

平成 27 年度水道分野海外水ビジネス官民連携型

案件発掘形成事業

スリランカ国

コロンボ県・カルタラ県・アヌラダプラ県北部

水道施設の監視設備整備に係る案件発掘調査

報告書

平成 28 年 3 月  
三菱電機株式会社

## 目次

1. 調査概要	1
1.1 背景	1
1.2 調査目的	2
1.3 調査内容	2
1.4 調査体制	3
1.5 調査日程	4
2. スリランカの概要	5
2.1 基本情報	5
2.2 日スリランカ関係	5
2.3 経済状況	5
2.4 海外からの支援状況	6
2.5 日系企業の進出状況	6
3. 水道事業の現況	7
3.1 水道施設の概要	7
3.1.1 コロンボ県、カルタラ県	7
3.1.2 アムラダブラ県	8
3.2 組織	8
3.3 水質基準	10
3.4 財務状況	11
4. 調査結果	12
4.1 スリランカの情勢	12
4.2 NWSDB の状況	13
4.3 浄水場の整備状況	14
4.3.1 Ambatale 浄水場	14

4.3.2	Kandana 浄水場	15
4.3.3	Morontota 浄水場	15
4.3.4	Thuruwila 浄水場	16
4.3.5	Medawachchiya 浄水施設	17
4.4	SCADA のニーズ	17
4.5	課題・ニーズのまとめ	18
4.5.1	広域運用システム	18
4.5.2	漏水検知システム	18
4.5.3	SCADA	18
5.	事業化の検討	18
5.1	事業の最終目標	18
5.2	事業内容	19
5.3	実施体制	20
5.4	資金調達	21
5.5	事業スケジュール	21
5.6	維持管理	22
5.7	事業リスク	22
6.	まとめ	23

# 1. 調査概要

## 1.1 背景

2013 年、日本とスリランカは国交樹立 60 周年を迎え、安倍首相とラージャパクサ大統領による首脳会談が行われ、両国の友好関係、相互尊重及び理解が深められた。2014 年には安倍首相がスリランカを 24 年ぶりに訪問し、海洋国家間の新たなパートナーシップが結ばれるなど、両国間の関係はよい状態にある。今後さらなる親交の深まり、貿易・投資の強化が進むと考えられ、本事業における同国での取り組みは、政府方針にも合致する。

スリランカ国では、安全な水の安定的な供給が十分に行われておらず、井戸や表流水等を通じた安全な飲み水の普及率は 89.7%だが、水道の普及率は 44.3%と低い水準に留まっている<sup>1</sup>。

西部州コロombo県及び隣接するカルタラ県では、都市化に伴う急激な人口増等による水需要の増加に水供給が追いついていない状況にあり、水道施設の給水能力の増強が急務となっている。

アヌラダプラ県北部では、住民は飲料水に井戸水を利用しているが、地下水はフッ素に汚染されているため、アヌラダプラ県北部に表流水を水源とする浄水場を整備することによって、同地域で安全な水にアクセスできる人口の増加が期待されている。

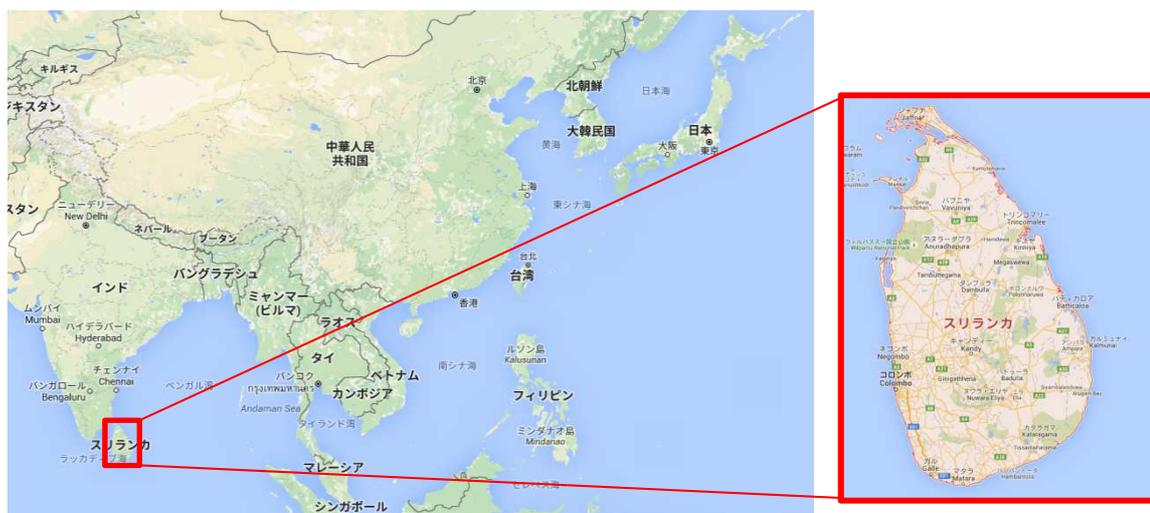


図 1 スリランカ位置

また、JICA による調査報告<sup>2</sup>で、監視制御装置 (SCADA[Supervisory Control And Data Acquisition])の有効性が述べられており、ニーズが確認できる。そこで、水道施設の導入が検討されているコロombo県、カルタラ県、アヌラダプラ県を対象に現状の水源水質等の使用環境に応じて必要となる監視機能等を調査することで、今後導入される案件に適合する監視システムの構成、機能を検討することができる。このように本調査は今後の案件形成に直接的かつ具体的にかかわるもので、

<sup>1</sup> スリランカ中央銀行ホームページ KEY SOCIAL INDICATORS

<sup>2</sup> JICA・日水コン(2015). 「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」、pp.1-6,5-13.

実施する有効性、必要性は高い。

## 1.2 調査目的

JICA のプロジェクトによる水道施設の導入が検討されているコロombo県、カルタラ県、アヌラダプラ県を対象に、監視制御システムに求められる機能を調査することで、現地ニーズに合致した案件形成を行うものである。これにより、国家上下水道公社(NWSDB : National Water Supply and Drainage Board)に対し、現地ニーズに合致した「質の高いインフラシステム」を提供し、技術支援を行うことで、スリランカ国の持続的な発展(Sustainable Development)に資する支援体制の構築を目指すものである。

## 1.3 調査内容

### 1.3.1 事前調査

スリランカ国の人口、面積、経済状況等の基本情報、及び案件発掘形成事業の対象である水道施設に関する整備状況、計画の把握、水道事業の関係機関を調査し、現地調査での訪問先、施設の見学先を検討する。また、日本企業がスリランカで事業を行う上での留意事項などを調査する。

### 1.3.2 現地調査

水道を所管するスリランカ国政府機関、及び対象案件地域の実施機関の担当責任者と面談し、事業化提案、及び技術説明を行い、提案に対するニーズを調査する。

また、現地の浄水場を見学して、施設の整備状況、運用状況、課題等を調査する。加えて、JICA 事務所等の日本の国際協力関係者を訪問して、日本の支援状況や事業実施に関する留意事項を収集する。

### 1.3.3 対象地域

対象地域は、円借款を利用して水道施設の整備・検討が進められている事業の対象であるコロombo県・カルタラ県、及びアヌラダプラ県とする。図 2 に対象地域を示す。

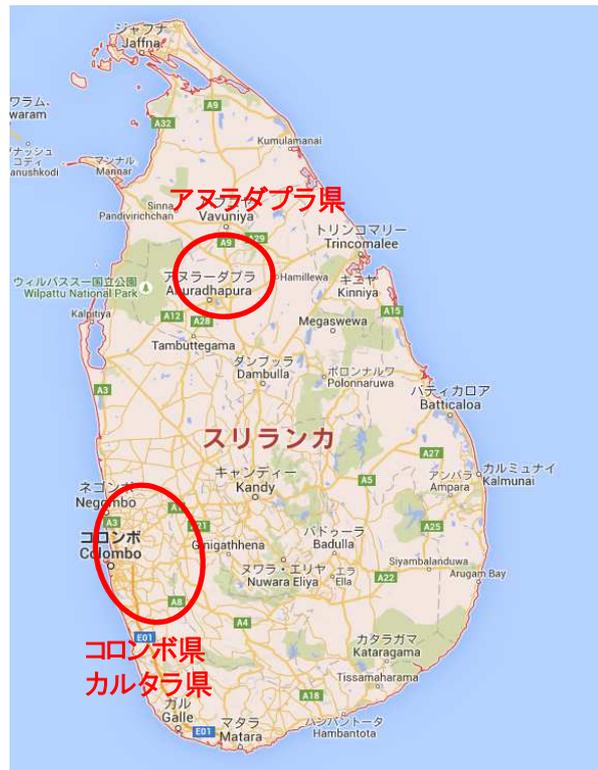


図 2 対象地域

## 1.4 調査体制

調査は三菱電機株式会社を主体とし、水道事業の運営面のサポートを神戸市が担当する体制で実施する。

### 1.4.1 調査主体

調査主体は三菱電機株式会社とする。

三菱電機株式会社は上下水道施設における電気設備全般(受変電、自家発、無停電電源装置、監視制御装置、計装設備、オゾン設備等)の設計、施工、調整を請け負っており、これまで多数の納入実績がある。オゾン設備は国内だけでなく、海外でも北米、中国で納入実績がある。

### 1.4.2 技術アドバイザー

技術アドバイザーは、神戸市水道局・(一財)神戸市水道サービス公社とする。

神戸市水道局は 1900 年に事業を開始し、奥平野浄水場その他の浄水場を運用してきた。また、1969 年からは広域監視を始め、その運用ノウハウを蓄えてきた。海外では平成 23 年度(アゼルバイジャン)、平成 25 年度(ミャンマー)において、「水道分野海外水ビジネス官民連携案件発掘形成事業」による海外案件発掘形成に取り組んだ実績がある。また、ベトナム国ロンアン省を対象に自治体国際化協会(CLAIR)のプログラムにより漏水防止に関する研修を実施する等、海外の自治体に対し

て技術協力を行ってきた実績を有している。

一方、(一財)神戸市水道サービス公社は、官民連携による海外展開の神戸市の水道部門担当であり、水道に関する JICA F/S や技術協力を行ってきた実績を有している。その中でも、JICA の「課題別研修」では、海外からの研修員を 10 箇国以上受け入れ、各国の水道事業における課題をいかに解決していくかコンサルティングするなど、案件発掘のノウハウも持ち合わせている。

## 1.5 調査日程

### (1) 事前調査

2015 年 9 月 28 日～11 月 30 日

### (2) 現地調査

2015 年 12 月 7 日～11 日

表 1 現地調査日程

日程	訪問先	目的
12/6(日)	移動(日本→スリランカ)	—
12/7(月)	JICA スリランカ事務所	日本の支援状況、事業実施に関する留意事項収集
	NWSDB	広域運用のニーズ調査
	在スリランカ日本大使館	日本の支援状況、事業実施に関する留意事項収集
12/8(火)	スリランカ投資庁(Board of Investment)	日本の支援状況、事業実施に関する留意事項収集
	Ambatale 浄水場	設備の現状把握、課題のヒアリング*
12/9(水)	Kandana 浄水場	設備の現状把握、課題のヒアリング*
	NWSDB	チェアマン表敬訪問
12/10(木)	Morontota 浄水場	設備の現状把握、課題のヒアリング*
12/11(金)	Thuruwila 浄水場	設備の現状把握、課題のヒアリング*
	Medawachchiya 浄水施設	設備の現状把握、課題のヒアリング*
12/12(土)	移動(アヌラダプラ→コロンボ)	—
	移動(コロンボ→日本)	—
12/13(日)	成田着	—

## 2. スリランカの概要

### 2.1 基本情報<sup>3</sup>

【面積】	: 65,607 平方キロメートル(北海道の約 0.8 倍)
【人口】	: 約 2,067 万人(2014 年)
【首都】	: スリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ
【言語】	: 公用語(シンハラ語、タミル語)、連結語(英語)
【宗教】	: 仏教徒(72.9%)、ヒンドゥ教徒(10.0%)、イスラム教徒(8.5%)、 ローマン・カトリック教徒(11.3%)(一部地域を除く値)
【通貨】	: ルピー
【政体】	: 共和制
【主要産業】	: 農業(紅茶、ゴム、ココナツ、米作)、繊維業
【名目 GDP】	: 749 億ドル(2014 年スリランカ中銀)
【一人当たり GDP】	: 3,625 米ドル(2014 年)
【GDP 経済成長率】	: 7.4%(2014 年)
【物価上昇率】	: 3.3%(2014 年コロンボ消費者物価上昇率)

### 2.2 日スリランカ関係

1952 年に国交が樹立され、2013 年、日本とスリランカは国交樹立 60 周年を迎えた。2015 年 10 月には、ウイクラマシンハ首相訪日に際し、安倍総理大臣との首脳会談後に「包括的パートナーシップに関する共同宣言」が発出され、法の支配や民主主義といった基本的価値を共有する両国間のパートナーシップの強化が両国の繁栄のみならず、太平洋・インド洋地域の繁栄に貢献することが再確認された。

また、スリランカの経済成長及び開発の重要性から、投資・貿易促進、スリランカ国家開発計画に係る協力、及び国民和解・平和構築が推進されることになり、良好な関係が続く環境にある。

### 2.3 経済状況

スリランカの主要な経済指標を表 2 に示す。名目 GDP は 2010 年 496 億米ドルから 2014 年 749 億米ドルと順調に増加傾向にあり、経済成長率も 7%前後で推移している。特に工業部門の成長は 10%程度と大きい。貿易収支はマイナスであり、輸出に比べて輸入が大きく、輸入に依存しているのがわかる。スリランカから見て日本は、輸入 5 位(4.8%)、輸出 12 位(2.2%)の貿易相手国である。

---

<sup>3</sup> 外務省ホームページ

表 2 経済指標

項目	2010	2011	2012	2013	2014
名目 GDP(億米ドル)	496	592	594	672	749
実質成長率(%)	8.0	8.2	6.3	7.2	7.4
農業	7.0	1.4	5.2	4.7	0.3
工業	8.4	10.3	10.3	9.9	11.4
サービス	8.0	8.6	4.6	6.4	6.5
一人当たり GDP(米ドル)	2,397	2,836	2,922	3,280	3,625
貿易収支(百万米ドル)	-4,825	-9,710	-9,417	-7,609	-8,287
輸出(百万米ドル)	8,626	10,559	9,774	10,394	11,130
輸入(百万米ドル)	13,451	20,269	19,190	18,003	19,417

出典:スリランカ中央銀行ホームページ

## 2.4 海外からの支援状況

スリランカの主要支援国は中国(22.1%)、日本(18.4%)、インド(10.2%)となっており<sup>4</sup>、日本の支援の占める割合は大きい。

日本の援助実績<sup>5</sup>は、有償資金協力(2013年度まで、交換公文ベース) 9,516.29 億円(内 2013年度実績 350.20 億円)、無償資金協力(2013年度まで、交換公文ベース) 2,046.40 億円(内 2013年度実績 25.42 億円)、技術協力実績(2013年度まで、JICA 経費実績ベース) 731.78 億円(内 2013年度実績 13.38 億円)である。

## 2.5 日系企業の進出状況

外国企業の進出は、質屋業や沿岸漁業など一部の規制業種はあるが、全般的に受け入れられており、法令等による障壁は少ない。特に自動車、電機・電子機器、化学薬品等の高度産業については、外国企業の進出を奨励しており、誘致に積極的である。

また、日系企業については、商社、製造業などを中心に多数進出しており、2014年11月時点での進出企業数は118社<sup>6</sup>になる。2016年1月には邦銀が初めて拠点を開設した。今後の日系企業の進出が期待される。

<sup>4</sup> 2014年、スリランカ財務省資料

<sup>5</sup> 外務省ホームページ

<sup>6</sup> JETRO ホームページ

### 3. 水道事業の現況

#### 3.1 水道施設の概要

##### 3.1.1 コロンボ県、カルタラ県

コロンボ県、カルタラ県では、1882 年に Labugama 浄水場が建設されて以降、1953 年に Kalatuwawa 浄水場、1966 年には Ambatale 浄水場が建設され、現在 11 の浄水場でコロンボ県、カルタラ県に給水を行っている。スリランカ最大の浄水場である Ambatale 浄水場は、コロンボ地区の大部分の給水を担っており、適宜、規模の増設、機能の改良が行われている。現在も ADB(アジア開発銀行)と AFD(フランス系)の資金によるフェーズⅡプロジェクト(2020 年完了)が進められている。

一方、Kandana 浄水場は、コロンボ県、及びカルタラ県で想定されている都市化に伴う大幅な水需要の増加に備え、今後数十年かけて施設の増設が計画されている。

コロンボ県、カルタラ県の浄水場を表 3 に示す。

表 3 コロンボ・カルタラ県の浄水場

浄水場	運用開始	容量 [m <sup>3</sup> /日]	備考
Labugama	1882	91,000	
Kalatuwawa	1953	71,000	
Ambatale	1966 1978 1986 1994 2009 計	91,000 60,000 122,000 182,000 45,000 500,000	
Chiko	1962	13,500	修繕中
Kosgama	2005	2,750	
Penrithwatta	2000	3,000	
Kethhena	1986	56,800	
Kandana	2006 2020 2025 2030 2035 2040	60,000 120,000 240,000 280,000 320,000 360,000	
Ingiriya	1994	675	塩素注入のみ
Mathugama	—	200	

出典：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要約、2015 年 5 月

### 3.1.2 アヌラダプラ県

アヌラダプラ県の水道事業は、NWSDB による事業と、コミュニティの住民組織(Community-Based Organization: CBO)による事業があり、NWSDB による水道普及率は 37%、CBO による普及率 19%となっている<sup>7</sup>。表 4、表 5 に浄水場、及び水道施設を示す。

表 4 アヌラダプラ県の浄水場

浄水場	水源	容量 [m <sup>3</sup> /日]	備考
ニュータウン	ヌワラ貯水池	13,500	
サクレッドシティ	ティッサ貯水池	4,500	
ツウルウイラ	ツウルウイラ貯水池	21,000	

出典：スリランカ国 アヌラダプラ県北部上水道整備事業準備調査 最終報告書、2013 年 2 月

表 5 NWSDB の浄水施設

DSD(郡)	水源	運用開始	容量 [m <sup>3</sup> /日]	備考
Padaviya	ワハルカタ系	1990	578	
Kebithigollewa		1973	677	
Horowpothana		1979	137	
Katahagasdigiliya		1982	893	
Medawachchiya	マハナカタワラ系	1982	1,062	
Rambewa		1965	—	

出典：スリランカ国 アヌラダプラ県北部上水道整備事業準備調査 最終報告書、2013 年 2 月

### 3.2 組織

スリランカの水道事業は、都市計画・水道省(Ministry of City Planning and Water Supply:MCPWS)の下位組織にあたる NWSDB が大部分を担っている。NWSDB は水道施設の計画、建設、運用を行い、安全な飲料水を供給している。

NWSDB は 1975 年に設立され、現在 324 ヶ所の水道施設を運営している。NWSDB の施設による水道普及率は 34%程度である。量水計の設置、料金徴収は 1982 年に開始された<sup>8</sup>。

NWSDB の組織図を図 3 に示す。Chairman を筆頭に 8 名の Board Member で構成される。全国を 11 の地域に分けた単位である RSC(Regional Support Centre)で運営、管理しており、各 RSC を統括する Additional General Manager 及び Deputy General Manager が配置されている。

<sup>7</sup> スリランカ国 アヌラダプラ県北部上水道整備事業準備調査 最終報告書、2013 年 2 月、p10

<sup>8</sup> NWSDB ホームページ

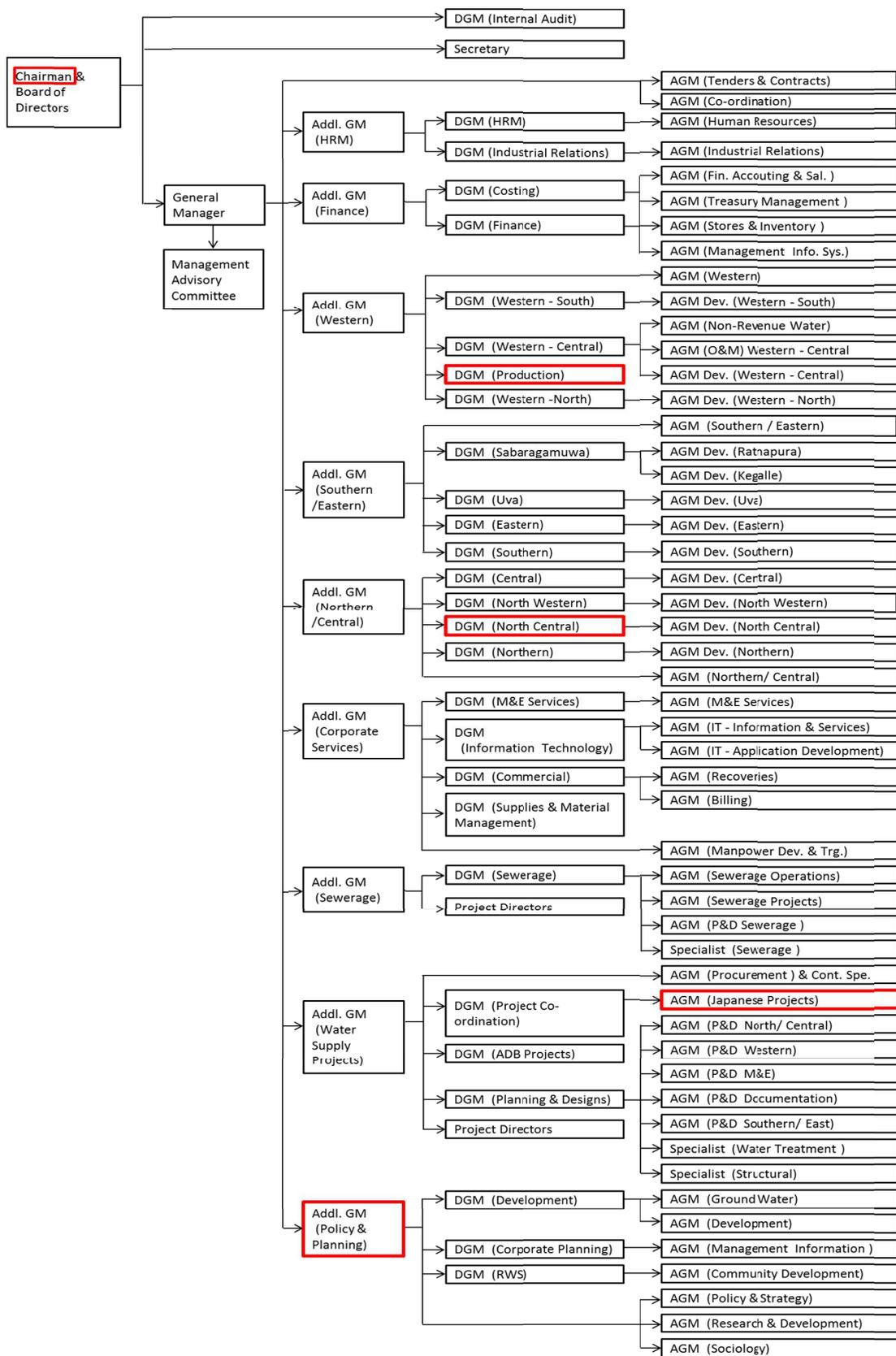


図 3 NWSDB 組織図

出典:NWSDB ホームページ

調査の関係部門

### 3.3 水質基準

スリランカの水質基準<sup>9</sup>を表 6 に示す。比較のため、日本と WHO の水質基準もあわせて示している。1982 年に設けられた水質基準では「望ましい水準」と「許容基準」の 2 段階であったが、2013 年に改訂された水質基準では、2 段階基準はなくなっている。日本の基準と多少異なる項目はあるが、無機物に関連する項目は日本の基準に近い。

表 6 水質比較表

項目	スリランカ	日本	WHO
色度	15度	5度以下	—
味	異常でないこと	異常でないこと	—
臭気	異常でないこと	異常でないこと	—
濁度	2度	2度以下	—
アルミニウム	0.2mg/l	0.2mg/l	0.2mg/l
塩化物イオン	250 mg/l	200 mg/l以下	—
フッ素	1.0 mg/l	0.8 mg/l以下	1.5 mg/l
鉄	0.3 mg/l	0.3mg/L以下	—
マンガン	0.1 mg/l	0.05mg/L以下	—
銅	1.0 mg/l	1.0mg/L以下	2 mg/l
亜鉛	3.0 mg/l	1.0mg/L以下	—
カルシウム	100 mg/l	300 mg/l以下(※1)	—
マグネシウム	30 mg/l	300 mg/l以下(※1)	—
全リン酸イオン	2.0 mg/l	—	—
硫酸イオン	250 mg/l	—	—
全アルカリ度(CaCO <sub>3</sub> )	200 mg/l	300 mg/l以下(※1)	—
全硬度(CaCO <sub>3</sub> )	250 mg/l	300 mg/l以下(※1)	—
遊離アンモニア	0.06 mg/l	—	—
硝酸態窒素	50 mg/l	10mg/l以下(※3)	50 mg/l
亜硝酸態窒素	3.0mg/l	0.04 mg/l以下	3 mg/l
ニッケル	0.02 mg/l	0.02 mg/l	0.02 mg/l
ナトリウム	200 mg/l	200 mg/l	200 mg/l
pH	6.5-8.5	5.8以上8.6以下	—
ヒ素	0.01 mg/l	0.01mg/L以下	0.01 mg/l
カドミウム	0.003 mg/l	0.003mg/L以下	0.003 mg/l
クロム	0.05 mg/l	0.05mg/l以下(※2)	0.05 mg/l
シアン	0.05 mg/l	0.01mg/L以下	—
鉛	0.01 mg/l	0.01mg/L以下	0.01 mg/l
水銀	0.001 mg/l	0.0005mg/L以下	0.006 mg/l
セレン	0.01 mg/l	0.01mg/L以下	0.04 mg/l
遊離残留塩素	1.0 mg/l	[残留塩素] 1 mg/l以下	5 mg/l
フェノール類	0.001 mg/l	0.005mg/L以下(※2)	—
油脂	0.2mg/l	—	—
COD	10 mg/l	—	—
大腸菌群数	・耐熱性大腸菌が100mlの検水で検出されないこと ・大腸菌群は100mlの検水で3以下 ・連続した検水で大腸菌群が検出されないこと	—	検出されないこと
大腸菌	100mlの検水で検出されないこと	検出されないこと	検出されないこと

※1 カルシウム、マグネシウム等(硬度)

2 [六価クロム化合物] 六価クロムの量に換算した値

3 [硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素]

<sup>9</sup> Sri Lanka Standards Specification for portable water (First Revision) SLS614, 2013

### 3.4 財務状況

NWSDB の純利益は、2003 年～2010 年まで損失が継続していたが、水道料金収入の堅調な増加もあり、2011 年に黒字に転じて、2013 年、2014 年も黒字を維持している。

資産については、建設中の資産が固定資産よりも多く、施設の整備段階であることがわかる。資本金補助は、海外からの資金が大きく、2014 年の海外資金はスリランカ政府補助の 2 倍程度あり、海外資金に大きく依存している。

表 7 NWSDB 損益計算書

(Unit: Rs.)		
Item	2013	2014
Revenue	17,074,986,476	18,710,049,680
Cost of Sales	(10,015,137,052)	(11,325,829,471)
Gross Profit	7,059,849,424	7,384,220,209
Other Operating Income and Gains	1,195,405,502	1,443,777,097
Administrative Expenses	(5,831,427,723)	(5,985,331,888)
Other Operating Expenses	(559,425,320)	(334,370,432)
Operating Profit/(Loss)	1,864,401,883	2,508,294,987
Finance Income	225,687,464	213,239,303
Finance Cost	(1,039,762,873)	(1,242,530,161)
Profit / (Loss) before Tax	1,050,326,475	1,479,004,129
Provision for Income Taxation	(47,466,069)	(53,113,301)
Profit / (Loss) for the Year	1,002,860,406	1,425,890,828

出典:NWSDB ホームページ

表 8 NWSDB の貸借対照表

(Unit: Rs.)

Item	2013	2014
Property ,Plant & Equipment-Net	107,585,121,159	109,865,635,167
Intangible Assets	102,025,883	52,964,022
Capital Work in Progress	121,418,014,631	149,059,338,602
Other Financial assets	31,008,001	22,810,677
<b>Total Non-Current Assets</b>	<b>229,136,169,674</b>	<b>259,000,748,468</b>
<b>Current Assets</b>		
Non Operating Assets	117,895,068	117,895,068
Inventories	3,749,727,493	5,623,798,032
Trade & Other Receivables	5,388,788,826	5,544,274,105
Deposits & Advances	4,286,653,401	9,530,557,311
Investments	340,970,189	244,262,510
Cash & Cash Equivalents	1,879,876,757	2,756,518,649
<b>Total Current Assets</b>	<b>15,763,911,735</b>	<b>23,817,305,676</b>
<b>Total Assets</b>	<b>244,900,081,409</b>	<b>282,818,054,144</b>
Assets taken over from Government Dept.	185,480,387	185,480,387
Staff Welfare Fund	15,101,490	15,239,298
Retained Earnings	-12,240,036,367	-10,814,258,221
Grants-Government Grants	81,069,995,266	88,161,757,133
Capital Grants	129,350,331,843	151,974,122,319
<b>Total Equity &amp; Grants</b>	<b>198,380,872,619</b>	<b>229,522,340,916</b>
Loan Payable	32,146,717,058	37,715,434,998
Other Deferred Liabilities	2,152,117,268	2,194,044,137
<b>Total Non-Current Liabilities</b>	<b>34,298,834,326</b>	<b>39,909,479,134</b>
Trade & Other Payables	5,246,171,344	6,961,191,773
Loan Capital Payable	4,470,617,294	3,440,617,294
Loan Interest Payable	2,431,658,078	2,912,497,278
Non Operating Liabilities	71,927,749	71,927,749
<b>Total Current Liabilities</b>	<b>12,220,374,464</b>	<b>13,386,234,094</b>
<b>Total Equity and Liabilities</b>	<b>244,900,081,409</b>	<b>282,818,054,144</b>

出典:NWSDB ホームページ

## 4. 調査結果

### 4.1 スリランカの情勢

スリランカはインド洋の真ん中にあり、中国/インド/ASEAN/中東/アフリカといった世界人口の約半分である 35 億人の人口にアクセスが可能であり、船舶/航空の航路の要衝にある。飛行機での移動時間は UAE ドバイまで 4 時間、シンガポール 4 時間、香港 4.5 時間、ケニア/タンザニア/ソマリアなどの東アフリカ諸国は 5 時間である。

現状、アジアのサプライチェーンはシンガポール中心であるが、南アジア～西アジアの経済成長に伴い、スリランカは有利な場所にある。

政府の政策については、前政権では金融ハブ、港湾ハブなど5つのハブ構想を掲げ、「経済成長を促進し一人あたりの国民所得を上昇させる」という方針が明確だった。2015 年 1 月に政権交代し

た現政権では、都市部と地方の格差是正を掲げて当選しており、公務員の給与抑制、生活必需品減税などの政策を採っている。国際収支が弱いため財政状況は厳しく、政府にインフラを整備する資金力は乏しい。

各国からの ODA は多いが、財政状況が良くないのでスリランカ政府は借入りに慎重になっている。財政上の理由で中止になるプロジェクトもある。

財政状況が厳しいため、国営企業の効率化(経済的運営)が求められているが、その一方で水道料金などのインフラ料金は低く抑えるべきという国の方針がある。NWSDB も水道料金の値上げが難しい中で、様々な課題を解決しなければならないというジレンマに陥っている。財政難のため安いものを求める傾向になりやすい。

内戦終了後、経済成長を継続しており、近年はホテルの建設ラッシュが続いている。経済が過熱しても成長を目指すという方針は継続しており、コロンボを中心とした都市圏での水需要増加も期待できる。

都市開発については、メガロポリス構想で各都市の位置づけを明確にしようとしているが、コロンボ中心になりがちである。コロンボではインフラが比較的充実しており、停電もほとんどない。一方、地方都市のインフラは、これから整備段階である。東部、南部、北部の港湾都市は、航路の要衝として開発、整備を進めている。

水インフラについては、他に開発すべきインフラが多いため、各種計画の中で優先順位を上げることも課題の一つとなる。そのため、水道施設の整備は必要だが、すぐには案件につながらない状況にある。なお水道普及率は 44%で、2020 年 60%を目標としている。北中部では腎臓病が多いという問題があり、対策を講じようとしているが成果は上がっていない。

人材面では、公用語はシンハラ語、タミル語だが、英語を連結語としており、ほとんどの国民が英語を話すことができるという優位性がある。また、識字率、ITリテラシーが高く、ITサービス・アウトソーシングに向いている。

スリランカにおける日本のイメージは良く、日本品質に対する信頼度も高い。日本製品は受け入れられやすい環境といえる。

## 4.2 NWSDB の状況

### (1) NWSDB の概要

NWSDB の財源は乏しく、ファンドがあれば日本・欧米の質の良いものを入れたい意向を持っているが、ファンドがなければ、インド・中国の安価なものを選ぶ傾向にある。財政は厳しいが、政治的な理由もあり水道料金を上げるのは困難な状況である。なお、水道料金は電気料金と比べて低い。

SCADA の関心は高く、地方都市でも SCADA のニーズはあると考えられる。

### (2) 今回の調査対象地域について

カルタラ県はコロンボ南に位置しており、事実上コロンボの一部である。コロンボ県・カルタラ県の水

道施設は、都市部などを対象にした大規模なものが多い。現在計画中の Kandana 浄水場増設プロジェクトは、カル河を水源として、コロンボとその周辺に給水するものである。

一方、アヌラダプラ県では、地下水を水源として郡部に散在する小規模集落への給水が主体となり、地方都市を対象とした小規模施設が多い。この地域では慢性腎臓病が多いが原因は特定されていない。

### (3) その他

一人あたりの GDP は順調に伸びており、環境問題が次のテーマになる。下水、ゴミが次の課題となり、JICA では下水のマスタープラン作成に着手したところである。また、新政権は環境に対する関心が高く、国全体としても意識が高まりつつある。

下水処理場はまだ少なく、現状の普及率は 4%程度で、今年度の目標は普及率 7%である。

## 4.3 浄水場の整備状況

### 4.3.1 Ambatale 浄水場

Ambatale 浄水場は設計容量 50 万 m<sup>3</sup>/日で、スリランカ最大の浄水場である。1966 年に運用を開始し、段階的に増設されて現在の容量に至っている。1996 年には、JICA の ODA で設備が増設され、現在進行中のフェーズ II プロジェクト(2020 年完了)では ADB(アジア開発銀行)と AFD(フランス系)の資金で進められており、増設容量は 5 万 m<sup>3</sup>/日である。

原水は河川水で、処理方式は取水～エアレータ～凝集～沈殿～砂ろ過～塩素注入して配水池へ送水している。

監視制御については、SCADA が導入されており、主に配水池の水位・流量等の監視を行っている。手動操作が基本で自動制御は行っていない。また、監視室には大型モニタが設置され、場外の情報は GSM(2G の携帯端末ネットワーク、スリランカだけでなく世界的に普及、3G よりも通信速度は遅い)を利用して収集している。



写真 1 全景



写真 2 沈殿池

#### 4.3.2 Kandana 浄水場

Kandana 浄水場は設計容量 6 万 $\text{m}^3$ /日(フェーズ I)で、JICA のプロジェクトで設備が導入され、2006 年に運用を開始した。現在 JICA によるフェーズ II が進められており、浄水場[14 万 $\text{m}^3$ /日]、及び送配水管の拡張が計画されている。

原水は河川水で、処理方式は、取水～凝集～沈殿～砂ろ過～塩素注入して、配水池へ送水している。

監視制御については、SCADA が導入されており、水質、プラント機器の状態監視、及び操作が可能である。取水から送水まで SCADA による自動制御が行われており、オペレータの負担が軽減されている。

SCADA 導入当初、ABB 社がドイツの拠点からサポートしているためメンテナンスが課題であったが、現在はローカル企業でサポートする体制を構築したことにより、この問題は解決されている。



写真 3 水源



写真 4 沈殿池

#### 4.3.3 Morontota 浄水場

Morontota 浄水場は設計容量 1.1 万 $\text{m}^3$ /日で、ADB、スリランカによる財源で 2009 年に運用を開始した。Hiriwadunna 浄水場(1.0 万 $\text{m}^3$ /日)と共に Kegalle 地区に水道水を供給している。

原水は河川水で、処理方式は取水～エアレータ～凝集～沈殿～砂ろ過～塩素注入して配水池へ送水している。

監視制御については、SCADA は導入されておらず、配水池の水位を表示するパネルを監視し、手動で送水ポンプの運転を行っている。



写真5 水源



写真6 全景

#### 4.3.4 Thuruwila 浄水場

Thuruwila 浄水場は設計容量 20,700 m<sup>3</sup>/日で、ADB・フランス・スリランカによる財源で2004年に運用を開始した。アヌラダプラ地区では最大規模の近代的な浄水場である。

原水は人口湖で、処理方式は、取水～エアレータ～パルセータ～砂ろ過～塩素注入して配水池へ送水している。パルセータ(Pulsator)は、処理水を脈動(Pulse)させながら固液分離する方式である。

監視制御については、SCADA が導入されており、水質、プラント機器の状態監視、及び操作が可能である。取水から送水まで SCADA による自動制御が行われており、オペレータの負担が軽減されている。

アヌラダプラ地区には31ヶ所の水道施設があり、SCADA が導入されているのは Thuruwila 浄水場を含む2ヶ所のみで、ほとんどの施設は配水池等の簡易的な監視パネル等を利用して運用されている。



写真7 水源



写真8 浄水施設

#### 4.3.5 Medawachchiya 浄水施設

Medawachchiya 浄水施設は容量 800 m<sup>3</sup>/日で、1965 年に運用を開始した。

原水は地下水(深井戸)で、処理方式は地下水(深井戸)～エアレータ～塩素注入～簡易フィルター(砂ろ過)処理を行い、配水池に貯留している。この地区の水源である地下水から高濃度の硬度とフッ素が検出されている。

監視制御については、配水池の水位を段階表示するパネルを監視し、手動で送水ポンプの運転を行っている。



写真 9 エアレータ



写真 10 配水塔

#### 4.4 SCADA のニーズ

現在、Kandana 浄水場他に SCADA は納入されているが、整備されていない浄水場も多く SCADA のニーズはあると考えられる。SCADA を導入する上での問題点として、設備面においては、気候が高温、多湿の環境のため空調や環境対策が必要なこと、運用面においては、メンテナンスと運用ノウハウの継承が課題であり、技術訓練も含めた提供が必要である。

NWSDB では、浄水場毎に監視しており広域監視という概念はない。また、配水系統は自然流下のため広域運用の必要性を感じていなかった。しかし、広域監視については、将来的には設けたいというニーズがあった。

一方、スリランカの無収水率は高く、大きな課題となっており、各種プロジェクトで対策が行われている。このような背景もあり、NWSDB から今後の水需要増加に伴う需要予測や送水計画による効率的な広域運用のニーズはあるものの、無収水(NRW: Non Revenue Water)対策を優先して進めたいとの要望があった。

## 4.5 課題・ニーズのまとめ

### 4.5.1 広域運用システム

現状、浄水場は機場毎に監視されているが、将来的には広域監視のニーズがあった。

現在、カル河水系の整備が計画されており、Kandana 浄水場が拡張され、複数の配水池が増設される予定であるが、その配水池の管理と送配水量の適切な運用が求められる。今後、水需要は増加傾向にあり、送配水運用は増々難しくなる傾向になることから、NWSDB では給水区域全体の送配水量を管理、運用する広域運用システムの必要性を認識していた。また、浄水場毎に監視・運用するより、複数の施設を広域的に統合監視することで、運用の効率化を図ることができる。

### 4.5.2 漏水検知システム

スリランカの無収水率は高く、全国平均約 33%で、大きな課題となっている。特にコロomboでは送配水管が老朽化しており、無収水(NRW)率は 54.1%(2008 年)と全国で最も高くなっている。このような背景もあり、現地調査において、NWSDB から需要予測や送水計画による効率的な広域運用に加えて、NRW 対策も進めたいとの要望があった。

NRW 対策としては、今後の配水管整備(配水ブロック化)に伴い、圧力計を適切に設置することで圧力の異常を計測し、漏水を検出する漏水検知システムを導入することも可能である。

さらに、主要な配水管に遠隔操作可能なバルブを設置することで、バルブ開度を調整して一定の圧力を保つことで、適切に配水管理を行うことも可能である。

### 4.5.3 SCADA

アヌラダプラ県等の地方では、SCADA が導入されている施設は少なく、簡易的な監視パネル等の情報で運用を行っている。今後は効率的、安定的運用のため、浄水場内の監視制御を行う SCADA や広域監視の導入が見込まれる。

## 5. 事業化の検討

### 5.1 事業の最終目標

一案件において事業化した後、同様の事業を展開する仕組みをつくる。三菱電機は現地企業を含めたシステム提供体制を構築し、「質の高いインフラ」システムの提供を、神戸市は運用面でのサポートを行うことで、スリランカの水道事業、及び NWSDB の持続的発展を支援する体制構築を最終目標とする。

図 4 に支援体制を示す。システム納入後の保守・技術サポートが必要になるため、システム提供では、三菱電機に加えて、現地企業を含めた体制を構築する。

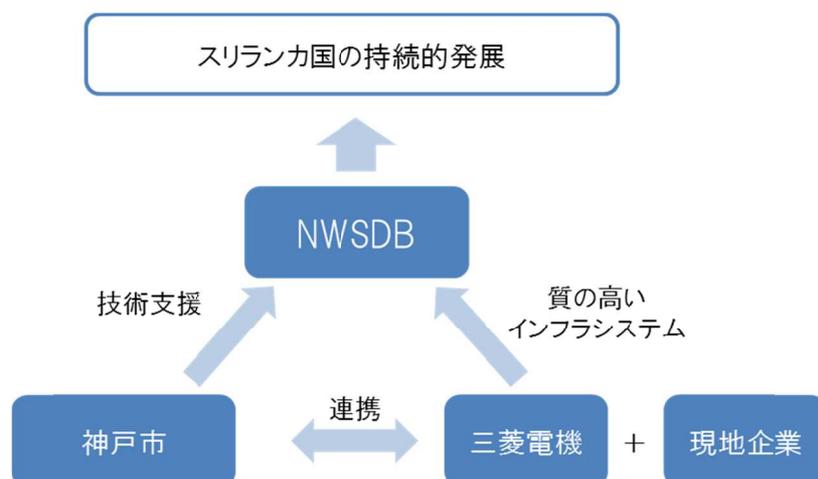


図 4 支援体制

## 5.2 事業内容

現地調査の結果、4.5 項に示す内容から、「広域運用システム」と「漏水検知システム」を事業内容とする。NWSDB では特に漏水対策を優先しており、水質管理については将来事業化を検討する。

提案する事業イメージを図 5 に示す。広域運用システムは、給水区域内にある配水池の水位、圧力、流量等の計測値を GSM などの通信インフラを利用して取り込み、給水区域の水需要を予測し、需要に応じた送水計画を行うものである。

漏水検知システムは、給水区域内の圧力などの計測値の時間的変動による異常検出、及び管網計算を利用した計測値とシミュレーション値の差異から異常を検出するものである。

なお JICA による調査報告<sup>10</sup>でも、緊急時に水を融通できるシステムの構築の検討や圧力や流量データの収集と解析が必要とされており、上記の事業内容はこれらのニーズにも合致する。

<sup>10</sup> JICA・日水コン(2015). 「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」、pp.s3、12-2.

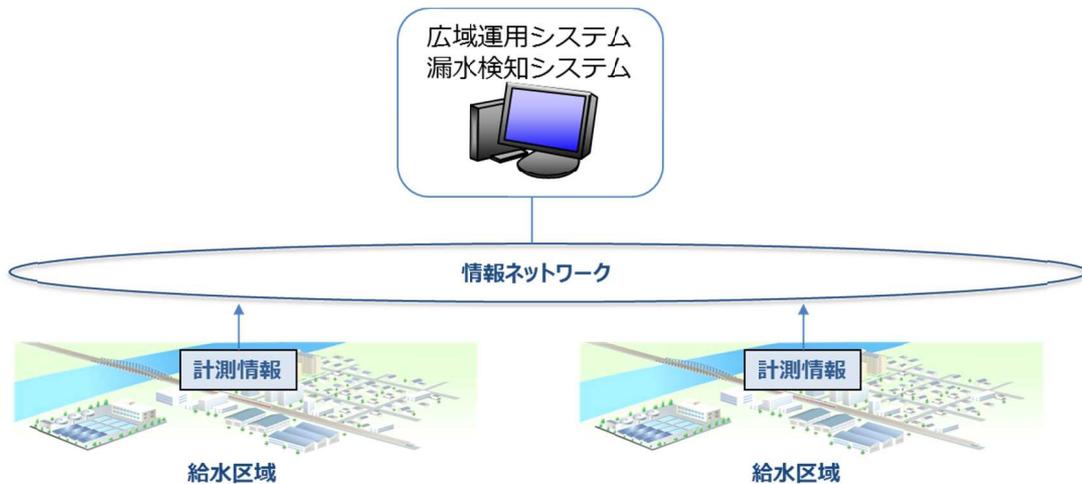


図 5 事業イメージ

### 5.3 実施体制

実施体制を図 6 に示す。スリランカ政府は円借款等の財政支援を受けて、浄水場等の施設整備を行う。NWSDB は土木、機械、電気などの施設を整備するための工事一式を発注し、EPC 企業が請け負い、必要に応じて機械設備、電気設備を担当メカに依頼する。5.2 項の事業内容は電気設備に関連するものであり、EPC 企業と共同での取り組みが必要である。

技術協力については、神戸市での実施を想定しているが、技術協力は必ずしも案件と直接結びつくものではなく、別途支援スキームを適用する可能性がある。

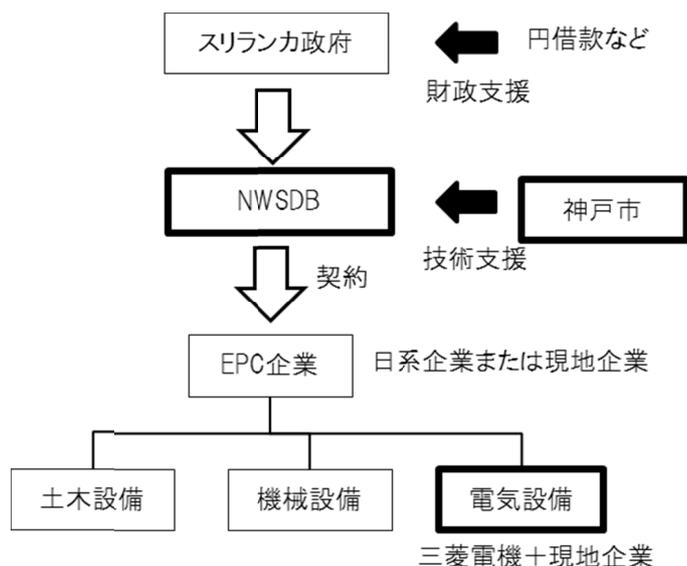


図 6 実施体制

## 5.4 資金調達

### 5.4.1 事業費

#### (1) 広域監視システム

総事業費は1億円程度とする。プラント情報を監視するシステムは別途設けられることを前提とする。

#### (2) 漏水検知システム

総事業費は1億円程度とする。配管流量、圧力等の情報を収集するシステムは別途設けられることを前提とする。対象とする配水系統に応じて、配管流量、圧力等の計測器、及び伝送装置の設置となる場合がある。追加機器の必要性は配管系統、及び計測値の設置個所などで異なるため、対象に応じた個別の検討が必要である。

### 5.4.2 資金調達

NWSDBでは施設を整備する自己資金が不足しており、事業化提案にあわせて、資金の調達方法に関する検討が必要である。当面、ODA等で整備が予定されているプロジェクトを対象に事業化を進める予定である。

将来的には、国際協力銀行(JBIC: Japan Bank for International Cooperation)による外国直接融資や、民間の金融機関の活用も視野に入れた資金調達を検討する。

## 5.5 事業スケジュール

事業スケジュールを表9に示す。コロンボ県、カルタラ県を対象に「広域運用システム」及び「漏水検知システム」の事業化のに向けた提案活動を2016～2017年にかけて実施し、具体的案件を目指す。事業化活動にあわせて、現地での保守サポート体制構築のため、現地企業の調査を実施する。

運用面でのサポートは、事業化前から先行して着手し、事業化の対象であるコンピュータシステムの取り扱い、及び運用に関する技術支援を行う。

表 9 事業スケジュール

項目	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (H31)	2020 (H32)
事業化活動 ・提案活動 ・現地企業調査	■			↓ 案件化	
工事(具体的案件)				■	
技術支援	■			---	

## 5.6 維持管理

水道施設の運営、維持管理はNWSDBが行っており、提案する事業内容についても、これまで同様NWSDBでの実施を前提とする。

広域運用システムや漏水検知システムの機能は、コンピュータのソフトウェアが主体となる。これまで浄水場内の監視制御を行うシステムは導入されてきたが、効率的に広域運用を行うシステムや漏水検知システムは導入されていない。このようなシステムを導入することで、効率的、効果的運用が可能になる反面、システムの機能を把握していないと、装置がブラックボックス化してしまうことになる。

そのため、単にシステムを導入するだけでなく、適切に運用できるように運用前のトレーニングに加え、運用後の持続的なサポート体制が必要である。トラブル対応を含めて、迅速な技術サポートができる体制が必要であり、実現に当たっては、現地企業と協調したサポート体制を構築することで、安定的な運用を実現する。

## 5.7 事業リスク

ジェトロの「在アジア・オセアニア日系企業実態調査(2014 年度調査)」によると、現地進出企業の経営上の問題として、原材料・部品の現地調達の難しさ、競争相手の台頭、調達コストの上昇、人材(一般ワーカー)の採用難といった項目があげられている。対策として、現地企業を取り込んだ事業体制の構築が重要であり、具体的案件の事業化とあわせて、パートナーとなる現地企業の調査を進めていく必要がある。

## 6. まとめ

調査の結果、スリランカ国の水道施設では、まだ SCADA が導入されていない施設が多数あり、効率的、安定的運用のため、SCADA の市場があることがわかった。また、無収水率の高さから、漏水検知システムの市場や、今後の給水エリア拡張に伴う広域運用システムの市場があることがわかった。

本調査で提案した事業内容を実現することで、浄水場の効率的、効果的な運用を実現することができ、その結果として、スリランカ国の持続的発展に資すると考える。

本事業の報告会は 2016 年 3 月に実施し、今後は早期事業化に向け活動を加速していく。