

スーダン共和国
コスティ市給水施設改善計画
準備調査報告書

平成 27 年 2 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本テクノ株式会社
株式会社地球システム科学
日本水工設計株式会社

環境

CR(1)

15-026

スーダン共和国
コスティ市給水施設改善計画
準備調査報告書

平成 27 年 2 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本テクノ株式会社
株式会社地球システム科学
日本水工設計株式会社

要 約

要 約

① 国の概要

スーダン共和国（以下、スーダン）では、部族抗争と石油資源確保を巡り、北部中央政府と南部人民解放戦線の内戦が長期間継続してきたが、2011年に国際監視の下実施された住民投票の結果、南スーダン共和国が成立し、北部から独立・分離した。本計画の対象地であるコスティ市は、両国国境の東側に位置し、南部独立後の2013年に勃発した南部地域内戦からの難民避難地となっている。また、同市はスーダンの西側一帯を占めるダルフル地域における紛争および隣接する南北コルドファン地域の内戦から逃れた難民に市域の一部を居留地として開放している。

コスティ市を主要都市とする白ナイル州は、スーダン南東部に位置しており、白ナイル川が同州の州域を縦貫し、首都ハルツームに遡上している。コスティ市は白ナイル川の西岸に位置し、南スーダン共和国との貿易を目的とした河川港を有している。また、南スーダン共和国を通るナイル回廊から紅海に面する貿易港を有する港町ポートスーダンへの通り道となっている。コスティ市は、同市を通過してポートスーダンまで延びる鉄道の駅を有しており、南スーダン共和国との交易が活性化する際には、南北交易・物流の中心地となる高い可能性を有している。

対岸の州都ラバクとは白ナイル川を横断する延長約 2km の橋梁で結ばれている。州政府機関はラバク市とコスティ市に分かれて配置されており、両市で州政府中核地を構成する。ラバク市近郊には、ナイル川の水資源を利用し、同州の基幹産業を形成する大規模な製糖プラントが存在している。一方、コスティ市では、州内の農業・畜産の集散地として、管理倉庫や加工工場が整備されている。

スーダンにおいて 2008 年に実施された国勢調査によると、全国 18 州における人口の総計は約 31 百万人、うち白ナイル州全体は 1,730 千人、コスティ市は 213 千人であった。スーダン中央統計局の推計によると、2014 年におけるコスティ市の人口は 266 千人となる。スーダンでは、首都圏および唯一の港湾都市であるポートスーダンを除くと、地方都市の成熟が遅れており、コスティ市は同国内においては比較的人口規模の大きな都市といえる。

② プロジェクトの背景、経緯および概要

現在コスティ市民が不満を感じている生活サービスの一つは、水量の不足、劣悪な水質が顕著となっている州水公社による給水である。白ナイル川から取水する同市浄水施設は、年代別に 3 つの系統から構成されている。浄水施設の計画処理水量は 20 千 m³/日であるが、建設年代が 1940 年、1950 年代と古く、最新でも 1990 年代であり、施設の老朽化が著しい。そのため、現在の実質処理水量は、半分程度まで落ち込んでいる。施設の能力低下は、処理水量の低減にとどまらず、水質の悪化にもつながっており、給水施設のサービスに対する不満を持っている。

スーダンの水道行政は、連邦政府水資源・電力省の飲料水・衛生局が全国における水道事業の監理・指導を行うこととなっているが、実際の水道事業運営は、各州に設置された州水公社により実施されている。コスティ市の給水施設は、このような国家枠組みの下で州政府が組織した白ナイル州水公社により、都市水道および村落給水をあわせて運営管理されている。コスティ市においては、不適切な給水サービスも一因となり、現在の契約世帯数は給水対象地域における全世帯数の 40%程度にとどまっており、健全な経営を阻害する要因となっている。

白ナイル州では、2011 年の UNICEF からの支援により、水・衛生セクター戦略計画（2011～2016）を策定し、給水量増大の方針を打ち出した。国家レベルでは国家 25 カ年給水計画（2007～2031）で、安全な水へのアクセス率を 50%未満から 100%に改善することを目標としている。このような動向の中で、コスティ市の給水の現状は早期に改善する必要性が高く、日本に対して無償資金協力の要請が行われた。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

要請を受けて、日本国政府は本計画の概略設計を実施することとし、独立行政法人国際協力機構（JICA）が平成 26 年 4 月 4 日から 6 月 18 日まで調査団を派遣した。調査団は現地調査において、スーダン水資源・電力省 飲料水・衛生局（以下 DWSU）、白ナイル州水公社（以下 WNSWC）の関係者と要請内容の協議、計画地域の現況調査、関連資料の収集等を行なった。

スーダン政府の要請内容、すなわち 20,000m³/日の浄水能力を有する既存浄水場を改修・拡張し、浄水能力を 70,000m³/日まで拡大することについて、調査団は、コスティ市の現状、既存取水施設および浄水場の現状と能力を調査し、評

価した結果、既存施設の改修は行わず、取水施設および浄水場を新設することが適当と判断した。

また、これらの調査結果から、対象地域での水道施設整備の必要性を確認し、WNSWC の施設運営・維持管理能力を踏まえた上で、ソフトコンポーネントを含む概略設計案を作成した。

JICA は、この基本設計案をもとに平成 27 年 2 月 15 日から 21 日まで概略設計概要説明調査団をスーダンに派遣し、計画内容の説明・協議を行なった。

概略設計調査に基づく水道施設整備の概略設計方針、施設計画概要およびソフトコンポーネント計画概要は以下のとおりである。

概略設計方針

項目		整備方針
目標年		2024 年
対象地域		コスティ市住民居住地域全域
給水原単位	1 級	150 L/人/日
	2 級	100 L/人/日
	3 級、支払免除者	70 L/人/日
	その他（既存給水区域）	35 L/人/日
	その他（拡張区域）	20 L/人/日
計画対象人口	1 級、2 級、3 級及び支払い免除者	145,681 人
	その他	236,884 人
	合計	382,565 人
水源		白ナイル川表流水

施設計画概要

主要施設	数量	仕様	
取水施設：計画取水量：35,000m ³ /日			
取水口施設	1 基	楕円柱形 RC 造 2 池構造	
点検口	2 基	楕円柱形 RC 造 2 池構造	
取水管	310m	高密度ポリエチレン管 DN800 PN10	
取水ポンプ施設	1 棟	矩形 水槽部・地下部：RC 造、地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）	
		取水ポンプ 4 台（内予備 1 台） 容量 8.1m ³ /分，全揚程 20 m 電動機出力 45kW	
電気室	1 棟	柱梁 RC 造（壁 CB 積）	
		変圧器 1 台：11000/415-240V 300kVA 非常用発電装置 1 台：250kVA	
導水施設：計画導水量：35,000m ³ /日			
導水管	144m	T 形ダクタイル鋳鉄管 φ600	
浄水施設：計画浄水量：33,000m ³ /日			
沈殿施設	1 式	着水槽	
		混和池	
		フロック形成池	
		沈殿池	
急速ろ過棟	1 棟	矩形 RC 造 8 池	
浄水池	1 式	矩形 RC 造 4 池構造 半地下式	
管理棟	1 棟	矩形 水槽部・地下部：RC 造、地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）	
		配水ポンプ 4 台（内予備 1 台） 容量 12.2m ³ /分，全揚程 60 m 電動機出力 160kW 変圧器 1 台：11000/415-240V 1000 kVA 非常用発電装置 1 台：1000 kVA	
薬品棟	1 棟	柱梁 RC 造（壁 CB 積） 塩素注入設備 消毒剤：液化塩素 最大注入率：5 mg/L 凝集剤注入設備 凝集剤：PAC 最大注入率：65 mg/L	
付帯施設	原水流量計室	1 棟	柱梁 RC 造（壁 CB 造）原水流量計 1 台
	衛生設備棟	2 棟	柱梁 RC 造（壁 CB 造）運転員用トイレ、シャワー
排水施設：			
排水池	1 式	矩形 RC 造 2 池	
		寸法（各池）：9.8m×45.6m×有効水深：4.5m	
排水管	113m	高密度ポリエチレン管 DN900 PN10	
配水施設：計画配水量：31,000m ³ /日			
配水本管	760m	T 形ダクタイル鋳鉄管 φ700	

ソフトコンポーネント計画概要

項目	内容
経営改善	アクションプラン策定のためのカイゼンミーティング、施設運営費用管理の研修指導
運営維持管理指導	施設管理、水質管理に対する OJT、施設操作試験、運転維持管理・水質管理マニュアル作成のためのワークショップ、配水管網整備の確認・助言、配水管網整備計画最終化のためのワークショップ

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は 30.7 億円（日本国側の負担事業費 29.22 億円、スーダン側の負担事業費 1.45 億円）である。

本計画の実施期間は、実施設計 7 ヶ月、入札・業者選定 3 ヶ月、資機材調達・工事期間 26.5 ヶ月が見込まれる。

⑤ プロジェクトの評価

(1) プロジェクトの妥当性

プロジェクトの妥当性を検証すると、以下のとおりである。

1) 裨益対象および人口

2014 年現在、コステイ市全人口約 26.6 万人の内、各戸給水により給水サービスを受けることができる人口は、給水サービスの契約をしている約 10.2 万人と推定されるが、慢性的な水圧不足により十分な水量は確保できておらず、給水ポイントからの給水を併せて利用している世帯が多い。

本計画では、水道未普及地域を含むコステイ市の住民居住区域全域において、住民が安全な水へアクセスできることを目的としており、計画給水人口は 382,565 人である。この内、水道契約者数は 145,681 人であり、それ以外については、給水ポイントから給水を受ける計画である。

2) プロジェクト目標とベーシックヒューマンニーズ (BHN)

本計画は、浄水処理された安全な水を給水することにより、住民の生活環境が改善することを目的としており、対象地域住民の BHN の充足に寄与する。

3) スーダンの中・長期開発計画との整合性

スーダンでは、MDGs 目標達成のために、水・衛生セクター戦略計画(2010-2016)を策定しており、本計画は水道の拡張計画であり目標の一つである。また、白ナイル州水衛生セクター戦略計画(2011年～2016年)の中で、住民の安全な水へのアクセス率の向上が目標として定められており、本計画は白ナイル州の政策と整合している。

4) 我が国の援助政策・方針との整合性

本案件は対スーダン国別援助方針の援助重点分野「基礎生活分野支援」、開発課題「水・衛生施設整備及び維持管理能力の強化」の「水・衛生支援プログラム」に位置づけられる。現在、給水セクターにおいては技術協力プロジェクト「水供給人材育成プロジェクトフェーズ 2」(2011年～2015年)(以下、HRDPW-2とする。)において、全国の給水人材の育成を行っており、特に白ナイル州は 2 つあるパイロット州のひとつとして、重点的な協力が行われている。また、東部のカッサラ州で実施中の技術協力プロジェクト「カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト」(2011～2014年)においても水分野の支援を実施中である。更に、無償資金協力「カッサラ市給水緊急改善計画」(2011～2013年)及び無償資金協力「カッサラ市給水計画」(2012年～2015年)を通じ、給水施設の改修・新設等を行っている。

(2) プロジェクトの有効性

プロジェクトの有効性について定量的、定性的に評価すると下記の通りとなる。

1) 定量的評価

本プロジェクトの実施により、期待される成果を以下に示す。

	基準値(2014年)	目標値(2024年)
日平均浄水量(m ³ /日)	10,000～15,000	23,700
処理水の濁度(NTU)	20～250	5

(注)「浄水量」には場内使用水量を除く。

2) 定性的評価

- ・ 衛生的な飲料水の供給により水因性疾患による被害者数が減少する。

目 次

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-3
1-3 我が国の援助動向	1-4
1-4 他ドナーの援助動向	1-4
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-9
2-1-2-1 財政・予算制度	2-9
2-1-2-2 財政・予算状況	2-11
2-1-2-3 料金制度	2-13
2-1-2-4 財政・予算上の課題解決	2-16
2-1-3 技術水準	2-18
2-1-4 既存施設・機材	2-21
2-1-4-1 既存施設	2-21
2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況	2-32
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-32
2-2-2 自然条件	2-33
2-2-3 社会調査	2-38
2-2-3-1 サンプル調査結果の概要	2-38
2-2-4 環境社会配慮	2-42

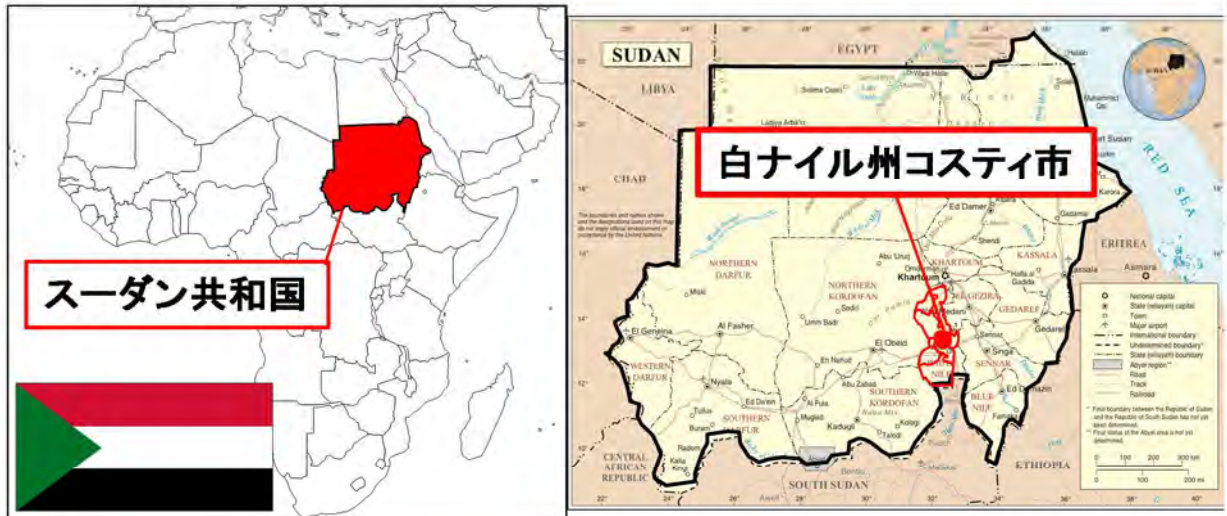
2-2-4-1	環境影響評価	2-42
2-2-4-1-1	環境社会影響を与える事業コンポーネント	2-42
2-2-4-1-2	ベースとなる環境及び社会の状況	2-43
2-2-4-1-3	相手国の環境社会配慮制度・組織	2-44
2-2-4-1-4	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-45
2-2-4-1-5	スコーピングおよび環境社会配慮調査の TOR	2-46
2-2-4-1-6	環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	2-48
2-2-4-1-7	影響評価	2-51
2-2-4-1-8	緩和策および緩和策実施のための検討	2-53
2-2-4-1-9	環境管理計画・モニタリング計画	2-53
2-2-4-1-10	ステークホルダー協議	2-55
2-2-4-2	用地取得・住民移転	2-56
2-2-4-2-1	用地取得・住民移転の必要性	2-56
2-2-4-2-2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	2-57
2-2-4-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-60
2-2-4-2-4	補償・支援の具体策	2-60
2-2-4-2-5	苦情処理メカニズム	2-61
2-2-4-2-6	実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、およびその責務）	2-62
2-2-4-2-7	実施スケジュール（損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始）	2-62
2-2-4-2-8	費用と財源	2-63
2-2-4-2-9	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	2-63
2-2-4-2-10	住民協議	2-64
2-2-4-3	その他	2-64
2-2-4-3-1	モニタリングフォーム案	2-64
2-2-4-3-2	環境チェックリスト	2-66
2-3	その他（グローバルイシュー等）	2-68
2-3-1	組織・人員	2-68
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-4
3-2-1	設計方針	3-4

3-2-1-1	要請内容	3-4
3-2-1-2	基本方針	3-5
3-2-1-3	設計方針	3-8
3-2-2	基本計画（施設計画／機材計画）	3-9
3-2-2-1	施設概要	3-9
3-2-2-2	取水施設計画	3-16
3-2-2-3	導水施設計画	3-26
3-2-2-4	浄水施設計画	3-27
3-2-2-5	配水施設計画	3-41
3-2-2-6	将来拡張する際の留意点	3-46
3-2-3	概略設計図	3-48
3-2-4	施工計画／調達計画	3-49
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-49
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-51
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-52
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-52
3-2-4-5	品質管理計画	3-54
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-56
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-57
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-58
3-2-4-9	実施工程	3-59
3-3	相手国側負担事業の概要	3-60
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-62
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-67
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-67
3-5-2	運営・維持管理費	3-68
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3	外部条件	4-3
4-4	プロジェクトの評価	4-3
4-4-1	妥当性	4-3
4-4-2	有効性	4-4

【資料】

1. 調査団員・氏名 A1-1
2. 調査行程 A2-1
3. 関係者（面会者）リスト A3-1
4. 討議議事録（M/D）・テクニカルノート A4-1
5. ソフトコンポーネント計画書 A5-1
6. 先方政府負担による管路計画（案） A6-1
7. 概略設計図 A6-1
8. 参考資料/収集資料リスト A7-1
9. その他資料・情報
 - (1) 測量結果 A9(1)-1
 - (2) 地盤・土質調査結果 A9(2)-1
 - (3) 水質分析結果 A9(3)-1
 - (4) 社会調査・環境社会配慮調査結果 A9(4)-1

コスティ市給水施設改善計画準備調査



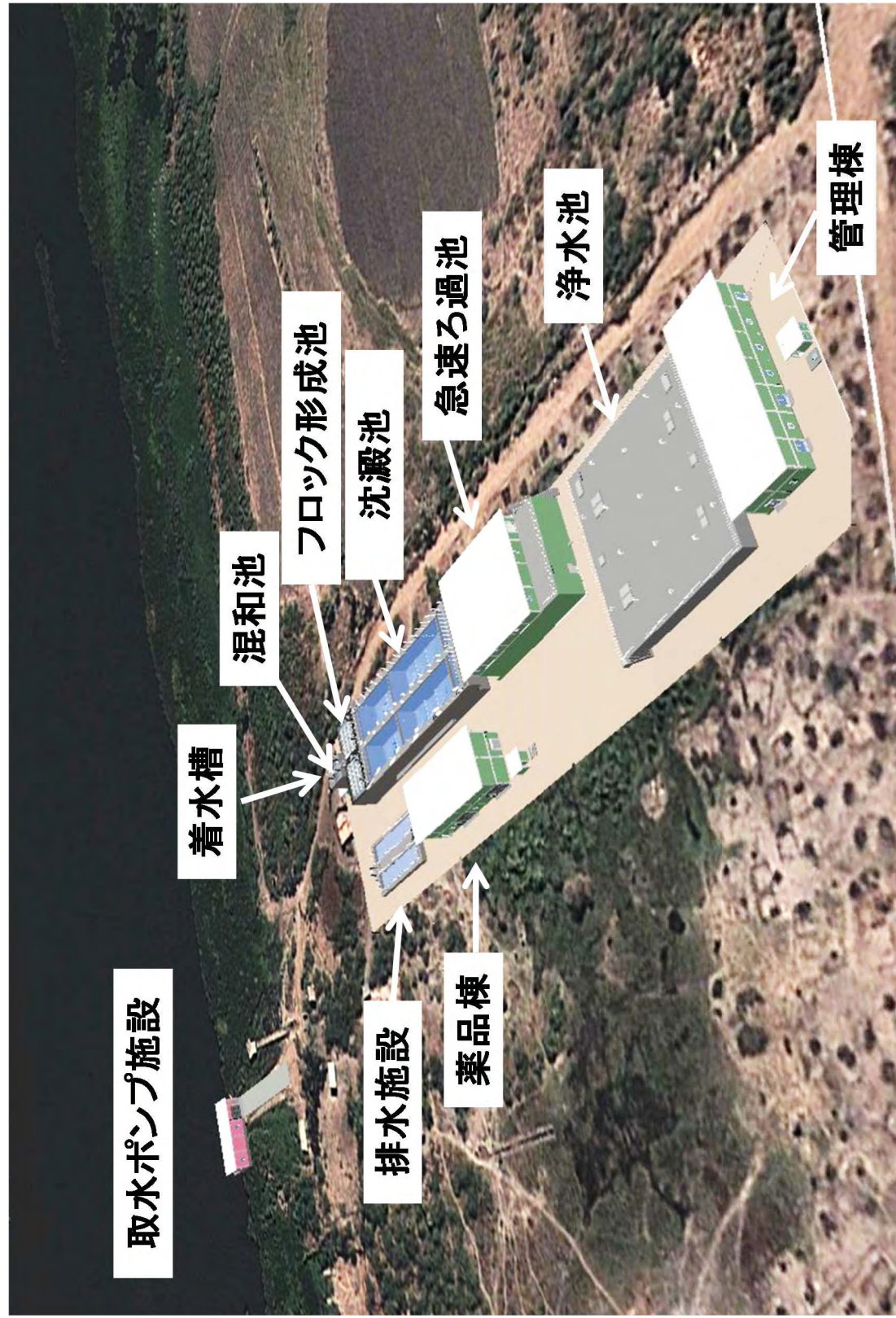
0m 1000m

-  行政区域
-  新規浄水場
-  既設浄水場

対象サイト位置図



完成予想図（全体）



完成予想図(浄水場周辺)

写 真



写真 - 1 : 3箇所ある既存取水施設の内、最も古い施設。導水に石綿管が用いられており、激しく漏水している。



写真 - 2 : 1990年代に建設された突堤式の取水施設。ここから50m程度取水管が白ナイル川に延伸している。



写真 - 3 : 高濁度の白ナイル川原水。



写真 - 4 : 老朽化が進む既存浄水施設（円形沈殿池、急速ろ過棟）



写真 - 5 : 高速凝集沈殿方式を採用している沈殿池。躯体、設備の老朽化が進み、適切に機能していない。



写真 - 6 : 鋼製の急速ろ過システム。建設から70年程度経過しており、躯体の老朽化が著しい。また現状、ろ材の洗浄機能は無い。

写 真



写真 - 7 : 1990年代に建設された鉄筋コンクリート製の急速ろ過池。ろ材が適切でなく、洗浄頻度も低いため、状態はきわめて悪い。



写真 - 8 : 円筒形の浄水池。建設後の地盤面の上昇により、頂版が地盤面より低くなり、雨水等の流入が問題となっている。



写真 - 9 : 配水ポンプ室。既存浄水場内に3箇所に分けて設置されているが、どれも建屋が簡易なものであり、風雨等の影響を完全に避けることができない。



写真 - 10 : 市内に17箇所ある給水ポイント。個人への給水の他、ロバの水売り人への給水も盛んである。ロバの水売り人は、給水ポイントで水を買ひ、遠隔地に販売する。



写真 - 11 : 取水施設に近接する旧コスティ港。現在は、船舶の維持管理にのみ使用され、船舶の往来はほとんど無い。



写真 - 12 : イランの有償資金協力により建設されたジャバローリヤ浄水場（ハルツーム州）



写真-13 浄水場処理水（右）
比較するため、左がボトルドウォーター、真ん中がコーヒー、一番右が浄水場処理水（濁度 35NTU）



写真-14 給水ポイントに水を汲みに来る住人達

図表リスト

付図一覧

図 1-1	物価上昇率の変動（2004-2014 年）	1-3
図 2-1	スーダン給水セクターの組織体系図	2-2
図 2-2	白ナイル州行政および WNSWC 組織図	2-3
図 2-3	コスティローカリティ事務所の組織体制	2-5
図 2-4	開発予算	2-10
図 2-5	既存コスティ浄水場の建設年代ごとの 3 系統図	2-24
図 2-6	測量範囲（平面測量、縦断測量）	2-34
図 2-7	白ナイル州月別平均雨量図（2005 年～2013 年）	2-35
図 2-8	白ナイル州月別最高気温、 最低気温、湿度（2005 年～2013 年）	2-35
図 2-9	白ナイル川水位変動	2-36
図 2-10	主要収入源の割合	2-39
図 2-11	改善が必要な生活上の課題	2-40
図 2-12	水道契約の有無	2-40
図 2-13	水道サービスに対する満足度	2-41
図 2-14	環境影響評価の手続き	2-45
図 2-15	苦情処理メカニズム実施体制および苦情処理の流れ	2-62
図 2-16	住民移転の実施体制	2-62
図 2-17	モニタリング体制	2-64
図 3-1	プロジェクト概要図	3-2
図 3-2	計画給水区域および計画給水量における各比較案の概念図	3-6
図 3-3	河川水位および地盤高	3-8
図 3-4	人口推計	3-12
図 3-5	既存の取水施設	3-16
図 3-6	導水施設平面図	3-27
図 3-7	浄水施設配置図	3-28
図 3-8	既存浄水場の浄水システム	3-28
図 3-9	凝集沈澱池	3-31
図 3-10	急速ろ過池	3-32
図 3-11	浄水池	3-33
図 3-12	管理棟	3-33
図 3-13	薬品棟	3-34
図 3-14	排水池	3-40
図 3-15	水理計算の結果	3-45
図 3-16	事業実施体制図	3-50

図 3-17	スーダン国内輸送経路の位置図	3-57
図 3-18	事業実施工程表	3-60
図 3-19	白ナイル州水公社コスティ事務所の運営維持管理体制	3-65

付表一覧

表 1-1	水と衛生における MDGs	1-2
表 1-2	我が国の技術協力の実績（水関連分野）	1-4
表 1-3	他ドナー・国際機関等の援助実績（給水分野）	1-5
表 2-1	WNSWC 水資源開発計画（2013 年）	2-4
表 2-2	コスティ市配管拡張計画予算案	2-4
表 2-3	PAC 単価と購入量の推移	2-7
表 2-4	料金収入の推移と内訳	2-11
表 2-5	予算及び収入のバランス	2-12
表 2-6	労務費と維持管理費に係る経費の推移（白ナイル州全体）	2-12
表 2-7	債務および損失に係る経費の推移（白ナイル州全体）	2-13
表 2-8	顧客別水道料金一覧	2-14
表 2-9	レイヤー別の課題の構造	2-16
表 2-10	CPI 分析	2-17
表 2-11	目標達成に至る協力の戦略	2-18
表 2-12	コスティ浄水場の運転員	2-19
表 2-13	水質分析室の現状と課題	2-20
表 2-14	地質調査結果	2-34
表 2-15	白ナイル川の水質検査結果	2-37
表 2-16	事業コンポーネント概要	2-42
表 2-17	コスティ市の世帯数および人口	2-44
表 2-18	スコーピング（案）	2-47
表 2-19	環境社会配慮の TOR	2-48
表 2-20	騒音の基準値	2-49
表 2-21	スコーピング案および調査結果に基づく影響評価	2-52
表 2-22	緩和策実施の内容	2-53
表 2-23	環境管理計画（工事中）	2-54
表 2-24	環境管理計画（供用時）	2-54
表 2-25	モニタリング計画表	2-55
表 2-26	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較	2-57
表 2-27	エンタイトルメント・マトリックス	2-61
表 2-28	実施スケジュール	2-63
表 2-29	補償の費用と財源	2-63

表 2-30	住民移転モニタリングフォーム（工事開始前）	2-65
表 2-31	大気汚染モニタリングフォーム（工事中）	2-65
表 2-32	騒音モニタリングフォーム（工事中）	2-65
表 2-33	HIV/AIDS モニタリングフォーム（工事中）	2-65
表 2-34	労働環境（労働安全を含む）モニタリングフォーム（工事中）	2-65
表 2-35	事故モニタリングフォーム（工事中）	2-66
表 2-36	廃棄物モニタリングフォーム（供用時）	2-66
表 2-37	雇用・生計手段モニタリングフォーム（供用時）	2-66
表 2-38	環境チェックリスト（上水道）	2-67
表 2-39	環境チェックリスト（河川 該当事項のみ）	2-68
表 3-1	事業の主なコンポーネント概要	3-3
表 3-2	先方政府要請内容	3-4
表 3-3	既存施設＋新規施設建設の場合と新規施設建設のみの場合の比較	3-5
表 3-4	計画給水区域および計画給水量における各案の対象人口	3-6
表 3-5	計画給水区域および計画給水量における各案比較表	3-7
表 3-6	配水量（月別）	3-11
表 3-7	人口推計（中央統計局）	3-12
表 3-8	人口推計結果（年平均増減率）	3-12
表 3-9	給水対象人口	3-13
表 3-10	計画水量	3-14
表 3-11	各施設の概要	3-15
表 3-12	取水方式の比較検討	3-18
表 3-13	取水地点の比較検討	3-21
表 3-14	取水施設概要	3-22
表 3-15	取水ポンプの型式比較表	3-23
表 3-16	取水ポンプに係る設備諸元	3-24
表 3-17	受変電設備に係る設備諸元	3-24
表 3-18	自家発電設備に係る設備諸元	3-24
表 3-19	計装設備に係る設備諸元	3-26
表 3-20	付帯設備に係る設備諸元	3-26
表 3-21	着水槽に係る施設諸元	3-29
表 3-22	混和池に係る施設諸元	3-29
表 3-23	フロック形成池に係る施設諸元	3-30
表 3-24	凝集沈殿池に係る施設諸元	3-30
表 3-25	急速ろ過棟に係る施設諸元	3-31
表 3-26	浄水池に係る施設諸元	3-32
表 3-27	管理棟に係る施設諸元	3-33
表 3-28	薬品棟に係る施設諸元	3-34
表 3-29	原水流計室に係る施設諸元	3-34

表 3-30	衛生設備棟に係る施設諸元	3-35
表 3-31	計画 PAC 注入率および注入量	3-35
表 3-32	計画塩素注入率および注入量	3-35
表 3-33	薬品注入設備に係る設備諸元	3-36
表 3-34	配水ポンプの編成比較表	3-36
表 3-35	配水ポンプに係る設備諸元	3-37
表 3-36	受変電設備に係る設備諸元	3-37
表 3-37	自家発電設備に係る設備諸元	3-37
表 3-38	計装設備に係る設備諸元	3-39
表 3-39	付帯設備リスト	3-39
表 3-40	排水計画に係る施設諸元	3-40
表 3-41	計画時間係数の比較表	3-42
表 3-42	HDPE 管 (ISO 4427 PE100 PN10) の水理解析に用いる口径	3-42
表 3-43	配水本管の管種比較表	3-43
表 3-44	管路更新・拡張計画の計画条件	3-44
表 3-45	配水本管諸元	3-44
表 3-46	施工／調達・据付区分	3-52
表 3-47	本計画における本邦コンサルタント企業の業務内容	3-53
表 3-48	実施設計に係るコンサルタント要員案	3-53
表 3-49	施工監理に係る主要要員案	3-54
表 3-50	主要建設用資材調達先	3-56
表 3-51	給水施設運営・維持管理面での課題	3-58
表 3-52	スーダン側負担の概要	3-61
表 3-53	運転管理項目	3-62
表 3-54	保全管理計画 (案)	3-63
表 3-55	給水施設維持管理に必要な人員配置	3-66
表 3-56	運営・維持管理費試算結果による水道料金単価案	3-68
表 3-57	運営・維持管理算定支出項目	3-69
表 3-58	年間運営・維持管理費算定表	3-70
表 3-59	運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額 (減価償却を水道原価に含める場合)	3-71
表 3-60	運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額 (減価償却を水道原価から除いた場合)	3-71

略 語 集

略称	英文	和訳
AC	Asbestos Cement	石綿セメント
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
B/A	Banking Agreement	銀行取極め
BS	British Standard	英国工業規格
CB	Concrete Block	コンクリートブロック
D/D	Detailed Design	詳細設計
DIN	Dutsche Industrie Normen	ドイツ工業規格
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鑄鉄管
DN	Nominal Diameter	呼び径
DWSU	Drinking Water and Sanitation Unit	水資源電力省 飲料水・衛生局
EC	Electrical Conductivity	電気伝導度
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EN	European Norm	欧州規格
EPA	Environmental Protection Act	環境保護法
EFS	Environmental Feasibility Study	環境フィージビリティ調査
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GL	Ground Level	地表面
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HIV/AIDS	Human Immunodeficiency Virus / Acquired Immune Deficiency Syndrome	エイズ（後天性免疫不完全症候群）
HRDPW-2	Human Resources Development Project for Water Supply Phase 2	水供給人材育成プロジェクトフェーズ 2
ICC	International Criminal Court	国際刑事裁判所
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MWRE	Ministry of Water Resources and Electricity	水資源・電力省
NSIF	National Social Insurance Fund	国家社会保障基金
O/D	Outline Design	概略設計
OJT	On the Job Training	実施研修
PAC	Polyaluminum Chloride	ポリ塩化アルミニウム
PN	Nominal Pressure	呼び耐圧
PQ	Prequalification	事前審査
PVC	Poly-vinyl chloride	ポリ塩化ビニル
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SDG	Sudanese Pound	スーダンポンド
SSMO	Sudanese Standards and Metrology Organization	スーダン国営標準化機構
SWC	State Water Corporation	州水公社
TOR	Terms of Reference	業務指示書
UNAIDS	Joint United Nations Programme on HIV/AIDS	国際連合エイズ計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
WNSWC	White Nile State Water Corporation	白ナイル州水公社

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

白ナイル州は、スーダン共和国（以下、スーダン）の南東に位置し、白ナイル川が州の中央を縦貫し、貴重な水資源として人々に飲料水を供給している。また同州には新旧 2 箇所 of 河川港があり、南北スーダン間の貿易が再開された場合に南スーダンへの河川輸送の拠点となる他、スーダン国で唯一外海と接する紅海州ポート・スーダンからスーダン国西部ダルフル地方まで延びる鉄道や道路が通り、物流の要所として重要な地域である。

同州に現存する浄水場については、老朽化が著しく、浄水処理が不十分であるなど問題が多い。その内、コスティ市に給水を行なっている既存のコスティ浄水場は、計画浄水量が 20,000m³/日と飲料水供給施設としては白ナイル州最大の浄水場であるが、取水施設の老朽化や円形沈殿池の一部不稼働、配管からの漏水の問題等により、一部の地域では慢性的な水不足に陥っている。また、処理水の濁度は 4.0～193NTU(2013 年平均値 27.7NTU)と高く、5NTU 以下が求められるスーダン国の飲料水基準を大きく超えており、浄水処理が十分に機能していない。その結果、水量、水質の両面で問題となっている。

一方、白ナイル州における安全な水へのアクセス率は 2008 年センサスの時点で 61.1%であり、同州における水・衛生セクター戦略計画において、2016 年までにこれを 100%まで引き上げる目標を掲げている。コスティ市は白ナイル州において人口規模が最大の都市であり、南スーダンおよび他州からの移民も多く、人口増加率が比較的高いことを考慮すると、コスティ市における給水施設の改善は急務であり、白ナイル州における安全な水へのアクセス率の向上に大きく資するものであるといえる。

1-1-2 開発計画

スーダンでは暫定版貧困削減戦略書（I-PRSP: Interim Poverty Reduction Strategy Paper）は 2011 年 7 月に策定され、2012 年 7 月に議会で承認されている。I-PRSP において以下の 4 項目が重点分野となっている。

- ・ガバナンス、公共セクター強化
- ・国内避難民・難民の再統合
- ・人材育成
- ・経済成長促進と雇用創出

上記における人材育成の中に安全な水と衛生に係るものであり以下の目標が挙げられている。

表 1-1 水と衛生における MDGs

指標	2009 年	2015 年の目標
安全な水へのアクセス率	46.5%	82%
衛生施設へのアクセス率	42%	67%

また、ミレニアム開発目標（以下、MDGs）の目標を達成するため、スーダン政府と国際機関および現地 NGO で構成された水・衛生セクターが設置された。また政策としては、水・衛生セクター戦略計画(2010-2016)が策定され、その内容に基づき設計、維持管理のためのガイドラインおよびマニュアルが作成された。現在、スーダンでは目標達成のために以下の項目を実行している。

- ・村落部において小規模の水道施設の建設（15 か所）
- ・古い水源の改修
- ・経年劣化した水道施設の改修および拡張（15 か所）
- ・都市部における新規水道施設の建設
- ・村落部における水源開発および維持管理が容易な技術の導入
- ・村落部におけるトイレの利用促進
- ・衛生意識改善の促進

1-1-3 社会経済状況

近年のスーダンの物価上昇率を図 1-1 に示す。特に 2012 年および 2013 年には物価上昇率が 40%台と高くなっていることが分かる。

コスティ市は、白ナイル川左岸に位置する人口 46.2 万人（2010 年）の同州第二の都市である。コスティ市とナイル川対岸のラバック市周辺には世界最大級の砂糖工場があり、ナイル川沿いには広大なサトウキビ農園が広がるなど、灌漑を利用した大規模農業が主要産業となっている。また同市にはコスティ港があり、南北スーダンの貿易が再開された場合に南スーダン共和国への河川輸送の拠点となる他、スーダンで唯一外海と接する紅海州の州都ポートスーダンからスーダン西部ダルフル地方まで伸びる鉄道や道路が通り、物流の要衝地で

ある。

一方、コスティ市郊外では未給水地域が広がり、貧困層が水売りの割高な水を購入せざるを得ない場合や、ハフイーラ（ため池）、ナイル川の原水を処理せずに利用せざるを得ない場合が多い。なお、2011年7月の南スーダン共和国の独立に伴い、コスティ市は南スーダン共和国籍の住民の帰還事業の拠点とされ、2012年には、多くの未帰還住民が港地区を中心にしばらく滞在していたが、2013年末現在では、帰還事業のミッションがほぼ完了した状況にある。

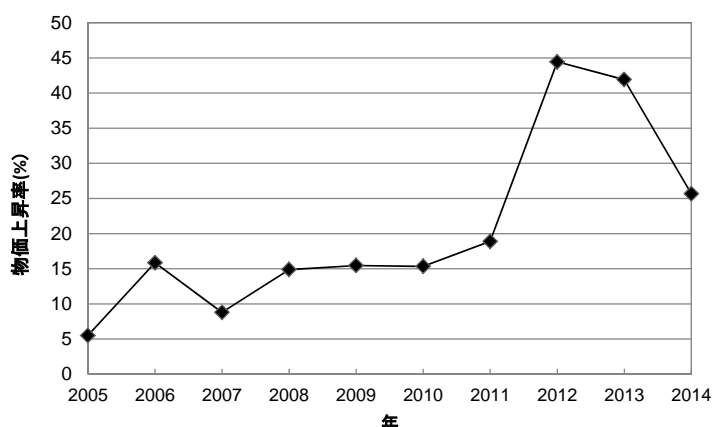


図 1-1 物価上昇率の変動（2004-2014年）

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

白ナイル川から取水するコスティ市浄水施設は、年代別に3つの系統から構成されている。浄水施設の計画処理水量は20,000m³/日であるが、建設年代が1940年、1950年代と古く、最新でも1990年代であり、施設の老朽化が著しい。そのため、現在の実質処理水量は、ほぼ半分程度まで落ち込んでいる。施設の能力低下は、処理水量の低減にとどまらず、水質の低下にもつながっており、それに伴う水因性疾病の発生も増えており、コスティ市民の不満を増幅する原因となっている。

スーダンの水道行政は、連邦政府水資源・電力省の飲料水・衛生局が全国における水道事業の監理・指導を行うこととなっているが、実際の水道事業運営は、各州に設置された州水公社により実施されている。コスティ市の給水施設は、このような国家枠組みの下で州政府が組織した白ナイル州水公社により、都市水道および村落給水をあわせて運営管理されている。コスティ市においては、不適切な給水サービスも一因となり、現在の契約世帯数は給水対象地域における全世帯数の40%程度にとどまっており、健全な経営を阻害する要因となっている。

白ナイル州では、2011年のUNICEFからの支援により、水・衛生セクター戦略計画（2011～2016）を策定し、給水量増大の方針を打ち出した。国家レベルでは国家25カ年給水計画（2003～2027）で、安全な水へのアクセス率を100%とすることを目標としている。このような動向の中で、コスティ市の給水の現状は早期に改善する必要性が高く、先に日本の無償資金協力により実施された同国カッサラ市の給水計画の事業評価が高かったことも影響し、日本に対して無償資金協力の要請が行われた。

1-3 我が国の援助動向

我が国によるスーダンの給水分野への援助実績を下表に示す。

表 1-2 我が国の技術協力の実績（水関連分野）

協力内容	実施年度	案件名	案件概要
技術協力 プロジェクト	2008～ 2011年度	水供給人材育成計画	国営水公社が研修実施体制を確立し、州水公社に対して研修計画、実施能力、事務管理能力を強化することを目的とした、技術協力を実施する。
	2012～ 2015年度	水供給人材育成プロジェクト フェーズ2	国営水公社がスーダンにおいて給水人材が適切に育成されることを目的とし、パイロット州水公社における研修体制の確立、給水施設の維持管理のモニタリング体制、全国の州水公社における研修体制の整備確立に関する技術協力を実施。
	2011～ 2013年度	カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト	カッサラ州政府の行政サービス向上（給水、農業・生計向上、母子保健、職業訓練）を目的とした技術協力プロジェクト。給水分野では本プロジェクトの実施機関である州水公社のキャパシティの強化を目標とし、管網管理・地方給水維持管理を実施。
無償資金協力	2011～ 2014年度	カッサラ市給水緊急改善計画	カッサラ市における給水施設を緊急に改修し、住民に安全な水を安定的に供給する計画を実施するためにカッサラ市の浄水場の改修と関連機材の整備を実施
	2011～ 2015年度	カッサラ市給水計画	東部のカッサラ州の州都であるカッサラ市において給水施設を整備し、住民に安全な水を安定的に供給する計画を実施するため老朽化した施設及び関連機材が整備を実施した。

1-4 他ドナーの援助動向

我が国によるスーダンの給水分野への援助実績を下表に示す。

表 1-3 他ドナー・国際機関等の援助実績（給水分野）

（単位：千 USD）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	案件概要
2005～ 2007年	中国政府	カッサラ州南部農村 給水施設建設	5,000	無償	カッサラ市南部の農村部に水源井戸、高架タンク、公共水栓、発電器等からなる50カ所の給水施設を建設
2012年 ～ 実施中	UNICEF	WASHプログラム (北部、リバーナイル、ハルツーム、ゲジ ーラ、センナールを除く全州)	27,000	無償	高架水槽改修、維持管理支援、衛生啓蒙活動
2010～ 2014年	UNOPS	ダルフル都市給水 プロジェクト、エルフ ァーシル浄水場改修 エルファーシル、エ ルジェネイナ、ニヤ ラ、ザリンジ	10,500	無償	ダルフル州都における都市給水能力開発支援およびエルファーシル浄水場改修及び能力開発支援
2012年 ～ 実施中	AfDB	平和構築と紛争解決 のためのダルフル 給水プロジェクト	3,900	無償	キャパシティービルディング・ウォーターヤードの改修（ダルフル5州）
2012～ 2015年	GIZ	市民社会促進プロジ ェクト（紅海州・北ダ ルフル）	2,220	無償	地方の水委員への水資源管理の能力開発・北ダルフルにおける給水
2012～ 2015年	イラン輸 出開発銀 行 (EDBI)	浄水場建設および研 修センター建設	120,000	有償	浄水場建設（ゲジラ州・センナール州・センナール白ナイル州・ドゥエインリバーナイル州・シェンディ州・アブハメッド
2012年 ～ 実施中	中国政府	アプトブラ複合ダム プロジェクト	838,000	有償	給水状況改善、農業生産工場を目的としたダム建設・機材供与

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管機関

1) スーダンの給水セクターの組織・制度概要

スーダンの給水セクターを主管する連邦政府機関は、水資源・電力省（MWRE）である。その傘下の組織である飲料水・衛生局（DWSU）および全国 18 州（State）の州行政の下に置かれている州水公社（SWC）が給水事業の主な実施機関である。

DWSU は国の給水事業に関する政策や方針、ガイドラインの策定を行うほか、大規模なインフラ事業や国際援助機関との調整、研修事業、SWC の事業実施に対する助言・モニタリング等を行う。DWSU が職員数も約 100 名と事務局の位置づけであるのに対して、州における具体的な給水事業計画の立案および実施は、各州の SWC が行うことになる。現在、スーダンの地方分権化政策により中央官庁の権限は制限されており、DWSU と SWC の間には直接の指示命令系統はない。州の給水事業に対しては、国際機関を通じて調達された配管等の資機材の配分および供与などを行うことがあるが、資金的な支援はなく、基本的に SWC の事業は各州政府の所管官庁の下で行われている。以下に DWSU の組織体制を示す。

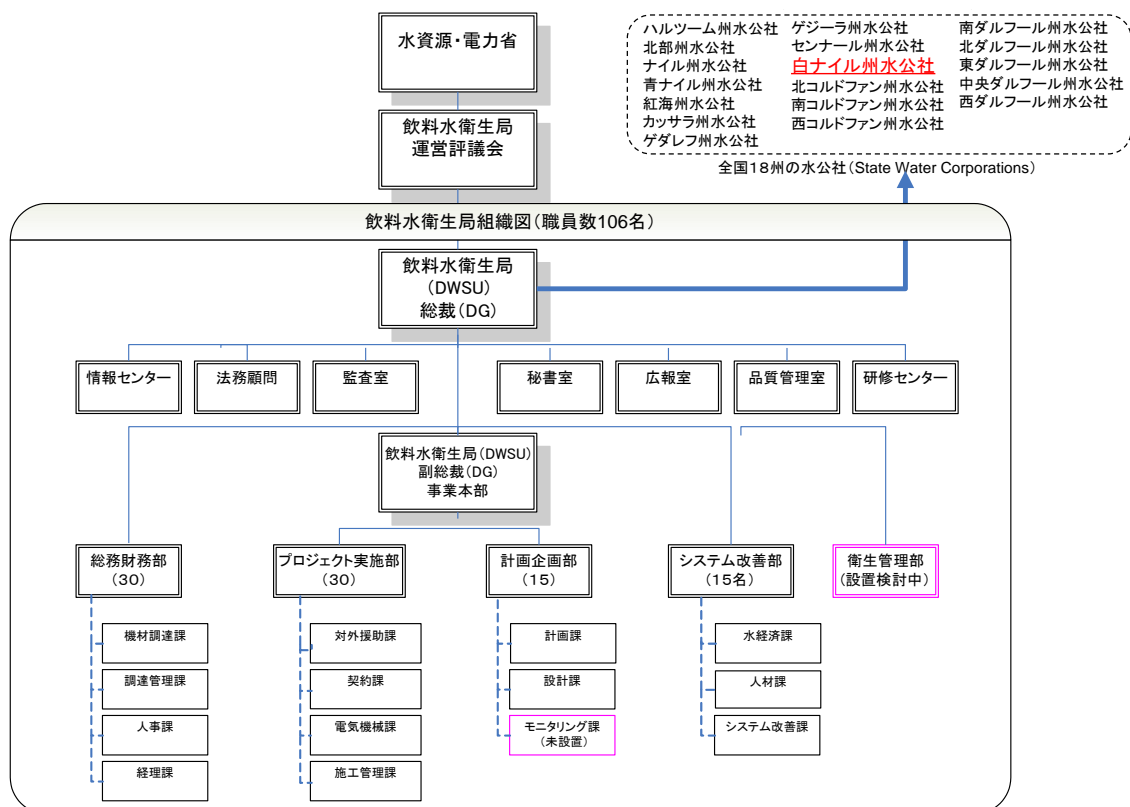


図 2-1 スーダン給水セクターの組織体系図

2) 白ナイル州水公社の組織・人員体制

白ナイル州においては、SWCを主管するのは白ナイル州公共事業省 (Ministry of Physical Planning and Public Utilities) であり、公共事業省大臣の監督のもと、意思決定機関として、白ナイル州水公社運営委員会 (Directors Board) が設置されている。委員会の構成は、議長である州知事を筆頭に、州公共事業省大臣、州財務大臣、州議会公共サービス委員会の代表、州水公社総裁、財務省事務次官、法務省アドバイザー、SWC労働組合代表者の8名からなる (白ナイル州水公社設置法第6条、2011年)。給水事業計画、予算計画はこの白ナイル州水公社運営委員会によって意思決定される仕組みとなっており、他の地方州同様、州知事の権限が強いことがSWCの組織構造上の特徴である。近年、白ナイル州SWCを州知事直轄の公社とする組織変更の動きが進行しており、今後ますます知事の存在感が増す傾向がある。

以下に、白ナイル州の行政組織および白ナイル州水公社の組織体制を示す。

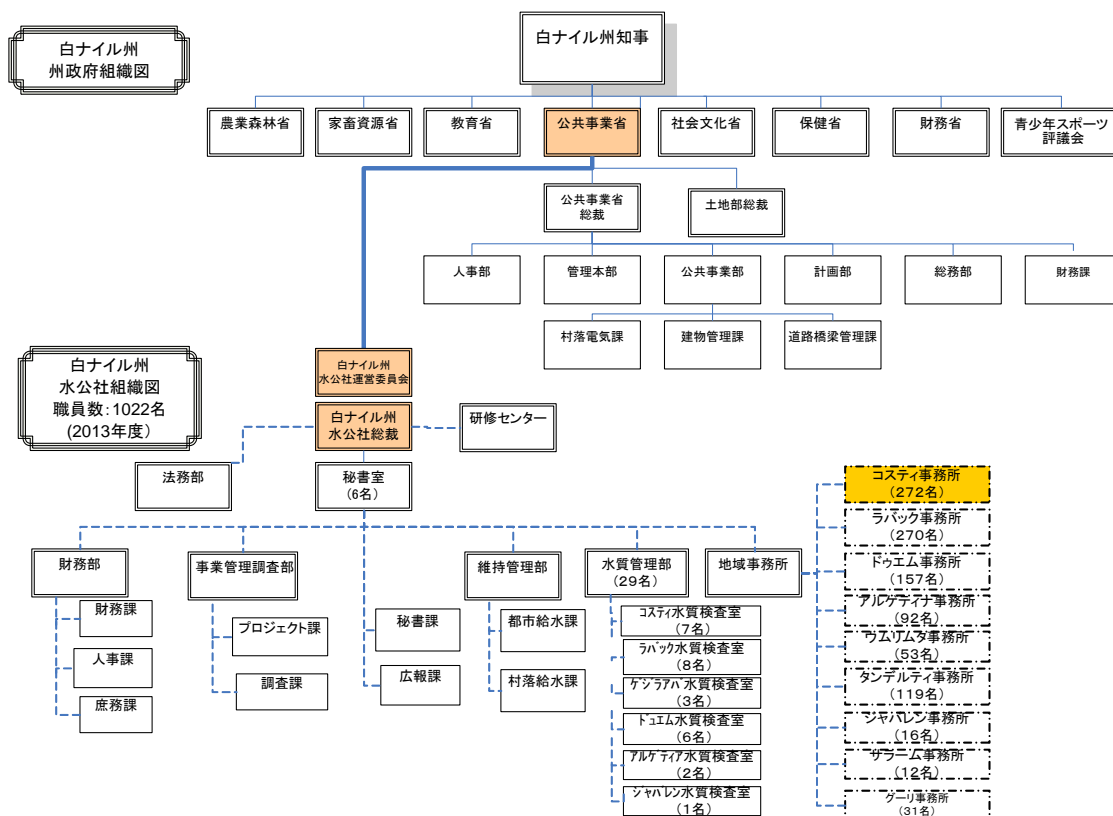


図 2-2 白ナイル州行政および WNSWC 組織図

白ナイル州水公社の組織はコスティ市に設置された本部および9つの地方行政区事務所（以下、ローカリティ事務所）から構成され、職員数は約1千名である。本準備調査が対象とするコスティ市浄水場は、コスティローカリティ事務所（職員数272名）の管轄下で運営されている。

3) 白ナイル州水公社の開発計画・財政・予算

ア) 白ナイル州水公社の開発計画

白ナイル州水公社では、近年、村落給水を中心とした開発計画を州政府に提案している。また都市給水部門では、コスティ市の配管網整備計画が州政府から承認されている（表 2-1）。ただし、これらの開発計画は州政府（公共事業省）の事業として実施予定案件として整理されており、白ナイル州水公社に割り当てられた予算ではない。

表 2-1 WNSWC 水資源開発計画（2013 年）

ローカリティ事務所	井戸		ため池		簡易ろ過施設		Merged Station		小規模ダム		ハンドポンプ		浄水施設	
	既存	計画	既存	計画	既存	計画	既存	計画	既存	計画	既存	計画	既存	計画
ラバック	1	0	12	1	4	0	0	1	0	0	0	0	2	1
コスティおよびゲーリ	8	4	73	0+4	9	0	0	6	0	0	0	0	5	1
ドウエム	58	15	45	5	13	5	0	2	0	2	0	0	3	1
アルジェンティナ	148	26	0	0	1	0	1	6	0	0	14	0	0	0
テンデルティ	90	37	52	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
エルサラーム	2	0	84	9	2	4	0	4	1	2	0	0	0	0
ジャハレーン	0	0	28	5	3	0	0	5		1	3	0	1	0
ウムリムタ	48	10	11	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0
Total	355	92	305	27	33	10	2	28	2	5	17	0	11	4

出典 水公社運営委員会用 開発計画検討資料（WNSWC 作成）

表 2-2 コスティ市配管拡張計画予算案

	年次	20 インチ配管 (SDG)	16 インチ配管 (SDG)	12 インチ配管 (SDG)	10 インチ配管 (SDG)	8 インチ配管 (SDG)	6 インチ配管 (SDG)	4 インチ配管 (SDG)	合計 (SDG)
1	2015	7,900,500	2,204,000	1,357,500	710,000	871,500	1,061,200	1,999,400	16,104,100
2	2016	3,652,400	2,371,200	2,632,500	575,000	1,818,250	1,324,400	6,500,000	18,873,750
3	2017	0	2,128,000	2,325,000	1,380,000	1,571,500	1,527,400	9,880,000	18,811,900
4	2018	0	5,500,880	2,242,500	1,040,000	1,825,250	1,586,200	5,200,000	17,394,830
5	2019	0	0	2,677,500	765,000	2,644,250	2,030,000	8,450,000	16,566,750
6	2020	0	0	1,570,500	3,150,000	2,761,500	3,213,000	5,850,000	16,545,000
7	2021	0	0	0	1,000,000	2,490,250	1,534,400	8,190,000	13,214,650
8	2022	0	0	0	2,795,000	4,165,700	2,822,680	9,100,000	18,883,380
9	2023	0	0	0	1,459,500	0	2,800,000	11,700,000	15,959,500
10	2024	0	0	0	0	0	2,492,000	11,653,850	14,145,850
	合計 (SDG)	11,552,900	12,204,080	12,805,500	12,874,500	18,148,200	20,391,280	78,523,250	166,499,710

出典 コスティ市配水管網修繕・拡張計画予算書

イ) 白ナイル州水公社の予算

これに対して白ナイル州水公社法（2011 年改定版）は水公社の財務について規定しており、以下の項目に対して、独立した予算計上を認めている（同法第 12 条）。

- ① 水道供給サービスと開発
- ② 職員に対する給与、日当
- ③ 給水施設の維持管理費および減価償却費
- ④ 借入金の償却
- ⑤ その他水公社運営委員会により水公社の業績向上に資すると判断された費用

予算に対する財源として以下のように規定している（同法 11 条）。

- ① 都市および村落地域における水道料金収入、新規水道接続サービス料、
- ② 州政府から配分された予算、
- ③ 銀行等の借款、

④ 無償援助資金

予算書は2部構成に分類されており、第1部は人件費、第2部には動力費、給水施設の維持管理費のほか、配管網整備費、車両費、ローカリティ事務所への支出、引当金等が計上されている。

4) コスティローカリティ事務所の人員体制

コスティローカリティ事務所の職員は272名である(2013年)。組織概要を以下に示す。

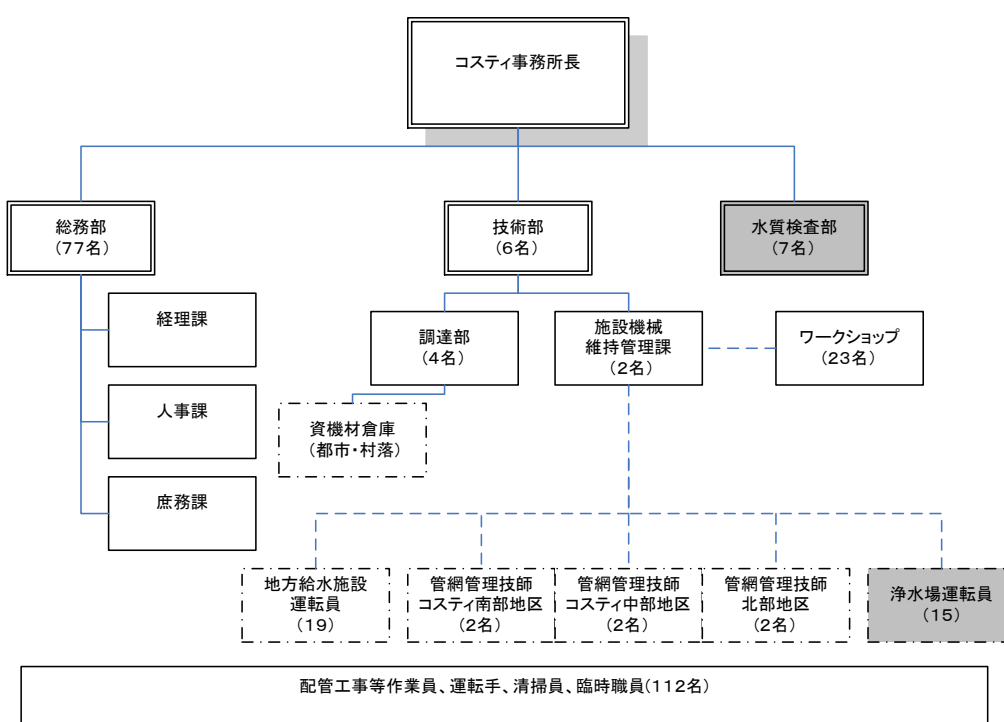


図 2-3 コスティローカリティ事務所の組織体制

コスティ浄水場の運転水質管理、調達管理および配水管網の整備など都市給水に関わるエンジニア職員は、臨時職員を含めて約170名であり、半数以上が配管敷設および漏水対応要員となっている。

浄水場本体施設では主に電力駆動する設備に職員が配置されており、取水施設ポンプ計7台、配水施設ポンプ計6台に計15名の職員が24時間交代で勤務している。コスティ浄水場に併設された水質分析室には7名が常駐しており、水質検査のほか凝集剤注入、塩素剤注入の作業を行っている。

一方、料金徴収・水道接続サービス収入管理、経理、および調達管理を行う部

署には 80 名弱が勤務しており、窓口業務や集金職員を含め、その半数近くが料金徴収管理に携わっている。

(2) 組織運営・技術上の課題

1) 調達および在庫管理

ア) 資機材の保管状況

白ナイル州水公社では、村落・都市給水ともに、資機材やスペアパーツの調達はローカリティ事務所の調達部が主体となって実施されており、コストイローカリティ事務所においては、調達された資機材はコストイ市内産業地区の大倉庫およびコストイ浄水場敷地内の倉庫の 2 箇所に保管されている。浄水場敷地内の倉庫には主に凝集剤や試薬などの薬品、配管修理用の資材が保管されており、産業地区の大倉庫には、主に UNICEF を通じて調達された村落給水用の資機材（難民用の衛生用品、簡易トイレ、塩素剤、給水施設用コントロールパネル、水中モーターポンプ等）がコンテナに保管されている。また大倉庫の敷地内には掘削機一台のほか、都市給水用の配水ポンプおよび取水施設用の導水管、ねじ切り盤などが野ざらしにされている。いずれも都市給水・村落給水の資機材は整理整頓されていない。

イ) 在庫管理と調達管理

従来からビンカードを使用した在庫管理システムを踏襲しているものの、棚卸が定期的になされていないなど形骸化が進んでいる。薬品などの消耗品については定期的に必要在庫を確認し、調達計画を立てる必要があるが、近年、水質分析室から事務所所長宛に提出される調達計画の提出が滞っている。また、浄水場の運転に不具合が生じた場合やトラブルを未然に防止するために、施設機械維持管理課に対して、毎月定期的にメンテナンス報告書を提出し、それに基づき必要な資機材の見積がローカリティ長に提出される手続きとなっているが、現場の技術者からの要請書はしばしば具体性に乏しく、見積の取得も不十分なため、結果として調達に至らないケースもみられる。施設機械維持管理課において、調達品の現在価格が把握されていない。日常的な保守に必要な部品等の在庫はほとんど存在せず、必要に応じて雑費から支払、購入しているのが実情である。

浄水場の運転に必要な資機材の調達は、凝集剤・塩素剤、ポンプ修理用のパッキンなどに限られており、モーターポンプ、攪拌機、掻寄機、ろ過池の洗浄工程に使用するブローなどは故障したまま放置されており、調達計画がないなど、在庫管理および調達には多くの課題を抱えている。

ウ) 薬品調達

浄水場のもっとも重要な調達資材である凝集剤・塩素ガスは、予算不足を理由に必要量を確保できない状況が続いている。コステイ浄水場では凝集剤として主にポリ塩化アルミニウム（以下、PAC）を使用しているが、年間の濁度変化および浄水量に見合った必要量が調達されておらず、原則として、原水濁度が80NTUを越えた場合、浄水濁度を20NTU以下に落とす目的で投入されている。水質管理責任者への聞き取り調査によれば、本来、毎月、浄水場長に調達計画を報告する必要があるが、必要量を要請したとしても、予算不足を理由に受理されない傾向が長く続いたため、報告自体が滞るようになった。

塩素剤についても同様に、年間浄水量に必要な塩素剤が調達されていない。近年は、塩素容器の購入も滞るようになり、昨年急遽、ハルツーム州水公社からの無償援助により大型の塩素容器を調達したものの、今後の調達のめどは立っていない（同州ではハルツーム州水公社やケナナ砂糖工場からの支援を求めるケースがしばしば確認されている）。水質分析室の対応として、通常は村落給水用に使用する塩素錠剤や塩素粉末剤（次亜塩素酸カルシウム剤）を溶かして浄水池に投入している。しかし、粉末剤の投入では溶け残った塩素剤が注入管を詰まらせるトラブルが毎日のように発生している。また投入量についても必要浄水量を計算したものではなく、感覚的な投入に頼っているため、実際の残留塩素測定値はほぼゼロに近い状況である。

白ナイル州水公社では、薬品の調達は、一定量の薬品については白ナイル州本部が一括して各ローカリティ事務所に分配するが、残りの必要量については浄水場長の責任で調達するルールとなっている。薬品の主な調達先である輸入代理店（Al Batrik社）への聞き取りによると、白ナイル州水公社からの発注はほとんどが本部からではなく、各ローカリティ事務所から個別になされているという。

薬品の調達が滞っている理由のひとつに、近年の薬剤価格の急騰が挙げられる。たとえばPAC価格は南スーダン独立前と比較すると、2.6倍に高騰している。

表 2-3 PAC単価と購入量の推移

年度	単価（1バレル当たり）	SWC購入量（バレル）	コステイ浄水場割当分（バレル）	他からの調達（バレル）
2011	1,800SDG	100以上	45	不明
2012	2,600SDG	100以上	45	不明
2013	3,300SDG	100	45	55
2014	4,750SDG	100（2014.3月現在）	45	未調達（4月時点）

薬品不足のもうひとつの理由は、濁度変化に応じた薬品注入量を把握していないため、適切な調達計画が作成できないことである。

2) コスティ浄水場のメンテナンス体制

コスティローカリティ事務所の施設維持管理課は、毎月、メンテナンスレポートの提出を各現場のエンジニアリーダーに求めている。事務所は、メンテナンス報告に基づいて調達・修理・設備更新の可否を決定することになっているが、現場からの提出が不徹底であることから、上述したように形骸化が進んでいる。

一方、取水ポンプおよび配水ポンプ施設については、施設維持管理課は稼働記録の作成を徹底している。稼働記録には、現場作業員の氏名、出勤状況（遅刻の有無も含め）、チーム編成、各ポンプ稼働時間、稼働停止原因（停電、指示、取水・配水の調整等）、必要なメンテナンス事項について毎日欠かさず記載されている。手書きで罫線を引いているため、時折不明確な記録となることもあるが、現場の運転作業員の管理能力を裏付ける資料となっている。

実際の浄水場施設のメンテナンスについては、機材調達による部品交換、コスティ浄水場敷地内のワークショップおよび産業地区の金属加工ワークショップ（民間）による部品の修理によって対応している。モーターポンプは各機年に1度の定期的な分解点検を行っている。いずれも小規模のものにとどまり、かつメンテナンスの頻度も高い。しかし、掻き寄せ機、攪拌機の修繕、逆洗用のブロアなど、大規模な設備更新は行われていない。

浄水場設備のなかで、もっとも頻繁に修理・交換が発生しているのは、配水ポンプである。とくにケーシングとシャフトの隙間を密閉するパッキンの消耗が早く、週に2回も交換することもある。また駆動部を支えるシャフトの芯出しの精度が甘いために起こるベアリング・シャフト自体の磨耗も報告されている。

ポンプのシャフトの修正や、金属製の座金、歯車などは、浄水場施設内のワークショップでは修理が困難であり、かつ、部品の調達はコスティでは困難であるため、産業地区の金属加工ワークショップで修理を行い、場合によっては特注にて作製しているのが現状である。しかし、再組み立てに必要なカップリングアライメントの計測には、非常に繊細な技術が要求されており、白ナイル州で研修事業を支援する技プロ専門家からは、芯出しの技術不足がモーターポンプの寿命を短くしている一因であると指摘されており、保守点検の技術力の強化が求められる。

2-1-2 財政・予算

プロジェクトの実施体制を組むための前提条件となる、WNSWCにおける施設整備及び組織構築に関する財政・予算の制度及び現状、料金制度は、以下のとおりである。

2-1-2-1 財政・予算制度

(1) 経営の単位と会計制度

コスティ市の都市水道は WNSWC の管轄下にある。WNSWC は白ナイル州の給水システムのほとんどを管理しており、コスティ市の都市水道は其中で最大の水道事業にあたる。

WNSWC の会計資料としては、公式には予算提案書と収支報告書が毎年作成されている。WNSWC が予算案を作成し、白ナイル州財務省が承認を行う。WNSWC の会計は予算主義で、現金収支を重視しており、財務資料のうち重視されているのは予算提案書、次に収支報告書という優先順位になっている。事務局の内部資料として複式簿記に近い形で会計をしている資料もあるが、公式なものではない。

大規模な設備投資と資金調達 は白ナイル州政府の扱いとなっており、施設評価額等が資産として財務諸表に適正に記載されていない。また、DWSU から支給された管材等についても資産譲渡として記載されていない。

1) 予算提案書

予算提案書は、前年の 10 月～11 月頃に、9 月までの実績と予測に基づき作成し、白ナイル州審議会の審査、承認を受ける制度となっている。なお、会計年度は 1 月～12 月である。予算案は下部組織である各ローカリティ事務所からの情報をもとに積算し策定されている。積算基準のような規定された基準書は存在しない。予算の見積細目はあるが、算出根拠は明記されておらず、適正な内容とは言えない。

なお、スーダン国家予算における水セクターへの配分は平均 4%から削減傾向となっている*。コスティローカリティの収入ベース 2014 年 (FY) の水道事業予算は 5,398 千 SDG で、これは白ナイル州開発予算の 20,019 千 SDG の 27%に相当する。また、スーダンの収入ベース国家予算は 58,504 百万 SDG (ドルベース換算) に対して白ナイル州開発予算は 0.009%に相当する。

* Political waters Governmental water management and neoliberal reforms in Khartoum/Sudan, 2012 年 Anne-Sophie Beckedor

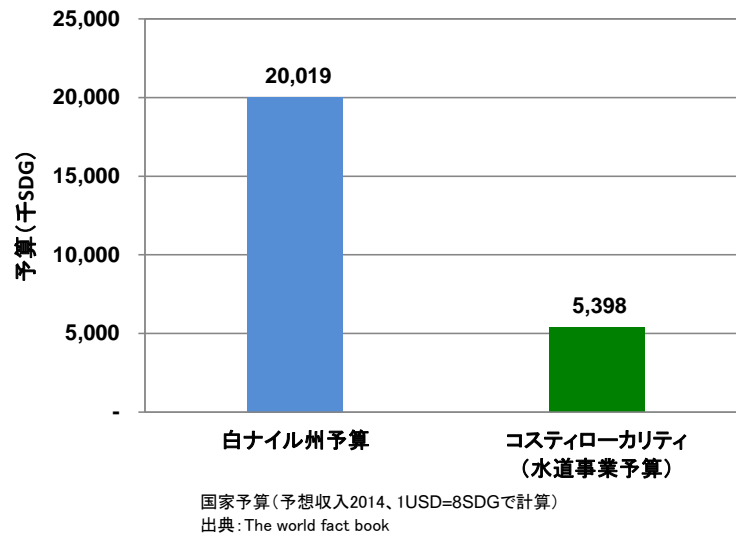


図 2-4 開発予算

2) 収支報告書

収支報告書は、1月上旬に前年度の収入のみを総括して作成される。予算段階での料金徴収予想額に対し、実際の料金徴収額の達成度をローカリティ単位で管理する目的で作成されている。毎年の計上額は厳密には管理されていないが概ね一致している。

(2) 会計の独立性

白ナイル州では事業単位、ローカリティ単位で個別に銀行口座を有しており、それぞれで資金管理や出納事務を行っている。コスティローカリティ事務所も専用の口座を有しており、独立した会計が維持されている。

コスティ市都市水道の会計責任者は WNSWC コスティローカリティ事務所の会計部長である。会計の執行は WNSWC コスティローカリティ事務所長に委任されているが、白ナイル州財務省に所属する検査官が会計、特に収入を確認している。

(3) 赤字会計の補填

コスティ市都市水道事業は、比較的規模が大きく顧客数も多いが、料金収入という面から見ると、現状適切に運営されているとは言えない。ローカリティ事務所の多くが収入の一部(5%~10%)を WNSWC に拠出する一方、小規模で赤字となるローカリティ事務所では WNSWC から財政的に支援を受けている。ただし、徴収額及び支援額を定める公式な規定は存在しない。

(4) 予算の執行

資金調達と施設整備については、WNSWC から白ナイル州政府に要請して直接投

資を受ける形態をとっている。DWSU から WNSWC への支援は、体系的に構築されていない。

2-1-2-2 財政・予算状況

会計報告は基本的に WNSWC で作成されているが、一部の主要費目のみ、ローカリティ単位で作成されている。会計報告の金額は、記録によるものではなく見積額により記載されている。また、前述のとおり、企業会計（複式簿記）が適正に実施されておらず、支援を受けた額や投資額等の情報は正確に記載されていない。現物支給される資機材についても財務諸表上の記載はない。

(1) 料金収入の推移

WNSWC における収入額の推移は下表のとおりである。WNSWC の収入は増加傾向にあるが、料金収入の主な増加要因は、顧客数の増加に伴う新規接続収入であると考えられる。

表 2-4 料金収入の推移と内訳

(単位：千 SDG)

		2010	2011	2012	2013	2014 (予測)
実額	コスティローカリ ティ	2,771	3,888	4,529	4,989	5,398
	うち料金収入				4,597	
	うちその他収入				393	
	白ナイル州全体	9,214	13,120	15,390	17,712	20,019
	うち料金収入				16,339	
	うちその他収入				1,373	
物価 調整額 2013 年 換算	コスティローカリ ティ	5,852	6,842	6,165	4,989	4,168
	うち料金収入				4,597	
	うちその他収入				393	
	白ナイル州全体	19,458	23,087	20,951	17,712	15,456
	うち料金収入				16,339	
	うちその他収入				1,373	
	デフレーター	147.19	176.64	228.33	310.83	402.59

備考) 収入の推移は 2014 年度収支報告書、予測及び内訳は予算書による。

※出典：Sudan GDP Deflator (IMF 2015 年)

(2) 支出の状況と見通し

支出については 9 月末時点での予測として作成されており、料金収入のような積算は行われていない。原則として承認された予算の範囲内で、予算は執行される。本来、水道料金の妥当性を検証するために決算を作成することが必要だが、決算によって実際の支出を正しく把握し、予算の妥当性を確認する作業は行われていない。

会計資料から、資金不足が生じた場合、業務執行の停止、支払延滞等の措置を講じていることがわかる。薬品不足、人的資源への対価支払や社会保障の不足、設備投資の遅延等は、水道事業の運営に大きな負の影響を与える原因となっている。

表 2-5 予算及び収入のバランス

(単位：千 SDG)

	A 2013 当初見積	B 2013 承認予算	C 2013 9 月時点 支出	D 2013 支出 (予測)	2013 収入
コストローカリティ	4,365	7,236	3,057	5,027	4,989
白ナイル州全体	15,627	24,730	14,077	20,177	17,712

備考) 収支報告書、予算書による。

(3) 労務費と維持管理費

支出費目については、白ナイル州全体として集計されており、労務費と維持管理費に大別される。支出の大部分を占める人件費については年毎に若干の増額を見込んでいるが、それ以外の費目については前年と同額程度が計上されている。維持管理費については、全体的に物価の上昇をうけて大幅に増加している。電力費、燃料費については、公定料金のため増加が見込まれていない。薬品費は増額措置がされている。維持修繕関連費は金額が安定しておらず、工事毎に価格を交渉する慣習の影響と考えられる。

表 2-6 労務費と維持管理費に係る経費の推移 (白ナイル州全体)

(単位：千 SDG)

	2013	2014
人件費	15,627	16,541
維持管理費	9,604	14,449
うち電力費	1,555	2,644
うち薬品費	870	1,262
うち燃料費	1,555	2,644
うち維持修繕費	2,312	3,372

(4) 債務および損失

損益について信頼できる貸借対照表はないが、WNSWC の作成した資料から、延滞債務や未収収益等を推測することができる。

下表は長期間に渡って積み上がった金額であるが、未収金については、年間の料金収入に匹敵する金額となっており、対策を講じることが求められる。

表 2-7 債務および損失に係る経費の推移（白ナイル州全体）

[単位：千 SDG]

	2012	2013
回収不能損失	2,987	3,634
未払金	5,756	5,015
未収金	17,292	17,533
(比較用) 料金収入	15,390	17,712

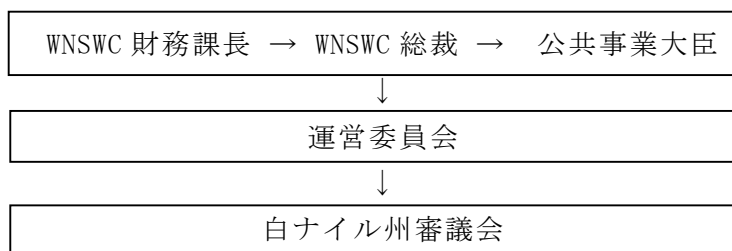
2-1-2-3 料金制度

水道事業運営のために最も重要な財政的基盤である水道料金制度と徴収の現状については以下のとおりである。

(1) 料金の決定機構

料金設定は白ナイル州審議会により決定される。WNSWC の財政は徴収された水道料金、新規顧客契約等により賄われることが原則であり、WNSWC 職員にその原則は理解されている。

料金改定の手続きは、原則論としてボトムアップである。WNSWC の財務課長が改定案の草案を作成し、WNSWC 総裁、公共事業大臣と順に調整をして運営委員会に諮られ、料金改定案となる。これを白ナイル州審議会で審議し、承認されれば正式に決定される。



運営委員会については、白ナイル州知事が議長を務めており、財務省から財務

大臣が参加している。そのため料金政策に政治的な意図が反映されやすい。財務大臣の要求に基づいて料金改定案が作成された事例は確認されていないが、実態として、料金決定の権限は白ナイル州知事及び財務大臣にある。水道料金の水準は常に高度な政治案件であり、会計制度の不備も伴い、水道事業の経営維持を前提とした料金制度にはなっていない。

(2) 料金の算定基準

料金の算出において、包括原価方式の考え方、算定基準や原則は特に定められていない。一般世帯向けの料金は1級、2級、3級に区分されている。また、戦争被災者世帯、WNSWC 職員の世帯については、水道料金が免除される。

(3) 料金の改定状況

料金体系あるいは料金徴収制度が改定されたのは2010年が最終で、それ以降は実施しておらず、具体的な見直しの予定はない。財務担当者に対するヒアリングによると、前回料金改定時には、徴収率が90～100%になるように改定幅を決めている。

(4) 料金体系

一般世帯、大口顧客、給水ポイントにおける料金設定を以下に記載する。

1) 一般世帯

コスティ市内の各戸給水における水道料金は、給水管の管径に応じた定額制を採用している。口径別に1級、2級、3級の区分があり、それぞれ45SDG、35SDG、25SDGの料金が賦課されている。

表 2-8 顧客別水道料金一覧

顧客分類	給水管の管径	現行料金 (1契約当たり 月間)	参考 (センナール州)
一般世帯用 1 級	1 インチ	45 SDG	30 SDG
一般世帯用 2 級	3/4 インチ	35 SDG	25 SDG
一般世帯用 3 級	1/2 インチ	25 SDG	15 SDG
政府、民間会社、商業施設		30～20000SDG	

備考) センナール州のデータは HRDPW-2 の調査結果

2) 大口顧客

政府・民間会社・商業施設などの大口顧客については個別に料金を設定している。給水契約時に WNSWC と顧客側責任者とが交渉を行い、想定される使用水量に

応じた金額を設定し、毎月定額を支払うこととなっている。モスク、教会等の宗教施設は無料である。

3) 給水ポイント

給水ポイントにおける料金徴収と設備管理は、個別に年間契約された管理人に任されており、WNSWCは各給水ポイントの管理人から定額を徴収している。管理人による水の販売価格は定まっていないが、一つの給水ポイントでは1バレルあたり平均5SDGで販売し、ロバ車水売り人の販売価格は給水ポイントと各世帯の距離に応じて住民に販売しており、社会条件調査では44SDGで販売している事例もある。一般世帯（1級）の水道料金が月額45SDGとほぼ同額であり、極めて高額となっている。

4) その他の収入

水道料金以外の収入としては水道契約初期費用、使用停止後の再開栓費用等がある。

(5) 顧客管理と料金徴収

WNSWC コスティローカリティ事務所では、顧客管理はデータベースを利用して実施している。この料金管理システムは、窓口での入金に加え、料金回収人が回収してきた料金の管理、入力も行っている。2011年1月からこのシステムが運用されている。

水道料金の徴収方法は大きく、窓口での支払い、集金人による徴収の2種類がある。また、スーダンでは全州において電力料金とあわせた水道料金の徴収へと徴収方法を変更する方針であり、コスティ市においても既に一部の地域において導入されている。

(6) 料金徴収状況

水道料金等の未払いは頻繁に発生しており、未払い額が年単位で積み上がっている場合もある。2014年8月時点で1,911,593SDGの未収金が確認されている。未払いに対しては集金人が支払いを督促するが、大口需要者の未払いに対しては文書により請求を行う。不払いが3ヶ月継続した場合、給水停止措置がとられる旨、契約書、関連法規に記載されている。ただし、全額の支払いが難しい場合、金額の一部を支払うことで給水停止措置を免れる運用が行われている。給水停止となった場合でも、顧客リストから抹消されるわけではなく、再開栓費用を支払えば給水が再開される。商用施設においては概ね支払いが行われているが、公共施設では滞納が多い。滞納した場合でも利息等は発生しないため、水道料金の未払いが横行し、水道経営を圧迫する原因になっている。

一方、2014年8月時点のコスティ市都市給水における水道料金徴収率は74%である。これは電力公社への徴収委託が開始される前の2014年の63%に比べると大きく増収している。しかし、顧客情報の把握が不十分であることから、そもそも顧客登録されていない水利用者も多い。電力公社による徴収委託後もなお、これらの課題を解決する必要がある。

2-1-2-4 財政・予算上の課題解決

州水公社の財務分析の結果を踏まえ、「キャパシティアセスメントのためのハンドブック」に準拠した課題解決の道筋について述べる。キャパシティアセスメントとは、「途上国の個人や組織、社会などの複数のレベルの相対としての課題対処能力の現状と変化のプロセスを様々な視点から診断し、その結果をCD戦略の策定のために関係者間で共有する作業」と定義されている。本調査は案件形成、実施前段階であるので、課題の把握、キャパシティと指標の検討、協力の戦略でこれを説明する。

1) 課題の把握

まず、キャパシティを構成している要素として、テクニカルキャパシティ、コアキャパシティ、環境基盤の3つのレイヤーで現状を整理する。

経営管理は現金主義的で、キャッシュの管理はかなり厳密に行っているが、発生主義的な会計や予算管理が不全状態であり、短期的にも事業状態をただしく把握する能力に欠ける。ましてや長期的な投資管理ができる状態ではない。これは、地方分権により権限のみが地方に移譲されたが、経営管理の能力開発や人材育成が行われなかった、環境基盤の問題に起因するものと考えられる。

表 2-9 レイヤー別の課題の構造

分類		テクニカル キャパシティ	コア キャパシティ	環境基盤
主な内容		業務を遂行する上で必要な知識や技能等を個人が備えるか	課題解決を推進できるマネジメント能力を組織が備えるか	問題解決の制度インフラや文化的基盤等を社会が備えるか
項目	計数管理、 会計知識	業務記録を取る組織文化は過去にはあったが失われている。会計知識を有する職員も皆無ではないが確保困難である。	記録を管理する能力や会計を学ばせる文化の重要性は浸透していない。	地方分権前は一定の記録が取られていたが、現在では十分に機能していない。記録管理の重要性を浸透する必要がある。
	現金管理、	現金の管理は厳密で	現金管理への意識は	地方政府レベルに任

収入管理	ある。電算システムを導入し、毎日現金収支を確認している。	高いと観察される。	されている。
適正な予算や料金に基づく経営	場当たりので不十分。予算が尽きると薬品注入を停止したり、翌年に付け回したりする。	収支不足に対して料金の見直しを考える等、予算に基づく経営管理はなされているが、徹底していない。	地方分権により中央の関与が弱まり、経営状態のモニタリングや資金面での支援が不全に陥っている。
長期的な視点に基づく計画的経営	記録を分析して予算や経営計画を策定する能力は観察されない。	記録を分析して予算や経営計画を策定する能力は観察されない。	地方分権により中央の関与が弱まり、長期的視点での計画管理が低下している。

2) 必要となるキャパシティ

このような課題に対峙し、長期的に持続する経営を実現するためには、計数管理の概念を徹底させて業務を記録させること、このようにして収集されたデータに基づいた経営計画のもとでの経営管理、料金設定が重要である。これらをパフォーマンスとし、さらにそれを構成するキャパシティとの関係を次表に示す。

表 2-10 CPI 分析

インパクト (I)	● 財政的にみて長期間持続可能な水道システムが実現される。		< 解決目標 (目指すべき姿)
パフォーマンス (P)	● 中長기를視野にいれた経営計画が策定され、これに基づいて経営管理が行われる。	● 料金や支出の妥当性が常にチェックされ、料金改定が必要であれば改定される。	< 組織成果
	● 計数管理、管理会計の重要性が組織に浸透している。		< 基盤文化
キャパシティ (C)	● 経営感覚とスキルのあるトップやマネジメント層が配置される。	● 経営計画の策定や料金改定手順が文書化され形式知となっている。	● 管理会計を実施できる人材が継続的に育成あるいは供給される。

3) 協力の戦略

このような課題とキャパシティの関係性を念頭に協力戦略を示す。財政・予算制度の側面のみならずインパクト、すなわち最終目標は「財政的にみて長期間持続可能な水道システムが実現される」ことであると考えられる。この実現のためには、計数管理、管理会計の文化を基盤として、実際の収入支出を正しく見極めて計画的

に経営を行うことが必要である。また、現状では投資のマネジメントは白ナイル州公社の権限ではないが、長期的な経営継続のためには投資のマネジメントが重要であり、地方政府との連携のもとで投資管理、いわゆるアセットマネジメントを実現しなければならない。

よって、協力の戦略は、浄水場整備の機会をとらえてトップからスタッフまでのすべての層に記録管理の文化の重要性を浸透させること、そのためのトレーニングメニューの用意やモニタリングシステムの投入が柱となる。

表 2-11 目標達成に至る協力の戦略

CD 目標 (I)	項目	現状分析	協力の戦略
財政的にみて長期間持続可能な水道システムが実現される。	計数管理、会計知識	記録管理、会計管理が実現していない。重要性の認識も不足しているが、地方分権前には一定の活動があったためゼロではない。	トップ向けレク、トレーニングコースの設置、人材育成、採用戦略
	現金管理、収入管理	改善余地はあるものの、現金管理、収入管理については比較的しっかりと取り組んでいる。	現状の分析と改善提案、機材（ソフト等）の提供
	← 適正な予算や料金に基づく経営	予算の決め方が場当たりので、計数管理や会計も不適切であるため、インフレにより物価が上昇した場合などに期中予算不足になって事業経営に支障をきたす。	浄水場整備をきっかけに管理会計の手法を導入、実施状況のモニタリング
	長期的な視点に基づく計画的経営	投資戦略が全くない。	浄水場整備をきっかけにアセットマネジメントの考え方を導入、実施状況のモニタリング

2-1-3 技術水準

コスティ浄水場における人員配置は主に、以下の4つに分けられる。

表 2-12 コスティ浄水場の運転員

コスティ浄水場の各機能			人員配置
浄水設備		機能と操作	
①	取水施設（取水ポンプ場 3 箇所、導水管）	取水量を制御するためのポンプ操作	3 名 24 時間 交代
②	浄水設備（円形沈殿池、急速ろ過池、浄水池）	水処理を行うための機器の管理	
③	送・配水施設（送水ポンプ所・配水ポンプ場計 3 箇所）	送水量を制御するためのポンプ操作	12 名 24 時間 交代
④	水質分析室および PAC・塩素注入設備	水処理の各工程の水質の監視と薬品の適正な投入量の決定、薬品注入	


現況のポンプ施設は取水施設、配水施設ともに、それぞれ 3 箇所に分散しているため、ポンプ場を中心に運転員が多く配置されている。

運転状況については、取水施設については予備の取水ポンプが設置され、比較的トラブルが少ないのに対して、配水ポンプには予備がなく、一部のポンプは運転トラブルの頻度も高い。ポンプ運転トラブルの大半はパッキン消耗による漏水である。トラブル対応は迅速であるが、交換用のパッキンの品質が悪く、週に 1～2 回の交換を強いられるため、応急処置の繰り返しとなっている。

浄水設備については、現在、沈殿地 A、B における攪拌機、かき寄せ機が機能しておらず、ろ過池におけるろ過砂の洗浄を行うブロー 2 台の動作も不安定である。本来であれば、補修を要するところであるが、放置したまま運転を続けている状況にある。

水質分析室においては、水処理の各工程の水質を検査する業務を行っている。検査項目は、濁度、TDS、PH であり、原水、処理水、給水区域の 3 箇所における分析を毎日行っている。以下、水質分析室の現状と課題を示す。

表 2-13 水質分析室の現状と課題

水質検査項目	水質検査機器	実施方法と課題
濁度	濁度計 1 台	校正方法が周知されていない
	ジャーテスター 1 台	5mg, 10mg, 15mg, 20mg, 25mg/L の 1%PAC 溶液を使用したジャーテストを毎日実施している。しかしながら、処理水濁度を水質基準 5NTU 以下としていないため、PAC の注入量が少ない状況である。またジャーテストの結果を記録していない。
PH / TDS	簡易測定器 1 台	校正がなされていない。
PH/EC 計	1 台 ※ HRDPW-2 で供与	稼働している。
大腸菌	インキュベーター 1 台	大腸菌の測定は配水エリアで下痢などの感染症が発生した場合、保健省と協力して実施する。
薬品注入	薬品注入設備	実施方法と課題
凝集剤 (PAC)	薬品注入ポンプ 4 台	ジャーテストの結果を元に薬注ポンプを調整することになっているが、注入量の調整方法の理解が十分ではない。濃度換算方法および薬注ポンプのつまみの調整方法が適切でない。PAC 注入用のゴムホースから一部に漏洩がみられる。円形沈殿地 A へは注入されていない。
塩素剤	塩素注入設備 1 基	<p>手作業による次亜塩素酸カルシウム粉末剤の不十分な投与が常態化していたが、2014 年 5 月時点、大型の塩素容器 (1 トン) による注入体制が整備されつつある。</p>  <p>ただし、安全管理が徹底されていない。</p>

このように、水質管理の知識や技術面で不十分な面がみられるものの、2012 年 11 月よりこれらの水質検査記録をデジタル化するなどデータ管理上、改善された点もみられる。

WNSWC は現在、5 つのローカリティ (ドゥエム、ゲジラアバ、ジャバレン、ラ

バック、コスティ)において、浄水場を運営しており、浄水場運営維持管理における基礎的な知識は有している。しかし、財政面等の問題もあり、その運営方法は場当たりので、運営している職員の能力も十分ではない。

一方、スーダンにおいては、本邦による技術協力プロジェクトである水供給人材育成計画プロジェクト(以下 HRDPW)が2008年から2011年まで実施され、スーダン各州水公社の幹部人材が、首都ハルツームにある国営水公社研修センター(現 飲料水・衛生局研修センター、以下 DWST)において研修を受ける体制が確立し、WNSWCからも数名の幹部人材がさまざまな分野における研修を受講した。

また、2011年からは、HRDPW-2が実施され、スーダン各州において、エンジニア、テクニシヤンクラスの人材に対して研修を実施する体制が確立されつつある。

WNSWCはHRDPW-2において、パイロット州の一つとして選定され、専門家による直接指導の下、研修の運営体制を確実に構築し、職員能力の向上に向けて努力を重ねている。また、2014年には、HRDPW-2において、浄水場の運営維持管理において重要とされる「機械管理」「電気管理」「機材管理」の3分野について特別研修を実施し、日本人専門家による直接指導が行われた。

このように、技術協力プロジェクトからの能力向上支援が行われており、かつWNSWC研修センターにより継続的に能力向上研修を続けていく方針も確認されている。また、本プロジェクトにおいて、新規施設運営にかかる補足的な指導をソフトコンポーネントにおいて実施することを計画している。以上より、建設される水道施設の運営維持管理における技術面の支障は無いと考えられる。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 既存施設

コスティ市の既存水道施設は、白ナイル川を水源とし、既存コスティ浄水場において浄水した後、配水されるものであるが、取水施設、浄水施設ともに建設年次によって3つの系統に分かれている。3つの系統によって浄水された水は、既存浄水場内で統合され、配水は1系統で行われている。

既存施設の詳細は以下のとおりである。

(1) 取水施設

既存取水施設は、建設年度により 3 つの系統に分かれており、現在は給水の状況に応じて使い分けをしている。ここでは、それぞれを取水施設 A、取水施設 B、取水施設 C と呼ぶこととする。

それぞれの状況は以下のとおりである。

① 取水施設 A

取水施設 A は 3 つの既存取水施設のうち最も下流側に位置しており、白ナイル川沿岸に設置した浅井戸から、3 台の両吸込渦巻ポンプ(500m³/時、揚程 35m)により取水している。

建設年度は 1947 年であり、建設から 60 年以上が経過しており老朽化が進行している。

浅井戸は地表面に対し傾斜しているが、取水管の角度と一致しておらず、建設後に傾斜した可能性が高い。

施設自体は、取水ポンプを保護するために設置されたと思われるが、薄い鋼板、鋼材を使用した仮設的なものであり、腐食等が著しく進行している。また多くの箇所壁がなく、水平方向からの風雨に対しては無防備な状態である。

また取水施設 A 建設後に建設された取水施設 B へのアクセス路(土堤)の影響で、河川の水が滞留しており、浅井戸を通して、比較的高い濁度の原水しか取水することができない状況である。

② 取水施設 B

取水施設 B は 3 つの既存取水施設のうち中央に位置しており、白ナイル川沿岸から 50m 程度突き出した土堤(法面は練石積みにより保護されている)の先端に建設した取水施設地下に設置された 2 台の両吸込渦巻ポンプ(500m³/時、揚程 35m)により取水している。

取水施設は、鉄筋コンクリートおよびコンクリートブロックにより建設されており、著しい漏水等は確認されなかった。

建設年度は 1998 年であり、3 つの取水施設のうちでは最も新しく、状態も良好である。

地下に設置されたポンプからは取水管が白ナイル川の沖合に向けて 50m 程度延びており、その先端から取水しているが、取水管の先端は特に保護されておらず、河床に露出した状態になっているため、乾季に河川水位が低下した場合には極端な高濁度となり、河床の汚泥を巻き込むことでポンプが故障する現象が起きている。

③ 取水施設 C

取水施設 C は 3 つの既存取水施設のうち最も上流側に位置しており、白ナイル川から 30m 程度突き出した栈橋の先端に建設した取水施設地下に設置された 2 台の両吸込渦巻ポンプ (500m³/時、揚程 35m) により取水している。

取水施設は、鉄筋コンクリートおよびコンクリートブロックにより建設されており、著しい漏水等は確認されなかった。

建設年度は 1942 年であり、3 つの取水施設のうちに最も古く、老朽化も進行している。

取水施設 B と同様、地下に設置されたポンプからは取水管が白ナイル川の沖合に向けて 50m 程度延びており、その先端から取水しているが、取水管の先端は特に保護されておらず、河床に露出した状態になっているため、乾季に河川水位が低下した場合には極端な高濁度となり、河床の汚泥を巻き込むことでポンプが故障する現象が起きている。

また、取水施設 C から弁室までは石綿セメント管で接続されており、きわめて頻繁に漏水が発生している。

(2) 導水施設

既存の導水管は、3 つの取水施設からでた導水管を弁室内で合流させ、12 インチの高密度ポリエチレン管 (以下 HDPE 管) 2 本により、既存浄水場へ導水をしている。合流のための弁室は排水機能を持たないため雨季に水没し操作が困難になる等の問題がある。

また既存導水管は、弁室から既存浄水場までを直線的につないでおり、私有地等を通しているため、漏水等が発生した場合の維持管理等が比較的困難であり、被害が拡大する可能性が高い。

(3) 浄水施設

既存のコスティ浄水場は、建設された年代ごとに 3 つの系統にわかれており、

ここではそれらをそれぞれシステム A、システム B、システム C と呼ぶこととする。それぞれのシステムの配置およびシステム間の配管状況をまとめた図を以下に示す。

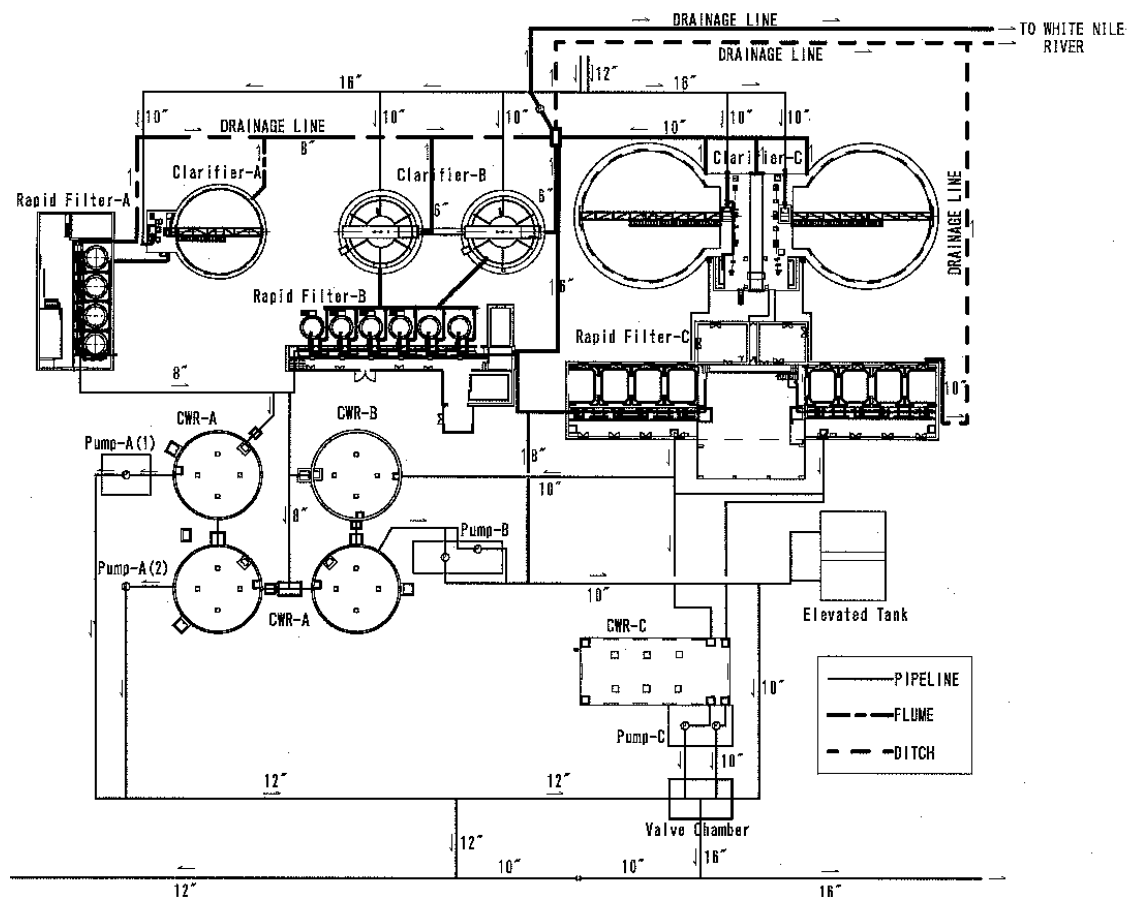


図 2-5 既存コスティ浄水場の建設年代ごとの 3 系統図

各システムの現状、稼働状況、問題点等を確認した。結果について、以下に記載する。

① システム A

建設年次：1940 年代

浄水フロー：着水⇒凝集剤注入、急速攪拌⇒凝集沈殿⇒急速ろ過⇒浄水池⇒配水

※ 塩素注入は行われていない。

(a) 着水、凝集剤注入、急速攪拌過程

- 鋼製水槽に着水し、着水の水勢で水槽内部に設置された水車を回し攪拌効果を得る仕組み。
- 現状水車は撤去されており、攪拌効果無し。
- 凝集剤注入は現状無し。



(b) 凝集沈殿過程

- 円形中心駆動沈殿池 1 池（水槽部直径 11m、深さ 3m）
- 鉄筋コンクリート造
- フロック形成の過程が考慮されておらず、浄水処理として適正ではない。
- 凝集剤注入配管が沈殿池中央まで延びているが、注入は確認できず。注入した場合でも、急速攪拌過程がないため、効果は期待できない。
- 着水時の水勢で回転する水車の動力を活用して、掻寄機を動かす仕組みだが、現状水車が無いため駆動せず。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 13.783 N/mm^2
- 水槽部コンクリート表面の劣化は著しい（右図）
- 改修による継続使用は適当ではないと考えられる。



(c) 急速ろ過過程

- 鋼製ろ過水槽 4 基（直径 3m、高さ 2.9m）
- 水槽外面を塗装しており、水槽本体での極端な腐食は確認できず。
- 水槽内面には腐食孔あり。
- ろ材が砂ではなく、大き目の砂利であり、不適切。
- 逆流洗浄を行なう機能は現状無し。
- 空気洗浄は可能だが、逆流洗浄ができないため実施していない。



- ろ過棟は鉄骨造。
- ろ過棟の維持管理状況が劣悪であり、一部ゴミ置き場のような状況。
- 沈殿池からの配管は石綿セメント管を使用。
- 建設年が古く、改修による継続使用は困難。



(d) 浄水池

- 円筒形水槽 3 池（直径 10.5m、深さ 3.4m）
- 鉄筋コンクリート造
- 通常システム A, B の処理水を貯留。システム C の処理水の貯留も可能。
- 建設後の地盤面上昇により、頂版が地盤面以下（右図）。
- 越流機能が十分でなく、越流水が頂版上にたまることがある。
- 雨水等が通気孔から流入。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 16.336 N/mm^2
- 改修による継続使用は適当ではないと考えられる。



② システム B

建設年次：1950 年代

浄水フロー：高速凝集沈殿⇒急速ろ過⇒塩素注入⇒浄水池⇒配水

(a) 高速凝集沈殿過程

- 高速凝集沈殿池 2 池（直径 9m、深さ 3.3m）
- 鉄筋コンクリート造
- 凝集剤は沈殿池中央からホースで注入。
- （注入器は、急速ろ過棟 C に設置）
- 電動の攪拌機、搔寄機とも故障しており、稼働していない。
- 流出管の腐食が著しく、多数腐食孔有。



- 鋼製の内部隔壁の腐食が進行しており、腐食孔有。
- フロックの形成が十分ではなく、スラリーがそのまま沈殿水に流入している（右図）。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 16.336 N/mm²
- 施工精度が低く、躯体全体が傾斜している。
- 改修による継続使用は適当ではないと考えられる。



腐食して穴の開いた流出管



腐食の激しい攪拌機

(a) 急速ろ過過程

- 鋼製ろ過水槽 6 基（直径 3m、高 2.9m）
- 水槽外面に腐食による漏水跡有り。
- 水槽内面に腐食孔あり。
- ろ材が砂ではなく、大き目の砂利であり、不適切。
- ろ過棟は鉄骨造。
- ろ過棟の維持管理状況が悪い。
- 逆流洗浄は配水ポンプの水圧で行なう仕組み。空気洗浄と合わせて実施。
- 建設年が古く、改修による継続使用は困難。
- 沈殿池からの配管は石綿セメント管を使用しており、漏水有。





急速ろ過棟 B の内部



急速ろ過棟 B の全景

(b) 塩素注入過程

- 塩素（次亜塩素酸カルシウムを溶解）を、開放水面に滴定。
- 注入量はオペレータの感覚で決定しており、明らかに不足している。



(c) 浄水池

- 円筒形水槽 1 池（直径 11m、深 3.5m）
- 鉄筋コンクリート造
- 通常システム A, B の処理水を貯留。システム C の処理水の貯留も可能。
- 建設後の地盤面上昇により、頂版が一部地盤面以下。
- 越流水は浄水場敷地に放流。
- 雨水等が通気孔から流入。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 17.255 N/mm^2
- 改修による継続使用は適当ではないと考えられる。



③ システム C

建設年次：1990 年代

浄水フロー：着水⇒凝集剤注入、急速攪拌⇒凝集沈殿⇒急速ろ過⇒塩素注入⇒浄水池⇒配水

(a) 着水、凝集剤注入、急速攪拌過程

- 鋼製水槽に着水し、着水の水勢で水槽内部に設置された水車を回し攪拌効果を得る仕組み。
- 原水濁度に応じて、凝集剤を注入している。(注入器は、急速ろ過棟に設置)
- 現状正常に機能している。
- 水槽継ぎ目等から著しく漏水。



(b) 凝集沈殿過程

- 円形中心駆動沈殿池 2池(水槽部直径 16m、深 3.7-3.9m)
- 鉄筋コンクリート造
- フロック形成の過程が考慮されておらず、浄水処理として適正ではない。
- 着水時の水勢で回転する水車の動力を活用して、掻寄機を動かす仕組み。3箇所ある掻寄機の内、中心の1箇所のみ稼働。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 21.508 N/mm²
- 水槽部コンクリート表面の劣化は著しい。
- 水槽の高さが異なるため、低いほうの水槽から頻繁に越流。
- 改修による継続使用は適当ではないと考えられる。



(c) 急速ろ過過程

- 矩形水槽 8基(幅 3.8m、長 4.6m、高 2.8m)
- 鉄筋コンクリート構造(ろ過棟とも)
- ろ材が砂ではなく、大き目の砂利であり、不適切。



- 逆流洗浄は配水ポンプの水圧で行なう仕組み。空気洗浄と合わせて実施。ただし水圧が弱く、かつ一部弁が壊れているため洗浄工程が適切に実施されていない。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度 19.827 N/mm^2
- ろ過棟内に、薬品室、水質試験室、資材保管室、事務室有。
- 設置された凝集剤注入器は正常稼働しているが、能力不足。
- 改修による継続使用については、要検討。



急速ろ過池内部のろ材表面に
堆積している泥



凝集剤注入装置

(d) 塩素注入過程

- 塩素（次亜塩素酸カルシウムを溶解）を、開放水面に滴定。あるいは塩素ガスを注入。
- 注入量はオペレータの感覚で決定しており、明らかに不足している。
- 危険物である認識が欠落しており、取り扱いに問題がある。



(e) 浄水池

- 矩形水槽 1 池（幅 7.8m、長 18m、深 4.8m）
- 鉄筋コンクリート造
- システム C の処理水を貯留。
- 越流水は浄水場敷地に放流。
- 人孔部が一部破損。
- テストハンマーによる躯体の推定残存強度
19.234 N/mm²
- 改修による継続使用については、要検討。



④ 配水ポンプ、制御盤

- ポンプ、制御盤はいずれも中国製であり、これまでも故障により使用できない状態に達すると更新が行われている。
- ポンプは、パッキンに代用品を使用しているため、軸封部の漏水が著しく、所定の揚水能力を確保できていない状況である。なお、パッキンの交換は 4,5 日に 1 回と非常に多い。
- 配水圧力調査の結果、配水ポンプの定格揚程 0.7MPa (70m) に対し、測定結果は 0.1~0.3MPa と低く、ポンプ効率が大きく低下している状況である。
- 年に 1 回もしくは 2 年に 1 回、オーバーホールを実施しているが、加工の精度管理がされていないため、結果的に機器の寿命が短くなっていると想定される。
- 制御盤は、扉の開閉が困難な状態であり、外部及び内部配線の発錆が著しい。
- 適切な建屋が建設されておらず、雨・風の影響を受ける。

(4) 排水施設

既存浄水場内で発生するスラッジや逆洗排水は、敷地内の管渠、開渠および素掘りの溝を通して場外の水路へと流出する。場外の水路は白ナイル川へとつながっており、排水は未処理のまま、白ナイル川へと排出される。

また、敷地内の管渠等のサイズは流出量に対して十分ではなく、沈殿池のスラッジを排水する際には常に越流を発生させ、敷地を浸水させる原因となっている。

(5) 配水施設

既存の配水管網は、布設年度、管種により以下の通り分類される。配管は、主に土被り 1.2-1.4m で道路脇に布設されている。

- ・石綿セメント管（以下 AC 管）布設年度：1946-1956 年、1957 年-1997 年（布設替）
- ・硬質塩化ビニル管（以下 uPVC 管）布設年度：1998-2004 年
- ・高密度ポリエチレン管（以下 HDPE 管）布設年度：2005 年以降

この内、AC 管、uPVC 管については、繰り返し漏水が発生しており、現在 WNSWC では全面的な布設替を計画している。

2-2 プロジェクトサイトおよびサイト周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

コスティ市はハルツームから南へ約 330km に位置する。また、本計画で調達する輸入資材の搬送拠点となるポートスーダン港からコスティ市までは、ハルツームを経て約 1130km となっており、これらの都市を繋ぐ道路は、舗装整備され、スーダンの大動脈として交通・物流の主要ルートとなっている。

コスティ市は白ナイル州都であるラバック市と白ナイル川を挟み東西に分かれるため、両地域は橋梁で連絡される。コスティ市内から本計画の建設予定地までは主に未舗装道路だが、距離は数百メートルと短く、雨期も交通に大きな影響がでることは少ない。

(2) 交通

スーダンの現在の交通手段は道路が主流であり、ポートスーダン、ハルツームとコスティ間の移動には、長距離用大型バスが用いられる。市内および近隣都市間の移動では公共バスが運行している。また、スーダンでは 1890 年代から 1930 年代の内戦まで鉄道が建設され、単線鉄道が上記 3 都市を含む主要都市間を結び、SRC (Sudan's Railways Corporation)により運営されている。

この鉄道は、長期に亘る内戦や、機関車や路線の老朽化が原因となり、輸送効率が大幅に悪化したことから、利用が減少し、現在では道路の利用が主流となっているが、大量の物品が安価に輸送可能なことから、ポートスーダン-コスティ間の運行は今でも継続され、農業製品や重機の搬送に利用されている。また、内戦終了と南スーダン独立に伴い、線路や機関車の改修・更新が進んでいる。

(3) 電気・通信

コスティ市の電力は、白ナイルの州都であるラバック市にあるコスティ火力

発電所（設備容量 500MW）のほか、ハルツーム火力発電所及び 3 ヶ所の水力発電所から供給されている。コステイ火力発電所の発電能力は 1 日当り 12,000MWh(500MW×24 時間)であり、その内現在の電力供給量は 90～125MWh と能力の 1%程度しか利用されていない。本プロジェクトで計画される浄水場の 1 日あたり電力消費量は 6MWh 程度と想定されている。浄水場で使用する電力消費量は、コステイ発電所の発電能力の 0.05%である。

これらの発電所から供給される電力は、コステイ市内の変電所（設備容量 20MW）までは 33kV で供給され、変電所内の施設により 11kV に降圧され市内に配電されている。既存施設においては取水施設付近に 1 ヶ所、浄水場内に 1 ヶ所、浄水場に隣接する電力公社の施設内に 1 ヶ所、変圧器が設置され、430V に降圧され各施設へ配電されている。

浄水場内の 2 系統の配電は接続されておらず、また、非常用の自家発電設備も整備されていないため、停電時は施設機能の多くが失われた状態になり、配水不能となる。停電の頻度については、週に 2～3 回程度であるが、雨季には修復までに 10 時間近く要するときもあり、安定した給水のためには非常用発電設備の付加を検討する必要がある。

通信については、携帯電話の利用、インターネットの利用等、特段問題はない。

(4) 下水道

コステイ市では下水道が整備されておらず、水洗トイレから発生する汚物および排水は浄化槽に溜められる。浄化槽に蓄積した汚物および排水は、定期的にバキュームカーにより集められ、市街地から離れた処分地に廃棄される。ただし、コステイ市では水洗トイレの普及率は未だ高くはないため、一般的な世帯では水洗式ではない簡易トイレが使用されている。

2-2-2 自然状況

(1) 地質・地形

計画対象地域である白ナイル州は、スーダンの南東に位置し、白ナイル川が州の中央を縦貫している。計画給水区域の標高は 380m 前後であり、平坦な地形となっている。白ナイル州は南スーダン共和国に隣接している。既存浄水場および新規浄水場は地形把握を目的に、本調査にて地形測量を実施し、既存取水施設の河川は深淺測量を実施した。平面測量、縦断測量の範囲を下図に示す。

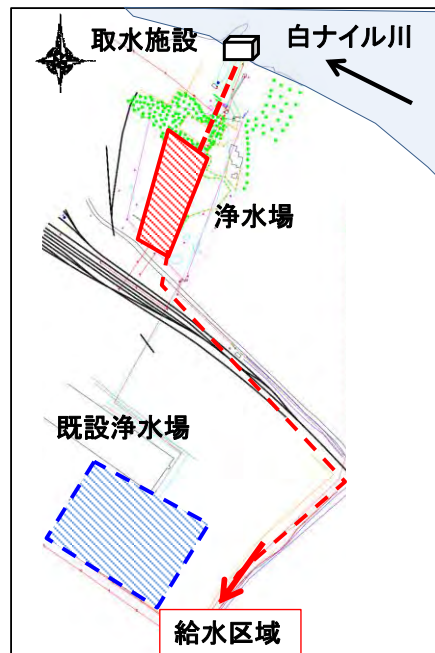


図 2-6 測量範囲（平面測量、縦断測量）

地質調査は、深度状況を調査するために地表から支持地盤までの地下 10m までの 22 箇所においてボーリングを実施した。また、地耐力の把握するためにサンプリングを行い、粒度試験、含水量試験、液性・塑性限界試験、一軸圧縮試験、圧密試験などの室内試験を実施した。地質調査結果の概要を下表に示す。詳細は添付資料 9(2)に記載する。

表 2-14 地質調査結果

場所	ボーリング数	N 値	地下水位	支持層深度
新規施設建設予定地	10	8-100 以上	3.0-4.5m	4.0-6.0m
既設浄水場敷地	5	9-100 以上	5.0-5.5m	6.0-7.0m
取水施設予定地	2	8-100 以上	3.0-8.5m	7.5m
新規導水管布設予定地	5	7-27	3.0m	—

(2) 気象

白ナイル州の 2005 年から 2013 年の月別平均雨量図、および月別最高気温、最低気温、湿度を以下に示す。雨季は 6 月から始まり、9 月にもっとも降雨量が多くなり、月 180mm 以上の降雨がある。年間降水量平均は 416mm である。10 月には雨季が終了し、10 月から 3 月は乾季となる。また、最高気温は 4, 5 月には 40℃以上になり、雨季の 7 月から 9 月では 35℃程度になる。湿度は乾季には 20%前後になり、雨季には 60 から 70%前後になる。

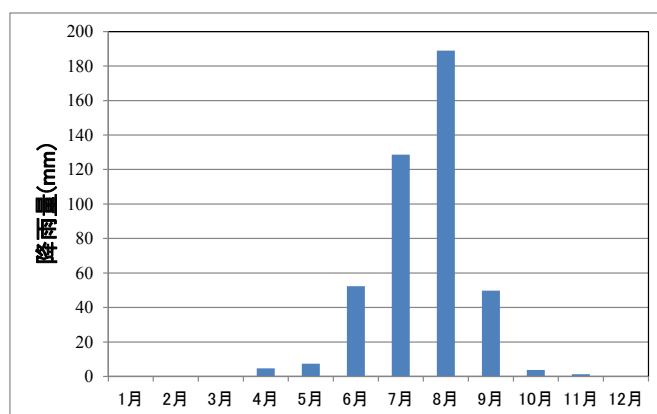


図 2-7 白ナイル州月別平均雨量図（2005 年～2013 年）

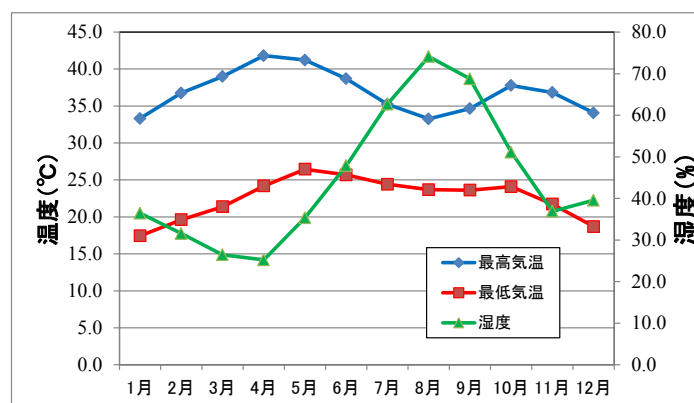


図 2-8 白ナイル州月別最高気温、最低気温、湿度（2005 年～2013 年）

(3) 白ナイル川の水位、水質

1) 白ナイル川の水位

白ナイル州ラバック市において白ナイル川の水位を定期的に測定している。2000 年～2013 年の観測結果を次図に示す。最高水位は、380.85m、最低水位は 377.32m となり、水位変動は平均 3.19m となっている。水位変動は、計画対象地域周辺から 300 km 下流に位置する Jabel Aulia ダムの水門の開閉によるものである。毎年 3 月中旬から下旬にかけてダムの放流を行うため、水位は低下し始める。5 月下旬から 6 月初旬にダムの水位は最低になり、6 月末までダム堰のメンテナンスを行う。この期間河川水位も同様に最低水位となる。ダム堰のメンテナンスが終了する 7 月から貯水を始める。それにともない、河川水位も上昇する。

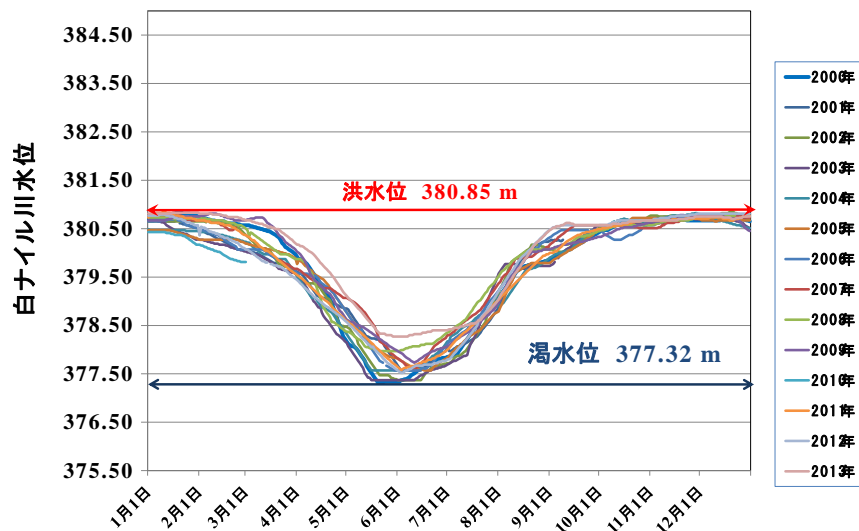


図 2-9 白ナイル川水位変動

2) 水質

白ナイル川の原水水質は取水地点、取水地点より上流側約 2 km の河川中央部、取水地点より下流約 2 km の河川部中央においてサンプリングを行った。また、既設の浄水場にて浄水された処理水および既存の給水区域内において配水されている水道水をサンプリングした。水質分析した結果を下表に示す。濁度は、76.5NTU、色度が 52.5TCU である。年間変動は、10NTU から 250NTU 程度である。特に白ナイル川の濁度は、河川水位によって濁度変動が生じる。河川水位が最も下がる 5 月から 7 月に、最大 250NTU 程度まで高くなる。8 月および 9 月は水位が上昇し、雨季が始まるため濁度が 50NTU 程度になる。10 月以降は濁度は 10-50NTU 程度となる。農薬に関する水質検査を行った結果、カリバリル、ベノミル、マラチオン、ダイアジノン基準値以下であることを確認した。

表 2-15 白ナイル川の水質検査結果

No.	項目		SSMO 基準	取水施設 より上流側	取水施設 付近	取水施設 より下流側	浄水場出口	給水区域
1	E-Coil	大腸菌	Acceptable	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive
2	Antimony	アンチモン	0.013mg/L	—	0.013	—	<0.0002	—
3	Arsenic	ヒ素	0.007mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
4	Barium	バリウム	0.5mg/L	—	0.088	—	0.1	—
5	Boron	ホウ素	0.33mg/L	—	<0.02	—	<0.02	—
6	Cadmium	カドミウム	0.002mg/L	0.0003	0.0005	0.0007	0.0001	0.0003
7	Chromium (Total)	クロム	0.033mg/L	ND	0.0001	0.0014	ND	ND
8	Copper	銅	0.007mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
9	Cyanide	シアン	0.05mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
10	Flouride	フッ素	1.5mg/L	0.31	0.23	0.25	0.37	0.02
11	Lead	鉛	0.007mg/L	0.0124	0.0166	0.0237	0.0067	0.0134
12	Manganes	マンガン	0.027mg/L	0.0022	0.0625	0.092	0.0013	0.0009
13	Mercury	水銀	0.004mg/L	—	<0.0005	—	<0.0005	—
14	Molybdenum	モリブデン	0.05mg/L	—	<0.007	—	<0.007	—
15	Nickel	ニッケル	0.05mg/L	0.0019	0.0068	0.0051	0.0001	0.0002
16	Nitrate (No3)	硝酸塩	50mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
17	Nitrite (No2)	亜硝酸塩	2mg/L	—	<0.02	—	<0.02	—
18	Selenium	セレン	0.007mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
19	Uranium	ウラニウム	0.01mg/L	—	<0.0002	—	<0.0002	—
20	Carbon Tetrachloride	四塩化炭素	0.0027mg/L	—	<0.0002	—	<0.0002	—
21	Dichloroethane	ジクロロエタン	0.014mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
22	1,2-Dichloroethan	1,2-ジクロロエタン	0.0020mg/L	—	<0.0004	—	<0.0004	—
23	1,2-Dichloro	1,2-ジクロロエチレン	0.0033mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
24	Trichloroethene	トリクロロエチレン	0.013mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
25	Tetrachloroethene	テトラクロロエチレン	0.027mg/L	—	<0.0005	—	<0.0005	—
26	Benzene	ベンゼン	0.007mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
27	Toluene	トルエン	0.470mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
28	Xylenes	キシレン	0.330mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
29	Ethy Benzen	エチルベンゼン	0.200mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
30	Styrene	スチレン	0.013mg/L	—	<0.0002	—	<0.0002	—
31	1,2- Dichlorobenzene	1,2-ジクロロベンゼン	0.700mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
32	1,4- Dichlorobenzene	1,4-ジクロロベンゼン	0.200mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
33	Bis(2- ethylhexyl)phthal ate)	フタル酸ジ-2エチルヘキシル	0.0054mg/L	—	<0.005	—	<0.005	—
34	Acrylamide	アクリルアミド	0.0003mg/L	—	<0.00005	—	<0.00005	—
35	Epichlorohydrine	エピクロロヒドリン	0.0003mg/L	—	<0.00004	—	<0.00004	—
36	Edetic Acid (EDTA)	エチレンジアミン四酢酸	0.400mg/L	—	<0.0005	—	<0.0005	—
37	Hexachlorobutadie ne	ヘキサクロロブタジエン	0.0004mg/L	—	<0.001	—	<0.001	—
38	Dioxane	1,4-ジオキサン	0.0033mg/L	—	<0.005	—	<0.005	—
39	Turbidity	濁度	5 NTU	29.5	76.5	59.5	87.4	120.9
40	Colour	色度	15 TCU	38	52.5	48	34	47
41	Odour	臭気	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
42	Taste	味	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
43	Temperature	湿度	Acceptable	29	29	29	29	29
44	pH	pH	6.5-8.5	8.1	7.6	7.8	7.7	7.6
45	Electric	電気伝導度	—	265	273	268	282	292

No.	項目		SSMO 基準	取水施設 より上流側	取水施設 付近	取水施設 より下流側	浄水場出口	給水区域
	Conductivity	(μ S/cm)						
46	Aluminium	アルミニウム	0.013mg/L	0.798	0.703	0.6199	0.581	0.607
47	Ammonia	アンモニア	1.5mg/L	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04
48	Chloride	塩化物イオン	250mg/L	—	8.9	—	9.3	—
49	Hydrogen Sulfide	硫化水素	0.05mg/L	0.034	0.035	0.065	0.087	0.12
50	Iron (Total)	鉄	0.3mg/L	0.4816	0.4786	0.6326	0.4236	0.2546
51	Sodium	ナトリウム	250mg/L	29.306	32.8006	32.3006	35.4006	36.5006
52	Sulfate	硫酸イオン	250mg/L	2.5	1.9	ND	1.3	0.2
53	TDS	総溶解性物質	1,000mg/L	126.1	130.4	128	135	139.8
54	Zinc	亜鉛	3mg/L	ND	0.0003	0.0001	ND	ND
55	2-Chlorophenol	2-クロロフェノール	0.005mg/L	—	< 0.0005	—	< 0.0005	—
56	2,4-Dichlorophenol	2,4-ジクロロフェノール	0.002mg/L	—	< 0.0005	—	< 0.0005	—
57	Carbaryl	カリバリル	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	—	—	—
58	Benomyl	ベノミル	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	—	—	—
59	Malathion	マラチオン	< 0.005	< 0.005	< 0.005	—	—	—
60	Diazinon	ダイアジノン	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	—	—	—

2-2-3 社会調査

2-2-3-1 サンプル調査結果の概要

対象地域の世帯住民を対象とした社会条件調査（サンプル調査）を実施した。このうち、社会経済状況についての基礎情報に関する調査結果の概要を以下に示す。

なお、公共施設・商業施設および水売り人へのインタビューも含む本サンプル調査全体の結果詳細（住民意識、生活環境等の社会条件ベースラインデータを含む）については、添付資料に記載した。

(1) 1世帯あたりの家族数

調査対象世帯においては、家族数が6人の世帯が最も多く（62世帯、16.5%）、次いで7人（51世帯、13.6%）、5人（45世帯、12.0%）、8人（44世帯、11.7%）となっている。最多の家族数は15人であった。1世帯あたりの平均家族数は約6.9人である。

(2) 住居形態

対象世帯が居住する住居の形態は、一軒家が全体の90.9%、アパート・長屋が2.4%、その他（イスラム教施設など）が5.3%、無回答が1.3%であった。

(3) 世帯収入・支出

対象世帯全体における1世帯当たりの月平均収入は、1681SDG。主要収入源は、給与が22.1%、日雇い・臨時労働収入が15.5%、年金・恩給が12.5%、小売収入が9.1%である。副収入源としては、給与が10.4%、日雇い・臨時労働が7.2%である。主・副とも収入源としては、給与が最も多い。一方、1世帯当たりの月平均支出は、1642SDGである。世帯全体の平均値は、既存給水区域が1848SDG、拡張区域が1435SDGという結果となっている。

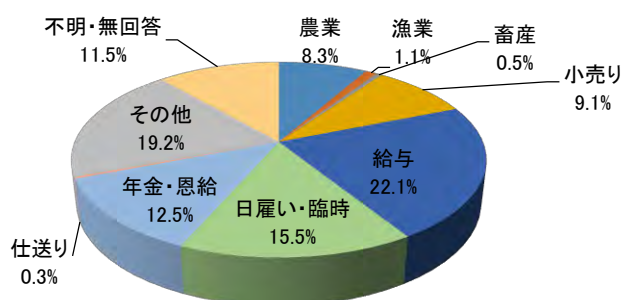


図 2-10 主要収入源の割合

(4) 社会基盤についての課題

改善が必要と考えている生活上の課題として、「給水施設・サービス」の改善を第一優先とした世帯が全体の51.7%で最も多く、第二優先も合わせると、64.3%の世帯が「給水施設・サービス」の改善が必要と回答した。

給水施設・サービスの改善に次いで多かったのが、「電気」を第一優先と回答した世帯(22.4%)で、第二優先も合わせると49.9%が電力サービスの改善が必要と考えている。

対象地域では給水施設・サービスの改善に対する要望が最も強く、電力サービスがこれに次ぐ。

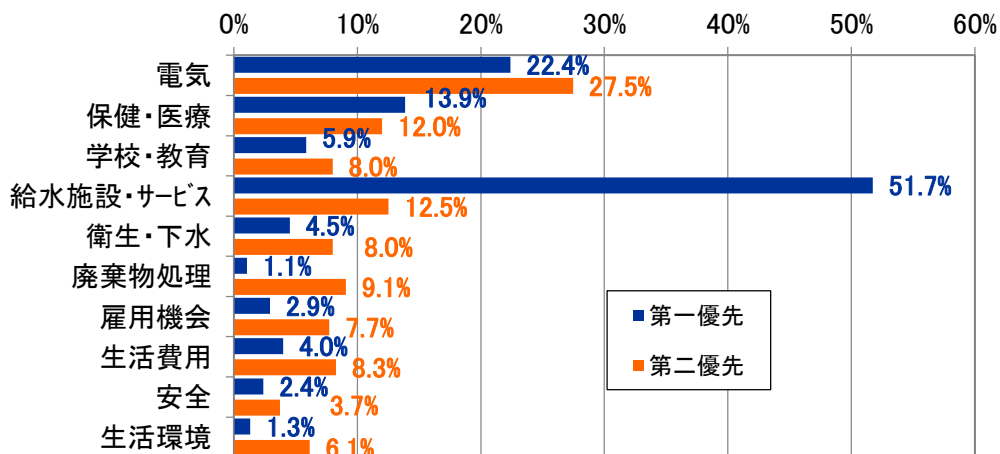


図 2-11 改善が必要な生活上の課題

(5) 水道契約の割合

自宅に水道の給水栓がある（水道契約あり）と回答したのは、全世帯の 50.4%、給水栓がない（水道未契約）世帯は 35.7%、不明あるいは無回答が 13.9%である。不明・無回答分を除外すると、水道契約世帯の割合は 58.5%、未契約世帯は 41.5%となる。

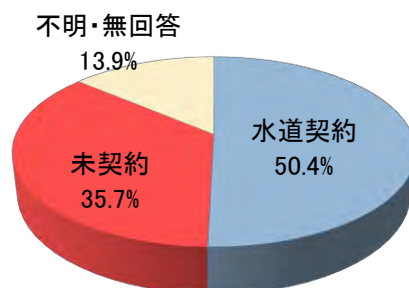


図 2-12 水道契約の有無

(6) 家庭用水への支出額

回答の得られた全世帯の平均では、雨期が 193.3SDG、乾期が 251.2SDGである。このうち、水道契約世帯では、雨期で 60.6SDG、乾期で 122.4SDG、水道未契約世帯では、雨期で 342.7SDG、乾期で 371.6SDG という結果となった。いずれの世帯でも雨期よりも乾期で支出額が多く、また水道未契約世帯が水道契約世帯よりも支出額が多いという傾向が認められる。

(7) 水道サービスに対する満足度（水道契約世帯）

対象世帯のうち、水道を契約している（自宅に給水栓あり）と回答した 189 世帯（全体の 50.4%）について、水道サービスへの満足度を雨期・乾期に分けて尋

ねたところ、雨期では「大いに満足」および「満足」と回答したのは合わせて39.2%、乾期では、23.3%であり、現在の水道サービスの満足度は低い。

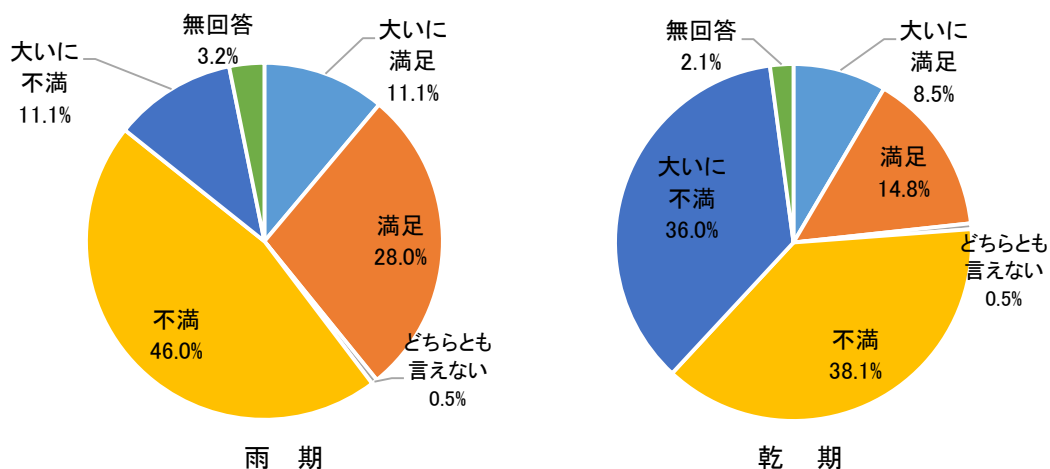


図 2-13 水道サービスに対する満足度

(8) 水道料金の滞納状況

水道契約世帯のうち、過去1年間における料金の滞納状況は、滞納無しと回答した世帯が45.0%、1月以上の滞納有り世帯が19.6%、未回答が35.4%となっている。滞納有り世帯の45.9%は過去1年間で6ヵ月以上滞納している。これは、水道契約世帯のうちの9.0%に相当する。

(9) 調査結果とりまとめ

サンプル調査結果から、既存給水区域に比べ、拡張区域における世帯収入が低いことが分かった。

対象地域の社会基盤に関しては、給水施設・サービスの改善が最も必要とされており、電力サービスがこれに次いでいる。

家庭用水への支出は、雨期よりも乾期が多い。これは、乾期における水道の供給量の不足および水質の悪化により、水道だけでは必要分に足りず、他の水源（水売り人）から購入するなどしているためと考えられる。また、水道契約世帯よりも水道未契約世帯の方が支出額が多い。これも、水道を利用できないことで、水売り人からの購入せざるを得ないことによるものと考えられる。

水道契約世帯のうちで、過去1年間に料金滞納無しと回答した世帯は半数に満たず、適切な料金徴収が行われていないことがうかがえる。今後、徴収率を向上させるためには、給水施設・サービスの改善と住民への啓発が必要と考えられる。

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境影響評価

2-2-4-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

本事業コンポーネントの概要を以下に示す。

表 2-16 事業コンポーネント概要

主要施設		仕様
取水口施設		楕円柱形 RC 造 2 池構造 1 基
点検口		楕円柱形 RC 造 2 池構造 2 基
取水管		高密度ポリエチレン管 DN800 PN10
取水ポンプ施設		矩形 水槽部・地下部：RC 造、地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）
		取水ポンプ 4 台（内予備 1 台）
電気室		柱梁 RC 造（壁 CB 積） 変圧器 1 台
導水管		T 形ダクタイル鋳鉄管 ϕ 600
沈殿施設	着水槽	矩形 RC 造 1 池
	混和池	矩形 RC 造 2 池
	フロック形成池	う流式，矩形 RC 造 2 池
	沈殿池	横流式，矩形 RC 造 2 池
急速ろ過棟		矩形 RC 造 8 池
浄水池		矩形 RC 造 4 池構造 半地下式
管理棟		矩形 水槽部・地下部：RC 造、地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）
		配水ポンプ 4 台（内予備 1 台）
薬品棟		柱梁 RC 造（壁 CB 積） 塩素、PAC 注入設備
付帯施設	原水流量計室	柱梁 RC 造（壁 CB 造）原水流量計 1 台
	衛生設備棟	柱梁 RC 造（壁 CB 造）運転員用トイレ、シャワー
排水池		矩形 RC 造 2 池
		寸法（各池）：9.8m×45.6m×有効水深：4.5m
排水管		高密度ポリエチレン管 DN900 PN10
配水本管		T 形ダクタイル鋳鉄管 ϕ 700

2-2-4-1-2 ベースとなる環境及び社会の状況

(a) 自然環境

本プロジェクト対象地域のコスティ市は、白ナイル川左岸（西岸）に位置し、首都ハルツーム市からは南に約 300km の距離にある。コスティ市の自然環境の概要は下記の通りである。

・地形・地質

コスティ市は白ナイル川流域平野部に位置し、海拔標高は約 400m で市内の地形は凹凸に乏しくほぼ平坦である。地質は先カンブリア紀の変成岩や花崗岩等を基盤としており、粘土・シルト質主体の河川堆積物が表層を覆っている。

・気候・気象

季節は、6月から9月にかけての雨季と10月から5月にかけての乾季に大別される。

コスティ気象観測所の測定値によれば、過去10年間（2004～2013年）の月平均降水量は8月が最も多く、165.9mmである。なお、12月から3月の期間は、この10年間で全く降雨がなく、いずれも0mmと記録されている。年降水量の95%が6月から9月の雨季に集中しており、雨季と乾季の別が明瞭である。10年間の年平均降水量は399.2mmである。年降水量が最も多かったのは、2007年の781.2mm、最も少なかったのは、2004年の220.8mmであった。また、同様に過去10年間の測定値によれば、月平均最高気温の最高値は2010年4月の43.2℃、月平均最低気温の最低値は、2007年1月の15.2℃となっている。4月、5月は月平均最高気温が40℃を超え年間で最も暑い季節である。

・国立公園、自然保護区

対象地域は国立公園あるいは自然保護区には指定されていない。また、生態学的に重要な生物・植物等の生息地とはされていない。

(b) 社会環境

コスティ市は白ナイル州第二の都市であり、国内の主要道路および鉄道路線、駅が存在するとともに、南スーダンの貿易が再開された場合に河川輸送における拠点となることが想定されるコスティ港があるなど、物流の要衝地ともなっている。コスティ市の社会環境の概要は以下の通りである。

・人口

コスティ市の世帯数および人口は表 2-17 の通りである。

表 2-17 コスティ市の世帯数および人口

	世帯数	男性人口	女性人口	総人口
2008年（センサス）	34,726	104,409	108,671	213,080
2014年（予測値）	44,337	130,351	135,671	266,022

出典：中央統計局

・地域経済

コスティ市は白ナイル川左岸にあり、白ナイル川沿いにはサトウキビ畑が広く分布するなど、白ナイル川を水源とする灌漑農業が主要な産業となっている。白ナイル川を挟んだ対岸には州都であるラバック市があり、ここでは周辺地域で収穫されるサトウキビを利用した大規模な製糖工場が稼働している。

・文化遺産

対象地域において、文化遺産保護のために指定された地区はない。また、歴史的・文化的価値を有する遺跡・建造物等は存在しない。

2-2-4-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(a) 環境社会配慮に関連する法令と組織

スーダンにおける環境社会配慮に関する諸手続は、2001年4月に制定された環境保護法(EPA: Environment Protection Act)に沿って行われる。環境保護法によって、すべての開発事業における Environmental Feasibility Study (EFS)の実施が義務付けられており、EFSの評価に基づいて「環境認可」に係る審査が実施される。

EFSの審議機関としては、環境保護法に基づいて各州において設置される州審議会となる。

(b) 環境保護法

・環境関連機関の責務

環境に関わる諸機関は「各世代に利益となる安全で持続可能な発展を達成するため、環境を構成する要素および社会的・文化的システムを保護すること」を達成すべく、努力することを義務付けられている(Ⅱ章4条)。

・EFSの実施と環境認可

すべての開発事業において、EFSの実施が義務付けられており、この評価に基

づいて、環境認可の審査が実施されることが規定されている（Ⅲ章 17 条 1 項）。

・ EFS の内容

EFS には、①事業により予想される負の影響、②負の影響を回避するための対策、③提案された事業の有効な代替案、④短期的な天然資源あるいは環境の開発は長期的にはそれらに負の影響を及ぼさない事の十分な説明等の項目を含むことが規定されている（Ⅲ章 17 条 2 項）。

(c) 環境影響評価の手続き

スーダンでは、環境保護法により、すべての開発事業において EFS の評価に基づいて環境認可に係る審査が実施されることが定められている。本計画においても、同様の手続きを想定している。

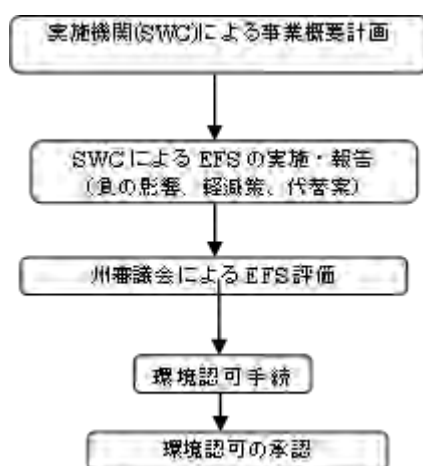


図 2-14 環境影響評価の手続き

2-2-4-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

代替案の比較検討の対象は、本事業を実施しない「事業無し案」と実施する「事業実施案」の 2 案である。以下に各案の比較検討結果を示す。

(a) 事業無し案

コスティ市浄水場施設改善計画が実施されない場合、現在発生している下記の諸問題が改善されないだけでなく、時間の経過とともに、より悪化する可能性が考えられる。

・ 浄水場施設の給水量不足

現在の浄水場施設は、対象地域で必要とされる給水量を供給出来ていない。さ

らに、他地域からの流入も含めて、対象地域の人口は増大する傾向にあり、このまま放置すれば、給水量の不足はより深刻化する可能性が高い。

- ・浄水場施設の給水水質の悪化

現在の浄水場施設は老朽化し、十分な浄化処理が実施出来ない状態となっており、飲料水として求められる水質基準が達成されていない状況にある。このまま放置し老朽化が進行すれば、水質はさらに悪化する可能性もある。

- ・地域住民の生活環境の悪化

上記の水量の不足と飲料水基準を満足しない水質により、対象地域の住民は水売り業者から不足分の水を購入するための経済的負担や他の水源からの水汲み労働、そして水因性疾病の罹患といった負の影響を受けている。このまま浄水場施設が改善されない場合、これらの問題を改善することが出来ないだけでなく、さらに問題が悪化する可能性が考えられる。

- ・地域経済への影響

現在、浄水場の給水能力の不足により、頻繁に断水が発生している。この問題が解決されない場合、水道水を利用する商工業施設や公的施設が正常に機能せず、地域経済の発展が妨げられる可能性が考えられる。

(b) 事業実施案

コスティ市浄水場施設改善計画が実施された場合、上述の事業無し案における諸問題を回避あるいは軽減することが期待される。ただし、本事業の実施によって、対象用地周辺に居住する非正規住民の移転が発生する可能性がある。これに関しては、実施機関から該当する住民に対して、事業内容および移転に関する説明が行われ、事業実施機関側から提供される補償内容（移転のための代替用地と移転に要する費用）についても、住民側からの合意を得ている。また、本事業の実施に伴う給水サービスの改善によって、水売り業者が影響を受ける可能性も想定されるが、事業実施機関による転職斡旋や優先雇用等によって、影響が回避・軽減されることが期待される。

2-2-4-1-5 スコーピングおよび環境社会配慮の TOR

本事業の実施予定地域について、JICA 環境ガイドラインに基づくスコーピングを実施した（次々表参照）。対象となる新規浄水場の建設により環境に与える影響を項目ごとに評価した。

表 2-18 スコーピング（案）

	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
1	大気汚染	B-	D	工事期間中に、粉じん等の発生が予想される。
2	水質汚濁	D	D	水質汚濁は予想されない。
3	廃棄物	D	B-	浄水処理に伴って沈殿汚泥の発生が予想されるが、これについては肥料への転用など有効利用を検討する。
4	土壌汚染	D	D	本事業によって土壌汚染を引き起こす有害物質を排出することは予想されない。
5	騒音・振動	B-	D	工事期間中に、建設機械や工事車両からの騒音・振動の発生が予想される。
6	地盤沈下	D	D	地下水利用はなく、地盤沈下は発生しない。
7	悪臭	D	D	施設からの悪臭の発生はない。
8	底質	D	D	施設からの廃棄物の排出はなく、底質への影響はない。
9	保護区	D	D	対象地は保護区ではない。
10	生態系	D	D	生態系に著しい影響を与えることは予想されない。
11	水象	D	D	河川からの取水量は、河川流量に比べてごく小さく、著しい影響を与えることは予想されない。
12	地形、地質	D	D	工事による大規模な地形改変はなく、地形や地質への影響は殆どないと予想される。
13	用地取得・住民移転	C-	D	施設建設に伴って新たな用地取得を要する可能性が考えられ、その場合に住民移転が発生する可能性がある。
14	貧困層	D	D	対象地内に貧困層はいない。
15	少数民族・先住民	D	D	対象地内に少数民族・先住民はいない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	D	C-	供用時に、水売り業者の活動に影響が出る可能性も考えられる。
17	土地利用や地域資源利用	D	D	施設建設に必要な土地は政府所有である。資源利用は発生しない。
18	水利用	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、水利用への負の影響は予想されない。
19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、既存の社会インフラや社会サービスへの負の影響は予想されない。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に負の影響は予想されない。
21	被害と便益の偏在	D	D	本事業はコスティ市域を対象としており、被害や便益の偏在をもたらすことは予想されない。
22	地域内の利害対立	D	D	本事業はコスティ市域を対象としており、地域内の利害対立をもたらすことは予想されない。
23	文化遺産	D	D	対象地に文化遺産はない。
24	景観	D	D	施設建設による景観への負の影響は予想されない。
25	ジェンダー	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、女性への負の影響は予想されない。
26	子どもの権利	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、子どもの権利への負の影響は予想されない。
27	HIV/AIDS等の感染症	C-	D	工事期間中に、作業員の滞在により感染症発生の可能性が考えられる。
28	労働環境（労働安全を含む）	C-	D	工事期間中における作業員の労働環境について注意が必要である。
29	事故	B-	D	工事期間中に、工事車両による交通事故が発生する可能性がある。
30	越境の影響、及び気候変動	D	D	本事業で建設される施設は小規模であり、越境の気候及び気候変動への影響は予想されない。

スコーピング案に基づいて、新規浄水場建設により負の影響が予想される項

目について、環境社会配慮調査を実施した。調査の TOR は以下の通りである。

表 2-19 環境社会配慮の TOR

分類	影響項目	調査項目	調査手法
汚染対策	1 大気汚染	対象地域周辺の現況把握 対象地域周辺の住居・施設等確認 工事中の影響	現地調査 現地調査及び関係者からのヒアリング 工事の箇所、期間、種別および工事車両の内容等の確認
	3 廃棄物	浄水場施設の仕様確認	現地調査及び関係者からのヒアリング
	5 騒音・振動	対象地域周辺の現況把握 対象地域周辺の住居・施設等確認 工事中の影響	現地調査 現地調査及び関係者からのヒアリング 工事の箇所、期間、種別および工事車両の内容等の確認
社会環境	13 用地取得・住民移転	用地所有者の確認 用地内の土地利用状況の確認	現地調査及び現地機関、関係者からのヒアリング
	16 雇用や生計手段等の地域経済	対象地域周辺の水売り業者の確認	現地調査及び関係者からのヒアリング
	27 HIV/AIDS等の感染症	周辺地域の感染症現況	既存資料調査
	28 労働環境（労働安全を含む）	対象地域周辺の現況把握 工事の内容	現地調査及び関係者からのヒアリング
その他	29 事故	用地周辺道路の現況確認	現地調査

2-2-4-1-6 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

スコーピング案で B、C と評価された項目について、現地での検討結果を以下に示す。

(a) 大気汚染

工事期間中には事業用地において整地作業や施設建設のための工事車両、建設機械が稼働する事が想定されるため、粉じんが発生し、用地周辺に拡散する可能性が考えられる。また、建設資材の搬入のために、トラックが用地を出入りすることで、用地内および周辺道路においても粉じん発生の可能性が考えられる。また、これらの工事車両、建設機械が整備不良である場合、あるいは過負荷運転を行った場合には、有害な排ガスが発生するおそれがある。

(b) 廃棄物

供用時に、浄水処理に伴う沈殿汚泥の発生が予想される。発生する汚泥は最終処分場に運搬し処理する。

(c) 騒音・振動

工事期間中には、用地内やその周辺道路において工事車両や建設機械が稼働あるいは通行することが想定されるため、これらの車両・機械類による騒音発生の可能性が考えられる。用地および周辺には未利用地が広く存在するものの、導水管の設定が想定される場所には、非正規住民居住区があり、また白ナイル川に面した地区には倉庫・作業場なども存在する。スーダンにおいては、SSMO (The Sudanese Standards and Metrology Organization) が、騒音の基準値を地区別・時間帯別に定めており、対象用地周辺が該当する地区では、騒音源から 150 メー

トルの範囲内において、以下の上限値を超えないことが規定されている。

表 2-20 騒音の基準値

地区	上限 (デシベル)		
	7 :00-18 :00	18 :00-23 :00	23 :00-7 :00
商工業施設のある住宅地区、 或いは公道に近い住宅地区	55	50	45

(d) 用地取得・住民移転

WNSWC からの聴き取りにより、施設建設に必要な土地は全て政府の所有地であることを確認した。また、同時に事業用地は以前より政府の所有であり、過去に政府以外の所有となったことは無いことについても州水公社に確認している。よって、本事業で新たな用地取得は不要であり、正規住民の住民移転は発生しない。その一方、導水管の設置の場所によっては、非正規住民の住民移転を伴うことが想定されている。導水管の設置が検討されている地域には、90 人の非正規住民が居住している。実施機関は、これら非正規住民の補償・支援方針について合意済みであり、また 2014 年 12 月まで居住していた非正規住民を含む住民協議により、本事業の実施や用地取得、住民移転に対する反対意見がないことを確認している。

(e) 雇用や生計手段等の地域経済

現地調査の結果、給水予定区域の周辺部には水売り業者が存在しており、供用時には、水売り業者の活動に影響が出る可能性も考えられることが分かった。社会条件調査（サンプル調査）において、水売り業者に対してもインタビューを実施しており、調査結果より判明した水売り業者の現況は以下の通りである。

- ・ 公共水栓を水源として利用している。
- ・ 公共水栓は 40 箇所あるが、現在稼働しているのは、そのうち 17 箇所である。
- ・ 公共水栓からの水の購入価格は、198L のドラム缶 1 缶あたり 5SDG であり、顧客への販売価格は 44SDG である。
- ・ 水売り業者はロバが牽くカートにドラム缶 2 つを繋いで作ったタンクを乗せて水を売り歩いている。
- ・ 1 人の水売り人は、1 日当たり平均で 3.8 バレルの水を、平均 5.4 世帯に対して販売している。
- ・ 社会条件調査の結果からは、公共水栓を水源とする水売り業者を利用している世帯の割合は、雨期で約 25%、乾期で約 30%という結果が得られている。

- ・ 水売り業者の総数は不明であるが、公共水栓 1 箇所あたり 20 から 30 程度の業者が利用していると想定すると、全体では 300 から 500 程度と推定される。ただし、上述の通り、雨期・乾期で水需要に差異があるため、季節によって変化しているものと考えられる。

(f) HIV/AIDS 等の感染症

工事期間中には、工事関係者が他地域から出入りするとともに事業用地周辺に滞在することが予想される。このため、滞在地周辺において他地域から持ち込まれた感染症が発生する可能性も考えられる。国連合同エイズ計画 (UNAIDS) によれば、2013 年時点のスーダンにおける HIV キャリアは、49,000 人 (このうち、15 歳以上が 45,000 人) で、15 歳から 49 歳の罹患率は 0.2% と推定されている。隣国の南スーダンでは、HIV キャリアが、150,000 人 (うち 15 歳以上が 140,000 人) で、15 歳から 49 歳の罹患率が 2.2% とスーダンと比較して高い値を示している。スーダンの日刊紙 Al Sudani (2012 年 3 月 30 日付) によれば、白ナイル州の HIV/AIDS プログラム・コーディネーターからの情報として、白ナイル州の HIV 罹患率をスーダンの全国平均より高い 0.67% としている。その他の注意すべき感染症としてコレラがあげられる。現地調査時点では、対象地域におけるコレラの流行は認められていないが、南スーダン保健省が 2014 年 5 月 15 日にコレラの流行を宣言しており、5 月 25 日時点で累計 586 人のコレラ患者 (そのうち 22 人の死亡) が報告されている。白ナイル州と接する上ナイル州 (南スーダン) においても、難民・国内避難民キャンプを中心にコレラが流行しているとの情報もある。

(g) 労働環境 (労働安全を含む)

工事期間中は、多数の労働者が新たに雇用されることが想定される。スーダンにおける労働に関する法規としては、1997 年労働法 (The 1997 Labour Code) がある。これによれば、法定労働時間として、週 48 時間あるいは 1 日 8 時間と、1 日あたり 30 分以上の食事・休憩時間を定めている。なお、ラマダン (断食月) 期間中は、断食中の人および 2 歳までの乳幼児を持つ母親については、法定労働時間は 1 日あたり 1 時間差し引かれる。この 1 時間分は賃金支払いの対象となる。

法定労働時間を超える残業は、不可抗力の場合を除いて、労使双方の合意の下でのみ可能である。ただし、残業時間は 1 日あたり 4 時間、週あたり 12 時間までに制限されている。残業時間に対する賃金は、平日の場合で基本賃金の 5 割増、公休日の場合では 10 割増と定められている。

(h) 事故

対象用地周辺は未利用地が多く、周辺道路における交通量は少ない現状にある。しかし、工事期間中においては、工事車両や建設資材・機械類を搬入するトラックなどが周辺道路を通じて用地に出入りすることが予想されるため、これらの工事関係車両による交通事故が発生する可能性も考えられる。事故が発生した場合、周辺の交通に影響が発生するほか、資機材の搬入に支障が生じるなど工事の進捗に影響を受ける可能性もある。

2-2-4-1-7 影響評価

スコーピング案と現地での確認結果に基づいた影響評価について以下に示す。

表 2-21 スコーピング案および調査結果に基づく影響評価

分類	影響項目	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1 大気汚染	B-	D	B-	D	工事期間中に、粉じん等の発生が予想される。
	2 水質汚濁	D	D	D	D	水質汚濁は予想されない。
	3 廃棄物	D	B-	D	B-	浄水処理に伴って沈殿汚泥の発生が予想されるが、これについては肥料への転用など有効利用を検討する。
	4 土壌汚染	D	D	D	D	本事業によって土壌汚染を引き起こす有害物質を排出することは予想されない。
	5 騒音・振動	B-	D	B-	D	工事期間中に、建設機械や工事車両からの騒音・振動の発生が予想される。
	6 地盤沈下	D	D	D	D	地下水利用はなく、地盤沈下は発生しない。
	7 悪臭	D	D	D	D	施設からの悪臭の発生はない。
	8 底質	D	D	D	D	施設からの廃棄物の排出はなく、底質への影響はない。
自然環境	9 保護区	D	D	D	D	対象地は保護区ではない。
	10 生態系	D	D	D	D	生態系に著しい影響を与えることは予想されない。
	11 水象	D	D	D	D	河川からの取水量は、河川流量に比べてごく小さく、影響は最小限であると予想される。
	12 地形、地質	D	D	D	D	工事による大規模な地形改変はなく、地形や地質への影響は殆どないと予想される。
社会環境	13 用地取得・住民移転	C-	D	B-	D	施設建設に必要な土地は全て政府の所有地。新たな用地取得は不要であり正規住民移転は発生しない。非正規住民の移転が発生する可能性がある。
	14 貧困層	D	D	D	D	対象地内に貧困層はいない。
	15 少数民族・先住民族	D	D	D	D	対象地内に少数民族・先住民族はいない。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	D	C-	D	C-	供用時に、水売り業者の活動に影響が出る可能性も考えられる。
	17 土地利用や地域資源利用	D	D	D	D	施設建設に必要な土地は政府所有である。資源利用は発生しない。
	18 水利用	D	D	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、水利用への負の影響は予想されない。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	D	D	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、既存の社会インフラや社会サービスへの負の影響は予想されない。
	20 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に負の影響は予想されない。
	21 被害と便益の偏在	D	D	D	D	本事業はコスティ市域を対象としており、被害や便益の偏在をもたらすことは予想されない。
	22 地域内の利害対立	D	D	D	D	本事業はコスティ市域を対象としており、地域内の利害対立をもたらすことは予想されない。
	23 文化遺産	D	D	D	D	対象地に文化遺産はない。
	24 景観	D	D	D	D	施設建設による景観への負の影響は予想されない。
25 ジェンダー	D	D	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、女性への負の影響は予想されない。	
26 子どもの権利	D	D	D	D	本事業は給水サービスの向上を目的としており、子どもの権利への負の影響は予想されない。	
27 HIV/AIDS等の感染症	C-	D	C-	D	工事期間中に、作業員の滞在により感染症発生の可能性が考えられる。	
28 労働環境(労働安全を含む)	C-	D	C-	D	工事期間中における作業員の労働環境について注意が必要である。	
その他	29 事故	B-	D	B-	D	工事期間中に、工事車両による交通事故が発生する可能性がある。
	30 越境の影響、及び気候変動	D	D	D	D	本事業で建設される施設は小規模であり、越境の気候及び気候変動への影響は予想されない。

2-2-4-1-8 緩和策および緩和策実施のための検討

影響評価 B、C と評価された項目について、それぞれの緩和策および今後の対応について検討した。

表 2-22 緩和策実施の内容

環境項目	内容	時期	対象機関/ 対象者	実施機関
大気汚染	粉じん発生を抑制するため、建設現場において散水を行う	工事期間中	工事請負業者 (労働者)	工事請負業者
	有害な排ガス発生を抑制するため、適切な保守管理が行われている 工事車両を使用			
	工事車両・建設機械の適正な使用			
廃棄物	浄水処理に伴う汚泥を肥料への転用など有効利用を検討する	供用時	WNSWC	WNSWC
騒音・振動	工事車両・建設機械の適正な使用	工事期間中	工事請負業者 (労働者)	工事請負業者
	運転速度の規制			
用地取得・住民移転	代替用地の提供および移転に伴う費用を補償する	工事開始前	非正規住民	州政府、WNSWC
雇用や生計手段等の 地域経済	水売り人に影響が生ずる可能性が高いと認められる場合、転職斡旋ある いは本事業で新たに生じる雇用(料金徴収等)について、水売り人を 優先して雇用するなどの対策を検討する。	供用時	水売り業者	州政府、WNSWC
HIV/AIDS等の感染 症	HIV/AIDS等の感染症に関する保健衛生指導の支援を実施	工事期間中	工事請負業者	施工監理コンサルタント
	HIV/AIDS等の感染症に関する保健衛生指導を行う	雇用時	労働者	工事請負業者
労働環境(労働安全 を含む)	労働法を遵守し、労働者の安全を十分に考慮して工事を行う	工事期間中	労働者	工事請負業者
	施工監理者は工事請負業者に対して労働法を遵守し安全を十分に考 慮して工事を行うよう指導する		工事請負業者	施工監理コンサルタント
事故	工事期間中に、工事車両の出入りの多い時期・時間帯など必要に応じ て工事箇所と一般道との合流部に交通整理員を配置するなど、一般 交通の安全に留意する	工事期間中	工事請負業者	工事請負業者
	工事車両の運転手に対して、安全運転について指導する		労働者	
	工事の内容と実施工程を広報し、関係機関・周辺住民に周知する		関係機関・住民	

2-2-4-1-9 環境管理計画・モニタリング計画

工事中および供用時に予想される環境への影響に対して、上記で検討された緩和策が適切に実施されていることをモニタリングする必要がある。負の影響をおよぼすと考えられる環境項目の環境管理計画について、工事中と供用時に区分したものを以下に示す。

表 2-23 環境管理計画（工事中）

環境項目	負の影響	緩和策	実施体制
大気汚染	工事期間中に、粉じん等の発生が予想される	粉じん発生を抑制するため、建設現場において散水を行う 適切な保守管理が行われている工事車両の使用 工事車両・建設機械の適正な使用	責任機関: WNSWC 管理機関: 施工監理コンサルタント 実施機関: 工事請負業者
騒音・振動	建設機械や工事車両からの騒音の発生が予想される	工事車両・建設機械の適正な使用 運転速度の規制	責任機関: WNSWC 管理機関: 施工監理コンサルタント 実施機関: 工事請負業者
HIV/AIDS等の感染症	作業員の滞在により感染症発生の可能性が考えられる	HIV/AIDS等の感染症に関する保健衛生指導の支援を実施 HIV/AIDS等の感染症に関する保健衛生指導を行う	責任機関: WNSWC 実施機関: 施工監理コンサルタント 対象機関: 工事請負業者 責任機関: WNSWC 実施機関: 工事請負業者 対象者: 労働者
労働環境(労働安全を含む)	作業員の労働環境が損なわれる可能性が考えられる	労働法を遵守し、労働者の安全を十分に考慮して工事を行う 施工監理者は工事請負業者に対して労働法を遵守し安全を十分に考慮して工事を行うよう指導する	責任機関: WNSWC 管理機関: 施工監理コンサルタント 実施機関: 工事請負業者 責任機関: WNSWC 実施機関: 施工監理コンサルタント 対象機関: 工事請負業者
事故	工事車両による交通事故が発生する可能性が考えられる	工事期間中に、工事車両の出入りの多い時期・時間帯など必要に応じて工事箇所と一般道との合流部に交通整理員を配置するなど、一般交通の安全に留意する 工事車両の運転手に対して、安全運転について指導する 工事の内容と実施工程を広報し、関係機関・周辺住民に周知する	責任機関: WNSWC 管理機関: 施工監理コンサルタント 実施機関: 工事請負業者 責任機関: WNSWC 実施機関: 工事請負業者 対象者: 労働者 責任機関: WNSWC 監理機関: 施工監理コンサルタント 実施機関: 工事請負業者

表 2-24 環境管理計画（供用時）

環境項目	負の影響	緩和策	実施体制
廃棄物	浄水処理に伴って沈殿汚泥の発生が予想される	浄水処理に伴う汚泥を肥料への転用など有効利用を検討する	責任機関: WNSWC 実施機関: WNSWC
雇用や生計手段等の地域経済	水売り業者の活動に影響が出る可能性も考えられる	水売り業者に影響が生ずる可能性が高いと認められる場合、転職斡旋あるいは本事業で新たに生じる雇用(料金徴収等)について、水売り人を優先して雇用するなどの対策を検討	責任機関: WNSWC 実施機関: WNSWC 対象者: 水売り業者

下表にモニタリング計画を示す。工事中のモニタリングは、施工監理コンサルタントの管理下で、工事請負業者が実施し、プロジェクト実施機関である WNSWC に報告される。

表 2-25 モニタリング計画表

環境項目	内容	方法、基準	頻度	費用*	責任機関
【工事中】					
大気汚染	・建設現場において適切な散水が実施されているか確認 ・工事車両・建設機械が適切に使用されているか確認 ・工事車両・建設機械が適切に保守管理されているか確認	・散水の実施と粉じんが発生していないことを目視により確認 ・各車両・機械の使用状況を目視により確認 ・各車両・機械の保守管理状況を目視により確認	週1回	なし	WNSWC
騒音・振動	騒音の測定	用地に近接する住宅地における騒音の測定、SSMO基準値	週1回	¥30,000程度 測定機材 購入費	WNSWC
HIV/AIDS等の感染症	保健衛生指導の実施状況の確認	保健衛生指導の実施記録を確認	月1回	なし	WNSWC
労働環境 (労働安全を含む)	労働法が遵守されているか確認	雇用者の労働時間記録および賃金支払実績を確認	月1回	なし	WNSWC
事故	交通整理・規制が必要に応じて適切に実施されているか確認	用地出入り口周辺にて、車両の運行状況を確認	週1回	なし	WNSWC
【供用時】					
廃棄物	浄水処理に伴う沈殿汚泥が肥料に転用されるなど適切に処理されているか確認	沈殿汚泥の処理実施記録を確認	月1回	なし	WNSWC
雇用や生計手段等の 地域経済	転職斡旋や優先雇用が実施されているか確認	転職斡旋実施の記録および優先雇用の記録を確認	供用 開始時	なし	WNSWC

*: 人件費は除く

2-2-4-1-10 ステークホルダー協議

コスティ浄水場施設改善事業について、ステークホルダーに対して、その内容を説明し事業実施への理解を得ること、また参加者からの要望・意見を事業計画に反映させることを主な目的として、ステークホルダー協議が開催された。

第1回ステークホルダー協議は、2014年12月9日に本事業の影響を受ける可能性のある非正規住民の居住区において開催された。会議の概要は以下の通りである。

- ・開催日：2014年12月9日
- ・開催場所：非正規住民居住区
- ・参加者：非正規住民代表者（3名）
白ナイル州政府関係者
（計画公共省総裁およびコスティ・ローカリティ長 計2名）
WNSWC職員（総裁他 計3名）
JICA調査団（1名）
合計9名

・会議内容：

WNSWCから、本事業計画案の内容と浄水場施設の改善について非正規住民側に説明がおこなわれた。また本事業計画によって影響を受ける可能性のある地域について参加者で確認した。さらに事業に伴う住民移転およびそれに対する補

償の内容などについても非正規住民側に説明が行われ、引き続き参加者による討議が行われた。

・会議の結果：

この会議の結果概要は以下のとおりである。

- 非正規住民は本事業計画の内容を理解し、計画案に対する異論や反対意見は出なかった。
- 事業の実施について、非正規住民からの了承が得られた。
- 事業によって移転対象となる可能性のある非正規住民居住地域および非正規住民が所有する資産について確認した。
- 住民移転に関して実施機関側から示された代替用地の提供と移転に必要な資金の提供を含む補償内容はスーダン国内の関連法規および JICA のガイドラインに基づいていることが説明され、非正規住民側からの合意が得られた。
- 住民移転および補償に関するより詳細な内容については、第 2 回ステークホルダー協議において、話し合われる予定である。

なお、WNSWC によれば、第 2 回ステークホルダー協議は、2015 年 2 月下旬以降に開催され、住民移転および補償に関するより詳細で具体的な内容について話し合わせ確定する予定となっている。

2-2-4-2 用地取得・住民移転

2-2-4-2-1 用地取得・住民移転の必要性

事業対象用地は全て政府所有地であり施設建設のために新たな用地取得は必要ないが、導水管の敷設が想定される地区周辺には、15 世帯の非正規住民が居住する地区があり、工事の際には住民移転が必要となる可能性がある。

事業実施により移転の可能性が想定される用地周辺の住民は、居住する土地の所有権を持たない非合法占拠者である。2014 年 12 月 9 日に実施されたステークホルダー協議にて、実施機関側から、住民移転の可能性と移転が実施される場合の補償内容（代替用地と移転に必要な費用の提供）について、非正規住民側に説明され、住民側の合意が得られている。

2-2-4-2-2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

スーダンにおける用地取得・住民移転に係る法制度としては、“Construction Planning and Land Disposition Act 1994”がある。これは公益事業等によって土地所有者・利用者等の利害関係者に生じる損失に対する補償の算定とその支払い方法等について規定したものである。

一方、JICAの環境社会配慮ガイドライン別紙1及び世界銀行のOP4.12においては、「非正規居住者」を含め、「相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない」、「補償は、可能な限り再取得価格に基づき、事前に行われなければならない」。また、「影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない」。表2-26に示すように、スーダン国内法とJICA環境社会配慮ガイドラインの間には相違があるが、実施機関との合意の上、本事業実施にあたってはJICA環境社会配慮ガイドラインに従って、実施機関側が開催するステークホルダー協議を支援し、非正規居住者についても事業の影響を受ける住民として適切に協議を行うものとする。用地取得（代替用地提供）・住民移転については、十分な補償及び支援が提供されるべく、ステークホルダー協議において協議される。

表 2-26 JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

No.	JICA Guidelines	Laws of Sudan	JICA Guidelines と Laws of Sudan とのギャップ	本事業の移転方針
1.	Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA GL)	特記なし	-	JICA ガイドラインに準拠
2.	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	特記なし	-	JICA ガイドラインに準拠
3.	People who must be resettled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-	Commission in the region should decide to make up for all the interested person who have spent money or have been afflicted any substantial damage (Construction Planning and Land Disposition Act 1994, Article34	スーダン国内法では、補償・支援のレベルについての記述なし	JICA ガイドラインに準拠

No.	JICA Guidelines	Laws of Sudan	JICA Guidelines と Laws of Sudan とのギャップ	本事業の移転方針
	project levels. (JICA GL)	(4))		
4.	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible. (JICA GL)	Commission in the region estimates any damage to any interested person as a result of any order (Construction Planning and Land Deposition Act 1994, Article34 (1))	スーダン国内法では、replacement cost への言及無し	JICA ガイドラインに準拠
5.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	Commission in the region may - if it considers it fair - authorize the postponement of payment installments (Construction Planning and Land Deposition Act 1994, Article35 (3))	スーダン国内法では場合によっては、補償支払の延期が可能	JICA ガイドラインに準拠
6.	For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public. (JICA GL)	特記無し	-	JICA ガイドラインに準拠
7.	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA GL)	特記無し	-	JICA ガイドラインに準拠
8.	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)	特記無し	-	JICA ガイドラインに準拠
9.	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans. (JICA GL)	特記無し	-	JICA ガイドラインに準拠
10.	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	特記無し	-	JICA ガイドラインに準拠

No.	JICA Guidelines	Laws of Sudan	JICA Guidelines と Laws of Sudan との ギャップ	本事業の 移転方針
11.	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advance of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠
12.	Eligibility of benefits includes, the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law), the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠
13.	Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠
14.	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠
15.	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP4.12 Para.8)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠

No.	JICA Guidelines	Laws of Sudan	JICA Guidelines と Laws of Sudan とのギャップ	本事業の移転方針
16.	For projects that entail land acquisition or involuntary resettlement of fewer than 200 people, abbreviated resettlement plan is to be prepared. (WB OP4.12 Para.25)	特記無し	-	WB OP4.12 に準拠

2-2-4-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

(1) 人口センサス

施設建設による移転の可能性が想定される非正規住民は、2014年12月9日時点で15世帯計90名である。移転に対する補償や支援は、これらの住民が対象となる。

(2) 財産・用地調査

移転の対象となる住民は非正規住民であり、土地の所有権は持たない。2014年12月9日時点で、15世帯はいずれも住民により建設された木と土壁の簡素な一戸建て平屋住居に居住している。全ての世帯は住居内にベッドやテレビを所有している。

(3) 家計・生活調査

15世帯中の13世帯が臨時雇いを主な収入源としており、常勤による収入と年金がそれぞれ1世帯ずつとなっている。2014年12月時点の平均月収入は1173SDGであり、社会条件調査で得られたコスティ市の世帯平均である1681SDGよりも低い。

2-2-4-2-4 補償・支援の具体策

(1) 損失補償

事業により移転が必要となる非正規住民は、現在居住する住居を失うことになるため、実施機関側から、代替用地と移転に必要な費用について補償を受ける。

(2) 生活再建策

代替用地は現在居住する地区と同等の環境である近隣の地区に確保される予

定であり、非正規住民の日常生活および生計手段に支障は発生しないものと想定される。

(3) 移転先

代替用地は現在居住する地区の近隣に確保される旨実施機関である WNSWC は合意しており現在調整中であるが、現在の生活環境と著しく異なる事は想定されない。

(4) エンタイトルメント・マトリックス

住民移転により生じる事が想定される損失、受給権者、補償内容、責任機関等について以下に示す。

表 2-27 エンタイトルメント・マトリックス

Item No.	Type of loss	Entitled Persons (Beneficiaries)	Entitlement (Compensation Package)	Implementation issues/ Guidelines	Responsible Organization
1	Loss of residential land by informal settlers	Informal settlers	i Replacement land	Assesment of quantity and quality of land by White Nile State Water Corporation, White Nile State Government and Kosti Locality	(Primary) White Nile State Water Coropration (Secondary) White Nile State Government and Kosti Locality
2	Loss of residential structure by informal settlers	Informal settlers	ii Replacement value of structure	Assesment of quantity and quality of residential structure by White Nile State Water Corporation, White Nile State Government and Kosti Locality	(Primary) White Nile State Water Coropration (Secondary) White Nile State Government and Kosti Locality
3	Removal costs	Informal settlers	iii Removal costs	Assesment of amount of removal costs by White Nile State Water Corporation, White Nile State Government and Kosti Locality	(Primary) White Nile State Water Coropration (Secondary) White Nile State Government and Kosti Locality

2-2-4-2-5 苦情処理メカニズム

移転に係る住民からの苦情受付窓口は事業実施機関である WNSWC に設置されるとともに、住民移転に責任を有する白ナイル州政府の計画公共省およびコステイ・ローカリティにおいても苦情を受け付ける体制を整える。以下に苦情処理メカニズムの実施体制と想定される苦情処理の流れについて示す。

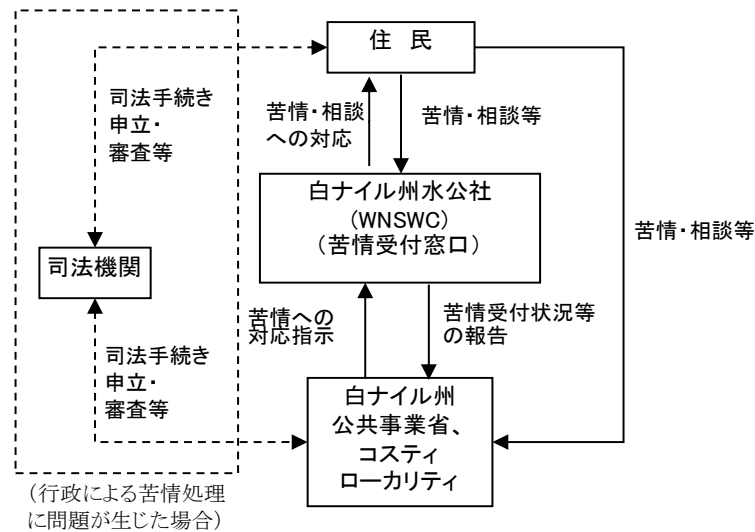


図 2-15 苦情処理メカニズム実施体制および苦情処理の流れ

2-2-4-2-6 実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、およびその責務）

事業実施機関である WNSWC に加え、白ナイル州政府の計画公共省およびコスティ・ローカリティが、住民移転に責任を有している。

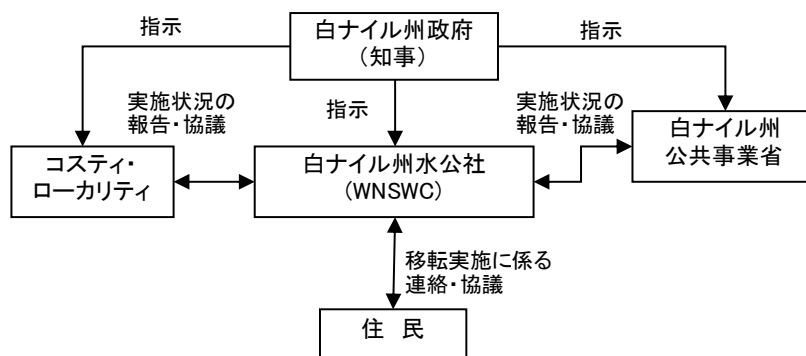


図 2-16 住民移転の実施体制

2-2-4-2-7 実施スケジュール（損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始）

事業による施設建設が開始されるまでに、非正規住民に対する補償と住民移

転が完了している必要がある。

表 2-28 実施スケジュール

項目	内容	完了時期
代替用地確定	移転先代替用地の確定	移転作業開始前 (第2回ステークホルダー協議)
補償金額の確定・合意	補償金(新規住居建設費・移動費)額の確定	移転作業開始前 (第2回ステークホルダー協議)
補償支払い	補償金(新規住居建設費・移動費)の支払い	移転作業開始前
移転作業	移転先の新住居建設および家具類の移動	施設建設開始前

2-2-4-2-8 費用と財源

移転先での住居の建設費用、家具類の移動費用などが想定される。代替用地は政府の所有地から提供されることが計画されているため、土地取得費用は不要である。現在の住居は住民自身により作られた木と土壁の簡素な建物である。事業実施機関の WNSWC によれば、移転が必要となる非正規住民への補償は1世帯につき 10,000SDG を想定しているとのことである。

表 2-29 補償の費用と財源

補償項目	費用	財源
移転先における住居の建設費用	各世帯あたり	白ナイル州政府予算
家具類等の移動費用	10,000 SDG (想定)	

白ナイル州政府の予算から費用は支出される。

2-2-4-2-9 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

移転に必要な代替用地および移転費用が、非正規住民に対して適切に提供され、施設建設の開始前に移転が完了していることをモニタリングするものとする。モニタリングは事業実施機関である WNSWC によって実施され、白ナイル州政

府関係機関に報告される。モニタリングフォームについては、次章に示す。

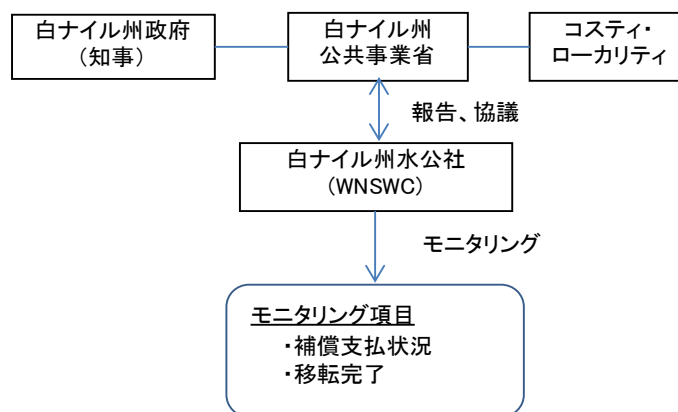


図 2-17 モニタリング体制

2-2-4-2-10 住民協議

事業実施機関である WNSWC および白ナイル州政府関係機関は 2014 年 12 月 9 日に非正規住民居住地区において、第 1 回ステークホルダー協議を実施し、非正規住民に対して事業の概要に加えて事業実施による移転の必要性と移転に対する住民側への補償内容（代替用地および移転に必要な費用の提供）を説明した。参加者は、非正規住民代表者 3 名、白ナイル州政府関係者 2 名、WNSWC 3 名、JICA 調査団 1 名の計 9 名である。この協議において、非正規住民側からの本事業計画に対する異論や反対意見は出されず、事業実施について了承を得られている。また実施機関側から示された移転に係る補償内容についても合意が得られた。移転世帯ごとの詳細な補償内容については、第 2 回のステークホルダー協議にて、定められる予定である。ステークホルダー協議の詳細については「2-2-4-1-10 ステークホルダー協議」を参照。

2-2-4-3 その他

2-2-4-3-1 モニタリングフォーム案

工事開始前、工事中および供用時におけるモニタリングの結果を整理・報告するためのモニタリングフォーム案を示す。

表 2-30 住民移転モニタリングフォーム（工事開始前）

モニタリング項目	報告期間中の状況	完了期限
移転を必要とする非正規住民への代替用地の提供状況 (代替用地の場所、提供実施日、用地が提供された対象住民の氏名)		工事開始前
移転を必要とする非正規住民への移転費用の提供状況 (移転費用額、提供実施日、費用が提供された対象住民の氏名)		工事開始前
移転の実施状況および移転完了の確認 (移転開始日および完了日、移転が完了した対象住民の氏名)		工事開始前

表 2-31 大気汚染モニタリングフォーム（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
建設現場における適切な散水実施の有無		週 1 回
粉じん発生の有無（目視）		週 1 回
車両・機械の使用状況		週 1 回
車両・機械の保守管理記録		週 1 回

表 2-32 騒音モニタリングフォーム（工事中）

項目 (単位)	測定値 (平均 値)	測定値 (最大 値)	現地基準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所*2、 頻度、方法等)	頻度
騒音レベル	Db		55*			週 1 回

*：騒音源から 150 メートル内における商工業施設のある住宅地区、或いは公道に近い住宅地区における基準値（7:00-18:00）

*2：住宅地区で測定

表 2-33 HIV/AIDS モニタリングフォーム（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
保健衛生指導の実施記録 (対象者数、実施日時、指導内容)		月 1 回

表 2-34 労働環境（労働安全を含む）モニタリングフォーム（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
労働時間記録 (法定労働時間を超える労働者の有無)		月 1 回
労働時間に対する賃金支払い実績		月 1 回

表 2-35 事故モニタリングフォーム（工事中）

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
用地出入り口周辺における車両の運行状況 （交通法規遵守の確認）		週 1 回

表 2-36 廃棄物モニタリングフォーム（供用時）

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
浄水処理により発生した汚泥の量（月当たり）		月 1 回
発生した汚泥の処理方法・転用先		月 1 回

表 2-37 雇用・生計手段モニタリングフォーム（供用時）

モニタリング項目	報告期間中の状況	完了期限
転職斡旋および優先雇用に対する水売り業者からの依頼・応募の数		供用開始前
転職斡旋および優先雇用の実施内容 （対象者数、斡旋・雇用先）		供用開始前

2-2-4-3-2 環境チェックリスト

環境チェックリストを以下に示す。

表 2-38 環境チェックリスト（上水道）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIAレポート）等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) (b) (c) (d) スウェーデンでは、環境保護法（EPA）によりEFS（Environmental Feasibility Study）の実施・提出が定められている。EFSはJICA環境社会配慮ガイドラインの内容と整合性を有している。SWCにより実施・提出されたEFSは州審議会にて審議され、2014年12月に環境認証を得ている。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) (b) ステークホルダー協議を実施し、適切な説明を行い、理解を得ている。住民の意見を尊重し、事業に反映させている。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) Y	(a) 事業実施と事業なしの2案について、代替案の検討を行った。
2 汚染対策	(1) 大気質	(a) 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか。 (b) 作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか。	(a) N (b) N	(a) 設備からの大気汚染は発生しない。 (b) 施設から塩素による大気汚染は発生しない。
	(2) 水質	(a) 施設稼働に伴って発生する排水のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排水基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 施設から有害な排水は発生しない。
	(3) 廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 汚泥は肥料への転用を計画している。
	(4) 騒音・振動	(a) ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 騒音・振動の発生源となる施設は建物内に設置され、騒音防止対策が講じられるため、基準を超える影響は想定されない。
	(5) 地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a) N	(a) 地下水の揚水は行わない。
3 自然環境	(1) 保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 対象地域内に保護区は存在しない。
	(2) 生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 対象地域内に、原生林、熱帯の自然林、生態学的に貴重な生息地は存在しない。 (b) 対象地域内に、貴重種の生息地はない。 (c) 生態系への負の影響は想定されない。 (d) 水域環境に負の影響は想定されない。
	(3) 水象	(a) プロジェクトによる取水（地下水、地表水）が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 表水、地下水の流れに負の影響は想定されない。
4 社会環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y	(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) 事業用地は全て政府所有地であるが、非正規住民が対象地域周辺に居住しており、移転が必要となる可能性がある。非正規住民代表者を含むステークホルダー協議において、移転およびその補償の内容について、適切な説明が行われており、それらに対する住民からの合意も得られている。
	(2) 生活・生計	(a) プロジェクトにより住民の生活に対し悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか。	(a) Y (b) N	(a) 給水サービスが改善されることにより、水売り業者への負の影響が想定されるが、転職斡旋や優先雇用等の対策がSWCや州政府により実施される事が想定される。 (b) 既存の水利用や水域利用に負の影響を及ぼすことは想定されない。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 対象地域に考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 対象地域に特に配慮すべき景観は存在しない。
	(5) 少数民族、先住民	(a) 当該国の少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) (b) 対象地域に少数民族、先住民は存在せず、文化や生活様式に負の影響を及ぼすことは想定されない。
	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) (b) (c) (d) プロジェクト期間中は、工事請負業者は労働法を遵守し、労働者の安全を十分に考慮する。施工管理コンサルタントは工事請負業者に対して、労働法を遵守し、労働者の安全を十分に考慮するように指導するとともに、定期的に確認する。
5 その他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか。また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N (d) N	(a) 粉じんや騒音・振動の発生に対して、適切な緩和策を講じる。 (b) 自然環境に深刻な影響は予想されない。 (c) 社会環境に深刻な影響は予想されない。 (d) 道路渋滞の発生は予想されない。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) (b) (c) (d) 工事中および供用時において、モニタリングが計画・実施される予定である。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、ダム、河川に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a) N	(a) 河川に係るチェックリストの該当チェック事項を追加している。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a) 越境または地球規模の環境問題は想定されない。

また、河川に係るチェックリストのうち、追加した該当チェック事項を以下に示す。

表 2-39 環境チェックリスト（河川 該当事項のみ）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
2 汚染 対策	(1) 水質	(a) プロジェクトの実施によって下流の河川流量が変化（主に水位低下）すること等により環境基準等と整合しない区間が生じるか。	(a) N	(a) プロジェクト実施による河川からの取水量は河川流量から見てごく小さく、影響は最小限と想定される。
3 自然 環境	(4) 地形・地質	(a) 河川、水路掘削に伴い、計画地周辺の地形・地質構造の大規模な変化が生じるか。	(a) N	(a) プロジェクトによる大規模な地形変化はなく、地形・地質への影響は殆どないものと予想される。

2-3 その他（グローバルイシュー等）

2-3-1 組織・人員

(1) 大統領選挙

スーダンでは大統領選挙が 2015 年 4 月に予定されている。大統領選挙は 2010 年に直接選挙が実施され、与党国民会議党（NCP）のアル・バシール現大統領が再選された。次回選挙でも同党の候補として大統領の出馬が予定されているが、本選挙で政権交代が起こった場合には政情不安を招く可能性がある。その場合、本事業の実施への影響も考えられるため、関連情報に注意を払っていく必要がある。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

(1) 上位計画

スーダンでは、2007年に飲料水および衛生に関する国家25年計画(2007-2031)が公布され、スーダン全域における安定した水供給体制の確立を目標に掲げている。またこの計画に基づき、国営水公社(現水資源・電力省 飲料水・衛生局:以下 DWSU)により各州における水・衛生セクター戦略計画が策定されており、2011年には白ナイル州に対して策定されている。同戦略計画は2011年-2016年を対象年としており、2016年までに白ナイル州における給水率を100%にすることを目標としている。

しかし、本調査の結果によれば、現在のコスティ市での給水契約人口は、全人口の40%弱(推定給水契約人口101,676人 / 推定市内総人口266,022人)に過ぎず、その上、給水契約している家屋に対しても安全かつ安定した水の供給ができていないという事実が明らかになっている。本計画は、コスティ市において居住者に対し、安全かつ安定した水の供給を可能にするための支援を行うものであり、スーダンにおける国家計画、州での戦略計画の目的に合致するものである。

(2) プロジェクト目標

本事業は、白ナイル州コスティ市において、浄水場、配水管等の水道施設を建設することにより、同市における浄水能力の向上を図り、もって同市の住民に対する安全かつ安定した水供給に寄与することを目的とする。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記プロジェクト目標を達成するために、コスティ市に浄水場、配水管等の給水施設の建設とソフトコンポーネントの支援を行うものである。

(1) 給水施設の建設

給水計画の概要は以下の通り。

計画年次 : 2024 年

対象人口 : 382,565 人

計画浄水量 : 33,000m³/日 (処理能力算定の詳細は、「3-2-2-1 施設概要」「(7) 計画水量」「表 3-10 計画水量」を参照)

(2) プロジェクトのコンポーネント

白ナイル川から原水を取水し、新規浄水場で水処理された水道水は、コステイ市の給水区域に配水される。プロジェクトの概要を下図に示す。

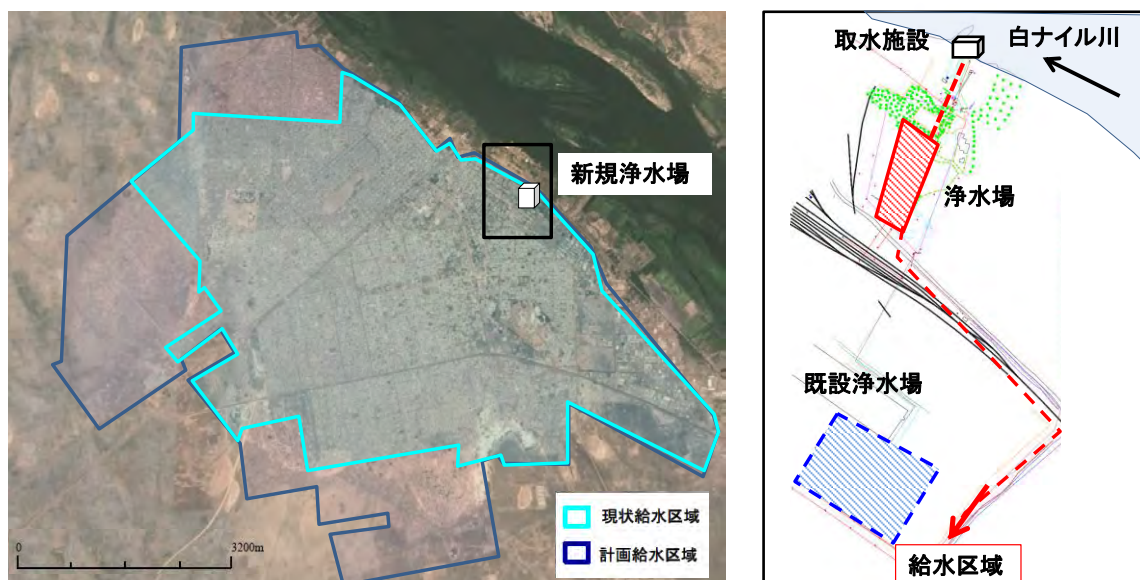


図 3-1 プロジェクト概要図

協力対象事業の主なコンポーネントは次表の通りである。

表 3-1 事業の主なコンポーネント概要

主要施設		仕様	数量
取水口施設		楕円柱形 RC 造 2 池構造	1 基
点検口		楕円柱形 RC 造 2 池構造	2 基
取水管		高密度ポリエチレン管 DN800 PN10	155m×2 式
取水ポンプ施設		矩形 水槽部・地下部：RC 造、 地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）	1 式
		取水ポンプ 4 台	4 台（予備 1 台）
電気室		柱梁 RC 造（壁 CB 積） 変圧器 1 台	1 式
導水管		T 形ダクタイル鋳鉄管 φ 600mm	144m
沈殿施設	着水槽	矩形 RC 造 1 池	1 式
	混和池	矩形 RC 造 2 池	
	フロック形成池	う流式、矩形 RC 造 2 池	
	沈殿池	横流式、矩形 RC 造 2 池	
急速ろ過棟		矩形 RC 造 8 池	1 式
浄水池		矩形 RC 造 4 池構造 半地下式	1 式
管理棟		矩形 水槽部・地下部：RC 造、 地上部：柱梁 RC 造（壁 CB 積）	1 式
		配水ポンプ 4 台（内予備 1 台）	1 式
薬品棟		柱梁 RC 造（壁 CB 積） 液化塩素、PAC 注入設備	1 式
付帯施設	原水流量計室	柱梁 RC 造（壁 CB 造）原水流量計 1 台	1 式
	衛生設備棟	柱梁 RC 造（壁 CB 造）運転員用トイレ、 シャワー	1 式
排水池		矩形 RC 造 2 池	1 式
		寸法（各池）：9.8m×45.6m×有効水深： 4.5m	
排水管		高密度ポリエチレン管 DN900 PN10	113m
配水本管		T 形ダクタイル鋳鉄管 φ 700mm	760m

(3) ソフトコンポーネント

本計画のソフトコンポーネントは、①白ナイル州水公社の給水事業経営に対する指導、②本プロジェクトにより建設される施設の維持管理、運用面での技術の向上、の 2 つのアプローチにより、新規施設が適切に運営されることを目標として実施する。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 要請内容

本計画は2013年5月付で先方政府から提出された要請書をもとに、調査を実施した。要請内容は以下のとおりである。

表 3-2 先方政府要請内容

No.	項目	形式	単位	数量
施設建設：計画浄水量：現在の施設能力 20,000 m ³ /日から 70,000 m ³ /日への増加				
1	取水施設		箇所	1
2	沈殿池	直径 33m、高 9m	基	2
3	急速ろ過池	350m ³ /時	式	1
4	浄水池	5,000m ³	池	2
5	配水ポンプ	2,000m ³ /時	式	1
6	導水管	φ 200mm	km	0.8
7	取水施設用制御盤（改修）		式	1
8	制御弁（改修）		箇所	34
9	沈殿池（改修）	90m ³ /時×2 池、240m ³ /時×2 池	池	4
10	急速ろ過池（改修）	30m ³ /時×6 池、60m ³ /時×8 池	池	14
11	管理棟		棟	2
機材調達				
1	四輪駆動車両	四輪駆動ピックアップ	台	2
2	クレーン付トラック		台	1
3	バックローダー		台	1
4	配水管材料	高密度ポリエチレン管 8”～10”	km	22
ソフトコンポーネント				
1	操作指導		式	1

この内、2014年4月に署名された協議議事録の中で、機材調達の1. 四輪駆動車両、2. クレーン付きトラック、3. バックローダーについては、要請から削除することで合意された。

3-2-1-2 基本方針

本計画は、老朽化した既存浄水場に替わる新規浄水場（日最大浄水量 33,000m³/日）を建設し、水量および水質の向上を図るものである。計画にあたっては、現地調査の結果をもとに、必要な施設能力を決定するとともに、既存施設の活用の可否についても検討を行った。

(1) 既存施設の改修利用の有効性

既存施設に関しては、本調査において主要な施設および設備の機能診断を実施した。診断に際しては、各施設および設備の設置年次、現状での能力を目視および関係者への聴取により調査した他、コンクリート躯体については、テストハンマーによる強度測定を実施し、総合的に判断した。

診断の結果、既存施設の多くは老朽化、劣化等が顕著に進行しており、改修により利用可能と判断されるものは、1990年代に建設された急速ろ過棟および浄水池のみと判断された。

そのため、これらの既存施設を改修し、能力の不足分を新規施設により補う場合と、新しい土地に新規施設を建設し、既存施設を改修しない場合を下表のとおり比較し、検討を行った。

表 3-3 既存施設＋新規施設建設の場合と新規施設建設のみの場合の比較

	既存施設改修利用＋新規施設建設 (11,000 m ³ /日+22,000 m ³ /日)	新規施設建設のみ (33,000 m ³ /日)
事業費	110	100
	△	◎
必要な施工期間	36ヶ月	28ヶ月
	△	◎
運営維持管理の 容易さ	管理施設が分散し、比較的難しい	施設が集中しているため比較的容易
	△	◎
運営維持管理費用	108	100
	△	◎
運営維持管理に 必要な人員体制	36名	23名
	△ 施設が分散しているため 必要な人員多	◎ 施設が集中しているため 必要な人員少
判定	△	◎（採用）

※ 計画浄水量 33,000 m³/日と仮定した場合の比較

※ 事業費、運営維持管理費用については、「新規建設のみ」の場合を 100 とした場合の数値

上表のとおり、経済性、工期、運営維持管理性のすべての面において、新規施設建設のみとした場合が、既存改修利用と新規施設建設を行った場合を上回ったため、本計画では、既存施設の改修は行わず、新規に建設した施設のみで必要な生産能力を確保する方針とした。

(2) 計画給水区域および計画給水量の決定

本計画では、先方政府からコスティ市全域を計画給水区域とし、住民全員に給水するよう要望があったが、その場合の運転・維持管理費（減価償却費を含む）の増加や、先方負担事項となる配水管の更新、拡張の実現可能性等を考慮し、総合的に判断を行った。具体的には、以下の3案を策定し、比較検討を行った。

- 案A： コスティ市居住の世帯全体に対し給水を行う
- 案B： 既存給水区域世帯全体に対し給水し、拡張区域の世帯は給水ポイントによる給水原単位を設定する
- 案C： 既存給水区域の内、現在の水道契約率（56%）と同じ割合の世帯のみ給水、その他（既存給水区域非契約世帯および拡張区域世帯）は給水ポイントによる給水原単位を設定する

表 3-4 計画給水区域および計画給水量における各案の対象人口

区域	給水人口	2014年	2024年		
			案A	案B	案C
既存給水区域	水道契約	101,676	260,144	260,144	145,681
	水道契約以外	79,219	0	0	114,463
拡張区域	水道契約	0	122,421	0	0
	水道契約以外	85,127	0	122,421	122,421
合計		266,022	382,565	382,565	382,565

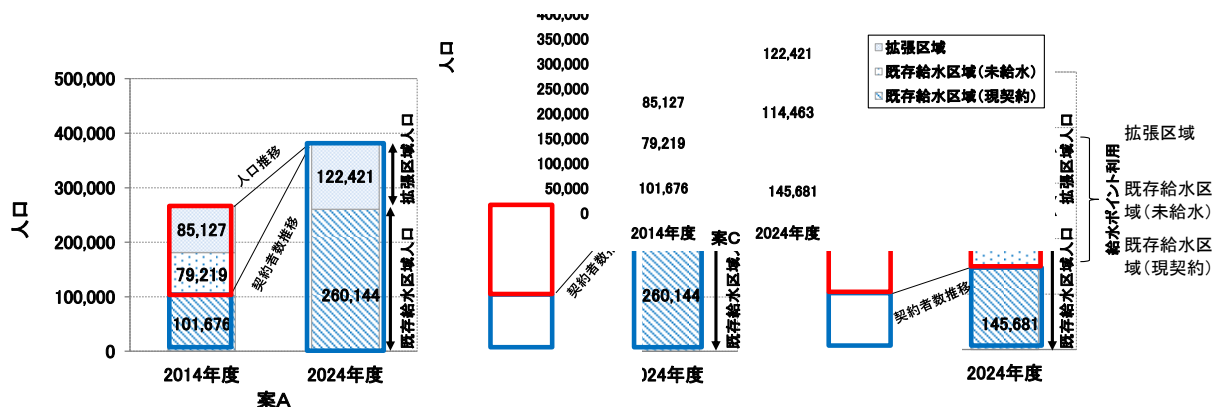


図 3-2 計画給水区域および計画給水量における各比較案の概念図

表 3-5 計画給水区域および計画給水量における各案比較表

		案 A	案 B	案 C
計画浄水量	(m ³ /日)	61,000	48,000	33,000
給水対象人口	水道契約	382,565 人	260,592 人	140,720 人
	市人口に対する割合	100.0%	68.1%	36.8%
	給水ポイント利用	0 人	121,973 人	241,845 人
	市人口に対する割合	0.0%	31.9%	63.2%
配管更新・拡張計画	総延長	758,365m	580,040m	218,840m
	費用	18,070 千円	13,940 千円	8,794 千円
	州政府工事予算に占める割合	19.4%	15.0%	9.4%
	給水装置工事費用 (住民負担)	19,230 千円	14,295 千円	9,445 千円
事業費・工期	総事業費	4,270 百万円	3,762 百万円	2,939 百万円
	必要な施工期間	32 ヶ月	30 ヶ月	28 ヶ月
運営維持管理	管理費見込み	559 百万円/年	456 百万円/年	345 百万円/年
	必要な人員体制	23 名	23 名	23 名
費用対効果	裨益者 1 人当り事業費	10.3 千円	9.0 千円	7.7 千円
	計画配水量 m ³ 当り事業費	67.2 千円	76.4 千円	94.8 千円
総合評価		△	△	◎
		施設規模、配管更新・拡張計画の実施に係る費用が大きく実現性に乏しい。また、事業費も甚大	施設規模、配管更新・拡張計画の実施に係る費用が大きく実現性に乏しい。また、事業費も大	現在の契約率をもとに算出されており、現実的である。配管更新・拡張計画の実施に係る費用が州政府予算の 10%未満となり負担が比較的少ない

上表に示す検討の結果、施設規模、配管更新・拡張計画の実施に係る費用ともに現実的な案 C を採用することとした。詳細な水量の算定方法については、「3-2-2-1 施設概要」において記載する。

3-2-1-3 設計方針

(1) 自然条件にかかる方針

本計画において留意が必要な自然条件は、主に気象／気候条件と地質条件である。白ナイル川に建設を予定する取水施設については、河川水位の変動等の影響を受けるため、調査結果をもとに慎重に設計を行なった。また、白ナイル川河川内においては、表層に軟弱なシルト層が堆積しているため、取水口施設および点検口施設においては杭基礎等の対策を施す。新規浄水施設に関しては、敷地の現地盤高が河川の計画高水位よりも高いため、盛土等の対策は行わず、現地盤高を計画地盤高とする。また、敷地の地耐力については、沈殿池等の重構造物の建設に対して一部不足しているため、必要に応じて、安定処理等の対策を計画する。

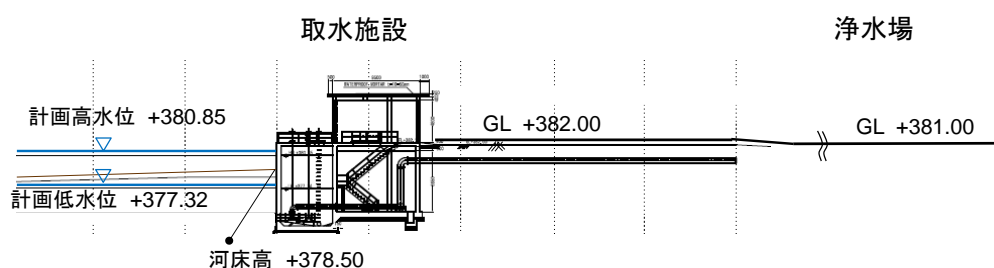


図 3-3 河川水位および地盤高

(2) 建設事情／調達事情にかかる方針

本計画における構造物は、主に鉄筋コンクリート（RC）造あるいはコンクリートブロック（CB）積であり、現地の建設事情と照らしても、特に特殊な工法はないため、通常の機械で施工が可能である。ただし、取水施設建設にかかる仮設工事に必要となる鋼矢板等の部材は、スーダン内で普及していないため、本邦あるいは第三国から輸入する方針とする。また、取水施設建設にあたっては基礎杭の施工を計画しているが、鋼管を用いた場所打ち杭工法がスーダンでは一般的に採用されているため、今回の計画でもその工法を採用した。

(3) 実施機関の運営維持管理能力にかかる方針

WNSWC は、これまで長期に渡り既存のコスティ浄水場をはじめ複数の浄水場を運営しているが、その運営方針は場当たりのため、本計画で建設を予定している施設を運営維持管理するには現状十分とは言えない点がある。そのため、現在、本邦の技術協力プロジェクトとして実施している HRDPW-2 の中で、白ナイル州水公社の職員を対象として「水道料金管理」、「組織管理」等の研修を行い、管

理能力を強化中である。また、技術面についても同プロジェクトにおいてコストィ浄水場職員に特化した「機械・電気設備維持管理および機材管理」に関する研修を行っている。本計画においても、ソフトコンポーネントを実施し、経営面、施設運営・維持管理面等において、施設運営にかかる人材の能力向上を図る。

(4) 環境社会配慮に係る方針

取水施設、浄水施設の計画位置は、非正規住民の居住区と一部重複しているものの、先方政府により今後適正に移転が進められることとなっている。一方、その他住民の居住区からは距離があるため、騒音、振動等の問題が発生することはないと考えられる。河川内に取水施設を建設するにあたっては、掘削に伴い、濁水等が発生する可能性が考えられるため、仮設計画において、鋼矢板等による仮締切を計画し、工事により発生した濁水が直接河川内に排出されることのないよう留意する。

3-2-2 基本計画（施設計画/機材計画）

本計画は、新規に取水施設、浄水施設を建設するとともに、既存の配水管網に接続するための配水本管を布設し、既存の給水システムを拡張するものである。

3-2-2-1 施設概要

本計画における計画条件および施設の概要は以下のとおりである。

(1) プロジェクト対象区域

本計画では、コストィ市の住民居住区域全域をプロジェクト対象区域とする。既存の配水管網が既に設置されている区域（以下、既存給水区域とする。）については、水道契約および給水ポイントからの給水、本計画により現在の給水区域から拡張される区域（以下、拡張区域とする。）については、給水ポイントからの給水として計画水量を算定する。

(2) 計画目標年

本計画では、計画策定から 10 年後の 2024 年を計画目標年とする。計画目標年はプロジェクト完了後、約 5 年後に相当する。

(3) 計画給水原単位

WNSWCの規定に基づき、給水原単位を以下のとおり設定する。

〈水道契約世帯〉

1 級世帯・・・150 L /人/日

2 級世帯・・・100 L /人/日

3 級世帯および料金支払免除世帯・・・70 L /人/日

目標年次の時点で、水道契約に至らないと想定される市民（既存の給水区域の一部および拡張区域の全域）に対する給水原単位については、スーダン側との協議の結果に基づき、以下のとおり設定する。これらの市民に対しては、浄水場から個人事業者等を介した直接給水、または共同水栓（給水ポイント）での給水が考えられる。

〈水道契約に至らない世帯〉

既存給水区域・・・35 L/人/日

拡張区域・・・20 L/人/日

なお、工業用水・商業用水量等を含む事業用水量は、現地状況を勘案し、上記給水量に10%を加算水量として見込むこととする。

(4) 計画漏水率および計画有効率

現地調査における総配水量測定の結果から、現在の既存給水区域における漏水率は約34%と考えられるが、白ナイル州政府により既存管の大部分が更新される計画であるため、計画漏水率は、スーダンにおける「浄水場建設・管理のための技術ガイドライン」（以下、浄水場ガイドライン）に記載のある標準値の下限値を採用し20%とする。よって、計画有効率は80%（100%-20%=80%）となる。

(5) 計画負荷率

通常、計画負荷率は過去の実績値や気象、渇水等による変動条件に留意して、都市の実情に応じて設定するが、コスティ市においては、給水量の測定実績がないため、想定することが困難である。

そのため、本計画においては、スーダンにおける先行案件である「スーダン国カッサラ市給水施設改善計画」（以下、カッサラ無償案件とする。）で使用している計画負荷率0.77を流用することの妥当性を検証することとする。カッサラ無償案件での計画対象人口204,739人に対し、本計画は382,565人である。カッサラ無償案件の2倍近い人口規模となるが、本邦の水道施設設計指針(2012)

では、人口規模「10万～25万人未満」の場合と「25万～50万人未満」の場合の負荷率の実績範囲はほぼ同一となっており、人口規模による差異は生じないと考えられる。また、WNSWCにおいて、2006年にポンプの稼働時間から月ごとの流量変動を整理しており（表2-5参照）、その結果から水使用量最大月と平均との割合を算出すると0.85となる。月内における水使用量の日変動を10%程度と仮定すると、計画負荷率0.77は妥当であると判断される。

年間平均送水量 = 495,000m³/月

6月(送水量が最大となる月)の送水量=585,000m³/月

年間平均送水量 / 6月の送水量=495,000 / 585,000=0.85

表 3-6 配水量（月別）

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
配水量 (千 m ³)	420	450	465	480	525	585	540	510	540	480	480	465	495

※ 2006年実績

※ コスティ浄水場の全配水ポンプの稼働時間から推計した値（コスティ浄水場長推計）

(6) 計画給水人口

スーダン中央統計局によると、2014年におけるコスティ市における人口の推計値は、266,022人とされている。この人口は、コスティ市に定住し州政府に登録されている人口であり、拡張区域等に定住している移民人口を含んでいる。

<適用推定曲線の決定>

コスティ市における連続的な人口推定データは無いが、白ナイル州における2018年までの人口推計は、スーダン国内閣府中央統計局により公開されているため、そのデータを利用して2024年までの人口の推移を推定する。推定に用いる算式については、本邦の水道施設設計指針（2012年版）に掲載されている7種類の算式の内、人口増加傾向にある場合に適用する5種類の算式と、中央統計局の2018年までの推計データを比較し、傾向が比較的近似する算式を採用する。

検討する算式は以下のとおりである。

- ① 年平均増減数式 $y=ax+b$
- ② 年平均増減率式 $y=y_0(1+r)^x$
- ③ 修正指数曲線式 $y=K-abx$
- ④ ベキ曲線 $y=Axa$
- ⑤ ロジスティック曲線式 $y=K(1+e(a-bx))$

中央統計局が公開している白ナイル州における 2018 年までの人口推計結果は以下のとおりである。

表 3-7 人口推計（中央統計局）

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1,730,588	1,795,888	1,866,734	1,936,609	2,012,188	2,086,650	2,162,786	2,244,619	2,324,444	2,410,260	2,493,880

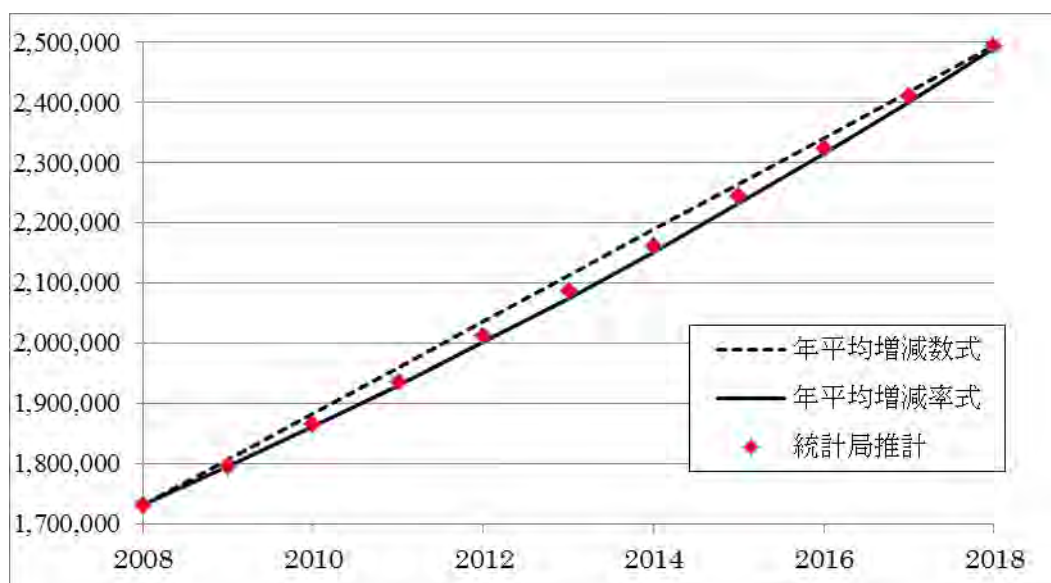


図 3-4 人口推計

グラフの傾向から、人口増加の傾向は、①の年平均増減数式で算出される比例増加の場合と比較し、右下に垂れた形となっており、飽和数に漸増する③修正指数曲線、人口増加率が年々増加する④べき曲線、S字を描く⑤ロジスティック曲線式とは傾向が異なる。また、①の年平均増減数式、②年平均増減率式との相関係数を計算すると、それぞれ①0.999285、②0.999904 となり、相関係数が比較的 1 に近い②の年平均増減率式を採用することが適当と判断される。

2008 年から 2018 年までの人口増加率を算出すると、以下の表のとおりとなる。

表 3-8 人口推計結果(年平均増減率)

年	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
人口増加率	1.038	1.039	1.037	1.039	1.037	1.036	1.038	1.036	1.037	1.035

人口増加率は概ね 1.035 から 1.039 の間で推移しているため、2018 年以降を推計する場合には、平均値 1.037 を使用することが妥当と考えられる。そのため、中央統計局による 2014 年のコスティ市推計人口をもとに、2024 年のコスティ市の人口を推計すると、以下の通りとなる。

$$266,022 \text{ 人} \times (1.037)^{10} = 382,565 \text{ 人}$$

<各級における給水対象人口の推計>

コスティ市におけるブロック毎の人口を集計した資料は存在しないため、既存給水区域と拡張区域の人口については、地域面積をもとに人口を配分し推計を行った。既存給水区域の面積は、住民居住区域全体の 68%を占めるため、給水対象人口の配分は以下のとおりとなる。

$$\text{既存給水区域} \cdots 382,565 \times 0.68 = 260,144 \text{ 人}$$

$$\text{拡張区域} \cdots 382,565 - 260,144 = 122,421 \text{ 人}$$

また、既存給水区域における給水契約率は、現況から大幅な変更はないものと仮定し、現在の給水契約率 56%を乗じて配分する。

既存給水区域における

$$\text{給水契約対象者} \cdots 260,144 \times 0.56 = 145,681 \text{ 人}$$

$$\text{給水契約対象外} \cdots 260,144 - 145,681 = 114,463 \text{ 人}$$

各級における人口比率については、計画対象年においても現在と変わらないものとし、現在の人口比率を乗じて算出する。

表 3-9 給水対象人口

	2014年時点での 推計人口	割合 (%)	2024年における 給水対象人口
1級契約者	3,126	3	4,370
2級契約者	6,366	6	8,741
3級契約者および 料金支払い免除者	92,184	91	132,570
小計	101,676	100	145,681
既存給水区域 契約対象外	79,219	-	114,463
拡張区域	85,127	-	122,421
総計	266,022	-	382,565

(7) 計画水量

上記をもとに各計画水量を計算した結果を以下に示す。計画取水量、導水量の算定にあたっては、本邦の水道施設設計指針の記載に基づき、10%の加算率を、計画浄水量の算定にあたっては、5%の加算率を乗じて算出している。

表 3-10 計画水量

項目		諸元		計画水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)		
家庭用水量	1級契約者	150 L/人/日	4,370 人	656		
	2級契約者	100 L/人/日	8,741 人	874		
	3級契約者および 料金支払い免除者	70 L/人/日	132,570 人	9,280		
	契約対象外 (既存給水区域)	35 L/人/日	114,463 人	4,006		
	契約対象外 (拡張区域)	20 L/人/日	122,421 人	2,448		
	小計	382,565 人		17,264		
事業用水量			10 %	1,726		
計	①			18,991		
計画有効率	②			80 %		
日平均給水量	③=①/②			23,738		
計画負荷率	④			77 %	計算値	計画値
日最大給水量	⑤=③/④			30,829	31,000	
加算率(取水・導水)	⑥			10 %		
計画取水量	⑦=⑤×(1+⑥)			34,100	35,000	
加算率(浄水)	⑧			5 %		
計画浄水量	⑨=⑦×(1+⑧)			32,550	33,000	

(8) 施設概要

今回の計画に含まれる施設の概要は以下のとおりである。

表 3-11 各施設の概要

主要施設	数量	仕様	
取水施設：計画取水量：35,000m ³ /日			
取水口施設	1基	楕円柱形 RC造 2池構造	
点検口	2基	楕円柱形 RC造 2池構造	
取水管	310m	高密度ポリエチレン管 DN800 PN10	
取水ポンプ施設	1棟	矩形 水槽部・地下部：RC造、地上部：柱梁 RC造（壁CB積）	
		取水ポンプ4台（内予備1台） 容量 8.1m ³ /分，全揚程 20 m 電動機出力 45kW	
電気室	1棟	柱梁 RC造（壁CB積） 変圧器1台：11000/415-240V 300kVA 非常用発電装置1台：250kVA	
導水施設：計画導水量：35,000m ³ /日			
導水管	144m	T形ダクタイル鋳鉄管 φ600	
浄水施設：計画浄水量：33,000m ³ /日			
沈殿施設	着水槽	1式	矩形 RC造 1池
	混和池		矩形 RC造 2池
	フロック形成池		う流式，矩形 RC造 2池
	沈殿池		横流式，矩形 RC造 2池
急速ろ過棟	1棟	矩形 RC造 8池	
浄水池	1式	矩形 RC造 4池構造 半地下式	
管理棟	1棟	矩形 水槽部・地下部：RC造、地上部：柱梁 RC造（壁CB積）	
		配水ポンプ4台（内予備1台） 容量 12.2m ³ /分，全揚程 60 m 電動機出力 160kW 変圧器1台：11000/415-240V 1000 kVA 非常用発電装置1台：1000 kVA	
薬品棟	1棟	柱梁 RC造（壁CB積） 塩素注入設備 消毒剤：液化塩素 最大注入率：5 mg/L 凝集剤注入設備 凝集剤：PAC 最大注入率：65 mg/L	
付帯施設	原水流量計室	1棟	柱梁 RC造（壁CB造）原水流量計 1台
	衛生設備棟	2棟	柱梁 RC造（壁CB造）運転員用トイレ、シャワー
排水施設：			
排水池	1式	矩形 RC造 2池	
		寸法（各池）：9.8m×45.6m×有効水深：4.5m	
排水管	113m	高密度ポリエチレン管 DN900 PN10	
配水施設：計画配水量：31,000m ³ /日			
配水本管	760m	T形ダクタイル鋳鉄管 φ700	

3-2-2-2 取水施設計画

(1) 施設計画

1) 取水施設計画

計画取水量は、計画一日最大給水量 31,000m³/日に予備 10%を見込む。計画取水量の算出方法は以下の通りである。

$$\text{計画取水量} = 31,000\text{m}^3/\text{日} \times 1.1 = 34,100\text{m}^3/\text{日} \approx 35,000\text{m}^3/\text{日}$$

既存の取水施設は白ナイル川を水源として 3 つの取水施設から成る。次図に既存施設の概要を示す。取水施設 A は 1947 年に建設され、浅井戸方式となっている。取水施設 B は突堤型で 1998 年に建設され、取水方法は、取水ポンプ施設から取水管を 50m 程度突き出しており、直接河川水を取水している。取水施設 C は 1942 年に建設され、取水施設 B と同様に、取水管から直接河川水を取水している。取水施設 A は、鋼材による簡易構造であり、一部の壁がないため、取水ポンプが防護できていない状況である。取水施設 B, C は RC および CB 積構造であり、躯体に著しい劣化はないものの導水管の一部に漏水が見られる。既存の取水施設 A、取水施設 C の躯体は建設から 50 年以上経過している。また、取水施設 B は建設後 16 年経過しており、現状著しい劣化は見られないものの、取水管とポンプ室との接合部等から浸水の恐れがあり、機械・電気設備の劣化が著しいため、改修は困難と判断される。そのため、本計画では新規に取水施設を建設することとする。

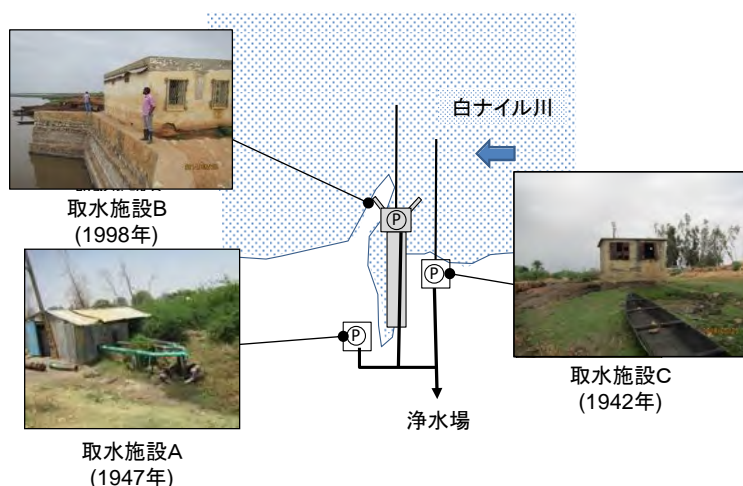


図 3-5 既存の取水施設

2) 取水方式の検討

取水方式は、取水性能、施工性、維持管理性、安全性、経済性、河川環境への影響（施工時、運転時）、スーダンでの実績を総合的に判断して選定する。取水位置周辺の白ナイル川は遠浅の河床であり、いずれの取水方式においても、取水位置は水深 2m 以上ある地点となる。取水方式は下表に示す 8 案について検討した。比較検討した結果、案 8 の取水管式（選択取水無し）を採用する。

表 3-12 取水方式の比較検討

		案1 棧橋式	案2 フロート式	案3 取水管式
概略図				
仕様		<ul style="list-style-type: none"> 取水塔 W14.0m×L20.0m×H13.5m 棧橋 B6.5m×L150m 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備・クレーン一式 仮設工 締切矢板 L=150m 	<ul style="list-style-type: none"> フロート W8.0m×L13.5m×H5.0m フレキシブルパイプ φ700×5m 棧橋 B6.5m×L150m 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備一式 仮設工 締切矢板 L=150m 	<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H13.5m 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備・クレーン一式 仮設工 締切矢板 L=150m HDPE DN710×2本 L=150m×2 取水口管理施設
施設概要		<ul style="list-style-type: none"> 取水塔を設置し取水口より取水する。 棧橋は、ポンプ運搬のため大型車両が搬入できる構造とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性のフロートにポンプを設置。 棧橋は、ポンプ運搬のため大型車両が搬入できる構造とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管（流速0.6m/s以下）を通じて岸壁の取水塔に導水する。 HDPE管で取水する。
取水性能		<ul style="list-style-type: none"> 取水塔設置位置において、低水位より2m程度の水深確保が必要。 水位変動があっても安定的な取水が可能。 河川水位に応じた選択取水が可能。（上下段にゲートを設置） 下段取水ゲートの位置をLWL程度に設置するため、1～1.5m程度の堆砂には対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> フロート設置位置において、低水位より2m以上の水深確保が必要。 主に水位変動が大きい場合に用いられ、遠浅の地形には不向き。 水位が浅くなると水底の泥等を吸い込む可能性が高い。 堆砂の影響は受けにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床と低水位の差が2m程度の位置に取水口を設置し導水するため、河床の状態の影響を受けにくい。 取水位置での目詰まりを防ぐため、取水口にスクリーンを設置した管理施設を設ける。 管理施設の上下段にゲートを設置することで選択取水が可能。1～1.5m程度の堆砂には対応可能。
		◎(3)	△(1)	◎(5)
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 取水塔および棧橋建設時には段階的な締切排水が必要。 基礎杭が橋脚を兼ねるため、杭数は多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 棧橋建設時には段階的な締切排水が必要。 フロートの設置には慎重を要する。 基礎杭が橋脚を兼ねるため、杭数は多い。 電力および制御ケーブルをフロートまで敷設する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管および管理施設建設時には締切排水が必要。 河川内での施工量は比較的小さい。
		△(1)	△(1)	◎(5)
維持管理性		<ul style="list-style-type: none"> 棧橋を重機が走行できるため、取水ポンプの交換が容易である。 取水ポンプがドライピットに設置されるため、維持管理が容易である。 取水管が露出しており、管路の維持管理は容易。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプの交換時には、棧橋上からクレーンで吊り込む必要があり、河川状況、気象条件の影響を受けやすい。 取水管が露出しており、維持管理は容易。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプがドライピットに設置されるため、維持管理が容易である。 取水管の閉塞防止のため、定期的な逆流洗浄により取水管を清掃する必要がある。 取水管閉塞等の問題発生時には、管理施設から管内を目視確認、対応することができる。 取水管は河川地中に埋設されており、修繕時には、締切排水の必要が生じる。
		◎(5)	◎(3)	◎(3)
安全性		<ul style="list-style-type: none"> 取水口はゲートであり、常に安定した取水をする事ができる。 取水塔が河川内にあるため洪水時に影響を受ける可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> フレキシブルパイプの耐久性の面で他案と比べ安全性に劣る。 フロート部分が洪水時に流される可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管が閉塞した場合、取水量に制限が生じるが、定期的な逆流により回避可能である。 洪水時に河川内の取水管および管理施設が影響を受けやすい。
		◎(3)	△(1)	◎(3)
経済性		225 (百万円)	270 (百万円)	205 (百万円)
		◎(3)	△(1)	◎(3)
河川環境への影響	施工時	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
	運転時	棧橋の橋脚および幅14mの取水塔が河川中に位置するため、水流の阻害が考えられる。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	棧橋の橋脚が河川中に位置するため、多少水流の阻害が考えられるが、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	管理施設（幅5m程度）が河川中に位置するため、多少水流の阻害が考えられるが、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
		△(1)	◎(3)	◎(3)
評価		16	10	22
「ス」国内での実績（参考）		ゲジラア浄水場（白ナイル州：白ナイル川取水）	シンジャ浄水場（センナール州：青ナイル川取水） ワグニアル浄水場（センナール州：青ナイル川取水）	なし

※◎5点、○3点、△1点とした。

		案4 取水枠式	案5 運河引込式	案6 ポンプ吸込式
概略図				
仕様		<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H13.5m 取水枠 W5.0m×L5.0m×H3.0m×5箇所 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備・クレーン一式 仮設工 締切矢板 L=170m HDPE DN710×5本 L=170m×5 	<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H13.5m 擁壁設置 H2.0m(平均)×L100m×両側 河床 ふんかご W2.0m×L100m 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備一式 仮設工 締切矢板 L=100m 	<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H10m 小型栈橋 B1.5m×L150m 両吸込渦巻きポンプ4+1台 機電設備 クレーン一式 仮設工 締切矢板 L=150m
施設概要		<ul style="list-style-type: none"> 水中に取水枠を設置し取水する。 取水枠内には砂利を充填。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床を掘削し、河川内に小規模な運河を建設。 運河により取水施設まで原水を引き込む。 	<ul style="list-style-type: none"> 配管先端を低水位以下に設置する。 取水位置までは小型栈橋を建設。
取水性能		<ul style="list-style-type: none"> 取水枠の先端高は、低水位より0.5m程度の水深を確保する必要がある。 選択取水は不可。 取水枠によるスクリーン効果は期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ゲートを取水施設の上下段に設けることにより、選択取水が可能。 大量取水に適している。 	<ul style="list-style-type: none"> サクシオンより取水する。高水位時にはサクシオンパイプが水面下に位置する。
		○(3)	○(3)	△(1)
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 取水管布設および取水枠建設時には締切排水が必要。 河川内での施工量は比較的少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床を掘削するため、締切排水が必要。 河床に擁壁を設置し、河道を作るが仮設距離が他案より短くなるため施工量が比較的少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 栈橋建設時には段階的な締切排水が必要。 基礎杭が橋脚を兼ねるため、杭数は多い。
		◎(5)	◎(5)	△(1)
維持管理性		<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプがドライピットに設置されるため、維持管理が容易である。 取水枠の閉塞防止のため、定期的な逆流洗浄により取水管を清掃する必要がある。 取水管式と比較すると、取水枠閉塞のリスクは高い。 取水管は河川地中に埋設されており、修繕時等には、締切排水の必要が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> 運河内には土砂の堆積が予想されるため、定期的に運河内を締切排水し、清掃する必要がある。 河川の土砂の堆積状況によっては、清掃が頻繁となり維持管理費用が高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水位置の定期的な維持管理が必要。 真空ポンプ等、故障が発生した場合の修繕は困難。 取水管が露出しており、管路の維持管理は容易。
		△(1)	△(1)	△(1)
安全性		<ul style="list-style-type: none"> 取水枠が閉塞した場合、取水量に制限が生じるが、定期的な逆流により回避可能である。 低水位時のボート等の取水枠への衝突を防ぐため、目印の設置が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川上への突出がないため、安全面での影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> サクシオンとなるため、ポンプ故障につながる可能性は高い。
		◎(5)	◎(5)	△(1)
経済性		210(百万円)	165(百万円)	175(百万円)
		○(3)	◎(5)	◎(5)
河川環境への影響	施工時	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、5%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
	運転時	取水枠が河川中に位置するため、多少水流の阻害が考えられるが影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河床内を掘削するため、一部の水の滞留等が発生する恐れはある。船舶等の航行への影響はない。	栈橋の橋脚が河川中に位置するため、水流の阻害が考えられる。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
		○(3)	△(1)	○(3)
評価		20	20	12
「ス」国内での実績(参考)		なし	<ul style="list-style-type: none"> 発電設備取水施設(白ナイル州ラバック市) ※ ただし実績は、河川の高水位以上に突出した堰堤を建設したものの。 	なし

※◎5点、○3点、△1点とした。

		案7 取水管+ラグーン式	案8 取水管式 (選択取水無し)
概略図			
仕様		<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H13.5m 両吸込渦巻きポンプ4+1台・機電設備・クレーン 一式 仮設工 締切矢板 L=200m HDPE DN710×2本 L=200m×2・ラグーン V=93,000m³(滞留時間3日間) 	<ul style="list-style-type: none"> 取水施設 W14.0m×L20.0m×H13.5m 両吸込渦巻きポンプ4+1台・機電設備・クレーン 一式 仮設工 締切矢板 L=160m HDPE DN800×2本 L=155m×2・取水口管理施設 ・点検口(50m毎)
施設概要		<ul style="list-style-type: none"> 取水管(流速0.6m/s以下)を通じて岸壁のラグーンに導水する。 ラグーンにて原水濁度を安定させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管(流速0.6m/s以下)を通じて岸壁の取水塔に導水する。 HDPE管で取水する。
取水性能		<ul style="list-style-type: none"> 河床と低水位の差が1m程度の位置に、取水管を設置するため、河床の状態の影響を受けやすく、高濁度対応が必要である。 ラグーンにより、濁度を安定させるが、白ナイル川の濁度成分は沈降が遅いため、滞留時間として3日間程度必要となる。そのため、ラグーンは大規模なものとなる。 将来の河床への堆砂に対しては対応が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床と低水位の差が2m程度の位置に取水口を設置し導水するため、河床の状態の影響を受けにくい。 取水位置での目詰まりを防ぐため、取水口にスクリーンを設置した管理施設を設ける。 1～1.5m程度の堆砂には対応可能。 選択取水は不可。
		△(1)	○(3)
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 取水管布設時には締切排水が必要。 ラグーン建設は大規模工事となる。 既存突堤が利用できないため、河川内での取水管延長は長くなる。 河川近隣でのラグーン用地取得の可否が不明。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管および管理施設建設時には締切排水が必要。・河川内での施工量は比較的少ない。
		△(1)	◎(5)
維持管理性		<ul style="list-style-type: none"> 原水に河床の泥を巻き込む恐れが高いため、取水管の頻繁な維持管理が必要。 取水ポンプはドライピットに設置されるため、維持管理が容易である。 取水管は河川地中内に埋設されており、修繕時等には、締切排水の必要が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプがドライピットに設置されるため、維持管理が容易である。 取水管の閉塞防止のため、定期的な逆流洗浄により取水管を清掃する必要がある。 取水管閉塞等の問題発生時には、管理施設から管内を目視確認、対応することができる。 取水管の維持管理は、50mおきに設置された点検口を使用して実施できる。
		△(1)	◎(5)
安全性		<ul style="list-style-type: none"> 取水管閉塞のリスクは比較的高い。 ラグーンへの転落防止対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 取水管が閉塞した場合、取水量に制限が生じるが、定期的な逆流により回避可能である。 低水位時のボート等の管理施設への衝突を防ぐため、目印の設置が必要。
		△(1)	◎(5)
経済性		480(百万円)	200(百万円)
		△(1)	○(3)
河川環境への影響	施工時	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、6～7%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	河川を一部締め切るが、河川の全幅に対し、7～8%程度の延長であり、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
	運転時	河川内には管路のみの布設であるため、河川環境への影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。	管理施設(幅5m程度)が河川中に位置するため、多少水流の阻害が考えられるが、影響は少ない。また、船舶の航路からは離れており航行上の問題はない。
		◎(5)	○(3)
評価		10	24
「ス」国内での実績(参考)		<ul style="list-style-type: none"> ケナナ砂糖工場 ※ ただし取水管ではなく、運河+ラグーン式 	<ul style="list-style-type: none"> ラバック浄水場(白ナイル州:白ナイル川取水) ※ 管理施設はなし。

※◎5点、○3点、△1点とした。

3) 取水地点の検討

新規取水施設を計画するにあたり、取水地点について以下の検討を行った。第1案は、既存取水施設の上流側に設置する。第2案は、既存取水施設Bを取り壊して、既存の突堤を利用して新規取水施設を設置する。第3案は、既存取水施設の下流側に設置する。取水地点の比較を下表に示す。比較検討した結果、第3案を採用する。

表 3-13 取水地点の比較検討

	第1案	第2案	第3案
概念図			
施工性	問題なし	既設の取水施設Cの取水口に注意して施工する。	問題なし
	○ (3)	△ (1)	○ (3)
安全性	問題なし	問題なし	問題なし
	○ (3)	○ (3)	○ (3)
経済性	131(百万円)	129(百万円)	130(百万円)
	○ (3)	○ (3)	○ (3)
施工中の影響	既存の取水施設の上流側で河川の仮締切工事を行うため、工事期間中に濁水の発生が懸念される。	問題なし	問題なし
	△ (1)	○ (3)	○ (3)
将来性	既存取水施設Bの突堤を使用して新たに取水施設を増設しやすい。	取水施設を増設する場合は新たに突堤を作る必要がある。	既存取水施設Bの突堤を使用して新たに取水施設を増設しやすい。
	○ (3)	△ (1)	○ (3)
先方の意向	◎確認済み	◎確認済み	◎確認済み
評価	13点	11点	15点 (採用)

4) 設計仕様

取水施設は、取水口施設、点検口施設(2基)、取水ポンプ施設から構成される。主な仕様を下表に示す。取水口施設の位置は、水深2m以上必要であるため、取水ポンプ施設から155mに位置する河川中に建設する。取水管は高密度ポリエチレン管(以下HDPE管とする。)2本とし、配管延長は計310mである。取水口施

設には、取水位置での目詰まりを防ぐためにスクリーンを設置する。また、取水口および取水管の閉塞防止のためにバルブ操作による逆流洗浄が実施できる配管とする。電気室は、取水ポンプ施設から 100m 程度離れた場所に別途建屋を建設し、変圧器および発電機を設置する。

表 3-14 取水施設概要

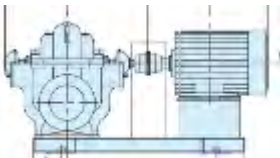
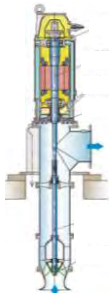
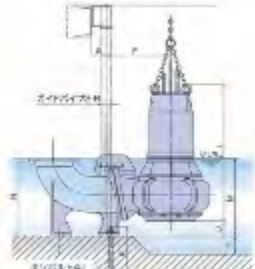
項目	数量	規模および寸法
取水口施設	1 基	RC 造 楕円柱形 内径 4.8m×8.8m 高さ 5.7m スクリーン 材質 SUS 形状:1.4m×0.5m, 6ヶ所
点検口施設	2 基	RC 造 楕円柱形 内径 2.4m×7.8m 高さ 5.4m フランジ式 T 字管 φ800
取水ポンプ施設	1 基	RC 造 水槽部：矩形 14.9m×20.8m×12.25m 建屋地下部：矩形 8.5m×21.5m×6.65m 取水ポンプ 両吸込み渦巻ポンプ 4 台 (常用 3 台、1 台予備) Q=8.1m ³ /分 揚程 20m
		柱梁：RC 造、壁：CB 積 建屋地上部：矩形 8.5m×21.5m×4.6m 維持管理用天井クレーン
取水管	1 式	HDPE 管 DN800 配管延長 155m×2 本
電気室	1 棟	柱梁：RC 造、壁：CB 積 建屋地上部：矩形 11.4m×4.3m×3.6m 変圧器 1 式 発電機 1 式 1000KVA

(2) 設備計画

1) 取水ポンプ設備

今回計画のポンプ仕様において、使用可能なポンプ型式は、両吸込渦巻ポンプ、立軸斜流ポンプ、着脱式水中ポンプである。ポンプ型式について、維持管理性、安全性、設置スペース、経済性の比較結果を下表に示す。比較検討した結果、両吸込渦巻ポンプが最適と判断した。

表 3-15 取水ポンプの型式比較表

	両吸込渦巻ポンプ	立軸斜流ポンプ	着脱式水中ポンプ
概略図			
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプおよび電動機がドライピット内にあるため、メンテナンスが容易である。 ・既設と同型式であり、維持管理に慣れている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動機のメンテナンスは容易である。 ・吸込管の詰まり等が生じた場合は、ポンプピットをドライにする必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・故障時や、消耗品の交換時は、ポンプ本体を水上部に吊上げる必要がある。
	◎(5)	○(3)	△(1)
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・河川水位より低い位置に電動機を設置するため、漏水時等に水没し使用不可となる恐れがある。ただし、躯体において、高い水密性を確保し、床排水ポンプを設置することで冠水のリスクは低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動機は水面より上にあるため、水没の恐れがない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動機は冠水型のため、常時、水没した状態となる。
	△(1)	○(3)	○(3)
ポンプ設置スペース	W8.5m×L20.0m×H13.5m	W8.5m×L13.5m×H15.5m	W8.5m×L13.0m×H13.5m
	△(1)	○(3)	○(3)
経済性 (本工事費)	機械設備費：115百万円 建屋建設費：22百万円 合計：137百万円	機械設備費：160百万円 建屋建設費：16百万円 合計：176百万円	機械設備費：150百万円 建屋建設費：14百万円 合計：164百万円
	◎(5)	△(1)	○(3)
経済性 (維持管理費)	通常維持管理に要する費用は他と差がないが、比較的耐用年数が長いため、長期的には有利。	通常維持管理に要する費用は他と差がないが、耐用年数が横軸型よりやや短い	通常維持管理に要する費用は他と差がないが、耐用年数が横軸型よりやや短い
	◎(5)	○(3)	○(3)
評価	安全性、設置スペースがやや劣るが、維持管理性、経済性に優れる。	安全性に優れ、省スペースであり、維持管理性も比較的良いが、経済性が劣る。	安全性、ポンプ設置スペースは立軸斜流と同等であるが、維持管理性が劣る。
	17点(採用)	13点	13点

※◎5点、○3点、△1点とした。

取水ポンプ編成は、4台（常用3台、予備1台）とする。

計画取水量は 35,000m³/日より、
 ポンプ能力 (m³/分) = 35,000 ÷ 1,440 ÷ 3 = 8.1m³/分となる。

取水ポンプの仕様は、以下のとおりである。

表 3-16 取水ポンプに係る設備諸元

項目	仕様
型式	両吸込渦巻ポンプ
吐出量	8.1m ³ /分
全揚程	20m
電動機	45kW
数量	4台（うち1台予備）

2) 受変電設備

適切な電圧でポンプ運転を行うための電源供給を行う施設として、受変電設備を設ける。設備の仕様は以下のとおりである。

表 3-17 受変電設備に係る設備諸元

名称	仕様/用途	数量
変圧器	3相4線式 11000/415-240V 300kVA 機器運転の適切な電圧へ降圧する	1面

3) 自家発電設備

連続的な給水サービス提供が必要な浄水施設の重要性を考慮し、本計画では停電時の電源として非常用発電機を設けるものとする。設備の仕様は以下のとおりである。

表 3-18 自家発電設備に係る設備諸元

名称	仕様/用途	数量
非常用発電装置	250kVA 搭載型ディーゼル発電装置	1式

① 全負荷定常運転に必要なとする容量 : $P_{G1} = \frac{\Sigma P_0}{\eta_L \times \phi_L} \times \alpha \times S_f$

② 許容電圧降下から必要とする容量 : $P_{G2} = P_m \times \beta \times C \times X_d \times \frac{1-\Delta E}{\Delta E}$

③ 最大容量の電動機を最後に始動するために必要とする容量 : $P_{G3} = \left\{ \frac{f_{v1}}{\gamma_G} (\Sigma P_0 - \Sigma P_m) \times \frac{\alpha}{\eta_L \times \phi_L} + P_m \times \beta \times C \right\}$

④ 許容逆相不平衡負荷から必要とする容量 : $P_{G4} = \frac{1}{KG_4} \sqrt{\{\Sigma(0.432R \cdot E_q)\}^2 + (1.32\Delta P)^2 \cdot (1 - 3u + 3u^2)}$

ΣP_0 : 自家発対象負荷の総和 (kW)	u : 単相負荷不平衡係数
η_L : 負荷の総合効率	P_m : 始動容量が最大となる電動機出力 (kW)
ϕ_L : 負荷の総合力率	β : 最大容量の 1kW 当たりの始動 (kVA)
α : 総合需要率	C : 始動方式による係数
S_f : 不平衡負荷増加係数	X_d : 発電機定数
Δp : 単相不平衡負荷分合計出力 (kW)	ΔE : 許容電圧降下率
f_{v1} : 負荷投入減少係数	γ_G : 発電機の瞬時過負荷耐量
KG_4 : 発電機の許容逆相電流による係数	

以上より①168kVA、②146kVA、③204kVA、④73kVA となるため、204kVA を上回る定格出力を 250kVA とする。

4) 運転操作設備

取水ポンプの運転・監視を行うために、取水ポンプ動力制御盤を設ける。取水ポンプ動力制御盤の機能は以下のとおりである。

- ・ 取水ポンプの起動／停止
- ・ 取水ポンプ吐出弁（電動）の開閉
- ・ 取水ポンプ施設の水槽内水位監視および水位低による警報と取水ポンプの自動停止

また取水ポンプの運転管理、動力給電は、経済性に優れた動力制御盤方式とする。

5) 計装設備

計装設備として、以下の設備を設ける。

表 3-19 計装設備に係る設備諸元

名称	設置場所	設置目的	型式	選定理由
取水水位	取水ポンプ施設	取水ポンプ起動-停止用	差圧式	経済性に優れる

6) 付帯設備

取水施設の付帯設備として、以下の設備を設ける。

表 3-20 付帯設備に係る設備諸元

名称	用途
天井クレーン	ポンプ/モータや電気盤等の搬入、搬出、据付、組立、保守点検用
排水ポンプ	ポンプや配管からのドレン、洗浄水、結露水の排水
取水弁	取水管に設け、取水管逆洗時の水槽部への流入を遮断する
逆洗弁	取水管に設け、取水管逆洗時に取水管へ洗浄水を供給する
連絡弁	水槽部連絡管に設け、水槽部内機器点検および水槽部清掃時に水槽部を仕切るために用いる
小型水槽	取水ポンプの軸封水供給用

3-2-2-3 導水施設計画

導水管は、取水ポンプ施設から新規浄水場内の着水槽まで、取水ポンプ施設内に設置した取水ポンプにより原水を導水するものである。新規浄水場内においては、原水流量を測定するための原水流量計を設置する。取水ポンプ施設から新規浄水場までの距離は150m程度ときわめて短く、交通の影響を考慮する必要性が少ないため、開削工法を採用する。導水管の管種は、導水管が基幹施設であることを考慮し、耐久性の高いダクタイル鋳鉄管を採用し、ポリエチレンスリーブにより被覆し、腐食を防止する。管径はφ600を採用する。計画導水量を導水した場合の流速は1.44m/秒となり、損失水頭は1km当りおよそ4mとなる。

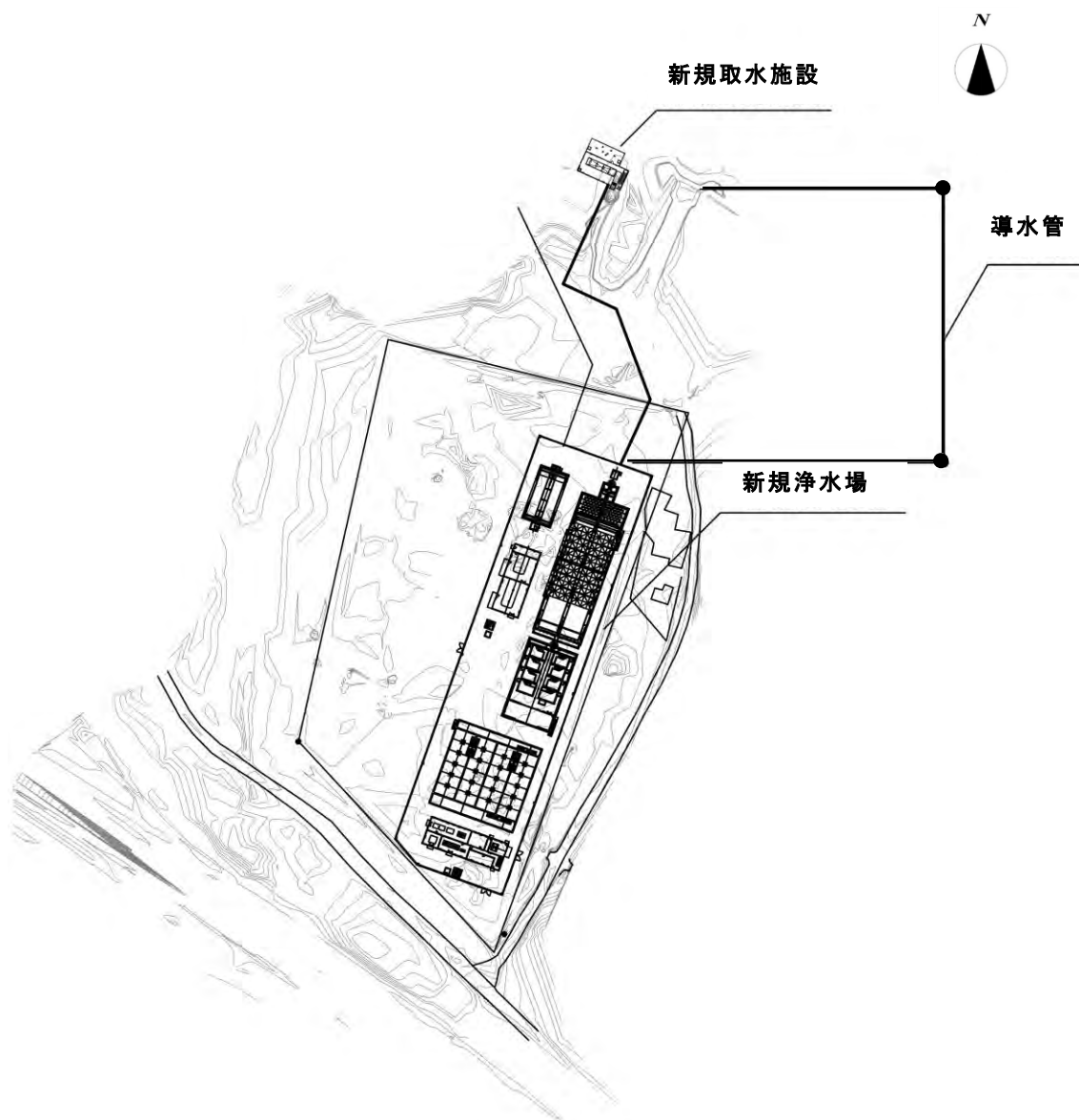


図 3-6 導水施設平面図

3-2-2-4 浄水施設計画

浄水施設は、沈殿施設（着水槽、混和池、フロック形成池、凝集沈殿池）、急速ろ過棟、管理棟、薬品棟、原水流量計室、衛生設備棟の主要施設によって構成され、管理棟には、配水ポンプ設備、変電設備、水質検査室等が設置される。

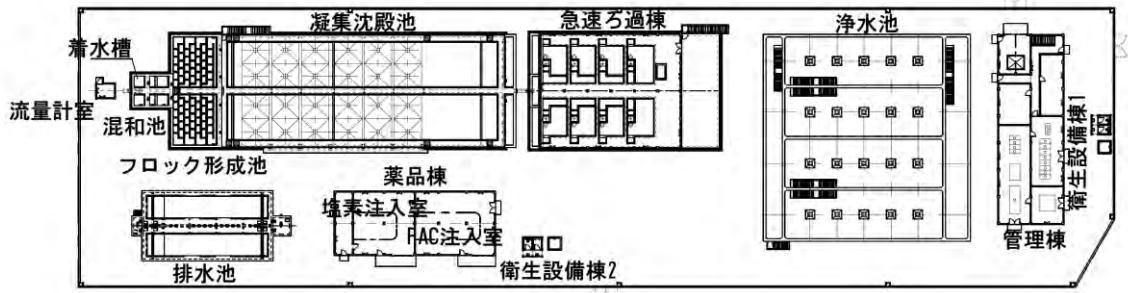


図 3-7 浄水施設配置図

浄水施設の建設位置は、既存浄水場の北西に位置し、白ナイル川から 100m 程度の距離にある白ナイル州政府の所有地であり、白ナイル州政府から WNSWC に対し、既に使用許可が下りている。浄水施設の主要施設・設備の計画内容は以下のとおりである。

(1) 施設計画

本計画の水源である白ナイル川の原水水質から判断して、浄水処理過程において処理すべき項目は濁度および色度であり、採用する浄水プロセスは、既存浄水場と同様、急速ろ過方式とする。ただし凝集沈殿の過程については、既存浄水場で採用されている高速凝集沈殿池、中心駆動円形沈殿池ではなく、システムが単純で維持管理の容易な横流式沈殿池を採用した。また、既存施設では、河川水位の低下時等に原水濁度が一時的に数千 NTU まで上昇することが確認されているが、本計画では取水管を河川沖合まで延長しているため、原水が極端な高濁度となる可能性は低い。ただし、藻類等の影響によるろ材の閉塞等を回避するため、本計画では前塩素処理を行うこととする。凝集沈殿および急速ろ過の過程により濁度および色度を除去し、安全な水を供給するために浄水池において後塩素処理を行う。

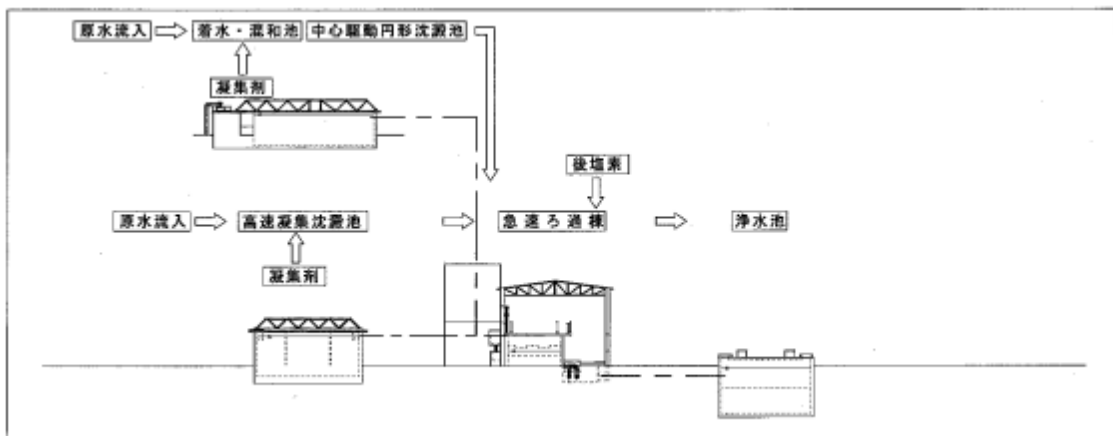


図 3-8 既存浄水場の浄水システム

1) 着水槽

着水槽は、導水管によって導水される原水の水位変動を安定させ、続く 2 池への正確な分配を行なうため設置する。矩形 RC 造とし、続く混和池、フロック形成池、沈殿池と一体の構造とする。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-21 着水槽に係る施設諸元

構造	矩形 RC 造
内寸法	5.5m×2.5m×有効水深 4.0m
池数	1 池
滞留時間	2.4 分

なお、着水槽の滞留時間についてスーダンの浄水場技術ガイドラインには規定がないが、本邦水道施設設計指針には、1.5 分以上とするよう規定されている。

2) 混和池

混和池は、凝集剤を添加後できるだけ速やかに攪拌して、濁質を微小なフロックに凝集させる目的で設置する。矩形 RC 造とし、着水槽、フロック形成池、沈殿池と一体の構造とする。また、藻類等の影響を避けるため、混和池において前塩素処理を行う。

攪拌方式としては、既存浄水場において多くの機械式攪拌機が故障し稼働不能になっている状況を考慮し、水流自体のエネルギーを利用する堰方式を採用する。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-22 混和池に係る施設諸元

構造	矩形 RC 造
内寸法	2.55m×(1.0+2.5) m×有効水深 3.0m
池数	2 池
堰による水位差	1.0m
滞留時間	1.7 分

なお、混和池の滞留時間についてスーダンの浄水場技術ガイドラインには規定がないが、本邦水道施設設計指針には、1～5 分とするよう規定されている。

3) フロック形成池

フロック形成池は、混和池にて生成した微小フロックを大きく成長させるために、緩やかに攪拌する目的で設置する。矩形 RC 造とし、着水槽、混和池、沈殿池と一体の構造とする。攪拌方式としては機械式と迂流式があるが、維持管

理性を考慮し、迂流式を採用する。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-23 フロック形成池に係る施設諸元

構造	矩形 RC 造
内寸法	9.8m×8.6m×有効水深 3.8m
池数	2 池
GT 値	92,247
滞留時間	26 分

なお、フロック形成池の滞留時間についてスーダンの浄水場技術ガイドラインにおいて 10～40 分（標準で 30 分）と規定されている。また、本邦水道施設設計指針では、良い攪拌条件における GT 値は 21,000～210,000 と記載されている。

4) 凝集沈殿池

凝集沈殿池は、凝集処理で成長したフロックを重力沈降作用により除去し、後続のろ過池における処理を適正に行なうために設置する。矩形 RC 造とし、着水槽、混和池、フロック形成池と一体の構造とする。沈殿方式としては、機構が単純で維持管理の容易な横流式を採用する。比較的高濁度の原水への対応として、除去効率を減少させる水流の乱れや短絡流を防止する目的で、流入部、中間部および流出部に整流壁を設ける。汚泥の排出に関しては、機械式の掻き寄せ機等の採用を避け、弁を開放することにより排出を行なう方式を採用する。効率的な排出のため、沈殿池底部には汚泥を集中させるための勾配（ホッパ）を設ける。重力による排水であるため、排水管が詰まることのないよう定期的な汚泥の排出を行うことが必要である。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-24 凝集沈殿池に係る施設諸元

構造	矩形 RC 造
内寸法	9.8m×45.6m×有効水深 4.5m
池数	2 池
表面負荷率	25.6mm/分
平均流速	0.26m/分
滞留時間	176 分

なお、凝集沈殿池についてスーダンの浄水場技術ガイドラインにおいては明確な規定はないが、本邦水道施設設計指針には、表面負荷率 15～30mm/分、平均流速 0.4m/分以下とするよう規定されている。

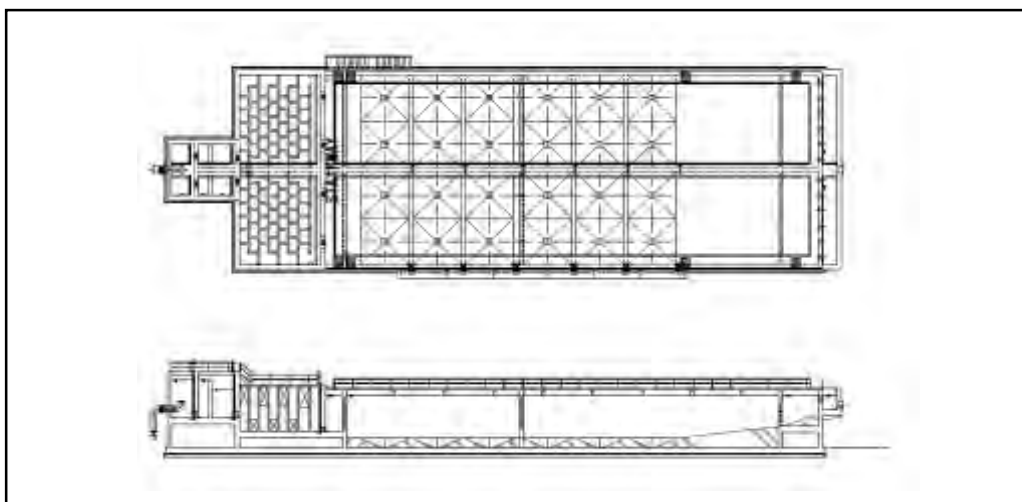


図 3-9 凝集沈澱池

5) 急速ろ過棟

急速ろ過池は、原水中の懸濁物質を薬品によって凝集させた後、粒状層に比較的速い流速で水を通し、主としてろ材への付着と、ろ層でのふるい分けによって濁質を除去するため設置する。急速ろ過の方式としては、圧力式と重力式が存在するが、比較的浄水量の大きい本計画においては、圧力式ろ過方式は不経済となるため、重力式を採用する。また、洗浄方式としては、①空気洗浄＋逆流洗浄の方式と②表面洗浄＋逆流洗浄の方式があり、既存浄水場においては、①空気洗浄＋逆流洗浄という方式が採用されている。しかし、この方式では、ろ過層表面にできたフロック膜の弱い部分に空気洗浄時に通気孔ができ十分な表面洗浄が困難となる可能性があること、空気洗浄ノズルの破損によりろ過砂の流出が生じる等ろ過効果が十分発揮できない恐れがある。

本計画では本邦での実績が多く、主な補修点検部分がろ過砂より上部にあり維持管理が容易な②表面洗浄＋逆流洗浄方式を採用する。

施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-25 急速ろ過棟に係る施設諸元

構造	矩形 RC 造
方式	重力式
ろ過池面積	(各池) 3.4m×6.8m 23.1m ² / 池
池数	8 池
ろ過速度	7.44 m/時 (全池稼働時)
	8.50 m/時 (1 池洗浄時)

急速ろ過池のろ過速度については、本邦水道施設設計指針では、5～6.25m/時(120～150m/日)が一般的と記載されているが、スーダンの浄水場技術ガイドラインにおいて 4～12m/時が標準と規定されている。本計画で採用したろ過速度は、処理水の濁度として極めて高い水質(濁度 0.1 度以下)を求める本邦の指針に記載された標準値からは外れているが、海外における浄水場での実績から、スーダンの飲料水水質基準(濁度 5NTU 以下)を満たすことは十分に可能であると考えられる。

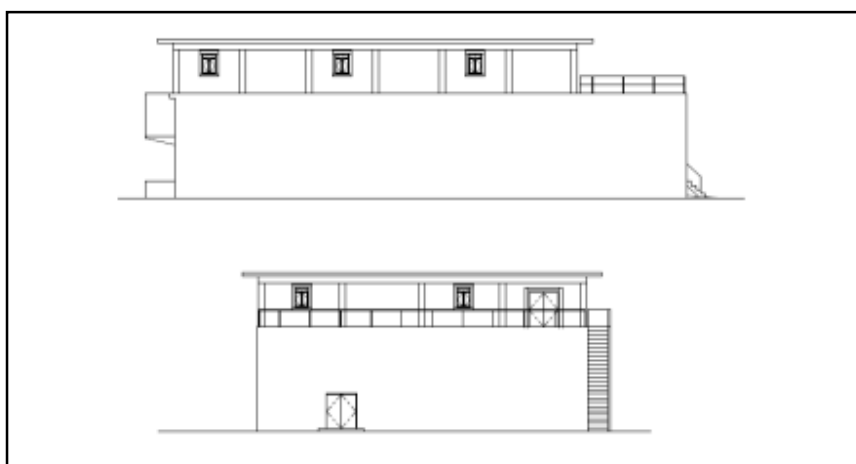


図 3-10 急速ろ過池

6) 浄水池

浄水池は、浄水処理の運転管理上、ろ過水量と配水量との間で生じる不均衡を調整緩和するとともに、突発事故、保守作業等に備えて浄水を貯留するために設置する。矩形 RC 造とする。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-26 浄水池に係る施設諸元

構造		矩形 RC 造
内寸法 池数	流入槽	37.5m×3.0m×有効水深 6.0m
	貯留槽	9.0m×29.35m×有効水深 6.0m×4 池
	流出槽	37.5m×4.15m×有効水深 8.4m
有効容量		8,320 m ³ (計画配水量の 27%)

なお、日本の水道設計指針によると浄水池の有効容量は計画浄水量の 1 時間以上とされている。一方、スーダンの浄水場技術ガイドラインにおいて、計画配水量の 25～30%が標準と規定されている。現地の電力事情を考慮して浄水量と配水量との変動を調節緩和するためにスーダンの浄水場技術ガイドラインに従うものとする。

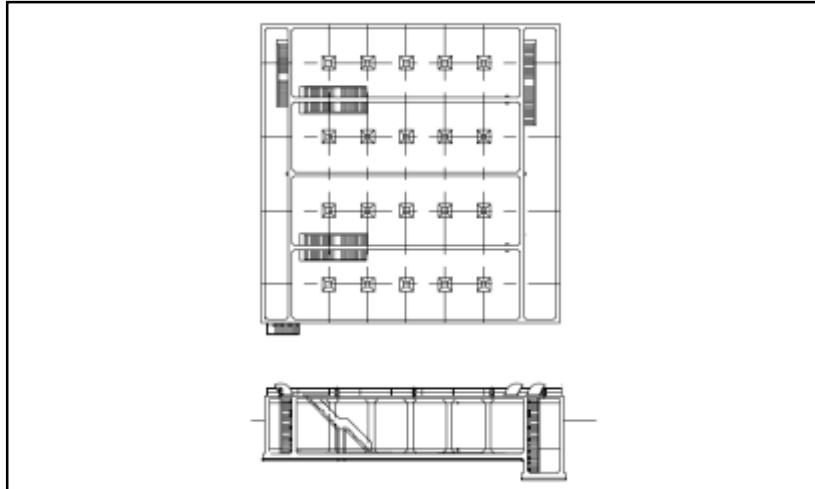


図 3-11 浄水池

7) 管理棟

本計画で建設する管理棟では、地下階を配水ポンプ室とし、地上階に事務室、水質検査室、制御盤室、変圧器室を設ける。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-27 管理棟に係る施設諸元

内寸法	地下	11.6m×34.6m×高 6.25m
	地上	11.6m×34.6m×高 6.00m
数量	1 棟	
構造	地下	RC 造
	地上	柱梁 RC 造 壁 CB 積
構成	地下	配水ポンプ室
	地上	事務室、水質検査室、制御盤室、変圧器室

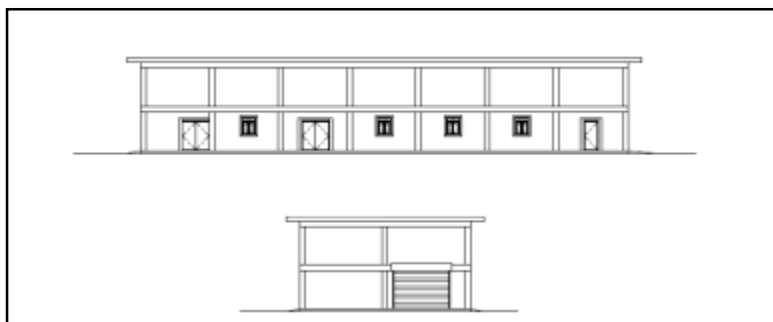


図 3-12 管理棟

8) 薬品棟

本計画で建設する薬品棟は、塩素注入室とポリ塩化アルミニウム（以下、PAC）注入室とに分かれており、各室に設置された注入設備から各注入点へと薬品が送られる。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-28 薬品棟に係る施設諸元

内寸法	塩素注入室	11.2m×(11.1+2.9)m×高 6.85m
	PAC 注入室	11.2m×14.4m×高 6.85m
数量	1 棟	
構造	塩素注入室	柱梁 RC 造
	PAC 注入室	壁 CB 積
主要設備	塩素注入室	塩素注入設備、チェーンブロック
	PAC 注入室	PAC 注入設備、チェーンブロック

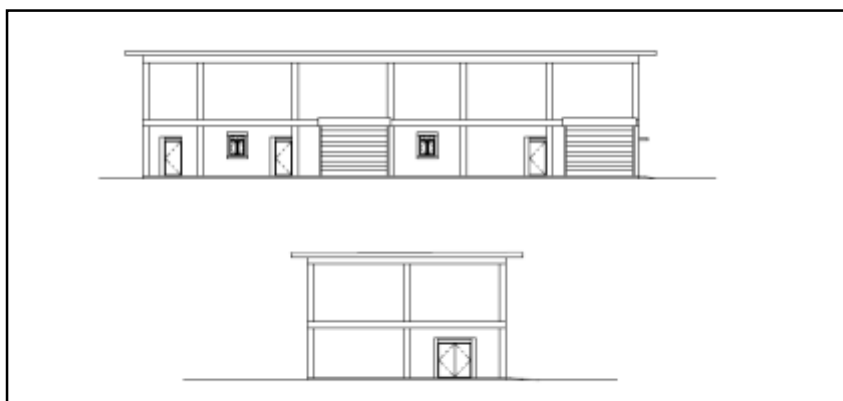


図 3-13 薬品棟

9) 原水流量計室

原水流量計室は沈殿池の前に設置され、原水流量を測定する他、サンプリング等ができる小規模な建屋となっている。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-29 原水流計室に係る施設諸元

内寸法	2.5m×3.25m×高 2.00m
数量	1 棟
構造	柱梁 RC 造
	壁 CB 積
主要設備	原水流量計

10) 衛生設備棟

衛生設備棟は管理棟および薬品棟の近隣に設置され、作業員のためのトイレおよびシャワーを有している。管理棟周辺の衛生設備棟はトイレ設備 2 セットを有しているのに対し、薬品棟周辺の衛生設備棟はトイレ設備 1 セットとシャワー設備 1 セットを有している。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-30 衛生設備棟に係る施設諸元

内寸法	3.25m×3.25m×高 2.0m
数量	2 棟
構造	柱梁 RC 造 壁 CB 積
主要設備	トイレ、シャワー設備、浄化槽

(2) 設備計画

1) 薬品注入設備

凝集剤および消毒剤の薬品注入設備を設ける。凝集剤は、PAC を用いる。消毒剤は、既存施設にて液化塩素が使用されていることから、同様に液化塩素を用いる。注入場所は、前塩素は混和池、後塩素は浄水池とする。計画 PAC 注入量および計画塩素注入量を以下に示す。PAC 注入率は、本調査で実施したジャーテストの結果より、原水濁度 10NTU のとき、PAC 注入率最小を 10mg/L 原水濁度 250NTU の場合、PAC 注入率最大を 65mg/L とする。河川水の濁度変動は、コスティ市から 300 km 下流に位置するダムの開閉により変動する。低水位時の 5 月から 7 月は 100～250NTU 程度である、一方、高水位時の 8 月から 4 月において原水濁度は 10～50NTU となるため、平均を 13mg/L とした。また、塩素注入率は、前塩素において、残留塩素 0.5mg/L 程度、後塩素においては残留塩素 0.1mg/L 程度となる注入量とした。

表 3-31 計画 PAC 注入率および注入量

項目	最小	平均	最大
注入率	mg/L	mg/L	mg/L
注入量	10	13	65

表 3-32 計画塩素注入率および注入量

項目	前塩素	後塩素
注入率	mg/L	mg/L
注入量	5	3

表 3-33 薬品注入設備に係る設備諸元

項目		仕様	数量
PAC 注入設備	PAC 貯留槽	立形円筒タンク 6.0m ³	2 基
	PAC 注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ 0.7L/分	3 台 (うち 1 台予備)
塩素注入設備	前塩注入装置	塩素注入器 計量器	3 式 (うち 1 式予備)
	後塩注入装置	塩素注入器 計量器	3 式 (うち 1 式予備)

2) 配水ポンプ

配水ポンプは、運転時間の平準化、運転管理性を考慮し、同容量の複数台設置とする。ポンプ台数は、スーダンの浄水場技術ガイドラインには特に定めがないが、本邦水道施設設計指針より予備機を含め 4~5 台とする。今回施設規模を考慮しポンプ編成について比較を行った結果、4 台案が最適と判断した。

表 3-34 配水ポンプの編成比較表

		4 台(うち 1 台予備)案	5 台(うち 1 台予備)案
1 台あたり給水量		732 m ³ /h	549 m ³ /h
ポンプ 運転 台数	計画 1 日平均給水量 【989 m ³ /h】	2 台運転 【1,464 m ³ /h】	2 台運転 【1,098 m ³ /h】
	計画 1 日最大給水量 【1,292 m ³ /h】	2 台運転 【1,464 m ³ /h】	3 台運転 【1,647 m ³ /h】
	計画時間最大配水量 【2,196 m ³ /h】	3 台運転 【2,196 m ³ /h】	4 台運転 【2,196 m ³ /h】
時間変動への対応性		・夜間等の小水量時、日平均時において、やや過大となり発停頻度が多くなる。 △(1)	・水量の時間変動に対し、ポンプの台数制御による対応が容易である。 ○(3)
ポンプ設置スペース		W12.0m ペース対し、ポンプの台数制御 ○(3)	W12.0m ペース対し、ポンプの台数制御 △(1)
経済性(本工事費)		機械設備：305 百万円 ○(3)	機械設備：310 百万円 △(1)
維持管理費		5 台案と比較して、電気代、スペアパーツの交換費用等、若干割安	電気代、スペアパーツの交換費用等、若干割高。
		○(3)	△(1)
評価		水量の時間変動に対する適応はやや困難であるが、経済性、設置スペースに優れている。 10 点(採用)	水量の時間変動に適合しているが、経済性、設置スペースに劣る。 6 点

※○ 3 点、△ 1 点とした。

配水ポンプ編成は、4台（常用3台、予備1台）とする。

計画時間最大配水量：2,196m³/h

したがって、ポンプ能力(m³/分) = 2,196 ÷ 60 ÷ 3 = 12.2m³/分

配水ポンプの仕様は、以下のとおりである。

表 3-35 配水ポンプに係る設備諸元

項目	仕様
型式	両吸込渦巻ポンプ
吐出量	12.2m ³ /分
全揚程	60m
電動機	160kW
数量	4台（うち1台予備）

3) 受変電設備

適切な電圧でポンプ運転を行うための電源供給を行う施設として、受変電設備を設ける。設備の仕様は以下のとおりである。

表 3-36 受変電設備に係る設備諸元

名称	仕様/用途	数量
変圧器	3相4線式 11000/415-240V 1000kVA 機器運転の適切な電圧へ降圧する	1面
受電盤	受電状況の管理、施設故障時の遮断	1面
商用・非常用切替盤	商用電源と非常用電源の電源切替	1面
コンデンサ盤	力率改善	1面
動力主幹盤	低圧機器への電源供給	1面
照明主幹盤	場内照明機器への電源供給	1面
直流電源盤	雑電源、V C B投入電源	1面

4) 自家発電設備

連続的な給水サービス提供が必要な浄水施設の重要性を考慮し、本計画では停電時の電源として非常用発電機を設けるものとする。設備の仕様は以下のとおりである。

表 3-37 自家発電設備に係る設備諸元

名称	仕様/用途	数量
非常用発電装置	1000kVA 搭載型ディーゼル発電装置	1式

「3-2-2-2 取水施設計画」「(2) 設備計画」「3) 自家発電設備」に示す計算方法より、

- ① 全負荷定常運転に必要とする容量：965kVA
- ② 許容電圧降下から必要とする容量：144kVA
- ③ 最大容量の電動機を最後に始動するために必要とする容量：627kVA
- ④ 許容逆相不平衡負荷から必要とする容量：213kVA

となるため、965kVAを上回る定格出力1000kVAとする。

5) 運転操作設備

配水ポンプの運転を行うために、動力制御盤を設ける。また取水設備および浄水設備の監視を行うために監視盤を設ける。各種盤の機能は以下のとおりである。

<動力制御盤>

- ・配水ポンプの起動/停止
- ・配水ポンプ吐出弁（電動）の開閉
- ・配水ポンプ、吐出弁の状態故障表示

<監視盤>

- ・取水ポンプの起動/停止
- ・取水ポンプ、吐出弁の状態故障表示
- ・浄水池の水位監視および水位低による警報と配水ポンプの自動停止
- ・各機器の状態故障表示と警報

6) 計装設備

計装設備として、以下の設備を設ける。

表 3-38 計装設備に係る設備諸元

名称	設置場所	設置目的	型式	選定理由
取水流量	導水管	取水量把握のため	超音波式	バイパス管が不要で設置が容易
取水濁度	導水管	取水濁度把握のため	透過光/散乱光式	精度、経済性に優れる
取水 pH	導水管	取水 pH 把握のため	ガラス電極式	精度、経済性に優れる
配水流量	配水管	配水量把握のため	超音波式	バイパス管が不要で設置が容易
配水圧力	配水管	配水圧把握のため	差圧式	経済性に優れる
浄水池水位	浄水池	配水ポンプ起動-停止用	差圧式	経済性に優れる
残留塩素	配水管	塩素注入率設定のため	ポーラログラフ式	精度、経済性に優れる
配水濁度	配水管	配水水質管理のため	透過光/散乱光式	精度、経済性に優れる
配水 PH	配水管	配水水質管理のため	ガラス電極式	精度、経済性に優れる

7) 付帯設備

浄水施設の付帯設備として、以下の設備を設ける。

表 3-39 付帯設備リスト

名称	用途
天井クレーン	ポンプ/モータや電気盤等の搬入、搬出、据付、組立、保守点検用
排水ポンプ	ポンプや配管からのドレン、洗浄水、結露水の排水
給水ユニット	各使用先への給水

(3) 排水計画

排水施設は、浄水施設から発生する汚泥、排水等を一時貯留し、スラッジを沈殿させた後、上澄み水を白ナイル川の取水施設より下流側へ放流することにより、河川の汚濁等への影響を軽減するために設置する。スーダンの河川への排水について、排水量、水質に関する基準は存在しておらず、既存施設では排水を未処理のまま排水している。本計画では、後述する施設を設置することにより、濁質を沈殿させた後の上澄み水のみを排水することとなり、環境面では現在よりも改善することが期待される。排水施設の計画内容は以下のとおりである。

1) 排水池

排水池は、主に沈殿施設から発生する汚泥、急速ろ過棟から発生する洗浄排水を一時貯留し、上澄み水を排出する施設である。普通沈殿池の構造を採用している。施設の諸元は以下のとおりである。

表 3-40 排水計画に係る施設諸元

内寸法	6.0m×20.0m×有効水深 3.0m
数量	2 池
構造	矩形 RC 造
計画処理水量	1.15m ³ /分 (計画浄水量の 5%)
表面負荷率	5mm/分
滞留時間	10.5 時間 (※1)
平均流速	0.03m/分 (※2)

※1 滞留時間： $(6.0 \times 20.0 \times 3.0 \times 2 \text{ 池}) / (33,000 \times 0.05) = 0.436 \text{ 日} = 10.5 \text{ 時間}$

※2 平均流速： $1.15 / (6.0 \times 3.0 \times 2 \text{ 池}) = 0.03\text{m/分}$

なお、普通沈殿池についてスーダンの浄水場技術ガイドラインにおいては明確な規定はないが、本邦水道施設設計指針には、表面負荷率 5～10mm/分、平均流速 0.3m/分以下とするよう規定されている。

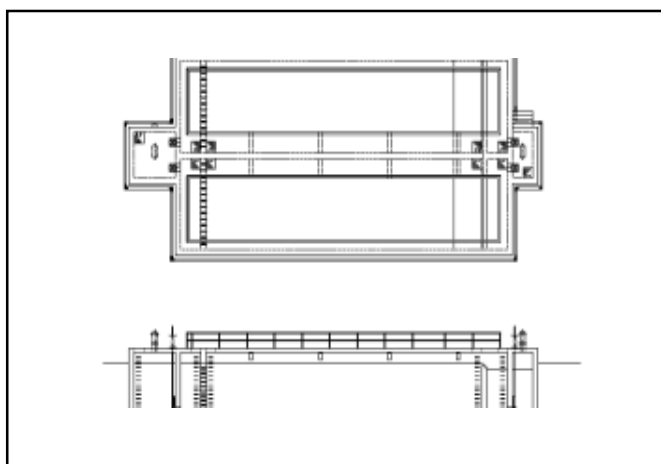


図 3-14 排水池

2) 排水管

排水管は、排水池から流出する上澄み水を白ナイル川まで排水する施設である。排水池から白ナイル川までの距離は 120m 程度ときわめて短く、交通の影響を考慮する必要性が少ないため、開削工法を採用する。排水管の管種は、スーダンで一般的に普及しており、施工性の高い高密度ポリエチレン管を採用する。

管径は DN900、管種 HDPE (PE100) とし、スーダン調達とする。計画排水量としては、急速ろ過棟からの洗浄水の排水が最大となるため、17.3m³ (23.1m²×

0.75m) を1分間で排水するものとし、 $17.3\text{m}^3/\text{分}$ と設定する。計画量を排水した場合の流速は $0.58\text{m}/\text{秒}$ となり、損失水頭はおよそ 0.1m となる。

なお、沈殿汚泥は、コステイ浄水場から 14km 離れた廃棄処分場まで運搬し廃棄する。

3-2-2-5 配水施設計画

本計画では、新規浄水場から既存配水本管へ接続する部分のみを本邦無償事業の対象とし、既存配水管（本管、支管を含む）の更新、拡張はスーダン政府の負担事項とする。ここでは、本計画の対象となる新規配水本管の管路計画および先方政府負担による管路計画（案）の提案について記載する。

(1) 管路計画

1) 計画条件

① 計画一日最大給水量

計画一日最大給水量は $31,000\text{m}^3/\text{日}$ とする。

② 節点別の計画一日最大給水量

計画一日最大給水量を、ブロック別面積の比率によりブロック別に配分する。ブロック別の計画一日最大給水量を、節点別構成比を図面より設定して節点別に配分する。それを節点別に集計し、節点別の計画一日最大給水量とする。

③ 計画時間最大配水量

計画時間係数については、スーダンの配水管網技術ガイドラインおよび本邦の水道施設設計指針を基に検討を行ない 1.7 とした。そのため、計画時間最大配水量は $2,196\text{m}^3/\text{時}$ ($31,000\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{時間} \times 1.7$) とする。

表 3-41 計画時間係数の比較表

項目	スーダン配水管網 技術ガイドライン	本邦水道施設設計指針
根拠	人口 50,000 人以上では一日平均給水量の 225%。 一日最大給水量に対しては $2.25 \times \text{負荷率} = 0.77 = 1.7$	主として住宅地域における実績による回帰式。 $K=1.7764 (Q/24)^{-0.0066}$ $Q=31,000\text{m}^3/\text{日}$
算定値	1.7	1.7
評価	同数値であり、両基準の算定値は妥当性があると判断し、採用値とする。	

④ 管種、水理解析用口径

先方負担で実施する配水管の更新、拡張については、スーダンにおいて広く実績がある HDPE 管を採用する。スーダンで利用される HDPE 管は呼び径が外径基準となるため、水理解析には下表の口径を用いる。

表 3-42 HDPE 管 (ISO 4427 PE100 PN10) の水理解析に用いる口径

DN		外径	管厚	内径	水理解析に用いる口径
(inch)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
4	110	110	6.6	96.8	96
6	160	160	9.5	141.0	141
8	200	200	11.9	178.2	176
10	250	250	14.8	220.4	220
12	315	315	18.7	277.6	277
16	400	400	23.7	352.6	352
20	500	500	29.7	440.6	440

本計画において施工する配水本管の呼び径は 500mm を超えることが予想され、管種としては、HDPE 管、内外面樹脂塗装鋼管(以下、SP 管)、ダクティル鋳鉄管(以下、DIP 管)が一般的である。下表において、強度、施工性、維持管理性、経済性について比較検討を行ない、本邦計画では、DIP 管を用いることとした。ダクティル鋳鉄管 (ISO 2531) は呼び径が内径基準のため、呼び径を水理計算に使用した。

表 3-43 配水本管の管種比較表

項目	HDPE 管	SP 管	DIP 管
仕様・耐圧	PE100 : 1.0MPa	直管 STW400-B : 2.0MPa 異形管 F25 : 2.5MPa	C20 : 2.0MPa
強度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内外圧に対し十分な強度、耐久性を有する。 ・ 腐食の心配がない。 ・ 柔軟性があるため、地盤変動に追随できる。 ・ 他工事で重機等による衝撃に弱い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内外圧に対し十分な強度、耐久性を有する。 ・ 塗覆装により耐食性があるが、軌道付近など電気防食を必要とする場合がある。 ・ 重機等の衝撃に強い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内外圧に対し十分な強度、耐久性を有する。 ・ 耐食性が高い。 ・ 重機等の衝撃に強い。
	○ (3)	◎ (5)	◎ (5)
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量で施工性がよい。 ・ 雨天時の施工が困難である。 ・ バット融着の施工品質が施工業者の能力に左右されやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管重量が重い。 ・ 溶接施工に高度な技術を要し、技術者の確保が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管重量が重い。プッシュオン継手 (T形継手) のため施工性がよい。
	△ (1)	△ (1)	○ (3)
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 融着継手のため補修時の施工は容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 補修時に溶接施工が必要で、技術者の確保が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プッシュオン継手のため補修時の施工は容易である。
	○ (3)	△ (1)	○ (3)
経済性 (直接工事費) φ700 の場合	77 千円/m	91 千円/m	89 千円/m
	◎ (5)	○ (3)	○ (3)
評価	経済的に安価で施工性、維持管理性は良いが、強度が他管種より劣る。(衝撃に弱い)	DIP 管同様に強度が高いが、溶接施工が必要のため施工性、維持管理性で他管種より劣る。	HDPE 管より高価であるが、強度が高く、プッシュオン継手のため施工性、維持管理性が良い。配水本管として最適である。
	12 点	10 点	14 点 (採用)

(注)◎5点、○3点、△1点とした。

(補足) ダクタイル鋳鉄管の離脱防止金具、特殊押輪に使用するボルトは、スーダンで入手可能である。

⑤ 計画水圧

計画に使用する水圧条件は下表のとおりである。

表 3-44 管路更新・拡張計画の計画条件

項目	計画条件	説明
最大静水頭	50m 程度	漏水時の被害軽減、先方負担で使用される HDPE 管の耐圧を考慮し 50m 程度を最大とする。 ※先方政府が実施する配水管の更新、拡張では HDPE 管 (ISO PE100) が使用される。HDPE 管の耐圧は 0.80～1.0MPa (温度による) であるため、静水圧は HDPE 管における水撃圧 0.25MPa を減じた 0.55～0.75MPa (55～75m) 以下とする必要がある。
最小動水頭	10m	スーダン配水管網技術ガイドラインより、1 階建ての最小動水頭は 7m。水理計算は径 150mm 以上の配管でのみ行うため、径 150mm 未満の枝配管で生じる損失水頭を考慮し、最少動水頭を 10m とする。

2) 配管計画

水理計算の結果に基づき、本計画で施工する配水本管は、以下の諸元とする。

表 3-45 配水本管諸元

管種	ダクタイル鋳鉄管
径	φ 700mm
延長	約 760m
布設区間	新規浄水場から既存配水本管に接続するまで

配水管の布設位置は、新規浄水場から既設配水本管に至る無舗装道路である。施工時に交通の支障となることを考慮し、矢板を使用した施工とする。配水管の標準土被りは 1.4m とする。水理計算の結果は、次図に示す。

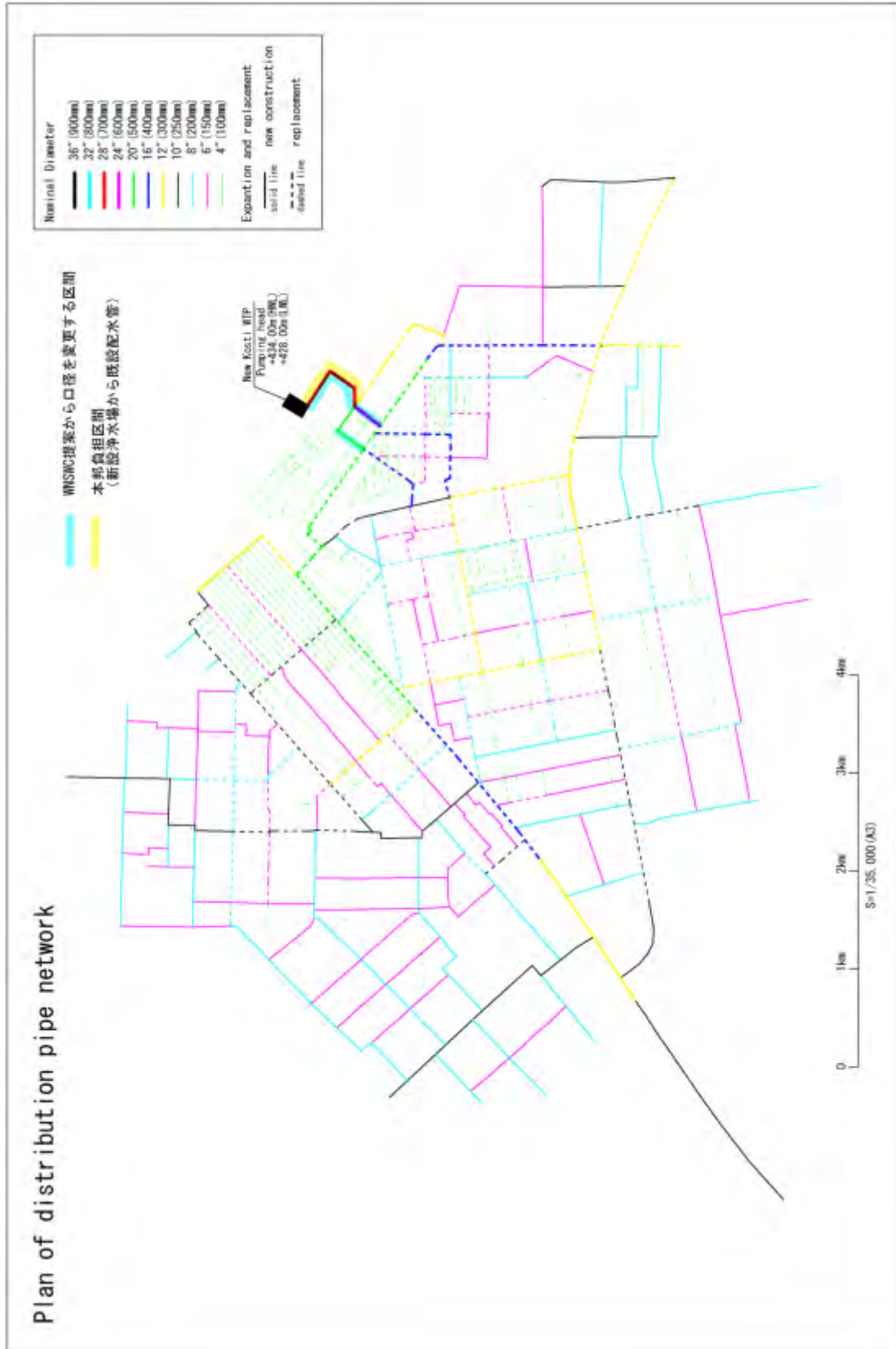


図 3-15 水理計算の結果

3-2-2-6 将来拡張する際の留意点

(1) 取水施設

- ・取水地点の選定にあたっては、水源が汚染される可能性の低い位置を選定すること。
- ・河床の泥、水面の水草等を吸い込まないため、取水管の先端を河床から 1.0m、湧水位から 2.0m 程度離す必要がある。
- ・河川中に構造物を建設する場合、河川地盤の地耐力を検討し、必要に応じ杭打ち等の対策を講じなければならない。また、構造物の構造計算にあたっては水流の影響を考慮しなければならない。
- ・本計画と同様に、河川水位以下にポンプ設備を設置する場合は、構造物の水密性がきわめて重要となる。適切な防水対策を講じること。それが難しい場合は、縦軸ポンプ等を採用し、河川水位以下にポンプを設置しないこと。
- ・電気設備は湿気の多い位置（河川水位以下等）に設置することを避けること。

(2) 導水施設

- ・導水管を増設する場合、基幹施設であることを認識し、信頼できる材質の管種を選ばなければならない。
- ・安易に本計画で建設する導水管と合流する計画とせず、原則として独立して浄水場へ導水する設備とする。やむを得ず、本計画の導水管と合流する場合には、設備の専門家と相談し、問題がないことを確認したうえで実施すること。
- ・石綿セメント管は使用しない。また、既存の石綿セメント管を撤去する場合には、作業上の健康被害に十分留意すること。

(3) 浄水施設

- ・浄水施設を増設を行なう場合、本計画の浄水施設に隣接する土地を利用することが最も簡便であるが、計画にあたっては地耐力、地下水位等を確認し、適切な対策を講じること。また、非正規住民の居住にも十分留意すること。
- ・混和池では、なるべく機械式の攪拌機を使用することを避けること。稼働負荷の高い攪拌機は、故障の頻度が高い。水流落下による攪拌方式を薦める。
- ・急速ろ過池のろ材には必ず適切な粒度の砂を使用すること。
- ・維持管理が煩雑になることを防ぐため、増設する浄水場については、できる限り本計画と同様の浄水フローとすることが望ましい。
- ・本計画で建設する浄水場と、増設する浄水場をろ過池以前において安易に合流させないこと。隣接する土地に浄水場を増設する場合、浄水池間にバイパス管を設け、相互に補完できるシステムを構築することを薦める。
- ・浄水システムを増設する場合、排水施設についても増設すること。

(4) 配水施設

- 配水管を増設する場合、適切に水理計算を実施し、その結果に基づき配管径を決定すること。
- 石綿セメント管をはじめとする脆弱な管種は使用しないこと。
- 需要の増加に伴う配管の布設替の場合、基幹管路を優先して布設替を行なうこと。

3-2-3 概略設計図

概略設計図は添付資料に掲載する。

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国一般無償資金協力事業として実施されるため、その事業実施計画に当たっては、一般無償資金協力制度を十分に考慮し、適切な事業実施体制と工期を設定することが必要である。下図に本プロジェクトの事業実施体制を示す。実施機関である WNSWC は、実施設計から施設建設とその維持管理までの責任を負う。両国政府による交換公文（E/N）締結後、先方政府と JICA による贈与契約（G/A）が締結され、JICA によりプロジェクト監理者として本邦コンサルタントがスーダン政府へ推薦される。その後、同コンサルタントは主管官庁 DWSU と契約し、実施設計・本邦業者選定のための入札図書の作成、入札の支援を行う。その結果に基づき先方政府と本邦業者の間で業者契約が締結され、本邦コンサルタントにより施工監理が行われる。完工後の給水施設の運営維持管理は、WNSWC が実施する。WNSWC による水道運営と維持管理については、本計画のソフトコンポーネントにおいて支援する。

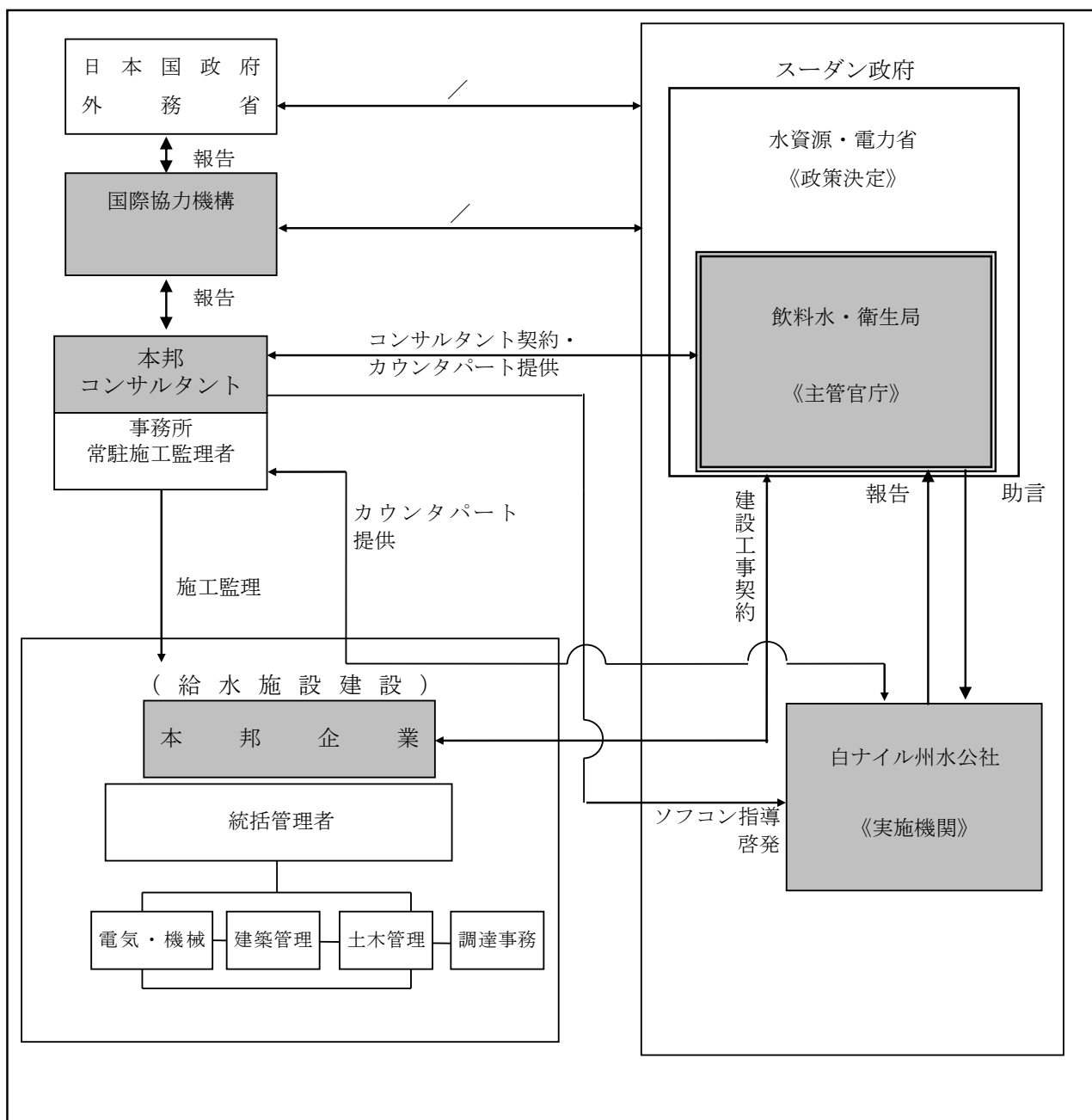


図 3-16 事業実施体制図

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

本計画の施設建設・資機材調達の留意事項は以下の通りである。

- ① 一定の施工水準を維持しながら、遅滞なく効率的に実施できる工事計画を策定する。
- ② 取水施設の建設は台船を用いた施工があるため、河川水位の季節変動等を考慮し工程計画を立案する。
- ③ 本案件は施工機械を多く使用するため、施工業者は現地下請業者等を活用し、必要なオペレーターの人数を確保する必要がある。
- ④ 実施機関および主管官庁には、工事内容や工事時期等の情報を提供するとともに、調達・施工の進捗について定期的な報告をする
- ⑤ 普通作業員等の特殊な技能を必要としない労働者については可能な限り現地で調達し、必要数を確保する。
- ⑥ スーダンで一般的によく見られる足場は、単管に足場板を載せて梯子を設置しただけのもので安全面への配慮が不足している。そのため、足場材は、日本から品質の安定した資材を輸送することとする。
- ⑦ 日本あるいは第三国から調達する資材が多くなると予想されるため、調達先の品質管理能力および輸送時の品質管理について十分に留意する。
- ⑧ 通関時の免税手続き、スーダン検査機関による輸入検査等は必要書類を事前に準備し、遅延の原因とならないようにする。
- ⑨ スーダンでは、米国の経済制裁の影響を受け、他国からスーダンへの米ドル、ユーロ通貨の送金が困難となっている。また、利用銀行や物件によってトラブルが発生することもあるため、実施段階では最新の情報を入手し、必要な対策を講じる。
- ⑩ コスティ市は比較的治安が安定しているが、南スーダン共和国との国境に近く、同国からの避難民の流入も多いことから、在スーダン日本大使館、JICA スーダン事務所と連絡を取り合い、安全管理に留意する。
- ⑪ 工事上の安全管理については、定期点検、警備員の配置、労務者への注意喚起などに留意する。
- ⑫ 本計画では、同時に施工される施設が多いため、それぞれの施工現場において、邦人技術者と現地人技術者を配置し、緻密な管理のもと施工を進める。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の範囲とそれに対応するスーダン側と日本側の負担内容は以下の通りである。

表 3-46 施工／調達・据付区分

工事内容	日本国負担	スーダン負担
1 取水施設の建設		
(1) 施設用地の確保	—	○
(2) 施設の建設	○	—
(3) 各種試験	○	—
(4) 防護柵の設置	—	○
2 導水管の布設		
(1) 施設用地の確保	—	○
(2) 導水管の布設	○	—
(3) 通水試験	○	—
3 浄水施設の建設		
(1) 施設用地の確保	—	○
(2) 工事用地の整地		○
(3) 浄水施設の建設	○	—
(4) 各種試験	○	—
(5) 防護柵の設置 (合計 600m 程度)	—	○
(6) 電柱移設費用 (浄水場内 8 本)	—	○
4 配水管の布設		
(1) 配水管 (760m) の布設	○	—
(2) 水圧試験および洗管	○	—
(3) 線路取り外し・設置手続き (線路横断)	—	○
5 排水施設の建設		
(1) 排水池の建設、排水管布設	○	—
(2) 各種試験	○	—
6 WNSWC に対するソフトコンポーネント活動の実施	○	—
7 その他	○	—
(1) 施設建設およびソフトコンポーネント活動実施のためのカウンターパート要員の確保	—	○
(2) 施設建設後の給水施設運営に関する一切の費用	—	○
(3) 非正規住民移転手続費用	—	○

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本計画は、無償資金協力事業として実施されるため、本邦コンサルタント企業が実施設計から調達・施工監理までを担当する。その業務内容は以下の通りである。

表 3-47 本計画における本邦コンサルタント企業の業務内容

段階		業務内容
1	実施設計	コンサルタント契約の締結 詳細設計調査 入札図書の作成
2	施工・調達段階	コンサルタント契約の締結 入札業務代行 入札結果評価 契約業務補佐 工事監理、資機材調達監理 ソフトコンポーネント活動 検査、初期操業指導 工事状況報告等

(1) 実施設計

詳細設計調査においては、対象サイトの状況を確認するとともに、特に施工時に施設建設（取水、浄水施設建設用地、配管ルート）に伴う土地問題が発生しないよう、再度実施機関との確認を取ることにする。E/N、G/A が締結された直後に現地でコンサルタント契約を締結する。その後、詳細設計調査を行い、入札図書の作成を行う。必要があれば設計変更を行い事業費を再積算し、概略設計時との比較（OD/DD 比較）を行う。実施設計に係る要員案について下表に示す。

表 3-48 実施設計に係るコンサルタント要員案

要員	業務内容（実施設計）
1 業務主任／ 上水道計画	本プロジェクトの総括として、実施機関との協議、詳細設計調査（最終確認調査）、入札図書作成、現地図書確認、および入札監理を主導総括する。実施設計で実施する施設規模、施設設計基準等、最終的な上水道計画をまとめ、実施機関の了解を得る。また入札図書（仕様書）作成業務全体管理を行う。入札時には施主をサポートしつつ全体の入札業務を統括する。
2 給水施設設計 1	実施設計で行う地盤調査の結果を反映し施設を設計する。また各施設（取水施設、浄水施設、排水施設）の建設位置と施設の詳細構造について設計を行う。この詳細設計に基づき入札図書（設計図面、仕様書）の作成業務を行う。入札時には主に技術審査を行う。
3 給水施設設計 2	給水施設設計 1 の補助として、現地再委託先の審査、選定、契約、業務監理、結果分析等の一連の作業を行う。また、入札図書（設計図面、仕様書）の作成業務を補助する。
4 設備設計	各施設において計画される電気・機械を含む設備の詳細設計を行う。設計に基づき入札図書（設計図面・仕様書）作成業務を行うとともに、入札監理（技術審査）を行う。
5 配管設計	導・配水管の詳細設計、排水管布設位置確認を行うとともに、設計に基づき入札図書（設計図面・仕様書）作成業務を行う。また、入札監理（技術審査）を行う。
6 施工・調達計画 ／積算	現地資機材の流通状況・価格の確認調査、詳細設計積算業務を行い、OD/DD 比較資料を作成する。入札時には主に価格審査を行う。

(2) 施工・調達段階

本案件は A 型国債案件のため、本体工事のための G/A が DD 部分とは別に締結される。本体部分の G/A 締結後、コンサルタント契約が結ばれ、直ちに入札の準備を行う。入札期日は関連官庁との協議に基づいて決定される。入札に当たって、コンサルタントは実施機関の業務を代行し、入札結果の評価を行い、更にスーダン側実施機関と建設業者の契約業務を補佐する。

施工段階では、遅延のない確実な施工のために本邦工事監理技術者を常駐させ、実施機関をはじめとするスーダン側関係機関との調整を図りながら、建設工事の品質・工程・安全監理を行う。ソフトコンポーネント活動については、成果ごとに邦人コンサルタントを派遣し、研修の実施と監理を行う。下表に施工監理に係る要員案を示す。

表 3-49 施工監理に係る主要要員案

	要員	業務内容 (施工監理)
1	業務主任 (竣工・立上げ 支援)	<ul style="list-style-type: none"> 着工時および完工時にそれぞれ 0.5MM 派遣し、各種着工準備、撤収、着工・竣工式典等の対応を行う。
2	常駐施工監理者	<ul style="list-style-type: none"> 施工段階の現地に常駐し、現場での施工および調達監理業務全般を行う。 主に構造物の施工監理業務を行いつつ、施工期間中の品質監理、安全監理等の全般を監理するとともに、業者、実施機関との定例会議を主催する。
3	施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> 主に取水側の施設を担当する。取水ポンプ建設から現地入りし、点検口建設完了までの 14 ヶ月間、施工および調達管理業務全般を行う。 構造物の施工監理業務を行いつつ、施工期間中の品質監理、安全監理等の全般を監理するとともに、業者との定例会議を主催する。
4	設備監理技術者 (機械・電機)	<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプ、配水ポンプその周辺機器、浄水施設内の制御設備、および電気機器の据付、配線敷設等の機械・電機設備工事における施工監理業務を担当する。派遣は設備工事開始時 1 ヶ月と試運転調整期間 1 ヶ月の合計 2 ヶ月とし施工監理は現地傭人 (設備技術者) を主体として常駐施工監理者の監理の下行うこととする。
5	配管施工監理者	<ul style="list-style-type: none"> 管路施設を担当する。配水管布設の施工監理を行うと同時に、先方負担の配水管網工事の進捗を確認しつつ計画給水区域における配管計画の再確認を行う。
6	給水施設設計 (完成検査)	<ul style="list-style-type: none"> 竣工検査結果に基づき、引渡し後 1 年目に現地入りし、瑕疵の有無について完成検査を実施し、検査結果のとりまとめ、実施機関他関係機関への報告業務を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

各工事や資機材の品質管理方法について以下に示す。

(1) 資機材の品質管理・確認

資機材の品質管理は、以下の手順で行うものとする。

- ① 主契約者の調達管理者は、資機材の品質を確認し、原則として常駐施工監理者の承認後に発注する。
- ② 精巧な品質管理が必要な資材について必要に応じて主契約者が工場検査を行う。
- ③ 現場に資機材が到着した際に、常駐施工監理者立会いのもと梱包検査を行う。

(2) 基礎掘削工事

本調査で行った地盤調査結果をもとに基礎設置面の深度を決定している。施工時には原位置試験を行い、必要な地盤支持力を有していること、地下水の有無等について再確認する。

(3) コンクリート工事

コンクリート工事の品質管理項目には以下の事項がある。

① 試験練り

試験練りは、a)高い水密性を要求される構造物、b)高い水密性を必要としない鉄筋構造物、c) 無筋構造物 に対し、それぞれ適正な配合により実施する。スランプを調整するなどの方法で、適正なワーカビリティを確保する。

② コンクリート用水

コンクリートに使用する練り混ぜ水は、水道水を用いる。練り混ぜの際は簡易的な水質試験（pH、塩化物、蒸発残留物）を行い水質の確認を行う。

③ 配筋・型枠検査

コンクリートを打設する前に、型枠寸法、鉄筋径・長さ・配置・定着長等が施工図と一致しているかを検証する。また、型枠に隙間がないか、側圧に耐えるように支持されているか確認し、主要な場所については写真撮影を行い、記録を残す。

④ 圧縮強度試験

打設したコンクリートが規定の圧縮強度を有しているかを確認するため、構造物別に適正な頻度で試験を実施する。サンプルを採取し7日間および28日間養生したのち圧縮試験を実施する。サンプルを採取するときには、配合量を記載するとともに、スランプ値等の現場試験を行う。

(4) 鉄筋工事

鉄筋工事の品質管理においては、主契約者に以下の書類の提出を求め管理する。

- ① 鉄筋の種別、種類、生産国、製造所名
- ② 品質証明書（ミルシート）あるいは引張り試験成績書

サイトでの鉄筋の保管状況を確認し、養生シートの確認、地面に直接触れて保管していないか等を確認する。施工前には、配筋・型枠検査を実施する。

(5) 配管工事

配管工事については、掘削、布設、埋戻の各段階において、適正な頻度で確認を行う。導水管および配水本管についてはそれぞれ配管布設が完了した後、水圧試験を実施し、漏水の有無を確認する。施設内の配管については全体の配管工事が完了した後、設備の試運転を兼ねて通水試験を実施するが、その際には塩素による洗管作業を兼ねることとする。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 建設資材調達先

主要建設資材の調達先を次表に示す。

表 3-50 主要建設用資材調達先

	資機材名	スーダン	日本	第三国
建設資材	型枠、支保材	○		
	鋼矢板、腹起し、タイロッド、敷鉄板		○	
	足場材		○	
	セメント・骨材・砂・砂利	○		
	鉄筋	○		
	鋼材（鋼板、形鋼）		○	
	防水処理剤・塗料	○		
	コンクリートブロック	○		
	建具	○		
管材	HDPE 管・PVC 管	○		
	ダクタイル鋳鉄管			○
	鋼管		○	
	バルブ類		○	
薬品	PAC、塩素容器	○		
機器類	ポンプ（薬注ポンプ、塩素注入器含む）		○	
	凝集剤注入設備		○	
	塩素注入機器		○	
	発電機		○	
	電気・計装機器		○	

(2) 輸送経路

工所用資材は現地調達、第三国調達、日本調達を想定している。日本からの調達品は通常、東南アジア、中東諸国（主にジェッダ）を経由して積替えを行い、45～60 日間

でポート・スーダン港に到着する。ポート・スーダン港からの輸送手段は、トレーラーによる陸送とする。通関手続きについては、事前に当該官庁である DWSU に確認し、予算処置がなされる必要がある。輸送経路については、下図の通りである。

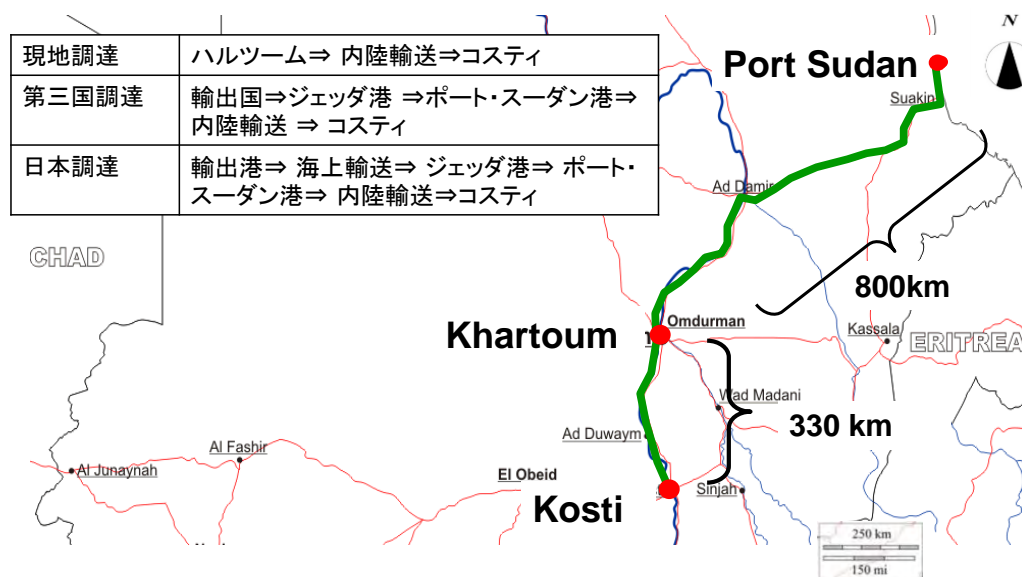


図 3-17 スーダン国内輸送経路の位置図

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本邦の主契約者が現地下請け業者と共に試運転を実施する際に初期操作指導を実施する。初期操作指導に際しては、WNSWC の運転員に対し、OJT による運転指導を行う。試運転調整期間は約 2 ヶ月とする。主な指導項目は以下の通りである。

- ・ 新規給水施設のシステムフローの確認（バルブの位置、開閉と水の流れなど）
- ・ 取水・配水ポンプの通常運転と記録方法
- ・ 発電機の日常点検・メンテナンス方法
- ・ 流量および水質分析項目の記録方法
- ・ 機器の異常時の対処方法
- ・ 取水施設点検口における点検方法
- ・ 取水口施設および取水管の逆流洗浄方法
- ・ 配管、バルブの操作、点検方法
- ・ ろ過池の洗浄方法（表面洗浄、逆流洗浄）とろ材の交換方法
- ・ 日常の水質分析と凝集剤の注入量決定方法
- ・ 凝集剤（PAC）、塩素の補充方法

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

コスティ浄水場およびコスティ市の配水管網は、給水施設の老朽化や円形沈殿池の一部不稼働、配管からの漏水、薬品管理体制の欠如、不合理な料金体系・支払い意思の低下、雨季に頻発する停電、技術力不足などさまざまな要因が重なり、安定的で十分な水量・水質を確保できない状況が続いている。これらの課題は複合的に連鎖しており、新しく給水施設を建設し、運転に必要な人員・予算を確保するのみでは根本的な解決は困難である。本ソフトコンポーネントはこのような観点から、WNSWCが財政的な自律を保ち、都市給水を改善する能力を強化するために計画するものである。

コスティ市の都市給水の課題は以下の2つの側面から整理される。

表 3-51 給水施設運営・維持管理面での課題

項目	問題点
① 経営	<ul style="list-style-type: none"> ・ガバナンスを担えるスキルとモラルを有する人材が確保されておらず、適切に配置されていない。 ・投資および資金調達面での独立性、自律性の確保が十分でない。 ・目標を明確に設定した計画的な事業進捗という文化が欠如している。 ・自律的経営を実現するためのノウハウが不足している。 ・在庫管理・調達管理が適正でない。
② 運転・維持管理技術	<ul style="list-style-type: none"> ・人員配置が不適切である。 ・運転・維持管理技術が十分でない。

これらの課題に対処するために、ソフトコンポーネントを含めた投入を行うことは、コスティ市における住民への飲料水の安定供給という目的に沿うものである。

2014年11月から2015年2月にかけて、「コスティ市給水施設改善計画準備調査」と連携する形で、HRDPW-2（2011-2015年）においてコスティ浄水場維持管理に特化した特別研修が実施されている。これは同プロジェクトがパイロット州として白ナイル州を対象としていることから実現したものである。

本ソフトコンポーネント計画では、このような他のスキームによる支援と連携を考慮しつつ、適切な目標設定と投入、投入時期等を検討した。

(1) ソフトコンポーネント計画の目標と成果

「本プロジェクトにより建設される施設の運営・維持管理が白ナイル州水公社により適切に実施されるとともに、配水管網整備計画に基づき配水管網整備が促進されること」を目標とする。

期待される成果は、以下の2つである。

成果1：幹部人材の育成により、経営の自律と収益基盤の確立を実現し、給水事業の中長期計画が策定される。

成果2：新規施設の運転・維持管理に必要な技術を習得し、業務管理体制が改善する。

(2) 活動

成果1に向けた活動

- ア. 研修プログラム策定、研修素材の準備
- イ. 新規施設の運営維持管理に向けた課題の共有（対象者との意見交換）
- ウ. アクションプラン策定のためのカイゼン・ミーティング（計2回）
- エ. 各業務統括者による成果のプレゼンテーション（計2回）
- オ. コスティ事務所における施設運営費用管理の研修指導

成果2に向けた活動

A) 施設管理

- ア. 運転維持管理マニュアル（案）、データ記録表（案）の準備
- イ. OJT（各施設の操作試験）
- ウ. ワークショップ（運転維持管理マニュアル案による意見交換）
- エ. 配水管網整備状況の確認、助言
- オ. 配水管網整備計画の最終化に向けてのワークショップ、協議

B) 水質管理

- ア. 水質管理マニュアル（案）、データ記録表（案）の準備
- イ. 水質検査の技術のOJT
- ウ. ワークショップ（水質管理マニュアル案による意見交換）

3-2-4-9 実施工程

本プロジェクトの実施工程は以下の順序で予定される。

- E/N 締結・G/A 締結（実施設計）
- コンサルタント契約締結
- 実施設計（詳細設計調査、国内解析、入札図書作成）
- E/N 締結・G/A 締結（本体工事）
- コンサルタント契約締結
- 事前資格審査公示
- 入札図書配付
- 入札、入札評価、業者契約
- 建設工事・ソフトコンポーネント
- 完工・引き渡し

以下に業務実施工程表を示す。

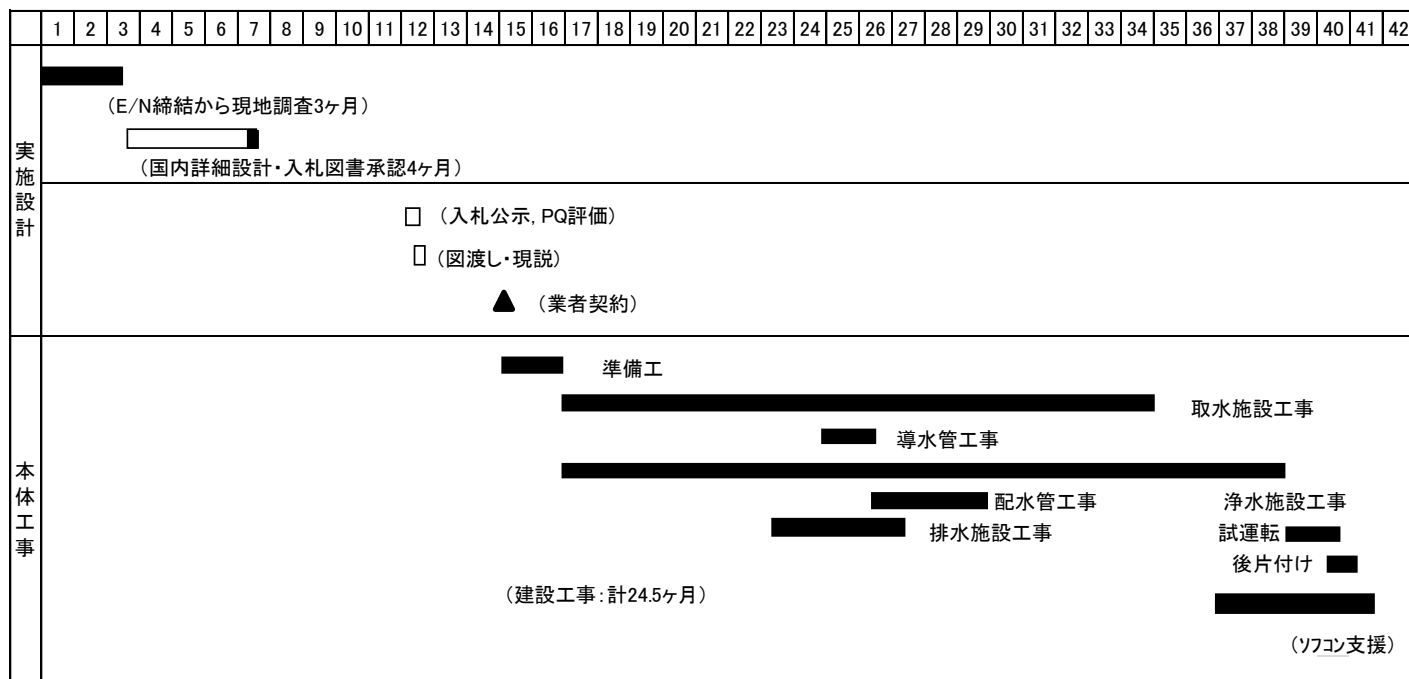


図 3-18 事業実施工程表

3-3 相手国負担事業の概要

我が国が無償資金協力により本計画を実施する場合、スーダン側は本計画の円滑な実施の為、以下の項目について必要な措置を取ることとする。

(1) 手続き事項

- 1) 銀行取極め、支払い授権書に係わる手続き実施および費用負担
- 2) 本プロジェクトに必要な輸入資機材の通関および免税措置に係る手続き
- 3) 本プロジェクトの工事に係る検査、立ち会い、承認等とその関連手続き

(2) 相手国側分担事業

下表に、スーダン側の負担事項をそれぞれの項目ごとに示す。

表 3-52 スーダン側負担の概要

項目	実施時期	備考
1 取水施設		
(1) 施設用地の確保	入札公示前までに	確保済みだが DD 時に再度確認する
(2) 防護柵の設置	入札公示前までに予算を確保する	取水施設への関係者以外の立ち入りを制限するため防護柵を設置する
2 導水管		
施設用地の確保	入札公示前までに	確保済みだが DD 時に再度確認する
3 浄水施設の建設		
(1) 施設用地の確保	入札公示前までに	確保済みだが DD 時に再度確認する
(2) 工事用地の整地	入札公示前までに	施設建設に必要な用地について工事開始前までに障害となる物を撤去する
(3) 防護柵の設置	入札公示前までに予算を確保する	浄水施設への関係者以外の立ち入りを制限するため防護柵を設置する
(4) 電柱移設費用（浄水場内 8 本）	入札公示前までに	施設用地内の既存の商用電源施設を施設建設の妨げとならない位置に移設する
4 配水管		
線路取り外し・設置手続き	入札公示前までに	配水管の線路横断に先立ちレールの取り外しと再設置に係る手続きを行う
5 その他		
(1) 施設建設及びソフトコンポーネント活動実施のためのカウンターパート要員	E/N 締結前に	
(2) 施設建設後の給水施設の運営維持管理	施設の供用までに予算を確保する	3-5-2 運営・維持管理費参照
(3) 非正規住民移転費用（15 世帯）	入札公示前までに	1 世帯：10,000SD ポンドの補償金
(4) 支払い授權書 (A/P) の通知手数料		
(5) 銀行手数料		銀行取極めに係る手数料
(6) VAT		VAT 還付のための措置

本プロジェクトの実施機関は WNSWC であり、上記負担事項の実施について合意され、それぞれの事項について具体的な計画がなされている。また、これら事項に係る費用については 3-5 の通りである。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 運営・維持管理の基本方針

維持管理は、施設を長期にわたって有効活用することを目的とする。給水区域内の需要に対応した水量と水道施設を効率よく、かつ安全に運転管理するとともに、必要な点検・整備等を行うものとする。

水道施設の維持管理は運転管理と保全管理とに大別される。運転管理は、個々の施設あるいは設備を安全かつ正常に運転すること、システム全体として効率的な運転を行うことを目的とする。保全管理は、その施設あるいは設備が常に正常な状態で運転できるようにその機能を保持することを目的とする。

(2) 運転管理項目

運転管理は、状況変化に応じたシステムの適正な制御を目的に、日々の運転記録および異常事、事故等における運転管理について記録することが重要である。主な運転管理項目を下表に示す。

表 3-53 運転管理項目

管理項目	内容	頻度	備考
河川水位	河川水位の確認 取水ポンプ施設水槽内の水位計による水位計測	毎日	水位変動の把握
導水流量	導水流量計にて確認	毎日	適正流量の把握
原水水質	濁度・色度・pH・EC	毎日	水質異常の検知
浄水水質 (浄水池)	濁度・色度・pH・EC・残留塩素	毎日	水質分析室で確認
	硝酸性窒素、塩素イオン、アンモニア性窒素、大腸菌、残留塩素・鉄・マンガン	1 ヶ月	水質分析室で確認
配水流量	配水流量計にて確認	毎日	適正流量の把握
配水圧	圧力計にて確認	毎日	適正圧力の把握
薬品注入量	凝集剤、塩素注入量の確認	毎日	ジャーテストの実施
薬品貯留槽	水位計にて確認	毎日	薬品補充時期の把握

(3) 保全管理項目

水道施設完成後、WNSWC は適切な保全管理を行うことが必要となる。保全管理計画については、基本的に以下の表に記載の内容となるが、実際の状況に応じて変更することが必要である。

表 3-54 保全管理計画（案）

施設	管理項目	頻度
取水施設		
取水口施設	取水口施設周辺の水面の状況	毎日
	躯体の異常の有無および状況確認	毎日
	スクリーンの清掃	1ヵ月毎、降雨後
点検口施設	取水口施設の清掃	1年毎（低水位時）
	点検口施設周辺の水面の状況	毎日
	躯体の異常の有無および状況確認	毎日
取水ポンプ施設	点検口施設の清掃	1年毎（低水位時）
	取水ポンプ施設内の水位確認	毎日
	河川水位の確認	毎日
取水管	取水ポンプの作動状況確認	毎日
	電気・機械設備の作動状況確認	毎日
	ポンプの定期点検（清掃、増締め等）	1年毎
	水槽内の清掃	1年毎
	逆流洗浄	2週間毎、異常時
	取水管内確認（点検口施設からの確認）	異常時
	取水ポンプの点検	1年毎
浄水施設		
原水流量計室	原水流量の確認・記録	毎日
	原水水質の確認・記録（濁度・色度・PH）	毎日
着水槽	躯体の状態確認	3-5年毎
	着水槽の清掃	3-5年毎
混和池	薬品注入状況の確認	毎日
	薬品注入量（ジャーテスト）	毎日
	躯体の状況確認	1年毎
フロック形成池	混和池の清掃	1年毎
	フロック成長状態の確認	毎日
	ごみ・スカム等の除去	必要に応じて
沈殿池	躯体の状態確認	1年毎
	流況およびフロック沈降状況の確認	毎日
	ごみ、浮遊物の状況確認	毎日
急速ろ過棟	スラッジの堆積状況確認	1月毎
	スラッジの排出	2週間毎
	沈殿池の清掃	1年毎
	躯体の状態確認	1年毎
	ろ過池の水位確認	毎日
管理棟	ろ過水質の確認	毎日
	ろ過池洗浄作業	毎日
	ろ過池の運転作業	毎日
	機械・電気・計装設備の作動確認	毎日
	ろ過池内の清掃	1年毎
	ろ過池の点検	1年毎
薬品棟	流量の確認・記録	毎日
	吐出圧の確認・記録	毎日
	水質の確認・記録（残留塩素）	毎日
	機械・電気・計装設備の作動確認	毎日
排水施設	ポンプの定期点検（清掃、増締め等）	1年
	薬品貯留水槽の水位確認	毎日
	薬品貯留水槽の状態確認	毎日
排水施設	機械・電気・計装設備の作動確認	毎日
	薬注ポンプの定期点検	1年
	汚泥の堆積状況の確認	毎日
排水施設	排水状況の確認	毎日
	排水施設の清掃	必要に応じて

(4) スペアパーツの購入計画

スペアパーツは標準付属品と故障・事故などの緊急時に必要となる交換用部品に分類される。交換用部品は必要に応じて WNSWC が購入する。

WNSWC では、資機材やスペアパーツの調達についてはコスティローカリティ事務所の調達部が主体となって実施しており、調達された資機材はコスティ市内産業地区の大倉庫およびコスティ浄水場敷地内の倉庫の 2 箇所に保管されている。ポンプのパッキン等についてはコスティ市近辺で代用品を調達しているが、品質が悪く交換は 3～5 日に一度と極めて高い頻度で行われている。また、金属製の部品については、市内の製作工場で加工されたものを使用しており、同様に品質が良くないため、ポンプ機器の頻繁な分解と組み立ての繰り返しの原因となっている。

本プロジェクトで建設される施設のスペアパーツ等についても上記事務所の調達部が主体となって管理を行うが、純正部品の調達を原則とし、ハルツームに代理店のある機器については、そこから調達を行う。現地で調達できないスペアパーツや部品については、WNSWC が必要部品をリストアップし、州政府を通じて DWSU へ調達の申請を行った後、DWSU により国際入札で調達される。WNSWC が必要部品をリストアップする際は、その部品と数量を明確にする必要がある。特に本邦調達の取水、薬注、配水ポンプなどのポンプ類内部の分解点検、腐食部品の交換に関しては各メーカーに問い合わせた上で対応する。

(5) 給水施設の人員配置体制

施設完成後の給水施設の運転・維持管理は、WNSWC コスティローカリティ事務所が担当する。コスティローカリティ事務所の現在の職員数は 272 名（2013 年時点）であり、現況のコスティ浄水場の職員数は運転員 15 名、水質検査室職員 7 名の計 22 名である。

下図に給水施設運営の人員体制を示す。

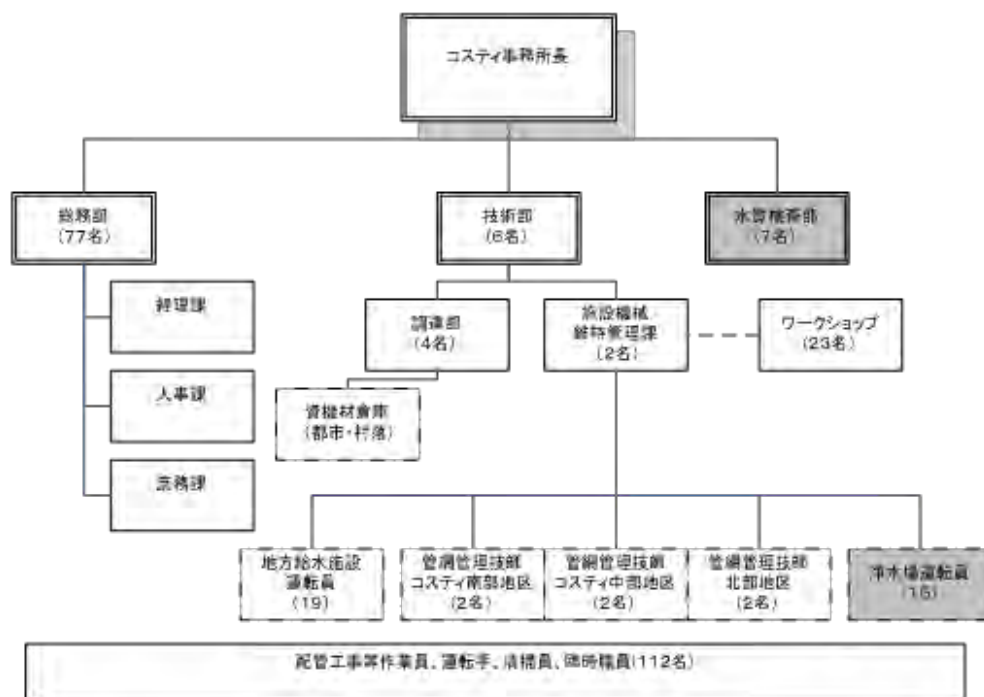


図 3-19 白ナイル州水公社コスト事務所の運営維持管理体制

浄水場施設の運転管理体制は取水施設、浄水施設において 24 時間交代勤務体制が敷かれている。また取水施設、配水施設が分散していることからポンプ場に多くの運転員が配置される一方、沈殿池やろ過池の管理は十分に行われてこなかった。

本給水施設の稼働にあたっては、これまでの運転員の労働条件を改善し、各施設の運転において適正な人員を配置し、適切な維持管理を行うため、人員体制を下表とする。

表 3-55 給水施設維持管理に必要な人員配置

計画浄水量 (m ³ /日)		33,000 m ³ /日			
計画方針		既存給水区域			
		<ul style="list-style-type: none"> - 各戸給水 (56%) - 給水ポイント利用 (44%) ※水道契約率は 2014 年実績 拡張計画区域 <ul style="list-style-type: none"> - 給水ポイント利用 			
上段：給水対象人口 下段：コスティ市 2024 年度総人口（推計値）に 対する割合	水道契約者	140,720 人 36.8%			
	その他	241,845 人 63.2%			
必要な人員体制		現況 (2014 年)		プロジェクト完了後	
所長・技師長		所長	1 名	所長・技師長	2 名
取水施設管理		24 時間交代	6 名	8 時間交代	3 名
沈殿池管理		24 時間交代 主に配水ポンプ 運転要員	9 名	8 時間交代	3 名
ろ過池管理				8 時間交代	6 名
配水ポンプ運転管理				8 時間交代	3 名
薬品室管理		夜間常駐なし	7 名	8 時間交代	3 名
水質試験室管理				8 時間交代	3 名
計			23 名		23 名

(6) 都市給水分野における人材育成の体制

コスティ浄水場の運営維持管理体制においては、組織体制面、経営面、在庫・調達管理システム、運転体制、メンテナンス体制、料金徴収管理などさまざまな面で課題を抱えている。

こうした課題を解決するため、WNSWC では白ナイル州公共事業省の支援の下、職員の人材育成に力を注いでいる。WNSWC では、HRDPW-2 (2011-2015) により確立された研修体制をプロジェクト終了後も継続して実施運営し、マネジメントの課題や浄水場運転などの技術的な課題に対して職員の育成に取り組む体制を構築している。エンジニアやテクニシャンに要求されるメンテナンス技術については、短期的に能力が向上するものではないため、研修センター等を活用した継続的な職員能力向上の取り組みが求められる。

しかし、未経験の運転技術が求められる本給水施設の運営維持管理については、施設完成前後の時期における技術指導が不可欠であるため、本計画で建設される施設の運営維持管理に携わる職員に対しては、マネジメント面での強化および運営維持管理面に関しても、ソフトコンポーネントを実施する。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本計画を実施する場合に必要な事業費総額は、30.7 億円となり、先に述べた日本とスーダンの負担区分に基づく双方の経費内容は、下記に示す積算条件によれば、以下の通りに見積もられる。但し、この概算事業費は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

(単位：百万円)

項目	全体	備考
① 建設費	2,680.0	
② 機材調達費	0	
③ ソフトコンポーネント	19.6	
④ 設計監理費	222.7	
合計	2,922.3	

(2) スーダン側負担経費

(単位：百万円)

項目	経費	備考
1 取水施設		
(1) 施設用地の確保	-	州の所有地のため無償である
(2) 防護柵の設置	2.15	
2 導水管		
施設用地の確保	-	州の所有地のため無償である
3 浄水施設の建設		
(1) 施設用地の確保	-	州の所有地のため無償である
(2) 工事用地の整地	-	簡易な作業のため WNSWC 職員にて行う
(3) 防護柵の設置	10.74	
(4) 電柱移設費用 (浄水場内 8 本)	11.02	電力公社見積による
4 配水管		
線路取り外し・設置手続き	0.18	鉄道公社からの聞き取りによる
5 その他		
(1) 施設建設及びソフトコンポーネント活動実施のためのカウンターパート要員	0.19	
(2) 施設建設後の給水施設の運営維持管理	-	3-5-2 運営・維持管理費参照
(3) 非正規住民移転費用 (15 世帯)	2.69	1 世帯:10,000SD ポンドの補償金
(4) 支払い授權書 (A/P) の通知手数料	0.02	
(5) 銀行手数料	3.38	銀行取極めに係る手数料
(6) VAT	114.75	VAT 還付のための措置
合計	145.12	

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 平成 26 年 6 月
- 2) 為替交換レート : 米ドル : 1USD=103.22 円 (2014 年 3 月～2014 年 5 月の平均)
現地通貨 (スーダンポンド) : 1SDG=17.9856 円
- 3) 施工・調達期間 : A 国債により工事、調達とし実施設計、工事、調達の期間は、
施工、調達工程の通りである。
- 4) その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこ
ととする。なお、本事業は予備的経費を想定した案件となっ
ている。但し、予備的経費の適用及び経費率については外務
省によって別途決定される

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費の算定

本計画により建設される給水施設（計画浄水量：33,000m³/日）の運営・維持管理に係る費用と、そこから算出される世帯・月当りの水料金を算定した。運営・維持管理費の算定にあたっては、表 3-57 の項目をそれぞれ検討し、年間あたりの必要費用を算出した結果、減価償却費を考慮した場合の生産水量 1m³ 当たり運営維持管理費は、1.530SDG/m³ となり、下記のように水道料金単価の改定（増加）が必要となる。

表 3-56 運営・維持管理費試算結果による水道料金単価案

等級 (一般家庭)	水道料金単価 (SDG/月)		
	現在	設備更新費・配管更新費を水道原価から除いた場合※	設備更新費・配管更新費を水道原価に含めた場合※
1 級 : 1"給水管	45	49	70 (1.55 倍)
2 級 : 3/4"給水管	35	34	47 (1.34 倍)
3 級 : 1/2"給水管	25	24	34 (1.36 倍)

※ 料金徴収率を 60%として試算

※ カッコ内は現在の水道料金からの増加率

等級ごとの世帯当たり水道料金月額単価は、上表の通り、現在の料金設定から 1.36～1.55 倍となっている。また、商業用施設等、一般世帯と異なる顧客については、推定される使用量に応じて、別途適切に単価を設定する必要がある。

表 3-57 運営・維持管理算定支出項目

費目	算出時の設定
人件費	2013-2014 年実績値。この実績値はコストローカリティ事務所現職員 272 名を対象としている。浄水場規模による運転員数の変更はほとんどなく、現在の職員数で調整可能であるため、実績値を一律に計上する。
動力費	ポンプその他設備が消費する電力量に応じて計上。
薬品費	PAC、塩素注入量より。
配管修繕費	先方負担で行う配水管網布設計画を基に、建設費の 3%を計上。
設備メンテナンス費	設備機器の修理・予備品を考慮し、機器本体の 3%を計上。
減価償却費	償却資産は設備機器及び配管とし、それぞれ耐用年数 16 年と 40 年の定額法における償却率を乗じる。耐用年数については、本邦水道施設更新指針（平成 17 年度）P. 43 の記載に基づいている。
運営経費	車両管理、事務費、臨時職員人件費、利息等。2013-2014 年実績値。
汚泥運搬費	汚泥量に応じ、汚泥堆積場との往復運搬にかかる燃料代を計上

※1 積算価格は 2014 年 7 月時点とする。

次表に年間運営・維持管理費の算定結果を示す。

施設規模： 計画浄水量 33,000m³/日（計画日最大給水量：31,000m³/日）

裨益人口： 382,565 人

換算レート： SDG = 17.9856 円

年間で必要とされる運営維持管理費を生産水量（計画日最大給水量：31,000m³/日）で除し、単位水量あたりの運営維持管理費を求めると、1.530 SDG/m³となる。

表 3-58 年間運営・維持管理費算定表

① 減価償却を含める場合

施設	費目	運転費用内訳	単価	数量	金額 (SDG)	備考
計画浄水量: 33,000m ³ /日	(1) 人件費	コスト事務所職員給与			3,247,628	
		小計			3,247,628	
	(2) 動力費	1) 取水ポンプ 計4(3+1)台(45kw)	0.33 SDG/kwh	662,256 kwh	218,544	45kW×3台×24時間×0.7×0.8×365日=662,256kWh
		2) 配水ポンプ(新設浄水場) 計4(3+1)台(160kw)	0.33 SDG/kwh	1,513,728 kwh	499,530	160kW×3台×24時間×0.45×0.8×365日=1,513,708kWh
		3) 凝集剤注入設備 計2(1+1)台(0.2kw)	0.33 SDG/kwh	1,402 kwh	463	0.2kW×1台×24時間×0.8×365日=1,402kWh
		4) 浄水設備回転機器類	0.33 SDG/kwh	21,535 kwh	7,107	洗浄ポンプ等
		小計			725,644	
	(3) 薬品費	ポリ塩化アルミニウム(PAC)(272kg/drum) 注入率(12.87mg/L) 溶化塩素(65kg/unit) 前塩素(2.5mg/L) 後塩素(1.0mg/L)	5.382 SDG/drum 2.925 SDG/unit 2.925 SDG/unit	444 drums 477 units 191 units	2,389,608 1,395,225 558,675	444 drums 2.5×34000/1000/65×365 = 477 units 1×34000/1000/65×365 = 191 units
		小計			4,343,508	
	(4) 配管修繕費		87,296,900 SDG	3 %	2,618,907	HDP配管布設費の3%
		小計			2,618,907	
	(5) 浄水場設備 メンテナンス	修理・予備品	55,600,036 SDG	3 %	1,668,001	機器本体の3%
		小計			1,668,001	
	(6) 減価償却費	1) 設備更新費			3,502,802	機器本体価格を耐用年数16年に配分して定額計上
		2) 配管更新費			2,352,475	配管布設費を耐用年数40年に配分して定額計上
		小計			5,855,277	
	(7) その他	車両管理、事務費、臨時職員人件費、利息等 汚泥運転費			588,432	
	小計			748		
				589,180		
				合計	19,048,145	
(8) m ³ 単価 (SDG/m ³)				1.530	19,048,145SDG/365日/31,000m ³ /1.1	

※ここでは一般家庭による負担金額を検討するため、工業用水等として加算される水量 10%は除外することとする。

② 減価償却を含めない場合

減価償却費を含めない場合は、m³単価は 1.061 (SDG/m³) となる。

この結果、月・世帯当たりの負担予想額は次表のように試算される。なお、支払い免除世帯、料金徴収率等を考慮し回収率 60%とし、世帯当たりの平均家族数を 6 人とする。

表 3-59 運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額
(減価償却を水道原価に含める場合)

m ³ 当りコスト (a1)		1.530 SDG/m ³					(h) 現在の 水料金
一般家庭	原単位 (L/人/日) (b)	月・世帯当り負担額 (SDG/月)		世帯 平均収入 (SDG/月) (e) ※1	支払い可能額 (収入の4%) (SDG/月) (e) × 0.04 = (f)	支払い 意思額 (SDG/月) (g) ※1	
		(a1) ÷ 1000 × (b) × 6 × 30 = (c1)	回収率 60% (c1) ÷ 0.6 = (d1)				
1級: 1"給水管	150	42	70	1,650	66	37	45 SDG/月
2級: 3/4"給水管	100	28	47	1,500	60	35	35 SDG/月
3級: 1/2"給水管	70	20	34	1,500	60	27	25 SDG/月
共同水栓(給水ポ イント)利用者	35 20	6	10	-	-	-	※2

表 3-60 運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額
(減価償却を水道原価から除いた場合)

m ³ 当りコスト (a2)		1.061 SDG/m ³					(h) 現在の 水料金
一般家庭	原単位 (L/人/日) (b)	月・世帯当り負担額 (SDG/月)		世帯 平均収入 (SDG/月) (e) ※1	支払い可能額 (収入の5%) (SDG/月) (e) × 0.04 = (f)	支払い 意思額 (SDG/月) (g) ※1	
		(a2) ÷ 1000 × (b) × 6 × 30 = (c2)	回収率 60% (c2) ÷ 0.6 = (d2)				
1級: 1"給水管	150	29	49	1,650	66	37	45 SDG/月
2級: 3/4"給水管	100	20	34	1,500	60	35	35 SDG/月
3級: 1/2"給水管	70	14	24	1,500	60	27	25 SDG/月
共同水栓(給水ポ イント)利用者	35 20	4	7	-	-	-	※2

※1 社会条件調査結果より。偏差を考慮し、中央値を記載。

※2 社会条件調査結果より。給水ポイント(共同水栓)で5SDG/バレル(200L)、水売り人から購入した場合44SDG/バレル(200L)と設定されており、水道未契約世帯の水に対する月支出額は300SDG/世帯/月となっている。

「表 3-60 運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額(減価償却を水道原価から除いた場合)」によると、現在の水料金設定では、「水道原価に施設更新費などの減価償却費を含めない」という仮定のもとでは、1級以外の世帯で水道原価の回収が可能であるが、「表 3-59 運営・維持管理費の月・世帯当り負担予想額(減価償却を水道原価に含める場合)」のように、減価償却を原価に含めた場合は回収を見込むことはできない。これを達成させるためには少なくとも「表 3-59 年間運営・維持管理費算定表」の(d1)項に示される通り、現在の水道料金から1.36~1.55倍の料金へ改定する必要がある。

これらの水料金について、以下に評価を行う。

(2) 提案される水料金に対する地域住民の支払い能力の評価

1) 支払い可能額

運営・維持管理負担額（水料金）と世帯収入に占める割合をもとに、地域住民の施設利用料金支払い能力について評価を行った。社会条件調査の結果から、水道契約が計画される既存給水区域の平均世帯収入（中央値）は 1,500 SDG/月であり、各等級における平均収入は上表(e)の通り 1 級世帯で 1650SDG/月、2 級世帯、3 級世帯で 1,500SDG/月となる。通常、世界銀行が都市給水について提唱している「上水道サービスは家計の可処分所得の 4%以内」*を支払い可能額の見安とすると、既存給水区域における世帯あたり平均支払い可能額は同表(f)の通り、1 級世帯で 66SDG/月、2 級世帯、3 級世帯で 60SDG/月となる。したがって、負担額(d)（1 級：70SDG/月、2 級：47SDG/月、3 級：24SDG/月）の支払いはおおむね可能であるといえる。

2) 支払い意思額

社会条件調査によると、水道サービスに対する支払い意思額は 1 級：37SDG/月、2 級：35SDG/月、3 級 27SDG/月であり、平均（中央値）は 26 SDG/月となる。また、「現在の水道サービスが改善した場合」でも平均 30 SDG と、大きな変化が見られない結果となっている。これは、質問回答者により新たに施設が建設された際に改善された水質やサービスの利便性がイメージできていない、公共サービスに対して支払いをすることに理解がされていないといった可能性が考えられる。

支払い意思は、水道サービスの改善により、水利用者に支払い価値が実感されることで、ある程度改善されると考えられるが、こういった意識の低さは慢性的な水料金の滞納や無駄な浪費につながるため、WNSWC を通じて水利用者への説明や啓発を徹底、意識の向上を図る必要がある。

(3) WNSWC に期待される水道料金管理

2014 年より WNSWC では電力公社の電気料金に水道定額料金を上乗せして徴収するシステムを開始した。2014 年 8 月時点ですべての都市エリアをカバーするには至っていないが、2014 年 7 月時点の試行（1 ヶ月）により、同月の料金徴収率は 2013 年平均に比べ 2 ポイント上昇し、64%となっている。隣州のセンナール州では電力公社による徴収委託により数年で歳入を飛躍的に増大させるなどの成果を上げており、白ナイル州においても今後の収入増が期待される。

* 開発調査における経済評価手法研究 Vol.11 地下水 (2002 JICA)

電力公社を通じた徴収方法の改善に加え、WNSWC は持続的に給水するために以下の取り組みを推進すべきである。

1) 水道料金滞納の改善

2014 年現在、一般世帯、商業施設・公共施設において累計 1, 121 万 SDG にのぼっている。今後は適正に料金徴収を行うことが求められる。

2) 水道原価（設備更新費を含む）に基づく料金設定の見直し

安定的かつ将来にわたって持続的に水供給を行うためには、原価を意識した水道経営が求められる。

水料金改定に係るプロセスについては以下の通りとなっている。

ステップ 1: 改定水料金額について WNSWC の職員で合意し、総裁が承認

ステップ 2: 白ナイル州水審議会承認

ステップ 3: 白ナイル州知事に承認

これに基づき 2024 年までに水料金を改定する旨、概略設計概要説明時に WNSWC と合意している。

3) 漏水率の改善

漏水率改善のため配管更新工事を実施することが求められる。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

(1) 建設用地／仮設用地の確保

取水施設の建設用地は、既存取水施設に隣接しており、白ナイル州政府の公用地であり、すでに州政府から使用許可を受けている用地である。

浄水場の建設予定地は、取水施設同様、白ナイル州政府の公用地であり、2014年に新たに州政府から使用許可を受けているため、使用について問題はない。浄水場建設予定地として白ナイル州政府から使用許可を受けている用地は十分な面積を有しているため、現場事務所、資材置き場、資材加工場等すべての工事中施設を用地内に配置することが可能である。

また、既存浄水場の敷地も、資材置き場等の用地として利用可能であることを確認している。

(2) 相手国側負担事項実施

スーダン側の負担事項を実施するための予算措置が確実に行なわれ、遅滞なく履行される必要がある。

(3) 治安状況

2015年にスーダン大統領選挙が実施され、治安状況が変化する可能性があるため、治安状況が顕著に悪化しないことが事業実施の前提条件となる。

(4) 環境影響評価の許認可

環境影響評価の許認可は本プロジェクトの前提条件のひとつだが、工事期間中および事業実施後に想定される負の環境影響に対して、プロジェクトにおいて取りうる対策が明確である。本事業は白ナイル州保健省の実施したEFSにより、実施に問題がないとの判断を書面で得、2014年12月31日付で白ナイル州審議会の承認を得ている。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの全体計画達成のための前提条件として、スーダン側が取り組むべき課題を以下に示す。

(1) 技術協力プロジェクト、ソフトコンポーネントで向上する運営維持管理能力の活用

プロジェクトの実施に先立ち、技術協力プロジェクトである HRDPW-2 が実施されており、水道業務に携わる職員の能力向上を目的にさまざまな分野で研修が実施されている。特に 2014 年には、本プロジェクトに活用されることを目的に、「機械管理」「電気管理」「機材管理」の分野において、特別研修が実施され、日本人専門家による直接指導も実施された。

また、本プロジェクトにおいても、ソフトコンポーネントを実施し、新たに建設されるコスティ浄水場の運営維持管理に関わる職員を対象に、経営面、技術面での能力向上を図ることとしている。

これらの技術移転を受けた職員が、継続的に施設管理を行ない、建設後の施設を適切に運営・維持管理することが必要とされる。

(2) 電柱等の移転

新規に建設される施設用地には既に商用電力が通っているが、施工時の障害となるため、電柱等を施工の障害とならない位置に移設する必要がある。これについては、日本側の施工が開始される前に確実に実施されなければならない。

(3) 既存配水管網の更新・拡張事業の実施

既存配水管網の更新・拡張事業に関しては、2014 年の時点で WNSWC が計画を策定し、白ナイル州財務省の承認を得ており、スーダン側において実施される予定である。本プロジェクトはこの計画をもとに策定されており、プロジェクトの効果を発現するためには、同事業が実施されることが不可欠である。

特に基幹施設である配水本管および脆弱な管路である既存 ACP 管の布設替は、施設建設工事の完了までに実施される必要がある。

プロジェクトの実施に当たっては、定期的な会合等をもち、十分な情報の共有を図ることとする。

(4) 財務健全性

水道事業の持続性を確保するためには、WNSWC の財務能力を強化することはきわめて重要である。本プロジェクトでは、ソフトコンポーネントにおいて、経営面での職員能力の強化を図ることとしているが、これに加え、WNSWC 研修センターでの研修実施、DWST での研修の受講等、スーダン側の自助努力による能力向上も積極的に実施される必要がある。

4-3 外部条件

プロジェクト効果を発現・持続するための外部条件としては、以下の項目が挙げられる。

- ・新たに建設される浄水場に係る組織・人材が継続的に運営維持管理に携わること
- ・スーダン国内における治安状況が極端に悪化しないこと
- ・大規模な気象条件の変更、自然災害が発生しないこと
- ・社会・経済状態が極端に悪化しないこと

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

(1) 裨益対象および人口

2014年現在、コスティ市全人口約26.6万人の内、各戸給水により給水サービスを受けることができる人口は、給水サービスの契約をしている約10.2万人と推定されるが、慢性的な水圧不足により十分な水量は確保できておらず、給水ポイントからの給水を併せて利用している世帯が多い。

本計画では、水道未普及地域を含むコスティ市の住民居住区域全域において、住民が安全な水へアクセスできることを目的としており、計画給水人口は382,565人である。

この内、水道契約者数は145,681人であり、それ以外については、給水ポイントから給水を受ける計画である。

(2) プロジェクト目標とベーシックヒューマンニーズ (BHN)

本計画は、浄水処理された安全な水を給水することにより、住民の生活環境が改善することを目的としており、対象地域住民のBHNの充足に寄与する。

(3) スーダンの中・長期開発計画との整合性

スーダンでは、MDGs 目標達成のために、水・衛生セクター戦略計画(2010-2016)を策定しており、本計画は水道の拡張計画であり目標の一つである。

また、白ナイル州水衛生セクター戦略計画（2011年～2016年）の中で、住民の安全な水へのアクセス率の向上が目標として定められており、本計画は白ナイル州の政策と整合している。

(4) 我が国の援助政策・方針との整合性

本案件は対スーダン国別援助方針の援助重点分野「基礎生活分野支援」、開発課題「水・衛生施設整備及び維持管理能力の強化」の「水・衛生支援プログラム」に位置づけられる。現在、給水セクターにおいては技術協力プロジェクト「水供給人材育成プロジェクトフェーズ 2」（2011年～2015年）（以下、HRDPW-2とする。）において、全国の給水人材の育成を行っており、特に白ナイル州は 2 つあるパイロット州のひとつとして、重点的な協力が行われている。また、東部のカッサラ州で実施中の技術協力プロジェクト「カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト」（2011～2014年）においても水分野の支援を実施中である。更に、無償資金協力「カッサラ市給水緊急改善計画」（2011～2013年）及び無償資金協力「カッサラ市給水計画」（2012年～2015年）を通じ、給水施設の改修・新設等を行っている。

4-4-2 有効性

(1) 定量的評価

本プロジェクトの実施により、期待される成果を以下に示す。

	基準値(2014年)	目標値(2024年)
日平均浄水量(m ³ /日)	10,000～15,000	23,700
処理水の濁度 (NTU)	20～250	5

(2) 定性的評価

- ・ 衛生的な飲料水の供給により水因性疾患による被害者数が減少する。