

南アフリカ共和国
環境配慮型都市開発に係る基礎情報
収集・確認調査

ファイナルレポート
和文

平成 26 年 8 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社日建設計総合研究所
株式会社日立製作所

南ア事
JR
14-001

南アフリカ共和国
環境配慮型都市開発に係る基礎情報
収集・確認調査

ファイナルレポート
和文

平成 26 年 8 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社日建設計総合研究所
株式会社日立製作所

目次

要約.....	S-1
1 章 調査の背景と目的	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 調査の目的と主題.....	1-1
1.3 調査対象地域.....	1-2
1.4 調査業務実施の基本方針.....	1-3
1.5 調査の全体構成.....	1-4
2 章 現況把握と課題整理	2-1
2.1 都市計画.....	2-1
2.2 交通計画.....	2-15
2.3 住宅および施設マーケットの現況.....	2-29
2.4 上水道.....	2-34
2.5 下水道.....	2-43
2.6 廃棄物.....	2-51
2.7 電力.....	2-60
2.8 環境・エネルギー計画.....	2-66
2.9 ICT 計画.....	2-74
2.10 災害・犯罪の防止.....	2-90
2.11 投資と貸付け.....	2-93
2.12 調査対象都市圏の現状および課題整理.....	2-108
3 章 環境配慮型都市開発のための提案方策	3-1
3.1 提案概要.....	3-1
3.2 都市・交通計画.....	3-3
3.3 上下水道および廃棄物.....	3-14
3.4 電力と環境.....	3-25
3.5 ICT 計画.....	3-58
4 章 パイロットプロジェクトに向けた包括的なソリューション	4-1
4.1 各地区の概要.....	4-1
4.2 ヨハネスブルク.....	4-4
4.3 ケープタウン.....	4-16
4.4 エテクウィニ.....	4-27
4.5 日本における包括的ソリューションの事例 (柏の葉スマートシティ).....	4-35
5 章 提案の実現化方策	5-1
5.1 ファイナンス支援政策.....	5-1

5.2 実現化に向けた日本の支援	5-7
5.3 提言	5-8

図

図 S-1-1 調査対象地域	S-1
図 S-4-1 ウェストゲート駅地区の環境配慮型都市開発イメージ	S-5
図 1-3-1 調査対象地域	1-2
図 1-4-1 仮説実証型アプローチのイメージ	1-3
図 1-5-1 調査の全体構成	1-4
図 2-1-1 プランニング関連政策のヒエラルキー	2-1
図 2-1-2 プランニング関連政策の概要	2-2
図 2-1-3 政策・戦略・計画のヒエラルキー	2-4
図 2-1-4 ヨハネスブルグ SDF に示された望ましい都市形態	2-6
図 2-1-5 ヨハネスブルグ SDF における公共交通エリアの空間的優先度	2-7
図 2-1-6 ヨハネスブルグ SDF における優先的に発展を管理するエリア	2-7
図 2-1-7 ケープタウンにおける政策・戦略・計画の概要	2-8
図 2-1-8 ケープタウン空間開発フレームワークの概要	2-10
図 2-1-9 エテクウィニにおける政策・戦略・計画のヒエラルキー	2-11
図 2-1-10 エテクウィニ都市圏における空間開発フレームワーク	2-13
図 2-2-1 PRASA・メトロレイル・ハウトレインの路線及び駅の立地	2-16
図 2-2-2 バス・ミニバスタクシーのネットワーク	2-17
図 2-2-3 BRT ネットワーク	2-17
図 2-2-4 BRT システムの現況	2-18
図 2-2-5 ハウトレインと駅空間	2-18
図 2-2-6 鉄道・バス・ミニバスタクシーのネットワーク	2-20
図 2-2-7 BRT コリドーの現況および計画概要	2-21
図 2-2-8 自転車マスタープランにおける計画図	2-21
図 2-2-9 IRT ルート地図と IC カードシステム	2-22
図 2-2-10 全日の交通分担率とそのうち公共交通分担率	2-24
図 2-2-11 ピーク時の交通分担率	2-24
図 2-2-12 既存の公共交通ノードとサービス	2-25
図 2-2-13 ダーバン CBD からのバスルート分析	2-25
図 2-2-14 IRPTN の概要	2-26
図 2-2-15 IRPTN のパンフレットおよび IC カードシステム(muvo)のプロモーション	2-26
図 2-3-1 セクター別の建物への投資額	2-29
図 2-3-2 種類別民間住宅への投資額	2-30
図 2-3-3 SHS による完成プロジェクト	2-31
図 2-4-1 上下水道に関する関係機関	2-34
図 2-4-2 南アフリカの水管理エリア区分とウォーターボード	2-34

図 2-4-3 分野別水利用の構成比.....	2-36
図 2-4-4 自治体の水需要.....	2-36
図 2-4-5 ヨハネスブルグの水道エリア	2-38
図 2-4-6 バルク水基本計画	2-39
図 2-4-7 分野別水利用の構成比(2011 年)	2-39
図 2-4-8 水需要の経年変化.....	2-40
図 2-4-9 Umgeni Water 社インフラ図	2-41
図 2-4-10 エテクウィニの水道ネットワーク.....	2-41
図 2-4-11 エテクウィニの水収支(2010/11 年)	2-41
図 2-5-1 上下水道に関する関係機関	2-43
図 2-5-2 各自治体の衛生需要.....	2-44
図 2-5-3 南アフリカにおける合法居住地区および不法居住地区の衛生需要(2011 年).....	2-45
図 2-5-4 各自治体の排水水質の適合状況.....	2-46
図 2-5-5 各州における GreenDrop の平均スコア	2-46
図 2-5-6 ヨハネスブルグの下水道ネットワーク.....	2-47
図 2-5-7 排水処理エリア区分.....	2-48
図 2-5-8 下水処理場の平均基準適合率(2011 年)	2-48
図 2-5-9 eThekweni 下水ネットワークと下水処理場	2-49
図 2-6-1 南アフリカ各省の自治体ゴミの状況(2011 年)	2-52
図 2-6-2 モデル化データより推定した一般廃棄物の構成比	2-53
図 2-6-3 モデル化データより推定した分類不能または有害廃棄物の構成比.....	2-53
図 2-6-4 植物系ゴミ収集場を含めた Pikitup 社の施設	2-54
図 2-6-5 ゴミ巡回収集の収集率、最終処分場の埋立廃棄物量、最終処分場の空き容量 (2011/12 年)	2-54
図 2-6-6 リサイクルのため回復した乾燥廃棄物	2-55
図 2-6-7 ケープタウンの集積所および最終処分場	2-56
図 2-6-8 ケープタウンの廃棄物の状況.....	2-56
図 2-6-9 都市廃棄物の構成比率.....	2-56
図 2-6-10 の中継所および最終処分場(2004 年)	2-58
図 2-6-11 都市部での異なる階層の一般廃棄物の構成比率(ボリューム%).....	2-58
図 2-7-1 南アフリカの資源分布.....	2-60
図 2-7-2 需要別電力消費	2-60
図 2-7-3 電力予備率	2-61
図 2-7-4 ESKOM 社の発電所所在地と電力網.....	2-61
図 2-7-5 末端への送電網(赤)と未電化地域(黒).....	2-62
図 2-7-6 南アフリカの冬季・夏季の電力デマンドカーブ	2-62
図 2-7-7 産業向けピーク時間帯	2-63

図 2-7-8 家庭向けピーク時間帯	2-63
図 2-7-9 送電事故の発生件数と要因.....	2-65
図 2-7-10 送電事故の発生個所(灰色).....	2-65
図 2-8-1 3 大都市圏の燃料種別エネルギー消費量.....	2-66
図 2-8-2 3 大都市圏のセクター別エネルギー消費量.....	2-66
図 2-8-3 3 大都市圏におけるセクター別年間 CO2 排出量の比率.....	2-67
図 2-9-1 ICT 産業関連機関の所管分野と関係性	2-74
図 2-9-2 ICASA 戦略的計画 2014-2018 の概要.....	2-77
図 2-9-3 有線電話加入者数の推移 2000-2012	2-78
図 2-9-4 南アフリカ国におけるファイバーネットワーク	2-79
図 2-9-5 携帯電話加入者数の推移 2000-2012	2-80
図 2-9-6 インターネット普及率の推移 2000-2012.....	2-81
図 2-9-7 有線ブロードバンド利用者数の推移 2000-2012	2-81
図 2-9-8 世帯毎の ICT アクセシビリティ (2008-2012)	2-82
図 2-10-1 犯罪数の経緯.....	2-91
図 2-10-2 地区別の犯罪発生頻度.....	2-91
図 2-11-1 国家戦略(CPS)の3つの柱と世界銀行のプログラム・活動分野	2-96
図 2-11-2 グリーンファンドの視点.....	2-103
図 2-11-3 グリーンファンドの活用ステップ	2-104
図 3-2-1 駅施設との複合開発のイメージ.....	3-4
図 3-2-2 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモールのイメージ	3-5
図 3-2-3 日本の鉄道会社における収益構造	3-6
図 3-2-4 包括的な IC カードシステムのイメージ	3-7
図 3-2-5 スマート・ナビゲーターシステムのコンセプト.....	3-8
図 3-2-6 スマートシティ通勤のシナリオ.....	3-8
図 3-2-7 社会・アフォーダブル住宅の中密度化	3-9
図 3-2-8 土地区画整理事業のコンセプト	3-10
図 3-2-9 土地区画整理事業の仕組み.....	3-10
図 3-2-10 公開空地整備に伴う容積率緩和のイメージ	3-11
図 3-4-1 提案の概要.....	3-25
図 3-4-2 鉱山の機器別電力.....	3-26
図 3-4-3 鉱山のデマンドカーブ	3-26
図 3-4-4 鉱山機器の節電例.....	3-27
図 3-4-5 高効率インバータシステムの例	3-27
図 3-4-6 送電事故とバックアップ	3-28
図 3-4-7 電線の垂れ.....	3-29
図 3-4-8 電線の垂れの比較.....	3-29

図 3-4-9 冗長性の例.....	3-30
図 3-4-10 送電容量増加の各段階.....	3-31
図 3-4-11 太陽光+逐電しシステムの構成図.....	3-32
図 3-4-12 小集落のデマンドカーブの事例.....	3-33
図 3-4-13 住宅数と発電量の関係.....	3-34
図 3-4-14 一日の電力曲線.....	3-34
図 3-4-15 太陽光パネルと住宅の基本レイアウト.....	3-35
図 3-4-16 住宅と太陽光パネルのは一例.....	3-35
図 3-4-17 住宅数と夜間ピークカット時間.....	3-36
図 3-4-18 ピークカットの事例(2,4,6 時間).....	3-36
図 3-4-19 風力発電による電力消費ネット・ゼロ住宅街.....	3-37
図 3-4-20 住宅 1 軒あたりの電力カーブ.....	3-38
図 3-4-21 吹き上げ風の例.....	3-39
図 3-4-22 ダウンウィンド形風車 (2MW).....	3-39
図 3-4-23 ダウンウィンド形アップウィンド形の比較.....	3-39
図 3-4-24 ダウンウィンド形風車の外観.....	3-40
図 3-4-25 風力発電と蓄電システムの概念図.....	3-40
図 3-4-26 蓄電池の構造.....	3-40
図 3-4-27 秋田県西目での事例.....	3-41
図 3-4-28 出力変動緩和の例.....	3-42
図 3-4-29 青森県五所川原での事例.....	3-42
図 3-4-30 大型 UPS 電源の例.....	3-43
図 3-4-31 屋内に設置されたガス絶縁遮断機の例.....	3-43
図 3-4-32 Lufhereng と近隣の鉱山.....	3-45
図 3-4-33 南アフリカの観光客数.....	3-47
図 3-4-34 アフォーダブル住宅エリアにおけるエネルギーネットワーク.....	3-49
図 3-4-35 アフォーダブル住宅エリア内での電気使用量抑制のイメージ.....	3-50
図 3-4-36 Affordable Housing エリアの水回収システムのイメージ.....	3-51
図 3-4-37 商業ビルのパッシブ&アクティブ手法導入のイメージ.....	3-52
図 3-4-38 住宅のパッシブ&アクティブ手法採用のイメージ.....	3-54
図 3-4-39 ヨハネスブルグのエネルギー消費量密度マップのイメージ.....	3-56
図 3-5-1 無線ブロードバンドシステムの概要.....	3-58
図 3-5-2 復旧時間・費用・データの重要性の相互関係.....	3-59
図 3-5-3 統合型都市マネジメントシステムのコンセプト.....	3-60
図 3-5-4 顔認証技術を活用した監視システムの概要.....	3-61
図 3-5-5 遠隔教育システムの概要.....	3-62
図 4-1-1 パイロットプロジェクト抽出の考え方.....	4-1

図 4-2-1 ヨハネスブルグのパイロットプロジェクトの位置.....	4-4
図 4-2-2 ウェストゲート駅地区のマスタープラン	4-5
図 4-2-3 ウェストゲート駅周辺の写真	4-5
図 4-2-4 ウェストゲート駅地区の環境配慮型都市開発イメージ	4-7
図 4-2-5 ランドバーグ CBD の土地利用.....	4-8
図 4-2-6 公共(行政)地区の開発コンセプト	4-8
図 4-2-7 現況の土地利用.....	4-9
図 4-2-8 シビック地区の現況.....	4-9
図 4-2-9 ランドバーグ CBD の写真.....	4-9
図 4-2-10 ランドバーグ CBD 地区の環境配慮型都市開発イメージ	4-11
図 4-2-11 ルフヘレングの土地利用	4-12
図 4-2-12 ルフヘレングの写真	4-13
図 4-2-13 ルフヘレングの環境配慮型都市開発イメージ	4-15
図 4-3-1 ケープタウンのパイロットプロジェクトの位置	4-16
図 4-3-2 フリンジの開発計画フレームワーク	4-17
図 4-3-3 フリンジの写真.....	4-18
図 4-3-4 フリンジの環境配慮型都市開発イメージ	4-20
図 4-3-5 再開発の骨格と住宅計画.....	4-21
図 4-3-6 アスローン発電所の写真	4-21
図 4-3-7 アスローン発電所の環境配慮型都市開発イメージ	4-23
図 4-3-8 ウィスケープのマスタープラン	4-24
図 4-3-9 ウィスケープの写真	4-24
図 4-4-1 エテクウィニのパイロットプロジェクトの位置	4-27
図 4-4-2 ダーバンポイントウォーターフロントの土地利用計画	4-28
図 4-4-3 ダーバンポイントウォーターフロントの写真	4-28
図 4-4-4 ダーバンポイントウォーターフロントの環境配慮型都市開発イメージ	4-30
図 4-4-5 コルヌビアの土地利用	4-31
図 4-4-6 コルヌビアの写真	4-31
図 4-4-7 コルヌビアの環境配慮型都市開発イメージ	4-34
図 4-5-1 柏の葉スマートシティの立地および現況.....	4-35
図 4-5-2 柏の葉スマートシティの特徴.....	4-36
図 4-5-3 柏の葉スマートシティにおけるエリア・エネルギー・マネジメントシステムの概要	4-37

表

表 S-2-1 調査対象都市圏の現状及び課題	S-2
表 S-3-1 セクター別の課題解決の方向性と環境配慮型都市開発の実現化方策	S-3
表 S-4-1 抽出したパイロットプロジェクトの概要	S-4
表 1-3-1 対象 3 都市の現状	1-2
表 2-1-1 国家レベルの政策・計画の概要	2-3
表 2-1-2 Joburg GDS 2040 の概要	2-5
表 2-1-3 Joburg IDP の概要	2-5
表 2-1-4 ケープタウンの IDP における戦略的重点エリア	2-8
表 2-1-5 ケープタウン空間開発フレームワークの主要戦略	2-9
表 2-1-6 エテクウィニの長期開発フレームワークにおける開発課題と誘導原則	2-11
表 2-1-7 エテクウィニの IDP に示された 6 つの優先分野と 8 つの重点計画	2-12
表 2-2-1 ヨハネスブルグにおける道路延長	2-15
表 2-2-2 ヨハネスブルグにおける就業トリップの交通分担率	2-15
表 2-2-3 ヨハネスブルグにおける就業トリップの交通分担率	2-16
表 2-2-4 ケープタウンにおける道路延長と公共交通関連情報	2-19
表 2-2-5 CBD に向かう手段別トリップ数の経緯	2-19
表 2-2-6 CBD に向かう 1 日の旅客トリップ比率(「その他」を除く)	2-20
表 2-2-7 道路ネットワーク概要	2-23
表 2-2-8 3 都市圏における交通指標	2-27
表 2-2-9 3 都市圏における交通関連データの比較	2-27
表 2-3-1 主な国レベルの住宅政策・プログラム	2-29
表 2-3-2 ヨハネスブルグにおける住宅供給現況と想定 2003-2007	2-30
表 2-3-3 主要都市圏におけるオフィスストック	2-32
表 2-3-4 オフィスの空室率	2-32
表 2-4-1 上水道管理の実施主体	2-34
表 2-4-2 年平均河川流量と生態貯留の推定容量(単位:百万 m ³ /年)	2-35
表 2-4-3 南アフリカにおける IWA 水収支基準の状況(2009 年)	2-36
表 2-4-4 基礎飲料水無料化政策の実施状況(2010 年)	2-36
表 2-4-5 ヨハネスブルグの BlueDrop 評価結果	2-38
表 2-4-6 浄水場一覧	2-39
表 2-4-7 基礎的給水事業の現状	2-39
表 2-4-8 ケープタウンの Blue Drop 評価結果	2-39
表 2-4-9 無収水の状況(2010 年)	2-40
表 2-4-10 エテクウィニにおける Blue Drop 評価結果	2-41
表 2-5-1 下水道管理の実施主体	2-43

表 2-5-2 南アフリカの衛生需要.....	2-45
表 2-5-3 ヨハネスブルグの下水処理場.....	2-47
表 2-5-4 衛生サービスの現状.....	2-48
表 2-5-5 衛生サービスの提供レベル.....	2-50
表 2-5-6 下水道に関する指標.....	2-50
表 2-6-1 廃棄物管理の実施主体.....	2-51
表 2-6-2 一般廃棄物と有害廃棄物の分類.....	2-51
表 2-6-3 国家廃棄物管理戦略の目標まとめ.....	2-52
表 2-7-1 Eskom の発電設備.....	2-60
表 2-7-2 電力料金の例.....	2-63
表 2-7-3 各都市の特徴と電力消費.....	2-64
表 2-7-4 各州の世帯数と平均世帯収入.....	2-64
表 2-7-5 家電製品の普及率.....	2-64
表 2-7-6 家庭における電力消費の伸び.....	2-64
表 2-9-1 2013 年国家ブロードバンド政策重点目標の要点.....	2-76
表 2-9-2 今後の都市開発における主要課題の概要.....	2-89
表 2-11-1 南アフリカの財政収支の推移(単位:10 億ランド、%).....	2-93
表 2-11-2 南アフリカの公的インフラへの支出内訳(単位:10 億ランド).....	2-94
表 2-11-3 南アフリカのインフラ関連支出の財源内訳(2001~2006 年平均)(単位:10 億米ドル)	2-95
表 2-11-4 Eskom(南アフリカ電力会社)投資支援プロジェクトの融資配分.....	2-97
表 2-11-5 再生可能エネルギーサポートプロジェクトの融資配分.....	2-98
表 2-11-6 再生可能エネルギー市場の変革プロジェクトの融資配分.....	2-98
表 2-12-1 調査対象都市圏の現状及び課題.....	2-108
表 3-1-1 セクターごとの方向性と方策.....	3-2
表 3-2-1 民間開発へ対するインセンティブの励.....	3-11
表 3-2-2 具体的な戦略、ソリューション.....	3-13
表 3-3-1 各都市における課題と解決方針(上下水道).....	3-14
表 3-3-2 各都市における課題と解決方針(廃棄物).....	3-20
表 3-4-1 提案と効果.....	3-25
表 3-4-2 ヨハネスブルグ近郊の鉱山の年間消費電力.....	3-26
表 3-4-3 従来電線との比較.....	3-30
表 3-4-4 従来電線と低ロス電線・ギャップ電線の比較.....	3-31
表 3-4-5 低所得層の電力利用の想定.....	3-32
表 3-4-6 1MW 太陽光発電の発電量予測.....	3-33
表 3-4-7 各提案のまとめ.....	3-37
表 3-4-8 月毎時間毎の風力.....	3-38

表 3-4-9 鉛蓄電池の仕様.....	3-41
表 3-4-10 各都市への適用例.....	3-44
表 3-4-11 南アフリカ各州の GDP	3-46
表 3-4-12 課題解決の方向性とソリューション	3-57
表 3-5-1 ICT 計画に当たっての方向性とソリューションの概要	3-63
表 4-1-1 パイロットプロジェクト抽出の概要	4-2
表 4-1-2 パイロットプロジェクトの概要	4-3
表 4-2-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-6
表 4-2-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-10
表 4-2-3 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-13
表 4-3-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-18
表 4-3-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-22
表 4-3-3 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-25
表 4-4-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-29
表 4-4-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート	4-32
表 5-1-1 既存ファイナンススキーム.....	5-3
表 5-1-2 プロジェクトスキーム.....	5-4
表 5-1-3 プロジェクトスキームの適用可能性	5-5
表 5-1-4 提案するプロジェクトに対するファイナンススキーム.....	5-6
表 5-2-1 JICA による技術援助の可能性のある事項.....	5-7

略語

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	非対称デジタル加入者線
AfDB	African Development Bank Group	アフリカ開発銀行
B2B	Business to Business	企業間取引
BEPP	Built Environment Performance Plan	構築環境実行計画
BISDN	Broadband Integrated Services Digital Network	広帯域総合サービスデジタル通信網
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速交通
CAS	Country Assistance Strategy	国別援助計画
CBD	Central Business District	中心業務地区
CCAP	Climate Change Adaptation Plan (City of Johannesburg)	気候変動適応計画(ヨハネスブルグ市政府)
CPUT	Cape Peninsular University of Technology	ケープ・ペニンシュラ・ユニバーシティ・オブ・テクノロジー
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
CTF	Clean Technology Fund	クリーン・テクノロジー・ファンド
CTSDF	Cape Town Spatial Development Framework	ケープタウン空間開発フレームワーク
CoGTA	Department of Cooperative Governance and Traditional Affairs	協調的統治・伝統的問題省
DBO	Design-Build-Operate	デザイン・ビルド・オペレーション
DBSA	Development Bank of Southern Africa	南部アフリカ開発銀行
DEA	Department of Environmental Affairs	水資源・環境省
DPL	Development Policy Loan	開発政策借款
DRMC	Disaster Risk Management Centre	災害リスクマネジメントセンター
DSW	Department of Solid Waste	廃棄物部局
DTT	Digital Terrestrial Television	地上デジタルテレビジョン放送
DVB-H	Digital Video Broadcasting - Handheld	移動体テレビの標準規格の一つ
DWA	Department of Water Affairs	国家水局
DoC	Department of Communication	情報通信省
ECA	Electronic Communications Act	電子通信法
EEDSM	Energy Efficiency Demand Side Management	需要側エネルギー効率管理
EHTS	eThekweni Household Travel Survey	エテクウィニ家族交通調査

ESKOM	Electricity Supply Commission of South Africa	南アフリカの電力公社エスコム
EWS	eThekweni Water and Sanitation	エテクウィニ市水道衛生部局
FAR	Floor Area Ratio	容積率
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投資
FTTP	Fibre To The Premises	光ファイバをユーザーの敷地まで直接敷設することで実現される高速な通信サービスの総称
FWA	Fixed Wireless Access	無線による加入者系データ通信サービスの方式の一つ
GCIS	Government Communication and Information Systems	(南アフリカの国有企業)政府通信と情報システム企業
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GDS	Growth and Development Strategy	成長開発戦略
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GSM	Global System for Mobile Communications	FDD-TDMA 方式で実現されている第二世代携帯電話(2G)規格
GVA	Gross Value Added	総付加価値額
HDS	Hitachi Data Systems Corporation	日立データシステムズ社
HSDG	Human Settlements Development Grant	人間居住開発補助制度
IC	Integrated Circuit	集積回路
ICASA	Independent Communications Authority of South Africa	南アフリカ独立通信庁
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ID	Identification	認証
IDP	Integrated Development Planning	総合開発計画
iiied	International Institute for Environment and Development	国際環境開発研究所
IMEP	Integrated Metropolitan Environmental Policy	統合都市環境政策
IMEP(CCT)	Integrated Metropolitan Environmental Policy (City of Cape Town)	包括的都市環境政策(ケープタウン市政府)
IRPTN	Integrated Rapid Public Transport Network	複合高速公共交通ネットワーク
IRT	Integrated Rapid Transit	複合高速交通
ISP	Internet Service Provider	インターネットサービスプロバイダ

ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
IWMP	Integrated Waste Management Plan	統合廃棄物管理計画
IndWMP	Industry Waste Management Plan	産業廃棄物管理計画
JDA	Johannesburg Development Agency	ヨハネスブルグ開発機構
JMPD	Johannesburg Metro Police Department	ヨハネスブルグ・メトロ警察局
JRA	Johannesburg Road Agency	ヨハネスブルグ道路局
LAN	Local Area Network	ローカル・エリア・ネットワーク
LTDF	Long Term Development Framework	長期開発フレームワーク
LTE	Long Term Evolution	ロング・ターム・エボリューション
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan	(日本)経済産業省
MMS	Mobile Money Service	モバイルマネーサービス
NBP	National Broadband Policy	国家ブロードバンド政策
NDP	National Development Plan	国家開発計画
NGO	Non-governmental organizations	非政府組織
NMT	Non-Motorized Transport	非電動交通
NURCHA	National Urban Reconstruction and Housing Agency	国家都市再開発・住宅局
NWMS	National Waste Management Strategy	国家廃棄物管理戦略
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PCS	Power Conditioning Systems	パワーコンディショナー(系統連携インバータ)
PES	Payments for Ecological Services	生態系サービスへの支払い
PFI	Private finance initiative	プライベート・ファイナンス・イニシアティブ
PFMA	Public Finance Management Act	公共ファイナンスマネジメント
PICC	Presidential Infrastructure Coordinating Committee	大統領諮問委員会
PMS	Pavement Management System	舗装管理システム
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PRASA	Passenger Rail Agency of South Africa	南アフリカ旅客鉄道機関
PTSN	Public Telephone Switched Network	公衆交換電話網
PV	Photovoltaic	太陽光発電

R&D	Research and development	研究開発
RCR	Refuse Collection Rounds	ゴミ巡回収集
RDP	Reconstruction and Development Programme	復興開発計画
REIPPP	Renewable Energy Independent Power Producers Programme	再生エネルギー独立発電プログラム
RISFSA	Road Infrastructure Strategic Framework for South Africa	南アフリカ道路インフラ戦略フレームワーク
SABS	South African Bureau of Standards	南ア実施基準
SANS	South African National Standard	南アフリカ国家基準
SDF	Spatial Development Framework	空間開発フレームワーク
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同期デジタル・ハイアラキー
SEAs	Strategic environmental assessments	戦略的環境アセスメント
SHS	Sustainable Human Settlements	持続可能な人間居住
SIPs	Strategic integrated projects	戦略的統合プロジェクト
SMEs	Small and medium enterprises	中小企業
SNO	Second National Operator	第二国有事業者
SOC	State of charge	充電率
T-L-F-Link	Technique, law, finance relations	技術・法律・ファイナンスの連携
TOD	transit oriented development	公共交通指向型都市開発
Trans.	Transformer	変圧器
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
USAASA	Universal Service and Access Agency	ユニバーサルサービスアクセス庁
USAF	Universal Service and Access Fund	ユニバーサルサービスアクセス基金
USDG	Urban Settlements Development Grant	都市居住地開発補助制度
USDP	Urban Settlements Development Programme	都市居住地開発プログラム
VIP	Ventilated Improved Pit	通気改良型ピット式トイレ (VIP トイレ)
VOIP	Voice over Internet Protocol	ボイス オーバー インターネット プロトコル
VPN	Virtual Private Network	バーチャル プライベート ネットワーク
VSAT	Very Small Aperture Terminal	超小型地球局
WB	World Bank	世界銀行
WSA	Water Service Authority	水関連部局

WWTW	Waste Water Treatment Work	下水処理場
WiFi	Wireless Fidelity	無線 LAN の規格の一つ
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	無線通信技術の規格の一つ

要 約

1. 調査の背景と目的

1.1 調査の背景と目的

南アフリカ共和国（以下、南ア）は、アフリカ大陸全土の GDP の約 3 割を占めるなど、アフリカ経済を牽引する存在である。本調査の対象であるヨハネスブルグ、ケープタウン、エテクウィニ（ダーバン）の 3 都市圏においては、人口増加や市街地の拡大が急速に進んでおり、交通、エネルギー、都市基盤施設、治安、防災等に関する都市問題が顕在化しつつある。

本調査では、上記の 3 つの都市圏を対象に、以下の項目を目的として調査を進める。尚、調査を進めるにあたっては、現地政府など関係機関と綿密な協議・調整を行う。

- ・ セクター別の現状及び将来計画についての情報収集及び分析
- ・ 対象都市圏の特性に応じた各技術分野の包括的かつ最適な組み合わせによる環境配慮型都市開発の方針及び構想の立案
- ・ 日本政府及び企業等による支援・参入の可能性の検討

1.2 調査対象地域

本調査は、下記の図に示す、ヨハネスブルグ、ケープタウン及びエテクウィニの 3 大都市圏を対象とする。

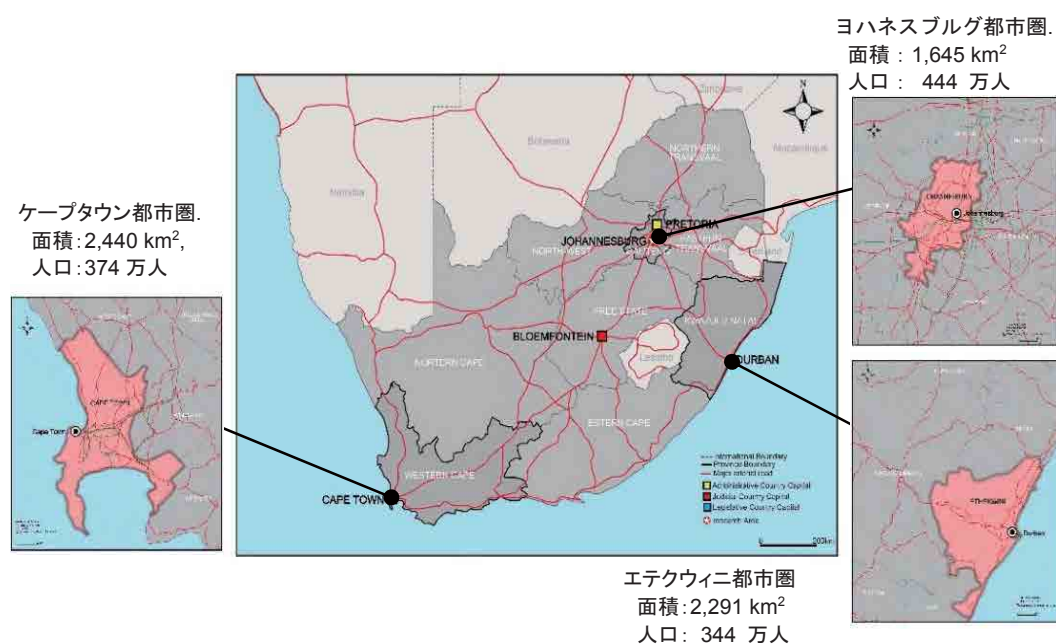


図 S-1-1 調査対象地域

2. 現況把握と課題整理

本調査の調査対象地域である3大都市圏の現状と課題の概要を表 S-2-1 に示す。

表 S-2-1 調査対象都市圏の現状及び課題

分野	ヨハネスブルグ	ケープタウン	エテクウィニ
都市・交通計画	<ul style="list-style-type: none"> ・TOD (Transit Oriented Development)の実現化 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出 ・中心市街地における魅力向上、治安・安全性の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・中心部及び郊外部における密度の最適化 ・コンパクトシティの実現、環境保全 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出 	<ul style="list-style-type: none"> ・快適な公共交通・IRPTN※の実現化、TOD (Transit Oriented Development)の実現化 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出
水	<ul style="list-style-type: none"> ・水源確保 ・水の安定供給 ・老朽管の改善 ・排水システムの拡張 		
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみの削減 ・不法投棄 ・効率的廃棄物収集・分別・処理システムの導入 		
電力	<ul style="list-style-type: none"> ・鉱工業の省エネ技術の向上 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光・風力などの再生可能エネルギーの活用 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要産業や都市基盤システムのための火事による停電への対応方策としてのバックアップシステムの構築 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大
エネルギー・環境	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・地方のエネルギー資源の活用 ・水不足及び水質汚染 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・建築物の老朽化及び市全域におけるエネルギー保全方策 ・水不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・地方のエネルギー資源の活用
情報・通信	<ul style="list-style-type: none"> ・複合的通信インフラオプションの欠如 ・緊急時におけるBCP 対応策の欠如 ・低所得者層のための教育・職業訓練の必要性 ・不十分な維持管理のための設備 		
実現化プログラム	<ul style="list-style-type: none"> ・提案方策の実現化のための技術的サポート ・提案方策の実現化のための法制度整備支援 ・官民両セクターの能力向上支援 		

※IRPTN: Integrated Rapid Public Transport Network

3. 環境配慮型都市開発を実現するための方策の提案

上記表で整理した3大都市圏の現況や課題に基づき、課題解決のための方向性および環境配慮型都市開発を実現化するための方策をセクター別に提案する。提案された実現化方策は、日本政府および日本企業のノウハウや経験を最大限に活用できるものと考えられ、「制度・計画・技術提案」と「実現化プログラム」により構成される。さらに、各実現化方策には、適用可能なスケール（都市全域、都市開発エリア）と適用エリア（中心部または郊外部）も示されている。課題解決の方向性及び実現化方策の概要を表 S-3-1 に示す。

表 S-3-1 セクター別の課題解決の方向性と環境配慮型都市開発の実現化方策

	方向性		ソリューション	適用エリア										
				ヨハネスブルグ			エテクウィニ			ケープタウン				
				都市全域	都心の再開発	郊外部ニュータウン	都市全域	都心の再開発	郊外部ニュータウン	都市全域	都心の再開発	郊外部ニュータウン		
制度・計画・技術提案	都市・交通計画	<p>Integrated Traffic Hub 複合交通拠点 鉄道、BRT、その他のバス、タクシー等の公共交通手段の乗り換えがしやすい、複合された交通拠点を實現。</p> <p>Compact & Mixed Use Development コンパクト・ミクスْتُユース開発 複合された交通拠点の周辺に都市機能をコンパクトかつ複合して集積させることにより、公共交通利用者に対する利便性を高めるとともに、省エネ・低炭素化都市實現に寄与。</p> <p>Safe & Livable Community 安全かつ快適なコミュニティ 交通拠点周辺エリアにおいて、様々な人々が安全かつ快適に暮らすことのできるコミュニティを實現。</p> <p>Traffic Management 交通マネジメント 様々な交通手段が集中する拠点において、交通渋滞を緩和するような効果的な交通マネジメントの實踐。</p> <p>PPP implementation PPPの實踐 上述の方向性を實現するため、適切な民間事業者との協働、計画誘導方策の實踐。</p>	① 駅施設との複合開発	技術計画		○			○			○		
			② 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモール化	技術計画		○			○			○		
			③ 包括的なICカードシステム	技術計画		○			○			○		
			④ スマート・ナビゲーター・システム	技術計画		○			○			○		
			⑤ 社会・アフォーダブル住宅の中密度化	技術計画				○						○
			⑥ 土地区画整理事業	制度		○	○		○	○		○	○	
			⑦ 民間開発の誘導方策	制度		○			○			○		
	水・廃棄物	水関連計画	<p>Water recycle 水のリサイクル 水源確保のため、水のリサイクルシステムを地区レベル、コミュニティレベルで導入</p> <p>Water management ウォーターマネジメント 漏水率の向上、維持管理コストの低減のため、Water Managementを實踐</p> <p>Distributed sewage treatment 分散型下水処理システム 下水処理を普及させるため、独立した処理システムの導入</p>	① 膜処理による鉱山廃水の水質浄化、海水淡水化処理	技術計画	○			○			○		
				② スマートメーターを活用した水道管理システム	技術計画	○			○			○		
				③ 管路調査システム・管路補修	技術計画	○			○			○		
				④ 衛生処理の普及	技術計画			○						○
				⑤ 簡易浄化した雨水／雑排水の活用	技術計画		○	○		○	○		○	○
	水・廃棄物	廃棄物関連計画	<p>3R (Reduce, Reuse, Recycle) implementation 3Rの實踐 廃棄物削減のため、都市レベル・コミュニティレベルにおける様々な手法・技術の導入</p> <p>Waste to Energy 廃棄物活用によるエネルギー創出 廃棄物等を活用したエネルギーの創出</p>	⑥ ゴミ分別システムによる中間処理の高度化	技術計画		○	○		○	○		○	○
				⑦ 熟成堆肥化施設	技術計画	○			○			○		
				⑧ ゴミ処理におけるエネルギー回収技術	技術計画	○			○			○		
				⑨ 高性能ゴミ焼却施設	技術計画	○			○			○		
				⑩ コミュニティでの分別処理システム	技術計画	○			○			○		
	エネルギー・環境	電力関連計画	<p>Energy efficiency エネルギーの効率利用 各施設の特性に応じた省エネ技術の導入</p> <p>Local energy generation 未利用・再生可能エネルギーの活用 地域の特性に応じた未利用・再生可能エネルギー等を活かした創電</p> <p>Resilience 災害に強いエネルギーシステム 災害に対応したエネルギーシステムの構築</p>	① 高効率インバータシステム（鉱山の省エネ）	技術計画	○								
				② GAPケーブル（送電容量強化）	技術計画	○			○			○		
③ 地下変電設備（山火事からの降反対策）				技術計画				○						
④ 蓄電池システム（ポータブル）				技術計画				○						
⑤ 太陽光・風力発電と複合したローカル・グリッド				技術計画							○	○	○	
エネルギー・環境計画		<p>Comprehensive policy planning 包括的な政策プランニング ビッグデータに基づく包括的かつ実証的な環境政策の立案</p> <p>Natural energy utilization 自然エネルギーの活用 自然光・風などを活かしたパッシブ技術の導入</p> <p>Local resources utilization 地域資源の活用 地域資源のエネルギー源としての活用</p> <p>Energy and environmental management エネルギー・環境マネジメント 省エネ運用指針など省エネに繋がる個々の活動を喚起。</p>	⑥ Energy and environmental data utilization for policy and development planning	技術計画	○			○			○			
			⑦ ハイブリッド・デザイン（パッシブ・アクティブシステムの組み合わせ）	技術計画		○			○			○		
			⑧ サトウキビのバイオマス化	技術計画							○			
			⑨ 水資源利用	技術計画			○				○		○	
			⑩ 太陽エネルギー利用	技術計画			○				○		○	
			⑪ コミュニティにおける省エネルギー運用指針	制度			○				○		○	
情報通信計画	<p>Accessibility 近接性、アクセスしやすさ 効率的かつ経済的なインフラ整備により誰でもつながりやすい環境を實現。</p> <p>Security & Safety 安全・安心 効果的かつ高度な監視システム導入により、都心部等における安全性、生産性の向上</p> <p>Education & Skill Development 教育・技能向上 低所得者等を対象とした教育・訓練などの効果的な實踐</p> <p>Comprehensive Management 統合的なマネジメント 都市計画・インフラ計画を含めた統合的なモニタリングによる行政にとつての効率性向上</p>	① 無線ブロードバンド（光ファイバーの代替）	技術計画	○			○			○				
		② 監視カメラ（顔認証機能付き）	技術計画		○	○		○	○		○	○		
		③ 遠隔教育（電子黒板：starboard）	技術計画		○	○		○	○		○	○		
		④ スマートシティ基盤（部門横断型の都市管理システム）	技術計画	○			○			○				
		⑤ 非常時データバックアップ	技術計画	○			○			○				
		⑥ 公的機関・民間企業における人材育成	制度		○	○		○	○		○	○		
実現化プログラム	<p>Financial support 経済的支援</p> <p>Support for institutional frameworks 法制度構築支援</p> <p>Capacity building 人材育成支援</p>	① 日本政府系ファンドによる経済的支援（JICA、JBIC等）	制度	○			○			○				
		② 関連法制度の構築	制度	○			○			○				
		③ 公的機関・民間企業における人材育成	制度		○	○		○	○		○	○		

Source: JICA 調査団

4. パイロットプロジェクトに向けた包括的なソリューション

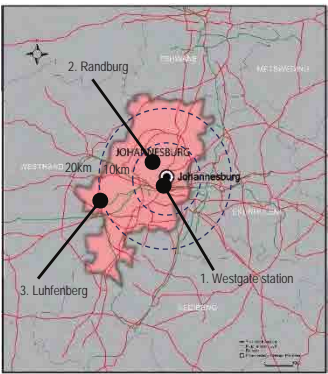
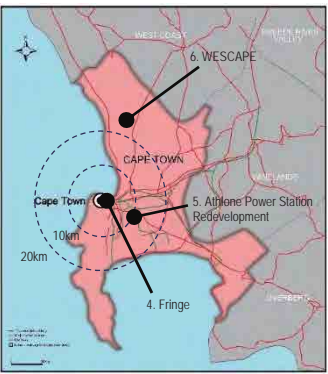

4.1 パイロットプロジェクトの抽出

表 S-3-1 では環境配慮型都市開発の実現化方策をセクター別に示したが、実際の都市開発プロジェクトでは、複数の方策を複合的に適用することにより、より大きな効果がもたらされるものと考えられる。このような実現化方策の複合的適用の可能性を示すため、下記選定の考え方にに基づき、各都市圏において都心型（既存市街地の再開発）並びに郊外型（新規開発）の都市開発エリア、合計 2～3 ヶ所をパイロットプロジェクトとして抽出する。

パイロットプロジェクト抽出の考え方

- ・ 都市政策として意義が高いことから、行政として積極的に推進していること
- ・ 日本企業の技術や専門知識を活用するために適正な規模（おおよそ数十～百 ha）を有すること（郊外型開発の多くは段階的に整備されるため、一時期に整備可能な規模として 1,000ha 未満とする）
- ・ 複数の用途が混在していること
- ・ 公共交通拠点との連携があること
- ・ 既に日本企業が進出している、または進出を検討していること

表 S-4-1 抽出したパイロットプロジェクトの概要

	ヨハネスブルグ	ケープタウン	エテクウィニ
位置			
都心 CBD	1. Westgate station (94.5ha) JDA が管理する TOD プロジェクトとして紹介 2. Randburg CBD (251ha) JDA が管理する TOD プロジェクトとして紹介	4. The Fringe (150ha) ケープタウン市東端の再開発 5. Athlone Power Station Redevelopment (36ha) 構築環境実行計画 (BEPP) に Special Spatial intervention として紹介	7. Durban Point Waterfront (55ha) エテクウィニ市によって管理
郊外	3. Lufhereng (1,800ha) 居住計画助成金の適用プロジェクト	6. WESCAPE (3,100ha) 郊外ニュータウンプロジェクト（空間開発フレームワーク (SDF) に記載なし）	8. Cornubia (1,200ha) 空間開発フレームワーク (SDF) に投資機会として定義

4.2 ウェストゲート地区プロジェクトに向けた包括的なソリューション

複数の実現化方策を複合的に適用する（包括的なソリューションを示す）事例として、JDA (Johannesburg Development Authority)によるウェストゲート地区プロジェクトを取り上げる。同プロジェクトは、鉄道駅や BRT 駅を中心とした開発エリアであり、TOD (transit oriented development) のコンセプトに基づく開発が可能なものと考えられる。

(1) 都市開発における現状と課題

- ・ウェストゲート地区においては、現在マスタープランに従い、基盤施設整備及び広場エリアの造成工事が行われている。
- ・鉄道駅と近接した場所に2つの BRT 駅が整備され、既に供用されている。BRT 駅の改札は IC カード対応となっている。
- ・開発エリア周辺は倉庫や歴史的建物等が立地しているが、治安の悪さが問題となっている。

(2) 提案方策

Safe & Livable TOD

鉄道駅と BRT 駅を中心とした安全かつ快適な都市環境の実現



駅中心エリア

- 再生可能エネルギーの活用
- 各施設のハイブリッドデザイン

- 駅施設の複合開発
- 駅や建物開発におけるユニバーサルデザイン

- 公共開発の誘導（オープンスペース、ペDESTリアンデッキ、アフォーダブル住宅など）

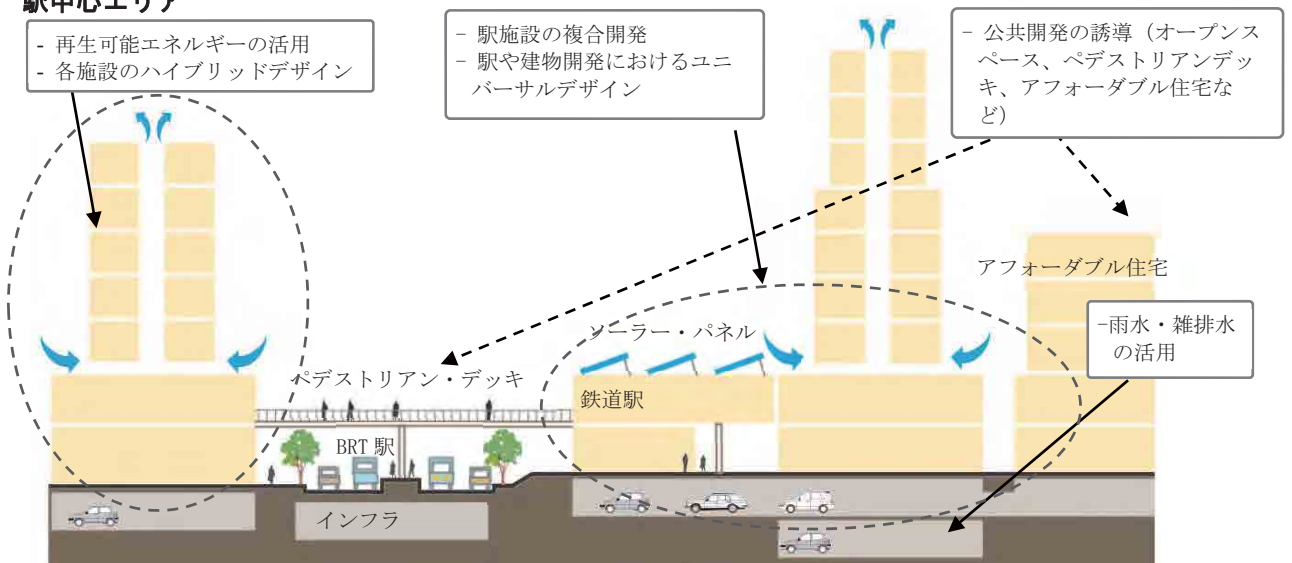


図 S-4-1 ウェストゲート駅地区の環境配慮型都市開発イメージ

5. 提案の実現化方策

5.1 実現化のための財政支援スキーム

本調査で提案を行ったプロジェクトやプログラム等を実現化するための南アにおける基本的な財政支援スキームとしては以下のものがある。

a) 中央政府による財政支援スキーム

南ア政府は、都市基盤施設の整備や維持管理のため、Municipal Infrastructure Grant (MIG) や Equitable Share Grant (ESG)等のいくつかの財政支援スキームを提供している。

b) 官民連携（Public Private Partnership (PPP)）によるスキーム

南ア政府は官民連携（public and private partnership (PPP)）による都市開発や基盤施設等の整備・運営を行うための法的枠組みを 1999 年（the Strategic Framework）及び 2000 年（Public Finance Management Act）に既に整備している。

南ア政府は、PPP スキームの活用に関して、特に、アフォーダブル住宅の開発や交通施設など社会開発に関するプロジェクトへの活用を推進している。

c) 国際開発・金融機関による財政支援スキーム

本調査で提案されたプロジェクトやプログラムの財政支援スキームとして、世界銀行（WB）、アフリカ開発銀行（AfDB）、南アフリカ開発銀行（DBSA）などの国際開発・金融機関の財政支援スキームを活用することは可能である。特に DBSA は、エネルギーや上下水道などの都市基盤を含む、幅広い分野に対して支援を行っており、本調査の水・廃棄物及びエネルギー・環境のカテゴリーで分類した提案方策への支援が可能と考えられる。

上記の南ア政府による財政支援のためのリソースは十分ではないため、本調査で提案を行った環境配慮型都市開発を推進するためのプロジェクトやプログラムを実現化するためには、官民連携によるスキーム（PPP）や国際開発・金融機関による財政支援スキームを積極的に活用する必要がある。但し、地方政府は、地方自治体財政管理法（MFMA）に基づき、中長期的視点に基づき予算を策定・管理するため、セクター毎の収支状況、都市基盤施設への投資支出割合、借入・歳入状況等を中央政府に報告することが求められている。

5.2 実現化に向けた日本の支援

(1) 日本の金融機関等による支援

前節において述べたように、南ア政府の財政スキームのみでは、本調査で提案を行った環境配慮型都市開発を推進するためのプロジェクトやプログラムを実行することは難しく、また、それを補うための他の金融制度は十分に整備されていない。一方、本調査で提案されたプロジェクトやプログラムは、地方政府や地方における公的機関が主体となって取り組むことが望ましいものが多いと考えられるが、日本政府は、これまでの JICA などが提供

する金融支援スキームに加え、準備中の財政支援制度であるサブソブリンローンなどにより、地方政府や地方の公的機関や組織への直接支援を行うことを検討している。

(2) JICA による技術援助

本調査により提案された事業やプログラムを実現化するためには、関連する法制度や組織の構築、さらには、地方政府の行政能力を向上させることが必要になると考えられる。これらの事項に関しては、これまで JICA が全世界で提供してきた技術援助の枠組みを活用することが可能である。

1 章 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

地球温暖化を背景として、スマートグリッドやエネルギー管理システムなどの低炭素技術やスマートシティ実現に向けた先進技術導入の動きが盛んになっている。このような動きに対し、民間セクターでは革新的な技術開発への投資や、公共セクターでは持続可能な技術を推進するための補助金の交付などの金融商品を導入している。

南アフリカ共和国（以下、南ア）はアフリカ大陸全土の GDP の約 3 割を占め、アフリカ経済を牽引する存在であるとともに、アフリカ大陸で唯一の G20 メンバー国であり、さらに、2000 年以降の G8 サミットに参加、2011 年には BRICS にも加盟するなど、国際社会においてもアフリカをリードする役割を担っている。しかしながら、1994 年のアパルトヘイト廃止後の急速な人口増加に伴い、市街地の拡大やモータリゼーションが進む一方でインフラ不足等の都市問題も発生している。

本調査の対象であるヨハネスブルグ、ケープタウン、エテクウィニ（ダーバン）の 3 都市圏においても人口増加や市街地の拡大が急速に進んでおり、公共交通、電力等のエネルギー、ICT、上下水道、廃棄物処理、治安、防災面等における課題が顕在化しつつある。特に、電力、水などの生活に直結するインフラにおいては、人口増加に対して供給が追いついておらず、停電、水不足などが生じている。このような状態に対し、南アおよび上記 3 都市圏では、2000 年以降、"総合開発計画" (Integrated Development Plan (IDP)) の策定をはじめとして、スマートシティや TOD などに関する都市政策やプロジェクトが策定されている。

これら政策やプロジェクトを実行するためには、さまざまな低炭素技術や環境配慮型技術の導入を検討することが必要である。このため本調査は、持続可能な都市開発において日本政府と日本企業が共同開発している低炭素や環境配慮型技術の適応性を評価する。加えて、本調査の成果を日本企業と共有することによって、南ア、特に上記の対象 3 都市圏において投資への関心を高めることを目指す。

さらに、アフリカのリーダーとしての南アにおける本調査の成功事例は、将来、環境配慮型都市開発に関し、アフリカの他の国々へ影響を及ぼすことを目指すものとする。

1.2 調査の目的と主題

本件調査は、南ア 3 大都市圏を対象として、環境配慮型都市開発に係る方針策定や構想立案に向けた各種インフラ及び低炭素技術の基礎情報収集を行うものであり、加えて、日本による支援の可能性を検討することを目的とする。

その目的達成のために、下記の調査を行う。

- ・ 3 都市圏の各セクターの現状と今後の計画について情報収集及び分析を行う。
- ・ 各都市圏の特性に応じ、各技術分野の包括的かつ最適組み合わせによる環境配慮型都市開発の方針及び構想を立案する。
- ・ 日本政府・企業等による支援・参入の可能性について分析を行う。

- ・ 上記を進めるうえで、現地政府などの関係機関と綿密に協議を行い、調査結果が双方にとって合意できるものとなるよう調査を進める。

1.3 調査対象地域

本調査は、ヨハネスブルグ、ケープタウン及びエテクウィニの3大都市圏を対象とする。

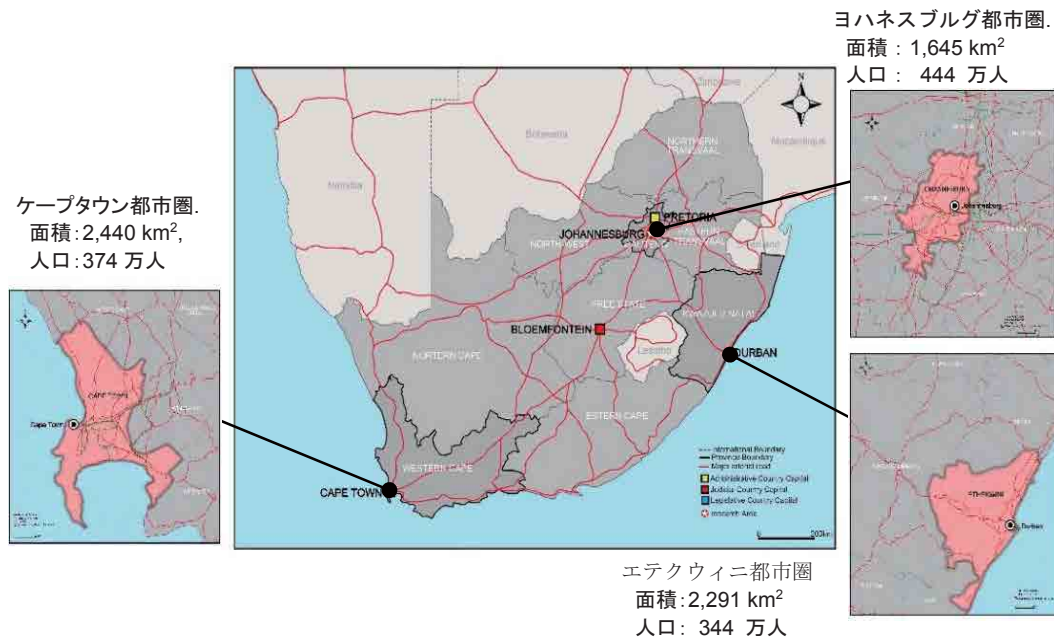


図 1-3-1 調査対象地域

表 1-3-1 対象3都市の現状

種類		ヨハネスブルグ	ケープタウン	エテクウィニ	南アフリカ共和国全体	
土地	面積 (km ²)	1,645	2,440	2,291	1,221,037	
	緑地面積 (m ²)	230.7 (2007)	289.5 (2010)	186.6 (2007)	-	
経済	GDP (億USD) (2012年)	766	568	476	3,843	
	一人当たりGDP (USD) (2012年)	17,418	15,721	12,564	7,508	
社会	人口 (2011年)	人口 (千人)	4,435	3,740	3,442	51,800
		人口密度 (人/km ²)	2,696	1,533	1,503	42.4
		人口増加率	3.18%	2.57%	1.08%	1.45%
	世帯 (2011年)	数 (千)	1,435	1,068	957	14,450
		1世帯当たりの平均人数	2.8	3.3	3.4	3.6
	教育 (2011年)	正式の学校教育を受けていない成人 (20歳以上)	2.9%	1.8%	4.2%	8.6%
		高校以上の教育を受けた成人 (20歳以上)	19.2%	16.6%	12.3%	11.8%
収入 (2011年)	世帯の平均月収 (S. Africa Rand)	183,247	161,762	112,830	103,204	
貧困 (2009年)	貧困率 (所屬州の平均値)	33.0%	35.4%	65.0%	56.8%	
就業状態 (2011年)	失業率 (15-64歳)	25.0%	23.9%	30.2%	29.8%	
住宅	認可住宅居住世帯	81.4%	78.4%	79.0%	77.6%	
インフラ	インターネット	インターネット接続率 (access to internet)	49.6%	49.3%	41.2%	35.2%
		上水道整備率 (Piped water inside dwelling/yard)	91.6%	87.3%	80.7%	73.4%
	上下水道	一人当たりの水道水使用量 (ℓ/人/日)	348.7 (2008)	225.2 (2009)	252.9 (2007)	-
		下水道整備率 (access to flush or chemical toilet)	90.5%	92.3%	75.7%	60.1%
電力	水道漏出率	25.1% (2008)	10% (2009)	36.4% (2007)	-	
交通	電力	系統電力接続率 (Electricity for lighting)	90.8%	94%	89.9%	84.7%
		公共交通機関 [バス等] の経路長 (km/km ²)	6.8 (2003)	1.9 (2010)	9.2 (2011)	-
	自動車保有率 (所屬州の平均値)	11.6%	7.0%	10.2%	8.9%	
エネルギー	エネルギー	一人当たりのエネルギー消費量 (GJ/人)	5.6 (2007)	13.9 (2009)	11.3 (2010)	-
	co2	一人当たりのCO2排出量 (kg/人)	1483.8 (2007)	4098.6 (2006)	3503.4 (2010)	-
廃棄物	ごみ	一人当たりのごみ排出量 (kg/人/年)	401.3 (2007)	572.9 (2010)	519 (2007)	-

出典:
 1. Statistics South Africa <http://beta2.statssa.gov.za/>
 2. Brookings Institution, "Global city GDP 2011-2012", <http://www.brookings.edu/research/interactives/global-metro-monitor-3#>
 3. The World Bank, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>
 4. Population Reference Bureau, "2013 World Population Data Sheet", http://www.prb.org/pdf13/2013-WPDS-infographic_MED.pdf
 5. Economist Intelligence Unit, "African Green City Index", http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_africa_en.pdf

1.4 調査業務実施の基本方針

本調査は、実施期間が約4か月と非常に短いことから、この期間内に最大限の成果を得るために、効率的に調査を進める必要がある。そのため、下記の図に示す、本調査団が有する専門知識を最大限に活用した「仮説実証型アプローチ」により調査を進めるものとする。

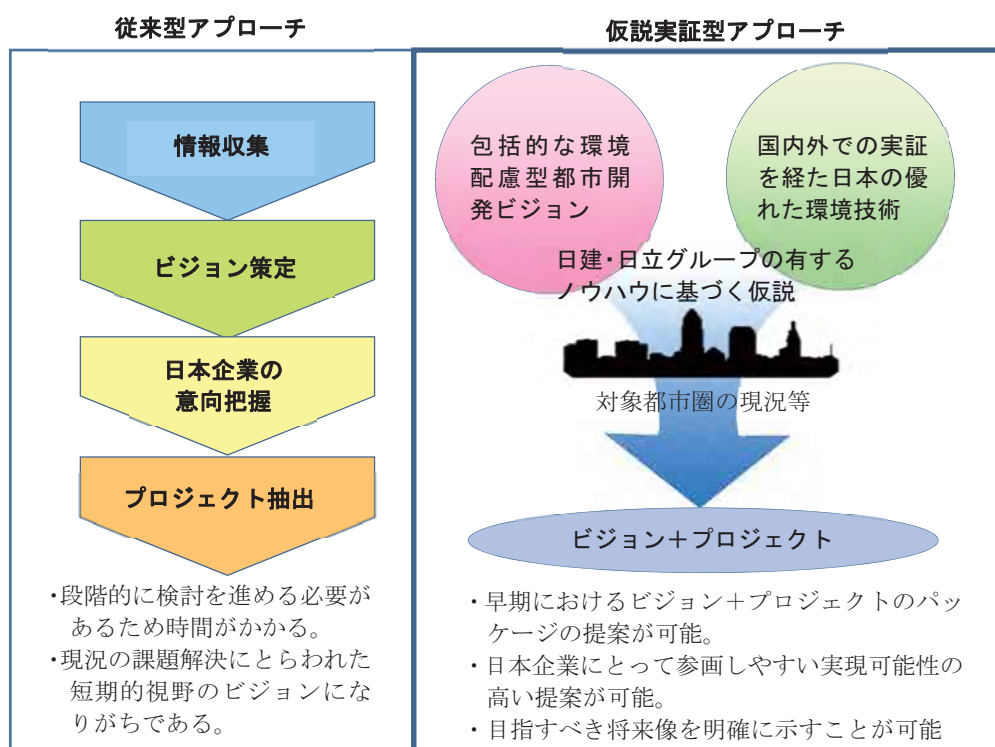


図 1-4-1 仮説実証型アプローチのイメージ

具体的には、この「仮説実証型アプローチ」が適用される場合、各都市圏によって定められているコンセプトやビジョンから、より広範囲の技術を抽出することができる。このアプローチの利点の一つは、調査の初期段階に具体的なプロジェクトを想定することによって、さらに実用的な技術を抽出することができる。したがって、各自治体に対して実用的かつ特定の技術による具体的なビジョンを示すことが可能となると考えられる。

1.5 調査の全体構成

本調査の全体構成を下図に示す。

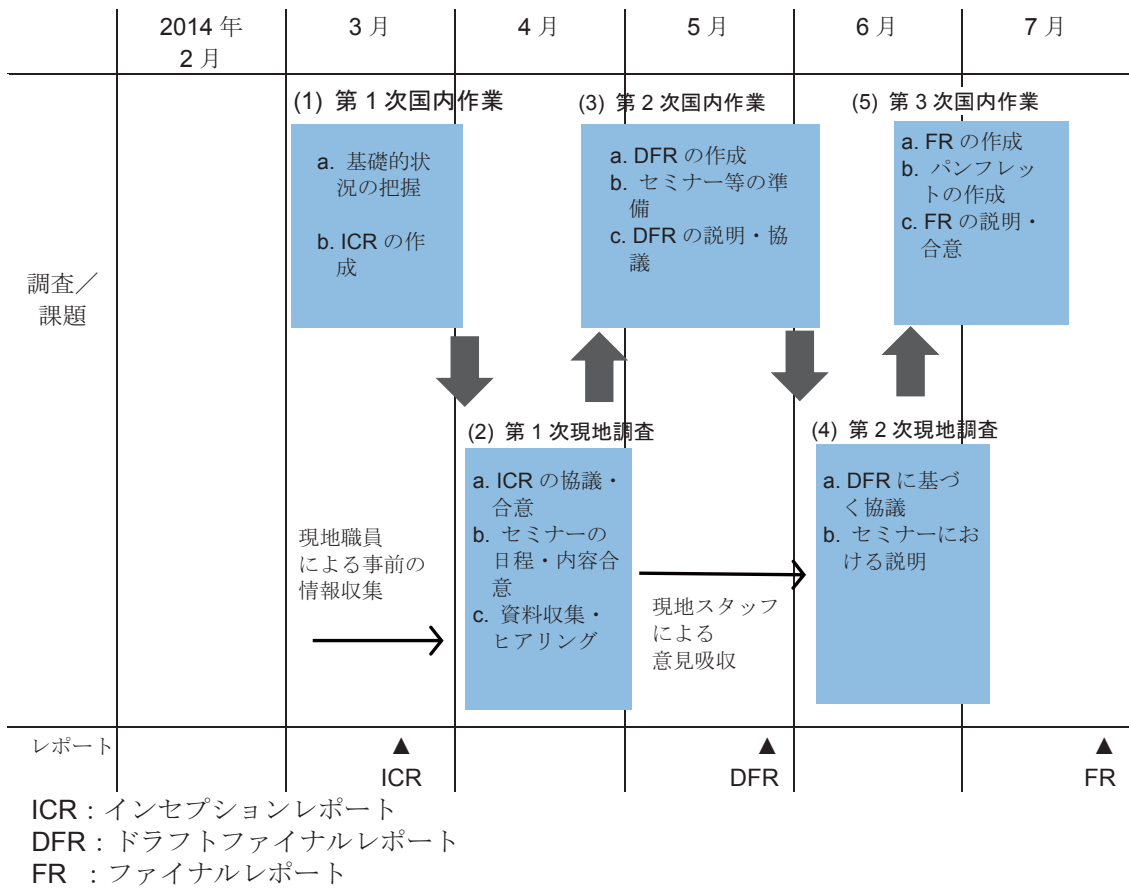


図 1-5-1 調査の全体構成

2 章 現況把握と課題整理

2.1 都市計画

2.1.1 開発計画政策とプランの概要

図 2-1-1 は、南アにおける都市計画および開発政策のヒエラルキーを示している。国家開発計画に基づき、各州および都市圏が長期・中期計画および空間計画政策を立案している。



図 2-1-1 プランニング関連政策のヒエラルキー

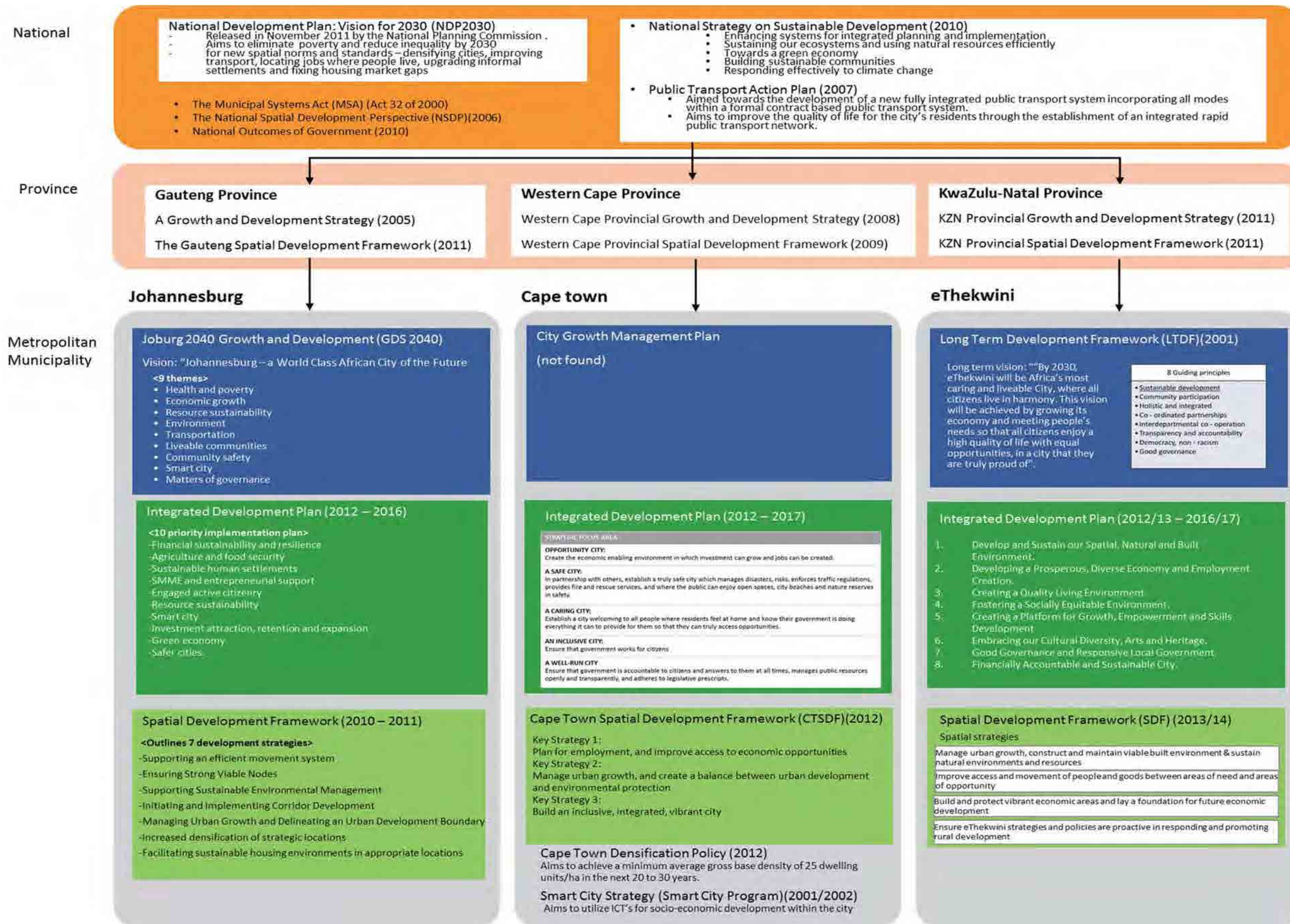


図 2-1-2 プランニング関連政策の概要

2.1.2 国家レベルの政策と計画

(1) 国家開発計画: Vision for 2030 (NDP2030)

NDP 2030 は 2011 年 11 月に国家計画委員会により発行されたものであり、その狙いは、2030 年までに貧困を無くし、差別を縮小することにある。すなわち、市民に様々な機会が与えられるように、特に若い人を対象として南アフリカ人のライフスタイルを変えることが示されている。そのための課題としては下記があげられている。

- 雇用問題及び貧困の蔓延
- 貧しい黒人市民の低い教育水準
- 貧弱かつ不十分なインフラにより社会問題の解決および経済発展を阻害
- 資源頼りの持続的でない南アフリカの成長戦略
- 貧困問題を悪化させている都市空間整備上の問題（貧困層居住地の郊外化）
- 健康保険制度の劣化による市民の負担増大
- 不公平な公共サービス
- 腐敗による行政規律やサービス提供の弱体化

これらは、新たな空間整備上の基準や規制の必要性を示している。例えば、都市の高密度化、交通の進展、貧困層居住地における雇用創出、不法住宅の改善、住宅市場とのギャップ解消などである。

(2) 他の主要な国家政策・計画

表 2-1-1 は、その他の国家レベルの政策及び計画を示している。

表 2-1-1 国家レベルの政策・計画の概要

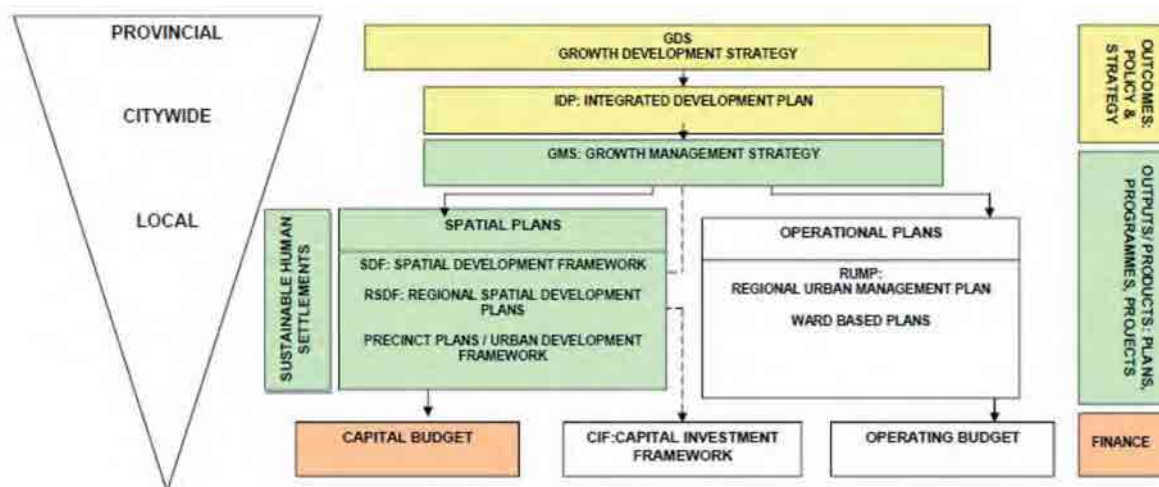
The Municipal Systems Act (MSA) (Act 32 of 2000)	- Requires that each Municipality prepare an Integrated Development Plan (IDP) to serve as a tool for transforming local governments towards facilitation and management of development within their areas of jurisdiction.
The National Spatial Development Perspective (NSDP)(2006)	- Aims to fundamentally reconfigure apartheid spatial relations and to implement spatial priorities that meet the constitutional imperative of providing basic services to all and alleviating poverty and inequality. - Requires local planning to: address spatial restructuring, and, reflect on and make proposals for the spatial implications of social investment.
National Outcomes of Government (2010)	- 12 outcomes were adopted by The Cabinet Lekgotla held in January 2010: - Improved quality of basic education. - A long and healthy life for all South Africans. - All people in South Africa are and feel safe. - Decent employment through inclusive economic growth. - A skilled and capable workforce to support an inclusive growth path. - An efficient, competitive and responsive economic infrastructure network. - Vibrant, equitable and sustainable rural communities with food security for all. - Sustainable human settlements and improved quality of household life. - A responsive, accountable, effective and efficient local government system. - Environmental assets and natural resources that are well protected and continually enhanced.

	<ul style="list-style-type: none"> - Create a better South Africa and contribute to a better and safer Africa and World. - An efficient, effective and development oriented public service and an empowered, fair and inclusive citizenship
National Strategy on Sustainable Development (2010)	<ul style="list-style-type: none"> - Builds on the National Framework for Sustainable Development and other initiatives to address sustainability issues in South Africa. - Five strategic priorities have been developed: <ul style="list-style-type: none"> - Enhancing systems for integrated planning and implementation - Sustaining our ecosystems and using natural resources efficiently - Towards a green economy - Building sustainable communities - Responding effectively to climate change
Public Transport Action Plan (2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Aimed towards the development of a new fully integrated public transport system incorporating all modes within a formal contract based public transport system. - Aims to improve the quality of life for the city's residents through the establishment of an integrated rapid public transport network. - Consists of a three phased strategy as follows: <ul style="list-style-type: none"> - Accelerated Recovery and Catalytic Projects (2007-2010) - Promote and Deliver Basic Networks (2010-2014) - Advance and Sustain Accessible Networks (2014-2020)

2.1.3 ヨハネスブルグ

(1) 政策・戦略・計画のヒエラルキー

図 2-1-3 は、ヨハネスブルグにおける政策・戦略・計画のヒエラルキーを示している。



出典: City of Johannesburg: Spatial Development Framework 2010-2011

図 2-1-3 政策・戦略・計画のヒエラルキー

(2) Joburg 2040 成長開発戦略 (GDS 2040)

The Joburg 2040 GDS においては、下記のビジョンが述べられている。

“ヨハネスブルグ～将来の世界レベルのアフリカの都市～ 多様化により強化された、生き生きとして公正なアフリカ都市、真の生活の質を提供する都市、災害に強く対応性に富んだすべての市民に持続可能性を提供する都市”

表 2-1-2 は、ヨハネスブルグの長期計画を示している。

表 2-1-2 Joburg GDS 2040 の概要

6 principles	<ul style="list-style-type: none"> -Eradicating poverty -Building and growing an inclusive economy -Building sustainable human settlements -Ensuring resource security and environmental sustainability -Achieving social inclusion through support and enablement -Promoting good governance
outcomes	<ul style="list-style-type: none"> -Improved quality of life and development-driven resilience for all -Provide a resilient, liveable, <u>sustainable urban environment</u> – underpinned by infrastructure supportive of a low-carbon economy -An inclusive, job-intensive, resilient and competitive economy -A leading metropolitan government that pro-actively contributes to and builds a sustainable, socially inclusive, locally integrated and globally competitive GCR
themes	<ul style="list-style-type: none"> -Health and poverty -Economic growth -<u>Resource sustainability</u> -<u>Environment</u> -<u>Transportation</u> -Liveable communities -Community safety -<u>Smart city</u> -Matters of governance

(3) 総合開発計画 (IDP) (2012 – 2016)

表 2-1-3 は、ヨハネスブルグ市の中期 (5 か年) 計画を示している。

表 2-1-3 Joburg IDP の概要

10 Key flagship programmes	<ul style="list-style-type: none"> - Financial Sustainability - Shift to Low Carbon Infrastructure - Integrated Waste Management - Green Ways and Mobility - From Informal Settlements to Sustainable Human Settlements - Urban Water Management - Citizen Participation and Empowerment - Strategic communications and marketing - Human Capital Development and Management - A safe, secure and resilient City that protects, serves, builds and empowers communities
10 priority implementation plans	<ul style="list-style-type: none"> - Financial sustainability and resilience - Agriculture and food security - Sustainable human settlements - SMME and entrepreneurial support - Engaged active citizenry - Resource sustainability - Smart city - Investment attraction, retention and expansion - Green economy - Safer cities

(4) 空間開発フレームワーク(SDF) (2010 – 2011)

SDF は、ヨハネスブルグ市の空間計画に関する政策の詳細を述べており、さらに、空間計画の枠組から外れる都市開発プロジェクト提案に対する検証の評価基準ともなる。

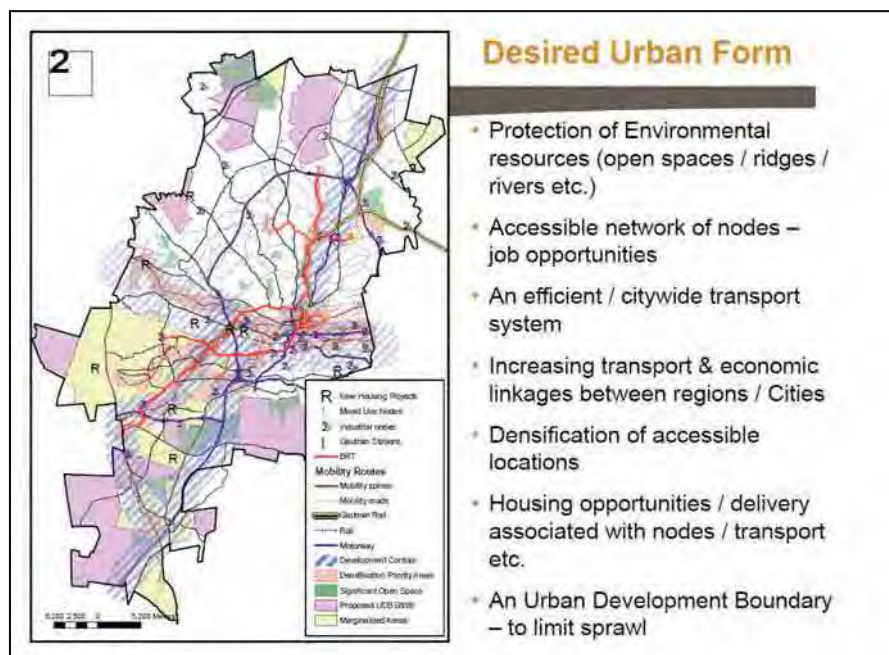
a. 7つの開発戦略

SDF では、以下に示す7つの開発戦略が述べられている。

- 効率的な移動システムの支援
- 強力かつ存続できるノードの確保
- 持続可能な環境マネジメントの支援
- 回廊型開発の開始・実行
- 都市の成長管理、都市開発の境界線の明確化
- 戦略的立地における人口密度の増加
- 適切な立地における持続可能な居住環境の実現

b. 望ましい都市形態

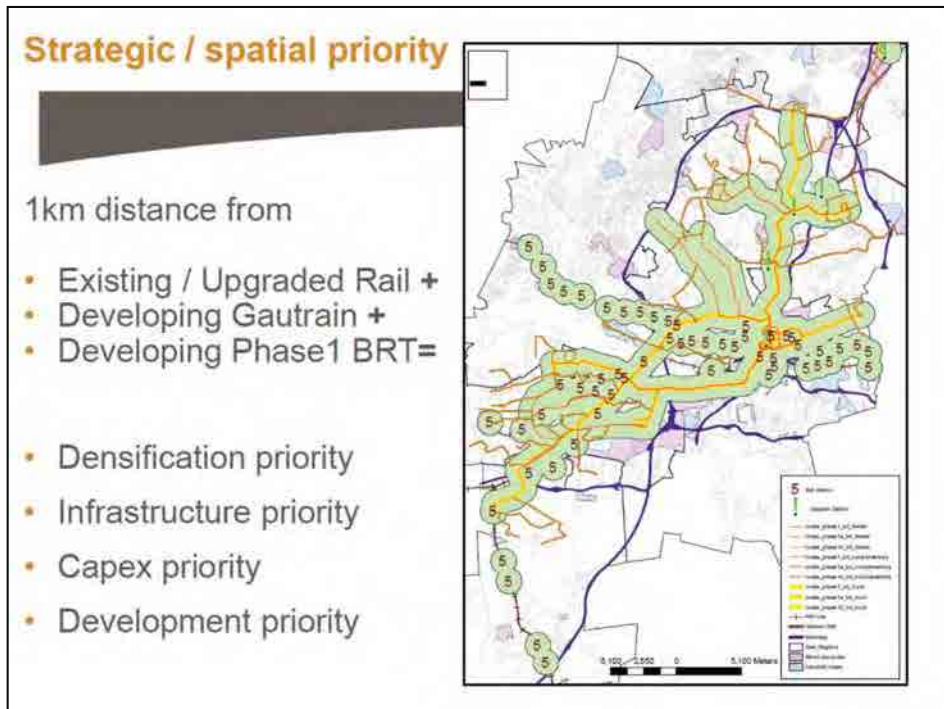
図 2-1-4 は、SDF に含まれているヨハネスブルグ市の望ましい都市形態を示した図である。



出典: Spatial Development Framework, Johannesburg

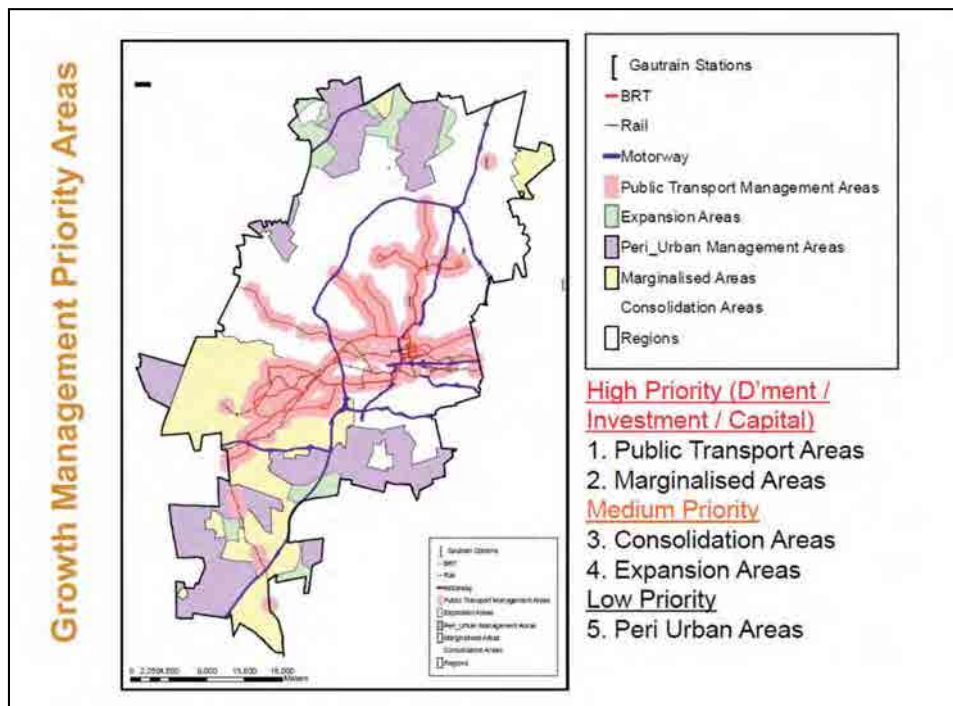
図 2-1-4 ヨハネスブルグ SDF に示された望ましい都市形態

SDF では公共交通拠点から 1km の距離のエリアを「公共交通マネジメントエリア」として設定し、密度、インフラ、初期投資、開発などの様々な要素や基準を優先的に誘導することとしている（図 2-1-5、図 2-1-6 参照）。



出典: Spatial Development Framework, Johannesburg

図 2-1-5 ヨハネスブルグ SDF における公共交通エリアの空間的優先度



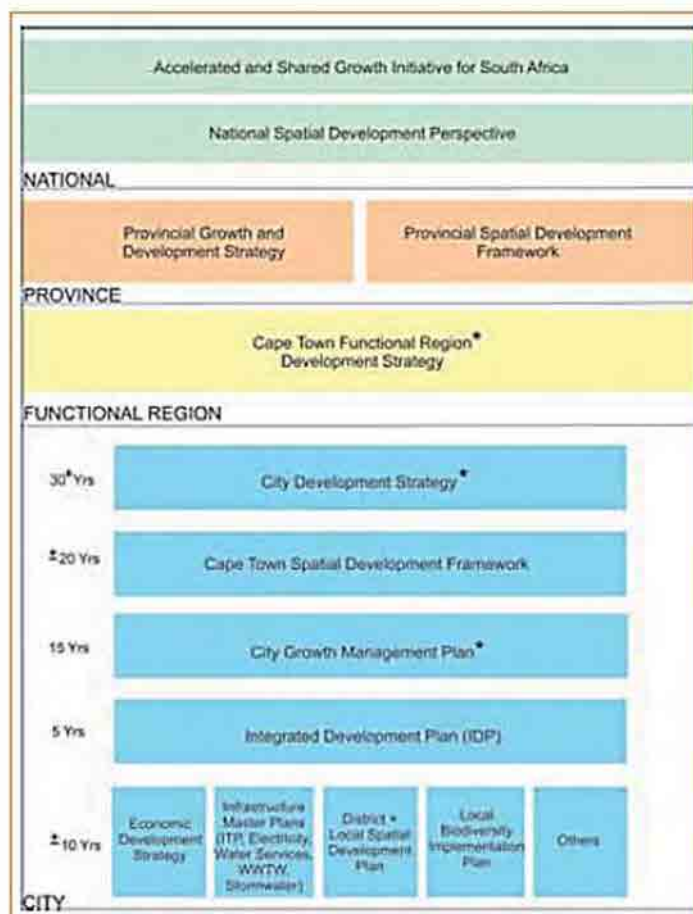
出典: Spatial Development Framework, Johannesburg

図 2-1-6 ヨハネスブルグ SDF における優先的に発展を管理するエリア

2.1.4 ケープタウン

(1) 政策・戦略・計画のヒエラルキー

図 2-1-7 は、ケープタウンにおける政策・戦略・計画のヒエラルキーを示している。



出典: Cape Town Spatial Development Framework 2012

図 2-1-7 ケープタウンにおける政策・戦略・計画の概要

(2) 総合開発計画（IDP）（2012 – 2017）

ケープタウンの IDP は、市のビジョンを実現するために、すべてのプランニング、マネジメント、開発、サービスに係るアクションを含み、主に下記の表に示す 5 つの戦略的重点エリアによって構成されている。

表 2-1-4 ケープタウンの IDP における戦略的重点エリア

STRATEGIC FOCUS AREA
<p>OPPORTUNITY CITY: Create the economic enabling environment in which investment can grow and jobs can be created.</p>

<p>A SAFE CITY: In partnership with others, establish a truly safe city which manages disasters, risks, enforces traffic regulations, provides fire and rescue services, and where the public can enjoy open spaces, city beaches and nature reserves in safety.</p>
<p>A CARING CITY: Establish a city welcoming to all people where residents feel at home and know their government is doing everything it can to provide for them so that they can truly access opportunities.</p>
<p>AN INCLUSIVE CITY: Ensure that government works for citizens</p>
<p>A WELL-RUN CITY Ensure that government is accountable to citizens and answers to them at all times, manages public resources openly and transparently, and adheres to legislative prescripts.</p>

(3) ケープタウン空間開発フレームワーク(CTSDF) (2012)

20年以上の長期計画であるケープタウン空間開発フレームワーク（CTSDF）は、ケープタウンの空間的成長と開発を管理することを目的としており、下記の表に示す3つの主要戦略（および補助的な戦略）を含んでいる。

表 2-1-5 ケープタウン空間開発フレームワークの主要戦略

<p>Key Strategy 1: Plan for employment, and improve access to economic opportunities</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Promote inclusive, shared economic growth and development - Address spatial economic imbalances - Establish an integrated, city-wide public transport system that supports the accessibility grid - Integrate land use, economic and transport planning - Support the rationalization, upgrade and/or development of economic gateways, and manage land uses around them appropriately
<p>Key Strategy 2: Manage urban growth, and create a balance between urban development and environmental protection</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitate urban development - Support incremental development processes - Encourage a more compact form of development - Appropriately protect the citizens of Cape Town from hazardous areas/activities - Appropriately manage urban development impacts on natural resources and critical biodiversity networks - Make efficient use of nonrenewable resources - Protect and enhance the city's rural environment
<p>Key Strategy 3: Build an inclusive, integrated, vibrant city</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transform the apartheid city - Proactively support publicly led land reform and new housing delivery - Encourage integrated settlement patterns - Enhance the unique sense of place and quality of the built form of Cape Town - Enhance the value of heritage resources and scenic routes - Promote accessible, citywide destination places



出典: Cape Town Spatial Development Framework

図 2-1-8 ケープタウン空間開発フレームワークの概要

(4) ケープタウン密度政策 (2012)

CTSDF においては、急速かつ連続的な低密度開発は長期的な持続可能性を脅かす要素であるとされているが、2012年に策定されたケープタウン密度政策は、都市の持続可能性を向上させ、実現された環境の質を拡充することを目的としている。具体的には、今後 20~30 年の間に、最低平均人口密度として 25 住戸/ha を実現することを目指している。

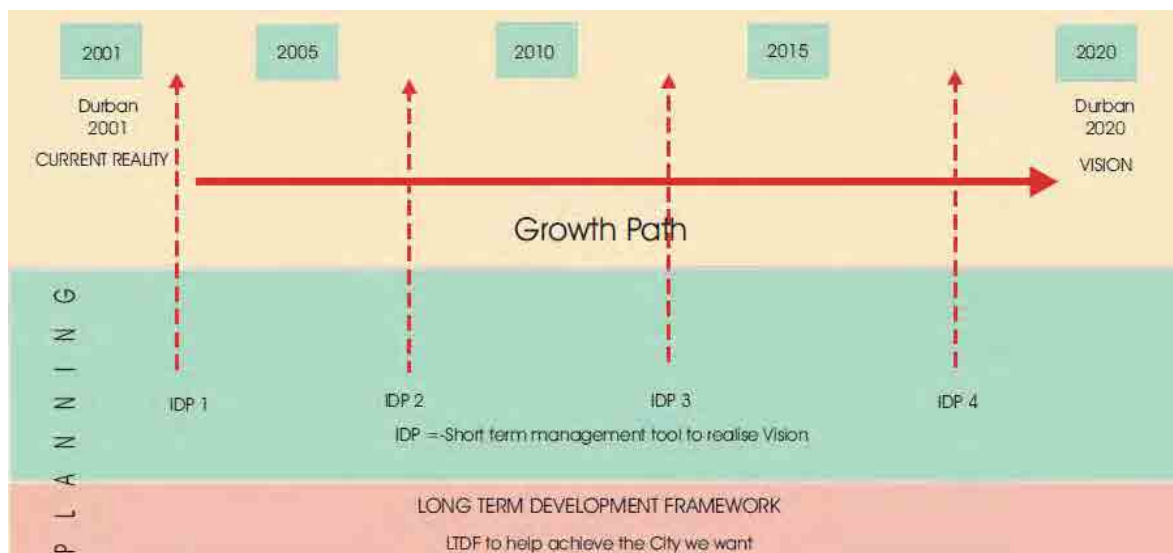
(5) スマートシティ戦略 (スマートシティプログラム)

スマートシティ戦略は、2001年及び2002年に市の委員会によって策定された。これは、ICTを都市内の社会経済開発に活用することを目的としており、ICTスキルの拡充、ICT関連のビジネス開発の機会へのアクセスに焦点を絞っている。また、このプログラムは2004年の Computer World Honors Award や 2003年の Bill and Melinda Gates Access to Learning Award など複数の賞を勝ち取っている。

2.1.5 エテクウィニ

(1) 政策・戦略・計画のヒエラルキー

図 2-1-9 は、エテクウィニにおける政策・戦略・計画のヒエラルキーを示している。



出典: eThekweni Municipality (2001) Long Term Development Framework

図 2-1-9 エテクウィニにおける政策・戦略・計画のヒエラルキー

(2) 長期開発フレームワーク (LTDF) (2001)

LTDF は、20 年以上の長期間にわたるエテクウィニ都市圏の開発課題と戦略的ビジョンを緻密に定めている。LTDF により策定された長期ビジョンは、「2030 年までにエテクウィニは、すべての市民が互いに調和して暮らすことができる、アフリカで最も思いやりのある快適な都市となる。このビジョンは、その経済の拡大と、すべての市民が誇りをもって皆に等しく高い生活の質を享受することにより達成される。」というものであり、表 2-1-6 に示されているように、7 つの主要な開発課題と 8 つの誘導原則が含まれている。

表 2-1-6 エテクウィニの長期開発フレームワークにおける開発課題と誘導原則

7 Critical development challenges	<ul style="list-style-type: none"> - Creating Economic Growth, Jobs and Income - Meeting Basic Needs - Alleviating Poverty - Developing our People - Managing the AIDS Pandemic - Ensuring a Safe & Secure Environment - Striving for Sustainability
8 guiding principles	<ul style="list-style-type: none"> - Sustainable development - Community participation - Holistic and integrated - Co - ordinated partnerships - Interdepartmental co - operation - Transparency and accountability - Democracy, non - racism - Good governance

(3) 総合開発計画 (IDP) (2012/13 – 2016/17)

エテクウィニの IDP では、5 年間の短期戦略、並びに課題認識と長期ビジョンを達成するという成果が明記されている。具体的には、表 2-1-7 に示すように 6 つの戦略的優先分野と 8 つの重点計画が設定されている。

表 2-1-7 エテクウィニの IDP に示された 6 つの戦略的優先分野と 8 つの重点計画

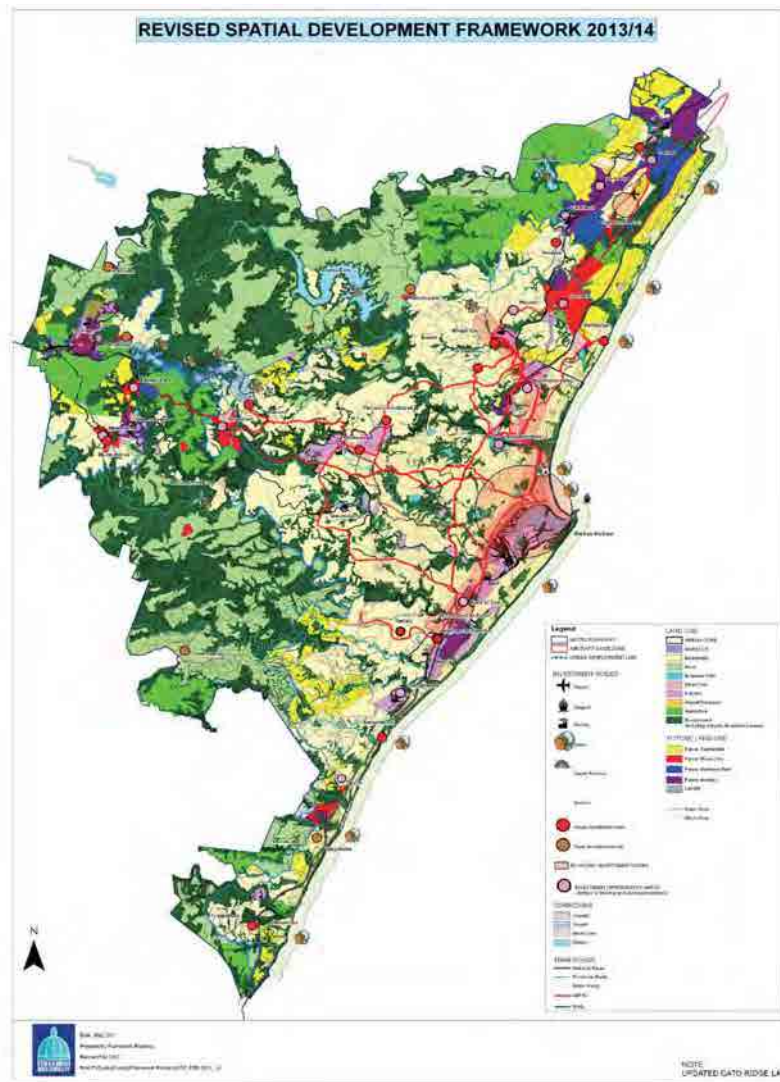
Strategic Priority Area	Goal
<u>Creating Sustainable Livelihoods</u>	All citizens in a prosperous eThekweni earn a decent living and support a sustainable lifestyle.
Socially Cohesive City	eThekweni has well rounded and caring citizens who act to support the common well-being of eThekweni and embrace mutual respect, tolerance and compassion for those in need.
A Financially Sustainable City	To maximize the Municipality's financial resources to ensure long-term financial viability and sustainability, thus improving service delivery.
Creating a Safer City	All those who live, work, play and invest in eThekweni feel and are safe in private and public spaces.
Promoting an Accessible City	All citizens of eThekweni can easily and affordably access the facilities and service that they require for a sustainable lifestyle.
<u>Environmentally Sustainable City</u>	The environment of eThekweni protects and promotes the health of its citizens and its biodiversity.

The Eight Point Plan

1. Develop and Sustain our Spatial, Natural and Built Environment.
2. Developing a Prosperous, Diverse Economy and Employment Creation.
3. Creating a Quality Living Environment.
4. Fostering a Socially Equitable Environment.
5. Creating a Platform for Growth, Empowerment and Skills Development
6. Embracing our Cultural Diversity, Arts and Heritage.
7. Good Governance and Responsive Local Government.
8. Financially Accountable and Sustainable City.

(4) 空間開発フレームワーク (SDF) (2013/14)

エテクウィニの SDF は、IDP における要求事項を空間的に翻訳したものであり、都市内における現況を勘案し、かつ望ましい土地利用を誘導するものである。そのビジョンは、「2030 年までに社会的に平等で環境的に持続可能で機能効率的な自治体になること、そしてアフリカ及び世界のゲートウェイとしてその地位を強化すること」とされている。



出典: eThekweni Municipality Spatial Development Framework 2013/2014

図 2-1-10 エテクウィニ都市圏における空間開発フレームワーク

2.1.6 課題

(1) ヨハネスブルグ

- ヨハネスブルグ市は TOD (Transit Oriented Development) の推進を目指しているが、整備が十分には進んでいるとは言いがたい。中心市街地における中核プロジェクトとして Freedom Corridor を設定しており、BRT 駅周辺における社会住宅等の整備も含めた都市機能の集積および複合開発を志向しているが、駅周辺の地価上昇や行政からの補助金不足等の事情から、民間企業のモチベーションが上がらないのが現状である。
- 都心部においては、アパートヘイト廃止後から続く治安の悪さがいまだに課題となっている。一方、中心市街地には歴史的建築などの資産も残されており、近年はそれらを見直す動きがあるなど、それらの資産の有効活用が課題として認識されている。

(2) ケープタウン

- ケープタウンにおける市内各地の現況の人口密度に基づくと、都市機能が集中する都心部は人口密度が低く、逆に郊外部の Township を含むエリアの人口密度が高いという状況になっている。市政府はこの状況を是正するため、密度政策（Densification Policy）を定めているが、制度面および財源面での課題があり、具体化は進んでいない。
- 今後人口の増加が想定されているが、周辺を海と山に囲まれているため開発可能な敷地は限られている。また、都市に面して豊かな緑環境があることから、周辺の自然環境を維持しつつ共生できるようなシステムが求められている。

(3) エテクウィニ

- 市は都市政策として TOD（Transit Oriented Development）を推進している。具体的には、交通拠点を中心に 500m を徒歩圏として設定し、そこに都市機能を集中させる計画を立案しているが、未だ実現には至っていない。行政が所有する土地が少ない駅周辺において、民間開発を誘導するためのインセンティブをどのように設定するかが課題である。インセンティブ政策の他、TOD を推進するために必要となる、駅周辺エリアにおけるゾーニングや開発密度などについても未だ不十分と考えられる。

2.2 交通計画

2.2.1 ヨハネスブルグ

(1) 道路延長・道路率

表 2-2-1 は、2008 年 2 月現在のヨハネスブルグ道路局（Johannesburg Road Agency (JRA)）によって管理されている地域別の道路総延長を示したものである。道路総延長は 9,719km で、道路率（道路延長/行政面積）は 5.9km/km² となっている。

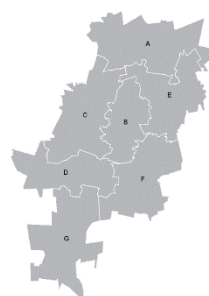
表 2-2-1 ヨハネスブルグにおける道路延長

Infrastructure component	Region							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
Paved roads (km) - CoJ- Owned	678	1408	1298	1462	1245	1534	700	8324
Gravel roads (km)	376	1	180	39	10	6	384	997
Motorway (Lane Kms)								398

出典: City of Johannesburg. Strategic Integrated Transport Plan Framework for the City of Joburg Draft 13 May 2013

Reference: Regions of the City of Johannesburg Metropolitan Municipality

Region	
A	Diepsloot, Kya Sand
B	Randburg, Rosebank, Emmarentia, Greenside, Melville, Northcliff, Rosebank, Parktown, Parktown North
C	Roodepoort, Constantia Kloof, Northgate
D	Doornkop, Soweto, Dobsonville, Protea Glen
E	Alexandra, Wynberg, Sandton
F	Inner City
G	Orange Farm, Ennerdale, Lenasia



(2) 交通分担率

表 2-2-2 と 2-2-3 は、ヨハネスブルグにおける就業・就学トリップの分担率を示している。就業トリップにおいては、2011 年の自動車分担率は 40%以上で、タクシーもあわせた合計では 80%を超えている一方、電車・バスの合計は 10%未満である。就学トリップにおいては、2002 年から 2011 年にかけてバスの分担率が 3%から 12%に増加しており、これは BRT システムの導入によるものと考えられる。

表 2-2-2 ヨハネスブルグにおける就業トリップの交通分担率

	2002 Gauteng Household Travel Survey	2011 Gauteng Quality of Life Survey
Car driver/passenger	42%	42%
Minibus-taxi	35%	42%
Walk	9%	7%
Train	8%	5%
Bus	4%	4%
Bicycle	<1%	<1%
Other	2%	<1%
Total	100%	100%

出典: City of Johannesburg. Strategic Integrated Transport Plan Framework for the City Of Joburg Draft 13 May 2013

表 2-2-3 ヨハネスブルグにおける就業トリップの交通分担率

	2002 Gauteng Household Travel Survey	2011 Gauteng Quality of Life Survey
Car driver/passenger/lift club	25%	23%
Minibus-taxi	14%	15%
Walk	55%	46%
Train	2%	1%
Bus	3%	12%*
Bicycle	<1%	2%
Other	<1%	<1%
Total	100%	100%

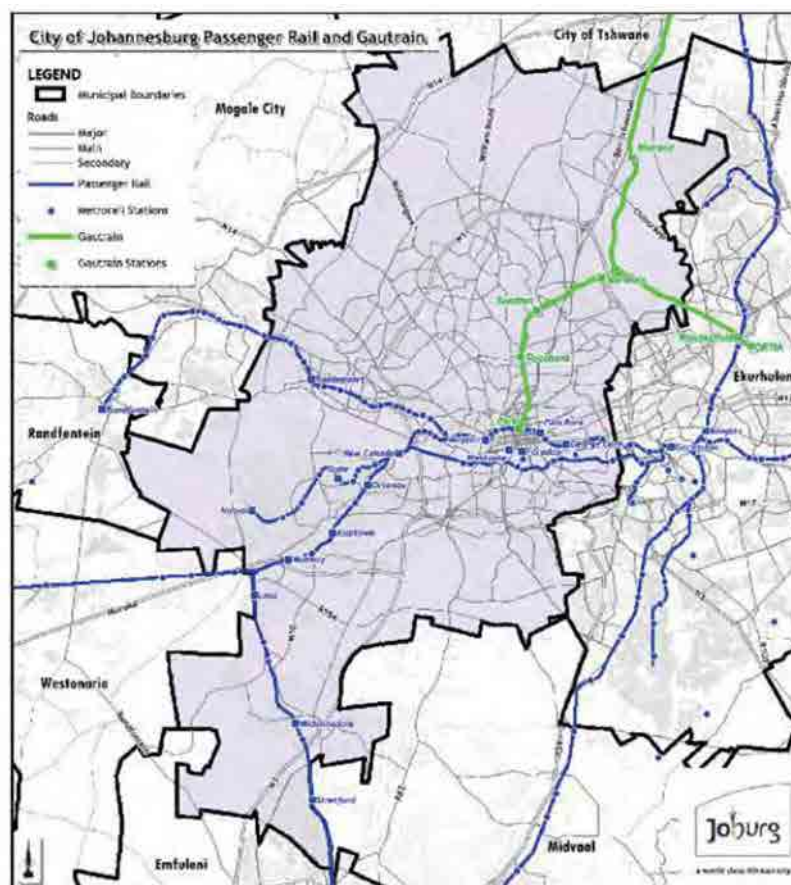
*Made up of 9.1% school bus, 2.2% other bus and 0.3% Rea Vaya.

出典: City of Johannesburg. Strategic Integrated Transport Plan Framework for the City Of Joburg Draft 13 May 2013

(3) 公共交通ネットワーク

a. 鉄道ネットワーク

旅客用鉄道としては、南アフリカ旅客鉄道局(Passenger Rail Agency of South Africa (PRASA))によって都市間鉄道が運営されており、メトロレイルがヨハネスブルグ内と周辺エリアを結ぶ通勤用鉄道サービスを運営している。メトロレイルは都市建設の初期段階につくられたことから、南部の比較的古い時期に開発されたエリアをカバーしている。一方、サントン、ミッドランド、ランドバーク、ローズバンク等のビジネス地区を含む北部においては、ハウトレイン (Gautrain) という高速鉄道が運行されている。



出典: City of Johannesburg. Strategic Integrated Transport Plan Framework for the City Of Joburg Draft 13 May 2013

図 2-2-1 PRASA・メトロレイル・ハウトレインの路線及び駅の立地

(4) 公共交通の現況

a. 高速バス交通 (BRT)

前述のとおり、Rea Vaya BRT が市中心部において運行中である。道路中心部に、近代的にデザインされた駅舎が立地し、乗車の際には IC カードシステムが対応している。



出典: JICA 調査団

図 2-2-4 BRT システムの現況

b. ハウトレイン

ハウトレインは安全かつ清潔であることから、都市間連絡鉄道として多くの人々に利用されている。ハウトレイン駅には、公共駐車場やパーク&ライドターミナル、さらには、駅を基点としたフィーダーバスネットワークも整備されている。IC カードも導入されているが、前述の BRT システムとは異なるシステムとなっている。



出典: JICA 調査団

図 2-2-5 ハウトレインと駅空間

2.2.2 ケープタウン

(1) 道路・公共交通延長

表 2-2-4 は、ケープタウンにおける道路と公共交通の総延長および公共交通駅の数を示したものである。道路の総延長は 9,329km で、道路率は 3.8km/km² となっている。

表 2-2-4 ケープタウンにおける道路延長と公共交通関連情報

Element	Private transport			Public transport			
	Road	NMT		Rail	BRT	Bus	Minibus-taxi
		Cycle	Pedestrian				
Carriageway	9 392.3 ¹	N/A	N/A	610 ²	17.7	25 ³	25 ³
Main Terminal (No)				118	21 ⁴	20	112
Feeder stations (No)					256 ⁴	5 000 ⁵	Unlimited

With regard to the above figures, please note the following:

- The road length is estimated according to chain length and not number of lanes, i.e. a six-lane highway implies that there are 6 km of drivable route per 1km of carriageway.
- Multiple routes operate over a total of 610 km of constructed railway lines.
- The total length of dedicated Bus and Minibus-taxi (BMT) lanes, located mostly or feeding into the N2.
- Forecasted number of BRT stations to be operational in Phase 1A, Milestone 1.
- This is the estimated number of feeder stations along all routes.

出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

(2) 交通分担率

表 2-2-5 は、2001 年から 2011 年までのケープタウン CBD に向かう 1 日の手段別トリップ数を示したものである。

表 2-2-5 CBD に向かう手段別トリップ数の経緯

Year	Source	Car	Bus	Taxi		Rail	Other ¹		TOTAL
				Metered	Minibus		NMT	Heavies	
2001		257 370	14 716	1 048	39 972	71 256	-	-	384 362
2003	CoCT ¹	268 288	15 382	2 033	45 537	68 783	190	-	400 213
2007		244 560	21 004	1 943	54 238	62 884	-	-	384 629
2011	TRS ²	210 827	24 003	2 732	34 757	64 983	8 381	9 368	355 051

NOTE: 2011's Transportation Reporting System (TRS) counts were captured in more detail than those previously, and included additional groupings for NMT and general heavy vehicles. Those numbers have been separated above to accurately compare annual figures across the other modes. The Total column reflects all captured passengers.

出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

表 2-2-6 は、私的移動手段（自家用車）と公的移動手段（バス、鉄道、タクシー）の 1 日の交通分担率を示したものである。公的な分担率は、2001 年に 33%だったものが 2011 年には 37%に増加している。

表 2-2-6 CBD に向かう 1 日の旅客トリップ比率（「その他」を除く）

Year	Private	Public
2001	67%	33%
2003	67%	33%
2007	64%	36%
2011	63%	37%

出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

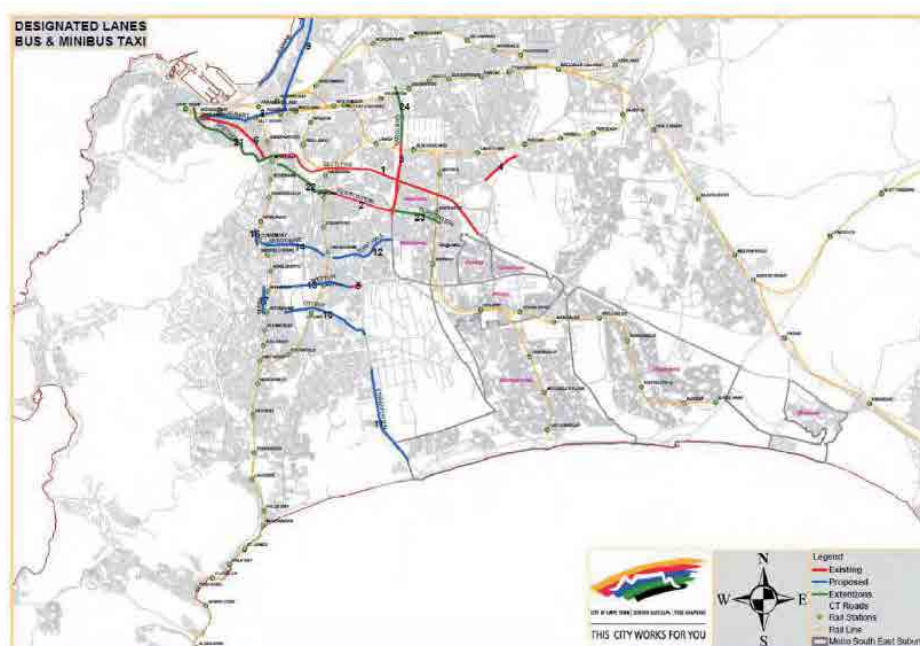
(3) 公共交通ネットワーク

a. 鉄道ネットワーク

旅客用鉄道としては、南アフリカ旅客鉄道局 (Passenger Rail Agency of South Africa (PRASA)) によって都市間鉄道が運営されており、メトロレイルがケープタウン内と周辺エリアを結ぶ通勤用鉄道サービスを運営している。

b. バスとミニバスタクシー・ネットワーク

バスは、ケープタウン全域において Golden Arrow Bus Services が運行している。

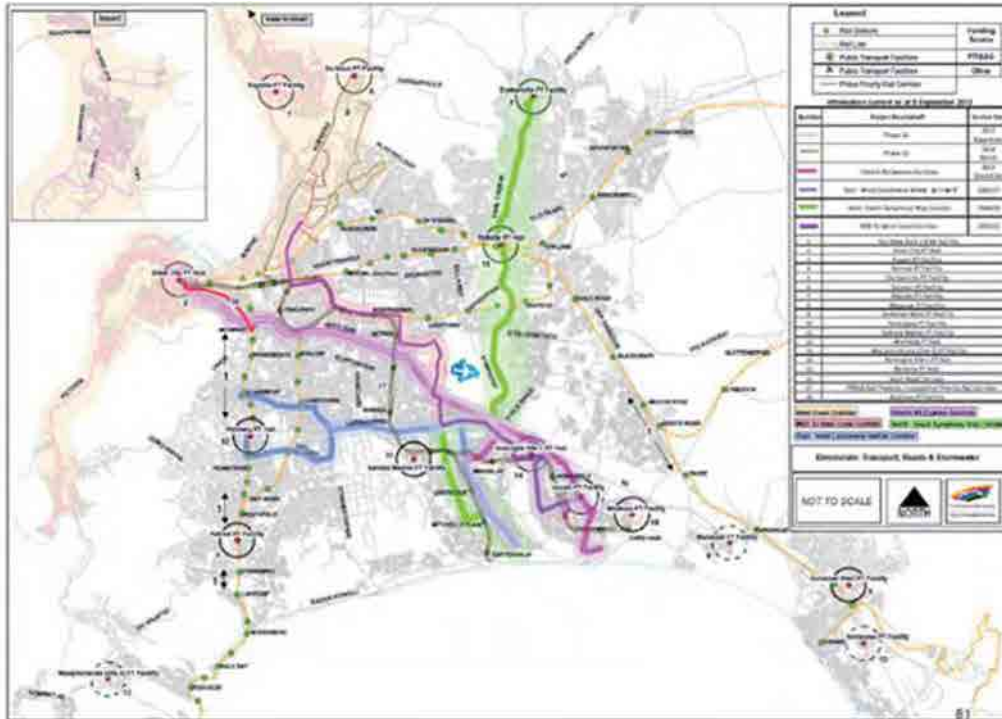


出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

図 2-2-6 鉄道・バス・ミニバスタクシーのネットワーク

c. BRT コリドー

ケープタウン市においては、現在全市域において 5 段階に分けて BRT システムの導入が計画されている。図 2-5 は、各段階におけるサービスエリアとその計画内容を示したものである。フェーズ 1A は現在整備中であり、2013 年 11 月には完成予定となっている。



出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

図 2-2-7 BRT コリドーの現況および計画概要

d. 自転車ネットワーク

ケープタウン市では、安全な自転車ルートや乗り場等を含む自転車インフラが整備されている。図 2-6 は、その自転車ネットワークを示したものである。

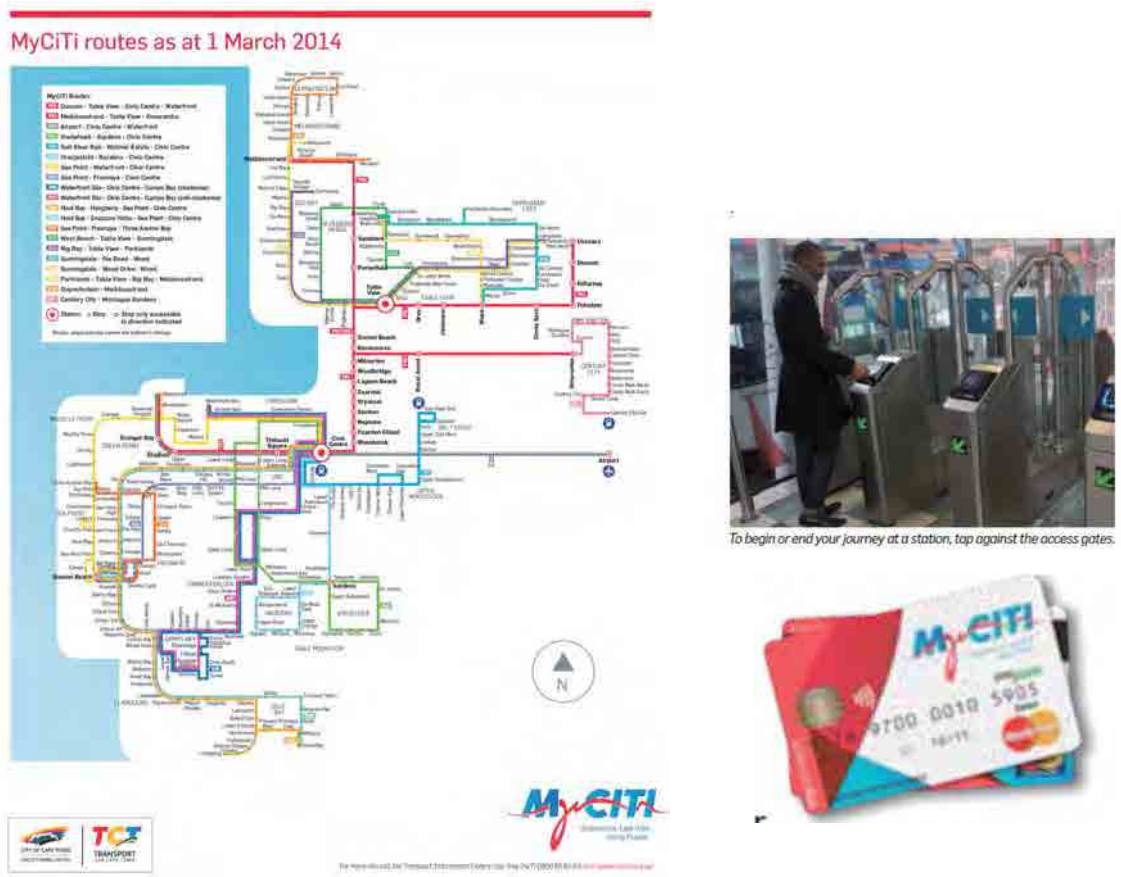


出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

図 2-2-8 自転車マスタープランにおける計画図

e. 複合高速交通システム (Integrated Rapid Transit (IRT) System)

複合高速交通 (IRT) システムは、MyCiTi と呼ばれ、メトロレイル、従来のバスサービス、ミニバスタクシー、フィーダーバス、歩行者・自転車アクセス、メーター制タクシー、パーク&ライド施設等をひとつのシステムに複合しようという大胆な構想である。また、この IRT システムを効率的に運用するため、MYCONNECT と呼ばれる IC カードシステムが導入されている。



出典: City of Cape Town 2013. Draft 2013 – 2018 Integrated Transport Plan

図 2-2-9 IRT ルート地図と IC カードシステム

2.2.3 エテクウィニ

(1) 道路延長

表 2-2-7 は、エテクウィニにおける道路のカテゴリーごとの総延長を示したものである。道路総延長は 6,979km で、道路率は 3.0km/km² となっている。

表 2-2-7 道路ネットワーク概要

RISFSA Category	Road Length (km)	Road Length (km)	PMS Category	Road Length (km)	Road Length (km)	Total Road Length (km)
	Surfaced	Gravel		Surfaced	Gravel	
2	117	0	A	117	0	117
3	359	0	B	1 343	0	1 343
4	2 259	0	C	1 275	0	1 275
5	3 192	1 052	D	3 192	1 052	4 244
Total	5 927	1 052	Total	5 927	1 052	6 979

According to the TRH 4 *Structural Design Life* publication and TRH 22 *Pavement Management Systems* (CSRA, 1994), roads can be divided into four categories for pavement management purposes:

Class	Description
Road Class A:	Inter-urban freeways, major inter-urban rural roads;
Road Class B:	Inter-urban collectors, major rural roads, major industrial;
Road Class C:	Lightly trafficked rural roads, strategic roads;
Road Class D:	Special pavements, access roads.

出典: DBSA Regional Transport Integration Roundtable 2012. Approach to Sustainable Road Asset Management in eThekwini.

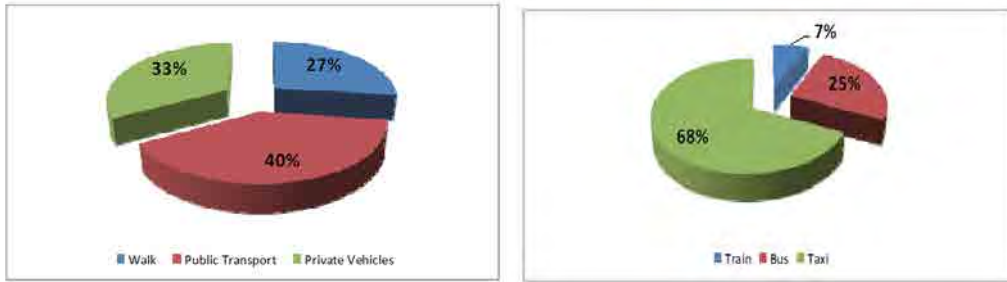
Road Infrastructure Strategic Framework for South Africa (RISFSA) (DOT, 2006)によれば、道路は下記に示す 6 つのクラスに分けられる。

Number	Function	Description
Class 1	Mobility	Principal arterial
Class 2		Major arterial
Class 3		Minor arterial
Class 4	Access/activity	Collector street
Class 5		Local street
Class 6		Walkway

出典: TRH 26 South African Road Classification and Access Management Manual (Committee of Transport Officials, 2012)

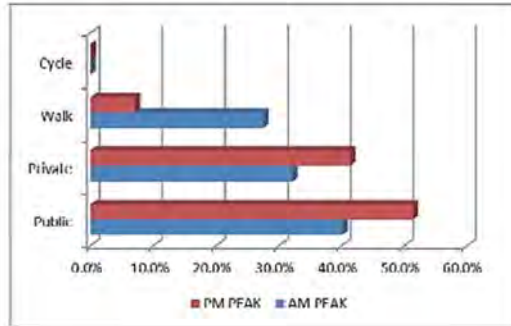
(2) 交通分担率

図 2-2-10 は、2008 年のエテクウィニ家庭移動調査 (eThekwini Household Travel Survey (EHTS)) 及び 2009~2010 年のクオリティオブライフ調査 (the Quality of Life Survey) による、エテクウィニの交通分担率を示したものである。これらの調査によると、25%以上の人々は目的地に徒歩でアクセスしており、33%は自家用車等を利用している。タクシー利用者は公共交通利用者のうち約 70%を占めている。



出典: eThekweni Municipality 2010. Integrated Transport Plan Update 2010-2015.

図 2-2-10 全日の交通分担率とそのうち公共交通分担率



出典: eThekweni Municipality 2010. Integrated Transport Plan Update 2010-2015.

図 2-2-11 ピーク時の交通分担率

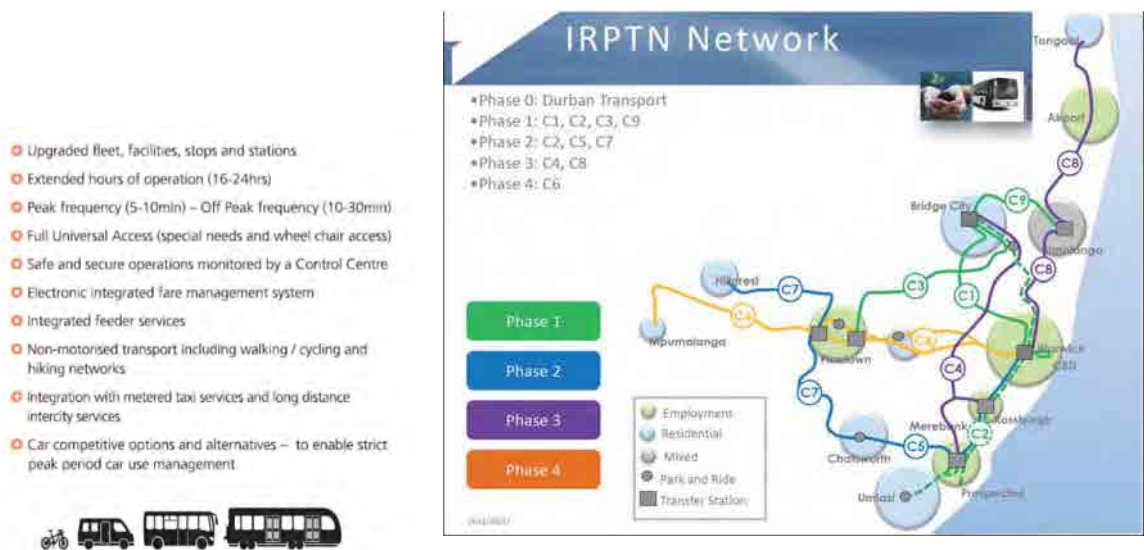
(3) 公共交通ネットワーク

a. 主な公共交通ネットワーク

図 2-2-9 は、都市圏全域における既存の公共交通ノードとサービスを示したものである。4つの主要ノード (1) Isipingo in the south, 2) Durban CBD, 3) Bridge City to the north, 4) Pinetown to the west) と、各地域の特性に対応したその他のノードが含まれている。

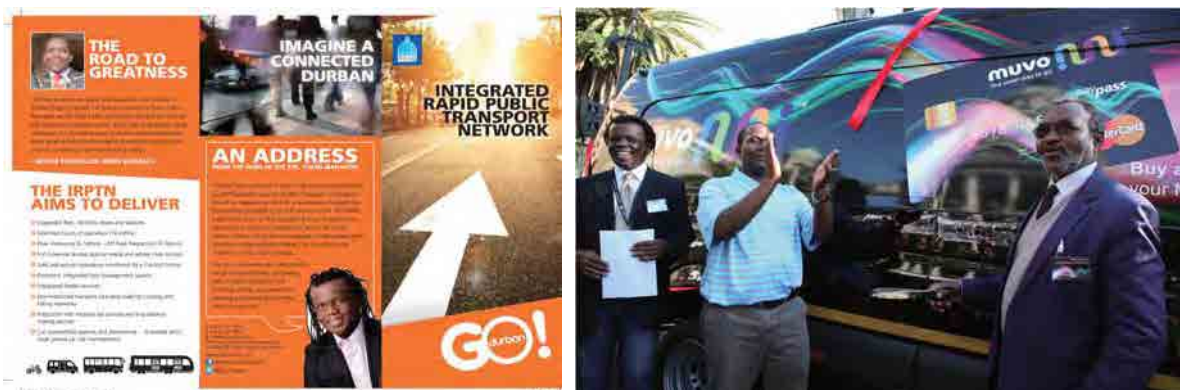
c. 複合高速公共交通ネットワーク (Integrated Rapid Public Transport Network (IRPTN))

図 2-2-14 は、エテクウィニが推進しようとしている複合高速公共交通ネットワーク (Integrated Rapid Public Transport Network (IRPTN)) の概要を示している。これによると、2027 年までにバス、鉄道、タクシーといった様々な交通手段を結ぶ 9 つのコリドーが整備されることがわかる。エテクウィニはパンフレットの配布や muvo と呼ばれる IC カードシステムの導入により、当該システムの普及に努めている (図 2-2-15)。



出典: eThekweni Municipality 2010. Integrated Transport Plan Update 2010-2015.

図 2-2-14 IRPTN の概要



出典: eThekweni Municipality homepage

図 2-2-15 IRPTN のパンフレットおよび IC カードシステム (muvo) のプロモーション

BOX. アフリカのグリーンシティ・インデックスによる交通指標

表 2-2-8 は、南アフリカにおける 3 都市圏における交通指標を示したものである。ヨハネスブルグとエテクウィニは、ケープタウンに比べて大容量交通ネットワーク密度が高い。一方で、ヨハネスブルグの特別な公共交通ネットワーク密度はエテクウィニの概ね半分となっている。

表 2-2-8 3 都市圏における交通指標

	Length of mass transport network (km/km2)	Superior public transport network (km/km2)
Johannesburg	6.8	0.08
Cape Town	1.9	0.11
eThekwini	9.2	0.16

注記:

- 大容量交通ネットワークは、専用の公共・私的バスルートを含む。長さは都市圏面積 km² あたりの km 数で示している。
- 特別な公共交通ネットワークは、BRT、トラム、LRT、地下鉄等を含む。長さは、都市圏面積 km² あたりの km 数で示している。

出典: Economist Intelligence Unit (2011). African Green City Index.

2.2.4 課題

3 都市圏の交通関連データの比較を下表に示す。

表 2-2-9 3 都市圏における交通関連データの比較

		Johannesburg	Cape Town	eThekwini
Land area	km ²	1,645	2,440	2,291
Road network	Total length	9,719	9,392	6,979
	Road ratio	5.9	3.8	3.0
Modal Split	Private	45%	63%	45%
	Bus	4%	7%	14%
	Taxi (including Minibus)	45%	11%	37%
	Train	5%	19%	4%
	Total	100%	100%	100%

(1) ヨハネスブルグ

- 道路率 (5.9 km/km²) は他の 2 都市圏に比べると高いが、東京 (15.4) やロンドン (16.6) 等の先進国の都市に比較すると低い。
- ミニバスタクシーは、他の公共交通手段の分担率と比較すると、いまだに、ほとんどの市民が利用する主要な交通手段といえる。
- ヨハネスブルグは TOD を推進しようとしているが、部分的にしか実現されていない

い。ハウトレインとメトロレイルのネットワークは都市の一部にとどまっており、電車の交通分担率（現在 5%）向上への寄与度は低い。

- 都心の一部のエリアにおいては、周辺都市と連結する BRT やハウトレインが整備されており、バスターミナル、パーク&ライドターミナルと一体となった鉄道駅なども整備されつつある。しかしながら、それらの開発は駅そのものにとどまっており、周辺エリアへの影響は限定的である。
- BRT とハウトレイン利用者に対して IC カードシステムが導入されているが、各カードは異なるシステムとなっており、相互利用はできない。また、これらのカードは現時点ではショッピング等には利用できない（一部デビットカードとの連携は実現済）。

(2) ケープタウン

- 道路率（3.8 km/km²）はヨハネスブルグよりも低い。これは、市街地が海と山に囲まれている立地条件によるところが大きいと考えられる。
- 鉄道の交通分担率は約 19%であり、ヨハネスブルグ（5%）、エテクウィニ（4%）の数値よりも高い。
- 市政府は TOD を推進しているが、その成果は限定的である。
- 市政府は都市圏全域において IRT システムの導入を試みているが、BRT システムのみが部分的に導入されているのみの状態である。
- BRT 利用者のために MYCONNECT と呼ばれる IC カードシステムが導入されているが、その用途は公共交通利用のみに限定されている。

(3) エテクウィニ

- 道路率（3.0 km/km²）は、ヨハネスブルグ・ケープタウンの数値よりも低い。これは、市街地が海と山に囲まれた立地条件に依るところが大きいと考えられる。
- エテクウィニにおける鉄道の交通分担率は約 4%で、ケープタウン（19%）よりも低く、ヨハネスブルグ（5%）と同等である。
- 市政府が導入している IRPTN（Integrated Rapid Public Transport Network）は計画段階であり、まだ実現化されていない。
- 市政府は TOD を推進しているが、その成果は限定的と考えられる。

2.3 住宅および施設マーケットの現況

2.3.1 国家レベルのトレンド

(1) 住宅政策とプログラム

表 2-3-1 は、主な国家レベルの住宅政策・プログラムを示している。共通しているテーマは、「持続可能な居住環境の創出」「不法住宅の改善」である。これらの目的を達成するために多額のファンドが、ヨハネスブルグにおける Lufhereng のような住宅開発に充てられている。

表 2-3-1 主な国レベルの住宅政策・プログラム

Human Settlements Vision 2030	“By 2030, most South Africans will have affordable access to services and quality environments. New developments will break away from old patterns and significant progress will be made in retrofitting existing settlements”.
Human Settlement Development Grant (HSDG)	- Allocated R15.7 billion (2012/13) & R16.98 billion (2013/14) to all provinces - To facilitate the creation of sustainable human settlements that enabled an improved quality of household life. - Allocated R182.9 million to Lufhereng housing development project
Urban Settlements Development Grant (USDG)	- Allocated R7.4 billion (2012/13) & R9.1 billion (2013/14) to 8 metropolitan municipalities (including Johannesburg, Cape Town, eThekweni) - To upgrade informal settlements, either by creating formal housing or by upgrading services to informal settlements.
National Urban Reconstruction and Housing Agency (NURCHA)	- Allocated R100 million (2012/13) - To accelerate housing delivery - Assists small and medium construction enterprises to produce quality houses, to become competitive through training and mentoring, and to be profitable and sustainable.

(2) 施設への投資状況

図 2-3-1, 2-3-2 に基づくと、民間住宅セクター、特に 80 m²以上の住宅への投資が 2006 年から 2008 年の間に増加している。しかしながら 2008 年以降は公的住宅への投資が顕著に増加している。これは公的住宅への補助プログラムの施行が背景にあると考えられる。

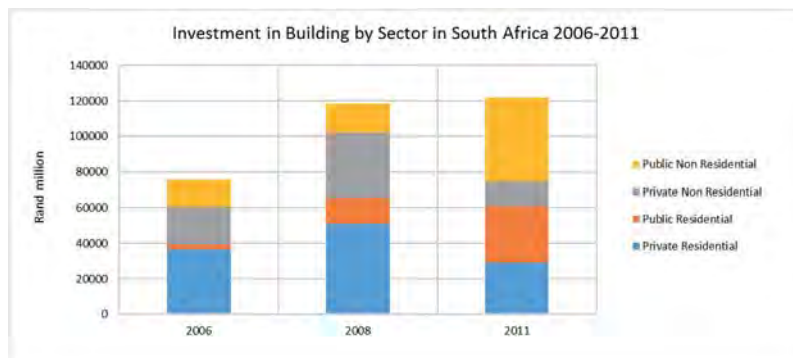


図 2-3-1 セクター別の建物への投資額

Sources:

1. BMI Building Research Strategy Consulting Unit 2006. Strategic Research into the Opportunities for Job Creation, New Enterprise Development and Empowerment in the Value System of the Building Industry
2. BMI Building Research Strategy Consulting Unit 2009. Strategic Research into the Competitive Positioning Of the Clay Brick Industry within the Context of Current and Future Building Activity in South Africa 2009-2020
3. BMI Building Research Strategy Consulting Unit 2012. Strategic Research into Leveraging Affordable Housing Finance for Gauteng Partnership Fund

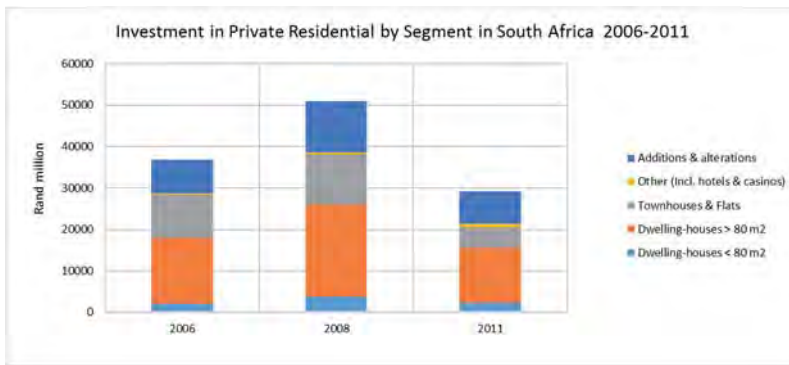


図 2-3-2 種類別民間住宅への投資額

2.3.2 住宅

(1) ヨハネスブルグ¹

- 都市圏には、200 以上の不法住宅地が立地している。これらのいくつかは民間所有地に立地しており、それ以外は公共用地内に立地している。
- インフラ未整備にもかかわらず許容量をオーバーした規模の住宅開発が進んでいる。
- 古い居住地や都市の外縁部においては、社会から取り残されたコミュニティが存在する。
- 新興住宅地に比べて不法住宅地において人口密度が急増するという現象が見られる。

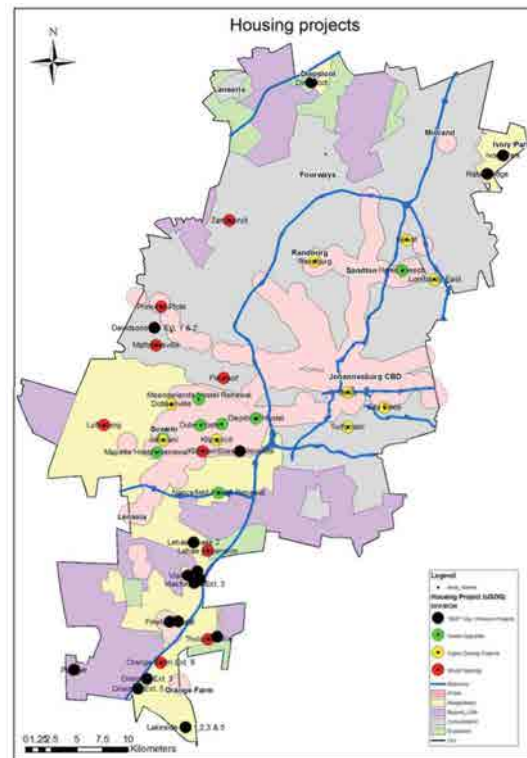
表 2-3-2 ヨハネスブルグにおける住宅供給現況と想定 2003-2007

	Monthly Income Target	2003	2004	2005	2006	2007
		Actual			Forecast	
Public Sector Delivery	R0k-R3,5K	5,800	29,318	20,322	25,720	6,991
Private Sector Delivery						
Social Housing	R3,5k-R,5k		200	680	315	315
Sectional Title	R7,5k plus	3,964	4,000	3,000	2,000	2,000
Better Building	R2k R7,5k			1,000	1,000	1,000
Mortgage Units (low income) 30-80m2	R3,5-R7,5k	1,434	4,000	4,000	3,000	3,000
Mortgage Units (low income) 80m2	R7,5k plus	2,197	4,000	4,000	3,000	3,000
Total Private		7,595	12,200	12,680	9,315	9,315
Total new Housing Opportunities		13,395	41,518	33,002	35,034	16,306

Source: City of Johannesburg Spatial Development Framework 2010/2011

¹ The descriptions in this section are mainly quoted from City of Johannesburg Spatial Development Framework 2010/2011 directly.

図 2-3-3 は、ヨハネスブルグの都市型住宅開発プログラム（Urban Settlements Development Programme (USDP)）による持続可能な居住地（Sustainable Human Settlements (SHS)）によって完成したプロジェクトの立地を示している。新たな住宅開発は、SHS の開発戦略や指標・基準に準拠することが求められる。



Source: Built environment performance plan for Johannesburg, 2011

図 2-3-3 SHS による完成プロジェクト

(2) ケープタウン²

- 1985 年から 2005 年の間に都市圏は 40% 拡大した。
- 長い海岸線と山地というケープタウンの地理的条件や空港近接に伴う騒音等の条件により、開発可能な土地は制限されている。
- 都市の平均人口密度は低い (39 人/ha) が、Khayelitsha における不法住宅地においては 100-150 人、また以前白人居住地だったエリアは 4-12 人など、エリアによって異なる。
- 2010 年には、72.5% の世帯が正式な住宅、17.1% が不法住宅、10.4% がバックヤード、0.4% は伝統的形式、0.6% は他のタイプの住宅に住んでいる。
- 不法住宅に住む世帯数は 2019 年までに 417,213 までに増加すると見込まれている。
- 正式なタウンシップにおける非合法的な居住形式（例えばバックヤードへの居住など）が増加している。
- 近年ケープタウンは毎年約 9,000 戸の住宅を建設することを発表したが、それでも低所得者向け公共住宅のウェイティングリストには 34 万以上の世帯が残っている。
- 行政は、公的住宅開発における不法住宅およびバックヤード住宅を主な対象として設定している。

(3) エテクウィニ³

- 314,000 の住戸が不法住宅地に立地しており、その多くは補助金対象外である。

² The descriptions in this section are mainly quoted from City of Cape Town: Built Environment Performance Plan (BEPP) 2012/13 directly.

³ The descriptions in this section are mainly quoted eThekweni Metro Municipality Built Environment Performance Plan (BEPP) 2011/12 directly.

- 約 239,000 戸が不法集落、45,000 戸はバックヤードに居住している。
- 約 370,000 の住戸は不適切な住宅に居住している。
- 10 年以上の長期ウェイティングリストにおいては、不正に順番を早めようという行為が増えつつある。
- 補助を得ていない住宅は年間 1,000 戸未満が供給されているが、50,000 戸の在庫がある。
- 多くの家庭は補助対象（月収 3,500R~9,000R）には該当しないが、かといって市場価格で住宅を購入するのも難しい。
- 近年の住宅補助金配分はその需要の 50% 未満にしか対応できていない。

2.3.3 オフィスビル

表 2-3-3 は、ヨハネスブルグ、プレトリア、ダーバン、ケープタウンにおけるオフィスストックを示している。ヨハネスブルグとプレトリアにおけるオフィスストックは、ダーバン、ケープタウンに比べて多くなっている。しかし、プレトリア・ヨハネスブルグともに 70% 近くのストックは中心部以外のエリアに立地している。

表 2-3-3 主要都市圏におけるオフィスストック

	Stock Inventory	CBD	%	Decentralised	%
Pretoria*	3,217,000	995,600	30.95%	2,221,400	69.05%
Johannesburg	8,441,000	2,258,600	26.76%	6,182,400	73.24%
Durban	1,351,000	738,200	54.64%	612,800	45.36%
Cape Town	2,174,000	878,000	40.39%	1,296,000	59.61%
Total	15,183,000	4,870,400	32.08%	10,312,600	67.92%

* Arcadia and Sunnyside included in CBD figures
 Source: The Annual Broll / Property Report 2013

表 2-3-4 は、ヨハネスブルグ、プレトリア、ダーバン、ケープタウン、ポートエリザベスの空室率を示している。中心部以外の空室率は、中心部に比べて低い傾向がみてとれる。

表 2-3-4 オフィスの空室率

Decentralised	Prime	A-Grade	B-Grade
Pretoria - Menlyn	0.0%	13.0%	12.5%
Johannesburg - Sandton	1.9%	8.9%	9.8%
Durban - Umhlanga	2.1%	7.2%	2.0%
Cape Town - Century City	0.0%	5.4%	10.5%
Port Elizabeth	n/a	5.0%	n/a

CBD's	A-Grade	B-Grade	C-Grade
Pretoria	1.8%	11.2%	7.0%
Johannesburg	11.0%	21.9%	29.0%
Durban	20.6%	12.8%	24.8%
Cape Town	13.5%	7.9%	29.0%
Port Elizabeth	10.0%	10.0%	n/a

Source: The Annual Broll / Property Report 2013

2.3.4 課題

(1) ヨハネスブルグ⁴

- 郊外部においては、社会住宅・アフォーダブル住宅を含むニュータウンが行政によって開発されている。中心部の不法住宅の居住者が郊外の社会住宅に移住しているが、住民に住宅の所有権や一定レベルのインフラを無料で与えており、自立を促すような仕組みが存在しない。
- 郊外ニュータウンに住む低所得者向けの雇用創出が必要である。

(2) ケープタウン

- 伝統的なタウンシップが郊外に広がる一方、都心部と比較して高い人口密度および生活環境の改善が主要な課題となっている。

(3) エテクウィニ

- 行政は「包括的なコミュニティ (Inclusive Communities)」の創出を志向するものの、アフォーダブル住宅や社会住宅等との融合、社会住宅開発の不足、民間セクターにとってのモチベーション不足などの課題が挙げられる。

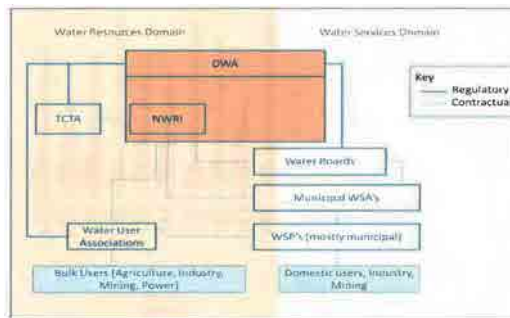
⁴ The descriptions in this section are mainly quoted from City of Johannesburg Spatial Development Framework 2010/2011 directly.

2.4 上水道

2.4.1 南アフリカの法規と計画

(1) 上水道に関する関係機関

- 国家水局は、政策の立案、戦略の計画、規制・監視・支援を行う。
- ウォーターボードは、地域における水資源、バルク水提供、インフラ整備に関する開発・運営を行う。
- 各都市の水関連部局は水道供給と衛生サービスの提供に関する計画、実施、規制の責任を持つ。

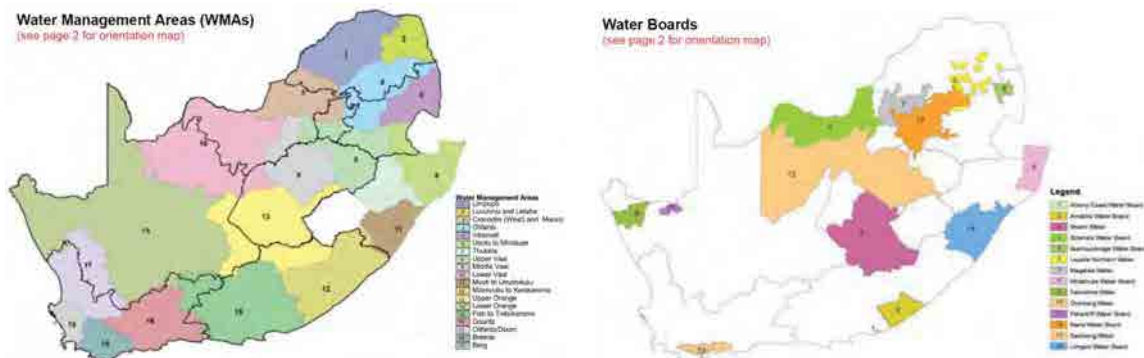


出典: Market research and analysis of the South African water sector 2014

図 2-4-1 上下水道に関する関係機関

表 2-4-1 上水道管理の実施主体

組織	実施主体
国	- 国家水局
ヨハネスブルグ	- Rand Water (ウォーターボード) - Johannesburg Water (都市部局)
ケープタウン	- Water and Sanitation Department (都市部局)
エテクウィニ	- Umgeni Water (ウォーターボード) - eThekweni Water and Sanitation (都市部局)



出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010

図 2-4-2 南アフリカの水管理エリア区分とウォーターボード

(2) 国レベルの規制と政策

- 上水道に関する主な規制と政策としては、下記が挙げられる。
 - ・ 上水道・衛生政策 1994 年
 - ・ 水政策白書 1997 年
 - ・ 水事業法 1997 年
 - ・ 国家水法 1998 年
 - ・ 基礎飲料水無料化政策 2001 年
- 2030 年に向けた国家開発計画での主な方針としては、下記が挙げられる。
 - ・ 国家水資源インフラ局の設立
 - ・ 需要の削減
 - ・ 農業利用の高度化
 - ・ 水資源の再利用、淡水化の研究
- 国家上水道戦略での主な方針としては、下記が挙げられる。
 - ・ 国家水資源戦略 2012 年
 - ・ Blue Drop プログラム

2.4.2 南アフリカの現状

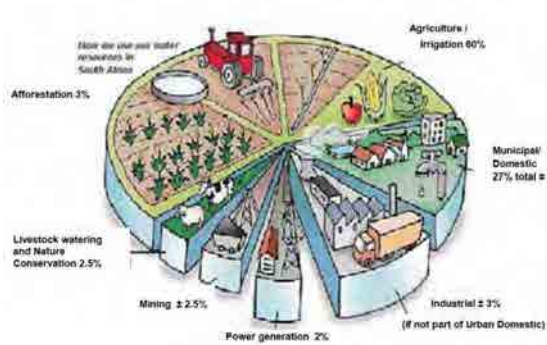
(1) 水資源

- 南アフリカの平均降雨は年間 450mm と世界平均の年間 860mm よりも大幅に少ない
- 南アフリカの水資源は 77%の地表水と 9%の地下水と 14%の再利用水にて構成されている。
- 年平均河川流量は 490 億 m³ であり、そのうち 140 億 m³ 程度の水をダム貯留や流域変更、他の手法などにより水資源開発をしている。
- 農業、家庭、鉱工業排水のうち、年間 19 億 m³ が再利用されていると推定されている。

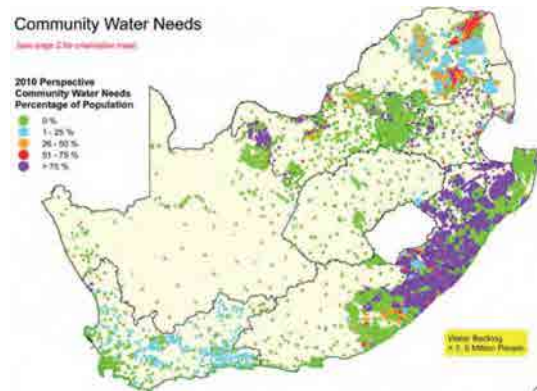
表 2-4-2 年平均河川流量と生態貯留の推定容量(単位：百万 m³/年)

出典: Overview of the South African Water Sector

Water Management Area	Natural Mean Annual Runoff	Ecological Reserve	Difference	Total Local Yield
1 Limpopo	985	156	829	282
2 Luvuvhu/Letaba	1 185	324	861	310
3 Crocodile West and	855	165	690	693
4 Olifants	2 042	460	1 582	611
5 Inkomati	3 539	1 008	2 531	943
6 Usutu to Mhlathuze	4 780	1 192	3 588	1 010
7 Thukela	3 799	859	2 940	738
8 Upper Vaal	2 423	399	2 124	1 723
9 Middle Vaal	888	109	779	201
10 Lower Vaal	368	48	320	50
11 Mvoti to Umzimkulu	4 798	1 160	3 638	527
12 Mzimvubu to Keiskamma	7 241	1 122	6 119	855
13 Upper Orange	6 981	1 349	5 632	4 557
14 Lower Orange	502	69	433	(1 007)
15 Fish to Tutsikamma	2 154	243	1 911	437
16 Gouritz	1 679	325	1 354	277
17 Olifants/Doring	1 108	156	952	335
18 Breede	2 472	384	2 088	868
19 Berg	1 429	217	1 212	501
Total for SA	49 228	9 545	39 683	13 911



出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010
 図 2-4-3 分野別水利用の構成比



出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010
 図 2-4-4 自治体の水需要

(2) 水道供給

- 現在、年間 37 億 m³ (全都市利用の 78%) 高～中レベルの水利用があり、全需要の 21%と推定されている。
- 2010 年には総人口が 4900 万人に達したが、163 万人は未だ水道供給の最低レベルに達しておらず、200 万人は基礎飲料水サービスを受けられていない。
- 2001 年に、基礎飲料水無料化政策が国家政策として施行された。この政策は、1 世帯 6m³/月の上水を無料で提供するものであり、地方自治体によって実施されている。
- 南アフリカでは、全国の供給水のおよそ 35%が無収水となっている。
- 自治体の水関連部局の自己評価結果によると、
 - ・ 45%の自治体で十分な水供給が行われている (水不足が生じていない)。
 - ・ 75%の自治体で飲料水水質のモニタリングを行っている。
 - ・ 45%の自治体で十分な能力のあるスタッフがそろっている。
 - ・ 25%の自治体で十分な能力のスタッフレベルを設定している。
 - ・ 25%の自治体で十分な維持管理の予算がある。
- 75 の自治体で水道供給の信頼基準に適合している。

表 2-4-3 南アフリカにおける IWA 水収支基準の状況(2009 年)

System Input Volume (Total supply from own + external sources)	Authorised Consumption (Billed metered + Billed unmetered + Unbilled unmetered)	Billed Authorised (Billed Metered + Billed Unmetered (flat rate) + Free basic water)	Revenue Water (Volume of water for which an income is received. Assumes all billed water is paid for)
100%	70.3%	65.3%	65.3%
		Unbilled Authorised 5.0%	Non-revenue Water
	Water Losses (Real + Apparent) Loss 29.7%	Apparent or Commercial Loss 5.9%	(Volume of water for which no income is received)
		Real or Physical Loss 23.6%	34.7%

出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010

表 2-4-4 基礎飲料水無料化政策の実施状況 (2010 年)

人口 (百万人)	49.9
復興開発計画レベル以上(百万人)	46.3
復興開発計画レベル以上 (%)	93%
復興開発計画レベル未満(百万人)	3.6
復興開発計画レベル未満 (%)	7%

出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010

(3) 水道水質

- 全国の浄水場の設計規模は年間約 31 億 m³ であり、現状の年間需要約 24 億 m³ からみれば 77%の利用率ということになる。
- 全国自治体の 45%しか最低飲料水水質基準に適合していない。
- 少なくとも 70%の世帯では、理想的またはよいと思われるレベルの水質での供給を受けている。
- 2008 年に、国家水局は、南アフリカ自治体、水部局、プロバイダーから提供される飲料水水質を証明する「BlueDrop」と呼ばれる評価システムを導入した。自治体は少なくとも全体の 95%の得点を得なければならず、BlueDrop ステータスを得るためには微生物学的な適合率が 99%以上、化学的な適合率が 90%以上とならなければならない。

2.4.3 ヨハネスブルグの現状

- ヨハネスブルグは近傍に大きな水源がない世界でも数少ない都市の 1 つである。飲料水はバルク水として RandWater 社より購入され、Vaal 川流域からおよそ 50km 運んでくることになる。
- RandWater 社は、地域の水資源、バルク水供給とインフラ開発・管理を行っている。また、Vaal ダム、2 箇所の浄水場、3,056km のパイプライン、58 箇所の貯水池、3 箇所のメインポンプ場、4 箇所のブースター・ポンプ場を有している。
- ヨハネスブルグの給水は Vaal ダムに依存しており、Zuikerbosch 浄水場と Vereeniging 浄水場の 2 つの浄水場で処理されている。浄水プロセスは、凝集剤添加、フロック形成、沈殿処理、調整池、濾過、殺菌、塩素処理という 7 つの処理過程が行われている。
- Johannesburg Water 社は給水ならびに公衆衛生サービスの計画・提供・アクセス保証・管理に対して責任を有する。Johannesburg Water 社は、89 箇所の貯水池、28 箇所の給水塔、11419km のパイプライン、31 箇所のポンプ場、92164 の給水弁と給水栓があり、81%にメーターを整備している。
- 飲料水品質基準 SANS 241 の飲料水クラス 1 の適合率は 99%となっている。
- ヨハネスブルグの水需要は、人口増加と経済成長により継続的に増加しており、2012 年 6 月現在で年間 536 万 m³ となっている。
- 2003 年の環境レポートによると、飲料水質は基準に適合している一方、多くの河川で水質が悪い結果となっている。この水質汚染の大きな原因は過負荷かつ管理がきちんとしていない鉱山排水処理によるものである。違法な鉱山排水、高濃度のシルトなどによって、多くの河川で低レベルの水質となっている。
- ヨハネスブルグの無収水は全供給水のおよそ 40%であると推定されている。この高比率は「商用・見かけ上の損失」のレベルが国家平均より高くなっていることによる。



出典: Johannesburg Water Ltd Business Plan 2013/14

図 2-4-5 ヨハネスブルグの水道エリア

表 2-4-5 ヨハネスブルグの BlueDrop 評価結果

City of Johannesburg	
Water Services Authority	
Rainfall Water & Johannesburg Water	
Municipal Blue Drop Score	98.92%
City of Johannesburg	
Performance Area	System
Water Safety Planning (%)	100
Treatment Process Management (%)	100
DMQ Compliance (%)	100
Management, Accountability (%)	85
Asset Management (%)	100
Bonus Scores	0.47
Penalties	0
Blue Drop Score (2012)	98.92%
2011 Blue Drop Score	97.69%
2010 Blue Drop Score	98.38%
System Design Capacity (Ml/d)	Not Applicable
Operational Capacity (% of Design)	Not Applicable
Population Served	1,755,125
Average daily Consumption (l/c/d)	368.81
Microbiological Compliance (%)	99.9%
Chemical Compliance (%)	99.0%

出典: 2012 Blue Drop Report

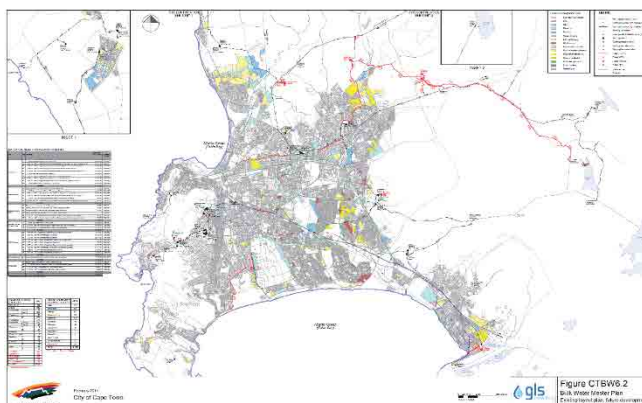
- 市の総合開発計画によると、上水道の目標は、水需要の縮小、水分野のスマート化、雨水集水の導入、農園での効率的な水利用、酸性鉱山排水の緩和、水資源保護となっている。
- Johannesburg Water 社では、以下のプロジェクトを進めている：水圧管理プロジェクト、送水管交換プロジェクト、Soweto 地区のインフラ改善・補修プロジェクト、スマートメータープロジェクト、インフラ改善・補修プログラム、Gcin Amanzi の操作による水保全、新たな Diepslootwes 貯水池の整備。

2.4.4 ケープタウンの現状

- 西ケープ州の水供給システムは、6箇所のダム、パイプライン、トンネルと給水ネットワークで構築された複雑な内部リンクシステムとなっている。
- 2011年11月時点、6箇所の主要なダムの総貯水能力は8983億m³で、全体の78.5%が貯水されている。Berg川計画を含めて、ケープタウンでは74%を国家水局が管理する水源から、27%を自己水源から得ている。
- バルク水の供給システムは、ケープタウンが所有・管理する11箇所のダム、現在約160万m³/日の飲料水を生産できる12箇所の浄水場、32箇所のポンプ場、総容量282.5万m³の24箇所のバルク水貯水池、原水および浄水の659kmに及ぶパイプラインで構成される。
- 2009年時点、供給水の63%がケープタウンの家庭および工業、5%が小規模な町、32%が農業で使われている。
- 現在、ケープタウンでは飲料用には水をリサイクルしていないものの、工業用またはスポーツ場やゴルフ場の散水用に処理排水を利用している。2011年時点、ケープタウンは1360万m³の排水をリサイクルした。
- 水質報告書には、2011年6月時点の飲料水の分析データと概略状況、SANSの仕様について記載されていた。このレポートによれば、水質の基準適合率は98%と目標の96%を上回り、BlueDropの検査官はWemmershoek浄水場のきれいさと全体的な外観に感動

したということである。

- ケープタウンの無収水は、全供給水のおよそ 23%であると推定されている。



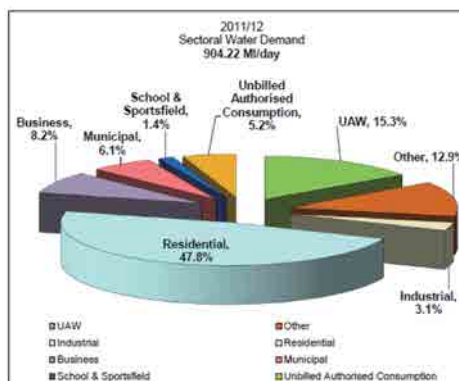
出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15

図 2-4-6 バルク水基本計画

表 2-4-6 浄水場一覧

Water Treatment Plant	Capacity in Ml/day	Constructed
Faure WTP	500	1994
Blackheath WTP	420	1992
Voelvlei WTP	230	1971
Wemmershoek WTP	250	1958
Steenbras WTP	150	1946
Brooklands WTP	5	1974
Witzands WTP	14	1988
Silverstroom WTP	3	1975
Kloof Nek WTP	18	1938
Constantia Nek WTP	3	1934
Helderberg WTP	12	
Albion Spring	5	1890
Total	1610	

出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15



出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15

図 2-4-7 分野別水利用の構成比 (2011 年)

表 2-4-7 基礎的給水事業の現状

項目	2012 年
給水世帯数	1,088,631
給水世帯率	99%
合法居住地の給水世帯数	909,231
不法居住地の給水世帯数	179,400
不法居住地の給水世帯率	92%
貧困世帯の給水世帯率	98%

出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town

表 2-4-8 ケープタウンの Blue Drop 評価結果

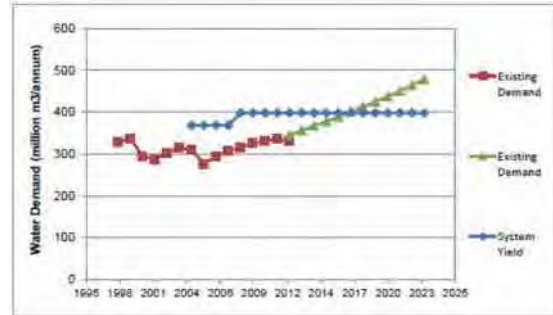
City of Cape Town Metropolitan Municipality	
Water Services Authority	
City of Cape Town Metropolitan Municipality	
Blue Drop Score: 98.14%	
Water Safety Planning	100
Treatment Process Management	100
DMW Compliance	100
Management, Accountability	100
Asset Management	96
Other Items	99.99
Final Score	98.14%
Blue Drop Score (2011)	97.87%
2012 Blue Drop Score	98.14%
System Design Capacity (Ml/d)	1488.7
Operational Capacity (Ml/d)	11.24
Operational Capacity (Ml/d) as a % of Design	0.75%
Average Daily Consumption (Ml/d)	371.74
Efficiency (Ml/d per person)	44.8%
Chemical Compliance (%)	99.9%

出典: 2012 Blue Drop Report

表 2-4-9 無収水の状況（2010年）

System Volume Available 921.29 Mli/d	Authorized Consumption 750.94 Mli/d	Billed Authorized Consumption 707.46 Mli/d	Billed metered consumption 707.46 Mli/d	Revenue Water 707.46 Mli/d	
			Billed unmetered consumption 0 Mli/d		
	Water Losses 170.35 Mli/d	Unbilled Authorized Consumption 43.48 Mli/d	Unbilled Metered Consumption 29.67 Mli/d	Unbilled Unmetered Consumption 13.81 Mli/d	Non-Revenue Water 213.63 Mli/d
			Aggravated Losses 64.87 Mli/d		
Real Losses 105.48 Mli/d		Customer Meter Inaccuracies 55.29 Mli/d	Leakage on Transmission and Distribution Mains 155.99 Mli/d		
		Leakage on Overflows at Storage Tanks 0.45 Mli/d	Leakage on Service Connections up to point of customer meter Negligible		

出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15



出典: Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15

図 2-4-8 水需要の経年変化

- 市の統合開発計画によると、上水道の目標は以下の通りである。
 - ・ 水需要増加率の低減
 - ・ 水道管の水圧管理
 - ・ 破損したパイプラインの交換
 - ・ 不法居住地区への水道の導入
 - ・ 浄水場とポンプ場の改善
 - ・ 必要なバルク水インフラの開発
(排水の再利用、雨水貯留、地下水と淡水化)
 - ・ Berg 川ダムの建設
 - ・ Muldersvlei 浄水場の建設
 - ・ 高い水質基準の維持
- ケープタウンでは以下のプロジェクトが進められている：
 - ・ ケープタウン淡水化プロジェクト
 - ・ 水道メーターの網目状整備

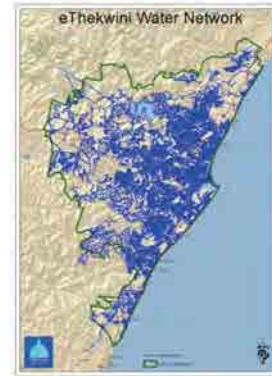
2.4.5 エテクウィニの現状

- エテクウィニでは、国家水局はダムを建設する役割であり、UmgeniWater はダムから水を引いて多様な顧客への給水のためバルク水として飲料用処理を行うとともに、都市の水部局へ供給する役割を果たしている。
- 飲料水は、雨水／流水が Midmar ダムといったある種のダムに貯留することに始まり、浄水場にポンプで運ばれ、凝集濾過と衛生プロセスで処理される。
- エテクウィニの給水は、Mgeni 川流域の Mgeni 下流システムに依存している。この給水システムは3箇所のダムと3箇所の浄水場を有している。DurbanHeight 処理場の浄水プロセスは、前塩素酸化処理、高分子凝集処理、高速ろ過、塩素処理となっている。
- 2011年現在、エテクウィニでの無収水は35.4%であると推定されている。



出典: Umgani Water Annual Report 2012/13

図 2-4-9 Umgani Water 社インフラ図



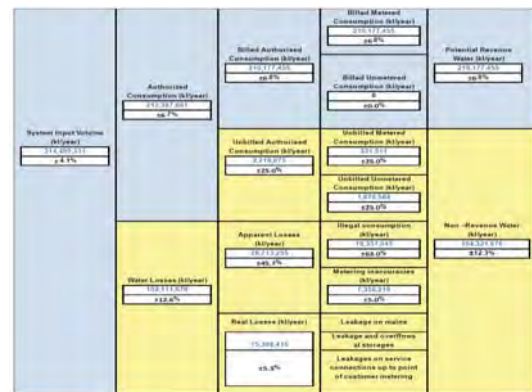
出典: eThekweni Municipality Water Service Development Plan 2012

図 2-4-10 エテクウィニの水道ネットワーク

表 2-4-10 エテクウィニにおける Blue Drop 評価結果

Water Services Authority		eThekweni Metropolitan Municipality	
Water Services Provided		Umgeni Water - Fongaat Hulet	
Municipal Blue Drop Score:		98.77%	
Performance Area	Umgeni	eThekweni Main	Ogunjini
Water Safety Planning (15%)	100	100	97
Treatment Process Management (10%)	98	98	75
DWQ Compliance (30%)	100	100	28
Management, Accountability (10%)	100	100	93
Asset Management (15%)	91	91	80
Bonus Scores	0.46	0.46	6.99
Penalties	0	0	0
Blue Drop Score (2012)	98.79% (9)	98.79% (9)	77.87% (4)
2012 Blue Drop Score	96.05%	96.05%	79.08%
2010 Blue Drop Score	96.08%	96.08%	Not assessed
System Design Capacity (MJ/d)	1456.55	1456.55	1.1
Operational Capacity (% of Design)	77.68	77.68	118.18
Population Served	3 285 026	3 285 026	4 800
Average daily Consumption (l/c/d)	344.43	344.43	270.83
Microbiological Compliance (%)	99.0%	99.0%	99.5%
Chemical Compliance (%)	98.4%	98.4%	99.9%

出典: 2012 Blue Drop Report



出典: eThekweni Municipality Water Service Development Plan 2012

図 2-4-11 エテクウィニの水収支 (2010/11年)

- 都市の統合開発計画での水道に関する目標は以下の通りである。
 - ・インフラ施設の対応と各戸サービスの需要と予備への対応
 - ・無収水の損失削減
- エテクウィニにおける水道事業開発計画での目標は以下の通りである。
 - ・各戸への飲料水供給
 - ・西水路と北水路の拡大計画という、2つの主要な給水プロジェクトの計画実施
 - ・給水調整戦略（水道保全と需要の管理）
 - ・飲料水目的の淡水化と排水再利用
 - ・国家水局による SpringGrove と Umkomazi という 2 大ダム新設
- エテクウィニには、以下の 4 つの大規模水プロジェクトが進行中である。
 - ・西水路プロジェクト：北西部地域へのバルク水の供給能力の増加
 - ・北水路プロジェクト：既存パイプラインとボトルネック点の強化
 - ・無収水削減：水圧管理と老化インフラの交換、漏水管理と正確なメーター整備

・ Umhlanga 貯水池整備： UmhlangaRidge 地域での 10,000 m³ の貯水池建設

2.4.6 課題事項

(1) ヨハネスブルグ

ヨハネスブルグでは上水道に関して3つの大きな課題があげられる。1つ目は水不足対策であり、排水の再利用システムや鉱山廃水問題などが課題となっている。2つ目はパイプ・ネットワークの劣化対策、3つめは高漏水率対策である。

(2) ケープタウン

ケープタウンでは上水道に関して3つの大きな課題があげられる。1つ目は水需要の増加対策であり、具体的な対策方針としては、需要増加率の削減、破損パイプラインの交換、水道管の水圧管理、Berg 川ダムの建設、Muldersvlei 浄水場の建設などがあげられる。2つ目は必要なバルク水インフラの整備（排水再利用、地下水と淡水化）であり、具体的な対策方針としては、給水の拡大、不法居住地区への水道導入があげられる。3つめは既存インフラの更新と管理であり、具体的な対策方針としては、浄水場・ポンプ場の更新、高水質基準の維持があげられる。

(3) エテクウィニ

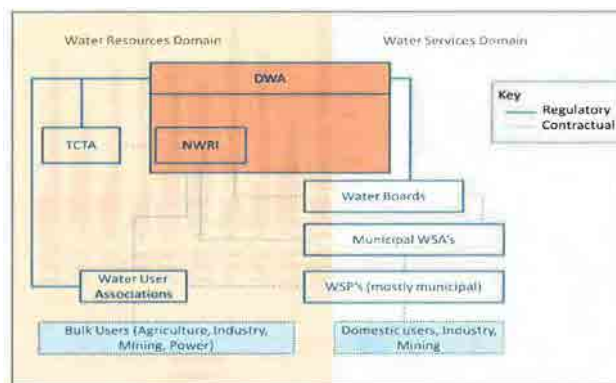
エテクウィニでは上水道に関して2つの大きな課題がある。1つ目は水需要の増加対策であり、DWA による SpringGrove と Umkomazi の2つの新しい大ダム建設、無収水損失の削減、飲料水目的の淡水化と排水再利用、給水調整戦略（水道保全と需要の管理）が進められている。2つ目は給水の拡大対策であり、水道インフラと各戸サービスの提供、西水路および北水路の拡大計画が進められている。

2.5 下水道

2.5.1 南アフリカの法規と計画

(1) 下水道に関する関係機関

- 国家水局は、政策の立案、戦略の計画、規制・監視・支援を行う。
- 各都市の水部局は水道供給と衛生サービスの提供に関する計画、実施、規制の責任を持つ。



出典: Market research and analysis of the South African water sector 2014

図 2-5-1 上下水道に関する関係機関

表 2-5-1 下水道管理の実施主体

組織	実施主体
国	- 国家水局
ヨハネスブルグ	- Johannesburg Water (都市部局)
ケープタウン	- Water and Sanitation Department (都市部局)
エテクウィニ	- eThekweni Water and Sanitation (都市部局)

(2) 国レベルの規制と政策

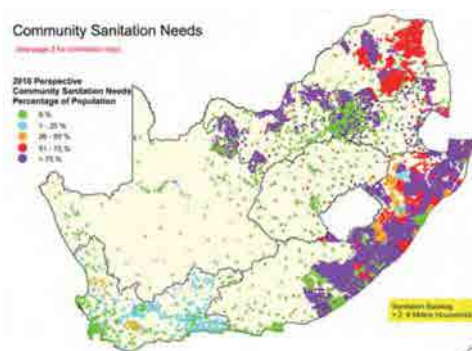
- 下水道に関する主な規制と政策としては、下記が挙げられる。
 - ・ 上水道・衛生政策 1994 年
 - ・ 国家衛生政策 1996 年
 - ・ 水政策白書 1997 年
 - ・ 水事業法 1997 年
 - ・ 国家水法 1998 年
 - ・ 基礎衛生白書 2001 年
 - ・ 国家健康法 2003 年
- 2030 年に向けた国家開発計画での主な方針としては、下記が挙げられる。
 - ・ 統合排水管理戦略
 - ・ 排水再利用の規制
 - ・ 基礎衛生サービスの提供
- 国家衛生戦略での主な方針としては、下記が挙げられる。

- ・基礎衛生サービス無料化実行戦略 2002 年
 - ・国家衛生戦略 2005 年
 - ・基礎衛生サービス無料化実行戦略 2009 年
 - ・国家水事業規制戦略 2010 年
 - ・Green Drop プログラム
- 基礎的なトイレ施設とは、安全かつ信頼性があり、環境的に健全で、清潔の維持が簡単で、プライバシーがあり天候の影響から守られ、換気良く、臭いが少なく、ハエやペストの原因となる虫などの侵入を防ぐことができるものである。
- 国家衛生の目標は下記に示すとおりである。
- ・2014 年までに、南アフリカ国民すべてが基礎的な公衆衛生機能を受けることができる。
 - ・2010 年までに、全学校で十分で安全な給水と公衆衛生サービスを受けることができる。
 - ・水サービスインフラ分野の総実行額が少なくとも GDP の 0.75% となる。

2.5.2 南アフリカの現状

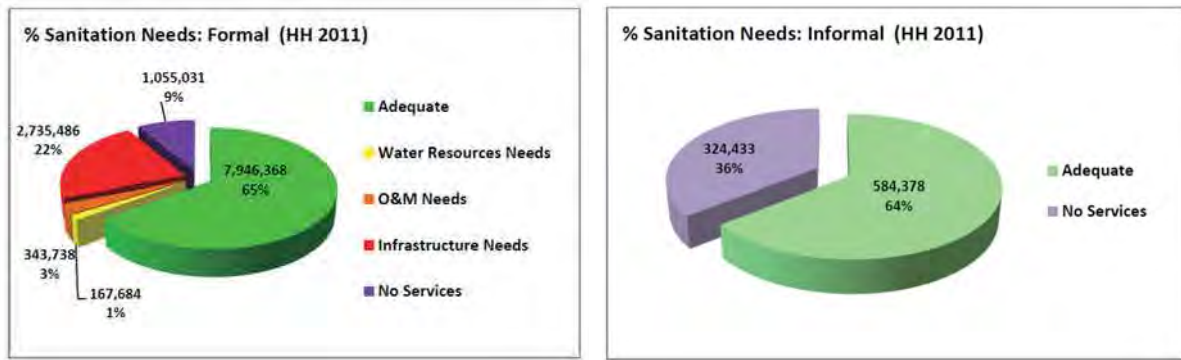
(1) 衛生管理

- 南アフリカの全世帯のおよそ 11% は、まだ公衆衛生サービスを備えられていない。また、合法居住地域の世帯の少なくとも 26% は、技術不足による非効率的な運用、不適切な維持管理・交換・補修、汲取サービス、水資源不足が原因となり、衛生基準に満たない公衆衛生サービスを甘受している。



出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010

図 2-5-2 各自治体の衛生需要



出典: Report on the Status of Sanitation Services in South Africa 2012

図 2-5-3 南アフリカにおける合法居住地区および不法居住地区の衛生需要(2011 年)

表 2-5-2 南アフリカの衛生需要

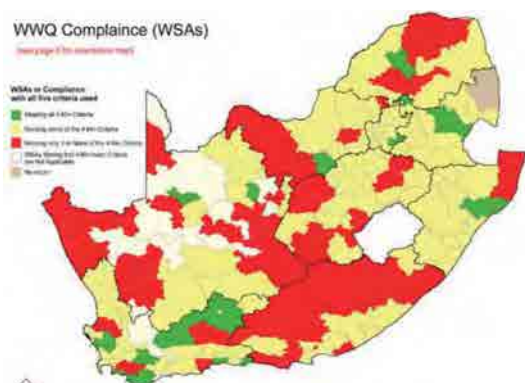
Province	Formal					Informal	
	Adequate	Water Resources Needs	O&M Needs	Infrastructure Needs	No Services	Adequate	No Services
Eastern Cape	829 274	0	0	503 789	165 919	11 243	113 223
Free State	674 502	101 469	12 650	386 432	1 505	8 770	1 161
Gauteng	2 334 964	0	0	0	1 570	205 892	143 917
KwaZulu-Natal	779 027	19 030	99 849	244 269	554 460	121 069	12 937
Limpopo	591 687	44 561	213 546	796 552	0	2 965	6 550
Mpumalanga	583 210	0	0	439 943	975	5 539	28 701
North West	478 338	2 624	39	340 389	294 747	39	3 088
Northern Cape	196 661	0	17 654	24 022	22 072	18 940	5 922
Western Cape	1 478 705	0	0	90	13 783	209 921	8 934
South Africa	7 946 368	167 684	343 738	2 735 486	1 055 031	584 378	324 433

出典: Report on the Status of Sanitation Services in South Africa 2012

(2) 下水処理

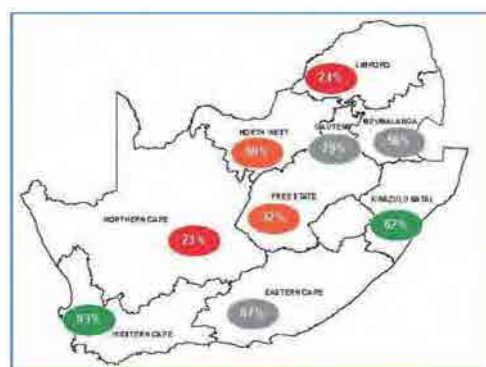
- 南アフリカには 951 箇所の下水処理場があるとされている。すべての下水処理場では受け入れ水質目標を達成しなければならず、環境影響と人間の健康リスクを最小化するため許可基準に従う必要がある。
- 平均 750 万 m³ の排水が下水処理場で処理されている。処理場では、長時間エアレーション、活性汚泥の散水ろ床、生物学的フィルタ、酸化池など、様々な技術が利用されている。
- 現在、下水道部局の多く（60%）は、下水処理場のすべての作業に対する適切な免許または許可を有していない（2008 年 11 月時点では 55%）。
- 現在、下水道部局のほぼ半分（47%）は、指定された免許または許可条件を厳守していない。（2008 年 11 月時点では 39%）。
- 設計能力以下で下水処理場を運転している下水道部局は 47% しかない。

- 多くの自治体の下水処理場では定期保守点検は実施されておらず、処理場で更なる障害が生じている。
- 下水道部局の約 1/3 (31%) は、最低月 1 回の排水水質のモニターを実施していない。
- 下水道部局の 23% は、排水水質分析のために研究施設を使っていない。
- 下水処理場の 60~80% は、規定された水質基準に適合していない。
- 「GreenDrop」プログラムは、2008 年に国家水局によって施行された。このプログラムは、南アフリカすべての自治体と水サービス業者の排水処理システムを保証するものとなっている。
- 826 箇所の下水処理場のうちわずか 40 箇所しか、GreenDrop 認定を受けることができなかった。2011 年の調査結果は以下のとおりである。
 - ・ 317 箇所の下水処理場では緊急の注意を必要としている。
 - ・ 143 箇所の下水処理場では大きな障害の恐れがある。
 - ・ 下水処理場の 20% は、設計処理能力以上で稼働している。
 - ・ 下水処理場の 90% は、3 つ以上の排水項目で不適合となっている。



出典: Strategic Overview of the Water Sector in South Africa 2010

図 2-5-4 各自治体の排水水質の適合状況



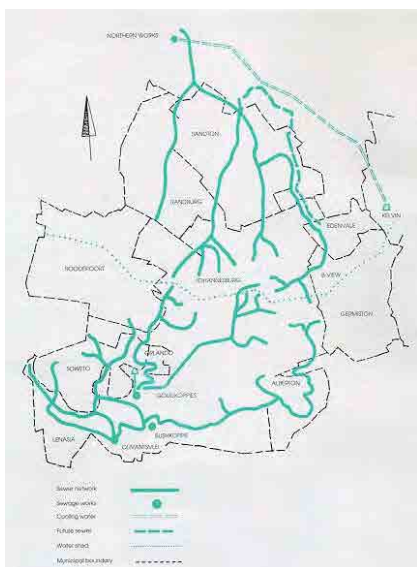
出典: Report on the Status of Sanitation Services in South Africa 2012

図 2-5-5 各州における GreenDrop の平均スコア

2.5.3 ヨハネスブルグの現状

- ヨハネスブルグの 91% の世帯では、衛生サービスレベル 1 (レベル 1: 一般的に不法居住エリアで供用される VIP トイレおよび共同換気筒) を確保している。
- Johannesburg Water 社は、総能力 960,000m³/日となる 6 箇所の下水処理場、38 箇所の下水ポンプ場、Midrand から Ennerdale にわたる 10,058.03km の下水道パイプラインを運用している。
- 最大の下水処理場は Northern 処理場であり、約 160 万人分の 400,000 m³/日の処理水を扱っている。この処理場は、Alexandra, Edenvale, Randburg, Sandton, Midrand, Roodepoort の一部を含む Hillbrow 等の北エリアを対象としており、施設は Diepsloot 地区に位置している。

- 一般的な下水処理プロセスは、スクリーニング、沈降処理、最初沈殿、汚泥の酸化分解、流量調整、生物反応、最終沈殿、塩素処理となっている。
- 本処理場での処理水は、Jukskei 川に放流、または JohannesburgWater 社が所有する農場での灌漑利用、Kelvin 発電所での冷却水としてポンプ圧送、などされている。高価かつ高品質な飲料用水はこれらの目的には使用していない。
- 加えて、JohannesburgWater 社の下水処理場から年間 100,000 乾燥トンの下水汚泥が生み出される。JohannesburgWater 社では、下水汚泥と伐採工場の木屑をあわせて堆肥化する JO-GRO システムにて堆肥を生産している。汚泥を堆肥化するこの技術は、アメリカの多くの都市で実施されているものを適用したものである。



出典: Greater Johannesburg Metropolitan Council Homepage

図 2-5-6 ヨハネスブルグの下水道ネットワーク

表 2-5-3 ヨハネスブルグの下水処理場

名称	運用開始年	平均日処理量	基準の適合状況
Northern 下水処理場	5 系統 1962, 1963, 1979 1993, 2009		97.8%
Bushkoppie 下水処理場	1984, 1985	211,000 m ³ /d	98.3%
Driefontein 下水処理場	2 系統 1973, 1986	31,000 m ³ /d	98.9%
Olifantsvlei 下水処理場	3 系統 1956, 1973, 1996	171,000 m ³ /d	99.6%
Ennerdale 下水処理場	1982	6,000 m ³ /d	99.7%
Goudkoppies 下水処理場	1978		

出典: Report on the Status of Sanitation Services in South Africa 2012

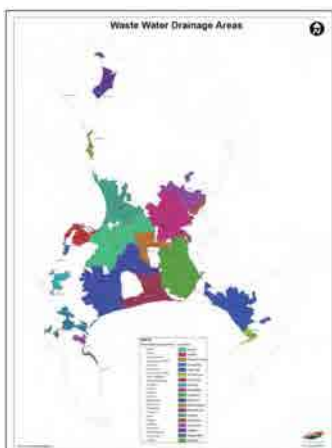
- 市の統合開発計画における下水道の目標は以下の通りである。
 - ・ 基礎レベルの公衆衛生の提供
 - ・ 下水処理場の拡大と更新
- JohannesburgWater 社では以下のプロジェクトが進行中である。
 - ・ インフラの改善と更新プログラム
 - ・ 下水処理場の拡大と更新 (Lanseria 処理場、Northern 処理場他)
 - ・ 下水道ネットワークの改善と管路の更新
 - ・ 基礎サービスの提供
 - ・ 水資源管理

2.5.4 ケープタウンの現状

- 市の下水道システムは以下のとおり：ケープタウンによって所有・運営される 27 箇所

の下水処理場、379 箇所の下水道ポンプ場、8752km の下水道パイプライン。

- 市の 27 箇所の下水処理場はすべて、国家水局の必要要件を満たすには改善が必要である。2011/2012 の予算年には、全体の排水水質の平均基準適合率は、前年の 83.7%から 85.7%に改善した。
- Cape Flats 処理場での排水処理プロセスは以下のとおりである。
 - ・ 活性汚泥による初期沈降
 - ・ 部分的な脱窒と過剰摂取による生物学的リン除去。
 - ・ 嫌気性汚泥消化に続く機械式造粒脱水。
 - ・ 大規模な浄化池システム。



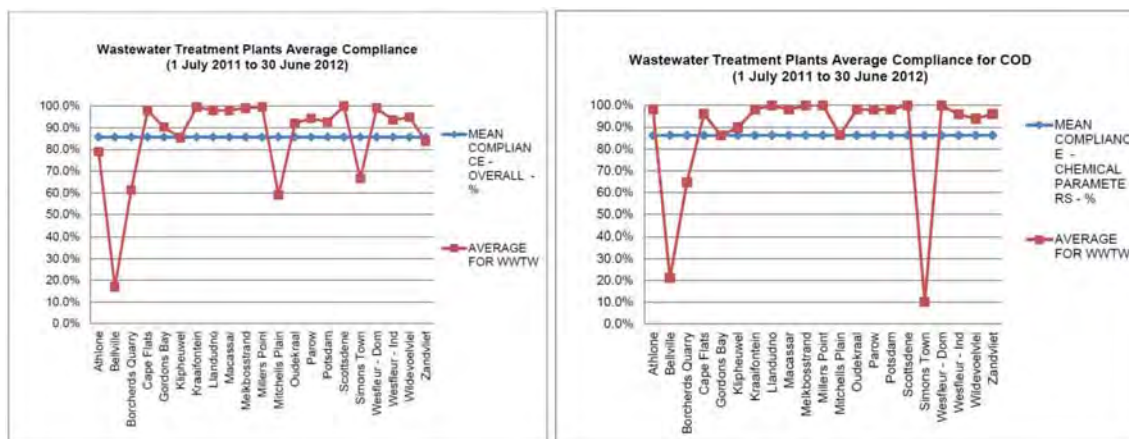
出典：Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15

図 2-5-7 排水処理エリア区分

表 2-5-4 衛生サービスの現状

項目	2012 年
全体サービス世帯数	1,022,818
全体サービス世帯比率	93%
合法居住地区でのサービス世帯数	909,231
不法居住地区でのサービス世帯数	113,587
不法居住地区でのサービス世帯比率	59%
貧困世帯のサービス世帯比率	87%

出典：Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15



出典：Water Service Development Plan for City of Cape Town 2012/13-2016/15

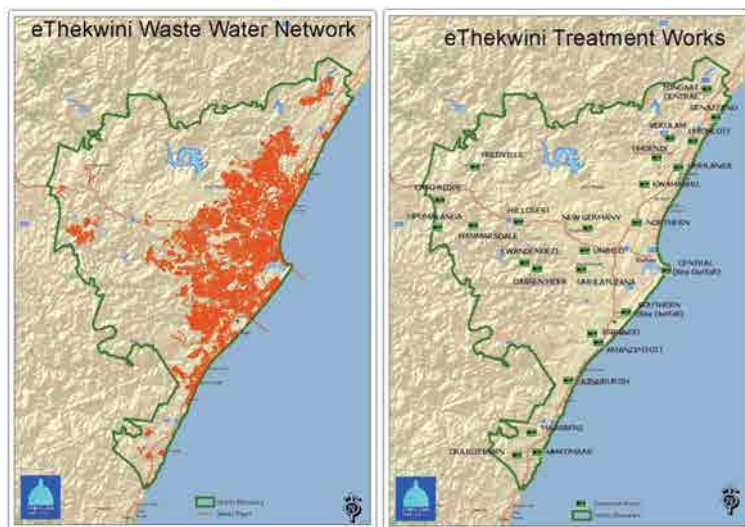
図 2-5-8 下水処理場の平均基準適合率（2011 年）

- 市の統合開発計画における下水道の目標は以下の通りである。
 - ・ 基礎的公衆衛生施設とサービスの維持管理と拡大
 - ・ 環境保全（水質保全のための下水処理場管理）

- ケープタウンでは以下のプロジェクトが進行中である。
 - Potsdam 処理場の拡張
 - Zandcliet 処理場の拡張
 - Mitchells Plain 処理場
 - 処理場インフラの更新

2.5.5 エテクウィニの現状

- 2011年の水事業開発計画によれば、およそ54%の世帯では下水道に接続した水洗式トイレを、およそ4%はセプティックタンクに接続した水洗式トイレを、およそ10%は糞便と尿を分離した乾燥トイレを、およそ4%は改善汲取便所を有しており、4%は地域の共同トイレを利用し、24%がその他となっている。
- エテクウィニは、7,000kmの下水道メインパイプラインと27箇所の下水処理場を所有する。下水処理場では合計500,000 m³/日の排水を処理する。2箇所の処理場では処理水を海に放流し、残りの処理場は河川へ放流している。
- これらの27箇所の下水処理場では、病原体、バクテリア、他の汚染物質を除去して河川や海へ十分にきれいな水を放流するため、排水処理を実施している。下水処理場の処理水を公共エリアへ放流する場合、国家水局の基準に適合する必要がある。



出典: eThekweni Municipality Water Service Development Plan 2012

図 2-5-9 eThekweni 下水ネットワークと下水処理場

表 2-5-5 衛生サービスの提供レベル

Table 3.3.1 Sanitation Service Delivery Levels		
Description	2010/2011	2011/2012
	Actual No	Actual No
<i>Sanitation/sewerage: (above minimum level)</i>		
Flush toilet (connected to sewerage)	498,341	449661
Flush toilet (with septic tank or package plant)	37,288	107525
Urine Diversion (UD)	89,307	79049
Pit toilet (ventilated)	40,000	35000
Other toilet provisions (above minimum service level) (ablution blocks)	34,681	48118
Total households above minimum level	702,611	719353
Sanitation Backlog	209,847	226557
*Total number of households including informal settlements	912,458	945910
Percentage below minimum level	24%	23.95%
Percentage above minimum level	76%	76.05%

出典: eThekweni Municipality Annual Report 2011/12

表 2-5-6 下水道に関する指標

指標	2007/08
1. Durban で衛生施設が提供されていない世帯数	168 216 世帯
2. 海へ放流される日水下水処理量	261,000m3/d
3. 河川へ放流される日水下水処理量	242,000 m3/d
4. 海域放流基準への適合率	78 %
5. 河川放流基準への適合率	71 %
6. Durban における下水処理能力	681,000 m3/d
7. 現有下水処理場の稼働率	74 %
8. 国家水局から自治体への警告または訴追 2007/2008 年	0 件
9. 自治体の処理場からの非適合水の排水による警告または訴追	840 件

出典: State of the Environment Report 2007/8

- eThekweni 水道部局が所有する Durban の南部に位置する Southern 下水処理場にて、2001 年 5 月に下水処理水浄化プラントが操業を開始した。このプラントでは、47,500m3 の家庭排水および産業排水を飲料水基準に近い水質まで処理することができ、工場プロセスで直接利用ができる。現時点の 2 大顧客は Merebank の Mondi 製紙工場と Shell と BP が所有する Sapref 精練所となっている。このプラントでは、およそ 300,000 人分の飲料用水を十分提供することができる。

2.5.6 課題事項

(1) ヨハネスブルグ

- ヨハネスブルグでは下水道に関して 5 つの大きな課題がある。具体的には、下水道ネットワークの拡大、下水処理場の改善、下水処理場における熱回収システムの導入、高漏出率対策とパイプネットワークの悪化対策、水管理システムとなっている。

(2) ケープタウン

- ケープタウンでは下水道に関して 3 つの大きな課題がある。具体的には、基礎的公衆衛生サービスの提供、基本的公衆衛生施設とサービスの維持管理と拡大、環境保全（水質保全のための下水処理場管理）となっている。

(3) エテクウィニ

- エテクウィニでは下水道に関して 3 つの大きな課題がある。1 つ目は基礎的公衆衛生サービスの提供であり、具体的には農村地帯でのし尿分離トイレの提供が課題となっている。2 つ目は下水の収集と処理であり、具体的な対策方針として下水道ネットワークの更新と下水道パイプの交換、下水処理場の拡大と更新があげられる。3 つ目は下水処理水の再利用となっている。

2.6 廃棄物

2.6.1 南アフリカの法規と計画

(1) 廃棄物に関する関係機関

表 2-6-1 廃棄物管理の実施主体

組織	実施主体
国	- 国家環境局
ヨハネスブルグ	- Pikitup
ケープタウン	- City of Cape Town Solid Waste Department
エテクウィニ	- Ethekwini Municipality Cleansing and Solid Waste Department

(2) 廃棄物の定義

- 国家環境管理：廃棄物法 2008 年に基づく

“**廃棄物**” 削減・再利用・リサイクル・回復できる／できないに関わらず、あらゆる物質を指す、「一般廃棄物」と「有害廃棄物」の 2 種類に区分される

“**一般廃棄物**” 廃棄物のうち直接的に有害または健康や環境へのリスクがないもの、以下が含まれる

- (a) 家庭ゴミ
- (b) 建設および解体ゴミ
- (c) 業務ゴミ
- (d) 不活性ゴミ

“**有害廃棄物**” 有機物／無機物／化合物のうち、物理的または化学的毒性の本質的特徴を持ち、健康と環境に有害な影響を及ぼす可能性のあるもの。

表 2-6-2 一般廃棄物と有害廃棄物の分類

Level 1	Level 2	Level 1	Level 2		
General Waste	GW01	Municipal waste	Hazardous Waste	HW01	Gaseous waste
	GW10	Commercial and industrial waste		HW02	Mercury containing waste
	GW13	Brine		HW03	Batteries
	GW14	Fly ash and dust from miscellaneous filter sources		HW04	POP Waste
	GW15	Bottom ash		HW05	Inorganic waste
	GW16	Slag		HW06	Asbestos containing waste
	GW17	Mineral waste		HW07	Waste Oils
	GW18	Waste of Electric and Electronic Equipment (WEEE)		HW08	Organic halogenated and/or sulphur containing solvents
	GW20	Organic waste		HW09	Organic solvents without halogens and sulphur
	GW21	Sewage sludge		HW10	Organic solvents without halogens and sulphur
	GW30	Construction and demolition waste		HW11	Other organic waste without halogen or sulphur
	GW50	Paper		HW12	Tarry and Bituminous waste
	GW51	Plastic		HW13	Brine
	GW52	Glass		HW14	Fly ash and dust from miscellaneous filter sources
	GW53	Metals		HW15	Bottom ash
	GW54	Tyres		HW16	Slag
GW99	Other	HW17	Mineral waste		
		HW18	Waste of Electric and Electronic Equipment (WEEE)		
		HW19	Health Care Risk Waste		
		HW20	Sewage sludge		
		HW99	Miscellaneous		

出典: National Waste Information Baseline Report 2012

(3) 国家廃棄物管理戦略

- 国家廃棄物管理戦略ではフレームワークとして 8 つの目標を設定した。それぞれの目標は 2016 年までに達成するものとして下表に示すとおりとなっている。

表 2-6-3 国家廃棄物管理戦略の目標まとめ

	内容	2016年までの目標
目標 1:	廃棄物の削減／再利用／リサイクル／回復の促進	- 最終処分場のリサイクル可能なもののうち 25% を再利用／リサイクル／回復する。 - すべての都市と第二都市レベルの自治体と大規模な町にて、発生源分別プログラムを開始する。 - 紙と包装、農薬、照明（電球型蛍光灯）とタイヤ産業についての産業廃棄物管理計画における廃棄物の削減とリサイクル目標の達成。
目標 2:	廃棄物サービスの効果的かつ効率的な提供	- 都市家庭の 95% と地方家庭の 75% に、十分なレベルの廃棄物収集サービスを提供する。 - 廃棄物処分場の 80% は正規許可を得る。
目標 3:	廃棄物分野のグリーン経済への貢献	- 廃棄物分野での 69,000 件の新しい仕事創出。 - 中小企業と協同組合のうち新たに 2,600 件の廃棄物配送およびリサイクルサービスへの参加。
目標 4:	健康、快適な暮らし、環境に対する廃棄物の影響への理解	- 80% の自治体にて地元理解促進キャンペーンの実施。 - 80% の学校にて廃棄物理解促進プログラムの実施。
目標 5:	統合廃棄物管理計画の達成	- すべての自治体にて統合廃棄物管理計画を統合開発計画に統合し、総合廃棄物管理の目標を達成する。 - 南アフリカワイン情報システムに報告する必要があるすべての廃棄物管理施設が、報告用の定量化システムを所有する。
目標 6:	廃棄物サービスの十分な予算確保と確実な財務管理	- 廃棄物サービスを行うすべての都市は、サービスの完全な原価計算を行い、コストを反映した料金設定を行う。
目標 7:	汚染土壌の正しい対策提供	- 汚染土壌として登録されたサイトのうち 80% での完全なアセスメントの実施。 - 確定した汚染サイトのうち 50% での改善計画の承認。
目標 8:	廃棄物法の施行と効果的の遵守	- 不遵守活動に対する成功した施行件数の 50% 増加。 - 廃棄物法実施のため、政府 3 分野で 800 人の環境管理検査官を指定。

出典: National Waste Management Strategy 2011

2.6.2 南アフリカの現状

(1) 廃棄物収集

- 2007 年時点で、南アフリカ全世帯の 61% が家庭向け廃棄物収集サービスの提供を受けている。

(2) 廃棄物発生

- 南アフリカでは毎年 4200 万 m³ 以上の一般廃棄物が発生している。
 - 毎年 500 万 m³ 以上の有害廃棄物が発生している。これは、集中した鉱業産業と Mpumalanga 省と KwaZulu-Natal 省での肥料生産の影響が大きい。

Province	kg/capita/annum	Waste generated as % of Total waste
Western Cape	675	20
Eastern Cape	113	4
Northern Cape	547	3
Free State	199	3
KwaZulu Natal	158	9
North West	68	1
Gauteng	761	45
Mpumalanga	518	10
Limpopo	103	3

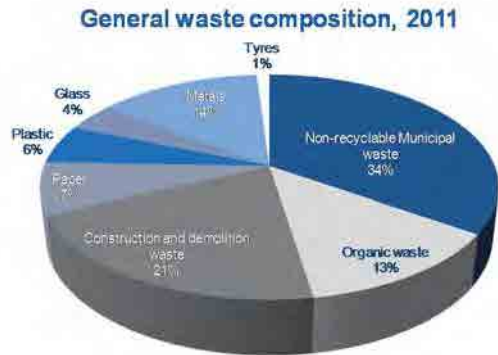
出典: The Current Waste Generation and Management Trends in South Africa: A Review

図 2-6-1 南アフリカ各省の自治体ゴミの状況 (2011 年)

(3) 廃棄物の構成

- 国家廃棄物情報ベースライン報告書 (2012 年) によると、南アフリカでは 2011 年に 5900

万トンの一般廃棄物が発生した。一般廃棄物のうち 10%がリサイクルされ、残りは埋立処理されたと推定されている。金属廃棄物、商業廃棄物、産業廃棄物、紙廃棄物などは高い比率でリサイクルされている。



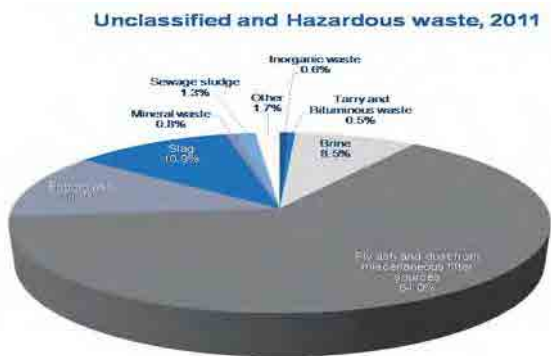
General Waste 2011	Generated	Recycled	Disposed	Recycled
		Tonnes	Tonnes	%
GW01 Municipal waste	7 878 564	-	7 878 564	0
GW10 Commercial and industrial waste	12 111 267	9 325 678	2 785 591	77
GW13 Brine	-	-	-	-
GW14 Fly ash and dust from miscellaneous filter sources	-	-	-	-
GW15 Bottom ash	-	-	-	-
GW16 Slag	-	-	-	-
GW17 Mineral waste	-	-	-	-
GW18 Waste of Electric and Electronic Equipment (WEEE)	-	-	-	-
GW20 Organic waste	2 864 461	1 034 061	1 820 400	35
GW21 Sewage sludge	-	-	-	-
GW30 Construction and demolition	4 725 542	756 087	3 969 455	16
GW50 Paper	1 894 752	966 009	728 743	57
GW51 Plastic	1 278 713	230 168	1 048 545	18
GW52 Glass	897 809	300 118	637 751	32
GW53 Metals	3 121 203	2 498 862	624 241	80
GW54 Tyres	246 631	9 885	236 786	4
GW99 Other	36 171 127	-	36 171 127	0
Total general waste [T]	59 008 862	5 793 271	53 215 591	10

(-) means no data on recycling was available. GW01 - only the non-recyclable portion is reported here.

出典: National Waste Information Baseline Report 2012

図 2-6-2 モデル化データより推定した一般廃棄物の構成比

- 同報告書によると、南アフリカでは 2011 年に 4900 万トンの分類不能または有害廃棄物が発生した。分類不能または有害廃棄物のうち 10%がリサイクルされたと推定され、残りは埋立処理されたと推定される。バッテリー、スラグ、廃油は高い比率でリサイクルされている。分類不能または有害廃棄物のうち、わずか 1%しか浄化処理されていない。医療廃棄物のほとんどすべては浄化処理されている。



Hazardous and Unclassified Waste	Generated	Recycled	Treated	Landfilled	Recycled
		Tonnes	Tonnes	Tonnes	%
HW01 Gaseous waste	95	-	95	-	-
HW02 Mercury containing waste	898	-	-	898	-
HW03 Batteries	32 912	32 254	-	658	98
HW04 POP Waste	486	-	80	406	-
HW05 Inorganic waste	283 520	-	-	283 520	-
HW06 Asbestos containing waste	32 598	-	-	32 598	-
HW07 Waste Oil	120 000	32 800	-	87 200	44
HW08 Organic halogenated and/or sulphur containing solvents	109	-	-	109	-
HW09 Organic halogenated and/or sulphur containing waste	8 198	3	64	8 134	-
HW10 Organic solvents without halogens and sulphur	753	-	-	753	-
HW11 Other organic waste without halogen or sulphur	198 073	-	-	198 073	-
HW12 Tarry and bituminous waste	255 832	-	-	255 832	-
HW13 & GW13 Brine	4 186 129	-	-	4 186 129	-
HW14 & GW14 Fly ash and dust from miscellaneous filter sources	31 420 488	1 885 229	-	29 535 259	6
HW15 & GW15 Bottom ash	5 717 324	-	-	5 717 324	-
HW16 & GW16 Slag	5 370 808	2 085 484	-	3 285 484	50
HW17 & GW17 Mineral waste	389 000	-	-	389 000	-
HW18 & GW18 Waste of Electric and Electronic Equipment (WEEE)	62 581	6 884	-	55 697	11
HW19 Health Care Risk Waste	45 232	-	45 232	-	-
HW20 & GW20 Sewage sludge	657 963	125 013	39 478	493 472	19
HW99 Miscellaneous	327 250	-	-	327 250	-
Total Hazardous & Unclassified [T]	49 070 249	4 787 664	85 555	44 197 030	10

(-) Blank cell means that we have no data on this waste stream being recycled or treated.

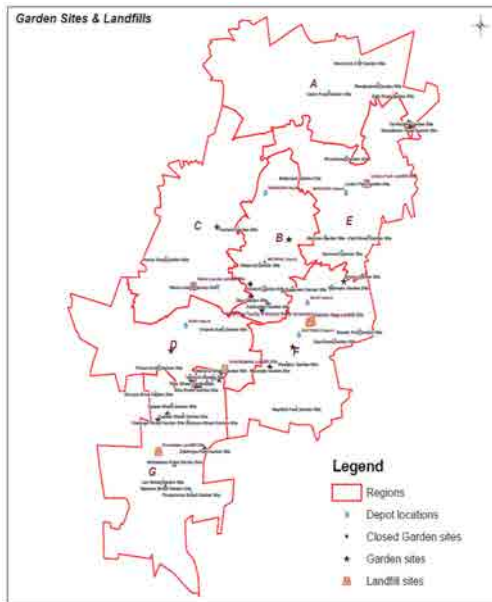
出典: National Waste Information Baseline Report 2012

図 2-6-3 モデル化データより推定した分類不能または有害廃棄物の構成比

2.6.3 ヨハネスブルグの現状

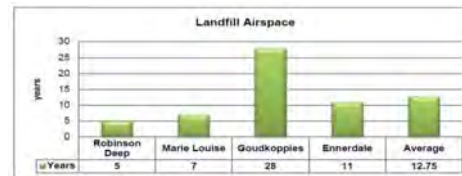
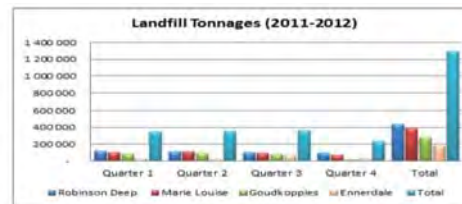
- Johannesburg の廃棄物収集会社「Pikitup」は、11 箇所の収集場、4 箇所の最終処分場、42 箇所の植物系ゴミ収集場、1 箇所のコンポスト化サイトを所有している。
- Pikitup の顧客数は 215,576 世帯となっている。2011 年のゴミ巡回収集の収集率は 70-90% となっている。不法居住地区の 47%では毎日の清掃サービスを受けている。

- 2011-2012年の年間埋立廃棄物総量は1,294,045tonとなった。最終処分場は、消費文化の進展とゴミ発生量の増加により、深刻な空きスペース不足(平均残存空きスペースは12.75年分)に直面している。



Source: Pikitup Home page

図 2-6-4 植物系ゴミ収集場を含めた Pikitup 社の施設



Source: Pikitup Annual Report 2011/12

図 2-6-5 ゴミ巡回収集の収集率、最終処分場の埋立廃棄物量、最終処分場の空き容量(2011/12年)

- Pikitup社は、MarieLouise 最終処分場と Robinson Deep 最終処分場にて、ガスエネルギープロジェクトを実施している。電気を得るため、最終処分場から発生するメタンガスを抽出、着火、二酸化炭素へ燃焼する。5つの最終処分場で合計19MWの電気を発生させ、約12,500戸の中流世帯に利用可能である。
- Panorama 堆肥化プラントは、最終処分場の空き容量を増やす目的で、植物系ゴミをコンポスト化するパイロットプラントとして2004年頃に設立された。しかし、近年はプラントの運用がうまくいかず、あまり土地条件がよくないため、十分な堆肥を生産できず、収入も落ちている。
- Pikitup社はリサイクルを促進しており、現有施設の75%の乾燥廃棄物は回復された。リサイクルの取り組みは以下の表のようになっている。



出典: Pikitup Annual Report 2011/12

図 2-6-6 リサイクルのため回復した乾燥廃棄物

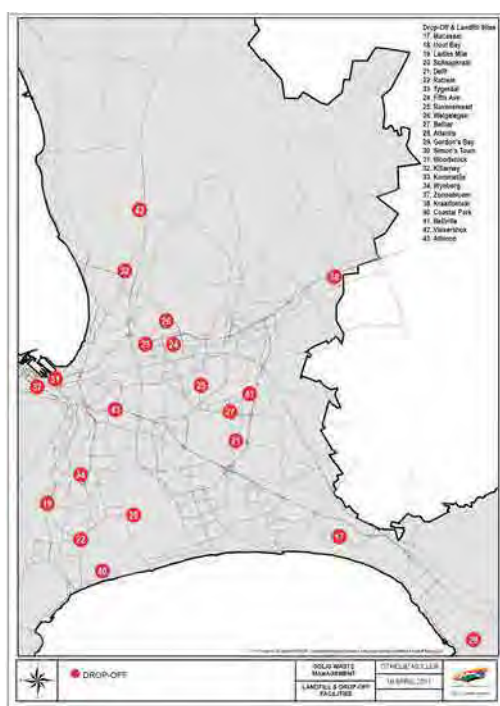
- 市の統合開発計画における廃棄物管理分野の目標は以下の通りである。
 - ・ 2012 年までに最終処分廃棄物を 50%削減、2022 年までに最終処分廃棄物ゼロ。
 - ・ 最終処分場から発生する CO2 削減のための統合廃棄物管理。
 - ・ 最終処分する廃棄物の転換
 - ・ 持続可能な廃棄物処理（最終処分廃棄物の最適化）
 - ・ 汚染コントロール（不法投棄の防止と清掃と撤去）
 - ・ 効果的かつ効率的な廃棄物管理サービス（ゴミ巡回収集の最適化）
- ヨハネスブルグの統合廃棄物管理計画で述べられている目標は以下の通り：
 - ・ 最終処分する廃棄物の 20%削減
 - ・ 最終処分する植物系ゴミを 2015 年までに 60%転換、2020 までに 100%転換
 - ・ 2015 年までに最終処分される家庭および事業ゴミの 20%削減
 - ・ 最終処分する廃棄物量の増加率は人口増加に比例した量以下とする
 - ・ 2011 年 6 月までにすべての最終処分場でライセンスを所有し適法状態とする。
 - ・ 2014 年までに、不法居住地区での日常清掃サービスを含め、ヨハネスブルグのすべての家庭で最低限の基礎的廃棄物サービスを受けられるようする。
 - ・ 環境に対する訴訟と環境管理検査の成功を 10%改善
 - ・ 問題ある廃棄物管理によって引き起こされる汚染発生率を 50%削減

2.6.4 ケープタウンの現状

- ケープタウンには、25 箇所の公共集積所、3 箇所の中継所、3 箇所の最終処分場、2 箇所の再資源化施設がある。
- ケープタウンには、都市が管理する 3 の最終処分場が稼働中である。Coastal Park 処分場は 75ha の面積があり、一般廃棄物の処分を行う。Bellville South 処分場は 60ha の面積があり、一般廃棄物の処分を行う。Vissershok 処分場は有害廃棄物用であり、低リスクの廃棄物と高リスクの廃棄物に区分されて処分されている。これらの最終処分場の残容量は 5 年から 13 年分程度となっている。
- ケープタウンには、Athlone、Swartklip、Kraaifontein の 3 箇所の中継所がある。Kraaifontein 中継所は、統合廃棄物管理施設（集積、材料回収、ゴミ中継、植物系ゴミの裁断）として

運用されている。

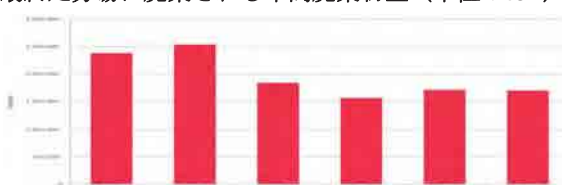
- 近年では、最終処分場の空き容量増加のために、植物系ゴミのコンポスト化および建設がれきの再利用を行っている。
- 現在、不法居住地区を含めた全世帯で週ごとのゴミ収集サービスの提供を受けている。
- 2011年には、年間の最終処分廃棄物量はおよそ170万トンに達し、一人当たり排出量は0.45kg/人日となっている。市の廃棄物削減プログラムによって10%の廃棄物が削減されている。
- 市の廃棄物のうち、家庭廃棄物の比率はおよそ46%、工業廃棄物がおよそ27%、事業廃棄物はおよそ26%と推定されている。



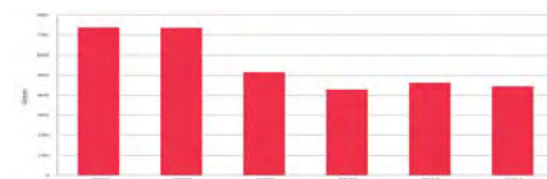
出典: City of Cape Town Home Page

図 2-6-7 ケープタウンの集積所および最終処分場

最終処分場に廃棄される年間廃棄物量 (単位: ton)



一人あたり廃棄物排出量 (単位: kg)

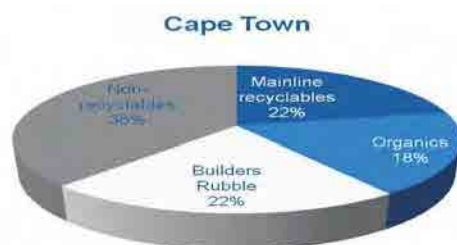


廃棄物削減比率



出典: State of the Environment Report 2012

図 2-6-8 ケープタウンの廃棄物の状況



出典: National Waste Information Baseline Report 2012

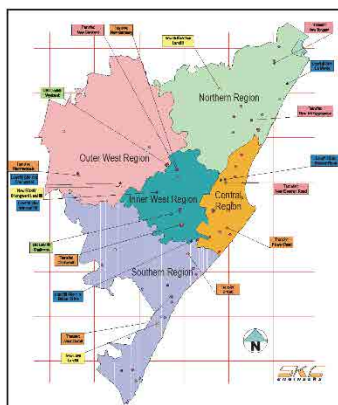
図 2-6-9 都市廃棄物の構成比率

- 2010年9月に運用開始した Kraaifontain 廃棄物管理施設は、南アフリカ初の統合廃棄物管理施設である。メイン施設で1日につき最高1000トンの廃棄物を取り扱うことができる。他の施設としては、植物系ゴミの裁断処理施設、家庭ゴミの資源回収を行うリサイクル・センター、居住者用の公共集積所がある。資源回収は Langa に位置する Athlone 廃棄物中継所でも実施している。
- 市では発生源別の効果的なシステムとして、いくつかの居住エリアでパイロットプロジェクトとして「Think Twice」キャンペーンを実施している。この結果、資源ごみを分別して最終処分量を毎月1300トン削減できていると推定されている。
- 市の廃棄物管理部局では「Waste Wise」と呼ばれる一種のコミュニケーションおよび認識促進のプログラムを開発した。このプログラムは、廃棄物に関する認識を高め、一般市民と企業での廃棄物削減の行動を喚起し、ゴミを減らし、不法投棄を止めさせ、リサイクルを増加させるものである。
- 統合開発計画における廃棄物管理分野の目標は以下のとおり。
 - ・インフラの維持管理
 - 老朽化したゴミ収集車の更新
 - Bellville South 中継所の整備
 - ゴミ集積所の開発
 - ・インフラへの投資
 - 最終処分場の空き容量と戦略的インフラに関するプログラム
- ケープタウンの廃棄物管理計画で述べられている目標は以下の通り：
 - ・最終処分場から転換する廃棄物量
 - ・市が受け入れるゴミの総量の比率
- 統合都市環境政策の環境アジェンダ2014年の「目標9」は、最終処分する廃棄物量を2008年のベースラインから20%縮小することを目標としている。

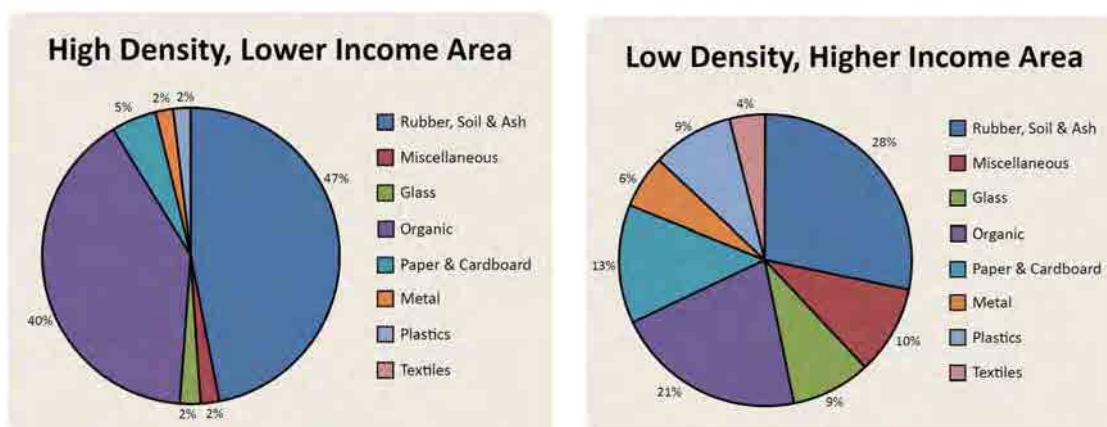
2.6.5 エテクウィニの現状

- 都市の清掃廃棄物部局では、23箇所の管理センター、6箇所の中継所、3箇所の稼働中の最終処分場、23箇所のリサイクル施設、3箇所の最終処分場ガス化プロジェクト、2箇所の浸出水処理プラントを有している。
- 清掃廃棄物部局が運用するこれらの施設により、310万人の住居および産業施設および商業施設に一連のサービスを提供することができる。2011年時点で、毎週のゴミ収集サービスは1,670,392世帯に提供されており、そのうち合法居住地域に945,910世帯、不法居住地域に724,482世帯となっている。
- 清掃廃棄物部局は、Bisasar、Buffelsdraai、LaMercy、Mariannahillという4つの最終処分場を管理している。La Mercy 処分場は空き容量がなくなり閉鎖されるが、閉鎖後も清掃廃棄物部局によって管理される。不足する能力は Lovu 処分場が計画されている。この処分場では約400トン/日の廃棄物を受け入れられるよう設計されている。

- 低レベルの有害廃棄物のため、BulBulDrive と Shongweni の 2 箇所の民間の最終処分場が存在する。



出典: Integrated Waste Management Plan for eThekweni Municipality 2004
 図 2-6-10 の中継所および最終処分場 (2004 年)



出典: Sustainable Waste Management Guideline
 図 2-6-11 都市部での異なる階層の一般廃棄物の構成比率(ボリューム%)

- エテクウィニでは、2007 年にアフリカ初の最終処分場ガス発電プロジェクトを開始した。これは、Mariannhill 処分場、La Mercy 処分場、BisasarRoad 処分場の 3 箇所の最終処分場から排出されるメタンガスを抽出し発電するものである。発電能力は La Mercy 処分場で 0.5MW、Mariannhill 処分場で 1.0MW、Bisasar Road 処分場で 6.5MW となっている。現在、年間 50.00MWh を発電しており、それは 3,750 世帯の小規模家庭への供給に十分な量となっている。また、二酸化炭素排出が 1 ヶ月あたり 20,000 トンの削減となっている。
- 清掃廃棄物部局は、各家庭から簡単にアクセスできるよう戦略的に配置した 22 箇所のリサイクル・センターを所有している。これら施設にて全廃棄物量のうちおよそ 8.1% がリサイクルされている。2 つの大きな成果として、North Coast Road にある買い戻しセンターの再開と Hammarsdale 生態センターの開設があげられる。
- ひとつの成功事例として、現在エテクウィニのすべての合法居住地域の家庭において

「Orange Bag」プロジェクトが実施され、1ヶ月あたり1,500トンの資源ゴミが回収されている。

- 廃棄物の収集には、主に高密度ポリエチレン製の軽くて丈夫な黒いゴミバッグが使用されている。各住宅所有者には必要に応じて毎週最大2つのバッグが配布され、また、ある地域では3ヶ月に26枚のバッグが届けられる。
- 統合開発計画における廃棄物管理分野の目標は以下の通りである。
 - ・残されたインフラの整備：毎週のゴミ収集サービスへ26,000人の顧客追加（5年間の目標）
 - ・インフラのアセットマネジメント：都市の最終処分場に投棄される全廃棄物の20%をリサイクル（5年間の目標）
- エテクウィニの廃棄物管理計画で述べられる目標は以下の通りである。
 - ・サービス提供の拡大
 - ・発生源での分別
 - ・廃棄物の削減
 - ・リサイクル
 - ・2020年までに最終処分ゼロ
 - ・コミュニティの認識促進
 - ・廃棄物管理の最適化

2.6.6 課題事項

(1) ヨハネスブルグ

- ヨハネスブルグでは廃棄物に関して4つの大きな課題がある。具体的には、ゴミ収集システムの改善、3Rシステムの拡大、廃棄物からのエネルギー回収システム、最終処分場の環境管理となっている。

(2) ケープタウン

- ケープタウンでは廃棄物に関して7つの大きな課題がある。具体的には、基礎的廃棄物管理サービスの提供改善、北部地域の廃棄物処分場の建設と試運転、古くなった最終処分場の更生、新しい統合廃棄物管理施設の設置、最終処分する廃棄物の削減、すべての集積所でのライセンス取得と基準への適合、最終処分場でのガス軽減プロジェクトとなっている。

(3) エテクウィニ

- エテクウィニでは廃棄物に関して3つの大きな課題がある。1つ目は基礎的廃棄物収集サービスの提供。2つ目は廃棄物の削減であり、具体的な対策方針としては、廃棄物の削減、発生源での分別、2020年までに最終処分ゼロ、リサイクルがあげられる。3つ目は回収プロジェクトの拡大であり、具体的には最終処分場でのガス発電プロジェクトを実施する。

2.7 電力

2.7.1 発電

南アフリカの経済は豊富な天然資源の開発で牽引されている。鉱山への安定した電力供給が最重要課題となっている。図 2-7-1 に鉱山の分布を示すとおり、多くの金鉱山がヨハネスブルグ周辺に分布しておりまた石炭鉱山もその周辺に分布している。南アフリカの電力の95%はESKOM (Electricity Supply Commission of South Africa)が供給しており、2012年の発電量は237TWh、ピークデマンドは36.5GWであった。表 2-7-1 に発電種別を示すとおり、電力の90%は南アフリカ北東部の石炭火力が供給している。図 2-7-2 示す通り、需要別の電力消費中、18%が鉱山産業で消費されている。

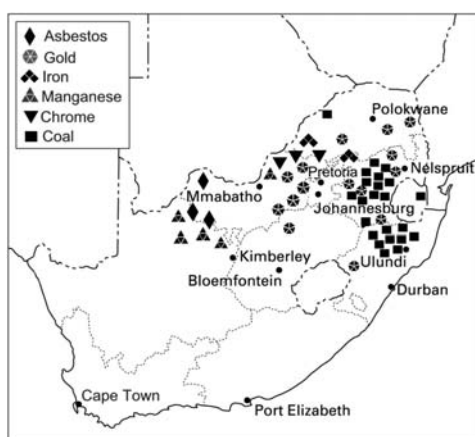


図 2-7-1 南アフリカの資源分布¹

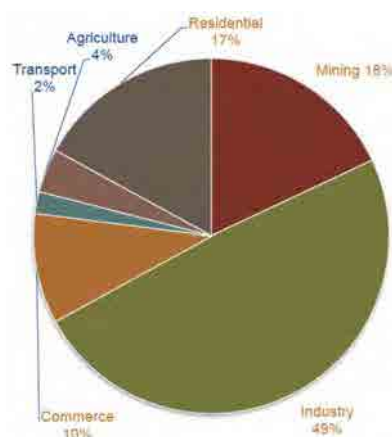


図 2-7-2 需要別電力消費²

表 2-7-1 ESKOM の発電設備

発電種別

種別	比率(揚水除く)	出力(MW)
石炭	88%	35,650
ガスタービン	6%	2,409
原子力	5%	1,860
水力	1%	600
風力	0%	3
揚水	(3%)	1,400
合計		41,922

Base Load

種別	州	名称	出力(MW)
石炭火力	MPUMLANGA	Arnot	2,232
		Duvha	3,450
		Hendrina	1,865
		Kendal	3,840
		Kriel	2,850
		Majuba	3,843
		Matimba	3,690
		Matla	3,450
		Tutuka	3,510
		Camden	1,480
		Grootvlei	1,090
		Komati	792
			FREE STATE
原子力	WESTERN CAPE	Koeburg	1,860
合計			37,510

Peak 対応

種別	州	名称	出力(MW)
水力	NORTHERN CAPE	Gariep	360
		Vanderkloof	240
風力	WESTERN CAPE	KlipheuwelWind	3
ガスタービン	EASTERN CAPE	PortRex	171
	WESTERN CAPE	Acacia	171
		Ankerlig	1,327
		Gourikwa	740
揚水	KWAZULUNATAL	Drakensberg	1,000
	WESTERN CAPE	Palmiet	400
合計			4,412

系統安定化

種別	州	名称	出力(MW)
水力	EASTERN CAPE	FirstFalls	6
		SecondFalls	11
		ColleyWobbles	43
		Ncora	2
合計			62

¹ <http://cnx.org/content/m22302/latest/>

² Eskom's Integrated Demand Management (IDM) Programme and Funding Options

南アフリカは 1990 年代までは豊富な電力資源を有しており近隣諸国にも電力を供給していた。しかしながら 1990 年以降から経済成長による需要の伸びに対して電力への設備投資が低迷し、電力不足が顕著となり 2007 年以降は電力不足への対策として計画停電が行われている。図 2-7-3 に 1999 年から 2011 年までの電力予備率を示す。



図 2-7-3 電力予備率³

2.7.2 送電

図 2-7-4 に南アフリカの石炭火力発電所(電力の 90%を発電)の所在地と送電網を示す。ケープタウンやダーバン等の沿岸都市へ長距離送電網で供給されている。

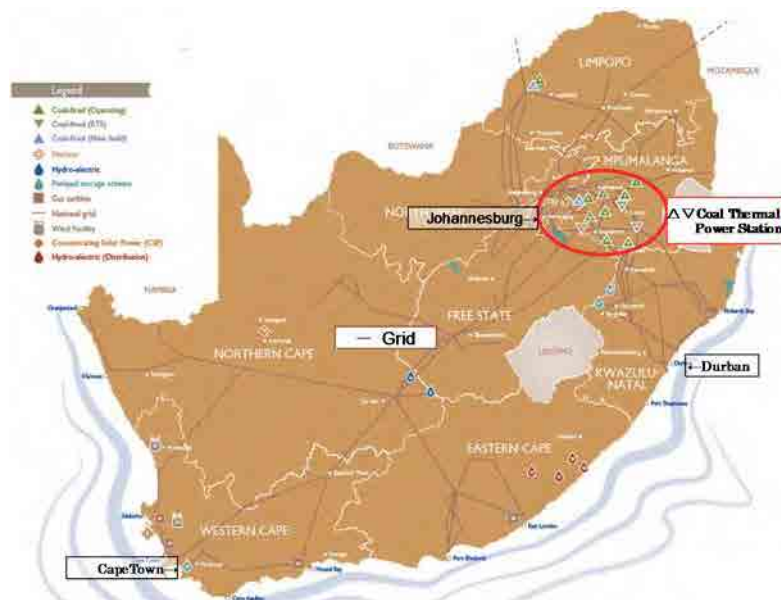


図 2-7-4 ESKOM 社の発電所所在地と電力網⁴

³ <http://www.politicsweb.co.za/politicsweb/view/politicsweb/en/page71619?oid=230322&sn=Detail&pid=71619>

⁴ http://www.eskom.co.za/Whatweredoing/ElectricityGeneration/PowerStations/Pages/Map_Of_Eskom_Power_Stations.aspx

図 2-7-5 に末端への送電網（赤）と未電化地域（黒）を示す。産業が無い地域や貧困地域への電力供給が弱く、16%の世帯が未電化の状態にある。ヨハネスブルグ、ケープタウン、ダーバン等の大都市郊外にも未電化地域が存在している。貧困対策は南アフリカ政府の重要課題となっている。

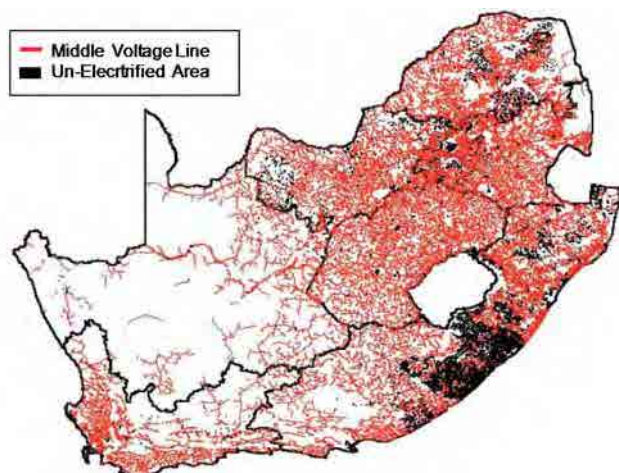


図 2-7-5 末端への送電網(赤)と未電化地域(黒)⁵

2.7.3 需要状況

図 2-7-3-1 に夏と冬における一日における電力需要カーブが示すとおり 18時から20時に電力消費のピークが発生している。就業時間後の電力ピークは主に家庭での調理関連での電力消費となっている。夏と冬で21時から翌朝6時まで電力消費にはほぼ一定の差が発生しているのは暖房需要と思われる。

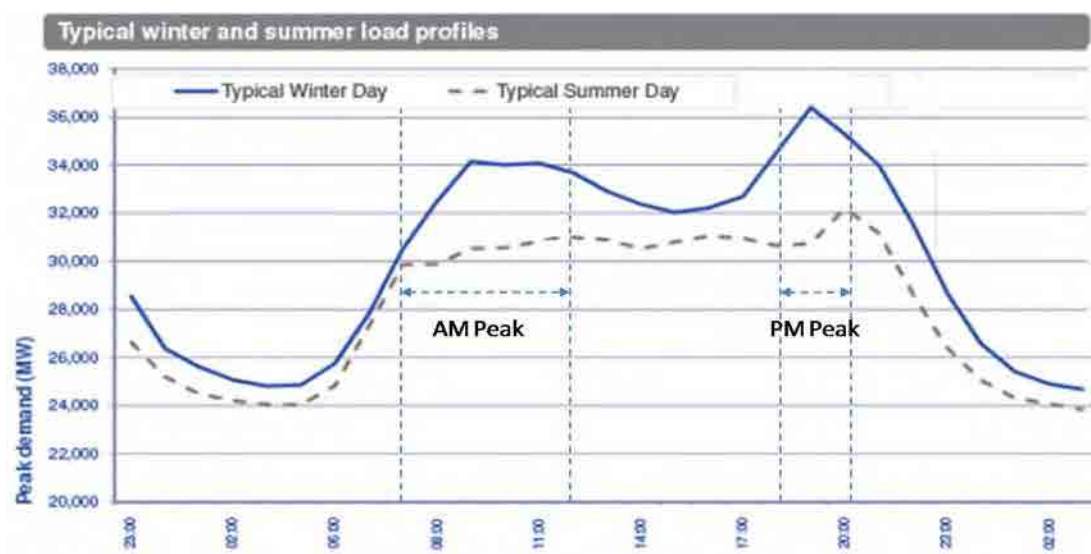


図 2-7-6 南アフリカの冬季・夏季の電力デマンドカーブ⁶

⁵ http://www.globalelectricity.org/upload/File/South-Africa_Mini_Grid_Assessment.pdf

⁶ <http://www.politicsweb.co.za/politicsweb/view/politicsweb/en/page71619?oid=230322&sn=Detail&pid=71619>

ESKOM ではピーク時間での電力料金を上げることで電力消費の抑制を狙っているが、家庭での調理による電力消費のため、ピーク抑制が困難となっている。

南アフリカの住宅向け、産業向け電力料金の季節・時間別電力料金の例を表 2-7-2、日中のピーク時間の定義を図 2-7-8,2-7-9 に示す。

表 2-7-2 電力料金の例

種別	季節	Peak(R)	Standard	Off-Peak
産業向け (MegaFlex)	冬(6月~8月)	1.83	0.56	0.30
	その他	0.60	0.41	0.26
家庭向け	冬	1.74	0.55	-
	その他	0.66	0.44	-

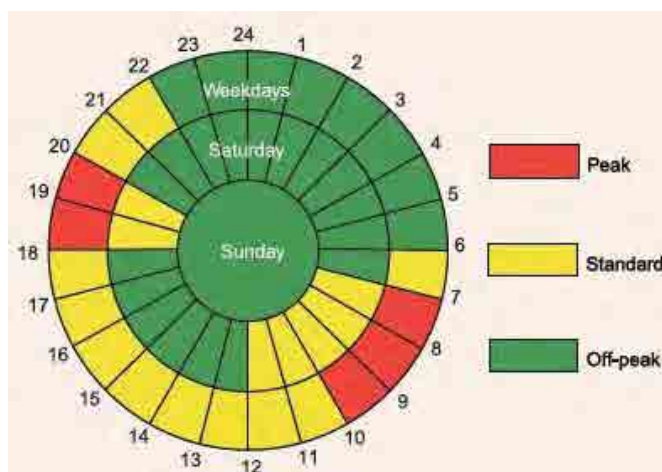


図 2-7-7 産業向けピーク時間帯⁷

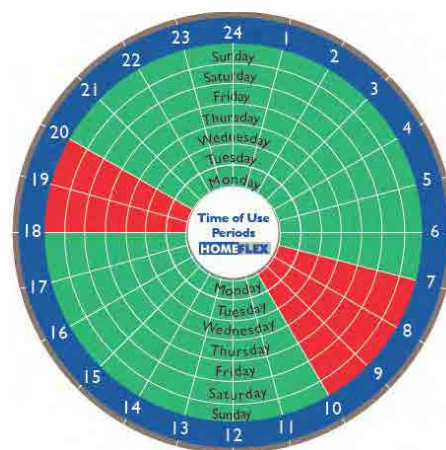


図 2-7-8 家庭向けピーク時間帯⁸

2.7.4 3 大都市での電力消費

表 2-7-3 3 大都市 (ヨハネスブルグ、ダーバン、ケープタウン) の電力面から見た特徴を示す。南アフリカ全体に対して 3 大都市は人口で 22%、総付加価値額で 34%、電力消費で 20% を占めている。

表 2-7-4 に 3 大都市が所属する各州の世帯数、年間所得、電化率を示す。表 2-7-5 に電化製品の普及率を示す。表 2-7-6 に家庭での 10 年間での電力消費の伸び率を示す。家庭での電力消費は全体で 7.3GWh から 10.5GWh へと増加し、世帯平均でも 54KWh から 61KWh へと増加している。

⁷ <http://turboelement.com/wp/baseload-reduction/>

⁸ <http://www.eskom.co.za/CustomerCare/TariffsAndCharges/Documents/Eskom%20Leaflet%20final%20Understanding%20your%20Homeflex%20Bill.pdf>

表 2-7-3 各都市の特徴と電力消費⁹

City	人口 (M) (南アの%)	GVA (M R) (南アの%)	年間電力消費 (南アの%)	電力÷人口 (電化率)	主な産業
ヨハネスブルグ	3.88 (8.0%)	238,803 (14%)	14.6 TWh (7.5%)	3,486 (89%)	鉱山 金融
ダーバン	3.47 (7.2%)	153,516 (9%)	10.9 TWh (5.6%)	3,153 (87%)	製造 港湾
ケープタウン	3.50 (7.2%)	187,631 (11%)	13.5 TWh (6.9%)	3,862 (94%)	観光 港湾

表 2-7-4 各州の世帯数と平均世帯収入¹⁰

州	West Cape (ケープタウン)		KwaZulu (ダーバン)		Gauteng (ヨハネスブルグ)		南アフリカ	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
年収 (000 R)	78.2	143.4	38.9	83.1	78.5	156.2	48.4	103.2
世帯数(M) (その都市の州に 対する割合%)	1.21 (64%)	1.64 (65%)	2.23 (37%)	2.53 (38%)	2.98 (35%)	3.90 (37%)	11.8 (22%)	14.4 (24%)

表 2-7-5 家電製品の普及率¹¹

州	West Cape (ケープタウン)		KwaZulu (ダーバン)		Gauteng (ヨハネスブルグ)		南アフリカ	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
テレビ	74	86	47	67	65	81	54	75
電灯	85	93	58	78	75	87	66	84
調理	76	87	45	69	67	84	49	74
暖房	71	63	44	57	65	75	47	59
冷蔵庫	74	81	46	63	62	73	51	68

表 2-7-6 家庭における電力消費の伸び¹²

	2001	2011	Growth
消費電力 (GWh)	7.3	10.5	44%
世帯当たり (KW/月)	54	61	12%

2.7.5 送電事故による停電

東北部の発電所から遠方に所属する沿岸都市では送電網への山火事、落雷、鳥等を原因とした送電事故による停電が起きている。図 2-7-9 に送電事故の要因と発生件数、図 2-7-10 に送電事故の発生個所を示す。

⁹ STATE OF ENERGY IN SOUTH AFRICAN CITIES 2011 <http://www.cityenergy.org.za/getfile.php?id=83&category=>

¹⁰ Census 2011 Provinces at a glance
<http://www.statssa.gov.za/Census2011/Products/Provinces%20at%20a%20glance%2016%20Nov%202012%20corrected.pdf>

¹¹ Census 2011 Provinces at a glance
<http://www.statssa.gov.za/Census2011/Products/Provinces%20at%20a%20glance%2016%20Nov%202012%20corrected.pdf>

¹² ESKOM Annual Report 2011 http://financialresults.co.za/2011/eskom_ar2011/downloads/eskom-ar2011.pdf
 ESKOM Annual Report 2001 http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.eskom.co.za/ContentPages/768217721.pdf

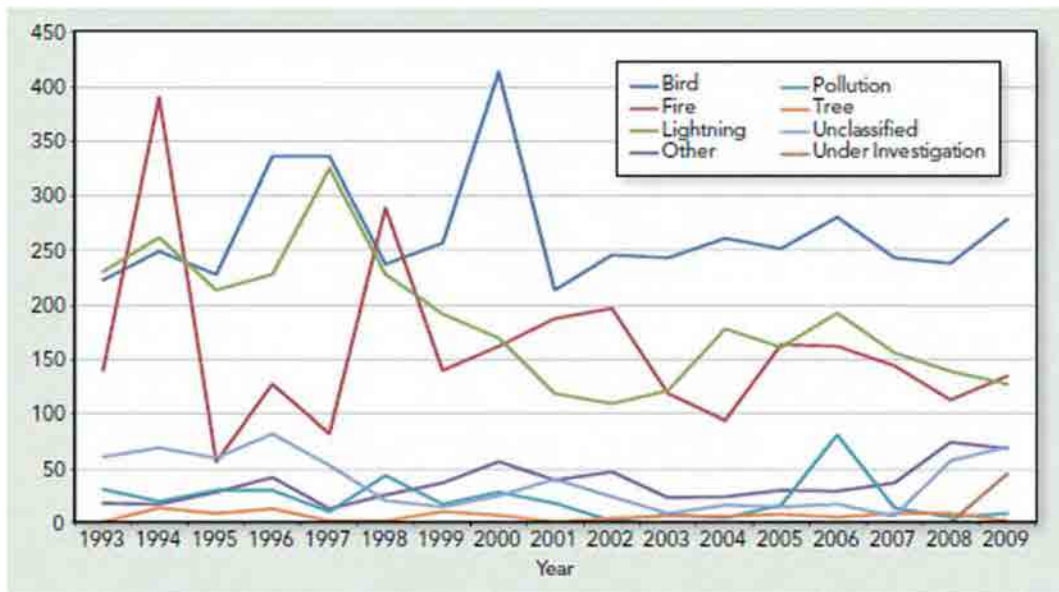


図 2-7-9 送電事故の発生件数と要因¹³

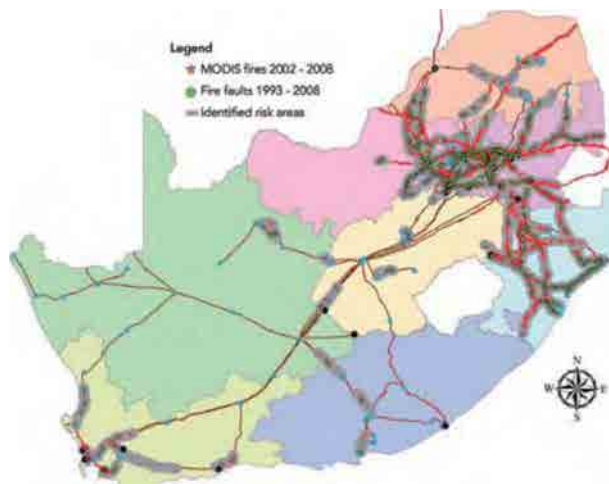


図 2-7-10 送電事故の発生個所（灰色） ¹³

送電事故が停電となる原因の一つとして、主送電経路が事故で使えなくなった際のバックアップ経路の送電容量が足りず、バックアップ経路のみで十分な電力を供給できない点にある。

ESKOM では人工衛星による山火事探知システムを導入し、送電線付近の山火事を早期に発見して燃え広がる前に消化しようとしている。また、過去の山火事の発生個所を解析し、事前に山火事の燃料となる草木の伐採を行っている。

¹³ http://afis.co.za/index.php/documents/doc_download/2-eskom-readies-for-fires-real-time-weather-and-transmission-system-monitoring-improves-operations-and-speeds-response

2.8 環境・エネルギー計画

2.8.1 環境・エネルギーに関する基本的な情報

(1) エネルギー資源とその消費について¹

南アフリカ共和国の一次エネルギー量のほとんどは化石エネルギーであり、石炭は 61.8%、原油 13.2%、及び石油製品が 16.3%を占める（2009 年）。特に石炭は世界で第 6 位の埋蔵量を誇っており、石炭火力発電と工業製品の生産にその大半が消費される。再生可能エネルギーの比率は低く、2002 年から 2009 年の間では約 5%である。一次エネルギーの最大の消費先は、産業分野と交通分野であり、各々の比率は産業分野 37%、交通分野 31%を占めている。

国全体でのエネルギー消費の傾向に対して、特に主要 3 都市（ヨハネスブルグ、エテクウィニ、ケープタウン）ではエネルギー源として石油への依存度は顕著な状況である。いずれの都市も約 60%以上を石油に依存しており、その消費先の大半は交通分野である。交通分野のエネルギー消費の比率は 2 次エネルギーレベルで 50%を超えている。

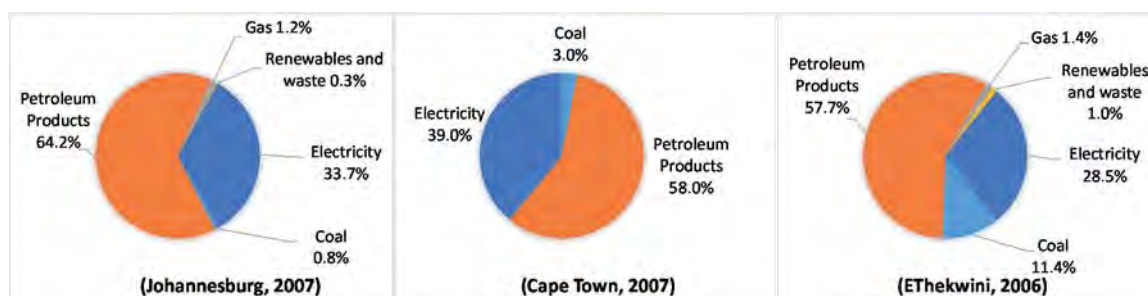


図 2-8-1 3 大都市圏の燃料種別エネルギー消費量



図 2-8-2 3 大都市圏のセクター別エネルギー消費量

国の住宅実態調査によれば、3 大都市圏における住宅分野の主要なエネルギー種は電気である、またその次は灯油（paraffin）である。住宅のエネルギー消費傾向は、供給先が低所得者住宅街区なのか、あるいは敷地の電力幹線へのアクセスビリティなどによって影響を大きく受ける。ケープタウンにおいては、全住戸数の約 24%を占める高所得者層の住宅が

¹ 特記無き限り、本章におけるエネルギー関連の記述の出典は以下のとおりである：City of Johannesburg State of Energy Report 2008; City of Cape Town State of Energy and Energy Futures Report 2011; eThekweni Municipality State of Energy Report 2006; the annual General Household Surveys conducted by Statistics South Africa; and Statistics South Africa (2012). Energy Accounts for South Africa: 2002-2009.

エネルギー消費全体の約 43%を占めている²。これは、エネルギー消費全体の効率が高所得者層の消費動向の影響を受けやすい状況であることを示している。

2011 年の実態調査によれば、1 次エネルギー消費量のうち、家庭での調理、暖房及び照明が住宅の全エネルギー消費に占める割合は、ヨハネスブルグで約 80%以上、エテクウィニでは約 75%となっている。ケープタウンにおいては、電力は住宅における主たるエネルギーではあるが、低所得者住宅においては、灯油や LPG も暖房や給湯目的で一定量が消費されている³。

(2) CO2 排出量

各都市の人口当たり年間 CO2 排出量については、ヨハネスブルグ 1,484kg/人・年、ケープタウン 4,099 kg/人・年、エテクウィニ 3,503 kg/人・年である⁴。CO2 排出量のセクター別内訳については、ヨハネスブルグとケープタウンは、交通セクター、産業・商業セクター、住宅セクターにおいて概ね同様の傾向を示している(図 2-8-3)。このようなセクター別 CO2 排出量の構成比は、東京のような主要な大都市と概ね同様の傾向となっている。一方、エテクウィニは、住宅セクターの排出量が相対的に小さく他 2 都市と異なる傾向を示す。

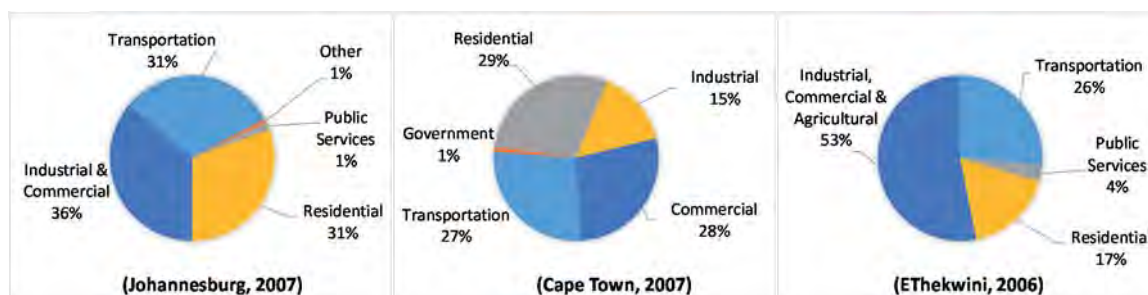


図 2-8-3 3 大都市圏におけるセクター別年間 CO2 排出量の比率

(3) エネルギー及び環境に関する法整備について

1994 年の民主化選挙の後、南アフリカ共和国政府は未開発地域や郊外地域での電力供給網普及プログラムを推進した。また、これに引き続き、以下に示すような法制度が施行された。

National Energy Act, Electricity Regulation Act No. 4 (Integrated Resource Electricity Plan 2010-2030), National Energy Efficiency Strategy, White Paper on Energy Policy, White Paper on Renewable Energy.

同時に、水資源、空気質、廃棄物、土地活用に関する資源管理と排出基準に関する関連法の整備を行っている。

² Cape Town Environmental Resource Management (2011). State of Energy Report.

³ In 2007, more than 45% of the households in Cape Town are low-income households, 15% live in informal settlements and 7% are non-electrified.

⁴ Economist Intelligence Unit (2011). African Green City Index.

(4) 建築物関連の法整備

国の建築基準法は 1977 年に施行され、その改正基準は 1985 年に公布されている。その意図するところは、地方自治体における管轄区域内の建物の建設に関連して法的な均一性を及ぼすところにある。また同法は、建築現場の運用、設計・施工のためのガイドラインを提供している。

SABS0400 と呼ばれる実施基準が整備されている。これは、設計者が国の建築基準法の技術的側面など当該基準法をより正しく理解し実施するためのものである。加えて、建物のエネルギー消費を規定する 2 つの国の標準が現在存在している。

SANS204 と呼ばれる建物のエネルギー効率基準は、2008 年 10 月に初版が出版された自主的なエネルギー効率基準であったが、2011 年改正後からは、新築及改修の際の必須の標準となった。本基準は、全ての用途の新築ビルにおいて、自然換気による建物と機械換気による建物のいずれにもエネルギー効率の向上を求める一般的な要求事項を概説している。

(5) エネルギー効率と環境管理の戦略と取り組み

2010 年頃からデマンドサイドでのエネルギー管理が経済的に最も効果的でかつエネルギー不足を避けることが可能な方策であることが認識されて以来、国レベルでの様々なエネルギー効率に関する戦略が 2010 年に導入されている⁵。これらには、以下のような実施プログラムが含まれる。

-*Energy Efficiency Demand Side Management (EEDSM) program*、

-*Eskom's EEDSM residential programs*、

-*Appliance Labelling campaign and Energy Efficiency Standards and Labeling of Appliances*

また、3 大都市圏の自治体政府は、都市レベルでの戦略と取り組み方法について検討を行い以下のようなものを採用している。

a. ヨハネスブルグ

- *Climate Change Programme (2006)*

- *Climate Change Adaptation Plan (CCAP) (2009)*

b. ケープタウン

- *Integrated Metropolitan Environmental Policy (IMEP) (2003)*

- *City of Cape Town Environmental Agenda 2009-2014 (2008)*

- *Energy and Climate Change Strategy (2007)*

- *Moving Mountains: Cape Town's Action Plan for Energy and Climate Change (2011)*

c. エテクウィニ

- *Durban Climate Change Strategy (2013)*

上記の包括的なプログラム策定に加えて、各自治体政府は、空気質管理の推進についても注力をしている。主要 3 都市では、自動車の排ガス、石炭火力発電所など石炭等燃料の燃

⁵ Ernest Orlando Lawrence Berkeley national Laboratory (2013). Energy Efficiency Country Study: South Africa.

焼によるばい煙、さらには気候的特性から、いずれも大気汚染の状況が深刻となっているからである。各都市は各々独自の空気質管理計画を策定しており、空気質のモニタリングを行うステーションを設置している⁶。

(6) エネルギー効率及びサステイナブルビルの戦略と取り組み

a. グリーンビル評価手法 (Green Star SA)

“Green Star SA”はグリーンビルの評価基準である。このグリーンビル評価手法は、南アフリカグリーンビル協議会によって、オーストラリアの評価基準であるグリーンスターシステムを参考に構築され、2008年に公開された。本評価基準は、2014年5月時点で4種類の評価ツール（オフィスツール、不動産ツール、集合住宅ツール、公共及び教育ツール）が用意されており、星の数で6段階にレイティングされる。Green Star SAは、南アフリカでグリーンビルの評価に広く使用されている。2011年に建設産業発展局と公共事業省は、新築の公共施設の計画にあたり Green Star SA で4スターを満足するよう指示があった。

b. 自治体政府によるグリーンビルガイドライン

自らの都市におけるエネルギー効率が高くサステイナブルなビルの建設を支援するために、各自治体で以下のような独自のガイドラインを制定している。

- ヨハネスブルグ: Design Guidelines for Energy Efficient Buildings in Johannesburg (2008).
- ケープタウン: City of Cape Town Smart Building Handbook (2012)
- エテクイニ: Green Guidelines series (under Greening Durban 2010 Programme)

これらのガイドラインは、ビルの設計に当たって標準的な設計指針を設計者、技術者、施工会社、不動産業者等に示すものである。また、ビルのオーナーに対して、エネルギー効率の高い設計手法や管理手法及びコミッションング手法についてその特徴を示すものとなっている。

c. その他の取り組み⁷

ビルにおけるエネルギー消費量を削減しエネルギー効率を高めるため、主要3都市の各自治体政府は次のような取り組みも上記に併せて行っている。

- Cape Town Solar Water 条例
- Cape Town Partnership Energy-efficient Initiative
- EnerKey Programme (ヨハネスブルグエネルギー効率化プロジェクト)
- Cosmo City (ヨハネスブルグ) 住宅のエネルギー向上

3 大都市圏の各開発地域における環境・エネルギー計画が直面する課題については次章で述べる。

⁶ Economist Intelligence Unit (2011). African Green City Index.

⁷ 国連環境プログラム (2009). Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in South Africa.

2.8.2 共通事項

3つの主要な都市では、環境エネルギー計画の策定に当たり、いずれも次のような課題に直面している。

(1) エネルギーインフラ計画の不足

南アフリカは、2007～2008年、および最近では2014年2月に発電施設の能力不足によるブラックアウト（大規模停電）を経験した。南部アフリカ開発銀行（DBSA）⁸の報告によれば、遅々として進まない発電施設の建設は国全体での課題となっている。建設が進まない理由として、投資能力の不足、財務的な制約等が挙げられ、新規建設の遅れを誘発し既存の石炭火力発電所は耐用年数に近づきつつある。

主要3都市の自治体政府にとっては、発電所の新規建設が低所得者向け住宅開発やそのほかの住宅地開発の展開に追い付けない状況であることが大きな課題である。増え続ける住宅地開発によって、発電施設だけでなく、新規開発地域における電力配電網の整備の遅れにより十分な電力供給が受けられない状況が併せて問題となっている。

(2) 環境・エネルギー政策における自治体政府の権限確保の問題

3大都市圏の自治体政府は、環境・エネルギー計画に関するコンセプト、戦略、及び様々な取り組み方策を整備してきた。しかしながら、実現に向けた実行プログラムやプロジェクト醸成は十分とは言えない状況である。その主な理由としては、各自治体政府の開発プロジェクトにおける予算に対する裁量権が少ないことがあげられる。環境・エネルギー計画の核となる戦略や政策、およびどの都市のどの政策やプロジェクトに予算を優先させるかなどの決定権は、いずれも中央政府の専権事項となっている。プロジェクトの有効性・効果が明確なものが優先的に選定され実施される。

一般的に、自治体政府は、補助金や各種優遇制度、融資制度等に対して十分な権限を有しておらず、これらは全て中央政府によって判断・決定されている。

環境・エネルギー政策における自治体政府の権限強化のひとつの例として、ケープタウン市政府では、市が横断的な組織である「環境資源管理局 (Environmental Resource Management Department)」を設立し、市の統合的な環境政策 (IMEP ; 環境的なサステナビリティの枠組み) の実現を図ろうとしている。IMEPは、エネルギー効率向上プログラム、生物多様性推進、環境配慮型ビル、サステイナブルコミュニティ形成、及び環境戦略を包含している。同様に、エテクィニ市政府は、自治体政府の生物多様性や気候変動に対する対応力を高めるべく、「環境計画・気候保全局 (Environmental Planning and Climate Protection Department)」を設立し、市の気候保全プログラムの推進を図っている。

(3) 再生可能エネルギープロジェクトの推進

南アフリカでは、2010年の統合的エネルギー資源計画に基づいて、再生可能エネルギーが

⁸ DBSA (2012). Infrastructure Barometer.

全発電量に占める割合を 2030 年までに 42%にするという野心的な取り組みを行っている。しかしながら、国全体での普及のためにはさらなる能動的な取り組みを続ける必要がありそうである。メガソーラ発電や風力発電、コジェネレーションなどの大規模な再生可能エネルギー施設は多額の投資を必要とし、またその維持管理・運営にも少なからぬコストが必要である。自治体政府にとっては、中央政府が交付決定した限られた補助金の範囲の中で、かつそのほかの資金的なサポート無しで再生可能エネルギーの実現化の事業性を確保しながら進めていくのは容易ではない。

それでもなお、エテクィニなどでは、以下に挙げるいくつかの再生可能エネルギープロジェクトが PPP (public-private partnership) の枠組みで進んでいる。

KwaDabeka 宿泊施設給湯プロジェクト、低コスト太陽熱給湯プロジェクト、風力発電強化プロジェクト、Shisa 太陽光発電プロジェクト など

しかしながら、自治体政府にとっては、これらプロジェクトにおける建設、維持管理や運営に対しては非常に限られた関与しかできないため、プロジェクトの実現の課程の中で生じる様々な問題は自治体政府不在で解決を図らざるを得ない状況である。

上記で述べた 3 つの主要都市の共通課題加えて、各都市が直面する個別の課題については、以下の章で概説する。

2.8.3 ヨハネスブルグ

(1) 環境・エネルギー情報の有効活用の必要性

ヨハネスブルグ市政府は、エネルギー消費率、大気汚染改善率、人口当たり年間 CO2 排出量、ゴミ発生率、水質基準等、幅広い分野で多様な環境・エネルギー関連のデータを整備している。また、環境問題における社会経済的な要因の影響分析も実施しており、そのために人工密度及び人口増予測、人口流入流出パターンやその比率、市の収入と支出、住宅供給率など統計的データの整備に努めてきた⁹。

これらのデータは、ヨハネスブルグ市の様々な環境面での現在の状況や進捗をモニタリングするために使われている。しかしながらこれらデータ、特にエネルギー関連のデータは、市全体での平均値の把握程度にしか使われておらず、市内での社会経済的な違いを踏まえたエネルギーの地域的な分布動向の分析には至っていない。

市内の地域別のエネルギー需要の特徴や今後の拡大傾向など地域的な分布傾向や動向を総合的に分析したうえで、エネルギー政策やインフラ対策の優先順位が判断できれば市にとって有効となる。エネルギーや環境情報の市内での面的分布を踏まえた環境・エネルギー戦略の策定が今後必要となると考えられる。

(2) 水資源不足と汚染

少ない降雨量、地下水汚染、上水道施設のメンテナンス不備等により、ヨハネスブルグは

⁹ City of Johannesburg Environmental Management (2008). State of Environment Report 2008.

常に水資源の不足が続いている。

地下水汚染の問題は深刻であり、その汚染は、主としてここ数年特に拡大している鉱山廃水に起因する。廃坑には大量の水が溜まり、貯留水が含有する化学物質や重金属は地下水汚染の原因となる。加えて、増えつつある住宅地建設が地下水汚染の加速を誘発している。

(3) ダウンタウンの安全性・防犯性の問題

ヨハネスブルグ市のダウンタウンにおける犯罪発生率は非常に高い。当該地域の最優先事項は住民の安全性と防犯性の確保である。それなしには環境やエネルギー問題の解決は実現が困難である。従って自治体政府は現在、Roodeport の Cosmo City プロジェクトなどダウンタウン以外での環境保全やエネルギー効率対策を優先して進めている。

(4) 大気汚染

大気汚染の問題は、ヨハネスブルグにとって大きな関心事である。2011年、PM₁₀ と PM₅ の年間分布が 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と観測されている¹⁰。これらの微小粒子による大気汚染は、他の2都市に比べて悪い状況であり、住民の健康へのリスクが拡大している¹¹。

大気汚染の主たる要因は、石炭や灯油などの燃料消費（燃焼）、自動車排ガス、鉱山や工場からの粉じん、清掃工場からの粉じんによる¹²。

2.8.4 ケープタウン

(1) エネルギー効率の悪いビルと汎用的エネルギー保全手法

市内のほとんどの商業ビルや住宅は老朽化が進んでおり、エネルギー効率が悪化している。これら既存ビルに対して、資金補助のスキーム無しに自治体政府が断熱性能強化の普及を図ることは困難である。

自治体政府は、現在低予算での需要サイドでの省エネルギーと環境配慮の取り組みを住民と共に進める方策を推進している。主たる取り組みとしては、例えば、節水、省エネ意識の向上、配管の断熱促進などである。また、街路灯や交通信号、建物照明の LED 化を、EEDSM 自治体プログラム（EEDSM municipal programs）の資金を利用して実現している。

(2) 水資源不足

1980年代以来、ケープタウンの都市域において広範な水不足が発生している。ケープタウンの水源は降雨がおもであり、排水再利用は進んでおらず、地下水利用の実施も最近になってからである。

別の水不足の要因は、老朽化した給水管等からの漏水である。しかしながら、給水事業は市ではなく県の所管であり、ケープタウン市は、スマートメータなどによる給水管の漏水対策を行う権限を有していない。

¹⁰ World Health Organization (WHO) (2014). Ambient (outdoor) air pollution in cities database 2014.

¹¹ Annual mean of PM₁₀ and PM₅ of Cape Town is 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; of Durban is 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹² City of Johannesburg (2008). State of the Environment Report.

人口増や開発促進に伴う水需要の増加に伴い、水不足への懸念がますます強まっている。自治体政府は、需要が供給量を超過する前に抜本的な水資源対策が求められる。

2.8.5 エテクィニ

(1) 地域エネルギー資源活用

エテクィニ市は、その周辺地域に、広大なサトウキビ畑や森林資源など南アフリカの中でも豊かなバイオマス資源に恵まれた都市である。一方、バイオマスエネルギーとしては、現在、郊外の地域で薪が燃料として使用されている程度である¹³。再生可能エネルギー技術の進展が進まないことに相まって、商業ベースでのバイオマスエネルギー利用はほとんど見られない状況である。また、バイオマスエネルギーは相対的にコスト高であるためその普及を阻害している。

¹³ Ethekwini Municipality (2006). State of Energy Report 2006.

2.9 ICT 計画

2.9.1 ICT 分野における主要関係機関等

2.9.1.1 公共セクター（許認可機関）

情報通信省（DoC）、南アフリカ独立通信庁（ICASA）、ユニバーサルサービスアクセス庁が南アフリカ国の情報通信事業に関する主要な許認可機関となっており、情報通信関連機関の関係性は下表の通りとなっている。

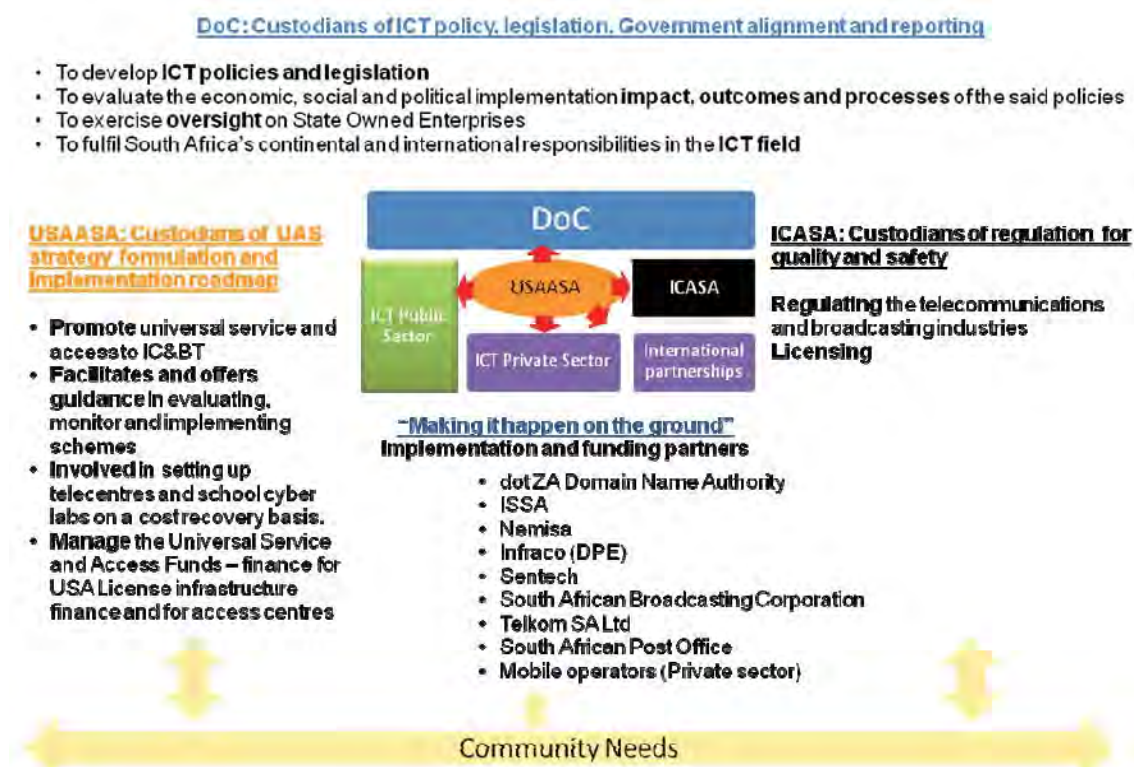


図 2-9-1 ICT 産業関連機関の所管分野と関係性¹

a) 情報通信省 (DoC)

情報通信省は南アフリカにおける情報通信産業の振興、ICT サービスの普及、ICT 政策策定業務を所管している。

b) 南アフリカ独立通信庁 (ICASA)

南アフリカ独立通信庁 (ICASA) は 2000 年 7 月に設置され、情報通信セクターに関連する法規の策定、ライセンス付与、規制監督、事業者間の紛争解決、周波数や帯域の割当てと管理運営、ユーザーの保護、設備機器の認証などを所管している。これらの所管業務は 2005 年に公布された電子通信法に規定されている。

c) ユニバーサルサービスアクセス庁 (USAASA)

ユニバーサルサービスアクセス庁 (USAASA) は 1996 年に設置され、ユニバーサルサービ

¹ USAASA, Corporate Plan 2009-2014, http://www.usaasa.org.za/export/sites/usaasa/resource-centre/download-centre/downloads/USAASA_Corporate_Plan_2009-2014.pdf, accessed 2014 March 16th

スアクセスファンド (USAF)²の管理、アクセシビリティ向上や電子政府の推進などの ICT 政策施行等を所管している。日本国総務省の調査³によれば 2011/2012 年度予算について約 2 億 6,000 万 ZAR が割り当てられている。

2.9.1.2 民間セクター (情報通信事業者等)

a) テルコム社

テルコム社は 1991 年に国有企業として設立、現在民営化の過程にあり、2011 年時点で政府が 39.8%、政府系の年金基金が 10.9%の株式を保有している。テルコム社は国内有線通信、VSAT、ISP ビジネスを推進する子会社を持つボーダコム社株式の 35%を保有している。2011/2012 年度の総売上は 3,300 億 ZAR であり、前年度に比べ 1%減となっている。また、同年度における有線電話加入者数は 335 万、携帯電話は 18 万 5,000、30 万 4,000 となっている。

b) ボーダコム社

ボーダコム社は英国における主要通信事業者であるボーダフォン社と南アフリカのテルコム社との共同出資によって設立されたが、ボーダフォン社は徐々に持分を増やし 2012 年中頃時点で 65%を保有している。ボーダコム社は南アフリカ国において最大の携帯電話加入者数を有し、タンザニア、レソト、モザンビーク、コンゴにおいても事業を展開、2011/2012 年度の総加入者数 4,700 万に達している。また、同年度における総売上は 5,800 億 ZAR であり、前年度から 7.8%の増加となっている。

c) MTN 社

MTN 社は 1994 年に設立された 100%の株式を南アフリカ国の持株会社が保有する携帯電話通信事業者である。南アフリカ国内市場においては第 2 位の加入者数を有し、アフリカ地域や中近東地域の 20 を越える国においても事業を推進している。MTN 社の総加入者数は 210 万に達し、アフリカ地域において最大となっている⁴。2011/12 年度の総売上は 1 兆 2,100 億 ZAR であり、前年から 9.7%の増加となっている。また MTN 社は 2010 年 FIFA ワールドカップのオフィシャルスポンサーである。

d) Cell C 社

Cell C 社は、上述のボーダコム社、MTN 社に次ぐ南アフリカ第 3 位の携帯電話事業者であり、900/1800 MHz デュアルバンド GSM(Global System for Mobile Communications)を始めて導入した実績を持ち、My Broadband のレポートによれば当サービスの加入者は 1150 万となっている⁵。Cell C 社の設立は 2001 年であり、3C Telecommunications 社に保有されている。また、3C Telecommunications 社は総株式の 60%を Oger Telecom South Africa 社 (サウジアラビア Oger Telecom 社の南アフリカ支社) が、25%を CellSAf 社 (30 以上の黒人社会進

² Universal Service and Access Fund, <http://www.usaasa.org.za/usaif/>, accessed 2014 March 14th

³ Japan Ministry of Internal Affairs and Communications, Global trend of ICT sector, <http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/safrica/pdf/027.pdf>, accessed 2014 March 14th

⁴ IT NEWS AFRICA, <http://www.itnewsafrica.com/2014/04/mtn-group-records-210-million-subscribers/>, accessed 2014 July 1st

⁵ My Broadband, MTN losing market share to Cell C, <http://mybroadband.co.za/news/cellular/97075-mtn-losing-market-share-to-cell-c.html>, accessed 2014 March 17th

出支援企業・信託からなる機関)、15%を Lanun Securities SA 社 (サウジアラビア Oger 社の子会社) が保有している。

e) Neotel 社

Neotel 社 (元 SNO Telecommunications 社) は南アフリカにおける有線通信サービス事業における第二の国営事業者であり、2006 年 8 月にヨハネスブルグ北部の Kyalami において設立、現在の準国営通信事業者 Telcom 社に対する最初の直接競合他社となった。新会社は 2007 年 11 月にビジネス向けサービスを発表し、2008 年 5 月にコンシューマー向けサービスを発表した。ビジネス向けサービスとしては、Neotel 社の次世代ネットワークを通じた国内外の回線リーシング、通話・データ・インターネットの包括的パッケージサービスを提供、卸売り業者向けの国際転送サービスを 2006 年 9 月に開始している。計画では VOIP(Voice over Internet Protocol)形式によるワイヤレスブロードバンド技術を採用した音声・データ転送サービスを提供する計画となっている⁶。

2.9.2 ICT 関連法令

a) 2005 年電子通信法

この法令は自由市場での通信事業における規制の原則を定義するものであり、通信事業者への免許付与、周波数の運営管理、USAF の運用条件等に関する基準を規定している。

2.9.3 ICT 政策動向

a) 国家ブロードバンド政策 (NBP)

2013 年 12 月 6 日に内閣は新たな 2013 年国家ブロードバンド政策を承認し、2010 年に公布された従前の政策に置き換えられた。下表は本政策における 4 つの重点項目を要約したものである。

表 2-9-1 2013 年国家ブロードバンド政策重点目標の要点⁷

Target	Penetration measure	Baseline (2013)	By 2016	By 2020	By 2030
Broadband access in Mbps user experience	% of population	33.7% Internet access	50% at 5Mbps	90% at 5Mbps 50% at 100Mbps	100% at 10Mbps 80% at 100Mbps
Schools	% of schools	25% connected	50% at 10 Mbps	100% at 10Mbps 80% at 100Mbps	100% at 1Gbps
Health facilities	% of health facilities	13% connected	50% at 10Mbps	100% at 10Mbps 80% at 100Mbps	100% at 1Gbps
Public sector facilities	% of government offices		50% at 5Mbps	100% at 10Mbps	100% at 100Mbps

b) ICASA 戦略的計画

ICASA 戦略的計画は、通信省が設定する戦略目標を達成する上で重要となる施策を規定するものであり、下表の通り 5 本の柱によって構成されている。本政策の具体的な狙いとし

⁶ Wikipedia, Neotel, <http://en.wikipedia.org/wiki/Neotel>, accessed 2014 March 17th

⁷ Ellipsis regulatory solutions, National Broadband policy 2013, <http://www.ellipsis.co.za/national-broadband-policy/>, accessed 2014 Mach 16th

ては、ICT 産業への海外直接投資(FDI)の活性化、ICT 産業の GDP に対する貢献度向上、雇用促進、ブロードバンドへのアクセス向上、スキル向上が挙げられている。ICASA は南アフリカ国における ICT 産業の発展を担う先導役として、地上デジタル放送(DTT)への移行、地域通信網の細分化と通信事業者への開放(Local Loop Unbundling)、ブロードバンドに対するユニバーサルアクセスなどに関する各種政策を実施している。2013 年 10 月、ICASA は 3 年計画を発表し、5 つの戦略目標、スケジュール、主要業績評価指標などを設定した。

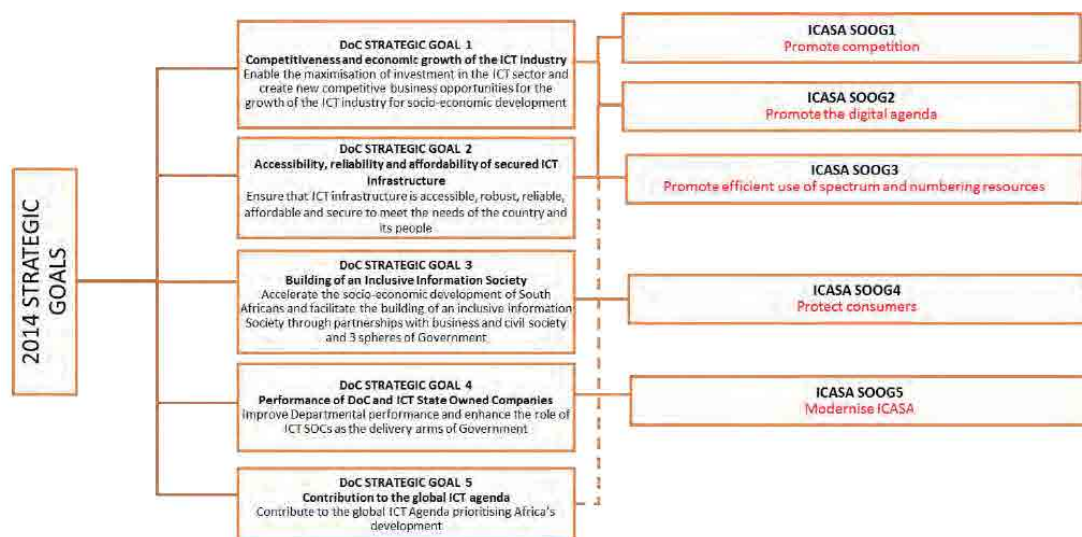


図 2-9-2 ICASA 戦略的計画 2014-2018 の概要⁸

c) USAASA 経営方針

USAASA は中央政府が設定する、2020 年までに全国民に対して 2Mbps 以上のブロードバンドアクセスを提供するという優先事項に対応し、ユニバーサルサービス・アクセスファンド(USAF)の運用に当たっての各種プログラムを策定する機関である。USAF は 1998 年に設立され、その多くは中央政府による融資である。また、南アフリカ国における通信事業者はその収益の 0.2%を USAF に寄付することが義務付けられている。USAASA が南アフリカ国の ICT 環境の向上を目標に推進する主なプログラムは下記の通りである⁹。

プログラム 1: コミュニティ・機関向けブロードバンドアクセス

- 1a) 基幹ネットワークの拡張
- 1b) 機関向けブロードバンドの接続性
- 1c) 学校向けブロードバンド ICT
- 1d) 郵便局・公共アクセス
- 1e) 診療所向けブロードバンド ICT
- 1f) 地方政府向けブロードバンド ICT

⁸ ICASA, ICASA Strategic Plan 2014-2018, <https://www.icasa.org.za/AboutUs/StrategicPlans/tabid/752/ctl/ItemDetails/mid/2720/ItemID/1711/Default.aspx>, accessed 2014 March 16th

⁹ USAASA, National Strategy on Universal Service & Access – Consultative Document, <http://www.usaasa.org.za/export/sites/usaasa/resource-centre/download-centre/downloads/Consultative-Documents-on-National-Strategy-signed.pdf>, accessed 2014 March 16th

- プログラム 2: 必要最小限のユニバーサル携帯電話サービス
- プログラム 3: ICT に関する技術教育・能力開発支援
- プログラム 4: ICT コンテンツ・アプリケーション
- プログラム 5: 放送に関するユニバーサルアクセス
 - 5a) セットトップボックス
 - 5b) コミュニティ放送
- プログラム 6: アフォーダブル ICT
 - 障害者に対するユニバーサルサービス・アクセス

2.9.4 ICT インフラの整備状況

2.9.4.1 有線通信

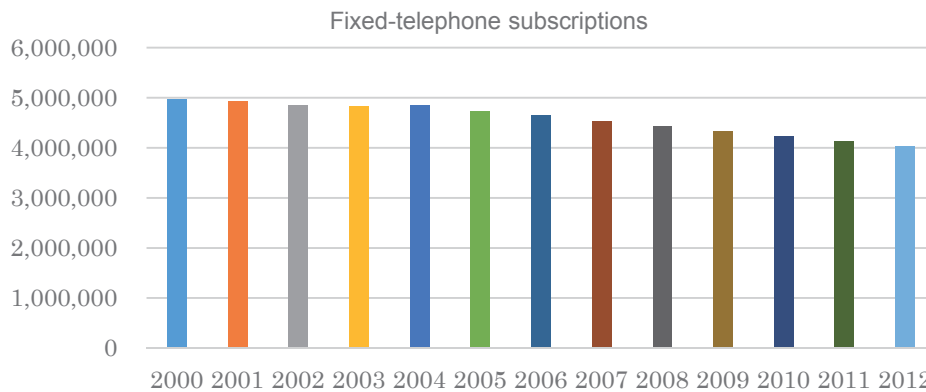


図 2-9-3 有線電話加入者数の推移 2000-2012¹⁰

ITU(International Telecommunication Union)統計によれば、2012年における普及率は全体の8%であり年々減少傾向にある。特に地方エリアにおいては、普及率が5%に満たないコミュニティが多く存在しており、この状況は携帯電話利用の急激な増加によるものと考えられる。南アフリカ国のPTSN(Public Telephone Switched Network)ケーブルはそのほとんどを国営企業であるテルコム社が保有しているため、新参入事業者であるBroadband Infracore社やNeotel社などは独自に光ファイバーネットワークを構築し始めている。中央政府はこれらの新規参入事業者に対して支援を進めており、Broadband Infracore社とは2007年から共同で光ファイバーネットワークの構築を進めている。2011年3月時点では、南アフリカ国における光ファイバーネットワークの総延長は13,612kmに達し、隣接国への国際通信を可能にしている。国有有線通信企業のNeotel社は2009年よりMTN社とボーダコム社と共同で10,000kmの光ファイバーネットワークの整備を地方エリアにおいて推進している。2010年末、企業コンソーシアムであるFibreCO(Cell C社が幹事企業)は12,000kmの光ファイバーネットワークの整備計画を発表し、第一フェーズでは4,500kmの網整備に着手するとした。

¹⁰ ITU Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, accessed 2014 March 5th

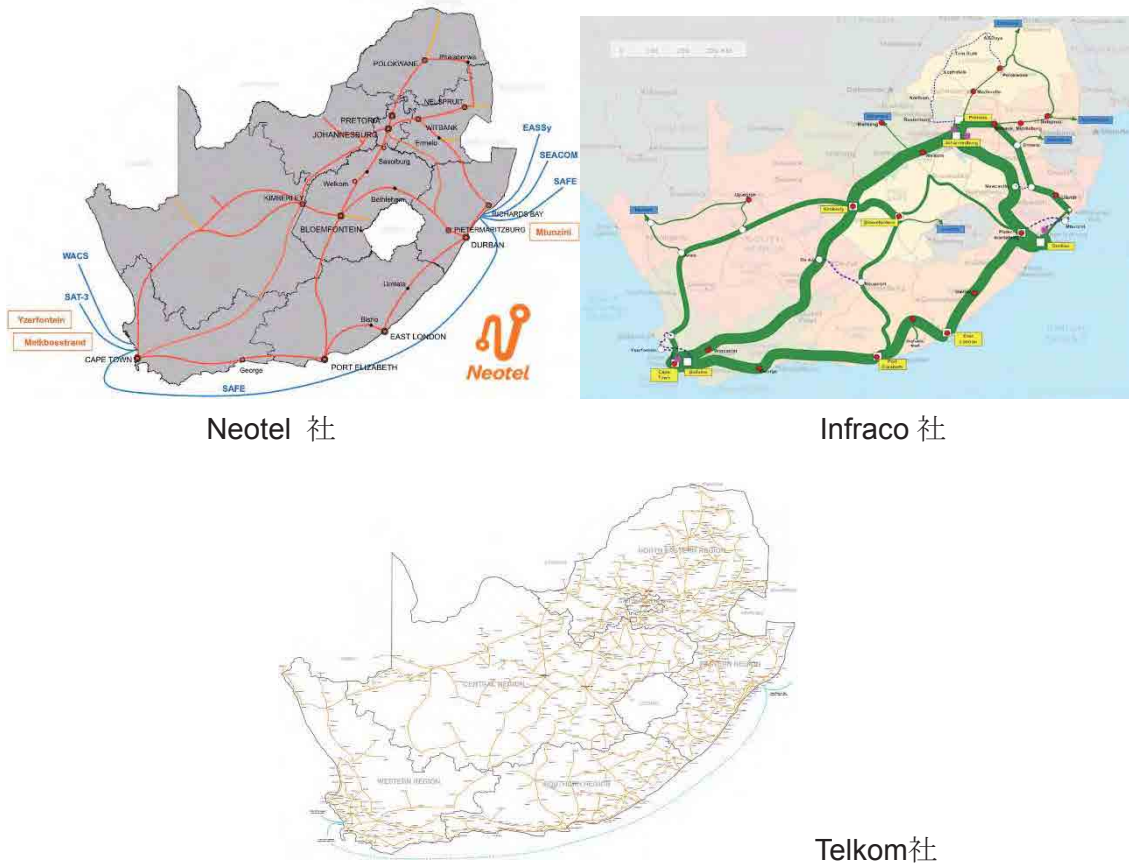


図 2-9-4 南アフリカ国におけるファイバーネットワーク¹¹

2.9.4.2 携帯電話通信

2012 年における携帯電話普及率は約 130%である。英国ボーダフォン社の子会社であるボーダコム社、MTN 社、Cell C 社、テルコム社が主要な携帯電話通信サービスを提供する事業者である。これらの企業は既に 3G サービスの提供を始めており、当サービスの加入者数は全体の約 20%に達している。また、ボーダコム社については 2010 年 10 月よりヨハネスブルグにおいて LTE(Long Term Evolution)サービスを導入している。残る主要事業者は地方エリアでの実証プロジェクトを実施しており近い将来の LTE サービス提供を目指している。スマートフォンの利用率は 2011 年 11 月時点で全体の約 30%となっている。統合サービスについては、放送事業者である Multi-choice 社が DV DVB-H(Digital Video Broadcasting - Handheld)システムを利用したテレビ閲覧サービスを提供しており、ボーダコム社、MTN 社、Cell C 社の端末との互換性を備えている。また、2012 年のエリクソン社による調査によれば、ボーダコム社、MTN 社提供のモバイル送金サービス(MMS)の利用率は携帯電話利用者全体の 25%に達している¹²。MMS ユーザーの目的別用途として、店頭での支払いが 19%、国内外送金が 4%、モバイルバンキングが 13%となっている。ボーダコム社は近隣諸国に

¹¹ Mybroadband, Fibre in SA, <http://mybroadband.co.za/news/broadband/42651-fibre-in-sa-an-eye-opener.html>, accessed 2014 March 17th

¹² Ericsson Consumer Lab, M-commerce in Sub Saharan in Africa, http://www.ericsson.com/res/docs/2012/consumerlab/m-commerce_sub_saharan_africa.pdf, accessed 2014 March 16th

においても同様のサービスを提供しており、南アフリカ国内のユーザーを含めて約 4,700 万人のサービス利用者を抱えている。MTN 社は南アフリカ国内においては 2 番目に多い MMS 利用者を抱えているもののアフリカ地域、中東地域の約 20 国においてサービスを展開し、合計で約 1 億 7,000 万人の利用者に対してサービスを提供している。

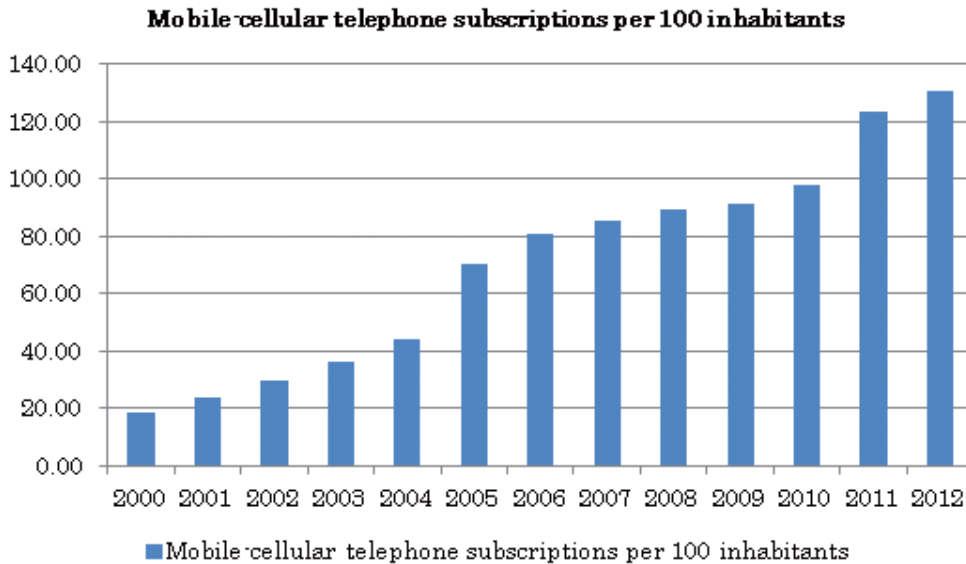


図 2-9-5 携帯電話加入者数の推移 2000-2012¹³

2.9.4.3 インターネット

2012 年時点での有線インターネットの普及率は約 2.2% であり、内 90% は ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) を利用している。テルコム社、その他主要 4 社 (Mweb 社、Vox 社、Axxess DSL 社、iBurst 社) で市場シェアの 80% 超を占めている。ADSL による最大通信速度は 10Mbps に達し、Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) では 8Mbps となっている。テルコム社は VSAT 方式による衛星通信サービスを提供しており、最大速度は 512Mbps である。モバイルインターネットサービスへの加入者は、2011 年中頃において 2,000 万人を超えている一方で、有線インターネットサービスへの加入者数は 115 万人に留まっている。テルコム社は 2006 年まで市場を独占していたが、2007 年以降テルコム社保有のネットワークのリセールが認可されてからは、他社によるネットワーク整備が進み、ブロードバンド市場の変革が加速されている。

¹³ ITU Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, accessed 2014 March 5th

Percentage of Individuals using the Internet

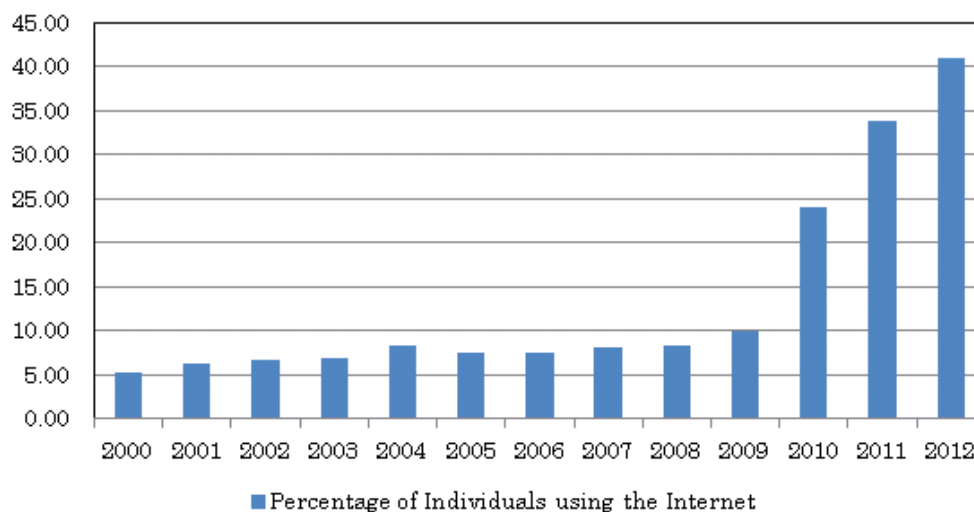


図 2-9-6 インターネット普及率の推移 2000-2012¹⁴

Fixed (wired)-broadband subscriptions

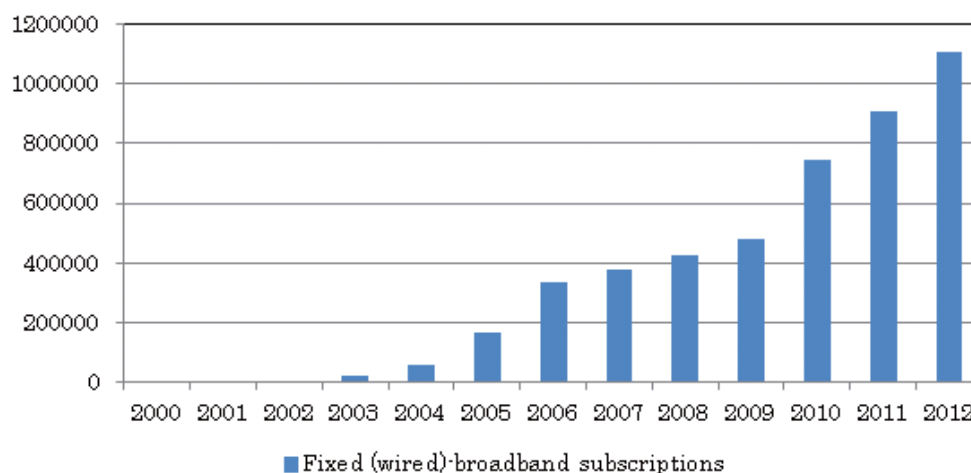


図 2-9-7 有線ブロードバンド利用者数の推移 2000-2012¹⁵

2.9.4.4 ICT アクセシビリティ

南アフリカ国においては有線電話回線の普及率が低いこともあり、多くのユーザーにとってワイヤレス通信によるインターネットアクセスが主要な選択肢となっている。日本や他の主要な先進国諸国においては ADSL 回線が国内のブロードバンド普及に大きな役割を果たしたのに対して、南アフリカ国においてはドングル型と呼ばれる無線モデムを用いたインターネット接続が一般的である。

¹⁴ ITU Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, accessed 2014 March 5th

¹⁵ ITU Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, accessed 2014 March 5th

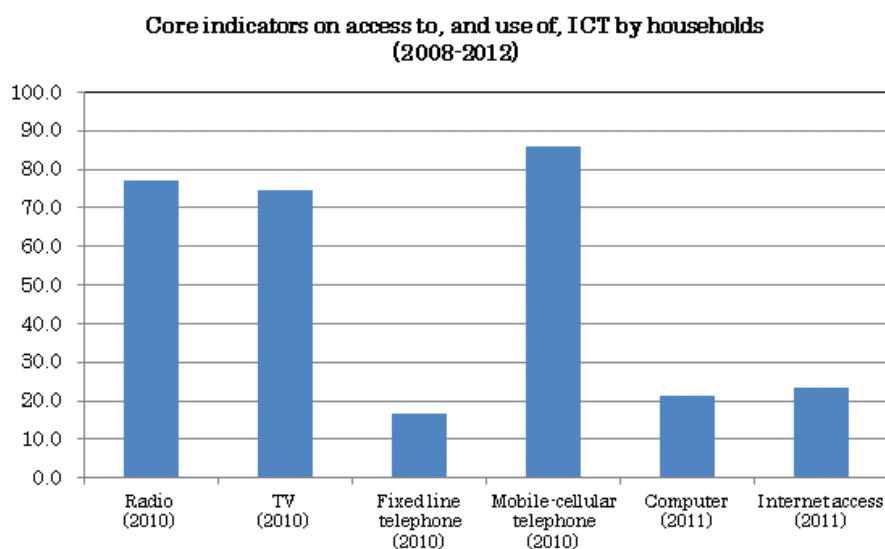


図 2-9-8 世帯毎の ICT アクセシビリティ (2008-2012)¹⁶

2.9.5 外国企業による ICT 市場参入の状況

2.9.5.1 日本企業

南アフリカ国 ICT 市場への日本企業参入について、民間投資は比較的活発なものの ODA などの公的機関による参加は顕著ではないのが現状である。この章では日本企業による主要な活動について記述する。

a) 日立製作所

日立製作所は 1963 年にヨハネスブルグに事務所を開設して以来、南アフリカにおいて 50 年以上に渡り事業を推進している。主には鉱業セクターに対するコンプレッサー、鉄道、メインフレーム、その他コンシューマー向け製品等を納入している。また、日立パワーヨーロッパ社、日立パワーアフリカ社は ESKOM 社と契約を結び、発電所向けボイラーを納入している。最近では、日立製作所はコンシューマー向けオーディオビジュアル製品、白物家電、産業向け工機、インクジェットプリンター、冷凍機なども提供しており、ICT 分野では現地のパートナー企業¹⁷と連携してストレージやサーバーシステム等の商材も販売している。2011 年日立データシステム(HDS)社は、南アフリカにおいて ICT 関連製品の販売、サービスを提供するショーデンデータシステムズ社を買収し、ストレージソリューション事業を加速している。南アフリカ日立産機社は、掘削機、ダンプカー、ホイールローダー、地雷除去車なども納入している。

b) KDDI

2010 年、国際的に高品質なデータセンター事業を展開する Telehouse 社 (KDDI 傘下) は Teraco 社とのパートナーシップの元で、ケープタウンとヨハネスブルグにデータセンターを開設し南アフリカ市場への参入を果たした¹⁸。

¹⁶ ITU Statistics, <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>, accessed 2014 March 5th

¹⁷ Hitachi, Hitachi in Sub-Saharan Africa, <http://www.hitachi.co.za/about/hitachi/>, accessed 2014 March 16th

¹⁸ KDDI, South Africa Data Centres, <http://www.telehouse.net/South-Africa-Data-Centres/>, accessed 2014 March 16th

c) NEC

NEC は南アフリカ市場において、通信、放送、郵便、IT 機器などの事業を推進している。NEC アフリカ社は、生体認証技術を利用した国民 ID システム、出入国管理システムなどのセキュリティソリューション事業のマネジメントと推進を行っている¹⁹。

d) NTT

2010 年 10 月、NTT は、南アフリカ共和国に本拠を置いてロンドンとヨハネスブルグ市場に上場している大手情報システム会社ディメンションデータ社を約 21 億 GBP で買収した。ディメンションデータ社は、既存の NTT グループの ICT サービスを様々な側面から補完するビジネスを展開しており、同社の海外ビジネスを補完するポジションに位置している²⁰。

2.9.5.2 その他外国企業

アフリカ地域の ICT 市場においては全般的に Huawei 社や ZTE 社など中国企業の存在感が大きいのが現状である。特にこの 2 社については幅広い事業領域でビジネスを推進しており、製品としては携帯電話基地局から端末まで、更には教育分野や医療分野において CSR 活動も推進している²¹。

a) Huawei 社

Huawei 社は、中国最大、世界第 3 位の規模を持つ通信機器メーカー、ネットワークソリューションプロバイダーである。アフリカ地域への参入は 1997 年であり、最近 10 年間の総投資額は約 1,500USD に及ぶ。2010 年の時点における同社の総売上内、アフリカ市場は約 13%(約 35 億 USD)を占め、20 以上の現地事務所、2 つの R&D 拠点、6 つの教育施設を置いている。Huawei 社の主要な製品は、スイッチ回路、インテリジェントネットワーク、同期型デジタル階層(SDH)、通信網、ワイヤレスシステム、ブロードバンド総合デジタル通信網(BISDN)などが挙げられる。

b) ZTE (China)

国有企業である ZTE 社は中国国内第 2 位、世界第 5 位の規模を持ち、同社のアフリカ地域が占める売上は 2009 年時点において全体の 11%となっている。アフリカ市場における携帯電話端末の年間売上は約 50 億 USD であり年々約 15%の伸びを記録している。ZTE アフリカ社は約 50 カ国に約 1,000 人の従業員を抱え、1 つの教育施設と 15 の職業訓練所によって年間約 4,500 人のアフリカ人に対して職業訓練を提供している²²。ZTE 社の主要な製品は、固定電話、携帯電話、データベース、光ファイバーネットワーク、インテリジェントネットワーク、通信機器などである²³。

¹⁹ NEC, South Africa, http://www.nec.com/en/global/office/south_africa.html, accessed 2014 March 16th

²⁰ NTT, <http://www.ntt.co.jp/news2010/1007/100715a.html>, accessed 2014 July 2nd

²¹ Brown, Peter J, Asia Times, http://www.atimes.com/atimes/China_Business/KK18Cb01.html, accessed 2014 May 20th

²² Andrea Marshall, China's mighty Telecom footprint in Africa,

<http://www.newsecuritylearning.com/index.php/archive/75-chinas-mighty-telecom-footprint-in-africa>, accessed 2014 May 20th

²³ IDE-JETRO, China in Africa, http://www.ide.go.jp/Japanese/Data/Africa_file/Manualreport/cia09.html, accessed 2014 May 20th

2.9.6 ICT を活用した都市運営の動向 (スマートシティ)

南アフリカへの外国人、外国企業の流入は年々増加しており、同国における各種サービスレベルの向上が喫緊の課題となっている状況に対応し、中央・地方政府は ICT を活用し効果的に都市サービスを向上させることを目的としたスマートシティ計画を打ち出している。この章においては、特に電子政府、インテリジェント交通システム、スマートグリッド、インテリジェント上下水システムに焦点を当て、関連する計画や施策の概要について述べるものとする。

1) 電子政府の推進

効率的な電子政府の構築は行政による都市運営を効果的にすると同時に住民やビジターへのサービス品質を向上させることを目的とする。電子政府は各種インフラの効率的な運営を支援するプラットフォームとして機能するため、スマートシティ構築にあたっての基本的な側面として理解されている。

2) インテリジェント交通システム

交通システムは都市内における効率的な人・物の移動を担い、都市の経済的競争力に大きな影響を与える重要なインフラである。渋滞・事故を引き起こす要因を把握し、迅速に適切な対策を取れる様にするすることで、移動時間や費用の短縮だけでなく、公害の低減や都市全体のエネルギー消費効率の向上にも寄与する効果的な交通システムの構築が可能となる。このような交通システムの実現には ICT の利活用を可能とする安定した基幹ネットワークの構築と電子政府の整備が必要となる。

3) スマートグリッド

前述されている現在の南アフリカが直面するエネルギー分野の課題を解決する上で、省エネは最も重要な側面の一つである。ICT を活用することによって需要側のエネルギー消費状況を管理・省エネを誘導すると同時に、効率的な電力供給を動的に管理することが可能となる。

4) インテリジェント上下水システム

南アフリカの都市において上下水インフラは重要な位置を占めており、いくつかの都市ではサービス品質に対する不満から民衆によるストライキも生じている。こうした状況下において上下水インフラの運営の効率化が課題であり、高い漏水率の改善などに向けた ICT 活用の必要性が認識されている。水質の管理、漏水箇所の特特定、効率的な配水計画策定のための需要家動向把握などを実施する上で、スマートメーターなど ICT を用いた効率的なサービスの向上のための対策が必要である。

2.9.6.1 ヨハネスブルグ市の取組み概要²⁴

ヨハネスブルグ市は現在エリクソン社と共同でブロードバンドケーブルの整備を実施している。ブロードバンド環境の整備は ICT を利活用した都市運営を実現する上で、同市の総合計画の中で最も重要な位置を占めている。市内交通システムについては既に市内の主要

²⁴ City of Johannesburg, Integrated Development Plan (IDP) 2013-2016
<http://www.joburg.org.za/images/stories/2013/June/2013-16%20idp%2017may2013%20final.pdf>, accessed 2014 March 17th

箇所を高速で結ぶ Gautrain や BRT システムである Rea Vaya を整備済みであり、現在のところは交通セクターに対する ICT の利活用は重点施策として位置づけられていない模様である。その一方で同市は、スマートグリッドやインテリジェント上下水システムなど、電力セクター、上下水セクターにおける ICT 利活用の可能性について検討を進めている。都市運営に対する ICT 導入において、市が認識する主要な課題は資金の不足とブロードバンドネットワークが局所的にしか整備されていない事である。

2.9.6.2 ケープタウン市の取組み概要²⁵

ケープタウン市は ICT 分野におけるマスタープラン（スマートシティ戦略）を独自に策定するだけでなく、SAP 社のエンタープライズリソースプランニング(ERP)システムを世界でも類を見ない規模で導入しており、ICT 環境の整備レベルとしては主要 3 都市の中で最も進んでいると思われる。また、現在市内の主要な地域において、ブロードバンドネットワークを整備しており、今後 10 年間に渡り更なる拡張計画を実行する予定である。また、同市は既に構築済みのブロードバンドネットワーク上で約 100 の市政府事務所を接続しており、今度更にこれらのネットワークを広域エリアへ拡張すると同時に医療施設についても ICT 連携を進める計画を策定している。

ケープタウン市がスマートシティ戦略を実行する上で重要視している項目は以下の通りである。

- ガバナンス：ICT を活用した公的情報へのアクセス向上、市政運営体制強化を目的とした各種業務への ICT 導入
- 管理運営：ICT を活用した都市の管理・運営 ICT
- 環境と持続可能性：スマートグリッド、インテリジェント上下水システム、インテリジェント交通システムの構築

同市は現在エネルギー分野の改善に取り組んでおり、スマートメーターの導入、風力発電、太陽熱による温水供給などに取り組んでいる。同時に、現在導入済みの ERP システムについても拡張を行い、市政府内の他部門間の更なる業務連携を検討している。現在 ICT を活用した社会サービス全般の品質向上を目的として、将来計画が策定されており、その主要対象分野はセーフティ・セキュリティ、スマートメーター、スマートモビリティとなっている。スマートシティ戦略を実行する上で現在市が認識している課題は下記の通りである。

- 優先事項の策定とマネジメントに当たってのリソース（資金・能力）配分
- 優秀な人材の確保
- 市政運営上のマインドセットの変革（部署間連携の必要性）
- 長期に渡る調達プロセスの迅速化

²⁵ City of Cape Town, Integrated development Plan (IDP) 2012-2017
http://www.capetown.gov.za/en/IDP/Documents/CCT_IDP_prf82013.pdf, accessed 2014 March 17th
City of Cape Town, Smart City Strategy
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/archiv/metropolis2005/download/doku/frauen/fk_ppp_samuels_en.pdf
http://web.capetown.gov.za/eDocuments/Smart_City_Public_Private_Partnership_Conference_228200310231_389.pdf

2.9.6.3 エテクウィニ市の取組み概要²⁶

エテクウィニ市は2008年よりブロードバンドネットワークの構築に注力し、現在市域の大部分において整備が完了している。同市は既に MetroConnect と呼ばれるサービスを立ち上げ、約400の市政府事務所をブロードバンドネットワーク上で連携させ、B2B、B2G ビジネスの活性化を進めている。更に、エテクウィニ市は無料 Wifi を進めており、現在市内に約100存在する図書館の内半分の50の図書館においてアクセスが可能となっている。またこれらの無料ネットワークは図書館だけでなく、周辺の診療所に対しても開放されることで診療施設間の効率的なデータ連携を促進し、診療サービスの品質向上に貢献している。また、市内の交通サービスに対する ICT 導入については、喫緊の優先事項として位置づけられていない一方で、スマートグリッド、スマートメーター（現在実証プロジェクトが進行中）、インテリジェント上下水システム等が重要視されているとの事であった。将来の計画の中で重要視されている側面としては以下の通りである。

- 犯罪撲滅イニシアティブの一環として市内監視システムの拡張
- 対災害管理システムの拡張
- 学校における教育品質向上のための e ラーニングシステム導入

また、都市サービス向上に向けた ICT 導入にあたって同市が直面する課題としては、資金の不足と調達プロセスの迅速化が挙げられ、その対策として現在市政府は PPP を活用した資金調達と調達プロセスの簡素化を検討している。

2.9.7 南アフリカ ICT セクターにおける主要課題の概要

この章においては、2回に渡る現地調査から得られた情報と2013年11月に中央政府から発表された国家ブロードバンド政策²⁷に記述されているギャップ分析の内容を照らし合わせ、南アフリカ国の ICT セクターにおける主要課題を、可用性、費用、利活用の3側面からまとめるものとする。

2.9.7.1 ICT インフラの可用性

“真のギャップはラストマイルに存在”

南アフリカにおいては、携帯端末の急激な普及や実施体制の不全などの理由から、有線ブロードバンドの整備が迅速に進まなかった結果、ADSL の利用コストが高くなり、過去5年間においては主要先進国の経験とは異なり、モバイルブロードバンドによるアクセスが主要なものとなっている。またモバイルブロードバンドの普及が進んでいるにも関わらず、南アフリカにおけるブロードバンド普及率は他の途上国と比べ依然低水準となっている。この項においては、情報通信インフラの構成を以下のように分類し、現状と課題を記述するものとする。

- 国際通信

²⁶ EThekweni Municipality, Integrated Development Plan (IDP 2012/2013, http://www.durban.gov.za/City_Government/City_Vision/IDP/Pages/default.aspx, accessed 2014 March 17th)

²⁷ South Africa's Broadband Policy, www.gov.za/documents/download.php?f=205142v, accessed 2014 May 21st

- 国内基幹ネットワーク
- 都市部ネットワーク
- 地区ネットワーク
- オンサイトネットワーク・端末

a) 国際通信

2009年以前においては、南アフリカは単線の海底ケーブル（SAT3）によって海外との通信を行っていたが、現在は4本の海底ケーブルによって通信容量計11.5Tbpsまで増強され、5社のプロバイダーによってサービスが提供されている。また、現在建設中の海底ケーブルも含めると計29.5Tbpsとなる見通しである。2009年の海底ケーブル建設競争開始により通信コストは劇的に低下し、需要は刺激され、利用可能な通信容量の有効利用が促進されることとなった。しかし、引き続き急激な増加が見込まれる近い将来の需要に対応するためには更なる通信容量の拡大が求められている。

b) 国内基幹ネットワーク

長距離の都市間を結ぶ光ファイバーネットワークは、数多くの民間企業・国有企業によって提供されている。基幹ネットワークという点では大部分をカバーする規模でのファイバー網が既に構築されており、現在南アフリカ国全人口の約86%がファイバー結節点から10km圏内に居住している状況である。とはいえ、現在の国内長距離ネットワークの容量では将来の需要に答える事ができないとの見方もあり、特に地方エリアでのネットワーク拡張が課題となっている。これは、南アフリカのアパルトヘイト時代に形成された空間構造によって、地方エリアに存在する旧ホームランドや歴史的に不利な位置に置かれた地区の大部分において殆どインフラ整備が進められなかったことに起因している。また今後、携帯端末の更なる普及が見込まれており、周波数帯域に対する需要が拡大していくことが予測される。

c) 都市部ネットワーク

ブロードバンドネットワークを整備する上でのギャップは地方エリア、特に旧ホームランド地区に存在することを前項では述べたが、多くの都市内高人口密度地区においても通信網の構築が遅れている現状である。都市内の高需要地区では過剰な規模でインフラ整備が進行しているものの、このような地区の外部ではADSLへのアクセスは限られている。また、南アフリカ国において帯域の開放が遅れたことや、需要の少ないエリアに対する次世代高速通信網建設コストに対する懸念から、地方エリアに対しADSLの代替としてモバイルブロードバンドを採用するという考え方は、都市部での対策とは異なり、支持を得るのが難しい状況である。

殆どの市有地域では、長年にわたって既にテルコム社の通信網が整備されている。比較的新しい参入事業者であるDark Fibre Africa社は既に総延長約8,000kmのダクトとファイバーを全ての主要都市、多くの中核都市で構築、卸売りベースのオープンアクセスを提供している。また、多くの地方自治体は独自の通信網を構築し、自ら市政業務に利用している。

長距離ネットワークでもそうであったように、南アフリカにおける都市部ネットワークもまた不均等な開発の歴史を反映しており、都市内に存在する黒人居住区であるタウンシップでは殆ど通信インフラが整備されていない。地方政府は過去 10 年間でブロードバンドインフラに対して活発な投資を行い、数多くの成功プロジェクトを生み出してきた一方で、調整不足による各プロジェクトの無計画な拡散や非効率なリソース活用、既得権益をえぐる市政府間の衝突などの課題も認識されている。

d) 地区ネットワーク

南アフリカにおける情報通信インフラ整備に当たっての最も大きな課題は、ラストマイルの接続である。2009 年以降積極的に進められた海底ケーブル建設による国際通信の利用可能性向上と通信コストの低下、モバイルブロードバンドの普及は、利便性の向上と同時に急激な通信需要の拡大を誘引している。インターネットへのアクセス（特にワイヤレスブロードバンドによるもの）が向上するに従い、近年は国際通信インフラ容量の拡張よりも国内ネットワークの通信環境向上に重点が置かれるように状況は変化してきている。前述したように、現在南アフリカ国全人口の約 86% はファイバー結節点から 10km 圏内に居住している状況下で、ブロードバンドへの接続方法は、モバイル、固定無線、ADSL、光ファイバーとなっているが、光ファイバーによる接続(FTTP)は殆ど一般化していない。一方、モバイルによる接続環境については、最も整備が進行しているものの、アクセス可能なエリアが高い収益性が見込まれる一部の都市化地域に限られ、通信コストも他の手段に比べ高くなっている。またブロードバンドアクセス向上は、高需要な周波数帯域の割当や、事業者を追加投資を生じさせる高層ビル密度などに左右される。

テルコム社は ADSL サービスを提供する唯一の事業者であり、80 万人のユーザーを抱える。法的には多数の ISP(Internet Service Provider)が ADSL を介したサービスを提供できる環境があるが、テルコム社が保有するインフラ上ではコスト面での差別化が難しく参入が進んでいない状況である。固定無線や FTTP についても高水準の価格設定を背景にまだユーザーは少ない。

e) オンサイトネットワーク・端末

パーソナルコンピューターの購入コストは個人ユーザーによるインターネットアクセスにとっての大きな障壁であった。近年の低コストスマートフォンやタブレットの大量生産によって状況は改善しつつあるが、国民全てに幅広く普及させる上での安価性、学校施設などの組織による導入促進、ユーザーの多様なニーズに対する対応など、ユニバーサルアクセスの実現に向けて越えるべきハードルは未だに多い。

2.9.7.2 ICT サービスの利用コスト

“国際通信における競争促進はコストの大幅な低減を実現したが、エンドユーザーは未だにその利益を享受するに至っていない。”

南アフリカはアフリカにおける地域拠点として位置付けられるものの、その高い通信コストによって、大規模なビジネスプロセスアウトソーシング(BPO)など、国内雇用を促進し

得る各種産業への投資を妨げている。近年の有線・モバイルデータ通信コストは低下しているものの、依然通信サービスの安価性は、ブロードバンドの急速な普及の状況下で早急に解決すべき課題として残されている。現在の高コストな通信サービスは南アフリカの競争力を低下させる大きな要因として認識されているが、効果的な法制度や効率的なインフラ共有を促進する事業者へのインセンティブ制度が未だに策定されていない状況で、サービス水準を向上する競争原理が機能していない状況である。国際通信における競争促進によって実現されつつある低コストな通信サービスを迅速にエンドユーザーまで届けることが課題である。

2.9.7.3 ICT の利活用

“国民の安全・安心を実現するためにICTの利活用が必要である。”

“国民の情報リテラシーの向上も課題である。”

ブロードバンド環境の整備によってもたらされる便益を梃子にして南アフリカの成長を促進するためには、供給側と需要側の双方に対するICTの利活用が必要である。ICTを効果的に活用することで、供給側においては、異なった部門間を横断する業務調整機能を向上させ、需要側においては国民の情報リテラシーの向上などを実現することが可能となる。現在南アフリカにおいては、ICTへのアクセシビリティが不均等であることや、より良い生活の実現に必要な有益情報を得るためのリテラシーの欠如によって、一部の国民、特に旧ホームランドやタウンシップに居住する低所得者層や障害者、高齢者等が自身のポテンシャルを最大限に生かすことができない不公平な状況を生んでいる。各政府機関は遠隔教育や遠隔医療など、積極的にICTを活用することで、効率的に国家全体の安全性、社会保障、健康、教育の水準を向上させていくことが求められている。

表 2-9-2 今後の都市開発における主要課題の概要

	都市部	郊外部・地方エリア
ICT インフラ整備	<ul style="list-style-type: none"> - 複数通信手段の低コスト化 - 通信環境の安定性と継続性向上 - 事業者間の調整と設備・施設共有の促進 	<ul style="list-style-type: none"> - ラストマイルにおける効率的なネットワーク整備 - 低密度に広がった都市構造に効果的な接続手段の確保 - モバイル通信の安価性とアクセシビリティ向上
ICT 利活用	<ul style="list-style-type: none"> - 安全性・治安レベルの向上 - 非常時の事業継続性確保 - 運営・保守業務の効率化 	<ul style="list-style-type: none"> - 教育、職業訓練、医療サービスの公平性向上 - 有益な情報の共有 - 情報リテラシーの強化

2.10 災害・犯罪の防止

2.10.1 ヨハネスブルグ

(1) 災害リスク・マネジメント

- ヨハネスブルグはレベル 1 の災害リスクマネジメントプランを有しており、災害リスクマネジメントのための法制度面での対応、重大な脅威に対応するためのプラン策定、およびレベル 2 の災害リスクマネジメントプラン作成のための能力向上に注力している。行政側によって重要と認識されている災害は下記に示す通り。

- 不法居住地における火災
- 不法居住地に影響を及ぼす洪水・突風
- 鉄道事故
- 有害物質の垂れ流し
- ドロマイト発掘に伴う陥没

(2) 防犯

- 防犯は、ヨハネスブルグメトロ警察（Johannesburg Metro Police Department (JMPD)）が所管している。例えば、前職者を対象とした、薬物・犯罪防止プログラムと更生用プログラムを実施している。

2.10.2 ケープタウン¹

(1) 災害リスク・マネジメント

ケープタウンには災害リスクマネジメントセンター（DRMC）があり、その目的は災害発生を認識し、防ぎ、避けること、そして避けられない場合にその被害を最低限にすることにある。DRMC は、複合的かつ効率的な方法で、事前の対応（リスク低減、計画、準備）および事後の対応（救助、復旧、復興）の両面から複層的に緊急かつ必要なサービスを提供するためのコーディネーションを実施している。

(2) 安全なコミュニティ

ケープタウンには、メトロ警察、交通サービス、法律厳守サービスの 3 つの警察組織がある。自治体における近隣監視支援プログラムは 2008 年 8 月に始まったが、その主な目的は犯罪や無秩序防止に対する地域コミュニティの能力を底上げすることにある。

2.10.3 エテクウィニ²

(1) 災害リスク・マネジメント

- エテクウィニには、災害マネジメントセンター及び災害オペレーションセンターがある。
- 災害マネジメントとして実施されている計画や政策としては下記が含まれる。

¹ The descriptions in this section are mainly quoted from Source: City Of Cape Town: Built Environment Performance Plan (BEPP) 2012/13 directly.

² The descriptions in this section are mainly quoted from eThekweni Municipality Integrated Development Plan 2012/13 to 2016/17 Annual Review 2013/2014 directly.

- Municipal Disaster Management Policy Framework (2009年9月)
- Municipal Disaster Management Plan
- Municipal Disaster Management Advisory Forum
- Disaster Management City Wide Risk Assessment Study

(2) 犯罪防止

- 犯罪に係る主な課題としては、犯罪件数が多いことや都市デザインが安全な環境に寄与していないこと、さらには、犯罪のレベル是正のための財源不足などが挙げられる。
- 総犯罪件数は年々増加しており（図 2-10-1）、またその発生件数はエテクウィニの中心部に集中している（図 2-10-2）。

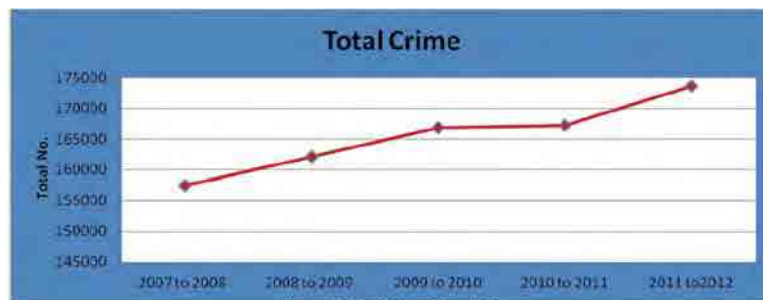
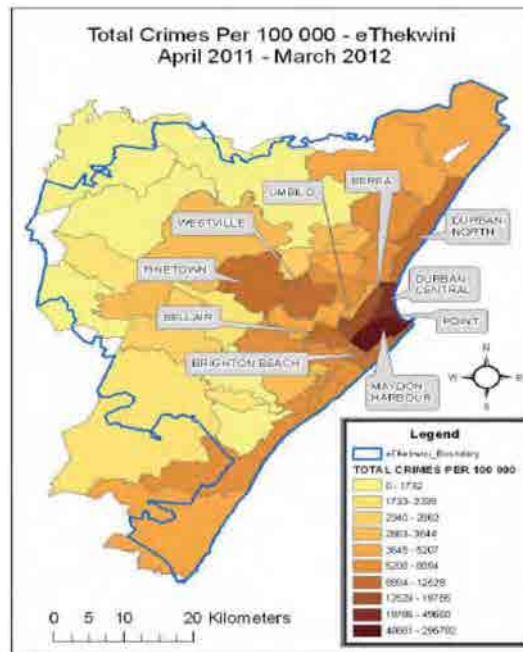


Figure 10: Total Crimes Committed
 Source: SAPS

Source: eThekweni Municipality Integrated Development Plan 2012/13 to 2016/17 Annual Review 2013/2014

図 2-10-1 犯罪数の経緯



Source: eThekweni Municipality Integrated Development Plan 2012/13 to 2016/17 Annual Review 2013/2014

図 2-10-2 地区別の犯罪発生頻度

2.10.4 課題

- ヨハネスブルグ、ケープタウン、エテクウィニの3都市に共通して下記の課題がある。
- 不法居住地に代表されるような高密度かつ不燃化住宅地においては、火災や冠水等のリスクがあげられているが、それらの課題への対応は十分ではない。不法居住地における建物の不燃化や住宅地の排水システムなどについて、早期の対応が求められている。
- 特にダウンタウンにおいて、治安の悪化や犯罪が多発する傾向が見られるが、その要因については警備や保安機能の不備や所得格差など多様な面から捉える必要がある。まずは、人が集まりやすい駅周辺など特定のエリアにおいて安全な環境を実現していくこと必要である。
- ケープタウンにおいては、ダウンタウンにおいても洪水の危険性があり、早期の情報伝達のためのシステム性能の向上が求められている。

2.11 投資と貸付け

2.11.1 南アフリカの財政状況

(1) 財政状況

南アフリカ政府の財政収支は 2007 年度は黒字を計上したが、2008 年度ではサッカー・ワールドカップ関連のインフラ整備にかかる歳出が拡大したことなどを背景に赤字に転じた。それ以降、経済成長を背景とした税収の増大を見込むものの、雇用対策などを盛り込んだ新成長戦略の実行に伴う歳出の増加により赤字は続いている。

表 2-11-1 南アフリカの財政収支の推移（単位：10 億ランド、%）

	07 年度	08 年度	09 年度	10 年度	11 年度	12 年度	13 年度
歳入	1 626.7	683.0	664.8	755.0	824.5	908.7	1,017.2
(GDP 比)	30.1	29.5	27.2	28.3	28.3	28.4	28.8
歳出	591.5	710.5	825.9	897.4	979.3	1,061.6	1,151.8
(GDP 比)	28.5	30.7	33.8	33.6	33.6	33.2	32.6
財政収支	35.2	-27.5	-161.1	-142.4	-154.8	-152.9	-134.6
(GDP 比)	1.7	-1.2	-6.6	-5.3	-5.3	-5.3	-3.8
GDP	2,078.8	2,313.0	2,442.6	2,666.9	2,914.9	3,201.3	3,536.0

出典:南アフリカ財務省 <http://www.jbic.go.jp/ja/report/reference/index.html>

(2)南アフリカの経済成長戦略

南アフリカ政府は、産業政策行動計画（IPAP）、新成長戦略、エネルギー分野・統合型資源計画（IRP2）などの経済成長戦略を相次いで発表している。各成長戦略の概要は、以下のとおり¹。

産業政策行動計画（IPAP）（2010 年 2 月発表）

IRAP では、2010/11 年度以降の 3 年間で、13 の重点セクターを指定し、雇用吸収型の産業構造への移行を目指すこととなっている。重点セクターのうちインフラ事業との関係が深い分野は、a.再生可能エネルギー・省エネ産業（集光型太陽光発電の大規模電源としての実現性の検証、太陽熱温水器の 25 万台導入など）、b.バイオ燃料（バイオディーゼル精製所の建設）、c.ハイテク産業（原子力・すそ野産業の育成、デジタル放送移行に伴う通信インフラ整備など）となっている。

新成長戦略（2010 年 11 月発表）

新成長戦略は、雇用の創出と格差の是正を同時に実現するための政策である。2020 年までに公共インフラ投資の拡大などを通じて 500 万人の雇用創出を目指すもので、優先分野と各分野における雇用創出目標は、a.公共インフラ投資、b.農業・関連産業、c.鉱業・関連産業、d.環境産業、e.製造業、f.観光・サービス業となっている。

¹ 南アフリカ共和国・インフラマップ（JETRO・ヨハネスブルクセンター、2011 年 3 月）

統合型資源計画 (IRP2) (2010 年 10 月発表)

IRP2 では、発電量を 2010 年の 4 万 4,000 MW から、2030 年までに 8 万 5,000 MW まで増加させることを目標としている。また、現在発電量のほぼ 9 割を占める石炭への依存から脱却するため、2030 年までに石炭火力の割合を 48%まで下げ、代替として再生可能エネルギー (16%)、原子力 (14%) などの割合を引き上げることを目指す。再生可能エネルギー分野では太陽光電力、風力発電といった新たな技術の導入を検討する。

(3)南アフリカのインフラ投資方針と投資状況

2012 年 2 月「国家インフラ開発計画」(NIDP : National Infrastructure Development Plan) が策定された。続いて 2012 年 10 月にはインフラ改善支援イニシアティブが発表され、インフラ整備プロジェクトに対し、今後 15 年間で総額 4 兆ランドを拠出することとなっている。また、2011 年 9 月には、インフラプロジェクトの省庁間調整を行うための Presidential Infrastructure Coordinating Commission(PICC) が設立され、関係部局は 18 の戦略的統合プロジェクト (SIP : Strategic Integrated Project) に再編された。

2013 年度は、主に教育、医療、住宅建設、地域開発、治安対策に対する予算が増加し、インフラ整備にも引き続き重点が置かれている。特に輸送および電気セクターに予算が集中している。財務相はインフラプロジェクトに今後 3 年間で 8,270 億ランドを拠出すると発表している。このうち 4,300 億ランドが、学校、病院、クリニック、ダム、送水・送電網の建設および改修、電化地域の拡大、裁判所・刑務所の増設、公衆衛生インフラ整備、バス・通勤鉄道・道路リンクの改善に配分された。

表 2-11-2 南アフリカの公的インフラへの支出内訳 (単位 : 10 億ランド)

分野	10/11 年度	11/12 年度	12/13 年度	13/14 年度
エネルギー	95.6	107.2	106.7	113.3
水道・衛生	24.1	30.5	27.3	29.4
輸送・物流	74.4	68.9	70.8	72.3
その他経済サービス (注 1)	18.8	20.2	23.2	23.2
保健	9.4	9.9	10.3	10.4
教育	7.6	8.9	10.6	13.2
その他社会サービス (注 2)	8.4	9.1	8.6	8.6
司法・防衛サービス	3.8	4.1	5.5	6.7
中央政府・行政サービス	2.6	4.3	4.9	3.2
合計	244.7	263.1	267.9	280.3

(注 1) 農業、環境インフラ、通信、産業開発区など

(注 2) 労働センター、遺産施設、国家図書館、コミュニティ施設など

出典:南アフリカ財務省

一方で支出財源の内訳をみると、公的セクターの支出の新規整備とメンテナンスの比率は概ね3:7となっている。民間セクターの支出の5割以上はITCとなっている。

表 2-11-3 南アフリカのインフラ関連支出の財源内訳（2001～2006年平均）（単位：10億米ドル）

Infrastructure sector	Capital expenditure					Operation & maintenance
	Public sector	private sector	ODA	the others	Total	Public sector
Power	2.4	0.5	0.7	1.1	4.7	7
Transport	4.5	1.1	1.8	1.1	8.5	7.8
Water Supply System	1.1	2.1	1.2	0.2	4.6	3.1
ICT	1.3	5.7	0	0	7	2
irrigation	0.3	-	-	-	0.3	0.6
Total	9.6	9.4	3.7	2.4	25.1	20.5

出典: Foster, Vivien, Briceno - Garmendia, Cecilia; Africa's infrastructure : a time for transformation, <http://documents.worldbank.org/curated/en/2009/01/11487313/africas-infrastructure-time-transformation>

2.11.2 南アフリカにおける投融資制度

(1) 世界銀行 (WB) グループ

世界銀行グループ (WBG) では世界的気候変動に対する包括的戦略として、2008年に「Development and Climate Change: A Strategic Framework for the World Bank Group」²が報告された。また、その方針や推奨行動を引き継ぎ、発展途上国の気候変動に対して2009年に「Making Development Climate Resilient: A World Bank Strategy for Sub-Saharan Africa」³、2010年に「World Development Report 2010」⁴が発行された。これらは、現行の世界銀行の気候変動に対する戦略的文書とされている。

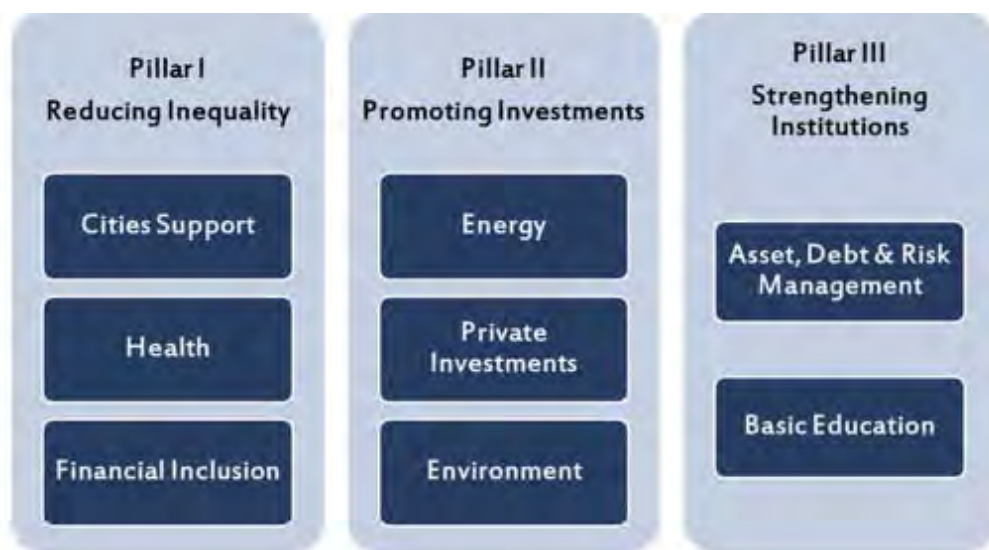
世界銀行ではアフリカにおいて気候変動への対応や緩和に対し、知識や能力開発、並びに更なる資金調達を目的とする計画を打ち出している。これらの気候変動に関する取組は、アフリカ各国のビジョンに基づき、世界銀行の国別支援プログラム(CAS)へ適用される。

2013年には最新の「国家戦略 2014 - 2017」(CPS)が発行された。これは、2012年に公表された南アフリカ政府の国家発展計画 (NDP) をサポートしているものである。「国家戦略 2014 - 2017」では、NDPの目的である①不平等の削減、②投資促進、③機関の強化の3つの柱にフォーカスしている。次頁の図は、NDPの3つの主要分野における世界銀行の強みを反映したプログラム及び活動を示したものである。

² [http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/21928837/DC2008-0009\(E\)ClimateChange.pdf](http://siteresources.worldbank.org/DEVCOMMINT/Documentation/21928837/DC2008-0009(E)ClimateChange.pdf)

³ http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/ClimateChange-StrategyReport2010-Full_vNoImages.pdf

⁴ <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS/0,,contentMDK:23062354~pagePK:478093~piPK:477627~theSitePK:477624,00.html>



出典：世界銀行「国家戦略 2014 - 2017」(CPS)

図 2-11-1 国家戦略 (CPS) の 3 つの柱と世界銀行のプログラム・活動分野

a. 世界銀行グループ ファイナンスプログラムと資金調達

気候投資基金 (CIFs)

CIFsは開発途上国の気候変動対策を支援するために世界銀行に設立された多国間資金メカニズムであり、CTF クリーンテクノロジー基金と SCF 戦略気候基金の2つから構成される。CTF クリーンテクノロジー基金は、主要な途上国における温室効果ガス削減に向け、電力、運輸、ビルのエネルギー効率化、商業や農業におけるプロジェクトを支援するもので、SCF 戦略気候基金は PPCR 適応プログラム、FIF 森林投資プログラム、SREP 再生可能エネルギー拡大プログラムの3つのサブプログラムより構成される。

地球環境ファシリテシィ (GEF)

GEFは183カ国が地球環境問題に対処するため、国際機関、市民社会組織、民間セクターと協力し、国際協力のために1994年に発足したパートナーシップであり、環境分野における途上国支援の草分け的存在である。GEFの支援対象分野は、①気候変動緩和②生物多様性保全、③国際水域汚染防止、④土地劣化対策、⑤オゾン層保護、⑥残留性有機汚染物質対策の6分野である。

b. プロジェクト

(A) Eskom(南アフリカ電力会社)投資支援プロジェクト

電力供給とエネルギー安全性を効率的かつ持続可能な方法で高めることによって、経済成長目標と南アフリカ長期炭素排出低減戦略の双方を支援するプロジェクトである。国際復興開発銀行(IBRD)により以下の支援を行う。

- ・ Medupi 石炭火力発電所(超臨界技術使用により 4,800 メガワット) の金融支援
- ・ 再生可能エネルギー (風力ならびに集光型太陽光発電所) に対する投資資金支援
- ・ その他の低炭素エネルギー効率事業の支援 (Majuba 鉄道計画 (石炭輸送用鉄道) およびサプライサイドの効率性改善への技術支援を含む)

プロジェクトの支援目的割合は、送配電 (81%)、発電部門のエネルギー効率 (12%)、その他再生可能エネルギー (7%)で、2015 年 10 月にプロジェクトは終了する予定である。

(資金構造)

IBRD は、中所得国向けの持続可能な発展を促進することによる貧困削減を目指しており、EISP プロジェクトには 37 億 5 千万 US ドルの預託金額が 2010 年に承認されている。

表 2-11-4 Eskom(南アフリカ電力会社)投資支援プロジェクトの融資配分

FINANCIER	COMMITMENTS
International Bank For Reconstruction And Development	3,750
Foreign Multilateral Institutions	2,000
Borrower	5,000
Project Total Amount	10,750

出典：世界銀行

(B) 再生可能エネルギーサポートプロジェクト

本プロジェクトの目的は、南アフリカにおける再生可能エネルギー開発に関する政策及び規制の枠組みを設定し、制度的対応能力を確立することである。世界銀行は 2011 年 10 月に融資を承認した。2016 年 12 月にプロジェクトは終了する予定である。

温室効果ガスの排出量低減を促進するため、再生可能エネルギー技術への障害を除去し、その実施費用を削減するに当たり、本プロジェクトは以下の 2 事業を開設した。

- ・ 再生可能エネルギーによる発電
- ・ 商業太陽光温水化事業 (CSWH) (事業目的は現地の SWH (太陽光温水化) 事業能力を構築し、現地 SWH サプライチェーンの樹立を支援することにある。プロジェクトの支援目的割合は再生可能エネルギー (49%)、中央政府行政 (48%)、総合金融部門 (3%)となっている)

(資金構造)

南アフリカは温暖化ガス高排出国別ランキングで 2005 年に世界で 12 番目、途上国では 1 位となった。南アフリカ内の再生可能エネルギー拡大をサポートするため、前述したクリーンテクノロジーファンド (CTF) から 2 億 5 千万 US ドル、アフリカ開発銀行から 1 億 US ドルが資金投入された。

CTF は、クリーンテクノロジーへの移行や拡大を促進し、発展をスケールアップするよう

な国家計画及び戦略や国家レベルの低炭素プロジェクトに融資している。

表 2-11-5 再生可能エネルギーサポートプロジェクトの融資配分

FINANCIER	COMMITMENTS
Clean Technology Fund	250
Bilateral Agencies (Unidentified)	390
Foreign Multilateral Institutions (Unidentified)	100
Borrower	488
Project Total Amount	1,228

出典：世界銀行

(C) 再生可能エネルギー市場の変革プロジェクト (REMT)

本プロジェクトは、南アフリカで世界銀行がはじめて実施したエネルギープロジェクトである。南アフリカ政府との長年の交渉の末、2007年に承認され、2013年に終了した。南アフリカは、石炭生産が世界第6位であるが、生産量の90%が電力発電や合成燃料産業に使用されているなど、国内のエネルギー需要は石炭に大きく依存している。

このような背景の下、REMT プロジェクトは、温室効果ガス排出量を削減するため、再生可能エネルギー技術の実施コストの削減及び実施のための障害を取り除くようデザインされた。政府は再生可能エネルギーについての白書で、2013年には45%の電力需要(10,000GWh)を再生可能エネルギーからまかなうことを目標に掲げていたため、本プロジェクトは、この政府目標に合致するよう、再生可能エネルギー発電と太陽熱温水についての技術支援と実施能力の向上を支援することを目的とするものであった。

(資金構造)

前述した地域環境ファシリティ(GEF)が1994年に設立されて以来、南アフリカは気候変動に対して2570万USドル、生物多様性保全に対して2170万USドル、土地劣化対策に対して530万USドルの資金援助を受けてきた。

表 2-11-6 再生可能エネルギー市場の変革プロジェクトの融資配分

FINANCIER	COMMITMENTS
Government of South Africa	2.3
Private Sectors	9
Global Environment Facility (GEF)	6
Project Total Amount	17.3

出典：世界銀行

(2) アフリカ開発銀行 (AfDB)

アフリカ開発銀行グループはアフリカの地域密着型の国際開発金融機関(MDBs)であり、下記に示す、AfDB アフリカ開発銀行と AfDF アフリカ開発基金の2つの機関により構成

されている。

AfDB：比較的所得の高い国に対し準商業ベースの融資を行う。加盟国は78か国。総額76億米\$相当のグローバルファシリティである気候投資資金（CIF）の実施機関である。

AfDF：所得の低い国に対して譲許的な条件による融資及びグラント（贈与）の供与を行う。加盟国は27の国及び機関（域外国26か国、南ア、アフリカ開発銀行）で構成されている。

a. AfDBの南アフリカ戦略(CSP)

AfDBグループの「南アフリカ戦略2008-2010(CSP)」の戦略方針のポイントは、(i) 民間セクターにおける競争力の向上、(ii) 地域の融合と発展、(iii) ナレッジマネジメントとキャパシティ・ビルディングとなっていた。ディスバース率の平均は2012年6月末時点で53%、優先セクターでの注目に値する実施の進展がみられるなど、CSP成果達成への過程はある程度満足のものであった。しかし南アフリカは、依然として、深刻な貧困やグリーンハウスガス発生率の上昇など複雑な問題に直面しており、これらを踏まえた新しいCSP2013-2017⁵が2013年に発行され、迅速な環境変化への対応や金融機関と共同した新たな基金の設立などを目指している。

また、AfDBグループは、アフリカ諸国の成長の質の改善のために「インクルーシブな成長」と「グリーン成長への移行」の2つの目標を柱とした長期戦略（2013年-2022年）を策定している。「インクルーシブな成長」の目標は、処遇及び機会の平等や貧困の本格的削減、並びに雇用の大幅増加に繋がる成長を達成することであり、「グリーン成長への移行」は、インクルーシブな成長を持続可能なものとするものである。

b. 資金計画：アフリカ・イニシアチブのためのClimDev

ClimDev-Africa（アフリカ開発のための気候情報プログラム）は、アフリカ連合委員会(AUC)、国連アフリカ経済委員会(UNECA)、アフリカ開発銀行(AfDB)による共同イニシアチブである。このプログラムはアフリカ各国の首脳及び財務・計画・環境担当大臣の強力な政治的支援を受けている。地域的並びに国家的な政策能力を築くことで、ClimDevはアフリカ各国の気候変動への対応をサポートしている。このプログラムにより、政策決定者が活用する情報・分析の質および有用性が向上することを狙っている。ClimDevはUNECAのアフリカ気候政策センター(ACPC)(新設)が実施し、信託基金の財務管理はAfDBが行うことになっている。ClimDevの政策リーダーシップはAUCによって提供されている。プログラム開始後4年間の暫定予算は134百万米ドルと推定され、プログラムと信託基金の融合により需要主導ベースで支出される見込みである。本プログラムにおいては、以下の3つが重点分野となっている。

- ① 気候情報の広範な活用：アフリカ全域の政策立案者、政策支援団体、全住民が、総合的で分かりやすい気候情報にアクセスできるようにすることを目的としている。
- ② 分析手段と技術支援の提供：地方及び地域機関の科学力を向上させ、政策を支える効果

⁵ <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/2013-2017%20-%20South%20Africa%20-%20Country%20Strategy%20Paper.pdf>

的で良質な分析、並びにベストプラクティスを生み出すことを目的としている。

- ③ 政策決定の強化に対する認識と支持の向上：アフリカ各国の政策立案者が、入手可能な情報や政策等を最大限に活用する能力を強化することを目的としている。

c. セクター別取組み

(A) エネルギー

AfDB は、エネルギー効率向上のため、総合資源計画によりターゲットが設定され、炭素排出量削減とクリーンエネルギー資源の活用を促進している。AfDB の援助はエネルギーセクターにおいて気候変動緩和の最新技術導入の面でリーダーシップをとることが求められている。AfDB は以下の5つの分野でサポートしている：(i) エネルギー効率と保存、エネルギーサービス会社の発展、スマートグリッド技術の適用、(ii) 風力、集中型太陽熱、バイオマス、地熱と小水力などの再生可能エネルギー、(iii) クリーンで低炭素な化石燃料技術や二酸化炭素貯留、(iv) アクセスと送電網強化、(v) 区域配電プロジェクトと貿易協定の発展

(B) 交通

AfDB は、低炭素で安全な輸送方法の強化をサポートしている。また輸送設備の管理・メンテナンスを改善し、公共輸送サービスの効率的な提供を促進し、地域的な接続性と通商の円滑化への貢献を目指している。主要な支援分野は次の5つである：(i)道路ネットワークの修復、村落部における道路、より効果的な道路整備システム、道路の安全性、(ii)強力な地域的側面を持ち円滑なコンテナ輸送を行うことのできる効率的で安全な鉄道・港湾、(iii)都市公共輸送機関、多様な乗客拠点、交通需要マネジメント、(iv)内陸水路および内陸港、(v)多様な物流センター、物流サービス、高度輸送システム

(C) 天然資源、水、農業

AfDB は、健全な土地、水と天然資源の管理や気候変動の取り組みに貢献するプロジェクトをサポートしている。また、農業に関するスキームや他の市場への関わりを通じて農村生活の改善をサポートしている。さらに、水や衛生設備運営をサポートし安価で十分な水と衛生サービスを広く提供することを目標としている。

(D) 官民連携

インフラ投資における官民連携の促進にとって、土地取得・関税設定・国有企業改革などが大きな問題となっているが、AfDB は、実現可能な官民連携プロジェクトのためのネットワーク構築を政府に働きかけ、インフラ整備における民間参加を前進させる見込みのある分野での政策対話と能力開発支援に重点を置いている。

d. プロジェクト

アフリカ開発銀行プロジェクト（事例1）

プロジェクト名	ESKOM 再生可能エネルギー投資プロジェクト
支援目的 (支援割合)	再生可能エネルギー
ファイナンス形態	名称：気候投資基金(CIF)350 百万米ドルによるクリーン・テクノロジー・ファンド(CTF)投資計画 投資もしくは融資金額：以下を含む 12.3 億米ドル - AfDB による 260 百万米ドル、 - CTF (クリーン・テクノロジー・ファンド) による 100 百万米ドル、 残余は世界銀行、EIB (欧州投資銀行) および AFD (フランス開発庁)
場所	ケープタウン、ヨハネスブルグ、プレトリア
現地政府担当部署	未定
摘要	<p>目的：本プロジェクト開発目標(PDO)は、Eskom ホールディングスが電力供給とエネルギー安全性を効率的かつ持続可能な方法で高めることを可能にし、これによって南アフリカ長期炭素排出低減戦略を支援することにある。</p> <p>取り組み：本計画は下記の2つの事業を含む。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sere 風力発電所プロジェクト (100MW)。ケープタウンの北方 300 kmに位置する西ケープ州風力発電所を指す 2) 再生可能エネルギー源に関する Upington 集光型太陽光発電プロジェクト(100 MW) <p>日程：2014 年前半中に国内配電網への最初の電力供給を見込み、2014 年末までに完全商業運転を予定。</p>
情報源	< http://www.eskom.co.za/Whatweredoing/NewBuild/Pages/Renewable_Energy.aspx > < http://www.afdb.org/en/projects-and-operations/project-portfolio/project/p-za-f00-002/ >



アフリカ開発銀行プロジェクト 事例 2

プロジェクト名	再生エネルギー独立発電プロジェクト	
支援目的 (支援割合)	再生可能エネルギー	
ファイナンス形態	名称： シニアローン 142 百万米ドル 投資もしくは融資金額： - AfDB により 101.5 百万米ドル、 -CTF (クリーン・テクノロジー・ファンド)により 141.5 百万米ドル、	
場所	ケープタウン (北ケープ州)	
現地政府担当部署	未定	
摘要	<p>目的： Xina ソーラーワンプロジェクト* は約 90,000 世帯分の必要電力量に相当するクリーンエネルギーを創出し、これによって毎年 315,000 トンの CO2 排出を防止する。加えて発電所の建設、操業、維持により、多くの直接的かつ間接的雇用と、同国の経済成長を助長するサプライチェーンが生み出され、地域社会経済の発展を促す。</p> <p>*)XiNa ソーラーワンプロジェクト： AfDB が南アフリカで融資した最初の再生エネルギー独立発電プロジェクト (IPP) であり、同時に最初の民間部門クリーン・テクノロジー・ファンド (CTF) を適用。</p> <p>取り組み： アフリカ開発銀行の視点は、必要とされる多額の長期資金調達、環境・社会基準の施行、プロジェクトの開発インパクトの増幅等によって、重要な役割を果たしている。本プロジェクトは、アフリカ開発銀行の 10 年戦略であるグリーン包括成長目標と軌を一にするものである。</p> <p>日程： 2014 年中に着手予定。</p>	
情報源	<p>http://www.afdb.org/en/news-and-events/article/afdb-to-finance-its-first-renewable-energy-independent-power-producer-project-in-south-africa-13332/ http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/South_Africa_-_Xina_Solar_One_Project_-_ESMP_Summary.pdf</p>	



(3) 南部アフリカ開発銀行(DBSA)

a. DBSA の任務

DBSA の責務として以下のとおり定義されている。

「DBSA の主たる目的は経済発展と成長、人材開発、組織のキャパシティ・ビルディング（能力強化）であり、地域ごと開発プロジェクトやプログラムの査定、計画、実施をモニタリングし、テクニカルアシスタンスの提供、特に人材開発や開発プロジェクトやプログラムの特定・準備・評価・資金調達・実施におけるトレーニングをサポートする。」

対象分野：教育、エネルギー戦略、保険衛生、住居と建築、交通、水

b. 基金: グリーンファンド

南アフリカ政府は環境省を通じ、国全体の低炭素化、効率的な資源活用また社会経済の発展と環境および社会的利益を支援するため、グリーンファンドを立ち上げ3年間でR8億の資金調達を可能とした。DBSA は DEA とパートナーシップを結び、グリーンファンドの実施主体として指定されている。

- グリーンファンドのフォーカス

調査と広範な協議に基づき、3つのテーマがグリーンファンドの視点として設定された。なお、焦点となるエリアと各テーマの適合基準は国家施策によって異なる。

Three funding windows – not mutually exclusive



Source: DBSA

図 2-11-2 グリーンファンドの視点

(A) グリーン都市・町

ビジョン：よく稼働し、自然資源を枯渇させずに住民へ必要不可欠なサービスを提供するコンパクトで効率的な都市と街

概要：

- グリーン化を軸としたコスト削減が可能な地方での技術サービスが対象
 - 廃棄物管理とリサイクル、水の需要管理、公共交通、市の建物とインフラの再生可能エネルギー（RE）とエネルギー効率化（EE）、都市のグリーン化
- 対象者は市政機関と市の団体、また援助団体である
- プロジェクトに対し助成金やコンセッションファイナンスが準備されている
- グリーン調達、計画、グリーン建設環境に対する能力評価やサポートを行う

(B) 低炭素経済

ビジョン：低炭素経済は温室効果ガスの変動に呼応させる

概要：

- ・気候緩和、再生可能エネルギー、エネルギー効率化、クリーナープロダクション、持続可能交通、バイオ燃料が対象
 - インフラの再生可能エネルギーとエネルギー効率化、車隊への転用、クリーン生産プログラムに関する革新的手法
- ・対象者は民間企業、調査機関、中小企業、非政府機関である
- ・プロジェクトに対し助成金やコンセッションファイナンスが準備されている
- ・戦略的アセスメントなど開発に関する基礎調査への支援

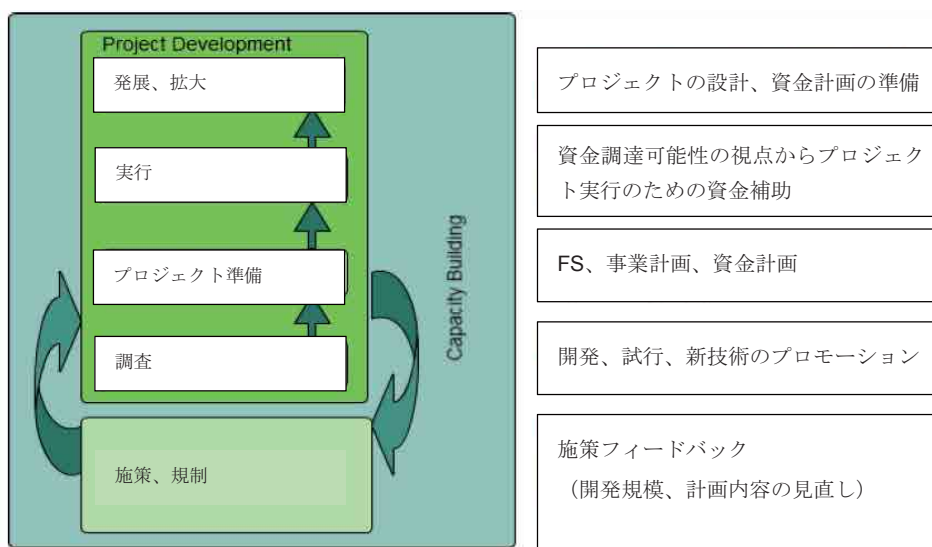
(C) 環境・自然資源管理

ビジョン：長期的開発におけるエコシステムサービスの支援

概要：

- ・生物多様性、エコシステム管理、農業、漁業、雨水採取が対象
- ・農業などの社会的慣習に基づき生態系サービス支払い額（PES）を提示
- ・受益者は農家、調査機関、民間企業、非政府機関などのコミュニティである
- ・民間企業、PES プロジェクトへの準備などへの少額補助は補助金やコンセッションファイナンスより支給される
- ・生態系保全に関するオフセット、PES、エコラベルにつながる支援


グリーンファンドの活用ステップ



Source: SA GREEN FUND OECD/AfDB, Green Growth in Africa Workshop: 16 January, 2013

図 2-11-3 グリーンファンドの活用ステップ

・南部アフリカ開発銀行プロジェクト 事例1

プロジェクト名	グリーンファンドプログラム
支援目的 (支援割合)	環境プログラム
ファイナ ンス形態	名称：グリーンファンド 投資もしくは融資金額：南アフリカ政府による環境省(DEA)を通じるグリーンファンド設立に必要な800百万南アフリカランド(7,400百万円)
場所	未定
現地政府 担当部署	環境省 (DEA)
摘要	<p>- 目的：プロジェクト推進の触媒となりうる金融を提供することによって、南アフリカのグリーン経済への移行を支援するグリーン・イニシアティブへの投資を促進する。</p> <p>- 取り組み：以下の通り3つの取り組みを通して支援を提供する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 「グリーン都市・町」：ここでは現地政府が公共部門調達とインフラストラクチャーならびにサービスへの支出を環境達成指標に適合させることによって、グリーン製品・サービスへの需要喚起に重要な役割を果たすことが出来る。 2) 「低炭素経済」：環境影響と資源消費の低減を目標とする。 3) 「環境・自然資源管理」：生物多様性を保護し、エコシステム・サービスの持続可能な提供を保証する。 
情報源	http://www.sagreenfund.org.za/Pages/About.aspx http://www.dbsa.org/EN/prodserv/FundManagement/Pages/default.aspx

・南部アフリカ開発銀行プロジェクト 事例2

プロジェクト名	再生エネルギー独立発電プログラム (REIPPP)																		
支援目的 (支援割合)	再生エネルギー																		
基金形態	名称：IPP 調達プログラム 投資もしくは融資金額：-																		
場所	未定																		
現地政府 担当部署	環境省 (DEA)																		
摘要	<p>-目的：3,725メガワットの目標と、社会経済的かつ環境的に持続可能な成長に寄与し、南アフリカにおける再生可能事業を開始しかつこれを刺激すること。</p> <p>-取り組み：環境省の担当大臣は3,725メガワットのうち100メガワットを最大契約能力5メガワットの小規模プロジェクトに配分した。下記の技術を利用する1メガワット以上5メガワット以下の発電能力をもつプロジェクトは、本IPP調達プログラムに基づき適用可能な技術であると考えられる。</p> <p>-日程：2010年から2030年まで</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>技術</th> <th>MW(メガワット)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海風発電</td> <td>1850MW</td> </tr> <tr> <td>集光型太陽光発電</td> <td>200MW</td> </tr> <tr> <td>太陽光起電</td> <td>1450Mw</td> </tr> <tr> <td>バイオマス</td> <td>12.5MW</td> </tr> <tr> <td>バイオガス</td> <td>12.5MW</td> </tr> <tr> <td>埋立地ガス</td> <td>25MW</td> </tr> <tr> <td>小規模水力</td> <td>75MW</td> </tr> <tr> <td>小規模プロジェクト</td> <td>100MW</td> </tr> </tbody> </table>	技術	MW(メガワット)	海風発電	1850MW	集光型太陽光発電	200MW	太陽光起電	1450Mw	バイオマス	12.5MW	バイオガス	12.5MW	埋立地ガス	25MW	小規模水力	75MW	小規模プロジェクト	100MW
技術	MW(メガワット)																		
海風発電	1850MW																		
集光型太陽光発電	200MW																		
太陽光起電	1450Mw																		
バイオマス	12.5MW																		
バイオガス	12.5MW																		
埋立地ガス	25MW																		
小規模水力	75MW																		
小規模プロジェクト	100MW																		
情報源	http://www.ipprenewables.co.za/#page/303																		

2.11.3 現況と問題

以上を踏まえ、投資と貸し付けに関する現況と問題点を以下のとおり整理する。

南アフリカの財政状況と経済戦略

- 南アフリカの財政は赤字が続いており、インフラ整備に対しても十分な資金投入ができていない状況にある。また、インフラ整備に対する公的セクターの支出の7割は既存インフラの維持や補修に充てられており、再生可能エネルギーなどの環境配慮型技術への支出は十分ではない。また、民間セクターの支出の半分以上はITCに充てられている。
- 経済成長戦略としては、産業政策行動計画（IPAP）、新成長戦略、エネルギー分野・統合型資源計画（IRP2）などが進められている。産業政策行動計画（IPAP）では、再生可能エネルギー・省エネ産業（PV、太陽熱温水器導入）、b.バイオ燃料（バイオディーゼル精製所の建設）、c.ハイテク産業（ITCのインフラ整備）が進められている。また、新成長戦略では、雇用創出のため公共インフラ投資の拡大が進められている。統合型資源計画（IRP2）では、発電量増加に併せ再生可能エネルギー（PV、風力発電など）の技術導入が進められている。

金融機関の投融資の現状

- WB、AfDB、DBSAは環境配慮型都市開発を促進するための投融資メニューを用意している。
- WBは気候変動に関連した再生可能エネルギーなどの技術導入に関わる資金調達を行っている。AfDBはエネルギー、交通、天然資源、水に対して重点的に資金調達を行っている。DBSAはグリーンファンドを立ち上げ、エネルギー戦略、住居と建築、交通、水等への資金調達を行っている。

金融機関の環境配慮型都市開発に対する既存制度の適用可能性

環境配慮型都市開発に関する既往の投融資プログラムの適用の可能性は以下のとおりと考えられる。

- 都市、交通計画に対してはDBSAの”グリーンファンドプログラム”の適用が考えられる。
- 環境、エネルギー計画に対しては、WBの”南アフリカにおけるエネルギー効率化および再生可能エネルギープログラム”、”開発施策ローン(DPL)”、”クリーンテクノロジーファンド(CTF)”AfDBの”レンディングプログラム”、DBSAの”グリーンファンド”、”再生エネルギー独立発電プログラム(REIPPP)”の適用が考えられる。
- 上下水計画に対しては、AfDBの”レンディングプログラム”、DBSAの”グリーンファンド”の適用が考えられる。
- ITC計画に対しては、DBSAの”グリーンファンド”の適用が考えられる。

2.12 調査対象都市圏の現状および課題整理

前述の各セクターにおける現状および課題を以下の表 2-12-1 に示すとおり整理した。

表 2-12-1 調査対象都市圏の現状及び課題

分野	ヨハネスブルグ	ケープタウン	エテクウィニ
都市・交通計画	<ul style="list-style-type: none"> ・TOD (Transit Oriented Development)の実現化 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出 ・中心市街地における魅力向上、治安・安全性の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・中心部及び郊外部における密度の最適化 ・コンパクトシティの実現、環境保全 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出 	<ul style="list-style-type: none"> ・快適な公共交通・IRPTN※の実現化、TOD (Transit Oriented Development)の実現化 ・社会・アフォーダブル住宅エリアにおける環境改善、雇用創出
水	<ul style="list-style-type: none"> ・水源確保 ・水の安定供給 ・老朽管の改善 ・排水システムの拡張 		
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみの削減 ・不法投棄 ・効率的廃棄物収集・分別・処理システムの導入 		
電力	<ul style="list-style-type: none"> ・鉱工業の省エネ技術の向上 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光・風力などの再生可能エネルギーの活用 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要産業や都市基盤システムのための火事による停電への対応方策としてのバックアップシステムの構築 ・住宅開発に対応した安定的電力供給及び送電容量の拡大
エネルギー・環境	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・地方のエネルギー資源の活用 ・水不足及び水質汚染 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・建築物の老朽化及び市全域におけるエネルギー保全方策 ・水不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーインフラ計画の不備 ・エネルギー及び環境計画に対する地方政府の行政能力不足 ・再生可能エネルギー事業の実行 ・地方のエネルギー資源の活用
情報・通信	<ul style="list-style-type: none"> ・複合的通信インフラオプションの欠如 ・緊急時におけるBCP 対応策の欠如 ・低所得者層のための教育・職業訓練の必要性 ・不十分な維持管理のための設備 		
投資と貸付	<ul style="list-style-type: none"> ・新規のインフラ整備に対する予算不足 ・世界銀行、DBSA 等が有するファンディングスキームの有効活用 		

※IRPTN: Integrated Rapid Public Transport Network

3章 環境配慮型都市開発のための提案方策

3.1 提案概要

第2章で整理した現況や課題に基づき、セクターごとの課題を解決するための方向性および具体的な方策を提案する。提案方策は、「制度・計画・技術提案」と「実現化プログラム」に分けられ、日本政府および企業のノウハウや経験を最大限に活用できる方策と考えられる。さらに各方策において適用可能なスケール（都市全域、都市開発エリア）と立地（中心部または郊外部）も示されている。提案方策の概要は表 3-1-1 に示すとおりである。

表 3-1-1 セクターごとの方向性と方策

方向性		ソリューション	適用エリア												
			ヨハネスブルグ			エテクウィニ			ケープタウン						
			都市全域	都市の再開発	郊外部ニュータウン	都市全域	都市の再開発	郊外部ニュータウン	都市全域	都市の再開発	郊外部ニュータウン				
制度・計画・技術 提案	都市・交通計画	<p>Integrated Traffic Hub 複合交通拠点 鉄道、BRT、その他のバス、タクシー等の公共交通手段の乗り換えがしやすい、複合された交通拠点を實現。</p> <p>Compact & Mixed Use Development コンパクト・ミクストユース開発 複合された交通拠点の周辺に都市機能をコンパクトかつ複合して集積させることにより、公共交通利用者に対する利便性を高めるとともに、省エネ・低炭素化都市実現に寄与。</p> <p>Safe & Livable Community 安全かつ快適なコミュニティ 交通拠点周辺エリアにおいて、様々な人々が安全かつ快適に暮らすことのできるコミュニティを實現。</p> <p>Traffic Management 交通マネジメント 様々な交通手段が集中する拠点において、交通渋滞を緩和するような効果的な交通マネジメントの實踐。</p> <p>PPP implementation PPPの實踐 上述の方向性を實現するため、適切な民間事業者との協働、計画誘導方策の實踐。</p>	① 駅施設との複合開発	技術計画		○			○						
			② 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモール化	技術計画		○			○						
			③ 包括的なICカードシステム	技術計画		○			○						
			④ スマート・ナビゲーター・システム	技術計画		○			○						
			⑤ 社会・アフォーダブル住宅の中密度化	技術計画							○				○
			⑥ 土地区画整理事業	制度		○	○		○	○			○		○
			⑦ 民間開発の誘導方策	制度		○			○				○		
	水・廃棄物	水関連計画	<p>Water recycle 水のリサイクル 水源確保のため、水のリサイクルシステムを地区レベル、コミュニティレベルで導入</p> <p>Water management ウォーターマネジメント 漏水率の向上、維持管理コストの低減のため、Water Managementを實踐</p> <p>Distributed sewage treatment 分散型下水処理システム 下水処理を普及させるため、独立した処理システムの導入</p>	① 膜処理による鉱山廃水の浄化、海水淡水化処理	技術計画	○			○			○			
				② スマートメーターを活用した水道管理システム	技術計画	○			○			○			
				③ 管路調査システム・管路補修	技術計画	○			○			○			
				④ 衛生処理の普及	技術計画			○			○				○
廃棄物関連計画		<p>3R (Reduce, Reuse, Recycle) implementation 3Rの實踐 廃棄物削減のため、都市レベル・コミュニティレベルにおける様々な手法・技術の導入</p> <p>Waste to Energy 廃棄物活用によるエネルギー創出 廃棄物等を活用したエネルギーの創出</p>	⑤ 簡易浄化した雨水／雑排水の活用	技術計画		○	○		○	○		○	○		
	⑥ ゴミ分別システムによる中間処理の高度化		技術計画		○	○		○	○		○	○			
	⑦ 熟成堆肥化施設		技術計画	○			○			○					
	⑧ ゴミ処理におけるエネルギー回収技術		技術計画	○			○			○					
	⑨ 高性能ゴミ焼却施設		技術計画	○			○			○					
	⑩ コミュニティでの分別処理システム		技術計画	○			○			○					
エネルギー・環境	電力関連計画	<p>Energy efficiency エネルギーの効率利用 各施設の特性に応じた省エネ技術の導入</p> <p>Local energy generation 未利用・再生可能エネルギーの活用 地域の特性に応じた未利用・再生可能エネルギー等を活かした創電</p> <p>Resilience 災害に強いエネルギーシステム 災害に対応したエネルギーシステムの構築</p>	① 高効率インバータシステム(鉱山の省エネ)	技術計画	○										
			② GAPケーブル(送電容量強化)	技術計画	○			○			○				
			③ 地下変電設備(山火事からの降灰対策)	技術計画				○							
			④ 蓄電池システム(ポータブル)	技術計画				○							
			⑤ 太陽光・風力発電と複合したローカル・グリッド	技術計画							○	○	○		
	エネルギー・環境計画	<p>Comprehensive policy planning 包括的な政策プランニング ビッグデータに基づく包括的かつ実証的な環境政策の立案</p> <p>Natural energy utilization 自然エネルギーの活用 自然光・風などを活かしたパッシブ技術の導入</p> <p>Local resources utilization 地域資源の活用 地域資源のエネルギー源としての活用</p> <p>Energy and environmental management エネルギー・環境マネジメント 省エネ運用指針など省エネに繋がる個々の活動を喚起。</p>	⑥ Energy and environmental data utilization for policy and development planning	技術計画	○			○			○				
			⑦ ハイブリッド・デザイン(パッシブ・アクティブシステムの組み合わせ)	技術計画		○			○			○			
			⑧ サトウキビのバイオマス化	技術計画							○				
			⑨ 水資源利用	技術計画			○				○		○		
			⑩ 太陽エネルギー利用	技術計画			○				○		○		
			⑪ コミュニティにおける省エネルギー運用指針	制度			○				○		○		
情報通信計画	<p>Accessibility 近接性、アクセスしやすさ 効率的かつ経済的なインフラ整備により誰でもつながりやすい環境を實現。</p> <p>Security & Safety 安全・安心 効果的かつ高度な監視システム導入により、都心部等における安全性、生産性の向上</p> <p>Education & Skill Development 教育・技能向上 低所得者等を対象とした教育・訓練などの効果的な實踐</p> <p>Comprehensive Management 統合的なマネジメント 都市計画・インフラ計画を含めた統合的なモニタリングによる行政にとっての効率性向上</p>	① 無線ブロードバンド(光ファイバーの代替)	技術計画	○			○			○					
		② 監視カメラ(顔認証機能付き)	技術計画		○	○		○	○		○	○			
		③ 遠隔教育(電子黒板・starboard)	技術計画		○	○		○	○		○	○			
		④ スマートシティ基盤(部門横断型の都市管理システム)	技術計画	○			○			○					
		⑤ 非常時データバックアップ	技術計画	○			○			○					
		⑥ 公的機関・民間企業における人材育成	制度	○		○		○	○		○	○			
実現化プログラム	<p>Financial support 経済的支援</p> <p>Support for institutional frameworks 法制度構築支援</p> <p>Capacity building 人材育成支援</p>	① 日本政府系ファンドによる経済的支援(JICA, JBIC等)	制度	○			○			○					
		② 関連法制度の構築	制度	○			○			○					
		③ 公的機関・民間企業における人材育成	制度	○		○		○	○		○	○			

Source: JICA 調査団

3.2 都市・交通計画

3.2.1 課題解決の方向性

(1) 方向性の考え方

都市・交通分野における課題解決の方向性として下記を設定する。

a. 各都市圏における TOD の実現

第2章で述べたとおり、各都市圏の都市計画・交通計画の政策において、公共交通網の再編による利便性向上、および公共交通網の結節点における拠点整備、すなわち TOD の推進が挙げられている。しかしながら、それらの政策を実現するにあたり、法制度面も含めたより具体的なノウハウが必要になると考えられる。

日本の大都市圏においては鉄道を中心とする公共交通網が発達しており、駅を中心とした都市機能の集積、すなわち TOD が実現されている。これらの知見を活用して、南アフリカの各都市圏において TOD を実現していくための提案に焦点を当てる。

b. 包括的かつ統合的な提案

各都市圏が抱える課題は幅広く、そのため解決方策も幅広いものが必要となる。従って、個々の方策や技術の導入にとどまらず、複数の方策や技術を組み合わせることにより、より効果的に複数の課題を解決できるような包括的かつ統合的な提案を行うものとする。

(2) 都市・交通分野における方向性

上述の考え方を踏まえた付帯的な方向性としては下記があげられる。

a. 複合型交通拠点

鉄道、BRT、その他のバス、タクシー等の公共交通手段の乗り換えがしやすい、複合された交通拠点を実現。

b. コンパクト、ミクスト・ユース

複合された交通拠点の周辺に都市機能をコンパクトかつ複合して集積させることにより、公共交通利用者に対する利便性を高めるとともに、省エネ・低炭素化都市実現に寄与。

c. 安全性、快適性 Safe & Livable

交通拠点周辺エリアにおいて、様々な人々が安全かつ快適に暮らすことのできるコミュニティを実現。

d. 交通マネジメント

様々な交通手段が集中する拠点において、交通渋滞を緩和するような効果的な交通マネジメントの実践。

e. PPP の実践

上述の方向性を実現するため、適切な民間事業者との協働、計画誘導方策の実践。

3.2.2 具体的なソリューション

3.1.2 において述べた方向性を具体化するため、「日本企業の技術・計画」およびその背景となる「行政を対象とした法制度整備の支援」の双方向から具体的案ソリューションの提案

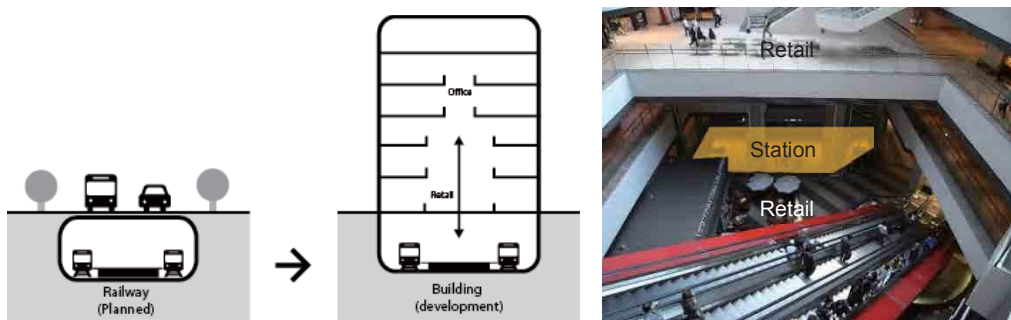
を行う。

(1) 技術・計画に係るソリューション

日本企業群の有する技術・計画に係るソリューションとして、以下があげられる。

a. 駅施設との複合開発

駅利用者にとっての利便性を高め、かつその魅力を高めるために、駅から直接アクセスできる商業・オフィス等の都市機能を集積させる。また、周辺と連結するデッキ等を整備することにより、複合開発エリアを地域の拠点として位置付ける。



出典: JICA 調査団

図 3-2-1 駅施設との複合開発のイメージ

BOX. クイーンズスクエア横浜（横浜市、日本）

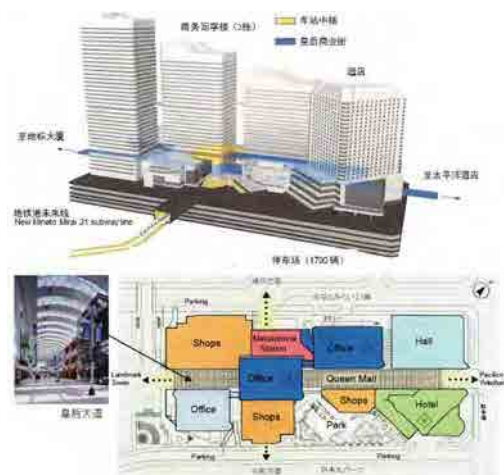
地下鉄駅と一体となったオフィス、商業、ホテル、コンサートホール等の複合都市開発。地下鉄駅の立地する地下 3 階から地上 4 階までの吹き抜け空間およびそれと交差する歩行者モールが整備され、周辺街区との連続性にも配慮している。



敷地面積 : 44,407m²

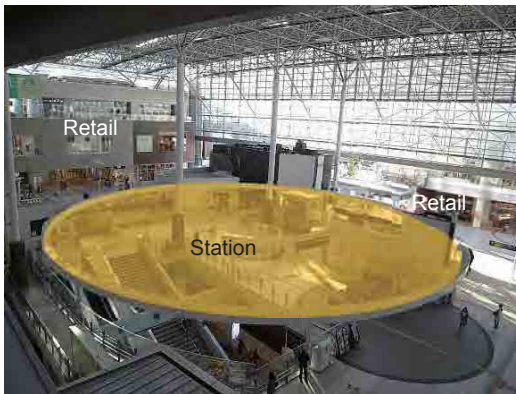
延べ面積 : 496,386m²

出典: JICA 調査団、クイーンズスクエア
 横浜ホームページ



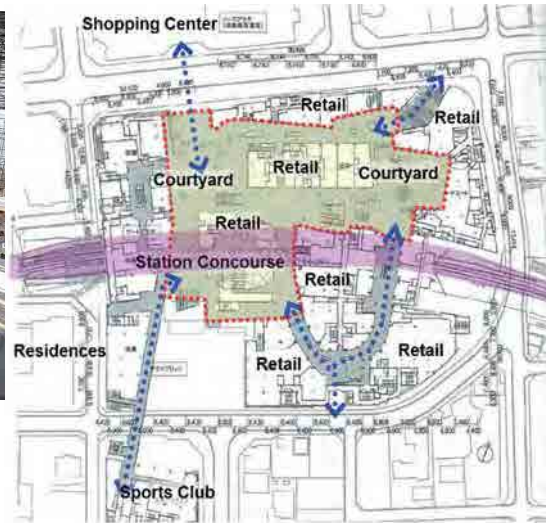
BOX. たまプラーザ駅（横浜市、日本）

鉄道上部に大規模な屋根を設けることにより市民に開かれた開放感のあるオープンスペースを提供。駅と連続した商業施設、保育施設等が整備されている。



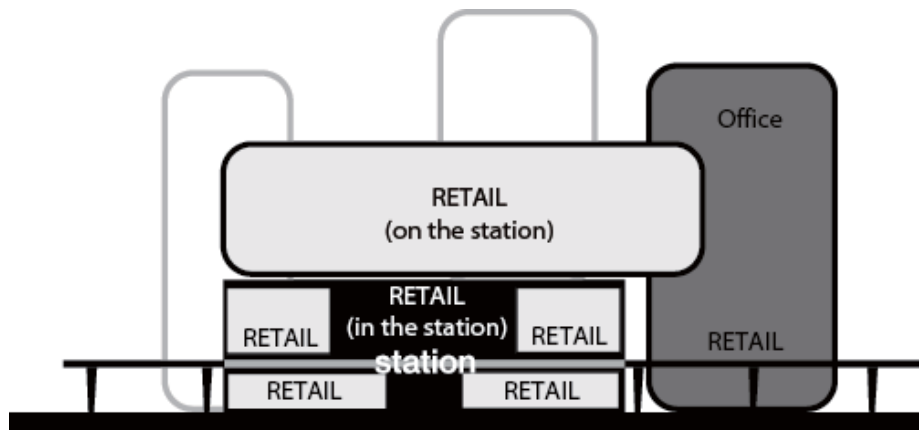
敷地面積 : 50,000m²
 延べ面積 : 174,000m²

出典：JICA 調査団



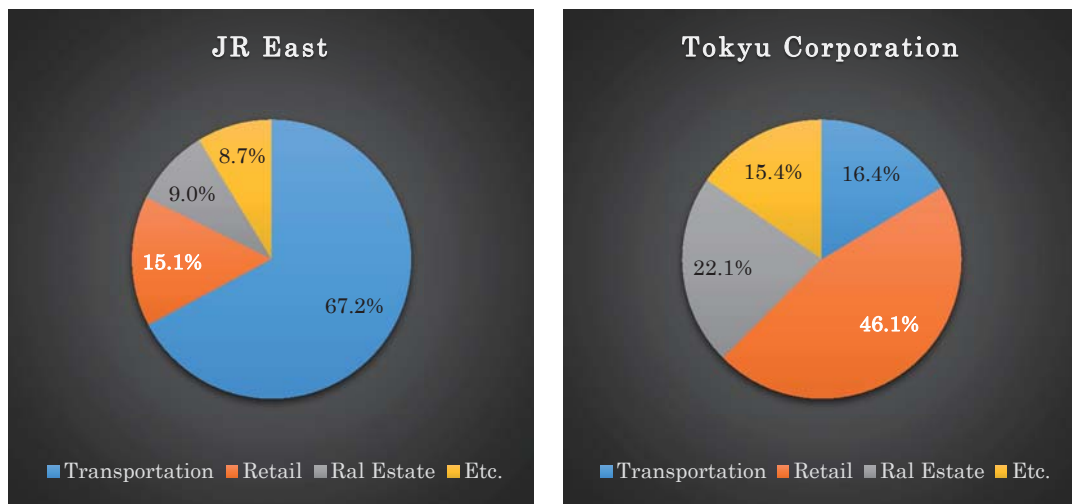
b. 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモール化

駅の直上や駅のコンコース内に商業施設を展開することにより、公共交通利用者の滞在時間を増やすとともに、鉄道事業者の事業性も向上させることが可能である。実際に、日本における JR や私鉄各社は首都圏の駅において同様のビジネスを展開しており、それが各社の収益の大きな柱となっている。



出典：JICA 調査団

図 3-2-2 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモールのイメージ



出典：,2013年3学期の各社決算報告書に基づき JICA 調査団作成

図 3-2-3 日本の鉄道会社における収益構造

BOX. e-cute (大宮等、東京において複数)

JR 東日本が東京都心部の主要駅において展開する駅ナカショッピングモール。レストラン、弁当、土産物などの店舗が集積しており、鉄道利用者のニーズにこたえるような店舗構成となっている。下記の実例においては、床面積あたりの売上は駅周辺の他の商業施設と比べて高くなっており、高い収益性が得られていることがわかる。



JR 大宮駅 (商業部延べ面積：5,000m2)

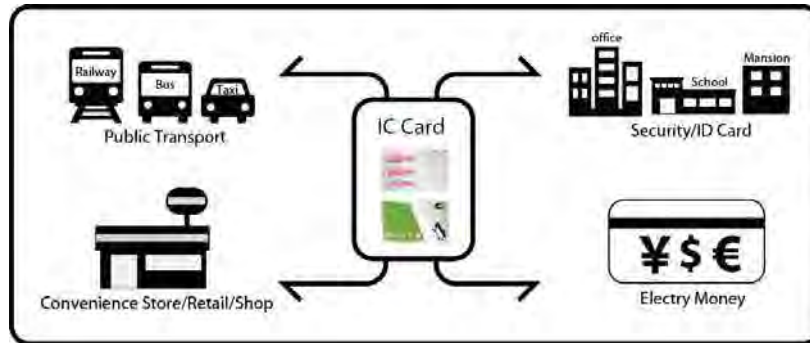
出典：JR 東日本ステーション・リテールینگ、JR 東日本ホームページ



出典：日経 MJ、2006年

c. 包括的な IC カードシステム

現在南アフリカの各都市圏では、公共交通間で乗り継ぎできるような IC カードの導入が進められているが、上述の駅ナカ商業や、駅周辺の商業施設等の買い物にも利用できるようなシステムに拡大することが可能である。さらに、オフィスや住宅のセキュリティゲートの認証カードとしての活用など、包括的なシステムとしての展開が考えられる。



出典：JICA 調査団

図 3-2-4 包括的な IC カードシステムのイメージ

BOX. SUICA システム（日本）

JR グループが開発した非接触型 IC カードシステム。鉄道利用だけでなく提携した店舗で使える電子マネー機能も有する。他の電鉄会社の有する類似した IC カードシステムとの互換性も確保することにより、現在は日本国内のほとんどの鉄道において利用可能となっている。近年は社員証や学生証としての利用や、マンションの鍵として利用する IC マンションシステムも導入されている。これらのカード利用により、提携した企業に収入の一部が配分される仕組みとなっており、結果として、IC カードリーダーなどの必要なインフラの普及が促進されている。



Public Transport



Security Card (Mansion Key)



Shopping / Electric Money

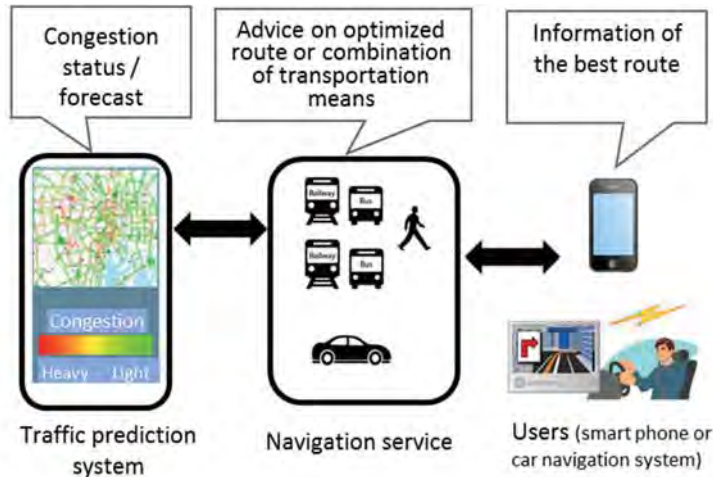


Student and Employee ID Card

出典：JR 東日本ホームページ

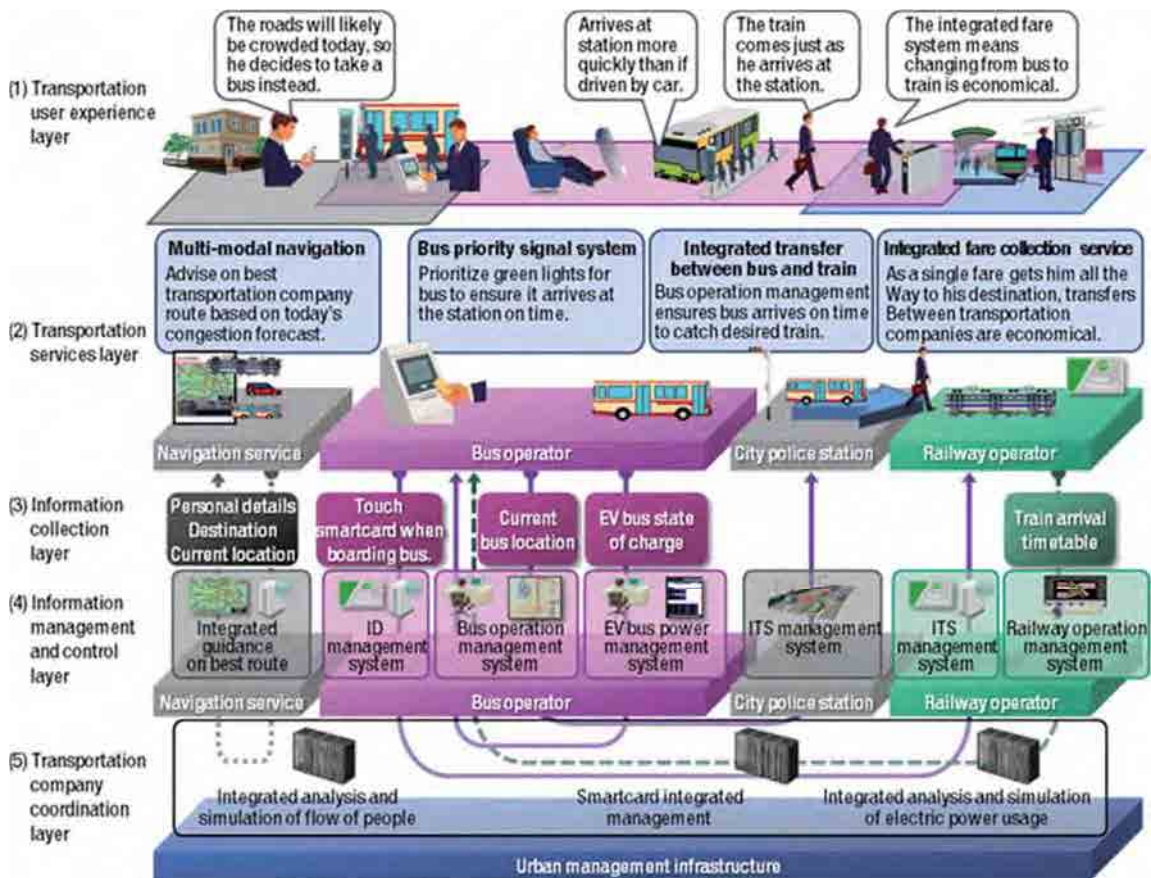
d. スマート（複合輸送）ナビゲーターシステム

現在南アフリカには交通ナビゲーターシステムは存在しないが、今後公共交通の利用を高めていくためには、その時々交通状況等を踏まえつつ、最適の乗降時間や乗り換え等が案内されるシステムの導入が望まれる。また将来、より包括的なシステム導入により、スマートシティ通勤シナリオが実現され、公共交通利用もさらに高まるかもしれない。



出典：JICA 調査団

図 3-2-5 スマート・ナビゲーターシステムのコンセプト

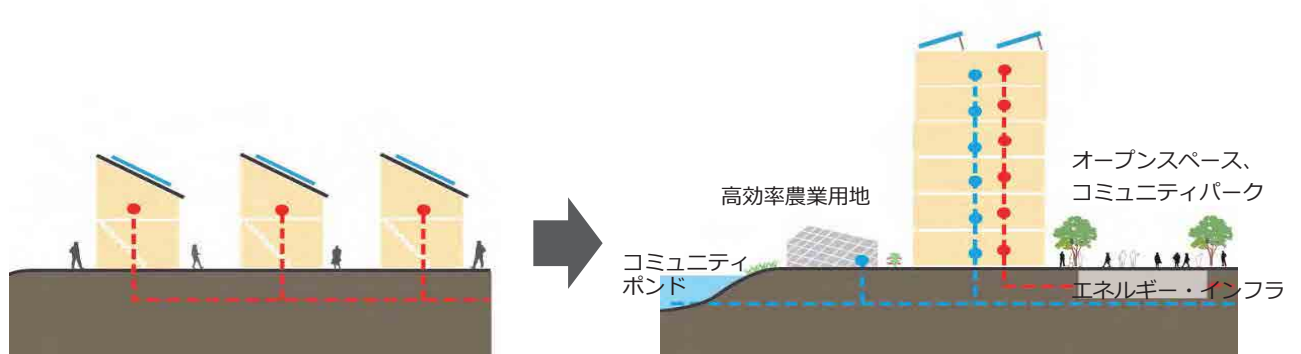


出典：JICA 調査団

図 3-2-6 スマートシティ通勤のシナリオ

e. 社会/アフォーダブル住宅の中層化

近年南アフリカにおいて開発された社会住宅やアフォーダブル住宅の大半は戸建て住宅である。もしこれらの住宅を4～5階建ての集合住宅として集約することができれば、建物周辺により多くのオープンスペースが確保でき、それらは居住者のためのコミュニティパーク、コミュニティポンド、農地、エネルギー・インフラのためのスペース（地下部分）等に活用することができる。これらの整備により、省エネだけでなく、雇用創出やコミュニティの活性化にも寄与できると考えられる。大半の住宅が戸建てで形成されている理由としては、中央政府からの補助金付与の条件が戸建て住宅となっていることがあげられるが、環境配慮型開発という観点からは、このような公的セクターによる社会住宅やアフォーダブル住宅の集合住宅化が推進されるべきと考えられる。



出典：JICA 調査団

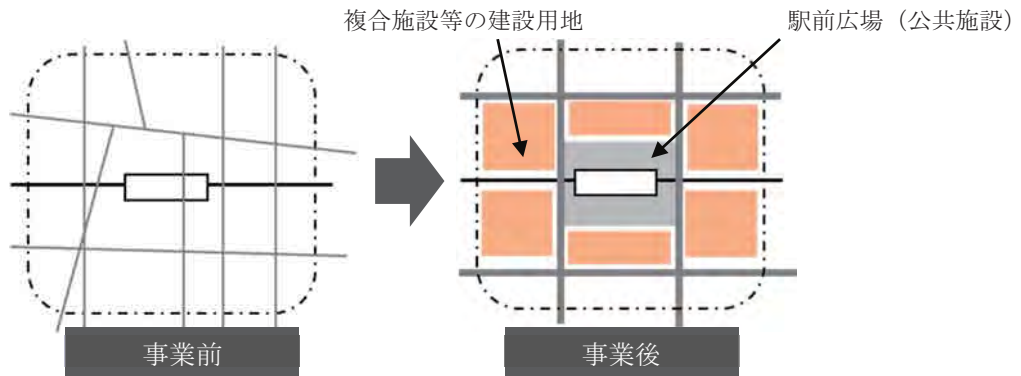
図 3-2-7 社会・アフォーダブル住宅の中密度化

(2) 法制度支援に係るソリューション

新たにつくられる鉄道駅やBRTステーションは、既成市街地に整備されることが多く、そのようなエリアは民間所有の土地が多いため、公共が主導する事業が行いづらいという事情がある。そのような場合に有効と考えられる、従前の土地所有者との協働事業化や事業参画を希望する民間事業者の計画誘導を法制度面からバックアップする方策を下記に紹介する。

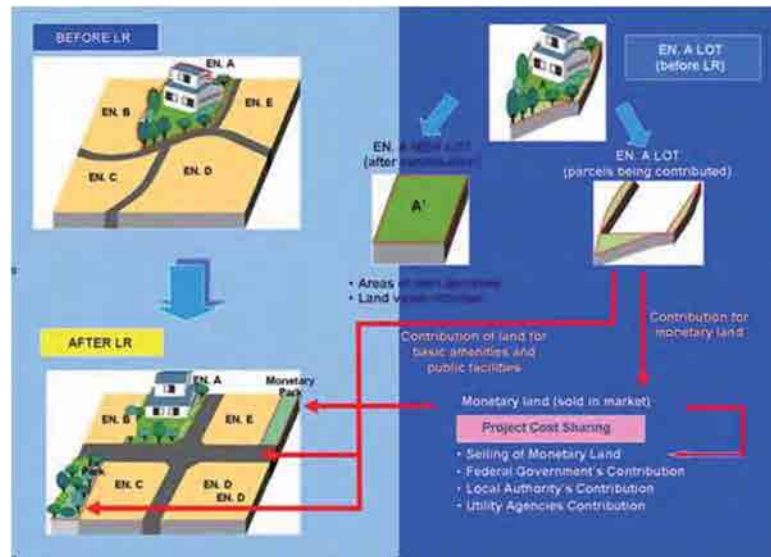
a. 土地区画整理事業

従前の土地所有を保全したまま、従後の土地に権利変換する手法。事業を通して都市基盤施設を整備することが可能で、例えば、駅周辺に十分な都市基盤施設の整備用地や公共用地が確保できない場合に導入することができる。



出典：JICA 調査団

図 3-2-8 土地区画整理事業のコンセプト



出典：JICA 調査団、東京都ホームページ

図 3-2-9 土地区画整理事業の仕組み

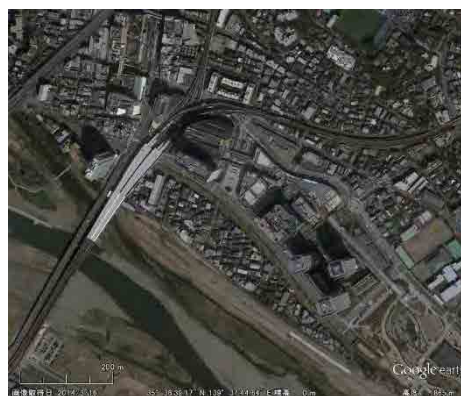
BOX. 東急多摩田園都市における土地区画整理事業（東京、日本）

東急多摩田園都市沿線においては、東急電鉄が鉄道敷設と同時に駅周辺の土地区画整理事業を行い、商業や住宅の開発を行ってきた。具体的には従前の土地所有者と東急電鉄が組合を組成し、土地区画整理事業を行い、駅前広場や駅周辺への商業・業務機能の集積や周辺への住宅整備を誘導してきた。結果として、同沿線にはブランド力の高い良好な都市環境が実現されている。



多摩プラザ駅周辺

出典：Google earth



二子玉川駅周辺

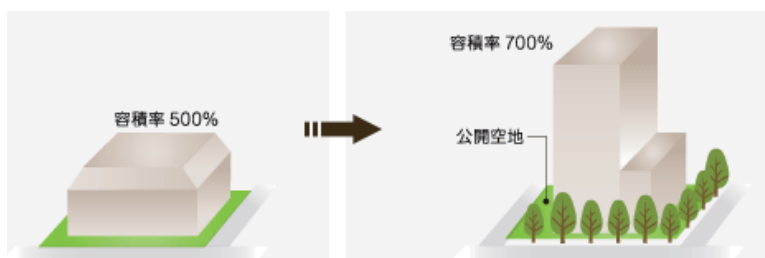
b. 民間開発の誘導方策

民間の開発を誘導するにあたっては、下記の表に示すようなさまざまな誘導方策がある。

表 3-2-1 民間開発に対するインセンティブの例

手段	日本における展開例	本件における導入イメージ
ガイドラインによる誘導	公共空間・動線等の誘導	駅を中心とした自由通路、歩行者モールの整備
規制緩和による誘導	公共空地、公的に意味のある施設の誘導	例えば社会住宅の整備。また歴史的建物の保全。

出典：JICA 調査団



出典：東京都ホームページ

図 3-2-10 公開空地整備に伴う容積率緩和のイメージ

BOX. まちづくりガイドライン（横浜市、日本）

東京首都圏の新都市のひとつである横浜みなとみらい地区においては、公共動線の位置や建物高さをガイドラインで設定することにより、特徴あるスカイラインや駅を中心とした公共歩行者ネットワークが担保されている。



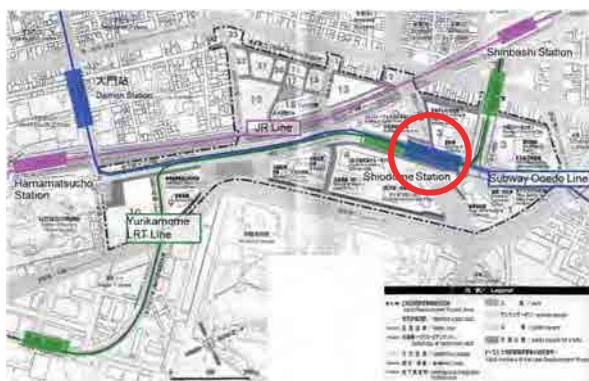
歩行者ネットワークのガイドライン

クイーンズスクエアにおける歩行者モール

Source : Basic Agreement on Town Development under Minato Mirai 21, NSRI(Picture)

BOX. 汐留地区における官民連携による駅周辺街づくり（東京、日本）

汐留地区は、東京都心部における鉄道ヤード跡地を活用した大規模都市開発である。土地区画整理事業により地上の道路、地下鉄、地下歩道、デッキ等の都市基盤を整備するとともに、その都市基盤に接する敷地を有する民間事業者に対して、デッキレベルや地下レベルで民間側のビルと接続させることによる容積率緩和を行った。これにより、官民連携による駅を中心とした歩行者ネットワークが構築された。



公共

民間

出典：JICA 調査団、日経 BP 社

3.2.3 3 都市圏への適用について

前章においては、3 都市圏における将来の都市・交通計画を実現するうえで可能性のある戦略とソリューションを述べた。各都市圏の都心部や郊外部において推奨される具体的な戦略・ソリューションは表 3-2-2 に示す。表では、3 都市圏共通、並びに各都市圏で重視すべき課題及び戦略・ソリューションについて記載している。

表 3-2-2 具体的な戦略、ソリューション

都市圏	主な課題	具体的な戦略、ソリューション
3 都市圏共通	<ul style="list-style-type: none"> - 複合交通拠点の実現 - コンパクト&ミクスト・ユース開発 - 安全かつ快適なコミュニティ 	<ul style="list-style-type: none"> - 駅施設との一体的開発 - 駅ナカ・駅ウエにおける商業施設開発 - 包括的な IC カードシステムの導入 - 社会・アフォーダブル住宅の中密度化
ヨハネスブルグ	<ul style="list-style-type: none"> - 駅周辺における開発可能用地の不足 	<ul style="list-style-type: none"> - 土地区画整理事業 - 民間開発へのインセンティブ付与
ケープタウン	<ul style="list-style-type: none"> - 都心部における高容積率化 	<ul style="list-style-type: none"> - 駅施設との一体的開発 - 土地区画整理事業
エテクウィニ	<ul style="list-style-type: none"> - 公共交通利用率の向上 - PPP の推進 	<ul style="list-style-type: none"> - 包括的な IC カードシステムの導入 - 民間開発へのインセンティブ付与

3.3 上下水道および廃棄物

3.3.1 上下水道

ここでは、南アフリカの上下水道分野における課題解決の方向性を整理し、それに対応した具体的なソリューションとなる日本の技術の提案を行った。

表 3-3-1 各都市における課題と解決方針（上下水道）

	課題解決の方向性	ソリューション
地域共通	- 水源の確保（処理水再利用） - 水源の確保（雨水貯留）	- 簡易浄化した雨水／雑排水の活用
	-水道供給の管理	-上水道スマートシステム
	-管路の老朽化対策	-管路調査システムおよび管路更生工法
	-衛生処理の普及	-バイオトイレ
ヨハネスブルグ	-水源の確保（鉱山廃水利用）	-逆浸透膜による鉱山廃水処理
エテクウィニ	-水源の確保（海水淡水化） -上下水道エネルギー回収	-逆浸透法による海水淡水化
ケープタウン	-水源の確保（海水淡水化）	-逆浸透法による海水淡水化

3.3.1.1 課題解決の方向性

(1) 地域共通

南アフリカは降水量が少なく、雨季／乾季が存在する。また、将来的に大幅な人口増加が見込まれており、多様な水源の確保により安定した供給が可能となる。

解決の方向性としては、難易度を考えると、①雨水貯留、②雑排水の再利用、③地域特性を勘案した排水や海水の利用となると考えられる。特に、郊外に整備される社会住宅等では節水の向上のため、簡易浄化した雨水の活用などを積極的に考えることが望ましい。

また、南アフリカでは全国的に水道における未収水比率の高さが問題となっている。原因の多くは実漏水の高さもあるが、盗水や送水圧力による漏水なども影響しているものと考えられる。このような状況に対応できるよう、水道管理システムの導入が望まれる。

前述のように南アフリカでは上水道／下水道問わず漏水が多く、原因としては管路の老朽化が影響している。南アフリカ以下では漏水率の高さは、上水道の未収水比率の増大や下水道における環境悪化への影響などの原因になることから、極力低減していけることが望まれる。

また、南アフリカでは、不法住居や郊外住宅を中心に未だ衛生処理がきちんと整備されていないところも存在する。端部までの下水道整備はかなり厳しいことから、最低限の衛生管理として簡易トイレ等の整備を進めていく必要があると考えられる。

(2) ヨハネスブルグ

ヨハネスブルグでは、鉱山廃水による環境影響が問題となっている。先に記載のように、

南アフリカ全体で水源確保が重要な課題となっていることから、水量の多い鉱山廃水に着目し、排水処理を行うことにより再利用できることが望ましい。

(3) エテクウィニ

先に記載のように、南アフリカ全体で水源確保が重要な課題となっている。エテクウィニは海岸沿いの都市であることから、海水淡水化はひとつの水源地確保方策となると考えられる。

エテクウィニでは、PPP 手法を用いて水関連事業を積極的に進めようとしている。事業内容は多岐に渡るが、多くが発電を中心としたエネルギー回収となっている。日本でも多くのエネルギー回収技術が存在することから、この技術を活用した提案を行うことが望ましいと考える。

(4) ケープタウン

先に記載のように、南アフリカ全体で水源確保が重要な課題となっている。ケープタウンも海岸沿いの都市であることから、海水淡水化はひとつの水源地確保方策となると考えられる。

3.3.1.2 具体的なソリューション

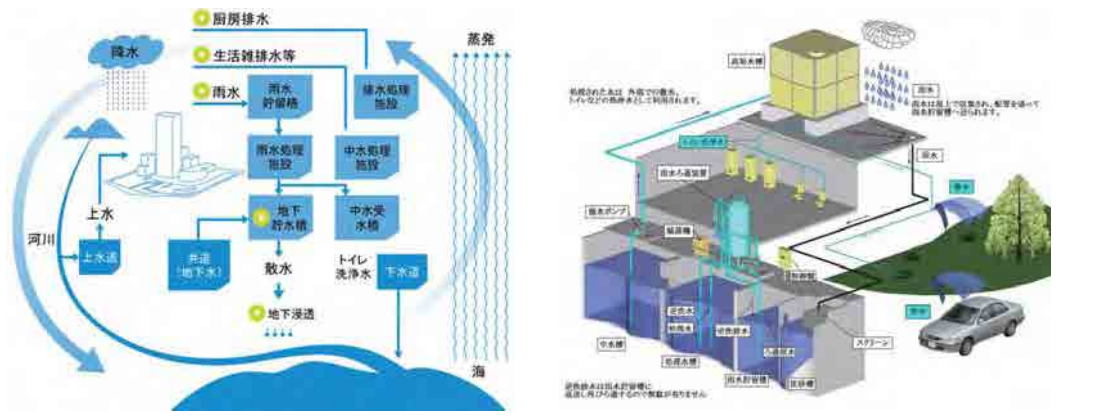
(1) 雨水／雑排水の簡易浄化活用

日本では、1)水不足への対策、2)下水道負担の軽減、3)節水対策、4)非常用水の確保、6)上下水道料金の節約、等の視点から、建物レベルやコミュニティレベルでの中水道利用が進められている。特に、雨水活用として、建物レベルで一時貯留を行い、ろ過・滅菌した上でトイレ洗浄水や散水用水として活用する事例が多くみられるが、コミュニティレベルで雑排水を含めて収集・生物処理を行い、ろ過・消毒して再利用する事例も存在する。

南アフリカにおいては、特に、将来的な水道需要の逼迫を緩和でき、郊外の社会住宅等で効果的な活用が可能である雨水／雑排水の簡易浄化活用技術を提案する。

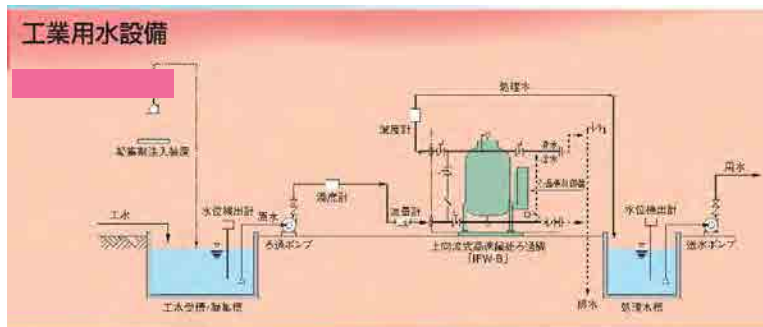
<BOX>雨水／雑排水利用の例（東京ミッドタウン、恵比寿ガーデンプレイスなど）

東京ミッドタウンでは、建物の屋根や人工地盤に降った雨水を雨水貯留槽に貯留し、ろ過・滅菌処理した後、トイレの洗浄水や緑地への散水等に利用している。また、生活雑排水や冷却塔ブロー水なども中水処理施設で処理し、トイレの洗浄水等に再利用している。加えて、東京ミッドタウンや恵比寿ガーデンプレイスでは厨房排水も敷地内で排水処理することにより、一部を中水活用している。



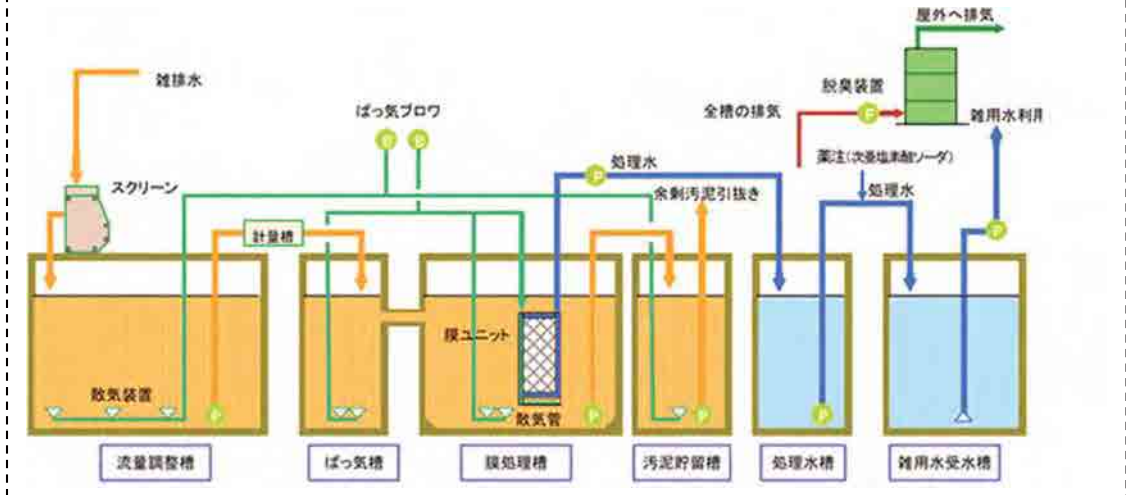
<BOX>雨水貯留の例（石垣、ワット神戸など）

雨水貯留においては、沈砂・ろ過・消毒処理程度で再利用ができることから、各戸貯留や小規模排水処理による再利用が進められている。比較的中小規模の会社でも開発が進められており、中小企業のインフラ輸出支援の視点にもつなげられる可能性がある。



<BOX>雑排水の簡易処理の例（西原衛生工業所など）

トイレの洗浄水や緑地への散水等に利用できる雑排水の簡易処理として、「浸漬膜分離
 活性汚泥法」を採用し、省コスト、省スペース、容易な維持管理が可能となっている。

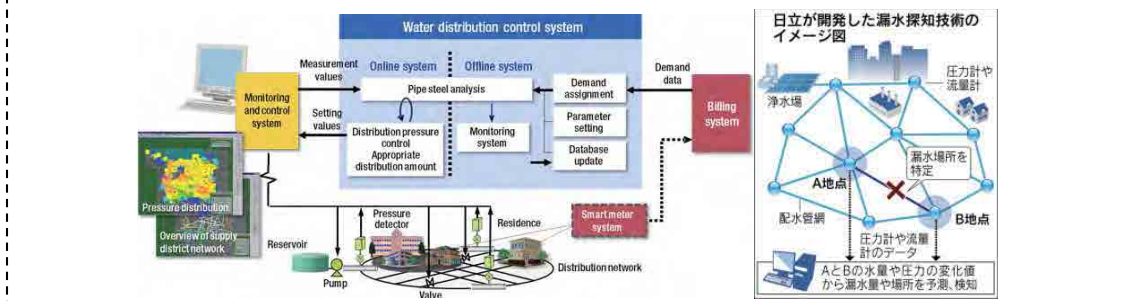


(2) スマートメーターを活用した水道管理システム

IT を活用した最適制御により効率的なエネルギー利用を図る「スマートグリッド」への関心が世界的に高まる中、スマートグリッドを構成する重要な要素である双方向通信機能を有する電子式メーター、いわゆる「スマートメーター」の導入が検討されている。南アフリカにおいては、漏水率の高さが問題となっており、水の不法利用などもあることから、このようなシステムを導入することにより、問題箇所の早期確認や圧力コントロールによる漏水率の低減などを図っていくことが望まれる。

<BOX>スマートメーターを活用した水道管理システムの例（日立製作所）

日立では、人口が増加する一方、水道網の整備不良で漏水率の高さが問題になっているインドやベトナムなどの新興国への導入を目指し、水道管の水圧や水量を分析し、漏水の有無や発生場所を検出できるシステムを開発した。流量や水圧の変化や水道管の長さから漏水の発生や問題の場所を予測、検知することが可能となっている。



(3) 管路調査システム・管路補修

日本の下水道管路施設は、積極的な整備により延長 40 万kmを超え、膨大なストックを保有

するとともに、標準的耐用年数を超える管路も徐々に増えて老朽化が進行している。老朽化対策としては、施設の状態監視保全を前提とし、現状のリスクを評価するため、効率的かつ効果的な「巡視・点検・調査」の推進が必要となる。また、今後、予防保全を前提とする計画的維持管理の推進では、リスクを評価し、それらの情報をもとに修繕及び改築等の老朽化対策を適切に進める必要がある。

南アフリカでは、日本と同様に50年を超える管路が増えてきている中、管路の補修が進んでいない状況にある。効率的な管路調査とともに、適切かつ安価に管路補修が必要となっている。

<BOX>管路調査システムの例（積水科学工業）

管路の改築や補修工法を検討するにあたっては、下水道の老朽管路の状況を正確に把握する必要がある。

人が入れないような下水管では一般に「TVカメラ検査」が用いられる。積水科学では、TVカメラに加えて管に軽い衝撃を与えることにより、厚みや破壊過重を推定できる検査法を開発。より正確に管路の状況を把握できるようになった。



<BOX>管路更生工法の例（SPR工法：積水科学工業）

積水科学は、東京都とともに、マンホールから硬質塩化ビニル製のライナーを字引き込むことにより、古くなった既設管の内側に強固な硬質塩化ビニル製の更生管を製管する SPR 工法を開発した。本手法は、地面の開削が不要で、形状に柔軟に対応でき、ある程度の水量なら通水したまま工事が可能という特徴を持っている。



(4) 衛生処理の普及

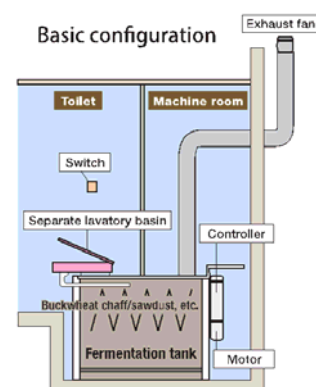
排泄された糞尿を槽の中でオガクズなどとともに攪拌して好気分解・堆肥化させるバイオトイレの開発が進められている。水洗式でないためにどんな場所にも設置でき、汲取り作業を必要としない点が利点。日本では下水道が広く普及しているため、都市公園や山間部などでの利用にとどまるが、東南アジアなど下水道整備が進んでいないところでの事例

が多い。

南アフリカでは、未だ下水道の届いていない不法住居などを中心にトイレの普及が進んでいないエリアがあり、最低限の衛生処理の提供が重要施策となっている。このような場所においては、簡易衛生処理施設の導入が望まれる。

<BOX>簡易衛生処理施設の例（大中央電設工業）

東南アジア等の各家庭ではセプティックタンクが広く利用されているものの、排水処理が不十分、定期的なメンテナンスも行われず、水質問題が発生する状況となっている。こうした背景を踏まえ、大中央電設工業は正和電工とともに、し尿処理はバイオトイレで、また生活雑排水は新浄化システムで処理する、分散型排水処理システムを通じた新しいサニテーションモデルの構築を行っている。バイオトイレは水洗式でないためにどんな場所にも設置でき、汲取り作業を必要としない点が利点。現在、ベトナム国で実証事業を進めているところである。



(5) 逆浸透膜による鉱山廃水処理

ヨハネスブルグ付近には鉱山が多く存在するものの、休止となった鉱山も多く、鉱山廃水による水質汚濁が環境問題となっている。鉱山廃水は大きく2種類に分類され、ひとつは稼働中の鉱山廃水であり、もうひとつは主に閉鎖した鉱山から排出されるいわゆる酸性汚水である。いずれも現状では飲用レベルでの利用は難しいとされており、特に后者は酸性が強くて通常の処理では対応できないため、今後の検討が必要である。このような中、比較的コンパクトかつ安価に水処理を行うことにより、将来的な水需要の増大に対応できる水源として活用することができることを考える。

<BOX>逆浸透膜による鉱山廃水処理プラントの例（丸紅・東レ）

丸紅は、南アフリカ共和国最大の水供給公社ランドウォーター社を通じ、鉱山排水処理プラントを供給した。手法としては逆浸透膜技術・システムによる二次処理を行うことにより、鉱山排水を生活用水として再利用することを可能にする。

現在、パイロットプラントを導入したところであり、今後、実機導入につながるよう実験を進めていく。



(6) 逆浸透法による海水淡水化

海水淡水化手法は、大きく多段フラッシュ法、多重効用法、逆浸透法が主な手法となって

いる。近年、システムが簡単かつ投入エネルギーが少なく費用も比較的安価となる逆浸透法が主流になりつつあり、日本の浸透膜技術が活用できる。

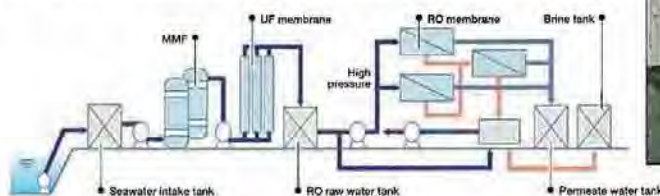
南アフリカでは、将来的な水需要に対応できるよう水源確保が重視される中、Durban やケープタウンといった沿岸都市においては海水淡水化もひとつの施策として考えることができる。

<BOX> 逆浸透法による海水淡水化プラントの例（日立製作所）

逆浸透膜法は、海水淡水化の主流な方式として採用が拡大しているが、造水コストと消費エネルギーが比較的大きい。これより、膜の目詰まりを防ぐ前処理技術、効率的に運転できるシステム技術等を開発し、長寿命化を図りつつ初期投資ならびにランニングコストの低減を図ることが可能となった。

Seawater Desalination System

We propose seawater desalination systems on a range of scales, from small-scale to large-scale systems. In order to further optimize seawater desalination technologies, we also actively promote improvements in RO membrane recovery rates, minimization of construction periods, and other technologies that reduce CAPEX. We also develop technologies to reduce both CAPEX and OPEX, such as reducing the application of chemicals and technologies to lengthen the lifespan of membranes.



3.3.2 廃棄物

ここでは、南アフリカの廃棄物分野における課題解決の方向性を整理し、それに対応した具体的なソリューションとなる日本の技術の提案を行った。

表 3-3-2 各都市における課題と解決方針（廃棄物）

	課題解決の方向性	ソリューション
地域共通	-廃棄物の削減（Reuse） -廃棄物の削減（Recycle）	- 分別システムによる中間処理の高度化 - 高速コンポスト化施設 - コミュニティでの分別処理
	-エネルギー回収（Recovery）	- ゴミ発電施設 - バイオガス化施設 - 燃料化施設
	-廃棄物の削減（焼却）	- 高性能ゴミ焼却施設

3.3.2.1 課題解決の方向性

(1) 地域共通

南アフリカでは、廃棄物の中間処理があまり進んでおらず、回収率は10%程度となっている。このような中、最終処分量の削減として再利用は重要な施策となる。他方、地域によっては分別回収も進んでいない状況にあり、ゴミの分別化が重要な施策となると考えられる。

同様に、廃棄物の再資源化も最終処分量の削減として有効な施策であり、再利用とあわせてコンポスト化などの再資源化を進めていくことが望まれる。

また、ケープタウンなどではゴミの分別回収がいまだに進んでいない状況にある。コミュニティレベルで分別回収や再利用などを進めることにより、廃棄物の中間処理が進むとともに雇用創出なども進められると考えられる。

また、南アフリカでは、最終処分場で発生したメタンガスを回収して発電を行っている。他方、日本では、ゴミの分別化を進め、ゴミから直接バイオガス化や燃料化を行うなどして効率的にエネルギー回収を行っている。このような施設の導入により、廃棄物の削減とともにエネルギー回収を進めていくことが望まれる。

加えて、南アフリカでは焼却処理は環境悪化の懸念から採用が見送られた経緯があり、有力な手法とはなっていない。他方、廃棄物の最終処分の問題が顕在化している中、処分量を大幅に減量できる手法として検討する価値はあると考えられる。日本は焼却処理が中心となっており、高効率化や環境配慮の技術が進んでいることから、提案していくことが望ましい。

3.3.2.2 具体的なソリューション

(1) ゴミ分別システムによる中間処理の高度化

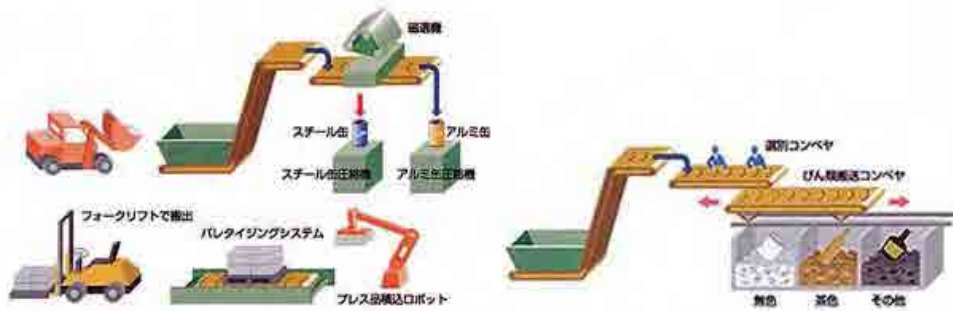
機械を利用して、不燃ごみと粗大ごみに含まれている鉄やアルミ、ガラス、プラスチック類などを選別・回収して資源として再利用を行う。この結果、再利用／再資源化が進み、最終処分量を大きく減量することが可能となる。

<BOX> ゴミ分別システムの例（富山地区広域圏事務組合）

リサイクルセンターでは、資源ごみのうち、不燃ごみより回収された金属類、缶類、びん類、プラスチックなどを自動選別し、加工して再資源化を行っている。



粗大ゴミ再資源化処理



缶類分別処理

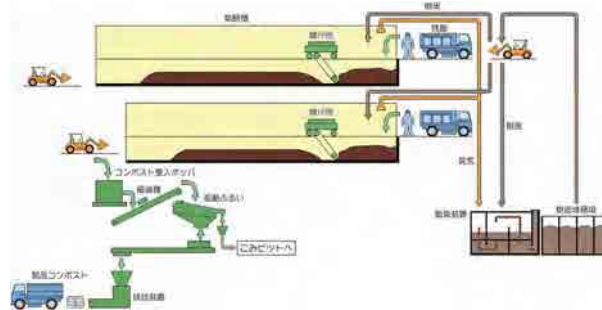
びん類選別処理

(2) 熟成堆肥化施設

熟成堆肥化施設は、ごみの好氣的分解を促進させて、その安定化・減容化を図るとともに、肥料または土壌改良材として利用するものである。発生した生ごみ、牛ふん、下水道脱水汚泥を「資源」として位置付け、堆肥センターで優良な堆肥を生産、農地に還元し、安全・安心な作物を作ることによって資源循環型社会の構築を進めている。日本では、焼却が優先されてしまうこと、良好な有機ゴミの回収に手間がかかること、肥料の需給がうまく調整できないことなどから小規模な実施にとどまるものの、中間処理が進んでいない南アフリカでは、最終処分量の低減、農地への還元などの観点から有効な施策と考えられる。

<BOX> 高速堆肥化施設の例（盛岡・紫波地区環境施設組合）

一般家庭から出る生ごみと林産廃棄物である樹皮を混合・発酵させ、堆肥化してコンポスト製品としてリサイクルしている。

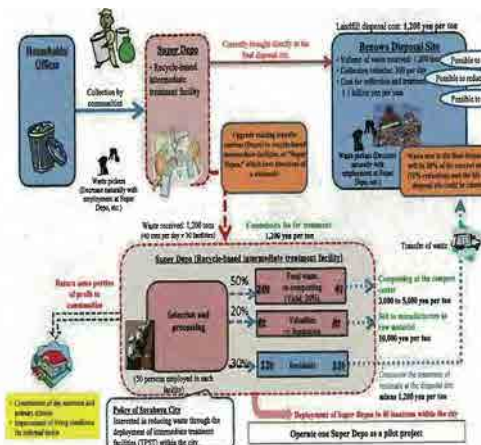


(3) コミュニティでの分別処理システム

機械を活用した分別は可能であるものの、分別の精度によっては資源化が難しい、再度分別が必要になることもある。このため、日本でも場所によってはシルバー人材の活用などにより分別精度の向上を図っている場合がある。

<BOX> コミュニティを活用した廃棄物中間処理の例（JICA 実証事業、西原商事）

本事業は、日本での分別と有価物の販売ビジネスを活用し、インドネシア国スラバヤ市において、中間処理場にてピッカーを活用した分別処理および生ゴミによる堆肥化を複合したパイロット事業を行っている。先進技術の導入により3週間程度で堆肥化できるものとしている。この結果、全体の20-30%まで最終処分量を低減できる可能性が示唆されている。



(4) ゴミ処理におけるエネルギー回収技術

日本では、ゴミ処理におけるエネルギー回収として、「焼却による発電」「バイオガスの回収」「廃棄物固形燃料の生成」などが実施されている。南アフリカでも「メタン回収による

発電」が行われているが、最終処分場で回収するよりも発酵槽を用いることにより安定的かつ高効率にガス回収することができる。

<BOX> ゴミ処理におけるエネルギー回収の例（JFEエンジニアリング）

日本国新潟県長岡市において、生ごみを分別し、発酵槽にて微生物の働きで発酵・分解させ、発生するバイオガスを発電に利用するシステムをPPP事業として整備した。この結果、焼却量が約4割減少し、発生したバイオガスの発電利用により効率化を図っている。処理能力は65トン/日、バイオガス発生量約8,900Nm³/日、発電量約12,300kwh/日となっている。

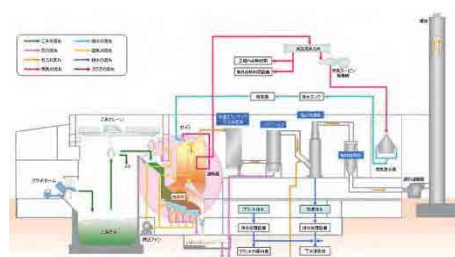


(5) 高性能ゴミ焼却施設

日本ではゴミ処理の中心は焼却となっており、概ね一般廃棄物の2割を再資源化し、残り8割を焼却によって1割まで減量化した後、その残渣を最終的に処分している。また、ダイオキシン等の環境影響が問題となることから、完全燃焼できる焼却炉の改良と排ガス内の微粒子を除去できる集塵機の改良によって改善を図ってきている。現地では環境悪化の懸念から採用が見送られてきた経緯があるが、処分量の減少には非常に大きな効果を発現できることから、将来的に検討を進められるとよいと考える。

<BOX> 高性能ゴミ焼却施設の例（日立造船）

高効率な焼却手法としてストーカー式焼却炉を採用し、燃焼で生じた排ガスのエネルギーはボイラで蒸気として回収し、蒸気タービン発電機で電気を作っている。大阪市環境局舞洲工場の例では、処理能力900t/日、発電能力32,000kWとなっている。



3.4 電力と環境

3.4.1 電力

第2.7章で述べたとおり、南アフリカの電力環境は増加する需要への対応に苦慮している。また送電網も山火事、雷、鳥等が原因による送電事故からの停電が発生している。ESKOMでは2030年を目標に送電網、発電網の強化を計画しているがコストと時間が必要で、直近での改善は限定的となっている。

図3-4-1と表3-4-1に本章で述べる比較的短期間に実行できる提言を示す。

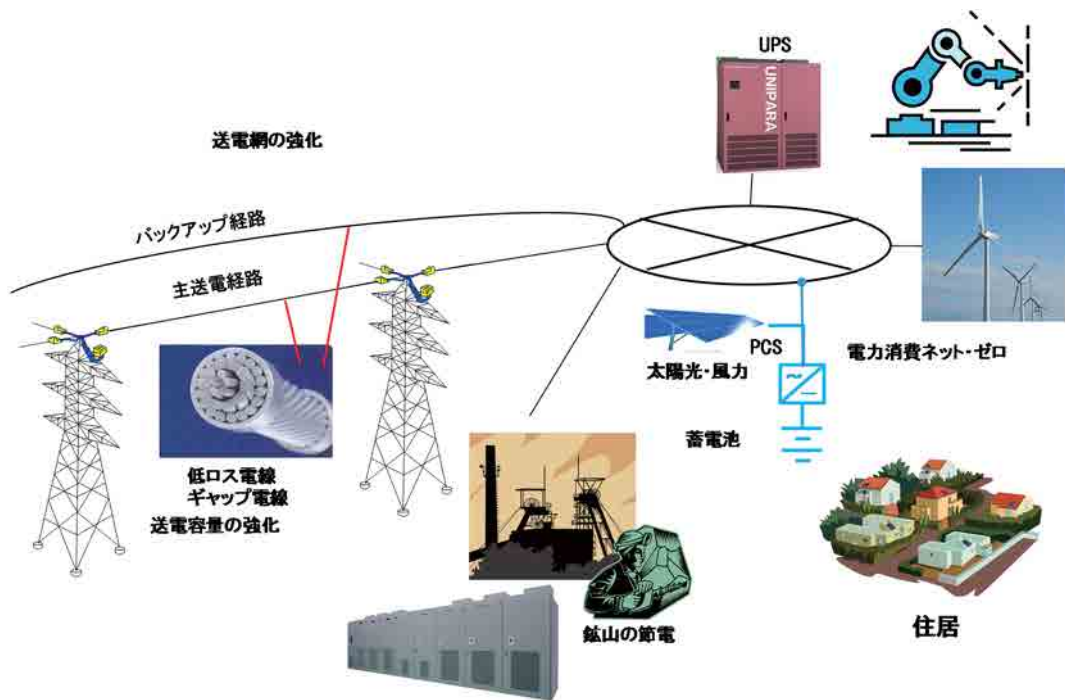


図 3-4-1 提案の概要

表 3-4-1 提案と効果

章	提案	新興住宅向け 電力確保	電力不足	送電事故に よる停電	低炭素
3.4.1.1(1)	(1) 鉱山での電力節電による新規住宅 向け電力の確保	○	○		○
3.4.1.1(2)	(2) 送電網の強化	○		○	○
3.4.1.1(3)	(3) 太陽光発電と蓄電池による電力消 費ネット・ゼロ住宅街	○	○		○
3.4.1.1(4)	(4) 風力発電と蓄電池による電力消費 ネット・ゼロ住宅街	○	○		○
3.4.1.1(5)	(5) 沿岸都市部向けの大型風力発電		○		○
3.4.1.1(6)	(6) UPS による停電対策			○	
3.4.1.1(7)	(7) 地下変電設備による山火事からの 降灰対策			○	

3.4.1.1 電力の課題と対策

(1) 鉱山での電力節電による新規住宅向け電力の確保

鉱山産業では多くの電力を消費しており、表 3-2 に示す通り、ヨハネスブル近郊の新興住宅地近辺の 4 鉱山だけでも年間に 1,760GWh もの電力を消費している。

表 3-4-2 ヨハネスブルグ近郊の鉱山の年間消費電力

鉱山	年間消費電力 (GWh)
Dornkop	216
Mpoeng	850
TauTona	489
Savuka	206
合計	1,760

鉱山での鉱山機器別電力消費の例を図 3-4-2 に示す。図中の Other, Lighting を除く 85% がモーターの消費電力となっている。一日の電力デマンドは図 3-4-3 に示すとおり、ほぼ一定となっている。

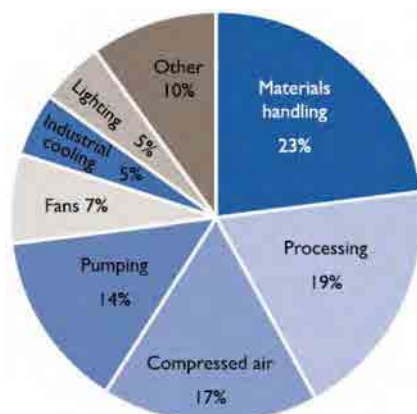


図 3-4-2 鉱山の機器別電力¹

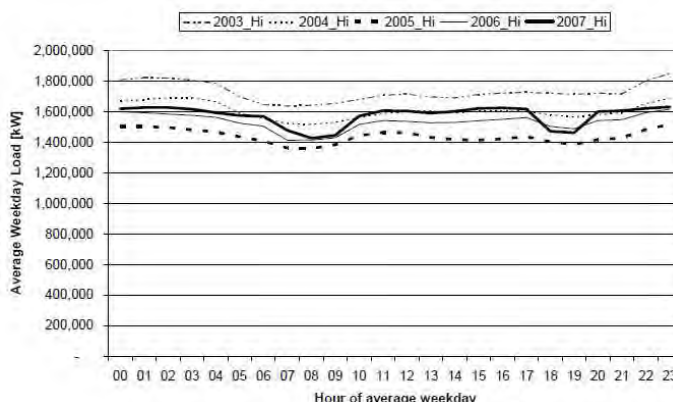


図 3-4-3 鉱山のデマンドカーブ²

ESKOM では鉱山産業に対してインバーター制御による節電を啓蒙している。モータを従来型からインバーター制御に変更することで大幅な節電ができる。たとえば従来型のモータで風量や流量を制御する際は機械的なバルブ等で空気や液体に抵抗を入れることで風量・流量を調整している。一方、インバータ制御ではモータ自身の回転数を制御することで風量・流量を制御している。モータの消費電力は回転数の 3 乗に比例するため、たとえば風量・流量を 50% に制御した場合、消費電力は従来型での機械的なバルブを利用した場

¹ http://www.ameu.co.za/library/industry-documents/eedsm-and-renewable-energy/Eskom%2520DSM%2520-%2520121040%2520Mining%2520Brochure.pdf&sa=U&ei=k0aDU7CzBoyOIQXp9YHYBA&ved=0CQQFjAB&usg=AFQjCNFQTuPX3vQsod_VDx0g43pQimtyow

² http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-03102010-161210/unrestricted/dissertation.pdf&sa=U&ei=M0eDU-r_H4bkkGxOk4DABQ&ved=0CB4QFjAA&usg=AFQjCNFX75xk_hNmuc8GzTkiTOCIpDuYrg

合と比べて 1/8 となる。

鉱山で利用する各機器に対して図 3-4-4 のとおり 10%~40%の節電を行うと、26%の節電が実現出来る。

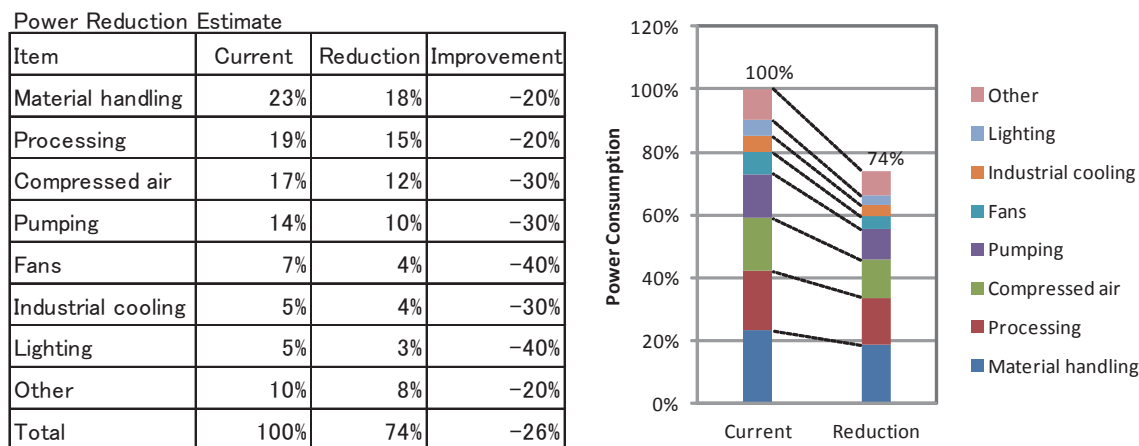


図 3-4-4 鉱山機器の節電例

ヨナネスブルグ周辺の 4 鉱山が 26%の節電が実現出来れば、年間 457GWh の節電が可能となる。図 3-4-5 に高効率なインバーター制御システムの外観と仕様を示す。



図 3-4-5 高効率インバータシステムの例

(2) 送電網の強化

都市開発等による電力需要の増加に対応する上で、送電網の送電能力も向上させる必要がある。

送電網の強化は送電事故への対策にも有効である。主送電線に事故が発生した際に他の経路が主送電線が送電していた電力まで送電することができればバックアップ経路として利用できる。図 3-4-6 主送電線経路とバックアップ経路の例を示す。

バックアップ経路を得るための一つの方法は新規の送電経路を作ることである。し

かしながら新規の送電経路を作るには、環境調査、土地の購入、送電塔の建築等、多くのコストと時間が必要となる。



図 3-4-6 送電事故とバックアップ

送電網の容量を強化する方法として新規の送電経路を構築する以外に、既存の送電線を高機能な低ロス電線や GAP 電線に張り替えて送電容量を増加させる方法が有る。

a. 低ロス電線 (Low Electrical Power Loss Conductor Type Cable.)

低ロス電線(例 LL-TACSR/AS J-Power Systems)は従来型の電線(ACSR)と比べて電気抵抗が 25% (DC 20°C) となっている。たとえば 481A の電流 (従来型電線の上限に対して 50%) を送電した場合、従来型電線の発熱によるロスが 4.9GW、年間で 43GWh となるが、LL Cable の場合は発熱が 3.8MW、年間で 33GWh と年間 10GWh の節電となる。ケープタウンから東北部の石炭火力発電所間の 1200Km に適用すれば、年間で 120GWh の節電となる(3線)。低ロス電線での節電はそのまま、電力不足・CO2 削減に貢献できる。

低ロス電線は送電容量の増加にも利用できる。従来型の電線は送電による発熱の上限が 90°C までとなっているが、低ロス電線は 150°C までとなっている。そのほかの改良と合わせて低ロス電線は従来型の電線と比較して 86% ほど多くの電力を送電できる。

低ロス電線の外観仕様は従来電線とほぼ同じで、従来電線と同じ送電容量の場合は従来の送電鉄塔へそのまま張替えが可能である。なお、低ロス電線を容量増加で使用する場合は、送電容量が従来電線を越えた場合、電線の垂れ幅が従来電線より大きくなる。電線の垂れの比較を図 3-4-7 に示す。鉄塔の距離が 400m において従来電線より 86% 多くの電力を送電すると、垂れ幅が 2.5m 大きくなる。そのため、従来鉄塔に張替える際は従来鉄塔でも増加した垂れ幅に対応できるか検討し、必要に応じて鉄塔の見直しが必要となる。

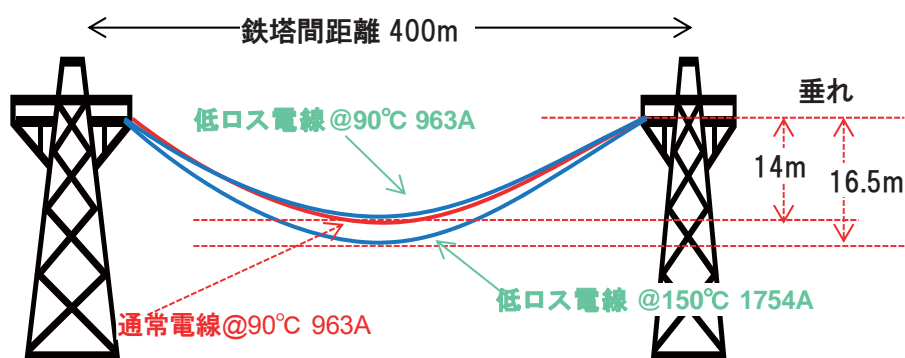


図 3-4-7 電線の垂れ

b. ギャップ電線（Gap Cable、低弛度増容量電線）

容量増加を主眼にした用途では、ギャップ電線がある。ギャップ電線は従来型の電線と比較して発熱による垂れが半分となっている。従来型電線の使用温度の上限が 90°C であるのに対して、ギャップ電線では使用温度の上限が 210°C となっている。このため、従来電線の 2 倍の電力を送電しても、垂れ幅は従来電線と同じになる。従来電線との垂れ幅の比較を図 3-4-8 に示す。ギャップ電線の寸法・質量等は従来電線とほぼ同じとなっており、従来電線と張替えが可能である。これにより、新規の送電ルートでの建設に必要な環境調査、土地の取得、鉄塔建設が不要で送電容量の 2 倍化が可能となる。

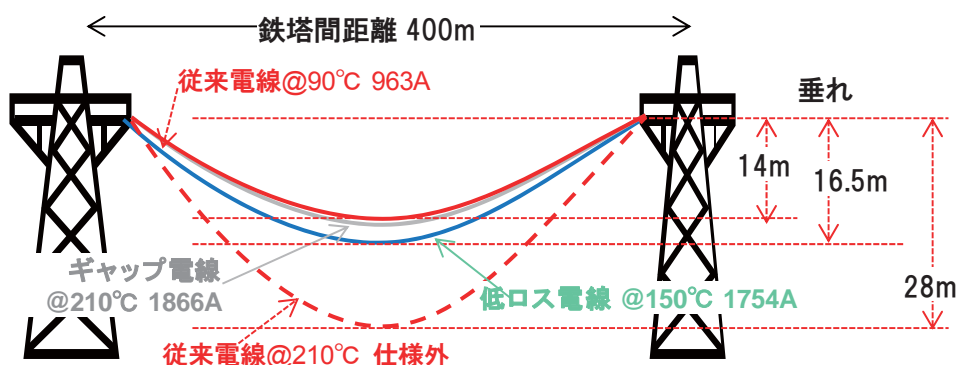


図 3-4-8 電線の垂れの比較

c. 高容量化による信頼性向上

通常、重要な送電ルートにおいては、単一の線断線等の事故に備えて複数の電線にて冗長性を確保しながら送電を行っている。例えば、1 本の電線で送電する場合でも 2 対の電線で送電し、1 本が断線した場合でも、対となっている電線にて他方の電力を担っている。しかしながら従来型の電線は 90°C までの温度上昇の範囲までしか送電できないため、他方の容量分を担うまでの余力が少ない。

一方で、低ロス電線やギャップ電線は対応温度が 150°C（低ロス電線）・210°C（ギャップ電線）と従来型電線よりも高いため、2 対の電線中の一方が断線した場合でも、従来の電

線よりも温度上昇幅に余力があるため、1本で対応できる電力の範囲が拡大する。図3-4-9に冗長性の例を示す。この例では1本の電線あたり648A送電している。(2本で1,296A)このときの電線の温度は70.1℃。2本中の1本が断線した場合、一本で1,296Aを送電しなければならないが、この場合、電線の温度は118.3℃となる。従来型電線では、使用の上限が90℃なので、従来電線では安定した送電が出来なくなる。一方で低ロス電線やギャップ電線であればこの温度(118.3℃)での利用が出来るため、安定して電力を送電できる。

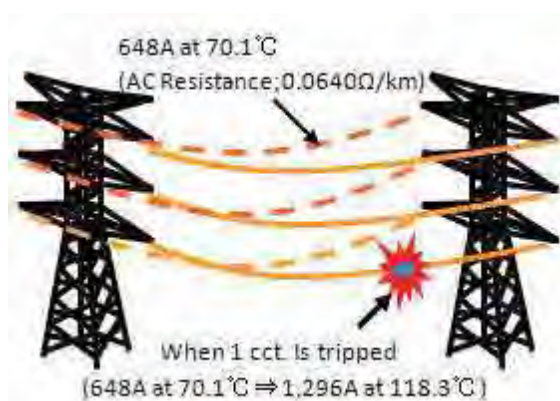


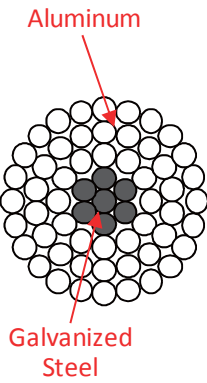
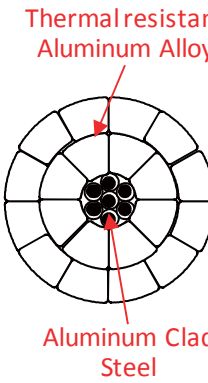
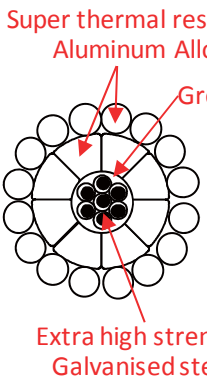
図 3-4-9 冗長性の例

表3-4-4 に従来電線と低ロス電線・ギャップ電線の比較を示す。この表では従来電線を1として、その相対地で低ロス電線、ギャップ電線を記載している。この表で示すとおり、低ロス電線では送電時の損失が25%少なく、ギャップ電線の垂れは従来電線の半分となっている。

表 3-4-3 従来電線との比較

	通常電線	低ロス電線	ギャップ電線
送電能力	1.00	1.86	2.00
送電損失	1.00	0.75	1.00
従来電線と同じ電力での垂れ幅	1.00	1.00	0.50
従来電線の1.86倍の電力での垂れ幅	N/A	1.17	0.96
従来電線の2倍の電力での垂れ幅	N/A	N/A	1.00
節電用途での送電鉄塔の見直し (送電容量は従来と同じ)	-	不要	-
容量増加目的での鉄塔の見直し (送電容量が従来以上)	-	必要	不要

表 3-4-4 従来電線と低ロス電線・ギャップ電線の比較.

		通常電線	低ロス電線	ギャップ電線
		ACSR	LL-TACSR/AS	GZTACSR
断面図				
外径 (mm)		32	32	32
質量 (kg/km)		1,980	2,190	2,180
強度 (kN)		163	166	178
D.C 抵抗 20°C (Ω/km)		0.0552 (100%)	0.0430 (78%)	0.0478 (86%)
電流容量 (A)	71°C	669*	731	669*
	75°C	731	808*	731
	90°C	963	1,004*	963
	150°C	Out of Spec	1,754	1,377*
	210°C	Out of Spec	Out of Spec	1,866

*:estimate

d. 送電容量強化への各段階

送電網の強化は通常 2 段階で行われる。第一段階では送電線の張り替える。変電所のトランスや遮断器等の変電設備は送電線に対して 30%~40 の余裕度をもっているため、送電線の張り替えのみで 30%~40% の容量増加を期待できる。第 2 段階で変電設備を増強し 2 倍の送電容量に対応させる。表 3-4-10 に各段階のまとめを示す。

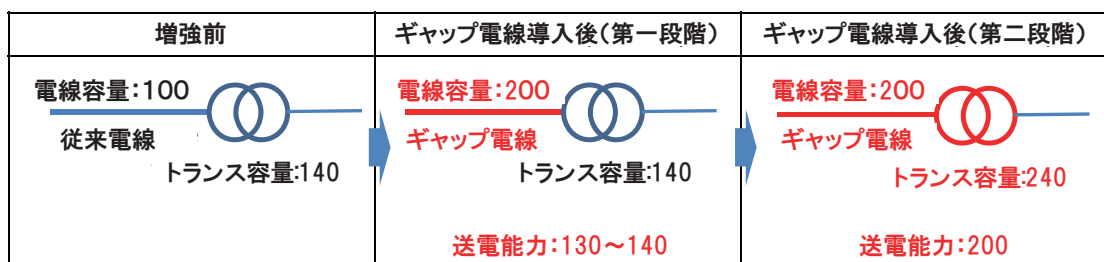


図 3-4-10 送電容量増加の各段階

(3) 太陽光発電と蓄電池による電力消費ネット・ゼロ住宅街

送電網からの電力供給が限られた電力不足地域での住宅街開発に対して太陽光発電と蓄電池による対策が考えられる。図 3-4-11 に概念図を示す。

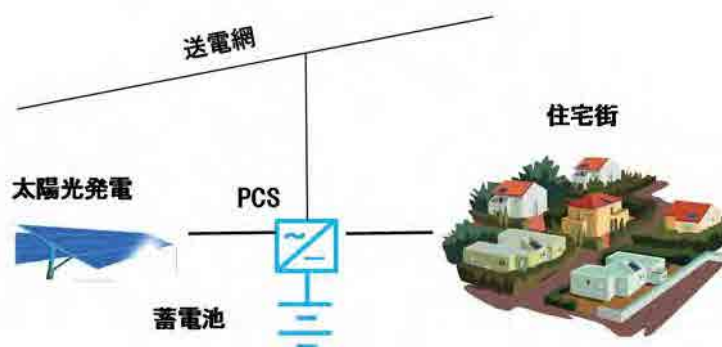


図 3-4-11 太陽光+逐電しシステムの構成図

図 3-4-11 に示す通り、PCS(パワーコンディショナ)に対して電力系統、太陽光発電パネル、蓄電池、住宅街が接続されている。昼間、太陽光発電からの電力は送電網、蓄電池への充電、住宅街への電力供給に使われる。夜間は蓄電池からの出力が住宅街へ供給される。

蓄電池が無い場合でも、CO2 削減には貢献できるが、太陽光パネルは昼間のみしか発電しないため、日没後の 18:00 から 20:00 の電力ピークにおける電力不足への対策にはならない。蓄電池との連携によりピーク時間帯に蓄電池から電力を供給することにより、電力ピーク時の発電能力不足に貢献できる。なお蓄電池を使用した際は、充放電を行う際に、充電と放電の双方に変換損失が存在する。今回の検討では、充放電それぞれで変換ロス 10%、PCS のロス 5%、蓄電池の充放電の利用率を 60%とした。

太陽光と蓄電池の利用では 2 通りのシステムを検討した。一つは系統からの消費電力の合計が年間でゼロ(段落 3.4.1.1(3)-b)、他方は、電力デマンドがピーク時間帯のみ、系統からの電力をゼロとするシステムである(段落 3.4.1.1(3)-c)。検討に利用した住宅での電力利用量、年間日射量は次に述べる(段落 3.4.1.1(3)-a)。

a. 家庭での電力消費の予測と年間日射量

表 3-4-5 貧困家庭における電化製品と電力使用量の想定を示す。

表 3-4-5 低所得層の電力利用の想定

電化製品	仕様 (W)	一日の利用時間(h)	一月での利用日数	電力ピーク (W)	消費電力 (WH)		
					一日	月間	年間
調理	2,000	0.5	30	仕様と同じ	1,000	30 K	3,600 K
テレビ	50	6.0	30		300	9 K	180 K
アイロン	1,000	0.5	6		100	3 K	36 K
電灯	36	6.0	30		216	6 K	778 K
冷蔵庫	550	8.5	30		4,675	140 K	1,683 K
一世帯あたり				515	6,291	189 K	2,264 K
24,000 世帯 (例:Lufhereng)				12.4 M	151 M	4.5 G	54 G
200,000 世帯				103.0 M	1,258 M	37.8 G	452 G

冷蔵庫を除く、調理から電灯までの月間電力消費量は 48KWh と南アフリカ政府が貧困層

向けに無償で提供している 50KWh とほぼ等しくなる(Free Basic Electricity)。電力デマンドのピーク値は小集落での実測カーブを一日の電力使用量 6,291Wh を当てはめて、ピーク値の 550W を算出している。

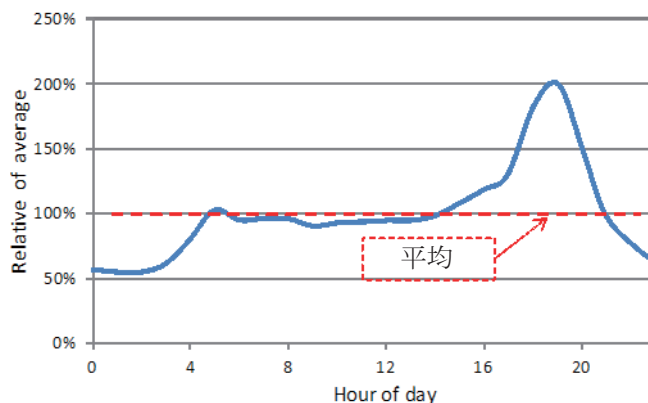


図 3-4-12 小集落のデマンドカーブの事例

1MW の太陽光パネルからの年間発電量は、ケープタウンの年間日射量を SoDa データベース³を元に算出している。年間日射量を表 3-4-6 に示す。

表 3-4-6 1MW 太陽光発電の発電量予測

月平均日射量(w/時)				1MW太陽光発電の発電量(MWh)			
月	ケープタウン	ヨハネスブルグ	エテクウニ	月	ケープタウン	ヨハネスブルグ	エテクウニ
1	328	310	227	1	244	230	169
2	296	288	218	2	199	193	146
3	242	262	209	3	180	195	155
4	172	222	175	4	124	160	126
5	131	197	150	5	97	146	111
6	111	175	131	6	80	126	94
7	64	128	83	7	48	95	62
8	152	223	167	8	113	166	124
9	197	259	176	9	142	187	127
10	260	291	190	10	194	217	142
11	300	305	214	11	216	220	154
12	324	319	233	12	241	237	173
平均	215	248	181	平均	156	181	132
合計	2,577	2,980	2,172	合計	1,877	2,173	1,583

b. 年間での電力消費ネット・ゼロ

敷地 100,000m² 内において住宅数と太陽光発電の割合を変化させ、消費電力と発電電力量をプロットしたものを図 3-4-13 に示す。太陽光発電が敷地に占める割合が 22%で住宅数

³ <http://www.soda-is.com/eng/index.html>

が 780 世帯の時に、発電と消費が一致、すなわち、系統からの電力利用量が年間での合計となる。

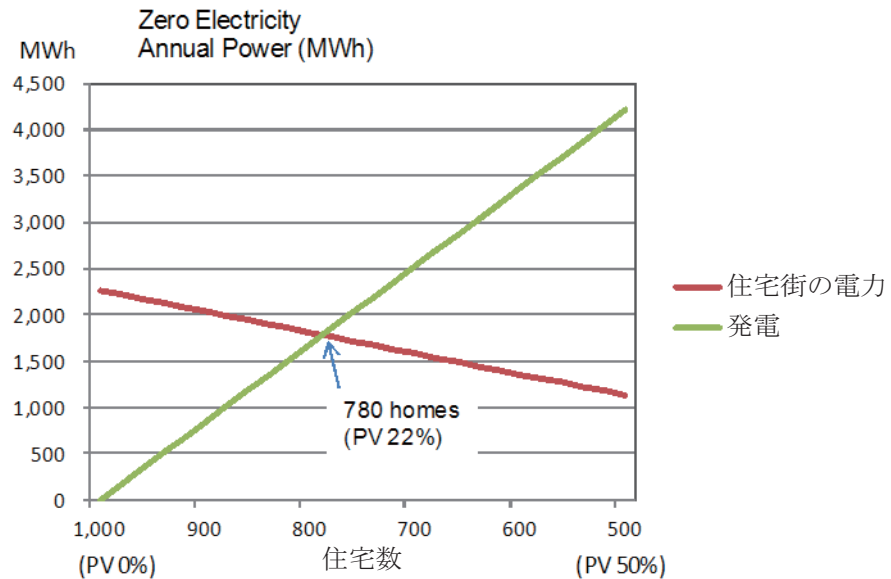


図 3-4-13 住宅数と発電量の関係

図 3-4-14 に毎時における各機器の電力カーブを示す。夜間の電力ピークは通常の 1/3 の 120KW/h まで抑制できている。

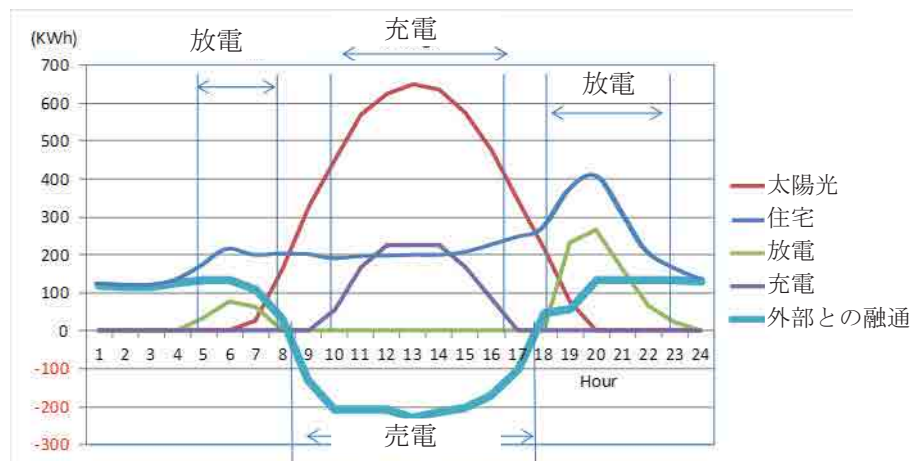


図 3-4-14 一日の電力曲線

図 3-4-15 に太陽光パネルと住宅の基本構成を示す。パネル間は 2m 離れており清掃などのメンテナンスが容易となっている。住宅は 2 階建ての 25 坪住宅 (6.5m x 6.5m) を想定した。図 3-4-16 に 100,000m² にて電力消費ネット・ゼロにて太陽光パネルと住宅を配置した例を示す。

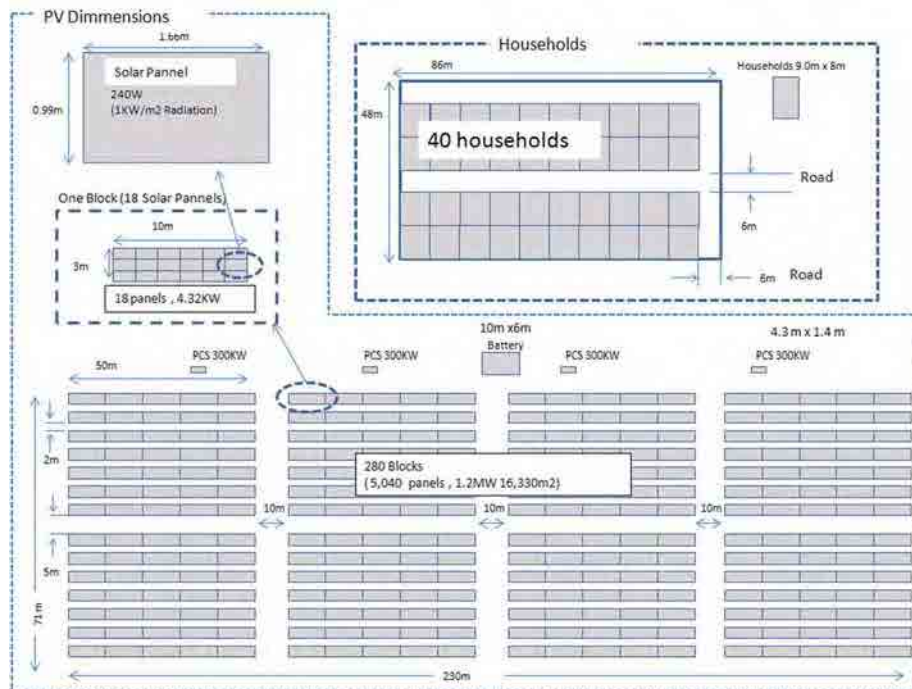


図 3-4-15 太陽光パネルと住宅の基本レイアウト

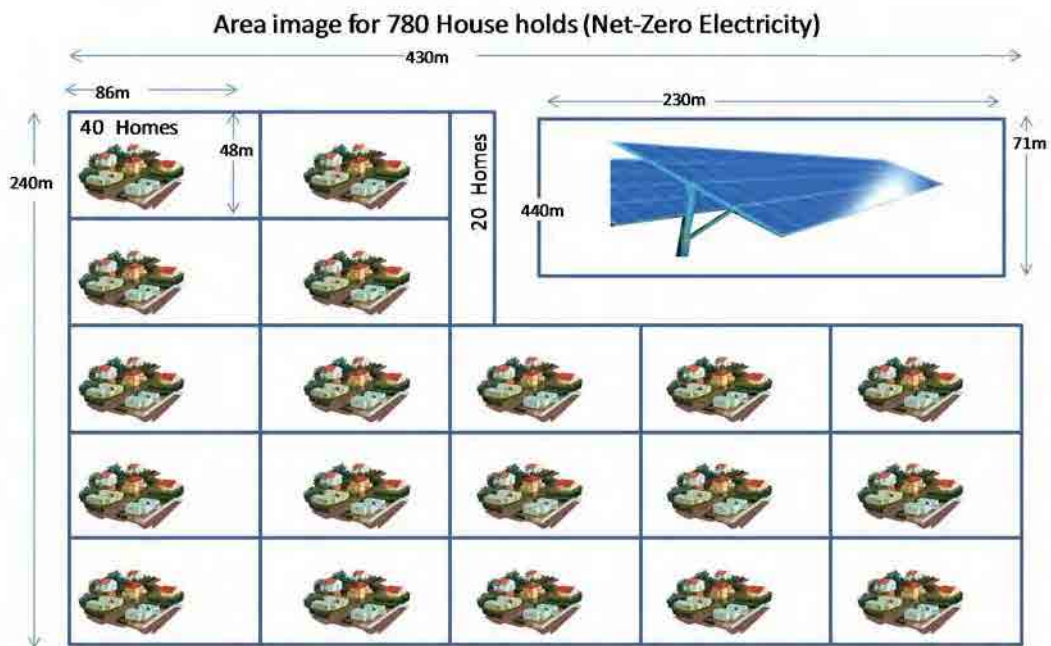


図 3-4-16 住宅と太陽光パネルのは一例

c. ピークカット事例

蓄電池を夜間のピークカットのみに使用する例を示す。敷地内の住宅の割合と夜間の電力量がゼロとなる時間を 2 時間(18~20 時)、4 時間(18~22 時)、6 時間(17~23 時)との関係を図 3-4-17 に示す。

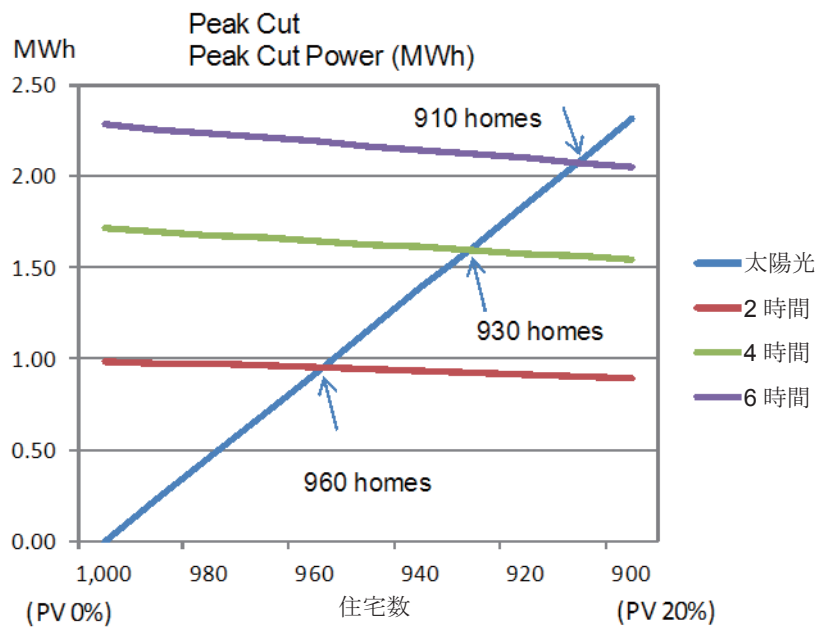


図 3-4-17 住宅数と夜間ピークカット時間

図 3-4-18 に電力ピークカットが 2 時間で電力カーブを示す。18 時から 20 時までの間は電力網からの電力が使用されていないことを示している。

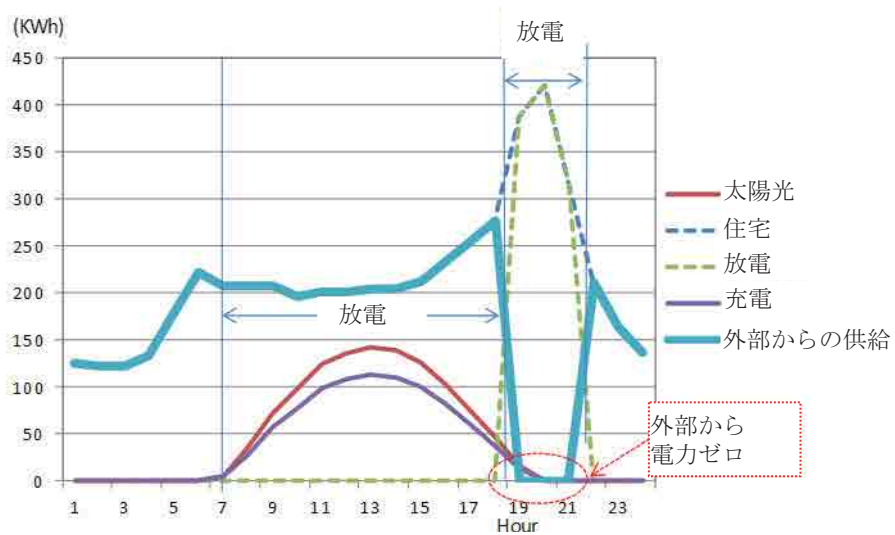


図 3-4-18 ピークカットの事例(2,4,6 時間)

d. 電力消費ネット・ゼロとピークカットのまとめ

表 3-4-7 に電力ネット・ゼロ、ピークカット 2,4,6 時間における太陽光パネル、蓄電池容量、住宅数等を示す。

表 3-4-7 各提案のまとめ

提案	ネット・ゼロ	ピークカット		
		2hours	4hours	6hours
太陽光発電容量(KW)	1,000	182	318	409
太陽光面積 (m ²)	22,704	4,128	7,224	9,288
太陽光面積比率 (%)	22%	4%	7%	9%
住宅街面積 (m ²)	80,496	99,072	95,976	93,912
住宅数	780	960	930	910
蓄電池容量 (KWh) (充放電率 60%)	1,667	1,581	2,819	3,459
充電出力 (KW)	464	571	553	541
電力収支 (MW/year)	0	1,879	1,566	1,357

(4) 風力発電と蓄電池による電力消費ネット・ゼロ住宅街

図 3-4-19 に示す太陽光発電の代わりに風力発電での電力消費ネット・ゼロを試算した。

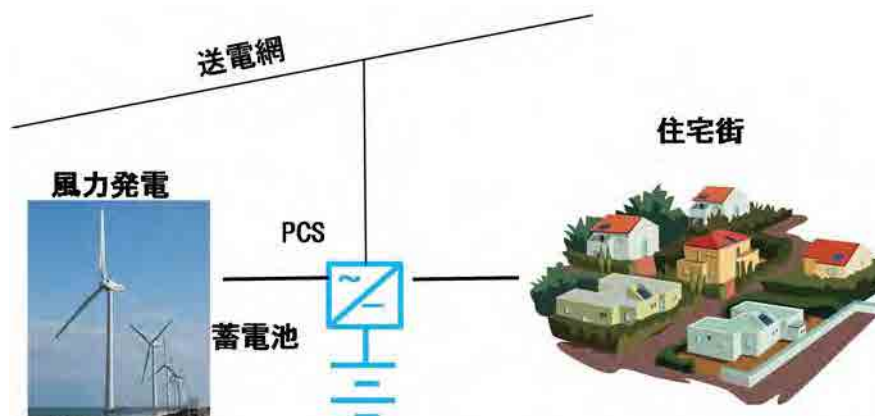


図 3-4-19 風力発電による電力消費ネット・ゼロ住宅街

試算にあたり風速はケープタウンを利用した。風力発電はその風切音から住宅地外への設置は困難なため、一世帯当たりの平均値にて試算した。特定出力の風車に対応できる住宅数は風車の年間発電電力量から住宅の年間消費電力で除算することで算出できる。蓄電池の充放電率を 60%、蓄電池の充電損失、放電損失はそれぞれ 10%、パワーコンディショナの損失は 5%とした。(第 3.4-(3)の太陽光発電と同様) 風力発電は夜間も発電が期待でき、夜間電力のピーク時でも 50%の電力を供給できている。一世帯当たりの蓄電池容量は 756Wh、出力 421W となる。図 3-4-20 に電力カーブを示す。

表 3-4-8 にケープタウンにおける月毎、時間毎の風速を示す。試算では風速の平均値を利用した。

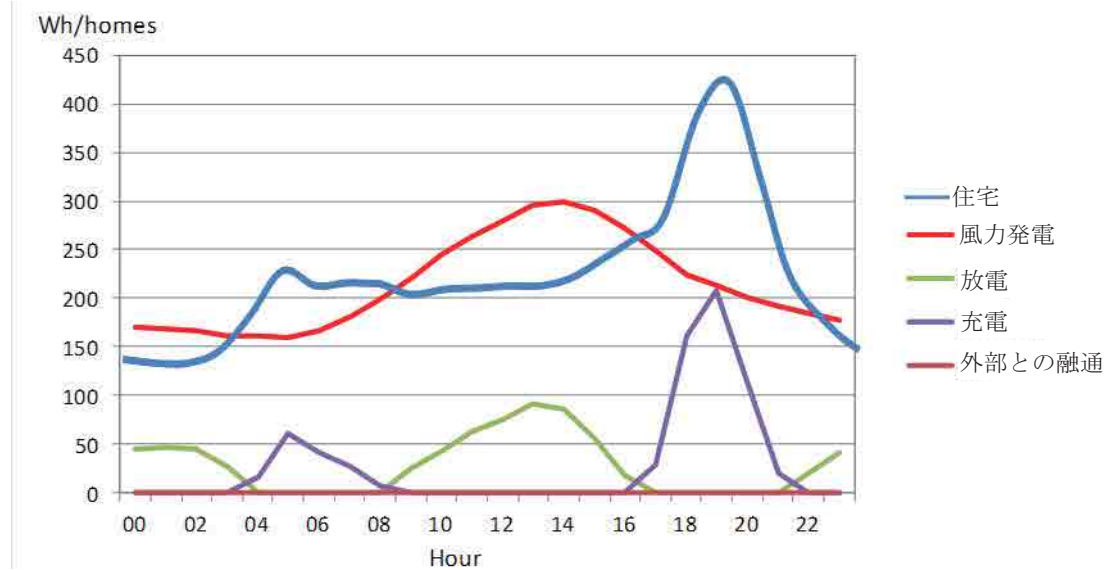


図 3-4-20 住宅 1 軒あたりの電力カーブ

表 3-4-8 月毎時間毎の風力

Hour	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Average
00	5.3	4.7	3.9	3.8	3.4	3.2	3.3	3.4	3.5	4.0	4.6	4.9	4.0
01	5.2	4.6	3.9	3.7	3.3	3.5	3.4	3.5	3.5	3.9	4.5	4.8	4.0
02	5.1	4.7	3.8	3.7	3.4	3.3	3.3	3.7	3.4	3.9	4.3	4.6	3.9
03	4.8	4.4	3.7	3.5	3.3	3.4	3.1	3.5	3.4	3.8	4.2	4.3	3.8
04	4.6	4.4	3.7	3.6	3.3	3.4	3.4	3.7	3.3	3.7	4.0	4.2	3.8
05	4.6	4.4	3.6	3.4	3.2	3.4	3.3	3.7	3.3	3.7	4.2	4.6	3.8
06	5.0	4.6	3.6	3.3	3.3	3.2	3.2	3.6	3.3	3.9	4.8	5.0	3.9
07	5.4	5.1	4.3	3.7	3.3	3.4	3.2	3.8	4.0	4.5	5.2	5.3	4.3
08	5.7	5.4	4.8	4.2	3.8	3.7	3.6	4.2	4.7	5.1	5.6	5.7	4.7
09	6.2	5.9	5.3	4.7	4.3	4.1	4.1	4.7	5.1	5.6	6.1	6.3	5.2
10	7.0	6.6	6.0	5.2	4.7	4.5	4.6	5.2	5.4	6.1	7.0	7.0	5.8
11	7.6	7.0	6.5	5.6	5.1	4.9	4.9	5.3	5.9	6.7	7.5	7.5	6.2
12	8.2	7.6	7.0	6.0	5.4	5.2	4.9	5.6	6.2	7.0	8.0	8.0	6.6
13	8.7	8.3	7.6	6.2	5.7	5.4	5.2	5.8	6.4	7.4	8.2	8.5	7.0
14	9.0	8.5	7.6	6.4	5.6	5.3	5.1	5.8	6.5	7.6	8.4	8.6	7.1
15	8.9	8.6	7.4	6.1	5.1	4.9	4.6	5.6	6.4	7.4	8.2	8.5	6.8
16	8.8	8.3	7.1	5.7	4.7	4.3	4.0	5.0	5.8	7.0	8.0	8.3	6.4
17	8.4	7.7	6.4	5.1	4.2	3.9	3.7	4.2	5.1	6.1	7.3	7.9	5.9
18	7.5	6.9	5.8	4.7	3.8	3.7	3.4	4.0	4.6	5.7	6.4	6.9	5.3
19	7.0	6.5	5.5	4.4	3.8	3.6	3.3	3.7	4.4	5.3	5.9	6.5	5.0
20	6.4	6.1	5.2	4.1	3.6	3.7	3.3	3.8	4.1	4.9	5.6	6.1	4.7
21	6.1	5.7	5.0	4.0	3.5	3.5	3.3	3.7	3.8	4.6	5.3	5.8	4.5
22	5.9	5.4	4.6	3.8	3.4	3.4	3.4	3.6	3.9	4.4	4.9	5.6	4.3
23	5.6	5.1	4.4	3.9	3.5	3.3	3.3	3.6	3.6	4.2	4.8	5.3	4.2
Average	6.6	6.1	5.3	4.5	4.0	3.9	3.8	4.3	4.6	5.3	6.0	6.3	5.1

(5) 沿岸都市部向けの大型風力発電

エテクウィニヤやケープタウンなどの沿岸部に位置する都市では、図 3-4-21 の様な海からの吹上風が想定できる。吹上風に対して効率良く発電出来るダウンウィンド型風車が有る。ダウンウィンド型はアップウィンド型風車と比べて吹上風に対して効率よく風をとらえることができ、アップウィンド型風車よりも 7% の出力向上が見込める。

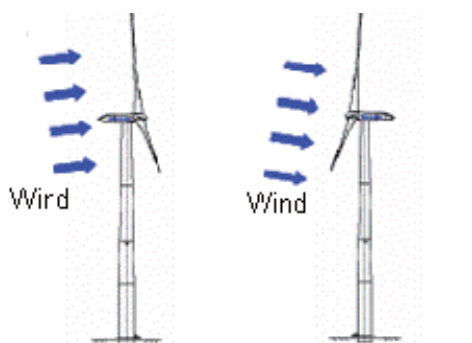
図 3-4-22、図 3-4-23 に吹上風に対する位置関係を示す。ダウンウィンド型は吹上風を適切にとらえている。図 3-4-24 にダウンウィンド型風車の概要を示す。風車の直径は 80m、風車軸の高さも 80m となっている。



図 3-4-21 吹き上げ風の例

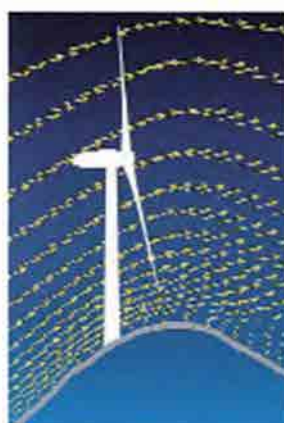


ダウンウィンド形

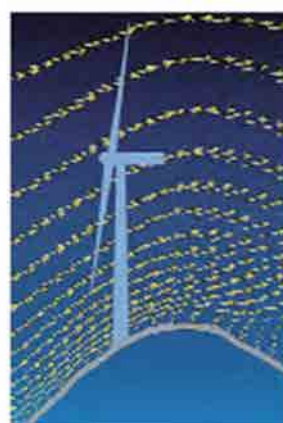


アップウィンド形

図 3-4-22 ダウンウィンド形風車 (2MW)



ダウンウィンド形



アップウィンド形

図 3-4-23 ダウンウィンド形アップウィンド形の比較

風力発電では風力変動による出力変動を緩和する事が重要で、そのためには図 3-4-25 に示す様な、蓄電システムが有効である。蓄電池システムは風車の出力変動に合わせて充放電を行う。表 3-4-9 と図 3-4-26 に出力変動を緩和させるために必要な鉛蓄電池

の仕様を示す。この蓄電池は通常の鉛電池と比較して特に長寿命である点が優れている。鉛電池は室温で動作でき、低コストである。

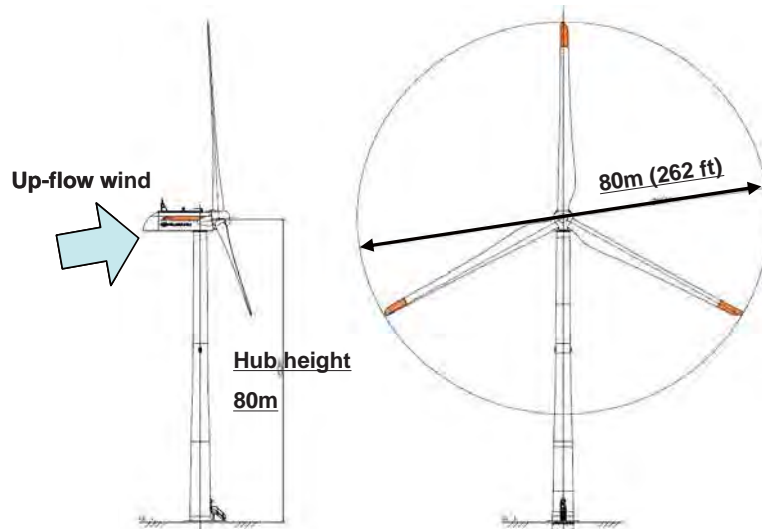


図 3-4-24 ダウンウィンド形風車の外観

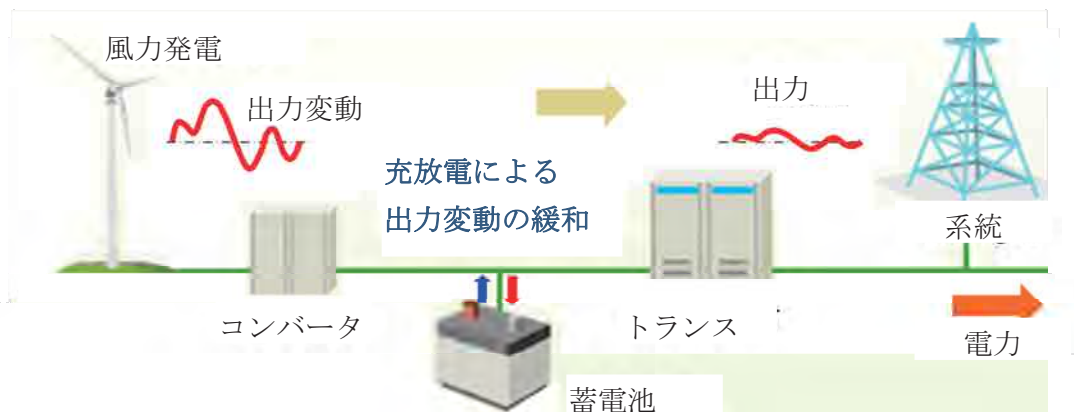


図 3-4-25 風力発電と蓄電システムの概念図

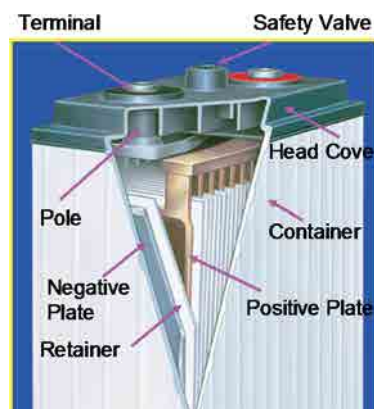


図 3-4-26 蓄電池の構造

一方で低エネルギー密度と大きな重量が欠点となっている。特にその重量に耐えうる強い基礎が必要となる。図 3-4-27 に秋田県由利本荘市西目の風力発電と蓄電システムによる実証事件の概要を示す。出力変動の緩和のため、96 個の蓄電池が使用されている。蓄電池の重量は計 12t。図 3-4-28 に風車の出力変動が蓄電池によって緩和されている例を示す。図 3-4-29 に青森県五所川原に国内最大の 10MWh の蓄電システムが付属した風力発電を示す。このシステムでは広大な敷地に 420t の蓄電池を設置している。

表 3-4-9 鉛蓄電池の仕様

型式	LL1500W-S	
電圧	8V	
容量 (10hr)	1500Ah	
出力	12kW	
設置角度	水平	
寸王	高さ	506mm
	幅	473mm
	奥行き	799mm
質量(4 セル)	485kg	
期待寿命(25°C)	17 years	
充電率	30-90%	



図 3-4-27 秋田県西目での事例

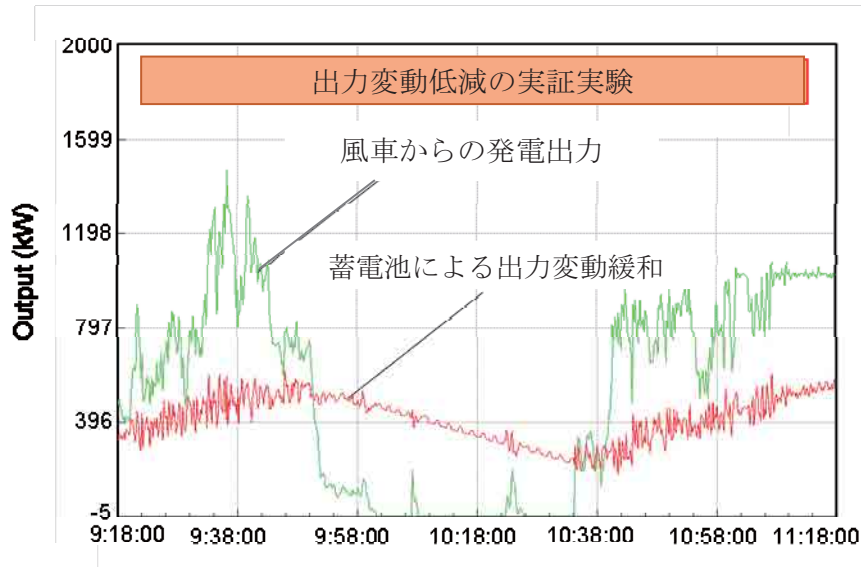


図 3-4-28 出力変動緩和の例



<Specifications>

- ・ Purpose = Smoothign o output
- ・ Capacity of wind park = 15.4MW (2MW × 8)
- ・ Battery capacity = 10.4MWh (LL1500W × 3456cells)
- ・ Installation area = 30m × 18m = 540m²
- ・ Weight = 420t

図 3-4-29 青森県五所川原での事例

(6) UPS による停電対策

製造業において突然の停電は大きなロスコストとなることがある。例えばエアブラシによる塗装中の停電は、ノズルの目詰まりや塗装ムラとなる。

停電対策としてディーゼル発電機は有効であるが、ディーゼル発電機は始動から定格出力となるまでには 30 秒と時間がかかり、メンテナンス状況によっては数分を要することもある。このような中断は塗装作業には障害を与える。

常時待機型 UPS (無停電電源) はディーゼル発電機が安定するまでの間、電力を供給できる。

図 3-4-30 に UPS 制御システムを示す。

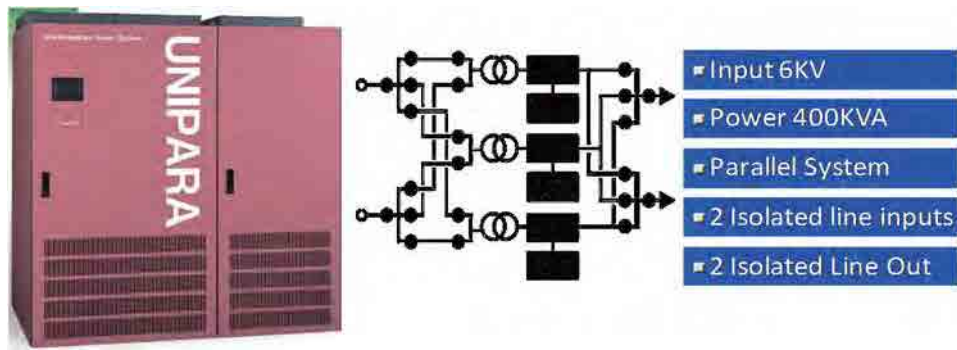


図 3-4-30 大型 UPS 電源の例

(7) 地下変電設備による山火事からの降灰対策

山火事から強風であおられた灰が変電所に降ると、変電設備で短絡し停電となる。地下変電所はこのような降灰への対策には有効である。地下変電所は需要に近い場所に設置することで送電効率が改善する。図 3-4-31 に地下に設置されたガス絶縁遮断器を示す。



図 3-4-31 屋内に設置されたガス絶縁遮断機の例

3.4.1.2 各都市への提言

前章までの提言は各都市で実施可能であるが、三大都市圏への適用例を表 3-4-10 に示す。

表 3-4-10 各都市への適用例

都市	主な課題	適用例
ヨハネスブルグ	未電化地域の電化	鉱山の節電による電力確保 GAP 電線による地域送電網の強化 太陽光による消費電力ネット・ゼロ住宅街
エテクウィニ	突発的な停電 未電化地域の電化	GAP 電線による主送電線の強化 UPS による停電対策 変電所の地下化
ケープタウン	突発的な停電 観光資源の保護	再生可能エネルギーによる観光資源保護 風力発電

(1) ヨハネスブルグ

ヨハネスブル市の 2040 年を目指した市政計画「Joburg 2040 Growth and Development Strategy」では貧困の根絶が最重要課題の一つとなっている。現在の課題として

- 16% of households lack municipal sanitation
(16%の世帯に下水道が整備されていない)
- 15% do not receive municipal electricity
(15%の家庭が未電化)
- 3.6% do not have water supplies
(3.6%の家庭に上水道が整備されていない)
- Unemployment is at 30%, up from 27% three years ago
(失業率が 30%。3 年前の 27%から上昇)
- Some 116 827 families live in informal settlements
(116,827 家族がバラックで暮らしている)
- Some 108 000 families live in illegal backyard dwellings
(108,000 家族が違法な裏庭住居で暮らしている)
- There are some 4 500 homeless "street people"
(4,500 名の路上生活者)

ヨハネスブルグでは今後の 10 年で 200,000 世帯の貧困層向け住宅を建設する予定である。直近では Lufhereng 計画(24,000 世帯)と Malibongwe Ridge Project(5,500 世帯)が進行中である。増加する住宅に対する電力確保が必要となる。

a. 電力確保

Lufhereng 計画での電力使用量を推定すると 54GWh と見込まれ、そのピーク電力は 12MW と想定している。この電力は付近にある Dornkop 鉱山が 26%の節電が出来れば捻出可能となる。200,000 世帯分の電力に関しては郊外にある 4 箇所の鉱山にて 26%の節電が実現できれば捻出可能となる。図 3-4-32 に鉱山の位置と送電網を示す。

b. 送電網の強化

Dornkop と Lufhereng 周辺の送電線は 275KV となっており、273MVA の送電が可能と想定される（約 218MW）。これは Lufhereng による 12MW の増加に対応できると思われる。一方で、200,000 世帯に関してはピーク電力が 103MW になるため、低ロス電線や GAP 電線による送電容量の増加が有効である。

c. 消費電力ネット・ゼロ住宅街

鉱山が事業拡張などにより 26%の節電が出来ない場合は、太陽光発電と蓄電池による電力消費ネット・ゼロが有効になる。太陽光発電は CO2 等の排気ガスや無音で環境への影響ないため住宅地の近隣へ設置できる。

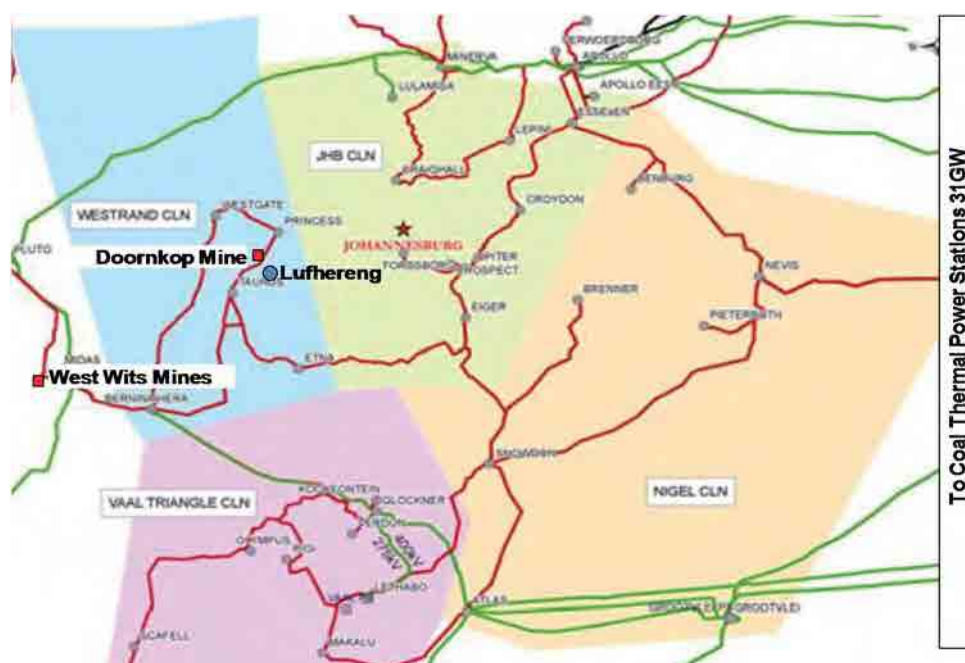


図 3-4-32 Lufhereng と近隣の鉱山⁴

(2) エテクウィニ

エテクウィニが所属する Kwazulu-natal 州の GDP(Gross Domestic Product)は南アフリカで第 2 位となっている。表 3-4-10 に州別の GDP を示す。エテクウィニ近郊ではトヨタを中心とした自動車産業が発展している。今回の調査においてトヨタは、「塗装工程に対する突然の停電は塗装ムラやノズルの目詰まり等、生産に大きな影響・ロスコストを与えている」と述べていた。

⁴ <http://www.eskom.co.za/Whatweredoing/TransmissionDevelopmentPlan/Documents/TransDevPlanBrochure2013-2022.pdf>

表 3-4-11 南アフリカ各州の GDP⁵

Province	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Western Cape	33 207	36 176	38 733	39 984	44 782	50 334	48 176	50 745	49 416	50 227
Eastern Cape	17 780	19 154	20 111	21 803	23 745	27 130	25 801	27 358	26 391	26 863
Northern Cape	980	1 021	1 107	1 158	1 020	1 555	1 283	1 608	1 178	771
Free State	9 063	9 644	9 898	11 172	12 081	13 152	13 494	13 961	12 871	12 859
KwaZulu-Natal	47 700	51 876	55 027	58 496	65 401	72 240	71 081	73 828	72 932	74 108
North West	5 736	6 686	6 677	7 165	8 070	7 693	8 569	8 951	8 204	7 411
Gauteng	89 759	98 065	105 281	110 496	123 338	138 618	135 073	139 599	137 216	139 087
Mpumalanga	16 629	17 984	18 719	20 512	22 244	24 632	23 422	24 079	24 231	24 973
Limpopo	3 052	3 360	3 547	3 718	3 757	5 270	4 713	5 423	5 201	4 685
Value added at basic prices	223 917	243 967	259 101	274 502	304 438	340 623	331 703	345 554	337 639	340 983

a. 送電網の強化

Kwazulu-natal 州はピーク時に 6748MW の電力が必要であるが、Kwazulu-natal 州は 1,000MW の揚水発電が主な電源で、残りを近隣州の石炭火力からの送電に頼っている。そのため、エテクウィニは送電事故による停電の影響を受けやすい状況にある。送電網の強化として、低ロス電線やギャップ電線による強化は有効である。

b. UPS 電源

製造業においては停電時でも電力の供給が途絶えない UPS 電源が有効となる。

c. 変電所の地下化

山火事からの降灰による変電所の各設備を保護するために、変電所の地下化も有効である。

(3) ケープタウン

経済制裁が終了した 1989 年以降、南アフリカへの観光客は制裁解除まえの 100 万人以下から 2009 年の 1,000 万人近くへと 10 倍以上増加した。図 3-4-33 に 1967 年から 2009 年までの観光客の変化を示す。

ケープタウンによって策定された「2013 Economic Growth Strategy」では「It is often stated that Cape Town's number one asset is its natural environment, particularly its beaches, its iconic Table and Cape Peninsula and the unique Cape floral kingdom.」（ケープタウン一番の財産は海岸、テーブルマウンテン、ケープ植物区系界等の自然環境である。）と述べている。また米国 NewYorkTimes 新聞や英国 Guardian 新聞より 2014 年に向けて「Top Holiday destination for the Year」(休暇の旅行先第一位)に選ばれている。

観光産業を保護育成する上で CO2 削減等の環境に対してクリーンなイメージが不可欠である。

⁵ <http://beta2.statssa.gov.za/publications/P0441/P04413rdQuarter2013.pdf>

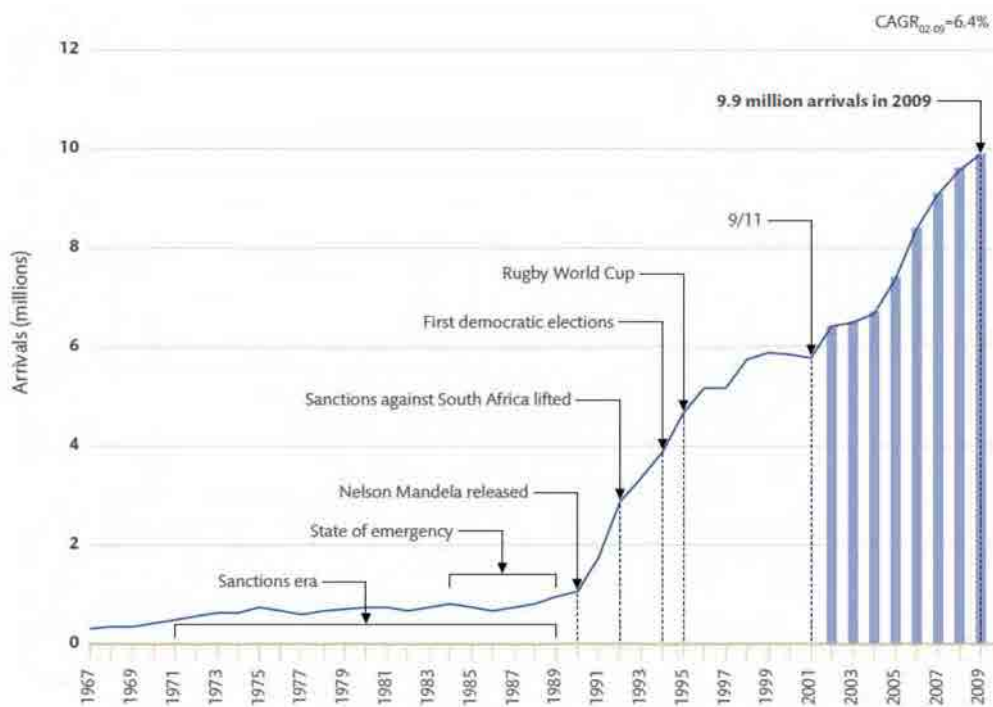


図 3-4-33 南アフリカの観光客数⁶

a. 風力発電による CO2 削減

ケープタウンが所属する Western Cape 州では、大規模な発電手段は電力ピーク時に運転するガスタービン発電と原子力発電しかないため、低 CO2 のイメージには貢献している。更なる環境に対するメージアップとして風力発電によって従来型発電の抑制が効果的である。

b. 送電網の強化

Western Cape 州は州の電力デマンド 5100KW 中、半分の 2600KW を州内で発電している。のこりは 1,000Km 以上離れた東北部での石炭火力から長距離送電によって供給されている。長距離での送電は送電事故による停電の影響を受けやすくなっている。低ロス電線やギャップ電線によって送電容量を増加させれば、主送電経路に送電事故が発生した際にバックアップ経路を確保でき、停電を回避できる。

1,000Km の送電を低ロス電線で行えば、年間で 104GWh の節電できる。

c. 変電所の地下化

夏場の気候は暑く乾燥しているためケープタウンの近隣では山火事が多く発生する。変電所の地下化で降灰からの停電を回避できる。

⁶ <http://www.southafrica.net/uploads/legacy/1/333747/SA%20Tourism%20Annual%20Report%202009-10.pdf&sa=U&ei=rEiDU6mBEIyPIQXe3oDgDQ&ved=0CB4QFjAA&usg=AFQjCNGxOIs8MFYL7pGjikx5lvdILJ2VDQ>

3.4.2 エネルギー・環境計画

3.4.2.1 課題解決の方向性

南アフリカ共和国の3大都市圏における環境・エネルギー政策の現状と課題については、2.8章で整理したようにエネルギーインフラ計画の整備不足、環境・エネルギー政策における地方自治体政府の権限確保の問題、再生可能エネルギー事業実施の際の障壁などが共通した課題として挙げられる。本章では、こられの共通の課題とともに、地域資源の活用不足、水資源不足、環境・エネルギーデータの活用不足など、各都市特有の課題に基づいて、環境・エネルギー計画における課題解決の方向性として、下記のような方針・方策の検討を行う。

(1) 自然エネルギーの活用

都市開発における環境負荷の低減およびエネルギー効率を向上させるため、太陽熱や自然採光など自然エネルギーを積極的に活用する。このようなパッシブエネルギーシステムの利用はアクティブシステム設備より優先的に建築設計の際に採用することが重要である。

(2) 地域資源の活用促進

地域特性に応じて、サトウキビのバイオマス利用や雨水利用などの地域資源の積極的活用、太陽光など再生可能エネルギーの活用によって、エネルギー効率の向上、環境負荷の軽減、廃棄物の削減、大気汚染の改善、自然災害への影響の軽減など多面的な効果が期待できる。

(3) エネルギー・環境の管理

省エネルギーや環境保全のためには、導入した技術やシステムの適切な管理と継続的な計画プロセスが重要である。環境配慮型都市開発はステークホルダーの積極的な関与によって持続可能なものとなる。

(4) 包括的かつ統合的な政策立案

環境・エネルギーの定義、実態の可視化による明確に把握することで、有効な政策立案と開発計画が実現できる。環境・エネルギーの統計データをより多面的な視点から分析・評価して活用することで、より効果的な政策と持続可能な都市開発が可能となる。

3.4.2.2 具体的対策手法

(1) アフォーダブル住宅エリアにおけるエネルギー・環境計画

アフォーダブル住宅エリアにおいては、分散型エネルギーシステム、すなわちマイクログリッドの設置が妥当であると考えられる。図3-4-34で示すように、再生可能エネルギー（太陽光発電と太陽熱システム）と蓄電池等を配置したマイクログリッドを構築し、同時に省エネ運用指針・地域エネルギー管理を行うことで、エリア全体でのエネルギー消費量を面的に削減し、発電所の負担を軽減し、停電時や災害時にも一定量の電源供給が可能となる。

アフォーダブル住宅の開発を推進しつつ地域でのエネルギー自立に寄与が可能となる。

a. 太陽熱利用と太陽光発電

太陽のエネルギーを十分に活用しコミュニティに電力と熱を供給する。太陽熱温水器を各住戸の屋根に設置し給湯や暖房に利用。また、住戸の屋根面及び敷地内の空地等に太陽光パネルを設置し、エリア内メガソーラー発電が可能となる。発電した電力はエリア内消費が優先だが余剰電力は商用グリッドを通じて ESKOM などの電力会社に販売される。

b. 省エネ運用指針・地域エネルギー管理

地域エネルギーインフラの適切な運用のためには、省エネ運用指針や運営者やコミュニティ居住者も参加することで「エネルギー管理計画」を作成すると有効である。省エネ運用指針を作成し、コミュニティ居住者は入居契約に際して、エネルギーの利用規則や省エネガイドラインの順守を求められる。また、コミュニティの住民で構成される管理協議会はエネルギーの計画と管理を一括で行う。コミュニティ住民はあらかじめ維持管理のための職業訓練を受け、太陽光パネルや太陽熱温水器の維持管理などに従事して、一定の収入を安定的に得ることが出来る。

地域におけるマイクログリッドの安定性と需供給バランスの確保のため、各住宅は入居の際に月毎の使用電力量の上限があることを理解して入居契約を交わすルールとする（図 3-4-35）。これにより、電気量使用量の上限を超過した場合、入居時の規定に従った追加の電気料金発生や電力供給の抑制などが課されることで、関係者の共同努力を促進し、エリア全体でのエネルギー消費量の削減に貢献するものである。

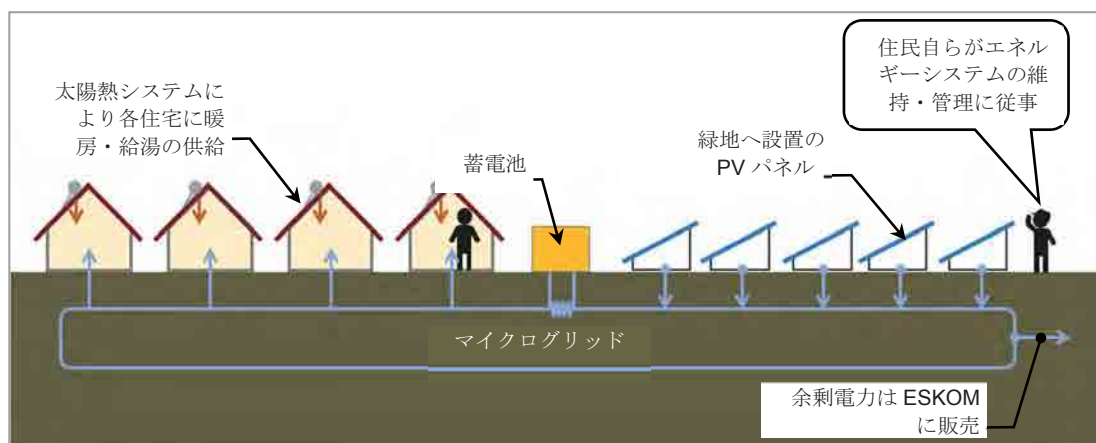


図 3-4-34 アフォーダブル住宅エリアにおけるエネルギーネットワーク

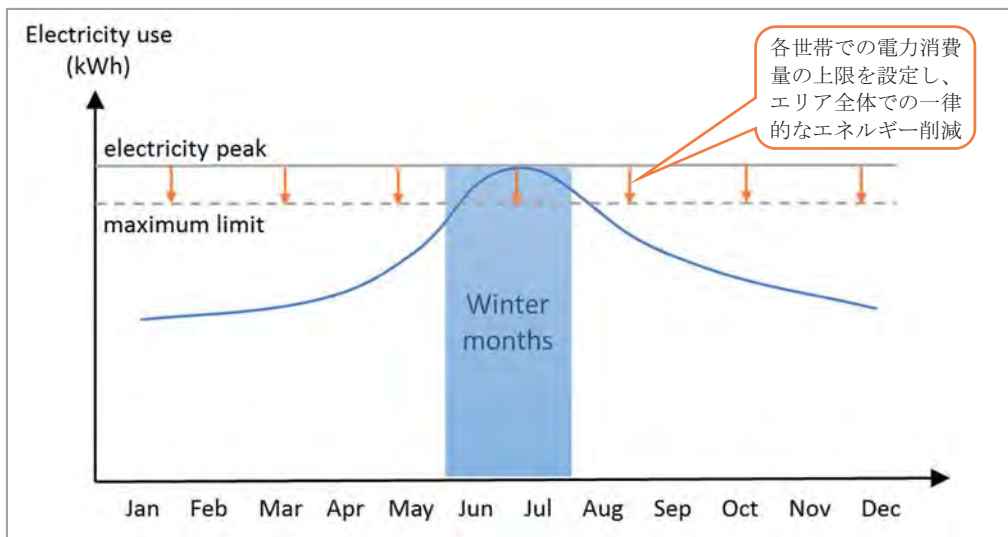
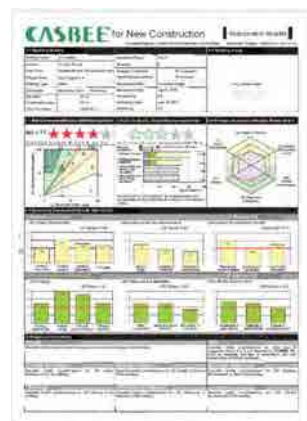


図 3-4-35 アフォーダブル住宅エリア内での電気使用量抑制のイメージ

BOX. CASBEE を省エネガイドラインとして活用

CASBEE（建築環境総合性能評価システム）は、2001年に国土交通省住宅局の支援にて産官学で開発を行った建築物の環境性能評価手法である。CASBEEの評価対象は、エネルギー消費（energy efficiency）を含む4分野である。「LR1 エネルギー」という評価項目では、建物環境負荷低減の手法として、「建物の熱負荷抑制」と「自然エネルギー利用」と「設備システムの高効率化」と「効率的運用」の取組が挙げられる。



現在、日本国内24の自治体では、大規模の建築物を建てる際に、CASBEEによる環境評価書の届出が義務となっている。

出典：一般社団法人 日本サステナブル建築協会

BOX. 柏の葉キャンパスシティのスマートグリッド

柏の葉キャンパスシティは東京都心から 25km に位置する約 273 ha の開発地域である。オフィス、商業施設、ホテル、住宅などの多用途の複数建物で構成されており、太陽光発電、風力発電、大型蓄電池等による分散型電源ネットワークが構成されている。

街全体での省エネ実現のために、エリアエネルギー管理システム（AEMS）を導入している。地域全体のエネルギー需給情報を把握・分析して最適制御を行う。また、エネルギーの需給情報の見える化によりユーザーの省エネ意識喚起も図っている。



出典: Nikken Sekkei Research Institute (NSRI)

(2) 水資源の活用

南アフリカは常に水資源の不足が続いており、地域における多様な水源を確保することで安定した供給が可能である。例えば、ヨハネスブルグでは、鉱山の廃坑坑道に溜まった大量の廃水は豊富な水源としては無視できない。降水量が少ないのに関わらず、降雨はすぐに表土流となって洪水になりがちで有効に活用がされていない。住宅地の周辺に調整池をつくり、そこに降雨を放流して洪水を抑制しつつ水を貯留し再利用できる。また、住宅からの雑排水は土壌菌により生物処理浄化システムで再利用できる。図 3-4-36 で示すように、雨水と雑用水を単一の回収再利用システムにて処理を行い、トイレ洗浄水や植物散水などに利用する。このような多様な水資源活用によって、給水量やエネルギー消費量の削減、さらには環境汚染抑制などの効果が期待できる。

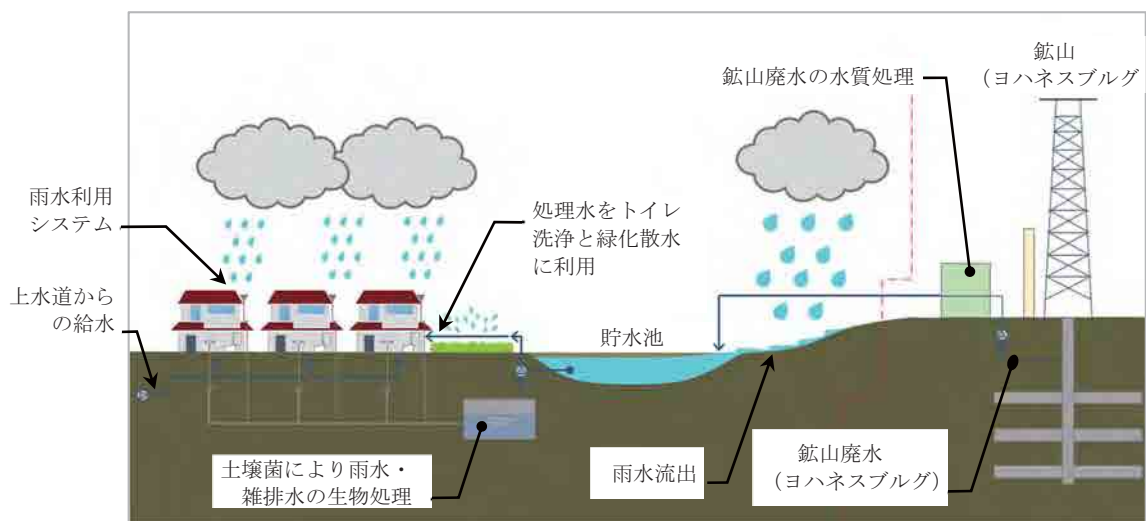


図 3-4-36 Affordable Housing エリアの水回収システムのイメージ

(3) 商業施設におけるパッシブ手法とアクティブ手法の組み合わせ

住宅よりもエネルギー消費量が多い商業施設はエネルギー削減効果も相対的に高い。図3-4-37で示すように、ショッピングセンターやオフィスビルなどでの自然エネルギー利用と高効率な設備システムの組み合わせにより積極的な省エネ・節電が可能となる。ビルオーナーとテナントが協力して有効なエネルギーマネジメントを行うことで、省エネ効果が一層に高まることが期待できる。建物に Building Energy Management System (BEMS) を導入し、各テナントスペースにはスマートメーターを設置し、エネルギーの需給状況を把握する。各テナントとの賃貸契約の際に月毎の電気使用量の制限スキームや省エネガイドラインの順守を盛り込むことも一層のエネルギー削減に寄与する。

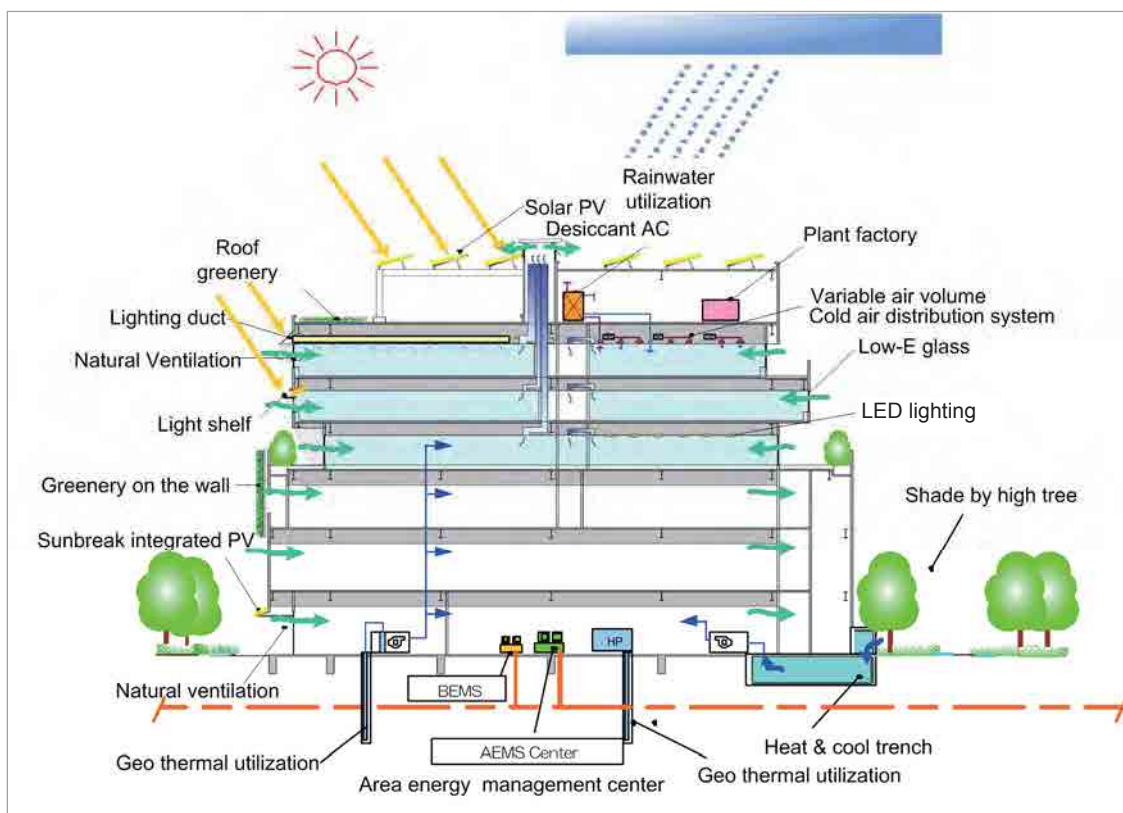


図 3-4-37 商業ビルのパッシブ&アクティブ手法導入のイメージ

BOX. 高効率ビルマルチ空調システム

ダイキンの冷暖フリービルマルチ空調システムは、商業ビルなどにおける同時に混在する冷房・暖房ニーズに対して、個別に対応できる空調システムである。このシステムは、冷房と暖房の同時自動運転で、高い快適性と省エネ効果を提供する。



出典: <http://www.daikinafrica.com>

BOX. アフリカ初のカーボンニュートラルなホテル (Hotel Verde、ケープタウン)

Hotel Verde はアフリカ初の 100%カーボンニュートラルなホテルである。施設内で、太陽光パネルと風車を設置して自家発電し、地中熱ヒートポンプで冷暖房を行い、エネルギー自給率 100%を実現している。

再生コンクリート床版、壁面緑化、雑用水利用、照明人感センサなど様々な環境配慮手法が採用されている。



地中熱ヒートポンプシステムの配管・風車

出典: JICA 調査団

(4) 住宅におけるパッシブ手法とアクティブ手法の組み合わせ

中高所得者住宅エネルギー消費量は低所得世帯より比較的大きく、エネルギー削減効果も相対的に高い。

3大都市圏は、年間通して比較的温かな気候のためパッシブ手法で熱環境的な快適性を得ることが可能である。自然エネルギーを積極的に利用するパッシブデザインは、冷暖房や照明エネルギー消費を削減し、省エネと室内環境の温熱快適性及び空気質向上の両立が期待できる。図 3-4-38 で示す事例のように、パッシブ手法と高効率機器によるアクティブ手法をうまく組み合わせこれらの住宅に採用することが可能である。

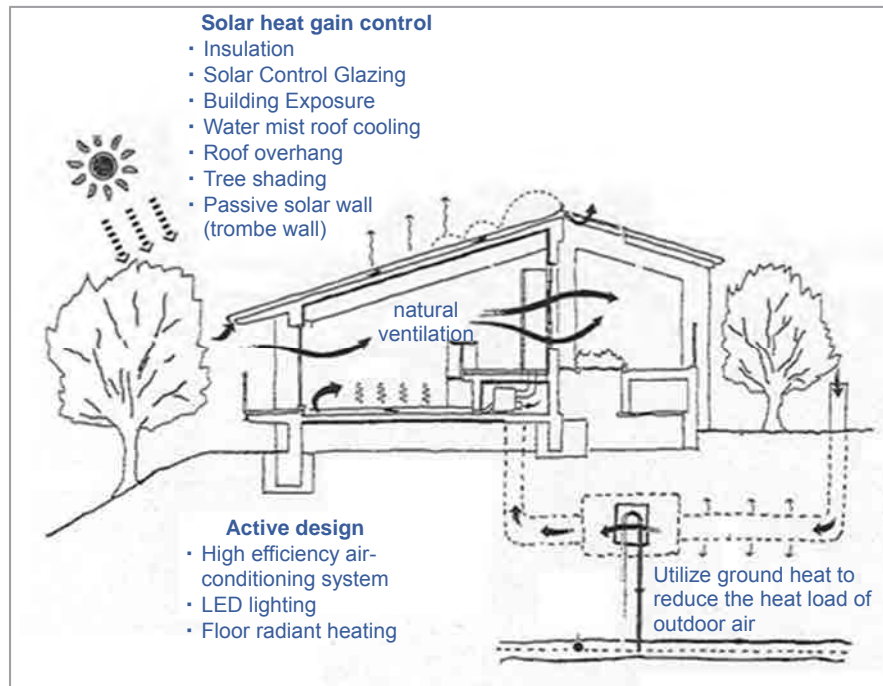


図 3-4-38 住宅のパッシブ&アクティブ手法採用のイメージ

BOX. 住宅における Trombe 壁の採用（愛知県）

戸建住宅（岡本邸）には Trombe 壁が南面に設置されている。これは表面を黒く塗った厚さ 25cm のコンクリート壁で、前面のガラスとの間の空気層と壁体に蓄熱を行う。冬の晴天日の日中は太陽が入射し、熱を蓄え、蓄熱した壁からは夜間室内に放熱し家を暖かく保つ。



出典： <http://www.chiryuheater.jp/okm/>

(5) サトウキビのバイオマス利用

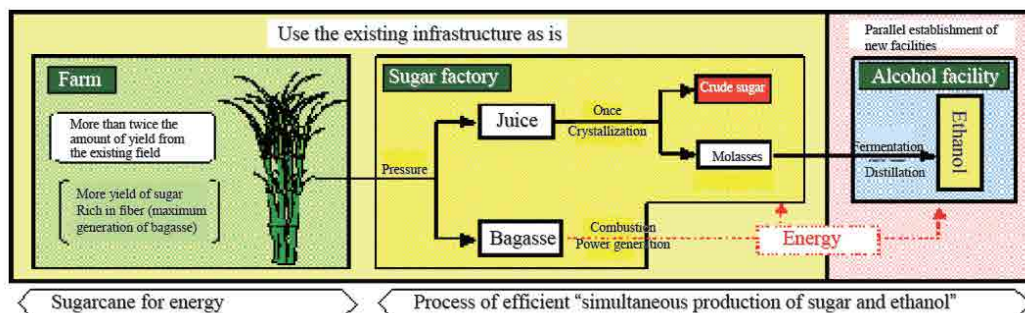
南アフリカは、世界有数の砂糖生産国である。サトウキビ生産者が約 30,000 人いると言われており、その大部分が KwaZulu-Natal 州であり¹、エテクニ市に隣接するインド洋沿岸地域に広がるサトウキビ畑である²。

絞ったサトウキビの粗糖が結晶化した後、糖蜜とバガス（搾りかす）が生成され、糖蜜はバイオエタノールに、バガスは燃焼系バイオマスで発電利用にすることが出来るが出来る。発電電力は ESKOM や他電力会社へ系統連系を行うとともに、糖蜜の発酵残渣とバガス燃焼灰はサトウキビ畑の肥料として再度利用が出来る。下図のように沖縄における製糖副産物のカスケード利用システムの実証実験があり、このように資源とエネルギーの循環利用が期待できる。

ただし、食料としてのサトウキビの利用とバイオマス利用との整合が重要な課題である。

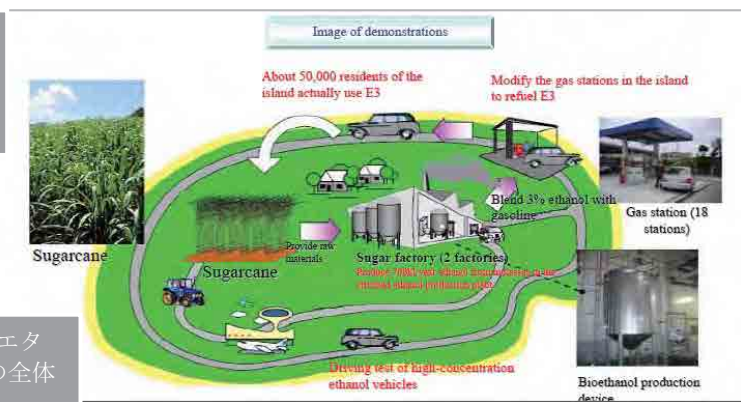
BOX. サトウキビを用いたバイオエタノール製造の実証研究（沖縄）

伊江島と宮古島における実証試験において、サトウキビを用いたバイオエタノール生産の開発を行なった。搾り粕（バガス）と糖蜜によってE3ガソリンが製造されている。



（上図）伊江島における実証研究の「サトウキビからエタノール生産プロセス」

（右図）「宮古島バイオエタノールプロジェクト」の全体イメージ



¹ Government Communication and Information Systems (GCIS) Republic of South Africa. South Africa Yearbook 2012/13.

² International Institute for Environment and Development (iied) (2007). Biofuels trade and sustainable development: An analysis of South African.

(6) エネルギー・環境データの有効活用による政策策定支援

自治体政府がこれまで蓄積しているエネルギー・環境関連のデータを用いて、面的な把握を行うことで、より多面的な都市エネルギー・環境施策定支援が可能である。GIS ツールを利用して、都市圏の地域別のエネルギー消費密度、電力網への接続率、水使用量の分布、大気汚染物質の排出量分布等、各種情報を一元的に集約化し可視化することが出来る。

さらには、人口密度と人口増加率の分布、住民の健康状態指標、教育レベル、就業率、所得水準、犯罪率などの社会・経済指標データとリンクすることで、包括的かつ多層的な都市情報分析ツールを構築することも期待できる。自治体政府にとって、予算の制約のなかで最大限のエネルギー・環境的な施策効果を出すべく、開発地区や開発分野の優先順位を決める支援が可能である。

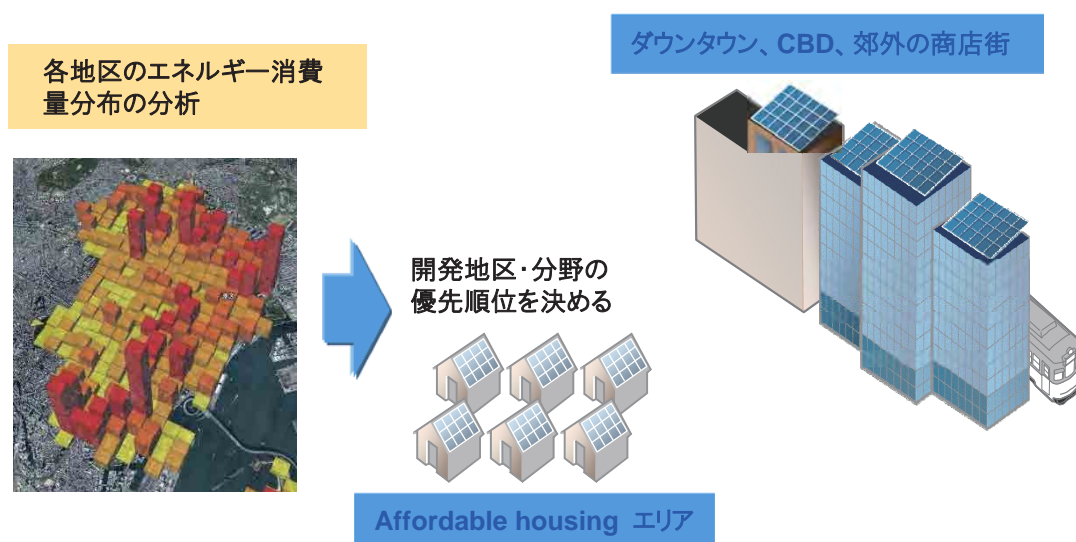
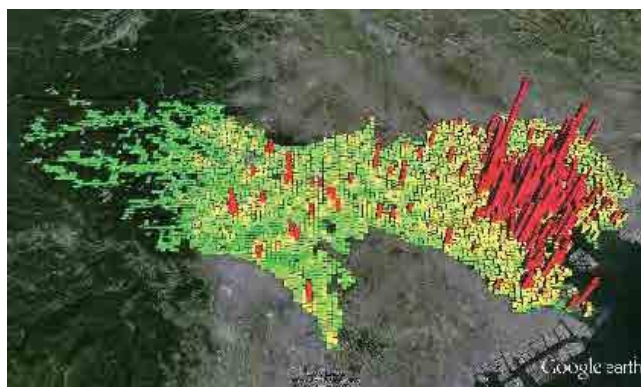


図 3-4-39 ヨハネスブルグのエネルギー消費量密度マップのイメージ

BOX. 東京都市圏のエネルギー密度マップの 3-D イメージ

東京都市圏におけるエネルギー消費量密度の見える化を行い対策前後の効果の比較を行うため、下図のような 3-D イメージを作成。



出典: Nikken Sekkei Research Institute (NSRI)

3.4.2.3 3 大都市圏への適用について

前章にて提案した各種提言の3大都市圏への適用例を表3-4-12に示す。

表 3-4-12 課題解決の方向性とソリューション

	方向性	ソリューション
3 大都市圏共通	<ul style="list-style-type: none"> - 自然エネルギーの活用 - 地域資源の活用 - エネルギー・環境の管理 	<ul style="list-style-type: none"> - 低所得者層住宅（Affordable Housing）エリアにおけるエネルギー・環境計画 - 水資源の活用 - 商業施設におけるパッシブ手法とアクティブ手法の組み合わせ
ヨハネスブルグ	<ul style="list-style-type: none"> - 包括的かつ統合的な政策企画 	<ul style="list-style-type: none"> - エネルギー・環境データの有効活用による政策策定支援
ケープタウン	<ul style="list-style-type: none"> - 自然エネルギーの活用 	<ul style="list-style-type: none"> - 住宅におけるパッシブ手法とアクティブ手法の組み合わせ
エテクウィニ	<ul style="list-style-type: none"> - 地域資源の活用 	<ul style="list-style-type: none"> - サトウキビのバイオマス利用

3.5 ICT 計画

3.5.1 ICT インフラ整備における解決策とソリューション

a) ラストマイルにおける効果的な無線ブロードバンド技術の導入

第2章でも記述した通り、南アフリカの情報通信インフラの拡張に当たっては、ラストマイルにおけるエンドユーザへのアクセスを効率的に整備することが重要な課題とされているが、アパルトヘイト政策によって歴史的に形成された低密度に広がる都市構造を勘案すると、主要先進国での前例に倣った光ファイバーによる接続では、建設コスト・基幹の点から現実性に欠けると思われる。したがって、未だ情報通信インフラの整備が進んでいない都市郊外地域や地方エリアにおけるラストマイルのネットワーク構築に当たっては、無線ブロードバンド技術(FWAや無線LAN)を導入することによって効果的に通信環境の向上を図ることができると考えられる。無線ブロードバンド設備は光ファイバー接続に比べ設備規模、関連工事も簡素化できることから、インフラ整備に関わる初期投資額を小さく抑えながらも、急速に拡大する通信需要に対する早急な整備を可能にするだけでなく、運用フェーズでのメンテナンス作業に係るコストの低減も期待できる。また、無線ブロードバンド技術の導入に当たっては、政府—事業者間において、特定周波数帯域の割当てや事業許認可等に関する免除規定の策定などについての合意を迅速に形成できるよう、効果的な体制・制度を構築することが必要である。

BOX. 無線ブロードバンドシステム

この製品は省エネ性能、設置の簡易性、ライフサイクルに渡る費用性に優れ、日本においては免許不要で運用が可能となっている。2011年の東日本大震災発生直後の非常時通信手段として導入された実績も持つ。

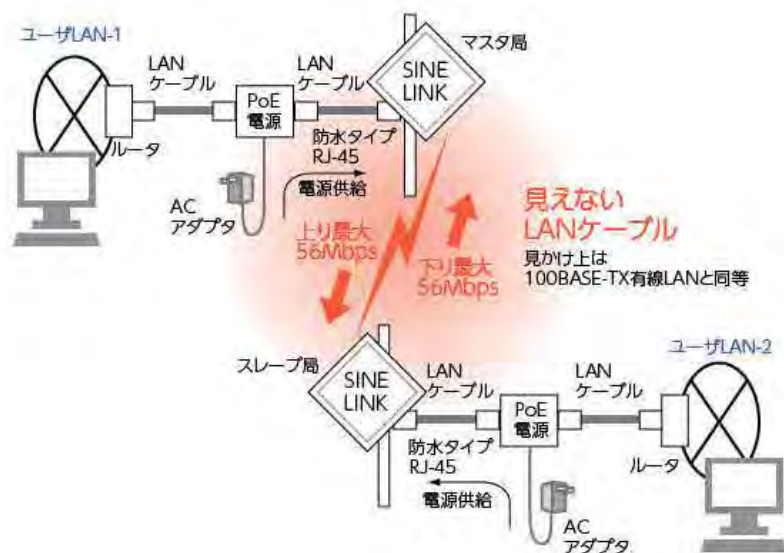


図 3-5-1 無線ブロードバンドシステムの概要¹

¹ SINE LINK 25
http://www.hitachi.co.jp/area/tohoku/portal/interview/revival/contents/_icsFiles/afildfile/2012/03/23/KOKUSAI_leaflet.pdf

b) 事業継続性を向上させる都市間相互データバックアップシステムの構築

南アフリカにおけるブロードバンド環境の整備が進むのに応じて、都市における政府機関、企業、住民やビジターの多様なアクティビティは益々ICT への依存性を高めている。したがって同国の主要都市における持続可能な開発を推進する上では、情報通信インフラのサービス継続性確保に対し障害となり得る様々なリスクを予見し、事前対策を取ることが重要である。特に、外部からの投資を呼び込み都市の経済発展を促進するためには、企業の事業継続性とレジリエンスの向上に寄与し得る頑強なインフラを整備する必要がある。特に情報通信インフラは現代の企業活動において最も重要な位置を占めているため、地方政府は下図に示されるように、設置コスト、データの重要性、非常時における復旧時間等を総合的に検討し、効果的なデータバックアップ環境の整備を支援、推進することが望ましい。このような点から、ヨハネスブルグ、ケープタウン、エテクウィニの3都市間で相互データバックアップシステムを構築することも検討に値すると思われる。

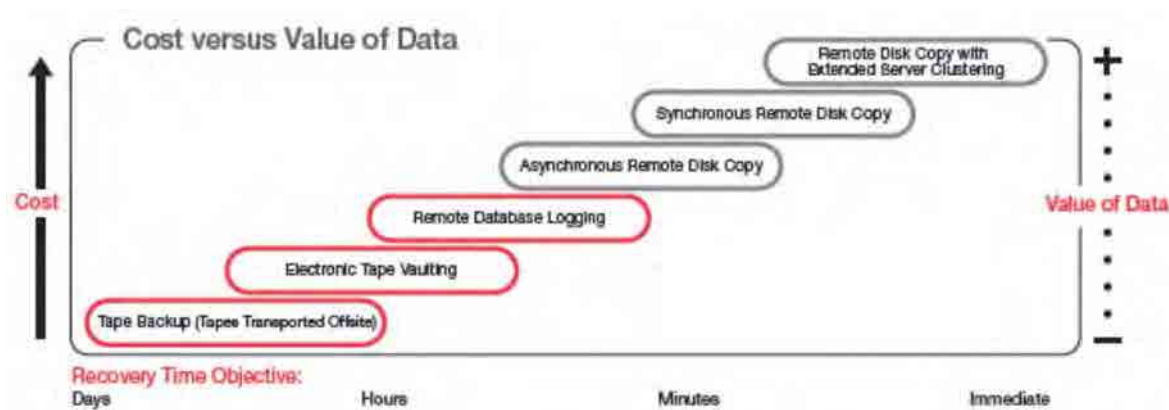


図 3-5-2 復旧時間・費用・データの重要性の相互関係

3.5.2 ICT 利活用における解決策・ソリューション

a) 統合型都市マネジメントシステムの構築

南アフリカ特有の低密度な都市構造や、縦割り構造の非効率な都市運営形態、発展途上の都市運営スキルなどを主な要因として、公的支出に占めるインフラ運営保持コストの割合が過大となり、各都市で大きな懸念事項となっている。そこで下図に示すような統合型都市マネジメントシステムを導入し、市政府が分野横断型の管理体制を構築、効率的に都市インフラの運営を行うことで、建設段階から運用保守段階までのライフサイクルに渡り、初期投資と運営コストの低減を図ることができる。更には、異なったセクター間の横断だけでなく、運営サイドと住民間のリアルタイムなコミュニケーションを促進するオープンな双方向プラットフォームとして都市管理システムを機能させることで、日々変化する需要側のニーズを迅速に各分野での政策立案へ反映し、共生型社会の実現を支援するものである。

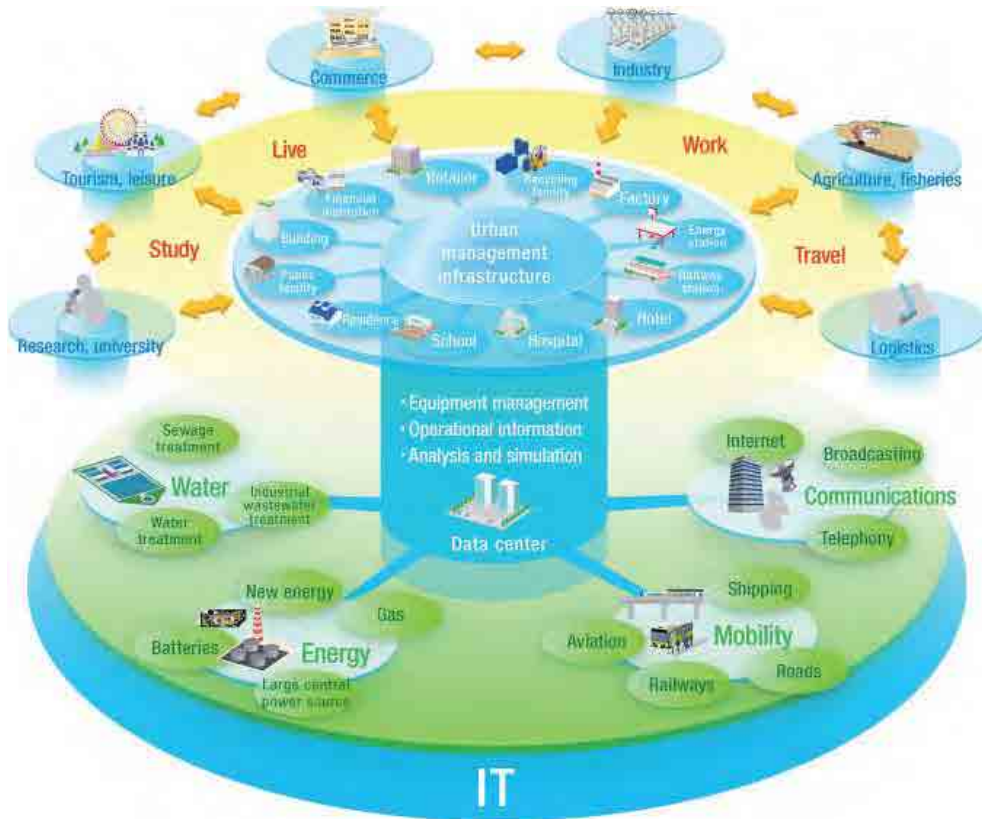


図 3-5-3 統合型都市マネジメントシステムのコンセプト²

b) 安全・安心を実現する ICT を活用した高度監視システムの導入

前述した通り、南アフリカの主要都市のマスタープランには、公共交通を中心とした街づくり(TOD)のコンセプトが組み込まれている。しかし現状を見ると、公共交通の結節点(バスターミナルや鉄道駅)付近のエリアは総じて治安の悪い地区となっており、旅行者などのビジターだけでなく住民にとっても近づくことを敬遠するような空間となっている。そこで、都市計画上の TOD 施策の実施と平行して、市民の安全安心を担保する高度なセキュリティシステムを導入することが効果的だと思われる。セキュリティシステムの高度化にあたっては、顔認証技術などの ICT を効果的に取り入れることで犯人特定、検挙の迅速化に寄与することができると考える。新たなシステムの構築にあたっては、現時点で既に設置されている防犯カメラシステムを尊重し、アップグレードする形で ICT を導入することで投資額を抑え、現存する運用スキルについても活用、発展させながら段階的に監視システムを成長させることが現実的である。また、南アフリカにおいて発生している主要な犯罪は肉体的な暴力を伴うものが多いため、その抑制にはセキュリティガードや警察官の配置など、人的・物理的なセキュリティと ICT によって強化された高度な監視システムを効果的に連携させることが重要である。

² 日立が考えるスマートシティ, Hitachi, <http://www.hitachi.com/products/smartcity/vision/concept/it.html>, accessed 2014 May 26th

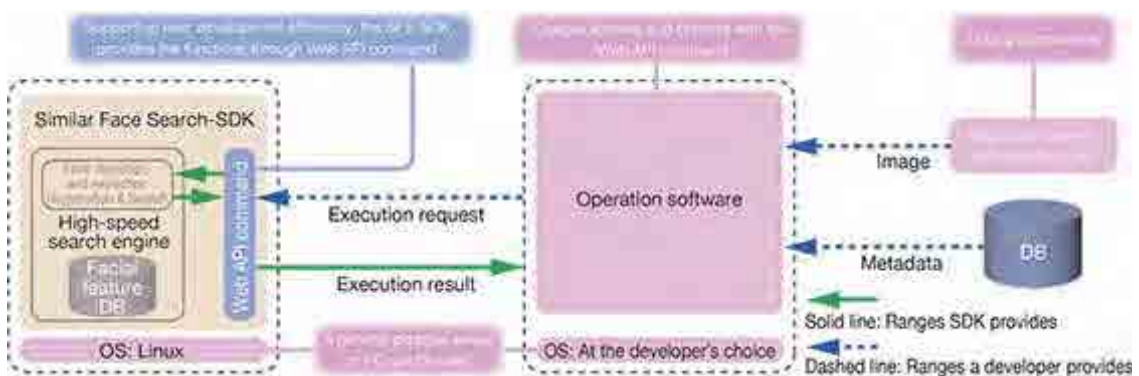
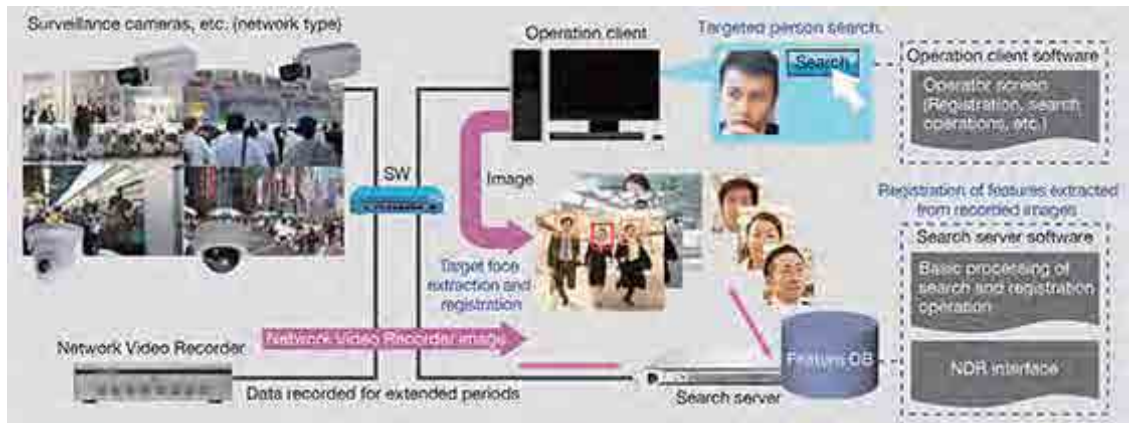


図 3-5-4 顔認証技術を活用した監視システムの概要³

c) 教育・スキル開発に対する遠隔サービス技術の導入

現在、主要都市の郊外地区では多くの低所得者向け住宅の建設が急ピッチに進められているが、南アフリカにおいて格差を解消し共生型社会を構築するためには、現在進められている居住施設・教育施設の建設といったハード面での施策実施と同時に、低所得者層に向けた教育・能力開発サービスの充実など、ソフト面での対策も必要である。教育プログラムの提供に当たっては、遠隔教育システムなどの ICT を効果的に導入することで、建設される教室数を最適化し建設費を低減、また、インターネットを通じて海外の高品質な教育プログラムに触れることで、生徒だけでなくスタッフのスキル向上が期待できる。

³ 顔認証システム, Hitachi, <http://www.hitachi-kokusai.co.jp/global/products/camera/network/sfs.html>, accessed 2014 May 26th

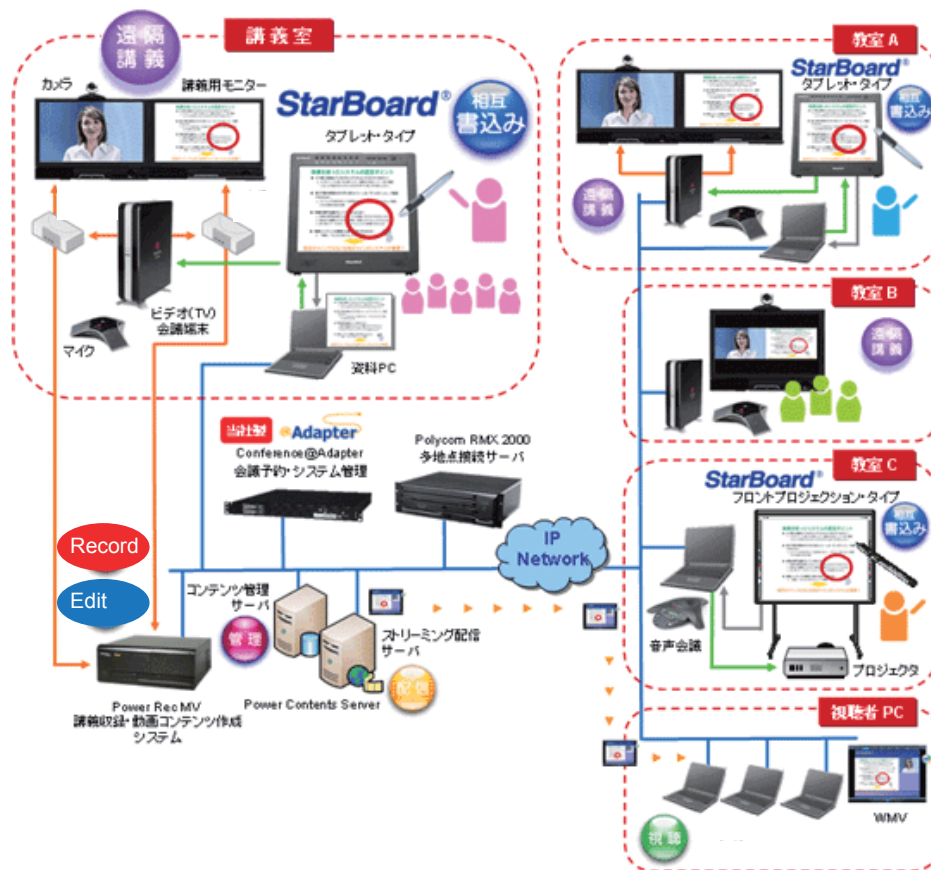


図 3-5-5 遠隔教育システムの概要⁴

⁴ スターボード(電子黒板), Hitachi, <http://eu.hitachi-solutions.com/en/products/index.php>, accessed 2014 may 26th

3.5.3 ICT 計画に当たっての方向性とソリューションの概要

この項においては、前述の南アフリカ主要 3 都市に対する ICT 計画上の提案内容を以下の表にまとめるものとする。

表 3-5-1 ICT 計画に当たっての方向性とソリューションの概要

	提案の目的	具体ソリューション
3 都市共通	<p>【ICT インフラの整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> -低密度に広がった都市に対する効率的なインフラ整備 -公平なアクセシビリティの実現 -企業立地やビジターを誘引する安定性・信頼性に優れたインフラ構築 -データセンタビジネス振興による経済成長 <p>【ICT の利活用】</p> <ul style="list-style-type: none"> -非効率な縦割り型運営構造の改善と効果的な横断的マネジメント体制の構築 -公共交通拠点周辺エリアの安全性・治安向上 -低所得者層の生活環境向上と教育・医療サービスの充実 	<p>【ICT インフラの整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> -ラストマイルにおける効果的な無線ブロードバンド技術の導入 -事業継続性を向上させる都市間相互データバックアップシステムの構築 <p>【ICT の利活用】</p> <ul style="list-style-type: none"> -統合型都市マネジメントシステムの構築 -安全・安心を実現する ICT を活用した高度監視システムの導入 -教育・スキル開発に対する遠隔サービス技術の導入

4 章 パイロットプロジェクトに向けた包括的なソリューション

4.1 各地区の概要

2章では、各都市圏の現状と課題を述べ、3章では、日本企業が持つ技術やノウハウを活用することによって、課題を解決するための方向性とソリューションを提案した。提案しているソリューションは課題に対応しているが、実際には、ひとつのソリューションが個別の課題に対処できたり、手段の組み合わせによってはより大きな効果を挙げたりすることもある。

個別の手段を組み合わせ活用する方法を明示するために、4章では、各都市圏のパイロットプロジェクトを対象として、包括的なソリューションを示している。パイロットプロジェクト抽出に当たっては、地方自治体によって都市課題を解決するために推進されているプロジェクトが適切と考えられる。この包括的なソリューションの目的は、3章で提示した各ソリューションをどのように組み合わせることができるか、我々のイメージや考えを示すこと、またこれらの包括的なソリューションにより、地方自治体が有する戦略や計画の実施をサポートすることである。

パイロットプロジェクト抽出のための、他の条件は下記に示す通りである。また、パイロットプロジェクトの概要を次頁に述べる。

パイロットプロジェクト抽出の考え方

- a) 都市政策として意義が高く、行政として積極的に推進していること
- b) 日本企業の技術や専門知識を活用するために適正な規模（おおよそ数十～百 ha）を有すること（郊外型に関しては、開発は段階的に実施されるため、開発の一部分の規模は1,000ha未満とする）
- c) 複数用途が混合していること
- d) 公共交通拠点との連携があること
- e) 既に日本企業が進出している、または進出を検討していること



・各都市圏において、都心型（既存市街地の再開発）、郊外型（新規開発）を抽出

図 4-1-1 パイロットプロジェクト抽出の考え方

上記 a)～e)の条件を基にプロジェクトを抽出した結果を表 4-1-1 に示す。各パイロットプロジェクトは、調査団が第一次国内調査期間に抽出、第一次現地調査期間中、地方自治体との協議・意見交換等を通して設定した。

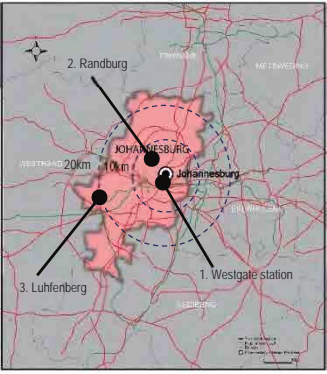
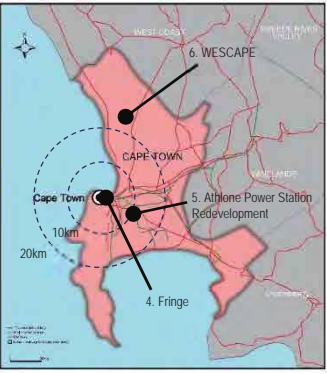
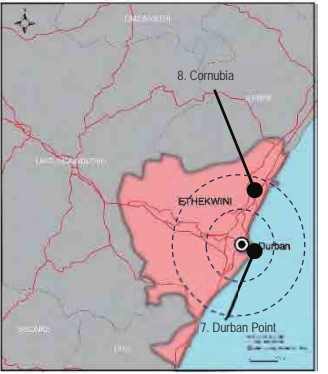







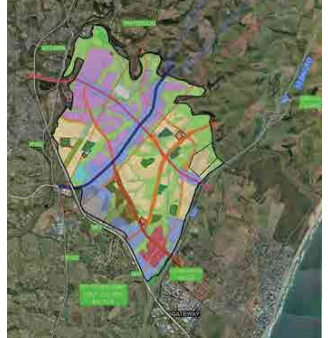
表 4-1-1 パイロットプロジェクト抽出の概要

プロジェクト		a)	b)	c)	d)	e)
Johannesburg	Westgate station	●	●	●	●	-
	Randburg CBD	●	●	●	●	-
	Lufhereng	●	●	●	●	●
Cape Town	The Fringe	●	●	●	●	-
	Athlone Power Station	●	●	●	▲*2	-
	WESCAPE	▲ *1	●	●	●	-
eThekwini	Durban Point	●	●	●	▲ *2	-
	Cornubia	●	●	●	●	-

*1: WESCAPE は、主に民間企業合弁企業（コミュニティグロー:CommuniTgrow）によって開発されている。コミュニティグローへのインタビューによると、ケープタウン市はこの事業の主体者ではないが、行政の立場からサポートしている。

*2: 敷地内及び敷地に隣接する公共交通駅の計画は現在ない。

表 4-1-2 パイロットプロジェクトの概要

	ヨハネスブルグ	ケープタウン	エテクウィニ
位置			
都心部 CBD	<p>1. Westgate station (94.5ha) JDA が管理する TOD プロジェクトとして紹介</p>  <p>2. Randburg CBD (251ha) JDA が管理する TOD プロジェクトとして紹介</p> 	<p>4. The Fringe (150ha) ケープタウン市東端の再開発</p>  <p>5. Athlone Power Station Redevelopment (36ha) 構築環境実行計画 (BEPP) に Special Spatial intervention として紹介</p> 	<p>7. Durban Point Waterfront (55ha) エテクウィニ市によって管理</p> 
郊外	<p>3. Lufhereng (1,800ha) 居住計画助成金の適用プロジェクト</p> 	<p>6. WESCAPE (3,100ha) 郊外ニュータウンプロジェクト (空間開発フレームワーク (SDF) に記載なし)</p> 	<p>8. Cornubia (1,200ha) SDF に投資機会として定義</p> 

4.2 ヨハネスブルク

ヨハネスブルグにおけるパイロットプロジェクトの位置を示す。

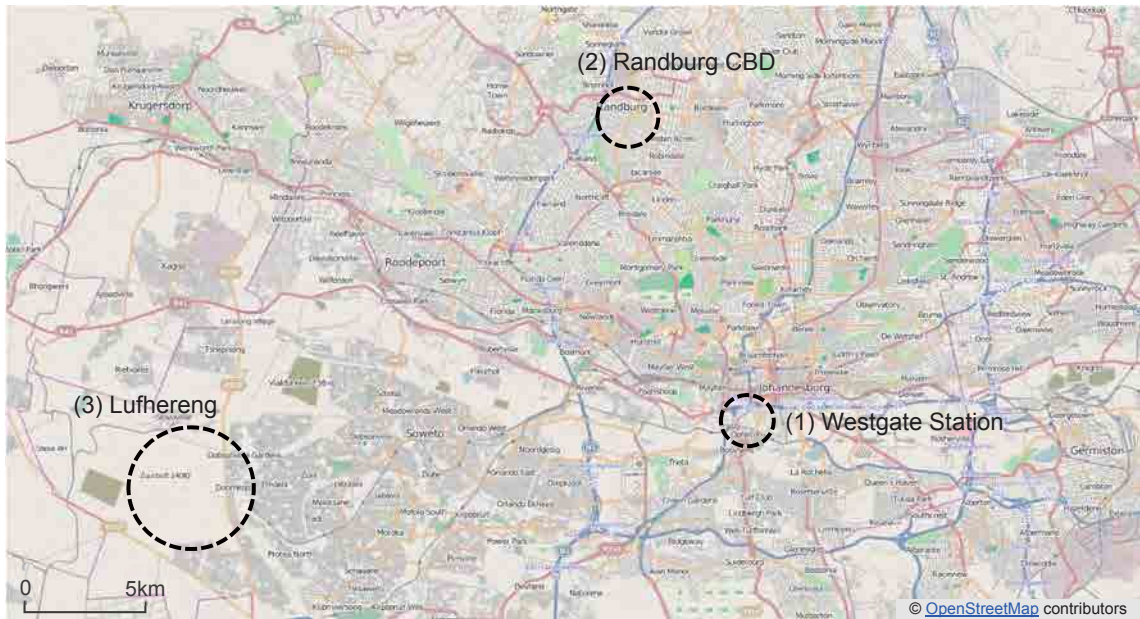


図 4-2-1 ヨハネスブルグのパイロットプロジェクトの位置

(1) ウェストゲート駅地区

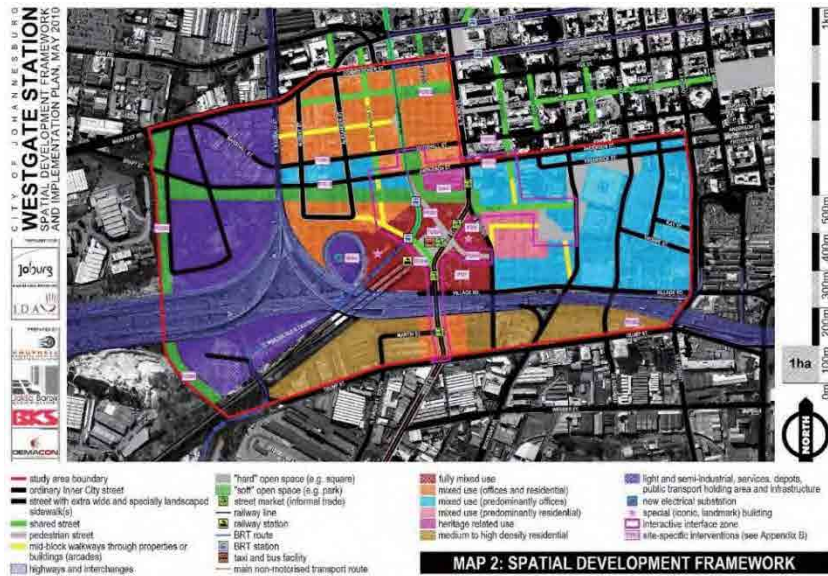
A. 基本情報

ウェストゲート駅地区は、ヨハネスブルグ市内中心部に位置している。ウェストゲート鉄道駅を含む交通結節点は、南アフリカ旅客鉄道公社 (PRASA)、レア・ヴァヤ (高速バス輸送システム) 駅 2 つ、ミニバスタクシー乗り場、メトロバスや民間所有の国内外をつなぐバスの駐車場等によって構成される。

B. マスタープラン

JDA の報告書 JICTTS Report 1 Final March 2010 (Volume 3 Annexures)¹によると、ウェストゲート駅地区は都心部を代表する公共交通指向型ノード (Transit Oriented Node) に位置付けられている。鉄道駅及び BRT 駅周辺に地区の中心となる広場空間が計画され、その周辺には商業業務等の複合機能がゾーニングされている。

¹<http://www.jda.org.za/component/content/article/78-electronic-media/media-coverage/671-inner-city-transport-study>



出典: City of Joburg

図 4-2-2 ウェストゲート駅地区のマスタープラン

C. 現況

- ・ ウェストゲート駅前には現在土木工事中である。当該場所はマスタープランにおける広場エリアのため、整地して広場を整備中と考えられる。
- ・ 新しいBRTステーションが2つ完成し、供用済で、BRTステーションの改札口は、ICカードに対応している。BRTステーションと鉄道駅との間のアクセスが可能である。
- ・ 地区の周辺は、倉庫や歴史的建物等も立地している。
- ・ 1階部分の商業店舗や歩道空間などから鑑みて治安はあまりよくないと感じられ、安全性の向上が課題である。



写真: JICA 調査団 (2014年4月)

図 4-2-3 ウェストゲート駅周辺の写真

D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、ヨハネスブルグ市はこのエリアを主要な TOD プロジェクトとして、各駅周辺の安全や快適性を実現することを目的としている。この目的を支援するために、日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地内に適用した際のイメージを検討する。また、実際にこれらソリューションの可能性を検討するためには当該自治体等のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。

当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-2-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Safe & Livable TOD 鉄道駅と BRT 駅を中心とした安全かつ快適な都市環境の実現	
	<p>1) 駅周辺の街区再編 駅周辺地区における土地権利の整理および駅前広場等の公共スペース整備を包括的に実施する土地区画整理等の実践。</p> <p>2) 民間開発の誘導政策 オープンスペース、駅と連結したペDESTリアンデッキ、アフォーダブル住宅、歴史的建造物の保全など誘導政策に関連した規制緩和（例えば容積率緩和）。</p> <p>3) 駅施設との複合開発 鉄道駅と一体的に商業・オフィス等を複合させることにより、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>4) 包括的な IC カードシステムの導入 公共交通乗車だけでなく鉄道駅及び周辺の商業施設での買い物、住宅施設へのセキュリティカードにも利用できる IC カードシステムによって、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>5) スマートナビゲーターシステムの導入 最適化経路や目的地への手段などの交通関連情報を提供する公共交通システム利用の向上。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of development planning - Transport department - Johannesburg Development Agency など </div>
	<p>6) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>7) ごみ分別システムの導入 主要施設にごみ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of environment and infrastructure services - Rand water, Johannesburg water など </div>
	<p>8) 再生可能・未利用エネルギーの活用 建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。</p> <p>9) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。</p>

	アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。
	可能性のあるカウンターパート - Department of environment and infrastructure services - City power, Eskom など
	10) フリー Wi-fi エリアの展開 駅施設を中心としてFree Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。
	11) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。
	可能性のあるカウンターパート - Department of ICT など

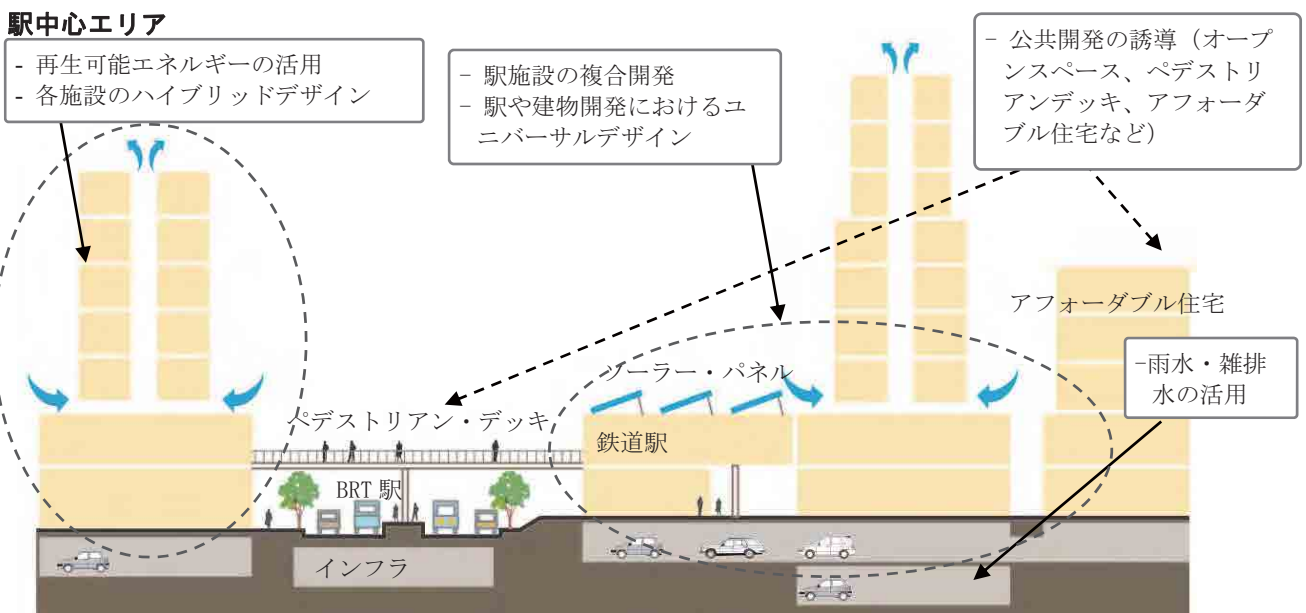


図 4-2-4 ウェストゲート駅地区の環境配慮型都市開発イメージ

(2) ランドバーグ CBD

A. 基本情報

ランドバーグ CBD は、Joburg GDS 2040 の中で重要な公共交通指向型開発のハブとして位置づけられている。ランドバーグ CBD のシビック地区(9 ha)は、CBD の東部にあり、セルカーク、ジャン・スメッツ、ブラム・フィッチャー大通りに囲まれている。

B. マスタープラン

ランドバーグ CBD は、シビック地区、商業中心地区、オフィス地区、住宅地区の 4 つの地区に分けられる。

4 つの地区の特徴は下記に示すとおりである。

- ・ シビック地区：セルカーク、ブラム・フィッチャー、ジャン・スメッツ道路に囲まれている。特有な形をし、アクセスし易く、多様な行政機能を提供する地区。
- ・ 商業中心地区：ヒルストリートモールとその周辺に集中している。高密度な商業活動を含み、開発可能な協議会所有の空き地の大部分がある地区。
- ・ オフィス地区：商業中心地区の北部と南部にサレー大通りまで広がり、最高密度でのオフィス利用地区。
- ・ 住宅地区：サレー大通りの西部に位置し、そのほとんどが住宅の地区。



出典: Johannesburg Development Agency (JDA)

図 4-2-5 ランドバーグ CBD の土地利用

シビック地区は、2つの重要な公共交通の路線に接し、その3つの角はランドマーク/出入口の場所としてみなされている。また、中密度から高密度までの住宅（アフォーダブル住宅、社会住宅等）、オフィス、商業、娯楽、リフレッシュ・レクリエーションなど多様な土地利用が計画されている。



出典: Johannesburg Development Agency (JDA)

図 4-2-6 公共（行政）地区の開発コンセプト

C. 現況

- ・ 既に中心部においてはランドバーグスクエア等のショッピングモールを中心とした歩行者モールが整備されており、エリア内にもその他の店舗・オフィス・住宅などある程度都市機能が集積している。
- ・ 東側の三角形の部分（シビック地区）については、行政がその敷地の多くを所有してお

り、また施設もさほど立地していない。

- ・シビック地区及び周辺は現在も交通拠点として機能しているが、雑多な雰囲気でも必ずしも治安がいいとは言えない。



図 4-2-7 現況の土地利用



図 4-2-8 シビック地区の現況

出典: Johannesburg Development Agency (JDA)



通り沿いの景観（上側）、ショッピングモール（下側）写真: JICA 調査団（2014年4月）

図 4-2-9 ランドバーグ CBD の写真





D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、ヨハネスブルグ市はこのエリアを主要な TOD プロジェクトとして、各駅周辺の安全や快適性を実現することを目的としている。この目的をサポートし、ランドバーグ CBD の住みやすい中心地区を実現するために、日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地内に適用したイメージを検討する。また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには当該自治体におけるカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。

当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウ

ンターパートを下記の通り設定した。

表 4-2-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Safety and Livable Core of Randburg CBD BRT ステーションを中心とした安全かつ活気にあふれた新たな CBD の拠点の創出	
	<p>1) 民間開発の誘導政策 オープンスペース、駅と連結したペDESTリアンデッキ、アフォーダブル住宅、歴史的建造物の保全など誘導政策に関連した規制緩和（例えば容積率緩和）。</p> <p>2) 駅施設との複合開発 鉄道駅と一体的に商業・オフィス等を複合させることにより、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>3) 包括的な IC カードシステムの導入 公共交通乗車だけでなく鉄道駅及び周辺の商業施設での買い物、住宅施設へのセキュリティカードにも利用できる IC カードシステムによって、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>4) スマートナビゲーターシステムの導入 最適化経路や目的地への手段などの交通関連情報を提供する公共交通システム利用の向上。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of development planning - Transport department - Johannesburg Development Agency など </div>
	<p>5) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>6) ごみ分別システムの導入 主要施設にゴミ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of environment and infrastructure services - Rand water, Johannesburg water など </div>
	<p>7) 再生可能・未利用エネルギーの活用 建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。</p> <p>8) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of environment and infrastructure services など </div>
	<p>9) フリー Wi-fi エリアの展開 駅施設を中心として Free Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。</p> <p>10) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of ICT など </div>

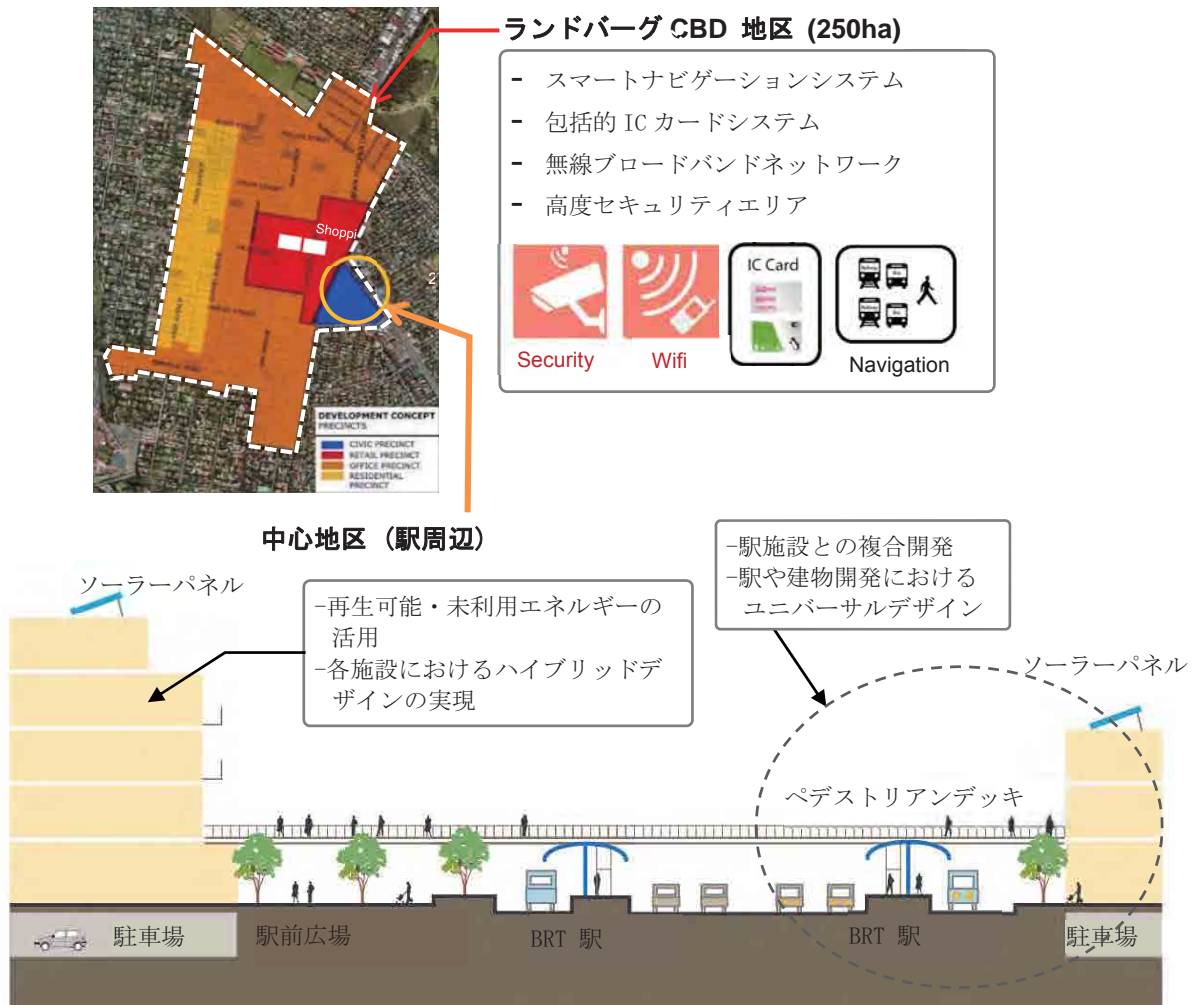


図 4-2-10 ランドバーク CBD 地区の環境配慮型都市開発イメージ

(3) ルフヘレング

A. 基本情報

ルフヘレングは、プロテア・グレンの北方、スロヴォヴルの南方にあたり、ソウェト西部への市街地拡張部分に立地している、主に社会住宅を中心とした都市開発プロジェクトである。開発にあたっては、物理的、経済的、社会的にソウェト地区と融合した計画としている。

B. マスタープラン

ルフヘレングプロジェクトは、社会、制度、商業、公共オープンスペースなどの要素を含み、持続可能な都市開発を目指した土地利用計画を策定している。15校以上の小学校や中学校、60以上のコミュニティ施設や教会や保育園を提供する予定である。



出典: City of Johannesburg

図 4-2-11 ルフヘレングの土地利用

C. 現況

住宅地

- ・戸建て 2 階建ての住居で、屋根には太陽熱システムが標準装備されている。
- ・各住居の庭は農園として確保されているが、あまり使われているように見えない。基本的に水が不足しているのに加え土壌が適していないとのことであった。
- ・基本的に電力と水は不足気味であり、その容量から住戸数などが決定されている。
- ・将来的にはヨハネスブルグ中心部と連結する BRT 整備が予定されている。
- ・市中心部の Shacks から移住してきた住民がほとんどであり、住宅は無償で市から供給されることもあり、住民のほとんどは基本的に就労していない。そのため雇用創出が大きな課題となっている。

その他の地区内外

- ・地区を含む広域において水が不足しており、また雨が染み込みづらい土壌のため、地区内に貯水池を整備し、雨水等が流れ込むように計画されている。
- ・地区周辺には鉱山およびその採掘に伴う土の堆積場が立地している。鉱山採掘には大量の水が必要であるが、現時点では、その汚染水はある程度処理したうえで川に放流されている。



写真: JICA 調査団 (2014 年 4 月)


図 4-2-12 ルフヘレングの写真




D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、ヨハネスブルグ市は郊外部において低所得者のためのニュータウンとしてこのエリアを開発しており、エネルギーや水の不足、低所得者の雇用創出などの課題を抱えている。同様のタイプのニュータウンは、将来的に郊外部周辺に増えることが考えられる。これらの課題を解決し、エネルギーや食糧、雇用創出の観点から自立したコミュニティ実現を支援するため、日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地に適用したイメージを検討する。また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには、当該自治体等のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。

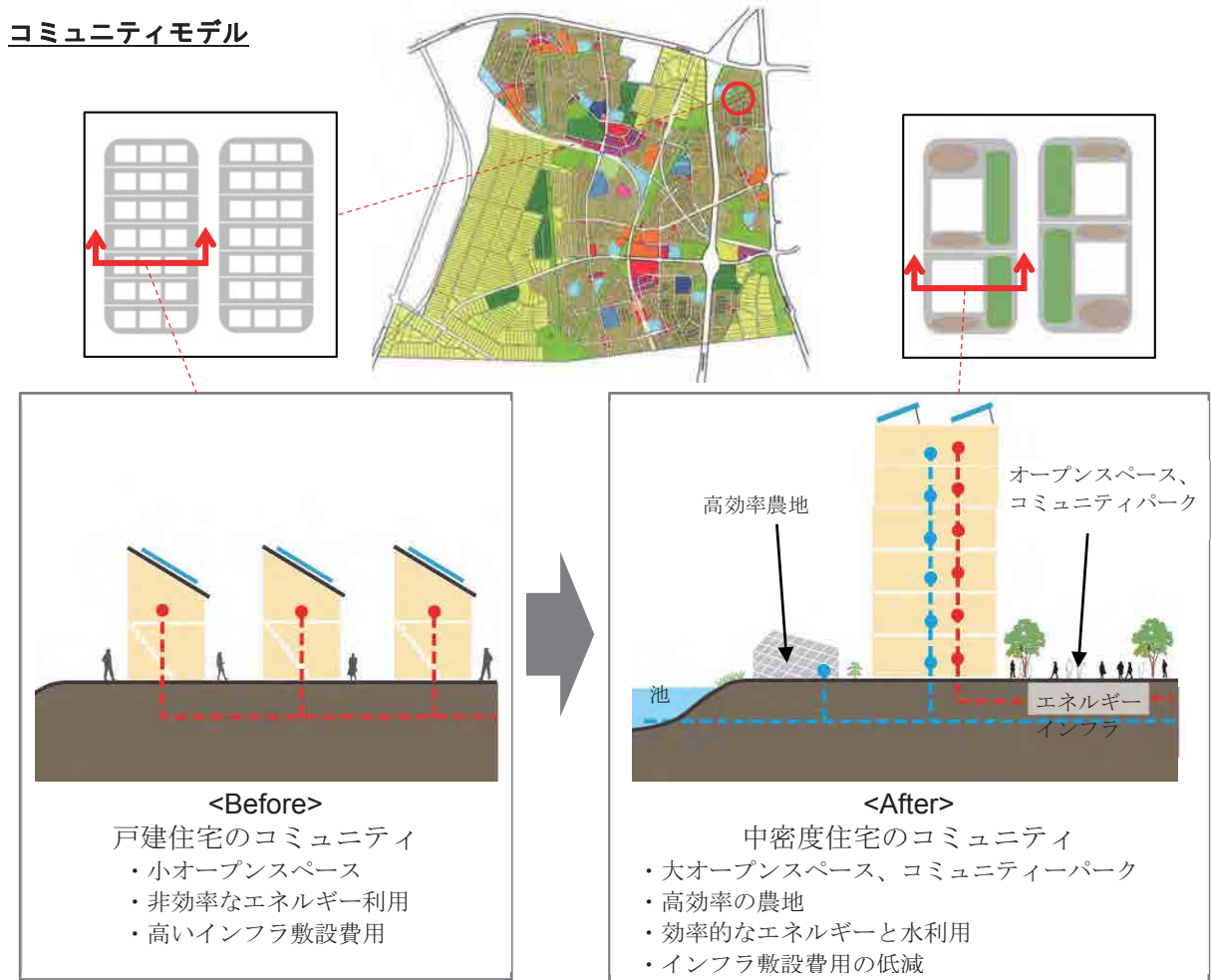
当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-2-3 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Compact and Self-sustaining community 大規模住宅団地におけるコンパクトかつ自立可能なコミュニティの創出	
	1) 住宅の中密度化とオープンスペースの確保 社会住宅を中層化することにより、オープンスペースを構築。広場や集約農地などコミュニティの核を創出。 <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> 可能性のあるカウンターパート Department of development planning など
	2) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。 <hr/> 3) ごみ分別システムの導入 主要施設にごみ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。

	<p>可能性のあるカウンターパート Department of environment and infrastructure services Rand water, Johannesburg water など</p>
	<p>4) 高効率インバータシステムの導入 高効率インバータシステムを導入することにより、大量の電力を消費する鉱山施設における省エネを推進。</p> <p>5) GAP ケーブルの導入 既存の電線を GAP ケーブルに張り替えることにより、送電容量を増強することが可能。</p> <p>6) 太陽熱利用促進と太陽光発電およびローカル・グリッド化 建物屋根や空地等に整備した太陽光発電を結び、蓄電池と連携するなどローカル・グリッドを構築することにより、省エネを促進。 全ての住戸屋根に太陽熱給湯を普及。</p> <p>7) コミュニティにおけるエネルギー運用指針（入居条件）策定 コミュニティ単位における最大エネルギー消費量設定（最大電力デマンド）、太陽熱給湯、太陽光発電インフラの住民による維持管理などによる省エネとジョブトレーニングの実現。</p>
	<p>可能性のあるカウンターパート Department of environment and infrastructure services City power, Eskom など</p> <p>8) 無線ブロードバンドの敷設 敷設費用のかかる光ファイバーの代替として無線ブロードバンドを整備、誰もが繋がりがやすい Wi-fi 環境を実現。</p> <p>9) ICT を活用した遠隔教育 電子黒板（Starboard）を活用することにより、低所得者層を対象とした教育・訓練などの効率的な実施。</p> <p>可能性のあるカウンターパート Department of ICT など</p>

コミュニティモデル



広域モデル（低エネルギーと水のリサイクル）

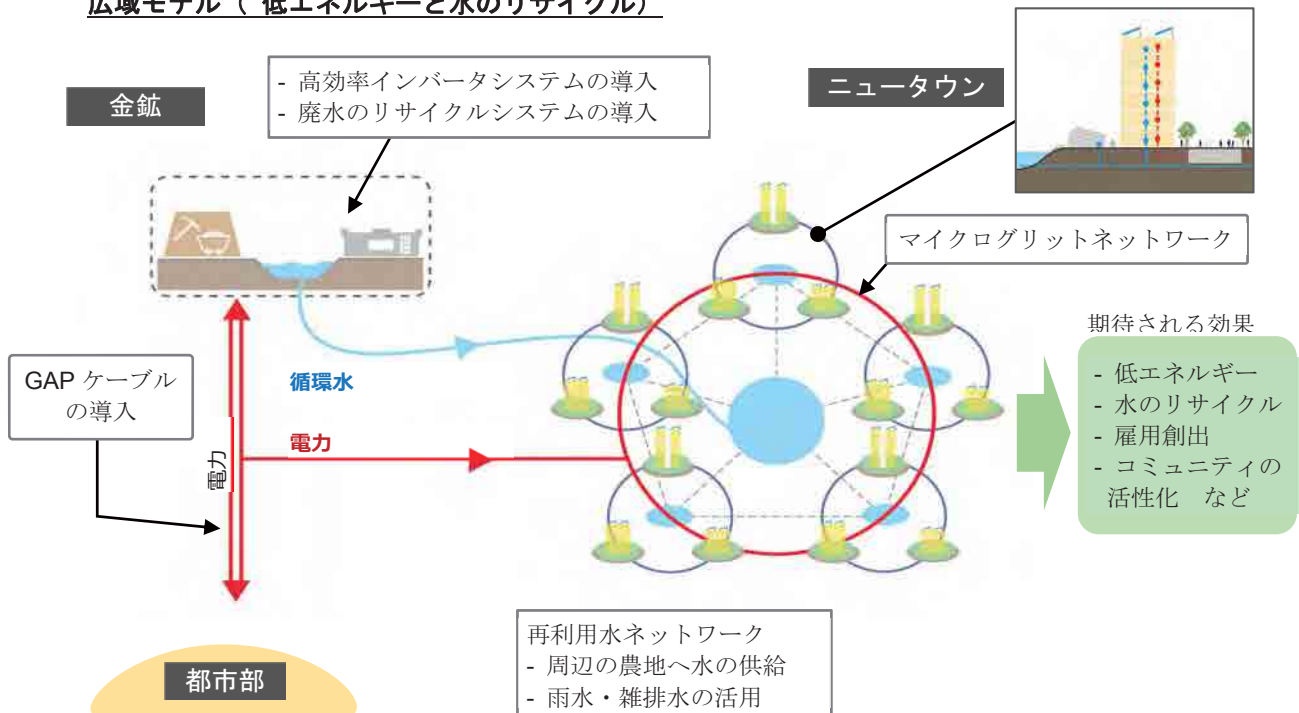


図 4-2-13 ルフヘレングの環境配慮型都市開発イメージ

4.3 ケープタウン

ケープタウンにおけるパイロットプロジェクトの位置を示す。

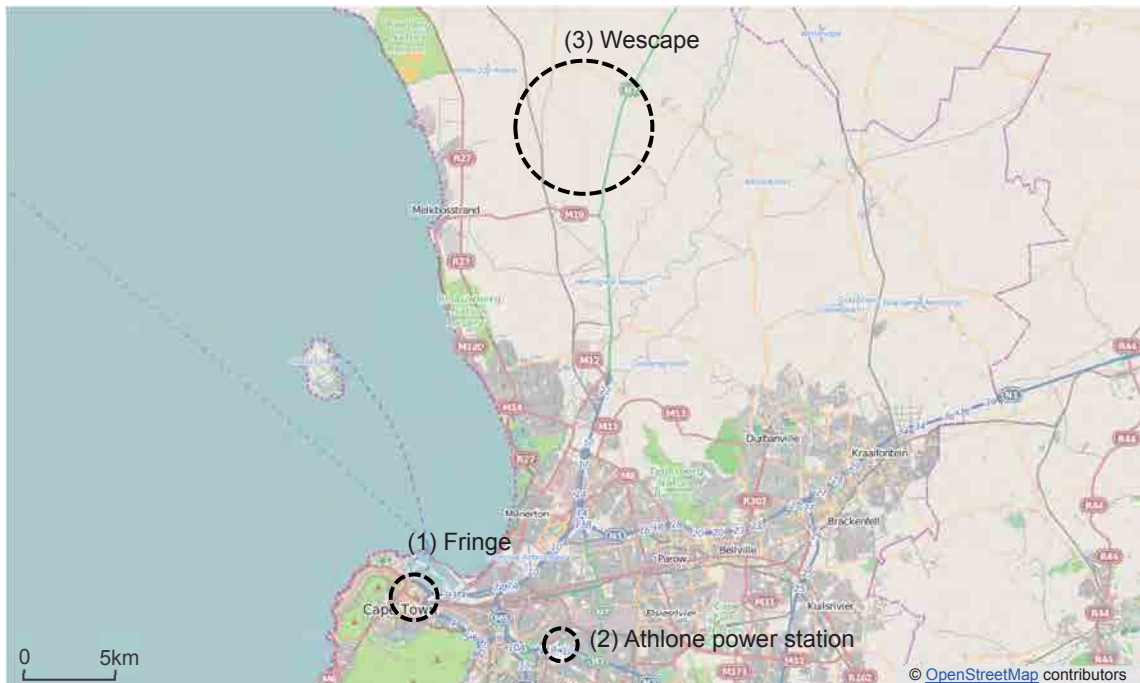


図 4-3-1 ケープタウンのパイロットプロジェクトの位置

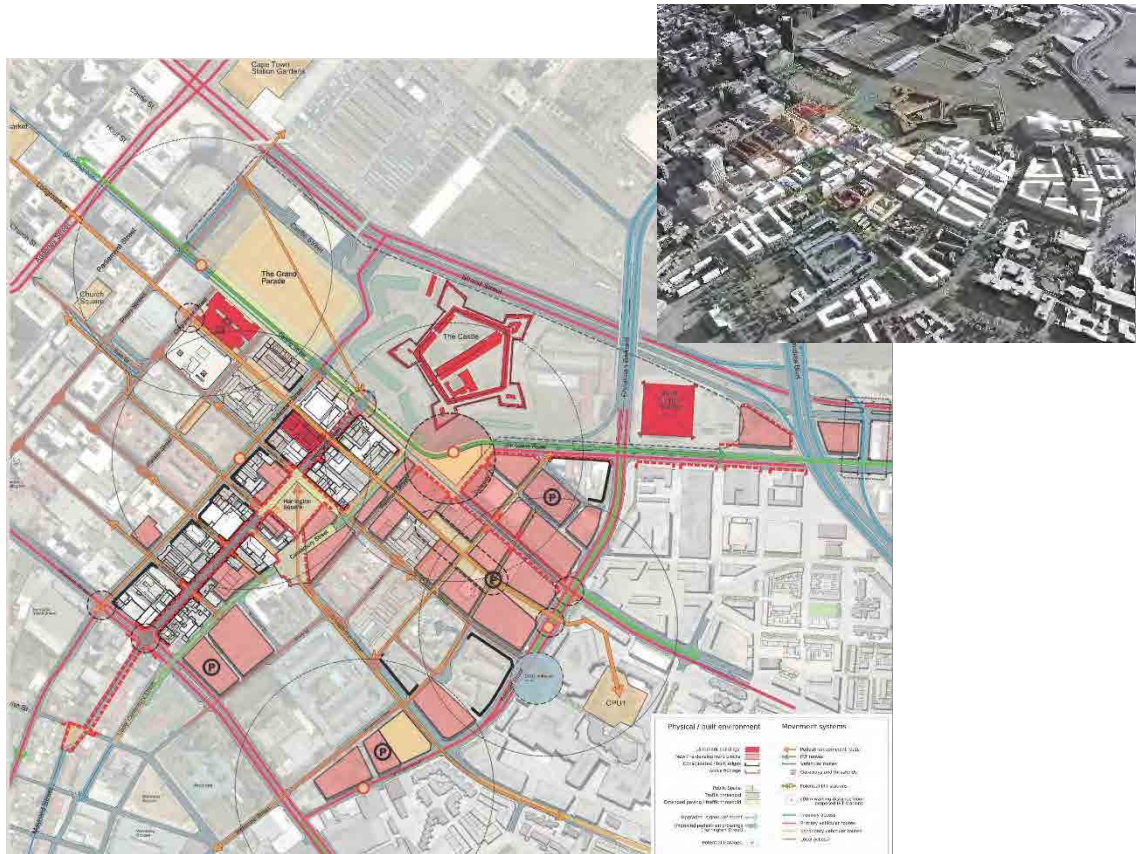
(1) フリンジ

A. 基本情報

フリンジはケープタウン市の東端の地区であり、2007年からデザインと情報ハブの革新的地区、デザイン、メディア、ICT イノベーション、創造性、起業家精神のためのアフリカ初の環境等として位置付けられている。具体的には、ロウランド、ダーリング通り、ブイテンカウント、カンタベリー通り、及びロングマーケットからテナント通りに至るまでのCPUTに接する土地である。また、フリンジはCape Catalyst Initiativeに基づき、西ケープ州の経済開発・観光局によってサポートされている。

B. マスタープラン

フリンジ都市デザインフレームワークは開発ガイドラインを提供することを目的としており、空間開発フレームワーク（SDF）や中心部開発戦略（CCDS）、関連する土地利用管理の開発ガイドライン（DGLUM）に沿って、土地利用管理システムが提案されている。複合高速交通（IRT）の拡張にあたっては、エリア内にいくつかのルートが計画されており、IRTのルートや停留場の場所は、地区内の公共空間の分布などと一体化されている。フレームワークは全エリアの特徴、特に核となる通りの建物や空間の質、その規模などを維持することを提案している。



出典: The fringe homepage <http://thefringe.org.za/>

図 4-3-2 フリンジの開発計画フレームワーク

C. 現況

- ・立地は、ケープタウン中央駅や城跡に隣接した中心部かつ交通至便な立地。また東側にはケープ・ペニンシュラ・ユニバーシティ・オブ・テクノロジー（CPUT）が立地している。
- ・しかしながら地区内は空地や使われていない施設が多く、適切な土地利用が行われているとは言いがたい。
- ・地区内にはあまり人気がなく、また歩道上には人々が座り込んでいるなど、エリア全体における安全性向上等を含むコミュニティの再生方策が課題である。



写真: JICA 調査団 (2014 年 4 月)

図 4-3-3 フリンジの写真

D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、ケープタウンはこのエリアを、まちの中心部の安全で歩きやすい、快適なコミュニティをつくるための主要なプロジェクトとして推進する考えを持っている。この目的をサポートするために日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地内に適用したイメージを検討する。また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには、当該自治体のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-3-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Creative and Walkable CBD

大学と連携したクリエイティブな環境、人々が快適かつ安全に歩ける環境の実現



1) 民間開発の誘導政策

オープンスペース、駅と連結したペDESTリアンデッキ、アフォーダブル住宅、歴史的建造物の保全など誘導政策に関連した規制緩和（例えば容積率緩和）。

2) BRT ターミナルとの複合開発

商業施設やオフィス等を複合させるこのより、駅周辺の利便性を向上。地区内に建設される予定の BRT ターミナルとの融合。

3) 包括的な IC カードシステムの導入

公共交通乗車だけでなく鉄道駅及び周辺の商業施設での買い物、住宅施設へのセキュリティカードにも利用できる IC カードシステムによって、駅周辺の利便性を向上。

4) スマートナビゲーターシステムの導入

最適化経路や目的地への手段などの交通関連情報を提供する公共交通システム

	<p>ム利用の向上。</p> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planning and building development management department - MyCiti など
 <p>Water and waste</p>	<p>5) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>6) ごみ分別システムの導入 主要施設にゴミ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Water and Sanitation Department - Solid Waste Department など
 <p>Environment and energy</p>	<p>7) 再生可能・未利用エネルギーの活用 建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。</p> <p>8) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。</p> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environmental Resource Management Department など
 <p>ICT</p>	<p>9) フリー Wi-fi エリアの展開 地区内の Free Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。</p> <p>10) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。</p> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of ICT など

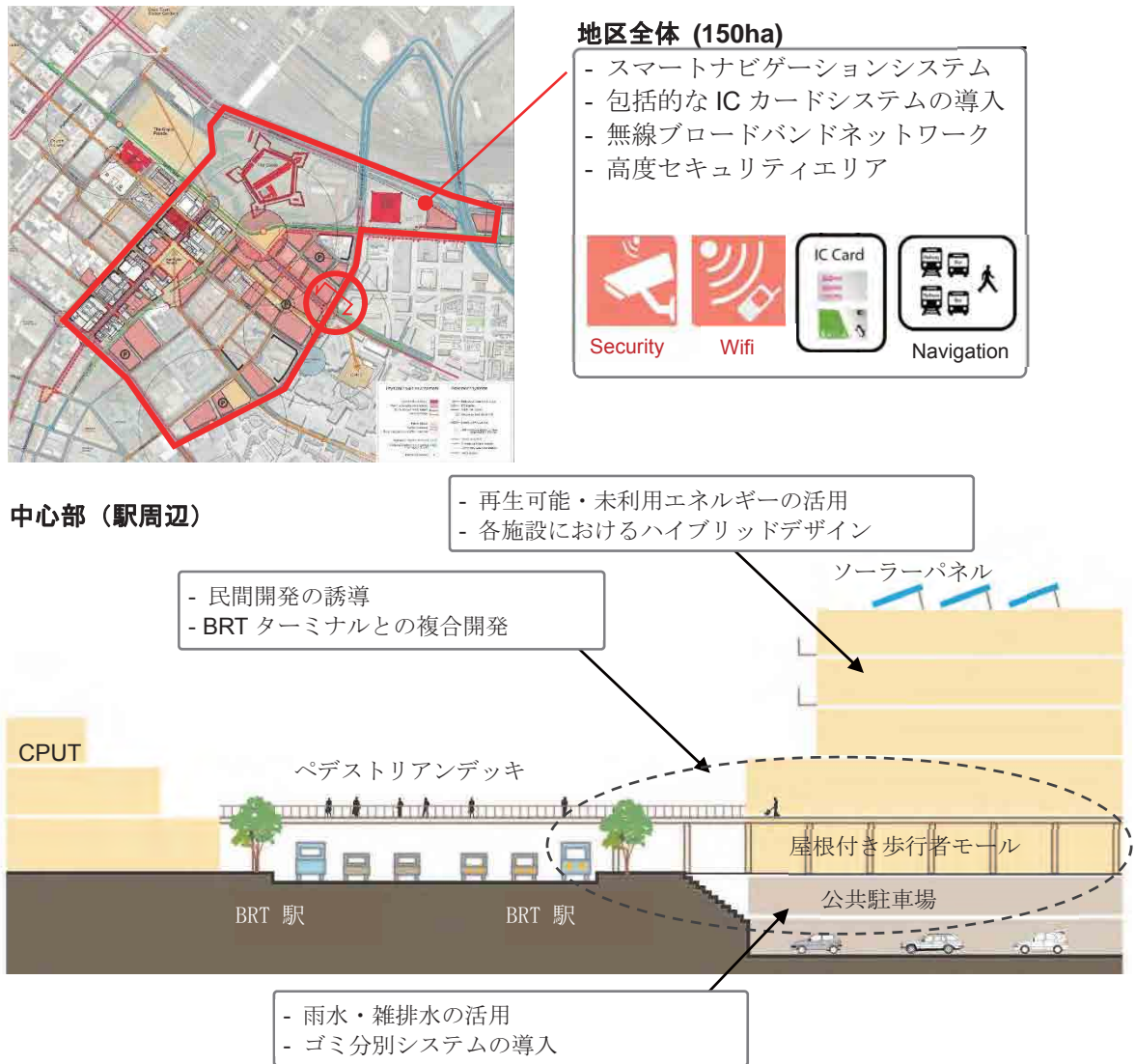


図 4-3-4 フリンジの環境配慮型都市開発イメージ

(2) アスローン発電所再開発

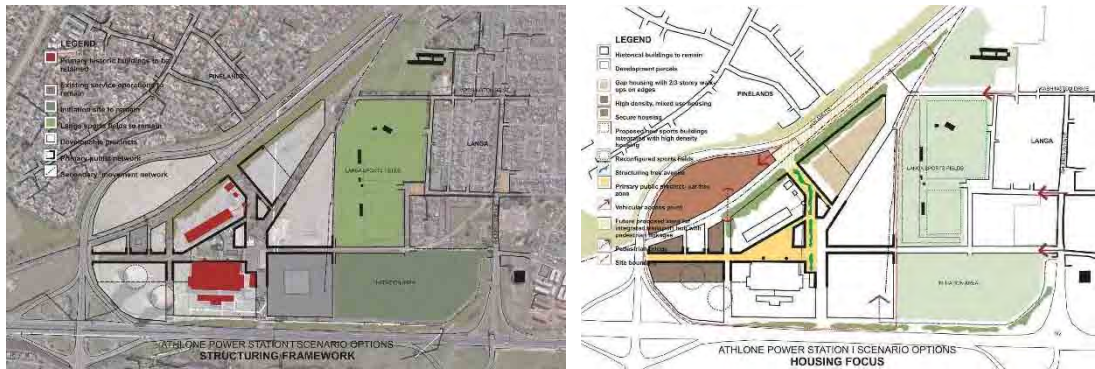
A. 基本情報

アスローン発電所は 180 メガワットの公称容量を持つ 6 タービンを装備し、1962 年に稼働開始、ケープタウン市によって運営されていた。その後発電所の老朽化により大規模な投資が必要となったため、2003 年に発電を停止させた。それ以来、電力はこの敷地内では発電されていないが、電力の伝送に使用された装置等は施設内に保管されている。

B. マスタープラン

現在マスタープランは検討中であるが、望ましいシナリオとして以下に示すような土地利用によるミクスト・ユース開発が検討されている（住宅 22.2%、商業やビジネス 30%、小売業 12.3%、公共機関 21.5%、軽工業は 7.4%、そしてアスローンごみ中継施設 6.6%）。また発電施設であった歴史的な赤レンガの建物は、文化の中心として、主に公共の利用の

ために可能な限り維持される予定である。



出典: City of Cape Town

図 4-3-5 再開発の骨格と住宅計画

C. 現況

- ・敷地は、空港に近くかつ高速道路に面しており、視認性・アクセス性は高い。
- ・現状は、かつての発電所が残されており地区内には入れない。開発計画に基づく発電所施設は歴史的資産として活用する予定とのことだが、具体的にどのような施設として活用するか、その用途・運営方法は課題である。
- ・地区内には廃棄物収集所および北方へ廃棄物を運搬する列車等が残されている。
- ・地区周辺にはタウンシップが広がっており、これらとの関係性には配慮が必要と考えられる。



写真: JICA 調査団 (2014 年 4 月)

図 4-3-6 アスローン発電所の写真

D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、ケープタウンはこのエリアを歴史的施設（発電所）の活用によるミクスド・ユース開発を実現するための重要なプロジェクトと考えている。この目的をサポートし、再生可能エネルギーなどのソリューションに関連する新エネルギーの導入による自立したコミュニティを実現するために、日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地内に適用したイメージを検討する。また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには当該自治体等におけるカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。

当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-3-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Self-sustained, mixed use development かつての発電所跡地における、未利用・再生可能エネルギーを活用した新たな自立型複合都市開発の実現	
	<p>1) 民間開発の誘導政策 オープンスペース、駅と連結したペDESTリアンデッキ、アフォーダブル住宅、歴史的建造物の保全など誘導政策に関連した規制緩和（例えば容積率緩和）。</p> <p>2) 包括的な IC カードシステムの導入 公共交通乗車だけでなく鉄道駅及び周辺の商業施設での買い物、住宅施設へのセキュリティカードにも利用できる IC カードシステムによって、駅周辺の利便性を向上。</p> <p style="text-align: center;">可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planning and building development management department - MyCiti など
	<p>3) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>4) ごみ分別システムの導入 主要施設にゴミ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <p style="text-align: center;">可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Water and Sanitation Department - Solid Waste Department など
	<p>5) 再生可能・未利用エネルギーの活用 周辺の土地や建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。システムの管理などを含む、周辺のタウンシップのための雇用創出。</p> <p>6) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。</p> <p style="text-align: center;">可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environmental Resource Management Department など
	<p>7) フリー Wi-fi エリアの展開 地区内の Free Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。</p> <p>8) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。</p> <p style="text-align: center;">可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Department of ICT など



図 4-3-7 アスローン発電所の環境配慮型都市開発イメージ

(3) ウィスケープ

A. 基本情報

ウィスケープは、ケープタウンの北西、都市のはずれで西海岸成長回廊（West Coast Growth Corridor）沿いに位置し、住宅を中心として必要な教育・医療施設、雇用機会、コミュニティ施設を含むニュータウンの計画である。

B. マスタープラン

ウィスケープは、「環境に配慮したグリーンシティ」の概念と「歩きやすい都市デザイン」のコンセプトで、20 万の住宅、400 の教育施設、90 の健康・安全・コミュニティ施設、600 の公共オープンスペース、賃貸可能な商業空間の 170 万平方メートルを計画している。またケープタウンの統合高速輸送バスサービスにも接続が予定されている。



出典: communiTgrow

図 4-3-8 ウィスケープのマスタープラン

C. 現況

- ・現状では敷地は更地で開発は始まっていない。
- ・拡幅整備中の高速道路と近接、また将来的に都心部と連結する BRT が通るなど、交通利便性に係るポテンシャルは高い。
- ・敷地面積で 3,000ha を超える大規模な計画であるため、一回での開発は困難と考えられ、段階的な整備が必要と考えられる。
- ・基本的に電力、水が不足しているため、今後計画の具体化に伴い、電気・水の消費量を抑えていくための具体的な計画および技術検討が必要と感じられた。



写真: JICA 調査団 (2014 年 4 月)

図 4-3-9 ウィスケープの写真




D. 包括的なソリューションのイメージ

当該エリアは民間企業による開発が計画されており、またケープタウンも行政側の立場からサポートしている。エネルギー・水不足や都市中心部との接続の問題があるが、この同様のタイプのニュータウンは、将来的に郊外部周辺に増加する可能性がある。これらの問題を解決し、エネルギーや交通などの観点から自立したコミュニティを実現するために、

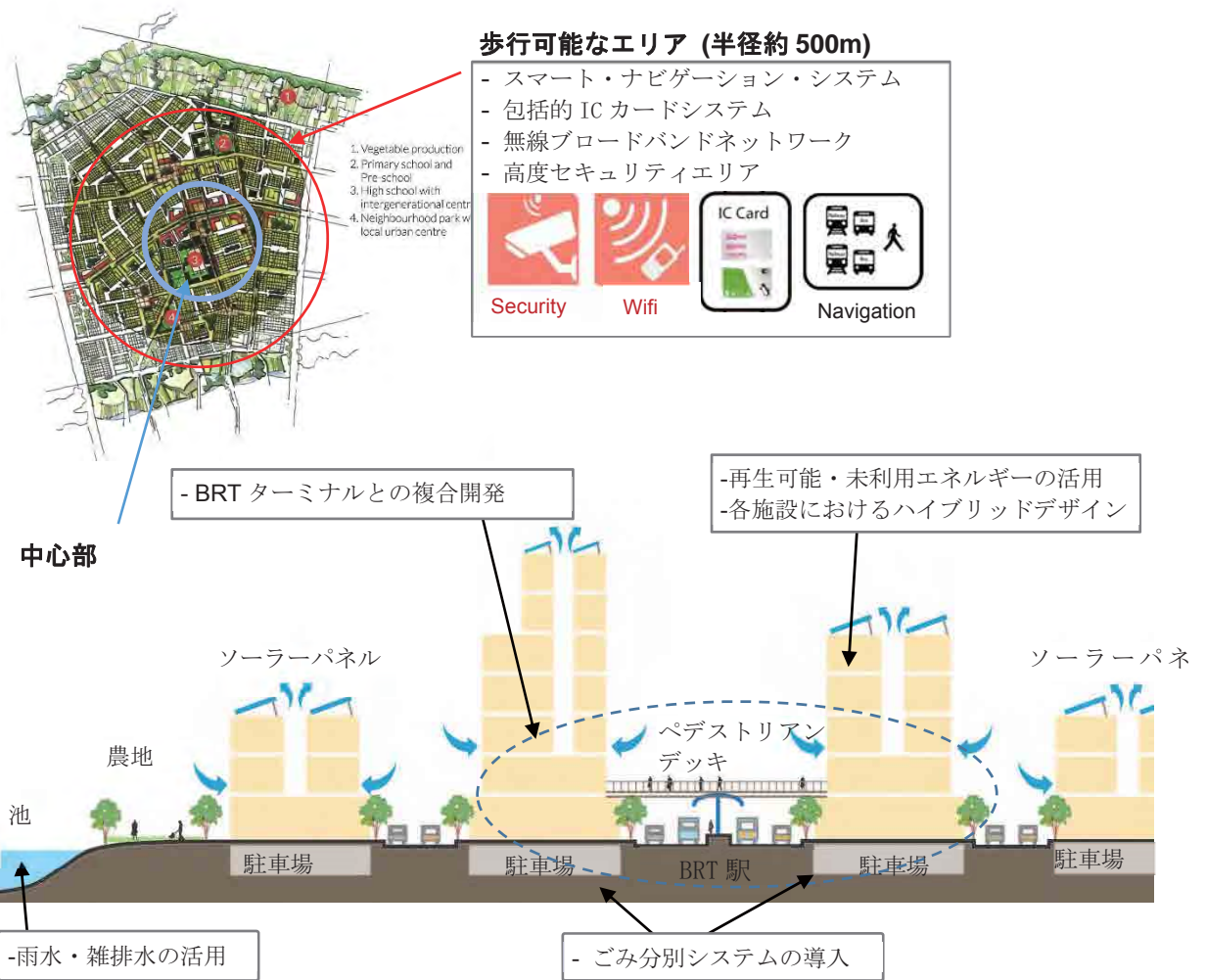
日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地内に適用したイメージを検討する。すなわち、以下の包括的なソリューション検討においては、ウィスケープをサンプルとして、BRTなどの公共交通核周辺の歩きやすく自立可能なコミュニティ実現のための郊外ニュータウン開発への適用例を提示する。

また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには、当該自治体等のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-3-3 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Walkable and Sustainable Community ケープタウン郊外部におけるモデル開発となりうる、公共交通志向型かつエネルギー自立型コミュニティの実現	
	<p>1) 民間開発の誘導政策 オープンスペース、駅と連結したペDESTリアンデッキ、アフォードブル住宅、歴史的建造物の保全など誘導政策に関連した規制緩和（例えば容積率緩和）。</p> <p>2) 駅施設との複合開発 鉄道駅と一体的に商業・オフィス等を複合させることにより、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>3) 包括的な IC カードシステムの導入 公共交通乗車だけでなく鉄道駅及び周辺の商業施設での買い物、住宅施設へのセキュリティカードにも利用できる IC カードシステムによって、駅周辺の利便性を向上。</p> <p>4) スマートナビゲーターシステムの導入 最適化経路や目的地への手段などの交通関連情報を提供する公共交通システム利用の向上。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planning and building development management department - MyCiti - communiTgrow など </div>
	<p>5) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>6) ごみ分別システムの導入 主要施設にごみ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Water and Sanitation Department - Solid Waste Department, etc. </div>
	<p>7) 再生可能・未利用エネルギーの活用 建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。</p> <p>8) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。</p>

	<p>可能性のあるカウンターパート - Environmental Resource Management Department など</p>
	<p>9) フリー Wi-fi エリアの展開 地区内に Free Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。</p> <p>10) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。</p>
	<p>可能性のあるカウンターパート - Department of ICT など</p>



4.4 エテクウィニ

エテクウィニにおけるパイロットプロジェクトの位置を示す。

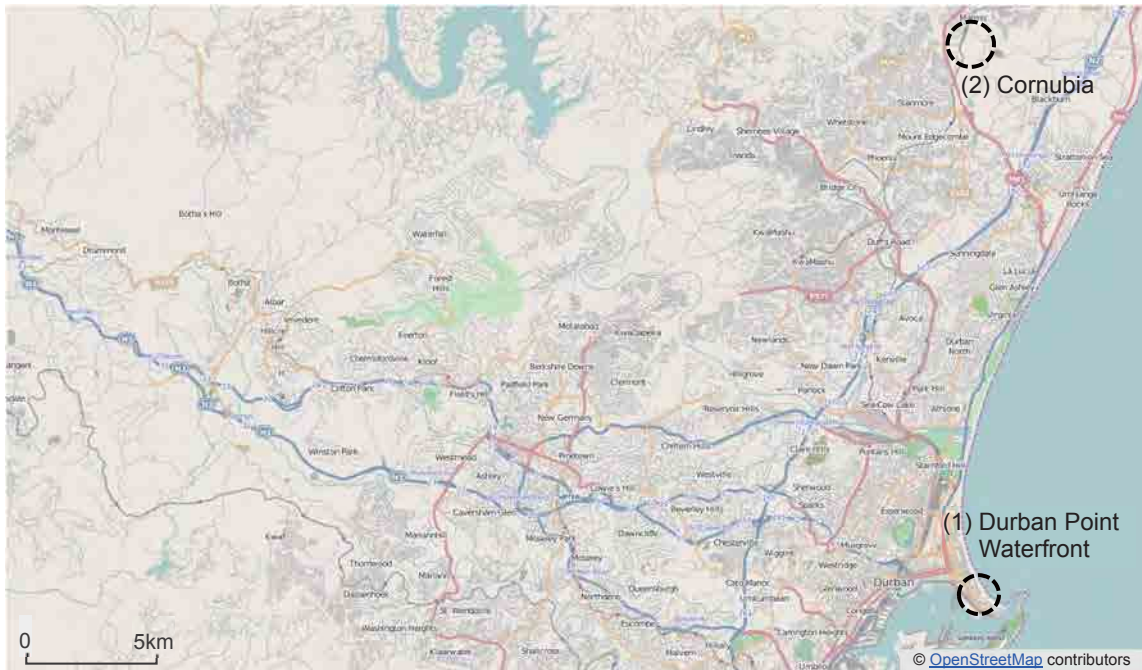


図 4-4-1 エテクウィニのパイロットプロジェクトの位置

(1) ダーバンポイントウォーターフロント

A. 基本情報

ダーバンポイントの開発は、商業、ホテル、オフィスの不動産を含むマリーナプロジェクトとして 2003 年に着手された。最終的にはインフラや複合施設の開発に 1.8 億ランドの資金が投資されることになっている（2004 年にオープンしたウシャカマリンワールドの 750 万ランドの費用は除く）。

B. マスタープラン

ダーバンポイントの土地利用の多くはミクスト・ユースである。開発者は、隣接する歩行空間へ出ることができるような商業、娯楽、レストランとして建物の一階部分を使用するよう誘導されているほか、上階のオフィスや住宅は、下層の公共空間に面するように誘導されている。また、可能な限り都会的な環境品質を実現するために、開発者は許容された高さ及び容積制限を最大限実現するよう誘導されており、建物は 3~4 階建てを最低の高さとされている。



出典: Durban point waterfront

図 4-4-2 ダーバンポイントウォーターフロントの土地利用計画

C. 現況

- ・敷地は、ダーバン中心部から近い半島の先端に立地し、既に数棟の住宅が整備済みである。
- ・地区内に水を引き込み、水辺の歩道やデザイン性の高い橋など、快適な都市環境が実現されている。
- ・比較的高所得者層の住むコミュニティとされる。
- ・地区内にはカレッジも立地しており学生も多いため、それが街の活気に繋がっている。



写真: JICA 調査団

図 4-4-3 ダーバンポイントウォーターフロントの写真

D. 包括的なソリューションのイメージ

上記したように、このエリアはすでになんかの地区で開発が行われており、比較的高所得者層を対象とした街づくりが進められている。本節では、エリア内の将来の開発地区に焦点し、日本企業が持つ先進技術やノウハウによる先進的な持続可能なコミュニティの実

現を目指している。

また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには当該自治体のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

表 4-4-1 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

コンセプト: Advanced Sustainable Community 高級なコミュニティとしての開発の付加価値をより一層高める、先端技術を導入したエネルギー自立型コミュニティの実現	
	<p>1) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <hr/> <p>2) ごみ分別システムの導入 主要施設にごみ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Umgeni Water, eThekweni Water and Sanitation - Department of Solid Waste など </div>
	<p>3) 再生可能・未利用エネルギーの活用 地区内や建物屋根等に整備した太陽光発電等の活用。</p> <hr/> <p>4) 各施設におけるハイブリッドデザインの実現 エネルギー消費の高い施設（ショッピングセンター等）での高効率機器導入。アクティブシステム（自然光・風活用）とパッシブシステム（高効率機器）を適切に組み合わせたハイブリッドデザインによる省エネの実現。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environmental Planning and Climate Protection Department など </div>
	<p>5) フリー Wi-fi エリアの展開 地区内の Free Wi-fi エリアの展開による、利便性の向上。</p> <hr/> <p>6) 高度セキュリティエリアの展開 顔認証機能付き監視カメラを地区内に展開することにより、高度セキュリティエリアの実現。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>可能性のあるカウンターパート</p> <ul style="list-style-type: none"> - ICT department など </div>



図 4-4-4 ダーバンポイントウォーターフロントの環境配慮型都市開発イメージ

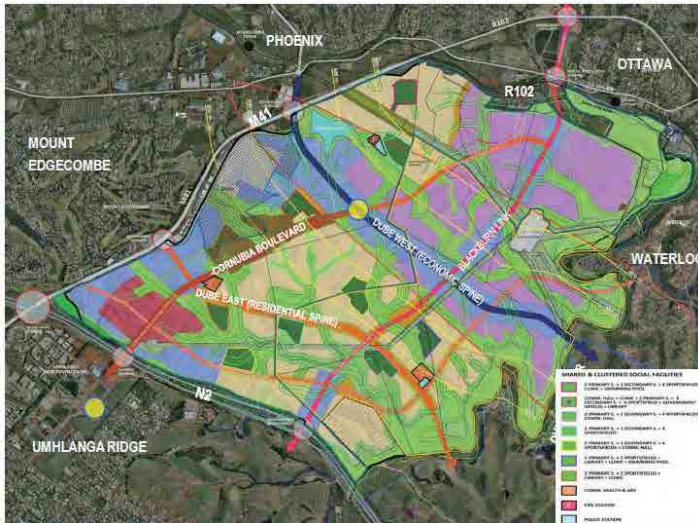
(2) コルヌビア

A. 基本情報

コルヌビアは Umhlanga において 20 年以上にわたって展開される、ミクストユース、ミクストインカムの都市開発である。またエテクウィニ北部の将来的な主要産業エリアの拠点でもあり、2012 年には約 80ha が市場に提供される予定である。これは新国際空港と連携した重要な産業開発となることが予測される。

B. マスタープラン

コルヌビアは、基本的には高密度かつ持続可能な開発の原則に基づいた計画がなされている。具体的には、様々な所得クラスの融合、雇用と経済機会の創出、学校やクリニック、他の社会施設の十分な供給、車両の排除や公共交通導入、豊富なオープンスペースなどが挙げられる。また 2.4 万戸の住宅（その内 1.5 万戸は補助金を受けた住宅）を提供し、幅広いアフォーダビリティへのバランスに配慮している。



開発エリア：750 ha
 -24,000 住戸
 (補助金を受けた住宅数：15,000)
 -産業プラットフォーム 80 ha
 -ミクスト・ユース開発 50 ha
 -居住者のためのオープンス
 ペース 400 ha

出典: eThekweni Municipality

図 4-4-5 コルヌビアの土地利用

C. 現況

- ・ダーバン中心部から約 20km 離れた丘陵地に立地。現在造成中であるが、一部の基盤、住宅地は供用済である。
- ・事業対象となる主な住宅の月額賃料は 0~3,500R であり、社会住宅が対象である。
- ・視察した住宅地においては、街区公園のようなオープンスペースを囲んで 2 階建てのタウンハウスのような住宅が整備されている。各戸の延べ面積は見たところ約 30~40 m²程度と思われる。
- ・住民の方の意見として、住みやすい、様々な人種の人々がミックスされている、都心へのアクセスも良好 (バスが走っている) など、前向きな意見が多かった。
- ・各住宅の前面部は農地のようなのだが、あまり使われていないように見える。



写真: JICA 調査団

図 4-4-6 コルヌビアの写真




D. 包括的なソリューションのイメージ


上記したように、地方自治体はこのエリアを郊外のニュータウンおよび産業創出の複合都市として開発しているが、現在、エネルギーや水の不足などの課題を抱えている。同様のタイプのニュータウンは、将来的に郊外部周辺に増えることが考えられる。これらの課題を解決し、エネルギーや食糧、雇用創出の観点から自立したコミュニティを実現するために、日本企業が持つ効果的なソリューションやノウハウをこの敷地に適用した場合のイメージを検討する。

また、これらソリューションの実現可能性を検討するためには、当該自治体のカウンターパートとのコミュニケーションが必要である。当該地区におけるコンセプトおよび導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパートを下記の通り設定した。

コルヌビアでは、フェーズ1はすでに建設中である。エテクウィニ市との議論によると、下記の包括的なソリューションのイメージは、フェーズ2にて展開の可能性がある。工業ゾーンもエリアの中に計画されているため、将来的には、住宅やオフィス、商業だけでなく、工業施設も含めた包括的なシステムの適用も考えられる。

表 4-4-2 コンセプト、導入可能性のあるソリューション、可能性のあるカウンターパート

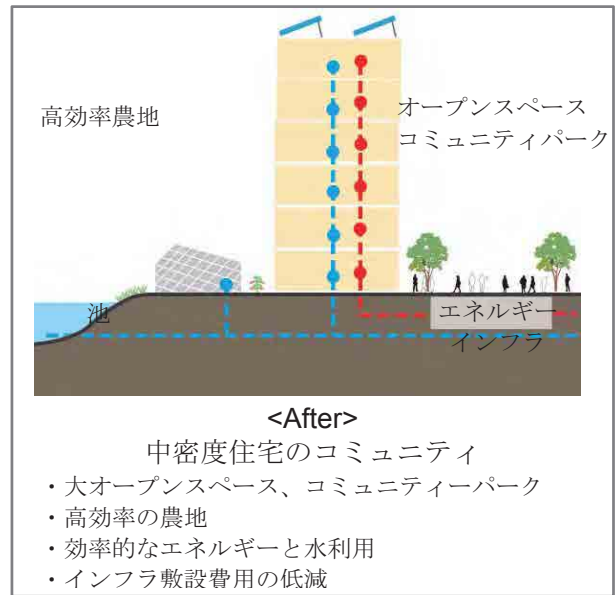
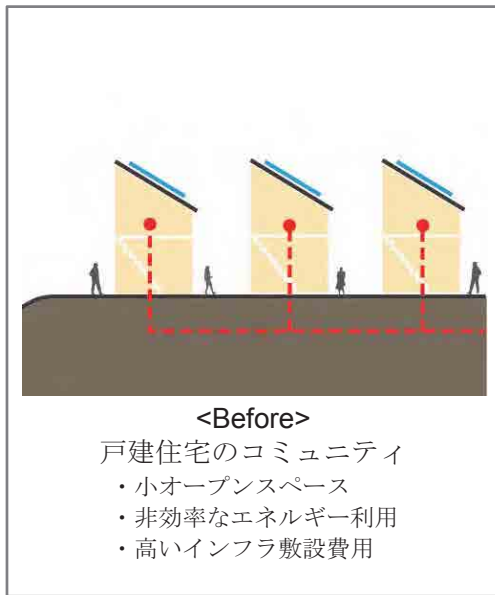
コンセプト: Compact and Self-sustaining community 大規模住宅団地におけるコンパクトかつ自立可能なコミュニティの創出	
	<p>1) 住宅の中密度化と安心なオープンスペースの確保 中密度の社会住宅建設によりオープンスペースを構築。広場や集約農地などコミュニティの核を創出。</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> 可能性のあるカウンターパート Development Planning, Environment & Management Unit eThekweni Transport Authority, etc. </p>
	<p>2) 雨水・雑排水の活用 施設内に簡易浄化を導入することにより、雨水・雑排水を再利用し水使用量の削減に貢献。</p> <p>3) ごみ分別システムの導入 コミュニティレベルでの主要施設にゴミ分別システムを導入することにより、中間処理を容易、高度化。</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> 可能性のあるカウンターパート Umgeni Water, eThekweni Water and Sanitation Department of Solid Waste, etc. </p>
	<p>4) 高効率インバータシステムの導入 高効率インバータシステムを導入することにより、大量の電力を消費する鉱山施設における省エネを推進。</p> <p>5) GAP ケーブルの導入 既存の電線を GAP ケーブルに張り替えることにより、送電容量を増強することが可能。</p> <p>6) 太陽熱利用促進と太陽光発電およびローカル・グリッド化 建物屋根や空地等に整備した太陽光発電を結び、蓄電池と連携するなどローカル・グリッドを構築することにより、省エネを促進。</p>

	<p>全ての住戸屋根に太陽熱給湯を普及。</p> <p>7) コミュニティにおけるエネルギー運用指針（入居条件）策定 コミュニティ単位における最大エネルギー消費量設定（最大電力デマンド）、 太陽熱給湯、太陽光発電インフラの住民による維持管理などによる省エネと ジョブトレーニングの実現。</p> <p>可能性のあるカウンターパート - Environmental Planning and Climate Protection Department など</p>
	<p>8) 無線ブロードバンドの敷設 敷設費用のかかる光ファイバーの代替として無線ブロードバンドを整備、誰も が繋がりがやすい wi-fi 環境を実現。</p> <p>9) ICT を活用した遠隔教育 電子黒板（Starboard）を活用することにより、低所得者層を対象とした教育・ 訓練などの効率的な実施。</p> <p>可能性のあるカウンターパート - ICT Department など</p>



歩行可能な範囲 (半径約 500m)

- ローカルグリッドシステム
- 水のリサイクルシステム
- コミュニティベースの廃棄物分別システム
- 無線ブロードバンドの敷設
- 高度セキュリティエリア



広域モデル (低エネルギーと水のリサイクル)

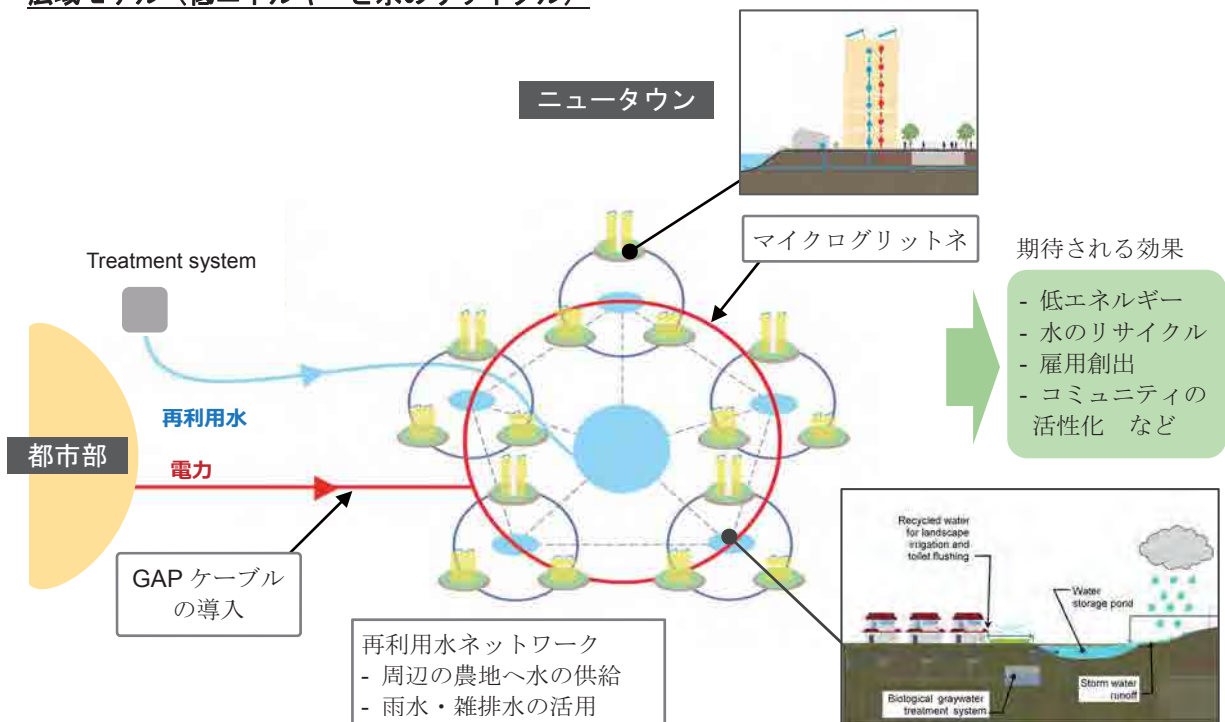
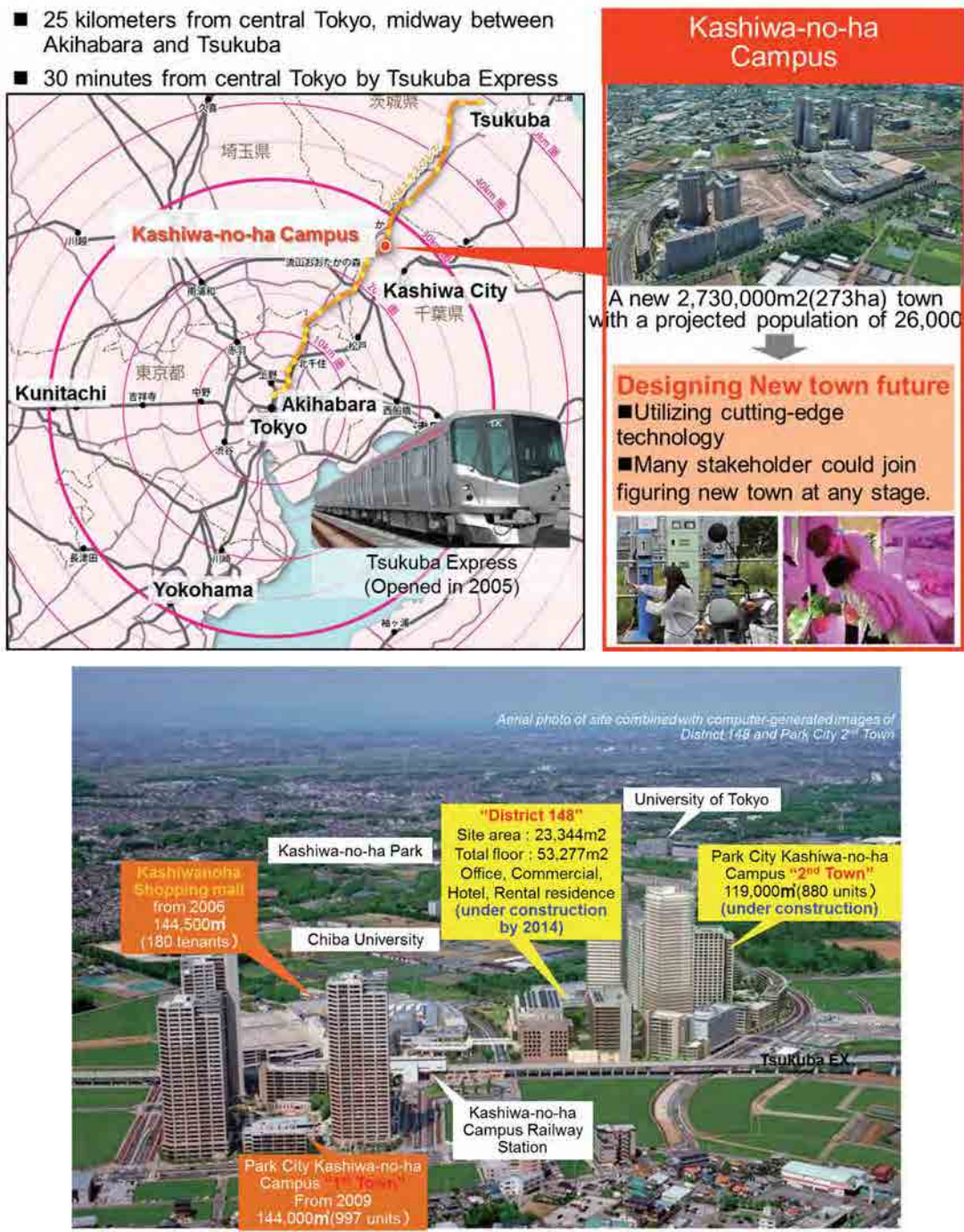


図 4-4-7 コルヌビアの環境配慮型都市開発イメージ

4.5 日本における包括的ソリューションの事例 (柏の葉スマートシティ)

都市開発における包括的なソリューションの参考として、日本における経験を下記に示す。柏の葉スマートシティは、東京中心部から約 25km の距離に立地しており、新たに開発された鉄道駅周辺の複合開発 (TOD) である。現在、ショッピングモール、高層住宅、インキュベートオフィス、病院、大学等がオープンしているが、未だ開発途上である。



出典: JICA 調査団

図 4-5-1 柏の葉スマートシティの立地および現況

「世界の未来像」をつくる街 “柏の葉スマートシティ”

世界に先駆け課題解決の先進モデル “柏の葉スマートシティ”

柏の葉スマートシティは、行政機関、大学や研究機関、三井不動産や日立などの民間企業などの「公・民・学」が連携し、「環境共生都市」「健康長寿都市」「新産業創造都市」という3つの取り組みにより、安心・安全・サステイナブルなスマートシティの実現をめざして取り組んでいます。YouTube 動画でご紹介
 日立では、地域全体のエネルギーを運用・監視・制御するエリアエネルギー管理ソリューションを提供しています。



エリアエネルギー管理システム(AEMS)

エリアエネルギー管理システム(AEMS)が提供する3つの“バリュー”



「街」というエリアでのエネルギー(省エネ、創エネ、蓄エネ)の有効活用や、もしもの時の「街」機能の継続運用を行動ナビゲーション/電力融通/BCP・LCP対応の3つに主眼を置き、エリアエネルギー管理システムの構築に取り組んでいます。日立では安心・快適な生活に役立つ「情報システム」と社会インフラを安全に効率よく動かす「制御システム」の2つのITを融合することにより、エコで安心・快適なスマートシティの実現に貢献します。

スマートセンター

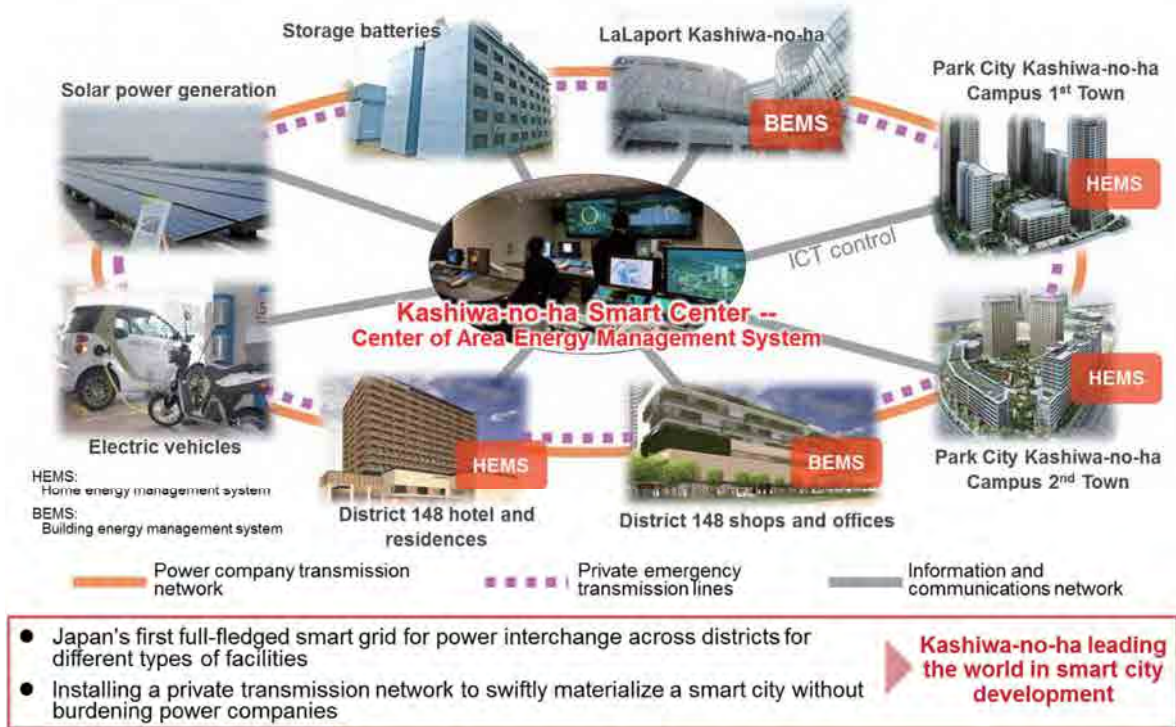
電力ピークの異なる建物間で電力を融通し合う「系統電力協調型スマートグリッド」の中核となるのがスマートセンターです。そして地域エネルギーの運用とあわせて地域防災機能を一元的に管理するのもスマートセンターの役割です。通常時における系統電力や、再生可能エネルギー等を活用してエネルギー源の複線化を図り、停電時にも生活を維持できる程度の電力を供給可能とします。



出典: JICA 調査団

図 4-5-2 柏の葉スマートシティの特徴

上述のとおり、柏の葉では、エリア・エネルギー・マネジメントシステムを通じて、既存の建物や施設に別々に導入されている環境技術を連携する先端的なスマートグリッドシステムが導入されている。太陽光や地中熱活用、廃熱や生ごみから発生するメタンガスなど未利用エネルギーの活用、電力需要を低減するため自然環境活用型のパッシブデザインの導入など、環境親和型のエネルギーシステム構築に重点的に取り組んでいる。



出典: JICA 調査団

図 4-5-3 柏の葉スマートシティにおけるエリア・エネルギー・マネジメントシステムの概要

5 章 提案の実現化方策

5.1 ファイナンス支援政策

5.1.1 プロジェクト実現化方針

3章で提案した技術に対する実現化方針は以下のとおり。

- ・ プロジェクトには大きく、公共事業、民間事業とあるが、本調査でファイナンススキームとして対象とするプロジェクトは公共主体のプロジェクトと官民連携プロジェクト（PPP）を対象とする。
- ・ 補助金、融資などがなければ採算が確保できないプロジェクトを対象とする。
- ・ 日本の高付加価値技術が活用でき、かつ効果（地域への貢献、経済波及効果など）の大きいプロジェクトを対象とする。
- ・ スマートシティプロジェクトの地方自治体への権限譲渡を前提とする。
- ・ DBSA などの金融機関と連携し、サブソブリンローンなどを活用する。

5.1.2 南アフリカ共和国のファイナンススキーム

(1) 中央政府からのファイナンス支援

中央政府は、地方政府が行う公共サービスのためのインフラの整備費用と維持管理費用を補填するため、中央政府から地方政府に対する資金移転のスキームを設けている。例として以下の資金移転スキームが挙げられる。

a. 地方政府のインフラ整備補助（Municipal Infrastructure Grant (MIG)）

【特徴】

主体	財務省、協調的統治・伝統的問題省
融資額	1,220 百万 US\$ (出典: Revenue Division Act Gazette No.34258 2011.4.28)
目的	全市民への水供給サービスの提供 貧困の撲滅 就業機会の創出
用途	新規インフラ整備 既存インフラの更新
備考	地方行政における既存の戦略的開発計画 (IDP)で位置付けられている。 運営費用は含まない。

b. 公共サービスの維持管理費補填（Equitable Share Grant）

【特徴】

主体	財務省、協調的統治・伝統的問題省
融資額	21 百万 US\$ （地方政府 Thembisile Hani Local Municipality in 2011 に対し）
用途	地方政府のインフラ維持管理支援
備考	Equitable Share Grant の配分額は、当該地方自治体における貧困者数などを勘案し決定される

(2) 官民連携 (Public Private Partnership (PPP))

公民が連携して公共サービスの提供を行うスキームを PPP (Public Private Partnership) と呼ぶ。PPP の中には、PFI、指定管理者制度、公設民営 (DBO) 方式を含む。

南アフリカ政府は 1999 年に PPP の戦略的枠組みを整え、2000 年 4 月に PFMA (Public Finance Management Act) 法 (Act1 1999 年) に基づいた PPP に関する財務的規則が定められた。またその後、各国の支援により PPP 部局が南アフリカ財務省の下に設立され、PPP の実施を担っている。

一般に PPP では、民間企業が自ら建設事業を提案するが、政府は同企業がオファーした条件を、市場競争に基づきプロジェクトを成立させている。

南アフリカ共和国では、投資案件の社会的な効果が非常に重要視されている。日本やほかの国では、通常の投資案件は一般的に T-L-F-Link (技術・法律・金融関係) が不可欠な要素と見られるが、南アフリカ共和国の場合、この 3 つの要素に加えて、社会開発リンク (Social DevelopmentLink) の重要性も強調されている。

出典: South African National Treasury PPP Unit, <http://www.ppp.gov.za/>

例：交通セクターにおける PPP プロジェクト

現時点の鉄道における PPP 事業としては、ハウトレインが唯一の例である。ハウトレインプロジェクトの事業規模は約 260 億ランド (2004 年時の外貨換算、パーキング整備費やバス車両費等、すべてを含む) であり、87% がハウテン州政府からの無償供与、残りの 13% につき、2% が Bombela、11% が銀行からの借入れである。建設リスクとテクニカルリスクは Bombela が負う。Bombela は州政府との 20 年間のコンセッション契約により、ハウトレインの設計、建設、ファイナンスの一部、運行、メンテナンスを実施している。設計、建設、運行、メンテナンスについては、それぞれの企業と契約している。運行は、RATP Dev に委託しており、契約期間は 15 年である。

(3) 地方自治体財政管理法(MFMA)

南アフリカ共和国では、1996 年以降地方自治体の財政改革が財務省主導により進められてきたが、この改革の基礎となったのが、2004 年に施行された、地方自治体財政管理法 (MFMA : Municipal Finance Management Act) である。この法律の目的は、国のみならず、地方レベルでも財政の健全性を維持することである。同法の導入により、電気・水等の各セクターの収支状況、インフラ投資への支出割合、借入、歳入状況等を自治体は国に報告し、中長期的視点に基づき、予算を策定し、財政管理を行うことが求められる。なお、同法の実効性を高めるために、財務省はマニュアル・ガイドライン作成、セミナー、教育の他、補助金等の支援も含め、自治体のキャパシティ工場のための様々な支援を行っている。今後、新たなインフラ投資やサブソブリンを含めた対外借入は MFMA の基準を満たす必要がある。

(4)金融機関における融資制度

既存のファイナンススキームを下表にとりまとめた。

表 5-1-1 既存ファイナンススキーム

分類	既存ファイナンススキーム	部署	対象
都市、交通計画	- 南部アフリカ開発銀行：グリーンファンド	南部アフリカ開発銀行 又は 水資源・環境省	- 廃棄物処理、リサイクル - 公共交通 - 再生可能エネルギー、省エネ - エコシステムマネジメント等
環境、エネルギー計画	- 世界銀行：南アフリカにおけるエネルギー効率化および再生可能エネルギープログラム	世界銀行 又は 民活インフラ助言ファシリテーター	- 気候変動 - 都市サービス、貧困住宅 - 政策立案 等
	- 世界銀行：開発施策ローン (DPL)	世界銀行 又は 財務省	- 経済環境改善 - 公共の財務管理、ガバナンス、汚職防止 - 公共サービス改善 等
	- 世界銀行：クリーンテクノロジーファンド (CTF)	世界銀行 or 環境観光省	低炭素化に資する再生可能エネルギー、高効率技術 - モーダルシフト - 建物、産業、農業等
	- アフリカ開発銀行：レンディングプログラム	財務グループ (Group Treasurer)	- 水、農業、健康、生態系、エコシステム、居住環境
	- 南部アフリカ開発銀行：再生エネルギー独立発電プログラム (REIPPP)	投資銀行ディビジョングループ	- 再生可能エネルギー (太陽光発電、風力発電 等.)
	- 南部アフリカ開発銀行：グリーンファンド	同上	同上
上下水計画	- アフリカ開発銀行：レンディングプログラム	同上	同上
	- 南部アフリカ開発銀行：グリーンファンド	同上	同上
ICT 計画	- 南部アフリカ開発銀行：グリーンファンド	同上	同上

5.1.3 プロジェクト実現のためのファイナンススキームの提案

(1) 既存のプロジェクトスキームの類型化

ファイナンススキームとしては、以下の3つが想定されている。

- ・ Case1 公共機関がサービスを提供する民間部門に支払い
- ・ Case2 民間が自らの資金で建設、運営を行いユーザーから料金徴収、不足分を公共機関からサービス対価として受け取る
- ・ Case3 民間部門が自らの資金で建設、運営を行いユーザーから料金徴収。公共機関からの資金援助は一切受けない。

表 5-1-2 プロジェクトスキーム

ケース	Case1	Case2	Case3
	公共事業	官民連携 (PPP：公共+民間)	官民連携 (PPP：民間)
特徴	公共セクターより全額支払い（従来の公共事業）	民間セクターが建設投資。公共セクターは（民間の）不足分を補填	民間セクターが建設、運営ともに全額投資。
プロジェクトスキーム	<pre> graph TD A[公共] -- 税金投 --> B[民間] B --> C[建設、維持管理] C --> D[公共施設] </pre>	<pre> graph TD A[公共] -- "税金投入 (不足分)" --> B[民間] B -- 補填 --> B B -- 投資 --> C[建設、維持管理] C --> D[公共施設] D --> E[付帯事業] E --> F[収入] F -- 補填 --> B </pre>	<pre> graph TD A[補填] --> B[民間] B -- 投資 --> C[建設、維持管理] C --> D[公共施設] C --> E[民間施設] D --> F[収入] E --> F F -- 補填 --> B </pre>

表 5-1-3 は上記スキームに対する各分野で抽出された技術への適用可能性を示している。純粋な公共事業はケース 1、運営に公共側の補助金が必要な事業はケース 2。高い利益率が発生する事業はケース 2 を想定する。

表 5-1-3 プロジェクトスキームの適用可能性

			ケース1	ケース2	ケース3
			公共事業	官民連携 (公共+民間)	官民連携(民間)
都市 交通計画		① 駅施設との複合開発	★	★	
		② 駅ナカ・駅ウエにおけるショッピングモール化		★	★
		③ 包括的なICカードシステム		★	★
		④ スマート・ナビゲーター・システム		★	★
		⑤ 社会住宅の中密度化	★	★	
		⑥ 土地区画整理事業	★	★	
		⑦ 民間開発の誘導方策			★
上下水 廃棄物計画	上下水計画	① 膜処理による鉱山廃水の水质浄化、海水淡水化処理	★		
		② スマートメーターを用いた水道管理システム	★	★	
		③ 管路調査・更生システム	★	★	
		④ 衛生処理システムの普及	★	★	
		⑤ 雨水を活用した中水道システム（ミニ貯水池）	★	★	
	廃棄物計画	⑥ ごみ分別システム（分別機械）	★	★	
		⑦ 熟成コンポスト化施設	★	★	
		⑧ ゴミエネルギー回収施設		★	★
		⑨ 高効率焼却施設		★	★
		⑩ ごみ分別・再利用システム	★	★	
エネルギー環境	電力計画	① 高効率インバータシステム（鉱山の省エネ）	★		
		② GAPケーブル（送電容量強化）	★		
		③ 地下変電設備（山火事からの降灰対策）		★	
		④ 蓄電池システム（ポータブル）		★	
		⑤ 太陽光・風力発電と複合したローカル・グリッド		★	★
	エネルギー環境計画	⑥ 政策および開発計画に資するエネルギー・環境関連データの集積	★		
		⑦ ハイブリッドデザイン（パッシブ、アクティブシステムの組み合わせ）		★	★
		⑧ サトウキビのバイオマス化		★	★
		⑨ 水資源利用		★	★
		⑩ 太陽エネルギー利用		★	★
		⑪ コミュニティにおける省エネルギー運用指針		★	★
ICT 計画		① 無線ブロードバンド（光ファイバーの代替）		★	★
		② 監視カメラ（顔認証機能付き）		★	★
		③ 遠隔教育（電子黒板：starboard）	★	★	
		④ SC基盤（部署横断型の都市管理システム）		★	★
		⑤			
		⑥ 災害時通信	★	★	★

出典: JICA 調査団

(2) 各セクターでのファイナンススキーム

3章で紹介した技術及びプロジェクトの実現に向け、既存投資及び融資スキームを適用した場合以下のとおりとなる。

一般に民間セクターがファイナンススキームを検討する際は金融機関側の意向が大きく影響する。プロジェクトリスクが高い場合、金融機関はリスクを避けるため貸手に対し、資本比率を上げ負債比率を下げるよう求めるケースが多い。そのため、南アフリカ共和国にて民間セクターが投資する場合は、表 5-1-3 で述べた官民協働連携ファイナンススキームを活用することは有益である。

表 5-1-4 提案するプロジェクトに対するファイナンススキーム

区分	ファイナンススキーム適用案	プロジェクト例
都市、交通	-南部アフリカ開発銀行：グリーンファウンド (Green cities and Town)	土地区画整理事業 駅周辺の複合開発 等
水、廃棄物	-アフリカ開発銀行：レンディングプログラム -南部アフリカ開発銀行：グリーンファウンド (Environmental and natural resource management)	雨水を活用した中水道システム ごみ分別システム 等
エネルギー、環境	-世界銀行：南アフリカにおけるエネルギー効率化および再生可能エネルギープログラム -南部アフリカ開発銀行：グリーンファウンド (Environmental and natural resource management、 Low Carbon economy)	高効率インバータシステム 太陽光・風力発電と複合したローカル・グリッド 等
	-南部アフリカ開発銀行：再生エネルギー独立発電プログラム (REIPPP)	水の再利用 太陽光エネルギー 等
ICT	-南部アフリカ開発銀行：グリーンファウンド (Environmental and natural resource management、 Green cities and Town)	無線ブロードバンド 監視カメラ 等

出典: JICA 調査団

5.2 実現化に向けた日本の支援

(1) 日本の金融機関等による支援

前節において述べたように、南アフリカ政府の財政力では、本調査で示した環境配慮型の都市開発事業やプログラムを実行することは難しく、また、それを補うための金融制度は十分に整備されていない。一方、本調査で提案された事業やプログラムは、地方政府や地方における公的機関が主体となって取り組むことが望ましいものが多いが、日本政府は、これまでの JICA などが提供する金融支援に加え、準備中の支援制度であるサブソブリンローンなどにより、地方政府や地方の公的機関や組織への直接支援を行うことを検討している。

(2) JICA による技術支援の可能性

本調査により提案された事業やプログラムを実現化するためには、関連する法制度や組織の構築、さらには、地方政府の行政能力を向上させることが必要になると考えられる。これらの事項に関しては、これまで JICA が全世界で実施してきた経験から、下記表の分野において支援を行う可能性がある。南アフリカでは、環境共生型都市開発に係る政策やマスタープランづくりは既に策定されていると考えられるため、下記表に示した事項は、マニュアルやガイドライン作り、技術基準や制度策定の支援といった、本調査で提案を行った事業やプログラムを実施するために必要となる事項に焦点をあてたものとなっている。

表 5-2-1 JICA による技術支援の可能性のある事項

分野	JICA による技術支援の可能性のある事項
都市計画・交通計画	<ul style="list-style-type: none"> 駅前広場などの交通結節機能の整備基準を含む、TOD のコンセプトに基づく都市計画マニュアルの作成支援。 社会住宅及び社会住宅エリアを対象とした省エネ手法に関する基準の作成支援 区画整理に関する法制度の制定支援、並びに実行マニュアル作成支援
水・廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> コミュニティレベルの廃棄物分別・リサイクルシステムの実行マニュアル作成支援
エネルギー・環境	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー・環境データ活用による政策・計画策定のためのマニュアル作成支援 省エネガイドライン作成支援

出典：JICA 調査団

5.3 提言

下記に、南アフリカでの現地調査を含む本調査における一連の検討作業を踏まえた、JICA 調査団としての提言を示す。

- 本調査の検討過程で明らかになったように、同国においては、系統だった包括的な環境配慮型都市開発関連の政策や計画が策定されているが、各地方都市においては、それらを具体化する事業やプログラムの多くが進んでいないことがわかった。また、調査団が DST において行ったセミナーでは、中央政府の職員より、南アフリカにおいては地方政府の行政対応能力が極めて低いことが、これらの政策や計画を実行する上で大きな阻害要因となっていることが言及された。
- 従って、前節で示した、JICA による技術援助の可能性のある環境配慮型都市開発に関連するマニュアル・ガイドライン・技術基準作り等の支援を、関心のある地方政府を巻き込む形で進めることが、結果として、政策や計画の実効性をあげることになると考えられる。例えば、コミュニティレベルの廃棄物分別・リサイクルシステムの実務マニュアルについてはヨハネスブルク、社会住宅エリアを対象とした省エネ手法に関する基準についてはエテクウィニが興味を示しており、これらの市において、同国におけるパイロットプロジェクトという位置づけの下、マニュアル及び基準作り等の技術援助を行い、同時に地方政府の専門家の能力向上を図るプログラムを進めることが、政策の実効性向上にとって有効であると考えられる。
- また、調査団と地方政府との対話の中で、南アフリカでは、地方政府は中央政府が規定した法制度の枠組みに忠実に従う必要があり、地方政府の裁量による独自の行政対応は難しい状況にあることがわかった。その結果、例えば、中央政府が定めた社会住宅の規定上、公共交通と一体となった住宅の集約化や環境配慮型のまちづくりの実現化は難しいなど、時として、中央政府の定めた制度が、地方都市における適切な行政対応に関する阻害要因となっていることもわかった。従って、このような状況を改善するためには、上記の地方政府を巻き込んだ形での基準作りや法制度改善の支援に関する JICA による技術援助が、南アフリカ政府にとっても有意義なものになると考えられる。
- 一方、水処理や IT 関連の技術など日本企業が持つ高い技術力を活かした事業の展開に関しては、原則入札プロセスを経ることが必要であり、南アフリカでは、既に市場に長年にわたり浸透している欧米や中国の企業等と競争することが必要である。これらの企業との厳しい競争に勝ち残っていくためには、日本政府が検討しているサブソブリンローンのような条件の良い金融サポートをはじめとする政府の支援が必要であると考えられる。

- 政府支援の一つの方向性としては、円借款などの有償資金援助や民間企業向けの財政投融资制度などによる金融サポート、さらには、上記の JICA による技術援助など、政府の支援メニューを総合的に活用し、また、事業としても、本調査の報告書で示した複合的な要素とすることで、政府としての強力な支援体制を整えることが可能になると考えられる。
- 最後に、DST 並びに地方 3 都市を対象としたセミナーにおいては、JICA 調査団が示した環境配慮型都市開発に関する日本の技術を活かした問題の解決策及び先進技術に対して、ともに大きな関心が寄せられた。このような南アフリカ政府の機運を活かし、継続的に政策協議を進め、より具体的な事業の推進に基づく両国間の協力関係を築くことが、今後の官民共同による、同国での事業展開には必要であると考えられる。