想定に基づき表 9-24 のとおり想定した。なお、事業性評価の際には、建設にかかる調査設計費用、建設期間中の保険料、予備費も加味したほか、需要想定に対する供給率が全サービスで 100%に達するのに 15 年を要するという想定のもと試算を行った。

表 9-24：スマートエネルギーサービスの収入想定

サービス（ゾーン）	フェイズ	サービス収入	年間収入（mil. VND）	年間収入（百万円）
プレミアム	1	電力料金	453,979	2,106
		売電収入	45,063	209
		バッテリー	—	—
	2	電力料金	817,049	3,790
		売電収入	46,640	216
		バッテリー	—	—
ジェネラル	1	電力料金	903,549	4,191
		売電収入	9,672	45

	2	電力料金	419,253	1,945
		売電収入	13,884	64
	3	電力料金	646,887	3,000
		売電収入	18,874	88
合計			3,374,852	15,653

出典：調査団作成

各サービスの建設期間、維持管理・運営期間は以下のとおり設定した。

表 9-25：送配電サービスの建設期間及び維持管理・運営期間

サービス	ゾーン・フェーズ	サービス・施設	建設期間（年）	維持管理・運営期間（年）
プレミアムサービス	Premium zone: phase1	送配電システム	2	48
		屋根上太陽光発電	2	48
		バッテリーサービス	2	48
	Premium zone: phase2	送配電システム	3	47
		屋根上太陽光発電	3	47
		バッテリーサービス	3	47
ジェネラルサービス	General zone: phase1	送配電システム	2	48
		遊休地活用型太陽光発電	2	48
	General zone: phase2	送配電システム	3	47
		遊休地活用型太陽光発電	3	47
	General zone: phase3	送配電システム	4	46
		遊休地活用型太陽光発電	4	46

出典：調査団作成

上記の前提条件をもとに実施した事業性評価の結果を表 9-26 に示す。今回の前提条件の下では、提案事業の事業性は十分に見込めるという結果となった。

表 9-26：送配電サービスの事業性評価指標

	プレミアム＋ジェネラル	プレミアム	ジェネラル
建設・設備費	25,452 百万円	10,238 百万円	15,214 百万円
EBITDA	1,259,520 百万円	509,293 百万円	750,228 百万円
営業収入	1,478,894 百万円	605,589 百万円	873,305 百万円
営業費用	219,373 百万円	96,296 百万円	123,077 百万円
NPV	74,176 百万円	30,407 百万円	43,769 百万円
PIRR（税後）	30.0%	27.1%	36.2%

出典：調査団作成

9.5.2 上下水

民間投資による事業化の可能性があると考えられる上水道サービス（①水道スマートメータ導入・健全な排水管網の構築による上水供給と、②ビルドイン型浄水器の導入）の事業性を評価した。下水道事業については事業単体での収益化が難しく、AMATA としても

自社投資による整備には積極的でないため、事業性評価の対象からは除いた。上水道サービスの事業収入は、AMATA ハロンスマートシティの住民やテナントから徴収する水道料金及び浄水器のサブスクリプション料とし、以下のとおり設定した。

表 9-27：上下水道サービスの収入想定

項目	数値	備考
水道料金	**677.4 百万円/年**	
年間配水量	23,360,000 トン/年	AMATA ハロンスマートシティの要求水量（64,000 トン/日）より。
水道料金単価	29.0 円/トン	JETRO データベースより現地水道料金
浄水器サブスクリプション料	**18.0 百万円/年**	
浄水器導入数	1,500 個	プレミアムゾーンの世帯数分
サービス料単価	12,000 円/個・年	1000 円/個・月と設定

出典：調査団作成

建設期間 1 年、運転維持管理期間 20 年間、収入想定は運開時に想定の 60%で運開 5 年目に 100%になると仮定して事業性評価を行ったところ、表 9-28 のとおり NPV はマイナスという結果であった。感度分析を行ったところ、表 9-28①のケースで、初期費用とランニングコストが 20%低下し、サービス料収入が 40%増加すれば NPV はプラスとなる。民間投資により上水道サービスを事業化するためには、費用や収入の一部を公共事業で賄うような官民連携のスキームが必要である。

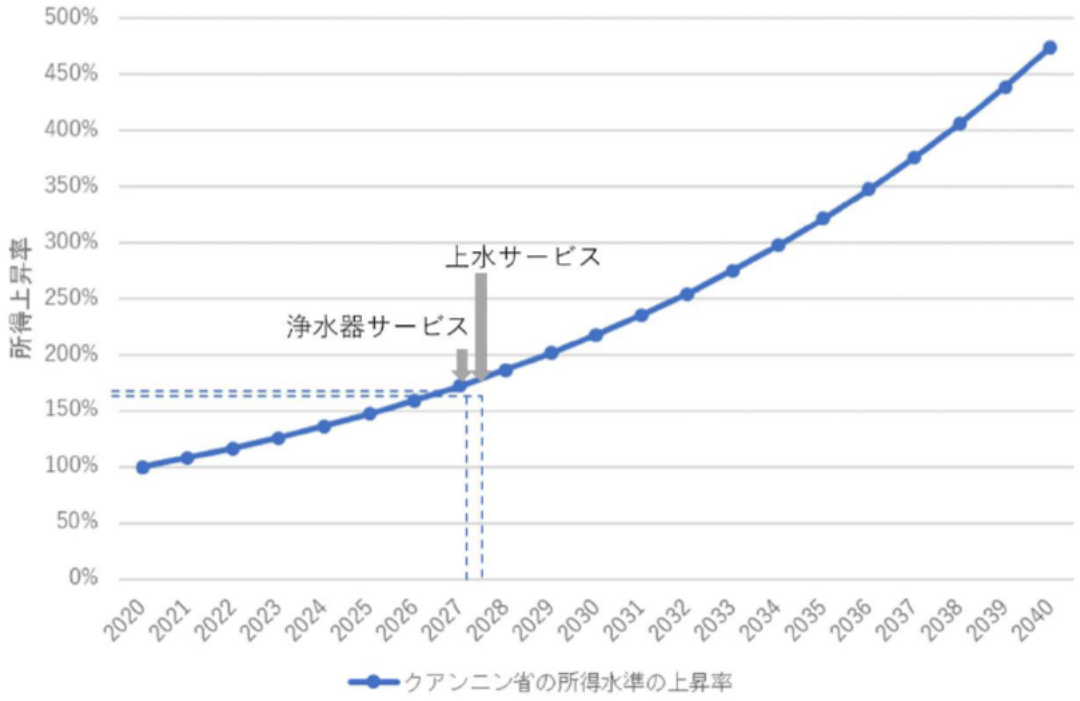
表 9-28：上水道サービスの事業性評価指標

	①上水供給＋浄水器	②上水供給単体	③浄水器単体
建設・設備費	2,427.3 百万円	2,254.0 百万円	173.2 百万円
EBITDA	▲3,339.9 百万円	▲3,543.8 百万円	203.9 百万円
営業収入	13,213.4 百万円	12,871.3 百万円	342.0 百万円
営業費用	16,533.2 百万円	16,415.2 百万円	138.0 百万円
NPV	▲3,333.3 百万円	▲3,254.9 百万円	▲80.2 百万円
PIRR（税後）	N/A	N/A	1.1%

出典：調査団作成

現在のベトナムの所得水準に応じたサービス料収入を前提とすると事業性は確保できないが、今後、所得水準が向上し、ユーザーから徴収するサービス料が増加すれば事業が成立する可能性がある。サービス料収入が現想定の何%になると NPV が 1 以上となるかを逆算したところ、①上水供給＋浄水器及び②上水供給単体は 171%、③浄水器単体は 174%となった。AMATA ハロンスマートシティ住民の所得水準の上昇率とサービス料収入の増加率が比例すると仮定し、NPV が 1 以上となるサービス料収入を見込める所得水準に達する年を推計した。2028 年の所得は 2020 年の 186%になると推計できることから、2028 年頃の所得水準に応じたサービス料収入があれば、上水道サービスの NPV は 1 以上となる。この

ことから、インフレを考慮しなければ、2028 年頃にサービス提供を開始すれば上水道サービスの事業性が成立する可能性がある（図 9-8）。なお、所得水準の上昇率はクアンニン省の GDP 成長率に基づく。



出典：調査団作成

図 9-8：事業性の観点から推奨される上水道サービスの供用開始年

9.5.3 廃棄物処理

WtE、MRF①、MRF②を建設・運営する際の事業性を評価した。これら廃棄物処理サービスの事業収入を、廃棄物発電による売電収入、廃棄物の処理手数料、有価物の販売収入、廃棄物由来の固形燃料の販売収入とし、以下のとおり設定した。

表 9-29：廃棄物処理サービスの収入想定

項目	数値	備考
WtE	**430.0 百万円/年**	
1）売電収入	325.0 百万円/年	
売電量	26,000,000kWh/年	
売電単価	12.5 円/kWh	
2）処理手数料	105.0 百万円/年	処理量のうち 30%は MRF①からの受入として収入から除外
処理量	150,000 トン/年	500 トン×年間 300 日

手数料単価	1,000 円/トン	
MRF①	**42.9 百万円/年**	
1）有価物販売収入	21.2 百万円/年	
プラ類・金属類の販売量	3,263.7 トン/年	処理される廃棄物（86t/日）の 15%が不燃系という設定。年間 253 日稼働想定。
販売単価	6,500 円/トン	タイの事例をもとに設定
2）処理手数料	21.8 百万円/年	
処理量	21,758 トン	86 トン/日×年間 253 日
手数料単価	1,000 円/トン	
MRF②	**279.9 百万円/年**	
1）廃棄物由来固形燃料の販売収入	266.9 百万円/年	
ブラフ販売量	17,710 トン/年	70 トン/日×年間 253 日
販売単価	3,500 円/トン	
Fakewood 販売量	911 トン/年	3.6 トン/日×年間 253 日
販売単価	225.0 千円/トン	
2）処理手数料	13.0 百万円	処理量のうち 30%は MRF①からの受入として収入から除外
処理量	18,621 トン	73.6 トン/日×年間 253 日
手数料単価	1,000 円/トン	

出典：調査団作成

建設期間 1 年、運転維持管理期間 20 年間、収入想定は運開時に想定の 60%で運開 5 年目に 100%になると仮定して事業性評価を行ったところ、表 9-30 のとおり MRF②単体での事業以外は NPV はマイナスという結果であった。

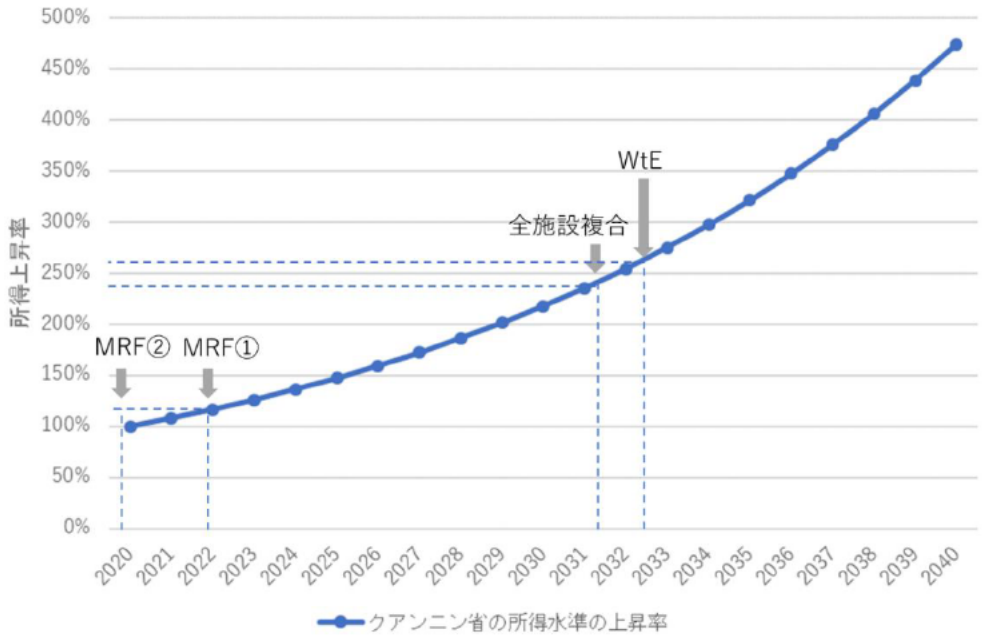
表 9-30：廃棄物処理サービスの事業性評価指標

	①全施設複合	②WtE	③MRF①	④MRF②
建設・設備費	6,880.0 百万円	6,400.0 百万円	75.0 百万円	405.0 百万円
EBITDA	5,829.9 百万円	3,070.0 百万円	115.0 百万円	2,644.9 百万円
営業収入	14,305.5 百万円	8,170.0 百万円	816.5 百万円	5,319.0 百万円
営業費用	8,475.6 百万円	5,099.9 百万円	701.4 百万円	2,674.2 百万円
NPV	▲3.999.3 百万円	▲4,635.9 百万円	▲21.7 百万円	505.2 百万円
PIRR（税後）	▲2.0%	▲6.9%	4.1%	24.6%

出典：調査団作成

現状の収入想定では、処理手数料や売電価格を現在のベトナムの水準に応じて設定したが、今後、所得水準が向上してこれらの単価が増加すれば、NPV がマイナスとなっているサービスについても事業性が成立する可能性がある。処理手数料や売電単価が現想定の

何%になると NPV が 1 以上となるかを逆算したところ、①全施設複合では 238%、②WtE では 269%、③MRF①では 116%となった。AMATA ハロンスマートシティ住民の所得水準の上昇率と処理手数料及び売電価格の増加率が比例すると仮定し、NPV が 1 以上となるサービス料収入を見込める所得水準に達する年を推計したところ、①全施設複合では 2031 年頃、②WtE では 2033 年頃、③MRF①では 2022 年頃となった。このことから、インフレを考慮しなければ、上記の年前後にサービス提供を開始すれば①～③のサービスについても事業性が成立する可能性がある（図 9-9）。なお、所得水準の上昇率はクアンニン省の GDP 成長率に基づく。



出典：調査団作成

図 9-9：事業性の観点から推奨される廃棄物処理サービスの供用開始年

9.5.4 交通・物流

単体での事業収益が見込め、民間投資による事業化の可能性があると考えられるバス高速輸送サービス（BRT）とオンデマンド公共交通システムの各サービスについて事業性の評価を行った。事業収益は運賃収入とし、以下のとおり設定した。

表 9-31：BRT 及びオンデマンド公共交通システムの収入想定

項目	数値	備考
BRT 運賃収入	**733 百万円／年**	
年間利用者数	1,047 万人／年	ハノイ BRT の検討事例[26]における需要予測から、ハノイとの人口比で 1 日当

[26] 「ベトナム国ハノイ首都圏 BRT 情報収集・確認調査ファイナルレポート」、JICA、2016 年 8 月

		たり 2.87 万人が利用と想定（ハノイ BRT 検討事例の利用者数：人口 60 万人に対して 8.6 万人／日の予測）
単価	70 円／人・回	ハノイ BRT の検討事例を参考に定
オンデマンド公共交通運賃収入	**51.1 百万円／年**	
年間利用者数	73 万人／年	計画条件より 1 日 2,000 人が利用と想定
単価	70 円／人・回	BRT 運賃と同程度と想定

出典：調査団作成

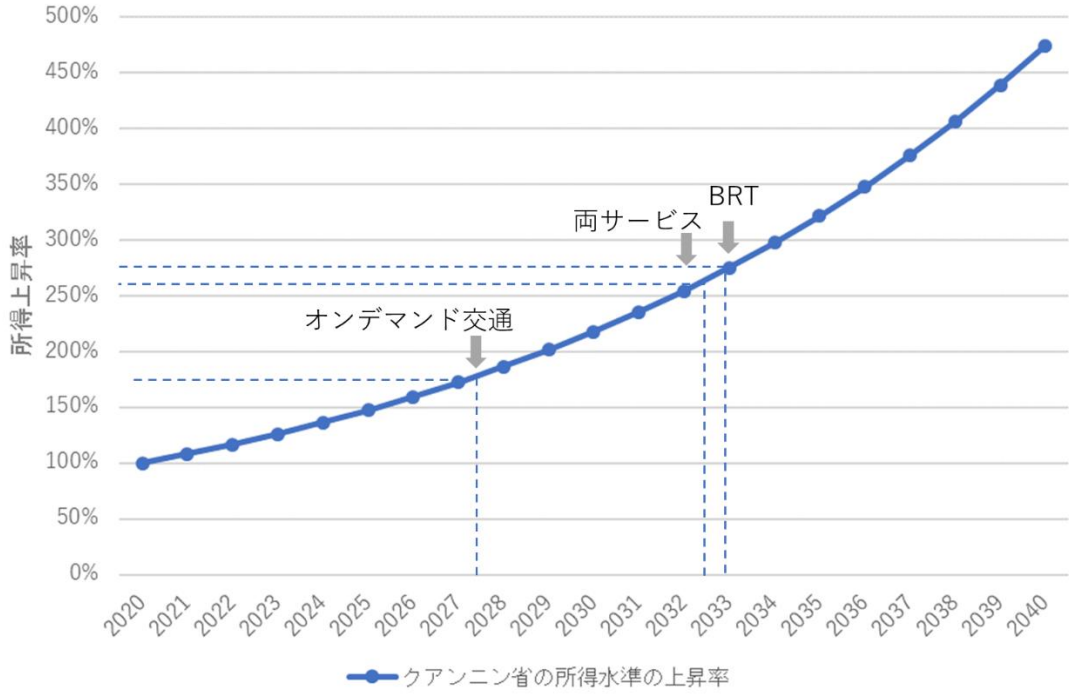
建設期間 1 年、運転維持管理期間 20 年間、収入想定は運開時に想定の 60%で運開 5 年目に 100%になると仮定して事業性評価を行ったところ、表 9-32 のとおり NPV はマイナスという結果であった。

表 9-32： BRT 及びオンデマンド公共交通システムの事業性評価指標

	①両サービス	②BRT	③オンデマンド交通
建設・設備費	11,967.3 百万円	11,838.0 百万円	129.3 百万円
EBITDA	341,433 百万円	976.6 百万円	635.2 百万円
営業収入	20,008.6 百万円	18,705.1 百万円	1,303.5 百万円
営業費用	19,667.2 百万円	17,728.5 百万円	1,938.7 百万円
NPV	▲10,815.5 百万円	▲10,476.7 百万円	▲345.9
PIRR（税後）	▲22.2%	▲17.0%	N/A

出典：調査団作成

現在のベトナムの所得水準に応じたサービス料収入を前提とすると事業性は確保できないが、今後、所得水準が向上し、ユーザーから徴収する運賃収入が増加すれば事業が成立する可能性がある。運賃収入が現想定の何%になると NPV が 1 以上となるかを逆算したところ、①両サービスでは 269%、②BRT では 275%、③オンデマンドでは 177%となった。AMATA ハロンスマートシティ住民の所得水準の上昇率と運賃収入の増加率が比例すると仮定し、NPV が 1 以上となる運賃収入を見込める所得水準に達する年を推計したところ、①両サービスでは 2032～2033 年頃、②BRT では 2033 年頃、③オンデマンド交通では 2027～2028 年頃となった。このことから、インフレを考慮しなければ、上記の年前後にサービス提供を開始すれば各サービスの事業性が成立する可能性がある（図 9-10 図 9-9）。なお、所得水準の上昇率はクアンニン省の GDP 成長率に基づく。



出典：調査団作成

図 9-10：事業性の観点から推奨される交通サービスの供用開始年

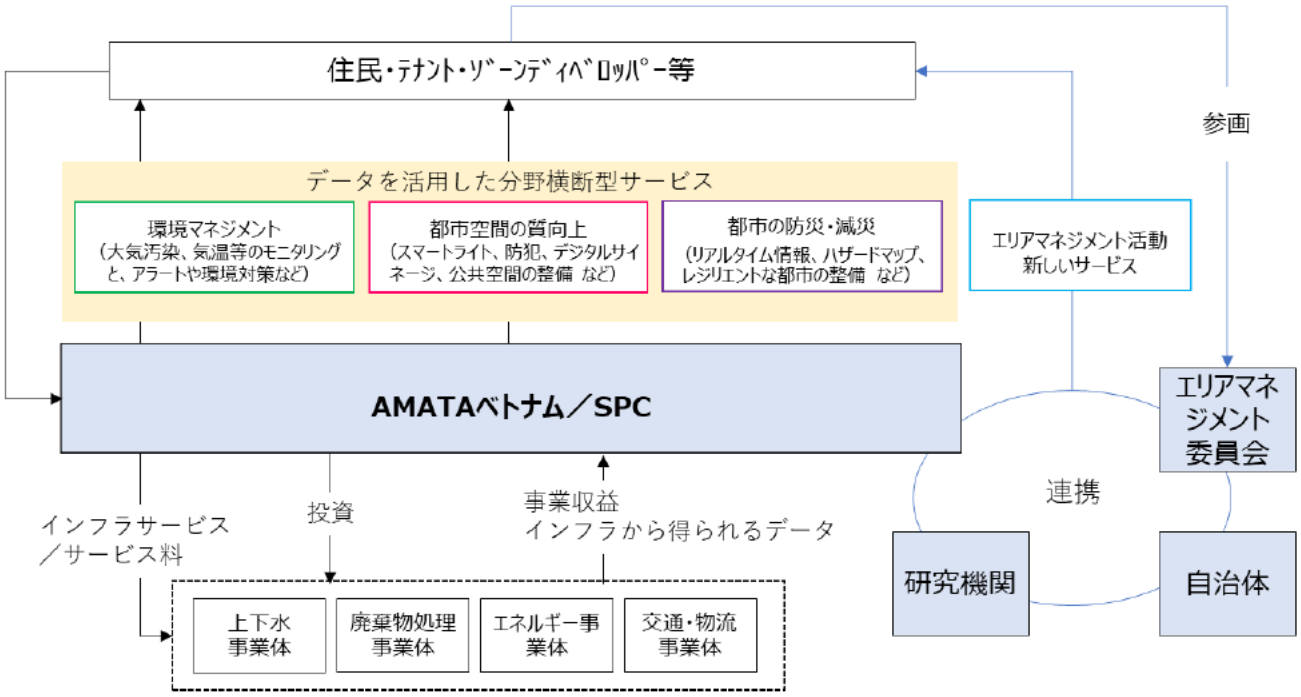
9.6　ビジネスモデルの検討

AMATA ハロンスマートシティ事業における AMATA ベトナムにとっての主な収益源は住民、テナント、ゾーンディベロッパー等から支払われる賃料やサービス料であり、これらを増加させることで、スマートシティ事業全体としての事業性を高めることができる。住民やテナント向けの高付加価値なスマートインフラサービスや、そこから得られるデータを活用した分野横断的サービスをプレミアムゾーンから段階的に拡張して都市の価値を向上させていくことにより、AMATA ハロンスマートシティに居住する人口、特に高付加価値なサービスを求める高所得層の人口を拡大し、それに伴う商業施設等の増加・拡大を促進し、賃料やサービス料の売上を向上させていくモデルを想定する。

また、住民や企業等で構成されるエリアマネジメント委員会が主体となり、AMATA ベトナムや近隣の企業・研究機関、自治体等と連携したエリアマネジメントを推進することで、都市の価値向上を図る構想も検討した。具体的には、「AMATA Ha Long Smart City Living Lab」のような拠点を設け、以下のような取り組みを実施していくことが考えられる。

- 「クリーンタウン」「安全・防犯」「防災」などのワークショップ
- 教育的プログラム
- 横浜フェスティバル
- ビジネスインキュベーションイベント

ここまでで述べたとおり、AMATA ハロンスマートシティの事業化においては、スマートインフラサービス、データ利活用サービス、エリアマネジメントを組み合わせて都市全体の価値向上を図り、中・長期的に賃料・サービス収益を拡大するビジネスモデルを想定する（図 9-11）。



出典：調査団作成

図 9-11：ハロンタウンシップにおけるサービスの全体像

9.7 本邦都市インフラ技術の適用可能性

9.7.1 エネルギー

エネルギーインフラサービスの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-33：エネルギー分野の協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.2 上下水

上下水道インフラサービスの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-34：上下水道分野の協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.3 廃棄物処理

廃棄物処理インフラサービスの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-35：廃棄物分野の協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.4 交通・物流

交通・物流インフラサービスの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-36：交通・物流分野の協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.5 防災

防災インフラの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-37：防災分野の協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.6 データ利活用その他

データ利活用に関する事業コンセプトの検討にあたって以下の国内外関係者との協議を行った。

表 9-38：データ利活用に関する協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

9.7.7 AMATA との協議

AMATA ハロンスマートシティにおけるスマートインフラの開発コンセプト案や各分野のインフラサービス案について AMATA と以下のとおり協議を行った。

表 9-39：AMATA との協議記録（非公表）

実施日	参加機関	協議内容・結果	技術概要
		非公表	

出典：調査団作成

第10章　事業化計画の策定（まとめ）

供用開始年に関する検討（ロードマップ）

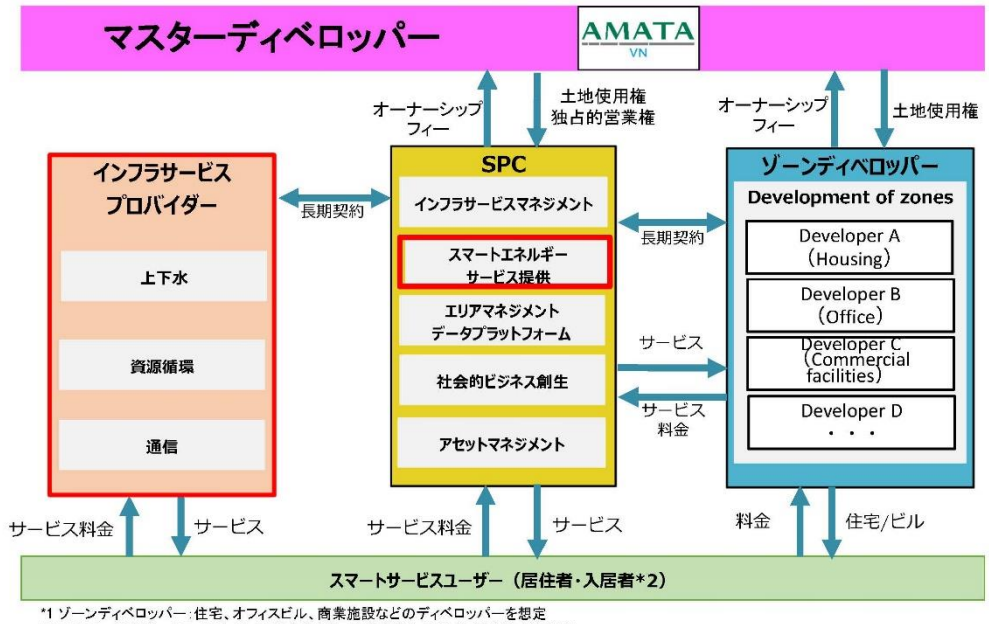
公共事業者とは異なり、インフラを運営するSPCは民間事業者であるため、収支を度外視した形でのインフラ事業は実施できない。
プレミアムゾーン設定によって事業が成り立つビジネスモデルもあれば需要不足であり、成り立たないビジネスモデルもある。
現時点での試算では収支が成立しない事業についても、現状の経済成長持続および成長分をインフラ料金の支払いにも回せると仮定し供用開始年を試算した。

※ MRF事業については、工業団地との一体運営を前提として試算しており、本調査での本格的な事業化検討は実施していない。

1

ベトナム国・ AMATAスマートシティハロンにおけるスマートインフラマスタープラン策定事業

SPCの役割



*1 ゾーンディベロッパー：住宅、オフィスビル、商業施設などのディベロッパーを想定
*2 テナント：居住者、オフィスビルに入居する企業、商業施設に入居する店舗などを想定

スマートシティのエリア開発に関する提案

長期的なエリア開発アイデア

Idea A：TOD（Transit-Oriented Development）型バスステーション開発

バスタ新宿 （出典：調査団撮影）

注：政府の許可を得るためには交渉が必要な場合があります。

- 多くの人が行き交うバスターミナルには、ビジネスチャンスがある。
- このバスターミナルの下に、例えば"Yokohama-taste Market"などがあれば、より多くの人が集まるだろう。
- 横浜シティ・エア・ターミナル（YCAT）は、TODの成功例の一つである。
- また、パシフィコ横浜は、MICE(Meeting, Incentive tour, Convention/Conference and

高速バスによる都市間輸送ネットワーク

1日あたり40,000回以上の運行を想定しています。例）Hải Phòng（ハイフォン）行きのバスが1時間に20～30本

商業ゾーンの開発を組み合わせる → バスターミナルのO&Mコストの削減 → バス停の利用料を無料にすることで、バスを誘致してドロップさせる → バスの本数を増やす → 人の流れ（＝お金の流れ）を促し、人が住むことに魅力を感じる。

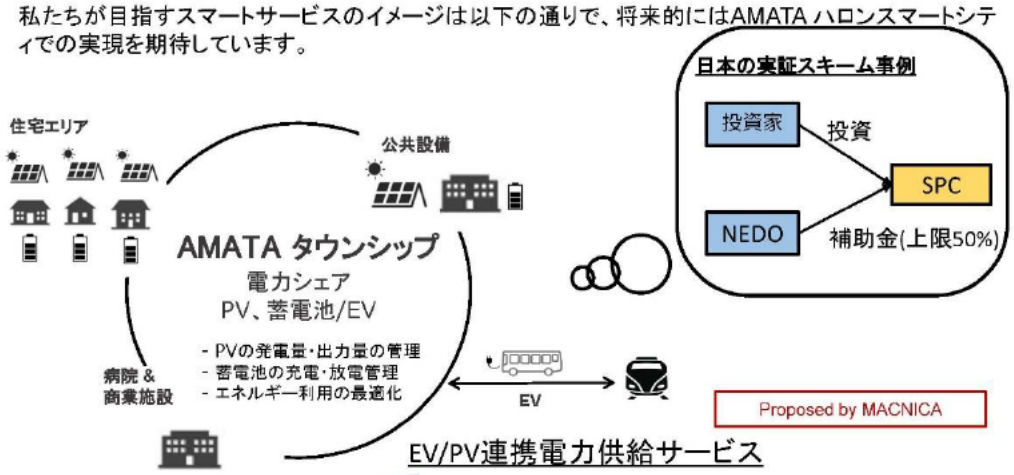
Idea B：感染症対策の都市計画

- COVID-19のパンデミック後には必然的に感染症対策の検討が必要となる

長期的なエリア開発アイデア

Idea C: Future Power System

私たちが目指すスマートサービスのイメージは以下の通りで、将来的にはAMATA ハロンスマートシティでの実現を期待しています。

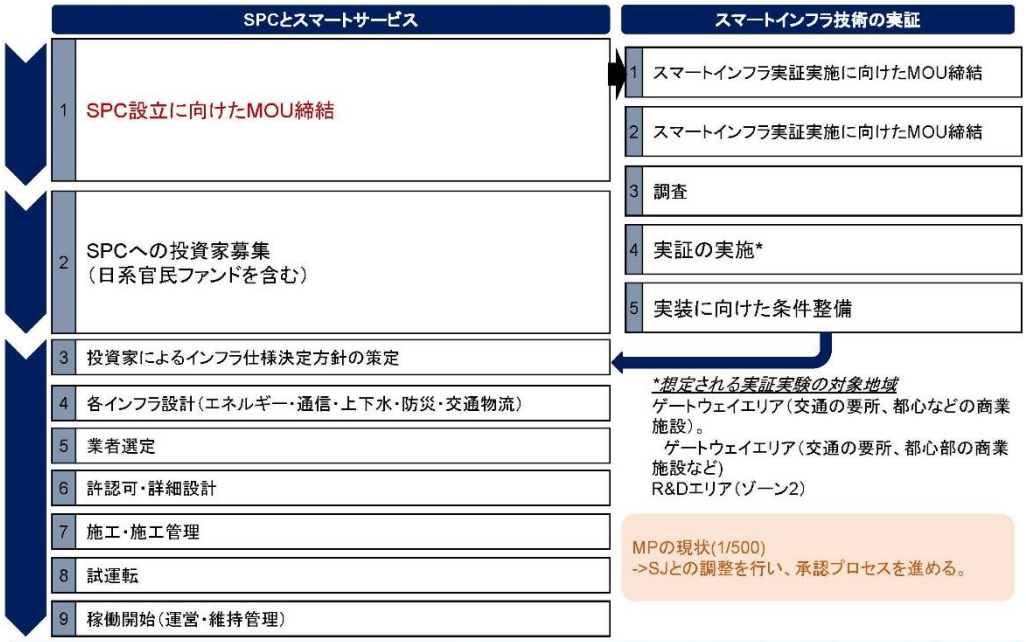


EV/PV連携電力供給サービス

AI利活用

- ✓ 発電能力を監視し、過剰な発電を抑制
- ✓ 蓄電能力の監視とEVへの電力供給
- ✓ 全体のエネルギー使用量の最適制御

今後の展開


SPCとスマートサービス
1 SPC設立に向けたMOU締結
2 SPCへの投資家募集
（日系官民ファンドを含む）
3 投資家によるインフラ仕様決定方針の策定
4 各インフラ設計（エネルギー・通信・上下水・防災・交通物流）
5 業者選定
6 許認可・詳細設計
7 施工・施工管理
8 試運転
9 稼働開始（運営・維持管理）
スマートインフラ技術の実証
1 スマートインフラ実証実施に向けたMOU締結
2 スマートインフラ実証実施に向けたMOU締結
3 調査
4 実証の実施*
5 実装に向けた条件整備
*想定される実証実験の対象地域
ゲートウェイエリア（交通の要所、都心などの商業施設）。
ゲートウェイエリア（交通の要所、都心部の商業施設など）
R&Dエリア（ゾーン2）
MPの現状(1/500)
->SJとの調整を行い、承認プロセスを進める。

APPENDIX 1

他のスマートシティにおけるデータ利活用事例

Appendix.　1　他のスマートシティにおけるデータ利活用事例

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
エネルギー、交通/物流	スペイン	バルセロナ	スマートライティング	市内約 1,100 基の街路灯すべてを省エネ LED に転換したほか、街路灯にセンサーを設置することで周辺の交通量を測定し、街路灯ごとに明るさ、点灯・消灯時間を制御する	・人通りが少ない時間帯は消灯し、犯罪の起きやすいエリアや時間帯では点灯させるなどの運用が可能となったため、エネルギー供給の効率化により光熱費が従来の約 30%に相当する年間 450 万ユーロ（約 5 億 8,000 万円）削減されたほか、市内の防犯・安全性が向上	・街路灯センサー ・交通量、位置情報
交通/物流	スペイン	バルセロナ	スマートバスストップ	バス停に Wi-Fi ポイントを設置すると共に、タッチスクリーン式の大型モニターを設置し、バスの運行状況やその他交通情報、地図、行政情報などを提供するほか、企業広告も配信している。モニターの利用者数、性別、年代などのデータもモニターに設置されたセンサーで収集される。ソーラーパネルを敷設して、モニター電源を確保しているバスストップもある。		・バス停センサー ・利用者カメラ映像
交通/物流	スペイン	バルセロナ	スマートパーキング	市内の駐車場にセンサーを設置することで、利用状況のデータを収集し、利用者が無料アプリから空いている駐車スペースを検索して予約できるサービスを提供	・スムーズな駐車移動が図られ交通渋滞の緩和に繋がったほか、駐車スペースの利用率上昇により同市の駐車料金収入の増加にも貢献。	・駐車場センサー ・位置情報
交通/物流	スペイン	バルセロナ	スピードセンサーと信号機の連動	制限速度以上で走行するとセンサーが感知し、次の信号が赤になる。一定以上のスピード超過や信号無視をすると、ナンバープレート情報をもとに後日違反通知と請求書が届く。	・事故防止に役立つほか、クルマの流れが平準化されるため渋滞の抑制効果も得られる	・スピードセンサー ・位置情報 ・カメラ画像
交通/物流	スペイン	バルセロナ	Bicing（ビシング）	市内に 420 か所のステーションを設置して自転車シェアリングサービスを実施しました。現在、同サービスの利用は年間 1,500 万件（市民一人当たり年間 9 回分の利用に相当）に達しており市民の足として広く認知されています。	・自転車の利用 ・促進により市内では自動車利用が抑制され、交通渋滞の緩和や排出ガスの削減に繋がりました。	・自転車ステーション情報（位置情報、ログ等） ・スマホアプリ情報（個人情報、支払い等）
エネルギー、交通/物流	スペイン	バルセロナ	エネルギー効率改善	19500 のスマートメータを設置し、市の対象地域のエネルギー消費を監視・最適化する		・スマートメータデータ
交通/物流	スペイン	バルセロナ	パークアンドライド施設駐車案内ソリューション（Fastprk）	バルセロナ内のパークアンドライド施設 10 エリアを対象に、アプリから駐車スペースの空き情報確認や予約ができるサービス	・マルチモーダルの促進 ・効率的なルートでのドライブ ・駐車時間短縮 ・交通量削減・排気汚染軽減	・入口と出口・各駐車スペースに設置されたセンサーデータ、位置情報
交通/物流	アメリカ	ニューヨーク	RESPONSIVE TRAFFIC MANAGEMENT	超音波センサーと交通ビデオカメラから得られた情報をもとに、交通流調整	・初年度で 10%の移動時間削減が達成。それにより、温室効果ガスの排出も削減された。	・超音波センサー ・交通ビデオカメラ

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	アメリカ	ニューヨーク	TRAFFIC SIGNAL PRIORITY	Transit Signal Priority(TSP)システムを内蔵したバスが交差点に差し掛かると、所定の信号を発し、バスが迅速に交差点を通過できる	・バスの遅れが 20%近く削減でき、市バスの信頼性が向上	・バス GPS
交通/物流	アメリカ	ニューヨーク	SNOW PLOW TRACKING	PlowNYC というウェブアプリにより、住民が市内の除雪状況をリアルタイムで把握できる。	・車やバスを利用する人の不安が解消。除雪に関する要望電話の本数を減らした。	・住民撮影画像等
交通/物流	アメリカ	ニューヨーク	タクシー利用分析ソフト	タクシー利用者の乗車地点や乗車時間等のデータを分析し、タクシーの渋滞状況やタクシー利用の多い時間帯・地区などを調べることが可能。調べた内容をグラフ化したり地図に示すこともできる	・タクシーの利用し易さや効率性の向上 ・交通局の内部用分析ツールとして活用	・交通局が提供しているイエロータクシー利用のオープンデータ
交通/物流	アメリカ	ニューヨーク	NaviLens	駅の至るところにある 100 種類のカラフルなコードをスマホでスキャンすると、標識を読み上げ、音声で列車の到着情報を提供し、視覚障害者の駅内ナビゲートを行う。視力のあるユーザー向けには拡張現実ナビゲーションが可能。		・個人デバイス位置データ、カメラデータ ・地図データ
交通/物流	シンガポール	シンガポール	スマートモビリティ	・カメラにより警戒区域に出入りする車両の平均速度を検出。 ・Electronic Road Pricing システムによる自動料金徴収 ・自動ナンバープレート認識（ANPR）カメラシステムによる車両情報検知。 ・Green Link Determining（GLIDE）システムにより、すべての信号が制御され、交通量に基づいて緑の時間が割り当てられる調整が行われる。 ・TrafficScan という GPS をタクシーに装備し、位置・速度を検出することで道路ごとの平均交通速度を収集し、OneMotor ポータルでドライバーに道路交通情報を提供する。		・カメラ画像 ・タクシーGPS ・個人決済情報
エネルギー、交通/物流	シンガポール	シンガポール	Lamppost as a Service	110,000 個の街灯をスマートランプポストに変換。環境センサーにより降雨・湿度・温度・大気質・騒音が計測できると共に、ビデオセンサーで顔認識システムを組み込むことも可能。		・環境センサー ・カメラ画像
エネルギー、交通/物流	オランダ	アムステルダム	スマート公共照明	Luminext スマート照明技術を活用し、街路照明をリモートで調光及び監視。今後 2.5 年で、レンクム（自治体）で約 3,000 の照明柱と 6,000 の照明器具が交換される	・既存照明の LED 照明化と併せて 60%の省エネが実現予想	・位置情報 ・動作感知センサー
交通/物流	オランダ	アムステルダム	スマートパーキング	駐車場を前もって予約することを可能にしたシステムで、民間の駐車場、公共施設の駐車場、またホテルや病院など、市内各地の駐車スペースの空き情報をスマートフォンで入手し、予約できるようにするシェア駐車のシステム。	・駐車場を探す時間とそれに伴う CO2 排出や大気汚染を抑える	・駐車場センサー ・位置情報

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
エネルギー、交通/物流	イギリス	ロンドン	Smart Light Control System	LED 電球と、アルゴリズムを使用してオン/オフの切り替えを自動化する中央管理システム（CMS）による光量調整を通して、エネルギーとコストを節約する。ロンドン市全体で約 28,000 のスマート LED 照明を設置すると共に、とくに歴史的建築物等を美しくライティングすることに重点を置く。	・60%の省エネ ・道路の危険性の軽減、犯罪や混乱の防止 ・建物の見栄えの改善 ・観光やイベントのサポート	・位置情報 ・動作感知センサー
交通/物流	イギリス	ロンドン	SCOOT	3,890 の信号サイトにおいて 15,000 のセンサーから交通流情報を取得。信号機を調整することで、歩行者・車両の交通を最適化。	・遅延 12.5%削減 ・車両停止回数 4.6%削減 ・信号におけるバスの優先順位付け	・交通流センサー
交通/物流	韓国	ソウル	TOPIS インテリジェントトラフィックモニタリングシステム	監視システムにより市内の車両と歩行者の両方の交通の流れをリアルタイムで追跡し、スマートチケットシステムを介して公共交通機関の利用を監視することにより、あらゆる種類の交通渋滞を防ぐ。また、道路工事や緊急事態を監視し、適切な当局、バスサービス、市の個人住民に自動的に警告する。		・カメラ映像等
交通/物流	韓国	ソウル	Sharing City Seoul	市内で 492 台のカーシェアリングサービス。		
エネルギー、交通/物流	韓国	ソウル	integrated intelligent control systems and dimming systems	市内の 177180 の道路照明を制御可能な LED ライトに置き換える。	・光害防止対策 ・エネルギー消費量削減 ・都市景観の確保	
交通/物流	スペイン	サンタンデール	屋外パーキング パーキング空車表示	400 個の磁気センサーを駐車場アスファルトに埋め込む形で配置し、駐車場空き状況の確認。街中に設置された 10 個の表示パネルにより空いている駐車場を表示。		・駐車場センサーデータ
交通/物流	スペイン	サンタンデール	移動式環境モニタリング	150 の公共車両（バス・タクシー・警察車両）に設置した機器を通して環境モニタリングのデータ取得範囲を拡張		
交通/物流	スペイン	サンタンデール	交通状況監視（Traffic Intensity Monitoring）	交通量の監視を行うため、街に入ってくる交通流をセンサーで測定。街のメインエントランスに 60 機のデバイスを設置し、交通量・道路占有率・車両速度・渋滞長さ等を測定		
交通/物流	スペイン	サンタンデール	NFC/QR tags	2000 以上のタグをサンタンデール中心部の主に交通ポイント（バス停・タクシー乗り場等）や記念碑、店舗等に設置。スマートフォンアプリケーションで読み込むことでリアルタイムの情報を取得可能。		
エネルギー、交通/物流	スペイン	サンタンデール	スマートライティング	22700 の既存街灯を LED 照明に変え、光量を自由に変化できるようにすると共にサンタンデールスマートシティプラットフォームに接続するようにした。	・街灯照明エネルギー消費量 80%を削減。 ・電力消費・メンテナンス両コスト併せて年間 1.8M ユーロのコスト削減	
交通/物流	中国	杭州市	ET City Brain	街中に設置した監視カメラやタクシードライバーの使用アプリによる乗車記録情報、鉄道乗客の IC カードの利用記録情報等を集約して AI で分析し、8 万か所の信号を自動でリアルタイム制御	・大幅な渋滞緩和 ・救急車や消防車当の現場到着時間約 50%縮減 ・道路の通行速度 15%向上	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
エネルギー、交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Smart lighting	20,000 個の公共照明を LED スマートランプに交換し、リモート照明として管理・制御する。15 年間の運用契約枠組みのもと、運営・保守・実装が外部委託されている。なお、現在約 20 の新規照明プロジェクトが始動しており、学校・公園・病院の屋内・屋外照明を対象としている。	・エネルギー2016 年から約 57%節約 ・自転車の交差点横断を感知し、ライティングを行う等、不要なときに照明を暗くしたり、強度を上げたりして、自転車や歩行者が通り過ぎるときの安全性を高める	
交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Green Wave	交差点に近づく自転車ユーザーを検出し、20 km / h の速度であれば、自転車用信号機を調整して、朝のラッシュアワーに街中までずっと青信号のまま進むことができる。午後は波を帰宅ルート方向に逆転させる。市内中心部に通じるほとんどの主要な動脈道路に設置。自転車道に埋め込まれた一連の緑のライト「グリーンウェーブ」が点滅することで、視覚的サポートを行う。	・自転車利用者がスムーズに出勤・帰宅できる ・平均自転車速度の向上 ・移動時間が 17%減少	
交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Cyclemeter	市内に設置した Cyclemeter を介して速度、温度、時間、日/年の自転車の通過量（サイクルカウント）、広告、電車/バスの時刻、イベントなどについて自転車利用者に通知。同時に、交通担当者が自転車交通の詳細な画像を入手可能。また、アプリを介してサイクルカウント等の情報にリアルタイムでアクセスできる。	・サイクリング促進による健康増進	
交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Blind Spot Warning Device	アスファルトに埋め込まれた LED や LED の可変メッセージ標識により、たとえば自転車が自転車線を横切ると、運転者に警告を発する。自転車が検出されると、速度低下メッセージまたは警告メッセージと共に標識が点灯し、危険エリアに自転車がいなくなると、自動的に点灯がオフになる。	・サイドミラーで見づらい視覚をカバーする。	
交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Intelligent Transport Systems(ITS)	市の 380 の交差点の信号機にコントローラーを設置することにより、高度道路交通システム（ITS）を形成。リアルタイム交通制御のための信号最適化を行う。	・自転車やバスの流れの効率化 ・交通信号のエネルギー使用量が 3 分の 1 に削減 ・自転車の移動時間が 10%削減、バスの移動時間が最大 20%減少すると予想 ・特に通勤の 45%を占める自転車に参加する人々がさらに増えることを期待 ・自転車の停止回数を 10%削減し、事故の発生率を削減	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	デンマーク	コペンハーゲン	Copenhagen Connecting CITS	CITS(コペンハーゲン・インテリジェント交通ソリューション) 交通渋滞の改善と二酸化炭素排出量の削減、市民の安 全性向上を目指すプロジェクト 市内から Wi-Fi 端末を通じて自動車や自転車利用者の位置情報を収集。 長期的傾向を割り出し、気象情報などその他パラメータと渋滞 状況との相関関係を分析中。 コペンハーゲン空港の利用者の携帯電話からの Wi-Fi アクセスにより、位置と動きをリアルタイム及び履歴で 3D マッピングし、 行動・利用予測に活用。	・人や車、バイクなどの 移動データを分析。交通車両をリアルタイムで追跡し、信号機 等の設備使用の最適化を図り、CO2 の削減と輸送・移動時間 の短縮を実現。	・自動車や自転車利用者の位置情報や行動情報 ・気象情報などその他パラメータと渋滞状況
交通/物流	イギリス	マンチェスター	Talkative bus stops	センサー、電子看板、アプリ等を組み合わせ、利用客がバス停に「チェックイン」することで、利用客が 待っていることを運転手に告げる「おしゃべりバス停」の設置		
交通/物流	イギリス	マンチェスター	Bike sharing	コリドースルールートをバスと自転車のみの交通とし、クラウドソースで管理された安全な自転車共有サービスで IoT 対応自転車を導入したシェアリングサービス。コリドーで「ラストマイル」の配達を行うための「e カーゴ」バイクも含む。	・これまでのシェアリングバイクより導入・保守費用を削減 ・既存のバンでの輸送により排出される Nox の削減による大気質向上、CO2 排出削減（e カーゴ）	
エネルギー、交通/物流	イギリス	マンチェスター	Smart lighting	通信ノードとモーションセンサー式コントローラーをマンチェスターサイエンスパートナーシップのキャンパス内街路灯に設置し、人の進行に合わせて点灯する。	・エネルギー消費削減	
交通/物流	イギリス	マンチェスター	City Concierge	マンチェスターシティユーザーインターフェースに基づく経路探索サービスを開発しており、すべてのトランスポートモード、通信チャネル、メディアにわたるユーザーエクスペリエンスをまとめる。	・マッピングデータを使用し、交通手段と訪問者サービスを統合することで、ユーザーが旅行方法に関する情報に基づいた選択を可能とする。	
交通/物流	イギリス	マンチェスター	Smart Parking	ノーザンクォーターとチャイナタウンの 223 か所の駐車スペースで試用として駐車スペースセンサーを設置し、スマートフォンを通じて市内の利用可能な駐車スペース情報を参照	・駐車スペースを探すための車移動量と時間の削減	
交通/物流	イギリス	マンチェスター	Sensing Tram	トラムネットワーク上の IoT デバイスを介して照合されたリアルタイムデータを使用して、乗客占有率を正確に測定し、それに応じて市民や観光客に情報を提供すると共に、トラムネットワークを需要に応じた運航になるよう操作。	・乗客へのリアルタイムの路面電車情報提供 ・トラムネットワークの使用促進	
交通/物流	イギリス	ブリストル	ParkUs	電話からクラウドソーシングされたデータを使用して、リアルタイムで駐車場の空き状況をユーザーにアプリで知らせる。収集されたデータにより、ユーザーは選択した目的地で駐車スペースを見つけることができる可能性を把握できる。	・人々が車の駐車スペースを探すために運転に費やす時間を削減 ・燃料、お金、及び不要な CO2 排出量を削減	・ユーザーの携帯電話 GPS データ（位置情報）
交通/物流	イギリス	ブリストル	Travelwest Journey Planner	家を出てからアプリやウェブサイトを使用して目的地に到着するまでのさまざまな交通手段を使用した旅行を計画できる。		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	イギリス	ブリストル	Journey Time Manager Module(UTC)	市内の 36 の自動ナンバープレート認識（ANPR）カメラサイトにリンクされたシステムにより、平均の車速や移動時間などのデータをリアルタイムで視覚化、監視、プロファイリング、アラートを提供する。	・インシデントの自動検出、データ分析、輸送モデリング。	
交通/物流	イギリス	ブリストル	Car Park Module(UTC)	統合モジュールにより市内の 16 の駐車場、16 の案内標識、1 つのパーク＆ライド施設を管理し、ドライバーにリアルタイムのアドバイスを提供。し	・駐車場の占有率を監視し、ドライバーをスペースに誘導 ・駐車場を探す循環交通による遅延を最小限に抑える	
交通/物流	イギリス	ブリストル	Variable Message Sign (VMS) Module（UTC)	事故等が発生すると、21 の VMS のネットワークが作動し、ドライバーに路側に設置された VMS を介してリアルタイムの交通情報を提供	・ドライバーがより適切な情報に基づいて旅行を決定できるようにすることで、待ち行列を減らし、都市の移動を支援 ・道路工事やイベントなどの計画された中断について、ドライバーに高度な警告を提供。	
交通/物流	アメリカ	サンフランシスコ	SFpark	サンフランシスコ市営交通局は、管理する約 2 万か所の駐車スペースにパーキングセンサーを設置した。内訳は、同局が管理する路上駐車スペース 7,000 か所（全体は 2 万 8,800 か所）と、市営駐車場 15 件（全体は 20 件）にある駐車スペース 1 万 2,250 か所。ドライバーは、スマートフォンなどで駐車スペースの混雑状況や駐車料金をチェックできる	・SFpark の効果は数字のうえで見え始め、徐々にではあるが駐車場の稼働率が当初の目標値であった 60～80%に近づいている。さらに、利用者による駐車場探しの運転時間がほぼ半減したなどの分析結果が公表されている。	
交通/物流	アメリカ	サンフランシスコ	Charge Point	110 の公共 EV 充電ステーションを設置し、オンラインの Charge Point Network を介して充電器の使用状況・機能のステータス等のデータをもとにレポートを作成。	・EV 充電器の需要確立 ・EV 充電器の将来的な設置計画策定のためのデータ収集	
交通/物流	アメリカ	サンフランシスコ	Bike barometer	市内 75 か所にカウンター（一部デジタルディスプレイ付き）を設置し、自転車通過数がカウントされる。カウント数は、ディスプレイに年次・日次量が表示される。	・自転車利用率の算出に活用 ・自転車が道路や自転車レーンをどのように利用しているか把握可能。	
交通/物流	アメリカ	ロサンゼルス	L.A.ExpressPark	市街地の 6,300 か所の駐車スペースにセンサーを設置し、スマートパーキングを行うプロジェクト。実施主体は、同市の交通部局である LADOT（Los Angeles Department of Transportation）である。	・LADOT が発表した実証成果によると、ドライバーが駐車スペースを探す時間が短縮され、駐車に起因する交通渋滞が 10%減少した。また、76%のドライバーがより安価な駐車スペースを探す行動を示し、全体の占有率が平均 5%低下した。それにもかかわらず、駐車場収入は 2%ほど増えたという。LADOT は同実証を成功だと見なしており、順次適用地域を拡大しようとしている。	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	フィンランド	ヘルシンキ	Whim	2016 年に正式にサービスを開始。毎月定額もしくはその都度支払い、ポイントに換え、利用することで、 いくつかの交通手段から最適な移動ルートを自動検索し、目的地まで運んでくれます。 予約から決済まで一括して行えるのがメリットです。利用できる交通手段は、 電車やバスのほか、タクシー、バイクシェアなど。 ユーザーがスマホアプリを提示するだけで、交通手段を利用できる。 ITS フィンランドは大学やタクシー協会、民間企業など 100 以上の団体や組織が参画し、オープンデータとオープン API のプラットフォームの開発・整備を行っている。それまで個別に点在していた”移動”に関する情報検索、決済等のサービスを統合。	・2018 年 7 月 1 日には、フィンランド交通通信省も「輸送サービスに関する法律（Act on Transport Services）」を施行させ、バス、電車、タクシーなど点在していた輸送サービスに関する法律が一元化されました。民間タクシーの参入障壁の緩和、Uber の解禁など、さまざまな規制緩和が行われています。	・交通情報、位置情報
交通/物流	フィンランド	ヘルシンキ	BlindSquare	サードバーティのナビゲーションアプリと組み合わせることで、視覚障害者向けに自動音声で詳細なスポットまでの旅程を指示してくれる		・地図、位置情報（GPS） ・モビリティダイヤ等
交通/物流	カナダ	モントリオール	共有オープンデータポータル	2016 年 4 月に開始されたこの新しいポータルは、ケベックとモントリオールで利用可能なすべてのオープンデータを統合。	・Transit 公共交通機関アプリで運用	
交通/物流	カナダ	モントリオール	スマート信号・監視カメラ	既存のインフラストラクチャを使用して 2,700 を超える交差点と約 1,900 台の車両をインターネットで接続する集中型インテリジェント交通システムを開発。ソフトウェアベースの柔軟な交通信号優先システムを実現し、公共交通機関と緊急車両の両方の優先レベルを管理する	・路上を走行するバスに優先順位を付け、通勤時間を 15%から 20%削減。	・過去 2 年間に設置された 700 の既存のスマート信号と 500 の監視カメラと Bluetooth センサーからのデータ
エネルギー、交通/物流	カナダ	モントリオール	Smart Lighting（SCMS Connect）	132,500 の街灯をセンサー・コントローラー付き LED 照明に変換し、公園、駐車場、自転車レーン、スポーツ会場などの公共及びプライベートエリアに設置されたさまざまなタイプのライトを単一プラットフォームに接続。	・すべての街路灯の制御をリモートでリアルタイムに提供することに加えて、都市の接続された資産とデバイスをマッピングし、それらの動作状態を即座に検出して、障害、停電、その他の異常を検出し、効率的に解決。 ・街路灯の一部またはすべての明るさを調整し、電力消費量の変化をリアルタイムで測定可能。 ・メンテナンス計画の最適化に貢献。	
交通/物流	カナダ	モントリオール	INFO－Neige MTL	モントリオール市から提供された除雪データを使用。アプリケーションの補足としてのマップのバージョン。 除雪データをリアルタイムで表示。 （WEB サイト 1 つ目中間報告書内、16 ページに記載あり）	・ダウンロード 117K。 ・除雪の状態に関する通知を受け取る、お気に入りの場所のオプション。 ・除雪時にすべてのユーザーに送信されるアラート。 ・モントリオール市内全域で運用中。	・除雪データ

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	カナダ	モントリオール	BIXI	自転車共有システム 235,000 人利用。410 万回。 （WEB サイト 1 つ目中間報告書内、16 ページに記載あり）	・支払いはモバイルや Opus カード利用可能	・購入履歴 ・トラフィックデータ ・自転車の可用性に関する情報。
交通/物流	US	ボストン	Smart Signal Corridors	適切な交通量に補正するため、信号を自動的に調整する。 通過する交通機関や緊急車両に青信号を与え、自転車や車の停止頻度を減らし、自動運転車と通信し、混雑している交差点で横断時間を増やすパターンを計算。		・Waze のようなアプリを含む個々の車両向けデータ ・ライブ交通カメラデータ
交通/物流	US	ボストン	Smart Signal Districts	信号はタイミングを調整して一時的な渋滞を緩和または断続的に回避します。 交通、自転車、徒歩の流れに対する地区全体の自動応答では、交通信号が単一のネットワークとして機能する。	・複雑な旧市街区域と新興住宅開発、これらの地区を通過する多数のバスとシャトルにより渋滞軽減。	
交通/物流	US	ボストン	Smart Parking	・繁華街の交通管理を改善するために、新興地区に、合計 330 のスマートパーキングセンサーが、シーポートブールバード、コングレスストリート、サマーストリート、ボストンワーフロードに沿って設置（2013 年設置完了）。 ・Streetline、Inc.からセンサーを購入。同社の無料モバイルアプリ「Parker」はセンサーと連携して動作し、地元の駐車スペースを探すドライバーを支援。	・利用可能な路上駐車スペースに関する最新の情報が得られる。 ・空き駐車場を探し回っているドライバーの数を減らすことで、交通渋滞を削減。	
交通/物流	US	ボストン	Hubway	現在 185 のステーションがある Hubway は、ボストンとその周辺都市のブルックリン、ケンブリッジ、及びサマービルをカバーしており、モバイルアプリケーションで同システムの 1,800 台の自転車のリアルタイムの利用状況とそれぞれの正確な位置を確認できる。パスと会員証が有効であれば、スマートフォンで任意のステーションの自転車を選択し、短距離利用を好きなだけ繰り返すことが可能。		
交通/物流	US	ボストン	Where's My School Bus?	スクールバスに GPS を搭載し、位置や遅延を確認できるようスクールバスをリアルタイムで追跡することで、子供が乗ったバスが到着する時間やバスの遅延を把握できる保護者向けアプリ。	・ここ数年ボストンでは非常に雪が多く、幼い子供の居場所がわからなくなることもあり得るため、悪天候の中で安心と安全の両方を確保。	
交通/物流	US	ボストン	BOS:311 アプリケーション	たとえば道路にできた穴、信号機の故障、器物の損壊、街灯の故障などの緊急を要しない問題をスマートフォンから直接ボストン市に報告できる。こうした報告は同市の作業指示管理システムに送信され、その後市役所の適切な担当者に届けられる。		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	US	ボストン	スマートパーキングセンサー（ParkBoston(アプリ））	駐車場にセンサーを設置し、駐車料金をリアルタイムで変更することで、道路・駐車場共に渋滞を回避する。	・最も混雑しているエリアでメーター料金を引き上げることで、ドライバーをより混雑していない通りに誘導して、すばやくスポットを見つけることが可能。（駐車場探索時間43%減少） ・ 公共交通機関の利用を促進し、長時間駐車する予定の運転手に路外駐車場の利用を奨励できる。 ・二重駐車違反（Double parking violations)が22％減少。	
交通/物流	オーストラリア	メルボルン	Pedestrian Sensor Visualisation	歩行者の活動を把握するための自動歩行者カウントシステムを設置。	・人々がさまざまな都市の場所を 1 日のさまざまな時間にどのように使用して、意思決定をより適切に通知し、将来の計画に関する調査が可能 ・オンライン視覚化ツールと併用して、特定の日時・場所における歩行者ボリュームを視覚的に比較できる。	
エネルギー、交通/物流	オーストラリア	メルボルン	solar LED light poles	約 3,700 の街路灯を、スマート PE セルを内蔵した LED 街路灯にアップグレード。既存のスマートメーターネットワークを介して通信でき、照明のパフォーマンス情報収集・リモート操作が可能となる。	・シームレスな障害報告、電力会社によるタイムリーな修理 ・歩行者や道路利用者の視認性・安全性向上 ・日中照明（デイバーナー）の削減により、10 台当たり 14t/年の GHG 削減効果	
交通/物流	オーストラリア	メルボルン	Smart Guide	路上駐車場の 4,300 の地上センサーからのデータを Open Data Platform を通じて利用。	・路上駐車の利用可能と利用不可、駐車需要の高低の地域と時間などの駐車情報を詳しく説明するアプリ、製品、またはサービスを作成可能	・位置情報 ・センサーデータ（2 分間隔で収集）
交通/物流	オーストリア	ウィーン	クラウドダイナミクス	赤外線センサー、カメラ、光センサー、GPD、FRID 等のセンシング手法を使って人の流れを把握し、歩行者の流れを最適化する。	・サッカースタジアムの駅の人流予測によるスライドドア制御や通路制御等を実施。	・各種センシングデータ
エネルギー、交通/物流	オーストリア	ウィーン	Intelligent Traffic Light	約 200 の既存のプッシュボタン式信号に歩行者認識機能付き相互接続信号機に代替。人が実際に道路を渡りたいかどうかを検知し、当該データは使用後に早急に削除される。	・渋滞改善（ナビゲーションシステムと統合することで、都心に時速 40km で走行できる緑信号の波を作成可能。）	
交通/物流	オーストリア	ウィーン	Wien chat bot	駐車エリアの運営時間や天気、紛失物の状況等、市の約 350 のトピックとサービスに関する回答をチャット形式で教えてくれるアプリ。	・ユーザーの快適性向上 ・公共情報へのアクセスの容易化	・各種公共情報等

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	オーストリア	ウィーン	A to B-App	旅行の理由、個人の好み、天候や交通状況、さまざまなルート、車両、乗車、またはそれらの組み合わせに応じて、A 地点から B 地点に移動するのに最適なルートを提供するアプリ。公共交通機関、サイクリング、ウォーキング、ドライブで同様に機能し、個々の種類の交通手段を組み合わせることも可能であり、移動時間と CO2 排出量の比較も可能。		・複数のセンサーと GPS 車両データ（7.5 分ごとに更新） ・地図データ、位置情報 ・公共交通機関データ（ダイヤ・位置情報・料金等）
交通/物流	オーストリア	ウィーン	Citybike Wien	1,500 台の自転車を 120 か所の公共サイクリングステーションのどこでもレンタルできるシェアサイクルサービス。	・800,000 人を超える登録ユーザー ・総移動量 360 万 km/年以上	・位置情報、アカウント情報 ・自転車、ステーション位置
交通/物流	中国	深セン	アルファバス	無人路線バス（実証中）		
交通/物流	中国	深セン	mobike,ofo	4 万台の QR コード決済対応型シェアサイクルを提供		
エネルギー、交通/物流	スウェーデン	ストックホルム	Smart street lighting	LED テクノロジーとモーションセンサーを使用して照明の電気代を節約する。以下 3 つのプロジェクトからなる。 ①ストックホルム中心部の自転車・遊歩道沿いの合計 750m、34 個の LED 照明器具を対象に、4 つの照明器具が歩行者・自転車の前方約 60m を照らし、3 つの照明がそれらの後方を照らす。1 分経過すると光量が小さくなる（通常の 40%）。 ②自律制御型 LED スマートライトを設置し、夜間に人が通るときのみ点灯。その点灯データログが集計される。6 時間で 66%の光量減となる。 ③遠隔操作可能な LED ライトを設置し、一晩中異なる光量に調整。（日暮れ：100%、PM10 時：67%、AM1 時：50%、AM5 時：67%、AM6 時～日の出：100%）	・エネルギー消費 40%削減と試算 ・①：エネルギー節約量 31%、②：21%、③：25%	
交通/物流	スウェーデン	ストックホルム	交通管理システム	予定より 1 分以上遅れているバスが信号で優先順位を自動的に受け取るシステム。バスは無線ユニットを介して交通信号制御システムにリクエストを送信。バス、市内の車両、車、バス、トラム、自転車は GPS 追跡され、地上には 4000 を超える検出器を設置している。		
交通/物流	台湾	台北	イージーパーキング台北	カメラを介して高ビデオ識別によりナンバープレート認識し、路上駐車情報、駐車料金照会、駐車案内の 3 つの主要機能を提供。 監視プラットフォーム（セグメント管理、駐車場管理、支払い管理、駐車状況情報、道路セグメント空間情報、履歴レコードクエリ及びその他の情報）を提供。	・駐車スペースを見つける時間を短縮。 ・スマートパーキングの課金業務支援。 ・人件費を削減して管理効率を改善。	・セグメント管理、駐車場管理、支払い管理、駐車状況情報、道路セグメント空間情報、履歴レコードクエリ及びその他の情報
エネルギー、交通/物流	台湾	台北	スマート街灯	12 の街路灯を設置し、スマート照明、安全警告、交通量と流量のカウント、 駐車スペースの検出、環境センシング、電子看板情報のプッシュ通知などの導入 台北市のスマート街路灯 490 台が 2018 年 8 月末に完了		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	台湾	台北	Smart Transportation	・ステーション 400 か所、13,000 台のバイクによる Youbike シェアリングサービスと 500km にわたるサイクリングレーン ・GPS によりバスの運行状況・到着時間がバス停・アプリに表示される。		
交通/物流	アメリカ	シャトル	Divvy Chicago Bike	市内 600 ステーション、6000 台のバイクを利用したシェアサイクルサービス	・交通渋滞緩和 ・エネルギー消費抑制、CO2 削減	
交通/物流	アメリカ	シャトル	公共交通オープンデータ活用	公共交通の利用促進のため、地下鉄や LRT、BRT の他カーシェアやバイクシェアなどの多様な交通手段を整備すると共に、共通のカード決済やゾーン運賃などを採用。民間アプリの TripGo と連携することで、市民はさまざまな公共交通をキャッシュレスで利用できるようになった。	・マイカー通勤を 10% 低減することに成功	
エネルギー、交通/物流	中国	香港	Multi Functional smart lamppost	センサー・カメラを備えたスマート街灯を市内 400 か所に設置する。	・大気質・道路の交通流・気象等のリアルタイムデータを収集可能	
交通/物流	中国	香港	スマート交通制御システム（STCS）	道路両側 400m 中に 8 セットの交通検知器を設置し、渋滞長を計測することで、青信号の継続時間を調整する。	・従来信号機では通過に 400 秒かかっていたが、145 秒に短縮された。	
交通/物流	中国	香港	高齢者と障害者のためのスマートデバイス	高齢者・障害者に認証カード（タコカード）を持たせ、横断歩道の信号柱にタップすると歩行者の青信号時間を延長できる。現在 10 か所に設置。		
交通/物流	カナダ	バンクーバー	Mobi by Shaw Go	公共自転車シェアシステム ドッキングステーションにネットワークを介して自転車を配置している。2017 年秋までに、125 の駅、1,200 を超える自転車、200 万キロを超える 65 万回以上の旅行を記録。	・交通機関や徒歩旅行の範囲を拡大 ・個人の車両旅行の必要性減少 ・サイクリングの啓発	
交通/物流	カナダ	バンクーバー	交通データ収集プログラム	トラフィックカウントデータを収集し、以下の実装に役立てる。 ・渋滞対策 ・交通及び駐車規制 ・交差点とレーンの改善 ・信号タイミングの変更 ・バス停の設置	・VanConnect を通じて情報を展開	・歩行者、自転車、車両のカウントデータ 空気圧ロードチューブカウントや交差点旋回運動数、旅行時間統計カウントデータ ・スピードキャプチャー等による収集データ ・街路での第三者収集データ
交通/物流	カナダ	バンクーバー	交通信号タイミングレポート	交通事故に遭った場合は、信号タイミングレポートを取得できる。 ・交差点信号機の種類 ・信号機タイミング ・事故時またはその前後に行われたメンテナンス記録		・信号データ

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	カナダ	バンクーバー	カーシェアリング、カープーリング、ライドシェアリング（POPARIDE 等の事業者アプリを利用）	カーシェアリングネットワークにより、車両の使用を多数のドライバー間で共有。 車両はバンクーバーとローワーメインランド地域の各所にあり、オンライン、スマートフォンアプリ、または電話で予約。	・相乗りと配車により、道路上の車両数削減	
交通/物流	アメリカ	ワシントン DC	コロンビア特別区地理情報システム（DC GIS）	地図データアプリ。	・シェアリングバイクの位置等、各種の情報レイヤと重ね合わせることが可能。	
交通/物流	アメリカ	ワシントン DC	Transportation Online Permitting System	住宅所有者、テナント、及び企業が、コロンビア特別区内の特定のタイプの公共スペースの占有、建設、調査等について、許可を申請できるアプリ。登録すると、いつでも簡単にアカウントにログインして、許可の申請、申請の編集、電子的な計画のアップロード、申請のステータスの確認を行うことが可能。	・活動や建設に関連する作業のために、メーター制及び非メーター制のカーブサイドの駐車場、歩道、路地、または走行車線を占有する必要がある場合等に活用可能。	
交通/物流	アメリカ	ワシントン DC	goDCgo	地図、ルート検索、ライドレポート参照等が可能なバイクシェアリングサービス・アプリ。		
交通/物流	アメリカ	ワシントン DC	Washington DC Snowplow Tracker	コロンビア特別区の積雪時に、WEB マップやライブトラフィックカメラにアクセスすることで、リアルタイムの除雪状況を確認できるアプリ。		
交通/物流	インド	ニューデリー	スマート自動車駐車場：Connaught Place（CP）	各駐車場の占有状況に関する情報が、コントロールセンターに送信され、PoochhO というモバイルアプリケーションと Web ポータルを介してそれを一般に公開。この情報を使用して、ユーザーは駐車スペースの空き状況を確認し、最も近い利用可能な駐車場に行くことが可能。		・CCTV カメラ映像
交通/物流	インド	ニューデリー	公共自転車共有	500 台の自転車と約 50 か所のスタンドを設置し、スマートフォンで自転車をレンタルできるサービス。Yulu アプリケーションから QR コードを表示してロック/ロック解除の操作や料金支払いが可能。		
交通/物流	イスラエル	テルアビブ	DigiTel Residents Club	居住者に提供するモバイル通信プラットフォーム。近隣の道路工事について住民に警告、最寄りの自転車共有ステーションへ誘導、学校の登録やイベントの対象となるリマインダーを送信、多くの文化に割引を提供、市とその住民の間の直接のオープンなコミュニケーションチャネルを促進。		
交通/物流	イスラエル	テルアビブ	Tel-O-Fun	自転車シェアリング。2016 年 5 月現在、200 のステーションを設置し、2,000 台以上の自転車を提供。	・市内の自動車交通を減らす。	
交通/物流	イスラエル	テルアビブ	Auto-Tel カーシェアリング	市内単距離旅行用カーシェアリングサービス	・道路の混雑や大気汚染削減	
交通/物流	イスラエル	テルアビブ	輸送監視パイロット	市内全体にセンサー、カメラ、Bluetooth デバイスを設置し、進入する車両数を計測。運転時間を把握し、意思決定者に輸送と移動の最新のスナップショットを提供。	・市内の道路運用計画作成に利用	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
エネルギー、交通/物流	イスラエル	テルアビブ	STREET LIGHTING COMMAND AND CONTROL CENTER THAT CONSERVES ENERGY	市内すべての街灯を制御するため 340 個の遠隔制御版を配置。日光量に合わせて街灯光量を調整。		
交通/物流	UAE	ドバイ	Smart Parking	公共駐車場、立体駐車場ターミナル、ドバイモール駐車場に合計約 2000 のスマートパーキングセンサーを設置し、RTA アプリでリアルタイムの占有情報を表示。アプリ上で駐車料金の支払いも可能。	・駐車場探索のための車両回遊削減 ・交通渋滞、大気汚染の減少	
交通/物流	アメリカ	コロンバス	駐車違反ヒートマップ	違反の種類、曜日、季節などのフィルターを備えた駐車違反の台数密度を表示できるマップ。ヒートマップの視覚化により、データを集約、合成、視覚化できる詳細な分析とデータ駆動型の意思決定が可能。	・ブロックまたはゾーンレベルでの駐車需要の日次及び季節変動をより簡単に識別できるようになり、既存の需要を満たすために駐車インフラ管理を容易にし、駐車ガレージや許可の場所の選択などの将来のインフラ配置の計画に有効。 ・標識だけでなく、特定のメーターを頻繁に利用する常連客がいる近くの企業への働きかけが増えるため、違反だけでなく、コンプライアンス率についても報告できる。すべての駐車場の平均遵守率は 85%近く。他の組織と協力して主要なエリアの駐車制限の認識を高めることにより、違反が減り、コミュニティは懸念や提案をより効果的に表明できる。	・駐車場データ
交通/物流	アメリカ	コロンバス	ParkColumbus モバイルアプリ	スマートフォンでパーキングメーターの使用を追跡できる。パーキングサービスはスマートコロンバスと連携してモバイルアプリを強化し、ドライバーがガレージや駐車場の駐車スペースをリアルタイムで予約できるようにする機能を追加。		
交通/物流	アメリカ	コロンバス	バスの視覚化	すべてのバスの現在の場所とバスの移動方向をマップに表示。	・特定の地域のすべてのバスを可視化 ・バス停での待機時間を短縮、利便性を向上 ・移動手段としてバスを選択する可能性が向上。 ・道路の混雑緩和、二酸化炭素排出量削減	・交通ストリーミングデータ
エネルギー、交通/物流	アメリカ	コロンバス	Smart Street light	最終的にすべての高圧ナトリウム街路灯を、より少ない電力でプログラム可能な LED に置き換える予定。たとえば、センサーは乗組員が停電をリアルタイムで正確に特定するのに役立ち、歩行者の交通量が少ないと予想される場合はライトが暗くなる。		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	インド	スラト	交通管理センター（IT-MAC)	BRTS の交通システムでは、市内バスの運行を管理。これにより、リアルタイムの車両位置と乗客情報を提供。SMC は BRTS で Adoptive Traffic Control System（ATCS）を使用。スラト市には、600 台を超える CC 監視カメラのネットワークがある。 BRTS、市バス、交通警察、RTO、消防サービス、ユーティリティサービスなどのすべての利用者は、IT-MAC を通じて統合プラットフォームで調整、共有が可能。市民は、さまざまなメッセージサイン、ウェブサイト、モバイルアプリ、モバイルアラート、ソーシャルメディアを通じて繋がる。		・CC 監視カメラデータ
交通/物流	インド	スラト	Surat Sitilink アプリケーション	交通ルートを検索するための複数のオプションを提供		
交通/物流	ドイツ	ベルリン	Jelbi	以下のバイクシェア・タクシー配車・カーシェア等の各種モビリティサービスを統合し、目的地までの最適な移動ルートの検索のほか、利用予約やオンライン決済などの機能を備えたモバイル端末向けアプリ。 ・バイクシェアサービス「Deezer nextbike」 ・タクシー配車サービス「MyTaxi」 ・カーシェアサービス「Car2Go」	・一度の登録でバスや鉄道といった公共交通と、電動キックボードなどのシェアリングサービスについてまとめて支払いが可能。 ・リアルタイムの交通状況や天候にあわせて最適な移動方法を検索できる機能を提供	・バイクシェアデータ ・タクシー配車データ ・カーシェアデータ ・地図、位置情報、天候データ
交通/物流	ドイツ	ベルリン	Ready to	コンパクトカー「SMART」のオーナーが利用するシェアリングサービス「 "ready to"」を活用	・アプリを介したロック/ロック解除	
エネルギー、交通/物流	ドイツ	ベルリン	Adlershof LED 屋外照明	アドラースホーフの私道と駐車場に 160 の照明器具を設置。各ポールに挿入されるゲートウェイ（ICE Gateway GmbH）により、照明器具が都市インフラプラットフォームに組み込まれ、調光やトラフィックカウントが可能となる。	・照明に必要なエネルギーは約 60%削減。	
エネルギー、交通/物流	中国	北京	Intelligent Lamppost	haidian 地区の 17 つの通りに交通違反監視・道路標識表示・5G ネットワーク形成・大気質測定といった多機能を有する街路灯を設置。		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	インド	アーメダバード	高度交通運用管理システム（以下 ITMS）	BRT バス 230 台・停留所 158 か所及び、市バス 850 台・停留所 11 か所に高度交通運用管理システム（NEC）を導入 自動料金収受システム（Automated Fare Collection Service、AFCS）： プリペイド式 RuPay カードまたはスマートフォン経由で、素早くセキュアなキャッシュレス支払いを実現。利便性と乗客の安全を高め、利用者を可視化。 バス位置情報管理システム（Automatic Vehicle Location System、AVLS）： 搭載した GPS 経由で車両の位置をリアルタイムに可視化、バス到着時刻の予測や中央指令センターからのバスの定時運行支援を実現。 乗客向け情報提供システム（Passenger Information System、PIS）： バス情報をモバイルアプリやウェブサイト、バス停に設置されたボード経由でリアルタイムに提供。乗客による経路の計画、待ち時間や到着時間の予測を実現。車内ディスプレイとアナウンスでも、ルートとバス停に関する情報を提供。 車両運行計画システム（Vehicle Planning Schedule and Dispatch System、VPSD）： 運行状況と交通量の分析により、バスのルートと運行スケジュールを最適化。 営業所管理システム（Depot Management System、DMS）： 車両、燃料、在庫、人員、車両メンテナンスの管理を自動化して、乗務員とバス運行全般の配置と最適化を実施	・自動料金収受に加え、IoT を活用したワンストップのシステムがバスの車両運用やメンテナンス、交通情報、乗務員を管理し、さらにデータの収集と分析を通じてリソースの最適化とチケット販売強化を支援	
交通/物流	インド	アーメダバード	M2Smart	交通センシング及びビッグデータ解析によるシュミレーションモデルと ITS 技術活用を通じた公共交通の活用 リアルタイムの交通量監視カメラ、速度検出安全システム、交通信号灯、リモート環境ガスセンシングなど	・都市の交通状況把握 ・適切な都市交通システムの形成に貢献	・リアルタイムの交通量データ ・交通速度データ ・環境データ
交通/物流	インド	アーメダバード	RFID ベースの ETC システム	料金所に設置された RFID リーダーを使用して、車内の RFID タグを検出し、料金を徴収することで、交通渋滞の緩和と国の環境保全に貢献。アーメダバードと、州で 3 番目に大きな都市であるバドダラを結ぶ 95 キロ（km）の高速道路で運用。6 つの料金所で合計 59 の車線が含まれ、そのうち 28 の車線には新しい RFID ベースの ETC システムが装備。	・交通渋滞解消 ・環境保全	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	インド	アーメダバード	Common Card Payment System (Jamitra card)	固定資産税、アーメダバード市営企業（AMC）の請求書、電気代、レストランの請求書、都市交通などのサービスに共通で支払いができるスマートカードを導入。 •Janmitra スマートカードを使用している乗客に 10%割引 •パーソナライズされたカードで BRTS 旅行運賃の学生/ハンディキャップの人に 40%割引。 •飲食店での割引 •145 BRTS ステーションでの 2MBPS 高速無料 Wi-Fi アクセス。 •Janmitra カードのチャージが、157 のすべての BRTS ステーションと、アーメダバードに広がる 300 Plus の EASYPAY アウトレットで実行可能。 •PIN /パスワード保護付きで発行されたチップカード。 •市内の 58 の AMC シビックセンターと約 300 以上の店舗で固定資産税の支払いに使用可能。 •24 時間年中無休の Janmitra コールセンターを利用可能。	・利便性向上	
エネルギー、交通/物流	インド	アーメダバード	Safe and Secure Amdavad (SASA) ※Smart Street Lighting を含む	市内のさまざまな公共サービスを監視するコマンドセンター。 ・管理区域：2300 平方メートルエリア ・さまざまなユーティリティ、電力を節約できる 6000 スマート街路灯などを制御。 ・市全体に環境センサーを設置。 ・アーメダバード市に 6200 台以上のカメラと 126 個の VMD ボードを設置	・各区の汚染レベルや騒音レベルなどのその他の環境パラメータを検出 ・さまざまな場所の交通状況を制御し、130 のゼロトレランスジャンクションを作成。	
交通/物流	インド	Bhubaneswar	Adaptive Traffic Signal Control System	交差点の効率を高めるために、市内の信号交差点に適応型交通信号制御システムを設置。将来的に 58 か所を予定に、14 か所の交差点に導入。	・移動時間の信頼性が向上し、混雑、及び関連する温室効果ガス（GHG）排出量が削減	・複合信号制御戦略（CoSiCoSt）の要素技術 ・交通信号同期データ ・道路に埋め込まれたセンサー ・太陽光発電稼働型の信号システム ・リアルタイムの緊急用の監視カメラによる自動ナンバープレート認識情報等

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	インド	ジャイプール	統合交通管理システム（ITMS）	・自動車両位置特定システム ・旅客情報システム ・車両のスケジューリングと発送システム ・運賃徴収システム ・車両のメンテナンス、管理情報システム及びデータ分析 ・ジャーニープランナー（モバイル・WEB アプリ） ・オペレーションセンターと衛星制御センター を通じて、市内の車両運行最適化を行う。	・通勤者は、Web ポータルとモバイルアプリを使用することで、市バスの到着予定時刻を把握可能。	
エネルギー、交通/物流	インド	ジャイプール	Smart Lighting	1,800 のインテリジェントモーションセンサーを搭載した LED 街路灯を設置し、オフピーク時街路灯の光量を減少させる。	・最大 72%の省エネ、コスト削減 ・メンテナンス性、説明責任向上 ・光害の削減	
交通/物流	アメリカ	アトランタ	シティ IQ	交通量や歩行者状況に合わせて瞬時に信号を調整 高解像カメラ、音声マイク、気温や湿度など環境要素を測定するセンサーと Wi−Fi、ブルートゥース（Bluetooth）、GPS などに対応した通信機能、遠隔操作やアプリとの連動をつかさどるコンピュータが内蔵した「シティ IQ」を各所に設置。	・イベント時の駐車場周辺の交通整理 ・学校周辺における通学時間の速度制限など	・市内主要 200 か所の LED 街灯にシティ IQ が、郊外 300 か所以上にデジタルインフラ化された信号機が設置
交通/物流	インド	プネ	可変メッセージ表示	市内の 161 か所に Variable Messaging Display を設置。	・以下に関連する有用な情報を提供。 交通渋滞 事故事件 進行中の道路工事ゾーン 制限速度 緊急事態や災害に関する情報などの PMC からの重要な通知またはメッセージ	
交通/物流、資源循環	インド	プネ	MoVe Monitoring of Vehicles Tracking system	GPS、GSM、RFID、M2M、IoT センサーなどの技術と Web アプリケーションを使用して、廃棄物収集、効率的処理と再循環を強化円滑にする。 396 台の車両と 7325 個の収集場所に位置情報タグが付けられ、統制司令官によって監視される	・リアルタイムデータ監視による車両の使用率最適化 ・車両の故障とメンテナンスの迅速な管理 ・タイムリーな収集作業、透明性の向上、 ・効果的な苦情処理	・位置情報データ（車両・収集場所） ・アセットデータ
交通/物流	インド	プネ	Traffic Demand Modelling project	モバイルネットワークデータを使用してネットワーク内の車両及び人間の活動を識別及び分析し、交通需要モデリングを行う。データはすべての加入者の通信事業者から配信。	・公共交通容量の適切な計画策定	・通信業者から提供される 20 万人分の日ごとの旅行データ
交通/物流、その他	インド	プネ	City common mobility card（MI Card）	120 万人以上の通勤者を対象としたデジタルウォレットカード。 MI カードを通して、駐車料金、通行料金、タクシー、その他の交通機関/地方税の支払いが可能。	・決済処理の効率化	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	インド	プネ	Passenger information system	2,000 台のバスすべての正確な位置がみえるようにするウェブサイト及びモバイルアプリ。 旅行プランナー、運賃計算機、最寄りのバス停に到着するバスの到着予定時刻などの詳細情報を乗客に提供。 苦情処理も行う。		
エネルギー、交通/物流	インド	プネ	Smart Lighting Project	コントローラー付き LED 街灯を市内 70,000 か所に導入。	・管理、運用効率化 ・電力コスト削減 ・エネルギー使用量 40%削減	
交通/物流	インド	プネ	Central Command and Control Centre for Public Transport	2,000 台以上のバスの交通管理を一括で行うセンターを設置。	・バス台数を削減しても効率的・効果的な運用が可能。	
交通/物流、その他(環境、防犯)	ニュージーランド	Wellington	smart capital 実証実験実施	映像解析技術によって測定した交通量と、センサー によって測定した温度、湿度、 音、CO２等の情報を統合して、リアルタイムに把握分析し、地図上に表示する。	・交通計画の策定や犯罪予兆の検出等を支援	
交通/物流	ニュージーランド	Wellington	smart park	3,800 を超える RFID 搭載の車両検知センサーのネットワークを駐車スペースに設置し、効率的な車両駐車を行う。	PayMyPark アプリにより、以下の対応が可能。 ・ドライバーにリアルタイムの駐車スペースを提供 ・ドライバーに空きスペースを案内 ・スマートフォンデバイスから直接駐車場所の料金支払い ・リモートで時間を延長可能。 また、SmartRep というライブ配信アプリにより、リアルタイムで駐車場利用状況・分析結果を表示可能。	
交通/物流	ニュージーランド	Wellington	スマート高速道路	高速道路に検出装置（レーダー、ループ、カメラ）のネットワークを設置し、交通流管理のための自動応答プログラムにより、電子標識に表示を出す等で交通流を制御する。これにより、安全性を高め、混雑を削減する。	・交通の流れをスムーズにし、後続の交通にドミノ効果を引き起こす急ブレーキを削減 ・交通パターンに関するデータは、スマートシステムの背後にあるコンピュータプログラムを微調整して、高速道路を効果的に管理していることを確認するために使用。これは、時間の経過と共に学習し、データを最適な速度に変換してトラフィックの流れを維持。	・検出器とレーダー情報（車両数、速度）
交通/物流	ニュージーランド	Wellington	Smart travel（アプリ）	ライドシェアリングアプリ。通勤者の車両共同利用等を促進する。	・通勤時間、コストの削減 ・車両混雑の緩和	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	ニュージーランド	Wellington	Snapper for Bus	バス用電子決済カード。金額をチャージして利用可能であり、無料送迎・オフピーク輸送、通学児童等、ディスカウントを自動で含んだ決済が行われる。	・割引決済等の効率化 ・運賃支払いの円滑化 ・将来的に地域全体のその他の交通（電車、フェリー等）にも利用拡張し、交通を円滑化予定	
エネルギー、交通/物流	アメリカ	カンザスシティ	Smart Lighting	路面電車沿いに 200 台の LED スマート街灯（センサー・カメラ搭載）を設置。	・路面電車線の障害物確認。 ・使用電力削減（LED ライト、不要なエリアの光量調整）	
交通/物流	アメリカ	カンザスシティ	スクーターと E バイクシェアリング	シェアリング可能なスクーターと電動自転車を設置し、住民や訪問者に追加の交通手段を提供。利用状況等は市職員にデータが共有される。	・パイロットプログラム中に合計 374,154 回の利用があり、合計で 408,610 マイル走行	
交通/物流	カナダ	トロント	smart commute	トロント都市圏とハミルトン地域の自治体のプログラムであり、A 地点から B 地点に行くすべての人が、ウォーキング、サイクリング、交通機関、相乗りなどのスマートな輸送手段オプションを探索することが可能。	・通勤回数減少（4 か月間で通勤回数が 3,656 回減った） ・上記は、従業員 8 万キロ以上の車の移動、約 18,000 キロの二酸化炭素、約 7,000 リットルの燃料節約に相当。	
交通/物流	アイルランド	ダブリン	Bleeperbike	ダブリンシティで運営されている 500 台の自転車を対象としたバイクシェアスキーム。 指定されたエリアと自転車スタンドのデータは、静的リソースとして利用でき、マップによる視覚化が可能。		・自転車位置情報（5 分ごとに更新、CSV リソースの場合 30 分間隔）
交通/物流	アイルランド	ダブリン	Wecount	200 のトラフィックカウントセンサーと 40 の大気質センサーを配置して、街路レベルでのモビリティに関するデータ収集を行う。	・モビリティと環境汚染の因果関係・対策検討 ・交通政策立案の基礎データ	
交通/物流	アイルランド	ダブリン	自転車の動きの予測	GPS センサーを組み込んだインテリジェント自転車ライトによって生成されたデータを使用し、ダブリン全体の自転車の動きの予測モデルを構築。	・ダブリンで持続可能な通勤を促進する都市計画立案者を支援。	
交通/物流	アイルランド	ダブリン	See.Sense Smart Bike	自転車搭載のセンサーが匿名化されたさまざまなデータを収集し、自転車利用者の特定の環境条件に合わせてライト光量を調整。位置データや点灯データを市内マップにプロットすることで、自転車のインフラストラクチャを改善する最善の方法を都市計画者に報告する。	・夜間やラウンダーバート等危険環境における自転車利用者の視認性向上 ・盗難アラートの搭載による安心感の向上	
交通/物流	アイルランド	ダブリン	バス優先システム	バスの位置とパフォーマンスデータのリアルタイムデータフィード、及び既存の交通信号管理と通信インフラストラクチャを利用し、公共交通地用促進の観点から都市全体の交通をバス優先とするリアルタイム制御の実施		
交通/物流	アイルランド	ダブリン	GoCar カーシェアリング	アイルランドの最初のカーシェアリング。オンラインで www.gocar.ie に登録し、GoCard を受け取り、車を予約することで、市内に設置した車両を自由に利用することができる。	・排ガス量削減 ・3500 人以上が「GoCar」スキームにすでにサインアップ	

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	アイルランド	ダブリン	スマートモビリティ Just Eat Dublin Bikes	市内の 101 の駅に設置した 1,500 台の自転車を利用するバイクシェアサービス。 その他の公共交通でも用いることが可能な非接触型決済カードでの決済が可能。	・３日間のビジターパスを利用した観光訪問者の利用も可能。 ・渋滞削減 ・環境改善 ・利用者の健康増進	
交通/物流	アイルランド	ダブリン	Toyota Yuko カーシェアリング	「ゴーカー」と同じように動作するカーシェアリングサービス。		
交通/物流	アイスランド	レイキャビク	Straetó	市内バス用の公共交通機関アプリ。経路選定や旅行代金支払い、バスのリアルタイム運行情報（現在位置）確認等が可能。	・85000 回ダウンロードされた	
エネルギー、交通/物流	フランス	リヨン	EV 充電管理システムとカーシェア	EV 導入台数 30 台、充電ステーション 6 か所、登録者数 175 名程度を対象に EV カーシェアの回転率を向上させつつ、より多く の再生可能エネルギーから EV の充電を行う実証。 充電最適化エンジン及び μEMS から構成される EV 充電管理システにより、PV の発電量及び EV 充電時間を予測し、配電事業者からの系統制約情報を考慮しながら EV カーシェアのスケジュールを最適化する。	・EV 予約回数は 1,700 回/年程度であった。	
交通/物流	フランス	リヨン	Optimod'Lyon（アプリ）	センサーを市内に設置して得られるすべてのモビリティデータを収集し、１時間のトラフィックを予測することで、最適なトランスポートモードをアドバイスするアプリ。		・センサーデータ ・デバイス GPS データ ・シェアリングサービス、公共交通データ
交通/物流	フランス	リヨン	OnlyMove	市内リアルタイム交通情報、大気汚染情報、道路工事情報を地図等で可視化して提供。		・道路等工事情報 ・大気汚染センサーデータ、気象統計 ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	道路交通情報・規制情報	高速道路等広域リアルタイム交通情報を地図等で可視化、経路案内。		・道路等工事情報 ・交通流 ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	広域公共交通機関案内	ローヌアルプ圏内における公共交通機関移動情報提供。関連各社で使用できる交通カード OURA の運用。経路案内。電子決済による切符の購入。		・各種公共交通機関ダイヤ ・個人決済情報
交通/物流	フランス	リヨン	TCL	市内公共バス利用の経路案内。		・バス停位置情報 ・バスダイヤ ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	電気自動車カーシェアリング（bluely）	100%電気、100%再生可能エネルギー、250 台の車が利用可能なカーシェアリングサービス。 2020 年 8 月末をもってサービス終了予定。		・車両位置情報等 ・車両充電情報 ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	シェア E バイク（velov）	電気自転車のシェアサービス		・ステーション、バイク位置情報 ・地図情報

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	フランス	リヨン	乗用車相乗りサービス	相乗りのマッチメイクを行うアプリ。		・登録車両空き情報、位置情報 ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	citizLPA GRANDLYON	アプリを介したカーシェアリングサービス。		・車両位置情報 ・地図情報
交通/物流	フランス	リヨン	無人自律電気シャトル：NAVLY	市が提供する完全電気自律型無人車両を介した公共交通無料サービス。5 か所の停留所からなる 1,350 メートルのルートを巡行し、1 台当たり 15 人を収容可能。現在実証中であり、シャトルにはまだ人間のオペレーターが乗車する。各シャトルの自律機器には、LiDAR、ステレオビジョンカメラ、GPS、モーションセンサーが搭載。最高速度は毎時 45km。		・LiDAR ・ステレオビジョンカメラ ・GPS ・モーションセンサー
交通/物流	フランス	パリ	velib	公共自転車シェアリングプログラム。 現在、23,000 台がパリ市内で利用されており、1800 のステーションがある。経路・駐輪場検索が可能であり、会員登録をしていれば、24 時間いつでも利用可能。		
交通/物流	フランス	パリ	autolib 2018 年運用廃止	電動自動車共有プログラム パリ市及び周辺市町村に約 1,200 ステー ションが設置され、約 3,000 台の車両が配備・利用可能なプログラム。		
交通/物流	インドネシア	ジャカルタ	ジャカルタスマートシティポータル	双方向の情報流通機能があり、州政府は道路と公共交通機関の情報、州政府は河川水位の情報を提供。住民は公共交通機関を利用する等、アプリを使ってデータを活用。現在アプリは 9 種類。 1 Nodeflux データ分析 2 Zomato レストラン検索 3 Ragunan Zoo ラグナン動物園ガイド 4 Trafi 公共交通機関検索 5 GO-FOOD 食品オンラインショッピング 6 Info Pangan Jakarta 食品市場価格データ 7 Waze 交通情報とルート検索 8 iJakarta ソーシャルメディア 9 Qlue ポータルサイトにデータ提供		
エネルギー、交通/物流	インドネシア	ジャカルタ	スマートコネクティッド照明	市内 430 か所の照明が管理システムに接続され、既存のネットワークを介してパフォーマンスデータが市の照明管理局やオペレーターに送信。市の職員は、これらのデータに基づいて市内の照明インフラを効率的に監視でき、地区ごとのニーズに合わせて照明レベルをリモートで管理。	・修理チームを適切に派遣。 ・運営効率改善	
交通/物流	インドネシア	ジャカルタ	Trafi	すべてのトランスジャカルタバスに GPS センサーを設置し、データを収集。人々がリアルタイムの情報に応じた移動時間・旅程検索が可能であり、旅費の電子決済も可能。		

テーマ	国名	都市名	技術・サービス等	概要	効果	活用するデータ
交通/物流	ブラジル	リオデジャネイロ	center operation	市内に設置された 500 台以上の監視カメラからビデオフィードを受信し、地方自治体から 30 の部門を包含する管理センター。 システムと交通、公共交通機関、都市衛生、都市秩序、市民防衛、及び主要な分野を対象に 24 時間体制で都市の監視、運用、管理を行う。		
交通/物流	ブラジル	リオデジャネイロ	VÁDEÔNIBUS アプリ	バス路線検索アプリ。旅程検索、近くのバス停やバルのリアルタイム位置の検索、バス路線情報の取得が可能。		
交通/物流	ブラジル	リオデジャネイロ	WAZE アプリ	カーナビゲーションアプリ。事故、道の閉鎖、工事、渋滞情報を含めたルート案内が可能。		
交通/物流	タイ	プーケット	Advanced traffic signal control system	6 つの主要交差点に新しい信号機制御システムを導入し、各信号機コントローラーに搭載されたコンピュータにより最適な交通を計算し、信号を制御。	・低コストで渋滞の緩和を実現	・超音波センサー
交通/物流	タイ	プーケット	バスビーム（アプリ）	バス（すべて GPS がインストールされている）を追跡できるため、探しているバスの場所と各駅のバスの時刻を正確に知ることができる。情報は、テキスト及びマップスタイルで表示。地方へのルートについても旅程検索可能。		・バス GPS ・地図情報 ・バスダイヤ
交通/物流	ルワンダ	キガリ	KIGALI SMART BUS PROJECT Tap & Go	キガリの公共バスに無料の Wi-Fi と非接触型電子決済システム「Tap & Go」を導入。キャッシュレス決済を促進。	・すでにルワンダ国内で 40 万人を超えるユーザーを獲得し、国外でもカメルーン 共和国で事業を開始。	
交通/物流	ルワンダ	キガリ	SafeMotos	バイクタクシーマッチングアプリ。スマートフォンのセンサーによりドライバーの運転方法を検知し、より安全なドライバーを推奨する。	・交通事故の削減 ・安全な旅行	・デバイスセンサー
交通/物流	日本		ゼンリン　いつも NAVI	・全国市町村の詳細な地図を Web サイト上で閲覧可能		
交通/物流	日本	東京	東京公共交通オープンデータチャレンジ	都営バスのバスロケーション（現在地）データについて、従来形式の動的データに加え、国土交通省が標準形式として新たに定めた「GTFS リアルタイム形式」のデータについても提供を開始。	・Google マップへデータ提供。利便性向上	
交通/物流	日本	東京	Ｍａａ Ｓの社会実装オンデマンドモビリティ配車システム。	竹芝エリア内勤務者向けのオンデマンドモビリティサービス □ 勝どきからの通勤船及び浜松町駅までのシャトル輸送（＊） □ 大島連絡船の利用者に向けた浜松町駅までのシャトル輸送（＊）		

出典：各スマートシティ公表データをもとに調査団作成

APPENDIX 2

AMATA 最終報告

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE Pacific Consultants

Today's Agenda

AMATA Phase 2 Study in 2019

Vision and Concept of Smart Infrastructure Development

Scope of Today's presentation

Business Proposal

Part1: Introduction of Concepts to Realize AMATA Ha Long Smart City

- Introduction of Premium/Basic Smart Service Concept
- Introduction of Premium Zone Concept

Part2: Business Proposals

- Proposal #1: Basic Smart Service by Kansai Electric/MACNICA
- Proposal #2: Premium Smart Service by MACNICA
- Proposal #3: Business Incubation through Area Management x Data Platform

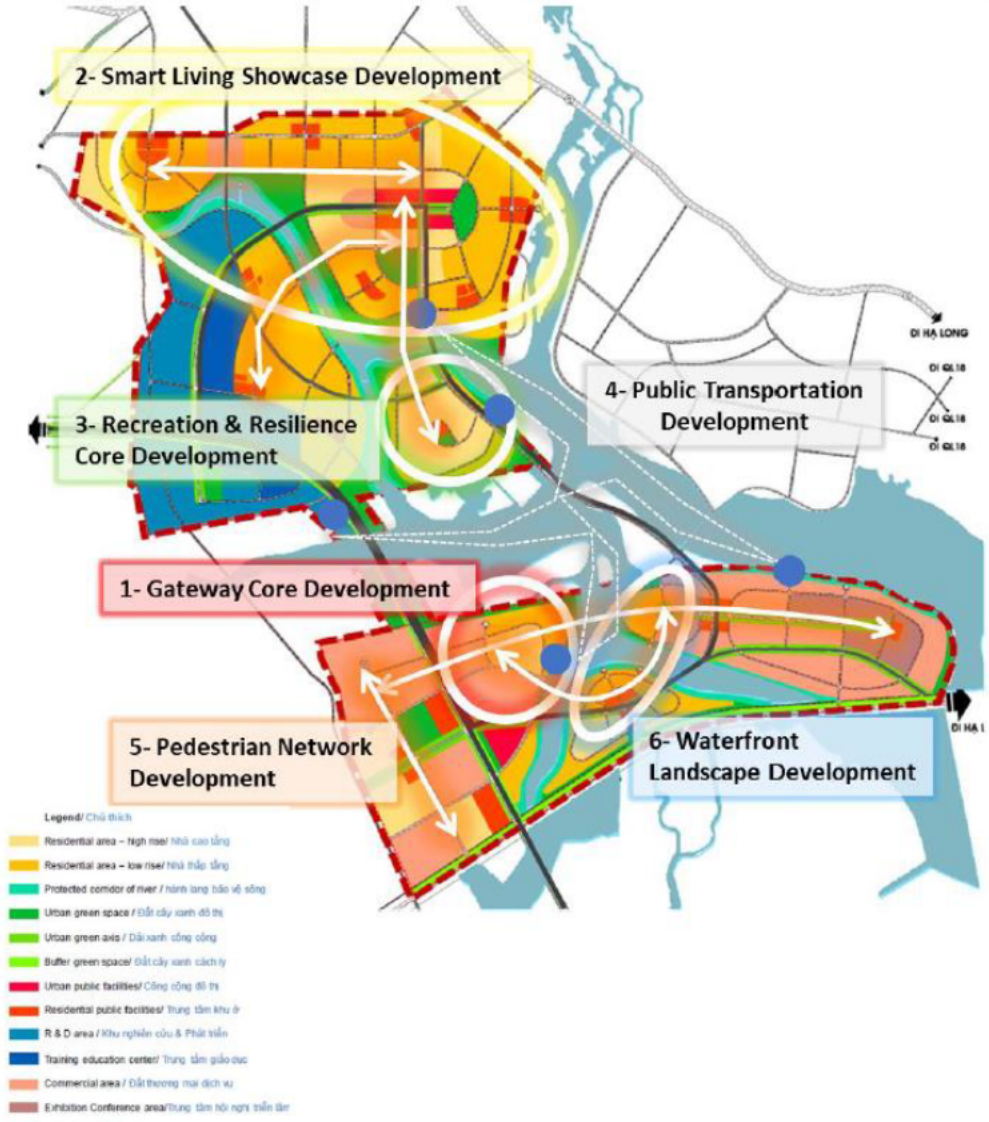
Part3: Implementation

- Proposed Implementation Structure
- Proposed Implementation Schedule and Requests to AMATA

Part4: Long-term Area Development Ideas

- Bus TOD, Post COVID-19 Urban Planning
- Future Power System

AMATA Phase 2 Study in 2019



1-ゲートウェイ拠点形成

PACIFICO Yokohama　Yokohama City Air Terminal(YCAT)

2-スマートリビングショーケース拠点形成

Kohoku New Town　Tsunashima Sustainable Smart Town

3-スポーツ・レクリエーション・防災拠点形成

Izumi Detention Basin　Shin-Yokohama Park

4-公共交通ネットワーク、パブリックスペースの形成

Yokohama water bus　Yokohama seaside line

5-歩行者軸の形成

Minatomirai pedestrian network

6-ウォーターフロント景観の形成

Yamashita Park

Vision and Concept of Smart Infrastructure Development

Challenges Vietnam is facing in urban development and infrastructural improvement

Vietnam's concepts for a smart city and smart infrastructure

Global trends in smart cities and smart infrastructure

CONCEPT VISION of AMATA SMART CITY HA LONG Concept Master Plan

City image realized by smart infrastructure

Good practice in Yokohama

1) Forming a gateway hub

2) Establishing smart living showcase sites

3) Setting up sports, recreation and disaster prevention centers

4) Setting up public transportation networks and public spaces

5) Establishing a pedestrian axis

6) Forming waterfront landscape

Proposed City Vision

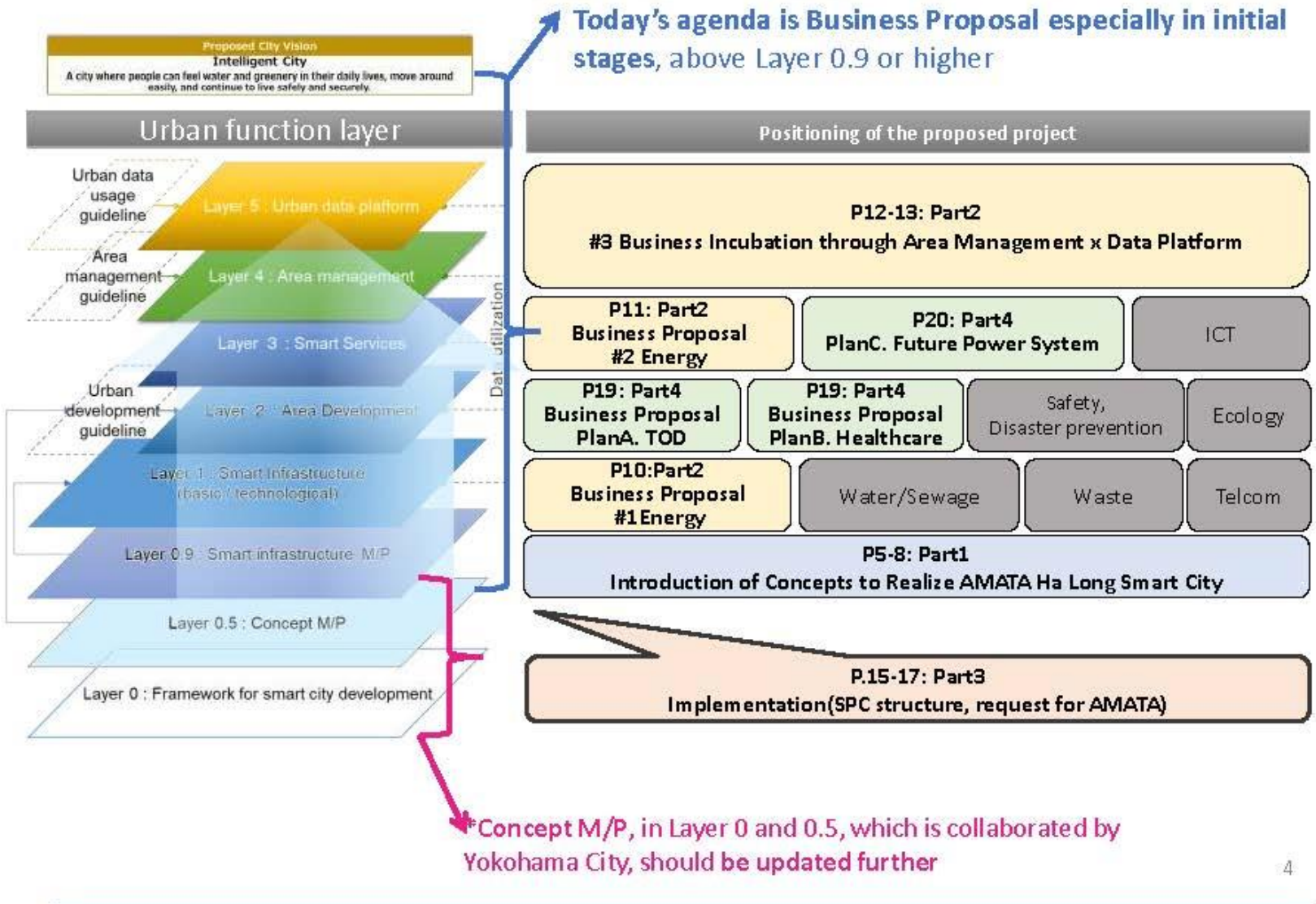
Intelligent City

A city where people can feel water and greenery in their daily lives, move around easily, and continue to live safely and securely.

Yokohama-style smart city

Data utilization

Scope of Today's Presentation

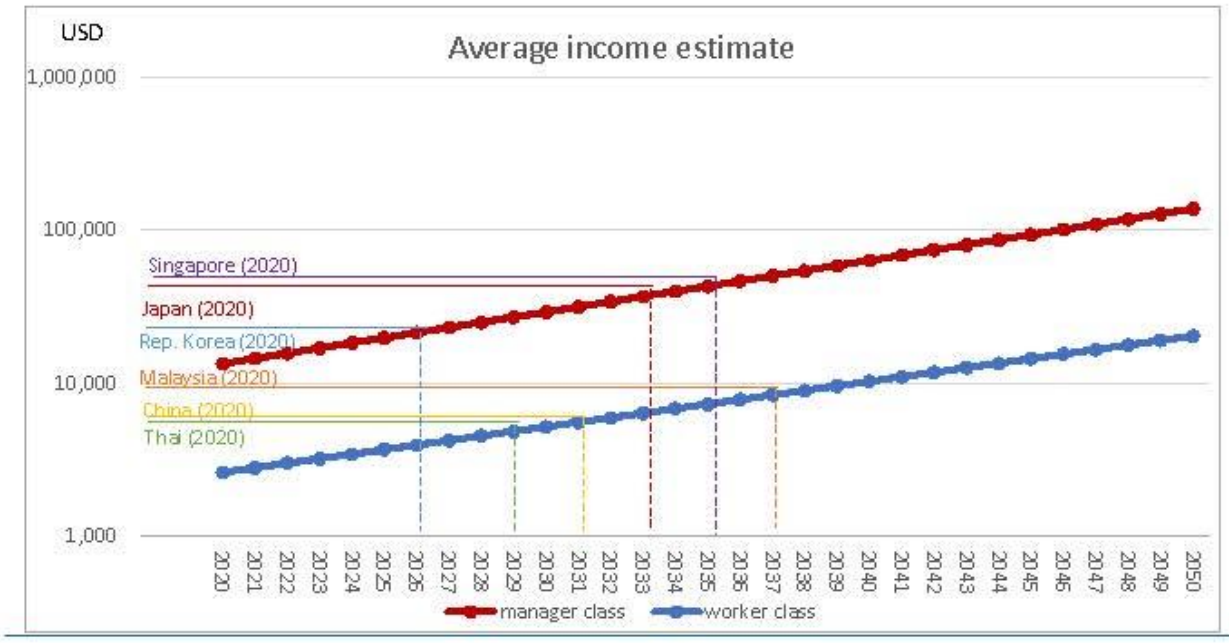


Part1: Introduction of Concepts to Realize AMATA Ha Long Smart City

<u>How to realize smart city described in concept M/P?</u>

Considering average income in Vietnam, it might take time to catch up the other countries where started to establish smart city…

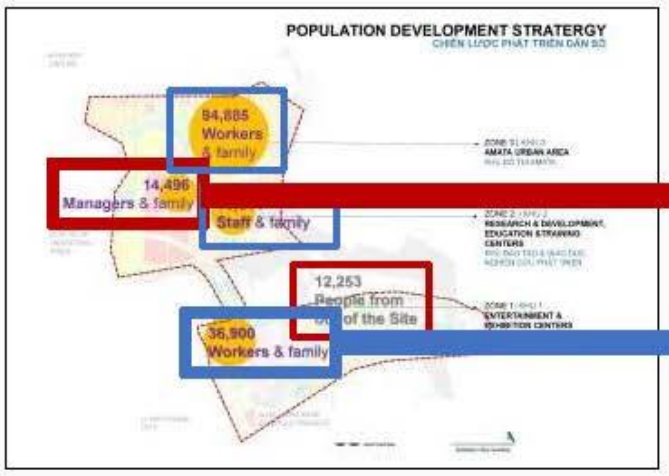
However, when it comes to market for manager class in Vietnam, it would not be far away from the other advanced countries.



YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

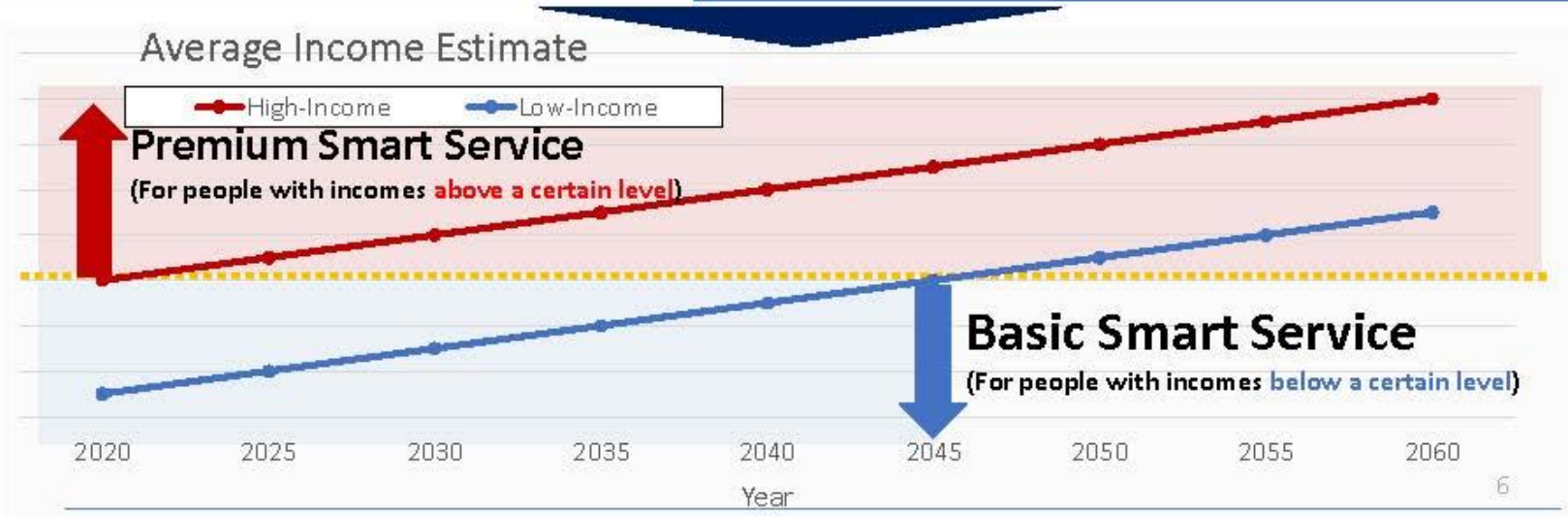
Part1: Introduction of Concepts to Realize AMATA Ha Long Smart City

Differentiate service levels according to income levels



Premium Smart Service:
For people with incomes above a certain level
- Managers & Family
- People from out of the Site

Basic Smart Service:
For people with incomes below a certain level
- Workers & Family
- Staff & Family



YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

Part1: Introduction of Concepts to Realize AMATA Ha Long Smart City

■ **Premium Zone is tentatively setting as the area that**
- enhances township value and branding
- generates a certain amount of business revenue
- leads demonstrations projects for realizing smart city

Expansion step of Premium Smart Service

STEP.1
Operation of Premium Smart Service in Premium Zone
-Set the Premium Zone to provide the premium Smart Service

STEP.2
Expansion area for Premium Smart Service
-Horizontal expansion from premium zones to all areas as income levels rise

Enhancing the image of the city by continuing implementation of projects aiming for Smart City from the early stages of development.

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE Pacific Consultants

Part1: Introduction of Concepts to Realize AMATA Ha Long Smart City

Roadmap for Infrastructure Development

Implementation

Energy:
Sustainable energy systems with low environmental impacts

Transport·logistics:
Safety/security in human flow/logistics
Future-oriented transportation/logistics infrastructure

Area Management

Data platform

Water supply and sewage:
Provide stable water and sewage services and ensure public health

Resource recycling:
smart waste management systems using AI and IoT

Disaster prevention:
Information infrastructure for disaster prevention

Initial Business Plan

Businesses expected short term and a certain level of profitability as smart city services

Energy	Basic	# 1 Environmentally friendly and stable power supply service
Energy	Premium	# 2 Power Failure Backup Service
Area Management Data Platform	Basic	# 3 Business incubation

Future Business Plan

Businesses expected profitability in the future as smart city services

Energy	Premium	EV/PV Collaboration Power Supply Service
Water Supply	Premium	Drinkable water
Resource Recyding	Basic	Waste separation/recycling business
Transport	Basic	Public transportation in the region/EVs
Data Platform	Basic	Integrated data platform/utilization

8

Initial Business Proposal

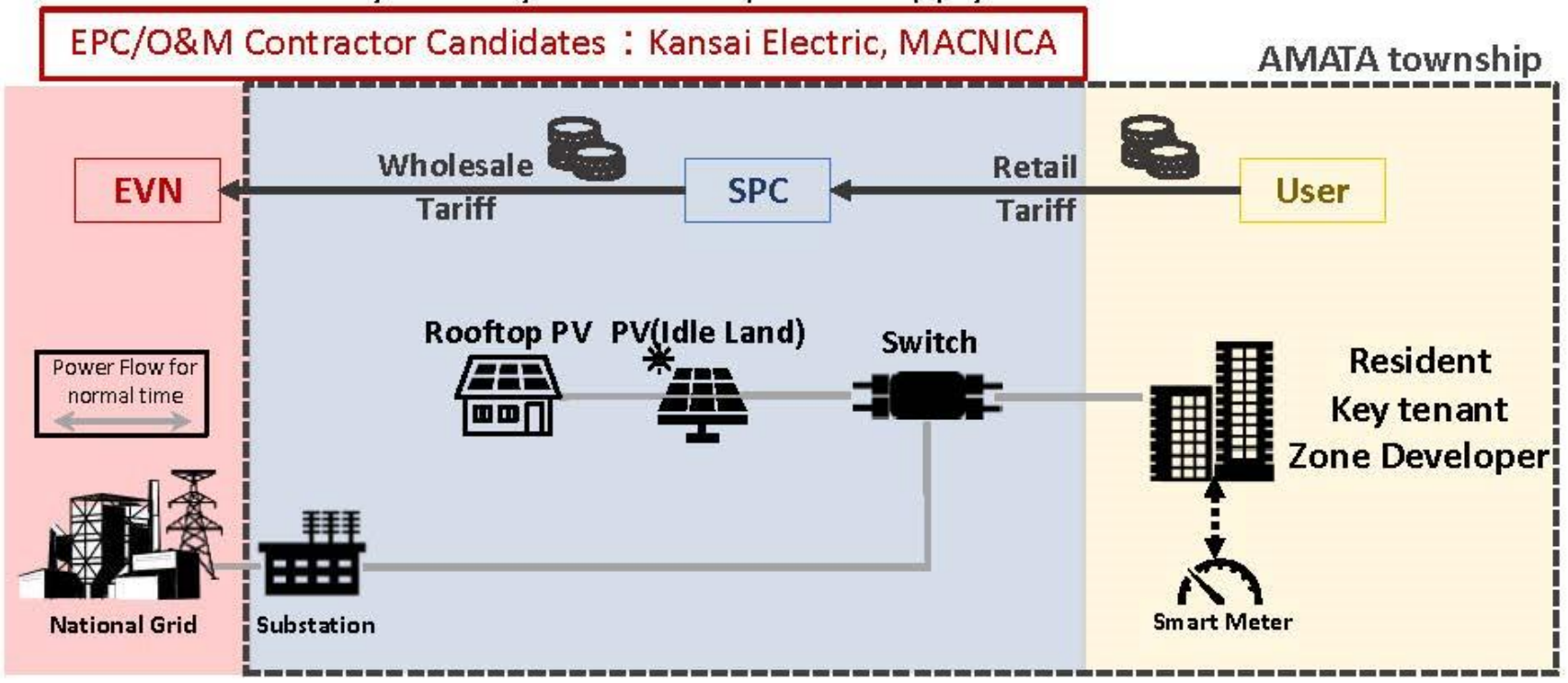
Basic Smart Service

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

Part2: Business Proposals

#1 Environmentally friendly and stable power supply service

EPC/O&M Contractor Candidates：Kansai Electric, MACNICA



Selling points

- ✓ Environmentally friendly (use of solar power generation)
- ✓ Reduction of the risk of power outages due to grid accidents in regional power transmission and distribution (use of timed forwarding systems)

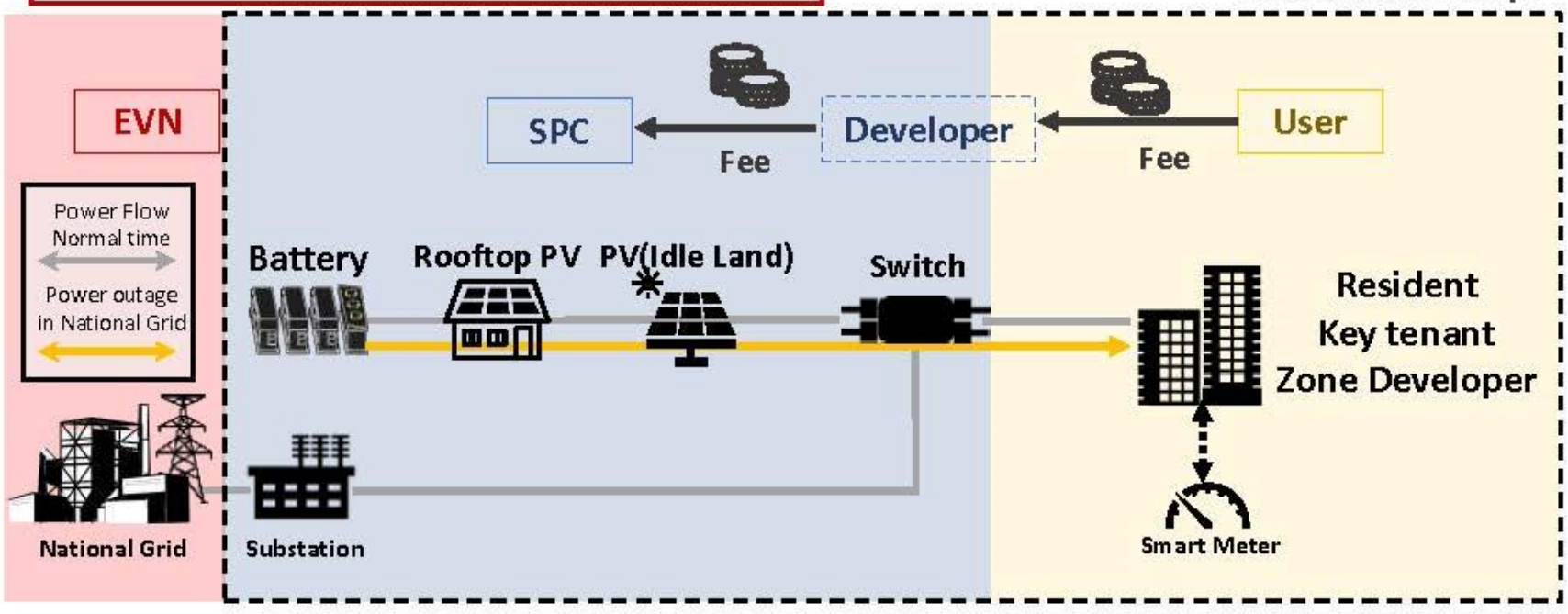
Premium Smart Service

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

Part2: Business Proposals

#2 Power Failure Backup Service

EPC/O&M Contractor Candidates：MACNICA



Selling points

- ✓ Reducing the risk of power outages in the event of grid accidents in transmission and distribution within and outside the region (using backup batteries)

Part2: Business Proposals

Brand the area: Area Management

What is Area Management

- Urban development considering maintenance/operation
- Proactive efforts by residents, business owners, landowners, etc.
- Part of sales by Area Management is used for maintenance/operation of City

Need for Area Management in AMATA SMART CITY HA LONG

1. Improvement of the attractiveness of City
> Green and favorable townscape, Environment in harmony with nature

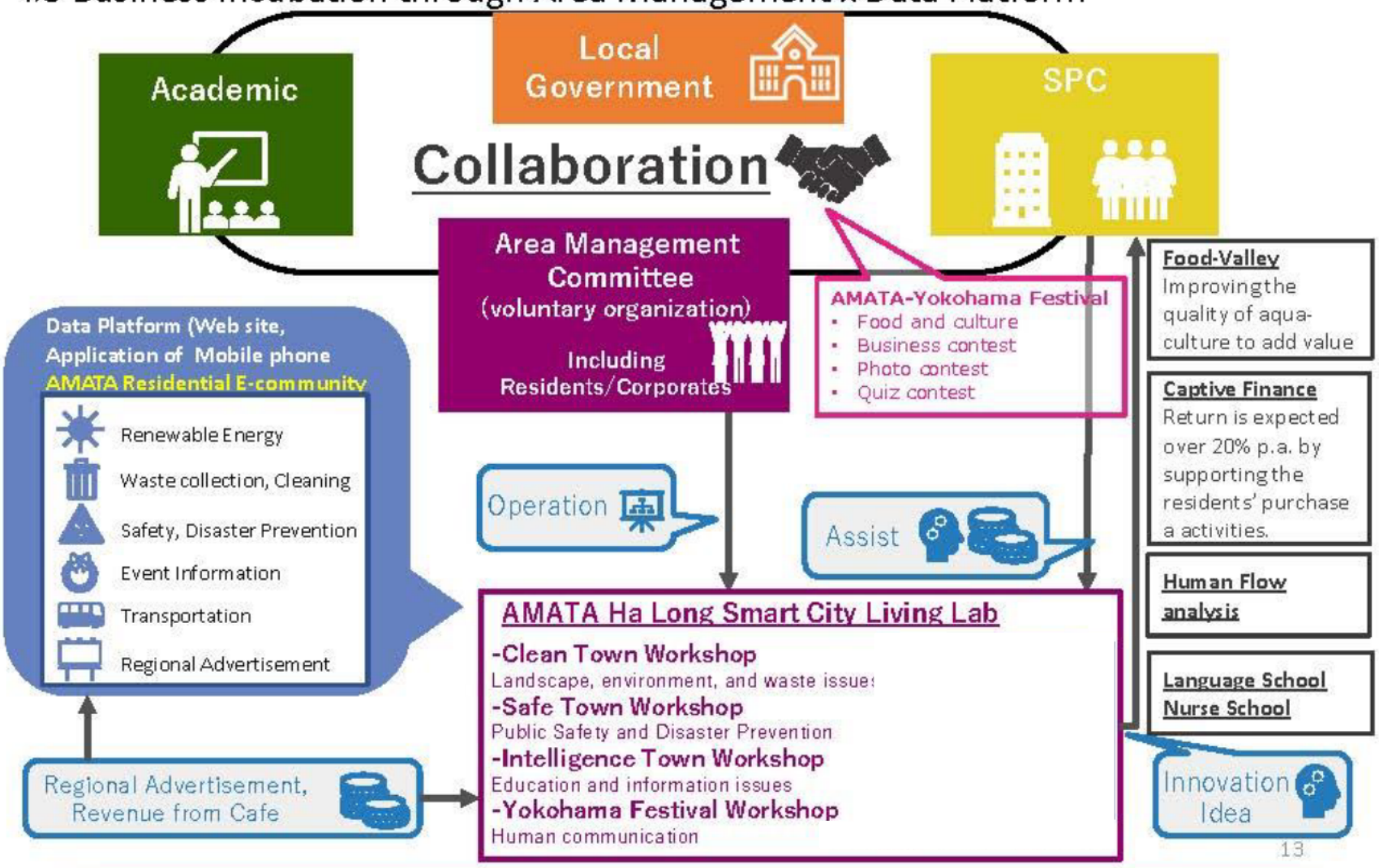
2. Creation of Activities in City
> Events and Use of Public space to attract visitors

3. Increase in Value of Assets
> Improvement in Attractiveness of City, Creation of Activities is Key

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE Pacific Consultants

Part2: Business Proposals

#3 Business Incubation through Area Management x Data Platform



YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

Part2: Business Proposals

Business feasibility assessment for each scenario *on Mar 10

On the main Scenario, initial investment is about USD 127mln and expected payback period is within 6 years. Average return on equity per annum is USD 120mln for 30 years.

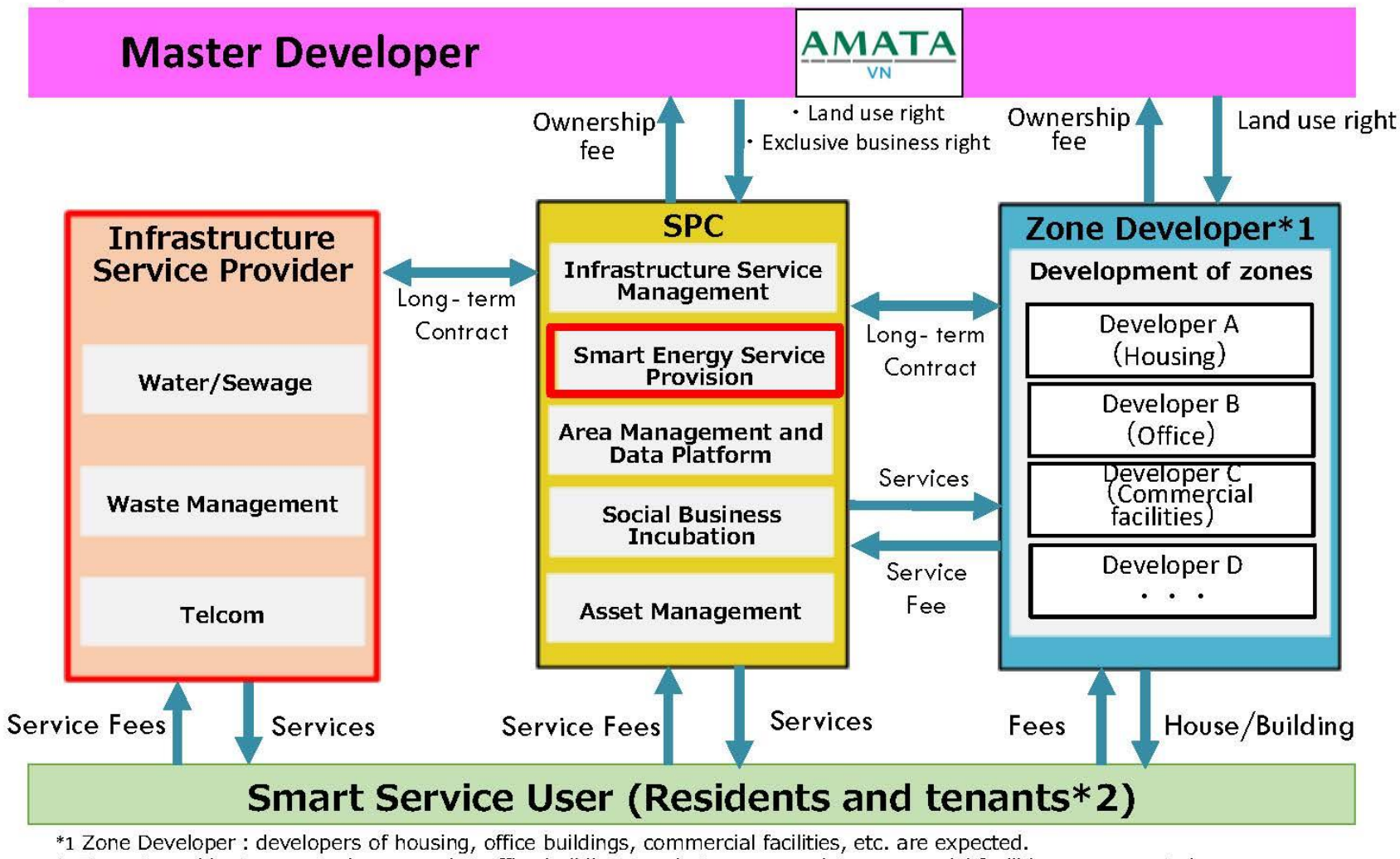
		Main Scenario Development pace: 15 years (Based on SJ concept M/P)	Risk Scenario Development pace: 30 years
Development Pace		Phase 1: Set to achieve 100% supply rate in 3 years. Phase 2: Set to achieve 100% supply rate in 5 years Phase 3: Set to achieve 100% supply rate in 7 years	Regardless of Phase, the supply rate is set to reach 100% in 30 years at an even pace.
Capital Adequacy Ratio		**30%**	**70%**
Loan Payment Period		**10 years (Deferment period: 3 years)**	**20 years (Deferment period: 3 years)**
Amount of Capital Expenditure (mln USD)		**Phase1: $153M** (Transmission & Distribution : $95M, Solar power : $50M, Battery : $8 M) **Phase2: $144M** (Transmission & Distribution : $66M, Solar power : $62M, Battery : $16M) **Phase3: $126M** (Transmission & Distribution : $103M, Solar power : $23M) **Later : $567M** (For Update, in case)	
Retum Period		**2nd year: Single-year profit 3rd year: Accumulated losses eliminated**	**11th year: Profitable in a single year 18th year: Accumulated losses eliminated**
Evaluation index	30y PIRR	**26.5%**	**7.4%**
	30y EIRR	**35.9%**	**8.3%**

*Power Transmission & Distribution service

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE | Pacific Consultants

Part3: Implementation

Proposed role of SPC



*1 Zone Developer : developers of housing, office buildings, commercial facilities, etc. are expected.
*2 Tenant : residents, companies occupying office buildings, and stores occupying commercial facilities, are expected.

Part3: Implementation

The way forward after the final proposal

SPC and Smart Service	PoC of Smart Technologies
1 MOU to prepare for establishment of AMATA Ha Long Smart Service Co.	1 Agreement of the smart infrastructure demonstration project
2 Invite investors for AMATA Ha Long Smart Service Co. (including Japanese public/private funds).	2 Applying for smart infrastructure-related measure programs
3 Formulate infrastructure specification policies by investors	3 Conducting survey
4 Design infrastructure in each sector	4 Carrying out the demonstration project*
5 Select vendors	5 Establishing conditions for actual implementation
6 Obtain permission and detailed design	
7 Construction/its management	
8 Trial operation	
9 Commencement of operation (operation/maintenance)	

Expected Target Zones for Demonstration Projects
- Gateway areas (a transportation hub, commercial facilities such as a city center)
- R & D area (Zone 2)

Current Condition of MP (1/500)
->**Coordinating with SJ toward proceeding the** approval process

Part3: Implementation

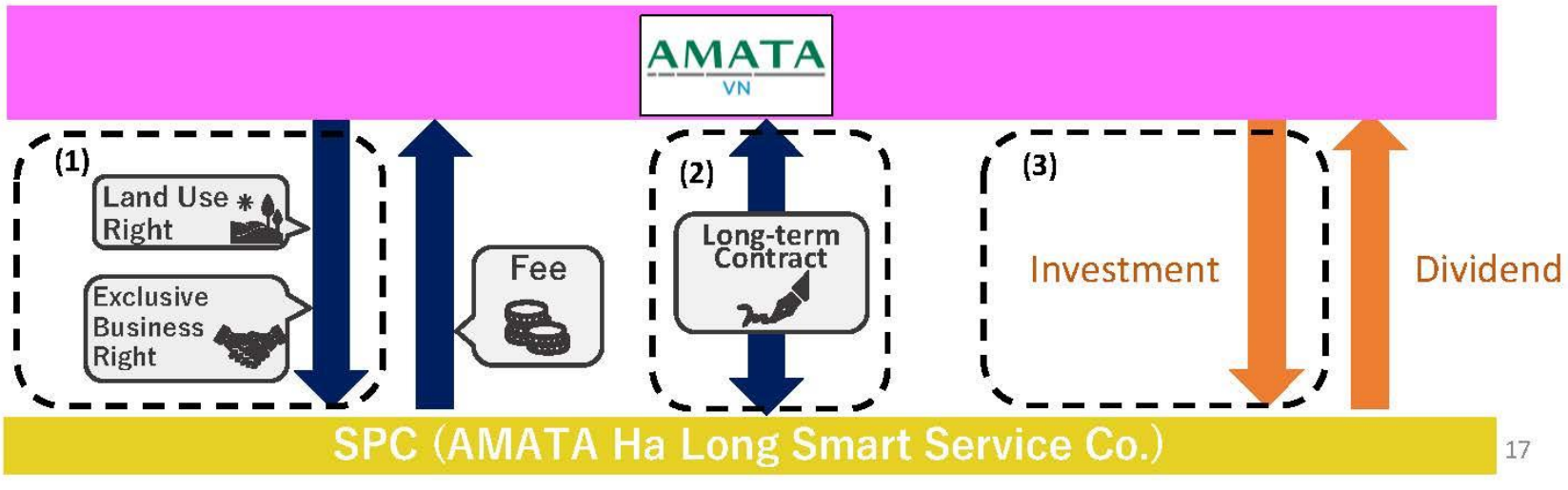
Request to AMATA

At first, for realizing this business proposal, our request is forming MOU among AMATA, YUSA, Kansai Electric and MACNICA to discuss the business plan more deeply.

Tentative expected Role of AMATA for SPC

(1)	Provision of land use rights necessary for the business by SPC Provision of exclusive business rights undertaken by SPC in Township
(2)	Long-term Contract for (1)
(3)	Investment in SPC For example, PV is a symbol of Smart City and play the important role, but the amount of PV is optional and adjustable. It could lead putting the assumption that the amount of investment in PV would be decided by the investment amount by AMATA.

Renewable energy ratio in MOIT Energy plan：29% by 2030, 44% by 2045



Suggestions regarding Area Development of Smart City

YOKOHAMA URBAN SOLUTION ALLIANCE
Pacific Consultants

Part4: Long-term Area Development Ideas

Idea A: TOD (Transit-Oriented Development) based Bus Station Development

Shinjuku Bus terminal

(Source: Study team)

- Business chance exists on bus station because many people come and go to use it.
- Under this bus station, for example, "Yokohama-taste Market" might attract more people.
- Yokohama City Air Terminal (YCAT) is one of the best practice of TOD.
- PACIFICO Yokohama is also the good practice of MICE(Meeting, Incentive tour, Convention/Conference and Exhibition)

Intercity Transportation Network by highway bus

Over 40,000 trips per day will be estimated. Eg) 20 - 30 buses to Hải Phòng per hour

Combine the commercial zone development → Save the O&M cost for bus station → Set the free charge of bus station usage to attract buses to drop → Increase the frequency of bus → encourage People Flow(=Money Flow) and attract people to live.

Note: Negotiation may be needed to Government to get the permission

Idea B: Urban Planning with Infectious Disease Control

- Consideration of the countermeasure against Infectious Disease would be inevitable after pandemic of COVID-19

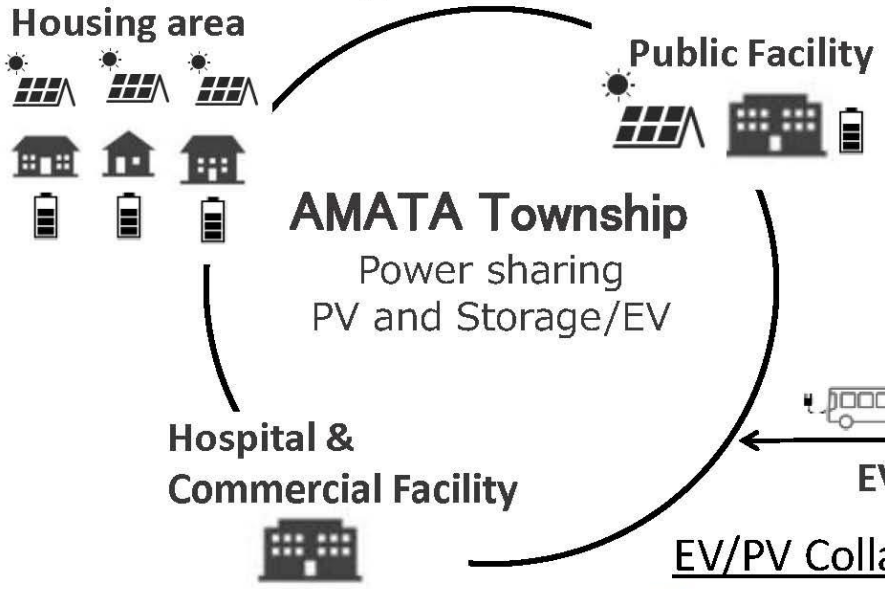
19

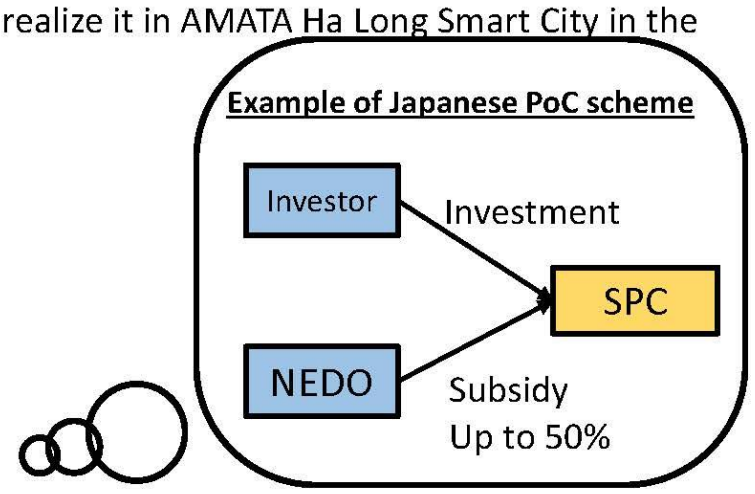
Part4: Long-term Area Development Ideas

Idea C: Future Power System

Our goal image of smart service is as below; expecting to realize it in AMATA Ha Long Smart City in the future!

- Management of PV Generation and Output
- Management of Storage Charge/Discharge
- Energy Usage Optimization





Proposed by MACNICA

EV/PV Collaboration Power Supply Service

AI Utilization

- ✓ Monitor power generation capacity and control excessive power generation
- ✓ Monitoring power storage capacity and supply power to EVs
- ✓ Optimal control of overall energy use

20

Business proposal
for AMATA Smart City Ha Long

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名	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（ベトナム国AMATAスマートシティハロンにおけるスマートインフラマスタープラン策定事業）報告書
委託事業名	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（ベトナム国AMATAスマートシティハロンにおけるスマートインフラマスタープラン策定事業）
受注事業者名	パシフィックコンサルタンツ株式会社

頁	図表番号	タイトル
1-19	図 1-2	開発予定地における土地利用現況図
1-20	図 1-3	開発予定地における現況のインフラ整備状況
1-23	図 1-4	開発予定地周辺の土地利用計画
1-24	図 1-5	AMATAスマートシティハロンのCONCEPT VISION（一部抜粋）
1-25	図 1-6	土地利用計画
1-25	図 1-7	土地利用別の面積と割合
1-26	図 1-8	計画人口
1-27	図 1-9	容積率・延べ床面積・建物階数（土地利用計画の詳細）
1-28	図 1-10	6MAJOR PROJECT
1-28	図 1-11	GATEWAY CORE FORMATION
1-29	図 1-12	PUBLIC TRANSPORTATION DEVELOPMENT
1-29	図 1-13	PEDESTRIAN NETWORK
1-30	図 1-14	SMART LIVING DEVELOPMENT
1-30	図 1-15	RECREATION & RESILIENCE CORE DEVELOPMENT
1-31	図 1-16	WATERFRONT LANDSCAPE DEVELOPMENT
1-32	図 1-17	6大プロジェクトまちづくり展開イメージ
1-34	図 1-18	広域的な交通結節点
1-35	図 1-19	LAND USE PLAN
1-35	図 1-20	所得層でのゾーニング
1-36	図 1-21	プレミアムゾーンの候補地
2-17	図 2-10	開発フェイズとゾーンの整理
2-27	図 2-13	一次変電所及び二次変電所までの送電計画（参考）
2-34	図 2-16	開発エリア全体のゾーン割り
2-34	図 2-17	フェイズ別開発エリアと110/22kV変電所位置候補
2-35	図 2-18	22kV幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 1）
2-36	図 2-19	22kV幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 2）
2-36	図 2-20	22kV幹線系統（ゾーン 1 west, フェーズ 3）
2-37	図 2-21	22kV幹線系統（ゾーン 1 east, フェーズ 3）
2-37	図 2-22	22kV幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 1）
2-38	図 2-23	22kV幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 2）
2-38	図 2-24	22kV幹線系統（ゾーン 2, フェーズ 3）
2-39	図 2-25	22kV幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 1）
2-39	図 2-26	22kV幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 2）
2-40	図 2-27	22kV幹線系統（ゾーン 3, フェーズ 3）
2-40	図 2-28	22kV幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 1）
2-41	図 2-29	22kV幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 2）
2-41	図 2-30	22kV幹線系統　地中引き出しケーブル（フェイズ 3）
2-53	図 2-34	実施エリア（フェイズ3の開発エリア）
3-1	表 3-1	Yen Lap湖　概要

（様式２）

頁	図表番号	タイトル
3-2	表 3-2	マスタープラン　上水道の計画概要
3-2	表 3-3	マスタープラン　上水道の主要施設概要
3-3	図 3-2	マスタープラン　上水道の主要施設概要図
3-4	表 3-4	マスタープラン　下水道の計画概要
3-5	表 3-5	マスタープラン　下水道の主要施設概要
3-5	表 3-6	マスタープラン　下水処理場の概要
3-6	図 3-3	マスタープラン　下水道の主要施設概要図
3-7	表 3-7	流域ごとの雨水排水計画概要
3-8	図 3-4	マスタープラン　雨水排水区域
3-8	表 3-8	マスタープラン　雨水排水の主要施設概要
3-35	図 3-10	AMATAスマートシティハロンの段階的な整備計画
4-1	表 4-1	マスタープランの概要（廃棄物処理）
4-3、4-4	表 4-3	マスタープランの一部抜粋（廃棄物処理）【参考】
5-2	図 5-1	AMATAスマートシティハロン開発予定地の現状
5-3	図 5-2	AMATAスマートシティハロンの位置
5-3	図 5-3	AMATA SMART CITY HALONG Concept Master Planにおける道路計画
5-7	図 5-6	主要道路と主要交差点38箇所
5-12	図 5-7	BRT路線と駅の候補
5-35	図 5-10	現在の土地利用状況
6-16	図 6-7	移動系デジタル防災無線の国内事例