

スリランカ国
国家上下水道公社

スリランカ国
水セクター開発事業（Ⅲ）
準備調査

ファイナル・レポート

ボリューム I

要 約

平成 27 年 5 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

株式会社日水コン

南ア
JR (先)
15-034

為替レート

スリランカ中央銀行

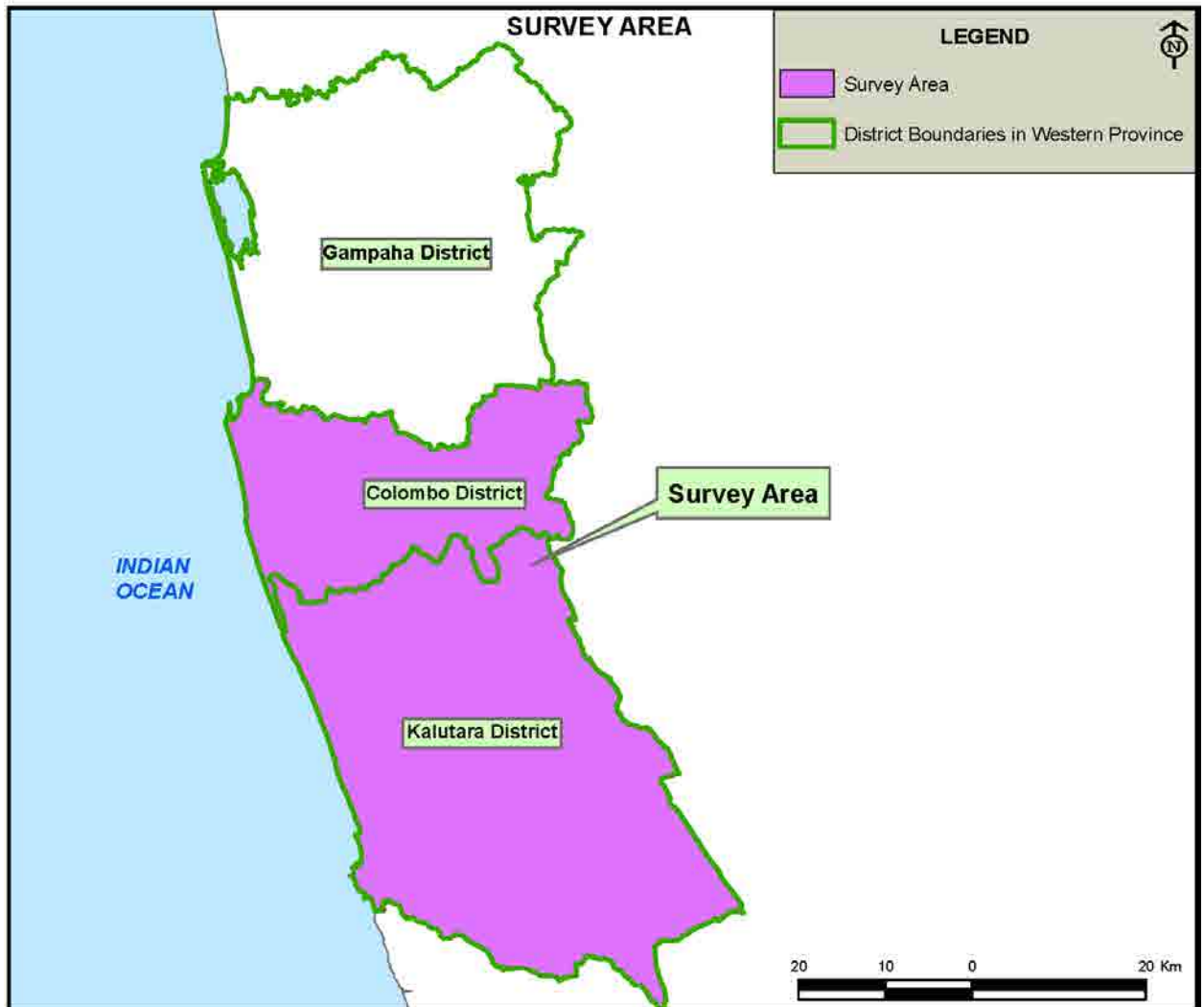
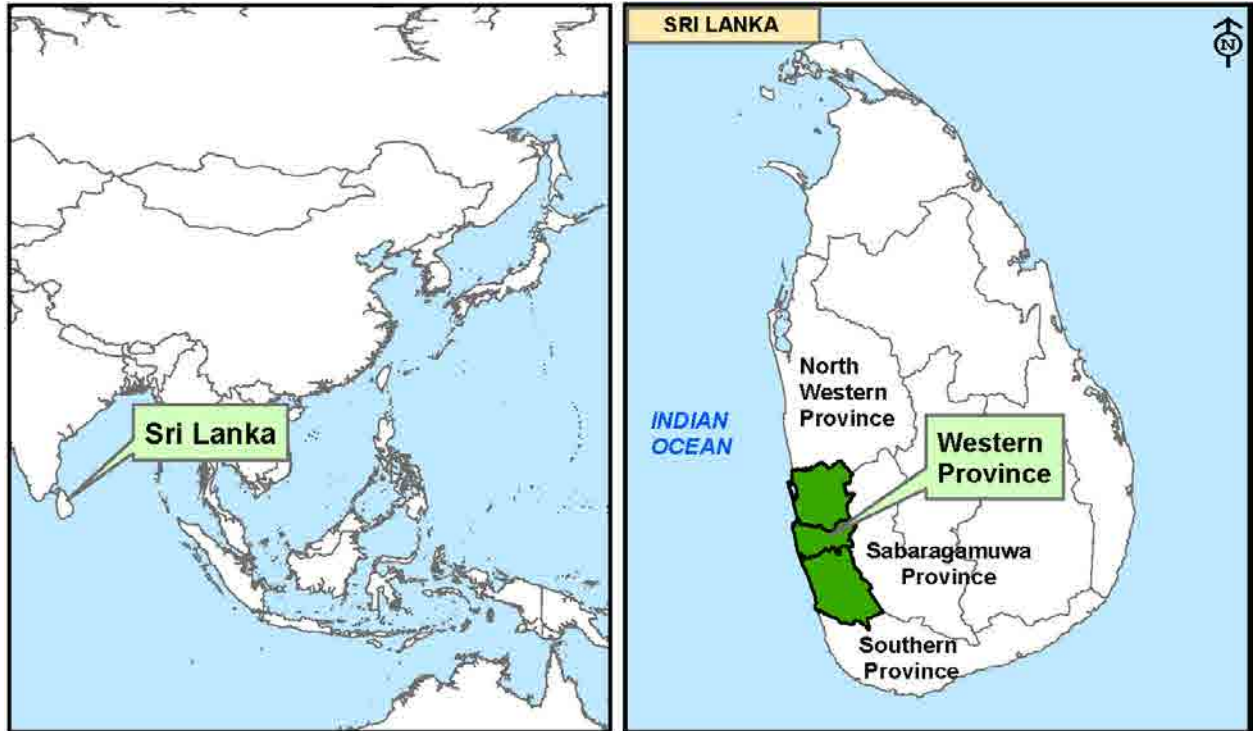
(2014年12月)

USD 1 = LKR 131.02

USD 1 = JPY 119.37

JPY 1 = LKR 1.0976

調査対象地域位置図



～ 概要 ～

1. 調査概要

西部州コロンボ県及びカルタラ県では、都市化に伴う急激な人口増及び高い無収水率に対処するため、既存のカル河水系上水道施設の拡張とともに、Dehiwala、Moratuwa 地区で送・配水管の更新・修繕等を含んだ、円借款「水セクター開発事業（Ⅲ）」（以下、「本事業」という。）が計画されている。本調査は、当該事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等について、我が国円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的として、2014年9月から2015年4月までの間に実施された。

2. 上水道システムの現況

現在、主に浄水能力 6 万 m³/日の Kandana 浄水場と送配水システムによって給水されている既存の給水地域は給水地域全体で見ると概ね良好だが、Dehiwala 及び Moratuwa 地区には老朽化した管が多く、給水事情も他と比べて悪く、無収水率が高い。なお、給水地域拡大を含む Kandana 浄水場及びその送配水システムの 6 万 m³/日の施設増強事業が現在実施中であり、2015 年中には完了する予定である。

3. 既存の計画及び調査

NWSDB により、西部州三県（コロンボ県及びカルタラ県）を対象とし、2040 年を対象計画年次とした水道整備基本計画が 2011-2013 年にかけて実施され（MPU/2013）、Kalu Ganga Water Supply Project Phase II Stage 1 及び Dehiwala 及び Moratuwa 地域における無収水削減は実施すべき優先度の高いプロジェクトとして挙げられている。同時に Dehiwara 及び Moratuwa の無収水削減プロジェクトを対象とした実現可能性調査（F/S）も実施された。

その後、NWSDB は上記基本計画を基に、独自に Kalu Ganga 給水システムに関する F/S を（2014 年 7 月の報告書が最新）実施している。

4. 水需要及び段階的整備計画

需要予測を見直した結果、目標年次 2025 年には追加の 14 万 m³/日の施設が必要であると見積もられた。一方、Phase III 実施に際し、MPU/2013 で指摘されているように、水源水量が不足する可能性が再度確認されたため、本調査でも NWSDB に対し可能な限り早い段階で水源に係る調査を実施し、対策を練ることを提案している。また、MPU/2013 で提案されている水利権の確保にも努力しなければならない。

5. 施設計画

既存の調査及び計画を見直した結果、主要な施設は以下の通りとなった。

Kalu Ganga Water Supply Project Phase II

- ✓ 既存／建設中の Kandana 浄水場 12 万 m³/日の拡張：新規 14 万 m³/日の施設、ただし、取水は Phase III 分を含む 29.4 万 m³/日
- ✓ 新規 Kesbewa 配水池の建設：18,500 m³
- ✓ 新規 Delkada 配水池の建設：10,000 m³
- ✓ 新規 Bandaragama 配水池の建設：20,000 m³
- ✓ 新規 Keselwatta 配水池の建設：4,000 m³
- ✓ 既存 Moratuwa 配水池の拡張および建設工事に伴う既存施設の移設：20,000 m³

- ✓ 既存 Panadura 配水池への流入流量・圧力測定設備の設置
- ✓ 浄水場から Horana 地域への送水管敷設：ダクタイル鋳鉄管 1200mm の敷設約 6 km
- ✓ 浄水場から新規 Bandaragama 配水池への送水管敷設：ダクタイル鋳鉄管 1200mm の敷設約 19 km
- ✓ Keselwatta 地域から Moratuwa 配水池への管路の増強：ダクタイル鋳鉄管 400 mm の敷設 3 km
- ✓ 60 の計量区画(District Metered Area: DMA)構築に伴う配水本管：ダクタイル鋳鉄管及びポリエチレン管の敷設約 135 km (Moratuwa 地区内の 11 か所の DMA については Dehiwara 及び Moratuwa 地区の無収水削減プロジェクトに含まれる)
- ✓ DMA 内の配水システム整備に伴う新規配水管：ダクタイル鋳鉄管及びポリエチレン管約 1,528 km
- ✓ 新規顧客への給水接続：給水栓約 78,000 件
- ✓ 浄水場及び配水池への送配水ポンプの設置
- ✓ Piliyandara Junction 付近で DI800 既存送水管から Maharagama 配水池からの DI500 配水管への緊急用連絡管の布設
- ✓ 維持管理資機材等の調達

Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減事業

- ✓ Dehiwala 及び Moratuwa 地区における配水管の更新 (205 km)、更生 (11 km)、撤去 (2 km) 及び新規敷設 (89 km) に伴う工事
- ✓ Dehiwala 及び Moratuwa 地区における DMA 構築に伴う工事
- ✓ Dehiwala 及び Moratuwa 地区における給水栓繋ぎ換え工事：給水栓数約 45,000 件
- ✓ 新規 Kohuwala 配水池の建設：6,000 m³
- ✓ 維持管理資機材等の調達

6. 事業費及び実施工程

総事業費はスリランカにおける円借款事業としては大規模となるため、1 回の円借款で全額を供与することは難しいため、事業を 2 つに分割して実施することが考えられる。事業実施期間は、標準的に必要な時間を考慮すると最短で全 81 ヶ月 (6 ヶ月の新上水システム技術支援期間を含む) かかる計算となる。

7. 環境社会配慮

現地の法制度上、本事業に対する IEE/EIA は不要であることが確認された。また、住民移転は発生しない。なお、配水池建設のため、若干の用地取得が必要となる見込みである。

8. 財務及び経済分析

本事業は、これまで通り政府補助金の提供を受けた場合、財務的に採算が取れると判断される。また、代替水源に係る費用の削減及び増加する給水量に対する支払意思額を経済便益として経済分析を行った。本事業の経済的內部収益率 (EIRR) の分析では、十分な経済便益が得られると推計された。

9. 事業実施及び執行機関の能力

事業執行機関である NWSDB は、水道事業としての基本的要件は確保されていることから、水道事業の執行能力を有しているといえる。ただし、安全管理、人材育成、維持管理等の面からの支援は引き続き必要と考えられる。また、本事業が財務的にフィージブルとなるためには、大部分の事業費を政府補助金により賄いかつ定期的な料金値上げを要すると評価される。

10. 官民連携事業の可能性

国家計画においては広範な産業分野で PPP 事業の推進が唱われているが、上下水道分野では実績がなく、その原因は PPP 事業成立を促進させるための政策、法制度、PPP 推進機関、監督機関、財政支援策などほぼ全てが未整備だからである。今後、上下水道事業において本邦企業が参加する PPP を推進していくためには、(1) NWSDB の PPP 方針の策定、(2) 法令整備、(3) PPP ガイドライン改訂、(4) PPP ユニット創設、(5) F/S 品質向上、(6) 監督機関の制度化、(7) 料金設定、(8) VGF の制度化、などの PPP 制度構築に中長期的に取り組む必要がある。また短期的には、本邦技術の優位性、自治体連携によるメリット、円借款による財務支援などを複合して浄水場、下水処理場施設をコアとする競争力の高い PPP 事業の組成、提案を本邦企業が行うことが必要である。

11. プロジェクトの評価と提言

(1) 運用・効果指標

事業の事前・事後評価に用いる運用・効果指標と目標値を設定した。Kalu Ganga Water Supply Project Phase II Stage 1 については、配水量（日平均： m^3/day ）、施設利用率（日平均： $\%$ ）、給水人口（人）、及び給水接続栓数、及び給水時間（平均値： hours/day ）を指標として設定する。Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減事業については、無収水率（ $\%$ ）、及び給水人口（人）を指標として設定する。

(2) 本事業の総合評価

本事業の投資価値を、妥当性、効果、効率、影響、持続性の各観点から評価を行った。Kalu Ganga 給水プロジェクト及び Dehiwara 及び Moratuwa における無収水削減プロジェクトの実施によって対象地区全体の給水状況及び生活環境が底上げされる。本事業は社会的にポジティブなインパクトを与えるとともに環境への負の影響も小さいと見積もられることから、十分な投資価値があると考えられる。

12. 提言

円滑かつ効率的に事業を実施し、事業効果を最大限に発揮するため、事業実施、段階的整備、水源、環境・社会配慮、プロジェクト実施資金及び健全経営、安全・品質管理、制度的改善、人材育成、維持管理、PPP スキームの活用等の観点から提言を行った。そのうち主なものを以下に示す。

(1) 段階的整備に関する提言

- ✓ 現状で水需要に施設整備が追い付いていない。水需要を満足して十分なサービスを提供するために、着実にプロジェクトを開始し実施することが不可欠となる。
- ✓ Kandana 浄水場もしくは送水システムが事故等により運転できない場合の他システムによる緊急給水が限られているため、Kalu Ganga 給水システムと緊急時に水を融通できるシステムの構築を検討する必要がある。例えば、Ambatale システム、Kalatuwawa システム、Kethhena システム、Weliwita システムや Ingiriya システム等からの非常時給水計画を立てることが考えられる。

(2) 水源に関する提言

- ✓ 将来の拡張・開発のために、水源であるカル河について、早急に Kandana 浄水場の既存・計画取水地点における流量計測を行い、最低水量を把握することが望まれる。水源水量が不足する場合は、補足的な施設計画が必要となる可能性がある。
- ✓ MPU/2013 で提案されている水利権の確保について、引き続き努力すること。

(3) プロジェクト実施に関する提言

- ✓ 用地の有効活用及び維持管理の容易さの観点より、浄水施設のサイズを更に小さくするための検討
- ✓ 浄水処理におけるポリマー使用を極力避けるよう配慮
- ✓ 当面は排泥を脱水後場内に仮置きしておく計画としているが、将来的に適切な処分を検討すること
- ✓ Kesbewa 配水池、Delkada 配水池、Bandaragama 配水池及び Keselwatta 配水池に係る用地取得及び配水管路における用地取得
- ✓ 対象地域全体の地形測量及び地籍調査に基づく DMA 境界の見直し
- ✓ 既存の水道施設を含む地下埋設物の確認
- ✓ 全てのポンプ圧送管路についてサージ解析・対策を行うこと
- ✓ 複数の配水池に送水する場合のポンプ施設計画について運転上のトラブル回避策見直し
- ✓ 既存の自然流下管路を圧力管路として使用する際の管防護強度の確認と見直し
- ✓ 省エネ対策について NWSDB の M&E 課と協議・見直し
- ✓ 本事業を通じ、管路交換や DMA の構築等の工事が実施される。これら工事により低減された無収水率をさらに削減・維持し、構築された DMA を適切に維持管理していくことを目的とした、維持管理能力向上に主眼を置いた技術支援プログラム（例：個別専門家派遣や技術協力プロジェクトの実施等）の実施が望まれる。技術支援プログラムは、本事業の工事との連携が可能なスケジューリングをすることが望ましい。
- ✓ 詳細設計以前または詳細設計初期の段階で、スクレーピング&リライニングの路線からいくつかのサンプルを採取し、管路の内外面の状況を把握することが望まれる。

(4) 環境・社会配慮に関する提言

- ✓ JICA ガイドライン及びスリランカの関連法制度に定められている方針に従い、配水池に係る用地取得をする。また、土地取得に係わる補償額は再取得価格とする。
- ✓ Gender Action Plan (GAP)に従った男女平等への配慮

(5) プロジェクト実施資金及び健全経営に関する提言

- ✓ 政府が継続的に水道料金水準を値上げすること。
- ✓ 既往ドナー融資事業の資金計画と同様に、政府が初期投資費用に対して必要に応じた補助金を無償供与すること。
- ✓ 政府が、よりアカウンタビリティのある水道料金改定方法を確立すること。
- ✓ 政府及び NWSDB が、長期に亘る NWSDB の財務改善と補助金依存の脱却に向けたロードマップを策定すること。

(6) プロジェクト管理に関する提言

- ✓ 安全管理の組織の確立
- ✓ 安全マニュアルの作成
- ✓ 事故情報の共有
- ✓ 事故原因の分析
- ✓ 安全パトロールの実施
- ✓ 安全管理のための研修の実施
- ✓ 建設事業においてより高い品質を確保するため、写真を用いた段階検査の実施等の ICTAD マニュアルの厳格な運用が必要である。
- ✓ 配水管や送水管等のすべての重要な材料はスリランカ国内で材料検査が行えるようにすべきである。
- ✓ 毎年水質検査計画を作成することが望ましい。水質検査計画は、検査項目、採水場所及び検査頻度などの必要な項目を含んでいる。

- ✓ Kandana 浄水場における ISO9001 の認証取得とそれを活用した適正な運転の実施。

(7) 制度的改善に関する提言

- ✓ WSS 全体の水収支を明らかにするための、各 WSS による圧力や流量データの収集と解析
- ✓ 修繕報告のあるすべての漏水の GIS データベースへの記録
- ✓ 各々の地域での ALC の取組やその他の漏水対策の取組の優先順位づけ
- ✓ WSS の NRW に直接影響を与える異なった部署間の調整

(8) 人材育成に関する提言

- ✓ ADB の融資で建設中の研修施設の最大限の活用。
- ✓ 研修プログラムの充実とその実施のための、地方自治体を含む日本の技術協力活用の考慮
- ✓ 漏水防止方法の研修
- ✓ 漏水検知器や流量計等の漏水対策機器の研修
- ✓ 異なったタイプの漏水が現場でシミュレートできる、代表的管網を用いた研修
- ✓ DMA システム導入の研修
- ✓ 予防的管理計画の推進 (PMP)
- ✓ PM マニュアルを活用した主要施設の維持管理方法についての研修
- ✓ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) システムのための研修

(9) 官民連携に関する提言

- ✓ 本件については円借款供与が前提のため官民連携は想定されていない
- ✓ 中長期的には官民連携への枠組み作りが必要である
- ✓ 技術優位性のある本邦技術を使用した官民連携事業の仕立ても有効

- 目次 -

Volume I : 要約
Volume II : メインレポート

Volume I: 要約

調査対象地域位置図.....	iii
~ 概要 ~	1
- 目次 -	i
略語一覧	iv
第 1 章	調査概要..... 1-1
1.1	調査の背景 1-1
1.2	調査の目的と調査対象地域..... 1-1
1.2.1	調査の目的 1-1
1.2.2	対象地域 1-1
1.3	調査の内容 1-3
1.4	調査実施工程..... 1-4
1.5	インセプション・レポート、インテリム・レポート及びドラフト・ファイナル・ レポートの説明・協議..... 1-4
1.5.1	インセプション・レポートの説明・協議..... 1-4
1.5.2	インテリム・レポートの説明・協議..... 1-4
1.5.3	ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議..... 1-4
1.6	スリランカの上水道セクター開発に係る情報収集..... 1-5
1.7	本邦技術の導入..... 1-5
1.8	本邦水道事業者の知見の活用..... 1-7
第 2 章	上水道システムの現況..... 2-1
2.1	上水道システムの概要..... 2-1
2.2	Kalu Ganga 給水システムの現況..... 2-5
2.3	Dehiwala 及び Moratuwa 地区における水道施設の現況..... 2-7
2.3.1	Dehiwala 及び Moratuwa 地区の概要..... 2-7
2.3.2	Dehiwala 及び Moratuwa 地区における現況の水道システム 2-7
第 3 章	既存の計画及び調査..... 3-1
3.1	西部州首都圏上水道基本計画 (2013)..... 3-1
3.2	Kalu Ganga 給水システム Phase II に係る実現可能性調査 (2014) 3-3
第 4 章	水需要及び段階的整備計画..... 4-1
4.1	Kalu Ganga 給水システムの給水地域の見直し..... 4-1
4.2	水需要予測の見直し..... 4-2
4.3	段階的整備計画..... 4-8
4.4	水源水量 4-9
第 5 章	施設計画..... 5-1
5.1	Kalu Ganga 給水システム..... 5-1

	5.1.1	事業の施設計画概要	5-1
	5.1.2	浄水施設	5-2
	5.1.3	送配水計画	5-6
5.2		Dehiwara 及び Moratuwa 地域における無収水削減活動	5-10
	5.2.1	ADB による現在実施中の支援	5-10
	5.2.2	ソフト面への支援の可能性	5-10
	5.2.3	Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減事業の必要性	5-15
	5.2.4	提案される事業の概要	5-15
第 6 章		社会条件調査結果概要	6-1
6.1		調査概要	6-1
	6.1.1	調査手法	6-1
	6.1.2	調査地域	6-1
	6.1.3	調査項目	6-1
	6.1.4	調査結果	6-1
6.2		マスタープラン調査との比較	6-4
	6.2.1	一般世帯に関する情報	6-4
	6.2.2	アパート・商業世帯・施設等に関する情報	6-5
第 7 章		環境社会配慮	7-1
7.1		IEE/EIA の必要性	7-1
7.2		初期環境調査 (IEE) の概要	7-1
7.3		ステークホルダーミーティングの概要	7-1
7.4		簡易住民移転計画 (RAP) の概要	7-1
7.5		低所得者層への配慮	7-2
7.6		ジェンダーへの配慮	7-2
7.7		気候変動緩和及び適応策	7-3
第 8 章		事業費及び実施工程	8-1
8.1		事業実施スケジュール	8-1
8.2		事業費	8-1
第 9 章		財務及び経済分析	9-1
9.1		財務分析	9-1
9.2		経済分析	9-1
9.3		タム分けをしたケースの経済財務分析	9-1
第 10 章		事業実施及び執行機関の能力	10-1
10.1		事業実施/執行機関の能力	10-1
	10.1.1	事業実施機関の能力	10-1
	10.1.2	事業執行機関の能力	10-1
10.2		プロジェクトの執行のための組織	10-3
10.3		プロジェクト管理能力	10-4
	10.3.1	安全管理	10-4
	10.3.2	品質管理	10-4
10.4		組織、運転管理の現状	10-4
	10.4.1	運転管理の現状	10-4
	10.4.2	RSC (WS) 及び浄水部の組織体制	10-4
	10.4.3	Dehiwala 及び Moratuwa 地区の組織体制	10-4
	10.4.4	Kandana 浄水場の組織体制	10-5
10.5		組織、運転管理への提言	10-6
	10.5.1	組織への提言	10-6
	10.5.2	人材育成への提言	10-7

	10.5.3	効率的な運転管理への提言	10-7
	10.5.4	組織開発に必要な項目とコスト.....	10-8
10.6		財務面の実施能力.....	10-8
第 11 章		官民連携事業の可能性.....	11-1
11.1		国家開発計画.....	11-1
	11.1.1	水道整備計画	11-1
	11.1.2	下水道整備計画	11-1
11.2		NWSDB の投資計画.....	11-2
	11.2.1	水道事業	11-2
	11.2.2	下水道事業	11-2
11.3		コロンボ市の下水計画.....	11-2
11.4		官民連携によるインフラ整備.....	11-2
	11.4.1	PPP の定義.....	11-2
	11.4.2	国家 PPP 政策.....	11-2
	11.4.3	スリランカの PPP 事業.....	11-2
	11.4.4	過去に実現しなかった上下水道分野の PPP 事業.....	11-3
	11.4.5	PPP 事業の法的枠組み.....	11-3
11.5		上下水道分野での PPP 事業の実現可能性	11-3
	11.5.1	PPP 事業推進のための課題.....	11-4
	11.5.2	PPP 事業に本邦企業が参加する可能性.....	11-5
11.6		結論および提言.....	11-5
	11.6.1	結論	11-5
	11.6.2	提言	11-5
第 12 章		プロジェクトの評価と提言.....	12-1
12.1		運用・効果指標.....	12-1
12.2		プロジェクトの総合評価.....	12-1
12.3		提言	12-2

略語一覽

略号	定義
ABC	Allowable Bearing Capacity
AC	Asbestos-cement
ACP	Asbestos-cement Pipe
ADB	Asian Development Bank
AE	Area Engineer
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
AP	Affected People
ARI	Average Recurrence Interval
BIQ	Basic Information Questionnaire
BOD	Biological Oxygen Demand
BOI	Board of Investment
BOO	Build-Own-Operate
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer
BPO	Business Process Outsourcing
C/P	Counterpart
CBO	Community Based Organization
CE	Chief Engineer
CEA	Central Environmental Authority
CEB	Ceylon Electricity Board
CI	Cast Iron
CMC	Colombo Municipal Council
CO	Commercial Officer
COD	Chemical Oxygen Demand
CT	Contact Time
CWR	Clear Water Reservoir
CWT	Clear Water Tank
D/D	Detailed Design
DANIDA	Danish International Development Agency
DB	Design and Build
DBFO	Design-Build-Finance-Operate
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe
DF/R	Draft Final Report
DGM	Deputy General Manager
DI	Ductile Iron
DIP	Ductile Iron Pipe
DLMC	Dehiwala/Mount Lavinia Municipal Council
DMA	District Metering Area
DMC	Dehiwala -Mt Lavinia MC
DNI	Distribution Network Improvement
DO	Dissolved Oxygen
DOCS	Department of Census and Statistics
DPF	Department of Public Finance, Ministry of Finance and Planning
DS	Divisional Secretariat
DSCR	Debt Service Coverage Ratio
DSD	Divisional Secretariat Division
E&M	Electrical and Mechanical
EDCF	Economic Development Cooperation Fund, Korea
EIA	Environmental Impact Assessment
EII	Environmental Impact Identification
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EOI	Expression of Interest
EPL	Environmental Protection License
EPZ	Economic Processing Zone
ERD	Department of External Resources, Ministry of Finance and Planning
ET	Elevated Tank
EUR	Euro
F/R	Final Report
F/S	Feasibility Study
FBC	Full Business Case
FC	Foreign Currency
FDI	Foreign Direct Investment

FIRR	Financial Internal Rate of Return
FIT	Feed in Tariff
GCWWMIP	Greater Colombo Water and Wastewater Management Improvement Investment Program
GDP	Gross Domestic Product
GGWSP	Greater Galle Water Supply Project
GHS	Greenhouse Gas
GL	Guideline
GN	Grama Niladhari
GND	Grama Niladhari Division
GOJ	Government of Japan
GOSL	Government of Sri Lanka
GR	Ground Reservoir
HDPE	High Density Polyethylene Pipe
HV	High Voltage
IC/R	Inception Report
ICA	Instrumentation Control & Automation
ICB	International Competitive Bidding
ICTAD	Institute for Construction, Training and Development
IDB	Industrial Development Board
IEE	Initial Environmental Examination
IPP	Independent Power Producer
IT	Information Technology
IT/BPO	Information Technology and Business Process Outsourcing
IT/R	Interim Report
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JICA Climate-FIT	JICA Climate Finance Impact Tool
JPY	Japanese Yen
JST	JICA Survey Team
KfW Bank	Kreditanstalt für Wiederaufbau Bankengruppe
KGFSII	Feasibility Study on Kalu Ganga Water Supply System Phase II
KGWSP	Kalu Ganga Water Supply Project
KGWSS	Kalu Ganga Water Supply System
KRB	Kelani Right Bank
LA	Local Authority
LAA	Land Acquisition Act
LC	Local Currency
LCB	Local Competitive Bidding
LDO	Lease-Develop-Build
LKR	Sri Lankan Rupee
LKR	Sri Lankan Rupee
LPCD	Litter Per Capita per Day
M/M	Minutes of Meetings
MASC	Mobilization of Loan Consultants
MC	Municipal Council
MCC	Main Control Center
MCC	Motor Control Center
MCM	Million Cubic Meters
MDB	Main Distribution Board
MDG	Millennium Development Goals
MGD	Million Gallons Per Day
MLKR	Million Sri Lankan Rupee
MM	Man-Months
MOFP	Ministry of Finance and Planning
MOU	Memorandum of Understanding
MPU/2013	Western Province Metropolitan Area Water Supply Master Plan
MSL	Mean Seawater Level
MSW	Municipal Solid Wastes
MWSD	Ministry of Water Supply and Drainage / Ministry of Urban Development, Water Supply and Drainage
NEA	National Environmental Act
NGO	Non- Governmental Organization
NHDA	National Housing Development Authority
NIRP	National Policy on Involuntary Resettlement
NPA	National Procurement Agency

NPD	Department of National Planning, Ministry of Finance and Planning
NPD/2030	Project Proposals for 2030
NPV	Net Present Value
NRW	Non- Revenue Water
NSC	Nihon Suido Consultants Co Ltd
NWSDB	National Water Supply & Drainage Board
O&M	Operation and Maintenance
OBC	Outline Business Case
ODA	Official Development Assistance
OIC	Officer in charge
P&C	Procurement and Construction
P&D	Planning and Design
P1S1	Phase I Stage 1
P1S2	Phase I Stage 2
P2	Phase II
P3	Phase III
PAA	Project Approving Authority
PAC	Public Accounts Committee
PAH	Project Affected Household
PAU	Project Affected Unit
PBC	Performance-based Contracts
PC	Pre-stressed Concrete
PE	Polyethylene
PGR	Population Growth Rate
PI	Performance Indicators
PLC	Programmable Logic Controller
PLC	Programmable Logic Controller
PMU	Project Management Unit
PPA	Power Purchase Agreement
PPP	Public-Private Partnership
PQ	Prequalification
Pre-F/S	Pre-feasibility Study on Replacing Old Asbestos Cement and Cast Iron Pipes in Manager Dehiwala Area to Provide a Satisfactory Water Supply to Consumers
PS	Pradeshiya Sabha
PS	Pump Station
PSC	Project Steering Committee
PSP	Private Sector Participation
PUC	Public Utilities Committee
PUCSL	Public Utilities Commission of Sri Lanka
PVC	Polyvinyl chloride
R&D	Research and Development
RAMP	Remote Actuation & Monitoring Panels
RAP	Resettlement Action Plan
RDA	Road Development Authority
RFP	Request for Proposal
RO	Reverse Osmosis
RP	Resettlement Plan
RSC	Regional Support Centre
RWS	Rural Water Supply
SAPROF	Special Assistance for Project Formation
SC	Statutory Compensation
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SCAPC	Standing Cabinet Appointed Procurement Committee
SCARC	Standing Cabinet Appointed Review Committee
SCR	Debt Service Coverage Ratio
SEBS	Socio Economic Baseline Survey
SIV	System Input Volume
SLPA	Sri Lanka Ports Authority
SLS	Sri Lankan Standards
SME	Small and Medium Enterprise
SOBE	State Owned Business Enterprise
SOE	State Owned Entity
SOP	Stand Operation Procedures
SP	Steel Pipe
SPC	Special Purpose Company

SPP	Small Power Producer
SS	Suspended Solids
ST	Steel
STEP	Special Terms for Economic Partnership
SV	Supervision
T/A	Tender Assistance
TA	Technical Assistance
TEC	Technical Evaluation Committee
TNC	Towns North of Colombo
TOR	Terms of References
TSC	Towns South of Colombo
TSS	Total Suspended Solids
UC	Urban Council
UCW	Unit Cost for Water
UDA	Urban Development Authority
UFW	Unaccounted for Water
UPS	Urgent Power Supply
uPVC	Un-plasticized Polyvinyl Chloride
USA	United States of America
USD	United States Dollar
VFD	Variable-Frequency Drive
VGF	Viability Gap Funding
VSD	Variable Speed Drive
WACC	Weighted Average Cost of Capital
WB	World Bank
WC	Western Central
WHO	World Health Organization
WQM	Water Quality Management
WS	Western South
WSS	Water Supply System
WTP	Water Treatment Plant
WWTP	Wastewater Treatment Plant

第1章 調査概要

1.1 調査の背景

本調査の対象地域である西部州コロombo県及び隣接するカルタラ県では、機構の支援等を通じ、カル河水系の上水道施設が段階的に整備されてきているものの、都市化に伴う急激な人口増による水需要の増加に、上水道施設の整備が追い付いていない状況にあり、同地域では、2020年には水需要量と水供給量のギャップが100,000 m³/日以上に拡大することが予測されている。また同地域では、50年から100年間使用している既存送・配水管の老朽化により、無収水率が全国平均の31%を上回る40%となっており、給水効率が著しく低下している。対象地域では、増加する水需要を満たすべく、カル河水系の上水道施設の給水能力増強に加え、既存送・配水管の更新・修繕による給水効率の改善が喫緊の課題となっている。

これらの背景を踏まえ、都市化の進む西部州コロombo県及びカルタラ県において、既存のカル河水系上水道施設の拡張とともに、対象地域内でも無収水率の高いDehiwala、Moratuwa地区で送・配水管の更新・修繕等を行い、住民に安全かつ安定的な水の供給を図るべく、円借款「水セクター開発事業(Ⅲ)」(以下、「本事業」という。)が計画されている。本調査は、当該事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等について、我が国円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的として実施されている。

表 1.1.1 に本事業の概要を纏める。

表 1.1.1: 事業の概要

事業名	スリランカ国水セクター開発事業(Ⅲ)
目的	西部州コロombo県及びカルタラ県において、 1) カル河水系の上水道施設の拡張 2) Dehiwala、Moratuwa地区での既存送・配水管の更新・修繕等による無収水率の削減を行うことにより、安全かつ安定的な水の供給を図り、もって対象地域の生活環境の改善に寄与する。
概要	1) 上水道施設整備(取水場、浄水場、配水池、高架水槽、電気機械設備、送・配水管等) 2) 無収水対策のための既存送・配水管の更新・修繕等 3) コンサルティング・サービス(詳細設計、入札補助、施工監理等)
関係官庁・機関	1) 財務計画省(Ministry of Finance and Planning) 2) 国家上下水道省(Ministry of Water Supply and Drainage : MWSD)(以下、「MWSD」という。) 3) 国家上下水道公社(National Water Supply and Drainage Board : NWSDB)

出典: JICA 調査団

1.2 調査の目的と調査対象地域

1.2.1 調査の目的

水セクター開発事業(Ⅲ)について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施(調達・施工)方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

1.2.2 対象地域

西部州コロombo県、カルタラ県 (図 1.2.1 参照)

Administrative Boundaries of the Survey Area (Divisional Secretariat Divisions)

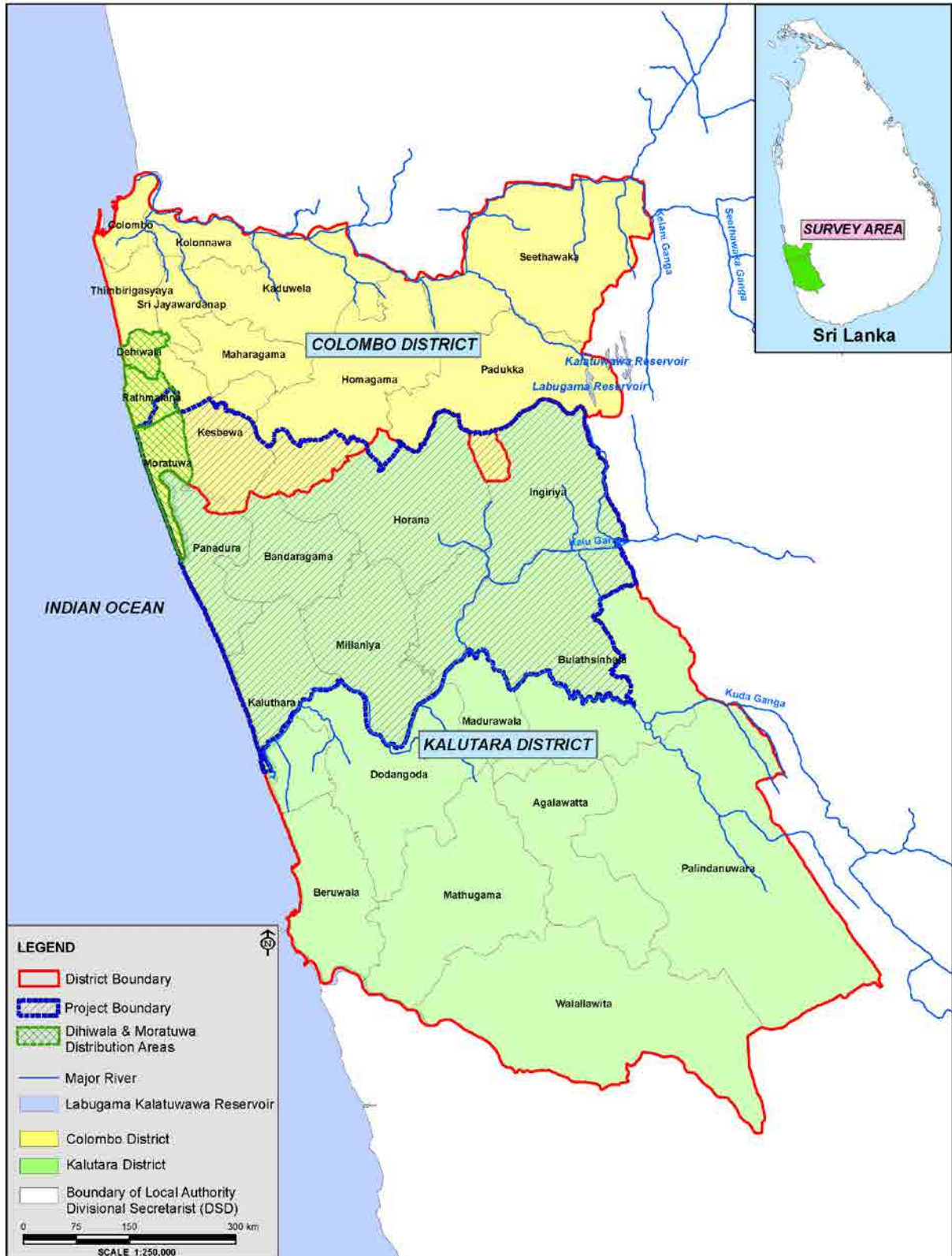


図 1.2.1: 対象地域

出典: JICA 調査団

1.3 調査の内容

以下に調査内容の概要を示す。

- (1) 既存資料のレビュー等を通じた背景の調査・確認
- (2) インセプション・レポートの作成
- (3) インセプション・レポートの説明・協議
- (4) スリランカの上水道セクター開発にかかる情報収集
- (5) 事業計画の確認
 - 1) 対象地域における水需要予測
 - 2) 計画給水区域の確認
 - 3) 取水・導水計画の確認
 - 4) カル河水系上水道施設整備の開発計画・事業スコープの確認
 - 5) Dehiwala、Moratuwa 地区での送・配水管の更新・修繕にかかる事業スコープの確認
- (6) 施設整備計画の確認
 - 1) カル河水系上水道整備における施設整備計画の確認・策定
 - 2) Dehiwala、Moratuwa 地区での送・配水管の更新・修繕にかかる施設整備計画の確認・策定
 - 3) 本邦技術の活用可能性の検討
 - 4) 概略設計の確認
 - 5) 施工計画の策定
- (7) ソフト面での支援の検討と提案
- (8) 事業費の算定
- (9) 事業実施スケジュールの策定
- (10) 支出計画の策定
- (11) 調達方法の提案
- (12) 事業実施体制の確認
- (13) 安全管理・品質管理の監督・確認能力の確認
- (14) 操業・運営／維持・管理体制の確認
- (15) 環境及び社会面の配慮の検討
- (16) 事業効果の分析
- (17) 気候変動対策緩和・適応可能性の確認
- (18) 他ドナーの支援動向及び連携可能性の検討
- (19) 事業実施・案件監理上の留意点の検討
- (20) 今後実施する上下水道事業の優先度確認
- (21) PPP 事業の実現可能性分析・将来方針の提案
- (22) インテリム・レポートの作成・協議
- (23) ドラフト・ファイナル・レポートの作成・協議
- (24) ファイナル・レポートの作成・提出

1.4 調査実施工程

図 1.4.1 に本調査の実施工程を示す。

年度 月	2014					2015			
	8月	9月	10月	11月	12月	1月.	2月.	3月.	4月.
現地調査		■	■	■	■			■	
国内作業		□		□			□		□
報告書提出		△ IC/R		△ IT/R			△ DF/R		△ F/R

図 1.4.1: 調査実施工程

IC/R: インセプション・レポート, IT/R: インテリム・レポート, DF/R: 最終報告書(案), F/R: 最終報告書
出典: JICA 調査団

1.5 インセプション・レポート、インテリム・レポート及びドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議

1.5.1 インセプション・レポートの説明・協議

作成したインセプション・レポートを財務計画省、MWSDB および NWSDB といった関係機関に提出し、2014年9月11日に開催されたインセプション協議の場で、基本方針、作業計画、実施体制等について説明を行い先方と協議した。また、NWSDB 側の便宜供与内容や C/P の配置、提供してほしい情報等について確認を行った。

インセプション協議等を通して、「本調査業務の成果が水セクター開発事業Ⅲの原案として審査検討資料として用いられるものの、必ずしもそのまま円借款事業として承認されるものではない」と繰り返し説明を行っている。

1.5.2 インテリム・レポートの説明・協議

第1回現地調査の結果をまとめたインテリム・レポートについて、2014年11月11日に NWSDB、JICA、名古屋ミッションおよび JST で協議を行った。その際、需要予測や浄水場計画等の調査結果等のこれまでの調査結果の確認・合意の他、本邦技術の活用、NWSDB および JICA から今までに出されたコメントについて確認された。

本邦技術の活用については、STEP 案件として適用する場合の利点や不利な点などが話し合われ、STEP としない場合でもそれが有利な場合は本邦技術を積極的に活用することが確認された。また、NWSDB より、水源調査、カル河に塩水遡上防止堰の建設、マハラガマ及び Dehiwala 配水池への非常時送水のアレンジを本プロジェクトに含めることの要望があった。また、本プロジェクト以外で、汚泥再利用の調査、Weliwita 浄水場建設、Greater Colombo 送水システムの非常用ループ化の調査及びプロジェクトに対する要望もあった。

1.5.3 ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議

第1回及び第2回現地調査の結果をまとめたドラフト・ファイナル・レポートについて、2015年3月12日に NWSDB、JICA および JST で協議を行った。主な協議内容は以下の通りである。

- **乾季における流量測定の必要性:** SLP-93 の剰余金を利用して流量測定を実施することの可能性について、NWSDB は JICA スリランカ事務所に早急に問い合わせをすることを表明した。

- **塩水遡上堰及びそのEIA調査:** 塩水遡上堰を本事業に組み入れることについての JICA の懸念、及び少なくとも Kalu 河の河川管理者との協議が必要であるとの旨の JICA のコメントを受けて、NWSDB は上記同様に SLP-93 の剰余金を利用して EIA 調査を実施可能かどうかの問い合わせを JICA スリランカ事務所に早急に問い合わせることを表明した。
- **土地収用に係るカットオフデートの設定について:** 土地所有者との交渉の段階にならないとカットオフデートの設定をすることは難しい旨コメントした。
- **STEP の活用について:** NWSDB は本件について協議を行うための内部委員会を既に設立し、その競技結果について JICA に通知する旨コメントした。本コメントを受け、JICA は(元々 STEP の活用についての提案をした) ERD とも協議をすべき旨 NWSDB にコメントした。
- **DF/R へのコメントについて:** NWSDB は DF/R に対するコメントを 2015 年 3 月 31 日までに調査団に伝えることとなった。

1.6 スリランカの上水道セクター開発に係る情報収集

NWSDB が貴機構へ提出した優先プロジェクトリストや 2016 年の投資計画 (Unstoppable Sri Lanka2020) 等入手し NWSDB に確認を行った。そこで、Kandana 浄水場の拡張と Dehiwala および Moratuwa 地区の NRW 削減本事業は、スリランカ側がドナーによる支援で実施する予定となっている上下水道事業のなかで最優先事業であることが確認された。

1.7 本邦技術の導入

インテリム・レポートおよびドラフト・ファイナル・レポートの説明協議会で通常ローンと比較して、STEP 適用の利点と不利な点について話し合った。コスト増を考えると本事業への STEP 適用は難しいと NWSDB 側よりのコメントがあった。しかし、今後、NWSDB の内部委員会が方針を決定し、ERD と協議することになる。図 1.4.1 に STEP 適用による有利な点と不利な点をまとめる。

表 1.7.1: STEP 適用による有利・不利

項目	通常のローン	STEP 適用時
調達条件	アンタイト	タイト
建設費	低め	高め
建設期間	信頼性が低め	信頼性が高い
機器等の品質	普通	信頼性が高い
金利	1.4%	0.1%
償還期間	25 years	40 years
うち据置期間	7 years	10 years
Total Repaid Cost (and NPV)	高め	低め

注: 色つきのカラムは有利な項目

また、STEP が適用されない場合でも本邦技術の活用について検討されることとなった。本邦技術の活用について、可能性のある項目として、P C タンク、推進工法、不断水工法、管路更生工法、浄水場内の排泥処理、自動検針、TESCO による NRW 削減技術、SCADA システム等が考えられた。このうち推進工法、管路更生工法、NRW 削減技術は本件で適応が難しいことが判った。採用の可能性のある項目について、技術の内容、メリットおよび日本企業の強みを以下に整理する。

表 1.7.2: 本邦技術活用の可能性のある事項

技術名	技術の内容	メリット	日本企業の強み
<u>PCタンク</u>	1) ドーム工法による天版組立 2) 側壁底部固定工法	1) 内部防蝕のメンテが不要となる 2) 漏水リスクの高い側壁底部からの漏水を防止できる	1) 十分な経験による信頼性 2) 緻密な工程管理により工事遅延の防止 3) 細心の安全管理による安全性の確保 4) 十分な品質管理による、高品質な工事と成果
<u>不断水工法</u>	1) 不断水工法	1) 既設管への新規管の接続・切換え時に通水中断を必要がない	1) 大口径での十分な経験による信頼性 2) 業者に起因する工事遅延の防止 3) 細心の安全管理による安全性の確保 4) 十分な品質管理による、高品質な工事と成果
<u>③ 浄水場内の汚泥処理</u>	1) フィルタープレス機械脱水、長時間型	1) 薬中不要なため発がんリスクを抑制できる 2) 高効率な脱水性により汚泥処分コストを低減できる	1) 省エネルギーかつ高効率な脱水機及び脱水システムが開発されている。 2) 十分な経験があり信頼性が高い 3) 仕様を満たさない機材持ち込みによる工事遅延の可能性が低い 4) 細心の安全管理による安全性の確保 5) 十分な品質管理による高品質な設備および信頼性のあるアフターサービス
<u>SCADA システム</u>	1) 浄水場内処理監視制御システム 2) 広域送水監視制御システム 3) 配水システム監視制御システム	1) 浄水処理の監視制御と遠方送配水システムの監視制御が可能、また一部制御の自動化も可能	1) 十分な経験と研究の蓄積により、かゆいところに手が届くシステムの構築が可能 2) 将来的には、ビッグデータを活用した予測システムの活用により事故等の事前予測も可能 3) 将来的には緻密な工程管理により工事遅延の防止にも適用可能 4) 十分な品質管理による、高品質な工事と成果、アフターサービスが期待できる。

出典: JICA 調査団

PCタンクについては Moratuwa、Kesbewa、Delkada および Kohwala の 4 配水池で建設する計画とした。ただし、本邦技術を活用するかどうかは現時点では不明である。また、ポンプ等本邦技術の優位性が認められている機器について、仕様で制限をかけて日本調達とする可能性等について今後協議を進めてゆくことが必要となる。

数値で定量的にその優位性を示すことは難しいが、定性的な優位性として、例えば、ポンプでは「すり合わせ技術」等により長寿命化（長期的な高効率）が期待でき、また万全なアフターサービスのネットワーク整備によりメンテナンスサービスが受けられる体制を確立していることが日本の売りとなっている。数値では表せないこの利点が、NWSDB の現場では高く評価されている。

1.8 本邦水道事業者の知見の活用

2014年12月8日～17日にかけて実施した。その際の NWSDB 側からの主な要望は以下の通りであった。

1) ADB 援助で新たに建設予定のトレーニングセンターへの支援：

設備・機器の供与、漏水調査ヤード等の設計助言、トレーニングカリキュラム作成、訓練実施者(教官)の訓練、給水管接続等の資格制度導入の支援)等の要望があった。

2) Dehowala 及び Moratuwa 地区の NRW 削減活動の支援：

管路更新・更生および DMA 作成後の NRW 削減・管理の支援を行うことにより、この地区をモデル地区とする。支援内容については、NRW の更なる低減・維持、優先活動の見つけ方、管路等資産管理、PR 活動等の要望があった。

第2章 上水道システムの現況

2.1 上水道システムの概要

調査対象地域であるコロンボ県及びカルタラ県には表 2.1.1 に示すように様々な既存浄水場が稼働している。本調査で対象となるのは Kandana 浄水場であり、既存の運転能力は 60,000 m³/日となっているが、現在 Phase I Stage 2 としてさらに運転能力 60,000 m³/日の施設が増設中であり、2015 年中の運転開始を目指している。

表 2.1.1: 既存浄水場の概要

Regional Support Center (RSC)	浄水場	建設年	設計容量 (m ³ /day)	2011 年度運転実績 (平均 m ³ /day)	
Western Central	Labugama	1882	59,100	44,340	
	Kalatuwawa	1953	91,000	83,040	
	Ambatale (Stage I) (Stage II) (Stage III) (Stage IV) (Stage V)		1966	91,000	N/A
			1978	60,000	N/A
			1986	122,000	N/A
			1994	182,000	N/A
			2009	45,000	N/A
		Total	500,000	Total 547,700	
	Chiko (修繕中)	1962 (2012)	13,500	0	
	Kosgama	2005	2,750	2,200	
Penrithwatta	2000	3,000	2,550		
Kotabodawatta (塩素注入のみ)	1998	3,800	1,250		
	Sub-Total		673,150	681,080	
Western South	Kethhena (Stage I) (Stage II)	1986	26,300	N/A	
		2000	30,500	N/A	
		Total	56,800	Total 32,880	
	Kandana (Phase I - Stage I)	2006	60,000	58,740	
	Ingiriya (塩素注入のみ)	1994	675	650	
Mathugama		200	120		
	Sub-Total		117,675	92,390	
	Total		790,825	77,3470	

出典: MPU/2013

表 2.1.2 及び図 2.1.1 に既存の浄水場別給水システムの概要を示す。

表 2.1.2: 既存浄水場別給水システムの概要

No.	浄水場システム	給水システムの概要
1	Labugama	Labugama 浄水場はスリランカで最も古い浄水場で 1882 年に建設されてから実に 130 年以上も改良を繰り返しながら運転を続けている。浄水能力は 59,000 m ³ /日であるが、取水源である Labugama 貯水池の近年の貯水量不足等により、2011 年度の運転実績は平均 44,300 m ³ /日に留まっている。Labugama 浄水場から末端給水地域のコロombo市までコロombo県の北側の約 45 km を自然流下で給水を行っており、給水地域はコロombo市とその周辺地域を中心とし、コロombo市に至る管路ルート上の一部の地域にも給水を行っている。これらの給水地域の一部は Kalatuwawa 浄水場や Ambatale 浄水場からも同時に給水を行っており、複雑な給水システムとなっており、NWSDB も正確な給水状況を把握できていない。将来的にはコロomboへの給水は Ambatale 浄水場に移行させ、コロombo県中部以西の既存給水エリアを新規 Weliwita システムへと移行させ、Labugama システムの給水地域はコロombo県東部の比較的標高の高い地域とする計画が MPU/2013 により提案されている。
2	Kalatuwawa	Kalatuwawa 浄水場はスリランカで二番目に古い浄水場で、91,000 m ³ /日の浄水能力のうち、2011 年度の運転実績は 83,000 m ³ /日となっており、コロombo市への給水を主な給水先とし、Labugama システムをサポートする形で、Labugama システムの送水管路に沿って配水を行う系統と、コロombo県の南側を通りコロombo市に至る管路ルート上の主要地域で給水を行う系統とに分かれている。取水源は Kalatuwawa 貯水池である。このシステムも Labugama システムや Ambatale システムと混在しており、正確な給水状況を把握できていない。将来的にはコロomboへの給水は Ambatale 浄水場に移行させ、コロombo県中部以西の既存給水エリアを新規 Weliwita システムへと移行させ、Kalatuwawa システムの給水地域はコロombo県東部の比較的標高の高い地域とする計画が MPU/2013 により提案されている。
3	Ambatale	Ambatale 浄水場はスリランカで最も大きな浄水場で 1966 年の運転開始以来、増設や改良を加えながら現在約 500,000 m ³ /日の処理容量となっている。2011 年の運転実績は 547,000 m ³ /日となっており、昨今の水需要増加に対応するため約 10%の過負荷運転を行っている。現在、コロombo市とその周辺地区への給水を行っているが、将来はコロombo市のみへの給水でその給水能力のすべてを費やすことになる。昨今の水需要に対応するため、2012 年に運転を開始した Gampaha 県に建設された 180,000 m ³ /日 Kelani Right Bank (KRB) 浄水場により、元来給水を行ってきた Colombo Towns North 地域への給水を任せている。また、コロombo市周辺への給水を賄うため、処理能力 180,000 m ³ /日の Weliwita 浄水場と給水システムへの早急な建設と移行が MPU/2013 にて提案されており、現在進行中である。将来もコロombo市への給水の主たる役割を担う浄水場であるが、浄水場拡張用地の不足、水源である Kelani 川の水量不足や水質悪化などの問題を抱えており、早急な手当てが必要である。
4	Kosgama	Kosgama 浄水場はコロombo県北側の一部地域への給水に特化しており、軍施設の中に建設されている。2,750 m ³ /日の処理能力のうち 2011 年度実績で、1,100 m ³ /日の給水を行っている。取水源は Kelani 川である。将来的にもこの地域の給水を単独で行う計画が MPU/2013 にて提案されている。
5	Kotabodawatta Sump	Kotabodawatta システムは Kelani 川系の Kotabodawatta 川から取水を行い、塩素注入のみで 2011 年実績で 3,800 m ³ /日を Penrithwatta 浄水場システムと共に Avissawella 地域へ配水しているが、取水上流側での違法な宝石採掘等による水質悪化の問題に苦んでおり、浄水施設の建設が NWSDB の Avissawella 地域担当者レベルで提案されており、MPU/2013 でもこの計画を支持している。
6	Penrithwatta	Penrithwatta 浄水場は 3,000 m ³ /日であるが、2011 年実績で約 1,000 m ³ /日の給水を行っている。主な給水先は Avissawella 地域であり、今後もこの地域の給水を Kotabodawatta システムと共に支えていく片翼となる。取水源は Kelani 川系の Kotabodawatta 川から取水を行っており、取水施設は下記 Kotabodawatta 取水地点と近接しており、Kotabodawatta と同様取水上流側での違法な宝石採掘等による水質悪化の問題に苦しんでいる。
7	Kethhena	Kethhena 浄水場は 1986 年に運転を開始して以来、Kaltra 県沿岸部の人口集中地区への配水を担ってきた重要な浄水場であり、56,800 m ³ /日の処理能力を有しているが、取水源である、Kelani 川での塩水遡上問題や送水システムの能力不足等により 2011 年度実績で約 33,000 m ³ /日の給水しか行われていない。NWSDB は取水の問題を解決しようと、塩水遡上堰の建設や、代替取水・導水施設の建設を計画しているがそのどちらも進捗が思わしくない。今後も Kalutara 県の Kelani 川以南地域へと給水を行う主たる浄水システムであるが、今後増え続けるであろう水需要へと対応するために、取水の問題、処理能力増設の必要性、送・配水システムの改善や増強等、解決すべき問題が山積している。

No.	浄水場システム	給水システムの概要
8	Kandana	Kandana 浄水場は Kelani 川を取水源とし、Phase I Stage 1 として 2006 年に処理能力 60,000 m ³ /日が建設され、給水システムは Kalutara 県の Kelani 川以北の地域へと給水する非常に重要な役割を担っている。昨今の水需要増加に対応するため、現在約 125% の過負荷運転を行っているが、常時過負荷運転を行っているため、運転維持管理に支障が出てきている。現在 Phase I Stage 2 として更に 60,000 m ³ /日の施設と給水システムの増設が建設中であり、2015 年の運転開始を目指している。しかしながら、Kalatuwawa システムや Ambatale システム、及び Kethhena システムの能力不足により、現在これらのシステムで給水している地域の一部である、Homagama や Kesbewa 地域を Kandana システムで給水する計画となっていることに加え、主要給水先である、沿岸部に位置する Moratuwa、Panadura、Kalutara 地域及び内陸部の人口集中地域である Bandaragama 及び Horana 地域での水需要が大きく、Phase I stage 2 による増設後も増加し続けてきた水需要に対して、システムの能力は不十分であると予測されており、早急な増設が必要である。また、今後の増設において、水源である、Kelani 川の取水可能量不足が予測されており、手遅れになる前に代替水源の確保、緊急時の代替取水システムや演奏遡上防止堰の建設による必要河川維持水量の低減の検討を開始するべきである。
9	Ingiriya	Ingiriya システムは、現在 Nampbapana で溪流から小規模な堰により取水を行い塩素注入のみできわめて限られた地域へ給水を行っている。MPU/2013 によると、この水系には 96,000 m ³ /日を取水できる潜在的な能力を秘めており、小規模ダムと浄水処理施設の建設及び自然流下によるシステムが提案されたが、実施に向けた動きはなく、逆にこの地域への Kandana 浄水場からの給水が計画されている。将来の Kelani 川の取水可能水量減少に対応するため、Ingiriya 水系での代替水源確保を行い、自然流下により Kandana 浄水場システムの負担を軽減させることが可能ならば、非常に有効な対策であると考えられる。Kandana 浄水場システムの代替水源として以外にも、その潜在的な水量と自然流下給水の利を生かして、Kalatuwawa システムや Weliwita システムを支えるコロombo 県への給水も非常に有用な選択肢の一つとして考えらえる。
10	Mathugama	Mathugama 浄水場は非常に小規模な施設で、現在水源水量不足によりほとんど運転されていない。MPU/2013 ではこの地域は Kethhena 浄水場システムで給水されるため、この施設は将来必要ではないと判断されている。

Note: 浄水量等については MPU/2013 を引用した。

出典: ICA 調査団

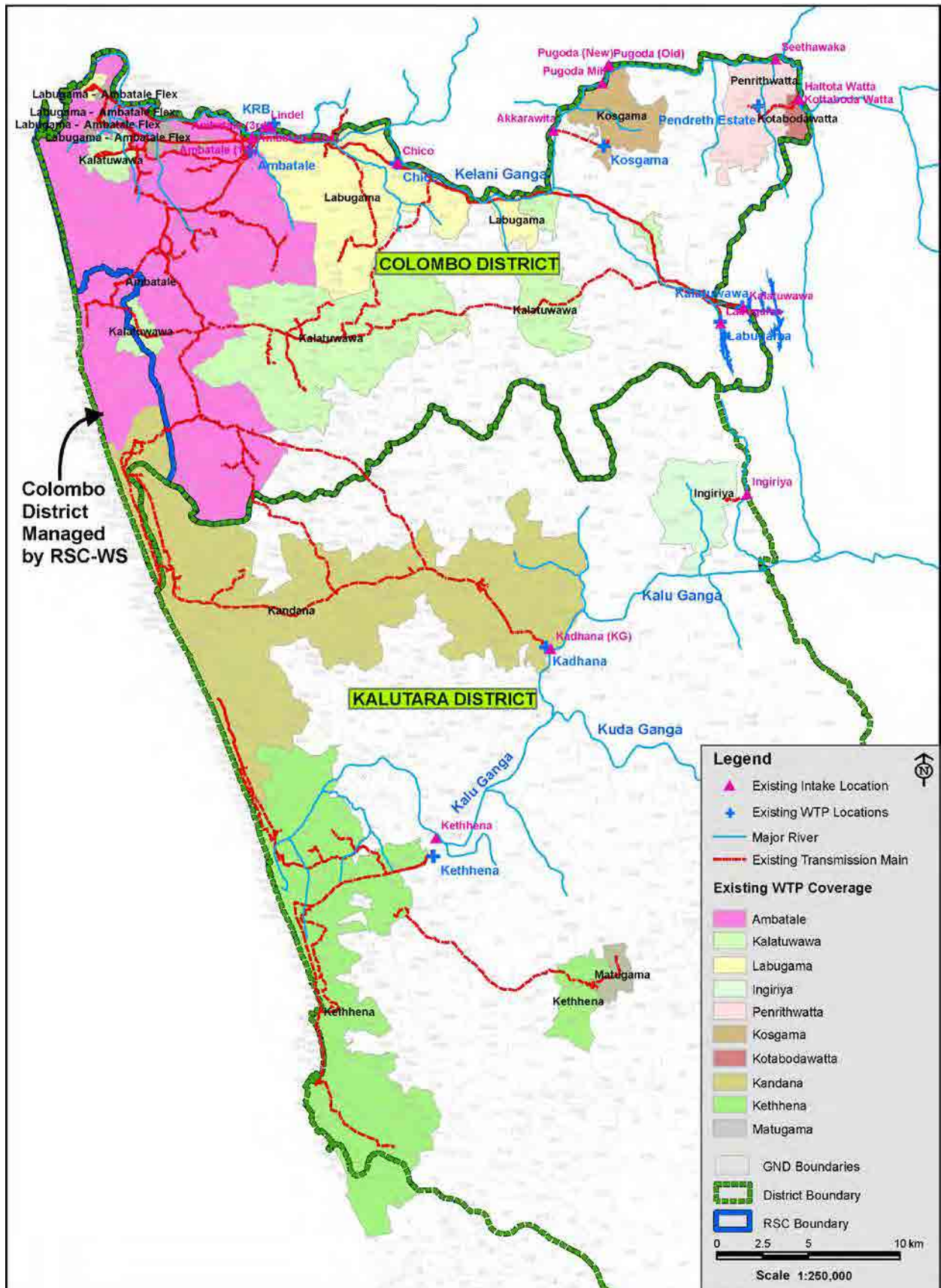


図 2.1.1: 既存浄水場及びその給水地域

RSC: Regional Support Center

出典: MPU/2013、JICA 調査団加筆

2.2 Kalu Ganga 給水システムの現況

既存の Kalu Ganga 給水地域 (Phase I Stage 1) の概要を表 2.2.1 及び図 2.2.1 に示す。

表 2.2.1: 既存給水地域

Regional Support Center	Chief Engineer / Manager	Area Engineer (AE)	Officer In Charge (OIC)	Scheme
Western South	Towns South of Colombo (TSC)	Moratuwa	Moratuwa	Moratuwa
	Panadura / Horana	Panadura	Paadura	Panadura
				Panadura East
				Keselawatta
	Bandaragama	Bandaragama	Bandaragama	Bandaragama
				Horana
Kalutara	Kalutara	Wadduwa / Waskaduwa	Wadduwa	

出典: Feasibility Study Report on Kalu Ganga Water Supply Project - Phase II (July-2014, P&D Section, NWSDB)



図 2.2.1: 既存給水地域 (Phase I Stage 1)

出典: MPU/2013、JICA 調査団加筆

図 2.2.2 に既存と進行中の給水システムの概要を示す。

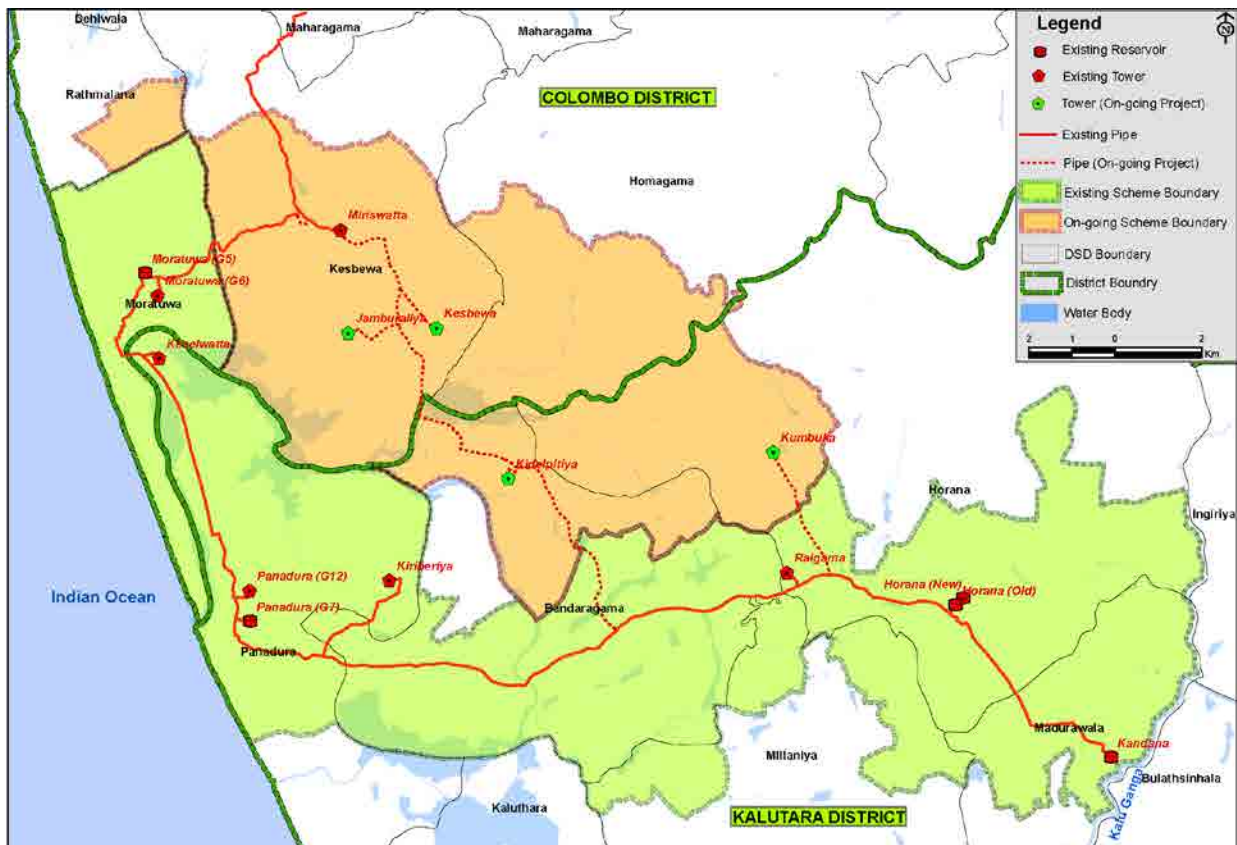


図 2.2.2: Kalu Ganga 給水システム Phase I (Stage 1 及び Stage 2) の給水地域

出典: KGFSII 及び JICA 調査団

また、現在の給水状況の概要は以下のとおりである。

- 給水時間: 基本的に 24 時間
- 給水水質: 苦情なし
- 水圧: おおむね満足
- 無収水: 約 20%

2.3 Dehiwala 及び Moratuwa 地区における水道施設の現況

2.3.1 Dehiwala 及び Moratuwa 地区の概要

想定される円借款事業の下で実施される無収水削減事業コンポーネントの対象地区は、Dehiwala 及び Moratuwa 地区である。図 2.3.1 に Dehiwala 及び Moratuwa 地区及びカル河水系上水道整備 PhaseII (KGWSS II) 対象地区との位置関係を示す。

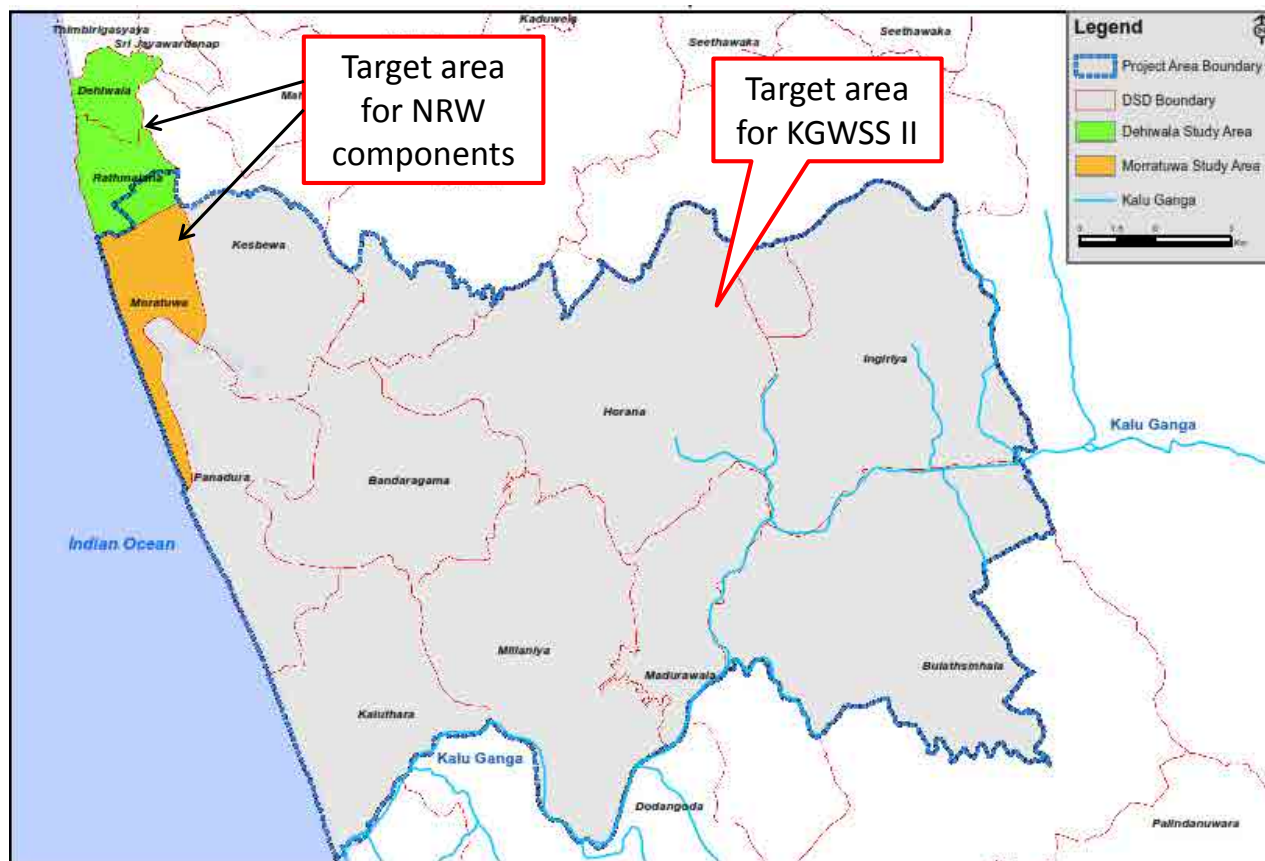


図 2.3.1: Dehiwala 及び Moratuwa 地区及び KGWSSII 対象地区位置図

出典: JICA 調査団

Dehiwala 地区の概要

Dehiwala 地区はコロンボ市役所 (CMC) 管轄地域に隣接しており、Greater Colombo 圏に含まれるエリアである。Dehiwala 地区は Mount Lavinia ビーチにまで広がっている。面積は約 18 sq. km で、家屋数は 55,000 件程度である。当該地区は Dehiwala/Mount Lavinia 市役所 (DLMC) の管轄となっており、さらに 2 つの DSD と呼ばれる行政区画に分割される (Dehiwala DSD 及び Ratmalana DSD)。この 2 つの DSD はさらに 28 の GN と呼ばれる小区画に分割される。

Moratuwa 地区の概要

Moratuwa 地区は東部及び南部境界が Bolgoda 湖に面しており、Dehiwala/Mount Lavinia 地区と北部の境界を共有する形で隣接している。面積は約 22 sq. km であり、家屋数は 50,000 件程度である。Moratuwa 地区も Dehiwala 地区同様に Greater Colombo 圏内であり、Moratuwa Urban Council 及び Moratuwa DSD の管轄区域となっている。Moratuwa DSD はさらに 42 の GN に分割される。

2.3.2 Dehiwala 及び Moratuwa 地区における現況の水道システム

Dehiwala 及び Moratuwa 地区の水道施設は 2 名の Area Engineer (AE) により管轄されている。表 2.3.1

に AE (Dehiwala)管轄区域及び AE (Moratuwa)管轄区域の水道サービスに関する主要データを示す。

表 2.3.1: AE (Dehiwala)及び AE (Moratuwa)の各管轄区域における水道の概要

Condition	AE Area (Dehiwala)	AE Area (Moratuwa)	Dehiwala & Moratuwa	Entire RSC (WS)	Remarks
Population served	208,000	180,000	388,000	N/A	As of Jan/2013, Pre-F/S
No. of connection	54,826	44,088	98,914	203,452	As of Aug/2014, NRW Monitoring
Total distributed amount (m ³ /month)	N/A	N/A	3,215,400	5,463,600	Report (RSC-WS, Aug/2014)
Total consumption (m ³ /month)	Non-priority	1.14 million	0.77 million	2,193,000	
	Priority	0.19 million	0.10 million		
NRW (m ³ /month)	N/A	N/A	1,022,400	1,505,677	
NRW (%)	N/A	N/A	31.80%	27.56%	

出典: NWSDB

AE 管轄区域は OIC の統括の下、さらに複数の Zone Officer 管轄区域に分割される。

第3章 既存の計画及び調査

NWSDB により、西部州三県（コロンボ県及びカルタラ県）を対象とし、2040 年を対象計画年次とした水道整備基本計画が 2011-2013 年にかけて実施され（MPU/2013）、Kalu Ganga Water Supply Project Phase II Stage 1 及び Dehiwala 及び Moratuwa 地域における無収水削減は実施すべき優先度の高いプロジェクトとして挙げられている。同時に Dehiwara 及び Moratuwa の無収水削減プロジェクトを対象とした実現可能性調査（F/S）も実施された。

その後、NWSDB は上記基本計画を基に、独自に Kalu Ganga 給水システムに関する F/S を（2014 年 7 月の報告書が最新）実施している。

3.1 西部州首都圏上水道基本計画 (2013)

MPU/2013 で提案された KGWSPII における主要施設の概要を以下に示す。

(1) 浄水場

Kandana 浄水場の段階的建設計画を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1: Kandana 浄水場の段階的建設計画

施設	Phase I		Phase II		Phase III	
	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2
	Existing	2020	2025	2030	2035	2040
取水及び導水システム	126,000	-	126,000	-	84,000	-
浄水場	60,000	60,000	120,000	40,000	40,000	40,000
取水及び導水システム能力の合計	126,000	126,000	252,000	252,000	378,000	378,000
浄水場処理能力の合計	60,000	120,000	240,000	280,000	320,000	360,000

出典: MPU/2013

(2) 送水システム

KGWSSII で計画された送水管及び送水ポンプを表 3.1.2 及び表 3.1.3 に示す。

表 3.1.2: 送水管

Phase II	管路		管種	口径 (mm)	距離 (m)
Stage 1	1.	New Kandana P2 WTP to Ex. Horana High-level GR	DI	900	5,450
	2.	New Kesbewa GR to Ex. Jamburaliya Tower	DI	500	2,450
	3.	New Kesbewa GR to Ex. 450 mm DI Transmission main to Ex. Kesbewa Tower	DI	400	600
	4.	New Kesbewa GR to Ex. Miriswatta Tower	DI	700	1,400
	5.	New Kandana P2 WTP to New Bamunumulla GR	DI	1,200	13,500
	6.	New Bamunumulla GR to Bandaragama junction and connected to the Ex. 800mm DI Transmission main	DI	1,000	4,800
	7.	New Keselwatta GR from the Ex. 800 mm DI Transmission main	HDPE	400	500
	8.	New Moratuwa GR to Ex. 800 mm DI Transmission Main at Keselwatta (operated in parallel with the Ex. 450 mm DI line)	DI	600	3,000
				総延長	31,700

Source: MPU/2013、JICA 調査団加筆

表 3.1.3: 送水ポンプ

Phase II	送水ポンプ場		送水先	容量 (m ³ /hour)	揚程 (m)
Stage 1	1.	New Kadana P2 WTP	New Bamunumulla GR	6,080	70
	2.	New Kadana P2 WTP	New Bandaragama South Optional Reservoir (Alt)	765	52
	3.	New Kadana P2 WTP	Horana New GR	1,576	62
	4.	Ex. Kandana P1 WTP	New Kesbewa GR	3,447	44
	5.	New Kesbewa GR	Moratuwa GR	1,835	14
	6.	New Kesbewa GR	Kesbewa Tower	353	23
	7.	New Kesbewa GR	Jamburaliya Tower	526	31
	8.	New Kesbewa GR	Miriswatta Tower	1,364	41
	9.	Moratuwa GR	Moratuwa Tower	784	45
	10.	New Keselwatta GR	Keselwatta Tower	682	35

Source: MPU/2013

(3) 配水池及び配水システム

KGWSSII で計画された配水池、配水主管及び配水ポンプを表 3.1.4、表 3.1.5 及び表 3.1.6 に示す。

表 3.1.4: 配水池

Phase II	配水池		種別	有効容量 (m ³)
Stage 1	1.	Moratuwa	Ground Reservoir	10,000
	2.	Kesbewa	Ground Reservoir	10,000
	3.	Bamunumulla	Ground Reservoir	15,000
	4.	Keselwatta	Ground Reservoir	2,500
	合計			37,500

Source: MPU/2013、JICA 調査団加筆

表 3.1.5: 配水主管

配水主管		距離(m)	
管種	口径 (mm)	Stage 1	Stage 2
DI	400	22,688	84
	500	11,510	1,443
	600	11,478	1,862
	700	4,941	
	800	5,765	
	900	4,210	
	1000	4,623	
	小計	65,215	3,389
PE	160	3,562	2,612
	225	21,677	
	280	817	
	315	11,691	
	400	13,577	
	小計	51,324	2,612
合計		116,539	6,001
➤ New Secondary, Tertiary and Service Pipes (LS)			
➤ Replacement of Existing Pipes (LS)			

Source: MPU/2013

表 3.1.6: 配水ポンプ

Phase II	配水ポンプ場		配水地域	容量 (m ³ /hour)	揚程 (m)
Stage 1	1.	Kandana P2 GR	Horana South Distributon	637	46
	2.	Kandana P2 GR	Bandaragama South (Alt)	1,124	43

Source: MPU/2013

3.2 Kalu Ganga 給水システム Phase II に係る実現可能性調査 (2014)

MPU/2013 での提案に基づき NWSDB は Kalu Ganga 給水システム Phase II に係る実現可能性調査 (KGWSSII) についての F/S を 2014 年に実施した。いかにこの KGFSII における計画施設の概要を示す。

(4) 浄水場

KGFSII で提案された Kandana 浄水場の段階的建設計画を表 3.2.1 に示す。

表 3.2.1: Kandana 浄水場の段階的建設計画

施設	Phase I		Phase II 2020	Phase III 2030
	Stage 1 Existing	Stage 2 2015		
	取水及び導水システム	126,000	-	105,250
浄水場	60,000	60,000	100,000	100,000
取水及び導水システム能力の合計	126,000	126,000	231,250	336,500
浄水場処理能力の合計	60,000	120,000	220,000	320,000

出典: KGFSII

(5) 送水システム

KGFSII で提案された送水管及び送水ポンプを表 3.2.2 及び表 3.2.3 に示す。

表 3.2.2: 送水管

送水管路		管種	口径 (mm)	距離 (m)
1.	Kandana WTP – Delkada GR	DI	1,200	14,000
2.	Delkada GR – Existing Bandaragama Transmission Pipeline	DI	1,000	5,000
3.	Delkada GR – Waddurwa Tower	DI	700	10,500
4.	Battagoda Transmision Pipeline – Battagoda Tower	DI	400	3,000
			合計	32,500

Source: KGFSII、JICA 調査団加筆

表 3.2.3: 送水ポンプ

送水ポンプ場	場所	送水先	容量 (m ³ /min)	揚程 (m)
1.	Kandana	Kandana WTP Delkada GR	N/A	N/A
2.	Delkada	Delkada GR Waskaduwa Tower	N/A	N/A

Source: KGFSII

(6) 配水池及び配水システム

KGFSII で提案された配水池及び配水管を表 3.2.4 及び表 3.2.5 に示す。

表 3.2.4: 配水池

配水池	種別	有効容量 (m ³)
1. Delkada	Ground Reservoir	25,000
2. Battagoda	Tower	1,500
合計		26,500

Source: KGFSII、JICA 調査団加筆

表 3.2.5: 配水管

配水管路		管種	口径 (mm)	距離 (m)
1.	Distribution Improvement / Reinforcecent	-	-	4,00,000

Source: KGFSII

第4章 水需要及び段階的整備計画

4.1 Kalu Ganga 給水システムの給水地域の見直し

MPU/2013 では Ingiriya 及び Bulathsinhara 地域は別システムとして開発することを提案していたが、KGFSII ではこれらの地域も別プロジェクトではあるものの、Kandana 浄水場からの給水地域に含めることとしていた。

また KGFSII では Moratuwa 地域の一部を給水地域に取り込まない計画としている一方、コロombo県南部の一部地域を計画給水地域に含むこととしていた。

MPU/2013 と KGFSII の両計画にはこのような差異があった。そこで、コロombo県全体の水需要バランス、給水に必要なエネルギー等を考慮し、また、コロombo南部の一部地域とカルタラ県北部の一部地域は KGWSS、既存の Kalatuwawa と Ambatake システムおよび将来計画されている Weliwita システムのうち、どのシステムからの給水が当該地域へのアクセスや地形的に有利か等を確認し NWSDB と検討・協議を繰り返した。その結果、図 4.1.1 のように給水地域を見直すこととなった。

この際、Ratumarana DSD に追加された 1GN へ KGWSS から給水を行うことと、他のシステム（アンバタレ系統）から給水することのどちらが有利かについて、維持管理費、水需給バランス、配水管区画整備状況等を考慮して検討を行った。維持管理費の観点から必要なポンプ揚程を比較したが両者にほとんど差はなかった。NWSDB と協議を重ねた結果、KGWSS から給水し、非常時には他システムよりも給水が可能なシステムとすることとなった。

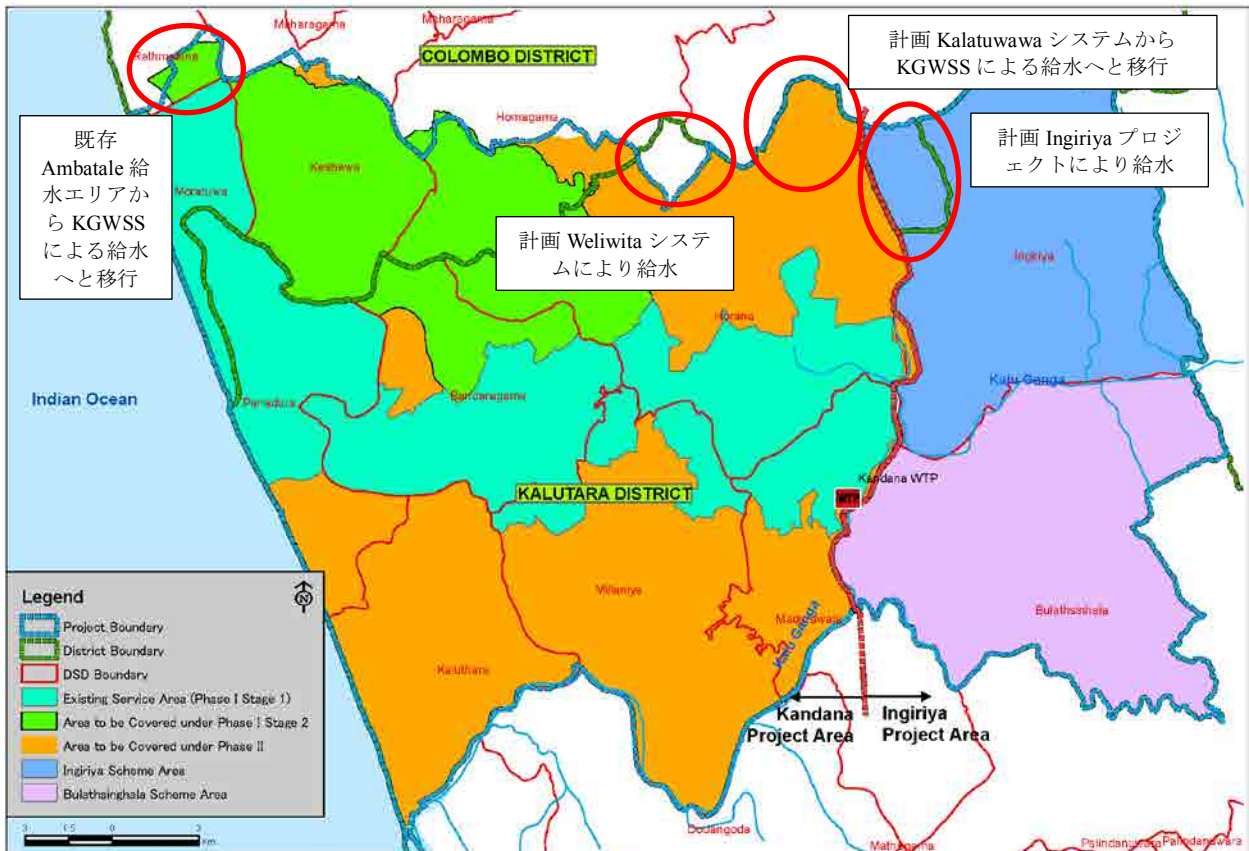


図 4.1.1: 見直した計画給水地域

Source: JICA 調査団

4.2 水需要予測の見直し

MPU/2013 及び KGFSII の需要予測を精査・見直し、MPU/2013 以降の状況変化や新たなデータの確認・調査し、NWSDB と協議を重ねて需要予測の基本となる以下の項目の見直しを行った。

- a) 給水人口及び給水サービスレベル
- b) 家庭用給水原単位及び非家庭用給水量
- c) 特別水需要
- d) 無収水量
- e) 季節変動

特に、NWSDB からの強い要請により、KGFSII にあるとおり Ingiriya プロジェクトへ Kandana WTP からの給水するものとして需要予測を見直した。また、人口予測の基本データとなる人口データに Census2012 の最終版を適用した。その他、農村部における生活用給水原単位や家庭用水以外の水需要の割合等が見直された。

各項目における MPU/2013 との比較の概要を以下に示す。

- a) 給水人口及び給水サービスレベル

人口予測の基となるデータについて、表 4.2.1 に示すように最終版の Census2012 を適用した。

表 4.2.1: 見表 4.2.1 直した 2012 年の人口 (人)

District	DS Division	Census 2012	Draft Census 2012 (MPU/2013)	Balance
Colombo	Homagama	236,179	236,201	-22
	Padukka	65,167	65,135	32
	Kesbewa	244,067	243,842	225
	Moratuwa	167,160	167,255	-95
	Ratmalana	95,011	95,162	-151
	Total	807,584	807,595	-11
Kalutala	Bandaragama	108,889	108,889	0
	Bulathsinhala	64,635	64,309	326
	Horana	112,441	112,815	-374
	Ingiriya	53,645	53,645	0
	Kalutara	159,225	159,225	0
	Madurawala	34,245	34,245	0
	Millaniya	52,078	52,078	0
	Panadura	181,724	181,730	-6
	Total	766,882	766,936	-54

出典: MPU/2013

人口増加率を見直した結果、表 4.2.2 に示す MPU/2013 の推計値は妥当なもので判断した。

表 4.2.2: 人口増加率

District	Council & Pradeshiya Sabhas		Projected Population Growth Rate (%)					
			2012 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030	2030 - 2035	2035 - 2040
Colombo	Municipal Councils	Dehiwala - Mt. Lavinia	1.28%	1.28%	1.12%	1.12%	0.98%	0.98%
		Moratuwa	1.20%	1.20%	1.04%	1.04%	0.91%	0.91%
	Urban Councils	Maharagama	1.63%	1.63%	1.42%	1.42%	1.24%	1.24%
		Kesbewa	1.63%	1.63%	1.42%	1.42%	1.24%	1.24%
	Pradeshiya Sabha	Seethawaka	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%	1.85%
		Homagama	2.43%	2.43%	2.10%	2.10%	1.81%	1.81%
Kalutara	Urban Councils	Kalutara	1.27%	1.27%	1.16%	1.16%	1.06%	1.06%
		Panadura	2.23%	2.23%	2.02%	2.02%	1.83%	1.83%
		Horana	1.63%	1.63%	1.48%	1.48%	1.34%	1.34%
	Pradeshiya Sabha	Kalutara	1.23%	1.23%	1.12%	1.12%	1.02%	1.02%
		Panadura	2.23%	2.23%	2.02%	2.02%	1.83%	1.83%
		Bandaragama	2.17%	2.17%	1.97%	1.97%	1.79%	1.79%
		Horana	1.63%	1.63%	1.48%	1.48%	1.34%	1.34%
		Bulathsinhala	1.38%	1.38%	1.25%	1.25%	1.14%	1.14%
		Maduruwela	1.43%	1.43%	1.30%	1.30%	1.18%	1.18%

出典: JICA 調査団

表 4.2.3 に示す MPU/2013 の計画普及率については、NWSDB の目標を基に設定している MPU/2013 の目標値は妥当なものであると判断した。

表 4.2.3: 計画普及率 (%)

RSC	Service Provider	Year						
		2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Western Central	NWSDB	74	81	92	94	96	99	100
	CBOs	4	2	0	0	0	0	0
	Total	78	83	92	94	96	99	100
Western South	NWSDB	26	36	51	67	78	90	94
	CBOs	4	3	3	2	2	2	2
	Total	30	39	54	69	70	92	96

*CBO: Community Based Organizations

出典: MPU/2013

以上の見直し結果に基づいた、調査対象地域内の推計将来人口及び計画給水人口を表 4.2.6 に示す。

b) 家庭用給水原単位及び非家庭用給水量

家庭用給水原単位を見直した結果、表 4.2.7 に示すように新規開発地域の農村部における給水原単位について NWSDB の指針に基づいて MPU/2013 の計画値である 100-120 lpcd を 120-140 lpcd として見直すとともに、NWSDB との協議に基づき既存給水地域内の農村部においての MPU/2013 の計画値を低めに見直すこととした。

一方、水需要全体における非家庭用給水量の割合については、MPU/2013 では新規開発地域にも表 4.2.8 に示すような既存の給水区域から推計した割合を適用していたが、NWSDB との協議に基づき新規開発地域では 15% として見直しを行った。また、Dehiwala 地域の水需要増加率を多少見直した。

c) 特別水需要

NWSDB による接続先の分類は大きく分けて家庭用 (Domestic) と非家庭用 (Non-domestic) 及び優先顧客 (Priority Customer) に分けられるが、このうちの優先顧客の水需要に加え大口需要者として将来開発が計画されているプロジェクトや施設などの水需要を総じて Special Water Demand としている。なお、優先顧客からの料金収入が NWSDB の料金収入全体の約半数を占めており、優先顧客からの料金を高く設定することで一般需要者の料金を安く設定している。

この特別水需要については、NWSDB に確認した結果、MPU/2013 からの変更は無いということであるので、表 4.2.4 に示す MPU/2013 の計画値は妥当なものであると判断した。

表 4.2.4: 計画特別水需要

Local Authority	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Dehiwala MC							14,884
Kaduwela MC	2,269	4,168	4,626	4,838	5,059	5,279	5,501
Bandaragama PS	9	14	16	17	38	41	43
Boralesgamuwa UC	1,099	1,099	1,155	1,212	1,264	1,320	1,377
Horana UC	960	960	1008	1056	1104	1152	1200
Maharagama UC	2,421	2,421	2,540	2,665	2,783	2,904	3,023
Panadura UC	320	320	336	352	368	384	400
Kalutara PS			3,780	3,960	4,140	4,320	4,500
Homagama PS	3,600	3,600	3,780	3,960	4,140	4,320	4,500
Madurawala PS			546	572	552	576	600
Panadura PS	84	84	87	92	96	98	102
Seethawaka PS	381	381	1,458	1,531	1,596	1,664	1,737
Bulathsinhala					1,104	1,152	1,200

出典: MPU/2013

d) 無収水量

表 4.2.5 に示す MPU/2013 の計画無収水率については、NWSDB の目標を基に設定している MPU/2013 の目標値は妥当なものであると判断した。

表 4.2.5: 計画無収水率

Regional Support Centre / Area	Year						
	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
CMC Area	39.0	36.0	20.0	18.5	17.0	16.0	15.0
Western Central (Excluding CMC)	32.0	30.0	20.0	18.5	17.0	16.0	15.0
Western South	33.0	32.0	20.0	18.5	17.0	16.0	15.0
Year After Commencement	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35
New Service Area	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0

出典: MPU/2013

表 4.2.6: 推計将来人口及び計画給水人口

District	DS Division	Projected Population (Person)								Projected Served Population (Person)								Coverage (%)					
		2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	
Colombo	Homagama	44,728	48,066	54,198	60,134	66,714	72,976	79,817	3,109	11,823	36,233	45,940	56,709	72,976	79,817	7.0%	24.6%	66.9%	76.4%	85.0%	100.0%	100.0%	
	Padukka	3,444	3,639	3,988	4,370	4,790	5,250	5,753	0	0	1,596	2,186	3,352	4,725	5,753	0.0%	0.0%	40.0%	50.0%	70.0%	90.0%	100.0%	
	Kesbewa	141,316	148,340	160,832	172,581	185,189	196,960	209,483	71,293	95,221	160,832	172,581	185,189	196,960	209,483	50.4%	64.2%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	Moratuwa	167,255	173,347	184,001	193,772	204,059	213,514	223,406	155,547	164,680	184,001	193,772	204,059	213,514	223,406	93.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	Ratmalana	9,518	9,888	10,537	11,140	11,778	12,367	12,985	9,042	9,690	10,537	11,140	11,778	12,367	12,985	95.0%	98.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	Sub-Total	356,743	373,392	403,019	430,857	460,752	488,700	518,459	229,949	271,724	382,662	414,479	449,309	488,175	518,459	64.5%	72.8%	94.9%	96.2%	97.5%	99.9%	100.0%	
Kalutara	Horana	108,900	114,317	123,941	133,392	143,564	153,451	164,011	11,201	44,946	80,561	103,093	122,033	145,779	164,011	10.3%	39.3%	65.0%	77.3%	85.0%	95.0%	100.0%	
	Ingriya	53,645	56,316	61,056	65,710	70,725	75,593	80,793	6,665	10,368	16,570	20,627	38,649	61,118	71,522	12.4%	18.4%	27.1%	31.4%	54.6%	80.9%	88.5%	
	Madurawala	23,988	25,033	26,873	28,667	30,580	32,424	34,383	3,329	4,040	8,063	17,197	21,405	25,937	29,226	13.9%	16.1%	30.0%	60.0%	70.0%	80.0%	85.0%	
	Millaniya	52,078	55,546	61,841	68,180	75,170	82,151	89,770	2,675	4,784	9,282	26,992	48,859	65,720	76,304	5.1%	8.6%	15.0%	39.6%	65.0%	80.0%	85.0%	
	Bandaragama	108,889	116,134	129,297	142,543	157,147	171,735	187,667	29,694	56,652	100,551	121,162	141,437	163,145	187,667	27.3%	48.8%	77.8%	85.0%	90.0%	95.0%	100.0%	
	Panadura	181,730	194,159	216,803	239,601	264,795	289,925	317,440	91,605	116,228	170,814	203,661	238,318	275,429	317,440	50.4%	59.9%	78.8%	85.0%	90.0%	95.0%	100.0%	
	Kalutara	90,123	93,496	99,412	105,127	111,171	116,988	123,109	39,221	50,610	67,454	91,233	101,436	112,010	123,109	43.5%	54.1%	67.9%	86.8%	91.2%	95.7%	100.0%	
	Bulathsinghala	36,170	37,687	40,360	42,946	45,703	48,367	51,188	0	0	8,073	12,886	22,858	38,693	43,509	0.0%	0.0%	20.0%	30.0%	50.0%	80.0%	85.0%	
	Sub-Total	655,523	692,688	759,583	826,166	898,855	970,634	1,048,361	184,390	287,628	461,368	596,851	734,995	887,831	1,012,788	28.1%	41.5%	60.7%	72.2%	81.8%	91.5%	96.6%	
Total	1,012,266	1,066,080	1,162,602	1,257,023	1,359,607	1,459,334	1,566,820	414,339	559,352	844,030	1,011,330	1,184,304	1,376,006	1,531,247	40.9%	52.5%	72.6%	80.5%	87.1%	94.3%	97.7%		

出典: JICA 調査団

表 4.2.7: 見直した計画給水原単位

District	Council & Pradeshiya Sabhas		Projected Per-Capita Domestic Water Demand (lpcd)													
			Adopted in MPU/2013								Adopted for JICA Survey					
			2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Colombo	Municipal Councils	Dehiwala-Mt.Lavinia	180	184	188	192	196	198	200	180	182	184	188	192	196	200
		Moratuwa	160	162	164	168	172	176	180	160	162	164	168	172	176	180
	Urban Councils	Maharagama	160	162	164	168	172	176	180	160	162	164	168	172	176	180
		Boralesgamuwa	140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160
	Pradeshiya Sabha	Kesbewa	140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160
		Homagama	160	162	164	168	172	176	180	140	142	144	148	152	156	160
Seethawaka		140	142	144	148	152	156	160	120	122	124	128	132	136	140	
		140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160	
Kalutara	Urban Councils	Kalutara	160	162	164	168	172	176	180	160	162	164	168	172	176	180
		Panadura	160	162	164	168	172	176	180	160	162	164	168	172	176	180
		Horana	140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160
	Pradeshiya Sabha	Kalutara	140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160
		Panadura	140	142	144	148	152	156	160	140	142	144	148	152	156	160
		Bandaragama	160	162	164	168	172	176	180	140	142	144	148	152	156	160
		Horana	110	112	114	116	118	119	120	120	122	124	128	132	136	140
		Madurawela	100	102	104	108	112	116	120	120	122	124	128	132	136	140
		Bulathsinhala	100	102	104	108	112	116	120	120	122	124	128	132	136	140

出典: MPU/2013 及び JICA 調査団

表 4.2.8: MPU/2013 の計画給水種別

Regional Service Center	Area Engineer	Officer In Charge	Existing Scheme	Future Scheme	Projected Water Use								
					Domestic			Non-Domestic					
					Direct	Stand Post	Yard Tap	Commercial	Industrial	Educational	Governmental	Religious	Others
					2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040	2012 - 2040
Western Central	Maharagama	Homagama	Homagama	Homagama	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Godagama	Godagama	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Templeburg	Jaltara	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Galagedara	Padukka	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Padukka	Padukka	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Hanwella	Hanwella	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Kahahena	Kahahena	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Kaluaggala	Kaluaggala	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Jaltara	Jaltara	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
			Habarakada	Jaltara	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%
	Jayaweeragoda	Jayaweeragoda	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%		
	-	Diyagama	77.5%	0.0%	0.0%	16.5%	0.5%	1.5%	3.0%	1.0%	0.0%		
	Kesbewa	Pelenwatta	Pelenwatta	Pelenwatta	94.5%	0.0%	0.0%	3.0%	0.5%	0.5%	0.5%	1.0%	0.0%
Mattegoda			Mattegoda	94.5%	0.0%	0.0%	3.0%	0.5%	0.5%	0.5%	1.0%	0.0%	
Piliyandala			Piliyandala	90.0%	0.0%	0.0%	6.5%	0.5%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%	
Western South	Dehiwala	Dehiwala	Dehiwala	Dehiwala	86.1%	1.8%	0.1%	9.0%	0.5%	0.5%	1.0%	1.0%	0.0%
			Mt. Lavinia	Dehiwala	86.1%	1.8%	0.1%	9.0%	0.5%	0.5%	1.0%	1.0%	0.0%
	Moratuwa	Moratuwa	Moratuwa	Moratuwa	86.7%	4.8%	0.0%	5.0%	0.5%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%
			Soysapura	Moratuwa	86.7%	4.8%	0.0%	5.0%	0.5%	1.0%	1.0%	1.0%	0.0%
	Panadura	Panadura	Panadura	Panadura	83.4%	0.6%	0.0%	10.0%	0.5%	2.0%	2.5%	1.0%	0.0%
			Panadura East	Panadura East	39.0%	0.0%	0.0%	1.5%	57.5%	0.5%	0.5%	1.0%	0.0%
			Keselawatta	Keselawatta	92.0%	0.0%	0.0%	3.5%	0.5%	1.5%	0.5%	2.0%	0.0%
	Bandaragama	Bandaragama	Bandaragama	Bandaragama	90.5%	0.0%	0.0%	5.0%	0.0%	0.5%	2.0%	2.0%	0.0%
			Horana	Horana	62.2%	1.3%	0.0%	12.0%	1.0%	6.0%	15.0%	2.5%	0.0%
			Ingiriya	Ingiriya	79.0%	0.0%	0.0%	10.0%	0.0%	4.5%	5.0%	1.5%	0.0%
	Kalutara	Kalutara	Kalutara	Kalutara	65.5%	0.0%	0.0%	5.0%	0.0%	2.5%	25.0%	2.0%	0.0%
			Wadduwa / Waskaduwa	Wadduwa	92.9%	0.1%	0.0%	4.0%	0.0%	0.5%	1.5%	1.0%	0.0%
	-	-	-	SSIRWS Bulaths inhala North	95.0%	0.0%	0.0%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
-	-	-	SSIRWS Bulaths inhala Central	95.0%	0.0%	0.0%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
-	-	-	SSIRWS Bulaths inhala South	95.0%	0.0%	0.0%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

出典: MPU/2013

e) 季節変動

MPU/2013 の水需要の季節変動については、MPU/2013 の目標値は妥当なものであると判断し、1.10 とした。

以上の見直しを行った需要予測の結果を、表 4.2.9 にまとめた。

表 4.2.9: 見直した水需要予測

No.	Description	Year						
		2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
1	Total Population (Person)							
	In Kandana Project Area	483,420	825,072	1,019,309	1,155,137	1,250,167	1,342,491	1,442,071
	In Ingiriya Project Area	16,270	17,081	68,415	73,218	121,218	129,210	137,734
	Total	499,690	842,153	1,087,724	1,228,355	1,371,385	1,471,701	1,579,805
2	Served Population (Person)							
	In Kandana Project Area	259,956	519,466	828,328	986,771	1,131,223	1,283,837	1,423,448
	In Ingiriya Project Area	6,665	8,064	26,239	35,699	64,859	104,536	120,784
	Total	266,621	527,530	854,567	1,022,470	1,196,082	1,388,373	1,544,232
3	Water Demand (m³/day)							
	Domestic Demand							
	In Kandana Project Area	38,582	76,566	122,566	149,035	174,884	203,053	230,510
	In Ingiriya Project Area	800	984	3,254	4,569	8,561	14,217	16,910
	Total	39,381	77,550	125,819	153,605	183,446	217,270	247,420
	Non-Domestic Demand							
	In Kandana Project Area	6,042	13,694	23,436	28,845	34,510	40,861	46,940
	In Ingiriya Project Area	213	262	758	1,042	1,803	2,871	3,382
	Total	6,255	13,955	24,194	29,887	36,313	43,732	50,323
	Special Demand							
	In Kandana Project Area	1,373	1,685	9,563	9,936	10,068	10,305	10,548
	In Ingiriya Project Area	-	-	-	-	1,104	1,152	1,200
Total	1,373	1,685	9,563	9,936	11,172	11,457	11,748	
4	Non Revenue Water (m³/day)							
	In Kandana Project Area	24,028	42,688	40,515	44,759	48,078	52,845	56,964
	In Ingiriya Project Area	529	623	878	1,159	2,166	3,415	4,068
	Total	24,557	43,310	41,393	45,919	50,244	56,260	61,032
5	Average Day Water Supply (m³/day)							
	In Kandana Project Area	70,025	134,633	196,080	232,575	267,541	307,064	344,962
	In Ingiriya Project Area	1,541	1,868	4,889	6,771	13,634	21,655	25,560
	Total	71,566	136,501	200,970	239,346	281,175	328,719	370,523
6	Maximum Day Water Supply (m³/day)							
	In Kandana Project Area	77,027	148,096	215,688	255,833	294,295	337,771	379,458
	In Ingiriya Project Area	1,695	2,055	5,378	7,448	14,998	23,820	28,116
	Total	78,723	150,151	221,067	263,281	309,292	361,591	407,575

出典: JICA 調査団

2040 年における KGWSS の推計水需要が MPU/2013 から 40,000 m³/day 増加した主な理由は以下の通りである。

1. Ingiriya プロジェクトへ Kandana 浄水場からの給水する計画となったこと。(約 28,000 m³/day)
2. Dehiwara エリアの IGND が KGWSS からの給水となったこと。(約 14,000 m³/day)

によるものである。

4.3 段階的整備計画

MPU/2013 で計画された給水システムの段階的整備計画と水源水量との関係を 表 4.3.1 及び図 4.3.1 に示す。

表 4.3.1: 段階的整備計画及び水源水量

Amount (m ³ /day)	Year						
	2012	2015	2020	2025	2030	2032	2040
計画水需要	77,027	148,096	198,116	236,626	273,404	314,428	353,277
計画合計浄水場能力	60,000	120,000	240,000	280,000	320,000	360,000	360,000
計画合計取水量	81,457	156,665	212,182	253,426	292,816	336,752	378,360
計画水源水量	545,000	545,000	491,800	491,800	480,800	480,800	480,800

出典: MPU/2013

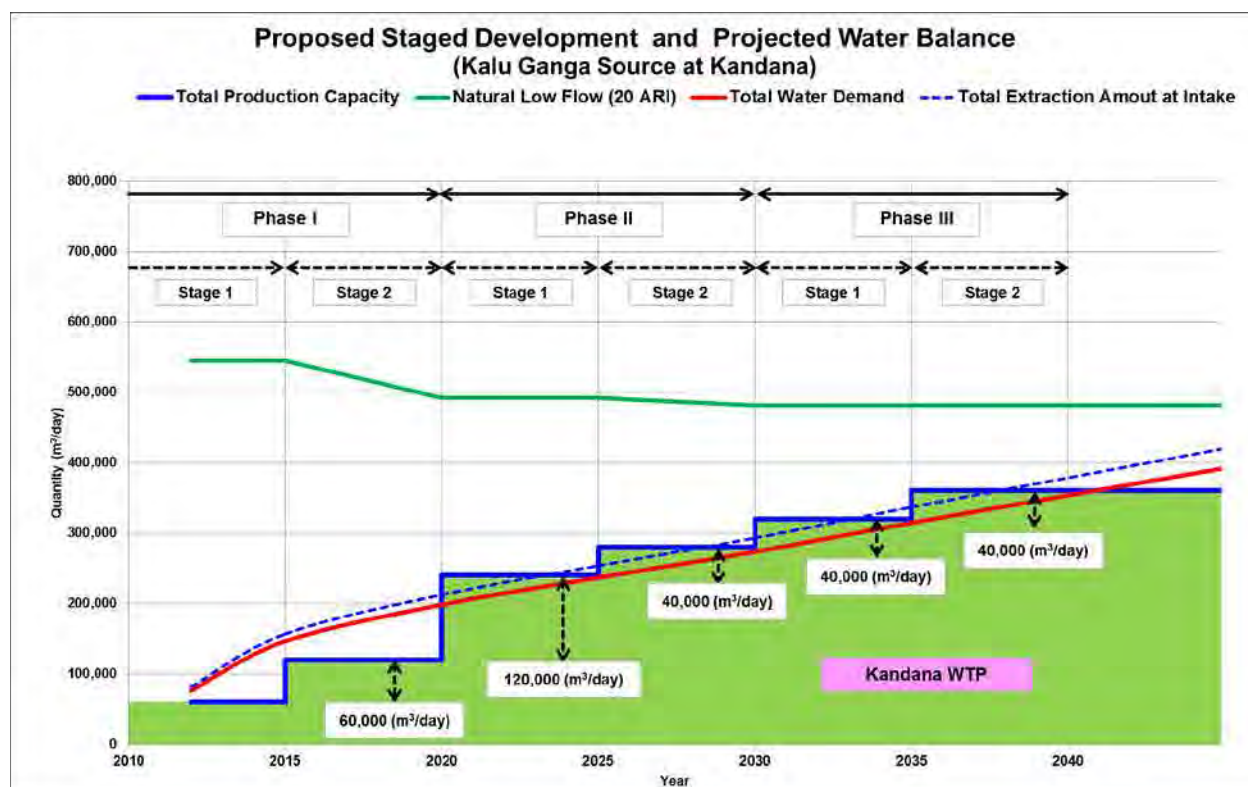


図 4.3.1: MPU/2013 での段階的整備計画と水源水量

出典: MPU/2013

一方で、需要予測を見直した上で、NWSDB と協議を行い合意した段階的整備計画を表 4.3.2 及び図 4.3.2 に示す。

表 4.3.2 見直された段階的整備計画

Amount (m ³ /day)	Year						
	2012	2015	2020	2025	2030	2032	2040
Total Water Demand	77,027	148,096	221,067	263,281	309,292	329,336	407,575
Total Production Capacity	60,000	120,000	260,000	330,000	330,000	400,000	400,000
Water Resource Capacity	382,500	382,500	324,400	324,400	313,400	313,400	313,400

出典: JICA 調査団

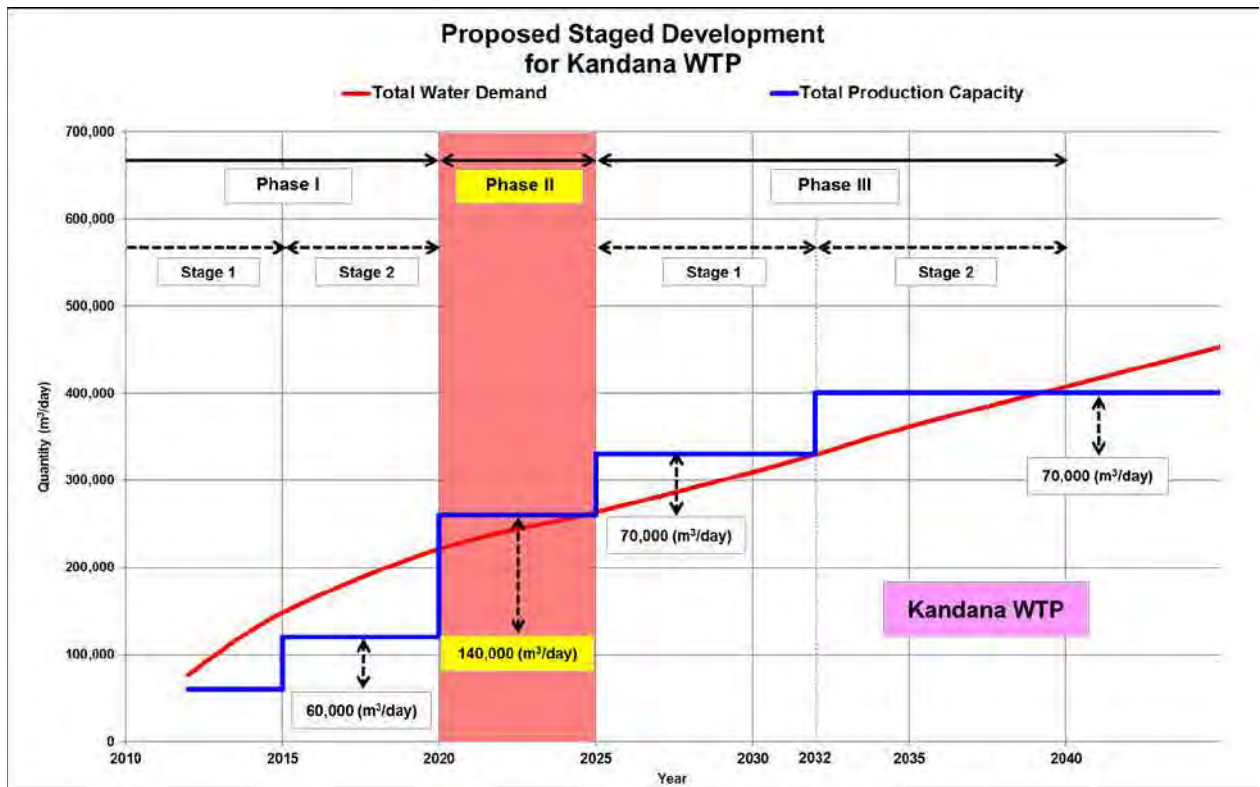


図 4.3.2: 見直された段階的整備計画

出典: JICA 調査団

4.4 水源水量

MPU/2013 では Kandana における河川の最小流量を調査している。その際、Kandana 上流における取水量の将来予測値も調査している。本調査による需要予測の見直しに伴い Knadana 浄水場での取水量は修正が必用となるものの、上流にある工業団地や NWSDB に確認したところ、MPU/2013 における上流側取水量の調査値を修正する要素が見つからなかった。

また、MPU/2013 では、Kandana 取水地点における河川維持用水について言及がなかったため、Kalu 河下流の Kethhena 浄水場取水地点の河川維持用水量としている $11 \text{ m}^3/\text{sec}$ より、Kandana 地点における必要河川維持流量を $3.92 \text{ m}^3/\text{日}$ と推計した ($11 \text{ m}^3/\text{sec}$ を Kalu 川と Kuda 川合流地点下流側での必要量として、この地点での水量 $23.42 \text{ m}^3/\text{sec}$ と Kandana での水量 $8.35 \text{ m}^3/\text{sec}$ から推定した: $11 \times 8.35 / 23.42 = 3.92$)。ただし、この値は推定値のため、より詳細な調査によって確かな値を求める必要がある。

この結果を表 4.4.1 及び図 4.4.1 に示す。Kandana での取水は、河川維持水量を確保した場合、10 年確率の場合では 2025 年以降の PhaseIII の拡張に問題があることがわかった。この場合、本調査の対象である PhaseII では 10 年確率の最少水量においても水源水量を確保できることとなっている。ただし、PhaseIII 以降も安定して取水のための水量を確保するために、より詳細な調査を行い、代替水源の確保や、緊急時の代替取水地点等の検討を行うことが必要となる。

浄水場、取水地点および各代替案の位置を図 4.4.2 に示す。

表 4.4.1: Kandana における取水可能量と計画取水量

Item	Description			Year						
				2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
LOW FLOWS WITHOUT EXTRACTIONS										
1 (a)	Estimated Natural Low Flow at Kandana (Daily Minimum)	10ARI	m ³ /s	8.35	8.35	7.68	7.68	7.55	7.55	7.55
1 (b)		20ARI	m ³ /s	6.31	6.31	5.64	5.64	5.51	5.51	5.51
DEMAND										
2 (a)	Demand for Kandana WTP at Kandana	MLD		77	148	237	282	331	353	437
2 (b)		m ³ /s		0.89	1.71	2.74	3.26	3.83	4.09	5.06
3	Demand for environmental flow at Kandana (11*8.35/23.42)	m ³ /s		3.92						
4	TOTAL DEMAND	m ³ /s		4.81	5.63	6.66	7.18	7.75	8.01	8.98
DEMAND GAP (FLOW DEFICITS)										
5 (a)	Demand Gap or Flow Deficit 1) - 4)	10ARI	m ³ /s	3.54	2.72	1.01	0.49	-0.20	-0.46	-1.43
5 (b)		20ARI	m ³ /s	1.50	0.68	-1.03	-1.55	-2.24	-2.50	-3.47

Note: ARI – Average Recurrence Interval
出典: JICA 調査団

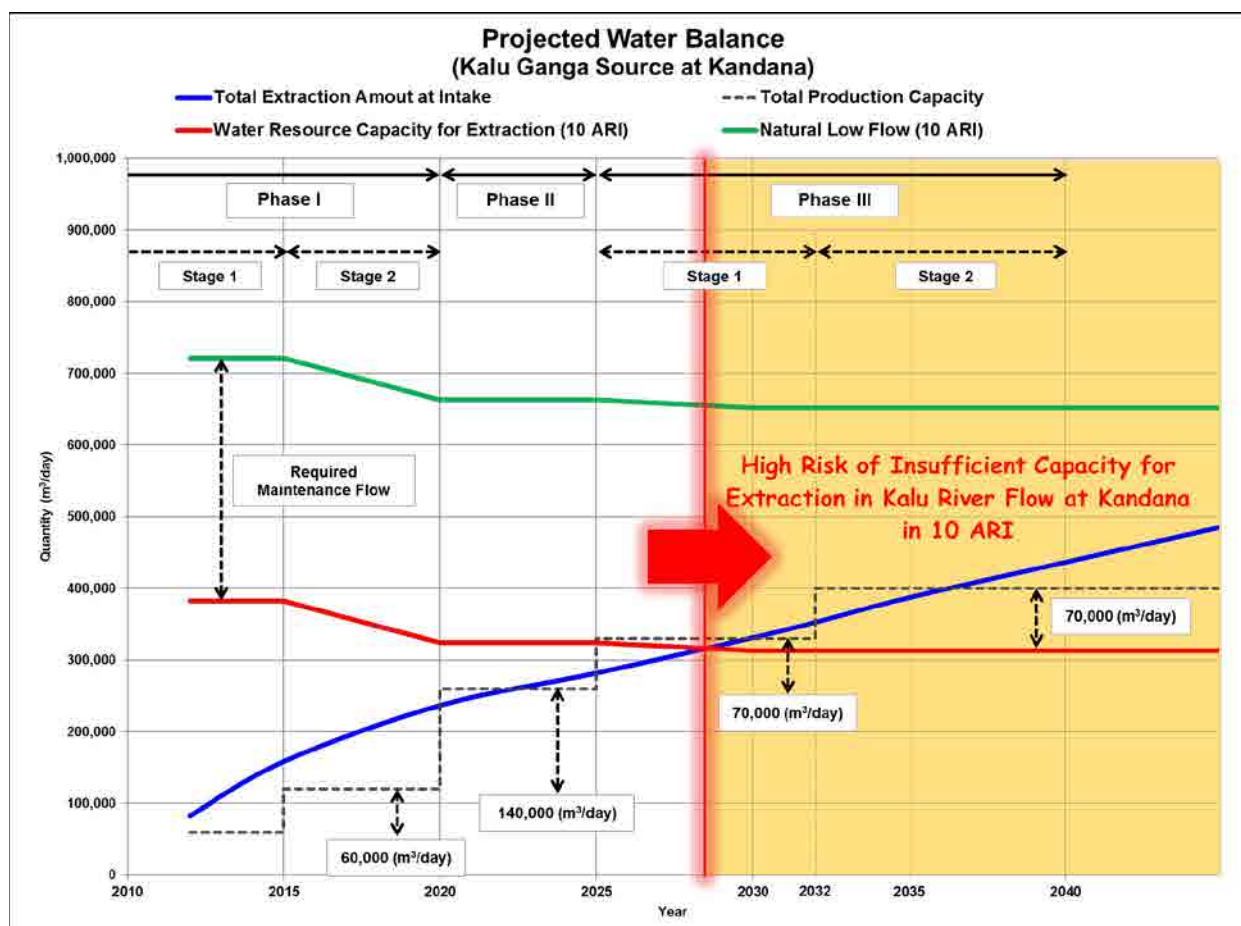


図 4.4.1: Kandana における水バランス

出典: JICA 調査団

将来の取水水量確保のために考えられる対策を以下に示す。

1. Kalu 川と Kuda 川の合流地点付近での緊急用の取水施設及び導水施設の建設。通常は Kandana にて取水を行い、河川維持水量を確保できそうにない場合のみ、この地点からの取水とする。

長所：将来の水量不足に対応できる。

短所：1) 水源調査と取水場所の検討が必要である。2) 新規取水場と導水システムの費用がかかる。また、時間も必要である。

2. Ingiriya 貯水池の開発を行い、Kalu 川への緊急時の放流を行う。もしくは Ingiriya 貯水池を水源とする浄水場を建設し、自然流下にて KGWSS 給水区域へ代替給水し、Kandana 浄水場への負担を軽減する。ただし、浄水場を建設し、自然流下で配水を行う場合、将来水需要が増加する一方で、開発の遅れが懸念されるコロンボシステムへの補助として活用されることが考えられるため、KGWSS のための有効的な水量を確保できない可能性もある。

長所：将来の水源且つ既存のシステムを補う WTP システムとして KGWSS のみならず、既存 Kalatuwawa 及び計画 Weliwita システムにも有用である。

短所：1) 詳細な水源調査が必要である。2) ダム、取水施設、導水システム、浄水場、送・配水システムといった新規のシステムが必要であり、費用がかかる。また、時間も必要である。

3. Kalu 川下流側に塩水遡上防止堰を設け、必要河川維持水量を減少させる。ただし、堰を設けた場合、砂を滞泥させないための維持水量や方法についても考慮する必要がある。

長所：1) 上記1の代替案が不必要になる可能性がある。2) 現在塩水遡上で取水が困難となっている Kethhena 浄水場の問題が解決できる。

短所：詳細な水源調査が必要である。



図 4.4.2: 取水地点、浄水場及び代替案の位置図

出典: JICA 調査団

第5章 施設計画

5.1 Kalu Ganga 給水システム

5.1.1 事業の施設計画概要

Kalu Ganga Water Supply System Phase II Project に必要となる施設の概要を図 5.1.1 に示す。なお、Moratuwa 地区の配水システム改善は Dehiwara 及び Moratuwa 地区における無収水削減プロジェクトに含まれるものとする。

主な施設建設は以下の通りである。

- ✓ 既存/建設中の Kandana 浄水場 12 万 m³/日の拡張：新規 14 万 m³/日の施設、ただし、取水は Phase III 分を含む 29.4 万 m³/日 (Lot-1)
- ✓ 新規 Kesbewa 配水池の建設：18,500 m³ (Lot-3)
- ✓ 新規 Delkada 配水池の建設：10,000 m³ (Lot-3)
- ✓ 新規 Bandaragama 配水池の建設：20,000 m³ (Lot-3)
- ✓ 新規 Keselwatta 配水池の建設：4,000 m³ (Lot-3)
- ✓ 既存 Moratuwa 配水池の拡張および建設工事に伴う既存施設の移設：20,000 m³ (Lot-3)
- ✓ 既存 Panadura 配水池への流入流量・圧力測定設備の設置 (Lot-3)
- ✓ 浄水場から Horana 地域への送水管敷設：ダクタイル鋳鉄管 1200mm の敷設約 6 km (Lot-2)
- ✓ 浄水場から新規 Bandaragama 配水池への送水管敷設：ダクタイル鋳鉄管 1200mm の敷設約 19 km (Lot-2)
- ✓ Keselwatta 地域から Moratuwa 配水池への管路の増強：ダクタイル鋳鉄管 400 mm の敷設 3 km (Lot-2)
- ✓ 60 の計量区画(District Metered Area: DMA)構築に伴う配水本管：ダクタイル鋳鉄管及びポリエチレン管の敷設約 135 km (Moratuwa 地区内の 11 か所の DMA については Dehiwara 及び Moratuwa 地区の無収水削減プロジェクトに含まれる) (Lot-5 及び 8)
- ✓ DMA 内の配水システム整備に伴う新規配水管：ダクタイル鋳鉄管及びポリエチレン管約 1,528 km (Lot-6 及び 7)
- ✓ 新規顧客への給水接続：給水栓約 78,000 件 (Lot-9)
- ✓ 浄水場及び配水池への送配水ポンプの設置 (Lot-4)
- ✓ Piliyandara Junction 付近で DI800 既存送水管から Maharagama 配水池からの DI500 配水管への緊急用連絡管の布設 (Lot-2)
- ✓ 維持管理資機材等の調達(Lot-10)

なお、浄水場もしくは配水池から各計量区画 (DMA) へ送水を行う管を配水本管 (Distribution Feeder Main) (口径 225 mm – 1200 mm)、各計量区画の計量箇所下流で配水本管から計量区画内の各給水地域へ配水を行う管を配水支管 (Secondary Main) (口径 110 mm – 500 mm)、また、配水支管から各家庭がある通り等へ給水を行う管を配水小管 (Tertiary Main) (口径 63 mm) として定義している。

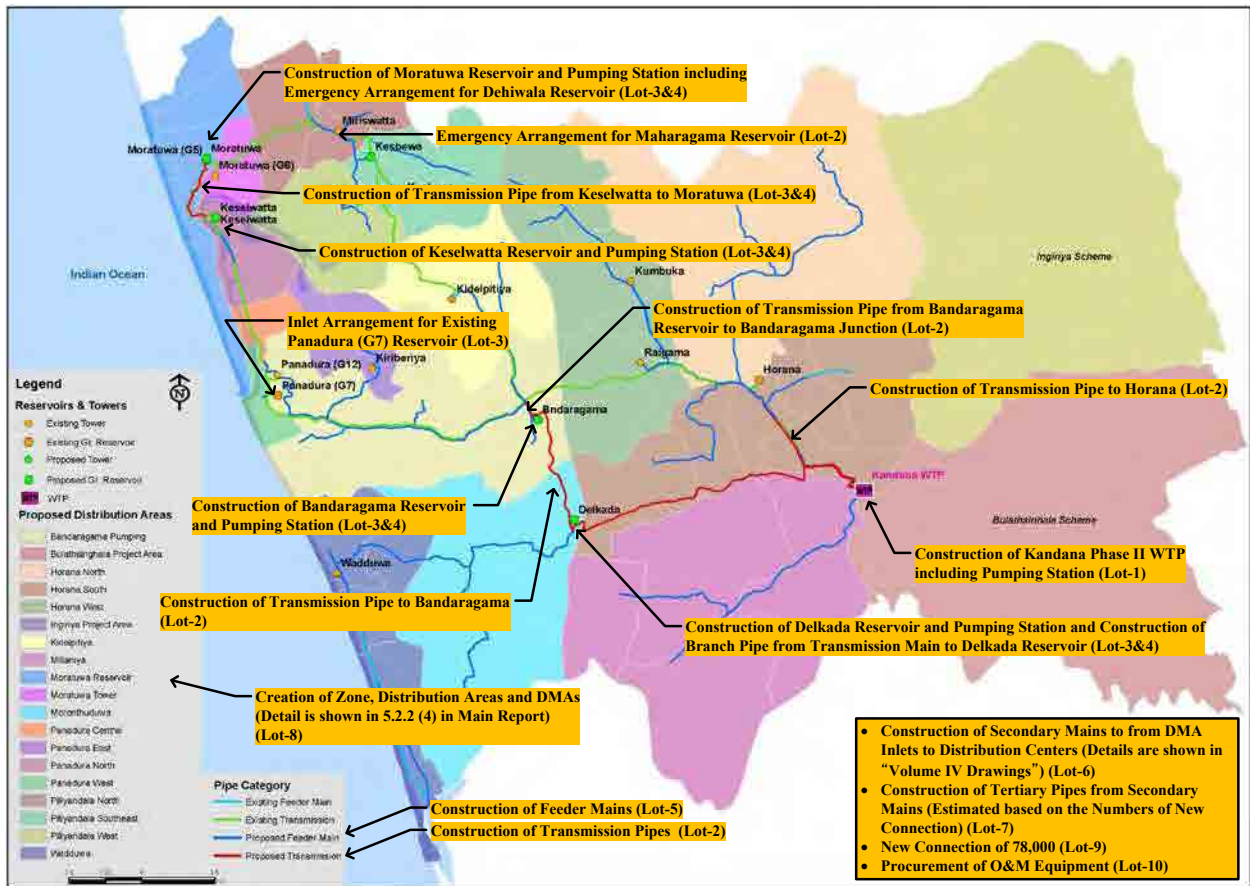


図 5.1.1: Kalu Ganga Water Supply System Phase II の施設計画概要

出典: JICA 調査団

5.1.2 浄水施設

前節”5.1.1 事業の施設計画概要”で検討を行った結果、計画浄水施設は表 5.1.1 に示すように段階的に建設される計画とする。

表 5.1.1: 浄水場の段階的整備計画

Facility	Phase I		Phase II	Phase III	
	Stage 1	Stage 2		Stage 1	Stage 2
	Existing	2020	2025	2032	2040
Intake and Raw Water Transmission System	126,000	-	294,000	-	-
Total Capacity of Intake	126,000	126,000	420,000	420,000	420,000
Water Treatment Plant	60,000	60,000	140,000	70,000	70,000
Total Capacity of WTP	60,000	120,000	260,000	330,000	400,000

出典: JICA 調査団

図 5.1.1 に示すように、MPU/2013 では既存 Kandana 浄水場の近郊に PhaseII を含めた将来施設の建設を行うように提案していたが、本調査で NWSDB と協議をしながら再度検討を行った結果、既存 Kandana 浄水場に Phase II のための用地が確保されてきたこと、隣接地の確保を行うことで PhaseIII の拡張も可能である可能性が高いこと等の理由により、PhaseII 及び III のための取水施設を含めた浄水施設は既存 Kandana 場の用地に建設する計画とする。

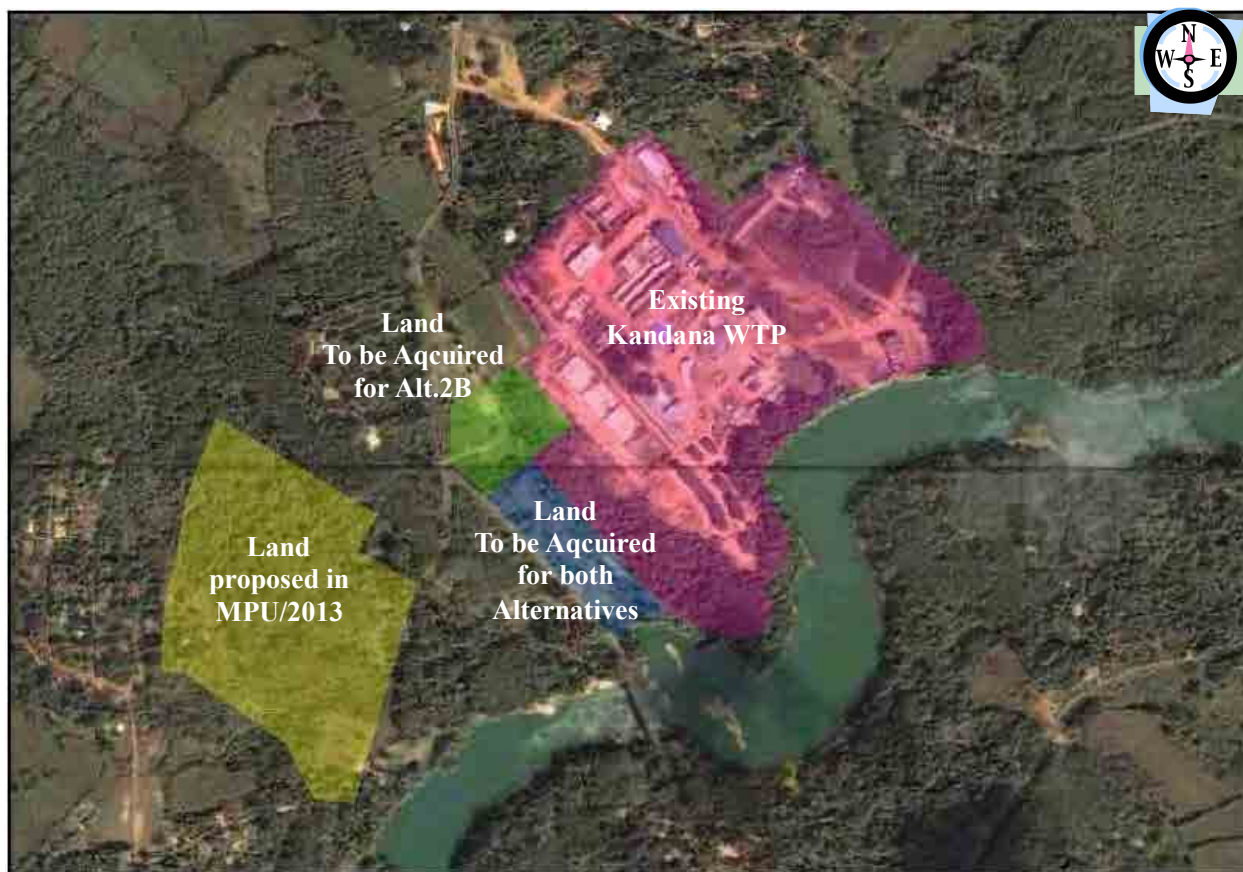


図 5.1.2: 計画浄水施設用地

出典: JICA 調査団

(1) 取水施設

取水施設は土木工事のみ PhaseII 及び III の容量の施設を一度に建設した方が、河川や環境等への影響、建設工事方法や建設費の面で有利であるとの判断で PhaseII 及び III を合わせた 29,4000 m³/日容量の施設を Phase II で一度に建設する計画とする。ただし、設備機器は PhaseII に必要な能力のみ整備する。

(2) 浄水処理方法

スリランカの基準や、既存施設の浄水処理方法により浄水処理に何ら問題が発生していない事に鑑み、Phase II 施設の基本的な処理方法は図 5.1.3 に示すような、処理方法とした。これは既存の処理方法と同等のものである。

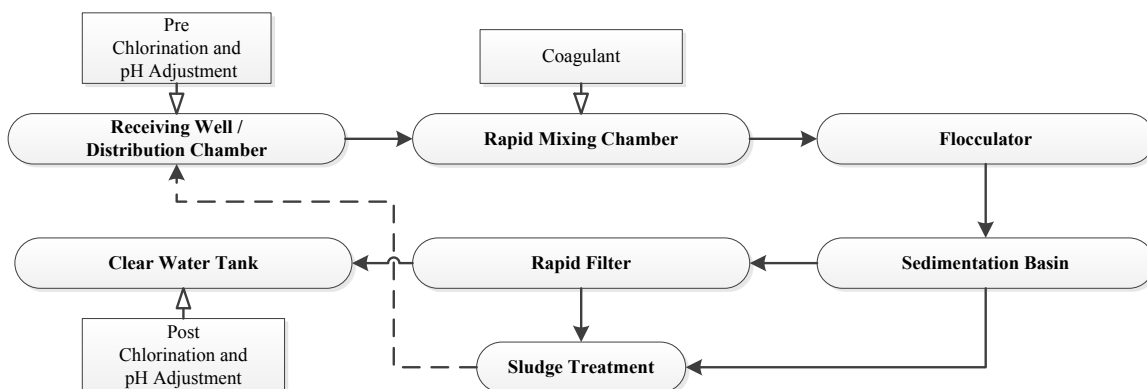


図 5.1.3: 提案された浄水処理方法

出典: JICA 調査団

(3) 施設建設及び配置計画

主要な施設の規模を表 5.1.2 に示す。

表 5.1.2 処理施設サイズの比較

処理施設	既存/建設中 Phase I	Phase II
	12 万 m ³ /day – 2 系統	14 万 m ³ /day – 2 系統
Receiving Well	5.0 ^W x 6.4 ^L x 4.5 ^H x 1	3.0 ^W x 6.4 ^L x 4.5 ^H x 2
Rapid Mixing Well	Hydraulic Mixing 2.0 ^W x 2.5 ^L x 3.86 ^H x 6	Hydraulic Mixing 2.0 ^W x 2.5 ^L x 3.86 ^H x 6
Flocculator	Vertical Baffled Channel (3 unit per stream) 1.1 ^W x 10.0 ^L x 3.60 ^H x 2 1.5 ^W x 10.0 ^L x 3.65 ^H x 2 1.9 ^W x 10.0 ^L x 3.70 ^H x 2 Spacing of Baffle Wall: 1.34m	Vertical Baffled Channel (3 unit per stream) 1.1 ^W x 12.0 ^L x 3.60 ^H x 2 1.4 ^W x 12.0 ^L x 3.65 ^H x 2 1.8 ^W x 12.0 ^L x 3.70 ^H x 2 Spacing of Baffle Walls: 1.00m
Sedimentation Basin	10.0 ^W x 50.0 ^L x 4.0 ^H x 6	12.0 ^W x 45.0 ^L x 4.0 ^H x 6
Filter	3.6 ^W x 10.8 ^L x 16	4.6 ^W x 10.0 ^L x 16
Backwash Water Recovery Tank	5.0 ^W x 10.0 ^L x 2.0 ^H x 2	7.0 ^W x 16.5 ^L x 2.0 ^H x 2
Clear Water Res.	16.0 ^W x 20.0 ^L x 5.0 ^H x 4	22.0 ^W x 29.0 ^L x 5.0 ^H x 4 (with Distribution Capacity)
Sludge Treatment	Design Turbidity: 20 NTU Sludge Thickener: φ15.0 x 2.5 ^H x 2 Mechanical Dewatering x 1 (Plan) Sludge Lagoon: 25.0 ^W x 30.0 ^L x 3.0 ^H x 4	Design Turbidity: 40 NTU Sludge Balancing Tank: φ12.5 x 4.0 ^H x 2 Sludge Thickener: φ20.0 x 3.5 ^H x 2 Mechanical Dewatering x 2 Drying Bed: 25.0 ^W x 30.5 ^L x 1.0 ^H x 24

出典: JICA 調査団

浄水施設の配置は比較案を検討した結果、図 5.1.4 に示すように PhaseI 施設の横に PhaseII 施設を建設し、将来的には隣接地を購入して PhaseIII 施設を建設する案を採用した。

また、浄水場で必要となる電力についても検討を行った結果、現在 PhaseI Stage2 で導入予定の二回線受電 (9MVA Tower line 及び 3MVA pole line) で十分対応できることが確認された。

浄水場内及び送水系の SCADA システムについても NWSDB と十分に協議した上で監視制御に必要な機能を導入する計画とした。

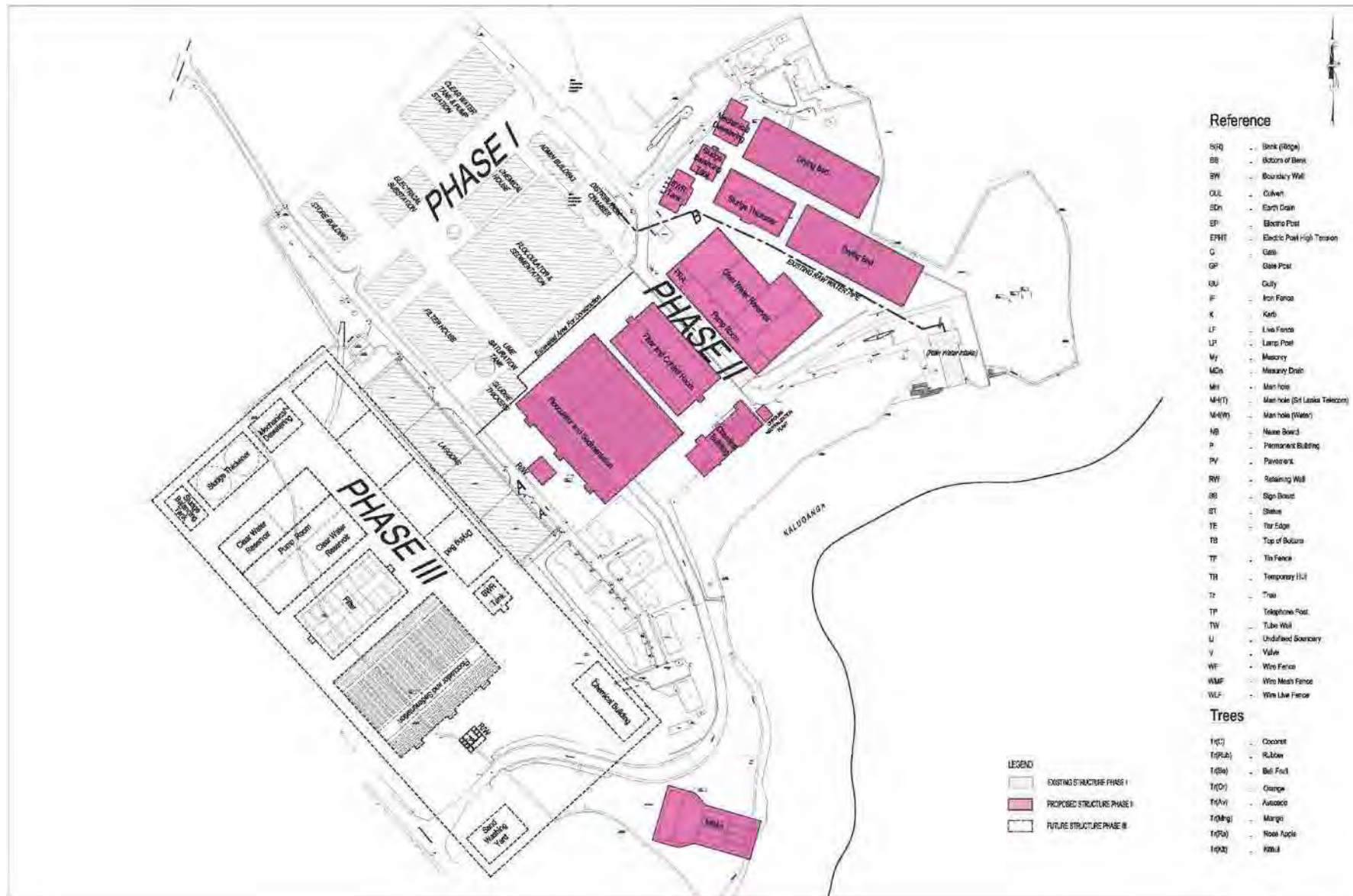


図 5.1.4: 施設配置計画

出典: JICA 調査団

5.1.3 送配水計画

MPU/2013 を基に、既存の計画より効率がよく、省エネルギーな施設計画となるよう送水計画の再検討を行った。基本的な送水ルートに大きな変更はないが、送配水の役割、配水池位置や容量を見直した。

また、MPU/2013 で提案された DMA を基に見直しを行った結果、71 か所の DMA を構築することとした。同時に、配水池と各 DMA を連絡する配水本管、各 DMA 内の配水管、新規顧客へ給水栓についても検討を行った。見直し後の送配水施設を、表 5.1.3 から表 5.1.5 及び図 5.1.5 及び図 5.1.6 に示す。

浄水場及び各配水池に設置されるポンプについては、できるだけ運転エネルギーを抑えるため、表 5.1.6 に示されるように送配水形態に応じて定量ポンプと可変速ポンプを計画した。

表 5.1.3: 配水池

Storage		Capacity (m ³)			
		Existing	Phase II for 2025	Phase III for 2040	Total
Kandana Phase II CWR	New	-	12,000	16,000	28,000
Delkada GR	New	-	10,000	5,000	15,000
Bandaragama GR	New	-	20,000	13,000	33,000
Keselwatta GR	New	-	4,000	0	4,000
Kesbewa GR	New	-	18,500	0	18,500
Moratuwa GR	Expansion	4,600	20,000	0	24,600
Total		4,600	84,500	34,000	123,100

出典: JICA 調査団

これらの配水池のうち、用地の制約により、Kesbewa 及び Moratuwa 配水池を PC タンクとした。また、送水システムの残存水頭を利用し、配水での省エネルギー化を図る為、Delkada 配水池を PC タンクとした。

表 5.1.4: 送水管

Project Phase	Pipe Material	Nominal Pipe Diameter (mm)	Pipe Length (m)	Project Phase	Pipe Material	Nominal Pipe Diameter (mm)	Pipe Length (m)		
Existing	CI	600	1,020	Phase II for 2025	DI	400	3,050		
		400	3,690			800	970		
	800	25,220	1,200			23,520			
	Sub-Total		55,570		Sub-Total		27,540		
	Sub-Total		55,570		Phase III for 2040	DI	1,000	11,440	
	Sub-Total		55,570				Sub-Total		11,440
Total				94,550					

出典: JICA 調査団

表 5.1.5: 配水本管

Pipe Material	Nominal Pipe Diameter (mm)	Pipe Length (m)	Pipe Material	Nominal Pipe Diameter (mm)	Pipe Length (m)	Pipe Material	Nominal Pipe Diameter (mm)	Pipe Length (m)
DI	400	24,166	DI	800	12,320	HDPE	280	7,340
DI	500	33,930	DI	900	545	HDPE	315	4,464
DI	600	15,087	DI	1000	2,683	HDPE	400	19,271
DI	700	11,146	DI	1200	3,327			
Total								134,279

出典: JICA 調査団

その他の施設概要は以下の通りである。

- ✓ DMA 内 (Moratuwa 地区以外の 60DMA) の配水システム整備に伴う新規配水管: ダクタイル鋳鉄管及びポリエチレン管約 594 km
- ✓ 新規顧客への給水接続 (Moratuwa 地区以外の 60DMA): 給水栓約 78,000 件

表 5.1.6: 送配水ポンプ

Location	Pump Outline	Number of Unit (Stand-by)	Type of Pump
Proposed Kandana Phase II WTP	1) Transmission Pump to New Kesbewa Gr. Res. Horizontal, centrifugal volute 32.4 m ³ /min x 51 m x 375 kW	3 (1)	Variable speed
	2) Transmission Pump to New Delkada Gr. Res. and New Bandaragama Gr. Res. Horizontal centrifugal volute 40.4 m ³ /min x 33 m x 300 kW	3 (1)	Variable speed
	3) Distribution Pump to Horana South Area Horizontal, centrifugal volute 12.7 m ³ /min x 39 m x 120 kW	2 (1)	Variable speed
	4) Distribution Pump to Millaniya Area Horizontal, centrifugal volute 6.2 m ³ /min x 38 m x 60 kW	2 (1)	Variable speed
Proposed Bandaragama Gr. Res.	1) Transmission Pump from New Bandaragama Gr. Res. to Ex. Panadura (G7) Gr. Res. and New Keselwatta Gr. Res. and New. Moratuwa Gr. Res. Horizontal, centrifugal volute 11 m ³ /min x 35 m x 90 kW	3 (1)	Fixed speed
	2) Distribution Pump from New Bandaragama Gr. Res. to Panadura East, Panadura Central, Bandaragama and Kidelpitiya Areas Horizontal, centrifugal volute 28.3 m ³ /min x 34 m x 220 kW	3 (1)	Variable speed
Proposed Keselwatta Gr. Res.	1) Transmission Pump from New Keselwatta Gr. Res. to Ex. Keselwatta Tower Horizontal, centrifugal volute 16.4 m ³ /min x 38 m x 150 kW	2 (1)	Fixed speed
Ex. Moratuwa Gr. Res. Site	1) Transmission Pump from Ex. Moratuwa Gr. Res. to Ex. Moratuwa Tower Horizontal, centrifugal volute 12.3 m ³ /min x 45 m x 130 kW	2 (1)	Fixed speed
	2) Distribution Pump from New Moratuwa Gr. Res. to Moratuwa Distribution Horizontal, centrifugal volute 26.1 m ³ /min x 19 m x 115 kW	3 (1)	Variable speed
	3) Emergency Pump from New Moratuwa Gr. Res. to Ex. Dehiwala Gr. Res. with Distribution Horizontal, centrifugal volute 28.5 m ³ /min x 45 m x 290 kW	2	Fixed speed
Proposed Kesbewa Gr. Res	1) Transmission Pump from Kesbewa Gr. Res. to Moratuwa Gr. Res. Horizontal, centrifugal volute 17.4 m ³ /min x 23 m x 95 kW	3 (1)	Fixed speed
	2) Distribution Pump from New Kesbewa Gr. Res. to Piliyandala North Area Horizontal, centrifugal volute 17.2 m ³ /min x 33 m x 135 kW	3 (1)	Variable speed
	3) Distribution Pump from New Kesbewa Gr. Res. to Piliyandala Southeast Area Horizontal, centrifugal volute 10.5 m ³ /min x 33 m x 85 kW	2 (1)	Variable speed
Proposed Delkada Gr. Res.	1) Distribution Pump from New Delkada Gr. Res. to Moronthuduwa Distribution Area Horizontal, centrifugal volute 12.9 m ³ /min x 48 m x 145 kW	2 (1)	Variable speed
	2) Distribution Pump from New Delkada Gr. Res. to Wadduwa distribution Area Horizontal, centrifugal volute 18.5 m ³ /min x 31 m x 135 kW	2 (1)	Variable speed

出典: JICA 調査団

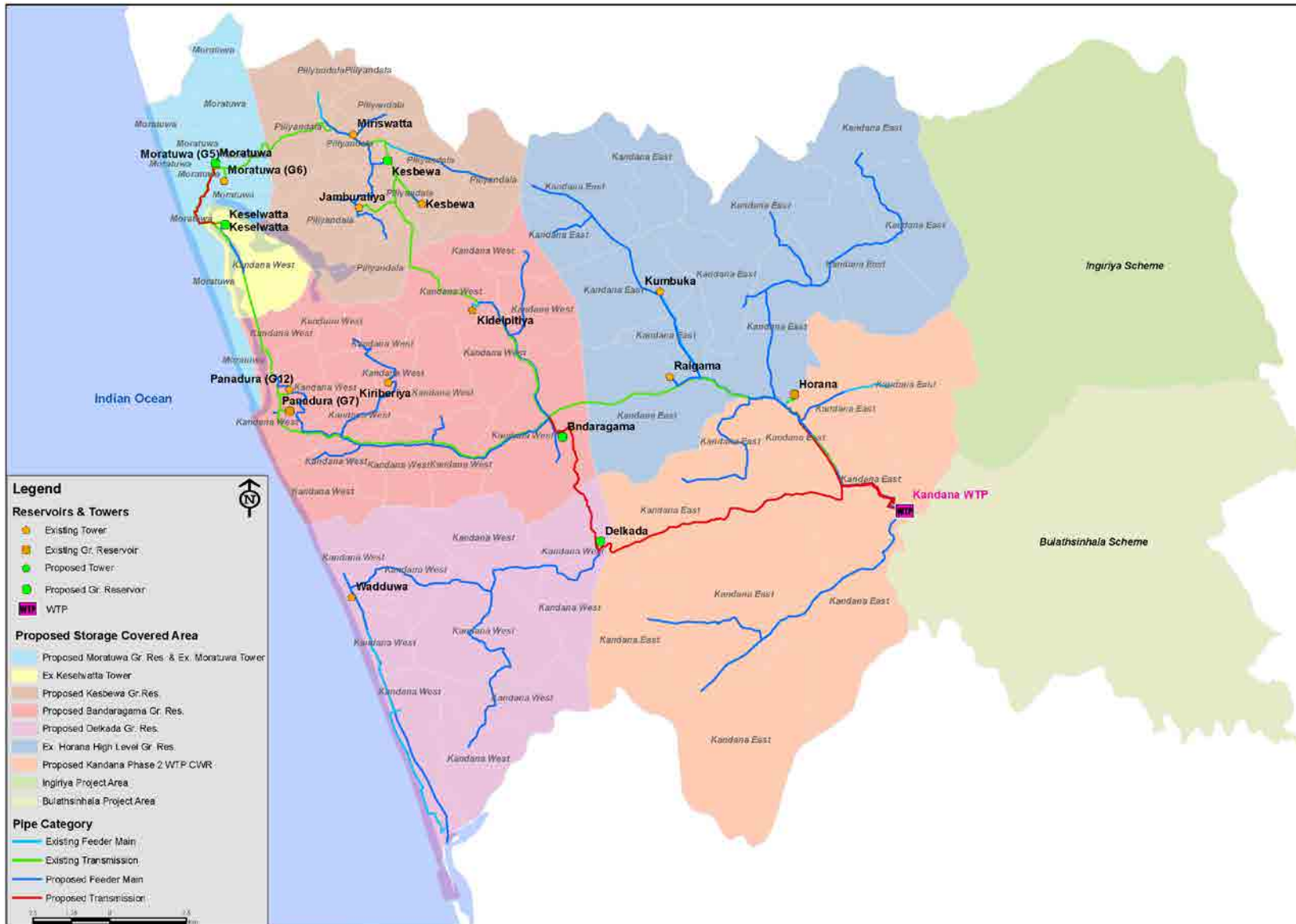


図 5.1.5: 見直し送配水システム (Phase II のみ)

出典: KGFSII

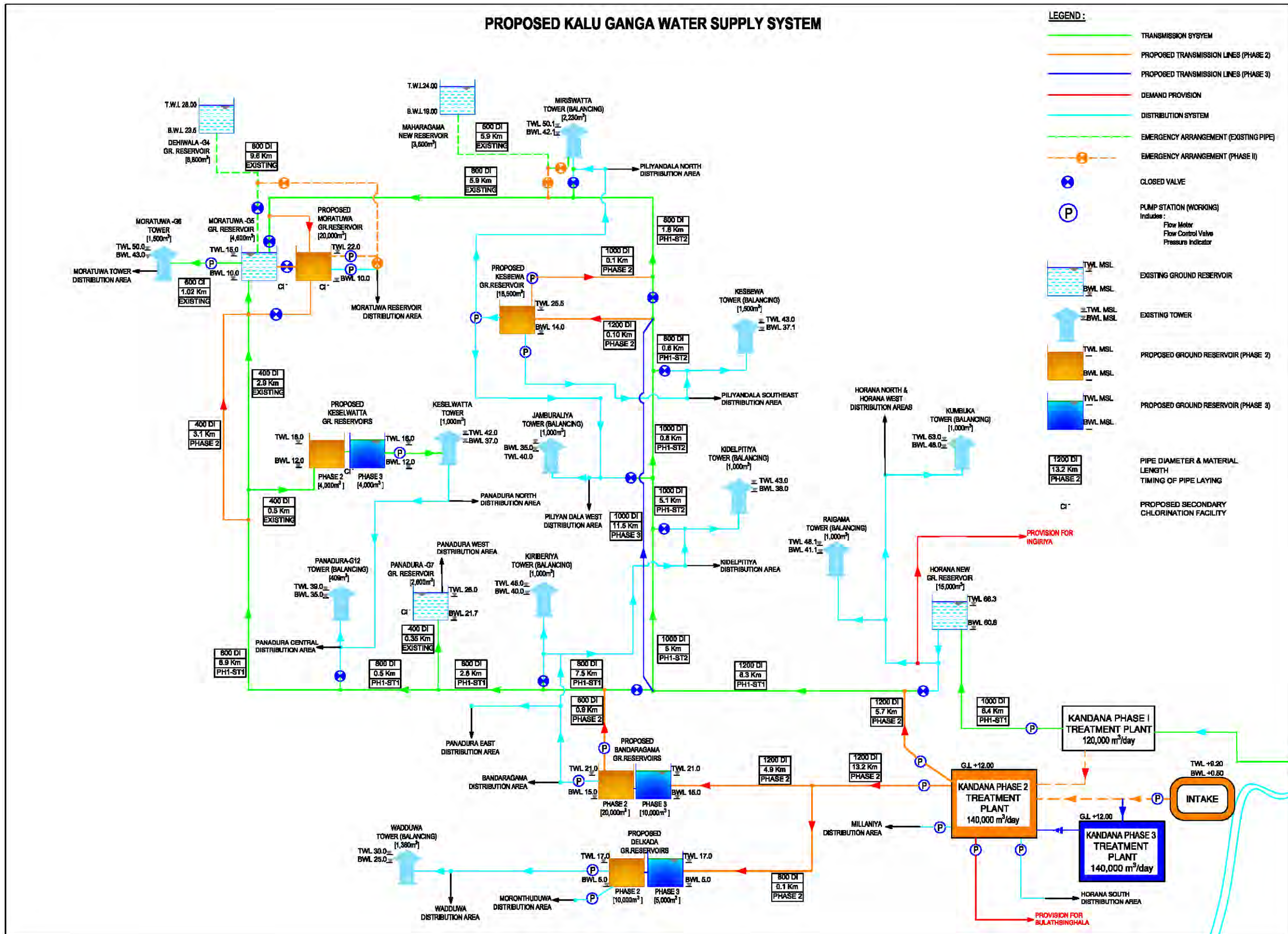


図 5.1.6: 見直し送配水システム (Phase II)

Source: KGFSII

5.2 Dehiwara 及び Moratuwa 地域における無収水削減活動

5.2.1 ADB による現在実施中の支援

(1) コロンボ市周辺における ADB によるプロジェクト

NWSDB は ADB の支援の下で、「Capacity Development for Non-Revenue Water Reduction」及び「Greater Colombo Water and Wastewater Management Improvement Investment Program (GCWWMIIIP)」等のプロジェクトを現在実施している。GCWWMIIIP はコロンボ市の北部をカバーする「Tranche 1」及び同市南部をカバーする「Tranche 2」の2プロジェクトに分れている。さらに、ADB は2014年12月に新たな技術協力案件として「Institutional Development of National Water Supply and Drainage Board」を公示した。本件はNWSDBの組織強化及びそれに付随するトレーニングを活動内容に含んでいる。

(2) 想定される円借款事業と ADB の支援との重複の確認

NWSDB の GCWWMIIIP 責任者によれば、Tranche 2 案件で対象となっている地域から Dehiwala 地区へ送水しているラインがあるものの、当該プロジェクトでは Dehiwala 地区の配水管網は対象とはしていないとのことである。したがって、想定される円借款事業で実施される Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減コンポーネントとの重複は基本的に無いことが確認された。

5.2.2 ソフト面への支援の可能性

(3) RSC (WC)による現状の無収水削減のための取り組み

RSC (WS)の職員によれば、RSC (WS)管轄区域における現状の NRW 削減への取り組みは以下のよう
に要約される。

- 漏水修理： 住民からの通報または地上漏水の発見に応じて対処。
- 漏水修理： 通報もしくは発見に応じて対処している。
- 夜間漏水調査： プログラムに基づいてパトロールを実施。
 - Manager (O&M)の下に配属する作業チーム（パトロール・修理・給水管接続等の作業をするスタッフで Gang と呼ばれる）により、パトロールが行われている。
 - 例： Dehiwala エリア（約 20 sq.km）には全部で 9 gangs。シフトを組んで1ヶ月で担当地域の全路線を巡回できるようにパトロールを実施。
- 地中漏水探査用の機器（音聴棒、電子音聴棒、漏水探知機等）は一揃え RSC (WS)にて保有。
- RSC (WC)の NRW Section の関与： 流量測定の際の超音波流量計設置・測定、不明管や不明バルブの探査、RSC (WS)で対処できない漏水探査・補修等の支援を実施。

以上のように RSC (WS)は積極的に漏水を始めとする無収水削減活動を実施しているが、漏水探査機器の不足から地下漏水の探査は限られており、通報及び巡回による地上漏水の発見・対処が主な活動となっている。地上漏水の発見・対処だけでなく、地下漏水等の探査・修理等も含めた活動を増強することが、無収水率削減への課題のひとつとなっている。そのための支援としては、本事業で新たに作成される DMA 区域の維持管理及び漏水対策を含めた無収水削減に主眼を置いた技術協力等のソフト面からの支援等が考えられる。

(4) ソフト面からの支援の可能性

概要

想定される円借款事業の下で実施される管路のリハビリにより、無収水率の削減に対して一定の効果が期待される。事業実施効果をより確かなものとするために、維持管理に関する技術協力等を含めた支援を、想定事業と組み合わせて実施することが効果的と考えられる。このようなタイプの支援は、

①事業実施のソフトコンポーネント部分として実施することや、②個別専門家派遣、③専門家派遣・機材供与・海外研修等を含めた技術協力プロジェクトなどのスキームを用いて実施すること等が想定される。

ソフトコンポーネント

上記①のような形で行う場合、NWSDBはGISデータベースを用いた水理解析や、解析結果を施設計画に反映するためのトレーニングを希望している。このような類のトレーニングは、設計時にC/Pとコンサルタントエンジニアとの間での情報交換や共同作業を通じて技術移転が図られると考えられることから、この技術移転のために特に追加の作業を計上する必要は無いと考えられる。

個別専門家派遣

「第8章 事業費及び実施工程」で述べられているように、NRW削減関連事業は、Term 1に2つのDMAの工事を先行して実施し、残りの17のDMAをTerm 2に実施する案で実施される見通しである。また、ADBの支援によるGCWWMIPにて、トレーニングセンターの建設が予定されている。これらの工事や他ドナーによる支援と連携して、それぞれの援助の効果を最大限に発揮するための方策のひとつとして、個別専門家による支援が考慮できる。専門家の分野及び業務の内容は以下の通り想定される。

- NRW モニタリング／評価（1名）：
 - 業務内容： 提案される事業のTerm 1で実施される2つのDMAの構築作業、管路交換・更生工事の効果の把握・評価に対する技術的支援
 - リソース： 民間コンサルタント
 - 派遣期間：（1.5～2.0 MM x 2回）／年（2018年中頃（Term 1開始前）～2021年中頃（Term 1完工後））
- アセットマネジメント（1名）
 - 業務内容： GISデータベースのアップデートに関する以下の技術的支援：
 - ✓ Term 1における活動を通じて得られた管路及び管路付帯設備の情報の収集・整理及び活用のための支援
 - ✓ 活動を通じて得られた知見や教訓を、Term 2の設計や入札図書作成にフィードバックすること
 - リソース： 地方自治体水道事業体
 - 派遣期間：（0.5～0.8 MM x 2回）／年（2018年中頃（Term 1開始前）～2021年中頃（Term 1完工後））
- 研修企画（1～2名）
 - 業務内容： ADBの支援の下でトレーニングセンターを利用した、研修プログラム作成・実施支援並びに研修トレーナー養成のための支援
 - リソース： 地方自治体水道事業体
 - 派遣期間：（0.5～0.8 MM x 2回）／年（2017年3月頃～2021年中頃（Term 1完工後））

技術協力プロジェクト

上記③のような技術協力のようなスキームを利用する場合を想定して、NWSDBのRSC(WS)を初めとする関連職員と、必要とされるプロジェクト内容(案)について協議・検討を行った。検討に当たっては、現在及び将来の組織体制及び現在の維持管理活動の状況や、日本の地方自治体の経験・ノウハウの活用等の観点から、NWSDBのRSC(WS)の要望・ニーズも考慮した上で、必要とされる技術協力プロジェクト案を作成した。以下にその案の概要を示す。

- 目的： 事業実施の効果を最大限に発揮するため、維持管理能力を強化して更なるNRWの低減・維持を図る。

- 想定期間： 3.5 年
- ターゲットグループ： RSC (WS)

表 5.2.1 に、想定される技術協力プロジェクトの活動、それぞれの活動内容、及びそれぞれの活動において主要な役割を果たすべき NWSDB の職員の職制を示す。

表 5.2.1: 想定される技術協力プロジェクト (案) の内容

Activity	Description of activities	Key staff in RSC (WS)
Database creation	<ul style="list-style-type: none"> • Database creation for facility (pipelines, valves, etc). • Database creation for customer data in a designated DMA. • Database creation for NRW-related data (detected/attended leakages, illegal connections, free-water use). • Feedback created database to the relevant staff through Engineer (NRW). 	<ul style="list-style-type: none"> • CE (P&D) • Engineer NRW • System Administrator
Monitoring & evaluation of DMA activities	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring of System input volume & NRW values in each DMA. • Trial monitoring by SCADA that is to be installed under the Project in some DMAs in Dehiwala and Moratuwa Area. • Identifying prioritized DMA to be attended urgently based on magnitude of NRW. • Summarizing result of monitored data, presenting result of evaluation and proposing improvement plan to concerned staff in NWSDB. • Motivation improvement plan for OICs/ZOs 	<ul style="list-style-type: none"> • Engineer (NRW) under Manager (Dehiwala & Moratuwa):
DMA activities against leakages and illegal connections	<ul style="list-style-type: none"> • Preparation of field work (including valve condition survey, customer survey, identification of free-water use and meter condition survey) for NRW reduction activities in DMA. • Conducting necessary site work (including valve condition survey, flow measurement, leak detection and detection of illegal connection) • Quick attendance for detected/reported leakages and illegal connections. • Improvement of construction supervision (including leak repair work) 	<ul style="list-style-type: none"> • AEs in Dehiwala & Moratuwa • OICs in Dehiwala & Moratuwa • Related ZOs
DMA activities against meter-related loss and free-water use	<ul style="list-style-type: none"> • Conducting necessary site work (including measurement of free-water use, customer survey, and meter condition survey) • Activities on meter accuracy improvement (including on-site accuracy test) • Planning of meter replacement work <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Promotion of discipline of meter readers. • Review and improvement of meter reader's role (including how to report leakages and/or illegal cases) • Motivation improvement plan for meter readers. • Pilot project for meter reading improvement with remote handheld reading device. 	<ul style="list-style-type: none"> • AEs in Dehiwala & Moratuwa • OICs in Dehiwala & Moratuwa • Related ZOs <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • AEs in Dehiwala & Moratuwa • Related Meter Readers • COs
Common activities	<ul style="list-style-type: none"> • Procurement of necessary equipment to be used under the Project • Preparation of program for DMA activities • Overseas training for management level, engineers, ZO, OICs, and skilled assistance. • Proposing appropriate DMA setup and management, including effective utilization of SCADA. • Proposing regular meter replacement plan • Review and recommendation for organization structure. • Internal PR activities within NWSDB • PR activities to water users 	<ul style="list-style-type: none"> • Additional GM (Western) • DGM (WS) • AGM (WS) • Manager (Dehiwala & Moratuwa)

出典: JICA 調査団

なお、日本の水道事業者が通常業務として行っている以下のような項目については、特に地方自治体のリソースや施設を活用する等の連携を行うことが効果的と考えられる。

- 漏水修理を含む工事の際の工事監理の改善に関する活動
- データベースの構築および、構築されたデータベースを関係者に効果的にフィードバック

- させるための活動
- 水使用者に対する PR に関する活動
 - 本邦研修のプログラム作成や受け入れに関する検討

2009年から2012年にかけて実施された「コロンボ市無収水削減能力強化プロジェクト」は Western Central の NRW セクションを対象に、NRW 削減に特化したパイロットプロジェクトを実施し、活動及びその活動から得られた知見をコロンボ市全体に普及・展開していくための技術協力であった。これに対し、本調査で提案している技術協力プロジェクトは、対象が Western South であるが、コロンボ市における技プロの経験を踏まえ、構築された DMA を、SCADA などを用いて適切に維持管理し、管路更新により低減された NRW をさらに低減・維持させていくための、DMA の維持管理全般にまで発展させた内容の活動を実施することを目的としている。

また、ADB の支援の下で 2015 年から 2018 年にかけて実施される予定の技術協力案件である「Institutional Development of National Water Supply and Drainage Board」は、組織体制の強化及びそれに付随するキャパシティーディベロップメント（例：NRW 管理、デザインマニュアルの改訂作業、GIS に係るトレーニング等）に関する活動が含まれている。したがって、ADB の技術協力プロジェクトから得られた知見や結果を、本調査で提案されている技術協力プロジェクトの詳細なプロジェクトデザインの確定や活動の実施（例：GIS データベース構築に関する活動、DMA の設計に関するデザインマニュアルや運用に係るマニュアル等が想定される）に反映することが可能と考えられる。

想定される技術協力のスケジュール案

上記の案に基づき、個別専門家派遣による支援と技プロによる支援を組み合わせた技術支援のスケジュール（案）を、**図 5.2.1** に示す。

支援形態	主な活動	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
技術協力プロジェクト	技プロの全工程								
	データベース構築支援								
	準備及び現状把握に係る作業								
	管路・弁類を含めた施設のデータベース構築作業								
	顧客情報データベース構築作業								
	漏水・違法接続・無料給水等のNRWに係る情報のデータベース構築作業								
	構築されたデータベースのアップデート作業								
	DMAにおけるパイロット活動のモニタリング・評価								
	バルブ診断や顧客調査計画の検討を含めた一般的な作業								
	DMA区画内におけるNRW削減活動前後の流量計測・データ解析による、活動による効果の検証・評価								
DMA内における漏水・違法接続対策									
DMA内におけるメーター関連損失及び無料給水対策									
共通活動									
プロジェクトで調達される機材の調達									
DMA内における活動計画の作成									
海外(本邦または第3国)におけるC/P研修の実施									
SCADAを活用を念頭に置いた、DMAの適切な区割りや維持管理方法の提案									
各戸給水メーターの定期的な交換プログラムの提案									
セミナー・ワークショップを通じた、本活動のNWSDB内部への普及・展開を目指した活動									
水利用者向けのPR活動									
個別専門家派遣	NRWモニタリング/評価(1名)								
	アセットマネージメント(1名)								
	研修企画(1-2名)								
本体事業	NRW削減に係る事業(工事)								
	NRW削減に係る事業(事務所建設や機材調達等)								

図 5.2.1: 想定される技術協力のスケジュール (案)

出典: JICA 調査団

5.2.3 Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減事業の必要性

Dehiwala 及び Moratuwa 地区は、それぞれスリランカでも CMC 地区に次いで 2 番目、3 番目に水道が整備された歴史を持つ区域である。両地区は CMC 地区同様、老朽管からの漏水を主要因とする高い無収水率の削減、適切な位置へのバルブ設置及び適切な配水区割りの実現が長年に渡る課題と位置づけられている。NWSDB 経営層は、接続栓数のとりわけ多い CMC 地区、Dehiwala 及び Moratuwa 地区を含めた CMC 周辺区域における無収水削減が、経営上の最重要課題のひとつと見なしている。このような背景の下で、「Feasibility Study on Distribution Network Improvement and Water Loss Reduction for Dehiwala and Moratuwa Areas」が MPU/2013 の下で実施されている。また、RSC (WS)により、「Pre Feasibility Report on Replacing Old Asbestos Cement and Cast Iron Pipes in Manager (Dehiwala) Area to Provide a Satisfactory Water Supply to Consumers (以降「Pre-F/S」と呼称)が 2013 年 8 月に作成されている。なお、Moratuwa 地区は Kandana 系統であるが、古いシステムで無収水率も多いため、本事業では特に無収水対策プロジェクトとして位置付けてられている。

5.2.4 提案される事業の概要

MPU/2013 や Pre-F/S では、Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減の緊急度が高いと認識されていることから、当該地区における管路更新・更生が本事業に含まれることとなっている。

事業内容は、原則として MPU/2013 及び Pre-F/S で提案されている内容をベースに、NWSDB からの要請事項の確認、及び MPU/2013 による調査の実施以降に NWSDB が独自に実施済みの項目を除去してリストアップされた。

また、本報告書の KGWSP II の送配水計画の部分でも述べられているように、本準備調査を通じて、MPU/2013 で計画された送配水系統に若干の見直しが加えられている。そのうち、Dehiwala 及び Moratuwa 地区に関連する見直しは主に以下のものが挙げられる。

- 当初計画されていた Bamunumulla 及び Panadura 配水池の代わりに、Bandaragama 及び Delkada 配水池を導入
- Kesbewa 配水池から Piliyandala Distribution Zone へのポンプ圧送の導入
- 既存送水管 (DI800) から既設 Maharagama 配水池への非常用送水ラインの導入
- Moratuwa 配水池から既設 Dehiwala 配水池への非常用送水ラインの導入
- Ratmalana DSD に追加された 1GN への給水を、通常時は KGWSS から給水し、非常時には Ambatale 系統からも給水可能となるような手当 (4.1 節参照)

以上の変更点を反映した、Dehiwala 地区における将来の送配水系統図を図 5.2.2 に示す。なお、Moratuwa 地区の配水系統図は「5.1 Kalu Ganga 給水システム」に示されるとおりである。

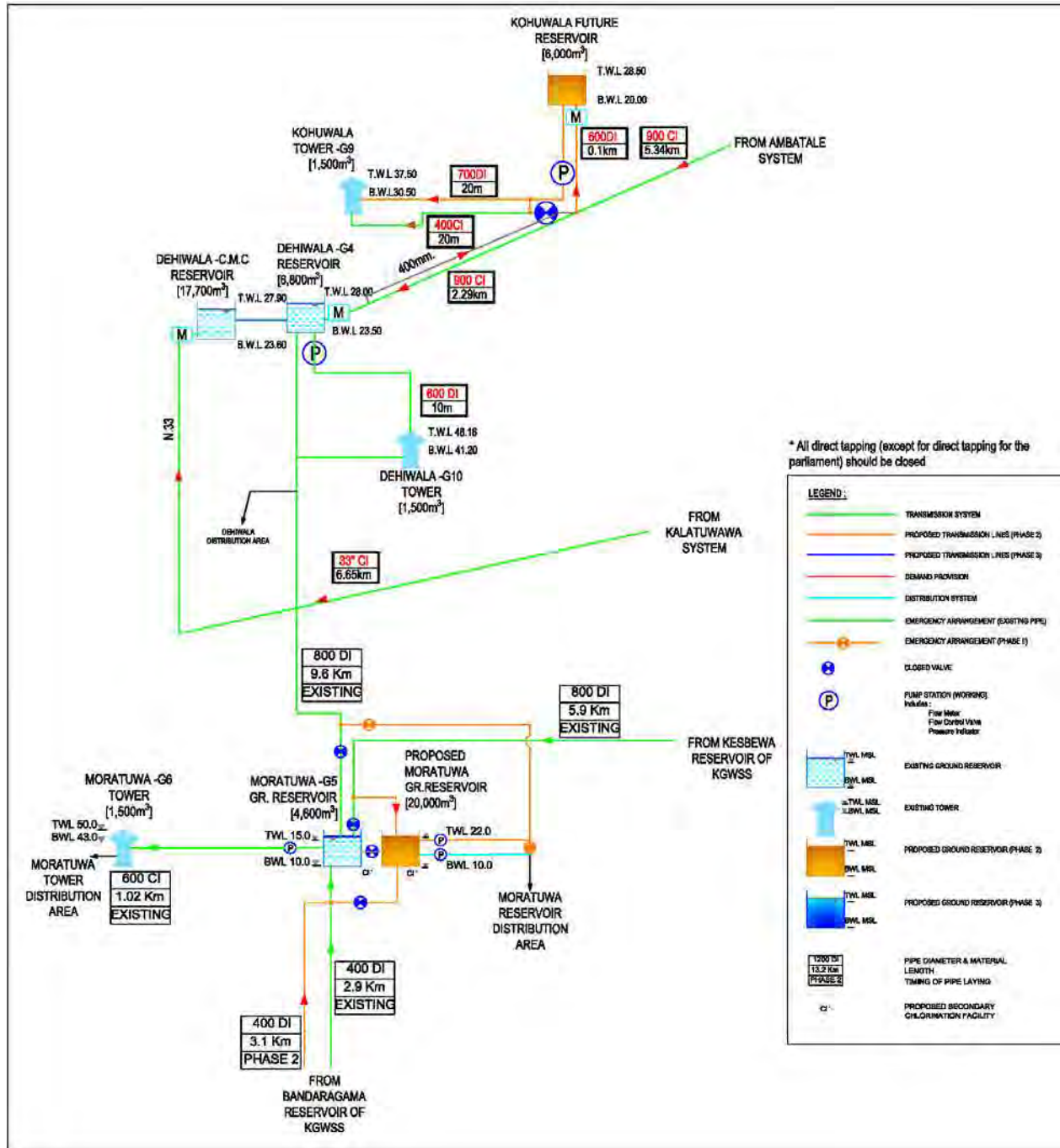


図 5.2.2: Future Transmission & Distribution Arrangement for Dehiwala and Moratuwa

出典: JICA 調査団

以上の既往調査結果を基に、NWSDB による追加的要請や NWSDB により独自に実施済みの項目等を除くなどの確認・調整を行い、さらに上記のような送配水系統のレビューを行った結果を反映した上で、必要とされる事業内容を検討した。表 5.2.2 に Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減のための事業リストを示す。

表 5.2.2: Dehiwala 及び Moratuwa 地区における提案される無収水削減事業の概要

Work item	Contents
Pipe rehabilitation (including valves and fittings)	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitation works are summarized as follows: <ul style="list-style-type: none"> - Replacement: 204.5 km (111.5 km for Dehiwala and 93.0 km for Moratuwa) - Re-lining: 10.9 km (5.6 km for Dehiwala and 5.3 km for Moratuwa) - Removal: 1.8 km (0.3 km for Dehiwala and 1.5 km for Moratuwa) - New installation: 88.8 km (49.7 km for Dehiwala and 39.1 km for Moratuwa) Cost including fittings and specials, valves, culvert crossings, bridge crossings, valve chambers for replaced/newly installed pipes may be referred the NWSDB's "Rate Book 2014" as this

	<p>considers those items.</p> <ul style="list-style-type: none"> In addition to the above, additional valves and chambers (including necessary fittings) are requested to be included into the cost estimate, namely: <ul style="list-style-type: none"> - Section valve: 113 nos. (80 to 600 mm dia.) - Air valve: 25 nos. (25 mm dia.) - Washout valve: 25 nos. (80 mm dia.) - Fire hydrant: 20 nos. (80 mm dia.)
Bulk meter and interconnection valve for DMA creation	<ul style="list-style-type: none"> Flexibility/Emergency interconnection valve: 9 nos. (200 to 800 mm) Bulk meter for DMA boundary: 16 nos. (200 to 800 mm) Bulk meter for reservoir inlet/outlet: 16 nos. (400 to 1,000 mm)
House connection	<ul style="list-style-type: none"> House connection transferring due to replacement of pipes: 45,000 connection (25,000 for Dehiwala and 20,000 for Moratuwa)
Reservoir	<ul style="list-style-type: none"> Construction of Kohuwala Reservoir: 6,000 m³, PC circular tank
Institutional development	<ul style="list-style-type: none"> Equipment for O&M including leak repair: <ul style="list-style-type: none"> - Mini Generator - Night light Set - Sludge Pumps - Compactor - Drilling Machine - PE Welding Machine - Tool Kit - Asphalt cutter - Road breaker - Laboratory equipment Office buildings: <ul style="list-style-type: none"> - OIC (Dehiwala) Office - fully furnished - Regional Stores (Dehiwala), OIC stores (Dehiwala), workshop (Dehiwala) - OIC (Horana) Office - OIC (Panadula) Office Vehicles for O&M: <ul style="list-style-type: none"> - Boom truck - Mini Excavator - Tipper - Fully equipped vehicle (with mini excavator) - Cabs - Crew Cabs Other equipment for O&M including leak detection: <ul style="list-style-type: none"> - Leak detector - Metal detector - Telephone System for Dehiwala Office - Fire Hydrant System - CCTV Camera System - Dehiwala Office Generators - Public address system

出典: NWSDB

リライニングの延長:

スクレーピング&リライニングの延長については、下記の要領で必要数量の検討を行った。

- MPU/2013 で示されている必要数量を基にさらに精査の上検討を行った。
- NWSDB によれば、大口径の普通鑄鉄管については、これまでの維持管理を通じた経験上、管路内面及び外側の状態が良好であることが確認されている（写真 5.2.1 参照）。



写真 5.2.1: 800 mm 普通鑄鉄管の内面のサンプル

出典: NWSDB

- なお、上記に関し、スクレーピング&リライニングにより管路の強度が保たれるのか、投入した費用・労力に見合うだけの効果が得られるのかどうか等の懸念から、本項目を円借款として実施される工事項目に含めることが適切なのかどうかについて、JICA 内部から疑問が投げかけられた。そのコメントを受ける形で、NWSDB と調査団との間で再び協議が行われた。
- 協議の結果、現地ではスクレーピング&リライニングが安価に実施できること、上記の通り大口径管については一般に状況が良好であることから、同項目は必要な項目として残したいと言う NWSDB の強い意向が再確認された。
- したがって、MPU/2013 でリライニング対象として計上されている管路のうち、400 mm 以上の管路はコスト積算上以下の取り扱いとすることとした。
 - 10% - 交換
 - 40% - リライニング
 - 50% - 何もしない
- ただし、詳細設計以前または詳細設計の初期段階において、いくつかの地点でサンプリングを実施し、管路の内外面の状況を再確認する必要があると考えられる。

無収水削減のための体制の強化 (Institutional Development) に要する項目

無収水削減のための維持管理体制の強化に要する項目として、漏水修理などに用いる維持管理用の機器、オフィス建物、車両及び漏水探査用機器を本事業に含めるよう NWSDB より要請があった。詳細については、Main Report の「Chapter 10 Capacity of Executing and Implementing Agencies」に示されている通りである。

第6章 社会条件調査結果概要

6.1 調査概要

6.1.1 調査手法

JICA スリランカ国西部州上水道整備マスタープランにおいてより詳細な同分野の調査が行われているため、本調査では一般世帯のみを対象として（商業施設等は含まない）、特に水利用に係る実態、現在の給水サービスに対する意識と満足度、改善される給水サービスに対する価値づけの3つの観点から調査が行われた。

6.1.2 調査地域

本調査は、本事業の対象地域である Colombo District より 5 DS Divisions, 103 GN Divisions 及び Kaluthara District より 8 DS Divisions, 359 GN Divisions、合計 462 GN Division を対象地域とし、その中から合計 12 の GN Divisions が選ばれて、調査が行われた。

6.1.3 調査項目

質問表は、マスタープランや類似した水道事業調査で実施された同類の社会調査を参考に作成された。質問表は以下の6つのパートで構成されている。

- Part A ; 回答者の一般情報
- Part B ; 世帯の一般情報
- Part C ; 水利用に係る実態
- Part D ; 利用者による現在の給水サービスの利用状況と評価
- Part E ; 非利用者による給水サービスに対する評価
- Part F ; 調査員の視点による世帯の評価

6.1.4 調査結果

合計 507 の世帯を訪問し、データの正確性と質の確保のため 18 歳以上を対象にインタビューを行った。本調査から得られた主要な結果を以下に示す。

(1) 回答者の属性

図 6.1.1 に回答者の属性を示す。回答者の平均年齢は 46.77 歳で、回答者の約 3 分の 2 (67.3%) は女性であった。

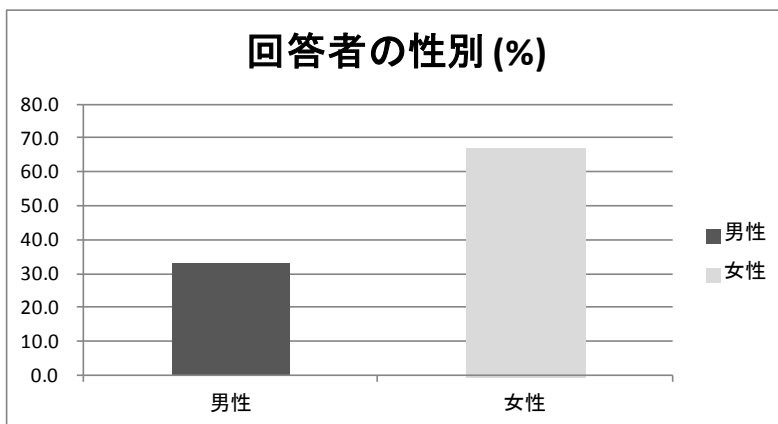


図 6.1.1: 回答者の属性

出典: JICA 調査団

(2) 世帯の属性

表 6.1.1 に県別の世帯状況を示す。世帯構成は全平均で 4.39 人であった。

表 6.1.1: 県別世帯状況

県	世帯数	合計家族構成員数	平均家族構成人数
コロンボ	53	230	4.34
カルタラ	454	1998	4.40
合計	507	2228	4.39

出典: JICA 調査団

平均世帯月収は LKR 33,046 であった。

全ての世帯において、食事にかかる出費の割合がいちばん高く、全出費に対して約 50%であった。水利用にかかる出費の割合は小さく、1~2%となっていた。

(3) 水利用状況

表 6.1.2 および表 6.1.3 は家庭用および家庭外用の水源別水利用状況である。

表 6.1.2: 家庭用水源別水利用状況 (%) (N=507)

項目	飲料用	料理用	風呂用	トイレ・衛生用	洗濯用
NWSDB 水	28.21	28.40	28.21	28.21	28.60
ボトル水	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
井戸水	80.08	80.28	81.66	81.26	81.85
雨水	0.20	0.00	0.00	0.00	0.59
河川水/湖水	0.20	0.20	1.97	0.79	1.58
その他	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79

出典: JICA 調査団

表 6.1.3: 家庭外用水源別水利用状況 (%) (N=507)

項目	農業用	園芸用	商業用	洗車用
NWSDB 水	1.18	15.98	0.79	7.89
ボトル水	0.00	0.20	0.00	0.00
井戸水	6.71	50.49	1.78	25.64
雨水	4.14	12.03	0.20	0.20
河川水/湖水	0.59	0.79	0.00	0.00
その他	0.00	0.20	0.00	0.00

出典: JICA 調査団

(4) NWSDB 水利用世帯

表 6.1.4 に NWSDB 水接続世帯における水利用状況を示す。507 世帯中、152 世帯 (30%) が NWSDB の水を利用していることが判明した。この 152 世帯における月平均利用量は 15,119 リットルであった。

全ての接続世帯は家庭用メーターを設置しており、故障中のメーターがあると回答した世帯は 1 世帯のみであった。

表 6.1.4: NWSDB 水接続世帯における水利用状況 (n=152)

月間消費量	機能しているメーター 所有世帯数	前月利用料金の平均額	過去3ヶ月の平均利用 料金の平均額
15,119 リットル	151 世帯	LKR 429	LKR 447

出典: JICA 調査団

(5) NWSDB 水の利用世帯における水利用に関する評価

表 6.1.5 に NWSDB 水利用世帯における水利用に関する満足度を示す。

表 6.1.5: NWSDB 水に対する項目別満足世帯数割合 (%) (n=152)

項目	満足	不満足
味	70.4	29.6
臭い	92.8	7.2
きれいさ	86.2	13.8
供給時間	69.7	30.3
量	78.9	21.1
水圧	75.7	24.3
料金	75.0	25.0

出典: JICA 調査団

表 6.1.6 に NWSDB 水改善時の支払い余裕額を示す。サービスが改善された場合、現在の支払額に加え、いくらまで支払いが可能かという質問に対し、半数以上の世帯が、LKR 151 以上加算されても支払いが可能であると、回答を得た。しかしながら約 20%の世帯はサービスが改善されても現在の利用料以上に支払う余裕はないと回答が得られた。

表 6.1.6: NWSDB 水改善時の支払い余裕額 (n=152)

支払う余裕 なし	現在の利用料に加え支払う余裕のある金額					
	LKR 1-50	LKR 51-100	LKR 101-150	LKR 151-200	LKR 201-250	LKR 251 and more
19.7	7.2	7.2	6.6	10.5	19.7	28.9

出典: JICA 調査団

(6) 井戸水利用

表 6.1.7 に井戸水利用状況を示す。全世帯中 83.6%の世帯が井戸水を利用していると回答した。この中には、NWSDB 水と井戸水の両方の利用世帯が含まれている。井戸水の平均月利用量は、17,797 リットルで、これは NWSDB 水の利用量よりも多い。

表 6.1.7: 井戸水利用状況

平均月間利用量 (n=424)	平均初期投資費用 (n=408*)	平均維持管理費用 (n=411*)
17,797 リットル	Rs. 40,098	Rs. 304

*費用については覚えていないケースが数件あったため、回答数が項目によって異なる。

出典: JICA 調査団

(7) 雨水利用

雨水利用量については 39 世帯からの回答が得られ、その月平均は 652.6 リットルであった。雨水の主な使用目的は家庭園芸であった。

(8) 河川水/湖水利用

10 世帯から得られた平均月利用量は約 2,210 リットルであった。水汲みにかかる時間については 8 世帯から回答が得られ、その平均は 1 日あたり 0.63 時間であった。

(9) NWSDB 水の非利用世帯における評価

表 6.1.8 は NWSDB 水非接続世帯における新規接続意思について示したものである。NWSDB 水に非接続世帯の 84.5%が新規に接続する意思があると回答した。他方、15.5%は接続意思がないことが判明した。本調査では、接続意思がない理由について明らかにすることはなかったが、井戸水の利用に満足しており、NWSDB 水に接続する必要性を感じていないのではないかと考えられる。

表 6.1.8: NWSDB 水への新規接続意思 (n=355)

項目	%
現在のところ新規接続意思なし	15.5
NWSDB 水にすぐにでも接続意思あり	80.6
NWSDB 水にサービス改善時に接続意思あり	3.9

出典: JICA 調査団

表 6.1.9 に NWSDB 水非接続世帯における支払意思額を示す。NWSDB 水に接続した場合の支払い意思額については、16.1%が支払う意思はなし、38.9%の世帯は Rs. 251 以上支払い意思あり、18.6%は LKR 250 まで、12.7%は LKR 200 まで、7.6%は LKR 150 まで、4.8%は LKR 100 まで、1.4%は LKR 50 までならそれぞれ支払い意思があることが判明した。

表 6.1.9: NWSDB 水への支払い意思額 (%) (n=355)

意思なし	意思あり					
	Rs. 1-50	Rs.51-100	Rs.101-150	Rs.151-200	Rs.201-250	Rs. 251 以上
16.1	1.4	16.1	1.4	16.1	1.4	16.1

出典: JICA 調査団

6.2 マスタープラン調査との比較

6.2.1 一般世帯に関する情報

(1) 世帯の一般情報

表 6.2.1 は社会条件調査およびマスタープラン調査の世帯一般情報に関する比較を示したものである。平均家族人数、性別比、平均世帯月収については特筆すべき差は見受けられない。しかし、NWSDB 水接続世帯の割合はマスタープラン調査が 58.8%であったのに対し、社会条件調査では 30.0%と大きな差が見受けられた。

表 6.2.1: 両調査の世帯一般情報に関する比較

項目	社会条件調査	マスタープラン調査
平均家族人数 (人)	4.39	4.4
男性 (%) / 女性 (%)	47.4/52.6	47.6 / 52.4
平均世帯月収 (Rs)	33,046	36,193
NWSDB 水接続世帯 (%)	30.0	58.8

出典: MPU/2013 を基に JICA 調査団作成

(2) NWSDB 水接続世帯の水利用状況と評価

表 6.2.2 は社会条件調査およびマスタープラン調査の NWSDB 水利用状況と評価に関する比較を示したものである。NWSDB 水の利用目的について、社会条件調査では 28%以上の世帯が飲料用、料理用に利用していると回答したのに対し、マスタープラン調査では、これよりも大きく下回った割合となっている。

他方、利用料への満足度については、マスタープラン調査での回答者の方が満足している割合は 82.9%と高く、社会条件調査では 75.0%と低くなっている。

表 6.2.2: 両調査の NWSDB 水利用状況と評価に関する比較

項目	社会条件調査	マスタープラン調査
家庭用メーター利用の割合 (%)	100	99.1
機能しているメーターの割合 (%)	99.3	98.4
飲料用に利用している世帯の割合 (%)	28.21	20.4
料理用に利用している世帯の割合 (%)	28.40	17.7
利用量 (Units)	15.1	16.5
水圧への満足している世帯の割合 (%)	75.7	77.5
利用料へ満足している世帯の割合 (%)	75.0	82.9

出典: MPU/2013 を基に JICA 調査団作成

(3) NWSDB 水非接続世帯による評価

表 6.2.3 は社会条件調査およびマスタープラン調査の NWSDB 水の接続意思に関する比較を示したものである。社会条件調査では 84.5% の非接続世帯が接続意思を有しており、マスタープラン調査では 76.6% の世帯が接続意思を示していた。

表 6.2.3: 両調査の NWSDB 水の接続意思に関する比較

項目	社会条件調査	マスタープラン調査
NWSDB 水への接続意思を持つ世帯の割合 (%)	84.5	76.6

出典: MPU/2013 を基に JICA 調査団作成

(4) その他の特筆すべきマスタープラン調査の情報

マスタープラン調査では、利用料金の見直し時期についての質問項目があり、30.4% が毎年、49.4% が 5 年毎に見直しされるべきとの結果が示されている。

6.2.2 アパート・商業世帯・施設等に関する情報

(1) サンプル数

社会条件調査では一般世帯のみを対象としたが、マスタープラン調査ではアパートや商業世帯、施設に関する情報も収集している。

表 6.2.4 に施設別のサンプル数を示す。

表 6.2.4: マスタープラン調査の施設/世帯別サンプル数

施設/世帯	サンプル数
病院	10
教育施設	10
宗教施設	10
トレーニングセンター等の施設	10
ホテル	10
工場	10
アパート	400
商業世帯	200
合計	660

出典: MPU/2013

(2) 主要な結果

表 6.2.5 にマスタープラン調査の施設/世帯別 NWSDB 水利用状況と評価を示す。NWSDB 水へ接続している施設/世帯の割合は高く、アパート世帯のほぼ 100% は NWSDB 水への接続に接続している。

アパート、商業世帯を除くその他の施設による水消費量は、病院や教育施設等、通常多量の水を消費する施設が含まれるため、極めて高い数値となっている。アパートと商業世帯による水消費量は、一

般世帯による消費量及び社会条件調査での対象一般世帯の消費量とそれほど大きな差は見受けられない。

利用料金については、10%以上の施設/世帯が満足していないと回答している。

表 6.2.5: マスタープラン調査の施設/世帯別利用状況と評価

	接続施設/世帯の割合 (%)	消費量 1 unit*/月	利用料へ満足している世帯の割合 (%)
アパート	99.8	18.9	87.8
商業世帯	83.5	27.0	86.8
その他の施設	96.6	1440	77.2

*1 unit=1,000 リットル
出典: MPU/2013

第7章 環境社会配慮

7.1 IEE/EIA の必要性

本事業において提案される Kandana 浄水場は 140,000 m³/d での規模は 500,000 m³/d 未満であること、並びに環境影響を受けやすい地域または環境保護地域に位置していないことなどから、スリランカ国における環境関連法規（Gazette Extra Ordinary No. 722/22 of 1993 and No. 1104/22 of 1999）に照らし合わせ、IEE/EIA 実施の必要性は無いことが確認された。

7.2 初期環境調査（IEE）の概要

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）よれば、本事業はカテゴリーBに分類されることから、同ガイドラインに従ってIEEレベルの調査を本準備調査の下で実施した。IEEレベルの調査では、①既存のデータや簡易的なフィールド調査に基づいた NWSDB との共同作業によるスコーピング、②予想される正負の環境社会へのインパクトのリストアップ及び代替案の検討、③負のインパクトに対する緩和策やモニタリングプランの提案、等を実施した。

7.3 ステークホルダーミーティングの概要

本準備調査の内容及び IEE レベル調査の内容をステークホルダーに周知する目的で、ステークホルダーミーティングが開催された。表 7.3.1 にステークホルダーミーティングの概要を示す。

表 7.3.1: ステークホルダーミーティングの概要

Item		Action
1	Date	09:00 – 13:30, January 13, 2015
2	Place	Meeting room of Berjaya Hotel, Mount Lavinia, Colombo
3	Target areas	Dehiwala, Moratuwa, Kesbewa, Bandaragama, Horana, Millaniya, Madurawela etc.
4	Consultation contents	1) Outline of the Preparatory Survey 2) The results of IEE level study 3) Water demand and capacity of the WTP, sludge disposal and reuse, gender and children considerations etc.
5	Participants	47 persons from NWS, NWSDB, CEA, RDA, NGOs, residents, JICA Sri Lanka Office etc.

出典: JICA 調査団

質疑応答が活発になされたが、プロジェクト実施に対して否定的な発言は出なかった。

7.4 簡易住民移転計画（RAP）の概要

住民移転を極力回避するため、本準備調査の中でいくつかの代替案が検討された。その結果、Kandana 浄水場、各配水池及び送配水管工事に伴う住民移転は不要となる計画策定が可能となった。しかしながら、表 7.4.1 に示すように、配水池 4 箇所及び配水管 1 区間の建設に対して、全部で 7 名の土地所有者から合計 3.9 ha の土地収用が必要となる見込みである。

土地収用に関する取り扱いの検討を行うに際し、住民移転及び土地収用に関する JICA の方針及びスリランカの法制度を参照・比較を行った。その結果、両者に大きな差異は無いことが確認された。本事業では住民移転を要しないことから、JICA ガイドライン及び世銀の OP4.12 に従って、簡易住民移転計画を作成した。表 7.4.1 に本事業の実施に要する土地収用と住民移転の概要を示す。

表 7.4.1: 事業の実施に伴う土地収用及び住民移転

Name	Capacity	Land Area Needed	Land Acquisition Necessity	Current Land Use	Resettlement Household	Remarks
Kandana WTP						
Kandana	140,000 m ³ /d	3.5ha	No	Existing Kandana WTP	0	Within the existing Kandana WTP
Reservoirs						
New Delkada	10,000m ³	1.0 ha	Necessary (1.0ha)	Private (coconut land)	0	Based on alternative study results (1 owner)
New Bandaragama	20,000m ³	2.0 ha	Necessary (2.0ha)	Private (bare land + plant nursery)	0	Based on alternative study results (1 owner)
New Keselwatta	4,000m ³	0.1 ha	Necessary (0.025 ha)	NWSDB + Private (vacancy)	0	Existing elevated tank (1 owner)
New Moratuwa	20,000m ³	0.7ha	No	NWSDB (21 quarters)	0	Japanese technology will be applied.
New Kesbewa	18,500m ³	0.74ha	Necessary (0.74ha)	Private (Vehicle repair site)	0	3 owners
Pipelines						
Gammanpila Wewa section	DN1,000mm	0.13ha	Necessary (0.13ha)	Public (Paddy field + bare land)	0	Belongs to divisional secretariat of Badaragama (1 owner)
Total	-	8.17ha	3.9ha	--	0	Finally resettlement is avoided.

出典: JICA 調査団

簡易住民移転計画は下記の内容を含む:

- 占有者を対象とした人口センサス調査、財産・用地調査結果
- 補償の方法
- 苦情処理手順
- 実施体制（組織及び役割）
- 土地収用にかかる費用及び財源
- 実施スケジュール及びモニタリング方法・体制

簡易住民移転計画では、JICA ガイドライン及びスリランカの関連法制度に定められている方針に従い、土地収用に係わる補償額は再取得価格とするべきであると結論付けている。

7.5 低所得者層への配慮

低所得者層（世帯月収 LKR 4,500 以下）は通常の接続料金の 23%にあたる LKR 4,000 の特別優遇料金で給水栓接続が可能である。加えて、低所得者層は通常の家庭用水道料金の 25%から 58%程度の割引料金が適用される。

7.6 ジェンダーへの配慮

本調査の下で実施した社会条件調査によれば、戸別給水栓を持たない 365 件のうち 8 件の家庭では、1 日当たり 0.63 時間を、水源（河川・湖等）からの水汲み等に費やしていることが判った。本事業の実施により、良質な水質の水が供給されて公衆衛生に寄与すことだけでなく、水汲み労働に従事する女性や子どもの労力を軽減することが期待できる。

また、本調査ではプロジェクトへの男性・女性の平等な参画を促進することを目的として、ジェンダ

ーアクションプラン（GAP）を作成した。

7.7 気候変動緩和及び適応策

本調査では、Dehiwala 及び Moratuwa 地区における無収水削減事業コンポーネントにより実施される管路更新を通じて期待されるエネルギー消費量削減によりもたらされる温室効果ガス削減量を、「JICA 気候変動対策支援ツール/緩和策（省エネルギー（産業）」を用いて試算した。試算結果によれば、2025 年における温室効果ガス削減量は 1,012 t-CO₂/year 程度と算出された。既存の情報によれば、Kalu 河流域における降水量及び降水パターンに関する長期的な変動と気候変動による影響との間に明確な因果関係を見出すことはできない。したがって、本事業は「JICA 気候変動対策支援ツール/適応策（上水道）」適応案件にならないと判断した。

第8章 事業費及び実施工程

8.1 事業実施スケジュール

本事業実施スケジュールは、一般的な工程を考慮すると以下の工程と期間が必要となる。

- (1) コンサルタント選定期間 : 12.0 カ月
- (2) 詳細設計の実施期間 : 12.0 カ月
- (3) 国際競争入札の実施期間 : 25.0 カ月 (10.0 カ月分は詳細設計期間に実施可能)
- (4) 国内競争入札の実施期間 : 18.0 カ月
- (5) 建設工事実施期間 (最長) : 36.0 カ月
- (6) 新上水システム技術支援 : 6.0 カ月

よって、2015年11月に借款協定を締結し上記工程で実施した場合、**図 8.1.1** のようなスケジュールで2022年1月に供用開始となる。

	2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
コンサルタントの選定																																
詳細設計の実施																																
国際・国内競争入札の実施																																
建設工事(国内競争入札)																																
建設工事(国際競争入札)																																
維持管理技術支援																																

図 8.1.1: 標準的な工程で事業実施した場合のスケジュール

出典: JICA 調査団

NWSDB は本事業によるより早い給水開始を求めているため、工程の前倒しを要望している。しかしながら、前倒しの工程については JICA のファクトファインディングミッションまたはアプレイザルミッションにて協議される事項であるため記載しない。

8.2 事業費

本事業費の金額については記述しないが、計算に用いた基本条件を以下に示す。

本事業の積算は JICA 積算キットにより行われる。一般的な積算単価は NWSDB の「Rates 2014」に基づき積算を行い、「Rates 2014」が出来ない項目は過去の実績や見積りその他により積算を行う。為替レートは、スリランカ中央銀行が公表している以下の 2014 年 12 月の月間平均為替レートを用いて積算する。

$$\begin{aligned} \text{USD } 1 &= \text{LKR } 131.0216 \approx \text{LKR } 131.02 \\ \text{USD } 1 &= \text{JPY } 119.37 \approx \text{JPY } 119.37 \\ \text{JPY } 1 &= \text{LKR } 1.0976 \approx \text{LKR } 1.0976 \end{aligned}$$

建設工事費における物価指標は、「ス」国の建設教育研修協会が発刊している「ICTAD 建設統計書、2014 年 9 月」に示されている。この 2014 年の全建設工事の物価指数上昇率の平均は約 3.20%であり、コロンボの消費者物価指数の平均値 (3.3%) と同等である。したがって、内貨の物価上昇率は、全建工事の指数平均値の 3.2% とした。外貨 (Foreign Currency) については 2014 年に実施された他国の ODA プロジェクトを参考に 2.0% とした。その他積算条件は **表 8.2.1** に示す。

表 8.2.1: 事業費積算条件

項目		適用率
物理的予備費	建設費	5.0%
	エンジニアリングサービス	5.0%
NWSDB 管理費		3.0%
建中金利 (中所得)	建設費	1.4%
	エンジニアリングサービス	0.1%
付加価値税 (VAT)		11.0%
国家建設税 (NBT)		2.0%
輸入関税 (外貨平均値)		15.0%
フロントエンドフィー		0.2%

出典: JICA 調査団

本事業における事業パッケージについては、以下の2つの大きな内容に分類される。

- (a) Kalu Ganga 給水事業拡張事業
- (b) Dehiwala 及び Moratuwa 地区無収水削減活動事業

しかし、上記事業すべてを実施すると非常に大きな事業費になるため、後日円借款額に合わせて取捨選択が行い易いよう事業の内容や種類により表 8.2.2 に示す 13 事業パッケージに細分している。

表 8.2.2: 事業パッケージ案

番号	内容	入札方式
Lot 1	Kalu Ganga 給水事業拡張事業取水及び浄水場建設工事	国際競争入札
Lot.2	Kalu Ganga 給水事業拡張事業送水管建設工事	国際競争入札
Lot.3	Kalu Ganga 給水事業拡張事業配水池建設工事	国際競争入札
Lot.4	Kalu Ganga 給水事業拡張事業ポンプ場建設工事	国際競争入札
Lot.5	Kalu Ganga 給水事業拡張事業配水本管建設工事	国際競争入札
Lot.6	Kalu Ganga 給水事業拡張事業配水支管建設工事	国際競争入札
Lot.7	Kalu Ganga 給水事業拡張事業配水小管建設事業	国内競争入札
Lot.8	Kalu Ganga 給水事業拡張事業 DMA 区画整備設備調達	国際競争入札
Lot.9	Kalu Ganga 給水事業拡張事業給水管建設工事	国内競争入札
Lot.10	Kalu Ganga 給水事業拡張事業維持管理機材調達	国内競争入札
Lot.11	Dehiwala 及び Moratuwa 地区無収水削減活動事業建設工事	国際または国内競争入札
Lot.12	Dehiwala 及び Moratuwa 地区無収水削減活動事業用維持管理機材調達	国内競争入札
Lot.13	Kethhena 塩水遡上防止事業建設工事	国際競争入札

出典: JICA 調査団

第9章 財務及び経済分析

9.1 財務分析

前章で概算した初期投資費用、更新費用、運営・維持管理費に基づき財務分析を実施した。財務便益には事業実施により増加する水道料金収入を計上した。

本事業コンポーネントの財務的内部収益率（FIRR）の分析は、「Kalu Ganga 給水システムの拡張」、「Dehiwala 及び Moratuwa 地域における無収水削減活動」と事業全体の3ケースについて実施された。

ここで財務分析の値や詳細は示さないが、すべてのケースにおいて採算が取れると判断された。

9.2 経済分析

前章で概算した初期投資費用、更新費用、運営・維持管理費に基づき経済分析を実施した。経済便益には、代替水源に係る費用の削減及び増加する給水量に対する支払意思額を計上した。

ここで経済分析の値や詳細は示さないが、本事業の経済的内部収益率は、社会的割引率を上回ると判断され、本事業は経済的にフィージブルであると評価される。

9.3 ターム分けをしたケースの経済財務分析

本事業を2つのタームに分けた場合における経済財務分析の結果、どのタームも財務的に採算がとれ、経済的にもフィージブルであると評価された。

第10章 事業実施及び執行機関の能力

10.1 事業実施/執行機関の能力

10.1.1 事業実施機関の能力

水セクターについては、中央政府では水省(MWSD)及び都市開発省(MUDSA)が政策、制度及び開発を所管している。MWSD の組織図を図 10.1.1 に示す。MWSD は、円借款や ADB ローンのプロジェクを数多く実施していることから、本プロジェクトの実施機関として十分な能力を有していると考えられる。

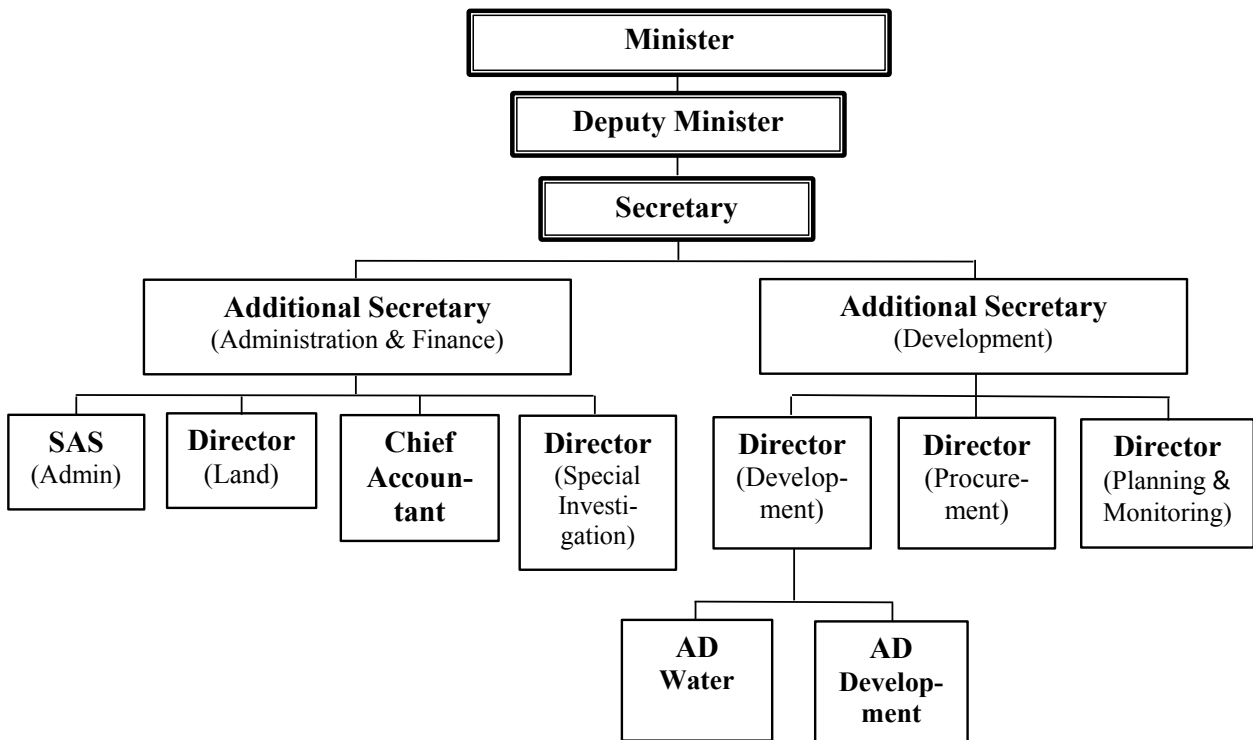


図 10.1.1: MWSD の組織図

出典: NWSDB

10.1.2 事業執行機関の能力

NWSDB がスリランカ国における水道事業を MWSD の下に所管している。NWSDB の現状の組織図を図 10.1.2 に示す。

NWSDB のエンジニアの割合は 6.0% で、熟練職員の数が非熟練職員の数を上回っており、一定レベルの専門職員を保有しており水道事業の執行能力を有している。今後、新規あるいはより高度な設備の導入に際しては専門職員の数を増加させる必要がある。

NWSDB は人材育成の促進を Corporate Plan 2012 - 2016 の目標 6 に掲げており、人材育成研修部 (MD&T Division) が屋内研修、国内外研修及び海外研修からなる年間研修計画を立て、トレーニングセンターでの研修を中心に、多くのメニューを実施している。職員研修の予算については若干増加傾向はあるものの十分とは言えない。

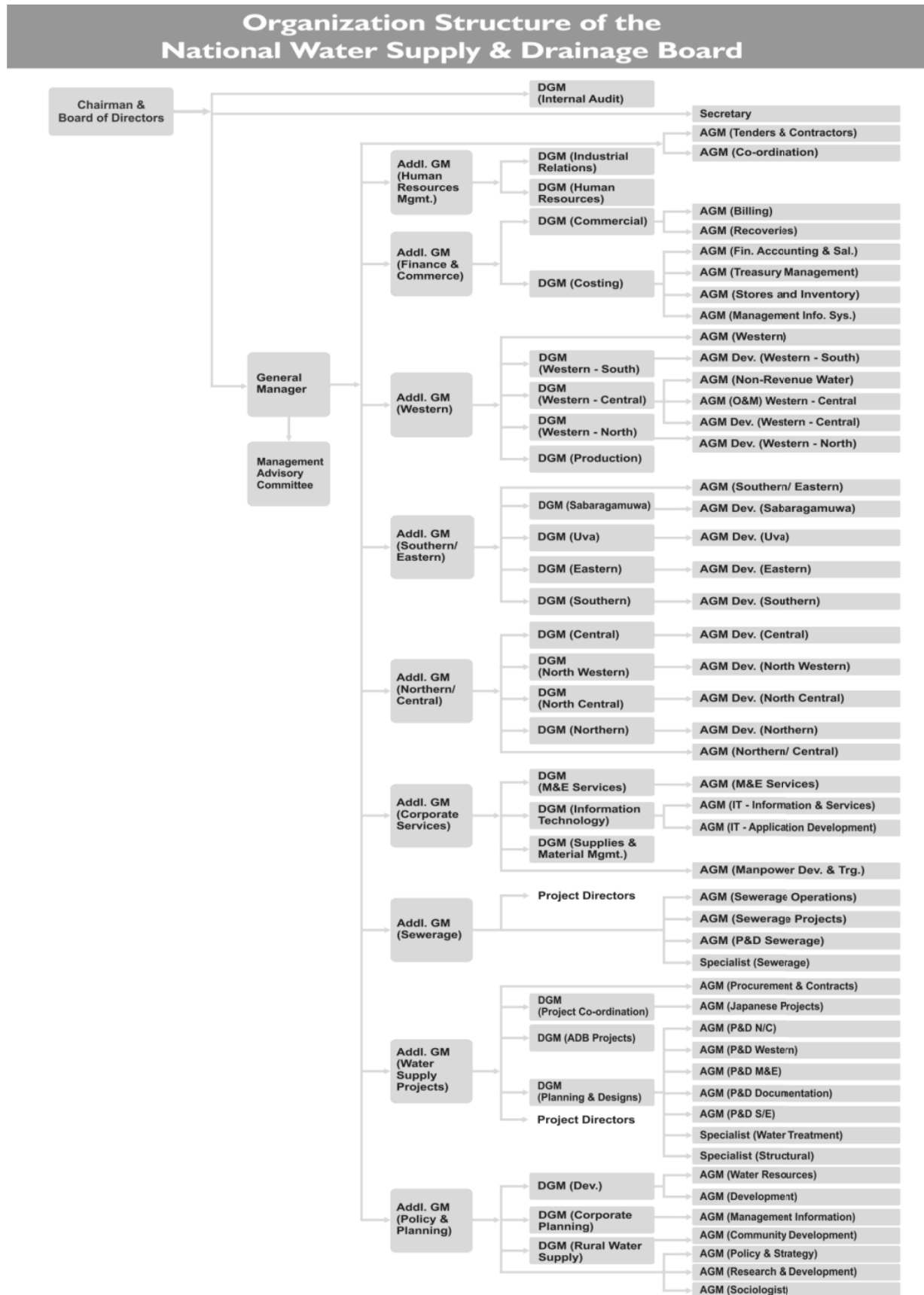


図 10.1.2: NWSDB の組織図
出典: NWSDB

ADB は技術援助プロジェクト「水セクターにおける分散型のサービス提供のための制度強化（2009年4月 - 2010年6月）」を実施している。提案された枠組みは段階的に実施されており、NWSDBの制度的強化がなされている。

ADB は技術援助プロジェクト「NWSDB の制度開発」もまた開始したところであるが、これは海外資金によるプロジェクトの実施運営するための NWSDB の関連部局の職員の能力向上を目的としている。

10.2 プロジェクトの執行のための組織

プロジェクトの管理、財務及び技術的側面を全うするために、**図 10.2.1** に示すプロジェクト管理ユニット(PMU)がプロジェクト執行機関である NWSDB の下に組織される。NWSDB は、**図 10.2.2** に示す PMU の組織図案を検討しており、工事のインスペクターを PMU から出すこともあり得る。

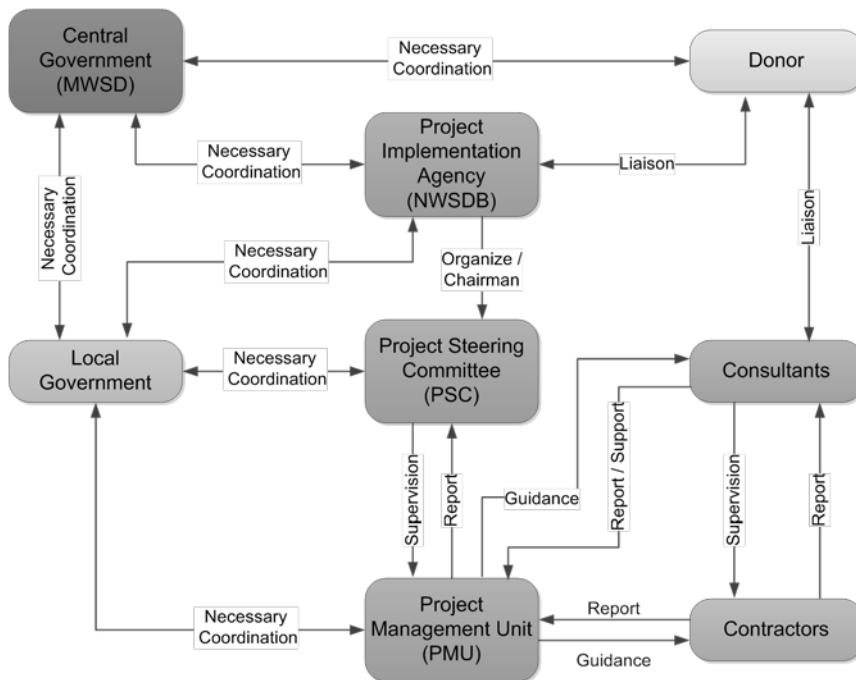


図 10.2.1: プロジェクト実施のための組織

出典: MPU/2013

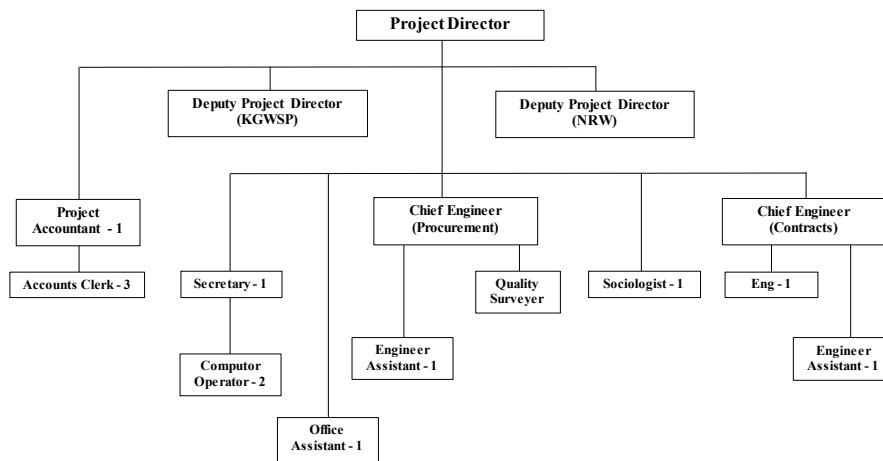


図 10.2.2: プロジェクト管理ユニット組織図検討案

出典: NWSDB

10.3 プロジェクト管理能力

10.3.1 安全管理

日常の安全の確保は経験や書面化されていないルールにより行われており、NWSDBの安全管理は十分とは言えない。建設事業ではコントラクターによる個別の安全計画書に基づいて行われている。事故の発生が散見されるがデータベースとして集約されていない。文書課が安全マニュアルを作成中である。

安全管理システムを確立し、維持管理及び建設事業の双方の安全を確保する必要がある。安全委員会の設置、安全マニュアルの定期的な更新、事故情報の共有・事故原因の分析と対策・安全パトロールの実施などの安全活動の実施、安全研修の実施等のより一層の安全管理の取組強化を提言する。

10.3.2 品質管理

工事の品質管理については ICTAD（建設産業研修・振興研究所）のマニュアルに基づいて行われている。より一層の品質管理の向上を目指し、施工過程での写真確認等や完成検査を工事関係者以外の検査員が行う等の改善を提言する。また、WTP での水質管理については、KandanaWTP における ISO9001 の認証取得とその運用による水質管理の向上及び毎年の水質検査計画の作成を提言する。

10.4 組織、運転管理の現状

10.4.1 運転管理の現状

業績評価指標を見ると 24 時間給水が確保され、水質基準の順守率も 100%であり、水道事業としての基本的要件は確保されている。

10.4.2 RSC (WS)及び浄水部の組織体制

NWSDB は 11 の地域支援センター (RSC) を有しており、本プロジェクトの対象地域は Additional GM (Western)の RSC (WS)及び浄水部が所管している。RSC (WS)が送配水施設の管理を担当し、浄水部が取水及び処理施設の管理を担当している。2014 年時点で、RSC (WS)の職員数が 722 名で給水栓数の増加に伴いコンスタントに増加傾向にあるが、浄水部の職員数は 324 名で浄水場の拡張等の施設の新規稼働の際に増加されている。

10.4.3 Dehiwala 及び Moratuwa 地区の組織体制

RSC (WS)の組織図を図 10.4.1 に示す。組織体制については、最近、NRW 担当のエンジニア及び GIS 担当のエンジニアが増補されているが、新規接続、漏水修理、苦情対応、NRW 対策等多くの業務を抱えており、担当職員(OIC)の増員等の組織強化が望まれる。

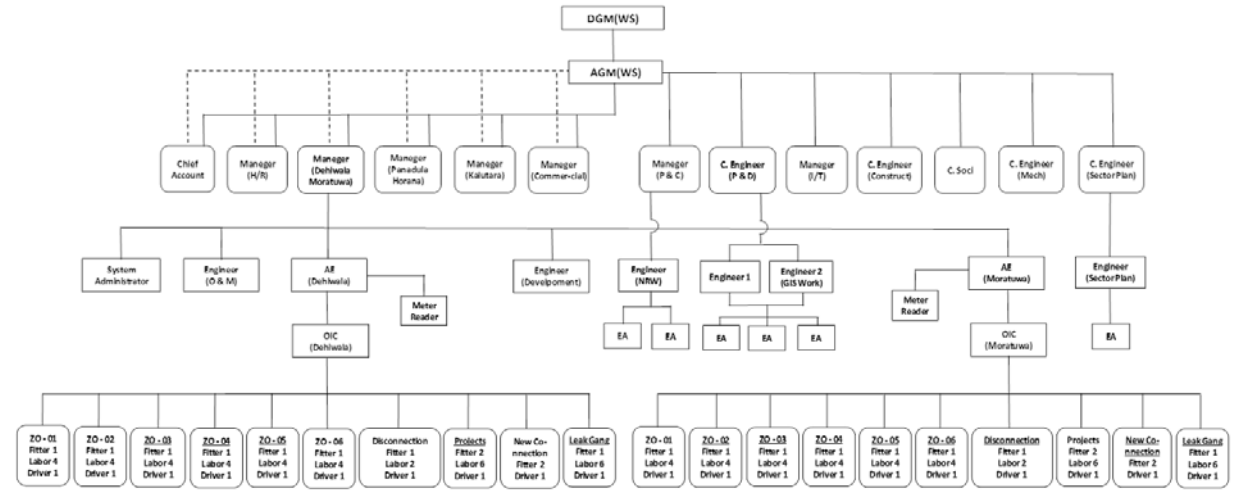


図 10.4.1: RSC (WS)の組織図
出典: NWSDB

NRW 対策については、計画調整課長の下、1名の NRW 担当のチーフエンジニア及び2名のエリアエンジニアが担当しており、浄水場から各配水区までの水収支の解析、市民からの報告や現地調査による対策、夜間調査（漏水探査機器を用いて全路線を月1回実施、実際の作業はゾーンオフィサーがシフト体制で実施）を行っている。なお、RSC (WC)が流量測定の際に超音波流量計を貸し出している。

10.4.4 Kandana 浄水場の組織体制

図 10.4.2 に示すように、Additional GM (Western)の浄水部の DGM の下 Kandana 浄水場長が置かれ、浄水場の維持管理を行っている。

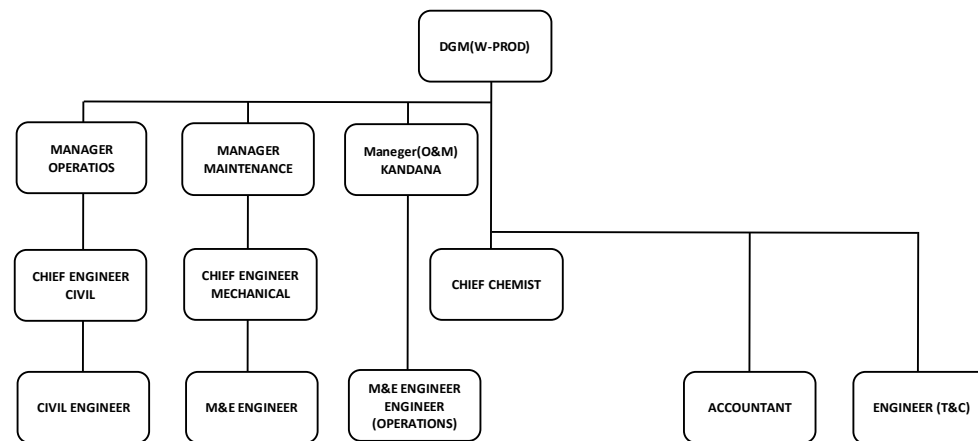


図 10.4.2: Additional GM (Western)の浄水部の組織図
出典: NWSDB

2006年に給水を開始した Kandana 浄水場の人員体制は場長以下通常勤務23名、交代勤務6名である。SCADA システムを採用しており、夜間は2名体制の3班、計6名で行うなど、運転管理の職員数は比較的少ない。

10.5 組織、運転管理への提言

10.5.1 組織への提言

(1) 配水システム及び NRW 対策

既に GIS 担当を含めた NRW 対策の人員は強化されており、コロンボ地区と比較して受け持ち顧客数の多い OIC 及び ZO の増員（Dehiwara・Moratuwa 地区で OIC:2名から4名、ZO:12名から20名）を提案する。なお、新たに運用を始める DMA システムは ZO が担当する。提案した組織図を図 10.5.1 に示す。また、拡張及び新設を行う 6 か所の配水池の運転要員として、ポンプ運転 18 名、維持管理 18 名及び警備員 22 名、計 58 名の増員を提言する。

(2) 浄水場の運転管理

現状のシフト勤務の運転管理要員（2名3シフト、計6名）が、新規施設を含めて担当することは困難であるため。新施設の運転管理のために2名3シフト、計6名の増員を提案する。また、新たに設置する送水ポンプの運転管理要員として12名の増員を提案する。その他の業務は現状の人員で対応する。Kandana WTP の組織人員を下記の通り提案する。

<Regular Working – Water Treatment>

• Manager	01	Chemist	01
• Mechanical/Electrical Engineer	01	Lab. Ass.	01
• Operation in Charge	01	Labor	01
• Eng. Assistants (Mech.)	01	<u>Total</u>	<u>03</u>
• Eng. Assistants (Elect.)	02		
• Mechanics	01		
• Electricians	01		
• TA (Inst.)	01		
• Electronic Technicians	01		
• Store keepers	01		
• Fitters	02		
• Drivers	03		
• Labors	04		
<u>Total</u>	<u>20</u>		

<Regular Working – Transmission System>

• Operation in Charge	01
• Eng. Assistants (Mech.)	01
• Fitters	05
• Labors	05
<u>Total</u>	<u>12(+12)</u>

<Shift Working>

• Plant Technician	06		
• Helper	06		
<u>Total</u>	<u>12(+6)</u>	<u>Grand total</u>	<u>47(+18)</u>

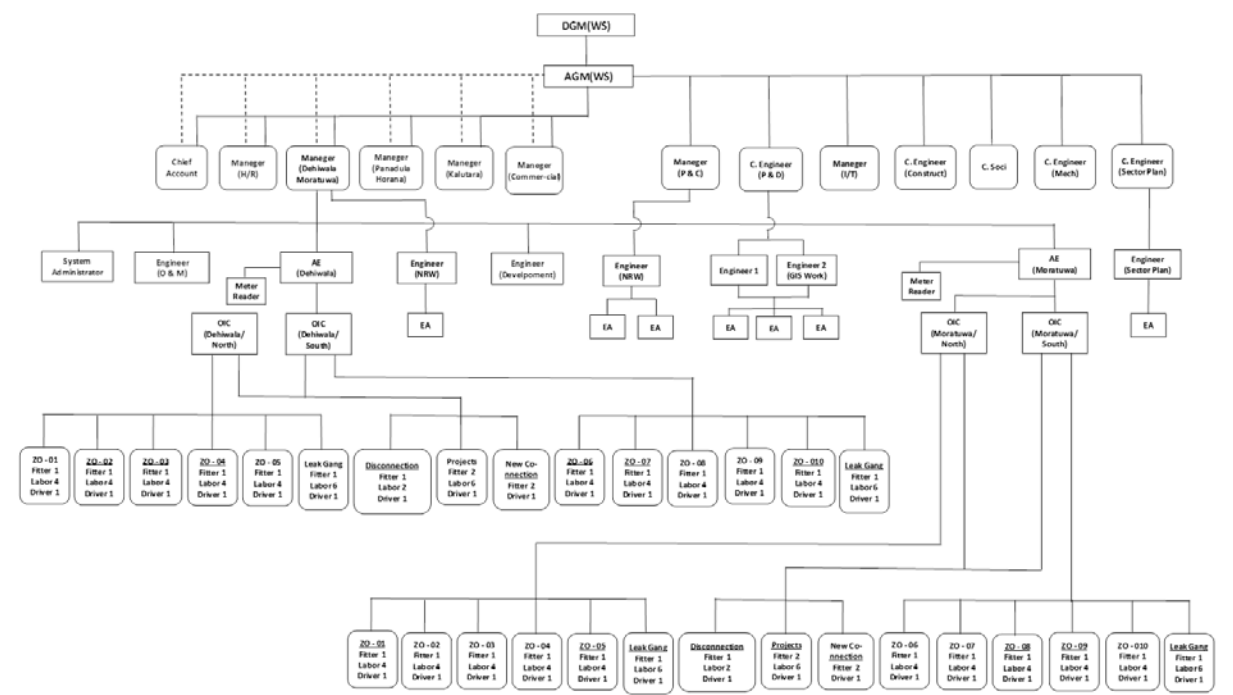


図 10.5.1: RSC-WS の提案組織図

出典 : JICA Study Team

10.5.2 人材育成への提言

現在 ADB の融資で建設中の新研修センターを最大限活用する。研修プログラムやその実施に当たっては、自治体を含めたわが国の技術協力の検討を行うことができる。人材育成に関して、次の項目を提言する。

- NRW 対策については、ALC に基づいた研修を実施する。新たに導入する DMA システムについては、我が国の技術協力プロジェクトの活用により効果的に習得することが考えられる。
- 浄水場の運転管理に関する人材育成については、主要施設の運転管理マニュアルを含めた、PMP(Preventive Management Program)の促進を考慮した研修の実施及び新たに設置される SCADA システムに対応した研修の実施を提案する。

10.5.3 効率的な運転管理への提言

- NRW 対策については、ALC 実行手順に基づいた取組とそれを担保する DMA システムの運用が提案される。
- 浄水場の運転管理については、取水、水処理及び送水の各段階及び単位操作の運転マニュアルに基づいた運転管理の実施とマニュアルの定期点検と更新が提案される。
- 浄水場のメンテナンスについては、各施設のマニュアルに基づいた点検及び点検結果・診断結果に基づく適切なメンテナンスが求められる。
- 電気・計装 (SCADA) 設備のメンテナンスについては、耐用年数の期間中に十分な技術的サポートが受けられるよう配慮する。
- 電力消費量の低減策については、本プロジェクトにおいて最も電力を消費するポンプのモーターについて、高効率モーターや VF モーターの設置を提案している。低額の深夜料金の活用については現状においても配水池の容量の範囲内で実施している。本件については、詳細設計段階で留意することとする。
- 材料や薬品類の調達方法については、現状においても、各事務所から年間の需要量を提出させ本部で一括購入することによって安価に調達を行っており改善の余地は少ない。

- 水質管理については、毎年の水質検査計画の作成が望まれる。
- 将来的なアセットマネジメントの導入に向けて、機器台帳の整備や修繕履歴などのデータベースの蓄積が望まれるが、この分野に経験を持つ自治体を含めた日本の技術協力の検討を行うことができる。

10.5.4 組織開発に必要な項目とコスト

「第5章施設計画」で述べたように、NWSDBは漏水修繕機器、オフィスビル、車両やその他の機器を要求している。

10.6 財務面の実施能力

NWSDBの財務能力について、ここでは詳述しない。

第11章 官民連携事業の可能性

11.1 国家開発計画

スリランカでは大統領が主唱する「マヒンダ構想(Mahinda Chintana)」に基づいて国家開発計画が策定されている。2010年版マヒンダ構想では、2011年から2016年の6年間に一人あたりGDPを2400ドルから4470ドルに高めてスリランカを中所得国にすることを主要目標の一つとしている。この目標に沿って、2013年版マヒンダ構想では、2014年から2016年にかけて15の公共投資戦略を実施するとしている。このうち上下水道を含むインフラ投資とPPPに関連する戦略項目は以下のとおりである。

- 2016年の政府投資目標をGDP比6-7%、民間投資目標を27-29%とし、民間投資増加のため税制緩和、金融機能強化、インフラ整備等を行う。
- 海運、航空、商業、エネルギー、知識産業を5つの開発の柱とする。
- 地方経済を活性化させて都市経済と効果的に融合させる。
- 経営改革、企業化、積極投資などにより国営企業の業績を改善する。
- 灌漑、水リサイクル、雨水利用、海水淡水化等を含めた総合的な水管理を行い、安全な水を入手できる人口を増やす。
- 廃棄物処理、下水、土地利用、交通など環境に配慮した都市開発を行う。

11.1.1 水道整備計画

マヒンダ構想の目標は、2016年までに95%の家計が安全な水を入手できるようにすることである。水道水に限定すると、2016年までに51%の家計が入手できるようになることが目標である。

水道分野の整備計画は(1)上流開発と水源安定化、(2)下流開発、(3)水道供給者の業務効率改善、(4)資金調達変更の項目に分けて策定されている。

マヒンダ構想では、基本となる都市区分を主要都市(コロンボ、ハンバントタ、トリンコマレー、ジャフナ)、戦略都市(キャンディ、ゴール、アヌラダブラ、ポラナルワ、ダンブラ、クルネガラ、ラテュナプラ、ヌワラエリヤ、パティカロア)、新興都市に分けてそれぞれに開発政策を策定しており、水道開発もこの区分に準じている。2013年から2019年にかけての全国都市水道事業計画としては総額5,310億ルピア、85事業がリストアップされている。また地方水道事業では2014年から2017年にかけて5地方、50,000戸への新規給水事業を総額50億ルピアで行うとしている。

11.1.2 下水道整備計画

マヒンダ構想による下水道整備計画では、下水道接続率目標を2015年で3%、2010年で7%としている。人口が多く工業化の進んだ都市(ゴール、ハンバントタ、トリンコマレー、ジャフナ、キャンディ、ネゴンボ、クルネガラ、スリジャヤワルダナプラ、カタラガマ、カザザンクディ、エカラ、ジャエラ、ラトゥマラナなど)の下水道整備が優先され、2019年までの下水道事業計画としては総額1,840億ルピア、17事業がリスト化されている。

11.2 NWSDB の投資計画

NWSDB では 2011 年に当時のマヒンダ構想に沿った「経営計画 2012-2016」を策定した。最新の経営、財務環境を勘案した「経営計画 2015-2019」の策定が現在行われているが、本報告書作成時点において未完成である。

11.2.1 水道事業

「経営計画 2012-2016」では、2016 年の水道管接続による供給率目標は人口比 40.4%と設定されている。深井戸による供給は 29%、簡易井戸は 7%、雨水が 1%となっている。このための資本投資額は 2014 年が 822 億ルピア、2015 年が 634 億ルピア、2016 年が 354 億ルピアである。無収水削減目標は地方毎に設定されている。例えばコロombo の場合では 2012 年の 47.4%を 2016 年には 38%まで減らす目標である。

11.2.2 下水道事業

下水道接続率目標は 2016 年に人口比 2.8%である。このための資本投資額は 2014 年が 198 億ルピア、2015 年が 108 億ルピア、2016 年が 79 億ルピアとなっている。

11.3 コロンボ市の下水計画

コロombo 市域と隣接 2 地区の下水サービスはコロombo 市によって運営されている。2019 年までの下水道整備として 7 事業 1,040 億ルピアの投資が計画されている。

11.4 官民連携によるインフラ整備

11.4.1 PPP の定義

PPP (public-private partnership、官民連携)の定義の中には PBC (performance-based contracts、業績基準契約)、BOOT (build-own-operate-transfer)、BOO (build-own-operate)、DBFO (design-build-finance-operate)、LDO (lease-develop-build)やその他の派生型、コンセッションを含むと考える。スリランカ政府や NWSDB の文書においては PSP (private sector participation)が使われることがあるが、PPP と同義と考えてよい。民営化 (privatization)においては政府公社の株式、所有権、資産などの売却が伴われ、PPP とは区別される。

11.4.2 国家 PPP 政策

マヒンダ構想における目標である 2016 年の民間投資は GDP 比 27~29%である。これは金額にしておよそ 330~350 億ドル相当であり、これを達成するためには PPP 事業による民間資金の活用が必要とされている。電力、港湾、通信、道路、公共輸送、上下水道、廃棄物処理、灌漑、教育、研究開発、不動産開発、観光、農業、IT など広範な産業分野で PPP 事業の推進が唱われている。

11.4.3 スリランカの PPP 事業

1990 年から 2012 年にかけて融資合意に至ったスリランカでのエネルギー、通信、運輸分野での PPP 事業は 73 案件、総額 51.82 億ドルであった。単年ベースでは 2010 年の 8.78 億ドルが最高で、その後、政府の PPP 支援が衰えたこともあり 2012 年には 1.81 億ドルに減少した。

PPP プロジェクトの顕著な実績があるのは港湾整備、電力事業分野である。上下水道分野では実績はない。電力事業では 2013 年時点で 155 の民間発電事業者が PPP 発電事業に参入しており、国内の発電量の 26%を供給している。

公益企業委員会（PUCSL）は電力事業の監督機関として、料金設定や、消費者サービスなどの規制、監督を行っている。発電事業者へ支払う電気料金も PUCSL が監督しており、独立発電事業者（IPP）に対してはアベイラビリティ料金が、再生可能エネルギー発電を行う小規模発電事業者に対しては固定価格買取制度が適用されている。NWSDB の上下水道事業を PUCSL の監督下にすべく法律改正の準備が進んでいたが 2008 年に中断していた。2015 年に入り、法改正が再開される可能性がある。

南アジアの近隣国インド、パキスタン、バングラデシュと比較すると、スリランカの PPP 事業は金額ベースでこれらの国を下回っている。国全体の人口、GDP ではスリランカが最も少ないが、一人あたり GDP ではスリランカがこれらの国を大きく上回っており、中進国に近づいていることから、より多くの PPP 事業が成立する可能性はある。

11.4.4 過去に実現しなかった上下水道分野の PPP 事業

融資合意に至った上下水道 PPP 案件は一件もない¹が、BOO や BOT 方式での PPP 事業が検討されたことは過去に 5 件ほど存在する。また NWSDB に持ち込まれる民間提案 (unsolicited proposal) は既に 30 件を超えており、そのうちの一部はデザイン・ビルド型の PPP 事業提案であった。こうしたデザイン・ビルド型事業では輸出金融によるファイナンスを同時に提案することが多いが、輸出金融の場合は借入れがスリランカ政府となり、政府債務の減少にはつながらない。

11.4.5 PPP 事業の法的枠組み

PPP 事業に特化した PPP 法は存在しないが、PPP 事業での政府公共機関の調達方法を示したガイドラインは存在する。またこのガイドライン補遺によれば、輸出金融がついた事業、民間提案による PPP 事業、国有地での投資事業などは政府常設委員会のスクリーニングを経ないと入札に進めないことになっている。民間提案案件はさらに首相府直下の特別委員会で精査される可能性もある。PPP 特別法が存在しないため、PPP 事業において、当事者間の役割、責任等は事業契約において主体的に規定されている。

PPP 事業を促進するための政府機関としての PPP ユニットは、1996 年に投資庁のなかに設立されたが、その後政府方針が変わり、この PPP ユニットは 2012 年に解散した。その後、財務省の国家計画局が PPP 事業推進の窓口となっているが、PPP ユニット自体は設立されていない。ADB が現在 PPP 事業推進のための能力開発の技術支援を行っており、国家計画局職員がトレーニングの対象となっている。

11.5 上下水道分野での PPP 事業の実現可能性

スリランカ政府、NWSDB のいずれも PPP 事業リストを準備しておらず、公表もされていない。NWSDB では入札情報や準備事業案件をホームページに公開しているが、それらの事業は殆どが従来通りの、政府が決めた仕様による入札となる前提である。

NWSDB には民間提案案件が多く持ち込まれてきており、こうした民間提案案件は、政府レビュー委員会の審査を経て、入札手続が採られる。民間提案案件であっても、政府計画案件であっても、PPP 案件としては成立しうる。浄水場か下水処理場部分が含まれており、ファイナンスが確定しておらず、設計が始まっていない案件であれば、PPP として仕立てることは不可能ではない。この条件を満たす案件を政府の長期計画に記載されている事業リストから抽出して、PPP 可能案件としてリスト化した。

PPP 可能案件のなかでも、PPP が進められる可能性が高い案件として CMC の大コロンボ圏下水道事業が挙げられる。この事業の一部である下水処理場 2 箇所の建設・運営については PPP で進めるこ

¹ 1990 年から 2012 年までの世銀統計には反映されていないが、観光ホテル向けの小規模下水処理 PPP は実施済み。

とがドナーである ADB と CMC の間で合意されている。この PPP 推進のための技術援助が始まっている。また大ゴール圏水道事業第 3 期の浄水場も PPP で進められる可能性がある。既に第 1 期、2 期をファイナンスしてきた韓国 EDCF が PPP を推薦しているからである。

11.5.1 PPP 事業推進のための課題

スリランカの上下水道セクターにおいて今後 PPP 事業を進めていくうえで、課題と考えられる項目、解決方針案を表 11.5.1 に示す。

表 11.5.1: PPP 事業の課題と解決方針案

	課題	解決方針案
政策、法制度	1. 国家政策 PPP 振興を唱っているものの明確性に欠ける。	- 具体的な施策とともに PPP 振興政策を明確にする。
	2. 水省方針 PPP 方針が存在しない。	- 国家政策に沿った省の方針、省令を作る。
	3. NWSDB 方針 明確な PPP 方針が存在しない。	- 公社経営計画に PPP 方針を明確に盛り込む。
	4. 法令の枠組み 主要業界をカバーする PPP 法がない。	- PPP 事業を規定する特別法の策定。用地取得、労働、税制、争議解決、契約管理などの関連法の整備
	5. PPP 調達ガイドライン 現行のガイドラインは明確さに欠けており、民間提案案件へのインセンティブについても規定がない。	- ガイドラインの改定、制度の透明性改善 - 民間提案案件へのインセンティブについて規定し、提案される案件の価格増、汚職につながるリスクを減らす。
	6. 書類の標準化 調達ガイドラインには標準書類様式が提示されておらず、効率的な案件形成や案件評価ができない。	- ガイドラインの改定を行い、標準様式を含める。
案件組成	7. PPP ユニット セクター横断的な PPP 振興のための政府組織がない。	- 財務省等の管轄下に PPP ユニートを設立する。 - PPP ユニートの役割、責任を明確にし、専門知識、管理能力を備えた人材を育成、登用する。
	8. 稼働中（ブラウンフィールド）資産の運用 稼働中資産を対象とした PPP 案件がない。	- 既存インフラ資産を用いる PPP 案件形成の技術ガイドラインの作成 - コンセッション型 PPP 案件の可能性を検証する。
	9. リスク分担 PPP 事業における官民間のリスク分担のルールが確立されていない。	- セクター毎のリスク分担案を示すガイドラインの作成。 - 官側における政府と NWSDB 間でのリスク分担を明確にする。
	10. F/S 品質 PPP 事業の実行可能性調査（F/S）の品質が低い場合があり、官の評価や、事業実施段階に役立たない。	- PPP 事業の検討材料となる F/S、Outline business case (OBC)、Full business case (FBC)の作成基準をガイドラインやマニュアルにより明確に示す。
	11. 本邦技術活用 日本企業の持つ優れた技術を組み込んだ事業でも PPP としての組成は容易ではない。	- 高価格を正当化できるブレークスルー技術を採用する。 - 複数の技術による合わせ技で勝負する。
上下水道セクター	12. 規制監督機関 PUCSL が NWSDB を規制監督するためには NWSDB 法の改正が必要。	- NWSDB 法の改正を行い、上下水道事業の適正な運営、料金設定を PUCSL が監督できるようにする。 - CMC が将来、徴収を始める下水料金の規制監督の可能性について検討する。
	13. 料金改定 NWSDB の原価に準じた上下水道料金を設定できない。政治的介入により料金が影響されるリスクがある。	- NWSDB の料金設定公式採用について水省、財務省と協議する。 - 監督機関としての公益企業委員会（PUCSL）の役割を規定する。
	14. PPP への抵抗感 過去に頓挫した PPP 案件の背景には、NWSDB 経営陣、労組、時の政権が持つ、水道事業への民間関与に対する抵抗感が感じられる。	- NWSDB に対する財務自立化要求の外圧が高まっていることから、商業的、競争的環境を前提とした公社経営計画を策定する。 - NWSDB の料金設定公式採用について水省、財務省と協議する。 - 既存施設ではなく、新規または追加施設を対象とした PPP 案件の組成をまず目標とする。

	課題	解決方針案
	15. 用地取得 NWSDB に最近設置された用地取得セクションはまだ機能実施に至っておらず、潤滑な用地取得は担保されていない。	- 現実的な問題や解決法を示すマニュアルを作成する。 - 用地取得セクションで実際に用地取得にあたる職員を対象とする実務研修。
	16. O&M 能力 一部の地方給水以外の水道施設は NWSDB がほぼ独占的に運営維持管理を行っており、BOO や BOT に参加できる民間ローカルの運営維持管理会社が存在しない。	- 国際的な水道事業会社の人材を活用する。 - 経験のあるローカル技術者を雇用する。 - トレーニングにより O&M 能力の向上を図る - 人的 O&M 管理部分を減らせるように施設の自動化等を進める。
	17. 資金調達管理 民間提案案件における資金ソースの確度が低く、融資合意に至らないケースが多い。	- より長い貸付期間、できるだけ低利の資金ソースを確保する。 - 政府、NWSDB の保証負担が少なくなるプロジェクトファイナンスの開発、利用。
資金調達	18. VGF 事業実行可能性補完ファンド (VGF) のような初期資本投資への補助金が制度化されていない。	- リスク軽減のための制度である保証、VGF などを整備する。 - 所轄官庁や国営企業レベルで効率的に制度申請を行えるようにマニュアル整備やトレーニングを行う。
	19. 借入以外の資金調達 優先ローン以外のメザニン、劣後ローンなどの資金ソースがない。	- PPP 事業への投資、貸付を行う金融機関に対して、優先貸出金以外のより高いリスクとリターンが取れるか融資姿勢を確認して、投資オプションを増やす。

注: 優先的に対処すべきと考えられる課題

11.5.2 PPP 事業に本邦企業が参加する可能性

JICA の民間提案型普及・実証事業のスキームを活用したパイロット事業が NWSDB 業務管内で 2 件開始された。1 件目はプレストレスト・コンクリート (PC) タンクを貯水池施設として建設し、製品優位性を実証する事業で、2 件目は日本製メーター、検針端末、漏水補修機材などを使用して無収水率を削減する事業である。PC タンク事業については、パイロット事業が成功しても、その後は水道事業建設案件のコントラクターに製品を納入することを目指しているため、すぐには PPP 事業として成立しない見通しである。無収水削減事業については、パイロット事業が成功すれば、同様の技術を使用して他の給水地区での無収水率を削減する事業を NWSDB からの業務委託で行うことを目標としており、将来的にはアウトソーシングを経てコンセッション型の PPP 事業につながる可能性がある。

11.6 結論および提言

11.6.1 結論

スリランカの上下水道分野において PPP 事業は未だ成立しておらず、そのおもな原因は PPP 事業成立を促進させるための政策、法制度、PPP 推進機関、監督機関、財政支援策などほぼ全てが未整備だからであった。2015 年 1 月に新大統領が選出されたことにより、経済政策が修正され、PPP 環境が好転する可能性が高まっている。今後、上下水道事業において本邦企業が参加する PPP を推進していくためには、スリランカ側と日本側の双方が制度構築に中長期的に取り組むことが必要である。短期的には、本邦技術の優位性、自治体連携によるメリット、円借款による財務支援などを複合して競争力の高い PPP 事業の組成、提案を本邦企業が行うことが必要である。

11.6.2 提言

PPP 推進枠組みの整備について総じて中長期的に取り組む課題であり、スリランカ側は表 11.1 に示される改善案を実施すべきである。これらの課題解決のために日本側から技術支援を行うことも有効である。現状の問題点の深刻さや改善案の効果発現の推定に鑑みると、とりわけ優先して取り組むべき課題として挙げられるのは、(1) NWSDB の PPP 方針の策定、(2) 法令整備、(3) PPP ガイドライン

改訂、(4) PPP ユニット創設、(5) F/S 品質向上、(6) 監督機関の制度化、(7) 料金設定、(8) VGF の制度化、である。

PPP 推進枠組みの整備と並行して、本邦企業が主体となって本邦技術を含んだ PPP 事業を提案していくことも必要である。上下水道施設で優位性のある本邦技術としては、推進工法、管路更生方法、不断水工法、SCADA、汚泥脱水、自動検針、PC タンクが挙げられる。また海水淡水化が検討される場合には、RO 膜、高圧ポンプなどの機材を含むプラント施行技術の優位性が活かせる可能性がある。こうした技術を取り込み、さらに自治体連携によるメリット、円借款による財務支援を活用した競争力の高い PPP 事業を仕立てることが求められる。

ファイナンスを容易にして PPP 事業を足早に進めるためには、比較的小規模の案件形成が望ましい。浄水、下水処理過程をアンバンドリングし、費用対効果を高く特定できる部位の設計、施工、運営・維持管理を行う事業が考えられる。経験則によれば上下水道管の整備は一般的に多額の費用を要するため、この部分を官側の担当として PPP から切り離し、民側の担当を浄水場または下水処理場に限定することが考えられる。

第12章 プロジェクトの評価と提言

12.1 運用・効果指標

事業の事前・事後評価に用いる運用・効果指標と目標値を表 12.1.1 の通り設定する。事後評価を実施する目標年は、第8章で計画した事業完了時期（2021年4月）の2年後である2023年とした。

表 12.1.1: 運用・効果指標とその基準値・目標値

Project Component and Indicator	Baseline (2012)	Target (2025) 2 yrs after completion	Project Component and Indicator	Baseline (2012)	Target (2025) 2 yrs after completion
1.1 Kandana WTP Expansion			1.2 Transmission and Distribution Network Development (Cont.)		
(1) Water Supply Amount	m ³ /day	N/A	140,000 (Max.)	1.2 Transmission and Distribution Network Development (Cont.)	
(2) Facility Usage Rate		N/A	100% (Max.)	(5) Supply Hours	
1.2 Transmission and Distribution Network Development			1.2 Transmission and Distribution Network Development (Cont.)		
(3) Served Population	persons	262,358	903,758	(5) Supply Hours	
Colombo District	persons	103,661	391,996	Colombo District	hours/day
Homagama DSD		0	30,560	Homagama DSD	hours/day
Kesbawa DSD		0	160,669	Kesbawa DSD	hours/day
Moratuwa DSD		103,661	189,867	Moratuwa DSD	hours/day
Rathmalana DSD		0	10,899	Rathmalana DSD	hours/day
Kaluthara District	persons	158,697	511,763	Kaluthara District	hours/day
Horana DSD		11,201	92,600	Bandaragama DSD	hours/day
Madurawala DSD		3,329	13,095	Horana DSD	hours/day
Millaniya DSD		2,675	19,905	Kaluthara DSD	hours/day
Bandaragama DSD		29,694	113,922	Madurawala DSD	hours/day
Panadura DSD		91,605	190,514	Millaniya DSD	hours/day
Kalutara DSD		20,193	81,726	Panadura DSD	hours/day
(4) Service Connections	connection	64,957	223,549	(6) NRW Rate	
Colombo District	connection	25,283	95,609	(7) Served Population	persons
Homagama DSD		0	7,454	Dehiwala DSD	persons
Kesbawa DSD		0	39,188	Ratmalana DSD	persons
Moratuwa DSD		25,283	46,309	Moratuwa DSD	persons
Rathmalana DSD		0	2,658		
Kaluthara District	connection	39,674	127,941		
Horana DSD		2,800	23,150		
Madurawala DSD		832	3,274		
Millaniya DSD		669	4,976		
Bandaragama DSD		7,424	28,481		
Panadura DSD		22,901	47,629		
Kalutara DSD		5,048	20,432		

Note:

(1), (2) Water Supply Amount and Facility Usage Rate

The treatment capacity of 140,000 m³/day is designed at maximum day demand in 2025.

(3), (7) Served Population

The baseline data are estimated from the 2012 census data (See Chapter 4).

(4) Service Connections

The baseline data are estimated from the population estimates assuming a family size of 4.1 persons per household for Colombo District and 4.0 for Kaluthara District.

The data will be revised in further study on the detailed design stage by adopting actual connection data of NWSDB and other available data.

出典: JICA 調査団

12.2 プロジェクトの総合評価

Kalu Ganga 給水プロジェクト及び Dehiwara 及び Moratuwa における無収水削減プロジェクトの実施によって対象地区全体の給水状況及び生活環境が底上げされる。対象地域は現在も発展中であり、これらのプロジェクトには十分に投資価値がある。

プロジェクトを実施する場合の評価を表 12.2.1 に示す。

表 12.2.1: Summary of the Overall Evaluation of the Projects

No.	指標	評価
1	妥当性	国家目標、MDG 及び NWSDB の戦略目標を達すべく、給水普及率、給水量、給水時間を増加させることにより対象地域の給水状況が底上げされる。
2	効果	裨益人口が増加し、水需要が満足されるため大きな効果がある。
3	効率	西部州の主要な経済地域の一つである対象地域におけるプロジェクトの実施は給水における安定性向上と無収水の削減をもたらす。
4	影響	プロジェクトの実施により給水改善および省エネルギーが見込まれる。
5	持続性	NWSDB は対象地域ですでに十分な給水実績を持っており持続可能性は高い。ただし、より高度な維持管理を行うため能力向上等の施策が必要である。財務的持続性確保のためには NRW 削減能力向上も重要となる。

出典: JICA 調査団

12.3 提言

プロジェクト実施に係る主要な提言を簡単にまとめたものを以下に示す。なお種目は別であるが一部重複している項目ある。

(1) 段階的整備 (4.3 項)

- ✓ 現状で水需要に施設整備が追い付いていない。水需要を満足して十分なサービスを提供するために、着実にプロジェクトを開始し実施することが不可欠となる。
- ✓ Kandana 浄水場もしくは送水システムが事故等により運転できない場合の他システムによる緊急給水が限られているため、Kalu Ganga 給水システムと緊急時に水を融通できるシステムの構築を検討する必要がある。例えば、Ambatale システム、Kalatuwawa システム、Kethhena システム、Weliwita システムや Ingiriya システム等からの非常時給水計画を立てることが考えられる。

(2) 水源 (4.4 項)

- ✓ 将来の拡張・開発のために、水源であるカル河について、早急に Kandana 浄水場の既存・計画取水地点における流量計測を行い、最低水量を把握することが望まれる。水源水量が不足する場合は、補足的な施設計画が必要となる可能性がある。

(3) 水利権 (4.5 項)

- ✓ MPU/2013 で提案されている水利権の確保について、引き続き努力すること。

(4) Kalu Ganga 給水プロジェクト PhaseII (5.1 項)

Kalu Ganga 給水プロジェクト PhaseII プロジェクトを実施するに当たり、以下のことに留意する必要がある。

- ✓ 本調査結果で見直した結果に基づいたさらに詳細な検討
- ✓ 浄水場や配水池、ポンプ場への確実な電力供給
- ✓ 用地の有効活用及び維持管理の容易さの観点より、浄水施設のサイズを更に小さくするための検討
- ✓ 浄水処理におけるポリマー使用を極力避けるよう配慮
- ✓ 当面は排泥を脱水後場内に仮置きしておく計画としているが、将来的に適切な処分を検討すること
- ✓ Kesbewa 配水池、Delkada 配水池、Bandaragama 配水池及び Keselwatta 配水池に係る用地取得及び配水管路における用地取得
- ✓ 対象地域全体の地形測量及び地籍調査に基づく DAM 境界の見直し
- ✓ 既存の水道施設を含む地下埋設物の確認
- ✓ 全てのポンプ圧送管路についてサージ解析・対策を行うこと
- ✓ 複数の配水池に送水する場合のポンプ施設計画について運転上のトラブル回避策見直し
- ✓ 既存の自然流下管路を圧力管路として使用する際の管防護強度の確認と見直し
- ✓ 省エネ対策について NWSDB の M&E 課と協議・見直し
- ✓ 上記 DMA の見直しに係る配水本管の見直し
- ✓ DMA 内の配水管の見直し、特に既存の配水管を効果的に利用するように配慮する
- ✓ 新規顧客獲得
- ✓ 関連機関との緊密な連携

(5) Dehiwara 及び Moratuwa 地域における無収水削減プロジェクト (5.2 項)

本事業の下で Dehiwala 及び Moratuwa 地区において実施される無収水削減コンポーネントによるプロ

プロジェクト効果を最大限発現するために、以下を提言する。

- ✓ 本事業を通じ、管路交換やDMAの構築等の工事が実施される。これら工事により低減された無収水率をさらに削減・維持し、構築されたDMAを適切に維持管理していくことを目的とした、維持管理能力向上に主眼を置いた技術支援プログラム（例：個別専門家派遣や技術協力プロジェクトの実施等）の実施が望まれる。技術支援プログラムは、本事業の工事との連携が可能なスケジューリングをすることが望ましい。
- ✓ 詳細設計以前または詳細設計初期の段階で、スクレーピング&リライニングの路線からいくつかのサンプルを採取し、管路の内外面の状況を把握することが望まれる。
- ✓ MPU/2013では、Kohuwala配水池への送水ライン上の全ての分岐を閉じる（国会議事堂への送水ライン分岐は除く）という条件で水理解析が実施されている。Kohuwala配水池への送水が確実となるよう、これら直接配水のための分岐は全て閉じられる必要がある（送水ラインからの直接配水は維持管理上も好ましくないため、早急に取りやめられるべきである）。

(6) 環境・社会配慮 (7章)

- ✓ JICAガイドライン及びスリランカの関連法制度に定められている方針に従い、配水池及び配水管路に係る用地取得をする。また、土地取得に係わる補償額は再取得価格とする。
- ✓ 環境モニタリング計画に従い、モニタリングを行う。
- ✓ Environmental Protection Licence (EPL)の申請と取得（新浄水場が正式運転する1か月前に、EPL申請書をCEAに提出する）
- ✓ 低所得者層に配慮した水道料金設定
- ✓ Gender Action Plan (GAP)に従い、男女平等に配慮する

(7) コンサルティングサービスのTOR (8章)

コンサルティングサービスのTOR作成にあたっては、関連法規を最新のものと見直す必要がある。

(8) プロジェクト実施資金及び健全経営 (9.1項及び10.6項)

事業を財務的に実現可能とするためには、以下の点を確保することが不可欠である。

- ✓ 財務分析の結果（9.1項参照）で示された通り、政府が継続的に水道料金水準を値上げすること。
- ✓ 既往ドナー融資事業の資金計画と同様に、政府が初期投資費用に対して必要に応じた補助金を無償供与すること。

NWSDBによるドナー融資の直接借入といった、政府補助金を供与しない他の資金計画オプションは、消費者が負担する水道料金の急激な上昇を実施しない限り、財務的に実現可能ではない。またNWSDBには、そのような資金調達を独自に行いそのコストを負担する能力も欠けている。

さらに、長期的に水道事業の財務的な健全性を確保し、持続可能とするために、以下の方策を提言する。

- ✓ 政府が、よりアカウンタビリティのある水道料金改定方法を確立すること。
- ✓ 政府及びNWSDBが、長期に亘るNWSDBの財務改善と補助金依存の脱却に向けたロードマップを策定すること。

(9) プロジェクト管理 (10.3項)

安全管理を徹底し、維持管理業務及び建設事業の双方の安全を担保するために下記の項目が提案される。NWSDBの安全管理の取組は開始されたところであり段階的に進めていく。

- ✓ 安全管理の組織の確立

- 安全管理の担当者を本部及び RSC に置く。
- 定期的な会議を行い、情報を共有する。
- ✓ 安全マニュアルの作成
 - 安全マニュアルは定期的に PDCA サイクルにより改訂を行う。
 - 安全マニュアルは維持管理及び建設事業に携わる者にとって使いやすいものとする。
- ✓ 事故情報の共有
 - ✓ 事故情報はデータベースに集約し、だれでもアクセスができ類似の事故が生じないようするために活用されるものとする。
- ✓ 事故原因の分析
 - ✓ 各々の事故は原因追究のため分析されるものとする。
 - ✓ 類似の事故の発生防止のための方策が実施されるものとする。
- ✓ 安全パトロールの実施
 - ✓ 安全パトロールにおいては安全マニュアルに基づいているかどうかのチェックを行う。
 - ✓ チェックマニュアルを作成するのが望ましい。
- ✓ 安全管理のための研修の実施
 - ✓ 安全マニュアル及び上記の項目についての安全研修を実施すべきである。
 - ✓ JICA 作成の研修テキストを活用することができる。

(10) 制度的改善 (10.5.1 節)

NRW 対策のための本プロジェクトでは、技術者やチームは次の点に留意して最大限に活動する；

- ✓ WSS 全体の水収支を明らかにするための、各 WSS による圧力や流量データの収集と解析
- ✓ 修繕報告のあるすべての漏水の GIS データベースへの記録
- ✓ 各々の地域での ALC の取組やその他の漏水対策の取組の優先順位づけ
- ✓ WSS の NRW に直接影響を与える異なった部署間の調整

(11) 人材育成 (10.5.2 節)

1) 新研修センターの活用

- ✓ 体験型研修施設や宿泊施設のある新研修センターが ADB の融資で建設中である。
- ✓ 人材育成のためこの施設が最大限に活用すべきである。
- ✓ 研修プログラムの充実とその実施のため、地方自治体を含む日本の技術協力が考慮されるべきである。

2) NRW 対策

NRW 対策における人材育成については、次の項目を配慮する；

- ✓ 漏水防止方法の研修
- ✓ 漏水検知器や流量計等の漏水対策機器の研修
- ✓ 異なったタイプの漏水が現場でシミュレートできる、代表的管網を用いた研修
- ✓ DMA システム導入の研修

3) 浄水場の維持管理

浄水場の維持管理における人材育成は、次の項目を考慮する；

- ✓ 予防的管理計画の推進 (PMP)
- ✓ PM マニュアルを活用した主要施設の維持管理方法についての研修
- ✓ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) システムのための研修が推奨される。

(12) 維持管理 (10.5.3 節)

1) 配水と NRW 対策

- ✓ 組織再編と必要な予算の確保

2) 浄水場の維持管理

a. 運転管理

- ✓ 運転要素と情報の確認のため運転マニュアルの作成
- ✓ より効率的な運転管理のため、運転管理目標を定め、エネルギー原単位、評価指標やその他の手段を用いて体系的に進めていく

b. 維持管理

- ✓ マニュアル類の作成と順守
- ✓ 機能低下の診断と評価
- ✓ 専門知識の取得と技術の向上
- ✓ 適正な維持管理
- ✓ データの収集、保存と維持管理への活用

3) 電気機器の維持管理

下記の問題点が生じないようにすることが重要である。

- ✓ 維持管理を考慮しない問題のある設計
- ✓ 職員の研修不足
- ✓ スペア部品の不足
- ✓ 設備メーカーからの技術支援が受けられない
- ✓ 技術情報/マニュアル類が不足

4) 省エネルギー対策 (10.5.3 節)

- ✓ 大型モーターへの力率補正コンデンサの設置
- ✓ 可変周波数駆動モーターの利用
- ✓ 高効率モーターの使用

5) 材料調達

- ✓ 地域事務所で年間に必要な材料をチェックし本部が一括して購入しており、改善の余地は少ない

6) 水質管理

- ✓ 水質試験が適正で透明性のあるものとするため、作成した水質検査計画を公表することが重要である。

7) アセットマネジメント

下記の手続きを準備しアセットマネジメントの実施を検討する。

- ✓ アセットマネジメント方針の決定
- ✓ 施設の分類と耐用年数の決定
- ✓ 施設データベースの構築

- ✓ 施設の状態の調査
- ✓ 施設の評価
- ✓ 補修又は更新のコスト計算
- ✓ 予算の確保

(13) プロジェクト実施に係る資金調達 (10.6 項)

- ✓ 着実な資金調達の検討（財政補助が必要であろう）

(14) 官民連携 (11 章)

- ✓ 本件については円借款供与が前提のため官民連携は想定されていない
- ✓ 中長期的には官民連携への枠組み作りが必要である
- ✓ 技術優位性のある本邦技術を使用した官民連携事業の仕立ても有効