

ルワンダ共和国  
水衛生公社 (WASAC)

ルワンダ共和国  
キガリ市ンゾベートラ間  
送水幹線強化計画協力準備調査

準備調査報告書  
(先行公開版)

平成30年11月  
(2018年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社  
株式会社 協和コンサルタンツ  
横浜ウォーター 株式会社



## 序文

独立行政法人国際協力機構は、ルワンダ共和国のキガリ市ンゾベノートラ間送水幹線強化計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を国際航業株式会社、株式会社協和コンサルタンツ、横浜ウォーター株式会社から構成される共同企業体に委託しました。

調査団は、平成29年10月から平成30年11月までルワンダの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成30年11月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 武藤 めぐみ



## 要約

### 1. ルワンダ国の概要

#### (1) 国土・自然

ルワンダ国(以下、「ル」国)は、26,338k m<sup>2</sup>の面積を有し、西にコンゴ民主共和国、北にウガンダ、東にタンザニア、南にブルンジと国境を接する内陸国である。北西から南東へ山地が連なり、コンゴとナイルの分水嶺(標高 2,740m)が南北に走っている。西側の斜面の下部はアフリカ大地溝帯の一部となっている。東側の斜面はなだらかに傾斜し中央高地から平原・沼沢地・湖へと標高が下がっている。このように国土の大部分は谷と丘から形成され、起伏に富んだ地形を持つことから、「千の丘の国」とも呼ばれる。

#### (2) 社会経済状況

1962年の独立以前より、全人口の85%を占めるフツとツチ(全人口の14%)の抗争が繰り返されていたが、1990年に独立前後からウガンダに避難していたツチが主体のルワンダ愛国戦線が「ル」国に武力侵攻し、フツ政権との間で内戦が勃発した。1994年4月のハビヤリマナ大統領暗殺を契機に、フツ過激派によるツチ及びフツ穏健派の大虐殺が始まり、同年7月まで約3ヶ月間続いた。1994年7月、ルワンダ愛国戦線がフツ過激派を武力で打倒すると、ビジムング大統領(フツ)、カガメ副大統領(ツチ)による新政権が成立し、その後2003年8月には大統領選挙が実施されカガメ大統領が当選した。

2000年、中長期的国家開発計画である「VISION 2020」を発表、2020年までに中所得国への転換をめざし、「知識集約型経済の実現」などを掲げている。カガメ大統領は汚職対策にも力を入れており、他のアフリカ諸国に比して、汚職の少なさ、治安の良さは特筆される。また、「ル」国は国会議員に占める女性の割合が57.5%で世界一であり(2014年10月現在)、上院副議長、下院議長等の要職を女性が占め、女性閣僚の割合は約26%と、女性の社会進出が進んでいる。

2007年には、「ル」国独自の成長戦略である第二次経済開発貧困削減戦略(EDPRS II)を発表し、最近の国家予算では、経済構造改革、農村開発、若年層雇用創出、公的説明責任といった分野に予算が重点的に配分されている。とりわけ経済構造改革を最重要分野としている。

2015年12月、国民投票を経て憲法が改正され、大統領の三選禁止規定は維持しつつ大統領任期が7年から5年に短縮された。また、改正憲法の下でカガメ大統領は、2017年、2024年に実施予定の大統領選挙に立候補することが可能となった。2017年8月の大統領選挙では、カガメ大統領が立候補し、98.8%の支持を得て再選された。

2012年の国勢調査によれば、「ル」国の人口は10,515,973人、人口密度は415人/km<sup>2</sup>であり、2002年からの10年間の人口成長率は2.6%となっている。

独立以後の「ル」国は、1966年から開始された経済再建計画の成果もあり、1987年までの20年にわたり順調に発展をつづけたが、その後の内戦と1994年のルワンダ大虐殺の影響で経済が低迷した。その後は農業生産の向上、ドナー国の援助、健全な経済政策などで堅実に回復し、1999年にはGDPが内戦前の水準にまで回復した。

「ル」国の経済は以下に示すとおり、農産業中心の第一次産業構造となっている。2016年のGDPのセクター別比率では農林水産業が31%、製造業が16%、サービス業が47%となっている。主要農作物はコーヒーや茶などであるが、農林水産業のうち20%が農作物を占め、輸出作物は5%に過ぎない。過去5年間でこの比率はほとんど変化しておらず、産業構造に大きな変化は見られない。貿易収支は赤字ではあるものの、GDPや輸出額及び輸入額は増加傾向にあり、「ル」国の経済成長の著しさを示していると言えるが、1人当たりのGNIは上昇傾向にあるものの依然700ドル程度であり、低所得国の水準にとどまっている。

表 1 ルワンダ国の主要社会経済指標

項目	実績				
	2012	2013	2014	2015	2016
GDP (百万US\$)	7,315	7,622	8,016	8,261	8,376
GDP成長率 (%)	8.84	4.70	7.62	8.87	5.93
1人当たりGNI (US\$)	650	680	700	710	700
人口 (百万人)	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9
GDPのセクター別比率 (%)					
農林水産業	29	29	28	28	31
製造業	17	17	17	17	16
サービス業	47	48	48	47	47

出典：世界銀行, NISR

## 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

### (1) 上位計画

#### 1) Vision 2020

「ル」国政府は、2000年に2020年の経済達成目標を定めた長期開発計画「VISION 2020」を策定した。VISION 2020では以下の開発を実現することで、国民一人当たりのGDPを220米ドルから900米ドルまで向上させ、経済成長率7%以上を達成することで中所得国へ転換することを目標としている。

- ① 国民と社会資本の再構築
- ② 法の支配下での効率的かつ信頼される国家開発
- ③ 知的経済の繁栄に向けた人的資源の開発
- ④ 都市計画を含めた基礎インフラの整備
- ⑤ 起業家の育成及び民間セクターの開発
- ⑥ 農業及び畜産の近代化

VISION 2020における水セクターの開発目標は、「2020年までに全国民が安全な飲料水にアクセスできること」としている。このVISION 2020の開発目標に対し、具体的なアクションプランとして第二次経済開発貧困削減戦略(Economic Development and Poverty Reduction Strategy II 2013-2018: EDPRS II)が策定されている。

#### 2) 国家給水方針・実施戦略(NWSPIS)

2016年12月にインフラ省は水分野と衛生分野のそれぞれに、国家給水方針・実施戦略(National Water Supply Policy Implementation Strategy: NWSPIS)を策定した。NWSPISでは、目標の達成状況を示した上で、2020年までに都市部の給水率(半径200m以内で改良水源にアクセス可能な割合)を100%まで向上させ、無収水率を20%まで下げることが目標に掲げている。

表 2 NWSPIS が掲げる目標

特筆目標	効果指標 (EDPRS IIとの比較)	EDPRS II 目標 (2018年)	ベースライン (2015年)	目標年度				
				2015 /2016	2016 /2017	2017 /2018	2018 /2019	2019 /2020
村落部の給水率を 100%まで向上させる	村落部世帯が500 m以内で改良 水源にアクセスできる	100%	79% *1	85%	93%	100%	100%	100%
都市部の全員が安全な 水にアクセスできる	都市部世帯が200 m以内で改良 水源にアクセスできる	100%	69% *2	85%	93%	100%	100%	100%
	無収水率	-	35% *3	32%	28%	24%	22%	20%

出典：National Water Supply Policy Implementation Strategy

\*1: Integrated Household Living Conditions Survey(EICV)4

\*2: Rwanda Demographic and health Survey(RDHS) 2014/2015

\*3: Rwanda Utilities Regulatory Agency (RURA) - Key Statistics in Water and Sanitation Sector for the Period of July to September 2015.

## (2) 現状と課題

「ル」国は、国家の長期開発目標として 2020 年をターゲットとしており、長期開発計画「VISION 2020」及び「第二次経済開発貧困削減戦略 (Economic Development and Poverty Reduction Strategy 2: EDPRS II)」を策定し、2020 年までに全国の給水普及率を 100%とすることを目指している。しかし現状は、2000 年の給水普及率である約 50% から改善はしているものの、2015/2016 年度で約 85%の給水普及率にとどまっている。そのため「ル」国政府は、水・衛生分野を含めた基礎インフラの整備・改修を国家発展の最重要課題としてとらえ、EDPRS II の前身である経済開発・貧困削減戦略 (Economic Development and Poverty Reduction Strategy : EDPRS) から老朽化した既存の浄水場の整備や新規浄水場の建設、送水網強化、配水管整備等を計画してきた。

「ル」国の給水事業はインフラ省 (Ministry of Infrastructure : MININFRA) の管轄にある水・衛生公社 (Water and Sanitation Corporation : WASAC) が上下水道事業の運営を行っている。

本プロジェクトの対象地域であるキガリ市の上水道施設は、WASAC の都市給水衛生サービス局と商業サービス局が管轄している。キガリ市は、市内の全 35 セクターのうち 23 セクターを給水区域として給水を行っている。しかし、「ル」国の人口は増加の一途をたどっており、特にキガリ市においては 2025 年までの年人口増加率が 4.1~5.8%となることを見込まれている (2013 年キガリ市マスタープラン)。この急激な人口増加に伴い、キガリ市内の給水状況は給水量の不足や施設の老朽化等による断水により、給水時間が一日平均 8 時間と短く、給水区域ごとの恒常的な給水制限・停止を余儀なくされている。また、3 つの浄水場の給水区域は固定されており、水不足を互いの浄水場間で融通可能とする配水管網の整備が遅れているため、計画的・効率的な給配水ができない状況にある。さらに、既存の配水管の多くが 1970 年代以前に布設されていることから、配水管を含む配水施設の老朽化が激しく、管路の適切な維持管理が行われていないことも相まって、無収水率は 2015/2016 年度で 35.5%と依然高いレベルである。我が国はこれまで、「ル」国の給水分野においては安全な水へのアクセス率が低い「ル」国の東部県を中心に協力事業を展開してきたが、近年はキガリ市の上水道施設の状況を踏まえ、都市給水分野においても技術協力プロジェクト「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」を実施している。

このように、現状ではキガリ市の上水道施設の維持管理の向上を含めたソフト面の改善に寄与しているところではあるが、2020 年までに給水普及率を 100%とする目標を達成するためには、ソフト面だけではなく、上水道施設の見直しを含めた施設改修等のハード面への対応も同時に行う必要がある。したがって、これらソフト面・ハード面双方の対策を並行して行うことにより、給水普及率を目標に近づけることが、「ル」国にとって緊急の課題となっている。

### (3) 無償資金協力の背景、経緯及び概要

「ル」国は2020年までに全国の給水普及率を100%とすることを目指しているものの、2015/2016年度で約85%の給水普及率にとどまっている。2020年までに給水普及率を100%とする目標を達成するためには、ソフト面だけではなく、上水道施設の見直しを含めた施設改修等のハード面への対応も同時に行う必要がある。ソフト面・ハード面双方の対策を並行して行うことにより、給水普及率を目標に近づけることが、「ル」国にとって緊急の課題となっている。

係る状況下で、「ル」国は我が国に対し以下の要請をした。要請内容はンゾベ-ノトラ送水管の増強を主として、送水管の起点となるンゾベ浄水場及び終点となるノトラ配水場の施設整備、及び既存送水管からの直接分岐により給水を受けている地区に対し、ノトラ配水池からの給水とするための配水管の付け替え工事である。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>① ンゾベ-ノトラ間の送水幹線の増強</li><li>② 同送水幹線から分岐している配水管の付け替え</li><li>③ ンゾベ浄水場の送水ポンプ設備の改善</li><li>④ ノトラ配水池の拡張</li></ul> |
|--|

## 3. 調査結果概要とプロジェクトの内容

### (1) 調査団の派遣時期

当調査団は以下の日程で現地調査を実施した。

#### ✚ 第一次現地調査 (1回目: 2017年11月4日~12月20日)

第一次現地調査(1回目)では送水管布設ルートを検討を行い、全7案のルートから最適な送水管ルートを選定し、先方実施機関であるWASACと確認した(ミニッツ及びテクニカルノートの締結)。また、現地再委託調査(測量調査・地盤調査・環境社会配慮調査)を開始した。

#### ✚ 第一次現地調査 (2回目: 2018年2月22日~28日)

現地再委託調査のうち測量調査・地盤調査の成果物を確認した。また、「ル」国の免税情報を収集した。

#### ✚ 第一次現地調査 (3回目: 2018年4月16日~29日)

先方実施機関と本事業のスコープ(計画送水量、管種、送水ポンプ設備、その他必要な計器類等)について確認した(テクニカルノートの締結)。また、送水管ルート上の道路横断、河川横断について「ル」国の関係機関と協議し、本事業の送水管ルートに問題がないことを確認した。

#### ✚ 第二次現地調査 (2018年8月26日~9月5日)

「ル」国側に対し、協力準備調査報告書(案)を基に事業概要を説明し、相手国負担事項、免税等の協議に基づき、ミニッツを締結した。

### (2) 送水管布設ルートの検討

当調査団は先方実施機関と協議の上、7つの送水管布設ルート案を検討した。ルート案の検討に際しては、以下のクライテリアを用いた。



表 3 送水管布設ルート案の検討クライテリア

クライテリア	
1	管延長
2	布設ルートの構成（舗装・未舗装道路の割合）
3	狭小部の有無
4	河川への対策（護岸整備の必要性）
5	湿地帯での施工性
6	河川横断の必要性
7	急勾配での施工性
8	交通機関への影響
9	住民移転
10	用地取得
11	施工期間
12	事業費

出典：当調査団

設定した 12 のクライテリアのうち、以下のクライテリアについては特に慎重に先方実施機関と協議をした。

① 布設ルート上の道路構成（舗装・未舗装道路の割合）

舗装道路下に送水管を布設することは困難であり、7つのルート案のうち、5案について除外した。

② 狭小部の有無

残る 2 案のうち、1 案については既存送水管の曲管部に近接して新設送水管を布設する必要があり、曲管部に近接した施工は、新設管理設のための掘削時に不平均力に対抗したコンクリート防護に土圧が作用せず、既存送水管が動き、既存送水管の管の離脱及び重大な漏水事故を招く恐れがある。したがって、施工の安全性を考慮して既存送水管の曲管部に近接する案を除外した。

（3） 設計概要

本プロジェクトで更新する送水管は、水道施設の中でも拡張・見直しが難しく、かつ重要な基幹施設であり、長期的な計画を念頭に置いて計画する必要がある。日本の水道施設設計指針においては、施設設計上の計画目標年次を計画策定時より 10 年から 15 年程度を標準としており、本プロジェクトにおいても日本の水道施設設計指針に基づき、計画目標年次を 2030 年とする。

以下に本プロジェクトの事業コンポーネントを示す。

表 4 事業のコンポーネント

項目	仕様	
送水管	計画送水量	87,000 m <sup>3</sup> /日
	口径	900 mm
	管延長	9,400 m
	管種	鋼管: 8,000 m (ンゾベ浄水場から急勾配の斜面まで) ダクタイル鋳鉄管: 1,400 m (急勾配の斜面後からノトラ配水池まで)
	河川横断	6 箇所 (添付資料 1 参照) 河川横断方法: 全て伏せ越しによる河川横断
	空気弁	9 箇所
	排泥弁	4 箇所

項目		仕様
ンゾベ浄水場	送水ポンプの増設	能力: 22,000 m <sup>3</sup> /日 3基 (2基運転、1基予備) 揚程: 240m 流量: 7.6 m <sup>3</sup> /min (11,000m <sup>3</sup> /日) x 2
	圧力タンク	1式
	送水ポンプ棟	ンゾベ浄水場内に増設する送水ポンプ用のポンプ棟を建設
	計器類	流量計2台 1台 (ンゾベ 1 WTP の導水管部) 1台 (新設ポンプ棟の流入管部)
ノトラ配水池	流出管	ノトラ配水池からの流出管 (2本) カチル方面 送水管本線 (Fawe 配水池方面)
	高架水槽	容量: 200 m <sup>3</sup> (10m x 10m x 2.5m) 高さ: 10 m 材質: 鉄製 架台: RC製
	高架水槽用の揚水ポンプ	能力: 576m <sup>3</sup> /日 2基 (1基運転、1基予備) 揚程: 20m 流量: 24m <sup>3</sup> /時間
	計器類	流量計3台 1台 (ノトラ配水池流入管部) 1台 (カチル方面への流出管部) 1台 (送水幹線本線 (Fawe 配水池方面) の流出管部) 水位計4台 2台 (ノトラ配水池 (2槽式) の各槽) 2台 (高架水槽 (2槽式) の各槽)

#### 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

##### (1) プロジェクトの工期

我が国政府により本協力対象事業の実施が承認された後、両国間で交換公文 (E/N) が取り交わされ、我が国の無償資金協力制度に基づき、本協力対象事業が開始される。本協力対象事業は大きく、①実施設計、②施工業者選定 (入札図書作成・入札公告・入札参加資格事前審査・入札・入札評価・契約)、③施設建設の3段階からなる。以下に事業実施工程表を示す。

表 5 事業実施工程表

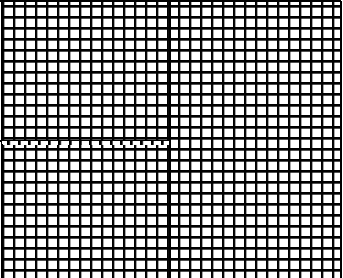
月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
実 施 設 計	現地調査	■																
	国内解析・詳細設計																	
	入札図書作成																	
	入札図書承認					■												
	入札公示					▲												
	図渡し、現説					□												
	入札								▲									
	入札評価								□									
	業者契約								▲									
	(計7.0か月)																	
月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
施 設 建 設	準備工	■																
	ンゾベ浄水場		■	■	■	■												
	ポンプ棟建設工事		■	■	■	■												
	ポンプ設備設置工事		■	■	■	■												
	場内配管工事		■	■	■	■												
	不断水工事		■	■	■	■												
	調整・試運転																	
	初期操作指導																	
	ノトラ配水場		■	■	■	■	■	■	■									
	高架水槽建設工事		■	■	■	■	■	■	■									
	ポンプ設備設置工事		■	■	■	■	■	■	■									
	場内配管工事		■	■	■	■	■	■	■									
	調整・試運転																	
	仮設工事		■	■	■	■	■	■	■									
	推進工事		■	■	■	■	■	■	■									
	鋼管布設工事		■	■	■	■	■	■	■									
	斜面配管工事		■	■	■	■	■	■	■									
	ダクタイル鋳鉄管布設工事		■	■	■	■	■	■	■									
	管洗浄・水圧試験																	
	竣工検査・後片付け																	
月数		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
施 設 建 設	準備工																	
	ンゾベ浄水場																	
	ポンプ棟建設工事																	
	ポンプ設備設置工事																	
	場内配管工事																	
	不断水工事																	
	調整・試運転																	
	初期操作指導																	
	ノトラ配水場																	
	高架水槽建設工事																	
	ポンプ設備設置工事																	
	場内配管工事																	
	調整・試運転																	
	仮橋設置工事																	
	推進工事																	
鋼管布設工事																		
斜面配管工事																		
ダクタイル鋳鉄管布設工事																		
管洗浄・水圧試験																		
竣工検査・後片付け																		
(計27.0か月)																		

□ : 国内      ■ : 現地

(2) 概略事業費

日本側の負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表 6 日本側負担経費

送水管更新 9.4km、ンゾベ浄水場改修、ノトラ配水場改修		概略事業費	百万円
費目		概略事業費 (百万円)	
施設	送水施設	<送水管更新> ・鋼管、ダクタイル鋳鉄管 ・推進工事 ・不断水工事	
		<ンゾベ浄水場改修> ・送水ポンプ (建屋含) ・圧力タンク ・流量計	

費目		概略事業費（百万円）
配水施設	<ノトラ配水場改修> ・高架水槽 ・流量計、水位計 ・配水池改修	
	実施設計・施工監理、ソフトコンポーネント	

「ル」国側の負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表7 「ル」国側負担経費

ルワンダ側負担経費：291.98 百万円

費目	概算額（百万 RWF）	概算額（百万円）
用地取得	165.50	21.52
ボックスカルバート建設	55.00	7.15
ノトラ配水池周辺の配水管整備	39.00	5.07
環境マネジメント計画（EMP）及び 環境モニタリング計画（EMoP）の実施	4.20	0.55
免税費用	1,958.00	254.54
銀行取極めに係る手数料（想定）	24.26	3.15
合計	2,245.96	291.98

## 5. プロジェクトの評価

### （1）妥当性

本事業は、以下の理由により、我が国の無償資金協力による協力対象事業としての実施が妥当である。

#### 1) 裨益対象の規模から見た妥当性

本事業対象のノトラ送水系統は、キガリ市民約 113 万人のうち、約 55 万人（2012 年時点）の給水を支える重要な基幹管路となっている。本事業の実施により 2024 年までにンゾベ浄水場で増量予定の 87,000 m<sup>3</sup>/日が安全で安定的に送水することが可能となり、住民の生活改善につながる。

#### 2) 当該国における政策との整合性

ルワンダ国の国家水政策では、5 項目ある政策目標の一つに、2018 年までにすべての都市部の国民に対して、安全で、信頼性が高く、経済的な給水サービスの提供を挙げている。

また、長期国家開発計画である「Vision 2020」では、2020 年までに安全な水へのアクセス率 100%の達成を目標に掲げ、給水施設を含むインフラ整備を最優先課題の一つとして掲げている。本事業はこの中で、首都キガリ市民への安全な水供給に必要な基幹管路の整備であり、ルワンダの開発計画と整合する。

#### 3) 我が国の援助方針との整合性

我が国の対ルワンダ国の国別援助方針（2012 年 4 月）では、重点分野「社会サービスの向上」において、安全な水供給を重点開発課題に掲げており、本事業は、日本の対ルワンダ ODA 政策に合致する。

#### 4) 国際的な開発目標との整合性

本事業はキガリ市の基幹施設としての送水管を整備することにより、安全な水へのアクセス率の向上、安定した給水サービスの提供を通じて住民の生活環境の改善に資するものであり、SDGs ゴール3「すべての人に健康と福祉」及びゴール6「安全な水とトイレを世界中に」に整合する。

#### (2) 有効性

本事業の実施により見込まれる、定量・定性的効果は以下のとおりであり、有効性を有する。

##### 1) 定量的効果

表 8 本事業実施による定量的効果

指標名	基準値 (2017年実績値)	目標値(2024年) 【事業完成3年後】
ノトラ送水系の平均送水量 (m <sup>3</sup> /日)	35,750	52,800 <sup>1)</sup>
ノトラ送水系の送水管路の事故件数 (事故件数/100km/年) <sup>2)</sup>	6.8	0.7
ノトラ配水池周辺地域の給水制限日数 (日/週)	3~4	0
(参考値) ノトラ送水系の平均送水量に対する 裨益人数 (人) <sup>3)</sup>	298,000	440,000

1) 本事業完成後の平均送水量は2017年の実績送水量の割合(平均送水量/最大送水量)から算定。 $62,000 \times (35,750/42,000) \approx 52,800$ 。

62,000m<sup>3</sup>: 本事業完成後の最大送水量、42,000m<sup>3</sup>: 2017年時点の最大送水量。

2) 基準値: 既存送水管の事故実績を、日本国内のダクタイル鋳鉄管による管路の平均事故件数の算出方法に従って換算。既存送水管延長8.85km、過去10年で6件の事故。

$6 / (8.85/100) / 10 \approx 6.8$

目標値: 日本国内のダクタイル鋳鉄管による管路の平均事故件数を採用(出典: 厚生労働省: 平成14年度水道法第39条第1項に基づく報告徴収の別紙1より)

3) 平均送水量を給水原単位(120ℓ/人/日、Kigali City Master Plan 2013より)で除した値。なお、現状は120ℓ/人/日を満たせていない。

##### 2) 定性的効果

本事業の実施により期待される定性的効果は下記のとおりである。

- ① ノトラ配水池の運用改善により、同配水池 No.1 池からの送水状況が改善される。
- ② ノトラ配水池以降の配水状況が改善される。



ルワンダ共和国  
キガリ市ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画協力準備調査  
準備調査報告書

目次

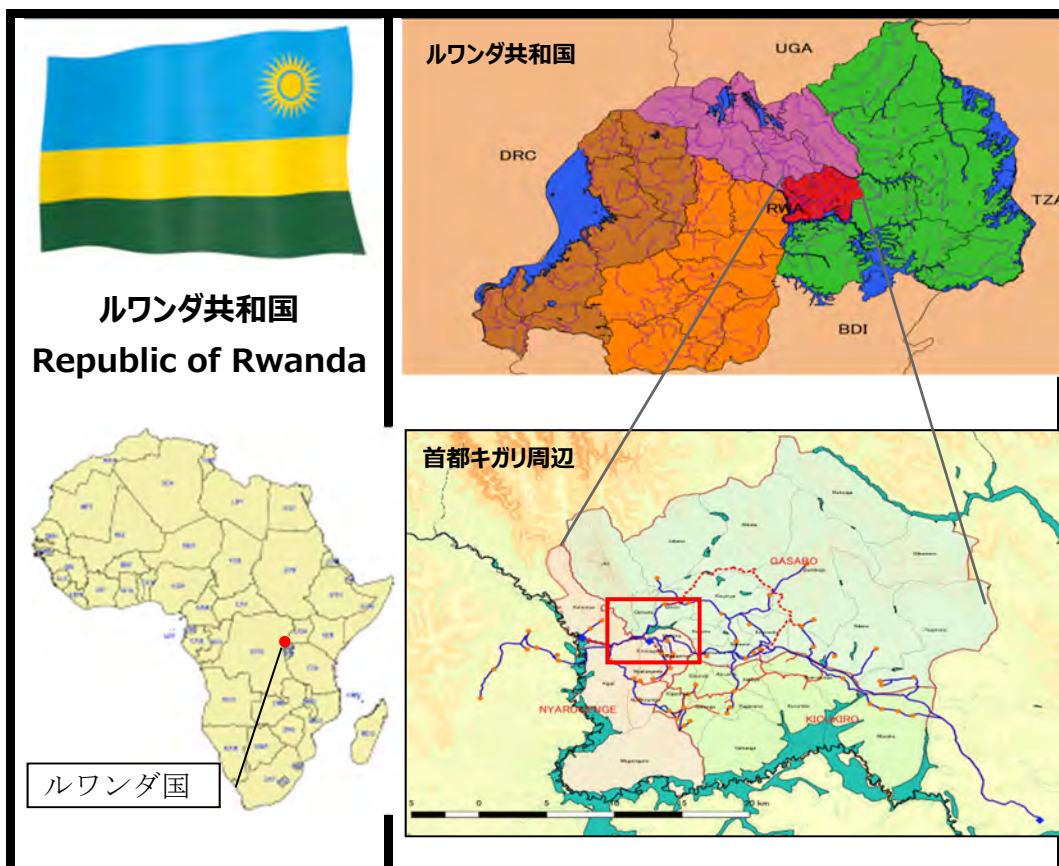
序文  
要約  
目次  
位置図／完成予想図／写真  
図表リスト／略語集

<b>第1章 プロジェクトの背景・経緯</b> .....	<b>1-1</b>
<b>1-1 当該セクターの現状と課題</b> .....	<b>1-1</b>
1-1-1 現状と課題 .....	1-1
1-1-2 開発計画 .....	1-2
1-1-3 社会経済状況 .....	1-4
<b>1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要</b> .....	<b>1-6</b>
1-2-1 無償資金協力の背景 .....	1-6
1-2-2 「ル」国の要請内容 .....	1-6
<b>1-3 我が国の援助動向</b> .....	<b>1-6</b>
<b>1-4 他ドナーの援助動向</b> .....	<b>1-7</b>
<b>1-5 実施中の都市給水セクタープロジェクト（他ドナー、我が国）</b> .....	<b>1-8</b>
1-5-1 キガリ市無収水対策強化プロジェクト .....	1-8
1-5-2 Kigali Bulk Waterプロジェクト（Metitoプロジェクト） .....	1-9
1-5-3 ンゾベ2プロジェクト（Culliganプロジェクト） .....	1-9
1-5-4 新ンゾベ1プロジェクト（Culliganプロジェクト） .....	1-10
1-5-5 ルワンダの持続可能な水と衛生プログラム（Rwanda Sustainable Water and Sanitation Program） .....	1-11
<b>第2章 プロジェクトを取り巻く状況</b> .....	<b>2-1</b>
<b>2-1 プロジェクトの実施体制</b> .....	<b>2-1</b>
2-1-1 組織・人員 .....	2-1
2-1-2 財政・予算 .....	2-3
2-1-3 技術水準 .....	2-6
2-1-4 既存施設・機材 .....	2-6
<b>2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況</b> .....	<b>2-16</b>
2-2-1 関連インフラの整備状況 .....	2-16
2-2-2 自然条件 .....	2-17
<b>2-3 環境社会配慮</b> .....	<b>2-24</b>
2-3-1 環境影響評価 .....	2-24
2-3-2 用地取得・住民 .....	2-63

2-3-3 その他 .....	2-84
<b>第3章 プロジェクトの内容 .....</b>	<b>3-1</b>
<b>3-1 プロジェクトの概要 .....</b>	<b>3-1</b>
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
<b>3-2 協力対象事業の概略設計 .....</b>	<b>3-1</b>
3-2-1 設計方針 .....	3-1
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画） .....	3-4
3-2-3 概略設計図 .....	3-31
3-2-4 施工計画／調達計画 .....	3-40
<b>3-3 相手国側分担事業の概要 .....</b>	<b>3-60</b>
<b>3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画 .....</b>	<b>3-63</b>
3-4-1 基本方針 .....	3-63
3-4-2 運営・維持管理体制 .....	3-63
3-4-3 定期点検項目 .....	3-65
3-4-4 予備品購入計画 .....	3-66
3-4-5 人員の確保・養成計画 .....	3-67
<b>3-5 プロジェクトの概略事業費 .....</b>	<b>3-67</b>
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
<b>第4章 プロジェクトの評価 .....</b>	<b>4-1</b>
<b>4-1 事業実施のための前提条件 .....</b>	<b>4-1</b>
<b>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 .....</b>	<b>4-2</b>
<b>4-3 外部条件 .....</b>	<b>4-3</b>
<b>4-4 プロジェクトの評価 .....</b>	<b>4-3</b>
4-4-1 妥当性 .....	4-3
4-4-2 有効性 .....	4-3

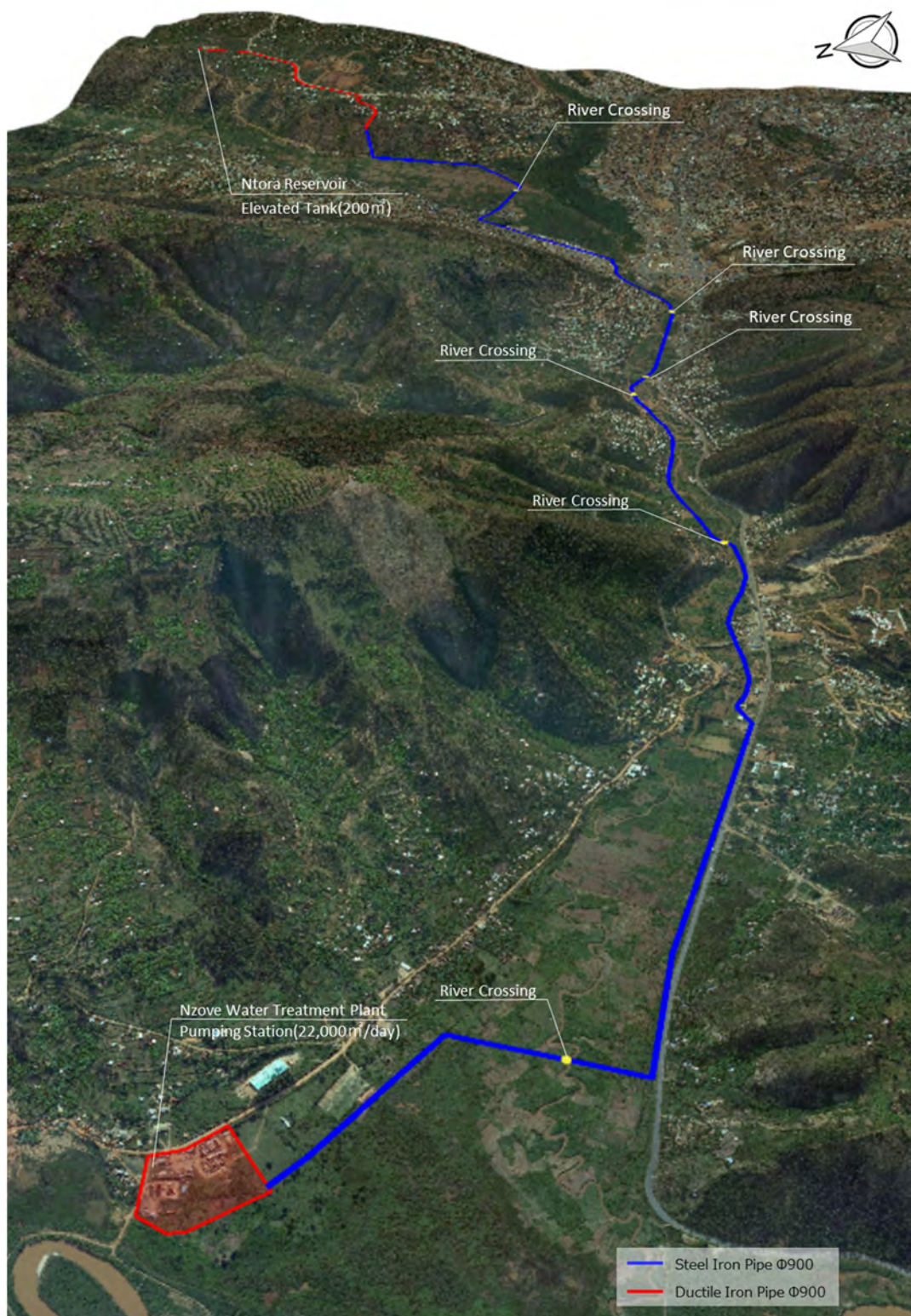


位置図









ルワンダ国キガリ市ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画協力準備調査  
対象地域位置図

### 完成予想図



写真

	
WASAC表敬(ICRの説明)	WASAC表敬(ICRの説明)
	
MININFRA表敬(ICRの説明)	現場踏査(Move浄水場)
	
送水管ルート上の道路橋建設会社との協議	既存送水管のルート確認調査
	
RNRAと河川付近での施工についての協議	地盤調査の様子

	
<p>ノトラ配水池周辺給水状況</p>	<p>ノトラ配水池周辺民家 タンク設置</p>
	
<p>ンゾベ2 SCADA</p>	<p>ンゾベ2 取水ポンプ場</p>
	
<p>ンゾベ浄水場ろ過池内状態</p>	<p>金属探知機を使用した管位置測定</p>
	
<p>工事現場仮設水道メータ</p>	<p>水質計器 濁度測定</p>
	
<p>水道利用状況</p>	<p>流量計設置</p>

	
<p>ンゾベ浄水場のトラ方面へのポンプ場</p>	<p>ンゾベ浄水場のサージタンク</p>
	
<p>トラ配水池</p>	<p>既設送水管(第一水管橋)</p>
	
<p>GPSでの既設送水管の位置データ収集</p>	<p>既設送水管(第二水管橋後露出箇所)</p>
	
<p>既設送水管(水没している空気弁室)</p>	<p>既設送水管(試掘現場の様子)</p>

## 図表リスト

表 1-1	NWSPISが掲げる目標	1-3
表 1-2	WASAC各局の責任範囲	1-3
表 1-3	WASAC5ヶ年戦略ビジネスプランの達成状況	1-4
表 1-4	「ル」国の主要社会経済指標	1-5
表 1-5	我が国の援助実績（無償資金協力）	1-7
表 1-6	我が国の援助実績（技術協力プロジェクト）	1-7
表 1-7	水セクターにおける各ドナーの支援比率（2016/2017年度）	1-7
表 1-8	他のドナー国・機関・NGOの実績と予定案件（水セクター）	1-8
表 2-1	インフラ省（MININFRA）の予算	2-3
表 2-2	WASACの収支実績	2-4
表 2-3	水道料金表	2-6
表 2-4	ンゾベ浄水場の主な仕様	2-6
表 2-5	ンゾベ1浄水場の原水設計水質	2-8
表 2-6	ンゾベ1浄水場の主な仕様	2-8
表 2-7	ンゾベ1浄水場で使用されている薬品	2-9
表 2-8	ンゾベ2浄水場 各処理設備の主要仕様	2-10
表 2-9	ンゾベ2浄水場で使用している薬品	2-11
表 2-10	道路分類	2-16
表 2-11	プロジェクト対象サイトのN値と地下水位	2-21
表 2-12	ルワンダ国における飲料水水質基準	2-24
表 2-13	プロジェクト対象郡、セクター、セル	2-27
表 2-14	事業対象セクターの人口、世帯数、人口密度	2-28
表 2-15	産業別GDP、GDP成長率、一人当たりGDP	2-29
表 2-16	ルワンダ全土とキガリ市の労働参加率と失業率	2-29
表 2-17	貧困率及び極貧率の変化（2010/11－2013/14）	2-29
表 2-18	セクター別飲料水源	2-30
表 2-19	セクター別灯エネルギー源	2-31
表 2-20	送水管設置ルート代替案検討結果	2-38
表 2-21	各河川横断工法の影響評価比較	2-39
表 2-22	河川横断工法	2-40
表 2-23	河川横断方法	2-40
表 2-24	本調査におけるスコーピング結果	2-41
表 2-25	環境社会調査ToR	2-44
表 2-26	環境社会配慮調査結果	2-45
表 2-27	想定される影響に対する緩和策と費用	2-52
表 2-28	環境管理計画（EMP）	2-54
表 2-29	Environmental Monitoring Plan (EMoP)	2-56
表 2-30	地域住民を対象としたコンサルテーション会議	2-59
表 2-31	コンサルテーション協議での質疑応答	2-59
表 2-32	社会経済調査前に実施したパブリックコンサルテーション会議	2-60
表 2-33	社会経済調査・インベントリ調査についての質疑応答	2-61
表 2-34	ドラフト段階でのコンサルテーション会議結果	2-62
表 2-35	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較	2-65
表 2-36	プロジェクト被影響世帯・住民・企業	2-69
表 2-37	プロジェクト影響住民の主要収入源（セクター別）	2-70
表 2-38	用地取得土地プロット数と広さ（場所と使用目的別）	2-71
表 2-39	所有形態別用地取得対象土地プロット	2-72

表 2-40 恒久的用地取得対象私有地の所有（利用）世帯数、プロット数、広さ	2-72
表 2-41 一時的用地取得対象私有地の所有（利用）者世帯数、プロット数、広さ	2-72
表 2-42 非自発性住民移転対象世帯	2-76
表 2-43 プロジェクトの影響を受ける農地で確認された耕作物の数及び耕作面積	2-77
表 2-44 提案したEntitlement Matrix	2-79
表 2-45 RAP実施における各組織の責任範囲	2-81
表 2-46 RAP実施費用	2-83
表 2-47 モニタリング実施費用	2-83
表 3-1 キガリ市の人口増加率	3-5
表 3-2 一般家庭の人口予測	3-6
表 3-3 業種別の顧客増加予測	3-7
表 3-4 般家庭の給水原単位	3-7
表 3-5 業種毎の月平均水使用量（2016年4～7月平均実績）	3-8
表 3-6 業種毎の月平均給水量（実績値）	3-9
表 3-7 キガリ市の水需要量予測値（2012年時点）	3-9
表 3-8 業種毎の給水原単位	3-9
表 3-9 浄水場毎の水生産量（実績）と負荷率	3-10
表 3-10 キガリ市の2024年/2030年における計画一日最大給水量	3-10
表 3-11 ノトラ配水池がカバーする給水エリア	3-11
表 3-12 ノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量（2024年）	3-12
表 3-13 ノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量（2030年）	3-12
表 3-14 ンゾベ浄水場の処理能力	3-13
表 3-15 事業のコンポーネント	3-14
表 3-16 管種選定の検討結果	3-17
表 3-17 管厚計算の設計条件	3-18
表 3-18 鋼管及びダクタイル鋳鉄管の内外面仕様	3-19
表 3-19 地盤調査結果（N値）	3-20
表 3-20 既存送水管仕様	3-22
表 3-21 ンゾベ浄水場の仕様	3-23
表 3-22 ンゾベ浄水場の施設設計方針	3-25
表 3-23 高架水槽に係るコンポーネント	3-28
表 3-24 水需要量	3-30
表 3-25 時間係数の設定	3-30
表 3-26 配水池容量（2030年時点）	3-31
表 3-27 日本及び「ル」国側の施工負担区分	3-43
表 3-28 建設用資機材の調達先	3-47
表 3-29 課題に対する成果	3-51
表 3-30 ソフトコンポーネントの成果ごとの指標（案）	3-51
表 3-31 ソフトコンポーネント基本方針	3-52
表 3-32 その他必要なリソース	3-55
表 3-33 ソフトコンポーネント所要日数	3-55
表 3-34 ソフトコンポーネントの概略事業費	3-58
表 3-35 事業実施工程表	3-59
表 3-36 メンテナンス内容	3-64
表 3-37 ンゾベ浄水場運営費用	3-65
表 3-38 日本側負担経費	3-67

表 3-39 「ル」国側負担経費.....	3-67
表 3-40 維持管理費の試算（増額分）.....	3-68
表 3-41 水道料金収入の試算（増額分）.....	3-69
表 3-42 管路の更新基準年数設定事例.....	3-70
表 3-43 機械・電気設備の更新基準年数設定事例.....	3-70
表 4-1 本事業実施による定量的効果.....	4-4
図 1-1 新ンゾベ1プロジェクトで建設する送水管及び配水池.....	1-10
図 1-2 北部地域への配水管布設ルート.....	1-11
図 1-3 下水道施設建設予定地.....	1-12
図 2-1 ルワンダ国給水セクターに係る組織・制度の枠組み.....	2-1
図 2-2 インフラ省（MININFRA）組織図.....	2-2
図 2-3 WASACの組織図.....	2-3
図 2-4 WASACにおける2016/2017年度の収支内訳割合.....	2-5
図 2-5 ンゾベ浄水場全体設備配置図.....	2-7
図 2-6 ノトラ配水池の配置図.....	2-12
図 2-7 ノトラ配水池における2つの流出管の接続位置の関係.....	2-13
図 2-8 ノトラ配水池高標高エリアへの配水概要（水色エリア）.....	2-14
図 2-9 ノトラ配水池周辺高標高エリアの配水圧（単位：bar）.....	2-15
図 2-10 WASACの下水道計画.....	2-17
図 2-11 キガリ空港での月別最高・最低・平均気温.....	2-18
図 2-12 キガリ空港での月別降水量及び湿度.....	2-18
図 2-13 ニャブゴゴ川流域の水位観測所位置図.....	2-19
図 2-14 Yanze観測所での水位（2011年1月1日～2017年3月31日）.....	2-19
図 2-15 Nemba観測所での水位及び流量（1972年5月16日～2017年4月5日）.....	2-20
図 2-16 サイト周辺の地形図.....	2-20
図 2-17 現地再委託業務での調査地点全体図.....	2-22
図 2-18 現地再委託業務での調査地点①.....	2-22
図 2-19 現地再委託業務での調査地点②.....	2-22
図 2-20 現地再委託業務での調査地点③.....	2-23
図 2-21 現地再委託業務での調査地点④.....	2-23
図 2-22 ルワンダ国における地震災害分布図.....	2-23
図 2-23 プロジェクトサイト図（セクター/セル）.....	2-28
図 2-24 送水管計画ルート周辺ゾーニングマップ.....	2-30
図 2-25 井戸、共同水栓、泉.....	2-31
図 2-26 男女15歳-49歳のHIV/AIDS罹患率.....	2-32
図 2-27 HIV/AIDSに関して総合的な知識を持つと判断された15歳から49歳のキガリ市民の割合.....	2-32
図 2-28 EIA承認プロセス.....	2-36
図 2-29 比較検討送水管設置ルート.....	2-37
図 2-30 河川横断箇所.....	2-39
図 2-31 月別世帯支出.....	2-70
図 2-32 提案する苦情申し立てメカニズムフロー.....	2-80
図 3-1 ノトラ配水池がカバーする給水エリア.....	3-11
図 3-2 送水管布設ルート.....	3-15
図 3-3 新設送水管の縦断図.....	3-18
図 3-4 圧力タンクによる水撃圧対策.....	3-20



図 3-5 河川横断部での地盤調査地点 .....	3-21
図 3-6 全体施設概念図（現況） .....	3-24
図 3-7 全体施設概念図（ピンク色で示された範囲が本件による整備該当箇所） .....	3-24
図 3-8 ンゾベ浄水場の各処理施設と本計画の改修案（ピンク） .....	3-25
図 3-9 既設送水管から新設送水管への切り替え工事 .....	3-27
図 3-10 ノトラ配水場の改修概要（オレンジ部） .....	3-28
図 3-11 高架水槽が受け持つ配水エリアの概要図 .....	3-29
図 3-12 送水管布設計画図 .....	3-32
図 3-13 斜面配管施工図 .....	3-33
図 3-14 ンゾベ浄水場施設設計画図 .....	3-34
図 3-15 ンゾベ浄水場ポンプ棟計画図 .....	3-35
図 3-16 ンゾベ浄水場電気室計画図 .....	3-36
図 3-17 ンゾベ浄水場単線結線図 .....	3-37
図 3-18 ノトラ配水場計画平面図 .....	3-38
図 3-19 高架水槽計画図 .....	3-39
図 3-20 現在のノトラ配水池概要図 .....	3-49
図 3-21 ソフトコンポーネント実施計画概要 .....	3-57
図 3-22 ソフトコンポーネント実施計画概要（詳細） .....	3-57

## 略語集

AfDB	Africa Development Bank	アフリカ開発銀行
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BoQ	Bill of Quantities	作業量
BOT	Build-Operate-Transfer	BOT方式
CBEHPP	Community-Based Environmental Health Promotion Program	地域住民による環境保健推進プログラム
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CS	Commercial Services	商業サービス局
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DMA	District Metered Area	配水管理区域
EAIF	Emerging Africa Infrastructure Fund	新興アフリカインフラ基金
EDPRS	Economic Development and Poverty Reduction Strategy	経済開発・貧困削減戦略
EIA	Environmental impact assessment	環境影響評価
EICV 4	Integrated Household Living Conditions Survey 4	統合生活実態調査4
E/N	Exchange of Note	交換公文
EWASA	Energy Water and Sanitation Authority	エネルギー・水・衛生機構
F/S	Feasibility Survey	F/S調査
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GL	Ground Line	地盤面の高さ
GNI	Gross National Income	国民総生産
HWL	Hight Water Level	最高水位
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KPI	Key Performance Indicators	重要業績評価指標
MIDIMAR	Ministry of Disaster Management and Refugee Affairs	ルワンダ防災難民省
MINECOFIN	Ministry of Finance and Economic Planning	財務・経済計画省
MININFRA	Ministry of Infrastructure	インフラ省
MINILAF	Ministry of Lands and Forestry	土地森林省
MLFM	Movimento Lotta Fame nel Mondo (Movement for the Fight Against Hunger)	飢餓と戦争に対し活動するNGO
Mpa	Megapascal	メガパスカル
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NISR	National Institute of Statistics of Rwanda	ルワンダ統計局

NRW	Non-Revenue Water	無収水
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	濁度単位
NWRMP	Rwanda National Water Resources Master Plan	国家水資源マスタープラン
NWSPIS	National Water Supply Policy Implementation Strategy	国家給水方針・実施戦略
NWSPS	National Water Supply Policy and Strategy	国家給水方針・戦略
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series	労働安全衛生マネジメントシステム
PAH	Project Affected Household	被影響世帯
PAP	Project Affected Person	被影響人
PGA	Peak Ground Acceleration	表面最大加速度
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略文書
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RDB	Rwanda Development Board	ルワンダ開発委員会
REG	Rwanda Energy Group	ルワンダ電力公社
REMA	Rwanda Environment Management Authority	ルワンダ環境管理庁
RLMUA	Rwanda Land Management and Use Authority	ルワンダ土地管理庁
RRA	Rwanda Revenue Authority	ルワンダ国税庁
RSB	Rwanda Standards Board	ルワンダ基準委員会
RTDA	Rwanda Transport Development Agency	ルワンダ交通開発庁
RURA	Rwanda Utilities Regulatory Authority	公共サービス規制機関
RWF	Rwandan franc	ルワンダフラン
RWSS	Rural Water and Sanitation Services	地方給水サービス局
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	監視制御システム
SDC	Swiss Agency for Development and Cooperation	スイス開発協力機構
STW	Steel Tube Water	水輸送用塗覆装鋼管
SusWAS	Sustainable Water Services	持続可能な給水サービス
SWAp	Sector Wide Approach	セクターワイドアプローチ
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
UWSS	Urban Water and Sanitation Services Directorate	都市給水衛生サービス局
VAT	Value-added tax	付加価値税
WASAC	Water and Sanitation Corporation	水衛生公社
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WSDS	Water and Sanitation Development Services	給水衛生開発サービス局
WTP	Water Treatment Plant	浄水場



## 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

ルワンダ共和国（以下、「ル」国）は、国家の長期開発目標として2020年をターゲットとしており、長期開発計画「VISON 2020」及び「第二次経済開発貧困削減戦略（Economic Development and Poverty Reduction Strategy 2: EDPRS II）」を策定し、2020年までに全国の給水普及率を100%とすることを目指している。しかし現状は、2000年の給水普及率である約50%から改善はしているものの、2015/2016年度で約85%の給水普及率にとどまっている。そのため「ル」国政府は、水・衛生分野を含めた基礎インフラの整備・改修を国家発展の最重要課題としてとらえ、EDPRS IIの前身である経済開発・貧困削減戦略（Economic Development and Poverty Reduction Strategy : EDPRS）から老朽化した既存の浄水場の整備や新規浄水場の建設、送水網強化、配水管整備等を計画してきた。

「ル」国の給水事業はインフラ省（Ministry of Infrastructure : MININFRA）とエネルギー・水・衛生機構（Energy Water and Sanitation Agency : EWSA）が担ってきたが、2014年8月に政府が100%出資しEWSAから水衛生部門と電力部門が独立した。水衛生部門は本プロジェクトの先方実施機関である、水・衛生公社（Water and Sanitation Corporation : WASAC）となり上下水道事業の運営を行い、電力部門は電力公社（Rwanda Energy Group : REG）となり運営を含めた電力事業を統括することになった。

本プロジェクトの対象地域であるキガリ市の上水道施設は、WASACの都市給水衛生サービス局と商業サービス局が管轄している。キガリ市は、市内の全35セクターのうち23セクターを給水区域として給水を行っており、キガリ市内に6支局と3つの浄水場を構え、キガリ市内の給水区域における水需要に対応している。しかし、「ル」国の人口は増加の一途をたどっており、特にキガリ市においては2025年までの年人口増加率が4.1~5.8%となることが見込まれている。

（2013年キガリ市マスタープラン）。この急激な人口増加に伴い、キガリ市内の給水状況は給水量の不足や施設の老朽化等による断水により、給水時間が一日平均8時間と短く、給水区域ごとの恒常的な給水制限・停止を余儀なくされている。また、3つの浄水場の給水区域は固定されており、水不足を互いの浄水場間で補うための配水管網の整備が遅れているため、計画的・効率的な給配水ができない状況にある。さらに、既存の配水管の多くが1970年代以前に布設されていることから、配水管を含む配水施設の老朽化が激しく、管路の適切な維持管理が行われていないことも相まって、無収水率は2015/2016年度で35.5%と依然高いレベルである。我が国はこれまで、「ル」国の給水分野においては安全な水へのアクセス率が低い「ル」国の東部県を中心に協力事業を展開してきたが、近年はキガリ市の上水道施設の状況を踏まえ、都市給水分野においても技術協力プロジェクト「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」を実施している。

このように、現状ではキガリ市の上水道施設の維持管理の向上を含めたソフト面の改善に寄与しているところではあるが、2020年までに給水普及率を100%とする目標を達成するためには、ソフト面だけではなく、上水道施設の見直しを含めた施設改修等のハード面への対応も同時に行う必要がある。したがって、これらソフト面・ハード面双方の対策を並行して行うことにより、給水普及率を目標に近づけることが、「ル」国にとって緊急の課題となっている。

## 1-1-2 開発計画

### 1-1-2-1 上位計画

「ル」国政府は、2000年に2020年の経済達成目標を定めた長期開発計画「VISION 2020」を策定した。VISION 2020では以下の開発を実現することで、国民一人当たりのGDPを220米ドルから900米ドルまで向上させ、経済成長率7%以上を達成することで中所得国へ転換することを目標としている。

- ① 国民と社会資本の再構築
- ② 法の支配下での効率的かつ信頼される国家開発
- ③ 知的経済の繁栄に向けた人的資源の開発
- ④ 都市計画を含めた基礎インフラの整備
- ⑤ 起業家の育成及び民間セクターの開発
- ⑥ 農業及び畜産の近代化

VISION 2020における水セクターの開発目標は、「2020年までに全国民が安全な飲料水にアクセスできること」としている。このVISION 2020の開発目標に対し、具体的なアクションプランとして第二次経済開発貧困削減戦略（EDPRS II）が策定されている。

### 1-1-2-2 国家レベル開発計画

「ル」国のMININFRAは、水・衛生分野の改善目標を達成するため、国家水衛生方針・戦略（National Policy and Strategy for Water Supply and Sanitation Services）を2010年に策定した。しかし、以下の4つの目標については完全に達成できなかったとしている。

- ① 水・衛生分野の地方分権化
- ② セクター毎の資金調達メカニズムの構築
- ③ PPP契約による活動
- ④ セクターワイドアプローチ（Sector Wide Approach : SWAp）への調和

この状況を受けて、MININFRAは2015年12月に水分野と衛生分野を分け、国家給水方針・戦略（National Water Supply Policy and Strategy : NWSPS）のドラフトを策定し、2016年12月に国家給水方針・実施戦略（National Water Supply Policy Implementation Strategy: NWSPIS）が承認された。NWSPISでは、目標の達成状況を示した上で、2020年までに都市部の給水率（半径200m以内で改良水源にアクセス可能な割合）を100%まで向上させ、無収水率を20%まで下げることが目標としている。

表 1-1 NWSPIS が掲げる目標

特筆目標	効果指標 (EDPRS IIとの比較)	EDPRS II 目標 (2018年)	ベースライン (2015年)	目標年度				
				2015 /2016	2016 /2017	2017 /2018	2018 /2019	2019 /2020
村落部の給水率を 100%まで向上させる	村落部世帯が500 m以内で改良 水源にアクセスできる	100%	79% *1	85%	93%	100%	100%	100%
都市部の全員が安全な 水にアクセスできる	都市部世帯が200 m以内で改良 水源にアクセスできる	100%	69% *2	85%	93%	100%	100%	100%
	無収水率	-	35% *3	32%	28%	24%	22%	20%

出典：National Water Supply Policy Implementation Strategy

\*1: Integrated Household Living Conditions Survey(EICV)4

\*2: Rwanda Demographic and health Survey(RDHS) 2014/2015

\*3: Rwanda Utilities Regulatory Agency (RURA) - Key Statistics in Water and Sanitation Sector for the Period of July to September 2015.

### 1-1-2-3 WASAC5ヶ年戦略ビジネスプラン

WASAC は、成長と生産性の向上を目標とした5ヶ年戦略ビジネスプラン（WASAC 5 Year Strategic Business Plan）を2015年11月に策定した。2020年までに独立採算体制を確立することを目指し、「財務」、「顧客」、「内部進捗」、「学習・成長」の4分野について、年度毎の重要業績評価指標（Key Performance Indicators : KPI）を設定している。内部進捗のKPIでは2020年までに無収水率を25%までに低減する目標を掲げている。

WASAC内6局の責任範囲についても、以下のとおり明確にしており、特に、開発局と地方開発局の活動はWASACの成長戦略に寄与し、他局の活動は生産戦略に寄与すると位置付けている。

また、現在はルワンダ全国にある20支局（キガリ市内には6支局）を将来的には全国で6支局に統合し、そのうち2支局がキガリ市を担当することも示唆している。

表 1-2 WASAC 各局の責任範囲

	商務局	開発局	財務局	支援局	都市給水・衛生局		地方 給水局
					給水	衛生	
料金請求・徴収システム	L			S	S		
顧客契約・管理	L					S	
財務パートナー構築	S	L	S				
マスタープラン・優先メカニズム	S	L	S	S	S	S	S
運営改善	S	L	S		S		S
施設計画・建設	S	L	S	S	S	S	S
研究開発・改革・訓練センター	S	L			S	S	S
水道料金計画	S		L				
アセットマネジメント戦略	S	S	L	S	S	S	S
パフォーマンス管理	S	S	L	S	S	S	S
小規模PPPのモニタリング・管理	S			S			L
契約管理			S	L			
プロジェクト管理	S	S	S	L	S	S	S
ITシステム	S	S	S	L	S	S	S
能力構築・給与検討	S	S	S	L	S	S	S
顧客・通信戦略	S			S		L	
ビジネス展開	S	S	S	S	S	L	S
生産・管理の最適化				S	L		S
ネットワーク維持計画	S				L		S

出典：5 Year Strategic Business Plan

\* L = 主導、S = 支援

なお、WASACの直近の年次報告書（WASAC ANNUAL REPORT 2015/2016）によれば、現在の達成状況は以下のとおりとなっている。

表 1-3 WASAC5ヶ年戦略ビジネスプランの達成状況

	目標年度	実績	
	2019/2020	2015/2016	2014/2015
水生産量	271百万m3	43.5百万m3	42.1百万m3
水販売量	-	25.7百万m3	24.1百万m3
都市部での配水管長	-	11,170km	11,017km
上水道普及率	100%	85%	-
無収水率	25%	35.50%	39%
給水世帯数	250,832	172,747	156,200
水道メーター設置率	-	100%	100%
水道料金徴収率	-	102%	95%
水道料金値上げ率	15%	15%	0%

出典：WASAC ANNUAL REPORT 2015/2016

水道料金は2015年9月に改訂し、水道メーターの全世帯への設置も行い、無収水率も減少傾向にある。しかし、浄水場における水生産量の実績は計画値に及ばず、給水普及率も85%にとどまっている現状である。WASACは今後も5ヶ年戦略ビジネスプランを継続していく意向であり、以下の方針を示している。

- ① 利用可能な公的基金の優先順位が明確な、高付加価値の水衛生プロジェクトの実施
- ② 持続可能な事業運営をするための水道料金のさらなる改訂
- ③ 無収水のさらなる削減
- ④ 顧客サービスの向上
- ⑤ 料金徴収率の改善
- ⑥ 水道料金滞納者の削減
- ⑦ 給水エリアの拡大・改善

### 1-1-3 社会経済状況

#### 1-1-3-1 社会状況

1962年の独立以前より、全人口の85%を占めるフツとツチ（全人口の14%）の抗争が繰り返されていたが、1990年に独立前後からウガンダに避難していたツチが主体のルワンダ愛国戦線が「ル」国に武力侵攻し、フツ政権との間で内戦が勃発した。1994年4月のハビヤリマナ大統領暗殺を契機に、フツ過激派によるツチ及びフツ穏健派の大虐殺が始まり、同年7月まで約3ヶ月間続いた。

1994年7月、ルワンダ愛国戦線がフツ過激派を武力で打倒すると、ビジムング大統領（フツ）、カガメ副大統領（ツチ）による新政権が成立し、その後2003年8月には大統領選挙が実施されカガメ大統領が当選した。

2000年、中長期的国家開発計画である「VISION 2020」を発表、2020年までに中所得国への転換をめざし、「知識集約型経済の実現」などを掲げている。カガメ大統領は汚職対策にも力を入れており、他のアフリカ諸国に比して、汚職の少なさ、治安の良さは特筆される。また、「ル」国は国会議員に占める女性の割合が57.5%で世界一であり（2014年10月現在）、上院副議長、



下院議長等の要職を女性が占め、女性閣僚の割合は約 26%と、女性の社会進出が進んでいる。

2007 年には、「ル」国独自の成長戦略である第二次経済開発貧困削減戦略（EDPRS II）を発表し、最近の国家予算では、経済構造改革、農村開発、若年層雇用創出、公的説明責任といった分野に予算が重点的に配分されている。とりわけ経済構造改革を最重要分野としている。

2015 年 12 月、国民投票を経て憲法が改正され、大統領の三選禁止規定は維持しつつ大統領任期が 7 年から 5 年に短縮された。また、改正憲法の下でカガメ大統領は、2017 年、2024 年に実施予定の大統領選挙に立候補することが可能となった。2017 年 8 月の大統領選挙では、カガメ大統領が立候補し、98.8%の支持を得て再選された。

2012 年の国勢調査によれば、「ル」国の人口は 10,515,973 人、人口密度は 415 人/k m<sup>2</sup>であり、2002 年からの 10 年間の人口成長率は 2.6%となっている。

### 1-1-3-2 経済状況

独立以後の「ル」国は、1966 年から開始された経済再建計画の成果もあり、1987 年までの 20 年にわたり順調に発展をつづけたが、その後の内戦と 1994 年のルワンダ大虐殺の影響で経済が低迷した。その後は農業生産の向上、ドナー国の援助、健全な経済政策などで堅実に回復し、1999 年には GDP が内戦前の水準にまで回復した。

「ル」国の経済は以下に示すとおり、農産業中心の第一次産業構造となっている。2016 年の GDP のセクター別比率では農林水産業が 31%、製造業が 16%、サービス業が 47%となっている。主要農作物はコーヒーや茶などであるが、農林水産業のうち 20%が農作物を占め、輸出作物は 5%に過ぎない。過去 5 年間でこの比率はほとんど変化しておらず、産業構造に大きな変化は見られない。貿易収支は赤字ではあるものの、GDP や輸出額及び輸入額は増加傾向にあり、「ル」国の経済成長の著しさを示していると言えるが、1 人当たりの GNI は上昇傾向にあるものの依然 700 ドル程度であり、低所得国の水準にとどまっている。

表 1-4 「ル」国の主要社会経済指標

項目	実績				
	2012	2013	2014	2015	2016
GDP (百万US\$)	7,315	7,622	8,016	8,261	8,376
GDP成長率 (%)	8.84	4.70	7.62	8.87	5.93
1人当たりGNI (US\$)	650	680	700	710	700
人口 (百万人)	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9
GDPのセクター別比率 (%)					
農林水産業	29	29	28	28	31
製造業	17	17	17	17	16
サービス業	47	48	48	47	47

出典：世界銀行, NISR

### 1-1-3-3 計画対象地域（キガリ市）の概況

本プロジェクトの対象地域であるキガリ市は、「ル」国の首都であり、「ル」国のほぼ中央に位置する。2012 年の国勢調査によると人口が 1,132,686 人、人口密度は 1,552 人/k m<sup>2</sup>となっており、「ル」国全体の人口密度と比べて非常に高い。

キガリ市の主要産業は下図に示すとおりであるが、農業が 24%を占めるほか、貿易が 20%、官

公庁が 12%となっている。キガリ市は 3 郡 (District) で構成されるが、Gasabo 郡は行政機関が多く、Nyarugenge 郡は金融・経済の中心であり、Kicukiro 郡は教育関係が多いなど、郡ごとに特色がある。キガリ市は「ル」国全体の GDP の 50%以上を占める政治・経済の中心都市である。

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

### 1-2-1 無償資金協力の背景

「ル」国は 2020 年までに全国の給水普及率を 100%とすることを目指しているものの、2015/2016 年度で約 85%の給水普及率にとどまっている。2020 年までに給水普及率を 100%とする目標を達成するためには、ソフト面だけではなく、上水道施設の見直しを含めた施設改修等のハード面への対応も同時に行う必要がある。ソフト面・ハード面双方の対策を並行して行うことにより、給水普及率を目標に近づけることが、「ル」国にとって緊急の課題となっている。係る状況下で、「ル」国は我が国に対し無償資金協力を要請した。

### 1-2-2 「ル」国の要請内容

「ル」国の要請内容は以下のとおりである。ンゾベ-ノトラ送水管の増強を主として、送水管の起点となるンゾベ浄水場及び終点となるノトラ配水場の施設整備、及び既存送水管からの直接分岐により給水を受けている地区に対し、ノトラ配水池からの給水とするための配水管の付け替え工事である。

- ① ンゾベ-ノトラ送水幹線の増強
- ② 同送水幹線から分岐している配水管の付け替え
- ③ ンゾベ浄水場の送水ポンプ設備の改善
- ④ ノトラ配水池の拡張

## 1-3 我が国の援助動向

「ル」国における水セクターに関する援助を以下の表に示す。技術協力及び無償資金協力では、これまで給水率の低い東部県を中心とした地方給水の改善に取り組む案件がほとんどであった。

一方で、急速に都市化する首都のキガリ市を中心に、都市給水の課題も喫緊となっているため、本プロジェクトをはじめ「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」等、都市給水分野でも現在支援が行われている。なお、有償資金協力は水セクターでは実施されていない。

表 1-5 我が国の援助実績（無償資金協力）

（単位：億円）

実施年度	案件名	調達限度額	概要
2006年度	地方給水計画（第1期）	5.51	特に給水率の低い東部県南東部の給水状況を改善することを目的とする「地方給水計画」を策定し、右計画に必要な給水施設の建設・改修、関連機材の調達等が実施された。
2007年度	地方給水計画（第2期） （中止）	6.92	特に給水率が低い旧キブンゴ県4郡（ルワマガナ、カヨンザ、ンゴマ、キレヘ）を対象に、配管系給水施設（13サイト）及びハンドポンプ付き深井戸給水施設（3サイト）の建設・改修が計画された。
2009年度	第二次地方給水計画	14.35	ルワンダの中でも特に給水率の低い東部県ンゴマ郡およびキレヘ郡の11地区を対象に、配管系給水施設（公共水栓式）7カ所の建設及び改修・拡張と、施設の運営維持管理体制の構築に関する技術指導等が実施された。
2014年度	第三次地方給水計画	10.13	ルワンダの中でも特に給水率が低い東部県の3郡（2011年時点で給水率66.6%）において、給水施設を整備するとともに維持管理能力を向上させることにより給水率の向上を図り、安全な水へのアクセス実現に寄与することを目的として実施された。

出典：調査団

表 1-6 我が国の援助実績（技術協力プロジェクト）

協力内容	実施年度	案件名	概要
技術協力	2007年4月～ 2011年12月	イミドゥグドゥ水・衛生改善計画プロジェクト	対象地域において、地方行政の給水事業運営に係る監督能力の向上や、住民への衛生教育、啓発活動の強化を支援した。
技術協力	2015年4月～ 2019年12月	地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト	地方給水施設の運営維持管理のための効果的で持続可能な実施体制・枠組みや国家ガイドライン・マニュアルの整備などを支援する。
技術協力	2016年7月～ 2019年6月	キガリ市無収水対策強化プロジェクト	キガリ市の無収水削減に係る計画策定能力の向上、職員の基本的知識、技術、技能の習得を支援することにより、キガリ市における無収水対策の強化を図る。

出典：調査団

## 1-4 他ドナーの援助動向

「ル」国における 2016/2017 年度の水セクターでの各ドナーの援助は、アフリカ開発銀行（Africa Development Bank: AfDB）の報告書によれば次の表で示すように、JICA、Water For People、UNICEF、AfDB の上位 4 機関・NGO が 59.97%と全体の 6 割近くを占めている。

表 1-7 水セクターにおける各ドナーの支援比率（2016/2017 年度）

No.	組織名称	支援比率
1	JICA	21.53%
2	Water For People	16.15%
3	United Nations Children's Fund (UNICEF)	11.40%
4	Africa Development Bank (AfDB)	10.89%
5	Water Aid	7.04%
6	Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC)	2.40%
7	Others	30.59%

出典：“Rwanda Sustainable Water Supply and Sanitation Program Appraisal Report”  
（アフリカ開発銀行、2017年11月）

また、他ドナーの援助の実績と、今後計画されているプロジェクトについては、次表のとおりである。Water For People を中心に NGO の支援が比較的多く占めるほか、アフリカ開発銀行が支援を主に行っている。UNICEF はルワンダの水セクターの政策等の作成支援を積極的に行っている。全体としては地方給水を改善するプロジェクトが多いが、アフリカ開発銀行による国家水衛生マスタープラン策定、国連ハビタットによる水道料金改定など都市給水に関わる支援も出てきている。

また、下水道分野では欧州投資銀行（European Investment Bank）の支援でキガリ市の下水道整備計画のための調査が実施されている。

表 1-8 他のドナー・国・機関・NGO の実績と予定案件（水セクター）

（単位：千USドル）

実施年度	機関名	案件名	金額	概要
2011年8月～ 2017年12月	アフリカ開発銀行	Lake Victoria Water and Sanitation Program	16,219	Nyagatare, Kayonza, Nyanzaにおいて3浄水場建設を行う。
2011年8月～ 2018年12月	Water for People	Construction of water supply system in Rulindo District – a part of WASH Program	13072	Rulindo地区の衛生状況を改善する。
2016年9月～ 2021年9月	Water for People	Construction of water supply system in Gicumbi District – a part of WASH Program	49,118	Gicumbi地区の衛生状況を改善する。
2016年度	アフリカ開発銀行・Emerging Africa Infrastructure Fund(EAIF)	Kigali Bulk Water Project	791,000 (うち 406,000を ローン)	UAEのMetito社との官民連携（PPP）によるカンゼンゼ浄水場の建設・維持管理を行う。
2017年5月～ 2019年4月	アフリカ開発銀行/African Water Facility (AWF)	Rwanda National Integrated Water Supply and Sanitation Master Plans	2,770	10年間の投資計画を含む今後25年間のマスタープラン策定及びキャパシティビルディングを行う。
2017年～	Water Aid	WASH Initiatives	-	Bugesera郡において浄水場建設を通して衛生状況を改善する。
2017年～	Living Water International	LIVING Water International	-	Ruhango郡において井戸建設を通して衛生状況を改善する。
2017年～	MLFM (Movimento Lotta Fame nel Mondo)	WASH-MLFM	-	GatsiboとNyagatareにおいてターボポンプでの給水技術についてWASACに支援を行う。
2017年～	Swiss Agency for Development and Cooperation	SDC Water Supply Project	-	RusiziとNyamashekelにおいて給水システムのリハビリ・開発を行う。
2017年度	国連ハビタット	Technical Assistance on Water Tariff Review	-	WASACに対して水道料金改定に関する支援を行う。
2017年度	UNICEF	Rapid Assessment of the National Rural Drinking Water Quality Study	-	地方の飲料水質調査を迅速に評価するためのRURAへの支援

出典：“WASAC APPROVED BUDGET PLAN 2017/2018”及び“Rwanda Sustainable Water Supply and Sanitation Program Appraisal Report”(アフリカ開発銀行、2017年11月)より調査団作成

## 1-5 実施中の都市給水セクタープロジェクト（他ドナー、我が国）

### 1-5-1 キガリ市無収水対策強化プロジェクト

キガリ市の無収水率の低減を目的として、JICAによる技術協力「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」が2016年8月から実施されている。カウンターパート機関は、WASACの都市給水衛生サービス局である。キガリ市では急激な人口増加が見込まれており、限られた水資源を有効に使うことが必要となる。しかしながら、キガリ市の無収水率は高く、この無収水率の低減が

喫緊の課題であることから、同プロジェクトが開始された。

同プロジェクトの主な成果は、以下のとおりである。成果を達成することで、WASAC のキガリ市における無収水削減対策の計画・実施能力が強化され、無収水率を低減させることを目指している。

1. 無収水削減にかかる計画策定能力の向上
2. 無収水管理にかかる基本的知識、技術、技能の習得
3. パイロットプロジェクトの実施を通じた無収水削減にかかる対策実施能力の向上
4. キガリ市 4 支店における無収水率の測定体制の確立

### 1-5-2 Kigali Bulk Water プロジェクト (Metito プロジェクト)

キガリ市の水量不足を解消するため、国際金融公社 (International Finance Corporation (以下、IFC) の支援によって、2010 年 10 月に開始された。新たに建設される Kanzenze 浄水場の水源候補地の検討、環境影響評価、社会経済評価等の F/S 調査を経て、UAE の Metito 社が Public Private Partnership (PPP) による Build, Operate and Transfer (BOT) 方式でプロジェクトを受注した。新規浄水場の処理能力は 40,000 m<sup>3</sup>/日であり、30,000 m<sup>3</sup>/日はキガリ市内へ、残りの 10,000 m<sup>3</sup>/日はキガリ市南部の Bugesera 郡に送水される。建設予定地は、ンゾベ浄水場の水源である Nyabarongo 川の下流に位置する。河川水の濁度が高いことから、河川に隣接して建設する 38 の井戸から伏流水を汲み上げて浄水し、GL +1,577 m に建設される Gahanga 配水池 (7,500 m<sup>3</sup>) へポンプアップされる。さらに、同配水池に隣接して送水ポンプ場を建設し、高所 (GL +1,695 m) である Nyanza 新配水池 (7,500 m<sup>3</sup>) まで 2 段階でポンプアップする計画である。なお Nyanza 新配水池以降の送水管の布設は、同プロジェクトの範囲には含まれていない。同プロジェクトで建設される給水施設は Metito 社傘下の Kigali Water Limited によって設計・施工及び運営維持され、WASAC に 27 年間にわたって浄水を販売する PPP 契約となっている。

また、同プロジェクトでは 2017 年 11 月 24 日にようやく関係者 (Emerging Africa Infrastructure Fund、AfDB、Metito 社等) 間での融資の合意が締結された。当初完工予定は 2017 年 6 月の予定であったが、プロジェクト開始時期が遅れたことにより、完工予定が大幅に遅れる見込みとなった (融資合意後から 30 ヶ月以内に完工予定)。

### 1-5-3 ンゾベ 2 プロジェクト (Culligan プロジェクト)

ンゾベ浄水場の処理能力を拡張するンゾベ 2 プロジェクトがアメリカの Culligan 社によって実施され、ンゾベ 2 浄水場 (計画浄水量 40,000 m<sup>3</sup>/日のうち、フェーズ 1 : 25,000 m<sup>3</sup>/日) の建設が 2016 年 3 月に完了し既に稼働を開始している。また、ンゾベ 2 浄水場の拡張工事 (フェーズ 2 : 15,000 m<sup>3</sup>/日) が実施され (2017 年完工)、ンゾベ 2 浄水場として計 40,000 m<sup>3</sup>/日の浄水能力を持つ施設が完成した。しかし、既存送水管の送水能力 (口径 600mm、計画送水量 : 40,000 m<sup>3</sup>/日) とンゾベ 1 浄水場の浄水量 (平均浄水量 : 約 17,000 m<sup>3</sup>/日) から、ンゾベ 2 浄水場の処理量は 23,000 m<sup>3</sup>/日に留まっている。ンゾベ 2 浄水場の水源は、隣接する Nyabarongo 川の河川表流水で、建設された取水堰からポンプによりンゾベ 2 浄水場へ導水されている。導水された原水は、フロック形成池、凝集沈殿池を経て、ユニット圧力透過型ろ過池 (1,700 m<sup>3</sup>/時間×16 基) で浄

水され、その後、施設としては最も古い、ンゾベ1 浄水場（設計浄水量：40,000 m<sup>3</sup>/日、浄水可能量：25,000 m<sup>3</sup>/日、平均浄水量：約 17,000 m<sup>3</sup>/日）の浄水と合わせ、2008 年に建設された送水ポンプ等よりノトラ配水池を主とした各配水池へ送水されている。

#### 1-5-4 新ンゾベ1 プロジェクト（Culligan プロジェクト）

新ンゾベ1 プロジェクトは、ンゾベ2 プロジェクトで建設された浄水場の処理能力を強化し、ンゾベ浄水場内に新たに新ンゾベ1 浄水場（計画浄水量 65,000 m<sup>3</sup>/日）を新設するものである。

ンゾベ2 浄水場では河川水を水源とし、原水を直接処理していたが、特に雨季の高濁度時では、薬品の使用量が多くなることから処理を停止している状況であった。これを踏まえ、New ンゾベ1 プロジェクトでは Nyabarongo 川の河川水を水源とするものの、沈砂池を新たに設けることで原水濁度を低減させ、その後、ンゾベ2 浄水場と同様の処理プロセスを経て浄水を行う施設となっている。沈砂池については、新ンゾベ1 浄水場の浄水量（65,000 m<sup>3</sup>/日）に加えて、ンゾベ2 の処理水量（40,000 m<sup>3</sup>/日）も見込んだ 105,000 m<sup>3</sup>/日の処理能力を持つ施設として計画され、新ンゾベ1 浄水場の竣工に伴い、ンゾベ2 の取水施設は廃止された。

新ンゾベ1 浄水場の処理能力 65,000 m<sup>3</sup>/日のうち、40,000 m<sup>3</sup>/日については新設される送水ポンプ場から Karama 新配水池（GL +1,593 m、5,000 m<sup>3</sup>）を経由して、Mount Kigali 新配水池（GL +1,790 m、5,000 m<sup>3</sup>）へ送水される。なお、ンゾベ浄水場から Mount Kigali 新配水池までの送水管もこのプロジェクトによって建設される。

一方、新ンゾベ1 浄水場の処理能力 65,000 m<sup>3</sup>/日のうち、残る 25,000 m<sup>3</sup>/日については、対応するユニット圧力透過型ろ過池と送水ポンプの設置スペースは設けられているものの、このプロジェクトでは導入されず、対象となっていない。

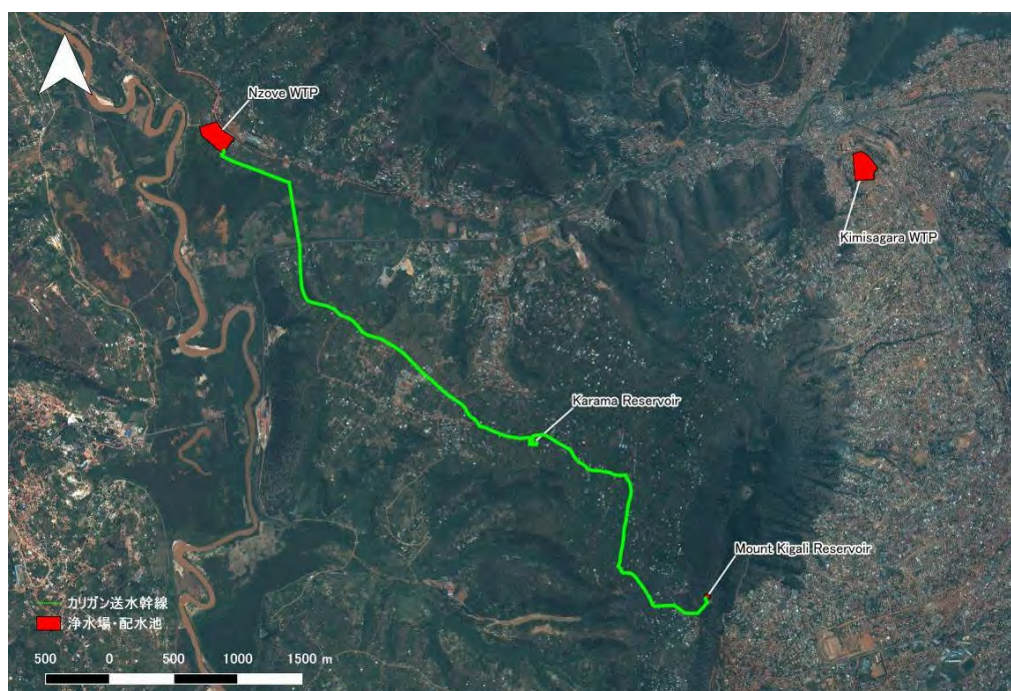


図 1-1 新ンゾベ1 プロジェクトで建設する送水管及び配水池

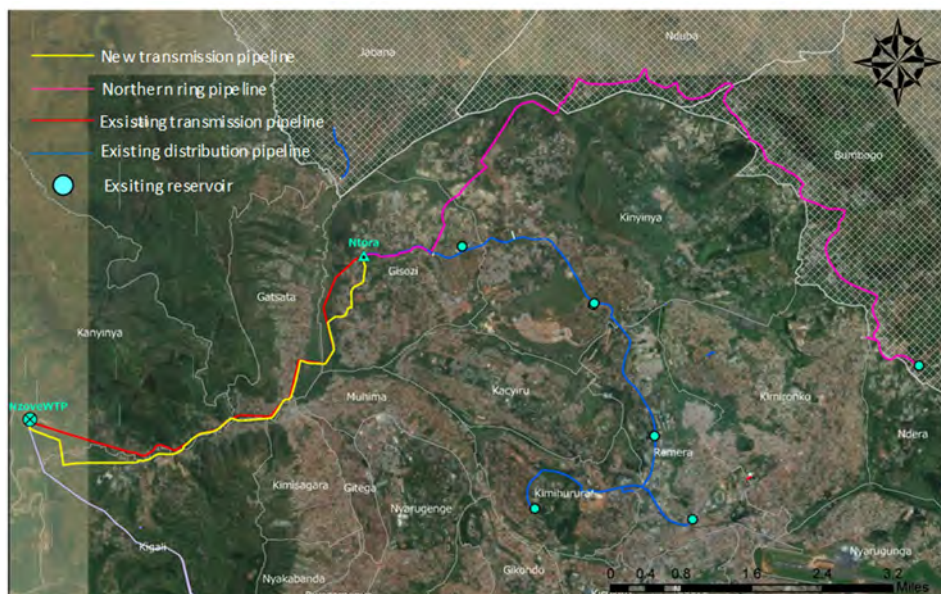
このプロジェクトの進捗については当初計画で2017年6月完工を目指していたが進捗が遅れ、2017年10月時点で90.9%の進捗であり、2017年11月末時点での予定進捗を95%としていた。進捗遅れの原因としてはKarama新配水池に併設する中継施設の建設許可の問題でキガリ市よりプロジェクトの施工を停止されたとのことであるが、その後、2017年末より施設工事が急ピッチで進み、2018年4月から、新ンゾベ1浄水場の試運転を目的にンゾベ1浄水場、ンゾベ2浄水場は運転停止され、新ンゾベ1浄水場でノトラ配水池向けの40,000 m<sup>3</sup>/日の浄水が開始されている。

### 1-5-5 ルワンダの持続可能な水と衛生プログラム (Rwanda Sustainable Water and Sanitation Program)

アフリカ開発銀行 (AfDB)、欧州投資銀行 (EIB) が主なドナーとなって実施する借款事業であり、水分野と衛生分野の複数のコンポーネントを含んでいる。本プロジェクトに関するコンポーネントとしては以下の二つがある。

#### (1) キガリ市の都市部における水道網の復旧・更新・拡張計画 (Rehabilitation, upgrading and extension of water supply network in Kigali city and surrounding urban areas (Phase 1))

キガリ市の都市部における水道網の復旧・更新・拡張計画で、主にアフリカ開発銀行 (AfDB) の支援によりキガリ市の主要な水道ネットワークを整備する計画である。WASACによればPhase Iでは主要な配水網 (主に1次配水管) を整備し、Phase IIでは2次配水管等を整備することとしている。2018年8月頃にはPhase Iの詳細設計が開始される予定であり、ノトラ配水池からWASACの未給水地域であるキガリ市北部地域 (Bumbogoセクター、Ndudaセクター、Jabanaセクター) への配水管を新設する計画が含まれている。2018年4月時点で確認された北部地域への配水管布設ルートを以下に示す。

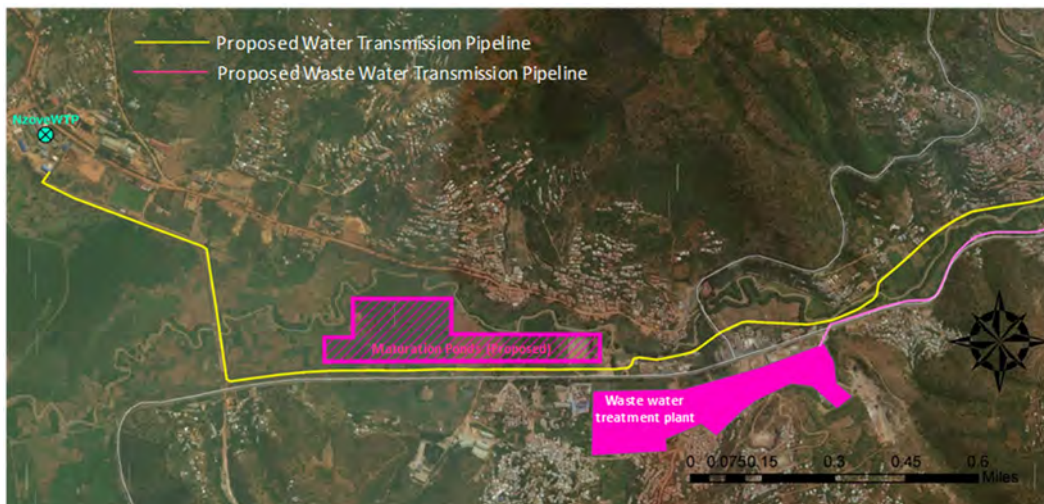


出典：調査団作成

図 1-2 北部地域への配水管布設ルート

## (2) キガリ中央集中型下水道システム (Kigali centralized sewerage system)

WASAC が現在、キガリ市の下水道を整備するために中央集中型の下水道システムの建設を計画している。このプロジェクトは「ル」国政府、欧州投資銀行 (EIB)、アフリカ開発銀行 (AfDB) の支援で実施される。現在は詳細設計を実施中である。下水道関連施設の工期は 2019 年 3 月頃から 24 ヶ月を予定している。本事業で整備する送水管布設ルートと下水道施設は隣接しているため、今後の進捗状況を確認し、工事に影響がないよう配慮する必要がある。



出典：調査団作成

図 1-3 下水道施設建設予定地



## 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

##### 2-1-1-1 水関連組織/給水組織体制の現状

「ル」国の給水セクターの実施体制は、下図に示すように MININFRA が公共施設整備にかかる政策検討・策定を行い、WASAC の指導・監視を担っている。水道事業実施機関である WASAC は、水道料金の改定を行う際に公共サービス規制機関（Rwanda Utilities Regulatory Authority : RURA）に申請し許認可を得なければならない。RURA は上下水道・通信・電力等の公共サービスを提供する事業者に対して、規制・登録の許認可、技術的な管理・研修等を行っている。

WASAC は独立採算制を目標としているが、現状は「ル」国政府から財政支援を受けているため、政府からの支援の要請・授受はインフラ省を介して財務・経済計画省（Ministry of Finance and Economic Planning : MINECOFIN）と折衝している。

またキガリ市は、「ル」国が「アフリカのシンガポール」となることを目標にし、都市開発においてインフラ整備、特に上下水道の整備の重要性を認識しており、同市の開発・発展に資する様々な計画の検討・策定の過程において、WASAC と情報交換をする関係にある。「ル」国における水道施設の所有権はその施設が建設された場所の行政機関（郡）が有することになっている。しかし、キガリ市については、WASAC が水道施設の所有権及び事業実施権を有しており、キガリ市が直接水道事業に関与することはない。

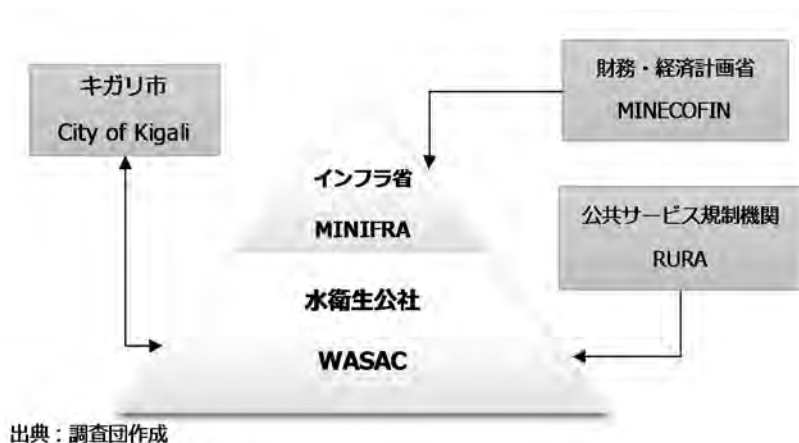
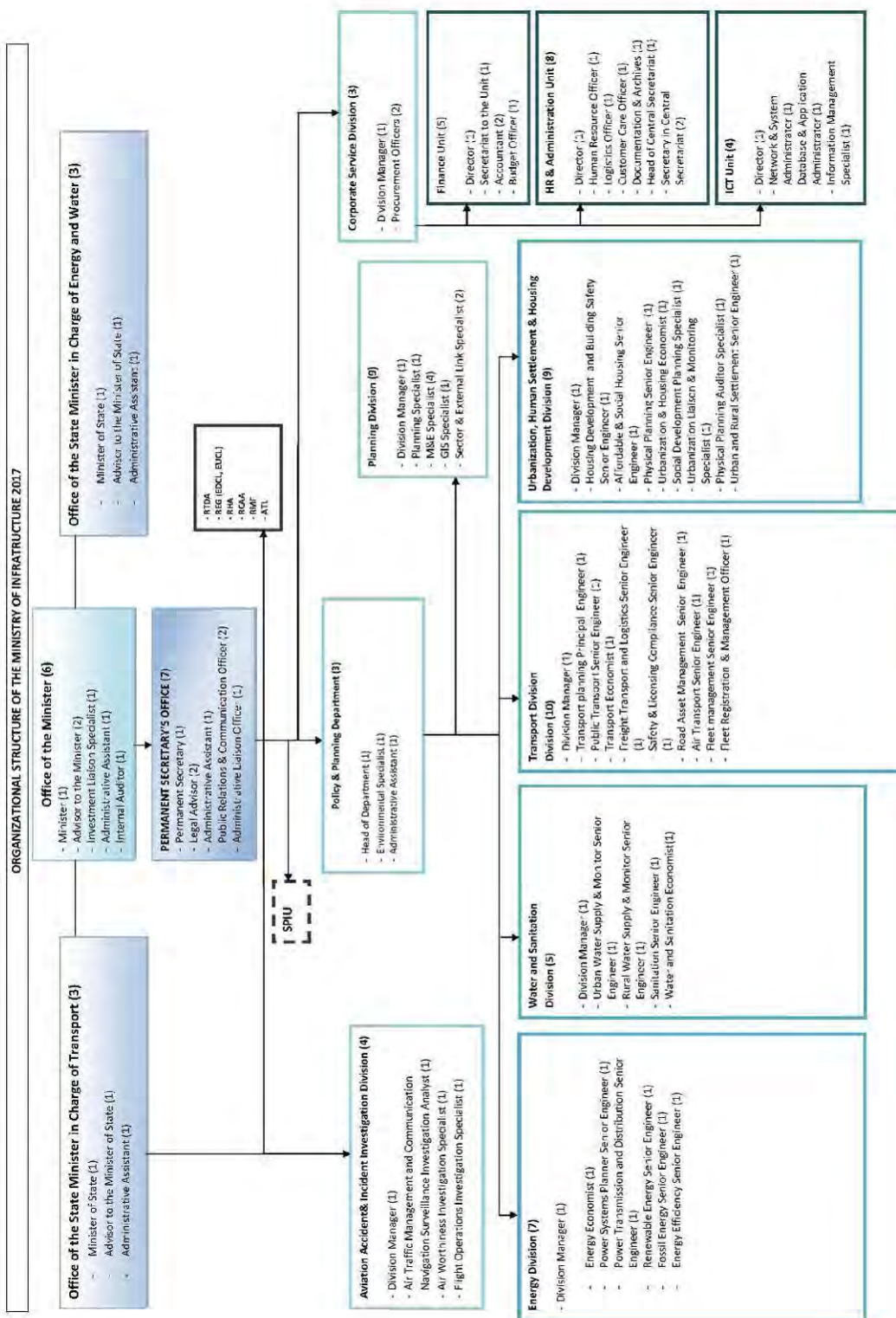


図 2-1 ルワンダ国給水セクターに係る組織・制度の枠組み

本計画は責任官庁が MININFRA、実施機関が WASAC となっている。以下に MININFRA の組織図を示す。

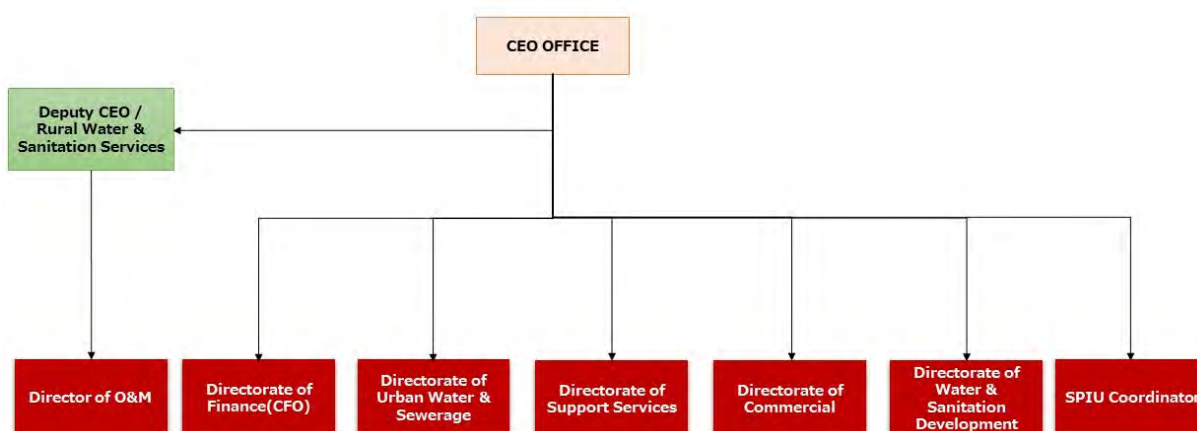


出典：MININFRA

図 2-2 インフラ省 (MININFRA) 組織図

キガリ市の水道事業はかつてエネルギー・水・衛生機構 (Energy Water and Sanitation Agency : EWASA) が担っていたが、2014年8月に水衛生部門が、政府が100%出資する WASAC として

独立することになった。WASAC はキガリ市の水道事業に係る計画策定、調査、維持管理、指導等を行っており、キガリ市内の水道事業に関しては CEO の直轄、地方給水事業については Deputy CEO の直轄にて業務を実施している。以下は WASAC の組織図である。



出典：WASAC（2018年11月13日現在）

図 2-3 WASAC の組織図

キガリ市内の水道事業に関しては、キガリ市の給水事業を行う都市給水衛生サービス局（Directorate of Urban Water and Sewerage）、支援ドナーとの調整や案件形成等を行う給水衛生開発サービス局（Directorate of Water and Sanitation Development）と、キガリ市内の6支局を統括し水道料金の請求・収支管理を行う商業サービス局（Directorate of Commercial）、財務部（Directorate of Finance）、間接部門（人事・調達・ICT等：Directorate of Support Services）から構成される。WASAC はキガリ市内に三つの浄水場を構え、キガリ市内の給水区域における水需要に対応している。地方給水に関しては、Deputy CEO 直下に地方給水サービス局（Rural Water and Sanitation Services）が配置され、その下に位置する Director of O&M が地方給水の O&M に関する実務を実施している。

## 2-1-2 財政・予算

### 2-1-2-1 給水セクターの予算状況

MININFRA の給水セクターに係る予算は次表のとおりである。2017/2018 年度の水セクター予算は 17.694 百万 RWF<sup>1</sup>で全体の 5%程度となっている。過去 5 年間で見ても水セクターの予算割合は横ばいとなっている。

表 2-1 インフラ省（MININFRA）の予算

年	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18（計画）
全体予算	386,964,859,741	345,987,924,204	303,803,706,272	294,589,480,604	312,478,397,022
水セクター予算	25,455,415,973	14,014,278,015	22,612,343,627	18,599,878,656	17,694,164,794
予算割合	6.58%	4.05%	7.44%	6.31%	5.66%

出典：MININFRA

（単位：RWF）

<sup>1</sup> 17.694百万 RWF = 2,283千円（1RWF=0.129JPY）

## 2-1-2-2 WASACの会計収支

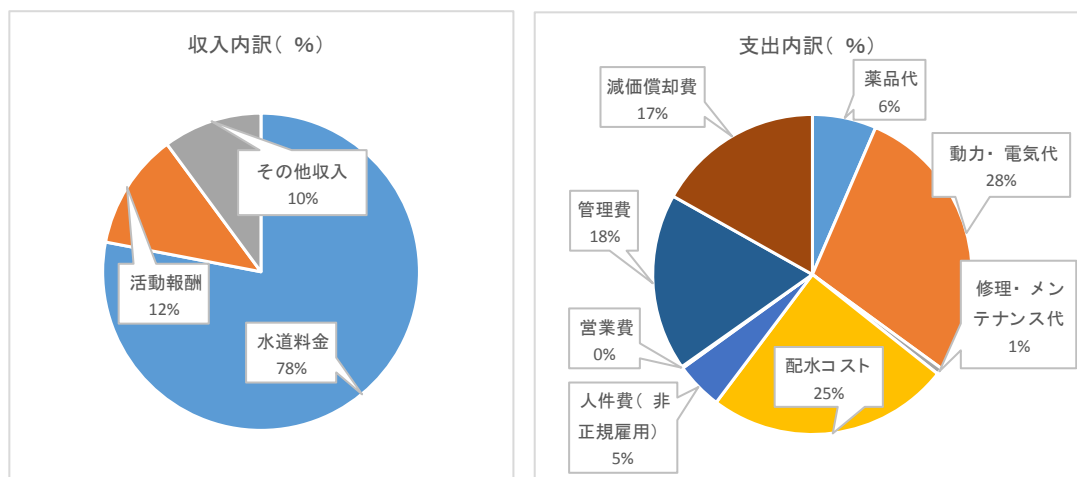
ルワンダの会計年度は、7月から6月までとなっている。WASACの2015/2016年度から2017/2018年度までの収支実績及び2016/2017年度の収支内訳の割合を以下に示す。

表 2-2 WASACの収支実績

費目		年度		
		2015/2016	2016/2017	2017/2018(計画)
収入		27,908,258,924	19,694,390,359	22,668,202,217
一般収入	①	26,106,678,718	18,087,627,070	21,055,761,851
水収入	②	15,116,846,116	16,256,086,479	20,582,677,874
水道料金		13,136,714,160	14,108,871,969	19,437,151,364
活動報酬		1,980,131,956	2,147,214,509	1,145,526,510
その他収入		10,989,832,602	1,831,540,591	473,083,977
特別利益	③	1,801,580,206	1,606,763,289	1,612,440,366
政府からの補助金		1,205,072,467	1,606,763,289	1,612,440,366
引当金修正益		596,507,739	0	0
支出	④	19,239,141,742	19,131,263,183	21,048,574,887
売上原価	⑤	12,671,676,195	12,551,912,947	12,795,948,092
薬品代		604,318,712	1,226,262,311	1,599,509,246
動力・電気代		5,212,723,949	5,399,552,973	5,652,189,572
修理・メンテナンス代		394,907,469	123,324,040	660,643,165
配水コスト		3,436,350,191	4,659,772,712	3,135,961,087
人件費（非正規雇用）		0	905,584,683	0
営業費		2,241,690,356	33,646,228	1,747,645,021
管理費	⑥	3,163,429,585	3,389,581,628	4,511,111,162
減価償却費	⑦	3,404,035,962	3,189,768,608	3,741,515,633
粗利益	⑧=②-⑤	2,445,169,921	3,704,173,532	7,786,729,782
粗利益率	⑨=⑧/②	16%	23%	38%
営業利益	⑩=①-(⑤+⑥)	295,930,823	1,560,586,743	3,748,702,597
営業利益率	⑪=⑩/①	1%	9%	18%
純利益	⑫=⑩-⑦	▲ 2,511,597,400	▲ 1,227,491,043	7,186,964
純利益率	⑬=⑫/①	-10%	-7%	0%
納税額	⑭	459,647,587	0	0
税引後純利益	⑮=⑫-⑭	▲ 2,051,949,813	▲ 1,227,491,043	7,186,964
補助金等による補てん後の純利益	⑯=⑮+③	▲ 250,369,607	379,272,246	1,619,627,330

出典：WASAC 2017/2018 APPROVED BUDGET

(単位：RWF)



出典：WASAC 2017/2018 APPROVED BUDGET

図 2-4 WASAC における 2016/2017 年度の収支内訳割合

2015/2016 年度及び 2016/2017 年度は純利益は赤字であったが、政府からの補助金によって補てんされている。補てん後に 2015/2016 年度は依然若干の赤字であったが、2016/2017 年度には黒字となっている。2017/2018 年度の計画では純利益はかろうじて黒字となる見込みだが、同様に補てん後の純利益は 1,619 百万 RWF (2.1 億円) となる見込みであり、仮に前年度程度の赤字となった場合でも大きな問題はない。

WASAC の支出については、2016/2017 年度の支出 19,131 百万 RWF (24.9 億円) に対し、浄水場の薬品代に 1,226 百万 RWF/年 (約 6%)、電力代に 5,300 百万 RWF/年 (約 28%)、配水コストとして 4,659 百万 RWF/年 (約 25%) を要している。中でも電力代は支出全体で 28% 近くを占めており大きな負担となっている。それ以外に管理費として 3,389 百万 RWF/年 (約 18%) と減価償却費が約 17% かかっている。トータルで運営経費は赤字であるが、2016/2017 年度は政府補助金が 1,606 百万 RWF (2.1 億円) 支給されている。

なお、水道料金については、WASAC ではなく、「ル」国政府の決定事項となっており、現時点で料金改定はなく、事業収支に基づき、必要な補填は引き続き「ル」国政府により実施される見込みである。

### 2-1-2-3 料金制度/料金徴収

現行の水道料金は以下のとおりである。家庭用以外に公共水栓用と工業用水用に区分されている。水道料金は 2015 年 9 月 1 日に RURA の承認を経て改訂され使用されている。この改訂により、水道料金が従前に比べ約 14% 上がっているが、現状では「ル」国政府より事業費が補填されており、現行の水道料金は水道事業に係るコストを水道収入だけでまかなうには依然程遠い状況にある。アフリカ開発銀行の報告書によると RURA に承認された水道料金の定義によれば、料金収入の 65% で人件費や維持管理費 (売上原価) をカバーしている (Rwanda Sustainable Water Supply and Sanitation Program Appraisal Report、アフリカ開発銀行、2017 年 11 月)。しかしながら、2016/2017 年度ではこの水道料金収入に占める売上原価の割合は約 89% (2016/2017 年度、売上原価: 12,551,912,947RWF /水道料金収入: 14,108,871,969 RWF) となっている。今後、国連ハビタットの支援の下、RURA が主体となって水料金改定に係る調査が計画されており、WASAC も同調査に協力することになっている。

表 2-3 水道料金表

月間消費量	水料金 (VAT18%は除く)
公共水栓 (ウォーターキオスク)	323RWF/m <sup>3</sup>
0~5m <sup>3</sup>	323RWF/m <sup>3</sup>
6~20m <sup>3</sup>	331RWF/m <sup>3</sup>
21~50m <sup>3</sup>	413RWF/m <sup>3</sup>
51~100m <sup>3</sup>	736RWF/m <sup>3</sup>
101m <sup>3</sup> ~	847RWF/m <sup>3</sup>
工業用水	736RWF/m <sup>3</sup>

出典：WASAC

### 2-1-3 技術水準

WASAC はンゾベ浄水場をはじめとする既存の浄水場や配水場の運転及び維持管理を実施しており、一般的な浄水システムや送配水に係る知識・技術は把握している。一方、ンゾベ-ノトラ送水系に関しては、ンゾベ浄水場からの送水量と、ノトラ配水池の水位及びノトラ配水池からの配水量について、系統立てた施設運用はされておらず、状況に応じてその都度対応している状況である。この状況を改善し、効率的な施設運用を行うため、本事業ではンゾベ浄水場及びノトラ配水場に流量計や水位計等の計器類の整備を行い、これら計器による測定データを活用した適切な送水ポンプ及びノトラ配水池の施設運用を、ソフトコンポーネントにて WASAC に対し指導する計画である。

### 2-1-4 既存施設・機材

#### 2-1-4-1 ンゾベ浄水場

ンゾベ浄水場はこれまで、ンゾベ1浄水場とンゾベ2浄水場が運用されており、新ンゾベ1浄水場が新たに建設され、2018年4月より稼働が開始している。3つの浄水場の主要な設備仕様を下表に示す。

表 2-4 ンゾベ浄水場の主な仕様

項目	ンゾベ1	ンゾベ2	新ンゾベ1
設計処理水量 (m <sup>3</sup> /日)	40,000	40,000	65,000 (ろ過タンク及び送水ポンプは40,000m <sup>3</sup> /日のみ整備済)
処理水量 (m <sup>3</sup> /日)	1日平均17,000 (処理可能量：25,000)	40,000	40,000
処理システム構成	取水設備 (地下水) →生物接触酸化槽 →重力式多層ろ過器 →処理水槽	取水設備 (河川水) →凝集沈殿設備 →加圧式ろ過器 →処理水槽	取水設備 (河川水) →沈砂池→凝集沈殿設備 →加圧式ろ過器 →処理水槽
処理水質	原水濁度：<100NTU 処理水濁度：<5NTU	原水濁度：<10,000NTU 処理水濁度：<1NTU	
備考	計測計器が故障し、現状は全て	2016年から稼働を開始。自動運	2018年4月から40,000m <sup>3</sup> /日の処

項目	ンゾベ1	ンゾベ2	新ンゾベ1
	手動操作による運転が行われている。	転制御を導入している。中央監視装置で、運転状況をモニタリングしている。	理を開始。将来65,000m <sup>3</sup> /日への拡張が可能な施設設計となっている。

水源は、ンゾベ1浄水場が地下水、ンゾベ2及び新ンゾベ1浄水場が河川表流水である。水源の種類の違いにより原水の処理方式も異なり、ンゾベ1浄水場は地下水に鉄・マンガンが含まれることから、曝気と生物接触酸化を行った後にろ過を行っている。ンゾベ2及び新ンゾベ1浄水場については、凝集剤による急速ろ過システムが採用されているが、新ンゾベ1浄水場に関しては原水の濁度を低減させるための沈砂池が設けられており、沈砂池を経由した後に急速ろ過が行われるようになっている。なお、この沈砂池についてはンゾベ2の処理水量も見込んだ設計となっており、既存のンゾベ2の取水施設は廃止され、新ンゾベ1浄水場の沈砂池を経由した原水が分岐管によりンゾベ2にも導水されている。

これら各浄水場が整備されているものの、本計画の更新対象である既存送水管や送水ポンプの設計水量が40,000 m<sup>3</sup>/日であるため、ンゾベ浄水場の浄水量を全て送水出来る状態にはなっていない。

以下はンゾベ浄水場全体の施設配置図である。

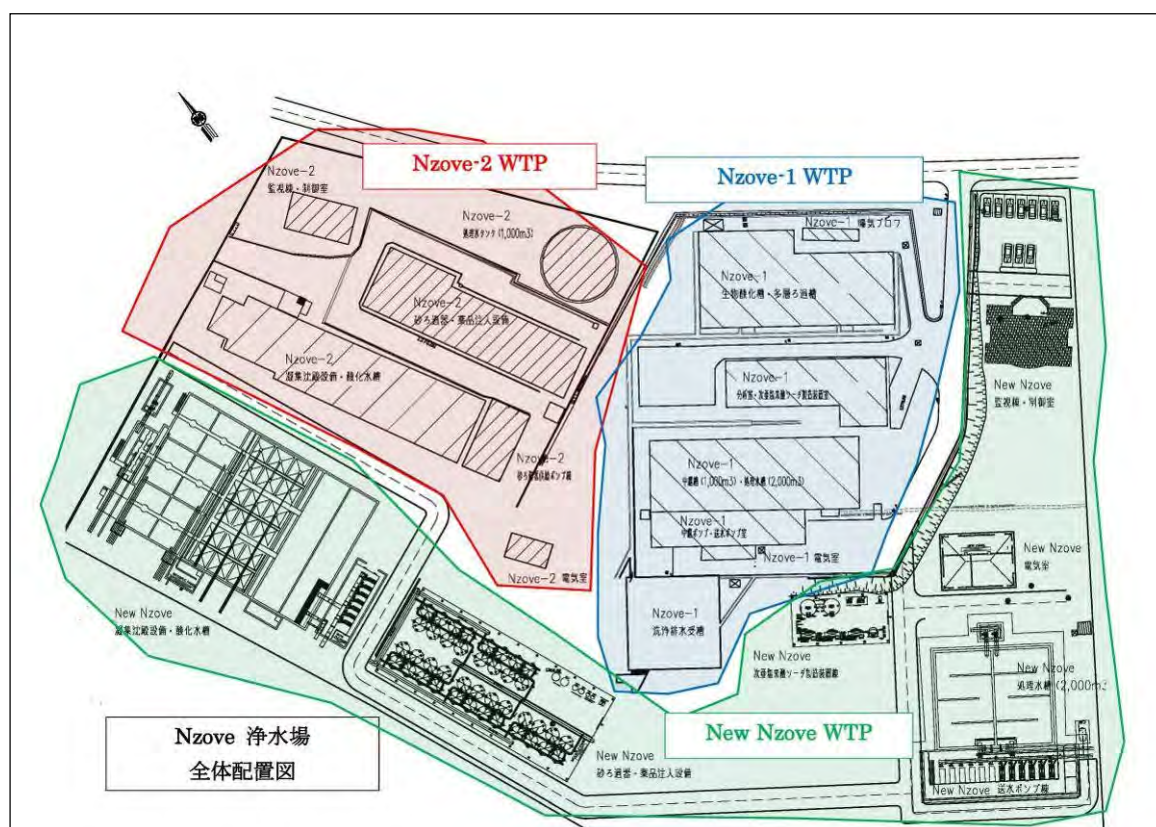


図 2-5 ンゾベ浄水場全体設備配置図

## 2-1-4-2 ンゾベ浄水場の各浄水施設の設備仕様

### (1) ンゾベ1 浄水場

ンゾベ1 浄水場の設計処理水量は 40,000 m<sup>3</sup>/日であるが、実際の処理可能量はンゾベ浄水場年間レポート（2015 年）によると、20,000～25,000 m<sup>3</sup>/日である。WASAC によると、ンゾベ1 浄水場はスペインの施工業者により建設されたものの、竣工を待たずにスペイン業者が引き上げたことにより、設計処理水量に基づく処理ができず、処理に問題のないことが確認できた 25,000 m<sup>3</sup>/日の処理水量を最大として運用されてきた。しかし、その後ンゾベ2 浄水場が運用を開始し、ンゾベ2 を優先して運転したことにより、2017 年のンゾベ1 浄水場の処理水量は平均で約 17,000 m<sup>3</sup>/日である。WASAC としては、現状においてもンゾベ1 浄水場の 25,000 m<sup>3</sup>/日の浄水が可能との見解であるが、以下に示す生物接触酸化槽及び重力式多層ろ過器については、ろ材等が流出している状況も見受けられ、25,000 m<sup>3</sup>/日の浄水量を確保するため、これらろ過槽の整備が必要となる可能性がある。

ンゾベ1 浄水場の原水（地下水）水質の設計値は下表のとおりである。

表 2-5 ンゾベ1 浄水場の原水設計水質

水質項目	原水設計値
鉄	10mg/L
マンガン	3.2mg/L
アンモニア	7.9mg/L

ンゾベ1 浄水場の構成設備の概要仕様を下表に示す。

表 2-6 ンゾベ1 浄水場の主な仕様

設備名称	主要仕様	備考
取水設備	◆原水：地下水（ニャバロンゴ川伏流水） ◆取水ポンプ型式：水中ポンプ 水中ポンプ能力：37～68 m <sup>3</sup> /h・基 基数：31 基 ◆集水チャンバー：4 基	集水チャンバーには各井戸ポンプの出口の流量計がまとめて設置されており、原水は集水されていない。
生物接触酸化槽	基数：8 槽 ろ過面積：40 m <sup>2</sup> /槽×8 槽 容量：80 m <sup>3</sup> /槽×8 槽 接触層：層高 1750mm、充填砂径φ5～8mm、容積 70 m <sup>3</sup> /槽	充填材にバクテリアを保持することで、原水中の鉄、マンガン、アンモニアを除去している。
中継槽	容量：1,000 m <sup>3</sup> ×1 槽 RC 製	生物接触酸化槽の処理水を受入れる。
中継ポンプ	基数：3 基（予備基なし） 能力：625 m <sup>3</sup> /h・基 電源：380V* 50Hz	多層ろ過槽へ生物接触酸化槽の処理水を送水する。
重力式多層ろ過器	基数：6 槽 ろ過面積：40 m <sup>2</sup> /槽×6 槽 容量：80 m <sup>3</sup> /槽×6 槽 ろ過層：砂とアンスラサイトの 2 層構造 砂：層高 1050mm、粒径φ0.6～1.2mm、充填容量 40 m <sup>3</sup> /槽 アンスラサイト：層高 500mm、粒径φ1.6～2.5mm、充填容量 20 m <sup>3</sup> /槽	生物接触酸化槽の処理水をろ過し、水中の懸濁物を除去する。
処理水槽	容量：2,000 m <sup>3</sup> ×1 槽 RC 製	重力式多層ろ過槽の処理水を受入れる。



設備名称	主要仕様	備考
送水ポンプ	基数：6基（1基予備） 能力：380 m <sup>3</sup> /h * 220mH * 355kW X4 基 340 m <sup>3</sup> /h * 240mH * 355kW X2 基 電源：380V * 50Hz、 スロースタート付	処理水をノラ配水池へ送水する。 初期建設後、2 台のポンプが更新されている。
薬品設備	◆水酸化カルシウム（消石灰）：貯槽 10 m <sup>3</sup> /基 X1 基、注入ポンプ 1 基 ◆次亜塩素酸カルシウム：貯槽 5 m <sup>3</sup> X1 基、注入ポンプ 1 基 ◆次亜塩素酸ソーダ製造装置：2 基 ◆次亜塩素酸ソーダ：貯槽 10 m <sup>3</sup> /基 X2 基、注入ポンプ 1 基	◆水酸化カルシウム（消石灰）： 生物接触酸化槽の入口に注入。 ◆次亜塩素酸カルシウム：処理水の消毒のために、処理水槽の入口に注入 ◆塩化ナトリウム（塩）：次亜塩素酸ソーダを製造するために使用
付帯機器	◆生物接触酸化槽曝気ブロウ ：2,000 m <sup>3</sup> /h X2 基（1 基予備） ◆逆洗ブロウ ：4,000 m <sup>3</sup> /h X2 基（1 基予備） ◆逆洗ポンプ ：625 m <sup>3</sup> /基 X3 基（1 基予備）	電源：380V * 50Hz
電気設備	◆高圧受電盤（15,000V） ◆変圧器（15,000/420V、1600KVA） X2 基 ◆各ポンプ動力制御盤 ◆周波数：50Hz	送水ポンプ場の電気供給設備は容量 2,500kW に対して、2,000kW（=355kW X5 + 75kW X3）を使用している。

ンゾベ1浄水場で使用されている薬品は、消石灰、次亜塩素酸カルシウムと塩である。建設当初は、消毒剤として、次亜塩素酸カルシウムを使用していた。後に次亜塩素酸ソーダ製造装置が導入され、現在は消毒剤として塩から製造された次亜塩素酸ソーダを主として使用されている。また、次亜塩素酸カルシウムも次亜塩素酸ソーダの代替薬品として、現在も使用されている。

消石灰設備は、設計上では、溶解槽、沈降分離槽、貯槽の大きく3つの設備から構成されている。現状は、貯槽の攪拌器のシャフトが壊れて、貯槽は使用されてなく、沈降分離槽も長期間使用されておらず、溶解槽の上澄みを注入している状況である。

表 2-7 ンゾベ1浄水場で使用されている薬品

No.	薬品名称	用途
1	消石灰	生物接触酸化槽の入口に注入。pH調製とアルカリ度の添加が目的
2	次亜塩素酸カルシウム	消毒剤として使用。処理水の消毒のために、処理水槽の入口に注入
3	塩（塩化カルシウム）	次亜塩素酸ソーダを製造するための原料として使用。
4	次亜塩素酸ソーダ	消毒剤として使用。処理水の消毒のために、処理水槽の入口に注入

## (2) ンゾベ2浄水場

凝集沈殿ろ過処理方式の浄水場である。凝集沈殿は2系列、ろ過器は3系列で構成されている。ろ過器は加圧式ろ過器であり、2段階ろ過（前段ろ過+後段ろ過）のシリーズ通水システムである。処理水槽は1,000 m<sup>3</sup>の鋼板製の処理水タンクがあるが、送水ポンプは無い。処理された水は処理タンク水を経由して、ンゾベ1浄水場の処理水槽（2,000 m<sup>3</sup>）に自然流下で送水されている。

ンゾベ2浄水場の設計処理能力は40,000 m<sup>3</sup>/日である。実際の処理量は約23,000 m<sup>3</sup>/日で運用されている。ニャバロンゴ川の表流水を原水としており、その濁度は高く、処理の限界濁度は10,000NTUに設定されている。

ンゾベ2浄水場は、2期に亘って建設され、第1期で25,000 m<sup>3</sup>/日の浄水施設が整備され（40,000

m<sup>3</sup>/日に相当する構造物の建設及び 25,000 m<sup>3</sup>/日の圧力式ろ過タンク、ポンプの設置)、第2期で 15,000 m<sup>3</sup>/日に相当するろ過タンク、ポンプが設置されて 2017 年に竣工している。しかし、既存送水管の送水量が 40,000 m<sup>3</sup>/日であり、ンゾベ1 浄水場(平均浄水量: 17,000 m<sup>3</sup>/日)が稼働しているため、第2期で整備された施設に相当する浄水(40,000 m<sup>3</sup>/日)は行われていない。

ンゾベ2 浄水場の構成設備の概要仕様を下表に示す。

表 2-8 ンゾベ2 浄水場 各処理設備の主要仕様

設備名称	主要仕様	備考
取水設備	◆原水: 河川水(ニャバロンゴ川) ◆集水槽: 1槽(スクリーン設備付) ◆取水ポンプ: 580m <sup>3</sup> /h×25mH 基数: 4基(3基運転、1基予備)	原水の濁度を下げる設備は無い。大きなごみ等を排除するスクリーンは付帯されている。
凝集沈殿処理設備	◆系列数: 2系列 ◆急速攪拌槽: 1槽/系列×2系列 攪拌器付 ◆緩速攪拌槽: 2槽/系列×2系列 攪拌器付 ◆沈殿槽: 型式: 横流式沈殿地 1槽/系列×2系列 スカムスキマー、掻寄機、汚泥引抜ポンプ付	沈殿槽から引き抜かれた汚泥は直接、原水であるニャバロンゴ川へ放流している。
酸化槽	有効容量: 440m <sup>3</sup> RC製 1槽/系列×1系列	次亜塩素酸ソーダを添加し、かつ曝気ブロウにて酸化処理する。
酸化処理水槽	有効容量: 440m <sup>3</sup> RC製 1槽/系列×1系列	
ろ過器送水ポンプ	基数: 5基(3基+逆洗用1基+予備1基) 能力: 534m <sup>3</sup> /h×27mH×54kW 電源: 380V×50Hz、	加圧式ろ過器へ送水する。
加圧式ろ過器	系列数: 3系列 (前段ろ過器(4基)+後段ろ過器(4基)) /系列×3系列、 ろ過器基数: 24基 ろ過面積: 7m <sup>2</sup> /基×24基=168m <sup>2</sup> ろ過LV: 20m/h 最大運転圧: 2.5kgf/cm <sup>2</sup> 最大差圧: 0.5kgf/cm <sup>2</sup> 逆洗LV: 36m/h	凝集沈殿処理された水をろ過し、水中の懸濁物を除去する。
処理水タンク	容量: 1,000m <sup>3</sup> ×1槽 鋼板製	加圧式ろ過器の処理水を受入れる。
送水ポンプ	無し	
薬品設備	◆凝集剤(SUDFLOC): 貯槽2.5m <sup>3</sup> /基×2基、注入ポンプ3基(1基予備) ◆次亜塩素酸ソーダ: 貯槽5m <sup>3</sup> /基×2基、注入ポンプ3基(1基予備) ◆凝集剤: 貯槽2m <sup>3</sup> /基×2基、注入ポンプ4基(1基予備) ◆高分子凝集剤: 貯槽0.5m <sup>3</sup> /基×2基、注入ポンプ4基(1基予備)	◆SUDFLOC: 凝集沈殿装置急速攪拌槽の入口に注入。 ◆次亜塩素酸ナトリウム: 酸化槽と加圧式ろ過器出口に注入 ◆凝集剤: 加圧式ろ過器入口に注入 ◆高分子凝集剤: 加圧式ろ過器入口に注入
付帯機器	◆汚泥引抜ポンプ: 35m <sup>3</sup> /h×3基(1基予備) ◆酸化槽曝気ブロウ: 300m <sup>3</sup> /h×4mH×3基(1基予備) ◆用水ポンプ: 15m <sup>3</sup> /h×2基(1基予備)	◆電源: 380V×50Hz ◆用水ポンプは、薬品の溶解・調製用に使用される。
電気設備	◆高圧受電盤 ◆変圧器(3600kVA)×1基 ◆各ポンプ動力制御盤	

設備名称	主要仕様	備考
	◆周波数：50Hz	
計測計器	◆流量計：凝集沈殿処理設備入口に1台、加圧式ろ過器逆洗水出口に1台、処理水タンク出口に1台 ◆濁度計：凝集沈殿設備入口に1台、加圧式ろ過器入口に1台、加圧式ろ過器出口に1台、 ◆pH計：凝集沈殿設備入口に1台、処理水タンク出口に1台 ◆残留遊離塩素計：処理水タンク出口に1台	

ンゾベ2浄水場での処理に使用されている薬品は以下の4種類である。

表 2-9 ンゾベ2浄水場で使用している薬品

No.	薬品名称	用途
1	次亜塩素酸ソーダ	酸化処理のために、酸化槽へ注入されている。処理水の消毒のために、処理水タンク入口へ注入されている。 ンゾベ1浄水場の次亜塩素酸ソーダ製造装置で製造された次亜塩素酸ソーダを利用している。
2	凝集剤 (SUDFLOC)	凝集沈殿処理において、水中の懸濁物質を凝集させるために使用されている。急速攪拌槽の入口へ注入されている。
3	凝集剤 (ろ過器用)	加圧式ろ過器にて、凝集ろ過をするために、加圧式ろ過器入口へ注入されている。
4	高分子凝集剤 (ろ過器用)	加圧式ろ過器にて、凝集ろ過の効果をさらに強めるために、加圧式ろ過器の入口へ注入されている。

### (3) 新ンゾベ1浄水場

新ンゾベ1浄水場の処理能力は 65,000 m<sup>3</sup>/日であり、フェーズ1により 40,000 m<sup>3</sup>/日の浄水場が完成し、今後、フェーズ2にて加圧式ろ過器、送水ポンプが整備されて 65,000 m<sup>3</sup>/日の処理能力が確保される計画である。加圧式ろ過器はフェーズ1時に3系列を設置し、フェーズ2において2系列増設する計画である。将来2系列を増設するための設置スペースは加圧式ろ過建屋に確保されている。凝集沈殿槽は3系列構成で、65,000 m<sup>3</sup>/日対応の設計となっている。処理水は New ンゾベ1浄水場の処理水槽だけではなく、ンゾベ1浄水場の処理水槽 (2,000 m<sup>3</sup>) へも送水可能となるよう配管構成が工夫されている。

新ンゾベ1浄水場は、SCADA システムが導入され、ンゾベ2浄水場も含めて運転状況を監視し、各浄水場の運転を一元管理できるようになっている。

## 2-1-4-3 ノトラ配水池および関連する配水系統

### (1) ノトラ配水池

以下に示すとおり、ノトラ配水池はンゾベ1浄水場の建設に合わせ2009年に建設されたRC矩形配水池で、10,000 m<sup>3</sup> (L74.4m×W30.16×H4.46m) の貯水能力を有している。設計図および竣工図が紛失しており具体的な内部構造は不明であるが、内部は中央壁で分水され2槽構造となっている。ンゾベ浄水場からの送水管は配水池手前よりφ600mmからφ500mm×2本に分岐されそれぞれの槽に流入している。分岐の直前には、現在実施中の「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」により、流量計が設置される予定である。分岐後のφ500mmの流入管の一つにはφ63mmの配水管が2本設置されており、配水池周辺エリアに対してンゾベ浄水場からの残圧を利用した配水が行われている。

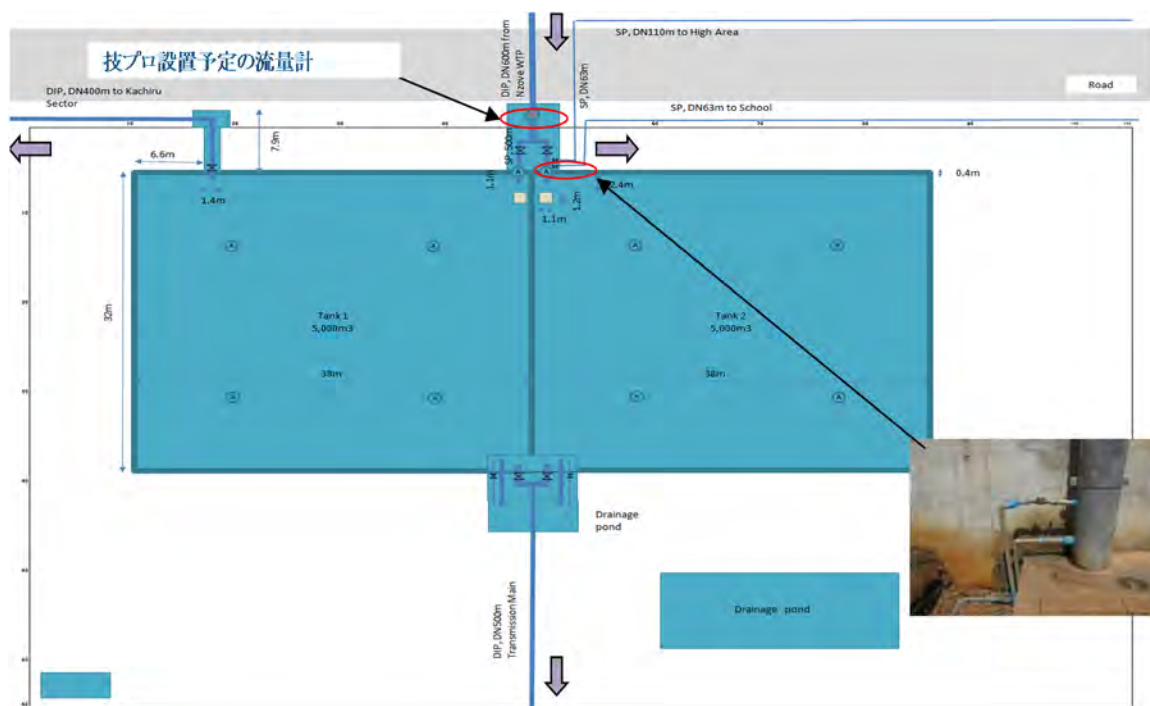


図 2-6 ノトラ配水池の配置図

ノトラ配水池には、フロートスイッチおよび通信装置が整備され、満水時にはンゾベ浄水場のポンプ場に自動で通知、ンゾベ浄水場のポンプオペレーターが手動にてポンプを停止するシステムを有していたが、現在はこれが故障し機能していない。ノトラ配水場内にはオペレーターが24時間常勤しており、1時間ごとに水位計測（検査口のはしごピッチ幅を目安とした目測）を行っているほか、満水時にはンゾベ浄水場に電話で通知する体制をとっている。

また、ノトラ配水池には2本の流出管が設置されている。このうち1本は送水機能がメインの管路（500mmダクタイル铸铁管）として下流側の12の配水池へ送水している。残る1本は配水管（400mmダクタイル铸铁管）として、ノトラ配水池の周辺域や、大統領官邸をはじめとする官公庁や国際機関が多く集まるカチル地域へ配水されている。このカチル地域向け配水管はノトラ配水池の当初計画には含まれておらず、WASACによりノトラ配水池の建設後にノトラ配水池の1池のみから取り出す形で追加されたものである。また、次の図に示すとおり配水管の取り出しが、送水機能がメインの管路より約1.2m高い位置となっている。

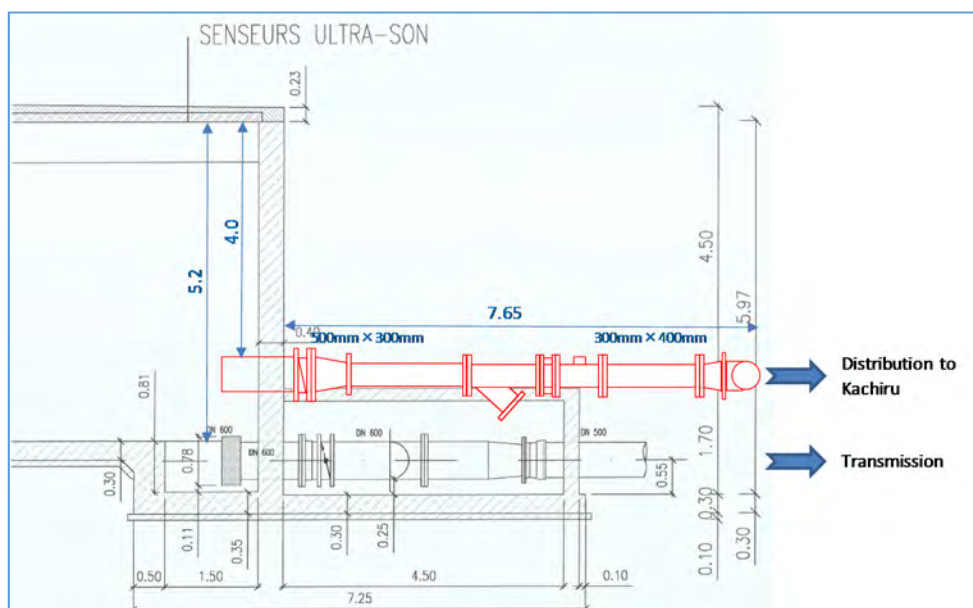


図 2-7 ノトラ配水池における2つの流出管の接続位置の関係

WASACでは、カチル地域向けの配水を最優先するため、配水管が取り付けられている池の水位が配水管を下回ることがないように、同池の送水機能がメインの管路の流出弁を閉じる運用を行っている。このためンゾベ浄水場の生産量が低下した時期には、ノトラ配水池内の各池間で水位差が生じているほか、池洗浄をおこなうためにはカチル地域向けの配水を停止する必要がある。カチル地域向けの配水は、ノトラ配水池からの配水のほか、ンゾベ浄水場の生産量が低下した場合に、バックアップとして Kimisagara 浄水場系の配水管（400mm ダクタイル鋳鉄管、200mm 及び 80mm 鋼管）により配水が可能な体制で運用を行っている。

ノトラ配水池の内部構造は、導流壁が設置されてはいるものの床盤から約 1.5m までの高さしかなく、流入管、流出管が配水池の対面に設置されていることから池内の水の流れが限定され、貯留水が停滞し残留塩素濃度が低下し、水質悪化が生じている可能性がある。また、流入管が落とし込み方式となっているため、ノトラ配水池の水位が低い場合には撃流により残留塩素濃度が低下していることも考えられる。

## (2) ノトラ配水池に隣接する配水エリア

ノトラ配水池への流入管（既存送水管）に接続された2本の配水管からの配水エリア（A）の概要は次の図のとおりである。給水エリアは面積約 0.2k m<sup>2</sup>、給水世帯数 140 件程度の非常に小規模な区画で、約 100 m<sup>3</sup>/日の配水が実施されている。ノトラ配水池は、丘の最高標高地点から 3m ほど低い位置に建設されており、また周辺にはノトラ配水池とほぼ同標高のフラットな地形が広がり、宅地が並んでいる。このエリアはノトラ配水池からの配水では十分な水压を保てないため、WASAC はンゾベ浄水場の送水ポンプの残圧を活用した配水形態を採用している。ただし、既存送水管からの取り出しになるため、送水ポンプの停止時には供給が受けられない、水压が安定しない、将来的にポンプ能力が低下した場合や管路が劣化し管内損失が増加した場合には送水圧が低下し、供給が受けられなくなる可能性があるなどのリスクを抱えている。

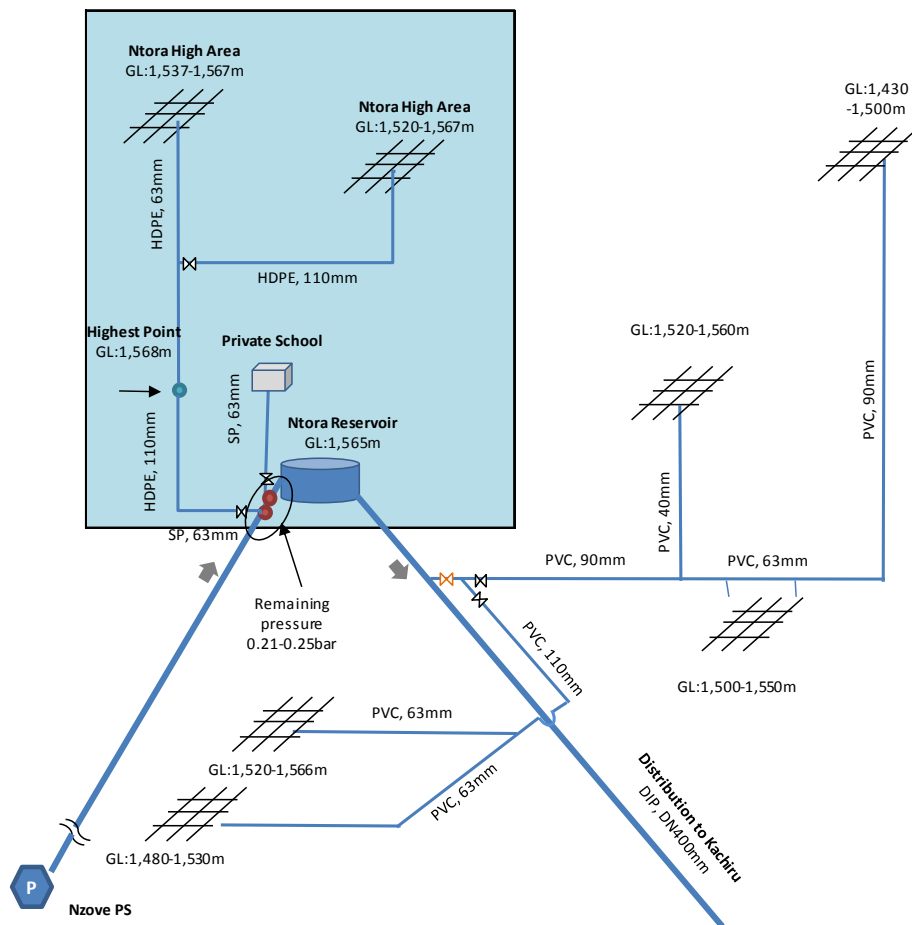


図 2-8 ノトラ配水池高標高エリアへの配水概要（水色エリア）

既存送水管から取り出された2本の配水管のうち1本は、ノトラ配水池に隣接する私立学校向けの専用管として存在している。残る1本は、ノトラ配水池場を出てすぐに110mmに増径されており、途中1か所で63mmの分岐があり配水されている。分岐箇所には110mmの管側にのみ、仕切り弁が設置されている。WASACによると、この仕切り弁を開けた状態にすると63mmの分岐側のエリアには配水が届かなくなるため、分岐側へ配水するために週3日は仕切り弁を閉じ、110mmの管側のエリアへの給水を停止している。

また、ノトラ配水池周辺の高標高地域は、前述した2本の配水管による配水エリアAのほか、カチル向け配水管400mmから90mmで分岐し、ノトラ配水池より自然流下で配水しているエリアB（GIS上の顧客数617戸）が存在している。現地調査では配水エリアAの状況を確認することを主目的とし、配水エリアAに隣接し、同様にノトラ配水池周辺の高標高地域における配水エリアを形成している配水エリアBの給水実態を把握するために、現場踏査および給水栓における水圧測定を実施した。

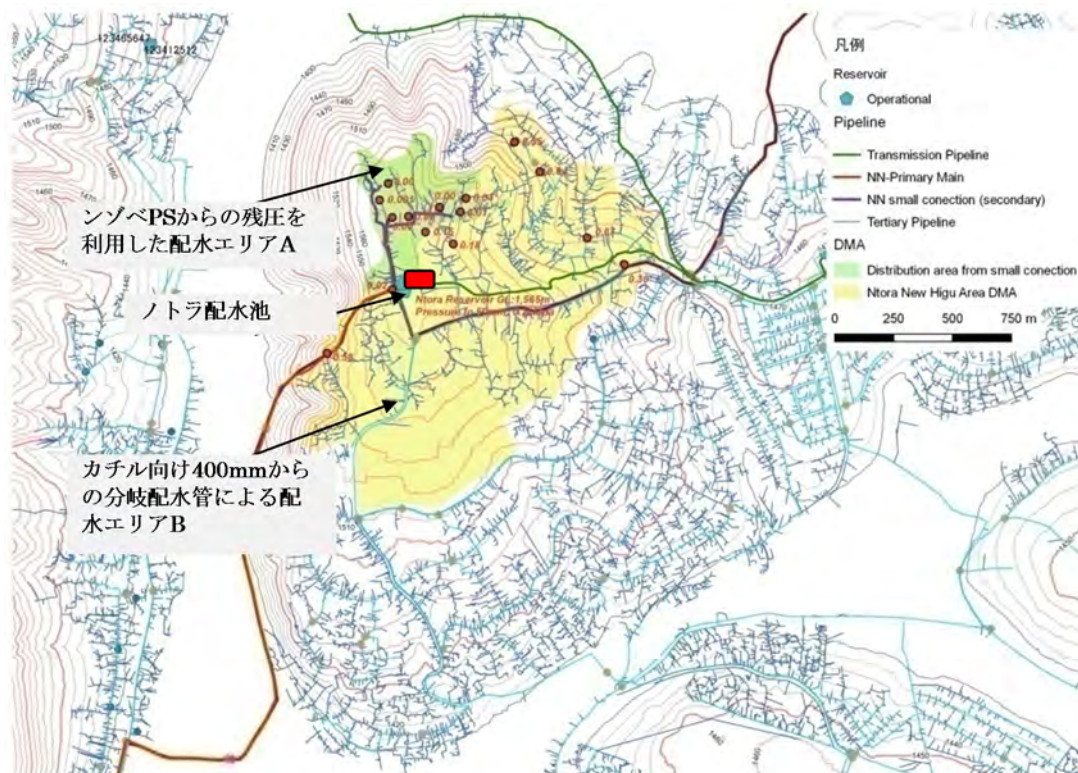


図 2-9 ノトラ配水池周辺高標高エリアの配水圧 (単位 : bar)

配水エリア A 向けのンゾベ浄水場からのノトラ配水池での残圧は、24 時間計測の結果、ポンプの運転台数にかかわらず 0.21~0.25bar (地盤高より約+0.8m) でほぼ安定し供給されていることが確認された。ただし、地盤高が配水池を上回る地域では、給水時間帯になっても水が届かない場合が多く、水が届いても水圧が低いことから流量が十分に確保できない状況にある。

WASAC によると、配水エリア A の上流部では日中は標高の低い下流側にしか水が届かず、下流側の使用量が減少する夜間のみ上流側で給水を受けることが可能になるとの話であった。一方で下流側需要者へのヒアリングにおいても、月に 1 度程度しか配水を受けることができていない地域もあるといった話があった。この原因としては、水圧の問題だけでなく、給水管 (13-25mm) だけで管網が構成され管内圧力損失が大きいなか、空気弁が適切な箇所・容量設置されていないことによって通水不良が生じ、十分な水量が配水できていないものと考えられる。なお、この配水エリア A で給水地点で 0.15bar の水圧を有している需要者は、110mm の管の仕切り弁の上流側で給水管を接続させており、常時給水を受けられることから、WASAC に対して共同水栓管理者としての届出を出さずに付近住民へ高価格で売水 (50RWF/ジェリ缶) している。

配水エリア B は配水エリア A と隣接しているものの、管路は接続されていない。配水エリア B より下流側のカチル地域は、バックアップとしてキミサガラ浄水場系統の配水管と接続されているため、ンゾベ浄水場系統の運転が停止した場合においても給水を受ける体制が整っているが、配水エリア B は標高が高いことから、キミサガラ浄水場系統からの配水は受けることができず、ノトラ配水池からの配水に依存する地域となっている。配水エリア B のノトラ配水池との標高差は 5~135m であり、日中の水圧調査では通水不良等の問題点は確認されなかった。一方で、配水管の口径が小さいことや、より口径の小さい給水管で管網が構成されていることから、管内の損失水頭が大きく、標高差に比べ水圧は高くない。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### 2-2-1-1 道路事情

キガリ市内の道路は、丘と丘を結ぶ尾根沿いの主要道路はアスファルト舗装がされているが、それ以外の道路は未舗装道路が多い。ルワンダの道路の分類を以下に示す。

表 2-10 道路分類

分類	概要	道路幅	ロードリザーブ	管轄官庁
国道	ルワンダとその他の国を結ぶ道路。また、郡とキガリ市を結ぶ道路。空港などの観光の要所となる地域へのアクセス道路。	一車線 3.5m 以上（歩道、排水溝、盛土は含まず）	道路中心線から両側に各22m	Rwanda Transport Development Agency
郡/キガリ市の道路（クラス1）	郡内におけるセクター事務所間を繋ぐ道路、もしくはセクター内の道路。	一車線 3.5m 以上（歩道、排水溝、盛土は含まず）	道路中心線から両側に各22m	郡庁もしくはキガリ市
郡/キガリ市の道路（クラス2）	郡道（クラス1）から農村部を結ぶ幹線道路。	6m以上（歩道、排水溝、盛土は含まず）	道路中心線から両側に各12m	郡庁もしくはキガリ市
特定道路	農業生産、天然資源加工、観光などの民間が主に使用する国道、もしくは郡/キガリ市の道路とキガリ市やその他の都市を結ぶ道路。	特に規定なし	特に規定なし	道路によって適任者を決定

出典：Rwanda Transport Development Agency への聞き取りにより調査団作成

Rwanda Transport Development Agency（以下、RTDA）が主に国道を管轄し、国道以外のキガリ市の道路は主に City of Kigali が管轄している。

現在、2013年策定のキガリ市マスタープランに従って、キガリ市各地で道路の拡幅・舗装工事が行われている。ンゾベ浄水場前の未舗装道路も拡幅予定となっており、国道1号の片側2車線化も今後実施される予定である。また、ニャブゴゴ地区の国道3号においても道路橋の更新と共に片側2車線化の拡幅工事が現在行われている。

#### 2-2-1-2 電力事情

「ル」国における電力供給は Rwanda Energy Group（以下、REG）が行っている。首都キガリ市の電力は比較的安定はしているが、地域によっては停電が頻繁に発生する。

電気料金については2017年1月1日に改訂され、浄水場・ポンプ場の電気料金は126RWF/kWhにVAT18%がかかり、148.68RWF/kWhである。

ンゾベ浄水場では、2017年10月で停電が計28回発生している（一日に最大で3回の停電発生）。1時間以上の長時間にわたる停電は5回あったが多くは数分程度の短時間の停電である。

ンゾベ浄水場へは専用の送電線により電力が供給されているが、新ンゾベ1浄水場の運用が開始されたことで、既存の送電設備では電力が不足し、ンゾベ浄水場の3施設（ンゾベ1、ンゾベ2、新ンゾベ1の各浄水場）を同時運用することが出来ない。このため、「ル」国側は、2018年12月の竣工予定で、ンゾベ浄水場向けの送電を目的とする20MWの変電所を建設中である。



### 2-2-1-3 通信事情

キガリ市ではMTN や Airtel といった複数の携帯電話会社がサービスを提供しており、電話や3G・4Gなどの通信環境は良好である。また主要ホテルにはWi-Fiが完備されており、インターネット通信に支障はない。

### 2-2-1-4 下水道

現在キガリ市では、小規模の下水処理を行っているところもあるが、メインとなる下水道及び下水処理場はない。これを受け、現在、キガリ中央集中型下水道システム（Kigali centralized sewerage system）による下水処理場及び下水道管整備が計画されている。



出典：WASAC

図 2-10 WASAC の下水道計画

下水処理場はンゾベ浄水場近くの国道1号沿いに計画され、市街地からのメインの下水道管が国道1号沿いの河川側に布設される計画である。本事業の送水管についても一部国道1号沿いに布設する計画としており、下水道計画については今後も継続して確認する必要がある。

## 2-2-2 自然条件

### 2-2-2-1 気象条件

キガリ市は赤道の南に位置するが標高が高いところに位置するため気候は温暖である。一年を通して、最高気温は29℃～31℃、最低気温は13℃～15℃であり、朝晩は涼しく、日中は日差しが強いため寒暖差が大きいのが特徴である。

季節は雨期と乾期があり、3月から5月までの大雨期と9月から11月までの小雨期に分かれ

る。一方乾期は6月から8月の大乾期と12月中旬から2月の小乾期に分かれる。

年間平均降水量は782mmであるが、キガリ西部及び北西部の山間部ではさらに降水量が多い。湿度は大乾期の時期を除いて概ね70~80%前後と高い傾向にある。



出典：キガリ気象庁

図 2-11 キガリ空港での月別最高・最低・平均気温

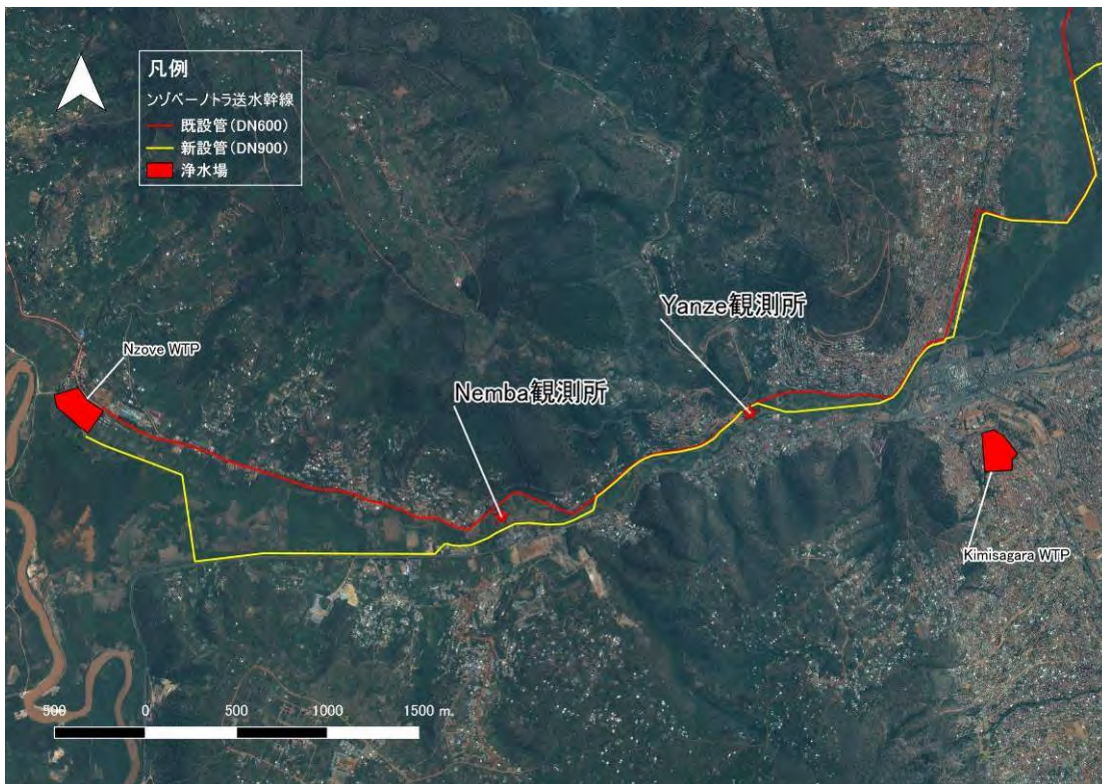


出典：キガリ気象庁

図 2-12 キガリ空港での月別降水量及び湿度

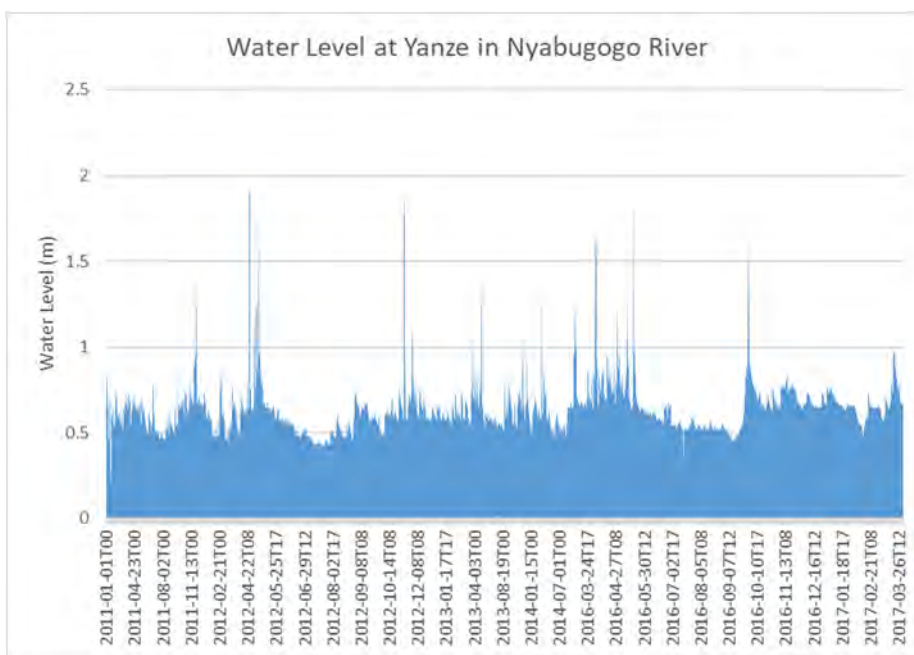
### 2-2-2-2 水位、流量

本案件の対象となるサイトはニャブゴゴ川流域であり、Nemba と Yanze の 2 箇所水位観測所がある。Yanze 観測所の水位は 0.5m 前後が大部分を占めるが、稀に水位が 1.5m を超えることがあり、水位の最大値は 2.48m である。Nemba 観測所の水位は、近年は約 1m 程度であるが、稀に 3m を超えることがある。水位が高い場合は、河川流量、流速も大きくなることが想定され、特に河川沿いに構造物を計画する場合には、注意を要する。



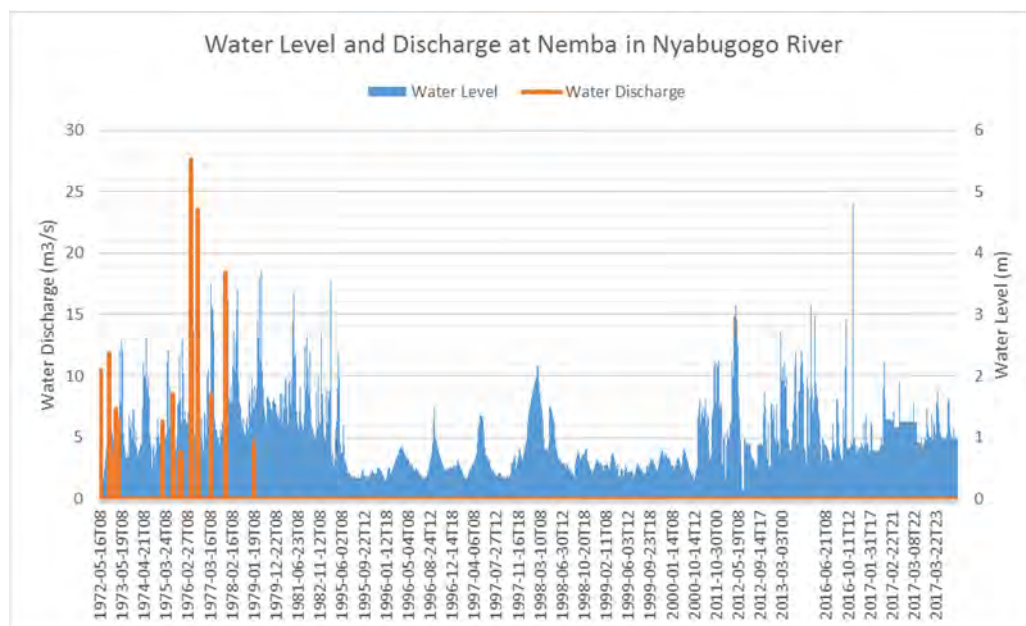
出典 : Rwanda Water Portal

図 2-13 ニャブゴゴ川流域の水位観測所位置図



出典 : Rwanda Water Portal

図 2-14 Yanze 観測所での水位 (2011 年 1 月 1 日~2017 年 3 月 31 日)

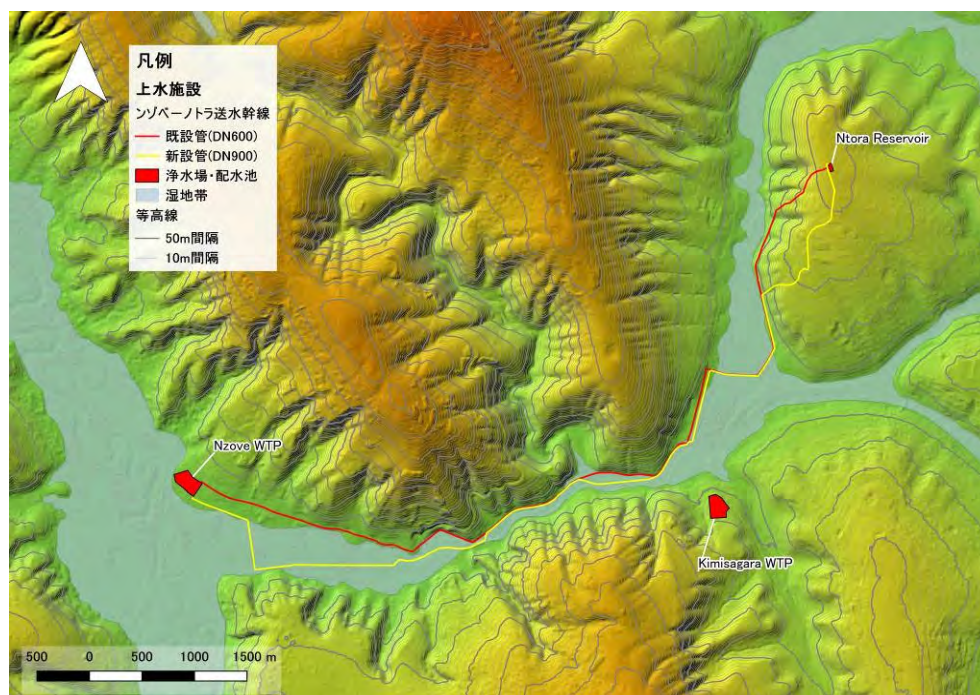


出典 : Rwanda Water Portal

図 2-15 Nemba 観測所での水位及び流量 (1972 年 5 月 16 日～2017 年 4 月 5 日)

### 2-2-2-3 地形

「ル」国は、26,338k m<sup>2</sup>の面積を有し、西にコンゴ民主共和国、北にウガンダ、東にタンザニア、南にブルンジと国境を接する内陸国である。北西から南東へ山地が連なり、コンゴとの国境を有するナイル川の分水嶺が南北に走っている。国土の大部分は谷と丘から形成され、起伏に富んだ地形を持つことから、「千の丘の国」とも呼ばれる。



出典 : 調査団作成

図 2-16 サイト周辺の地形図

本件の対象地域であるキガリ市は「ル」国のほぼ中央に位置し、730k m<sup>2</sup>の面積を有する。標高は 1,433～1,645m と高地に位置し、複数の丘から形成される。プロジェクトサイト周辺の地形

については、計画する送水管のルート上でンゾベ浄水場から約 8km の地点までは約 20m 程度の標高差しかないが、その後丘を登り、ンゾベ浄水場との標高差が約 200m まで一気に増加する。

## 2-2-2-4 地質

「ル」国には、先カンブリア紀に属する花崗岩類と変成岩類によって構成された基盤岩が広く分布している。この花崗岩類は貫入岩体、変成岩類は花崗岩の貫入により変成を受けた片岩類が主体となっている。新生代以降はアフリカ大地溝帯の活動が活発になり、火山活動による火山噴出物で覆われた。その後、火山堆積物は徐々に開析され、山腹斜面の崖錐層や河川上流から運ばれた土砂が堆積し、谷沿いに沖積低地や湿地を形成している。地質構造としては、地溝帯活動圧力で東西方向から押されていることから、変成岩類が南北に帯状に分布しており、同じ走行の断層が多く認められる。

調査対象地であるキガリ市も花崗岩と変堆積岩が基盤となっており、これら地盤には片岩、砂岩及び泥岩が含まれる。丘や尾根などの丘陵地帯はアルミニウムや鉄を含有する泥質土壌が多く、低地と湿地帯では沖積土壌や有機土壌が見られる。キガリ市は丘陵地帯の斜面の土壌流出が激しい場所では土壌の肥沃度が失われてきている一方で、低地やキガリ市の面積の 12.5% を占める湿地帯に重たい泥が蓄積することで生物の生息場所が減るなどの問題となっている。

本調査では現地再委託業務により腐食性調査（6 地点）、標準貫入試験（14 地点）を実施した。また、以下の表に標準貫入試験を実施した 14 地点の N 値と河川付近の地下水位を示す。

表 2-11 プロジェクト対象サイトの N 値と地下水位

Depth(m)	BH15	BH14	BH13	BH12	BH16	BH9	BH8	BH7	BH6	BH3	BH11	BH10	BH1	BH2
Groundwater level	0.65m	1.06m	1.57m	2.5m	1.0m	4.55m	2.19m	1.2m	0.6m	-	-	-	-	-
1	15	1	3	3	2	17	8	1	2	-	13	3	67	94
1.5														
2	13	1	2	2	4	43	2	1	1	-	10	29	77	90
2.5														
3	4	2	2	3	4	72	1	2	6	-	15	95	92	93
3.5														
4	4	1	3	2	7	79	1	1	6	-	12	93	53	97
4.5														
5	7	1	2	4	12	91	2	2	6	-	99	100	100	92
5.5														
6	6	1	4	4	1	97	1	2	8	-	25	103	64	102
6.5														
7	16	19	14	3	2	101	2	2	1	-	80	90	91	108
7.5														
8	17	16	100	5	3	91	2	1	1	-	88	94	94	93
8.5														
9	14	4	100	9	6	110	3	2	1	-	90	95	92	106
9.5														
10	13	3	100	7	6	112	2	3	1	-	100	99	91	112
10.5														
11		2	100	9		113	3	5						
11.5														
12		2	100	11		115	6	7						
12.5														
13		3	100	7		120	4	8						
13.5														
14		3		6			16	60						
14.5														
15		1		4			41	73						
15.5														
16		2		5			93	80						
16.5														
17		1		5			98	94						
17.5														
18		2		4			84	98						
18.5														
19		1		6			102	98						
19.5														
20		2		6			101	100						

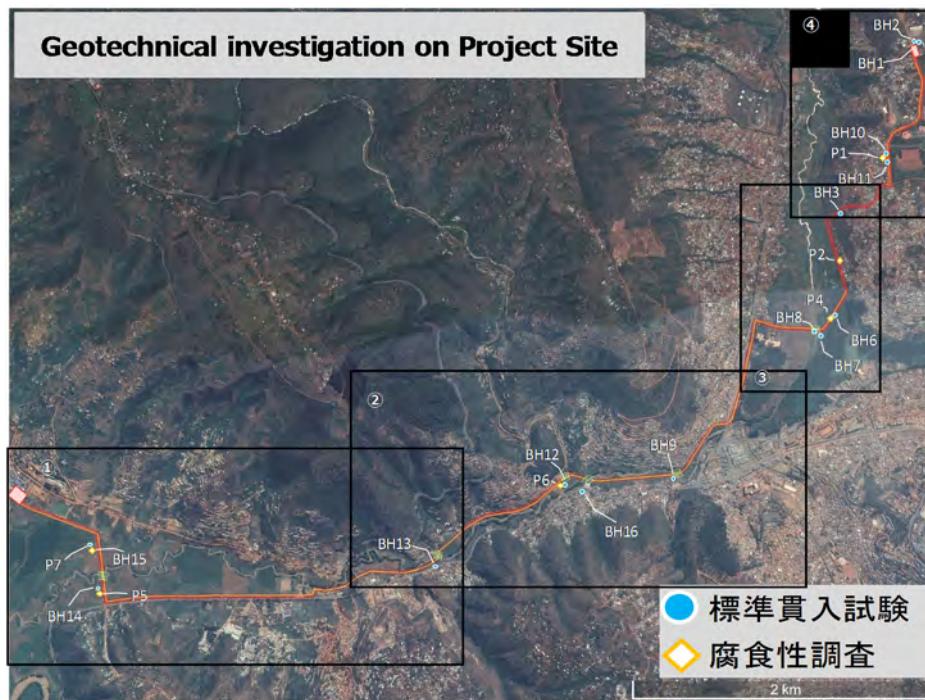


図 2-17 現地再委託業務での調査地点全体図



図 2-18 現地再委託業務での調査地点①

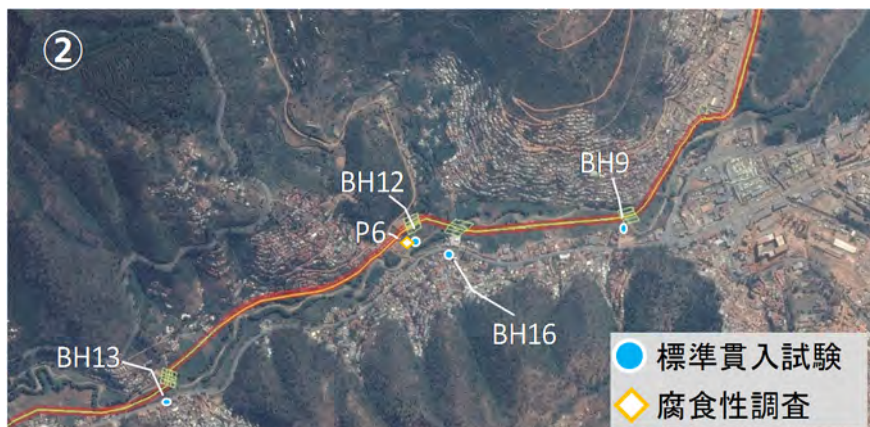


図 2-19 現地再委託業務での調査地点②



図 2-20 現地再委託業務での調査地点③



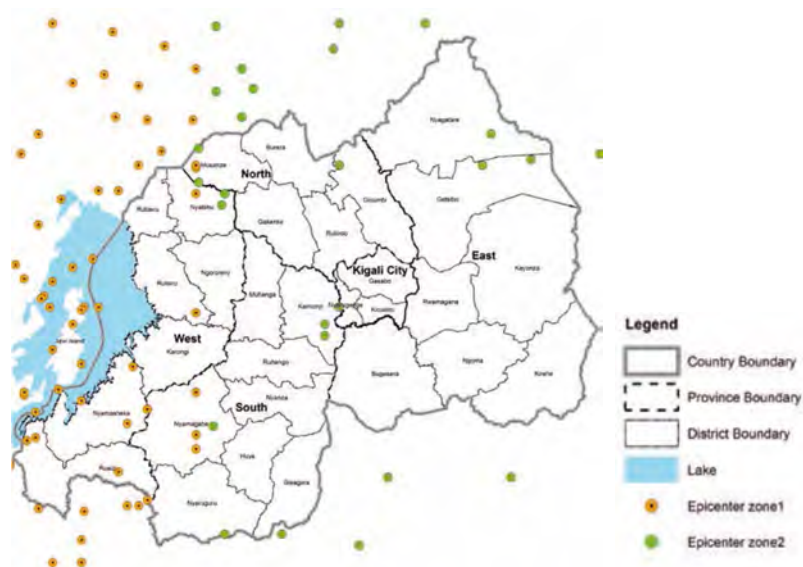
図 2-21 現地再委託業務での調査地点④

標準貫入試験の結果からプロジェクト対象地域は軟弱地盤であることが分かる。既存送水管ルート上にある2箇所の水管橋（BH8、7とBH12）では杭基礎（杭長24m）が施工されているが、両水管橋とも漏水が発生し（1橋は補修済）、基礎が傾斜しているなど軟弱地盤での杭基礎が十分に機能していない可能性がある。

また、腐食性調査では調査地点の全てで軽度の腐食性土壌であることが確認された。したがって、本件で計画する送水管の計画では、腐食性も考慮する必要がある。

### 2-2-2-5 地震

「ル」国の防災難民省（Ministry of Disaster Management and Refugee Affairs : MIDIMAR）の報告書（THE NATIONAL RISK ATLAS OF RWANDA : 2015）によれば、ルワンダはアフリカ大地溝帯の一部をなすことから、「ル」国の西部地域では地震リスクがあるが、キガリ市周辺や「ル」国東部ではあまり地震によるリスクは小さい。



出典：THE NATIONAL RISK ATLAS OF RWANDA, pp.71, MIDIMAR, 2015

図 2-22 ルワンダ国における地震災害分布図

過去 475 年間に発生した地震の表面最大加速度（PGA）は、ネオゲネ火山のある南西地域で 0.1g 以上であり、設計水平震度を 0.1 として構造設計をすることが推奨されている。一方、キガリ市を含む地震リスクが低い地域では、設計水平震度を 0.05 として施設を設計することが推奨されている。

## 2-2-2-6 水質（原水水質、浄水水質、給水水質）

「ル」国における水質基準はルワンダ基準委員会（Rwanda Standards Board、以下 RSB）が次の表のとおり定めている。

表 2-12 ルワンダ国における飲料水水質基準

No.	パラメータ	浄水	自然飲料水	試験基準
1	色度 (TCU max)	15	50	ISO 7887
2	濁度 (NTU max)	5	25	ISO 7027
3	pH	6.5-8.5	5.5-9.5	ISO 10523
4	味	不快に感じない	不快に感じない	-
5	臭気	臭気がない	臭気がない	-
6	導電率 (μS/cm)	1500	2500	ISO 7888
7	浮遊物	検出されない	検出されない	ISO 11923
8	遊離残留塩素 (mg/l)	0.2-0.5	Absent	ISO 7393

出典：RS EAS 12：2014 Potable Water Specification

WASAC のンゾベ浄水場の原水・浄水・給水水質の記録（次表の 2017 年 10 月度のンゾベ浄水場運転記録 EXCEL データ）によると、ニャバロンゴ川の表流水から取水している原水水質 1 は最大濁度 20,571NTU と非常に高い数値を示しているものの、浄水の水質は基準値を満たしている。

## 2-3 環境社会配慮

### 2-3-1 環境影響評価

#### 2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

##### （1）事業コンポーネント

以下に、プロジェクトの事業コンポーネントを示す。本プロジェクトは、計画送水量の見直しによるンゾベ浄水場とノトラ配水場を結ぶ送水管の更新が主たる事業内容であり、送水管の更新に伴い、ンゾベ浄水場及びノトラ配水場の改修を行うものである。

項目		仕様
送水管	計画送水量	87,000 m <sup>3</sup> /日
	口径	900 mm
	管延長	9,400 m
	管種	鋼管：8,000 m（ンゾベ浄水場から急勾配の斜面まで） ダクタイル鋳鉄管：1,400 m（急勾配の斜面後からノトラ配水池まで）
	河川横断	6 箇所（添付資料 1 参照） 河川横断方法：全て伏せ越しによる河川横断
	空気弁	9 箇所
	排泥弁	4 箇所



項目		仕様
ンゾベ浄水場	送水ポンプの増設	能力: 22,000 m <sup>3</sup> /日 3基 (2基運転、1基予備) 揚程: 240m 流量: 7.6 m <sup>3</sup> /min (11,000m <sup>3</sup> /日) x 2
	圧力タンク	1式
	送水ポンプ棟	ンゾベ浄水場内に増設する送水ポンプ用のポンプ棟を建設
	計器類	流量計2台 1台 (ンゾベ1 WTPの導水管部) 1台 (新設ポンプ棟の流入管部)
ノトラ配水池	流出管	ノトラ配水池からの流出管 (2本) カチル方面 送水管本線 (Fawe配水池方面)
	高架水槽	容量: 200 m <sup>3</sup> (10m x 10m x 2.5m) 高さ: 10 m 材質: 鉄製 架台: RC製
	高架水槽用の揚水ポンプ	能力: 576m <sup>3</sup> /日 2基 (1基運転、1基予備) 揚程: 20m 流量: 24m <sup>3</sup> /時間
	計器類	流量計3台 1台 (ノトラ配水池流入管部) 1台 (カチル方面への流出管部) 1台 (送水幹線本線 (Fawe配水池方面) の流出管部) 水位計4台 2台 (ノトラ配水池 (2槽式) の各槽) 2台 (高架水槽 (2槽式) の各槽)

上記のうち、環境社会に影響を与える事業コンポーネントとして以下のものがあげられる。

- ンゾベ浄水場改修
- ンゾベ浄水場からノトラ配水池まで送水管埋設

## (2) 事業対象地域

事業対象地域は、Nyarugenge 区と Gasabo 区にまたがる 5つのセクターと 7つのセルである (図 2-23 参照)。

## (3) 環境影響評価の範囲

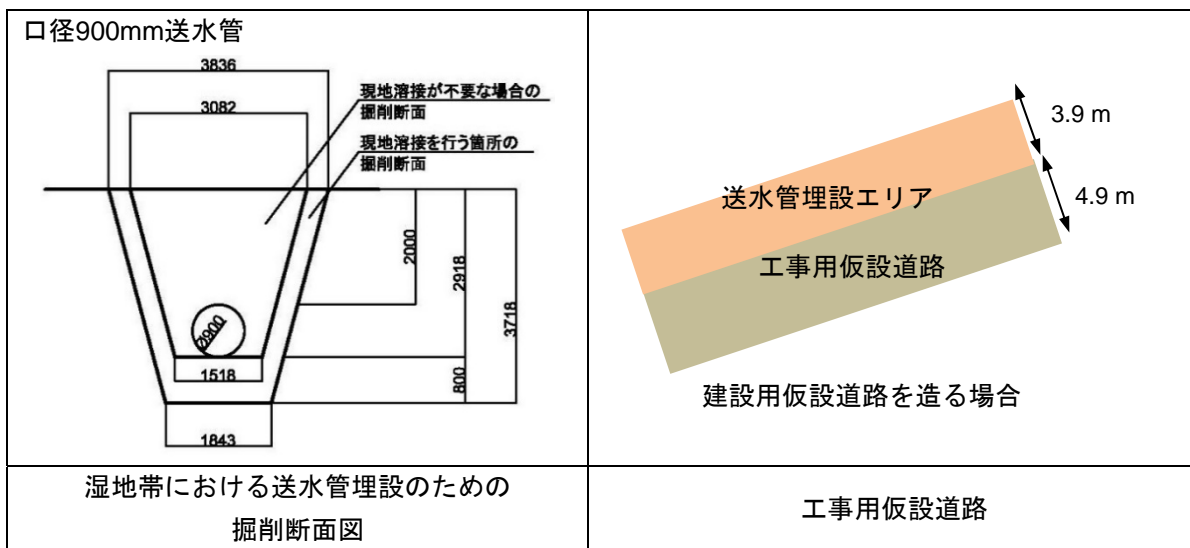
環境影響評価の範囲は以下に示す範囲とした。

- ンゾベ浄水改修
  - ✓ 新ポンプ棟建設
  - ✓ 新規送水ポンプ設置
- ンゾベ浄水場からノトラ配水池までの送水管埋設

送水管埋設に必要な土地の広さを以下に示す。送水管設置ルートは、約 7割が湿地帯で残りが急峻な傾斜地と市街地となっている。湿地帯では口径 900mm の鋼管、市街地では口径 900mm のダグマイル鋳鉄管を埋設する計画となっている。

湿地帯

以下の図に示すように、一般的に、現場での溶接工が必要な鋼管を埋設する場合は幅 3.9m、溶接作業が必要ない箇所は幅 3.1 m のエリアを掘削する必要がある。また、既設管と平行して埋設する場合や設置ルートがローカル道路から近い場合は仮設道路を建設する必要はないが、それ以外のルートでは幅 4.9m の工所用仮設道路を送水管埋設ルートに平行して造る必要がある。



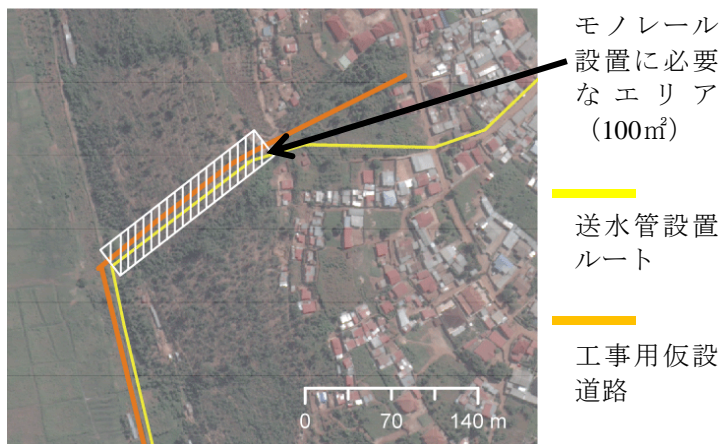
送水管埋設工事エリアの内、幅 3m のエリアをメンテナンスのため用地取得し、工事後は WASAC が管理する。残りのエリアと仮設道路は、工事終了後原状回復して土地の所有者あるいは使用者に返却する。

急斜面

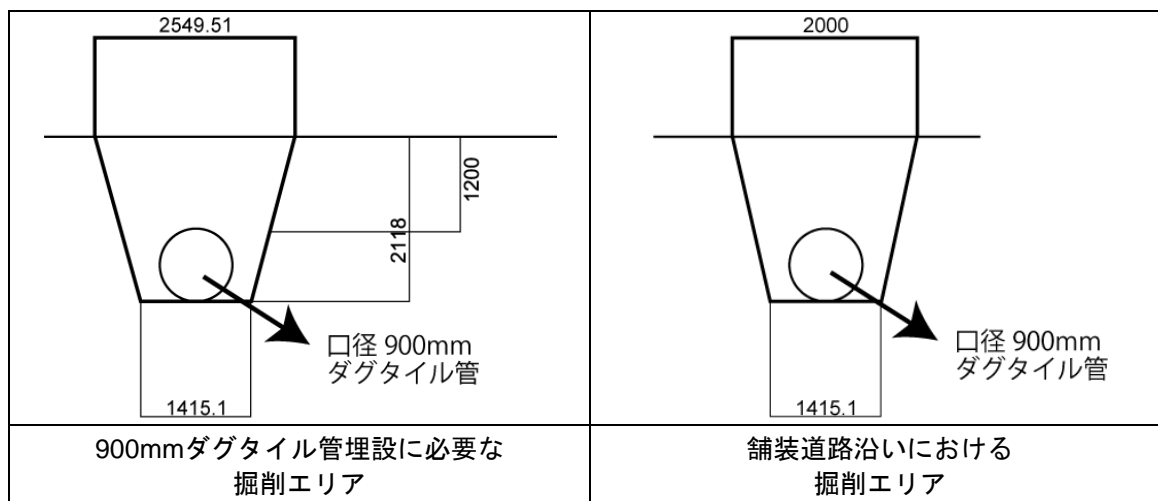
急斜面地 (Ruhango Cell) での送水管設置作業はモノレールを使う予定になっている。モノレール設置のために斜線で示した用地が必要となる (広さは 100 m<sup>2</sup>)。掘削作業は手掘りで行う計画である。

市街地

市街地では現場で溶接作業が必要ないダグタイル管を使う計画として



おり、管の埋設深さは 1.2m である。Ruhango Cell の舗装道路沿いでは、歩道と道路リザーブ下に送水管を埋設する計画であるが、歩道沿い民家の多くは法律で決められた道路リザーブを確保しておらず、土地の一部収用が必要になる敷地が多数確認された。舗装道路周辺は地盤が安定しているため、より直角に近い角度で掘削が可能であるため、用地取得対象となる土地面積を抑えるため、舗装道路沿いの送水管埋設工事では、掘削エリアの幅を 2.7m から 2.0m に狭くして工事を行うことにした。



### 2-3-1-2 ベースとなる環境社会の状況

#### 1) 事業対象となる行政区

図 2-23 のプロジェクトサイト図に示すように、送水管は2つの郡、5つのセクター、7つのセルを横断する計画となっている（ただし、5つのセクターの内 Kimisagara Sector はニャブゴゴ川沿いの湿地帯のごく一部を通過しているだけ）。送水管が通る予定の郡、セクター、セルを以下の表にまとめる。

表 2-13 プロジェクト対象郡、セクター、セル

	District	Sector	Cell
1	Nyarugenge	Kanyinya	Nzove
2			Nyamweru
3		Kigali	Nyabugogo
4		Kimisagara	Kimisagara
5	Gasabo	Gatsata	Nyamabuye
6			Nyamugari
7		Gisozi	Ruhango

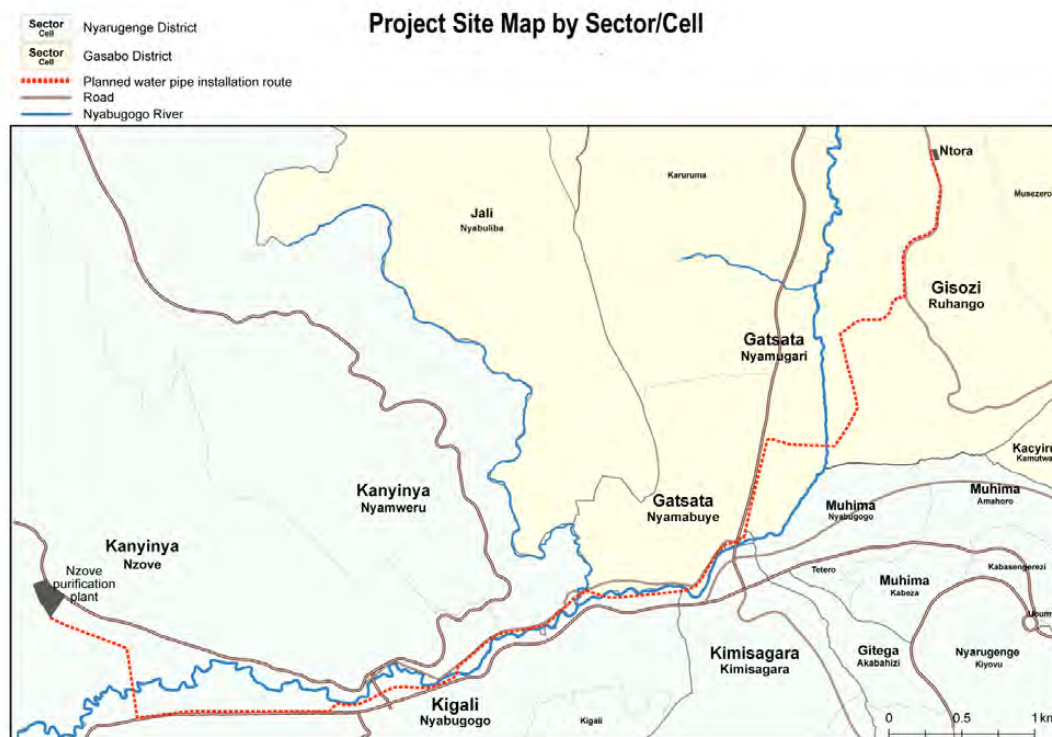


図 2-23 プロジェクトサイト図 (セクター/セル)

## 2) 人口動態

事業対象セクターの人口及び人口密度を以下の表にまとめる。参考として、ルワンダとキガリ市全体の人口と人口密度も示す。ンゾベ浄水場のある Kanyinya Sector はセクター全体が Rural に分類されており、キガリ市内では比較的人口密度が低いが、Gasabo 郡に入ると人口密度が高くなる。

表 2-14 事業対象セクターの人口、世帯数、人口密度

Sector	Urban area/Rural area			Private Households	Density (person/km <sup>2</sup> )
	Total	Urban	Rural		
RWANDA	10,515,973	1,737,684	8,778,289	2,424,898	415
Kigali City	1,132,686	859,332	273,354		1,552
Nyarugenge District	284,561	214,020	70,541	72,280	2,149
Kanyinya	21,859	0	21,859	5,760	904
Kigali	30,023	4,748	25,275	8,116	1,022
Kimisagara	46,753	46,753	0	11,648	14,116
Gasabo District	529,561	365,371	164,190	137,146	1,234
Gatsata	37,110	37,110	0	10,035	6,163
Gisozi	44,003	44,003	0	12,199	5,300

Source: The Fourth Rwanda Population and Housing Census (RPHC4) 2013/2014

## 3) 経済活動

2011年以降のルワンダの GDP (基準年: 2014年)、一人当たり GDP、産業別内訳を以下の表にまとめる。

表 2-15 産業別 GDP、GDP 成長率、一人当たり GDP

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GDP at constant 2014 prices (Rwf billions)	4,459	4,852	5,079	5,466	5,951	6,304
Growth rate	7.8%	8.8%	4.7%	7.6%	8.9%	5.9%
GDP per head (in '000 Rwf)	381	429	459	497	529	574
GDP per head (in current US dollars)	635	698	710	728	735	729
Proportion						
Agriculture, Forestry and Fishing	28%	29%	29%	29%	28%	30%
Industry	17%	17%	17%	17%	17%	17%
Construction	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Electricity, Water & Waste	1%	1%	2%	2%	2%	2%
Manufacturing	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Mining & Quarrying	3%	2%	3%	3%	2%	2%
Services	48%	48%	48%	47%	48%	48%
Administration, Defense & Social Security	8%	8%	8%	9%	9%	9%
Financial & Real estate services	13%	12%	12%	11%	11%	11%
Information & Communication	2%	2%	2%	2%	2%	1%
Hotels & Restaurants	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Trade & Transportation	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Others	12%	12%	13%	13%	13%	13%
Adjustments	8%	7%	6%	7%	7%	6%

Sources: National Statistics Institute Rwanda (NSIR), GDP National Accounts 2016

紅茶やコーヒーと並び主要輸出品目となっている金属鉱物資源価格の下落のため 2016 年の GDP 成長率が鈍ったが、2011 年以降年平均 7%以上の成長率を保っている。一人当たり GDP はまだ 700 ドル代であり、失業率も高いが（表 2-16）、Integrated Household Living Conditions Survey 2014/2014 の結果によると、2010/2011 から 2013/2014 にかけて経済成長と共に貧困率及び極貧率<sup>2</sup>の低下を達成している。

表 2-16 ルワンダ全土とキガリ市の労働参加率と失業率

	Rwanda			Kigali			
	Total	Urban	Rural	Total	Nyarugenge	Gasabo	Kicukiro
Labour participation rate (16 years old and over)	54.0%	64.5%	50.8%	52.4%	65.6%	66.7%	66.3%
Unemployment rate	16.7%	18.1%	16.2%	17.7%	22.5%	17.6%	15.9%
Youth unemployment rate	21.0%	21.0%	20.9%				

Source: 1National Institute of Statistics Rwanda, Labour Force Survey 2017

表 2-17 貧困率及び極貧率の変化（2010/11 – 2013/14）

	Total Poverty (Percentage)			Extreme Poverty (Percentage)		
	2010/11 (EICV3)	2013/14 (EICV4)	Change	2010/11 (EICV3)	2013/14 (EICV4)	Change
<b>Nationally</b>						
Rwanda	46.0	39.1	-6.9*	21.8	16.3	-5.5
<b>Area of Residence</b>						
Urban	17.7	15.9	-1.9	6.6	5.45	-1.1
Rural	51.0	43.7	-7.3	24.5	18.5	-6.0
<b>Province</b>						
Kigali City	27.5	20.9	-6.6	13.7	9.4	-4.2

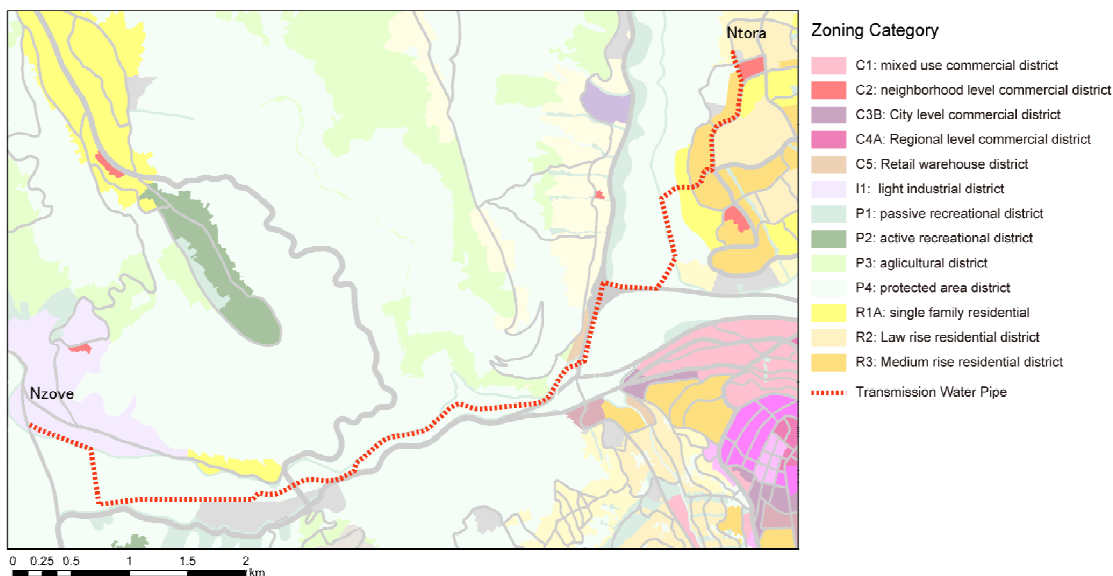
Source: National Statistics Institute Rwanda (NSIR), Poverty Trend Analysis Report 2010/11-2013/14 (2016)

<sup>2</sup> National Statistics Institute Rwanda (NSIR)は、大人一人当たりの年間支出額（2014年を基準年）が159,375 RWF以下の人の割合を貧困率、105,064 RWFの人の割合を極貧率としている。

#### 4) 土地利用

キガリ市は複数の丘から成り、丘と丘の間や谷筋に沿って湿地帯が広がっている。キガリ市マスタープラン 2013 によると、市全域の中で湿地帯が 14%、斜度 20 度以上の傾斜地が 35% を占めている。

そのため、図 2-24 送水管計画ルート周辺ゾーニングマップが示すように、計画ルートの 7 割はニャブゴゴ川沿いの湿地帯を通過している。キガリ市マスタープラン 2013 では、湿地帯は開発が制限されている P4 に分類されており、インフラ建設は条件付で認められているもののレビューパネルの承認が必要となっている<sup>3</sup>。



Source: the Kigali City Master Plan 2013

図 2-24 送水管計画ルート周辺ゾーニングマップ

#### 5) 社会インフラ

データは古いですが、2012 年センサス調査結果から事業対象エリアの飲料水源と明かりのエネルギー源をセクター別に示す。

表 2-18 セクター別飲料水源

Sector of residence	Improved water source					Unimproved water source					Total	Count
	Internal pipe-borne water	Pipe-borne water in the compound	Public tap out of the compound	Protected spring/well	Rain water	Unprotected spring/well	River	Lake/stream/pond/surface water	Other	Not stated		
<b>Rwanda</b>	0.5%	7.1%	27.7%	37.0%	0.7%	13.0%	6.4%	6.4%	0.2%	1.1%	100%	2,424,898
<b>Nyarugenge District</b>												
Kanyinya	0.1%	5.0%	41.2%	11.8%	0.2%	18.6%	18.8%	3.4%	0.2%	0.8%	100%	5,760
Kigali	0.1%	7.2%	58.5%	12.1%	0.1%	7.9%	1.8%	11.2%	0.0%	1.2%	100%	8,116
Kimisagara	0.6%	45.8%	48.7%	2.4%	0.1%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	100%	11,648
<b>Gasabo District</b>												
Gatsata	0.6%	26.1%	46.6%	11.8%	0.1%	11.5%	1.9%	0.0%	0.0%	1.5%	100%	10,035
Gisozi	2.3%	40.5%	49.9%	3.3%	0.0%	1.9%	0.8%	0.0%	0.0%	1.3%	100%	12,199

Source: Fourth Rwanda Population and Housing Census.

<sup>3</sup> キガリ市内で開発プロジェクトを実施するためにはキガリ市にプロジェクト進捗状況を共有する必要がある。そのため、WASACはEIA承認を得た後、別途キガリ市に情報共有を行いながら事業を進める必要がある。

表 2-19 セクター別灯エネルギー源

Sector of residence	Main source of energy for lighting								Percent	Count
	Electricity *	Kerosene lamp	Paraffin	Biogas	Candle	Firewood	Other	Not stated		
Rwanda	17.4%	39.6%	1.3%	0.0%	9.7%	7.9%	23.6%	0.5%	100%	2,424,898
<b>Nyarugenge District</b>										
Kanyinya	33.0%	27.2%	0.1%	0.0%	29.1%	0.6%	9.2%	0.8%	100%	5,760
Kigali	52.1%	28.5%	0.2%	0.0%	16.9%	0.3%	1.6%	0.4%	100%	8,116
Kimisagara	87.3%	4.2%	0.1%	0.0%	7.6%	0.0%	0.2%	0.6%	100%	11,648
<b>Gasabo District</b>										
Gatsata	87.2%	3.1%	0.0%	0.0%	8.7%	0.0%	0.5%	0.5%	100%	10,035
Gisozi	81.2%	5.4%	0.0%	0.0%	12.4%	0.1%	0.4%	0.5%	100%	12,199

Source: Fourth Rwanda Population and Housing Census.

Notes: (1) \* Electricity = Electricity by EWSA + Hydro-electric source + Solar power + Generator.

送水管計画ルート上で、ニャブゴゴ川北側の生活道路に沿った地区（Nyamweru Cell と Nyamabuye Cell）では、現在も多くの人がニャブゴゴ川沿いに点在している泉や井戸水を飲料水・生活水として使用している。

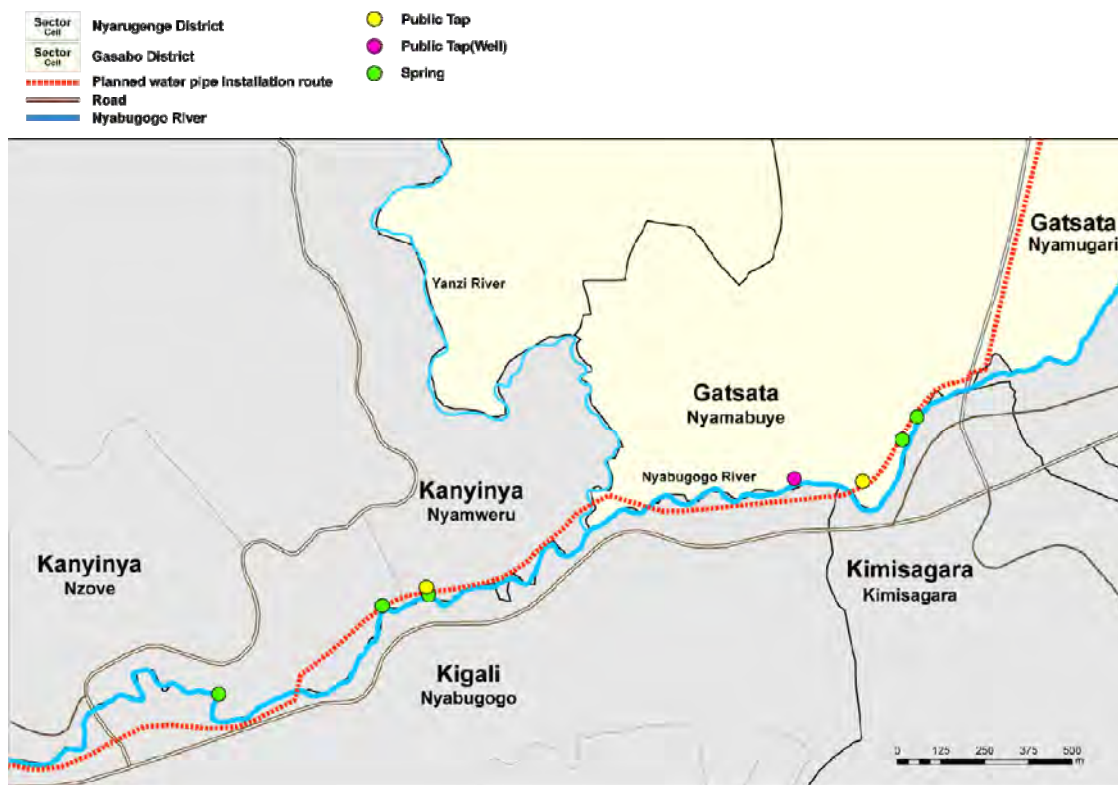
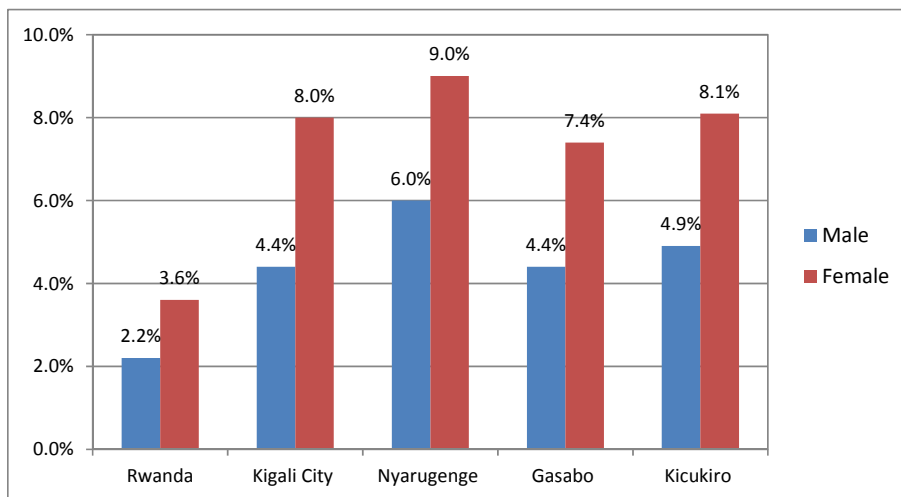


図 2-25 井戸、共同水栓、泉

## 6) HIV/AIDSの現状

2014年から2015年にかけて実施された Rwanda Demographic and Health Survey (RDHS) 2014-15 において、AID 罹患率などに加えて15歳から49歳のルワンダ国民の総合的知識レベルを調べている。キガリ市の調査結果を区別で以下に示す。

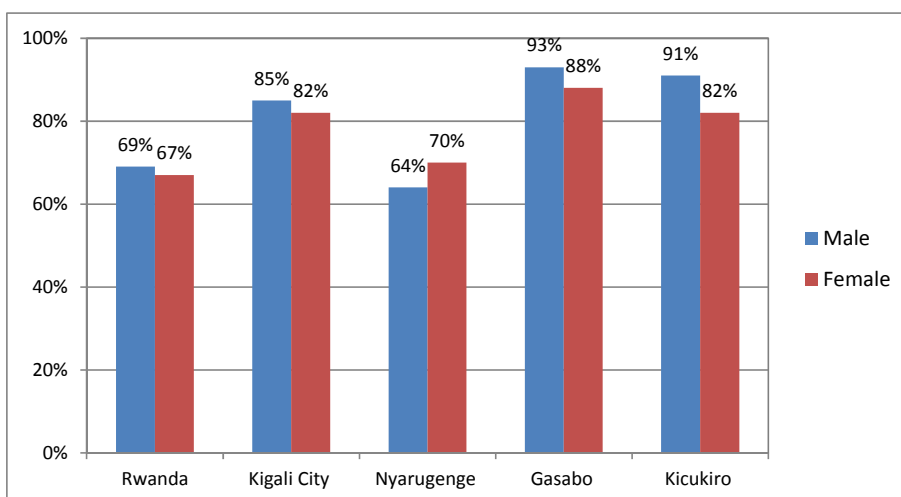
まずAIDs 罹患率を示す。Nyarugenge 郡の罹患率はルワンダ国内で最高となっている。



Source: Demographic and Health Survey (RDHS), 2014-15

図 2-26 男女 15 歳-49 歳の HIV/AIDS 罹患率

次いで HIV/AIDS に関する総合的な知識を持つと判断された 15 歳から 49 歳のキガリ市民の割合を示す。Nyarugenge 区の割合が他 2 区に比べてかなり低い 3 割以上の区民が正しく理解していないという評価となっている。



Source: Demographic and Health Survey (RDHS), 2014-15

図 2-27 HIV/AIDS に関して総合的な知識を持つと判断された 15 歳から 49 歳のキガリ市民の割合

### 2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

#### 1) ルワンダ国における環境法規と政策

##### ルワンダ国憲法 (Constitution of the Republic of Rwanda)

ルワンダ国憲法 (2015) は同国で最上位の法律である。同憲法第 22 条は、全ての国民が清潔かつ健康な環境を享受する権利があると述べている。

また第 53 条において、全ての国民には環境を保全、保護、促進する義務があり、ルワンダ国政府はそのために努力する義務を負うと記されている。



### Rwanda Vision 2020

Rwanda Vision 2020 は国の発展の指針として 2000 年に策定された。6 つの柱としてグッドガバナンスと有能な国家、人材育成と知識を基盤とする経済、プライベートセクター主導の開発、インフラ開発（上水含む）、高価値で市場指向型農業、地域及び国際的統合が選ばれると共に、3 つの横断的課題の一つとして自然資源と環境への配慮を挙げている。

### ルワンダ環境政策（2003 年 11 月閣議決定）

環境政策全体の目標は、人々の福祉向上、賢明な自然資源の利用、持続可能な発展のためエコシステムの保護と合理的管理などである。

加えて、地方分権とグッドガバナンスの政策に従い、国と地方共に環境管理能力向上と言う基本原則を示している。

### 環境基本法（N° 04/2005 of 08/04/2005 Organic Law determining the modalities of protection, conservation and promotion of environment in Rwanda）

環境基本法は、ルワンダの環境の保護、保全、促進を目的としている。そして、環境と自然資源の保護と合理的利用のために、環境影響評価を義務付けている。第 17 条で、水資源に関して影響のあると考えられる湿地帯での活動は全て環境影響評価の対象とされている。

そして、第 4 章「環境影響評価」において、環境に影響を及ぼす恐れのある事業について EIA を実施すること（第 67 条）、EIA 調査に含まれるべき事項について（第 68 条）、そして EIA の承認について（第 69 条）記載されている。EIA の実施および承認プロセスについては、環境基本法の後に作成された EIA ガイドライン（2006）に詳しく記されている。

また、湿地帯保全のため川岸から 10m 以内、湖岸から 50m 以内での耕作や放牧を規制している（第 85 条及び第 86 条）。加えて、湿地帯内での構造物の建設も規制されている（87 条）。湿地帯では、本来は構造物の建設は認められていないが、既存建物に関しては、将来的に移転が必要と判断された建物には×印がつけられ、道路拡張や上下水道事業などの工事に伴い順次移転が進められている。

法律の実効性を確保するため、環境への負の影響が予測されたにも関わらず環境影響評価を行わず、事業を実施した場合には、活動の停止や組織の閉鎖などの罰則規定も含まれている（第 95 条）。

### 環境影響評価の要件、手続きに関する省令（Ministerial Order N° 003/2008 of 15/08/2008 Relating to The Requirements and Procedure for Environmental Impact Assessment）

環境影響評価実施の条件や手続きについて規定したもの

### 環境影響評価が必要な事業・活動のリストに関する省令（Ministerial Order N° 004/2008 of 15/08/2008 establishing the List of Works, Activities and Projects that have to Undertake an Environment Impact Assessment）

第 2 条と別表に環境影響評価が必要な業務、活動、プロジェクトを明記している。本事業は、インフラストラクチャの中の「water distribution activities and sanitation」に分類される。

### ルワンダ国において保護が必要な動植物種のリスト作成に関する省令（Ministerial Order for Establishing the List of Protected Animals and Plant Species in Rwanda, Order N° 007/2008 of 15/08/2008

省令はルワンダ国において保護が必要な動植物種のリストを作成している。哺乳類、鳥類、爬虫類リストが添付資料 I に、植物のリストが添付資料 II にまとめられている。

本事業対象エリアには、保護が必要な動植物は生息しないが、できる限り野生の動植物に影響が出ないように準備工事時に対策を行う。

## 2) ルワンダ国における環境社会配慮に係る組織

### 環境省 (Ministry of Environment, MOE)

2017 年に天然資源環境省を 2 つに分け、環境と水の 2 つの分野を管轄する省として再編された (もう一つの省は土地・森林省)。水と環境分野における政策及び法規制の策定や様々な活動の調整などを管轄している。

EIA 承認プロセスにおいても、主導的組織の一つとして、RDB の要請に基づき、スクリーニングプロセスへの参加、EIA コンサルタントリスト公開、プロジェクト概要評価、TOR 策定への助言、EIA レポート評価などを行っている。

### インフラ省 (Ministry of Infrastructure, MININFRA)

インフラ省は、ルワンダにおける道路、橋梁、空港、鉄道など国の交通インフラネットワーク、上下水道、そしてエネルギーに係わる政策検討や策定を担う機関である。上下水道分野においては、WASAC の監督官庁として指導・監視を行う。

### 水衛生公社 (Water and Sanitation Corporation Ltd, WASAC)

水衛生公社は、law N° 87/03 of 16/08/2014 に基づき政府 100%出資で設立された公社であり、本事業の実施機関である。キガリ市内に本部 (Headquarter)、6 つの支店 (Branch)、検査室 (Laboratory) を有する。

都市の給水事業 (配水網の計画・管理、顧客データや既存埋設施設の情報管理等) は都市給水衛生サービス局 (Urban Water and Sanitation Services Directorate : UWSS) が担っている。

### ルワンダ環境管理庁 Rwanda Environment Management Authority (REMA)

環境基本法に基づき、環境関連の政策及び法律の実施機関として当時の天然資源省の傘下に設立された。

主な業務として環境政策の実施、政府への助言、環境査察の実施、様々な調査の実施、環境報告書 (State of Environment) の作成、影響評価のモニタリングや監督などが上げられる。

### ルワンダ開発庁 (Rwanda Development Board)

ルワンダ開発庁は、ルワンダ国内への投資促進を目的の一つとして、Organic Law N° 53/2008 of 02/09/2008 に基づき設立された組織である。以前は REMA が環境許認可の発出機関であったが、2009 年以降その機能と権限は RDB に移管されている。

5 つある部の一つである投資促進支援部が、投資家への便宜をはかるために One stop Center を運営しており、その中の EIA サービスデスクで EIA の申請受付 (Project Brief 受取)、現地視察と TOR 作成、EIA レポート審査と承認証発行を行っている。

#### Rwanda Water and Forestry Authority

2017年に、天然資源庁（Rwanda Natural Resources Authority）から水及び森林資源管理を管轄する官庁として、Law no. 06/2017 of 03/02/2017に基づき再編された。水及び森林資源管理分野での政策、法律、戦略の実施を主な業務としている。

水資源管理分野では、河川水質のモニタリングや水域管理計画の策定などを行っている。

#### 地方自治体

ルワンダでは憲法で地方自治体が地域開発の基盤であると明記されている。環境基本法（第61条）でも、地方自治体が適切な土地利用、森林保護、適切な水源管理、動植物保護などの責任を負うとされている。

土地利用や用地取得プロセスなどにおいて区が主導的立場となるが、本事業では2つの区（Nyarugenge District と Gasabo District）にまたがっているため、キガリ市が管轄する。

### 3) EIA制度

EIAの承認プロセスは、2006年に制定された「EIA 手続きに関するガイドライン（The General Guidelines and Procedure for Environmental Impact Assessment for Rwanda, 2006）」に詳しく記載されている。水資源に関しては「水資源管理のためのEIAガイドライン（The EIA Guidelines for Water Resources Management）」が2009年に制定されている。

ルワンダ国における環境承認手続きを以下のフロー図に示す。ガイドラインによると、スコーピングはRDBが原則実施となっているが、DeveloperがToR（案）を作成することが可能であること等、明確に記されていない部分がある。

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT PROCESS IN RWANDA

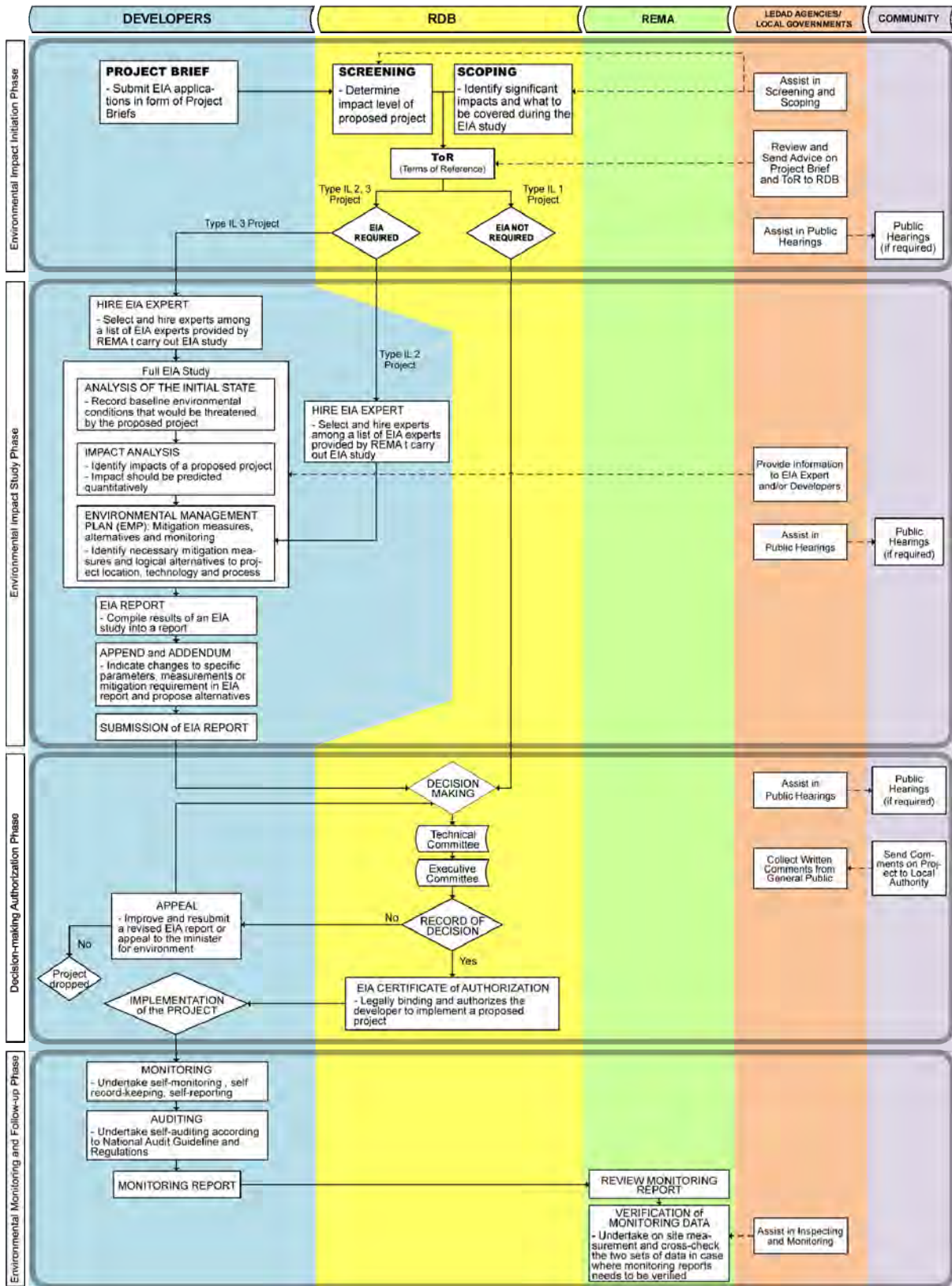


図 2-28 EIA 承認プロセス

## 2-3-1-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

代替案の検討に際しては、技術的視点、経済効果、自然環境および社会環境への影響、施工期間、工事費の観点から総合的な評価を実施した。

### 1) ゼロオプション

キガリ市では人口増加による水需要が増大している。ノトラ地区でも頻繁に断水が発生しており、EIA 調査実施前に開催したコンサルテーション会議でもノトラ地区からの参加者から水の供給不足が問題として挙げられた。拡張工事により浄水能力が向上したンゾベ浄水場からノトラへの送水量を増やす事はキガリ市にとって非常に重要となっている。一方、ンゾベ浄水場からノトラ配水池に現在水を送っている既存送水管は、埋設工事時の問題などからすでに漏水などの問題を抱えており、新規送水管の早急な設置が求められている。従って、新規送水管建設は必要不可欠であると言える。

### 2) 代替案検討 1：ルート選定

以下の図に示す3つのルートの比較を行った。



図 2-29 比較検討送水管設置ルート

- ルート 1
  - ンゾベ浄水場から最初の橋まで未舗装国道、橋を超えてからは川沿いの細い道沿いに送水管を埋設する。急斜面を登る直前までンゾベ浄水場とノトラ配水池をつなぐ既存管に平行して送水管を埋設する。既存管があるため、様々な制約がある。
  - 未舗装国道では、既存管と適度な距離をとるために一部ルートが道路沿いから外れるため、国道沿いの用地取得と店舗の移転が必要になる。
  - 大きく蛇行を繰り返すニャブゴゴ川沿いの細い道は、川に近接する箇所が複数ある（狭

小部)。狭小部での工事は河川及び周辺地形への負荷が大きいため護岸対策が必要になる。

- 未舗装国道は道路拡張工事の計画があり、関係省庁が道路下への管路布設に難色を示している

• ルート 2

- 未舗装国道沿いではなく、湿地帯を南に下り国道 RN1 に出る。ここまでは別の既存管に平行して送水管を埋設する（最初の河川横断）。
- 国道 RN1 沿いの湿地帯に送水管を埋設する。橋を超えたところで河の右岸に移動する。2つ目の狭小部での埋設工事が必要。
- 埋設ルート of 8 割以上が湿地帯となる。また河川横断が 6 箇所ある。

• ルート 3

- ルート 2 とほぼ同じルートを辿るが、狭小部を過ぎてから河の右岸に移動する。河川横断が 6 箇所ある。

代替案比較検討結果を以下に示す。ルート 3 が最も妥当と言う結果となった。

表 2-20 送水管設置ルート代替案検討結果

	Route 1	Route 2	Route 3
管延長	9.1km	9.4km	9.4km
路線構成	舗装道路：1.15km 未舗装部(湿地帯含む)：7.95km	舗装道路：1.15km 未舗装部(湿地帯含む)：8.25km	舗装道路：1.15km 未舗装部(湿地帯含む)：8.25km
狭小部の有無	△	△	○
河川護岸対策	△	○	○
湿地帯施・対策	△	△	△
河川横断対策	○	△	△
斜面施工対策	△	△	△
交通への影響	△	○	○
住民移転	△	△	△
用地取得	△	△	△
施工期間	○	○	○
事業費	○	△	△
総合判定			◎ 最も妥当
備考	ンゾベ浄水場から国道橋の区間の道路拡張工事(幅員10m)が始まる予定であり、道路下への管路布設に關係省庁が難色を示していることから、この区間の送水管布設は考えない。	河川近接部(1か所)において、既存管が角度を変えて布設されており、不平均力に対する検討が必要である。	国道の拡張工事(2車線→4車線化)及び今後の下水道計画により、布設範囲が限定される可能性があり、不確定要素が残る

○：妥当、△：やや問題あり、x：妥当でない、－：影響なし

### 3) 代替案検討2：河川横断工法

代替案比較で選択されたルートでは6つの河川横断箇所がある。横断箇所を以下の図に示す。

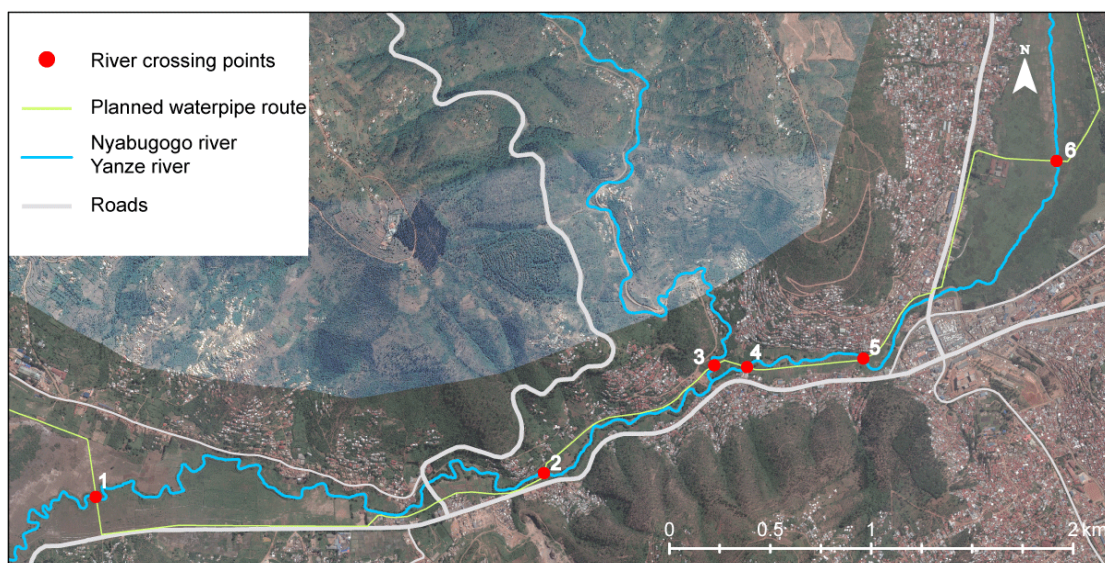


図 2-30 河川横断箇所

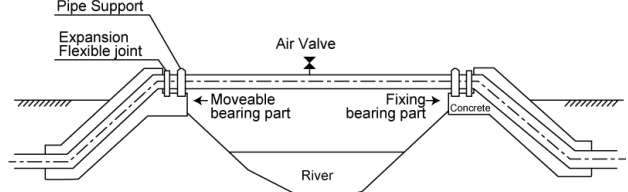
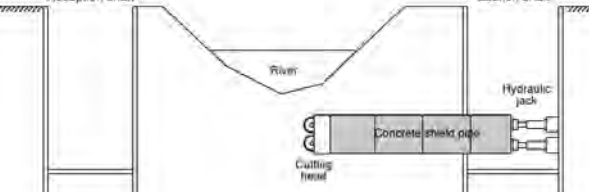
河川横断方法として、開削工法（河川下越し）、推進工法（河川下越し）、水管橋建設の3つを検討した。

表 2-21 各河川横断工法の影響評価比較

	地盤固めの場合						軟弱地盤の場合					
	開削工法		推進工法		水管橋		開削工法		推進工法		水管橋	
	建設時	供用時	建設時	供用時	建設時	供用時	建設時	供用時	建設時	供用時	建設時	供用時
土地利用	△	○	△	○	△	△	△	○	△	○	△	△
景観	○		○		△		○		○		△	
許認可取得	○		○		○		○		○		○	
河川への影響（水質）	△	○	○	○	△	○	△	○	○	○	△	○
河川への影響（水文）	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△
建設費	○		△		△		○		△		△	
工事期間	△		△		△		○		○		△	
維持管理	○		○		△		○		○		△	
安全性	○	○	△	○	△	○	○	○	△	○	△	○
非自発的住民移転	-		-		-		-		-		-	
代替案の検討結果	○		△		△		△		○		△	
特記事項	建設費が比較的安価		建設費が高い		建設費が高い		建設費が比較的安価、維持管理しやすい、工期が短い、河川への影響が大きい		建設費が水管橋に比べて安い、維持管理がしやすい、河川影響が少ない		建設費が高い、維持管理が難しい	

○：妥当、△：やや問題あり、x：妥当でない、-：影響なし

表 2-22 河川横断工法

水管橋	推進工法（河川下越し）
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>水管橋の高さは、ルワンダの法律あるいはそれに準ずる法律で決められている計画洪水位よりも高くする。</li> <li>川の兩岸に基礎を建設した後、送水管をラフテレーンクレーンで設置する。</li> <li>工事は乾期に実施する。</li> <li>軟弱な地盤での工事では、不同沈下対策が必要になるため建設コストが大きくなる。</li> <li>軟弱地盤では河岸への負荷が大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発進立坑と到達立坑口を掘削した後、遠心力鉄筋コンクリート管（ヒューム管）をさや管として油圧ジャッキにより挿入する。</li> <li>さや管内の掘削は人力にて行う。危険と思われる箇所は高圧ジェットを利用し、刃口から距離をとって掘削を行う。</li> <li>さや管挿入完了後、本管である送水管（鋼管）の高さ、位置を調整し、さや管内に挿入し、布設する。さや管と本管のギャップは発砲モルタルを充填し空隙が残らないよう留意する。建設工事は乾期に行う</li> <li>工事は乾期に実施する。</li> <li>地下水位の高い地での工事では、排水対策を強化する必要がある</li> <li>河岸への負荷が小さい</li> <li>工事による水質汚濁の問題がない</li> </ul>

各河川横断箇所について、地盤・地質調査などの結果をもとに最適な横断工法を検討した。結果を以下の表に示す。軟弱地盤地における水管橋の建設費コストの大きさや維持管理の難しさなどを考慮し、全ての横断箇所では推進工法を選択することとなった。

表 2-23 河川横断方法

河川横断箇所番号	場所		Result of ground/soil survey		河川横断工法
	経度	緯度	N値	土壌タイプ	
1	1°56'53.59"S	30° 0'23.70"E	1~2	Dark brown soft clay, with a medium compactness, fine to medium grained size, with a closely spaced discontinuity	推進工法
2	1°56'49.57"S	30° 1'36.01"E	2~4	Dark brownish and brown clay, fine to medium grained size, compact, less homogenous and less spaced discontinuity	推進工法
3	1°56'31.90"S	30° 2'2.63"E	3~4	Brown compact clay and silty clay, closely spaced di	推進工法
4	1°56'33.08"S	30° 2'5.17"	1~12	Dark brown clayey sand, medium grained, poorly graded, with a surrounded shape, loose compactness and no homogeneity.	推進工法
5	1°56'31.37"S	30° 2'26.70"E	ピンポイントでの値なし。	Beige, mauve weathered schists, medium to coarse	推進工法



河川横断 箇所番号	場所		Result of ground/soil survey		河川横断工 法
	経度	緯度	N値	土壌タイプ	
			周りの環境か ら1～15と 推定される。	grained size, with less spaced joints	
6	1°55'59.26"S	30° 2'57.58"E	1～8	Grey brownish clay, with a dense compactness and a homogenous grading, and a closely discontinuity, fine to medium grained size	推進工法

河川横断方法として推進工法が採用されたが、軟弱地盤で地下水位が高い場所で安全に工事を行うため、国際基準 OHSAS などに従い安全対策を万全にする（例えば、複数ポンプの準備や必要な場合はサンドバックなどでトンネル掘削側の河川流を止めるなど）。

### 2-3-1-5 スコーピング

ルワンダの EIA 手続きにおいては、関係官庁、地方自治体、コミュニティからのコメントや現地視察結果を基にして RDB がスコーピングを行い、TOR を決めることになっている。

本事業では、住民や地方自治体などの意見をより反映させるために、RDB による手続きと平行して、調査団も WASA CP や EIA コンサルタントと協力し独自にスコーピングを行い、コンサルテーションミーティングを開催して住民や地方自治体など関係者と協議を行った。その結果を以下に示す。

表 2-24 本調査におけるスコーピング結果

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用供 用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	【工事中】建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、工事用重機やトラックの数は限定的で、工事場所も短期間で移動するため影響は軽微と考えられる。 【供用時】新たに設置したポンプは電動であるため大気への影響はない
	2	水質汚濁	B-	D	【工事中】河川横断が6箇所ある。河川横断工法として開削下越しや水管橋建設などを選択する場合は水質汚濁の問題が発生する。
	3	土壌汚染	D	D	【工事中】重機やトラックのメンテナンス作業中のオイルによる土壌汚染の可能性があるが、限定的である。
	4	廃棄物 ✓ 都市ごみ (MSW)	B-	D	【工事中】工事労働者はキガリ住民を雇用し、建設労働者用宿舎の建設は計画されていないため、一般廃棄物による問題は限定的である。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用供 用時	
		✓ 建設ごみ (CW)			【工事中】建設工事に伴い、建設発生土やコンクリート塊などが生じる。発生土の一部はアクセス道路建設などで利用可能であるが、廃棄が必要な場合には、リサイクルも含めて適切な処理方法を検討する必要がある。
	5	騒音・振動	B-	C	【工事中】新ポンプ場建設工事及び送水管設置工事により、一時的であるが騒音・振動が発生する。 【供用時】新規に設置したポンプ稼働により、供用時に騒音・振動が発生するが民家から離れているため影響は限定的である。
	6	地盤沈下	D	D	ボーリング調査結果に基づき設計するため、地盤沈下はおこらない。
	7	悪臭	D	D	悪臭の問題は予想されない。
	8	底質	D	D	河川横断方法によっては工事による影響が考えられるが、範囲が限定的である。推進工法を採用する場合は影響はほとんどない。
自然環境	9	保護区	D	D	本事業対象エリアに国立公園や特別保護区は確認されていないがEIAで調べる。
	10	生態系	B-	D	工事エリアの7割を占める湿地帯の動植物相を確認しておく
	11	水象	B-	C-	軟弱地盤の湿地帯で河川横断が6箇所ある。送水管ルート及び河川横断方法によっては、河岸に影響がでる。
	12	地形、地質、土壌 浸食	B-	C	【工事中】ニャブゴゴ川沿いの土壌は水を含むと脆くなるタイプなので、河川横断方法として水管橋を採用する場合や急斜面での送水管設置工事では土壌浸食の可能性がある。 【供用時】急斜面での工事の影響の可能性はある
社会環境	13	住民移転	B-	D	2件の世帯が住民移転対象となる。
	14	用地取得	B-	D	【工事前】敷地の一部が用地取得対象となる世帯がある。湿地帯の耕作地で樹木や耕作物の補償が必要になる。
	15	社会的弱者	B-	D	社会経済調査の結果を元に必要な世帯があれば検討する
	16	雇用や生計手段 等の地域経済	B+/-	C	【工事中】建設工事による雇用の創出効果が期待できる。 【供用時】農地を失う世帯も発生するため、社会経済調査の結果を元に必要な世帯があれば検討する
	17	土地利用や地域資源 利用	B-	D	【工事中】一部農地や店舗が一時的に使えなくなる。
	18	水利用 飲料水・生活水	B-	D	ローカル道路に沿って送水管設置を計画している区間(Nyamweru CellとNyamabuye Cell)では、ニャブゴゴ川沿いに湧水や井戸があり、地元民が飲料水や生活水として使っている。工事による湧水への影響と問題が起きた場合の対策を検討する必要がある。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用供 用時	
		農業用水	D	D	送水管設置ルート近くには、灌漑施設及び取水口はない。
		漁業	D	D	ニャブゴゴ川ではなく、周辺湿地帯にある沼で漁をする人々がいる。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	【工事中】国道（RN1）とRuhango Cellでの区道沿いでの送水管設置工事で交通渋滞が予想される。 【供用時】送水管ネットワークが改善する
	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	社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
	21	被害と便益の偏在	B-	D	工事に伴い発生する雇用の数が限られるため、職を得る人と得られない人との差が発生する。 送水管設置ルート沿いに住むNyarugenge郡住民の多くは、騒音・振動などの被害を受けるにも関わらずプロジェクトの直接利益対象者ではない。
	22	地域内の利害対立	C-	D	建設工事に採用された人と採用されなかった人との間に対立が発生する可能性がある
	23	文化遺産	D	D	工事エリア内に文化遺産などは確認されていない。
	24	景観	D	D	本事業による景観を大きく変える要素はないが、川沿いに植林された竹の伐採など若干の影響が考えられる。
	25	ジェンダー	C	D	本事業によるジェンダーへの深刻な影響は予想されないが、社会経済調査で女性が世帯主の世帯について状況を調べ、必要であれば対策を検討する。
	26	子どもの権利	C	D	本事業による子供の権利への深刻な影響は予想されないが、社会経済調査で問題が判明すれば対策を検討する。
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	建設労働者は地元から採用する計画であるので、HIV/AIDSなどの感染症拡大の可能性は低いが、ルワンダ政府にとって懸念事項であるため、労働者への啓発活動を行うなどして、新たな感染がないようにする
	28	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	工事現場での事故、怪我、疾病の可能性はある。ルワンダ国労働法やOHSASなど国際ルールを遵守し、建設作業員の労働環境を確保する。
	29	事故	B-	D	建設工事中に交通事故などが起こる可能性がある
	30	地球温暖化	B-	D	工事用車両の稼働に伴い温室効果ガスが排出されるが影響の程度は軽微である。

A+/-：重大な影響がある（正または負）、B+/-：多少の影響がある（正または負）、C+/-：影響（正または負）の程度は不明（調査検討が必要、調査過程で影響が明らかとなる）、D：ほとんど影響はない

## 2-3-1-6 環境社会配慮調査のTOR

RDB から正式に提出された ToR と上記スコーピングにおいて、多少の負の影響がある、または不明と判断された項目及び現時点で想定される調査内容・方法をもとに環境社会配慮調査の TOR を作成した。

表 2-25 環境社会調査 ToR

影響項目	調査項目	調査方法
1. 大気汚染	(1) 環境基準や現在の 大気質レベル (2) 工事中的影響	(1) 既存資料（環境基準、測定基準など）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供）
2. 水質汚濁	(1) 環境基準や現在の 水質レベル (2) 工事中的影響	(1) 既存資料（環境基準、モニタリングデータなど） 調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) ベースライン調査 (4) 地質や地盤強度などのデータ（調査団提供）
4. 廃棄物	(1) 法規制 (2) 工事中的影響	(1) 既存資料（キガリ市の廃棄物管理システムなど） 調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供）
5. 騒音・振動	(1) 環境基準や現在の 水質レベル (2) 工事中的影響	(1) 既存資料（環境基準、測定基準など）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) ベースライン調査
10. 生態系	(1) 希少種の有無 (2) 工事中的影響	(1) 既存資料（湿地帯生態調査結果など）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) 伐採対象樹木
11. 水象	(1) 現状把握 (2) 工事中的影響	(1) 既存資料調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) 地質や地盤強度などのデータ（調査団提供）
12. 地形、地質、土壌浸食	(1) 工事中的影響	(1) 既存資料（地質関連）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) 地質や地盤強度などのデータ（調査団提供）
13. 住民移転	(1) 用地取得に係る法規の 確認 (2) 用地取得の有無および 範囲の確認 (3) 補償方針の確認	(1) 既存資料（法規制、他事業報告書など）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) RAP作成のための社会経済調査、インベントリ調査、 コンサルテーション会議
14. 用地取得	(1) 用地取得に係る法規の 確認 (2) 用地取得の有無および 範囲の確認 (3) 補償方針の確認	(1) 既存資料（法規制、他事業報告書など）調査 (2) 工事内容、工法、期間、工事範囲など（調査団提供） (3) RAP作成のための社会経済調査、インベントリ調査、 コンサルテーション会議
15. 社会的弱者	(1) 現状確認	(1) 既存資料（NISR、国連、WBなどの社会経済調査報告書など） 調査 (2) 社会経済調査（RAP）

影響項目	調査項目	調査方法
16. 雇用や生計手段等の地域経済	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (NISR、国連、WBなどの社会経済調査報告書など) 調査 (2) 社会経済調査 (RAP)
17. 土地利用や地域資源利用	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
18. 水利用 (飲料水・生活水)	(1) 工事中及び工事後の影響確認	(1) 既存資料調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
19. 既存の社会インフラや社会サービス	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (他事業EIA報告書など) 調査 (2) コンサルテーション会議
21. 被害と便益の偏在	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (他事業EIA報告書など) 調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
22. 地域内の利害対立	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (他事業EIA報告書など) 調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
24. 景観	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料調査 (2) コンサルテーション会議
25. ジェンダー	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (NISR、国連、WBなどの社会経済調査報告書など) 調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
26. 子供の権利	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (NISR、国連、WBなどの社会経済調査報告書など) 調査 (2) コンサルテーション会議 (3) 社会経済調査 (RAP)
27. HIV/AIDS等の感染症	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (NISR、国連、WBなどの社会経済調査報告書など) 調査 (2) 関係省庁・組織インタビュー
28. 労働環境 (労働安全を含む)	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (法規制、労働安全関連調査報告書など) 調査 (2) 関係省庁・組織インタビュー
29. 事故	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (他事業EIA報告書など) 調査 (2) 関係省庁インタビュー
30. 地球温暖化	(1) 工事中の影響確認	(1) 既存資料 (国連・WB報告書など) 調査

### 2-3-1-7 環境社会配慮調査結果 (予測結果を含む)

表 2-26 環境社会配慮調査結果

	評価項目	調査結果
1	大気汚染	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工事期間中、重機やトラックからの排気ガスや建設工事による土埃などによる大気汚染が起こると想定される。</li> <li>対策として、整備された重機やトラック (保証書付) の利用、重機やトラックの状態の定期的なチェック、工事現場や資材置場での定期的散水、車両洗浄、トラック荷台のカバーなどで影響を低減できる。</li> </ul>
2	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン調査結果</li> </ul>

評価項目	調査結果																																				
		Unit	Down-stream	Main point	Up-stream	National permissible limit <sup>4</sup>	Reference national Standards																														
	Temperature	°C	20.5	20.2	20.4	<3	RS 109 (discharged industrial wastewater)																														
	pH	-	6.63	6.86	6.84	6.5-8.5	RS546 (Drinking water)																														
	Turbidity	NTU	723	702	688	5	RS546 (Drinking water)																														
	TSS	(mg/l)	282	280	276	50	RS 109 (discharged industrial wastewater)																														
Source: UR/College of Applied Science and Technology, Feb 2018																																					
	<p><b>【工事中】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河川横断工法として推進法を採用することになったため、水質への影響はない。</li> <li>しかし、軟弱地盤での工事なので、河岸近くでの工事（仮設橋建設工事含む）では土壌流出の可能性は残る。河沿いの工事はかならず乾期に実施するなどの対策をとる。</li> <li>影響は少ないものの、仮設橋建設による水質悪化の可能性も残る。必要であれば土壌防止対策を行う。</li> </ul>																																				
3	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>問題は限定的であるが、車両整備などでオイルによる土壌汚染の可能性がある。オイルトレーを使うなどの対策が有効である。</li> </ul>																																			
4	廃棄物建設ごみ(CW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削土や少量であるがコンクリート廃材などが発生する。廃棄物の仮置き場を設置し、適切に管理する。</li> <li>一般ごみの収集はセクターが民間委託で実施する一方、キガリ市が処分場の運営を担当している。ごみ収集運搬ライセンスを有する企業は20社ほどある。</li> <li>キガリ市はGasabo郡にNduba処分場を有しており、建設廃棄物も受入れている。持込みも可能で、その場合の処分費を以下に示す。 一般廃棄物：F 3,000/5t、F 5,000/10t 産業廃棄物：F 20,000/ vehicle</li> <li>キガリ市廃棄物担当オフィサーの話では、工事業者が建設資材の入手経路を証明できれば、建設廃棄物を路盤材として使用することが可能である。手続きが正しく行われる場合は、リサイクルを検討する。リサイクルできない場合は、遠方であるがキガリ市運営のNduba処分場で処分する。</li> </ul>																																			
5	騒音・振動	<p>ベースライン調査結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Location</th> <th>Maximum dB(A)</th> <th>Minimum dB(A)</th> <th>Average dB(A)</th> <th>Maximum vibration (VdB)</th> <th>Minimum vibration (VdB)</th> <th>Average (VdB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trinity Nursery school</td> <td>66.4</td> <td>48.6</td> <td>55.4</td> <td>3.5</td> <td>0.4</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>Gatsata near Nymabuye cell</td> <td>64.7</td> <td>42.5</td> <td>51.6</td> <td>2.3</td> <td>0.2</td> <td>1.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>騒音基準値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Area</th> <th>Time During Day (hours)</th> <th>Limits, dB(a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Industrial Noise</td> <td>07:00-21:00</td> <td>60.0</td> </tr> </tbody> </table>							Location	Maximum dB(A)	Minimum dB(A)	Average dB(A)	Maximum vibration (VdB)	Minimum vibration (VdB)	Average (VdB)	Trinity Nursery school	66.4	48.6	55.4	3.5	0.4	2.3	Gatsata near Nymabuye cell	64.7	42.5	51.6	2.3	0.2	1.8	No	Area	Time During Day (hours)	Limits, dB(a)	1.	Industrial Noise	07:00-21:00	60.0
Location	Maximum dB(A)	Minimum dB(A)	Average dB(A)	Maximum vibration (VdB)	Minimum vibration (VdB)	Average (VdB)																															
Trinity Nursery school	66.4	48.6	55.4	3.5	0.4	2.3																															
Gatsata near Nymabuye cell	64.7	42.5	51.6	2.3	0.2	1.8																															
No	Area	Time During Day (hours)	Limits, dB(a)																																		
1.	Industrial Noise	07:00-21:00	60.0																																		

<sup>4</sup> Rwanda does not have specific standards for surface water or ground water. Water assessment results were compared either with drink water (RS 546) or industrial wastewater discharge(RS 109).

評価項目	調査結果			
			21:00-07:00	55.0
		2. Neighbourhood Noise	07:00-18:00 18:00-21:00 21:00-07:00	60.0 55.0 50.0
		<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ棟建設及び送水管設置工事中に騒音・振動の問題が発生する。</li> <li>送水管設置工事は各工事区間の工事期間は短いため、事前に近隣住民に工事情報を説明すると共に、工事時間を日中に限定することで、住民の負担を軽減できる。工事中は定期的に騒音・振動測定をする。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ棟は民家から距離があるため、大きな問題とはならない。</li> </ul>		
10	生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事開始前サイトクリアランス時に動植物に悪影響を及ぼす可能性がある。ベースライン調査では13種（5目9科）が確認された。季節により営巣活動する鳥も多いので、注意を払う必要がある。</li> <li>工事エリア以外の湿地帯はできる限り手を加えない。</li> <li>植生保護のため、湿地帯での工事においては、表土を別途し保管し、原状回復工事時に元に戻すなどの措置を取る</li> <li>本（株）数は限定的だが、ニャブゴゴ川沿いに植林された竹や街路樹を伐採した場合は工事後に植樹する</li> </ul>		
11	水象	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川横断方法として推進法の採用が決まったため、川岸への大きな負担はなくなった。</li> <li>資材置場や廃棄物仮置き場はできる限り河川から離れた場所に設置することで、河川への不必要な負担をなくす。</li> </ul>		
12	地形、地質、土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> <li>急斜面での送水管設置工事による土壌浸食が予想される。モノレールを設置し、送水管を引き上げる他、掘削は手掘りで行う予定となっている。自動車学校近くの類似工事例が示すように、適切に工事すれば土壌浸食は防げる。</li> <li>推進法を採用することで、河川横断工事による土壌浸食の可能性は低くなった。</li> </ul>		
13	住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>非自発的住民移転が2世帯発生する。詳細は、(2) 用地取得・住民に記した。</li> </ul>		
14	用地取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水管設置のため、用地取得が必要となった。詳細は、(2) 用地取得・住民に記した。</li> </ul>		
15	社会的弱者	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会経済調査で社会的弱者の特定を行い、支援方法を検討した。詳細は、(2) 用地取得・住民に記した。</li> </ul>		
16	雇用や生計手段等の地域経済	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設工事は建設労働などの雇用機会を生む。商店・露天の売上増加にもつながり、地域経済への正の効果をもたらす。</li> <li>湿地帯で農業を営んでいる世帯の一部に、収入の多くを農業に頼っている世帯があることが確認された（過半数の世帯は、農業以外の収入が主となっている）。</li> <li>世帯総収入に対して、プロジェクトにより失う収入の割合が高い世帯には、建設工事での優先的雇用を検討した。詳細は、(2) 用地取得・住民に記した。</li> </ul>		
17	土地利用や地域資源利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>一時的あるいは恒久的に農地を使う必要がある。RAPで適切な補償費支払いを検討する。</li> <li>土砂や砂利を購入する際は、入手先を確認し、ライセンスを持つ採掘場から購入する。</li> </ul>		
18	水利用（飲料水・生活水）	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水管設置ルート近くに泉が2箇所ある。</li> <li>周辺湿地帯を掘削土で埋めないように配慮すると共に、工事中は定期的に泉の状況をチェックする。</li> </ul>		
19	既存の社会インフ	<ul style="list-style-type: none"> <li>国道（RN1）やノトラ配水池近くの郡道沿いの工事では渋滞が発生する。キガリ市に工事申請をすると共に、交通管理計画を作成する。誘導員の配置や</li> </ul>		

	評価項目	調査結果
	ラや社会サービス	看板の設置などを行う。
21	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事に伴い発生する雇用の数が限られるため、職を得られない人も出る。職の紹介に関して何らかのルールが必要（社会経済調査で社会的弱者や工事の影響を最も受ける世帯の特定を行い、優先的に雇用を斡旋する）。</li> <li>• 送水管設置ルート沿いの Nyarugenge 郡住民は、騒音・振動や店舗経営の制約などの被害を受けるにも係わらずプロジェクトの直接利益対象者ではない。道路の改善（ニャブゴゴ側沿いの生活道路）や仮設橋の継続利用などで地域の利便性向上にも配慮する。</li> </ul>
22	地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事に伴い発生する雇用の数が限られるため、職に得られない人も出る。職の紹介に関して何らかのルールが必要（社会経済調査で社会的弱者や工事の影響を最も受ける世帯の特定を行い、優先的な雇用を検討する）。</li> </ul>
24	景観	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大きく景観を損なうことはないものの、樹木・竹の伐採や湿地の下草刈などで局所的に景観への影響が出る。工事後の原状回復を行う必要がある。</li> </ul>
25	ジェンダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建設作業員採用にあたりジェンダーバランスに配慮する他 Gender Based Violence にも注意を払い、建設現場及び周辺で作業員による問題が発生しないようコントラクターが啓発活動を行う。</li> </ul>
26	子どもの権利	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仕事を求めて子供が現場に来る可能性がある。建設労働者雇用時に、年齢の確認をコントラクター・サブコントラクターに徹底させる</li> </ul>
27	HIV/AIDS等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建設労働者はローカル採用し、労働者用宿泊施設は設置しない可能性が高いため、本プロジェクトによりHIV/AIDSなどの感染症が広がる可能性は低い</li> <li>• キガリ市では区に複数のHealth Centerがあり、住民への健康指導を行う保健員が配置されている。</li> <li>• HIV/AIDSについて正しい知識を持つ人の割合が低いNyarugenge地区で新たな感染の発生を防ぐため、コントラクターが近隣のヘルスセンターに依頼するなどして保健衛生一般に加えて感染症予防のためのトレーニングプログラムを実施する（周辺住民も対称に含む）。</li> </ul>
28	労働環境（労働安全を含む）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事で発生するダストなどによる労働環境の悪化や事故による怪我などの可能性がある。</li> <li>• 労働者の疾病や事故を防ぐため、コントラクターがルワンダの法律（Law regulating labour in Rwanda, N° 13/2009 of 27/05/2009）や国際基準（OHSAS）に基づき労働安全計画を策定し、建設労働者マスクや手袋など防護用具を必ず配布するようにする。</li> <li>• また、省令により各区にDistrict Labor Inspectorが配置されており、コントラクターはInspectorと協力し、労働安全に関するトレーニングを実施すると共に、定期的（例えば工事が始まる前毎朝）作業員を対象にミーティングを行い労働安全に関する意識向上に努める。</li> </ul>
29	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 近隣住民が工事エリア内に入り事故に巻き込まれる可能性がある。工事情報の事前連絡、工事現場と周辺民家との間にフェンス設置、訓練された警備員の配置などの対策を取ることで、このような事故を防ぐ</li> <li>• 運搬用トラックと一般車両との事故が発生したりする可能性がある。誘導員配置や看板・フェンスの設置などの対策を取ることで事故を防ぐ</li> </ul>
30	地球温暖化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工事で使用する重機及びトラックと稼働時間（1日あたりと延べ） <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.8m<sup>3</sup>バックホウ 4台（稼働時間8h/日、延べ10,016 h）</li> <li>• 5tラフテレーンクレーン 6台（稼働時間8h/日、延べ31,816 h）</li> <li>• 50tクローラクレーン 1台（稼働時間8h/日、延べ16 h）</li> <li>• 0.8m<sup>3</sup>バックホウ+バイブロハンマー 4台（稼働時間8h/日、2,845 h）</li> <li>• 10tダンプトラック 2台（11トリップ/日 走行距離延べ60 km/日）</li> <li>• CO2: 675トン</li> </ul> </li> <li>• 必要な資材の種類と量</li> </ul>



## 2-3-1-8 影響評価

影響評価結果を以下に示す。

分類	影響項目	スコーピング		環境影響評価		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	<p>工事中 建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、工事用重機やトラックの数は限定的で、工事場所も短期間で移動するため影響は軽微と考えられる。</p> <p>供用時 ポンプの稼働が始まるが、電動なので現場での大気汚染はおきない。</p>
	2 水質汚濁	B-	D	B-	D	<p>工事中 河川横断が6箇所ある。推進法採用により水質汚濁の懸念は低くなったが、川近辺での送水管設置工事や仮設橋建設による土壌流出とその結果としての水質汚濁の可能性は残る。</p> <p>供用時 河岸への負荷がほとんどないため、水質汚濁の問題はないと考えられる。</p>
	3 土壌汚染	D	D	D	D	重機やトラックのメンテナンス作業中のオイルによる土壌汚染の可能性があるが、オイルトレーの使用などで防止できる。
	4 廃棄物 都市ごみ (MSW) 建設ごみ (CW)	B-	D	D	D	工事労働者はキガリ住民を雇用し、建設労働者用宿舎の建設は計画されていないため、一般廃棄物による問題は限定的である。
				B-	D	<p>工事中 建設工事に伴い、建設発生土やコンクリート塊などが生じる。仮置き場の設置、分別など適正な管理が必要となる。</p> <p>分別保管後路盤材などでのリサイクルを検討し、リサイクルできないものはNduba 処分場で処分する。</p> <p>供用時 廃棄物の発生は想定されない</p>
	5 騒音・振動	B-	D	B-	D	<p>工事中 新ポンプ場建設工事及び送水管設置工事により、騒音・振動が発生するが、工事現場が移動していくため、限定的である。</p> <p>供用時 新規に設置したポンプ稼働により、供用時に騒音・振動が発生するが民家から離れているため影響は軽微である。</p>
	6 地盤沈下	D	D	D	D	ボーリング調査結果に基づき設計するため、地盤沈下はおこらない。
	7 悪臭	D	D	N/A	N/A	悪臭の問題は予想されない。
8 底質	D	D	N/A	N/A	推進工法を採用することになったため、影響は想定されない。	
自然 環境	9 保護区	D	D	D	D	ニャブゴゴ川沿いの湿地帯は多くの鳥類が生息しているが特別保護区ではない。
	10 生態系	C-	D	D	D	<p>工事前 湿地帯は多くの鳥類が生息しているので、サイトクリアランス時には、鳥類を初めとした動物の生息地に注意を払う必要がある。送水管設置に必要な最低限のエリア以外は下草刈りをしない。</p> <p>工事中 植物相の保護のため、掘削時に表層土を別途保管し、原状回復時に元に戻す。</p> <p>樹木・竹を伐採した場合は、工事終了時に植樹する</p>
	11 水象	B-	C	D	D	河川横断方法として推進法を採用したため、河岸への負荷はかからなくなった。

分類	影響項目	スコーピング		環境影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用 時	工事前 工事中	供用 時	
	12 地形、地質、 土壌浸食	B-	C	B-	D	工事中 ニャブゴゴ川沿いの土壌は水を含むと脆くなるタイプであり、河川近くと急斜面での送水管設置工事では、土壌浸食の可能性はあるが、雨季を避けるなどの対応で問題の軽減は可能。 供与後：河川水質同様に、供与後の土壌浸食の問題はないと予想される。
社 会 環 境	13 住民移転	B-	D	B-	D	工事前 2件の世帯が住民移転対象となる。
	14 用地取得	B-	D	B-	D	工事前 湿地帯の送水管設置エリアは、工事後もメンテナンスのために必要になるため一部用地取得の必要がある（用地取得が必要になる湿地帯土地の多くは政府所有）。 Ruhango Cellで舗装道路沿線民家の中で、道路脇と塀の間に十分なスペースを取っていないプロットで、敷地の一部用地取得が発生する。 湿地帯において建設用仮設道路として短期間使われるエリアもある。
	15 社会的弱者	B-	D	B-	D	工事前/工事中 補償費支払い時や建設工事雇用などで、社会的弱者（年配者、未亡人、貧困層など）へ配慮を行う（RAPに記述）
	16 雇用や生計手段等の地域経済	B+/-	D	B+/-	B+/-	工事中 建設工事による雇用の創出効果が期待できる。工事関係者が地元で食料などを購入することで、地域の経済活性化も期待できる。 農地を失ったり、工事中1シーズン耕作できなくなるため、収入減となる世帯も出てくる。 供用時 Ruhango Cellでは、断水がなくなり経済活動にプラスになると期待できる。 政府所有湿地帯で耕作活動をしていた世帯の中で、農地の一部を失い、収入が減る世帯が数件出ると予想されるため、RAPで対応を検討
	17 土地利用や地域資源利用	B-	D	B-	D	工事中 工事期間中、一部農地を仮設道路として使うため一時的に用地取得する。表土を保全するなどの措置を取り、変換後再び農地として利用できるようにする 供用時 仮設道路として一時用地取得した土地は、農地として返還する
	18 水利用 飲料水・生活水	B-	D	B-	D	工事中 送水管設置工事が、設置ルート沿いにある湧水や井戸（Nyamweru CellとNyamabuye Cell）に影響を与える可能性がある。 湧水近くにある湿地帯を埋め立てないようにする。工事中は定期的に湧水や井戸の状況をモニタリングする。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	B-	B+	工事中 国道（RN1）とRuhango Cellでの区道沿いでの送水管設置工事で交通渋滞が予想される。 供用時 送水管ネットワークが改善する
	20 社会関係資本や地域の意思決定機関等への社会組織	D	D	N/A	N/A	社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。

分類	影響項目	スコーピング		環境影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用 時	工事前 工事中	供用 時	
21	被害と便益の偏在	B-	D	B-	B+	工事中 工事に伴い発生する雇用の数が限られるため、職を得られない人も出る。社会経済調査で社会的弱者や工事の影響を最も受ける世帯の特定を行い、優先的に雇用を斡旋する。 送水管設置ルート沿いのNyarugenge区住民は、騒音・振動や店舗経営の制約などの被害を受けるにも係わらずプロジェクトの直接利益対象者ではない。 供用時 道路の改善（ンヤブゴゴ側沿いの生活道路）や仮設橋の継続利用などでNyarugenge区のプロジェクトエリアでも利便性が向上する
22	地域内の利害対立	B-	D	B-	D	工事中 建設工事で職を得る人と得られない人との間に対立が起こる可能性がある。
23	文化遺産	D	D	D	D	工事エリア内に文化遺産などは確認できなかった。
24	景観	D	D	D	D	工事中/供用時 全体として景観に大きな影響はないが、送水管設置のため伐採した木・竹、下草刈りした湿地帯など局地的に影響がでる。工事後に、リハビリテーションの一環として、植樹や表土の回復を行う。
25	ジェンダー	C	D	D	B+	工事中 本事業によるジェンダーへの深刻な影響は予想されないが、PAHのモニタリングの一環としてGender Based Violence（主に家庭内暴力）のモニタリングを行う他、現場での啓発も行う。 供用時 ノトラ配水池から配水を受けるエリアでは、水汲み作業から開放される女性や子供が増えると予想される
26	子どもの権利	C	D	C	D	工事前/工事中 建設作業員の職を求める子供も想定されるので、建設労働者雇用時に、年齢の確認をサブコントラクターに徹底させる
27	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	B-	D	工事前/工事中 建設労働者は地元から採用する計画であるので、HIV/AIDSなどの感染症拡大の可能性は低い。新たな感染を防ぐため、コントラクターによる労働者及び周辺住民への啓発活動を行う（自由意志によるカウンセリングとテスト含む）。
28	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	B-	D	工事前/工事中 工事現場での事故、怪我、疾病の可能性はある。ルワンダ国労働法やOHSASなど国際ルールに基づき労働安全計画を策定すると共に、建設作業員の労働環境を確保するため、事前の研修や定期的ミーティングを行うようにする。
29	事故	B-	D	B-	D	工事前/工事中 建設工事中に交通事故などが起こる可能性がある
30	地球温暖化	B-	D	B-	D	重機や運搬車両の活動により温暖化ガスの発生があるが、影響は非常に限定的である。

## 2-3-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用

緩和策と費用を下表に示す。

表 2-27 想定される影響に対する緩和策と費用

No	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用 (USD)
工事前					
10	生態	<ul style="list-style-type: none"> <li>湿地帯でのサイトクリアランス実施前に鳥の巣など動物の生息環境に注意を払う。工事エリア外はできる限り手を付けない</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む
13	住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP に基づく用地取得および補償または支援の実施</li> </ul>	WASAC, 地方政府、resettlement committee	WASAC	RAP費用
14	用地取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> </ul>	同上	WASAC	RAP費用
15	社会的弱者	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上(優先的な工事作業員としての雇用含む)</li> </ul>	同上+ コントラクター	WASAC	RAP費用/ BoQに含む
16	雇用や生計手段等の地域経済	<ul style="list-style-type: none"> <li>世帯収入へのプロジェクトの影響が大きい世帯についてはRAPで対応(優先的な工事作業員としての雇用)</li> </ul>	WASAC, 地方政府、コントラクター	WASAC	BoQに含む
		<ul style="list-style-type: none"> <li>地元民の工事作業員としての雇用</li> </ul>	コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
工事中					
1	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面への散水、運搬車両タイヤ洗浄</li> <li>工事用車両アイドリング停止</li> <li>飛散カバーの利用</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む
2	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川近辺での工事は乾期に行う</li> <li>洗浄に使った水が直接河川に流れないようにする</li> <li>仮設橋建設にあたり土壌流出の可能性がある場合はフェンス設置などの措置を行う</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む
3	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川近辺から離れた場所に仮置き場を設置し、分別保管する</li> <li>キリバス市の規制に従い路盤材としてリサイクルできるものはリサイクルする</li> <li>リサイクルできないものはNduba処分場で処分する。運搬を委託する場合は、ライセンスを持つ会社に委託するようにする。</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む
4	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両整備時にはオイルトレーを使いオイルによる土壌汚染を防ぐ</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む
5	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>異常音や異常振動発生予防のため、機材の定期的なメンテナンスを行う。</li> <li>騒音を伴う機材の近くで作業を行う作業員に対しては安全具を支給する。</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC/ Local Authority	BoQに含む
6	土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川近辺での工事は乾期に実施する</li> </ul>	コントラクター	WASAC/ REMA/ RWFA	BoQに含む
10	生態	<ul style="list-style-type: none"> <li>湿地帯で掘削作業を行う際、表土を</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC	BoQに含む

No	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用 (USD)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>別途保管し、工事終了時に元に戻す</li> <li>伐採した樹木や竹は工事終了後もとの位置あるいは近くに植樹する</li> </ul>			
17	土地利用や地域資源利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設道路を農地や湿地に戻す場合は、表土を別途保管し、原状回復時に戻すなどの措置を取る</li> </ul>	コントラクター	WASAC	BoQに含む
18	水利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>泉近くの送水管埋設工事では、泉周辺の湿地はできる限り埋めないようにする</li> <li>工事中、泉や井戸の状況を定期的にモニタリングする</li> <li>問題が発生した場合は新たな水源を探す</li> </ul>	コントラクター / WASAC	WASAC	BoQに含む
19	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通管理計画の策定</li> <li>誘導員の配置と看板などの設置</li> </ul>	コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
21	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> <li>世帯収入への影響が大きい世帯についてはRAPで対応（優先的な工事作業員としての雇用）</li> </ul>	WASAC, 地方政府、コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
		<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクトの直接利益が受けられないNyarugenge区でアクセス道路として使われるローカル道路の整備や仮設橋の継続的な利用をはかる</li> </ul>	コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
22	地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> <li>地元民の工事作業員としての雇用</li> </ul>	コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
25	ジェンダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>行動規範作成</li> <li>Gender based violence and sexual Exploitation and Abuse(GBV/SEA) についての啓発（建設作業員対象）</li> </ul>	コントラクター	Local Authority/ WASAC	BoQに含む
26	子どもの権利	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内法、ILO、UNICEFの子供の権利条約に従う</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC/ Districts	BoQに含む
27	HIV/AIDS等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>最寄のHealth Centerと協力し、感染症及び保健衛生に関する研修を行う（対象は建設作業員と地域住民）</li> <li>ボランティアベースでカウンセリングとHIV検査を行う</li> </ul>	コントラクター	Ministry of Health/Local Authority	BoQに含む
28	労働環境(労働安全を含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>コントラクターがルワンダの法律や国際基準（OHSAS）に基づき労働安全計画を策定する。</li> <li>建設労働者マスクや手袋など防護用具を必ず配布するようにする。</li> <li>コントラクターはDistrict Labor Inspectorと協力し、労働安全に関するトレーニングを実施すると共に、作業員を対象に定期的にミーティングを行い労働安全に関する意識向上に努める。</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC/ Districts	BoQに含む
29	事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事情報の事前連絡、工事現場と周辺民家との間にフェンス設置、訓練された警備員の配置などの対策を取ることで、このような事故を防ぐ</li> <li>運搬用トラックと一般車両との事故が発生したりする可能性がある。誘導員配置や看板・フェンスの設置</li> </ul>	コントラクター	REMA/ WASAC/ Districts	BoQに含む

No	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用 (USD)
		などの対策を取ることで事故を防ぐ			
30	地球温暖化	<ul style="list-style-type: none"> <li>重機および機材の定期メンテナンスを行う。</li> <li>不必要なアイドリングを防止する。</li> </ul>	コントラクター	REMA/WASAC	BoQに含む

### 2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画（実施体制、方法、費用など）

緩和策の実施状況について工事前/工事中、供用時の段階において以下の表に記載の環境管理計画と環境モニタリング計画を実施する。

表 2-28 環境管理計画（EMP）

Environmental concerns	Suggested mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated Cost(US\$)
<b>CONSTRUCTION, OPERATION PHASES AND DECOMMISSIONING PHASES</b>				
Overall environmental management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Designated an Environmental Supervisor to oversee environmental management, environmental training, and the implementation of environmental policies;</li> <li>Appoint ESHS Manager in EPC contractor team to assist with sampling, monitoring and daily environmental compliance;</li> <li>Provide environmental training to all employees.</li> </ul>	WASAC Ltd Contractor	REMA/WASAC	Included in BoQ (15,000)
Occupational health and Safety (OHS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The safety and sanitation plan is formulated and safety trainings are provided for workers</li> <li>Ensure all employees have health insurance;</li> <li>Provide workers and visitors with the necessary personal protective equipment (PPE);</li> <li>First aid Kits</li> </ul>	Contractor	REMA/WASAC/Districts	Included in BoQ (4,500)
Child labour, forced labour and discrimination	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protect workers' rights;</li> <li>Establish, maintain, and improve the employee-employer relationship;</li> <li>Promote compliance with national legal requirements and provide supplemental due diligence requirements where national laws are silent;</li> <li>Comply with international Labour Organization, and the UNICEF Convention on the Rights of the Child, where national laws do not provide equivalent protection;</li> <li>Protect the workforce from inequality, social exclusion, child labour, and forced labour;</li> </ul>	Contractor	REMA/WASAC/Districts	NA
High expectation of the local communities in relation to job posts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disclosure the exact number of jobs available, the applicable period and the remuneration to be allocated for each type of work;</li> <li>Involvement of local leaders;</li> <li>In the event there are local expectations for employment that cannot be met by the project, the limited availability of places should be made known to the interested parties through local authorities</li> </ul>	Contractor	Local authorities WASAC	NA
High expectations of getting great compensation in cases of resettlement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expropriation and compensation mechanisms should be implemented in all justifiable cases</li> </ul>	WASAC Ltd	WASAC MININFRA, Local authorities	RAP budget

Environmental concerns	Suggested mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated Cost(US\$)
Conflicts among workers and the local population in the project area	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keeping a good relationship with local communities</li> <li>Establishment and implementation of set of rules for the workplace</li> </ul>	Contractor and WASAC	Local authorities	Operational Cost
Impacts on public utilities such as spring water/wells or water supply pipe and electrical cables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitation of affected structures and infrastructures;</li> <li>Identification of new water source and construct alternative water spring.</li> </ul>	Contractor and WASAC		Construction cost
Risk of destruction or disruption of infrastructure and social and economic loss infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimize the affected population by occasional changes in the route of pipelines;</li> <li>Providing a due compensation in coordination with local authorities and project proponent;</li> </ul>	WASAC Ltd	Local authorities	Budget provided in RAP
Health related issues due to dust emissions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Use of wet processes;</li> <li>Use of Personal Protective Equipment</li> </ul>	Contractor	WASAC/Local authority	
Risk of increase of HIV/AIDS and other Sexually Transmitted Diseases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Providing surveillance and active screening and treatment of workers</li> <li>Providing health and hygiene training</li> <li>Preventing illness among workers in local communities</li> <li>Providing health services</li> </ul>	Contractor	Ministry of Health/Local Authority	Included in BoQ (4,000)
Gender based violence and sexual Exploitation and Abuse(GBV/SEA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparation and implementation workers Code of conduct</li> <li>Conduct GBV/SEA awareness</li> </ul>	Contractor	WASAC/Local authority	Included in BoQ (3,000)
Safety and security	<ul style="list-style-type: none"> <li>Install safety and warning signage as appropriate</li> <li>Provide safety training to all workers</li> </ul>	Contractor	WASAC, / Local Authority	Included in BoQ (2000)
Soils erosion and compaction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrict the activities to the minimum possible;</li> <li>Use appropriate machinery and/or protective boarding during soil stripping;</li> <li>Remove and stockpile topsoil, sub-soils and any parent material separately;</li> </ul>	Contractor	REMA/WASAC	Construction cost
Changes of landscape - Visual impact	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitate working area with trees and grasses</li> </ul>	Contractor	REMA/WASAC	Included in BoQ (2,000)
Noise and vibration emissions management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrict construction and operation of heavy machines to daylight;</li> <li>Ensure noise emissions are kept within the Rwanda standards;</li> <li>Reduce needed truck movements by careful planning of needs of construction material;</li> <li>Regular and effective equipment maintenance in order to ensure all machinery is in good working order and use does not generate excess noise/vibration.</li> </ul>	Contractor	REMA; WASAC, Local authority	Operational cost
Risk of Alteration of hydrology and wetland	<ul style="list-style-type: none"> <li>Watercourse crossing must be designed to avoid affecting the stability and long-term performance of riverbanks and flood defences;</li> <li>Consider the seasonal sensitivity of ecological resources when planning river crossings; etc.</li> </ul>	Contractor	REMA, RWFA, Local authority	Construction budget
Disturbance of wildlife by noise	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrict construction activities and operation of heavy machines to daylight, when most wildlife is active and can react to noise.</li> </ul>	Contractor	REMA, district	

Environmental concerns	Suggested mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated Cost(US\$)
Loss of vegetation cover and plant diversity	<ul style="list-style-type: none"> <li>Align the excavations to follow existing parallel water pipeline in order to minimize the loss of vegetation cover;</li> <li>In areas of dense vegetation cover, the removal of vegetation must be restricted to the minimum necessary width; etc.</li> </ul>	Contractor	REMA,/WASAC	
Disturbance and mortality of terrestrial fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrict construction activities do the daylight;</li> <li>Inspect the area to be cleared for any terrestrial fauna before bush clearing and digging;</li> <li>Protect any trench left overnight with a net fence to block fauna from being trapped inside;</li> <li>Capture and release fauna away from the direct influence zone (including species trapped in the trenches);</li> </ul>	Contractor	REMA, Self-monitoring by WASAC	
Disturbance of ground Water Quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consider measures to prevent pollution of ground water while designing the sludge storage site;</li> <li>Storage site shall follow the appropriate regulation of Waste Management</li> </ul>	Contractor	REMA, WASAC	
Air Quality Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizing dust from open area sources, including storage piles;</li> <li>Managing emissions from mobile sources,</li> </ul>	Contractor	REMA, WASAC	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dust suppression techniques should be implemented, such as applying water or non-toxic chemicals to minimize dust from vehicle movements,</li> </ul>	Contractor	REMA, WASAC	Included in BoQ (3,000)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avoiding open burning of solid.</li> </ul>	Contractor	REMA, WASAC	
Solid wastes management	<ul style="list-style-type: none"> <li>All the solid waste should be collected; the biodegradable organic material composted properly on site for manure production and the non-biodegradable disposed of in a public landfill; etc</li> </ul>	Contractor	REMA, WASAC	Included in BoQ (2,500)
Management of Hazardous Materials and Oils	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waste separation must be conducted on site;</li> <li>Maintenance of trucks and machines should be done far from water sources</li> </ul>	Contractor and WASAC	REMA, WASAC	
Total estimated Cost				36,000

表 2-29 Environmental Monitoring Plan (EMoP)

Environmental items	Monitoring item	Parameter /Indicator	Location	Frequency	Responsible	Budget
Pre-construction and site mobilization phase						
Land expropriation, compensation payment and other support	Compensation for land and houses lost	Number of houses expropriated Area of land expropriated	Project area	Once before construction	WASAC Ltd	RAP monitoring
	Priority in employment	Number of PAPs who receive support such as priority in employment	Project area		WASAC/ local government	RAP monitoring
	Complaints resolutions	GRM log book	Project area		Districts/GRM Committees	RAP monitoring
Air pollution	Equipment and automobiles in good shape	Number of Automobiles with certification on site		As appropriate	Contractor	No cost applicable to monitor.
Water pollution	Surface water quality	(temperature, pH, TSS, Turbidity)	Upper site/ lower site of the river	Once	Contractor	Included in BoQ (500US\$)



Environmental items	Monitoring item	Parameter /Indicator	Location	Frequency	Responsible	Budget	
Noise and vibrations	Noise and vibrations		WPT and 8 construction sites	Once	Contractor	Included in BoQ (1000US\$)	
Construction phase							
Accident and incident	Complaint (in general such as noise, traffic jam, and accidents)	Records of complaints	Project area		Contractor WASAC	Operational Cost	
Air Pollution	Equipment and automobiles in good shape	Regular inspection and maintenance	WPT and 8 construction sites	Daily	Contractor	No cost applicable to monitor.	
	Spraying of water to reduce dust.	Records on water spray Level of dust (observation)	WPT and 8 construction sites	Daily	Contractor	Operational cost	
	Regular inspection of electrical installations, Fire extinguishers, water tanks	Number of fire extinguishers and water tanks Records of inspection	WPT and 8 construction sites	Quarterly through the construction phase	EPC contractor	Included in BoQ (150US\$/trip to inspection)	
Water pollution	Surface water quality	temperature, pH, TSS, Turbidity	Upper site/ lower site of the river	Quarterly	Contractor	Included in BoQ (3,500)	
Noise and vibrations	Restriction of noise/vibration emitting activities to working hours.	Noise level Vibration level	WPT and 8 construction sites	At the time of earth works or concrete vibrations.	Contractor	Cost of a sound meter level is about 350 US\$. Vibration meter 500US\$ (Included in BoQ)	
Soil pollution	Check prevention measures of oil contamination	Keep records or not	WPT and 8 construction sites	Monthly	Contractor	Operational Cost	
Soil erosion	Check the conditions of river bank and steep slope along the pipeline route	Keep records of conditions	Steep slopes 6 river crossing places	Monthly	Contractor	Operational Cost	
Waste	Management of excavated soil	Reuse or not	WPT and 8 construction sites	Monthly	Contractor	Operational Cost	
	Management of concrete debris and others	Proper management or not					
Ecosystem	Reforestation to offset lost grasses and trees Management of top soil	Number of planted hectares (ha) Number of trees planted	WPT and 8 construction sites	Every quarter of a year	Communities/Districts/ Contractor	Operational Cost	
Work conditions	Occupational Safety and Health plan	Availability of OHS Plan		Quarterly through the construction phase.	Contractor	Operational Cost	
	Meetings and trainings	Number of meetings and trainings					
	Safety gear for workers	Number of workers with safety gear	WPT and 8 construction sites				
	Noise and vibrations	(from noise and vibrations)	WPT and 8 construction sites				(from noise and vibrations)
	Occurrence of accidents and injuries	Records of accident and injuries	Project area				Monthly

Environmental items	Monitoring item	Parameter /Indicator	Location	Frequency	Responsible	Budget
Accident/ Traffic congestions	Traffic management Plan and traffic signage	Availability of TMP Number of traffic signage	Project area	Monthly	Contractor	Operational Cost
HIV and other diseases	Health and sanitation for labor workers	Number of trainings		Quarterly through the construction phase.	Contractor	Operational Cost
Water use	Check springs and well along the construction route	Conditions of springs and wells	Targets springs and wells	Quarterly through the construction phase.	Contractor Community/ Local government	Operational Wells
Gender	Preparation and implementation workers Code of conduct	Availability of code of conduct	Project area	Quarterly through the construction phase.	Contractor	Operational Cost
	Conduct GBV/SEA awareness	Number of events		Quarterly through the construction phase.	Contractor	Operational Cost
Child and forced labour	Minimum working age and working condition	Employment record by age	Construction areas	Monthly	Contractor /Local government	Operational Cost
<b>Operation phase</b>						
Noise and vibrations	Noise/vibrations	Noise and Vibration level records	WPT	Once/year	WASAC	Operational cost
	<b>Total cost for monitoring</b>					<b>5,850 US\$</b>

### 2-3-1-11 ステークホルダー協議

ステークホルダー協議は、(a) スコーピング段階、(b) 社会経済調査とインベントリ調査前、(c) EIA 調査報告書/RAP ドラフト段階の3段階に分けて行われた。セクター/セルの助言を受け、各会合において、環境影響評価と住民移転・用地取得について同時に行われた。

#### (a) スコーピング段階

以下の関係中央官庁、キガリ市、2つの区を訪問し、プロジェクトについて説明すると共に必要な情報・データの収集を行った。

- Ministry of Environment
- Ministry of Land and Forestry
- Rwanda Land Management and Use Authority
- Rwanda Water and Forestry Authority;
- Rwanda Environment Management Authority (REMA)
- Rwanda Development Board RDB
- Water and Sanitation Corporation (WASAC)
- Kigali City Council
- Gasabo District and Nyarugenge District

住民との協議の前に、関係セクター/セルを訪問し、プロジェクトの概要、EIA・RAP 調査概要及び調査スケジュール、住民協議会スケジュールなどを説明した。

セクター/セルとの会合後、各セクターで住民を対象としたコンサルテーション会議を WASAC

が主催した。会議の日程及び場所は、セクター/セルのアドバイスにより地域住民が住民会議を開催する日時・場所にできる限り合わせて設定した（火曜日午後）。また、プロジェクトや会議の情報は、コミュニティーリーダーや、月に1回開催されるコミュニティー活動を通じて一般住民と共有できるようにした。

主な議題は、(1) プロジェクト概要、(2) EIA・RAP 調査説明とスケジュール、(3) 今後の予定（カットオフデート含む）であった。スコーピング段階で実施した住民を対象としたコンサルテーション会議概要を以下に示す。

表 2-30 地域住民を対象としたコンサルテーション会議

Dates	Sector	Venue	Number of participants	Category of Participants
Tuesday January 9 <sup>th</sup> , 2018	Gatsata	Nyamabuye cell	82	- WASAC Representative - Nyamabuye Cell local Leaders - Nyamabuye local community
	Kigali	Nyabugogo Cell	41	- WASAC Representative - Nyabugogo Cell local Leaders - Nyabugogo local community
Tuesday January 16 <sup>th</sup> , 2018	Kanyinya	Nyamweru Cell	90	- WASAC Representative - Nyamweru Cell local Leaders - Nyamweru local community
Saturday January 27 <sup>th</sup> , 2018	Gisozi	Ntoral Cell	92	- Representative of Ruhango - cell-Leaders of four villages - Community of four villages

これらのコンサルテーション会議での質疑応答を以下にまとめる。

表 2-31 コンサルテーション協議での質疑応答

No	Questions/Suggestions	Responses
Nyamabuye cell in Gatsata sector, Tuesday January 9 <sup>th</sup> , 2018		
1	- How many sectors will the pipeline cross?	-The proposed pipeline will be installed in four sectors, Kanyinya and Kigali in Nyarugenge, Gatsata and Gisozi in Gasabo District.
2	-Will the pipeline cross through private properties? If so, is there compensation planned for?	- The project is designed to avoid private houses but if structures will be affected, adequate compensation will be provided
3	- It seems that there are many organizations involved in the project, and which organization is responsible for compensation issues? To which institution shall we send our complaints?	-WASAC Ltd is the implementing agency and will be responsible institution to provide compensation but will work with district, sector, cells and resettlement committees.
	- When assets valuation will start	- There will be a cut-off date that will be agreed on and announced to the population properly. This means that every asset putted after the cut-off date will not be considered.
4	During the previous projects, our land was valued and was marked at zero (0) on the certificate, and we couldn't get compensation for lost land. How this project will value the land?	The consultant explained that the 0frw marked to land titles is related to Taxes but in Compensation the value of land is calculated based on the full replacement cost of market value. Anyone who owns a land which does not have up to one ha (1ha) and is for agriculture does not pay taxes but when the land is affected the person receives compensation.
5	-There is a pipeline from Yanze river that have exploded and the water destroyed the bridge	- WASAC Ltd Representative promised to check the issue and work with the maintenance department to address the problem.
Nyabugogo cell in Kigali sector, Tuesday January 9 <sup>th</sup> , 2018		
1	-We are currently working on government land, and what will happen during the valuation?	-During Valuation people will have to provide evidences of assets ownership. It is necessary to search for documents before.

No	Questions/Suggestions	Responses
2	- Have you already planned where people will relocate after the expropriation?	- The installation route will be finalized, avoiding expropriation as much as possible, thus not many people will be expropriated
3	- After the construction works will people continue to use their land?	- The consultant replied that during construction works, they will need buffer zone but after the construction other works will continue as usual.
4	- Some have assets on the land which they lease, and they don't have ownership certificate what laws says about it?	- Land law says that in case of project implementation, assets on land are compensated to its owner.
5		- The consultant also mentioned that there is a cut-off date that will be announced, thus any assets that will be added after the cut-off date will not be evaluated. He mentioned also that everyone who has land must provide the proof of ownership
Nyamweru Cell, Kanyinya sector, Tuesday January 16 <sup>th</sup> , 2018		
1.	We have a local market here, what about the pollution during the construction work?	Construction works could probably have impacts like pollution which will be analysed during the studies that will be conducted.
2	We are being asked taxes buy the owner of the plot and we wonder who will be compensated if the market is affected?	The compensation will be provided to land owners but if there an agreement with users then the compensation of assets will be provided to the person who owns these assets
3	We are renting the ground to use for driving exercises, is there any compensation provided?	During assets valuation, the income loss will be also considered.
Meeting with communities in Ruhango, Gisozi Sector, January 18, 2018		
1.	We think the other planned meetings should be done in each village, so that all people concerned could be aware of the project.	The consultant agreed with that and he also mentioned that this was an introduction meeting and further meeting are planned.
2.	When do you think the project should start?	WASAC representative said that the project is planned to start in 2019. The consultant added also that survey and assets inventory should start as soon as possible on 1 <sup>st</sup> February 2018

(b) 社会経済調査実施前

社会経済調査前に各セクターで2回目のパブリックコンサルテーション会議を開催した。会議はセルが中心となり開催された。会議の情報は、セルとRAP調査員が協力して実施したセンサス調査や月1回開催されるコミュニティ活動を通じてプロジェクト被影響世帯と共有できるようにした（実際は、社会経済調査実施後に把握できたプロジェクト被影響世帯が25世帯、企業が2社あった）。

会議参加者は、セルの責任者、コミュニティーリーダー、そしてセンサス調査で同定したプロジェクト被影響者で、主な議題は、プロジェクト概要、社会環境調査とインベントリ調査の説明、今後の予定、カットオフデートであった。

第2回パブリックコンサルテーション会議の日時と参加者を以下に示す。

表 2-32 社会経済調査前に実施したパブリックコンサルテーション会議

Dates	Sector	Venue	Number of participants	Category of Participants
Tuesday February 6 <sup>th</sup> , 2018	GATSATA	NYAMABUYE cell	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BESST LTD Team</li> <li>• Nyamabuye Cell Leaders</li> <li>• Nyamabuye local community</li> </ul>
	KIGALI	Nyabugogo Cell	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BESST LTD Team</li> <li>• Nyabugogo Cell local Leaders</li> <li>• Nyabugogo local community</li> </ul>

Dates	Sector	Venue	Number of participants	Category of Participants
Wednesday 7 <sup>th</sup> , 2018	KANYINYA	Nzove & Nyamweru Cell	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>BESST LTD Team</li> <li>Nyamweru Cell local Leaders</li> <li>Nyamweru local community</li> </ul>
Thursday 8 <sup>th</sup> , 2018	GISOZI	Ntoral Cell	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>Representative of Ruhango cell- Leaders of four villages</li> <li>Community of four villages</li> </ul>

表 2-33 社会経済調査・インベントリ調査についての質疑応答

No	Question/comments	Answers provided by consultant
<b>Consultative meeting in Nyamabuye Cell, Gatsata cell</b>		
1	How are we going to know the value of our properties?	WASAC will hire an independent valuer who will agree with assets owner the compensation value.
2	When the project implementation will start so that we can plan for our agriculture activities?	It is expected that construction will start in 2019, but upon the completion of final design studies, farmers will be informed of the construction schedule.
3	Will the project gives us the jobs or it will use machines?	Though some activities will require the use of machines, other works will be done by workers and affected people will be given priority.
4	How you can make sure that locals are provided with jobs?	First of all, locals will be provided with information on employment, and then during the preparation of construction contract WASAC shall emphasize priority for employment to local residents/communities.
<b>Consultative meeting in Nyabugogo Cell, Kigali Sector</b>		
1	Sometimes the compensation amount for lost land is not enough to buy another land. What are you planning to address this issue?	There will be compensation for land owners and a special attention will be paid to those who are going to lose government land. For the person who disagrees with the value assignment to his/her property, a grievance mechanism will be prepared.
2	When are we going to get results of your data collection?	This exercise is the initial identification of assets and PAPs and results will be included in RAP report which will be made public. However a final asset valuation will be conducted and every PAP will sign on the valuation form after verification of his attest and its value
3	The land where beacons have been installed is the targets of land acquisition?	Beacons were used for land survey and will be used for assets inventory.
4	Will farmers allowed to continue to use the land after pipe installation.	Yes, but the land will be used under conditions and no permanent structure may be allowed. Again the land above the pipe is not allowed to conduct activities but other areas can be used.
5	What about the water point (springs?). They may be affected?	The installation of water pipe will not affect the water resources because even the first pipe did not affect then. However, the final design will consider the location of water source.
6	One PAPs wanted to know the size of his land that will be taken.	All affected land plots will be measures and communicated to land owners but in general land with 9m in width will be required during contraction for excavation but also access roads.
<b>Consultative Nzove and Nyamweru Kanyinya sector</b>		
1	Will our land be taken without compensation?	Private land will be compensated and care will be taken to the ones who will lose government land.
2.	What kind of compensation will be provided for us?	Compensation measures will be provided based on eligibility criteria and the nature of impact and the compensation may include land for land compensation or monetary compensation. Especially for crops and trees.
3	When shall the construction start?	The final date for construction is not yet fixed but construction works are expected to start in 2019. Farmers will be informed about construction schedule in due time.
4	If one people has two plots in targeted area marshland will be counted two times?	If the land is for the same use and fall in the same category these areas are to be summed up in order to avoid double counting.
5	We cannot be against public interest, but what support are we	Compensation will be provided for the affected people and job opportunities will be provided during construction.

No	Question/comments	Answers provided by consultant
	going to receive from the government?	
<b>Consultative meeting at Ntora, Gisozi Sector</b>		
1	We were living on our land. What support do you provide for us when the project starts?	Owners of private land will be compensated for the loss of land and their assets. Those who live by cultivating government land in the affected areas will be considered for different supports and follow up their living conditions
2	If 9m will be required it's likely that some structures will be affected. If that is the case, what compensations will be provided?	The assets inventory survey will identify both land, crops, trees but also structures that will be affected and adequate compensation will be provided in accordance with laws.
3	The land of Road reserve has been regarded as government land but we have not received any compensation. What will happen to this portion of land when the project starts.	The land law is clear that any land to be transferred from private to public land should be compensated. What is required is to present ownership documents.

(c) ドラフト段階

4つのセクターでコンサルテーション会議を開催した。社会経済・インベントリ調査、コミュニティリーダー、コミュニティ活動などを通じ会議の情報を全てのプロジェクト被影響世帯/企業と共有できるようにした。

主な議題は、EIA 及び RAP 調査結果、補償費算定方法、苦情処理メカニズム、今後のスケジュールなどであった。会議の結果を以下に示す。

表 2-34 ドラフト段階でのコンサルテーション会議結果

No.	Issues	Response
<b>Meeting in Kigali sector, 17/04/2018</b>		<b>Number of participants: 27</b>
1	In the past we have seen some problems of compensation that comes after valuation and are either related to construction activities or consequence of poor water drainage. Is there any mechanism to address these issues?	If there is a new compensation issue that were not identified before or any issue that is caused by projects after construction, the resettlement committee will work with local Authority and WASAC to address the issue.
2	When the construction works will start?	Construction works are expected to start in 2019 but people will be informed in due time.
3	-After assets inventory what are the next steps?	A final valuation will be done and compensation shall follow before and physical works
<b>Meeting at Kanyinya Sector, April 24<sup>th</sup>, 2018</b>		<b>Number of participants: 31</b>
1	Some people have the trees and crops in government land. How they will be compensated?	Trees and crops on government land will be compensated but the land is not compensated because in the government properties.
2	Is there any special attention to vulnerable people?	Vulnerable people identified by project will be given priority in employment and special follow up during compensation process.
3	What kind of compensation is provided for land?	The expropriation law provides both monetary and in kind compensation. However, due to the lack of free land in Kigali, the cash compensation is likely to be the only alternative.
<b>Meeting in Gisozi Sector, April 28, 2018</b>		<b>Number of participants: 31</b>
1	How about people who have assets in Government Land and who don't have its land title?	The land itself will not be compensated, and only assets on the land will be compensated to its owners.
2	What will be done if the access road destroys some infrastructures?	Infrastructures that will be affected will be compensated.

No.	Issues	Response
3	What will happen if the pipeline passes through someone plots and she/he cannot use the rest of the plots.	The pipeline line route was selected to minimise the affected areas as much as possible, especially in residential area. However if the installation of pipe affects the use of the entire plot of land, the whole plot will be compensated
4	How large is the protective strip, in case we would like to put some infrastructures near our home or in case there would be pipe leakage? I would like to know if there are no negative effects of the project.	The size of the land that will be required for construction work is about 9m in width at the marshland without access roads, but after construction land of about 2m in width will be required, where pipe is installed and used for maintenance purpose.
5	What will happen if crops that were identified in assets inventory are harvested before the final valuation?	The final valuation will be done on assets found on the land during valuation period. If crops are harvested before valuation, then there will be no impacts on these crops
6	What will happen if someone is not happy with the compensation cost?	Grievance redress mechanism will be established according to the expropriation law, and those who are not satisfied with the compensation amount can express his complaints and hire his own valuer.
7	What will happen to people who have not received land title?	People are encouraged to request land titles because all land in Kigali and elsewhere in the country have been registered and the compensation law requires land title or any other written documents issued by authority
<b>Meeting in Gatsata sector, May 8, 2018</b>		<b>Number of participants: 42</b>
1	What happen if people are not around during valuation?	If the land owner is not around during land valuation, the valuer carries out the valuation in the presence of local authorities.
2	What will happen to people who have not received land title?	People are encouraged to request land titles because all land in Kigali and elsewhere in the country have been registered and the compensation law requires land title or any other written documents issued by authority
3	What will happen to people who have not received land title?	People are encouraged to request land titles because all land in Kigali and elsewhere in the country have been registered and the compensation law requires land title or any other written documents issued by authority

## 2-3-2 用地取得・住民

### 2-3-2-1 用地取得・住民移転の必要性（代替案の検討）

#### 1) 用地取得を生じさせる事業コンポーネント

本事業で、用地取得と樹木・農作物補償を生じさせる事業コンポーネントは以下のものである。

- ンゾベ浄水場からノトラ配水池までの送水管設置工事
- 送水管埋設エリア（幅 2.0 m～4.0 m）
- 工事中仮設道路（幅 4 m）

#### 2) 用地取得を最小化するために検討した案

表 2-20 にまとめたように、最適ルート選択において、用地取得も検討項目の一つとなっている。湿地帯を縦断するルートは、用地取得対象となる土地の面積が増えるが、政府所有地が多いため補償費の総額は大きくはならない。しかし、国有地を耕作する世帯の経済的損失(所得の減

少)が発生すると予想されるため、社会経済調査でどの程度の影響があるのか確認することにした。

Ruhango Cell の舗装道路沿いでは、前述のように用地取得を最小化するため、掘削エリアの幅を 2.7 m から 2.0m に狭めることになった。

## 2-3-2-2 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

### 1) 用地取得・住民移転に係わる政策及び法律

#### 国家土地政策 (National Land Policy, 2004)

土地管理行政及び土地管理制度を効率化し、土地所有権を保証し、社会経済発展と貧困削減のための土地への投資を推進することを目的としている。

土地登記を義務付けると共に、全ての国民が等しく土地にアクセスする権利を有するとしている。また、湿地帯を保護の対象とし、その利用はコンセッションと言う形で行われるべきとしている。

#### 土地利用・管理法 (No. 03/2013/ Organic Law of 16/06/2013 Repealing No. 08/2005 Organic Law determining the Use and Management of Land in Rwanda)

2013 年に土地利用・管理法 (2005 年) から置き換えられた。国は土地の所有や利用を保証すると共に、公共の利益のために土地の収用を行う権利があるとした。また、土地を利用形態や土地の所有権によって分類している。

#### 公共事業における用地取得法 (LAW No. 18/2007 Relating to Expropriation in the Public Interest)

公共の利益を目的とした事業における用地取得手続きについて規定している。本法律で明記されている収用手続きは以下のとおりである。

- 用地取得プロポーザルの起案 (本事業は 2 つの区にまたがっているため、プロポーザル起案はキガリ市執行委員会)。プロポーザルには以下の項目を含める。
  1. プロジェクト概要、プロジェクトの妥当性、プロジェクトにより達成される公共の利益
  2. 土地マスタープラン (土地の利用図あるいは計画、事業受益者リストなど)
  3. 環境影響評価
  4. 補償費支払い能力
  5. プロジェクトに影響を受ける人々がプロジェクトの重要性を理解していることがわかる議事録
- 用地取得プロポーザル審査 (本事業は 2 つの区にまたがっているため審査機関はキガリ市土地委員会)
  1. 土地委員会から区に対し、プロジェクト影響世帯・人を対象としたコンサルテーション会議開催を要請 (30 日以内)
  2. コンサルテーション会議から 15 日以内に土地委員会がプロジェクトの可否を決定
  3. 土地委員会は再度会議を開催し、結果を発表すると共に、ラジオや新聞を通じて結果を公表する (30 日以内)
  4. 用地取得実施に向けた被影響者のリスト作成



- 補償対象となる土地と資産の価値算定
- 用地取得実施

### 道路法 (Law N°55/2011 of 14/12/2011 Governing Roads in Rwanda)

国道あるいは Class 1 に分類される市道においては、道路中央から左右 22m (幅 44m) の土地は道路用確保地 (Road Reserve) と指定されている。Class 2 に分類される市道の場合は、道路中央から左右 12m の土地が道路用確保地とされている。

#### 2) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

JICA ガイドラインと相手国法制度を表 2-35 のように比較した。

表 2-35 JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

JICA Guideline/ Word Bank safeguard policy	Rwandan laws and regulations	Gaps	actions to be taken for filling the gap
After the disclosure of the scoping drafts, project proponents etc. conduct consultations with local stakeholders. JICA incorporates the results of such consultations into its TOR. The consultations cover the needs of projects and the analysis of alternatives. (JICA GL)	Under the process of scoping, local governments and community are requested to review Project Brief and send comments to RDB.	The Rwandan EIA guideline requires local governments and community only to review Project Brief and to comment on it.	According to the JICA guideline, local consultation meetings will be organized before finalizing the TOR.
Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA GL)	Expropriation as provided for under this Law shall be carried out only in the public interest and with prior and fair compensation. (Chap1 Article 2)	No similar provisions in the expropriation law, but under the Rwandan EIA guideline, alternatives area analyzes.	Alternatives are analyzes, regarding the involuntary resettlement and loss of means of livelihood
When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	Expropriation as provided for under this Law shall be carried out only in the public interest and with prior and fair compensation. (Article 3)	In Rwanda loss of income and compensation of illegal occupants is not provided	Compensation for standing crops of illegal occupants shall be considered.
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-project levels. (JICA GL)	Affected person receive fair and just compensation. However a ministerial order gives the value of land and crops. (Article 23)	In Rwanda loss of income is not provided.	Priority for job of construction work will be considered for those who will lose a part of income sources

JICA Guideline/ Word Bank safeguard policy	Rwandan laws and regulations	Gaps	actions to be taken for filling the gap
Compensation based on the full replacement cost must be provided as much as possible (JICA Guideline).	Compensation shall be calculated on the basis of their size, nature and location and the prevailing market rates. The compensation for disruption caused by expropriation to be paid to the expropriated person shall be equivalent to five percent (5%) of the total value of his/her property expropriated.	The Rwanda Expropriation law does not mention the replacement cost.	Compensation based on the market value such as materials and labor cost without depreciation, and disturbance allowances as 5% of market value were used. The proposed price for the real property will be made close or equal to replacement value, referring to the recent data of the transaction in land. Transaction tax and commission fee shall be added as compensation.
Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	Rwanda expropriation law stipulates a timeframe upon when the property to be expropriated must be handed over which is 120 days after compensation has been paid. (Article 36)	JICA GL does not specify the period of payment and assistance.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement, as JICA GL states.
For projects that will result in large-scale involuntary resettlement, a Resettlement Action Plan (RAP) must be submitted and made available to the public. (JICA GL)	The necessary documents, which contain such information as the outline, environmental and socio-economic impact, and concerned people's understanding of the project, along with the application shall be submitted to the competent authority for approval the law. (Article 10)	The Rwandan laws do not stipulate the RAP, but donor agencies in general recommend preparing for RAP.	ARAP will be prepared and open to public on the WASAC website and at offices of local governments.
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)	The relevant committee in charge of monitoring projects of expropriation in the public interest shall consider the relevance of the project within a period not exceeding thirty (30) days after receiving the request for expropriation and shall conduct a consultative meeting with the population living where the land is located concerning the relevance of the project of expropriation in the public interest. The committee shall inform them about the date, time and venue of that meeting. (Article 11)	Both JICA GL and Rwandan law require consultation with affected people with enough information	For the preparation of the RAP, consultation meetings will be organized and sufficient information will be provided in the local language.
When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)			

JICA Guideline/ Word Bank safeguard policy	Rwandan laws and regulations	Gaps	actions to be taken for filling the gap
Appropriate participation by affected people and their communities must be promoted in the planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans and measures to prevent the loss of their means of livelihood. (JICA GL)	Under the expropriation law, The relevant committee in charge of monitoring projects of expropriation shall conduct a consultative meeting with the affected population. (Article 11, 12, 13)	Under the expropriation law, consultative meeting shall be conducted, but promoted in the beginning stage.	Consultation meetings will be organized in the planning process for RAP preparation.
Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities (JICA GL)	The expropriation law provides for rights of persons to be expropriated and stipulates the process for redress of problems with expropriation decision by the affected persons (Article 18, 19, 20 of Section 3) Article 18 also guarantees the right for appeal and provides for the mechanism for appeal for any person affected by the decision on expropriation in the public interest.. Any person to be expropriated who is not satisfied with the assessed land and property value shall indicate in writing grounds for his/her dissatisfaction with the valuation report. (Article 33 and 34)	No gap	Grievance Redress Mechanism will be established, according to the land expropriation I
Upon identification of the need for involuntary resettlement in a project, the census survey should be conducted, to determine who will be eligible for assistance, and to discourage inflow of people ineligible for assistance (WB OP4.12)	The census shall be conducted after the application is approved in the public interest. The census and asset inventory survey is implemented after the announcement of the decision.	The census and asset inventory survey shall be conducted after the application under the Rwanda Expropriation law.	Census survey shall be done upon identification of the need for involuntary resettlement in a project under the preparatory survey, and to be updated by final valuation stage.
The socio-economic studies should be implemented in the early stages of project preparation and with the involvement of potentially displaced people. (WB OP4.12)	The Rwandan expropriation law requires the census and asset inventory survey.	The census and asset inventory survey shall be conducted after the application for land expropriation is approved.	Socio-economic survey shall be done under the preparatory survey, and to be updated by final valuation stage.

JICA Guideline/ Word Bank safeguard policy	Rwandan laws and regulations	Gaps	actions to be taken for filling the gap
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)	Under the Rwanda Expropriation law compensation is limited only those land titles and or recognizable customary or written evidence of land ownership, persons recognized as legal occupants and owners of the expropriated land and property.	The World Bank OP4.12 policy is much broader and includes both legal and illegal occupants of the land.	Compensation for structures, trees, perennial crops, and standing crops of illegal occupants shall be considered.
Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	Fair compensation can be paid in monetary form in the Rwandan currency or in any other form mutually agreed upon by the expropriator and the person to be expropriated. (Article 35)	The Rwanda Expropriation law confirms Land for land compensation.	In Kigali, where land is a limited resource, it is very difficult to implement land for land compensation, so compensation will be paid in cash.
Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	There are no explicit support for transition period and livelihood restoration	There are no explicit supports for transition period and livelihood restoration.	Compensation for one year crop will be paid as a compensation for loss of income for one season.. For some farmers who lose a part of income, priority for job will be provided.
Special attentions must be given to the vulnerable social groups including women, indigenous peoples, persons with disabilities, and minorities when implementing cooperation projects (JICA Guideline)	No mention	There could be vulnerable groups in the project area	Special attention will be paid to vulnerable groups.

ルワンダの法律では、土地の所有権あるいは使用権がない農民は、耕作している農地が用地取得対象となった場合、樹木や多年生植物については資産補償、穀物・野菜については収穫前に用地取得になった場合に Standing crop への補償はあるものの、所得損失に対する補償は規定されていない。社会経済調査結果から、用地取得により所得の多くを失う PAH が存在した場合、なんらかの支援が可能かどうか検討する。

### 2-3-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲（人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査の結果を含む）

#### 1) 社会経済調査結果

##### プロジェクト被影響世帯及び住民

現地調査及びセクター／セル関係者との協議を元に、2018年1月後半に本プロジェクトの影

響を受ける世帯・住民の特定を行い、その結果を元に社会経済調査を行ったが、その後道路幅の再測定で一部の世帯が対象から外れると共に、プロジェクトエリア内で居住あるいは営業を行っていない耕作世帯及び企業が新たに同定された。RAP 調査終盤で PAH と認定された世帯は、社会調査は実施できなかったが、インベントリ調査は実施した（非自発的住民移転対象 2 世帯は社会調査を実施している）。プロジェクト被影響世帯・住民の数を居住区ごとに以下の表に示す。

表 2-36 プロジェクト被影響世帯・住民・企業

PAHs

郡	セクター	セル	初期に同定され社会経済調査の対象となった世帯		RAP調査終盤で同定された世帯(社会経済調査未実施)		計
			一部/全部の土地所有権を有する世帯	政府所有土地のみを利用する世帯	一部/全部の土地所有権を有する世帯	政府所有土地のみを利用する世帯	
Nyarugenge	Kanyinya	Nzove	6		1		7
		Nyamweru	5		1		6
	Kigali	Nyabugogo	10	1	3	3	17
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	2		4		6
		Nyamugali	0	5	8		13
	Gisozi	Ruhango	29		5	1	35
計			52	6	22	4	84

PAP

郡	セクター	セル	初期に同定され社会経済調査の対象となった世帯		計
			一部/全部の土地所有権を有する世帯	政府所有土地を耕作する世帯	
Nyarugenge	Kanyinya	Nzove	20		20
		Nyamweru	23		23
	Kigali	Nyabugogo	37	9	46
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	14		14
		Nyamugali		23	23
	Gisozi	Ruhango	164		164
計			258	32	290

Corporations

郡	セクター	セル	社会経済調査実施			計
			社会経済調査実施	調査拒否	RAP調査終盤に同定	
Nyarugenge	Kanyinya	Nzove	1		1	2
		Nyamweru		1		1
	Kigali	Nyabugogo	1		1	2
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye				
		Nyamugali				
	Gisozi	Ruhango	4	1	1	6
		total	6	2	3	11

経済活動と支出

働いて所得を得ている世帯メンバーにセクター別収入源と年収を質問した（複数の収入源がある場合は最も高い収入源と 2 番目に高い収入源を質問した）。質問に回答しない人もいたため、正確なデータとは言えないが、結果を以下に示す。

表 2-37 プロジェクト影響住民の主要収入源（セクター別）

Level of the activities	Number of family members	Percentage
Agriculture	20	18%
Livestock	8	7%
Construction	1	1%
Manufacturing	1	1%
Commercial	33	29%
Trading	1	1%
Financial	5	4%
Transportation	3	3%
Government	11	10%
Education	1	1%
Professional	9	8%
Others	21	18%
Total	114	100%

複数の収入源を持ち片手間に農業をしている世帯が多いが、農業収入が主要収入源となっている世帯が 10 世帯確認された。

ルワンダでは、世帯支出を世帯収入の代わりに世帯の経済レベルを示す指標としている。本調査の対象となった 52 世帯の月別世帯消費支出の結果を以下に示す。中間値は RF 505,175 であった。

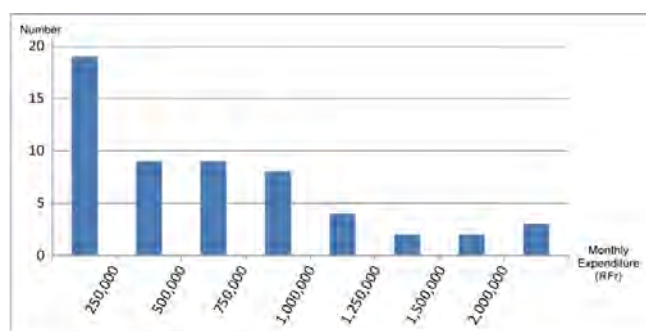


図 2-31 月別世帯支出

## 2) カットオフデート

カットオフデートは、2018年2月1日に設定され、この日から現地調査が開始された。しかし、このカットオフデートは暫定的なもので、最終の補償範囲及び補償価格を再度算定する必要がある場合、カットオフデートを再設定する。

### 2-3-2-4 補償・支援の具体策（受給者要件、補償の算定方法を含む）

補償の対象として以下のものがあげられる。

#### 1) 土地の永続的損失

##### ① 土地所有登録私有地

用地取得対象となっている土地は、PAHs にとって永続的な損失となる土地と工事期間中一時的に用地取得の対象となる土地の 2 種類ある。永続的損失となる土地は、送水管が埋設された土地で、湿地帯では幅 3.0 m、住宅地では幅 2.0 m の土地である。

ルワンダの法律では、土地所有登録をした土地を用地取得する場合、公正な市場価格+5%の

補償費を支払うことになっており、本事業でも正規の土地所有者には市場価格+5%迷惑料の補償費を支払う。今回の調査では、最近の土地価格データに基づき、提案した補償費が、土地取得税や登記料を含んだ再取得価格と同じ程度になるようにした。複数の土地を耕作する世帯に対しては、所有権を有する土地に対してのみ補償費を支払う。

② 政府所有耕作地

私有地を持たず、政府が所有する土地を耕作する世帯が9世帯ある。彼らは政府所有地の耕作を許可されているが、公共工事などで耕作地が用地取得対象になった場合、補償費なしで明け渡すことに合意している。政府所有地に居住する世帯が1世帯あり、敷地の一部が用地取得の対象となっているが、この場合も土地の補償は受けられない。

2) 一時的用地取得

一時的用地取得対象となる土地は、湿地帯と急斜面地にあり、主に仮設道路として使われる幅約5.0mの土地である。一時的用地取得に対しては、WASAC事業ではこれまで補償の対象としてこなかった。

全体の工事期間は2年3ヶ月ほどであるが、個々の現場の工事期間は数ヶ月であり、耕作者にとっては1シーズンの耕作機会損失となる。一時的用地取得に対しては、工事期間中の所得損失への補償として、一般的には補償の対象となっていない一年生作物への補償を行う。

プロジェクトの用地取得対象となった土地（永久的用地取得と一時的用地取得を合わせたもの）は、合計で147プロットある。

147プロットの土地を場所と使用目的別にまとめた表を以下に示す。最終列に、プロジェクトの影響を受ける土地面積を示す。

表 2-38 用地取得土地プロット数と広さ（場所と使用目的別）

DISTRICT	SECTOR	CELL	Number of HHs	Number of plots affected		Size of affected land (m <sup>2</sup> )
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	6	Cultivate land	7	1,841
				Business/commercial	2	1,323
	Gisozi	Ruhango	46	Cultivate land	22	6,174
				Housing plot	26	7,585
				Business/commercial	21	373
Nyarugenge	Kanyinya	Nyamweru	7	Cultivate land	6	1,621
				Housing plot	3	116
				Business/commercial	1	378
	Nzove	9	Cultivate land	14	6,397	
			Housing plot	0	0	
	Kigali	Nyabugogo	19	Cultivate land	28	10,936
				Housing plot	5	3,061
				Business/commercial	6	437
	Kimisagara	Kimisagara	*0	Cultivate land	1	280
<b>Grand Total</b>			<b>95</b>	<b>148</b>		40,665

\*：土地利用者はNyamweruで事業実施

また、用地取得対象の土地を所有形態別にまとめた表を以下に示す。最終列に永続的損失となる私有地の面積を示した。

表 2-39 所有形態別用地取得対象土地プロット

District	Sector	Cell	Size of affected land (m <sup>2</sup> )			Permanently affected land (only private land) m <sup>2</sup>
			Government land (m <sup>2</sup> )	Private land (m <sup>2</sup> )	Total	
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	2,680	484	3,164	157
		Nyamugali	3,933	2,242	6,174	445
	Gisozi	Ruhango	2,563	5,539	8,102	2,392
Nyarugenge	Kanyinya	Nzove	864	5,533	6,397	718
		Nyamweru	98	2,016	2,114	723
	Kigali	Nyabugogo	11,769	2,664	14,433	1,510
	Kimisagara	Kimisagara	280		280	-
total			22,187	18,478	40,665	5,946

恒久的及び一時的土地収用に関係する世帯数、プロット数、広さを以下の表にまとめる。

表 2-40 恒久的用地取得対象私有地の所有（利用）世帯数、プロット数、広さ

District	Sector	Cell	Affected HHs	Number of plots affected	Size of land affected (m <sup>2</sup> )
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	5	5	157
		Nyamugari	5	7	445
	Gisozi	Ruhango	40	47	2,392
Nyarugenge	Kanyinya	Nyamweru	7	8	718
		Nzove	9	12	723
	Kigali	Nyabugogo	14	21	1,510
Grand Total			80	100	5,946

表 2-41 一時的用地取得対象私有地の所有（利用）者世帯数、プロット数、広さ

District	Sector	Cell	Affected HHs	Number of plots affected	Total size of land affected(m <sup>2</sup> )
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	6	6	327
		Nyamugari	8	10	1,797
	Gisozi	Ruhango	40	47	3,147
Nyarugenge	Kanyinya	Nyamweru	7	8	4,815
		Nzove	9	12	1,293
	Kigali	Nyabugogo	14	21	1,477
Grand Total			84	104	12,855

### 3) 補償対象となる個人資産

補償対象となる個人資産として、家やフェンスなどの構造物と樹木・多年生作物があげられる。

#### ① 構造物

送水管埋設工事により影響を受ける構造物の場所を示す地図と補償対象となる構造物のリストを以下に示す。今回補償の対象となった構造物は、材料、広さ、建設方法などにより異なる再取得価格で補償する。再取得価格は以下により定義される。

再取得価格とは、影響を受ける試算を再取得するための費用であり、減価償却及び取引に関する税または手数料を引かずに、移転前に計算された価格である。

一方、「ル」国の国内法では、以下のとおり補償額査定を行う。

- ・現在所有する資産を法令に沿って公正な市場価格にて査定する。
- ・法令に沿って 5%分の迷惑料を上乗せした資産価格を補償する。

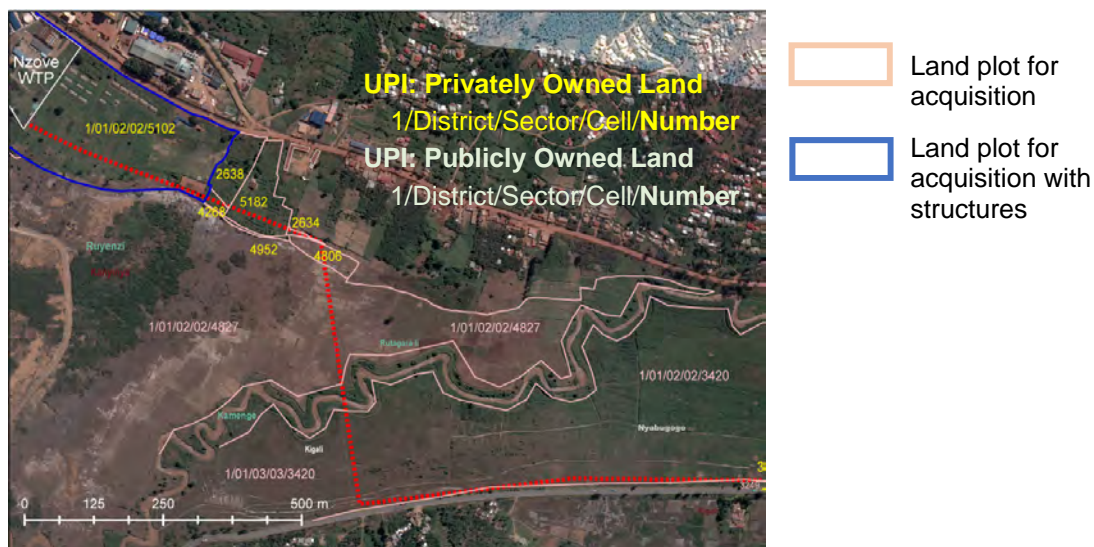
この場合、「ル」国の国内法では減価償却の有無が不明であり、5%の上乗せがあったとして



も現在所有する資産を再取得するための価格で補償することが可能かどうかは確認できない。したがって「ル」国の国内法に基づく補償額査定においては減価償却を行わず、取引に関する税や手数料を引かずに算定し、5%分の迷惑料を上乗せする。これにより、上記で定義された再取得価格による補償が担保されることになる。

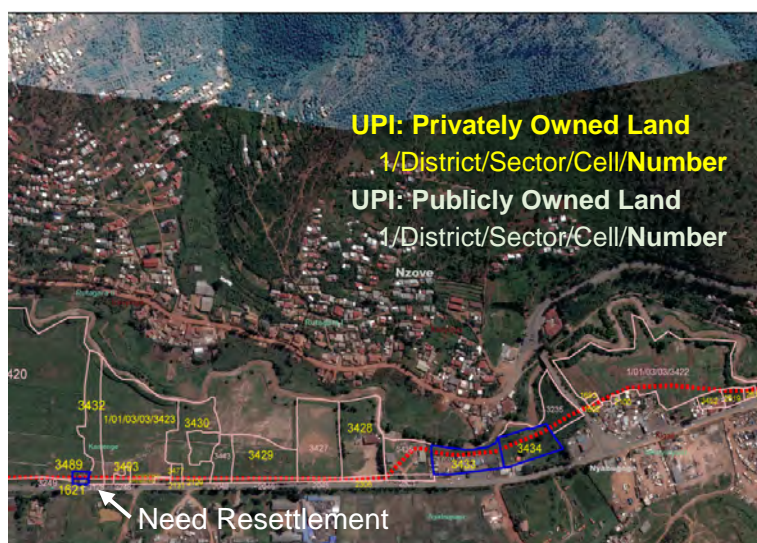
世銀の Development of Urban Infrastructure in six Secondary Cities of Rubavu, Rusizi, Musanze, Muhanga, Huye and Nyagatare of Rwanda, and the City of Kigali を参考にして、土地あるいは建物の2割以上がプロジェクトの影響を受ける場合は、移転対象とすることにした。その結果、2つの家屋が移転対象と判定された。住民移転対象世帯は表のセルの色を黄色にしている。

ンゾベ



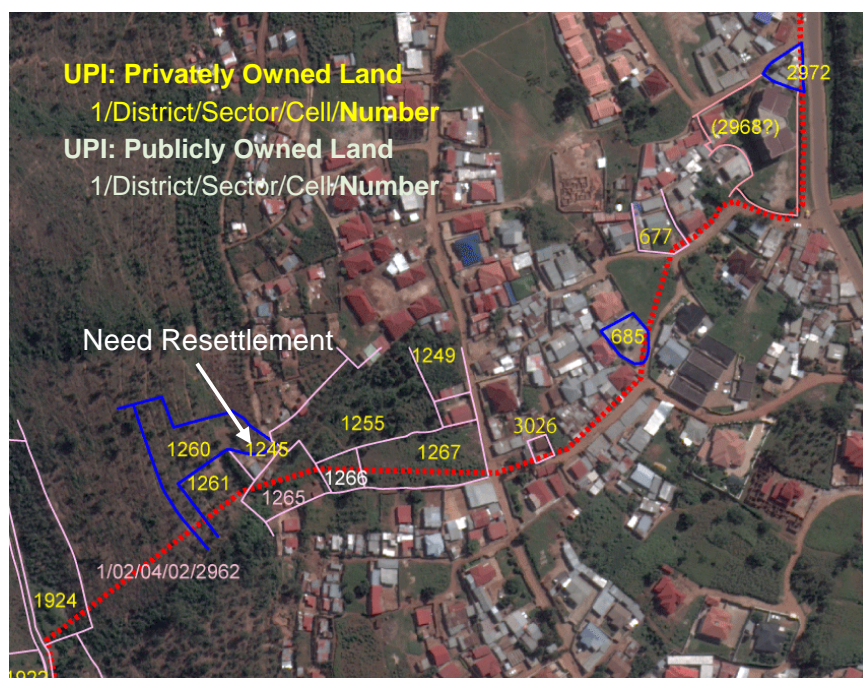
No	Name of Owner/User	UPI (Unique parcel Identifier)	Total land	Owner ship	Affected Land/Qty	Structures		Unit	Qty
						Nature	Materials		
1		1/01/02/02/5102	121886	Private	3536	Fence	Steel Frame	m <sup>2</sup>	12.5

Nyabugogo



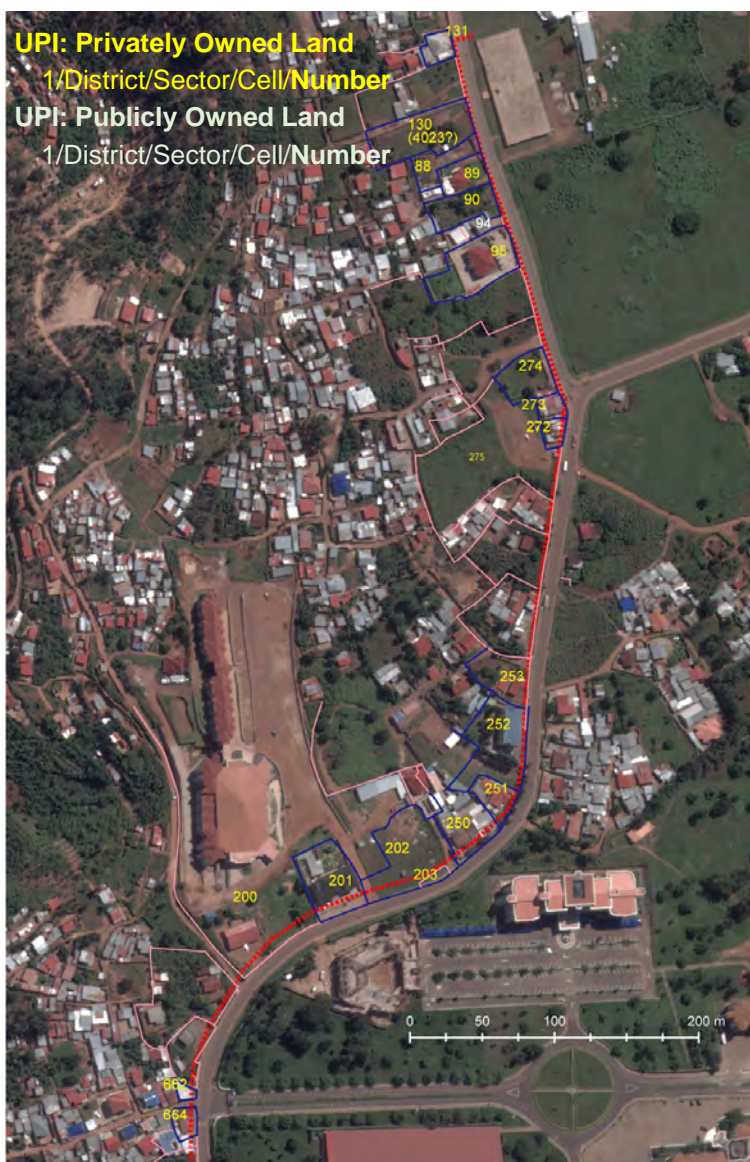
No.	Name of Owner/User	UPI (Unique parcel Identifier)	Total land	Owner ship	Affected Land/Qty	Structures		Unit	Qty
						Nature	Materials		
1		1/01/03/03/1621 1/01/03/03/3489	288 377	Private Private	116.5 370	House	Tree Trunk with mud and concrete	units	4
2		1/01/03/03/3433	5694	Private	437	Fence	Concrete Block	m <sup>3</sup>	114
						Storage 1 behind fence	Concrete Block	m <sup>3</sup>	7.5
						Tap Water	Steel Frame	Pies	1
						Storage 2	Cement Brick	m <sup>3</sup>	8.5
3		1/01/03/03/3434	5507	Private	335	Fence	Steel Frame	m <sup>2</sup>	182
4		1/01/03/03/3435		Gov.					

**Ruhango (a steep hillside)**



No.	Name of Owner/User	UPI	Total land	Owner ship	Affected Land/Qty	Structures		Unit	Qty
						Nature	Materials		
1		1/02/04/02/685	571	Private	44	Fence	Steel Frame	m <sup>2</sup>	26
2		1/02/04/02/1260	2307.11	Private	80	House	Mud bricks	unit	2
3		1/02/04/02/2972	410	Private	30	Basement stairs	Cement and stones	m <sup>2</sup>	1.5
						windows + protective screen	metallic	m <sup>2</sup>	1.2
						Door	metallic	pces	1
						Partial House wall	mud bricks	m <sup>2</sup>	14.3

**Ruhango (along the paved road)**



No.	Name of Owner/User	UPI	Total land	Owner ship	Affected Land/Qty	Structures		Unit	Qty
						Nature	Materials		
1		1/02/04/02/131	350	Private	30	Paves	Concrete	m <sup>2</sup>	21.75
						Fence	Bricks	m <sup>2</sup>	76.3
						Gate	Steel	Pces	1
2		1/02/04/02/4023	916	Private	15.46	Entrance	Cement	m <sup>2</sup>	3.85
3		1/02/04/02/88	761	Private	24	Paves Floor	concrete	m <sup>2</sup>	17.4
4		1/02/04/02/89	729	Private	30	Paves Floor	concrete	m <sup>2</sup>	21.75
						Fence	Bricks+ Grasses	m <sup>2</sup>	106.7
5		1/02/04/02/95	1914.7	private	60	Paves	concrete	m <sup>2</sup>	43.5
						gate house foundation	stones and cement	m <sup>2</sup>	12.6
						gate house walls	oven fired bricks	m <sup>2</sup>	12.87
						gate house Door	metal and glass	Pces	1
						gate house roof	metallic sheet	m <sup>2</sup>	24.75
						Entrance	Cement	m <sup>2</sup>	5.4
						Fence	Stones	m <sup>2</sup>	19.5
6		1/02/04/02/274	1098.0	Private	18.7	Paves Floor	Bricks	m <sup>2</sup>	18.7

No.	Name of Owner/User	UPI	Total land	Owner ship	Affected Land/Qty	Structures		Unit	Qty
						Nature	Materials		
7		1/02/04/02/90	1000	Private	40	Paves Floor	concrete	m <sup>2</sup>	29
		1/02/04/02/273	342.23	Private	11	concrete base	concrete and stones	m <sup>3</sup>	7.7
8		1/02/04/02/272	313.85	Private	11	concrete base	concrete and stones	m <sup>3</sup>	7.7
9		1/02/04/02/253	1192.48	Private	15.58	Fence wall	Concrete blocks	m <sup>3</sup>	8.7
10		1/02/04/02/252	2173.6	Private	30.38	Paves Floor	Concrete	m <sup>2</sup>	30.38
						Fence	Metal	m <sup>2</sup>	78
11		1/02/04/02/251	563.5	Private	30	Paves Floor	concrete	m <sup>2</sup>	30
12		1/02/04/02/250	1625.4	Private	20	Fence wall	concrete blocks	m <sup>3</sup>	103
13		1/02/04/02/201	1743.7	Private	19.904	Paves Floor	concrete	m <sup>2</sup>	19.404
14		1/02/04/02/662	162	Private	5.565	Stairs	concrete	m <sup>2</sup>	4.565
15		1/02/04/02/664	368	Private	8.5	Stairs	Concrete	m <sup>2</sup>	8.5
16		1/02/04/02/94		Gov.					

## ② 非自発性住民移転対象世帯

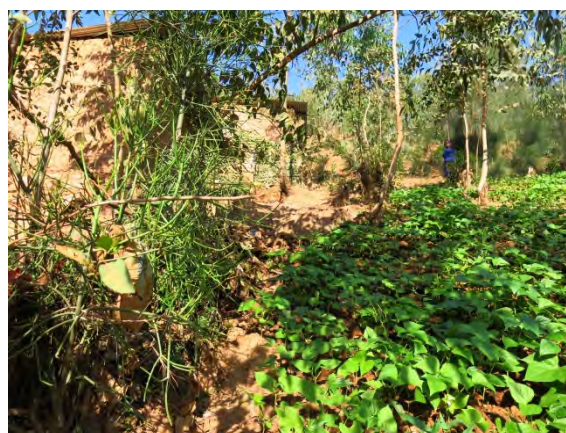
国道（RN1）沿いの民家1軒の移転が必要と判断された。加えて、送水管設置ルートから少し外れるものの、急斜面での送水管設置作業の障害になることから丘陵中腹に建てられた住宅も住民移転対象と判断された（一時的用地取得対象地）。2軒とも環境保全などの観点からすでに区から移転が必要と認定された住宅であった。

表 2-42 非自発性住民移転対象世帯

No.	Name of Owner/User	Cell	No. of family member	Ownership		Main income sources
				Land	Structure	
1		Nyabugogo	4	registered	registered	Livestock business and farming
2		Ruhango	6	registered	registered	Employed (part time) professional



House to be resettled in Nyabugogo Cell (壁にXマークが付けられている)



House to be resettled in Ruhango Cell (急斜面の最終地点近く)

住民移転が必要な住宅

### ③ 樹木・多年生作物

私有地、政府所有地どちらにおいても樹木及び多年生耕作物も補償の対象であり、再取得可能として市場価格+5%の迷惑料で補償費として支払う。

送水管埋設工事エリア内にある農地でインベントリ調査時に耕作物が確認された耕作物の量及び耕作面積をまとめた。また、耕作物が確認されたプロットの場所、耕作する PAH の数、所有形態別被影響土地面積をまとめた表を以下に示す。

表 2-43 プロジェクトの影響を受ける農地で確認された耕作物の数及び耕作面積

DISTRICT	SECTOR	CELL	Affected HHs	Government Land	Private land	Total
Gasabo	Gatsata	Nyamabuye	5	2,680	482	3,162
		Nyamugari	5	2,926	648	3,574
	Gisozi	Ruhango	23	969	4,919	5,888
Nyarugenge	Kanyinya	Nyamweru	5	98	1,834	1,932
		Nzove	6		5,050	5,050
	Kigali	Nyabugogo	13	10,154	1,721	11,875
	Kimisagara	Kimisagara	0*	280		280
Grand Total			<b>57</b>	17,106	14,655	31,761

耕作者はNyamweruで事業をしているため、すでにNyamweruでカウントされている

#### 4) 所得損失への補償

##### ① 一時的所得損失

一時的用地取得により、収入の一部を損失する農民/企業が出る。送水管理設工事は、埋設作業終了後工事現場をできる限り速やかに原状回復することで、個々の現場における一時的用地取得期間を短くすることが重要であるが、一定の収入損失は避けられず、所得損失への補償が必要になる。

##### ビジネスの休業補償

送水管理設ルート上にある自動車学校は、埋設工事中営業ができなくなる。3か月分の収益の減少分（迷惑料として5%追加）と固定経費を休業補償として支払う

##### 農民の所得損失

一時的用地取得により、1年生作物を耕作する農民は1シーズン耕作ができなくなり、その分所得が減る。一時的所得損失の補償として、1年生作物への補償を行う（市場価格+5%）。

##### ② 永続的所得損失への補償

農民への用地取得の影響は、耕作している農地のもともとの面積や世帯収入における農業収入への依存度により大きく異なる。政府所有の土地を耕作している世帯の中で、農業収入への依存が高く、且つ用地取得により農地の3-4割を失う世帯が少なくとも2世帯存在することが判明した。永続的所得損失として金銭による補償の実施はルワンダ側の抵抗が大きく、土地の制約が大きいキガリ市では代替農地の提供も非常に難しいため、所得補償の代替として建設作業員として優先的に雇用することになった。

この2世帯の年間世帯収入は約US\$2,000で、プロジェクト後は3割程度減少すると推測される。一方、ルワンダでのスキルのない建設作業員の日当はUS\$5-US\$8である（年に換算するとUS\$1,200-US\$1,920）。所得損失分の2年-3年分の金額となる。

#### (5) 社会的弱者への支援

社会経済調査で世帯主が障害者などの社会的弱者である世帯を特定した。これらの世帯にはスムーズな補償費の支払いや世帯構成員への建設作業員としての優先的雇用などの支援を行う。

#### (6) 生活再建策

上記のように、非自発的住民移転対象となった世帯は2世帯であった。2世帯とも、土地所有者であり、土地、建物、その他構造物の補償を受け取ることができる。また2世帯が住む住居は、すでに環境基本法などをもとに移転が必要と認定されていた住居であったこともあり、移転の合意はできている。

Nyabugogo Cellの世帯は、畜産と農業で生活しており、事業を継続できる移転先を探す必要がある。年間所得がUS\$5,000を超えており、再取得可能な補償費でキガリ市郊外で事業を継続することは十分可能と思われる。RAPモニタリングで、移転後の舎兄経済状況をモニタリングする。

Ruhango Cellの世帯は、土地と関係がない仕事で生計を立てており（一人は専門職、もう一人は自営業）、移転の影響は比較的小さいと言える。

受給権者要件表を以下に示す。

表 2-44 提案した Entitlement Matrix

Type of Loss	No HH	Quantity	Unit	Eligibility Criteria	Entitlement
<b>1. Loss of Private Land</b>					
<b>1.1. Permanent loss of private Land</b>	80	5,946	m <sup>2</sup>	Land owners where the proposed pipeline will be installed	Compensation in cash because the land to be affected is small and no free land available. Compensation for loss of land will be arranged based on the full replacement cost
<b>1.2. Temporary Loss of Private Land</b> (1) in construction road	84	12,855	m <sup>2</sup>	Land owners where the proposed pipeline and construction roads facilities will be constructed temporarily	People will be notified on time and the construction period should have shortened. Temporary loss of land results in the loss of income, and this is covered by compensation for loss of income.
<b>2. Loss of Government Land</b>					
<b>2.1. Loss of government land</b>	9 +	4,917	m <sup>2</sup>	Current users of affected land	No compensation required because it's government land and only small portion will be affected. Affected households should be allowed to use the land outside the pipeline area
<b>3. Loss of assets in the private/government land</b>					
<b>3-1 Perennial crops and trees</b>	57	241	Pies	Various rights and interest holders	Cash compensation and 5% disturbance allowances per as expropriation law
		4,158.7	Are		
<b>3-2 Loss of houses</b>	2	2	Unit	House owners	Compensation of the house at replacement cost based on the market value such as materials and labor cost without depreciation, and disturbance allowances as 5% of market value. Transaction tax and commission fee shall be added as compensation.
<b>3-3 Loss of other structures</b>	22	22	Unit	Various rights and interest holders	Compensation of other structures at replacement cost based on the market value such as materials and labor cost without depreciation, and disturbance allowances as 5% of market value. Transaction tax and commission fee shall be added as compensation.
<b>4. Loss of income</b>					
<b>4-1 Temporary loss of income for business</b>	1	2	Wee ks	Business owner in the projects construction area such as driving school	Disturbance allowances to be included in compensation of assets
<b>4-2 Temporary loss of income for farmers</b>	57			Current users of affected land	Cash compensation for one-year crop for one season and 5% disturbance allowances
<b>4-2 Permanent loss of income (farmers)</b>	2	2	HHs	HHs who will lose Farming income	Priority in employment during construction
<b>5. Support for vulnerable people</b>					
<b>5-1 Vulnerable people</b>	7	7	HHs	Households where the head of household is vulnerable	Priority in employment during construction

### 2-3-2-5 苦情処理メカニズム

用地取得法第 26 条は補償に同意できない場合の手続きが示されている。同法に基づく苦情処理メカニズムを以下に示す。

(a) 苦情処理の流れ

苦情処理の手順を以下に示す。

- 1) 財産調査の初期段階に苦情処理手順を記した資料を被影響者に配布

- 2) 苦情の届け出（苦情およびその証拠を書面で提出）
- 3) 地域にあるメカニズム（用地取得補償委員会、被影響者の同業者、被影響者の属する地域の村長ら）を活用した苦情の処理
- 4) 協議結果の通知
- 5) 被影響者の承諾書（夫婦の場合は2人の承諾書）補償費をもって補償の支払い

(b) 苦情処理の具体的な手続き

用地取得、移転、補償などに不満を持つ者は、用地取得・補償委員会に対し、書面で苦情を申し立てる。苦情の受付記録は、申立人によって日付および署名が記される。指定された WASAC の担当オフィサーと用地取得・補償委員会は受け付けた苦情の正当性を審査する。

苦情が正当であると判断された場合、同委員会は申立人に対する支援を行うことを通知する。用地取得・補償委員会は協議後7日間以内に協議結果を申立人に対して伝える。

苦情が資産の評価に関わる内容の場合は、双方の合意に達するまで第2回、第3回の評価を実施する。これらは其々、初回の査定を実施した者とは異なる鑑定士によって実施される。

苦情の申立人が期限内に満足のいく回答を得られなかった場合には、関連する District Land Bureau などの地方行政に申し立てを行う。プロジェクト専任スタッフが必要に応じて支援を行う。

郡は申立てから30日間以内に調停することとされているが、それでも同意が得られない場合はセル単位の調停機関（Abunzi）が苦情処理を担う。ここでも決着がつかない場合は、裁判所における訴訟となる。用地取得・補償委員会は全ての司法手続き段階において申立人に支援を提供し、可能な限り最善の結果が得られるよう協力する。なお、Abunzi による調停は補償金額が3百万ルワンダフラン未満の事案に限られている。苦情の対象となる補償金額がこれを上回る場合は、Abunzi を経由せずに裁判所へ訴訟を起こすこととなる。

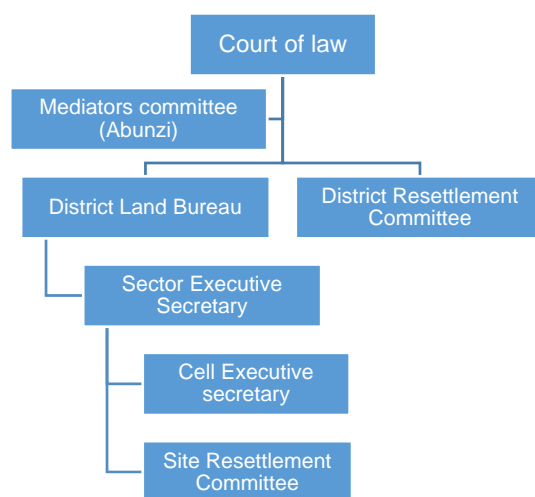


図 2-32 提案する苦情申し立てメカニズムフロー

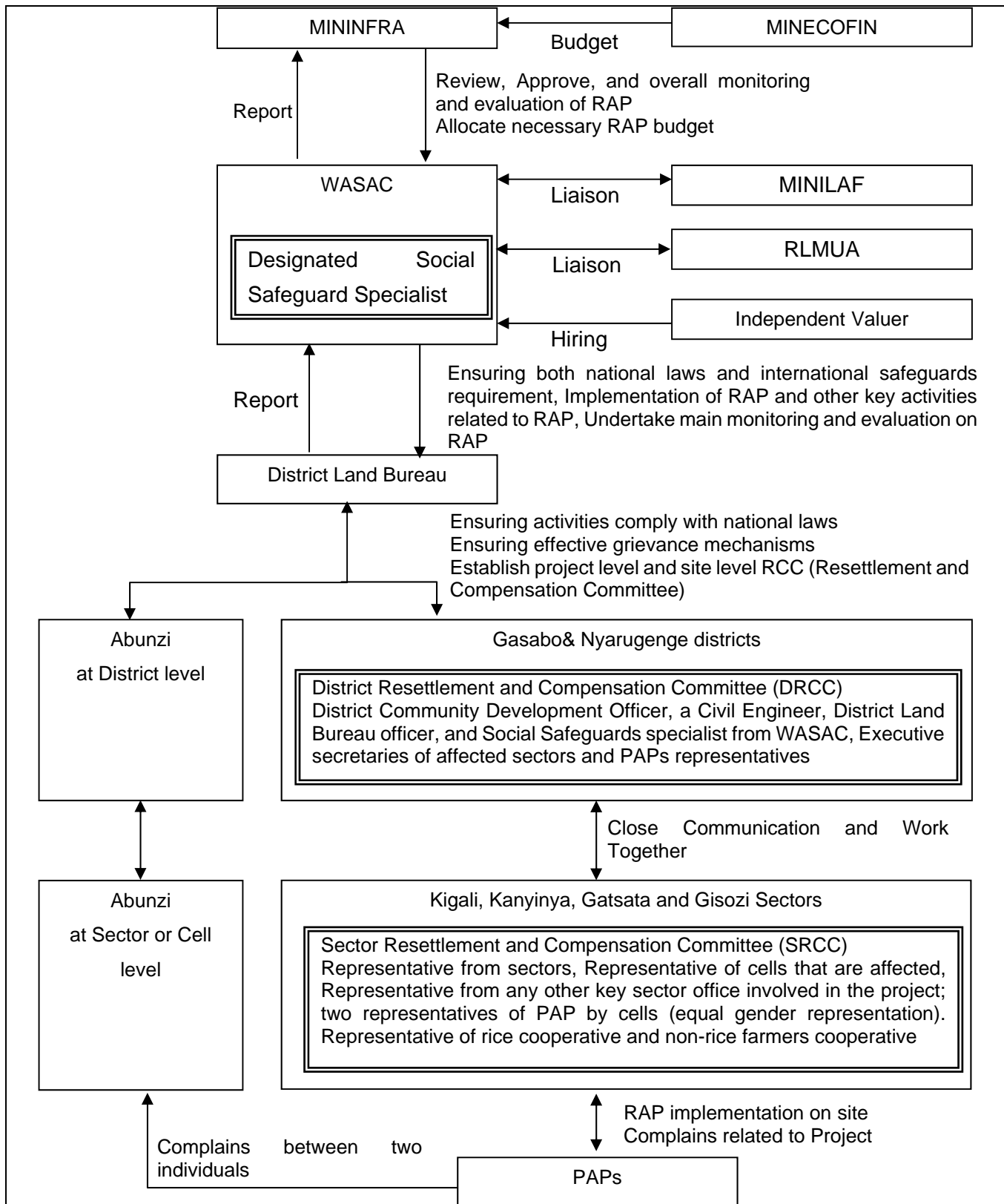
### 2-3-2-6 実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）

RAP 実施における関係機関の責任範囲を下表に示す。



表 2-45 RAP 実施における各組織の責任範囲

Institutions	Responsibilities
WASAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Designate a social safeguard specialist(s) who will be the focal point for RAPs implementation and will liaise with other stakeholders.</li> <li>Initiate the expropriation process and compensation requirements;</li> <li>Preparation and signature of compensation grant agreement with the district;</li> <li>To establish Resettlement and Compensation Committee in consultation with District Land Bureau;</li> <li>Have a representation in District Resettlement and Compensation Committee</li> <li>Provision of capacity building and technical support relating to expropriation and compensation activities;</li> <li>Ensure funds allocated appropriately, according to RAP;</li> <li>Prepare the RAP closure report and file all documentation related to RAP implementation;</li> <li>Hire independent assets valuar upon the completion of final detailed design study.</li> </ul>
MINILAF	<ul style="list-style-type: none"> <li>To ensure that the expropriation process is done in compliance with land policies, land law and expropriation law;</li> <li>Ensure the RAP is within the context of national land use plan.</li> </ul>
RLMUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>To advise on matters related to land ownership and expropriation activities;</li> <li>To participate in verification of land ownership and land titles.</li> </ul>
Districts	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verify land owners from records of land register;</li> <li>Monitor and approve activities pertaining to valuation of land and other immovable property;</li> <li>Approve land expropriated land surveys;</li> <li>Coordinate the establishment of Resettlement Committees;</li> <li>Work in collaboration with the Resettlement and Compensation Committees to ensure that the valuation and compensation is done in accordance with the law and the requirements of this RAP.</li> <li>To facilitate the PAPs to purchase new land;</li> <li>Facilitate the transfer of land titles after;</li> </ul>
District Resettlement Committee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verifying PAPs</li> <li>Validate inventories of PAPs and valuation affected assets;</li> <li>Allocate land, where required, to permanently affected households;</li> <li>Facilitate conflict resolution and addressing grievances.</li> </ul>
Site resettlement Committee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Help in creating awareness on expropriation process;</li> <li>Monitor the implementation of expropriation closely with environment protection committees to monitor the use of marshlands and reserved areas;</li> <li>Conflicts resolution;</li> <li>Help in land demarcation confirm holders of land rights during land resettlement process, participate in the identification of community settlement sites, identify and list escheat land, and serve as witnesses in compensation and resettlement</li> </ul>
Mediators/ Abunzi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolving disputes</li> <li>Provide grievances mechanism following land acquisition.</li> <li>Help in designing RAP at the community level to ensure community buy in.</li> </ul>
Project Affected Persons	<ul style="list-style-type: none"> <li>Be present when the land survey and inventory is being carried out</li> <li>Provides all required information in regards to resettlement activities</li> <li>Participate in expropriation activities</li> </ul>



## 2-3-2-7 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）

RAP 実施スケジュール案を以下に示す。

Items	2018												2019												2020												2021									
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Month accumulated																																														
RAP preparation																																														
RAP Confirmation																																														
Final detailed design and tendering																																														
Confirmation of eligibility																																														
Final cut-off date																																														
Establishment of resettlement committee																																														
Final assets valuation and compensation agreement																																														
Compensation																																														
Construction																																														
Monitoring and grievance redress																																														
RAP closure report																																														

## 2-3-2-8 費用と財源

RAP の実施および準備やモニタリングに必要な費用を以下に示す。必要な費用は全て本事業実施機関である WASAC が負担する。

### 1) RAP 実施費用

RAP 実施費用を以下の表に示す。

表 2-46 RAP 実施費用

No	Item description	HHS/Corporation	Unit	Quantity	Total Cost( frw)
1	Permanent loss of land	80	SQ	5,946	62,257,509
2	Loss of trees and crops	57	Pces Sqm	569 4408	6,914,742
3	Loss of houses & structures	2 22	House Structure	2 21	62,834,470
4	Final valuation	-	Ls	1	20,010,000
		95			<b>152,016,721</b>

### 2) モニタリング実施費用

表 2-47 モニタリング実施費用

Activity	Indicator	Qty	Unit cost (FRW)	Total Cost (FRW)
Meeting for set up resettlement committees	Established committee	5	100,000	500,000
Follow up valuation and compensation process	Field report	7	360,000	2,520,000
Meetings for grievance redress	Meetings/grievance resolved	12	100,000	1,200,000
PAPs Livelihoods assessment	Assessment report	1	5,000,000	5,000,000
<b>Total</b>				<b>9,220,000</b>

## 2-3-2-9 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

モニタリングと評価プロセスの主な目的は、被影響者がプロジェクト実施前に RAP で計画された補償や支援を全て受け取っているか、事業開始後に被影響者の生計水準が少なくとも事業実施以前と同等かそれ以上の水準まで回復したことを確認することである。

モニタリング実施体制は、図 1-9 RAP 実施体制に示したように、RAP を実施するセクターレベルの住民移転・補償委員会からの報告を、WASAC 担当者も参加する区レベルの住民移転・補償委員会で取りまとめ、WASAC が報告書を作成する。

モニタリングフォームは 2-3-3-1 にまとめた。

## 2-3-2-10 住民協議

RAP に係わる住民協議は EIA 住民協議と同時に開催された。詳細は 2-3-1-11 を参照。

## 2-3-3 その他

### 2-3-3-1 モニタリングフォーム案

#### 環境管理計画

表 2-29 に基づくモニタリングフォーム案を以下に示す。

#### 1. Response/Actions to Comments and Guidance from Government Authorities and the Public

Date:

Venue:

Organizations or Communities:

Monitoring Item	Monitoring Results during Report Period
Number and contents of formal comments made by the public	
Number and contents of responses from Government agencies	

#### 2. Pollution

##### 1) Surface Water Quality

Item	Unit	Down-stream	Main point	Up-stream	Country Standards	Standards for Contract	Referred National Standards*	Frequency
pH	-				-	6.5-85	RS 109 ( discharged industrial wastewater )	Quarterly
Temperature	degree				-	<3	RS546 (Drinking water	
Turbidity	NTU				-	5	RS546 (Drinking water	
TSS	mg/l				-	50	RS 109 ( discharged industrial wastewater )	
Oil					-	observed		

Sampling point: WQ16: Nyabugogo at Giticyinyoni on Nemba gauging station

Result of the baseline survey and standards

	Unit	Down-stream	Main point	Up-stream	National permissible limits <sup>5</sup>	Reference national Standards
Temperature	°C	20.5	20.2	20.4	<3	RS 109 ( discharged industrial wastewater )
pH	-	6.63	6.86	6.84	6.5-85	RS546 (Drinking water
Turbidity	NTU	723	702	688	5	RS546 (Drinking water
TSS	(mg/l)	282	280	276	50	RS 109 ( discharged industrial wastewater )

Source: UR/College of Applied Science and Technology, Feb 2018

<sup>5</sup> Rwanda does not have specific standards for surface water or ground water. Water assessment results were compared either with drink water (RS 546) or industrial wastewater discharge (RS 109).

## 2) Noise and Vibrations

Item	Unit	Measured Value (mean)	Measured Value (Max)	Country Standards	Standards for Contract	Referred International Standards	Measurement Point	Frequency
Noise LAeq	dB(A)			60 (residential area) 65 (Industrial area)	60/65	85 (Japan)	Nzove WTP, Ntora Reservoir, 4 sections at the wetland, and steep slope	Quarterly
Vibrations	dB(A)			-	-	75 (Japan)	Nzove WTP, Ntora Reservoir, 4 sections at the wetland, and steep slope	Quarterly

### Result of the baseline survey

Full name of the feature/area	Noise			Vibrations		
	Maximum dB(A)	Minimum dB(A)	Average dB(A)	Maximum (VdB)	Minimum (VdB)	Average (VdB)
Trinity Nursery school	66.4	48.6	55.4	3.5	0.4	2.3
Gatsata near Nyamabuye cell	64.7	42.5	51.6	2.3	0.2	1.8

### Ambient noise standards in Rwanda

No	Area	Time During Day (hours)	Limits, dB(a)
1.	Industrial Noise	07:00-21:00	60.0
		21:00-07:00	55.0
2.	Neighborhood Noise	07:00-18:00	60.0
		18:00-21:00	55.0
		21:00-07:00	50.0

## 3) Waste (Construction waste)

Frequency: weekly

Date: Item: Waste Management

Mark: "✓" if management is done as required

Location	Exact location	Kind of waste	Volume of waste (m <sup>3</sup> )	Final disposal or reuse	Stored at designated place	Waste separation	Remark
WTP site	-						
Ntora reservoir	-						
Section 1							
Section 2							
Section 3							
Section 4							
Steep slope							
Ruhango (residential area)							

## 4) Mitigation measures

Frequency: weekly

Date:

Mark: "✓" if mitigation measure is done

No	item	Monitoring Site **	Exact Location of pipe installation work (Cell/Village)	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Check the conditions of vehicles (dust control)				
2	Watering (dust control)				
3	Covering truck load with a sheet (dust control)				
4	Using oil pan (soil pollution)				

No	item	Monitoring Site **	Exact Location of pipe installation work (Cell/Village)	Mitigation measure is done or not	Remarks
	prevention)				
5	Installing fence at steep slope (soil erosion prevention)				
6					

\*\* Monitoring site:

Nzove WTP, Ntora Reservoir, 4 sections at the wetland, steep slope, Ruhango, and a Storage places

### 3. Natural Environment

#### 1) Biota and ecosystems

Item	Monitoring Results during Report Period	Measures to be Taken	Frequency
Clearance activities (visual inspection)			Weekly
Management of top soil (visual inspection)			Weekly

#### 2) Hydrological Situation

Item	Monitoring Results during Report Period	Measures to be Taken	Frequency
Impact of construction work on steep slope (visual inspection)	<i>Soil erosion</i>		Weekly

#### 4. Social Environment

##### 1) Resettlement

##### Pre-Construction phase

Resettlement, Land expropriation, and compensation for assets and crops (monthly report)

1.Preparation		Planned Total	Unit	2019.2		2019.3		2019.4		2019.5		Expected completion date		Responsible organization
				Qty	%	Qty	%	Qty	%	Qty	%			
1-1	Employment of Individual Valuer	5	Times											WASAC
1-2	Designation of Social Safeguard Staff in WASAC	1	M/M											
1-3	Establish SRCC and DRCC Committee	5	Committee											
1-4	Training of officers involved for 1-3	1												
2.Update PAPs list and Final Asset Valuation														WASAC
2-1	Identification of final PAHs	95	HH											
2-2	Announcement to Affected people	3	Time											
2-3	Cost estimation for expropriation													
2-4	Consultation meeting times	10	Time											
2-5	PAHs sign agreement	95	HH											
3. Progress of resettlement														WASAC
3-1	Kanyinya													
3-2	Kigali	1	HH											
3-3	Gatsata													
3-4	Gisozi	1	HH											
4. Progress of land acquisition														WASAC
4-1	Kanyinya	8,511	m <sup>2</sup>											

1.Preparation		Planned Total	Unit	2019.2		2019.3		2019.4		2019.5		Expected completion date		Responsible organization
				Qty	%	Qty	%	Qty	%	Qty	%			
4-2	Kigali	14,261	m <sup>2</sup>											
4-3	Gatsata	9,338	m <sup>2</sup>											
4-4	Gisozi	8,102	m <sup>2</sup>											
4-5	Kimisagara	280												
5.Progress of compensation in cash														WASAC
5-1	Kanyinya	16	HH											
5-2	Kigali	19	HH											
5-3	Gatsata	19	HH											
5-4	Gisozi	41	HH											
6. Construction work job arrangement for some PAHs														Local authorities, WASAC
6-1	Kanyinya		HH											
6-2	Kigali		HH											
6-3	Gatsata		HH											
6-4	Gisozi		HH											
7. Complain and Grievance Redress N/A Cases			Case											RCC
7-1	Solved cases		Case											
7-2	Unsolved cases		Case											

Record of Complain and Grievance Management

No	Date	Complain and Grievance from PAPs	Solution / Result / Any actions to be taken



Consultation meetings

No	Date	Sector	Nos of Participants	Key agenda and result of discussion

During Construction

住民移転世帯の社会経済調査（1年目：半年に1回、2年目：1年に1回）

Questionnaire: a part of the questionnaire, used fro the socio-economic survey, will be used.

2) Livelihood

Before Construction

Item	Monitoring Results during Report Period	Measures to be Taken	Frequency
Support for vulnerable groups			Monthly
Priority in Employment			Monthly
Other employment			Monthly

3) Safety Management (Health and Occupational Safety)

Safety and health management plan

Pre-construction phase

	Safety and health management plan is submitted	Approved by the Consultant	
Date			

Training programs

No	Date	Training	Agenda	Participant
1				
2				

During Construction

Safety management

Date:

No	item	Monitoring Site **	Exact Location of pipe installation work (Cell/Village)	Result	Remarks
1	Number of meetings organized since the previous monitoring				
2	Safety gear distribution (%)				
3	Keep records of accidents and injuries properly (Yes/No)				
4	Installation of fences, assignment of guards (Yes/No)				

\*\* Monitoring site:

Nzove WTP, Ntora Reservoir, 4 sections at the wetland, steep slope, and Ruhango

Record of Accidents

No	Date	Details of accidents	Solution / Result / Any actions to be taken

4) Other checklist

Date:

Mark: "✓" if mitigation measure is done

No	item	Monitoring Site **	Exact Location of pipe installation work (Cell/Village)	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Communities get the information on the construction schedule				
2	Communities know get the information of traffic management				
3	Installation of signboard				
4					

\*\* Monitoring site:

Nzove WTP, Ntora Reservoir, 4 sections at the wetland, steep slope, and Ruhango

5) Record of Complains

No	Date	Complains	Solution / Result / Any actions to be taken

2-3-3-2 環境チェックリスト

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	(a) Have EIA reports been already prepared in official process? (b) Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government? (c) Have EIA reports been unconditionally approved? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (d) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?	(a) Yes (b) N (c) N (d) N	(a) EIA report was prepared and submitted to RDB in July (b) EIA report was approved in July (c) (d)
	(2) Explanation to the Local Stakeholders	(a) Have contents of the project and the potential impacts been adequately explained to the Local stakeholders based on appropriate procedures, including information disclosure? Is understanding obtained from the Local stakeholders? (b) Have the comment from the stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design?	(a) Y (b) Y	(a) At the stakeholder meetings, the project contents and its impact were adequately explained and stakeholders basically agreed with the project. (b) Participants of consultation meetings made comments and questions, but none of them was critical.
	(3) Examination of Alternatives	(a) Have alternative plans of the project been examined with social and environmental considerations?	(a) Y	(a) Alternative routes and river crossing methods were examined with social and environmental considerations.
2 Pollution Control	(1) Air Quality	(a) Is there a possibility that chlorine from chlorine storage facilities and chlorine injection facilities will cause air pollution? Are any mitigating measures taken? (b) Do chlorine concentrations within the working environments comply with the country's occupational health and safety standards?	(a) N (b) -	(a) Construction/modification of water purification plant is not included in the project components. (b) ditto

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(2) Water Quality	(a) Do pollutants, such as SS, BOD, COD contained in effluents discharged by the facility operations comply with the country's effluent standards?	(a) -	(a) Construction/modification of water purification plant is not included in the project components.
	(3) Wastes	(a) Are wastes, such as sludge generated by the facility operations properly treated and disposed in accordance with the country's regulations?	(a) -	(a) Construction/modification of water purification plant is not included in the project components.
	(4) Noise and Vibration	(a) Do noise and vibrations generated from the facilities, such as pumping stations comply with the country's standards?	(a) Y	(a) The transmission pumps, which are to be installed at the Nzove WTP, will be covered with RC walls and nearest houses are far away from the pump station, so the noise will not reach the boundary of the site and neighboring houses.
	(5) Subsidence	(a) In the case of extraction of a large volume of groundwater, is there a possibility that the extraction of groundwater will cause subsidence?	(a) N	(a) No groundwater will be used.
3 Natural Environment	(1) Protected Areas	(a) Is the project site or discharge area located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? Is there a possibility that the project will affect the protected areas?	(a) N	(a) The project site is not located in protected areas and there is no expected impact of the project on the protected areas.
3 Natural Environment	(2) Ecosystem	(a) Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)?(b) Does the project site or discharge area encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions?(c) If significant ecological impacts are anticipated, are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem?(d) Is there a possibility that the amount of water used (e.g., surface water, groundwater) by project will adversely affect aquatic environments, such as rivers? Are adequate measures taken to reduce the impacts on aquatic environments, such as aquatic organisms?	(a) N (b) N (c) Y (d) N	(a) The result of the EIA survey shows no important habitats inside and around the project site. (b) ditto (c) No serious impact is expected but necessary measures, such as conserving top soil and protecting animals/birds during the site-clearance, will be taken. (d) Construction of new water intake is not included in the project components.
	(3) Hydrology	(a) Is there a possibility that the amount of water used (e.g., surface water, groundwater) by the project will adversely affect surface water and groundwater flows?	(a) N	(a) There is no new water intake, but there are 6 river-crossing points, which could have impact on the river bank. Pipe jacking method will be applied and this could minimize its impact. At the pipe installation work near springs, back-filling work will be done carefully.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
4 Social Environment	(1) Resettlement	<p>(a) Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement?</p> <p>(b) Is adequate explanation on compensation and resettlement assistance given to affected people prior to resettlement?</p> <p>(c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement?</p> <p>(d) Is the compensations going to be paid prior to the resettlement?</p> <p>(e) Is the compensation policies prepared in document?</p> <p>(f) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or people, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples?</p> <p>(g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement?</p> <p>(h) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan?</p> <p>(i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement?</p> <p>(j) Is the grievance redress mechanism established?</p>	<p>(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) Y (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y</p>	<p>(a) Two households are needed to be resettled. 22 other households/ corporations have to demolish or move structures such as fences and paved floors. 147 plots of land with the total area of 40,665 m<sup>2</sup> will be affected by the project, and among them 5,946 m<sup>2</sup> of private land will be permanently expropriated. RAP is being prepared to minimize the impact of the project.</p> <p>(b) Community consultation meetings were organized to explain about compensation and measures of livelihood restoration before the project.</p> <p>(c) RAP is being developed based on socio-economic studies and inventory survey as well as a number of meetings with various stakeholders.</p> <p>(d) Compensation at full replacement cost will be paid prior to the resettlement according to the both Rwandan laws and JICA guidelines.</p> <p>(e) Compensation policies will be prepared as a part of Entitlement Matrix in RAP</p> <p>(f) A support will be provided for vulnerable persons and/or his/her family and priority of job opportunity during the construction period will be also given.</p> <p>(g) Agreements with the affected people will be obtained and compensation will be paid prior to resettlement.</p> <p>(h) The RAP, which is being prepared according to the Rwandan laws and JIC guideline/WB OP 4.12, specifies the resettlement schedule, proposes the resettlement implementation system and necessary budget.</p> <p>(i) The RAP shows the monitoring plan.</p> <p>(j) According to the Rwandan law, the grievance redress mechanism is proposed and will be established. Necessary cost for grievance redress mechanism will be also calculated and presented in the RAP.</p>
4 Social Environment	(2) Living and Livelihood	<p>(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts, if necessary?</p> <p>(b) Is there a possibility that the amount of water used (e.g., surface water, groundwater) by the project will adversely affect the existing water uses and water area uses?</p>	<p>(a) Y (b) Y</p>	<p>(a) Some farmers will face the reduction in their farm land, and a support (priority in employment) will be provided for farmers who depend on income from farming activities</p> <p>(b) The water pipe installation work could have negative impact on some springs, and a countermeasure will be taken if necessary.</p>

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(3) Heritage	(a) Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the country's laws?	(a) N	(a) No such facilities are identified in the project area.
	(4) Landscape	(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? Are necessary measures taken?	(a) N	(a) There will be no serious problems, but site clearance work at the marshland and cutting trees and bamboos will change the landscape locally. After the construction work, rehabilitation work will be conducted.
	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to land and resources respected?	(a) N (b) N	(a) Ethnic minorities and indigenous people are not confirmed in the Project area. (b) ditto
	(6) Working Conditions	(a) Is the project proponent not violating any laws and ordinances associated with the working conditions of the country which the project proponent should observe in the project? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as the installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials? (c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as the establishment of a safety and health program, and safety training (including traffic safety and public health) for workers etc.? (d) Are appropriate measures taken to ensure that security guards involved in the project not to violate safety of other individuals involved, or local residents?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) Contractors/sub-contractors are requested to take a training provided by Ministry of Public Service and Labour in order to make sure that they would abide by related Rwandan laws and international rules such as OHSAS (b) Measures are taken to oblige workers to wear safety boots and helmets and to manage waste properly, in order to prevent accidents during the construction work (c) The safety and sanitation plan will be planned and regular safety education will be implemented, in consultation with a district work safety inspector (d) Security guards, who are provided with training of health and safety, are assigned and measures are taken such as installation of fence and signboards in order to prevent accidents and troubles involving local residents near the construction site

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
5 Others	(1) Impacts during Construction	(a) Are adequate measures considered to reduce impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)? (b) If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce impacts? (c) If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce impacts? (d) If the construction activities might cause traffic congestion, are adequate measures considered to reduce such impacts?	(a) Y (b) Y (c) Y (d)	(a) Based on the baseline survey, the impact of the project was evaluated and mitigation measures were planned. (b) ditto (c) ditto (d) A part of the transmission pipe line runs along the main roads. The installation work there could cause traffic congestion and mitigations measures will be taken.
5 Others	(2) Monitoring	(a) Does the proponent develop and implement monitoring program for the environmental items that are considered to have potential impacts?(b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program?(c) Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)?(d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) The environmental monitoring plan was prepared for target items of mitigation measures, and will be implemented.(b) The feasible monitoring methods and frequency were decided in consultation with the environmental authorities (c) The monitoring system will be established through the EIA survey (d) The reporting system will be established through the EIA survey.
6 Note	Reference to Checklist of Other Sectors	(a) Where necessary, pertinent items described in the Dam and River Projects checklist should also be checked.	(a) Y	(a) Since there are 6 river crossing points, river water quality is included in the check items during the construction period.
	Note on Using Environmental Checklist	(a) If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, or global warming).	(a) N	(a) The project does not have possibility of significant adverse impacts on environment, including global warming





## 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

「ル」国は2020年までにルワンダ全土での安全な水へのアクセス率を100%とする目標を掲げている。しかし、「ル」国では急激な人口増加に伴ってキガリ市内では給水量が不足しており、既存の上水道施設の老朽化等も含め、上水道施設全般の見直しや必要な予算の確保などが必要であるなど、上記目標の達成には課題が多い。

また、キガリ市で最大規模の浄水処理場であるンゾベ浄水場からノトラ配水池まで（ノトラ系統）の既存送水管（口径：600mm、計画送水量：40,000 m<sup>3</sup>/日）は、その施設能力からンゾベ浄水場のノトラ系統の処理能力（2018年7月時点で62,000 m<sup>3</sup>/日）を十分に生かすことができていない。また、ンゾベ浄水場は更なる浄水処理能力の拡張を踏まえて計画されており（ノトラ系統：最大87,000 m<sup>3</sup>/日）、将来のキガリ市の水需要の増加に伴いンゾベ浄水場の処理能力をフルに活用できる送水管の布設が重要となる。

係る状況下で本事業は、キガリ市の上水道の基幹施設であるンゾベ浄水場とノトラ配水池間の送水管、ポンプ設備及びノトラ配水池の施設整備等により、送水量の増加と安定供給を図り、給水状況の改善を通じて社会サービスの向上に寄与するものである。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するためにノトラ系統の施設整備を行うものであり、ンゾベ浄水場とノトラ配水池を結ぶ送水管の更新、ンゾベ浄水場の送水ポンプの増設、ノトラ配水池での高架水槽の新設および場内配管の再整備を行う。これにより、現状のンゾベ浄水場からノトラ配水池までの最大送水能力が、現状の40,000 m<sup>3</sup>/日から87,000 m<sup>3</sup>/日（「ル」国側による新ンゾベ1浄水場送水ポンプ（25,000 m<sup>3</sup>/日）の整備を含む）まで拡張される。

### 3-2 協力対象事業の概略設計

#### 3-2-1 設計方針

##### 3-2-1-1 基本方針

本プロジェクトで計画する上水道施設の計画目標年次は2030年とし、ンゾベ浄水場の開発計画を考慮して計画送水量を決定する。

更新する送水管の布設ルートは、事前に実施された情報収集・基礎調査で提案されたルートを含めて施工性、経済性などのクライテリアを設定し、最適な送水管ルートを検討する。

ンゾベ浄水場については、現状で浄水処理能力に見合った送水ポンプが整備されていない。したがって、本プロジェクトにて計画送水量が確保されるよう、新たに送水ポンプを整備する。

ノトラ配水池についてはノトラ配水池周辺地域への配水が既存送水管から行われており、送水の停止時間は配水が行われない状態である。このため、ノトラ配水池に高架水槽を設置し、高架水槽からの配水とすることで、常時の配水が可能となるよう施設を整備する。

### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

「ル」国の降雨時期は3月から5月までの大雨期と9月から11月までの小雨期に大別される。送水管の布設ルートの一部であるニャブゴゴ川沿いは、特に下流部において雨季に河川敷内まで水位が上昇する。したがって、河川敷内に送水管などの施設を設置する場合は、浮力対策など高水位でも問題のない設計とする。さらに、雨期の作業計画については、河川水位の上昇により河川敷内での送水管の布設が出来ない可能性が高いため、施工計画において河川敷内での雨季の施工は実施しない方針にて工程を考慮する。

地震に関しては、キガリ市は地震の発生が少ないことと、「ル」国に地震に関する明確な耐震設計基準がないことから、「ル」国での慣習や類似案件などの事例から設計震度を決定する。

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「ル」国の公的機関は土曜日及び日曜日の週休2日が定着しており、勤務時間は官公庁では午前7時から午後5時までが一般的である。祝祭日は年間で11日である。また、「ル」国では毎週金曜日午後に早めに退勤しスポーツなどをする習慣や、毎月最終土曜日の午前中はウムガンダという奉仕活動が「ル」国の全成人に義務付けられているため、これら習慣や制度が施工に与える影響を検討する。

### 3-2-1-4 建設事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

「ル」国では水道施設の設計に係る制度や設計基準は存在しない。WASACが実施する上水道施設の事業計画においても特定の基準を採用しておらず、施設設計の基準についてはWASACと協議のうえ決定する。また、送水管ルート上の河川横断や道路横断については、関係機関と協議のうえ施設の仕様、施工方法等を決定する。

「ル」国は内陸国であり、必要な資機材が十分に調達できない可能性が高いため、一般的な建設資機材の調達については「ル」国だけでなく、近隣諸国からの調達を含めて検討する。「ル」国および近隣諸国では調達困難な建設資機材については、日本調達および第三国からの調達も検討する。

### 3-2-1-5 現地業者（建設会社、コンサルタント）、現地資機材の活用に係る方針

#### （1） 現地業者の活用について

本プロジェクトの施設建設工事において、建設工事用機材及び労務提供を中心に現地工事会社を活用することを原則とする。しかし、品質管理、工程管理、安全管理、試験調整などのためには、日本から専門の技術者を派遣する必要がある。特に鋼管の溶接については、溶接の精度及び品質を担保するため、熟練した日本人溶接工あるいは同等の溶接技術を持った第三国の溶接技術者を派遣する。

#### （2） 現地資機材の活用について

現地では、砕石、コンクリート用骨材、セメント、鉄筋などの建設資材の調達は可能であるが、砕石、コンクリート用骨材を除き、殆どの資材が輸入品であるため資材単価は比較的高い。また、コンクリート製造業者ごとに使用する資材の入手先や管理等が異なるため、建設時において採用するコンクリート強度を確認する必要がある。セメントはポルトランドセメントが流通し

ており、品質にも問題がない。

また、建築用鉄骨、仕上げ材、設備材料、配管材、電気ケーブル等の各機材は「ル」国内に流通しているものの十分ではなく、本プロジェクトで建設するポンプ棟に係る建築資材は、耐久性、気密性、施工精度等を考慮し、必要に応じて日本からの調達を検討する。

### (3) 第三国品の調達について

第三国からの資機材の調達にあたっては、その価格、品質、納期、運転開始後の予備品等の調達の容易性、アフターサービス体制、既設設備との整合性などを十分検討することとする。なお、「ル」国の設備・電気関連資機材はその全てが輸入品で、欧州やトルコ等の製品が多く使用されている。したがって、本プロジェクトで導入する設備・電気関連資機材については、第三国からの調達を十分検討する。しかし、更新する送水管のうち鋼管については、高水圧となることと、長期の使用に耐えうることを最重視し、施工実績や品質並びに耐久性への対応から、日本製品を導入する方針とする。

### (4) 建設工事について

「ル」国には、建設業者や電気工事会社が複数社あり、「ル」国内での単純労働者、運搬用車両、建設重機等の現地調達は可能である。ただし、一般に「ル」国の建設工事は雨季を避けて乾季に集中する傾向があり、特に建設重機については「ル」国内で確保できる台数が限られているため、「ル」国建設業者との交渉を入念に行ったうえで重機を確保、あるいは第三国から重機を調達する必要がある。一方、河川の推進工事、仮設モノレール、不断水工事等の特殊工事に必要な工事用機械は、「ル」国内での対応ができないため日本調達とする。

施工に関しては、現地業者の活用を基本とするものの、「ル」国では一般的ではない特殊工事については、施工品質を担保するため、日本人を含めた熟練した技術者を派遣する方針とする。

## 3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理に対する方針

本プロジェクトによる上水道施設の供用開始後の維持管理は、既存設備と同様に WASAC が実施する。WASAC は、既存の浄水場や配水場の運転及び維持管理を実施しており、一般的な浄水システムや送配水に係る知識・技術は把握している。したがって、本プロジェクトでは、ンゾベ浄水場への送水ポンプの増設、ノトラ配水場の高架水槽の建設および両施設での流量計や水位計等の計器類の整備を行うが、これら設備については初期操作指導のみを行う。

一方、ンゾベ浄水場での送水ポンプの増設および送水管の更新に伴う送水ポンプの流量・揚程の制御、ノトラ配水池の流入・流出管の再整備によるノトラ配水池の水位管理と配水池以降の配水管理についてソフトコンポーネントを計画し、WASAC に指導する方針とする。

## 3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上記の諸条件を考慮し、本プロジェクトの資機材の調達並びに据え付けの範囲及び技術レベルは、以下を基本方針として策定する。

### (1) 施設・機材等の範囲に対する方針

本プロジェクトで整備する各施設は、現状の上水道システムの構成を維持することを基本とし、上水道施設として運用するうえで効率的で、かつ経済的な運転・維持管理となる設備構成とする。

特に送水管に関しては、高水圧に加え水撃圧による対策も必要となるなか、送水管の管種、水撃圧への対応については既存のシステムも確認した上で、想定される水圧の変動を吸収するのに必要かつ十分な仕様とする。

## (2) グレードの設定に対する方針

WASAC はこれまで、キガリ市内の各浄水場の運営、またンゾベ浄水場についてもンゾベ 2 浄水場、新ンゾベ 1 浄水場を増設したこともあり、上水道施設に関する技術の共有が済んでいる。したがって、本プロジェクトで整備する送水施設を主とした上水道施設は、OJT およびソフトコンポーネントを通じて技術を補完することで WASAC が維持管理をしていくことは十分可能である。各施設・設備の仕様は、この状況を十分考慮した上で、供用開始後の運転・維持管理を実施する WASAC の技術レベルを逸脱しない様、既存のシステムにも留意しながら決定する。

本プロジェクトで整備する各施設は、長期的に耐候性、耐久性を確保できる品質のものを選択する。また、資機材は、WASAC が比較的容易に調達できる機種・型式とし、可能な限り特殊仕様の資機材は避け、「ル」国にとって調達しやすく、価格競争が発生しやすい汎用品を選定する。さらに、経済性の観点からランニングコストがより経済的となるようなシステムを計画し、機材を選定する。機材の選定においては、機材が故障した場合の対応も考慮し、設備導入後のアフターサービスについても留意する。

技術的及び経済的に適切な設計とするため、資材の仕様は可能な限り JIS、BS、ACI、ASTM 等の日本規格、国際規格に準拠した標準品を採用し、必要最小限の資機材とすることで、導入後の維持管理が容易な構造を目指す。

### 3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

本プロジェクトは、日本の無償資金協力のスキームに基づき実施されるため、贈与契約 (G/A) 締結後、必要な工期にしたがって調達・据付工事を完了する必要がある。この期間内に完工し、期待される効果を発現させるためには、日本国側工事と「ル」国側負担工事工程の協調が取れ、かつ輸送ルート・輸送方法、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

本プロジェクトでは、本送水管布設ルートの大部分が湿地帯となっており、雨季における送水管の布設は限定される。したがって、湿地帯での送水管の布設は乾季のみの計画とし、降雨に影響されない工事（湿地帯以外での送水管布設や場内配管など）を雨季に計画することとする。

## 3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

### 3-2-2-1 計画目標年次

本プロジェクトで更新する送水管は、水道施設の中でも拡張・見直しが難しく、かつ重要な基幹施設であり、長期的な計画を念頭に置いて計画する必要がある。日本の水道施設設計指針においては、施設設計上の計画目標年次を計画策定時より 10 年から 15 年程度を標準としており、本プロジェクトにおいても日本の水道施設設計指針に基づき、計画目標年次を 2030 年とする。

### 3-2-2-2 計画送水量

計画送水量については、計画目標年次である 2030 年時点のノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量と、ンゾベ浄水場の生産可能な浄水量を比較検討したうえで設定する。以下に、2030

年の需要量およびンゾベ浄水場の送水可能量の推計結果を示す。

(1) 2030年におけるノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量

1) 人口予測

① 人口増加率

人口増加率は WASAC と協議の上、キガリ市マスタープラン（2013）で設定された3つの人口増加シナリオのうち、施設が過大とならないよう配慮し、もっとも低い人口増加率である Low シナリオを採用した。したがって、人口増加率については2025年までは4.1%、2040年までは1.8%にて設定する。

表 3-1 キガリ市の人口増加率

	Low シナリオ	Medium シナリオ	High シナリオ
2012~2025年	4.1%	5%	5.8%
2025~2040年	1.8%	2.5%	2.5%

出典：キガリ市マスタープラン（2013）

② 人口予測（一般家庭）

キガリ市の人口は、2014年1月に国立統計機関（National Institute of Statistics of Rwanda）が発行した Fourth Population and Housing Census, Rwanda 2012（RPHC4）の数値を採用した。RPHC4の基準年度である2012年度の人口に、上記の Low シナリオに基づく人口増加率を乗じて人口予測を行った。人口予測結果は以下の表のとおりである。

表 3-2 一般家庭の人口予測

District	2012(基準年)			2018		
	合計	都市部	地方部	合計	都市部	地方部
Nyarugenge District	284,561	214,020	70,541	362,143	272,370	89,773
1 Gitega	28,728	28,728	0	36,560	36,560	0
2 Kanyinya	21,859	0	21,859	27,819	0	27,819
3 Kigali	30,023	4,748	25,275	38,208	6,042	32,166
4 Kimisagara	46,753	46,753	0	59,500	59,500	0
5 Mageragere	23,407	0	23,407	29,789	0	29,789
6 Muhima	29,768	29,768	0	37,884	37,884	0
7 Nyakabanda	25,666	25,666	0	32,663	32,663	0
8 Nyamirambo	40,292	40,292	0	51,277	51,277	0
9 Nyarugenge	21,302	21,302	0	27,110	27,110	0
10 Rwezamenyo	16,763	16,763	0	21,333	21,333	0
Gasabo District	529,561	365,371	164,190	673,939	464,984	208,954
1 Bumbogo	35,381	4,246	31,135	45,027	5,404	39,624
2 Gatsata	37,110	37,110	0	47,228	47,228	0
3 Gikomero	16,625	0	16,625	21,158	0	21,158
4 Gisozi	44,003	44,003	0	56,000	56,000	0
5 Jabana	33,577	9,271	24,306	42,731	11,799	30,933
6 Jali	25,057	3,808	21,249	31,888	4,846	27,042
7 Kacyiru	37,088	37,088	0	47,200	47,200	0
8 Kimihurura	21,672	21,672	0	27,581	27,581	0
9 Kimiroko	57,430	57,430	0	73,088	73,088	0
10 Kinyinya	57,846	53,162	4,684	73,617	67,666	5,951
11 Ndera	41,764	33,469	8,295	53,150	42,594	10,557
12 Nduba	25,370	0	25,370	32,287	0	32,287
13 Remera	43,279	43,279	0	55,078	55,078	0
14 Rusororo	35,453	20,833	14,620	45,119	26,513	18,606
15 Rutunga	17,906	0	17,906	22,788	0	22,788
Kicukiro District	318,564	279,941	38,623	405,416	356,263	49,153
1 Gahanga	27,808	11,698	16,110	35,389	14,887	20,502
2 Gatenga	48,640	46,306	2,334	61,901	58,931	2,970
3 Gikondo	17,146	17,146	0	21,821	21,821	0
4 Kagarama	14,385	14,385	0	18,307	18,307	0
5 Kanombe	44,426	44,426	0	56,538	56,538	0
6 Kicukiro	16,450	16,450	0	20,935	20,935	0
7 Kigarama	43,907	43,907	0	55,878	55,878	0
8 Masaka	39,548	19,369	20,179	50,330	24,650	25,681
9 Niboye	26,197	26,197	0	33,339	33,339	0
10 Nyarugunga	40,057	40,057	0	50,978	50,978	0
<b>Total</b>	<b>1,132,686</b>	<b>859,332</b>	<b>273,354</b>	<b>1,441,498</b>	<b>1,093,617</b>	<b>347,880</b>

District	2024			2030		
	合計	都市部	地方部	合計	都市部	地方部
Nyarugenge District	460,876	346,628	114,248	524,534	394,505	130,029
1 Gitega	46,528	46,528	0	52,955	52,955	0
2 Kanyinya	35,403	0	35,403	40,293	0	40,293
3 Kigali	48,625	7,690	40,935	55,342	8,752	46,590
4 Kimisagara	75,721	75,721	0	86,180	86,180	0
5 Mageragere	37,910	0	37,910	43,146	0	43,146
6 Muhima	48,212	48,212	0	54,872	54,872	0
7 Nyakabanda	41,569	41,569	0	47,310	47,310	0
8 Nyamirambo	65,257	65,257	0	74,271	74,271	0
9 Nyarugenge	34,501	34,501	0	39,266	39,266	0
10 Rwezamenyo	27,149	27,149	0	30,899	30,899	0
Gasabo District	857,679	591,756	265,923	976,145	673,492	302,653
1 Bumbogo	57,303	6,877	50,426	65,218	7,827	57,391
2 Gatsata	60,103	60,103	0	68,405	68,405	0
3 Gikomero	26,926	0	26,926	30,645	0	30,645
4 Gisozi	71,267	71,267	0	81,111	81,111	0
5 Jabana	54,381	15,015	39,366	61,893	17,089	44,803
6 Jali	40,582	6,167	34,415	46,188	7,019	39,168
7 Kacyiru	60,068	60,068	0	68,365	68,365	0
8 Kimihurura	35,100	35,100	0	39,948	39,948	0
9 Kimiroko	93,014	93,014	0	105,861	105,861	0
10 Kinyinya	93,688	86,101	7,586	106,628	97,994	8,634
11 Ndera	67,641	54,207	13,435	76,984	61,694	15,290
12 Nduba	41,089	0	41,089	46,765	0	46,765
13 Remera	70,095	70,095	0	79,777	79,777	0
14 Rusororo	57,420	33,741	23,679	65,351	38,402	26,949
15 Rutunga	29,001	0	29,001	33,006	0	33,006
Kicukiro District	515,947	453,393	62,554	587,212	516,018	71,194
1 Gahanga	45,038	18,946	26,092	51,259	21,563	29,696
2 Gatenga	78,778	74,997	3,780	89,659	85,356	4,302
3 Gikondo	27,770	27,770	0	31,605	31,605	0
4 Kagarama	23,298	23,298	0	26,516	26,516	0
5 Kanombe	71,953	71,953	0	81,891	81,891	0
6 Kicukiro	26,642	26,642	0	30,322	30,322	0
7 Kigarama	71,112	71,112	0	80,934	80,934	0
8 Masaka	64,052	31,370	32,682	72,899	35,703	37,196
9 Niboye	42,429	42,429	0	48,289	48,289	0
10 Nyarugunga	64,876	64,876	0	73,837	73,837	0
<b>Total</b>	<b>1,834,502</b>	<b>1,391,777</b>	<b>442,725</b>	<b>2,087,891</b>	<b>1,584,015</b>	<b>503,876</b>

出典：調査団

### ③ 業種別の顧客数予測

業種別の顧客増加予測は、WASAC が管理している顧客データベース（2016 年実績）から業種毎の水道契約数を抽出し、商業、政府機関、産業の各契約数（実績値）とキガリ市マスタープランに記載されている増加率を用いて算出した。予測結果を以下に示す。

表 3-3 業種別の顧客増加予測

	2016 (Average of Apr-Jul.2016) (実績値)			2024			2030		
	商業	政府機関	産業	商業	政府機関	産業	商業	政府機関	産業
<b>NYARGENGE</b>	<b>1,237</b>	<b>169</b>	<b>15</b>	<b>1,706</b>	<b>233</b>	<b>21</b>	<b>1,942</b>	<b>265</b>	<b>24</b>
1 Gitega	67	5	1	92	7	1	105	8	2
2 Kanyinya	2	2	0	3	3	0	3	3	0
3 Kigali	13	2	0	18	3	0	20	3	0
4 Kimisagara	117	5	2	161	7	3	184	8	3
5 Magerere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Muhima	301	12	4	415	17	6	472	19	6
7 Nyakabanda	30	2	1	41	3	1	47	3	2
8 Nyamirambo	74	5	0	102	7	0	116	8	0
9 Nyarugenge	580	134	7	800	185	10	910	210	11
10 Rwezamenyo	53	2	0	73	3	0	83	3	0
<b>GASABO</b>	<b>1,489</b>	<b>237</b>	<b>70</b>	<b>2,054</b>	<b>327</b>	<b>97</b>	<b>2,337</b>	<b>372</b>	<b>110</b>
1 Bumbogo	22	3	4	30	4	6	35	5	6
2 Gatsata	67	3	1	92	4	1	105	5	2
3 Gikomero	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Gisozi	102	11	0	141	15	0	160	17	0
5 Jabana	24	2	4	33	3	6	38	3	6
6 Jali	9	4	0	12	6	0	14	6	0
7 Kacyiru	204	48	2	281	66	3	320	75	3
8 Kimihurura	136	36	1	188	50	1	213	57	2
9 Kimironko	217	23	2	299	32	3	341	36	3
10 Kinyinya	200	59	7	276	81	10	314	93	11
11 Ndera	44	7	44	61	10	61	69	11	69
12 Nduba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 Remera	415	32	3	572	44	4	651	50	5
14 Rusororo	49	9	2	68	12	3	77	14	3
15 Rutunga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>KIKUKIRO</b>	<b>813</b>	<b>123</b>	<b>61</b>	<b>1,121</b>	<b>170</b>	<b>84</b>	<b>1,276</b>	<b>193</b>	<b>96</b>
1 Cahanga	16	8	2	22	11	3	25	13	3
2 Gatenga	82	9	1	113	12	1	129	14	2
3 Gikondo	140	25	23	193	34	32	220	39	36
4 Kagarama	42	10	0	58	14	0	66	16	0
5 Kanombe	84	12	4	116	17	6	132	19	6
6 Kicukiro	110	12	24	152	17	33	173	19	38
7 Kigarama	86	10	0	119	14	0	135	16	0
8 Masaka	51	15	2	70	21	3	80	24	3
9 Niboye	105	5	3	145	7	4	165	8	5
10 Nyarugunga	97	17	2	134	23	3	152	27	3
Total	3,539	529	146	4,881	730	201	5,555	830	229

出典：調査団

## 2) 水需要量の算出

### ① 給水原単位（一般家庭）

一般家庭の給水原単位は、キガリ市マスタープラン（2013）に記載された以下の給水原単位を採用した。

表 3-4 一般家庭の給水原単位

区分	給水原単位
都市部	120 L/人
地方部	80 L/人

出典：キガリ市マスタープラン（2013）

### ② 給水原単位（業種毎）

2016 年 4～7 月における業種毎（商業、政府機関、産業）の月平均水使用量の実績は、下表のとおりである。

表 3-5 業種毎の月平均水使用量 (2016年4~7月平均実績)

セクター	商業		政府機関		産業	
	契約数	消費量 (m <sup>3</sup> /月)	契約数	消費量 (m <sup>3</sup> /月)	契約数	消費量 (m <sup>3</sup> /月)
Nyargenge 郡	1,237	75,373	169	34,339	15	2,941
1 Gitega	67	1,394	5	587	1	1,285
2 Kanyinya	2	35	2	61	0	0
3 Kigali	13	159	2	8	0	0
4 Kimisagara	117	2,226	5	105	2	7
5 Mageregere	0	0	0	0	0	0
6 Muhima	301	12,809	12	4,750	4	525
7 Nyakabanda	30	1,763	2	55	1	49
8 Nyamirambo	74	2,390	5	418	0	0
9 Nyarugenge	580	53,279	134	28,293	7	1,075
10 Rwezamenyo	53	1,318	2	62	0	0
Gasabo 郡	1,489	88,737	237	45,125	70	21,813
1 Bumbogo	22	1,366	3	24	4	712
2 Gatsata	67	1,289	3	11	1	6
3 Gikomero	0	0	0	0	0	0
4 Gisozi	102	3,282	11	890	0	0
5 Jabana	24	666	2	16	4	339
6 Jali	9	378	4	333	0	0
7 Kacyiru	204	14,133	48	12,254	2	233
8 Kimihurura	136	16,986	36	17,904	1	142
9 Kimironko	217	7,970	23	1,935	2	12
10 Kinyinya	200	13,504	59	2,450	7	2,210
11 Ndera	44	1,481	7	831	44	5,819
12 Nduba	0	0	0	0	0	0
13 Remera	415	25,871	32	8,144	3	163
14 Rusororo	49	1,811	9	333	2	12,177
15 Rutunga	0	0	0	0	0	0
Kicukiro 郡	813	27,591	123	28,126	61	15,831
1 Gahanga	16	1,003	8	63	2	1
2 Gatenga	82	4,549	9	652	1	241
3 Gikondo	140	4,638	25	1,868	23	888
4 Kagarama	42	1,447	10	639	0	0
5 Kanombe	84	2,111	12	435	4	102
6 Kicukiro	110	4,798	12	1,731	24	14,052
7 Kigarama	86	1,451	10	307	0	0
8 Masaka	51	1,565	15	440	2	48
9 Niboye	105	2,646	5	224	3	380
10 Nyarugunga	97	3,383	17	21,767	2	119
合計	3,539	191,701	529	107,590	146	40,585

出典 : WASAC water sales performance on April to June 2016 (2016年4~7月平均)



また、業種毎の一契約における平均使用水量の実績値は、以下のとおりである。

表 3-6 業種毎の月平均給水量（実績値）

	商業	政府機関	産業
平均給水量（実績値） m <sup>3</sup> /接続/月	54.2	203.4	278.0

出典：WASAC water sales performance on April to June 2016

業種ごとの給水原単位を算出するにあたり、キガリ市全体における一般家庭の都市部と地方部の人口の割合から給水原単位（計画一人一日平均給水量）を算出する。算出結果は以下のとおりとなり、110.3 L/人/日である。

表 3-7 キガリ市の水需要量予測値（2012年時点）

	都市部	地方部	合計
2012年人口	859,332	273,354	1,132,682
給水原単位 L/人/日	120	80	-
総給水需要量 L	103,119,840	21,868,320	<b>124,988,160</b>

計画一人一日平均給水量

$$= \text{給水量合計（都市部の供給量 + 地方部の供給量）} \div \text{キガリ市人口合計}$$

$$= 124,988,160 \text{ L/日} \div 1,132,682 \text{ 人} = 110.3 \text{ L/人/日}$$

キガリ市マスタープランにおけるキガリ市全体の現状の給水量は45 L/人/日であり、給水原単位は現状の2.45倍（= 110.3 L/人/日 ÷ 45 L/人/日）となる。これは、現状においてキガリ市の人口が増加しているものの、人口増加に見合った上水道施設の整備が遅れているため、十分な水量が確保されていないためであると考えられる。したがって、業種ごとの一契約当たりの給水量実績値に2.45を乗じ、各業種の給水原単位とした。

表 3-8 業種毎の給水原単位

	商業	政府機関	産業
平均給水量（実績値） m <sup>3</sup> /接続/月	54.2	203.4	278.0
<b>計画平均給水量（給水原単位予測値） m<sup>3</sup>/接続/月</b>	<b>132.8</b>	<b>498.7</b>	<b>681.6</b>

出典：当調査団

### ③ 計画有収率

WASACは、「WASAC 5 Year Strategic Business Plan 2015」において、2020年までに無収水率を25%まで低減させる目標を掲げている。したがって、計画有収率は75%とする。

### ④ 計画負荷率

キガリ市内に配水している3ヶ所の浄水場（ンゾベ、カレンゲ及びキミサガラの各浄水場）の運用実績（2015年12月～2016年10月）から、各浄水場の一日最大給水量を求めた。計画負荷率は、一日平均給水量を一日最大給水量で除して求めた。

表 3-9 浄水場毎の水生産量（実績）と負荷率

Nzove浄水場		Karengwe浄水場		Kimisagara浄水場				
水生産量	11,731,495 m3	水生産量	5,035,587 m3	水生産量	8,870,874 m3			
運転日数 *	336 日	運転日数 *	336 日	運転日数 *	336 日			
一日平均給水量	34,915 m3/日	一日平均給水量	14,987 m3/日	一日平均給水量	26,401 m3/日			
一日最大給水量	45,553 m3/日	一日最大給水量	15,930 m3/日	一日最大給水量	29,692 m3/日			
最大値	2015/12	23,391 m3/日	最大値	2015/12	15,028 m3/日	最大値	2015/12	26,829 m3/日
	2016/1	23,982 m3/日		2016/1	15,143 m3/日		2016/1	26,961 m3/日
	2016/2	35,980 m3/日		2016/2	15,544 m3/日		2016/2	27,224 m3/日
	2016/3	44,786 m3/日		2016/3	15,918 m3/日		2016/3	28,682 m3/日
	2016/4	43,497 m3/日		2016/4	15,757 m3/日		2016/4	28,598 m3/日
	2016/5	43,233 m3/日		2016/5	15,930 m3/日		2016/5	28,631 m3/日
	2016/6	44,480 m3/日		2016/6	15,778 m3/日		2016/6	29,200 m3/日
	2016/7	45,553 m3/日		2016/7	15,858 m3/日		2016/7	29,273 m3/日
	2016/8	45,333 m3/日		2016/8	15,811 m3/日		2016/8	29,692 m3/日
	2016/9	45,528 m3/日		2016/9	15,686 m3/日		2016/9	28,470 m3/日
2016/10	45,303 m3/日	2016/10	15,590 m3/日	2016/10	28,988 m3/日			
負荷率	77%	負荷率	94%	負荷率	89%			

出典：調査団

\* WASAC Daily Report (1st December 2015 to 31st October 2016) から算出

⑤ 水需要量予測

以上の条件から 2024 年および 2030 年におけるキガリ市全体の計画一日最大給水量を算出した。算出結果は以下の表のとおりである。

表 3-10 キガリ市の 2024 年/2030 年における計画一日最大給水量

Sector	2024						2030					
	Domestic (m3/日)	Commercial (m3/日)	Government Institution (m3/日)	Industry (m3/日)	計画一日平均給水量	計画一日最大給水量	Domestic (m3/日)	Commercial (m3/日)	Government Institution (m3/日)	Industry (m3/日)	計画一日平均給水量	計画一日最大給水量
Nyarugenge District	50,735	7,553	3,875	470	81,423	105,036	57,743	8,597	4,410	535	92,670	119,544
1 Gitega	5,583	409	115	31	7,980	10,294	6,355	466	130	36	9,082	11,716
2 Kanyinya	2,832	12	46	0	3,757	4,847	3,223	14	52	0	4,276	5,517
3 Kigali	4,198	79	46	0	5,620	7,249	4,777	90	52	0	6,396	8,251
4 Kimisagara	9,087	714	115	63	12,972	16,734	10,342	813	130	71	14,764	19,045
5 Mageragere	3,033	0	0	0	3,943	5,086	3,452	0	0	0	4,487	5,789
6 Muhima	5,785	1,838	275	125	10,431	13,456	6,585	2,092	313	143	11,872	15,315
7 Nyakabanda	4,988	183	46	31	6,823	8,802	5,677	208	52	36	7,766	10,018
8 Nyamirambo	7,831	452	115	0	10,917	14,082	8,912	514	130	0	12,424	16,027
9 Nyarugenge	4,140	3,542	3,072	219	14,265	18,402	4,712	4,031	3,497	250	16,236	20,944
10 Rwezamenyo	3,258	324	46	0	4,716	6,083	3,708	368	52	0	5,367	6,923
Gasabo District	92,285	9,092	5,434	2,194	141,705	182,800	105,031	10,348	6,184	2,497	161,278	208,049
11 Bumbogo	4,859	134	69	125	6,744	8,700	5,531	153	78	143	7,676	9,902
12 Gatsata	7,212	409	69	31	10,038	12,949	8,209	466	78	36	11,425	14,738
13 Gikomero	2,154	0	0	0	2,800	3,612	2,452	0	0	0	3,187	4,111
14 Gisozi	8,552	623	252	0	12,255	15,809	9,733	709	287	0	13,948	17,993
15 Jabana	4,951	147	46	125	6,850	8,836	5,635	167	52	143	7,796	10,056
16 Jali	3,493	55	92	0	4,732	6,104	3,976	63	104	0	5,386	6,947
17 Kacyiru	7,208	1,246	1,101	63	12,502	16,128	8,204	1,418	1,253	71	14,229	18,355
18 Kimihurura	4,212	830	825	31	7,669	9,893	4,794	945	939	36	8,728	11,259
19 Kimiroko	11,162	1,325	527	63	17,000	21,930	12,703	1,508	600	71	19,348	24,959
20 Kinjinya	10,939	1,221	1,353	219	17,852	23,029	12,450	1,390	1,540	250	20,318	26,210
21 Ndera	7,580	269	160	1,379	12,204	15,743	8,626	306	183	1,569	13,889	17,917
22 Nduba	3,287	0	0	0	4,273	5,513	3,741	0	0	0	4,864	6,274
23 Remera	8,411	2,534	734	94	15,305	19,744	9,573	2,884	835	107	17,419	22,471
24 Rusororo	5,943	299	206	63	8,465	10,920	6,764	341	235	71	9,634	12,428
25 Rutunga	2,320	0	0	0	3,016	3,891	2,641	0	0	0	3,433	4,428
Kicukiro District	59,412	4,964	2,820	1,912	89,840	115,893	67,618	5,650	3,210	2,176	102,249	131,901
26 Gahanga	4,361	98	183	63	6,116	7,890	4,963	111	209	71	6,961	8,979
27 Gatanga	9,302	501	206	31	13,053	16,838	10,587	570	235	36	14,856	19,164
28 Gikondo	3,332	855	573	721	7,126	9,192	3,793	973	652	820	8,110	10,462
29 Kagarama	2,796	256	229	0	4,266	5,503	3,182	292	261	0	4,855	6,263
30 Kanombe	8,634	513	275	125	12,412	16,011	9,827	584	313	143	14,126	18,223
31 Kicukiro	3,197	672	275	752	6,365	8,211	3,639	764	313	856	7,244	9,345
32 Kigarama	8,533	525	229	0	12,074	15,576	9,712	598	261	0	13,742	17,727
33 Masaka	6,379	311	344	63	9,226	11,902	7,260	354	391	71	10,500	13,546
34 Niboye	5,091	641	115	94	7,724	9,963	5,795	730	130	107	8,790	11,340
35 Nyarugunga	7,785	592	390	63	11,479	14,808	8,860	674	444	71	13,064	16,853
Total	202,431	21,610	12,128	4,575	312,968	403,729	230,392	24,595	13,804	5,207	356,197	459,494

出典：当調査団

本プロジェクトでノトラ配水池がカバーする給水エリアは、上表のオレンジのハイライトで示した地区である。これら地区を以下のとおり 4 つのエリアに分類する。エリア 1 はノトラ配水池

の南部に位置する Kacyiru および Kimihurura で、ノトラ配水池の 1 池のみに接続された流出管から配水されているエリアである。エリア 2 はノトラ配水池を含む Gisozi およびノトラ配水池の東方に位置する Kinyinya である。また、エリア 3 はエリア 2 の Kinyinya に隣接するノトラ配水池の南東に位置するエリアで、ノトラ配水池から Kinyinya を経て配水されている。このエリア 1 からエリア 3 は現在ノトラ配水池がカバーする給水エリアである。エリア 4 は現時点では WASAC の給水エリアではないが、WASAC は AfDB の援助のもとこの未給水エリアであるキガリ市北部へ送水管整備の計画をしており、この送水管はノトラ配水池から延長される計画となっている。したがって、本計画ではエリア 4 を含めた 4 つのエリアを対象に水需要量を算出する。

表 3-11 ノトラ配水池がカバーする給水エリア

No.	エリア	セクター	給水対象とする標高	備考
1	Area 1	Kacyiru	1400m~1850m	従来、ノトラ配水池がカバーする給水エリア
2		Kimihurura		
3	Area 2	Gisozi	1450m~1850m	
4		Kinyinya		
5	Area 3	Kimironko		
6		Remera		
7	Area 4	Bumbogo	1400~1800m	WASAC が計画している新送水管布設によってカバーされる給水エリア
8		Nduba		
9		Jabana		

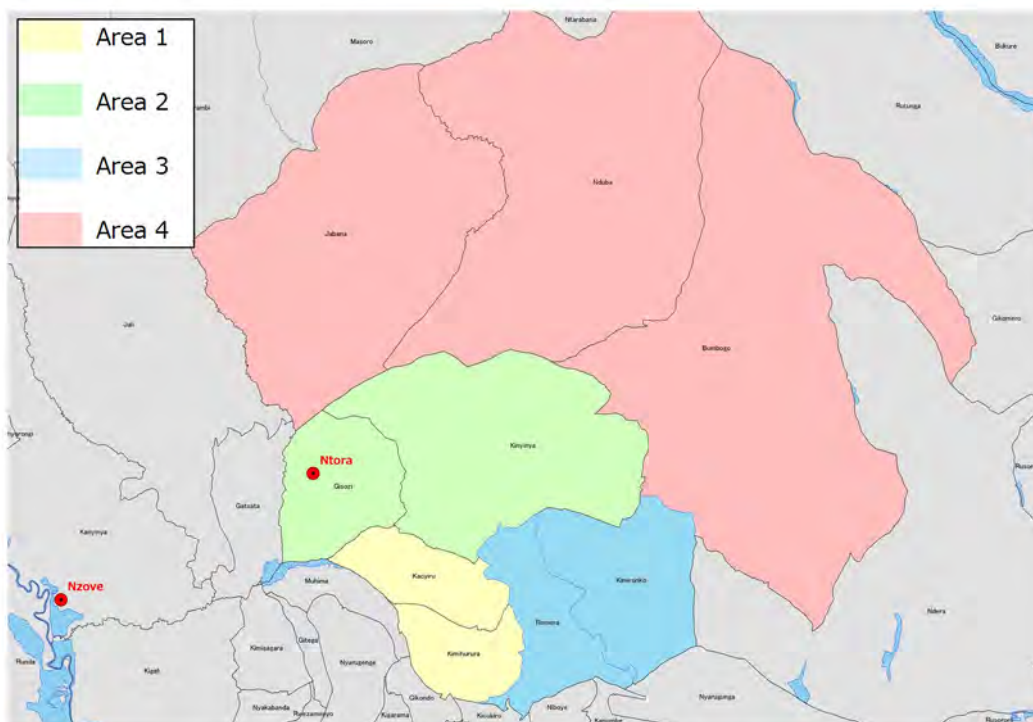


図 3-1 ノトラ配水池がカバーする給水エリア

この 4 つのエリアに対してノトラ配水池から配水する場合、ノトラ配水池 (GL:約 1,550m) から適切な水圧で配水可能な範囲を、ノトラ配水池からの標高差を 100m (GL:約 1,450m) として設定した。カチル地域については Kimisagara 浄水場 (GL:約 1430m) からも配水されているが、カチル地域の標高約 1,400m を超える区域は給水が困難な状況である。したがって、カチル地域

についてはノトラ配水池からの標高差 150m (GL:約 1,400m) までを給水エリアに含めることとした。また、WASAC が計画している送水管を新設するキガリ市北部の未給水エリア (エリア 4) は、ノトラ配水池からのみの送水となるため標高に関係なく全ての区域を給水対象として算出した。この北部の未給水エリアについては、今後の計画で必要に応じてポンプ圧送、減圧施設等が整備される予定である。

表 3-12 ノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量 (2024 年)

Area	No.	SECTOR	1300-	1350-	1400-	1450-	1500-	1550-	1600-	1650-	1700-	1750-	1800-
			m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d
Area1	1	Kacyiru	323	4,125	10,374	10,465	409	133	70	59	20	39	5
	2	Kimihurura											
	Usage rate by elevation			1.2%	15.9%	39.9%	40.2%	1.6%	0.5%	0.3%	0.2%	0.1%	0.1%
Area1 total			26,021	4,448	21,573								
Area2	3	Gisozi	305	3,065	15,386	16,528	2,497	634	118	106	73	56	72
	4	Kinyinya											
	Usage rate by elevation			0.8%	7.9%	39.6%	42.6%	6.4%	1.6%	0.3%	0.3%	0.2%	0.1%
Area2 total			38,838	18,756	20,082								
Area3	5	Kimironko	162	1,468	12,878	19,669	5,924	423	137	111	42	52	807
	6	Remera											
	Usage rate by elevation			0.4%	3.5%	30.9%	47.2%	14.2%	1.0%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%
Area3 total			41,673	14,508	27,165								
Area 1+2+3 TOTAL			790	8,659	28,264	57,035	8,830	1,190	325	275	134	147	883
			0.7%	8.1%	26.5%	53.5%	8.3%	1.1%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0.8%
			37,713			68,820							
Area4	7	Bumbogo	23,048										
	8	Nduba											
	9	Jabana											
TOTAL (Area 2,3 >1,450m+Area1>1,400m+Area4)			-			91,868							
TOTAL (Area 2,3<1,450m +Area1<1400m)			37,713			-							
Grand Total						129,581							

出典：当調査団

表 3-13 ノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量 (2030 年)

Area	No.	SECTOR	1300-	1350-	1400-	1450-	1500-	1550-	1600-	1650-	1700-	1750-	1800-
			m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d	m(G.L) m3/d
Area1	1	Kacyiru	367	4,695	11,806	11,910	466	151	80	67	22	44	5
	2	Kimihurura											
	Usage rate by elevation			1.2%	15.9%	39.9%	40.2%	1.6%	0.5%	0.3%	0.2%	0.1%	0.1%
Area1 total			29,615	5,062	24,552								
Area2	3	Gisozi	347	3,489	17,511	18,810	2,842	722	134	120	83	64	82
	4	Kinyinya											
	Usage rate by elevation			0.8%	7.9%	39.6%	42.6%	6.4%	1.6%	0.3%	0.3%	0.2%	0.1%
Area2 total			44,203	21,347	22,856								
Area3	5	Kimironko	184	1,671	14,657	22,386	6,742	482	156	126	48	60	918
	6	Remera											
	Usage rate by elevation			0.4%	3.5%	30.9%	47.2%	14.2%	1.0%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%
Area3 total			47,429	16,512	30,917								
Area 1+2+3 TOTAL			899	9,855	32,168	64,913	10,049	1,355	370	313	153	168	1,005
			0.7%	8.1%	26.5%	53.5%	8.3%	1.1%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0.8%
			42,922			78,326							
Area4	7	Bumbogo	26,232										
	8	Nduba											
	9	Jabana											
TOTAL (Area 2,3 >1,450m+Area1>1,400m+Area4)			-			104,557							
TOTAL (Area 2,3<1,450m +Area1<1400m)			42,922			-							
Grand Total						147,479							

出典：調査団作成

## (1) ンゾベ浄水場の送水可能量

ンゾベ浄水場の主な施設及び各仕様を以下に示す。ンゾベ浄水場内には3系統の浄水施設（ンゾベ1浄水場、ンゾベ2浄水場、新ンゾベ1浄水場）が存在し、最初に稼働開始したンゾベ1浄水場の整備後、ンゾベ2、新ンゾベ1の各浄水場が増設されてきた。2017年まではンゾベ1浄水場とンゾベ2浄水場が運用されており、新ンゾベ1浄水場は建設中であったが、その後新ンゾベ1浄水場も竣工し、2018年4月より試験的に稼働を開始している。

表 3-14 ンゾベ浄水場の処理能力

Nzove WTP (m <sup>3</sup> /day)		Design Volume (m <sup>3</sup> /day)	Maximum Production Ability (m <sup>3</sup> /day)	Current Production Volume (Average) (2017: m <sup>3</sup> /day)	Maximum Production Volume (2018)	Maximum Production Volume (after 2024)
Ntora	Nzove1 WTP	40,000	25,000	17,000	25,000	25,000
	Nzove2-1 WTP	25,000	25,000	21,750	25,000	25,000
	Nzove2-2 WTP	15,000	15,000	Not operated	15,000	15,000
	New Nzove 1-2WTP	25,000	25,000	Under Construction (Phase I)	-	25,000 (Phase II is essential)
	Sub Total -Breakdown-	105,000	90,000	38,750	65,000	90,000
	•Ntora Reservoir	<b>102,000</b>	<b>87,000</b>	<b>35,750</b>	<b>62,000</b>	<b>87,000</b>
	•Kimisagara WTP	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Mount Kigali	New Nzove 1-1WTP	40,000	40,000	Under Construction (Phase I)	40,000	40,000
Total		145,000	130,000	38,750	105,000	130,000

※表はンゾベ浄水場の最大浄水能力を表したものであり、2024年で計画される送水量は4-4-2(1)定量的効果で示される52,800 m<sup>3</sup>/日(平均送水量)である。

出典：調査団作成

ンゾベ浄水場の処理水量のうち、ノトラ配水池への送水可能量は最大で87,000 m<sup>3</sup>/日である(2024年)。このうち新ンゾベ1浄水場については、マウントキガリ方面への送水量である40,000 m<sup>3</sup>/日と合わせ、65,000 m<sup>3</sup>/日の送水を満たす構造物は既に完成しているが、現状ではマウントキガリ方面の40,000 m<sup>3</sup>/日のポンプしか整備されていない。ノトラ配水池へ送水予定の25,000 m<sup>3</sup>/日については、圧力式濾過機と送水ポンプの導入が将来的に「ル」国側によって整備されることとし、ンゾベ浄水場のノトラ系統の送水量を87,000 m<sup>3</sup>/日とする。

## (2) 計画送水量

2030年における水需要量は、上記より約105,000 m<sup>3</sup>/日と推定される。一方、現時点で確認できるンゾベ浄水場からの送水可能量は2024年で87,000 m<sup>3</sup>/日である。計画送水量としては、需要量が105,000 m<sup>3</sup>/日であることは確認されるものの、ンゾベ浄水場の送水可能量は87,000 m<sup>3</sup>/日に留まり、ンゾベ浄水場における87,000 m<sup>3</sup>/日以上の変る開発計画は現時点で確認できない。したがって、本プロジェクトで設定する計画送水量は、現時点で確認できるンゾベ浄水場の送水可能量である87,000 m<sup>3</sup>/日とする。

よって、本プロジェクトで計画される上水道施設については全て87,000 m<sup>3</sup>/日にて計画するが、

更新する送水管については、将来ンゾベ浄水場がさらに拡張された場合においても、2030年の需要量である 105,000 m<sup>3</sup>/日を送水しても問題のないことを確認する。

### 3-2-2-3 施設計画

本プロジェクトにおける事業コンポーネントは以下のとおりである。本件は、計画目標年度を2030年とし、計画送水量 87,000 m<sup>3</sup>/日に対するンゾベ浄水場-ノトラ配水池間の施設整備を行うもので、ンゾベ浄水場とノトラ配水池を結ぶ送水管の更新、計画送水量を満たすンゾベ浄水場の拡張およびノトラ配水池における高架水槽の新設、ノトラ配水池の流出管の再整備等を主な事業とする。

表 3-15 事業のコンポーネント

項目	協力対象	仕様	
送水管	送水管	計画送水量	87,000 m <sup>3</sup> /日
		口径	900 mm
		管延長	9,400 m
		管種	鋼管: 8,000 m (ンゾベ浄水場から急勾配の斜面まで) ダクタイル鋳鉄管: 1,400 m (急勾配の斜面後からノトラ配水池まで)
		河川横断	6箇所 河川横断方法: 全て伏せ越しによる河川横断
	空気弁	9箇所	
	排泥弁	4箇所	
ンゾベ浄水場	送水ポンプの増設	送水流量: 22,000 m <sup>3</sup> /日 揚程: 240m 流量: 7.6 m <sup>3</sup> /min (11,000m <sup>3</sup> /日) x 3基 (2基運転、1基予備の交互運転)	
	圧力タンク (水撃圧対策)	1式	
	送水ポンプ棟	増設する送水ポンプ用のポンプ棟	
	計器類	流量計2台 1台 (ンゾベ1 WTPの導水管部) 1台 (新設ポンプ棟の流入管部)	
ノトラ配水池	ノトラ配水池	ノトラ配水池からの流出管の再整備 ノトラ配水池の通気口の追加	
	高架水槽	容量: 200m <sup>3</sup> (10m x 10m x 2.5m) 高さ: 10 m 材質: 鋼製 架台: RC製	
	高架水槽用の揚水ポンプ	送水流量: 576m <sup>3</sup> /日 揚程: 20m 流量: 0.4m <sup>3</sup> /min (576m <sup>3</sup> /日) x 2基 (1基運転、1基予備の交互運転)	
	計器類	流量計3台 1台 (ノトラ配水池流入管部) 1台 (カチル方面への流出管部) 1台 (送水幹線本線 (Fawe 配水池方面) の流出管部) 水位計4台 2台 (ノトラ配水池 (2槽式) の各槽) 2台 (高架水槽 (2槽式) の各槽)	

## (1) 送水管

### 1) 送水管布設ルート

更新する送水管のルートについては、WASAC と協議のうえ7つの送水管ルート案を検討し、最終的に以下のルート案を選定した。



出典：調査団作成

図 3-2 送水管布設ルート

送水管ルートの選定に際しては、特に以下の項目について慎重に「ル」国側と協議をし、本プロジェクトで設定する最終ルートとして決定した。

#### ① 公道下への埋設の可否

「ル」国側との協議において、舗装道路下に送水管を布設することは、アスファルト舗装材の入手が容易ではない「ル」国において道路舗装の維持管理の観点から困難であることを確認した。このことは、新ンゾベ1浄水場からマウントキガリ方面への送水管の布設において、国道1号を横断しているが、国道横断を推進工事にて施工した実績からも確認できる。特に既存の送水管についてはンゾベ浄水場からしばらくは未舗装の公道下に布設されており、本プロジェクトのルート選定においても、この未舗装の公道下に布設する案を検討したが、この未舗装道路も将来舗装化される見込みであることが確認された。したがって、本プロジェクトで更新する送水管のルートとしてはンゾベ浄水場からニャブゴゴ川を横断し、しばらく国道1号に沿って河川敷内に布設することとした。

## ② 既存送水管とのとりあい

公道下への布設を避けた場合、送水管のルートとしては既存の送水管ルートに並行して布設する区間が発生する。この場合、既存送水管の曲管部に近接するルートでは、管の掘削時に既存管を露出させることになり、既存送水管の不平均力に対抗したコンクリート防護に土圧が作用せず、既存送水管が水圧により動き、管の離脱による重大な漏水事故を招く可能性がある。したがって、施工の安全性を考慮し、既存管の曲管に近接するルートを避けた計画とすることにした。

### 2) 送水管口径

本プロジェクトでは、計画送水量である 87,000 m<sup>3</sup>/日を送水するために必要な送水管の口径を 900mm とする。口径の設定は、以下のとおり上水道の管路設計で一般的なヘーゼン・ウィリアムズ公式により算定した。設定した基本数値および計算結果は以下のとおりである。

$$h = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

h = 管の摩擦損失水頭 (m)

L = 管の長さ (m)

Q = 流量 (m<sup>3</sup>/s)

D = 管の内径 (m)

C = 流速係数

V = 管内の平均流速 (m/s)

I = 動水勾配 (‰)

#### 設定基本数値

流量 Q = 87,000 m<sup>3</sup>/日 (1.007 m<sup>3</sup>/s)

送水管延長 L = 9,400m

流速係数 C = 110 (水道設計指針における設計値を採用)

口径 D = 900mm (0.9m)

標高差 = 208.5m

#### 結果

流速 V = 1.58m/s

動水勾配 I = 3.02‰

損失水頭 h = 約 29.3m

全水頭 = 約 237.8m

本プロジェクトの計画送水量 87,000 m<sup>3</sup>/日に基づく計算では、口径 900mm が最適口径となるが、計画目標年次である 2030 年の需要量である 105,000 m<sup>3</sup>/日 (1.215 m<sup>3</sup>/s) をヘーゼン・ウィリアムズ公式に当てはめて計算した結果を以下に示す。流速、動水勾配、損失水頭はいずれも 87,000 m<sup>3</sup>/日に比べて大きくなるものの、送水に特に問題はない。したがって、将来ンゾベ浄水場の更なる拡張が計画された場合でも、105,000 m<sup>3</sup>/日までの送水は可能である。ただし、流量、全水頭が共に大きくなるため、更新する送水管の送水量を増加する場合は、流量と全水頭の増加に応じた送水ポンプの再整備が必要となる。



流速  $V = 1.91\text{m/s}$   
 動水勾配  $I = 4.27\%$   
 損失水頭  $h = \text{約 } 41.5\text{m}$   
 全水頭 = 約  $250.0\text{m}$

### 3) 管種

新設送水管の総延長は約  $9.4\text{km}$  であるが、送水管ルートの大半（約  $8\text{km}$ ）は Nyabarongo 川支流のニャブゴゴ川に並行し、一部は地盤の緩い河川敷内に布設される。またンゾベ浄水場から約  $8\text{km}$  までの区間は、ノトラ配水池からの標高差が約  $200\text{m}$  の高水圧となることから、不平均力に対する対応が非常に重要になる。これら条件下での管種選定の検討結果を以下の表に示す。なお、塩化ビニル管や高密度ポリエチレン管、強化プラスチック複合管等の樹脂系素材は、高水圧への対応の点から検討しない。

表 3-16 管種選定の検討結果

材質別	長所	短所
ダクタイル鋳鉄管	強度が大である。 強じん性に富み、衝撃に強い。 施工性がよい。 継手の種類が多く、適材適所に選択できる。	重量が比較的重い。 高水圧、軟弱地盤での布設では不平均力への対応がコンクリート防護も含めて大規模となる。 離脱防止継手を採用する必要があり、管単価が高価となる。
鋼管	強度が大である（引張り・曲げ）。 強じん性に富み、衝撃に強い。 溶接継手により一体化ができ、継手離脱対策が不要である。	温度伸縮継手、可とう継手の挿入が必要な場合がある。 電食に対する配慮が必要である。 継手の溶接・塗装に時間がかかり、湧水地盤での施工が困難である。

出典：当調査団

本件では高水圧・軟弱地盤への対応についての範囲について不平均力への対応に優位な鋼管を採用する。高水圧・軟弱地盤の条件でダクタイル鋳鉄管を採用する場合は、離脱防止継手とコンクリート防護の併用が必要となるが、この場合コンクリート防護が大きくなり、重量が高むことから軟弱地盤ではコンクリート防護が沈下する恐れがあり、場合によっては杭基礎も必要となる可能性がある。したがって、本件では更新する送水管の高水圧区間については鋼管とし、ノトラ配水池との標高差  $100\text{m}$  を目安とした低水圧の区間については施工性の良いダクタイル鋳鉄管を採用する。

#### ① 鋼管

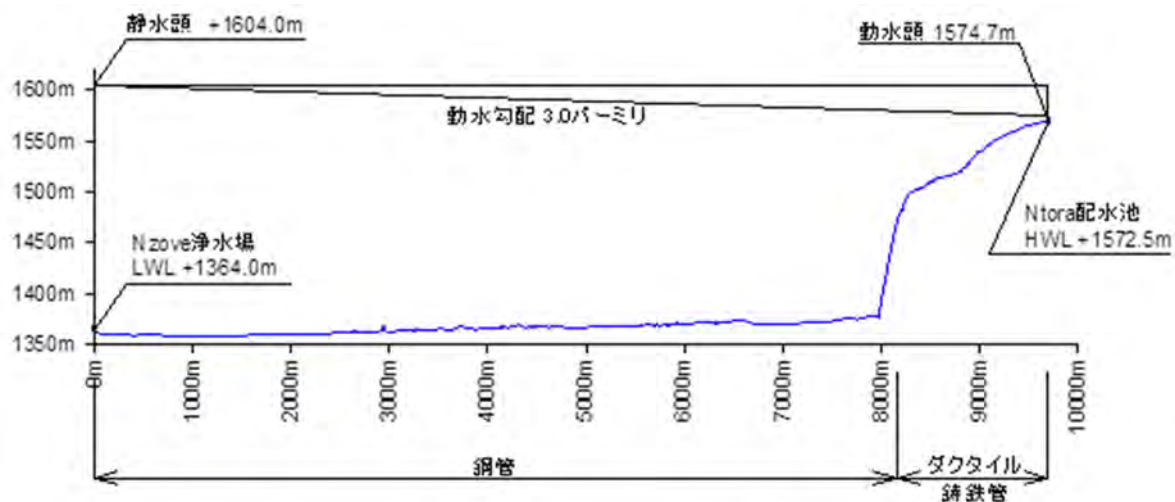
鋼管は JWWA G117 に規定する水道用塗覆装鋼管にて計画し、全線で溶接接合とする。鋼管については、溶接による接合とすることで路線全体が一体化され、鋼管の弾性力と地盤の拘束力により水圧による不平均力を吸収できるため、曲管部において防護工の必要がない。しかし、分岐部や一部バルブの設置箇所等で不平均力に対する鋼管の有効長が確保できない場合はコンクリート防護による対策を行う。

鋼管は高水圧区間であるおよそ  $8\text{km}$  の延長であり、ニャブゴゴ川の河川敷内に布設する区間については、埋設深度を  $2\text{m}$  とし、それ以外の主に既存送水管と並行する未舗装道路区間については  $1.5\text{m}$  の埋設深度を確保する。

② ダクタイル鋳鉄管

ダクタイル鋳鉄管は直線部ではタイトン形、不平均力が働く曲管部ではメカニカル形を採用し、メカニカル形は離脱防止機能のついた特殊押輪を使用する。また、水圧と曲管の角度に応じて、離脱防止機能だけでは不平均力に対応できない箇所については、コンクリート防護も併用する。

ダクタイル鋳鉄管の埋設深度については、日本国内の公道下に布設する際に一般的に採用される1.2mを確保することとする。



出典：当調査団

図 3-3 新設送水管の縦断図

4) 鋼管の管厚および許容応力

鋼管の管厚は、日本水道鋼管協会の水道用鋼管に基づいて計算し、高水圧に耐えられる管厚とした。設計条件は以下のとおりとする。

表 3-17 管厚計算の設計条件

設計条件		
管外径	914.4 mm	
管厚	8.0 mm	
材質	STW 400	
鋼の弾性係数 (E)	200,000 N/m <sup>2</sup>	
許容変形率 (塗装) (%)	5 %	
許容応力度 (σ <sub>a</sub> )	140 N/m <sup>2</sup> 210 N/m <sup>2</sup>	(静水圧のみ) (静水圧 + 水撃圧)
圧力水頭	240 m 355 m 374 m	静水圧のみ (内圧(P) : 2.35Mpa) 静水圧+水撃圧 (内圧(P) : 3.48Mpa) : 87,000m <sup>3</sup> /日 静水圧+水撃圧 (内圧(P) : 3.67Mpa) : 105,000m <sup>3</sup> /日
土被り	2.0 M	
基礎支持角 (°)	90 °	
土の単位体積重量 (Y <sub>s</sub> )	18 kN/m <sup>3</sup>	

設計条件		
土の反力係数 (E')	1.4 N/m <sup>2</sup>	土質分類：シルトML、軽度の締固め
輪荷重	2 台	T-25
形状係数 (f)	1.5 定数	

#### ① 内圧に対する検討

設計条件を基に、管厚を 8mm とした場合の内圧による円周方向応力度を算出すると、静水圧のみの場合で 132.1 N/m<sup>2</sup> となり、許容値である 140 N/m<sup>2</sup> 以下となる。また、静水圧と水撃圧を考慮した場合、送水量 87,000 m<sup>3</sup>/日では 195.3 N/m<sup>2</sup>、2030 年の需要量である 105,000 m<sup>3</sup>/日では 205.8 N/m<sup>2</sup> となり、いずれも許容値である 210 N/m<sup>2</sup> 以下となり問題ない。

#### ② 外圧に対する検討

変形率：

外圧に対する変形率は 2.8% となり、許容変形率である 5% 以下であるため、問題ない。

曲げ応力度：

外圧に対する曲げ応力度は 125.6 N/m<sup>2</sup> となり、許容応力度である 140 N/m<sup>2</sup> 以下であるため、問題ない。

### 5) 管の腐食対策

鋼管の塗装は以下のとおりとし、長期の使用に耐える塗装を施す。また、ダクタイル鋳鉄管については腐食対策としてポリエチレンスリーブにて保護する。

表 3-18 鋼管及びダクタイル鋳鉄管の内外面仕様

	内面塗装	外面塗装	溶接部	
			内面塗装	外面塗装
鋼管	JWWA K 157に規定する無溶剤形エポキシ樹脂塗料塗装	JWWA K 151に規定するポリウレタン被覆	JWWA K 157 無溶剤形エポキシ樹脂塗料塗装 0.3mm (プライマー含め0.4mm)	JWWA K 153 水道用ジョイントコート

	内面仕様	外面塗装
ダクタイル鋳鉄管	直管：JWWA A 113に規定するマルチライニング 異形管：JWWA G 112に規定するエポキシ樹脂粉体塗装0.3mm	直管及び異形管（継手部分含む）：JWWA K 139に規定する合成樹脂塗料 JWWA K 158に規定するポリエチレンスリーブ

### 6) 水撃圧および管内の負圧への対応

水撃圧は、ポンプの急停止により、水の流れが急に阻害されることにより、管内の圧力が急変することで衝撃が発生する。本プロジェクトでは、更新する送水管の水撃圧への対策として、ンゾベ浄水場内に圧力タンクを設けることで対応する。

下図に示す通り、更新する送水管に対して水撃圧対策を行わない場合、ンゾベ浄水場から約 8km を過ぎたあたりで送水管に負圧が発生するが、圧力タンクを設置することで、水撃圧は緩和され、送水管内に負圧は発生しない。

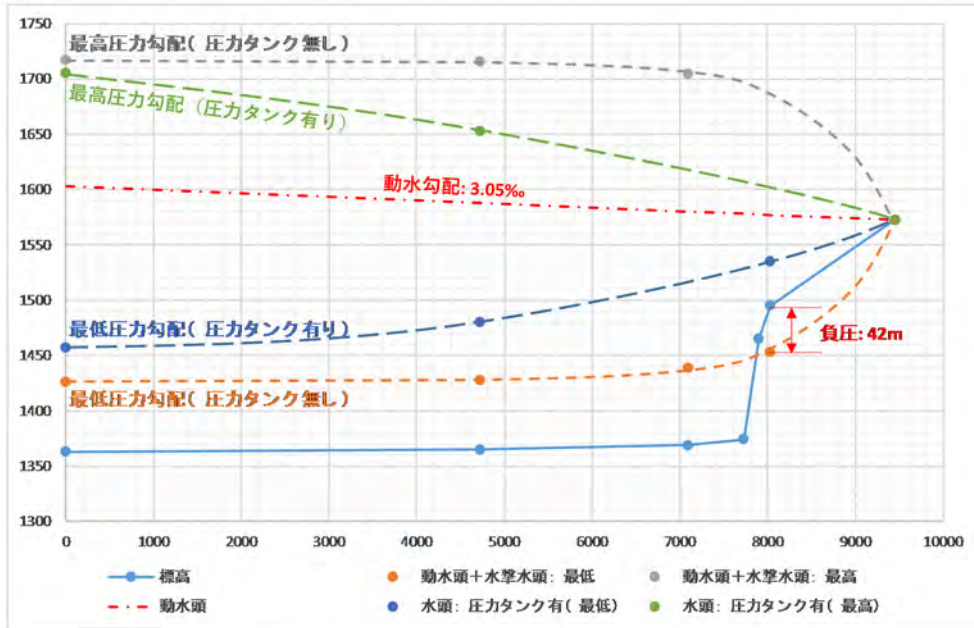


図 3-4 圧力タンクによる水撃圧対策

水撃圧への対策は圧力タンクを設置することで対応するが、送水管の設計においては、万が一圧力タンクが作動しない場合でも送水管が水圧で変位しないことを条件に、水撃圧対策をしない場合の最大水圧にて設計を行う。

## 7) 河川横断

### ① 河川横断部の地盤

更新する送水管ルートには、河川横断が6か所あるが、河川横断部の地盤調査結果確認すると(土被り2m、掘削深度3m)、N値はおよそ1~4と非常に小さい。

表 3-19 地盤調査結果 (N 値)

深さ(m)	河川横断1	河川横断2	河川横断3	河川横断4	河川横断5	河川横断6
1	1	3	3	2	17	8
2	1	2	2	4	43	2
3	2	2	3	4	72	1
4	1	3	2	7	79	1
5	1	2	4	12	91	2
6	1	4	4	1	97	1
7	19	14	3	2	101	2
8	16	100	5	3	91	2
9	4	100	9	6	110	3
10	3	100	7	6	112	2
11	2	100	9		113	3
12	2	100	11		115	6
13	3	100	7		120	4
14	3		6			16
15	1		4			41
16	2		5			93
17	1		5			98
18	2		4			84
19	1		6			102
20	2		6			101

出典：当調査団



図 3-5 河川横断部での地盤調査地点

## ② 河川横断方法

河川横断の方法としては、水管橋及び河川の伏せ越しがある。水管橋の場合、橋長に対応するため構造上の課題から送水管の管厚が厚くなり、水管橋の重量が大きくなる。このため、水管橋を支える基礎も大規模となるが、河川横断部は軟弱地盤であるため、荷重に抵抗するだけの地耐力が確保できず、杭基礎が必要となる可能性がある。既存の水管橋は杭基礎であるにも関わらず基礎が傾斜しており、本プロジェクトで水管橋を計画した場合にも杭基礎を含め、水管橋としての機能が維持できない可能性が高い。また、水管橋と送水管の埋設部との構造の違いによる地盤に対する沈下特性の相違から、水管橋と送水管の接続部に伸縮可撓管を使用する必要があり、高水圧による特殊製品となることから、事業費が大幅に増額する。したがって、本プロジェクトにおいては、送水管の河川横断は全て河川の伏せ越しにより計画する。なお、河川の伏せ越し方法に関し、開削による河川の切り回しにより送水管を河川下に布設する方法については、河川形状を一時的に変更することによる河川環境に与える影響（河川形状の変化に対する特に下流部への影響、地下水位が高いことから護岸復旧後の護岸浸食の懸念）から、「ル」国では推奨しておらず、本プロジェクトでは河川の伏せ越しを推進工事にて計画する。

### ① 推進工事の工種

本件では密閉型推進工法に分類される泥水式推進工法を採用する。

### ② 発進立坑、到達立坑

推進工事に必要な立坑の工法は鋼矢板工法とする。鋼矢板工法では矢板の継ぎ手を噛ませることにより、壁面の止水性を確保する。

### ③ 施工方法

発進立坑及び到達立坑を施工後、掘進機を発進立坑内に設置し、さや管（ヒューム管：口径1100mm）及びジャッキにより掘進機を押しながら、順次さや管を挿入し到達立坑まで掘削する。さや管挿入後は、さや管内部に送水管本体を据え付け、さや管との空隙部をモルタルで充てんする。

## 8) 仮設橋

送水管の布設に際し、ニャブゴゴ川を横断して工事用資機材の搬入、施工を行う必要があるため、3か所において仮設橋を計画する。仮設橋は鋼製にて計画し、河川の高水位から50cmの離隔を確保し架橋する。なお、仮設橋は工事終了後には撤去する。

## 9) 斜面配管

新設送水管は、河川に沿ったルートを経たのち、ノトラ配水池に向かう斜面に配置され、その後ノトラ配水池まで布設される計画とする。この斜面は勾配が約28度であり、地盤は安定しているものの、岩が多く掘削に相当の時間を要し送水管を埋設することは難しい。したがって、本プロジェクトでは、鋼管を露出配管にて布設することとし、送水管を安定した状態で配置させるため、斜面に定間隔で凸部を設けるように岩掘削し、鉄筋コンクリートの底盤を形成した後、底盤上に送水管を配置し、送水管をコンクリートで巻き立てることで管を固定する。施工においては、掘削土や生コンクリートの運搬、排出を仮設モノレールにて行い、送水管の布設については斜面上部からウィンチにてワイヤーで吊り降ろし、下方から順に溶接にて接続する。

## 10) 付帯設備

新設送水管には空気弁、排泥弁を設置する。空気弁は送水管の路線上、凸部となる箇所、斜面工の上部に設置する。排泥弁は河川横断部のうち、直接河川への排水が可能な4ヶ所に送水本管から250mmの分岐後に設置する。なお、更新する送水管は高水圧管路であるため、本線路上に大口径の仕切弁を設置した場合に故障の可能性が高く、送水管の長期的な運用を担保することができない。したがって既存の送水管同様、送水管の本線に仕切弁は設置しない。

## 11) 既存送水管の取り扱い

表 3-20 既存送水管仕様

口径	600mm	総延長	8,850m
管種	ダクタイル鉄管	水管橋	2箇所

出典：当調査団

既存送水管はダクタイル鉄管が使用されており、直管部分はタイトン型と呼ばれる継手構造で接続されている。既存送水管には2か所の水管橋により河川横断をしているが、水管橋は鋼管により部材が構成されているものの、管の両側はフランジにより接合されている。2か所の水管橋のいずれもフランジ部から漏水が発生し、1橋はフランジ部の溶接により補修をしたが、もう1橋は現在も漏水が発生している状況であり、補修には断水が必要となることから補修は行われていない。これら水管橋の基礎構造は杭基礎形式であり、口径200mmの鋼管杭が基礎ごとに4本、杭延長20数mの深さまで施工されているものの、水圧に起因すると思われる基礎の傾斜が1橋において確認できる。

既存送水管の曲管部については、45°を超える曲管部はコンクリート防護により不平均力に耐える構造となっている。ただし、45°未満の曲管、送水管が緩く曲線を描いて布設されている区間では、コンクリート防護は施されておらず、使用されているダクタイル鉄管が抜け止め機能のついていない構造のため、時間の経過と共に徐々に管が水圧によって変位し、管が外れることによって漏水が発生する可能性がある。また、コンクリート防護が施されている箇所において

も、水管橋部の漏水補修の実績、基礎の傾斜等の現状から、不平均力に対して十分な大きさの防護がなされていない可能性もある。

既存送水管の本件での使用の可能性については、上記から使用における安全性が担保出来ないことに加え、布設後約10年しか経過していないにも関わらず、これまで確認できた漏水事故だけで過去に6回発生しており、これは日本の送水管の事故率のおよそ10倍の発生頻度である。したがって、本件では既存送水管を使用せず、新設送水管のみで計画送水量の全量を賄う計画とする。

## (2) ンゾベ浄水場

ンゾベ浄水場の主な施設及び仕様を以下に示す。これまでンゾベ1浄水場とンゾベ2浄水場が運用されており、新ンゾベ1浄水場が新たに建設され、2018年4月より稼動が開始している。3つの浄水場の主要な仕様を以下に示す。

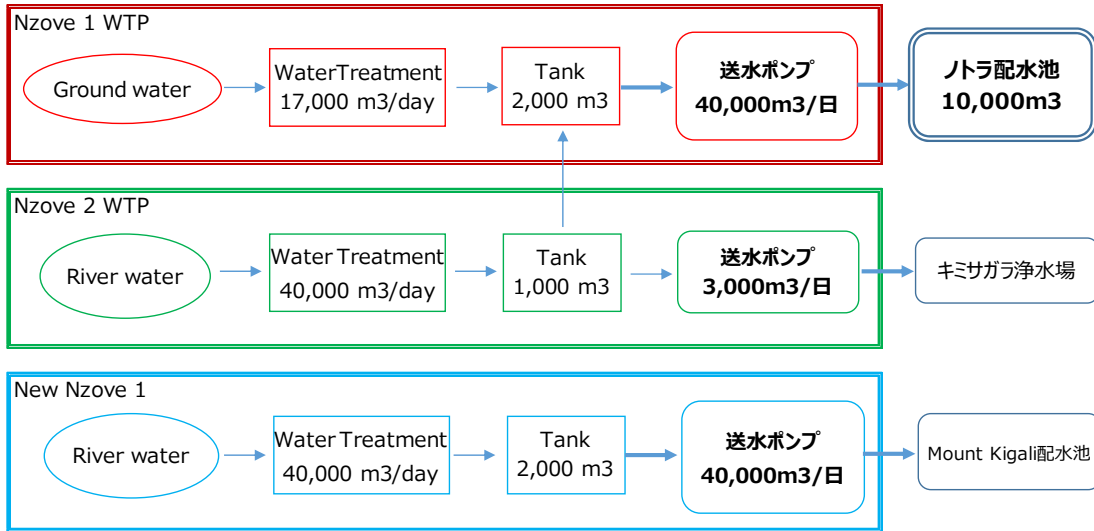
表 3-21 ンゾベ浄水場の仕様

項目	ンゾベ1	ンゾベ2	新ンゾベ1
設計処理水量 (m <sup>3</sup> /日)	40,000	40,000	65,000 (ろ過タンク及び送水ポンプは40,000m <sup>3</sup> /日のみ整備済)
処理水量 (m <sup>3</sup> /日)	1日平均17,000 (処理可能量: 25,000)	40,000	40,000
処理システム構成	取水設備 (地下水) →生物接触酸化槽 →重力式多層ろ過器 →処理水槽	取水設備 (河川水) →凝集沈殿設備 →加圧式ろ過器 →処理水槽	取水設備 (河川水) →沈砂池→凝集沈殿設備 →加圧式ろ過器 →処理水槽
処理水質	原水濁度: <100NTU 処理水濁度: <5NTU	原水濁度: <10,000NTU 処理水濁度: <1NTU	
備考	計測計器が故障し、現状は全て手動操作による運転が行われている。	2016年から稼動を開始。自動運転制御を導入している。中央監視装置で、運転状況をモニタリングしている。	2018年4月から40,000m <sup>3</sup> /日の処理を開始。将来65,000m <sup>3</sup> /日への拡張が可能な施設設計となっている。

※ンゾベ2浄水場の運転開始に伴い、ンゾベ1浄水場の処理水量が25,000 m<sup>3</sup>/日から17,000 m<sup>3</sup>/日に変更された。これはンゾベ2浄水場の浄水費用がンゾベ1浄水場よりも安価であるとの理由による。ただし、ンゾベ1浄水場の処理水量が17,000 m<sup>3</sup>/日となってから時間が経過しているため、施工期間中にンゾベ1浄水場の実運転による25,000 m<sup>3</sup>/日の処理能力を確認し、25,000 m<sup>3</sup>/日が確保できない場合は、「ル」国によりろ材の充填を行い処理水量を回復させる必要がある。

出典: 当調査団

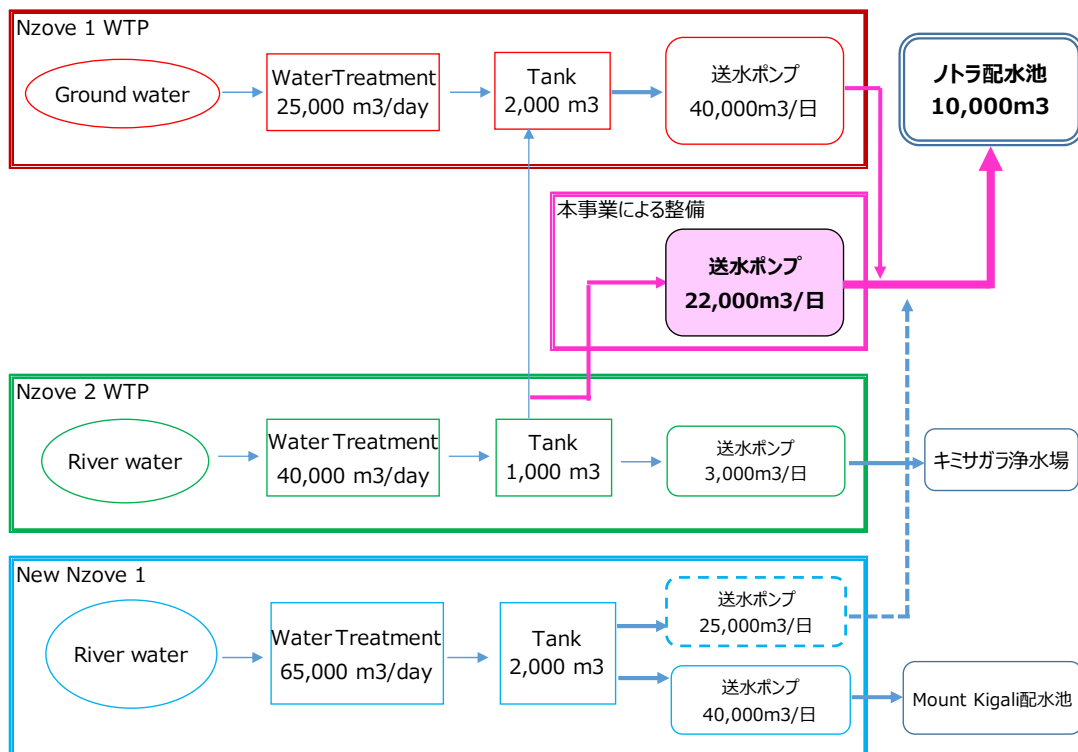
以下は、ンゾベ浄水場の現況および本プロジェクト実施後の施設概念図である。現状ではンゾベ1およびンゾベ2浄水場により最大65,000 m<sup>3</sup>/日の浄水量のうち、62,000 m<sup>3</sup>/日の処理水量がノトラ配水池へ送水が可能であるが、既存の送水ポンプおよび既存送水管が40,000 m<sup>3</sup>/日で計画されており、ンゾベ浄水場の施設能力が発揮できていない。



出典：当調査団

図 3-6 全体施設概念図（現況）

この状況を改善し、本プロジェクトでは 22,000 m<sup>3</sup>/日の送水量を持つ送水ポンプを新たに計画し、62,000 m<sup>3</sup>/日の送水量を確保する。また、将来においては、「ル」国側による新ンゾベ1浄水場の 25,000 m<sup>3</sup>/日の施設整備を行うことにより、以下のとおり 87,000 m<sup>3</sup>/日の送水が可能な施設となる。



出典：当調査団

図 3-7 全体施設概念図（ピンク色で示された範囲が本件による整備該当箇所）



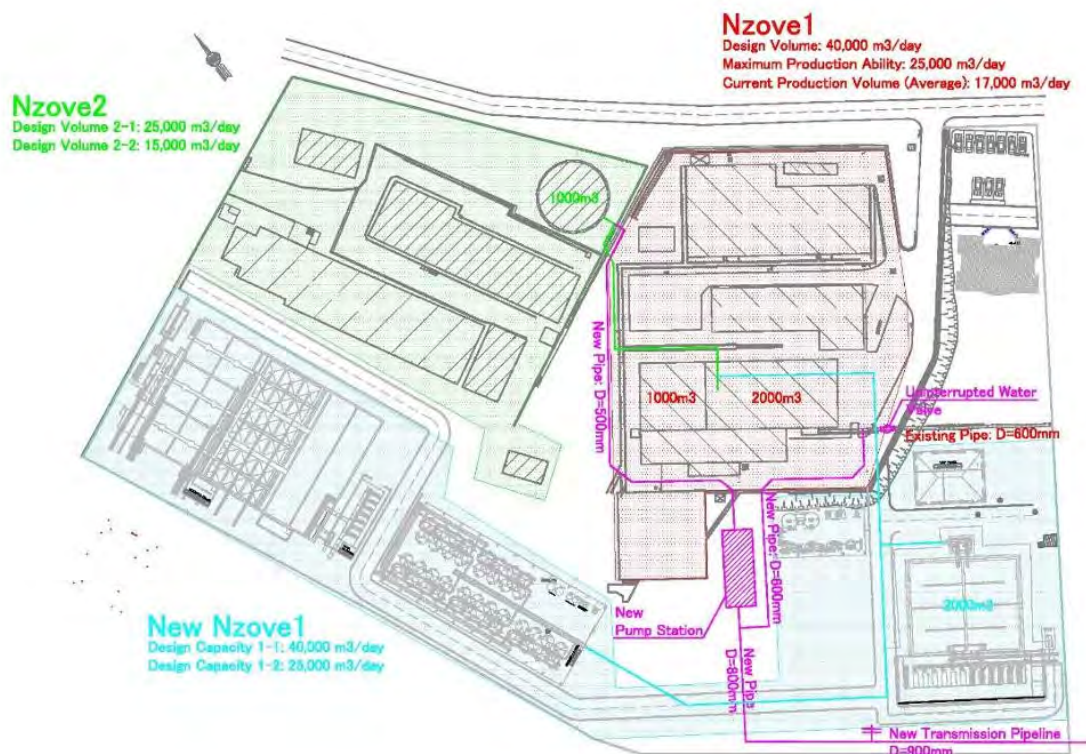


図 3-8 ンゾベ浄水場の各処理施設と本計画の改修案（ピンク）

### 1) ンゾベ浄水場の施設整備計画

上記のとおり、ンゾベ浄水場では本プロジェクトの計画送水量 87,000 m<sup>3</sup>/日に対応するため、22,000 m<sup>3</sup>/日の送水施設を新たに計画する。

表 3-22 ンゾベ浄水場の施設設計方針

施設	設計方針
送水ポンプ	送水量 22,000 m <sup>3</sup> /日（7.6 m <sup>3</sup> /min、揚程 240m） 計 3 基（2 基運転、1 基予備）
送水ポンプ棟	送水ポンプ 3 基を格納するポンプ棟
圧力タンク （水撃圧対策）	容量 32 m <sup>3</sup> 、1 基
流量計	ンゾベ 1 浄水場の導水管、新設送水ポンプ棟入り口、計 2 箇所
不断水バルブ	既存送水管からの切り替え時に使用
分岐	将来の新ンゾベ 1 浄水場からの送水量増加（25,000 m <sup>3</sup> /日）に対応するための分岐（バルブ含）の設置、分岐から新ンゾベ 1 浄水場への接続は先方負担

出典：当調査団

### 2) 送水ポンプの仕様

本プロジェクトで整備する送水ポンプは、1 基当たりの流量を 11,000 m<sup>3</sup>/日（7.6 m<sup>3</sup>/min 日）、揚程を 240m とし、本プロジェクトで整備するポンプ棟内に 3 基配置する。3 基のうち、常時 2 基の運転とし、1 基を予備とする。

### 3) 圧力タンクの仕様検討

水撃圧は、ポンプの急停止により、水の流れが急に阻害されることにより、管内の圧力が急変することで衝撃が発生する。本プロジェクトでは、更新する送水管の水撃圧対策として圧力タン

クを計画する。水撃圧対策としては圧力タンクの他にポンプにフライホイールを設置する方法も一般的である。しかし、フライホイールについては日本の一部のポンプメーカーしか対応しておらず、今回導入するポンプの将来の更新を考慮した場合、送水ポンプについては汎用性の高いポンプとし、水撃圧は圧力タンクにて対応するのが望ましい。また既存のポンプも圧力タンクによる水撃圧対策が行われていることから、本プロジェクトではフライホイールによる水撃圧対策は採用せず、圧力タンクにて行う。

圧力タンクは、コンプレッサによりタンク内に空気を補給する形式、自動的に空気を補給する形式が考えられるが、既存送水管に設置されている圧力タンクは一般的なコンプレッサによる方式が採用されていることから、WASAC の経験と維持管理の容易さを考慮し、本件でもコンプレッサによる方式の圧力タンクを計画する。

水撃圧に対しては送水管内に水柱分離が生ずる負圧への対応を主目的とし（図 3-4：斜面上部で最大約 - 42m の負圧が発生し、水柱分離が発生する）、ンゾベ 1 浄水場、ンゾベ 2 浄水場、新ンゾベ 1 浄水場の 3 施設の送水ポンプを同時運転した場合の 87,000 m<sup>3</sup>/日に対応する圧力タンクの容量 (32 m<sup>3</sup>) を確保する。また、最大水圧としては圧力タンクがない場合の水撃圧を含めた水圧（水頭：355m）を最大値とする。なお、圧力タンク、ポンプ等、ンゾベ浄水場に設置する全ての機材はフランジ規格 PN40 にて計画し、最大水圧に対して問題のない機材を採用する。なお、将来的に送水量が 105,000 m<sup>3</sup>/日に増加した場合、水撃圧を含めた水圧の最大値は水頭が 374m となるが、フランジ規格 PN40 にて計画した場合は、この水圧に対しても問題はない。

なお、圧力タンクの設置場所は、最も水撃圧の発生源となる送水ポンプ付近に建設することが望ましい。したがって、圧力タンクは新たに建設する送水ポンプからの送水管と既存ポンプからの送水管が合流した後とする。

#### 4) 既存ンゾベ浄水場施設との切り替え

ンゾベ浄水場における送水ポンプ設備の施工は、既存送水ポンプおよび既存送水管を稼働させながらの工事となる。原則として、本プロジェクトの施工は、既存施設を稼働させながらの施工が可能であるが、工程の各段階で、既存施設の改修、切り替えなどが発生する。本プロジェクトは、以下の工程で既存施設との取り合いが必要となる各段階について計画する。

##### ① 新設送水管、新設ポンプの整備

新設送水管、新設ポンプの整備は、既存施設に影響を与えることなく、施工が可能である。

##### ② ンゾベ 2 浄水場の調整池に接続されている流出管からの分岐

本プロジェクトで整備する送水ポンプ施設は、ンゾベ 2 浄水場の調整池（容量 1,000 m<sup>3</sup>）の流出管から管を分岐し、新設する送水ポンプに接続する。分岐箇所となる既存流出管の状態は両フランジ短管であり、一時的にこの両フランジ短管を取り外し、分岐のついた T 型のフランジ短管に更新し、分岐部にバルブを設置する。この流出管の分岐作業は数時間で終了し、調整池及び既存浄水システムの運用に支障はない。

この分岐管が設置されれば、既存送水管から新規送水管への切り替えのタイミングまで、既存送水管を通常通り稼働させることが可能である。また、既存送水管を稼働させながら、新設ポンプを稼働させて新設送水管への充水、管内洗浄も行うことが可能となる。

### ③ 不断水バルブの設置

不断水バルブを既存送水管に挿入する。不断水バルブについては高水圧対応とはせず、既存送水管の水圧を下げるため、ノトラ配水池手前約 700m 分（約 200 m<sup>3</sup>）の排水を既存の排泥弁から行ったのち、不断水バルブを挿入する。

### ④ 既存送水管から新規送水管への切り替え

不断水バルブ挿入後、不断水バルブを閉じて既存送水管の通水機能を停止する。その後、既存送水管を切断し、既存送水ポンプ側の既存送水管と新規送水管を接続し、切り替えを終了する。

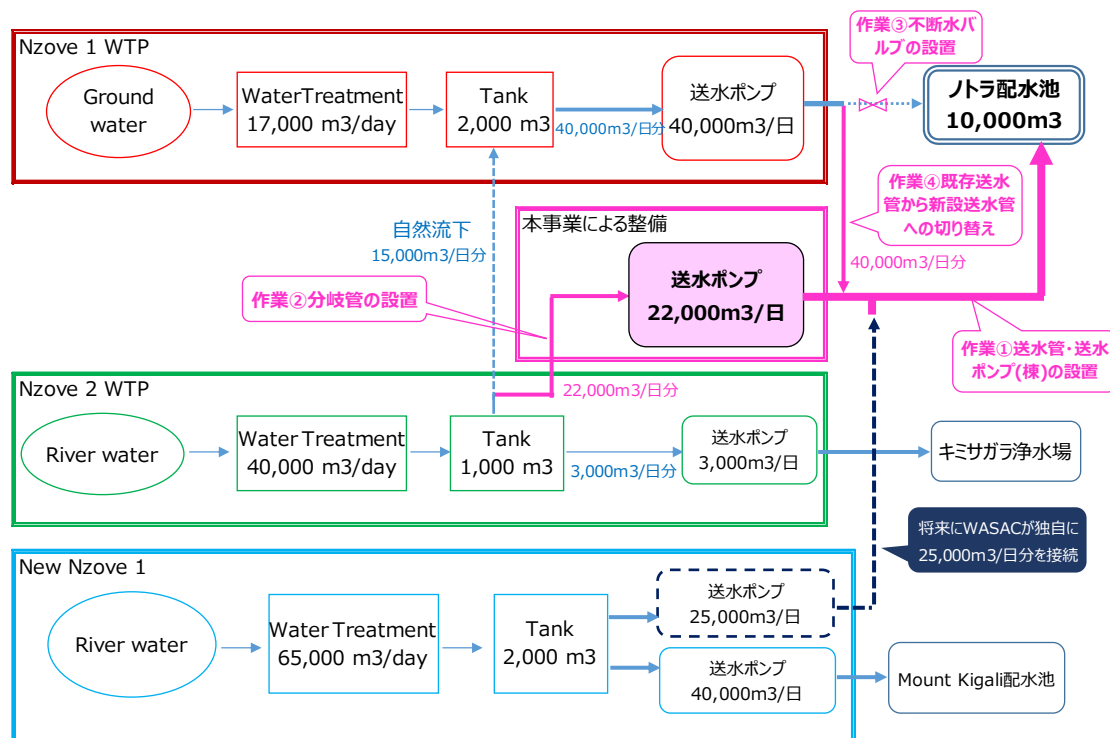


図 3-9 既設送水管から新設送水管への切り替え工事

## (3) ノトラ配水場

### 1) ノトラ配水池の改修

新設される送水管のノトラ配水池への接続にあたっては、ノトラ配水池が 2 池に分かれていることから、ノトラ配水池の手前で分岐し、各池へ分水する。

分岐管の接続箇所は、ノトラ配水池の流出管の対角線上に設けるが、配水池の躯体強度に影響を与えないよう、壁面を開口せず、配水池上部に送水管を立ち上げてから分岐し、その後ノトラ配水池天端より配水池内へ落とし込む方式とする。分岐管についてはノトラ配水池の HWL より 700mm 以上低い地点で解放する。

既存換気口は 2 池それぞれに 200mm 管が 8 か所ずつ設置されているが、送水管の更新に伴って計画送水量に相当する空気量が自由に入出できるものとし、流出管の断面積程度を確保することとして新たに 8 か所の換気口 (200mm) を設置する。

既存計装機器として通信機能付きのフロート式水位計が設置されているが、故障し修繕が出来ないことから、本プロジェクトでは新たに水位計を設置する。また、送水管の 2 池への分岐前に流量計を設置する。

## 2) ノトラ配水池の流出管の整備

ノトラ配水池からの流出管の取り付け位置に起因した 2 池間での水位の違いの解消、カチル地区への配水を優先した配水の運用体制の改善、および配水池洗浄などの維持管理面の課題に対処するため、ノトラ配水池の流出管を整備する。

流出管の整備では、2 池からの既存流出管を増径し（各池より取りだされている 600mm の流出管を一部流用し、その後 900mm へ増径）、流出管からカチル地区への配水管を分岐させ、現状で 1 池のみからの配水となっているカチル地区向けの既存流出管を廃止する。また本プロジェクトにより整備する高架水槽および「ル」国側が計画している北部地域向けの新規送水管も考慮した構造とする。したがって、流出管は現状の配水先を含め 900mm の増径後に 4 方向へ分水可能な構造となる。

本プロジェクトでは、ノトラ配水池の運用状況に関するモニタリングが可能となるように、流出管の分岐後に、既存配水管及びカチル地区向けの配水管に流量計を設ける。なお、流出管の再整備の際は流量計の設置も含め一定の期間を要するため、新たに設けるカチル地区向けの配水管の分岐から一時的に仮設配管することで、工事中の断水時間を最小化する。

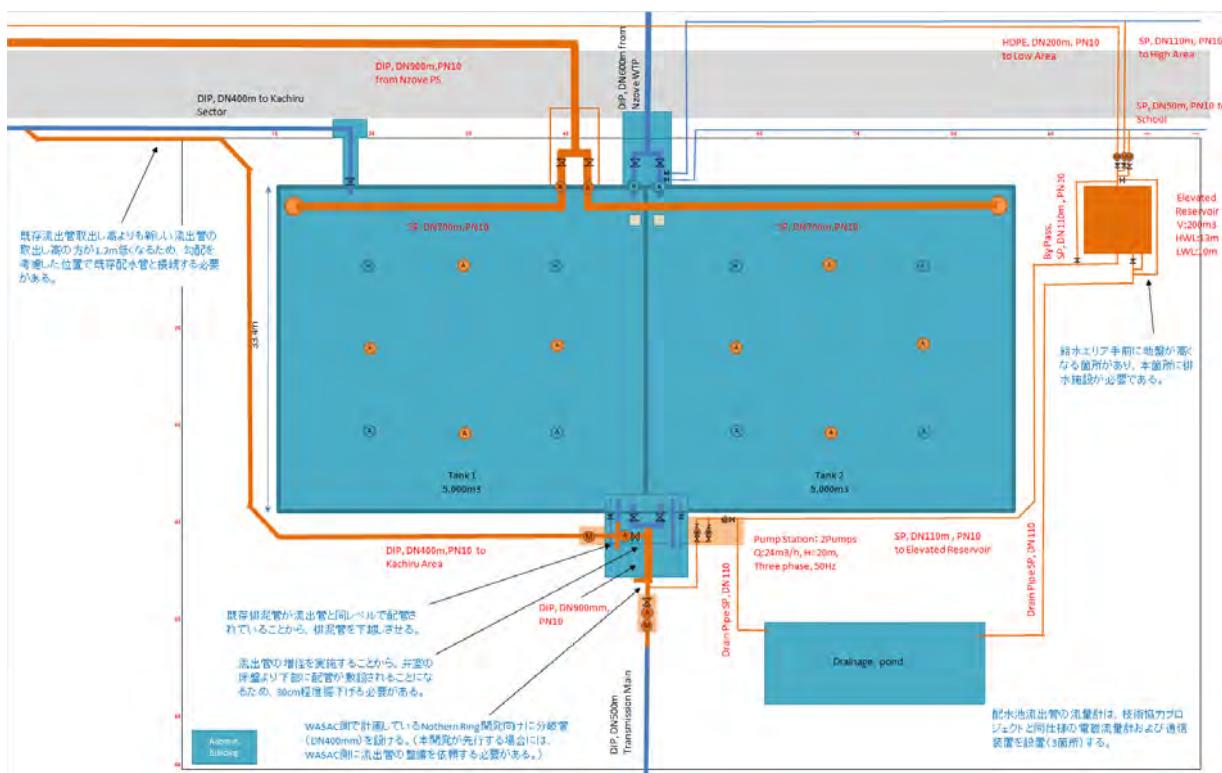


図 3-10 ノトラ配水池の改修概要（オレンジ部）

## 3) 高架水槽

本プロジェクトによる高架水槽は、以下のコンポーネントを計画する。

表 3-23 高架水槽に係るコンポーネント

項目	概要	
高架水槽（2池式）	200m <sup>3</sup> （鋼製パネル式タンク2池）	本件による整備
架台	鉄筋コンクリート製	本件による整備

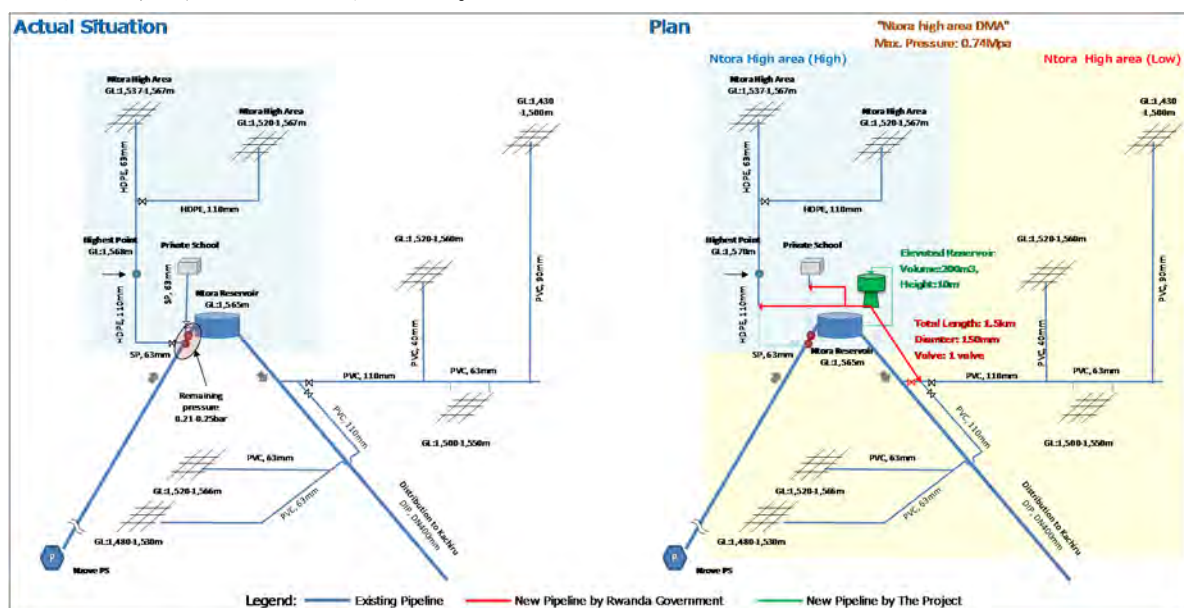
項目	概要	
揚水ポンプ（ノトラ配水池から高架水槽への揚水用）	流量：24m <sup>3</sup> /時間（0.4m <sup>3</sup> /min） 揚程：20m 2基（1基運転、1基予備）	本件による整備
水位計	2基	本件による整備
場内配管整備	1式	本件による整備
避雷針	1式	本件による整備
高架水槽から既存配水網への接続	1式	先方負担

出典：当調査団

### ①高架水槽の給水エリアの設定

本プロジェクトによる送水管の更新に伴い、現在、既存送水管に接続された2本の配水管により送水管から直接配水されている給水エリア（配水エリアA）への対応が必要となる。送水管からの直接配水は、送水管が稼働していない時間は断水となるため、ノトラ配水池からの配水に切り替える必要がある。ただし、この配水エリアAについては、ノトラ配水池との標高差が小さく水圧も低いため、ノトラ配水池からの直接配水はできない。

一方、キガリ市の水道施設は配水ブロックが設定されていないことから、地形の起伏が激しいキガリ市において配水管の水圧管理が難しく、管路の補修等で一時的に断水する場合は広域で断水が発生する場合もあるなど、エリアごとの配水管理が難しい状況である。今後実施される予定の上水道のマスタープランでは、エリアごとの適正な水圧管理と配水ブロックの整備に重点を置いて上水道の施設計画が行われる予定である。したがって、本プロジェクトでは、配水エリアAに加えてノトラ配水池からの標高差約100mのエリアを区切りとして配水エリアBを設定し、配水エリアAと共に高架水槽に受け持たせることで配水ブロックを形成する。これにより、エリア内の水圧の安定化、既存送水管からの直結配水による断水リスクの排除、エリア内の安定した配水運用に寄与することが可能となる。



出典：当調査団

図 3-11 高架水槽が受け持つ配水エリアの概要図

## ②高架水槽の仕様

高架水槽から配水を行うエリアの水需要量を以下のとおり算出した。水需要量の算出条件はキガリ市全体の水需要量の算出条件と同じ条件である。

表 3-24 水需要量

Village	2012			2016	2017					
	Population at Village	DMA Area coverage on Village	Population on DMA Area	Customer	Population on DMA Area	Demand on household	Demand on big customer	Total Demand	Daily Average Water demand	Daily Maximum Water demand
	persons	%	persons	user	persons	m3/day	m3/day	m3/day	m3/day	m3/day
Ntora	610	100	610	340	750	90	41	131	170	220
Nyakariba	623	50	312	240	380	46	0	46	59	76
Rukeri	617	2	13	11	20	2	0	2	3	4
Umurava	530	5	27	15	30	4	38	42	54	70
Gasharu	692	10	70	85	90	11	0	11	14	18
Amajyambere	742	5	38	23	50	6	0	6	8	10
	3,814		1,070	714	1,320	158		237	309	398

Village	2030					
	Population on DMA Area	Demand on household	Demand on big customer	Total Demand	Daily Average Water demand	Daily Maximum Water demand
	persons	m3/day	m3/day	m3/day	m3/day	m3/day
Ntora	1,260	151	41	192	250	322
Nyakariba	640	77	0	77	100	129
Rukeri	30	4	0	4	5	6
Umurava	60	7	38	45	59	76
Gasharu	140	17	0	17	22	28
Amajyambere	80	10	0	10	12	16
TOAL	2,210	265		344	447	577

出典：当調査団

算出の結果、高架水槽が受け持つ配水エリアの人口は2,210人、1日最大給水量は577 m<sup>3</sup>/日と推定される。

時間ごとの配水データが確認できるキガリ市内の Kadobogo 地区のデータを使用し、時間係数を以下のとおり設定した。

表 3-25 時間係数の設定

Time	Time coefficient	Time	Time coefficient
0:00	0.00	12:00	1.52
1:00	0.02	13:00	1.42
2:00	0.05	14:00	1.00
3:00	0.06	15:00	0.82
4:00	0.12	16:00	1.01
5:00	0.54	17:00	1.37
6:00	1.73	18:00	1.89
7:00	1.92	19:00	1.28
8:00	1.95	20:00	0.84
9:00	1.66	21:00	0.68
10:00	1.61	22:00	0.34
11:00	2.07	23:00	0.11

出典：当調査団

また、設定した時間係数から、高架水槽からの一日最大給水量である577 m<sup>3</sup>/日に対する時間ごとの配水量を求め、各時間の高架水槽内の水量を算出した。計算結果は以下のとおりである。

表 3-26 配水池容量 (2030 年時点)

	Flow[m3/h]	time coefficient	時刻	係数	配水量(②)	累積	②-①	配水池水量
11:00	21.8	2.1	0	0.00	0.0	0.0	24.0	99
12:00	17.2	1.5	1	0.02	0.5	0.5	23.5	122
13:00	12.6	1.4	2	0.05	1.2	1.7	22.8	145
14:00	11.8	1.0	3	0.06	1.4	3.1	22.6	168
15:00	8.3	0.8	4	0.12	2.9	6.0	21.1	189
16:00	6.8	1.0	5	0.54	13.0	19.0	11.0	200
17:00	8.4	1.4	6	1.73	41.5	60.5	-17.5	182
18:00	11.4	1.9	7	1.92	46.1	106.6	-22.1	160
19:00	15.7	1.3	8	1.95	46.8	153.4	-22.8	138
20:00	10.6	0.8	9	1.66	39.8	193.2	-15.8	122
21:00	7.0	0.7	10	1.61	38.6	231.8	-14.6	107
22:00	5.6	0.3	11	2.07	49.7	281.5	-25.7	81
23:00	2.9	0.1	12	1.52	36.5	318.0	-12.5	69
0:00	0.9	0.0	13	1.42	34.1	352.1	-10.1	59
1:00	0.0	0.0	14	1.00	24.0	376.1	0.0	59
2:00	0.2	0.1	15	0.82	19.7	395.8	4.3	63
3:00	0.4	0.1	16	1.01	24.2	420.0	-0.2	63
4:00	0.5	0.1	17	1.37	32.9	452.9	-8.9	54
5:00	1.0	0.5	18	1.89	45.4	498.2	-21.4	33
6:00	4.5	1.7	19	1.28	30.7	529.0	-6.7	26
7:00	14.4	1.9	20	0.84	20.2	549.1	3.8	30
8:00	16.0	2.0	21	0.68	16.3	565.4	7.7	38
9:00	16.2	1.7	22	0.34	8.2	573.6	15.8	53
10:00	13.8	1.6	23	0.11	2.6	576.2	21.4	75
Average	8.7							

計画一日最大給水量 577 m3  
時間平均配水量(①) 24 m3/h 0.40 m3/min

出典：当調査団

計算の結果、必要な高架水槽の最大容量は 200 m<sup>3</sup>となる。したがって、本プロジェクトでは高架水槽の有効容量を 200 m<sup>3</sup>として計画する。

高架水槽は鋼製のパネル式タンクとし、水槽内の清掃を考慮して 2 池式とする。また高架水槽の最低水位を地上から 10m として計画する。

高架水槽の架台は鉄筋コンクリート製とし、ノトラ配水池から揚水ポンプ(流量:0.4 m<sup>3</sup>/min、揚程 20m)にて高架水槽に注水する。

#### 4) 計器類

ノトラ配水場内に以下の計器を設置し、配水管理に係るデータの蓄積と適切な配水池の運用を行う。

- 流量計 (ノトラ配水池の流入管 1 台、カチル方面への流出管 1 台、既存配水管に接続する流出管 1 台、計 3 台)
- 水位計 (ノトラ配水池 (2 槽) 2 台、高架水槽 (2 槽) 2 台、計 4 台)

### 3-2-3 概略設計図

本計画における概略設計図は、次頁のとおりである。

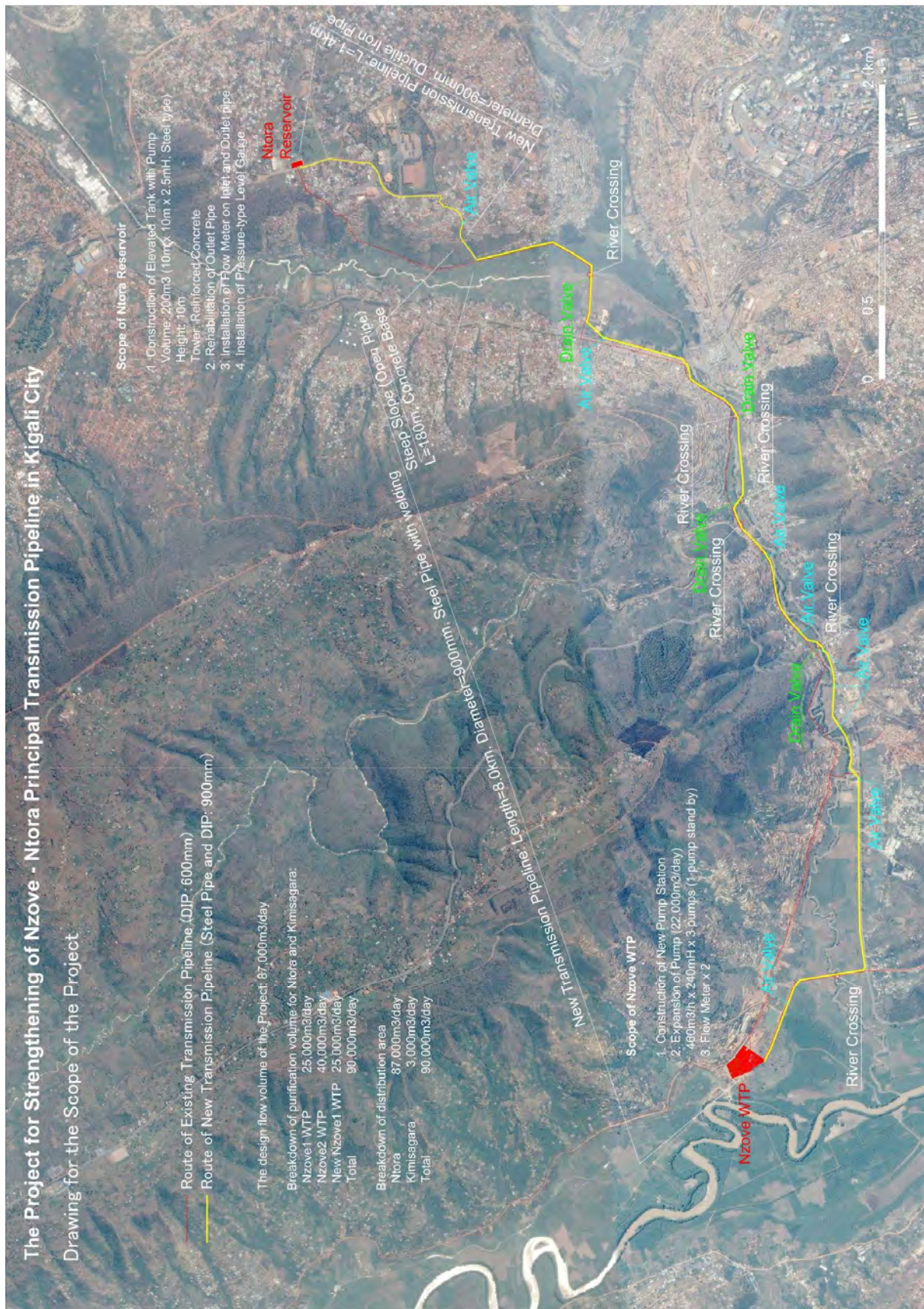


図 3-12 送水管布設計画図





図 3-13 斜面配管施工図

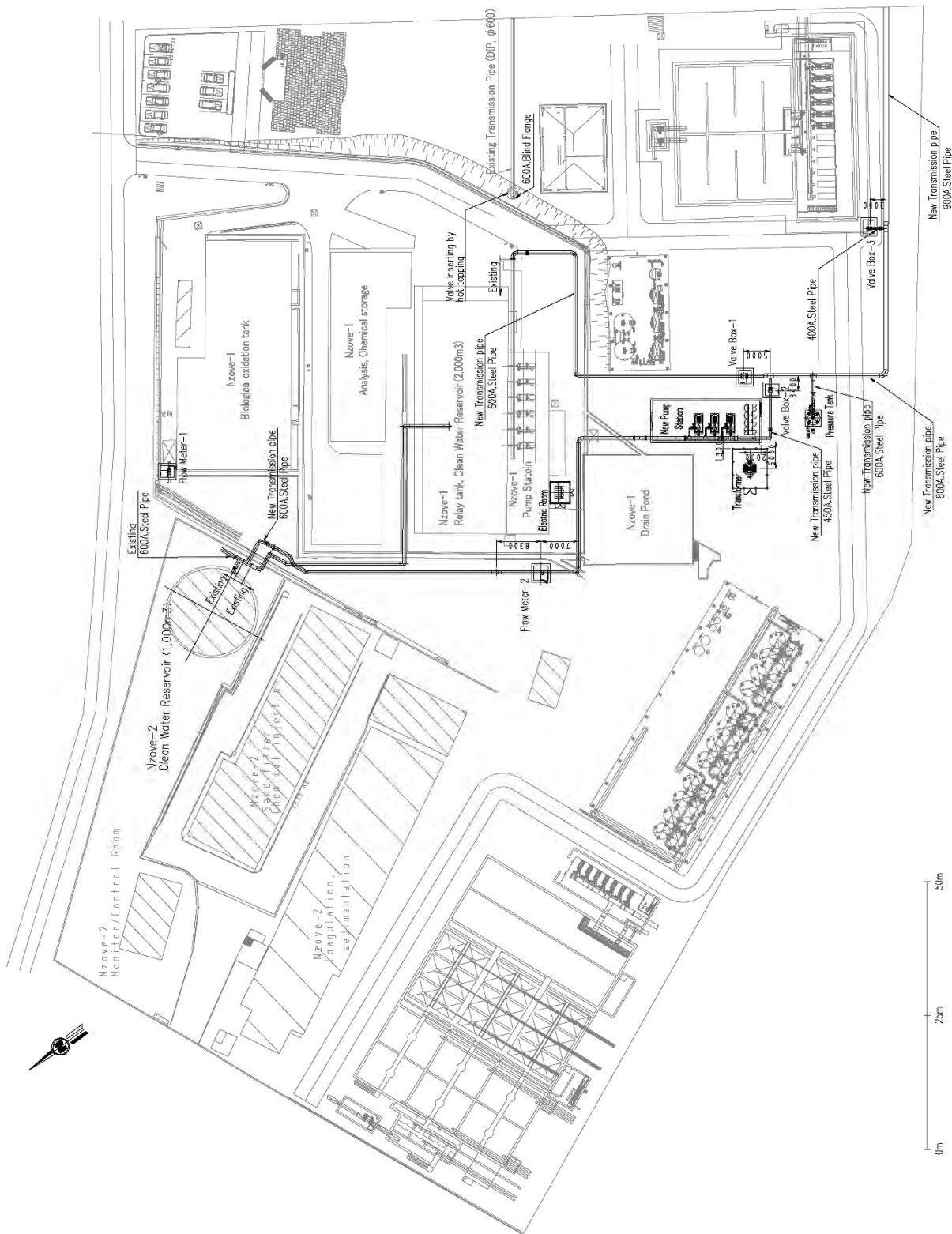


図 3-14 ンゾベ浄水場施設計画図

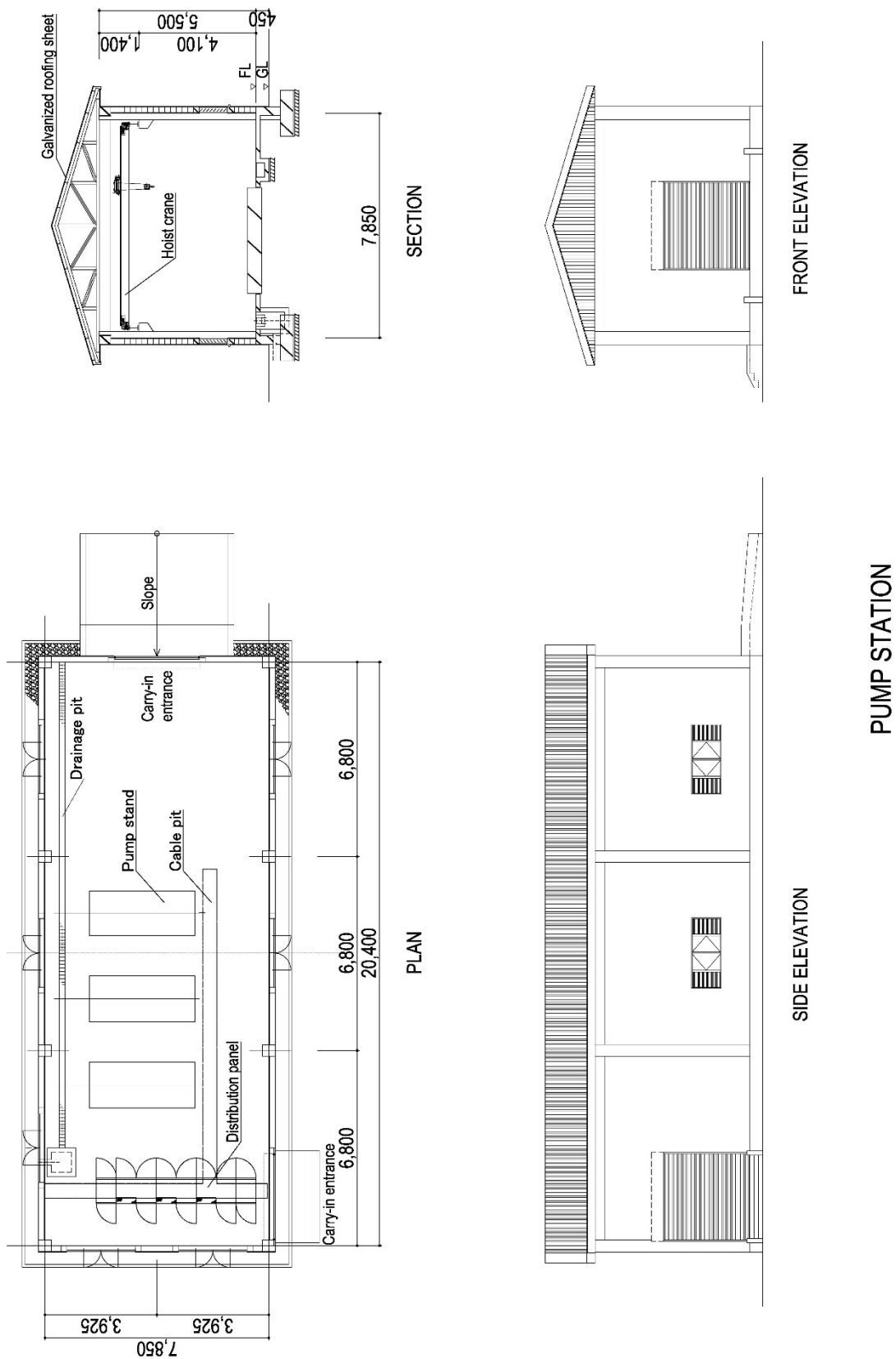
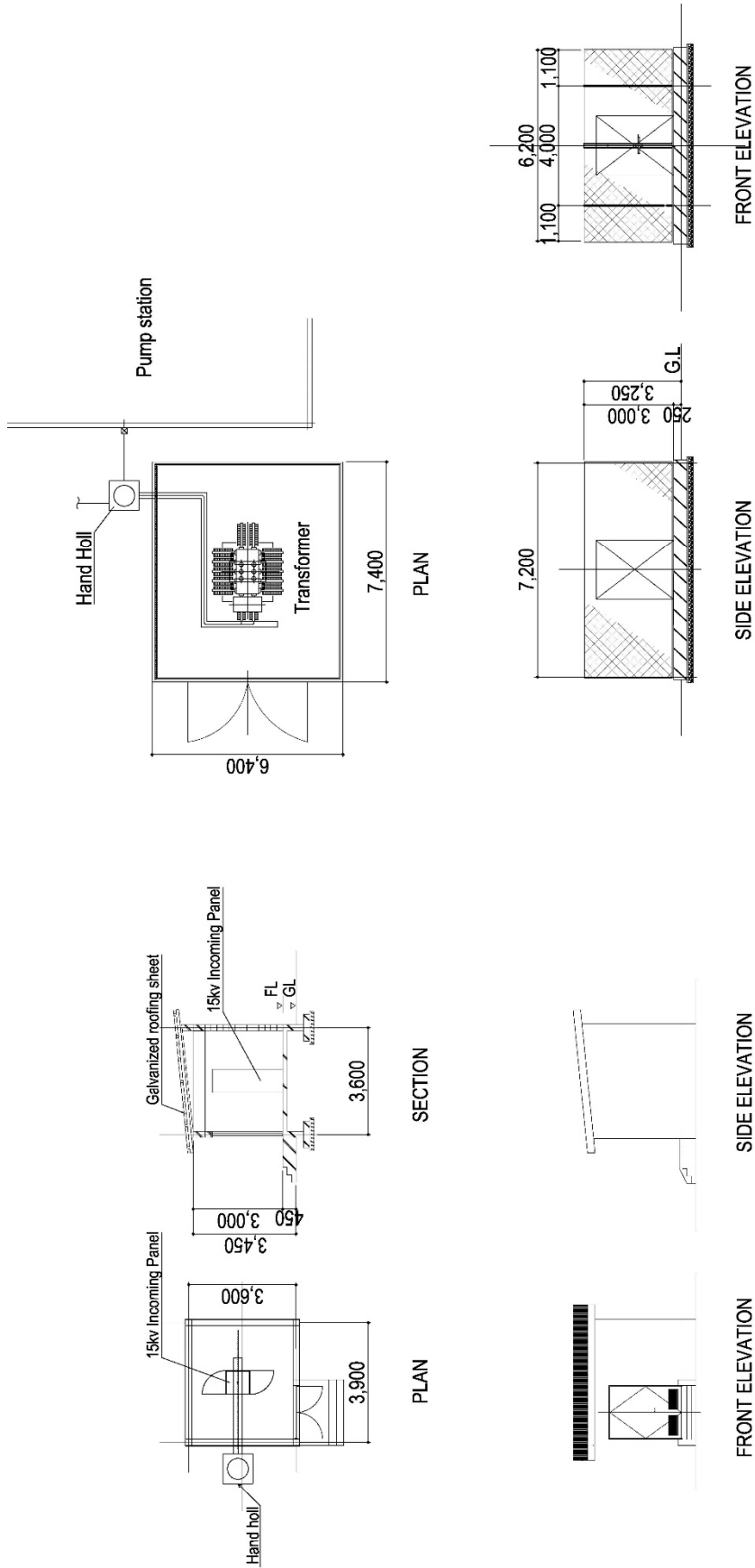


図 3-15 ンゾベ浄水場ポンプ棟計画図



TRANSFORMER PLACE

ELECTRIC ROOM

図 3-16 ンゾベ浄水場電気室計画図



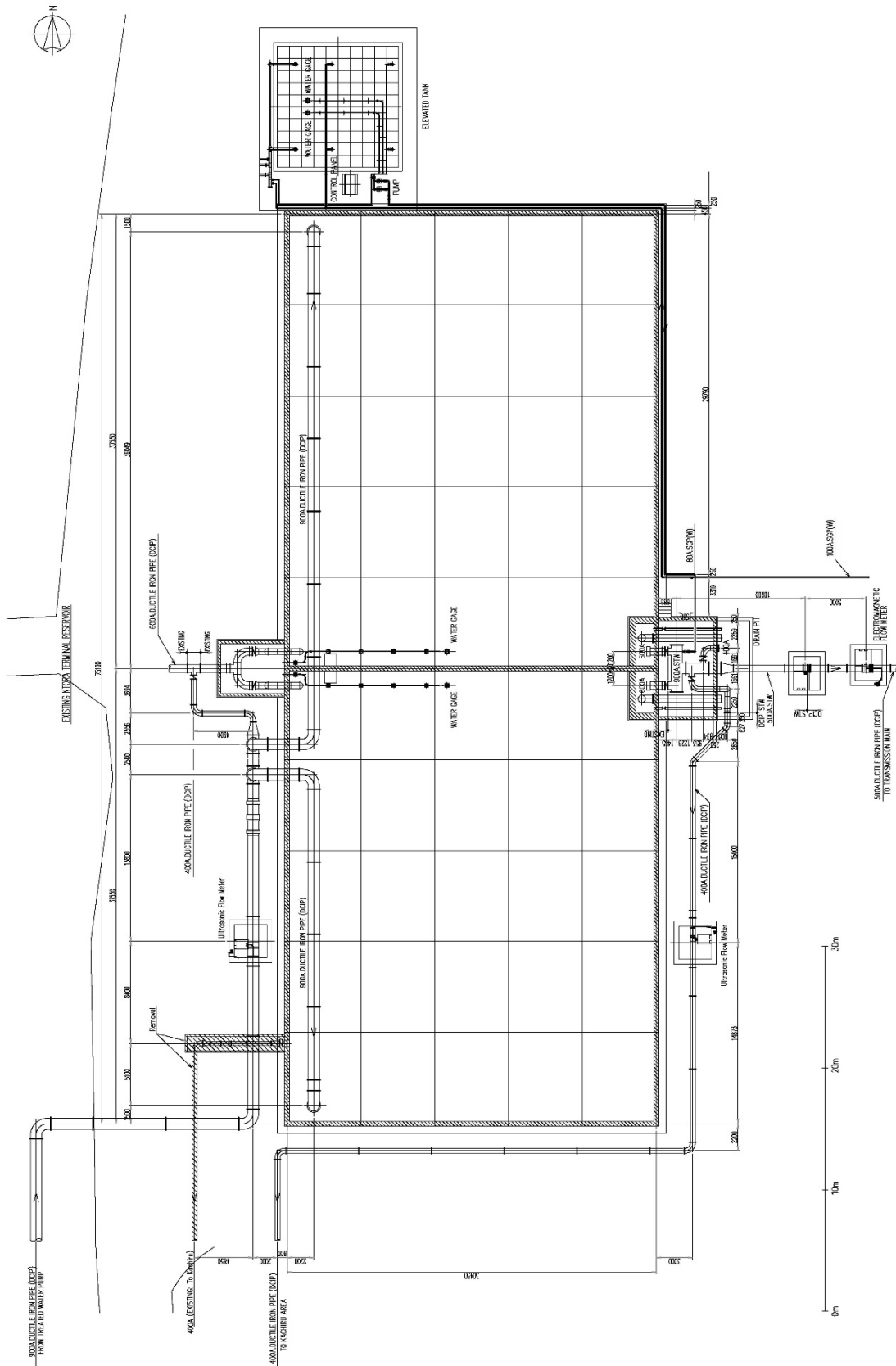


図 3-18 ノラ配水場計画平面図

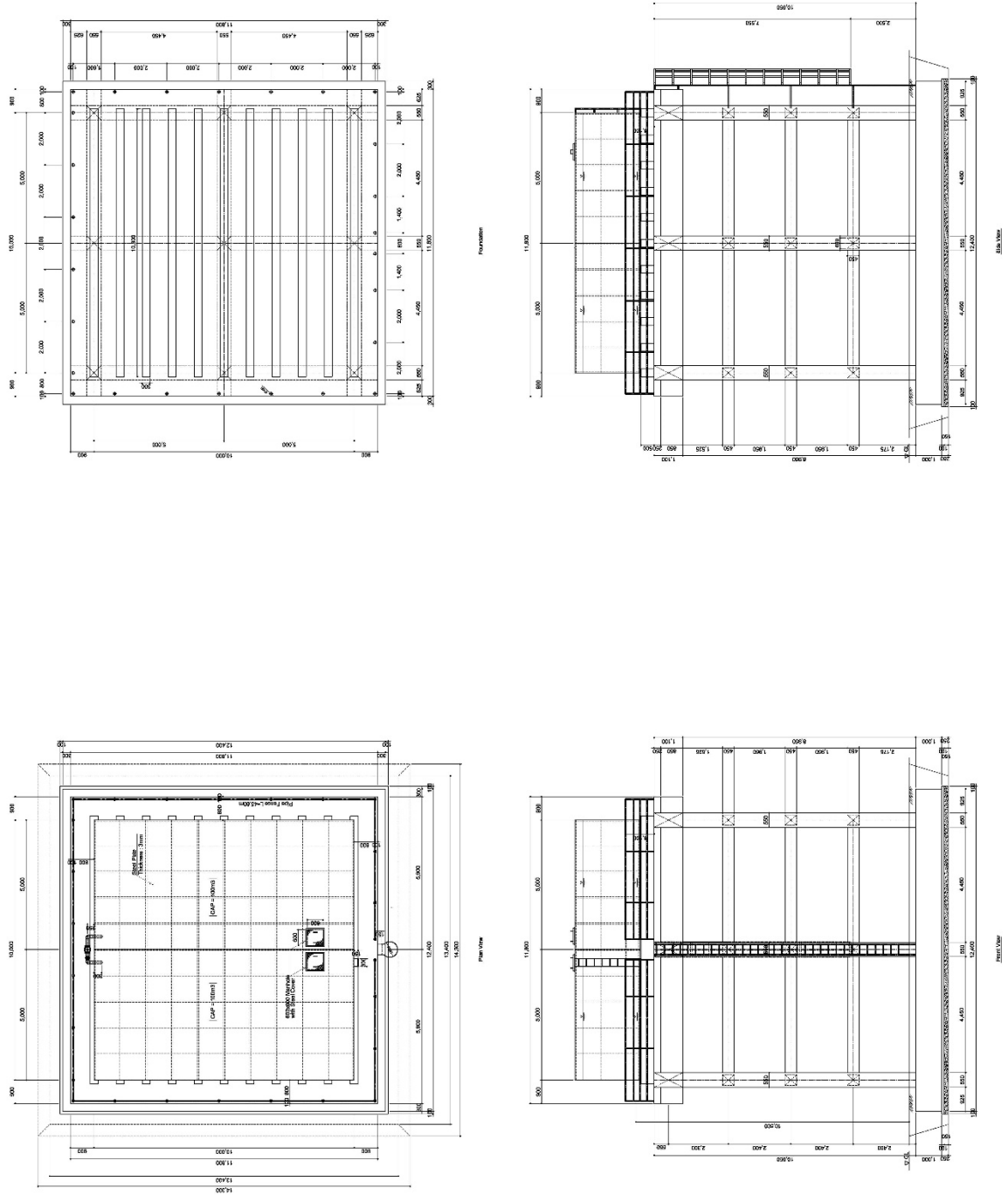


図 3-19 高架水槽計画図

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針/調達方針（プロジェクト実施体制）

本プロジェクトは、我が国の無償資金協力の枠組みに従って実施されるため、我が国政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文（E/N）及び JICA（国際協力機構）と「ル」国との贈与契約（G/A）が取り交わされた後に実施に移される。以下に本プロジェクトを実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

##### （１） 事業実施主体

「ル」国側の本プロジェクトの実施機関は、WASAC である。WASAC における実施部門は、本プロジェクトを遂行し、当該設備完成後は、本計画で整備された設備・施設の運転維持管理を担う必要がある。また、本プロジェクトを円滑に進めるために、WASAC は日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行い、本プロジェクトを担当する責任者を選任する必要がある。

選任された WASAC の本プロジェクトの責任者は、本プロジェクトに関係する WASAC 職員及び関係機関、並びに関係する地域の住民等に対して、本プロジェクトの内容を十分に説明・理解させ、本プロジェクトの実施に対し協力するように啓発する必要がある。

##### （２） コンサルタント

本プロジェクトの施設建設を実施するため、JICA より「ル」国側に推薦された日本国法人のコンサルタントが、WASAC と設計監理業務契約を締結し、本プロジェクトに係わる実施設計と調達及び据付工事の監理業務を行う。また、同コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体である WASAC に対し、入札実施業務を代行する。

##### （３） 請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札により「ル」国側から選定された日本国法人の請負業者が、本協力対象事業の施設建設を実施する。請負業者は本プロジェクトの完成後も、引続きスペアパーツの供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要と考えられるため、当該資機材及び設備の引渡し後の連絡体制についても、十分に配慮する必要がある。

##### （４） 技術者派遣の必要性

本プロジェクトは、高水圧管路となる送水管をはじめ、ンゾベ浄水場及びノトラ配水場の再整備に係る施設建設事業であり、複数の工事班により同時並行的に施工が行われるため、各工事班が互いに調整し、工事進捗が滞ることなく施工を進めることが必要である。したがって、施工における各工程、施工品質、そして出来形及び徹底した安全管理のため、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任を日本から派遣することが不可欠である。

#### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

##### （１） 輸送条件

本プロジェクトで計画する、荷揚げ港となるケニアのモンバサ港から対象サイトであるキガリ市までの区間は、舗装道路が整備されており輸送に際し特に問題はないが、送水管に使用する鋼



管は一本が9mと長いため、オープントップのコンテナを使用することになる。このオープントップ型のコンテナは流通量が少なく、一回の船積みの際に手配できるコンテナ数が15~20本程度となることから、海上輸送については6~7回に分けて輸送する必要があり、その他の資材も含めると9~10回の分船となる。したがって、工事の遅延を避けるためには資機材の輸送計画を入念に検討する必要がある。

## (2) 施工上の留意点

更新する送水管の布設予定地は、河川敷内に布設することもあり地盤が非常に緩い(N値:1~2)。また、河川敷内では送水管の土被りを2mとしており、掘削深度としては約3mになることから、掘削断面の崩壊を防ぐため、適切な勾配を確保して施工する。また、鋼管の溶接部については管の全周を溶接することから、鋼矢板等の土留め工により万が一の掘削断面の崩壊にも対応できる体制を構築し施工する。

送水管の埋め戻しについては良質土を使用し、送水管が変位しないよう埋め戻し厚30cm毎に十分な締め固めを行い、管を固定する。

また、送水管の溶接には時間を要し、特に雨季の河川敷内での施工は出来ないため、河川敷内での施工は乾季に行うことになる。したがって、施工においては適切な班数の準備、班ごとの施工区間の設定など、工事が停滞しないよう工事の計画段階から十分に検討し施工の調整を行う。

鋼管の溶接は、高水圧に対応するために高い施工品質が求められる。したがって、本プロジェクトでは鋼管の溶接については経験を持つ日本人技術者など、熟練した溶接工による溶接を行う。溶接の突合わせ継手に用いられる開先形状はX型とし、送水管の内外面にて溶接する。また、溶接の必要箇所においてX線検査を実施する。

河川敷内に鋼管を布設する区間では、地下水位が0.6m~1.0mとなるため、施工中は排水ポンプで排水を行わないながら作業を行う。また、作業を中断する夜間には地下水位が上昇し、布設した鋼管の内部に地下水が流入する恐れがあるため、管内への地下水の流入を防ぐため、一日の作業が終了時に管の端部に栓を接続し、地下水の管内への流入を防止する。

## (3) 資機材の調達国について

本プロジェクトで調達される資機材は、管材(鋼管、ダクタイル鋳鉄管)、ポンプなど、「ル」国内での生産は行われておらず、ほとんどが輸入に頼っており現地調達は困難である。従って本プロジェクトで調達される資機材は原則として、砕石、コンクリート用資材(セメント、砂、骨材)、鉄筋、型枠を除くほぼ全てを日本又は第三国から調達するものとする。

## (4) 安全対策について

本プロジェクトの対象地域は治安上の問題が少ない地域であるが、工事期間中の資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には留意する必要がある。このため、必要に応じて「ル」国側に対して安全対策上必要な措置を講じるよう依頼することは勿論であるが、日本側の施工業者も、資機材置き場にフェンスを設置し、警備員を配置する等の対策を行う。

送水管に使用する管材は口径も大きく重量物であるため、運搬や吊上げ、吊り降ろし時には特に注意し、移動中の管の周囲に近づかないなど、危険な作業を行わない。また、適切な掘削勾配と土留め工により万が一の断面崩壊時の事故を防止する。さらに、送水管はンゾベ浄水場から約

8km の地点で勾配が約 28 度の斜面上を布設するが、斜面全体に鉄筋コンクリートの底盤を施工し、その後鋼管を斜面上部からウィンチにて下方に吊り降ろすなど、作業工程が多い。施工中は落石や資材の落下などに対応するため、落石防護柵を設置する。また鋼管の吊り降ろしについては万が一のワイヤーの破断による管材の落下に備えて、別途安全ワイヤーを管材に取り付けて吊り降ろすなど、予測しうる事故に備えた施工とする。

### (5) 免税措置について

本プロジェクトに対しては、両国の間で結ばれる E/N の記載に従って免税が適用される。

「付加価値税 (VAT)」および「源泉徴収税 (Withholding Tax)」の免税は事後還付方式 (先方実施機関が負担) であり、「付加価値税 (VAT)」および「源泉徴収税 (Withholding Tax)」の免税には先方実施機関に物品の購入物品リストを提出する必要がある。購入物品リストは施工業者が毎月作成し、先方実施機関が実際の購入物と照合した上で本事業に必要であると判断された場合には、先方実施機関が RRA (Rwanda Revenue Authority) に免税 (事後還付) の手続きを行う。免税手続きに必要な書類は申請月に購入した物品リスト、請求書原本 (Invoice)、領収書 (Electric Billing Machine (EBM) で発行されたもの) である。なお、付加価値税や源泉徴収税の返還までの期間は事後還付の申請後から 6 ヶ月以上かかる場合があるため、先方実施機関が RRA への免税手続きや必要書類の提出を適切に行うよう打診する。

また、本邦からの資材等の輸入に関する通関税 (Import duties) では以下の書類が必要となる。通関税についても先方実施機関による負担となる (事前免税方式)。

- ✓ マスターリスト
- ✓ 航空貨物運送状 (船荷証券)
- ✓ 請求書原本
- ✓ パッキングリスト
- ✓ ライン省庁と先方実施機関からのレター
- ✓ ルワンダ国政府の批准書
- ✓ 到着通知 (Arrival notice) (必要に応じて)

以上の書類を先方実施機関が精査し、問題がなければ税関への支払いを先方実施機関が実施する。通関時には、プロジェクト実施機関の職員による立会い・署名が必要となるため先方実施機関へ立会い・署名が必要となる時期を連絡する必要がある。また、資機材の輸入時には本邦業者の名義ではなく、先方実施機関の名義で輸入することが必要となることに留意する (通関税は先方実施機関の負担であるため、支払い者の名義で輸入する必要がある)。

工事に必要となる機材を「ル」国に一時的に輸入し、工事終了後に再度機材を輸出する場合には一時輸入 (Temporary Importation) の承認をもらうことで、免税となる。一時輸入の承認は先方実施機関が RDB に申請する必要がある、承認には約 1~2 週間程度を要する。したがって、一時輸入が発生する場合には先方実施機関へ事前に一時輸入の承認を RDB (Rwanda Development Board) へ実施するよう打診する必要がある。

### (6) 資機材調達上の留意事項

現地の施工業者は、送水管の溶接を除き、本プロジェクトの規模・仕様に見合う施工能力があ

ると判断されるため、邦人技術者の管理のもとで、本計画に積極的に活用する。

本計画に必要な資機材は、コスト比較によってより安価な現地調達を採用を基本とする。しかしながら、現地調達が不可能な資機材、また、品質及び流通に問題があり一定期間内に入手が困難な資機材については、日本及び第三国から調達する。

### 3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分

本計画が実施された場合、日本側と「ル」国側との施工負担は、以下のとおり区分される。

表 3-27 日本及び「ル」国側の施工負担区分

業務内容	日本国側	「ル」国側
1. 銀行取極みと支払授權書の発行		
■銀行取極みの実施		○
■支払授權書 (A/P) の発行		○
■上記銀行手続きに係る諸費用		○
2. 環境社会配慮上の手続き (住民移転、用地取得、モニタリング)		○
3. 樹木撤去、整地、障害物の撤去		○
4. 建築許可の取得		
■送水管布設に伴う道路・河川管理者への通知と許可		○
5. 資機材保管場所の確保		○
6. 資機材の輸送・通関関係等		
■モンバサ港までの機材の輸送	○	
■施工サイトまでの資機材の輸送	○	
■通関業務		○
■免税措置 (関税、付加価値税等)		○
■資機材の輸入許可の取得		○
7. 施設建設		
■工事用道路の整備	○	
■ンゾベ-ノトラ系送水管の更新	○	
■既存送水管からの切り替え	○	
■ンゾベ浄水場の送水ポンプ棟の建設	○	
■ンゾベ浄水場の送水ポンプ設備の増設	○	
■ノトラ配水場の高架水槽の建設	○	
■ノトラ配水場の流出管の整備	○	
■流量計、水位計の設置	○	
■ンゾベ1浄水場の生産量の回復		○
■新ンゾベ1浄水場の生産量の増加 (40,000m <sup>3</sup> →65,000m <sup>3</sup> )		○
■橋梁工事個所のボックスカルバートの設置		○
■ノトラ配水区域の配管工事及びその付帯設備工事の実施		○
■残土及び工事雑水の廃棄場所の提供		○
■試験用水・塩素剤の提供		○
■送水管の切替時に一時的に生じる可能性のある断水の事前通知		○
8. 本業務関係者の出入国・滞在に必要な許認可・手続き及びその諸費用		○
9. 本業務実施に必要な許認可手続き		○
10. 無償資金協力に含まれない関連業務にかかる費用の負担		○
11. 入札支援業務		
■入札図書作成支援	○	
■入札及び調達監理にかかるコンサルティング業務	○	
12. 納入資機材検収の実施		
■納入資機材検収の実施及び立会い	○	○
■納入資機材の証明手続き	○	○
13. その他		
事業モニタリングに係わる指標値の継続した収集と蓄積		○
周辺住民の協力取得と交通規制についての必要な対策と措置		○

### 3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは協力準備調査で行った概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理/調達監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは施工監理/調達監理段階において、本プロジェクトの対象地に最低限1人の技術者を駐在させ、工程管理、品質管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

#### (1) 施工監理/調達監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう資機材の調達及び工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。全体工程を遵守するためには、各々のコンポーネントの工程計画に沿って、所定の期間内に機材調達/据付工事を完了させることが重要である。また全体工程の円滑な進行のために不可欠な「ル」国側の負担事項の進捗についても随時把握することが重要である。監理内容は、資機材調達、仮設工事、基礎工事、躯体工事、設備工事、配管工事と多岐に亘る。そのため、コンサルタントは相手国側実施機関、建築・設備・インフラ関係諸官庁、周辺住民等及び施工業者との連携・協力によって、調達監理を円滑に実施する。以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

#### 1) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測される場合は、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ① 工事出来高確認（資機材工場製出来高を含む）
- ② 資機材搬入実績確認（管路、ポンプ設備等）
- ③ 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ④ 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

#### 2) 安全管理

請負業者の責任者と協議、協力し、施工期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 定期的な安全管理会議の開催
- ③ 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- ④ 工事用車両、建設機械等の運行ルートの策定と徐行運転の徹底
- ⑤ 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

## (2) 施工監督者

工事請負業者は工事契約に基づき、施設建設工事実施するに当たり、「ル」国現地の施工業者を、下請け契約を結ぶことにより雇用することになる。従って、建設期間中の工程管理、品質管理、安全管理を下請けの業者にも徹底させるため、請負業者は海外での類似業務経験を持つ技術者を現地に派遣し、下請け業者の管理を行わせる必要がある。これら施工業者の管理を監督し、管理を徹底させるため、コンサルタントは常駐監理者を派遣する。

### 3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本プロジェクトで調達される資機材の品質並びにそれらの施工出来形が、契約図書（技術仕様書、設計図等）に示された品質・出来形に合致しているか下記の項目に基づき監理・照査を実施する。品質・出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会い又は工場検査結果報告書の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ⑤ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- ⑥ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑦ 機材製作図・施工図と現場出来形の照査
- ⑧ 竣工図の照査

## (1) コンクリート

### 1) コンクリート配合

施工に先立ち、材料試験に合格した材料を使用し、呼び強度別に示方配合計画を立てた上でコンクリート試験練りを実施し、呼び強度毎のコンクリート配合を決定する。示方配合にあたっては、それぞれの呼び強度に対する目標強度を設定し、試験練り供試体の圧縮強度平均が目標強度を上回り、かつ、設定したスランプの許容範囲内であるコンクリート配合を示方配合とする。目標強度の設定は、呼び強度に予想される標準偏差（ばらつき）等を上乗せした値とする。

コンクリート圧縮試験は、コンサルタント確認のうえで生コンクリート製造業者の試験室、もしくは現場で実施する。供試体は、打設毎かつ打設 100 m<sup>3</sup>以内に一回の割合で現場にて採取し、養生する。一回あたりに採取する供試体の本数は、6本とし、内3本を1週間強度測定用、残りの3本を4週間強度測定用とする。

### 2) コンクリート製造

対象となるキガリ市には、生コンクリート製造業社が存在し、生コンクリートを製造業者から購入することが可能である。したがって、生コンクリートは生コンクリート製造業者から調達し、現場まで運搬後使用することを基本とし、狭小部および斜面など、生コンクリート製造業者が搬入出来ない箇所については、生コンクリートの積み替えによる運搬とする。

### 3) スランプテスト

スランプテストは、コンクリート打設毎に実施する。なお、スランプテストの許容範囲は、規定値の±2.5cm とする。

### 4) コンクリート圧縮試験

コンクリート圧縮試験は、コンクリートプラント会社内の試験室で実施する。供試体は、打設毎かつ打設 100 m<sup>3</sup>以内に一回の割合で採取する。一回当たりの供試体の本数は、3本とする。

#### (2) 鉄筋

鉄筋の材料強度を確認するため、鉄筋径ごとに鉄筋の引張り試験を実施する。

#### (3) 骨材

コンクリートに使用される骨材が所定の品質を有していることを確認するため、細骨材及び粗骨材に対して骨材試験を実施する。

#### (4) 地耐力

ンゾベ浄水場のポンプ棟、ノトラ配水場の高架水槽の建設予定地、送水管布設ルート予定地において、標準貫入試験を実施する。

## 3-2-4-6 資機材等調達計画

### (1) 工事用資機材

本プロジェクトの資機材調達先を以下に示す。鋼管については、高水圧・長期使用に耐える品質を確保するため、原産国は日本国とする。また、鋼管の原産国を日本国製とした場合、仕様については規格化されており、製造しているメーカーは複数あるので、競争性は確保される。また、殆どの建設用資機材についても「ル」国で製造・製作されていないため、日本または第三国より調達とする。ただし、建設用資材の一部（セメント、砕石、砂、鉄筋等）は「ル」国の市場で購入可能であるため、現地調達を行う方針とする。

表 3-28 建設用資機材の調達先

資機材		調達国		
		日本	「ル」国	第三国
<b>(主要資機材)</b>				
1	水輸送用塗覆装鋼管	○		
2	ダクタイル鉄管	○		○
3	送水ポンプ設備	○		○
4	機械・電気設備	○		○
5	弁類、空気弁等	○		○
6	不断水バルブ	○		
7	鋼製高架水槽	○		○
<b>(建設工事資機材)</b>				
1	生コンクリート		○	
2	セメント		○	
3	骨材 (砂、砂利)		○	
4	鉄筋		○	
5	鉄骨		○	
6	内外装材、建具	○	○	
7	空調設備		○	
8	照明設備		○	
9	一般電気工用ケーブル	○	○	

## (2) 工事中用機械

バックホウ、ダンプトラック、タンパ、コンクリート練り混ぜ機等の一般建設機械は、現地リースが可能であるため、日本からの輸送費や供用日数等を考慮し、より安価である現地リースを基本とする。斜面配管時の仮設モノレールや推進工事中用機械等については「ル」国で調達できないため、日本または第三国より調達する。

## (3) 輸送梱包計画

日本からモンバサ港の海上輸送にはおよそ 35 日を要する。モンバサ港から計画地まではおよそ 5 日を要し、港での諸手続き（最低 5 日間）を経て陸送される。したがって、輸送梱包計画の策定においては、これらの所要日数を十分考慮する。

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本プロジェクトで施工される施設の運転・維持管理技術を、試運転の後の初期操作指導として WASAC 職員に指導する。

WASAC は、これまでンゾベ浄水場を含めてキガリ市内の浄水場の運転・維持管理を行っており、ポンプ設備を含めた施設の運転・維持管理技術は保有している。しかし、既存の送水ポンプを併用して今回導入するポンプを運転することについては、送水量や揚程の調整など、必要な初期操作指導を実施する必要がある。

したがって、施設建設の期間中に施工業者から派遣される技術者によって、引き続き「ル」国側技術者に対して本計画で整備されるポンプ設備全般につき運転・維持管理技術の実習訓練を実施する。

また、維持管理作業に必要な不可欠な各種計器の操作方法についても訓練を実施し、調達機材の効果的な運用を確保する計画内容とする。

### (1) 実習訓練の実施期間と実施場所

- ▶ 現場実習：約1週間（試運転の後に「ル」国にて実施）

### (2) インストラクター

日本の当該工事請負業者が整備する設備の製造会社から派遣される機材設置、試運転・調整技術者をインストラクターとする。

### (3) 研修員

実習訓練を受講する「ル」国側研修員は、当該ンゾベ浄水場およびノトラ配水場の運転開始後に、直接、運転・維持管理業務に携わる WASAC の運転管理員及び維持管理要員とし、下記要員が実習訓練を受講する。従って、本計画の「ル」国側実施機関である WASAC は、ンゾベ浄水場およびノトラ配水場の試運転が終了するまでに、具体的に研修員を任命するものとする。

- ▶ 総括技術者：1名（ンゾベ浄水場）
- ▶ 運転・保守管理要員：6名（ンゾベ浄水場：3名、ノトラ配水場：3名）

合計：7名

### (4) 研修内容

初期操作指導は現場での実地訓練を基本とし、複数のポンプ場の同時運転に伴うポンプの運転管理、また流量計、水位計等の各機器の維持管理について研修を行う。送水ポンプ設備および流量計、水位計等の各機器運転・維持管理するには、現場の総括技術者、運転・保守管理要員がこれら設備に関して十分な知識を持たねばならない。

## 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

「ルワンダ国キガリ市ンゾベ-ノトラ送水幹線強化計画」は、「ル」国の首都であるキガリ市において、ンゾベ-ノトラ送水幹線等の増強・改善を行うことにより、給水サービスのための基盤施設の整備を図り、送配水の効率化、安定化に寄与することを目的とするものである。協力対象事業は、ンゾベ浄水場の送水ポンプ設備の改善、ンゾベ-ノトラ送水幹線の増強、同送水幹線から分岐している配水管の付け替え、ノトラ配水池の改修である。

本プロジェクトが実施する送水幹線の増強により送水量が増加し、ノトラ配水池の流出管の再整備により、2槽から構成されるノトラ配水池の柔軟な運用が可能となる。ノトラ配水池2槽両方からカチル方面への配水、送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）への配水、ノトラ配水池周辺への配水を可能にすることでノトラ配水池の能力を最大化し、ンゾベ浄水場からの送水量増にも対応することができる。また、ノトラ配水池の流出管の整備により配水池1槽のみでも対象配水区域への配水が可能となり、配水池の定期的な清掃が可能となる（年1回程度の清掃を想定）。既存設備ではカチル方面への配水は配水池2槽のうち1槽のみからであったため、ノトラ配水池への注水を停止することができず配水池の清掃は行われてこなかった。また、先方実施機関である WASAC には配水池清掃の知識や経験がない。現状では、ノトラ配水池で流量計や水位計は使用されておらず、流量や水位などのデータを活用した配水池の運用をしていない。したがって、本ソフトコンポーネントにより、配水池の清掃方法や流量計、水位計から得られるデータを活用



した配水池の運用方法を指導・支援する。

## (2) 給水施設の運営・維持管理状況

### 1) ンゾベ浄水場の状況

現在はノトラ配水池への送水は既存送水ポンプ 5 基 (5 基運転、1 基予備、合計 6 基) により約 40,000 m<sup>3</sup>/日を送水している。本プロジェクトではンゾベ浄水場内に新たにポンプ棟が整備され、ポンプ 2 基 (2 基運転、1 基予備、合計 3 基) によって 22,000 m<sup>3</sup>/日 (11,000 m<sup>3</sup>/日/基) がさらに送水されることとなる。

ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水量は、ノトラ配水池が満水になると 5 基のうち数台の運転を停止し、送水量を調整している (ポンプ台数による送水量の調整)。

### 2) ノトラ配水池の状況

ノトラ配水池は 2 槽 (10,000 m<sup>3</sup> (5,000 m<sup>3</sup>×2 槽)) から構成され、2 槽間の連絡管は存在しない。また、既存の水位計は故障し、流量計も設置されておらず、2 槽のうち 1 槽のみにカチル方面への流出管が接続されている。したがって、現在の運用では 2 槽の水位を別々に管理 (目視による管理) しており、運用が複雑となり配水池の能力を十分に活かしていない状況である。

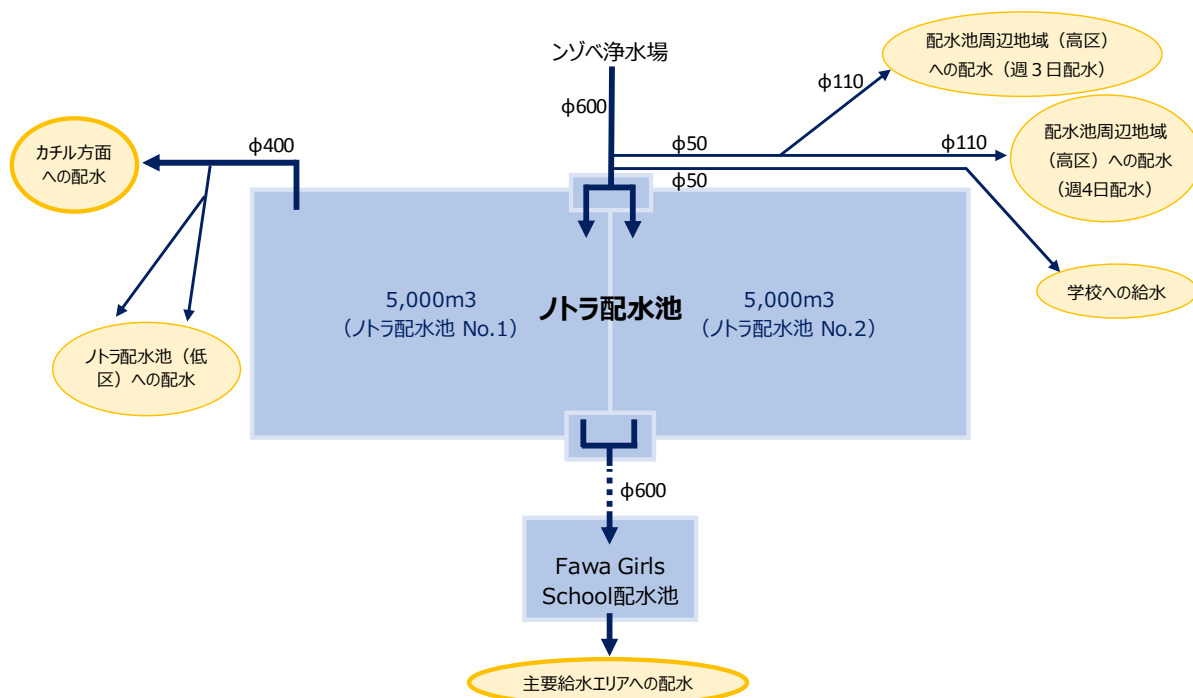


図 3-20 現在のノトラ配水池概要図

ンゾベ浄水場からの流入管 (φ 600mm) からはノトラ配水池周辺への配水のために分岐 (φ 50mm) があり (ノトラ配水池流入前の送水管からの分岐)、この配水管の分岐には機械式のメータが設置されている。この配水管 (φ 50mm) から一部の高区エリアへの配水はンゾベ浄水場からの送水圧の残圧により給水されているが、水圧の不足により給水が困難となっている。また、配水管 (φ 50mm) からの分岐により 2 つのエリアへの配水管 (φ 110mm) が布設されており、それぞれ 4 日配水 (日～水曜日) と 3 日配水地区 (木～土曜日) に配水される。

国際機関や官公庁があるカチル方面への送水用配水池（ノトラ配水池 No.1）は配水の優先度が高く空になることはほとんどないが、ノトラ配水池 No.2 は水需要量が多い場合に空になることがある。

### （３） ノトラ配水池管理者の技術能力

ノトラ配水池は3名の職員が配置されている（1名は日勤、2名は夜勤の交代勤務）。1時間毎の水位監視及び記録、流入弁・流出弁の操作を必要に応じて行っている。水位計は故障しており、目視による水位確認をしている。

### （４） ンゾベ浄水場およびノトラ配水池運用における課題

ンゾベ浄水場およびノトラ配水池運用における課題は以下のとおりである。

- 課題1：送水能力の異なる既存送水ポンプと本件で整備される送水ポンプによる適切な送水量の調整が出来ない。
- 課題2：ノトラ配水池は水位計、流量計がなく、配水池の水位や流量が適切に記録されていない。
- 課題3：ノトラ配水池2槽間には連絡管がなく、別々の運用をしなければいけないため、施設能力を最大限活用できていない。

#### 課題1：送水能力の異なる既存送水ポンプと本件で整備される送水ポンプによる適切な送水量の調整が出来ない。

ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水量は、ポンプの運転台数によって調整されている。一般に、送水ポンプは水需要量や配水池の容量から最も効率の良い送水量に調整され、頻繁に送水量の調整は行わない。

本プロジェクト終了後には、既存送水ポンプに加えて新たに整備される送水ポンプを併用して送水量を調整する必要がある。既存送水ポンプと新たに整備される送水ポンプの1基あたりの送水量は異なり、運転台数による送水量の調整が重要となる。

#### 課題2：ノトラ配水池は水位計、流量計がなく、配水池の水位や流量が適切に記録されていない。

ノトラ配水池には水位計が設置されているが、現在は故障している。また、流量計は設置されておらず、ノトラ配水池に常駐している WASAC 職員が目視による水位を1時間おきに記録しているのみである。ノトラ配水池からは主に送水本管（Fawe Grils School 配水池方面）とカチル方面の2つのエリアに配水をしているが、流量計が設置されていないことで、各配水エリアにどの程度の水を配水しているの把握できていない。キガリ市における水需要量が増加している状況下では計画的な給水計画に基づく効率的な送配水の必要性は高まっており、本無償資金協力で整備する水位計や流量計などの設備を正しく利用し、ノトラ配水池の水位や流量を記録し、そのデータを活用した適切な運用が重要となる。

#### 課題3：ノトラ配水池2槽間には連絡管がなく、別々の運用をしなければいけないため、施設能力を最大限活用できていない。

ノトラ配水池は2槽（容量：1槽 5,000 m<sup>3</sup>、計 10,000 m<sup>3</sup>）から構成されているが、2槽間の連絡管は整備されていない。また、ノトラ配水池以降の送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）については両槽から流出管が整備されているが、カチル方面は2槽のうち1槽からのみ流出管が設置

されている。また、カチル方面への流出管は送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）への流出管取り付け位置よりも高い位置に設置されている。このことから、カチル方面への配水を行うためにはカチル方面へ配水している水槽の水位を高く保つことが必要となり、2 槽の運用が複雑となっている。送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）のみへの送水に使用されている 1 槽は満水になることが多く、満水時にはンゾベ浄水場の送水ポンプの一部を止めるなどしており、ンゾベ浄水場での生産可能量のすべてを送水できない等、ノトラ配水池が有効に活用されていない。

また、各槽は別々の給水エリアへの給水を担っていることから、各槽とも運用を停止することができず、配水池の清掃はこれまで行われてきていない。本無償資金協力では両槽から送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）とカチル方面へ配水できるよう流出管を整備し、1 槽のみでも両配水エリアへ配水できる施設に改修する。この改修により、清掃期間中も断水することなく、配水池の清掃を実施することが可能となる。

### （５） ソフトコンポーネントの目標

前項の課題を踏まえて、本ソフトコンポーネントは「ンゾベ浄水場およびノトラ配水池の運用能力の強化」を目標とする。

### （６） ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントの目標を実現するために、達成されるべき成果は以下のとおりである。

表 3-29 課題に対する成果

ンゾベ浄水場およびノトラ配水池運用における課題		成果
1	送水能力の異なる既存送水ポンプと本件で整備される送水ポンプによる適切な送水量の調整が出来ない。	設定する送水量をポンプ運転台数とバルブの調整により確保する。
2	ノトラ配水池の水位計は故障し、流量計は設置されていないため配水池の水位や流量が適切に記録されていない。	ノトラ配水池の状態（水位・流量）が記録される。
3	ノトラ配水池2槽間には連絡管がなく、別々の運用をしなければいけないため、施設能力を最大限活用できていない。	ノトラ配水池2槽が適切に運用される。

### （７） 成果達成度の確認方法

本ソフトコンポーネントの成果達成度の確認を行うための指標を以下のとおりに設定する。

表 3-30 ソフトコンポーネントの成果ごとの指標（案）

成果	活動	達成度の確認項目	指標	確認方法
1 設定する送水量をポンプ運転台数とバルブの調整により確保する。	ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水量と送水ポンプ運転台数の相関関係を指導する。	ポンプ性能曲線と送水量の関係を理解できるか	設定する送水量に必要なポンプ運転台数を決定することができるか	送配水運用マニュアル
	ポンプ性能曲線から算出される送水量と実際の送水量との乖離を考慮した送水ポンプ運転台数を決定・運用する。	設定する送水量に応じて送水ポンプの運転を調整することができるか	設定する送水量を送水することができるか	ノトラ配水池の水位・流量記録簿
2 ノトラ配水池の状態（水位・流量）が記録される。	ノトラ配水池の水位、流量データの記録・整理方法を指導する。	適切に水位、流量を記録し、データを整理することができるか	配水池の一時間ごとの水位・流量が記録されているか	ノトラ配水池の水位・流量記録簿

成果	活動	達成度の確認項目	指標	確認方法
3 ノトラ配水池2槽が適切に運用される。	水位、流量データに基づきンゾベ浄水場からの適切な送水量を検討し、WASACに指導する。	配水池の水位を適切に管理することができたか	配水池が満水となる回数が減少したか	ノトラ配水池の水位・流量記録簿
	ノトラ配水池の清掃をWASACと実施する。	配水池の清掃方法が習得されたか	適切な清掃方法に沿って配水池の清掃がされたか	実地試験
	1 槽の清掃中における配水池の流入量、流出量の適切な管理方法を指導する。	流入量、流出量を適切に把握し、配水池の水位を適切に維持できるか	配水池 1 槽運用時における適切な有効水深内で運用することができたか	ノトラ配水池の水位・流量記録簿

## (8) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

### 1) 基本方針

ソフトコンポーネントの基本方針は以下のとおりである。

表 3-31 ソフトコンポーネント基本方針

ソフトコンポーネント実施者	日本人コンサルタント（1名）（日本における水需要予測、配水池運用経験者）
ソフトコンポーネント対象者	WASAC のンゾベ浄水場メンテナンスオフィサー(1名)/オペレーター(8名)、ノトラ配水池の常駐職員（3名）
ソフトコンポーネント実施方法	講義、現地OJT
ソフトコンポーネント実施時期	本プロジェクトで新たに建設するノトラ配水池内の場内配管工事後

### 2) 活動内容

ソフトコンポーネントの投入計画及び活動内容を以下に示す。

#### 成果 1：設定する送水量をポンプ運転台数とバルブの調整により確保する。

##### 活動 1-1：送水ポンプの運転台数と送水量の相関関係を指導する。

###### ✓ 送水ポンプの運転台数と送水量の関係についての説明（講義）

本活動では既存送水ポンプと新設送水ポンプそれぞれの性能曲線と送水量の相関関係を講義形式で指導する。運転する送水ポンプの台数と流量の関係を理解することで、水需要量に合わせた送水が可能となる。

##### 活動 1-2：ポンプ性能曲線から算出される送水量と実際の送水量との乖離を考慮した送水ポンプ運転台数を決定・運用する。

- ✓ 性能曲線から検討された最適な送水ポンプの組み合わせによる試運転（OJT）
- ✓ 試運転を元に送水量に応じた運転する最適な送水ポンプの組み合わせの決定
- ✓ 決定された送水量と送水ポンプの組み合わせに基づいた送水ポンプの運転

本活動では活動 1-1 から導き出される送水量に応じたポンプ運転台数を実際に運転させて、実際の送水量との乖離を確認する。実際に送水することができる送水量から、送水量に合わせた送水ポンプの運転台数や既存送水ポンプと新規送水ポンプの組み合わせを一覧表として取り纏める。また、送水ポンプの運転台数による送水量の調整のみでは、送水ポンプ 1 基あたりでの調整しか

できないため、さらに細かい送水量の調整はバルブ制御によって行う。また、送水量に基づいた送水ポンプの運転台数や組み合わせが決定した後は実際に設定する送水量に応じた送水ポンプの運転を行う。

## 成果 2 : ノトラ配水池の状態 (水位・流量) が記録される。

活動 2-1 : ノトラ配水池の水位、流量データの記録・整理方法を指導する。

- ✓ 配水池運用についての説明 (講義)
  - 【テーマ】・本計画の施設概要・施設能力の説明
  - ・配水池水位と流出量の相関関係の説明
- ✓ 配水池の監視および記録 (現場での OJT)

活動 1-1 では配水池の正しい運用方法について基礎知識を講義形式にて指導する。本講義はノトラ配水池だけでなく、すべての給水施設に共通した知識を得る機会となる。特に現在の WASAC では水需要予測を基に給水計画を策定し運用することはしていないため、本ソフトコンポーネントをとおして WASAC 全体の給水施設運用能力の向上に資する講義となる。

また、講義形式による基礎知識を習得した上で、WASAC に対してノトラ配水池の水位監視、記録方法を指導する。水位監視、記録方法は活動 1-2 で行う送水ポンプの試運転と同時に行う。

## 成果 3 : ノトラ配水池 2 槽が適切に運用される。

活動 3-1 : 水位、流量データに基づきンゾベ浄水場からの適切な送水量を検討し、WASAC に指導する。

- ✓ 適切な配水池流入量に係る指導 (講義)
- ✓ 送配水運用マニュアルの作成

活動 2-1 で得られた流量、水位のデータからノトラ配水池の水位を有効水深内で運用できるようンゾベ浄水場からの送水量とノトラ配水池がカバーする給水エリアの水需要量を算出する。

また、ンゾベ浄水場からの送水量を一定としつつもノトラ配水池が満水、もしくは空とならずに運用できることを目標とする運用計画を検討する (季節による水需要量の変動に伴う送水量の変化に応じた送水ポンプ運転台数の調整は必要)。ノトラ配水池の運用計画はマニュアル (本ソフトコンポーネントの成果品) として取り纏める。マニュアルの内容は以下を含めるものとする。

- 送水量に応じた送水ポンプの運転台数と組み合わせ一覧
- 配水池の流入量と水位の関係性
- 配水池への流入量と流出量 (水需要量) に応じた運用方法
- 配水池流出管のバルブ操作による流出量の調整方法
- 配水池水槽内の清掃手順

活動 3-2 : ノトラ配水池の清掃を WASAC と実施する。

- ✓ 配水池の清掃方法と清掃時のチェックポイントの確認 (講義)
- ✓ 配水池 1 槽の清掃×2 回 (現場での OJT)
- ✓ 配水池水槽内の状態評価 (現場での OJT)

ノトラ配水池は建設されて以降、約 10 年間ものあいだ配水池を清掃した記録がなく、WASAC 職員も配水池を清掃する十分な経験がない。したがって、本活動では配水池を清掃し、配水池の状態を把握・評価する。清掃は合計 2 回実施することとし、1 回目の清掃は本邦で実際に配水池の清掃経験が豊かなソフトコンポーネント実施者の指導の下で実施し、技術移転を行う。配水池の状態によっては補修が必要になることを想定し、2 回目の清掃では清掃後 1~2 日間の期間をノトラ配水池 2 槽のうち、1 槽のみで給水を実施する。ンゾベ浄水場側と連携し、ノトラ配水池の清掃中の運用について本活動で指導を行う。なお、配水池の清掃時には一時的にノトラ配水池がカバーする給水エリアにおいて給水量が減少する。そのため、給水量の制限を地域住民（水利用者）に周知する必要がある。

**活動 3-3 : 1 槽の清掃中における配水池の流入量、流出量の適切な管理方法を指導する。**

- ✓ 配水池 1 槽の清掃中の水位監視および記録（現場での OJT）
- ✓ 配水池 1 槽のみでの給水運用（水槽内の補修等を想定し、1~2 日間運用する）（現場での OJT）
- ✓ 適切なバルブ操作およびンゾベ浄水場の送水量の調整（現場での OJT）

活動 3-2 で実施する清掃時の給水に関する記録（水位、流量）を記録し、適切な送水量になるよう調整する。配水池 2 槽のうち 1 槽のみで、カチル方面と送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）へ給水する際には 2 槽合計の配水池容量である 10,000 m<sup>3</sup>に比べて半分の 5,000 m<sup>3</sup>で給水しなければならないことから、運用には相当の知識と技術が必要となる。配水池の清掃時は本来のノトラ配水池の容量が半分にすることから、通常よりも配水池が満水になる可能性が高くなる。そのため、水需要量が少なくなる夜間などではンゾベ浄水場からの送水量を制限する必要性は発生する可能性もある。また、送水本管（Fawe Girls School 配水池方面）とカチル方面のどちらかの給水エリアに優先的に給水を行う場合には配水池流出管のバルブ操作によって調整する必要がある。このような運用方法について OJT 方式で WASAC の職員へ技術移転を行う。

### （9）ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本ソフトコンポーネントにおける活動に必要な実施リソースは、以下のとおりである。

#### 1) 本邦コンサルタント

将来に亘る配水池水運用計画に対応するには、水需要予測に基づく配水池の運用を適切に行う必要がある。配水池の適切な運用は浄水場の適切な運用にも関係する重要な事項であり、豊富な経験と知識を必要とすることから、ソフトコンポーネントの実施は日本人コンサルタントが行うこととする。

#### 2) WASAC

本ソフトコンポーネントの実施には給水施設を管理する WASAC の協力が必須となる。WASAC の運営体制は、明確に担当分野が区分されるため、ソフトコンポーネントの対象者を定めて実施する必要がある。特にンゾベ浄水場およびノトラ配水池の維持管理にかかる職員は本ソフトコンポーネントにおける全ての活動に参加することを WASAC に打診する。

### 3) その他リソース

本ソフトコンポーネント実施に必要なその他のリソースを以下に示す。

表 3-32 その他必要なリソース

項目	説明
移動車輛	本邦コンサルタントの現場移動用

#### (10) ソフトコンポーネントの実施工程

ノトラ配水池、高架水槽への水位計および流量計設置、ノトラ配水池の流出管再整備後にソフトコンポーネントを実施する。実施工程の概略は以下のとおりである。

表 3-33 ソフトコンポーネント所要日数

成果	活動		日数
成果1 設定する送水量をポンプ運転台数とバルブの調整により確保する。	活動1-1	説明資料の作成	1日
	送水ポンプの運転台数と送水量の相関関係を指導する。	運転する送水ポンプの組み合わせと送水量の関係についての説明（講義）	2日
		ポンプ性能曲線から導き出される送水ポンプ運転台数での試運転（OJT）	6日
	活動1-2 ポンプ性能曲線から導き出される送水量と実際の送水量との乖離を考慮した送水ポンプ運転台数を決定する。	実際の送水量を考慮した送水ポンプ運転台数の決定	1日
		決定された送水量に基づいた送水ポンプの運転	(5日) 他の活動と同時に行う
成果2 ノトラ配水池の状態（水位・流量）が把握される。	活動2-1 ノトラ配水池の水位、流量データの記録・整理方法を指導する。	配水池運用についての説明（講義）	活動1-1と同時に行う
		配水池の監視および記録（現場でのOJT）	活動1-2と同時に行う
成果3 ノトラ配水池2槽が適切に運用される。	活動3-1 水位、流量データに基づきンゾベ浄水場からの適切な送水量を検討し、WASACに指導する。	適切な配水池流入量に係る指導（講義）	活動1-1と同時に行う
		配水池運用マニュアルの作成	1日
	活動3-2 ノトラ配水池の清掃をWASACと実施する。	配水池の清掃方法と清掃時のチェックポイントの確認	1日
		配水池1槽の清掃（第1回目）	3日
		配水池1槽の清掃（第2回目）	5日
活動3-3	配水池水槽内の状態評価（現場でのOJT）	2日	
	配水池1槽の清掃中の水位監視および記録（現場でのOJT）	活動3-2と同時に行う	

成果	活動		日数
1槽の清掃中における配水池の流入量、流出量の適切な管理方法を指導する。	配水池1槽のみでの給水運用（水槽内の補修等を想定し、1～2日間運用する）（現場でのOJT）	活動3-2と同時に行う	
	適切なバルブ操作およびンゾベ浄水場の送水量の調整および評価（現場でのOJT）	活動3-2と同時に行う	
書類整理（報告書作成）			1日
<b>合計（平日のみ）</b>			<b>23日</b>
<b>合計（移動日往復+土日=12日を加味）</b>			<b>35日</b>



項目		月数																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
給水施設建設工事	準備工	現場事務所整備/試掘/土質調査等	■																										
	A工区 (ンゾベ浄水場)	ポンプ棟新設		■	■	■	■																						
		場内配管工																											
		不連続分岐工(既設管-新設管)																											
		ポンプ調整・試運転																											
	B工区 (送水管)	管布設工(鋼管)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		斜面配管		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		管布設工(ダクタイル鋳鉄管)																											
		水圧試験/管洗浄																											
	C工区 (ノトラ配水池)	高架水槽設置工		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		場内配管工																											
	仮設工事	仮設棧橋工		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	竣工検査/片付け工																												
	ソフトコンポーネント																												

図 3-21 ソフトコンポーネント実施計画概要

項目		日数																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
ソフトコンポーネント	移動日	■	■																																			
	活動1-1	配水池運用についての資料作成			■	■																																
		送水ポンプの運転台数と送水量の相関関係の講義					■	■																														
	活動1-2	設定する送水量に応じた送水ポンプ運転台数での試運転							■	■																												
		実際の送水量を考慮した送水ポンプ運転台数の決定																																				
	活動2-1	決定された送水量に基づいた送水ポンプの運転																																				
		配水池運用についての講義																																				
	活動3-1	配水池の監視および記録																																				
		適切な配水池流入量に係る講義																																				
	活動3-2	送配水運用マニュアルの作成																																				
		配水池の清掃方法とチェックポイントの確認																																				
	活動3-3	配水池1槽の清掃(第1回目)(第2回目)																																				
		配水池水槽内の状態評価																																				
	活動3-3	配水池1槽の清掃中の水位監視および記録																																				
配水池1槽のみでの配水運用																																						
書類整理(報告書作成)																																						
移動日																																						

図 3-22 ソフトコンポーネント実施計画概要(詳細)

### (1 1) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は以下のとおりとする。

- 送配水運用マニュアル（清掃方法含む）
- ソフトコンポーネント完了報告書（英語版、日本語版）
- ソフトコンポーネント完了報告書添付資料（活動写真、ノトラ配水池の水位・流量記録簿、配水池水槽の清掃チェックリスト、WASAC 職員への説明資料、その他活動に係る資料）

### (1 2) ソフトコンポーネントの概略事業費

本ソフトコンポーネントの概略事業費は、以下のとおりである。

表 3-34 ソフトコンポーネントの概略事業費

項目	内訳	数量	単価 (円)	金額 (円)
直接人件費	配水池水運用計画担当者 (3号級)	1.16 人月	926,000	1,074,160
直接経費	旅費、日当・宿泊費、車輛賃貸料	一式	1,111,881	1,111,881
間接費	諸雑費、技術経費	一式	2,234,253	2,234,253
合計				4,420,294

### (1 3) 先方政府の負担事項

先方実施機関である WASAC はソフトコンポーネントの対象となる人員（ンゾベ浄水場メンテナンスオフィサー/オペレーター、ノトラ配水池の常駐職員）を決定し、全てのソフトコンポーネント活動に参加できるように人員配置を行う必要がある。また、配水池の清掃時には必要に応じて WASAC は地域住民に対して情報を周知する。

## 3-2-4-9 実施工程

我が国政府により本プロジェクトの実施が承認された後、両国間で交換公文 (E/N) が取り交わされ、我が国の無償資金協力制度に基づき、本プロジェクトの対象事業が開始される。対象事業は大きく、①実施設計、②調達業者選定（入札図書作成・入札公示・入札・入札評価・契約）、③施設施工の3段階からなる。次表に事業実施工程表を示す。なお、本プロジェクトは送水管の更新が主な工種となるが、鋼管の布設に関して河川敷内の軟弱地盤に布設する区間があり、雨季には施工が出来ないことから、これら区間については乾季に施工する条件で工程を考慮している。

表 3-35 事業実施工程表

月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
実施設計	現地調査	■																
	国内解析・詳細設計	□	□	□														
	入札図書作成				□													
	入札図書承認					■												
	入札公示					▲												
	図渡し、現説					□												
	入札								▲									
	入札評価								□									
	業者契約								▲									
			(計7.0か月)															
月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
施設建設	準備工	■																
	ン		■	■	■	■												
	ソ		■	■	■	■												
	ベ																	
	浄																	
	水																	
	場																	
	初期操作指導																	
	ノ		■	■	■	■	■											
	トラ		■	■	■	■	■											
	配		■	■	■	■	■											
	水		■	■	■	■	■											
	場		■	■	■	■	■											
	調整・試運転																	
	仮設工事		■	■	■	■	■											
	送		■	■	■	■	■											
	水		■	■	■	■	■											
	幹		■	■	■	■	■											
	線		■	■	■	■	■											
	管洗浄・水圧試験																	
	竣工検査・後片付け																	
	月数		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	施設建設	準備工																
		ン																
		ソ																
		ベ																
		浄																
水																		
場																		
初期操作指導																		
ノ																		
トラ																		
配																		
水																		
場																		
調整・試運転																		
仮橋設置工事																		
送																		
水																		
幹																		
線																		
管洗浄・水圧試験																		
竣工検査・後片付け																		
		(計27.0か月)																

□ : 国内      ■ : 現地

### 3-3 相手国側分担事業の概要

#### (1) 銀行取極めにかかる手数料の確保

本プロジェクトの実施において、先方実施機関である WASAC は、銀行取極めに基づき、日本国内の銀行に「ル」国政府名義の勘定を開設する必要がある。その際に、銀行取極めを締結した銀行に対して、支払い授權書の通知手数料及び支払い手数料を負担することになる。したがって、WASAC は、本プロジェクトにかかる各種支払い業務が滞らないよう、銀行取極めにかかる手数料を早期に確保する必要がある。

#### (2) 免税の手続き

本プロジェクトは無償資金協力の枠組みで実施されるため、調達される生産物及び役務のうち、邦人及び第三人に対する関税、内国税及びその他の財政課徴金は免除されることになる。免税については、「ル」国における同様の無償資金協力案件での実績から、先方実施機関によって十分対応可能と判断する。しかしながら、事前準備の遅れから免税手続きに遅延が生じる可能性もあり、早い段階から関係省庁を含めて十分情報を共有し、対応を推し進める必要がある。免税の手続きは、財務・経済計画省が窓口となり、WASAC と共に対応する。

#### (3) 用地取得及び環境社会配慮措置

ルワンダ開発委員会の承認を受けた住民移転計画（Resettlement Action Plan、以下「RAP」）に従い、本プロジェクトの実施に伴う被影響者に対して必要な補償または支援を適切な時期に実施し、また事業用地の利用者、占有者の移転を行う。なお、本事業では、0.5ha の用地取得及び 2 世帯 10 人の非自発的な住民移転が必要とされている。

#### (4) ボックスカルバートの設置

送水管のルート内で実施されている橋梁架設区間（国道 3 号線沿いのニャブゴゴエリア）の送水管布設のため、「ル」国側は入札公示前の 2019 年 5 月までにボックスカルバートを設置する。

#### (5) ノトラ配水池場内に整備する高架水槽からの配水区域の整備

本事業で整備する新規高架水槽からの配水区域への配管工事及びその付帯設備（バルブ、計装機器等）工事を本事業竣工まで（2021 年 10 月）に完了させる。

#### (6) 増強ポンプ分の電力の確保

本プロジェクトでンゾベ浄水場及びノトラ配水場にポンプを増強する。WASAC は入札公示前の 2019 年 5 月までに必要電力を確保する。ンゾベ浄水場の既存施設の電力容量は 10.05MVA（ンゾベ 1：3.2MVA、ンゾベ 2：3.6MVA、新ンゾベ：3.25MVA）であり、これに加えて本プロジェクトにより 1.8MVA の容量が必要となることから、既存の送電容量（5MVA）では全ての施設を稼働できない状態である。これを受けて「ル」国はンゾベ浄水場への送電を目的とした出力 20MVA の変電所（ンゾベ浄水場への送電容量：15MVA）を 2018 年 12 月の竣工予定で建設中である。

### (7) ンゾベ1 浄水場の生産能力回復工事の実施

本プロジェクトの整備効果を確実に達成するため、WASACは2023年までにンゾベ1 浄水場の生産能力拡張事業を完了させる。ンゾベ1 浄水場の処理水量については、それまで25,000 m<sup>3</sup>/日の処理をしていたものが、ンゾベ2 浄水場の運転開始に伴い、17,000 m<sup>3</sup>/日に低減された。これはWASACによるとンゾベ2 浄水場の浄水費用がンゾベ1 浄水場よりも安価であることが理由である。したがってWASACとしては、現状においてもンゾベ1 浄水場での25,000 m<sup>3</sup>/日の処理は可能との見解であるが、処理水量が17,000 m<sup>3</sup>/日となってから時間が経過しており、浄水施設のろ材が流出していることも確認されることから、実際に25,000 m<sup>3</sup>/日の処理が可能か実運転にて確認する必要がある。確認の結果、25,000 m<sup>3</sup>/日の処理が出来ない場合は、「ル」国側によりろ材の充填を行い、処理能力を回復させる必要がある。

### (8) 建設許可（着工）手続きの支援

本プロジェクトの送水管布設工事にあたり、「ル」国内における必要な許認可（特に道路、河川管理者の許可）について適宜取得し、事業実施に影響を及ぼさないように事前準備を図る。

- ① 道路関連：道路管理者 Rwanda Transport Development Agency (RTDA)、City of Kigali
- ② 河川の横断等：河川管理者：Rwanda Water and Forestry Authority (Water Resources Department)

### (9) 運営・維持管理体制と維持管理費用の確保

本プロジェクトで整備する送水管は、首都キガリ市の市民生活と都市活動を支える重要なライフラインであり、長期に亘って送水システムの機能が維持されなければならない。このため、WASACは、今後段階的に増量される送水量に応じた人員体制の確保と必要な維持管理費用を確保する。

#### (10) ソフトコンポーネント参加にかかる職員の確保

ノトラ配水池の運用の改善を図るソフトコンポーネントは、WASACを対象に実施する。したがってWASACは、本計画への参加を最優先とする職員及び職員に係る必要な経費を確保する必要がある。

#### (11) 送水管切替工事の際の顧客へのアナウンス

既存管から新設管への切替工事は、水供給を止めないよう不断水工事で行う計画であるが、工事が手間取る等してノトラ配水池の水量が空になった場合には断水が生じる。WASACは切替工事前及び工事時に顧客に対し給水に影響が出うることをあらかじめアナウンスする必要がある。

#### (12) その他

その他、「ル」国側の分担事業の概要は以下のとおりである。

- ① 本計画に必要な情報及びデータの提供
- ② 資機材の迅速な荷下ろし措置と、通関手続きの実施
- ③ 資機材及び派遣された日本人に対する便宜供与
- ④ 日本国の無償資金協力に含まれず、本計画の実施に必要な全ての費用の負担
- ⑤ 建設工事期間中の工事確認と資機材の品質検査への立会い

- ⑥ 日本国の無償資金協力で建設された施設の適切な使用と維持管理の実施
- ⑦ 環境モニタリングの実施
- ⑧ 工事事務所、仮設用地の無償提供。
- ⑨ 機材納入会社とのメンテナンス契約及び予備品の購入費用の負担（竣工後 1 年以降）

## 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

### 3-4-1 基本方針

本プロジェクトで整備する上水道施設で最も維持管理が重要な設備は、ンゾベ浄水場の送水ポンプと更新する送水管であり、その維持管理に当たっては日常の需要の変化に対応して、安定的に浄水を供給するための設備の運転・維持管理（Operation and maintenance：O&M）及び設備環境の保全が不可欠である。

当該送水ポンプおよび送水管が持つ性能及び機能を維持し、継続した浄水の供給を行うためには、本計画で整備される各設備、並びに既設のンゾベ浄水場（ンゾベ1、ンゾベ2、新ンゾベ1の各浄水場）施設の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が必要である。

本プロジェクトにおいては、「ル」国は上記基本事項を常に念頭におき、工事期間中に日本の請負業者により派遣される専門技術者による初期操作指導、並びにコンサルタントによるソフトコンポーネントを通じて移転される O&M 技術と作成されたマニュアルにしたがって事業完了後の運転・維持管理を実施する必要がある。

### 3-4-2 運営・維持管理体制

本プロジェクトの実施体制は、整備・建設される施設の維持管理を WASAC が行う。本プロジェクトで整備される施設の運転・維持管理を担当するのは、WASAC の職員であるンゾベ浄水場のスタッフである。WASAC の職員には、我が国や欧州への留学経験を持つ技術者が在籍し、上水道に係る知識および技術レベルは低くない。予算の問題はあるものの、漏水補修やポンプの修理も行っている。また定期的にポンプの点検も行うなど、必要最低限の維持管理が行われている。

このように WASAC の技術水準は比較的高いため、本プロジェクトの初期操作・運用操作指導、並びにソフトコンポーネントによって運転・維持管理技術の移転を行えば、本プロジェクトで整備される施設の運転・維持管理は問題なく行われるものと判断される。

#### 3-4-2-1 ンゾベ浄水場の送水ポンプ運転状況

ンゾベ浄水場のノトラ系の送水ポンプは6基であり、5基が常時運転、1基が予備の交互運転をしている。基本的には24時間運転であるが、ンゾベ浄水場の浄水量、ノトラ配水池の水位および季節ごとの需要量に応じて、ンゾベ浄水場の職員がノトラ配水池の職員と連絡を取りながらポンプの on-off を切り替えている。

#### 3-4-2-2 ンゾベ浄水場の浄水処理・水質検査とメンテナンス状況

##### (1) ンゾベ浄水場の維持管理状況

ンゾベ浄水場の運営に係る技術職員は2名で、ろ過池運転及び水質試験を担当する係とメンテナンスを担当する係を各々が担当している。取水濁度が高いンゾベ2浄水場では、取水施設、沈殿池等での排泥や排泥の運搬、清掃作業を行っているほか、ろ過池の運転（主に洗浄、洗浄後の水張）は担当職員が浄水状況を見ながら行っている。水質検査は原水・浄水とも20項目を実施している。ンゾベ1浄水場には水質検査用の自動計測装置が設置されておらず、職員がサンプル

を採取して手作業で水質検査を行っているが、ンゾベ2 浄水場については濁度計と残塩計により、原水および浄水ともこの2 種については自動計測による連続測定を行っている。

施設のメンテナンスは機器故障への対応や漏水修理等を主とし、ンゾベ浄水場内の施設のメンテナンスは定期的に行うものの、既存送水管を含めた空気弁や排泥弁等の点検は行われていない。

## (2) メンテナンスの実施状況

ンゾベ浄水場の職員はンゾベ浄水場以外に4 か所のポンプ場の維持管理も実施しており、定期的な管理項目および頻度は以下の表のとおりである。定期点検とメンテナンスは、ポンプの点検とグリスの補充、ポンプの積算計であり、それ以外は漏水や機械の故障などが発生してから対応する事後対応が大半である。また、ポンプについては不定期ではあるが、ポンプメーカーがポンプの状態を確認し、必要な部品の交換などをWASACに助言している。修理に関してはWASACが必要な部品を取り寄せて直営で修理をしている。

表 3-36 メンテナンス内容

定期的なメンテナンス		
場所	内容	回数・時期(月)
Espina ポンプ場	ポンプメンテナンス・グリス補充	9回(1,2,3,5,9,10,11,12,12月)
Nzove 浄水場	ポンプメンテナンス・グリス補充	1回(4月)
Kayenzi/Runda/Birembo ポンプ場	ポンプメンテナンス・グリス補充	4回(3,3,11,12月)
Pileto ポンプ場	ポンプメンテナンス・グリス補充	3回(3,12,12月)
Karma ポンプ場	ポンプメンテナンス・グリス補充	1回(12月)
流量計メンテナンス		
Nzove 浄水場	積算計メンテナンス	1回(12月)
事後対応		
内容		回数
漏水修理(浄水場内送水管等)		14回
塩素設備故障修理(塩素ポンプ、電解槽等)		9回
ポンプ故障		9回
清掃(泥堆積等)(沈殿池、集水エリア等)		12回
弁修理		4回
ケーブル破損		4回

出典：2016 ANNUAL REPORT NZOVE WTP

### 3-4-2-3 ノトラ配水池の運転状況

ノトラ配水池には3名の職員が配置されており、日勤が1名、夜勤が2名の交代制である。1時間毎の水位監視と記録を行い、流入弁・流出弁の操作をノトラ配水池の2池の水位と配水池以降の配水量を見ながら必要に応じて行っている。ノトラ配水池に稼働する水位計はなく、配水池内に設置された梯子を利用した目視により水位を確認している。また、ノトラ配水池からの流出管のうち、カチル方面への流出管、既存送水管からノトラ配水池の近隣へ向かう給水管には流量計が設置されており、ノトラ配水池の水位と合わせて1時間ごとに記録されている。



ノトラ配水池は、東部へ配水する配水管（複数の配水池が連なる）と南部のカチル方面へ配水する流出管が、ノトラ配水池の2池それぞれに接続されており、特にカチル方面の流出管が東部へ配水する配水管よりも約1.2m位置が高いことと、カチル方面への配水が優先されることから、2池の水位が常時一定ではなく、ノトラ配水池の配水管理を難しくさせている。ちなみに、東部の配水管に連なる複数の配水池は、無人および職員を配置し運転管理している配水池に分かれ、職員のいる配水池では1日に3回水位監視を行うが記録はとっていない。

### 3-4-2-4 浄水場運営費

以下の表は2015年および2016年のンゾベ浄水場の運営費である。ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水は送水ポンプを使用しており、高揚程のため電力費用が突出して運営費の約85%を占めている。なお、ンゾベ2浄水場が2016年3月から稼働しており、WASACは地下水を水源としたンゾベ1浄水場よりもンゾベ2浄水場の運転費用が安価となるとの判断で、ンゾベ2浄水場を優先的に稼働している。このため、薬品費（2015年：6.15%、2016年：10.25%）は川から高濁度の原水を直接取水しているンゾベ2浄水場が稼働したため、大きく変化している。

表 3-37 ンゾベ浄水場運営費用

	2015		2016	
	RWF	%	RWF	%
Energy	1,550,138,009	85.99%	2,271,581,602	84.35%
Water consumed at plant	1,297,406	0.07%	11,264,185	0.42%
supply offices	745,695	0.04%	948,300	0.04%
Supply others	212,000	0.01%	-	-
Supply maintenance	17,141,285	0.95%	3,240,000	0.12%
Communication	410,000	0.02%	990,000	0.04%
Fuel	2,333,979	0.13%	4,096,300	0.15%
Salary	119,521,743	6.63%	124,848,988	4.64%
Reagents	110,841,262	6.15%	276,180,598	10.25%
total	1,802,641,379	100.0%	2,693,155,973	100.00%

出典：2015/2016 ANNUAL REPORT NZOVE WTP

### 3-4-3 定期点検項目

#### 3-4-3-1 点検項目

##### (1) 送水ポンプの標準的な点検項目

送水ポンプを継続して使用するためには、日常の保守、点検が欠かせない。また、定期点検としてポンプおよび電動機の回転部、振動等を受ける部分及び電気部品を中心とした点検を行う必要がある。日常の点検は目視によって間接的に行われるが、定期点検は各部の増し締め、潤滑油の塗布等、工具を直接用いて部品の状態を確認する。

日常的に実施する標準的な点検内容は、下記の通りである。

- ① ポンプや電動機の破損はないか
- ② ポンプと電動機の軸のずれ、異常振動がないか

- ③ その他の外観の異常はないか
- ④ 配電線、プラグの損傷および発煙、異臭はないか
- ⑤ 取り付けねじ、ナット類のゆるみがないか
- ⑥ 制御盤等の表示が正常であるか

定期点検の際に実施する標準的な点検は、下記の通りである。

- ① 外観目視点検
- ② 配線、電気部品確認
- ③ 各部増し締め
- ④ 潤滑油塗布、注入
- ⑤ 電動機等絶縁抵抗測定
- ⑥ 制御動作確認
- ⑦ 異常音確認
- ⑧ 表示内容確認
- ⑨ 各種データ確認

この他、ポンプ製造会社から指定された点検チェック項目が運転マニュアル等により提供され、チェック項目に従って指定された期間で日常点検および定期点検を実施しなければならない。また、不具合を発見した場合には、運転マニュアル等に従って対処する必要がある。

## (2) 送水管

現状では実施していない送水管の点検であるが、定期的に全路線を巡回し、送水管に異常がないか確認する必要がある。

日常的に実施する標準的な点検内容は、下記の通りである。

- ① 送水管の破損、漏水はないか、地表面の異常はないか
- ② 露出配管部において、塗装の剥離や錆などの発生はないか
- ③ 付近住民による異常についての情報はないか
- ④ マンホール蓋などの紛失はないか

定期点検の際に実施する標準的な点検は、下記の通りである。

- ① 漏水探知機等による漏水調査
- ② 空気弁、排泥弁、圧力タンク等の機能確認

### 3-4-3-2 日常点検記録ノートの作成と保管

運転管理者は、上記の各項目を点検したあと、点検結果を記録し保管する。記録を残すことにより、各機器の異変を早期に把握することが可能になる。

### 3-4-4 予備品購入計画

本計画で整備される施設は、特にポンプや電動機等の機械電気設備については経年と共に劣化し、やがて機能を果たさなくなる。ポンプや電動機は、部材の摩耗、亀裂等および流量と電力量の測定によって、その状態をおよそ把握することは可能であるが、その他の多くの電気設備では劣化の状況を判断することは難しい。したがって、日常点検や定期点検により故障の兆候が確認

できた場合に即座に対応できるよう、ヒューズや配線ケーブルなどは予備品として事前に準備しておき、システムの信頼性を保つために予防保全の考えから、故障に至る前に部品を交換する。

### 3-4-5 人員の確保・養成計画

人員に関して検討の必要があるのはンゾベ浄水場であるが、ンゾベ浄水場での改修は主にポンプの増設であるため、特に人員の増員は必要なく、現状の体制で本件以降についても施設の運営・維持管理を行う。また、新設する送水管線の定期的なパトロールについても現行体制で対応することとする。ノトラ配水池の運用に関してはソフトコンポーネントで対応し、ンゾベ浄水場と連携しながら配水池の適正な運用を行うことができる体制を構築する。

## 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

本協力対象事業を我が国の無償資金協力により実施する場合、先に示した我が国と「ル」国との施工負担区分に基づく双方の経費内訳は、以下に示す積算条件において、次のとおり見積もられる。但し、ここに示す概略事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではなく、協力対象事業の実施が検討される時点において更に精査される。

#### (1) 日本側負担費用

日本側の負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表 3-38 日本側負担経費

送水管更新 9.4km、ンゾベ浄水場改修、ノトラ配水場改修		概略事業費	百万円
費目		概略事業費 (百万円)	
施設	送水施設	<送水管更新> ・鋼管、ダクタイル鋳鉄管 ・推進工事 ・不断水工事	
		<ンゾベ浄水場改修> ・送水ポンプ (建屋含) ・圧力タンク ・流量計	
	配水施設	<ノトラ配水場改修> ・高架水槽 ・流量計、水位計 ・配水池改修	
実施設計・施工監理、ソフトコンポーネント			

#### (2) 「ル」国側負担費用

「ル」国側の負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表 3-39 「ル」国側負担経費

ルワンダ側負担経費 : 291.98 百万円

費目	概算額 (百万 RWF)	概算額 (百万円)
用地取得	165.50	21.52
ボックスカルバート建設	55.00	7.15

費目	概算額 (百万 RWF)	概算額 (百万円)
ノトラ配水池周辺の配水管整備	39.00	5.07
環境マネジメント計画 (EMP) 及び 環境モニタリング計画 (EMoP) の実施	4.20	0.55
免税費用	1,958.00	254.54
銀行取極めに係る手数料 (想定)	24.26	3.15
合計	2,245.96	291.98

### (3) 積算条件

#### 1) 積算時点

積算時点は、2018年4月とする。

#### 2) 為替交換レート

為替交換レートは、以下のとおりである。

1 USD = 109.22 円

1 EUR = 134.64 円

1 RWF = 0.129 円

#### 3) 施工期間

施工期間は、実施工程に示したとおり、27.0ヶ月である。

#### 4) その他

概算事業費の積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行った。

## 3-5-2 運営・維持管理費

運営・維持管理費試算は、水量増加に伴う浄水費用および電力費用について行う。

### (1) ンゾベ浄水場の浄水費用および電力費用

2017年7月から2018年3月までの記録から、ンゾベ浄水場の浄水量は1,185,038 m<sup>3</sup>/月 (39,500 m<sup>3</sup>/日) である。また、ンゾベ浄水場からの総送水量は1,151,389 m<sup>3</sup>/月 (38,380 m<sup>3</sup>/日) であり、このうちノトラ系の送水量は1,073,907 m<sup>3</sup>/月 (35,797 m<sup>3</sup>/日) である。

浄水量に対する浄水費用およびノトラ系への送水に伴う電力費は、それぞれ13,248千円/月、17,484千円/月であり、単位浄水量あたりの浄水費用は11.51円/m<sup>3</sup>、ノトラ系への送水に係る電力費用は14.75円/m<sup>3</sup>である。

### (2) 本プロジェクトにより見込まれる維持管理費の試算

本プロジェクトの竣工により、ノトラ系への1日平均送水量は52,800 m<sup>3</sup>/日と見込まれ、これによる維持管理費の増加は以下のとおりである。

表 3-40 維持管理費の試算 (増額分)

	2017年実績値	2021年	2024年
1日平均給水量 (ノトラ系)	35,750	52,800	74,000

	2017年実績値	2021年	2024年
(m <sup>3</sup> /日)			
浄水単価 (円/m <sup>3</sup> ) (実績値)	11.51		
電力費単価 (ノトラ水系) (円/m <sup>3</sup> ) (実績値)	14.75		
浄水費用 (円/日)	411,482	607,728	851,740
電力費用 (円/日)	527,312	778,800	1,091,500
維持管理費計 (円/日)	938,794	1,386,528	1,943,240
実績年からの増額 (円/日)	-	447,734	1,004,446

### (3) 水道料金収入の試算

水道料金収入については、WASAC の水道料金 (323RWF/m<sup>3</sup>、1RWF=0.129 円) に基づいて試算する。試算結果は以下のとおりである。

表 3-41 水道料金収入の試算 (増額分)

	2017年実績値	2021年	2024年
1日平均給水量 (ノトラ系) (m <sup>3</sup> /日)	35,750	52,800	74,000
有収水量 <sup>1)</sup>	22,058	34,320	50,320
給水単価 (円/m <sup>3</sup> ) (0.129円/RWF)	41.67		
水道料金収入 (ノトラ系) (円/日) <sup>2)</sup>	919,157	1,430,114	2,096,834
実績年からの増額 (円/日)	-	510,957	1,177,677

1) 無収水率を 2017 年度は 38.3% (WASAC 作成「無収水削減 5 年戦略計画」2016/2017 年度実績より)、2021 年度は 35%、2024 年度は 32%で推定。

2) 水道料金 (323RWF/m<sup>3</sup>) は使用水量 0~5 m<sup>3</sup>までの単価であり、使用水量が増加することに水道料金の単価は上昇する。試算は最低限確保できる料金収入として水道料金 (323RWF/m<sup>3</sup>) を使用して行った。

維持管理費用および水道料金収入の実績年からの増額分を比較した場合、水道料金収入による増額分が維持管理費用のおよそ 1.6 倍となり、増額分を超えている。ンゾベ浄水場においては、本プロジェクトの施設拡張に伴う職員の増額は考えておらず、維持管理費用で算出した費用以外に増額となる要素はない。したがって、送水量の増加に伴い、適切に料金収入が確保できれば、本件に関わる維持管理費の増額は吸収できる。

### (4) 施設更新時期

本件で整備する各施設について、法定耐用年数については送水管である鋼管、ダクティル鑄鉄管は 40 年、機械・電気設備については 15 年である。しかし、各施設の適切な維持管理と定期的な設備の検査を実施することで、以下の実使用年数程度まで更新時期を延長することが可能となる。

## 1) 送水管

設置予定の送水管の管種は鋼管およびダクタイル鋳鉄管であり、実使用年数として鋼管、ダクタイル鋳鉄管ともに約70年までの使用が可能である。

表 3-42 管路の更新基準年数設定事例

管種	年数
鋳鉄管	50年
ダクタイル鋳鉄管 耐震継手	80年
ダクタイル鋳鉄管 K形等 良い地盤	70年
ダクタイル鋳鉄管 上記以外	60年
鋼管 溶接継手	70年
鋼管 上記以外	40年
石渡セメント管	40年
硬質塩化ビニル管 RRロング継手	60年
硬質塩化ビニル管 RR継手	50年
硬質塩化ビニル管 上記以外	40年
ポリエチレン管 高密度、熱融着継手	60年
ポリエチレン管 上記以外	40年

出典：厚生労働省健康局水道課「簡易支援ツールを使用したアセットマネジメントの実施マニュアルver.2.0（平成26年4月）」

## 2) 電動機・ポンプ設備、流量計、水位計

### 電動機・ポンプ設備

我が国の機械・電気設備の更新基準年数設定事例は以下のとおりである。

ポンプについては、過去の事例から20～30年となっている。

一方、横浜市水道局では独自に基準を設け、電動機30年、ポンプ設備30年としている。条件としては耐用年数に到着する前に設備診断を行い、更新判断を行うこととしている。

### 流量計（電磁流量計）、水位計

我が国の更新基準設定事例では、流量計、水位計、水質計器は10～25年となっている。

横浜市水道局では流量計、水位計ともに18年としている。

表 3-43 機械・電気設備の更新基準年数設定事例

設備分類		年数
機械	ポンプ	20～30年
	滅菌設備	15～25年
	薬注設備	15～30年
	沈殿・ろ過池機械設備	20～30年
	排水処理設備	20～40年
電気・計装	受変電・配電設備	20～40年
	直流電源設備	6～20年
	非常用電源設備	15～40年
	流量計、水位計、水質計器	10～25年
	監視制御設備、伝送装置	15～23年

出典：厚生労働省健康局水道課「簡易支援ツールを使用したアセットマネジメントの実施マニュアルver.2.0（平成26年4月）」

実際の更新時期については、法定耐用年数までの使用を確実にし、適切な施設のメンテナンスを行うことで、法定耐用年数以上の使用が可能となるよう努めることが必要である。

## 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

本事業の円滑な実施に際し、「ル」国側が対応すべき前提条件を下記のとおり整理した。これら前提条件は、「ル」国側によって適切なタイミングで確実に実施されることが重要である。

#### (1) 相手国側負担工事

実施場所	内容	期限 (計画)
新規送水管ルート	ボックスカルバートの設置工事： 国道3号線沿いのニャブゴゴ付近では道路の拡幅工事に伴う橋梁の架け替え工事が実施中されている。新規送水管は、当該橋梁部にボックスカルバートを設置して横断する計画であり、「ル」国側は入札実施前（2019年5月想定）までにボックスカルバートの設置を完了させる。	2019年 5月
ノトラ配水池から既存配水ルート	新規高架水槽による配水区域の整備： 新規高架水槽から配水区域（配水エリアA、配水エリアB）への配管工事およびその付帯設備（バルブ、計装機器等）工事を本事業の竣工までに完了させる。	竣工まで (2021年 10月)

#### (2) 用地取得及び環境社会配慮措置

本事業の実施に伴う被影響者に対して、ルワンダ開発委員会の承認を受けた住民移転計画に従い必要な補償または支援を適切な時期に実施する。

WASAC の承認を受けた住民移転計画（RAP）に従い、本事業の実施に伴う被影響者に対して必要な補償または支援を適切な時期に実施し、また事業用地の利用者、占有者の移転を行う。

#### (3) 免税措置

付加価値税の還付措置、輸入税の免税措置など、WASAC は関係政府機関と連携し、これらの免税措置を迅速に行う。

#### (4) 増強ポンプ分の電力の確保

本事業でンゾベ浄水場及びノトラ配水場にポンプを増強する。WASAC は入札公示前の2019年5月までに必要電力を確保する。

#### (5) 相手側負担工事実施のための予算措置

「ル」国側負担工事（上表）に必要な予算措置を確実にを行う。

#### (6) 建設許可手続き

本事業の送水管敷設工事にあたり、「ル」国内における必要な許認可（特に道路、河川管理者の許可）について適宜取得し、事業実施に影響を及ぼさないように事前準備を図る。

- 道路関連：道路管理者 Rwanda Transport Development Agency (RTDA)、キガリ市 (City of Kigali)
- 河川の横断等：河川管理者：Rwanda Water and Forestry Authority, Water Resources Department

#### (7) 運営・維持管理体制と維持管理費用の確保

本事業で整備する送水幹線は、首都キガリ市の市民生活と都市活動を支える重要なライフラインであり、長期に亘って送水システムの機能が維持されなければならない。このため、WASAC は、今後段階的に増量される送水量に応じた人員体制の確保と必要な維持管理費用を確保する。

#### (8) 送水管切り替え工事の際の顧客へのアナウンス

既存送水管から新設送水管への切り替え工事は、水供給を止めないよう、不断水工事で行う計画であるが、工事が手間取る等してノトラ配水池の水量が空になった場合には断水が生じる。WASAC は切り替え工事前及び工事時に顧客に対し給水に影響が出うることをあらかじめアナウンスする必要がある。

## 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

### (1) 相手国側の整備事項

本事業の効果が 100% 達成されるためには「ル」国側が下表に示す整備を確実に実施する必要がある。

実施場所	内容	期限
ンゾベ浄水場	ンゾベ浄水場Iの生産量の回復工事： 現行の17,000m <sup>3</sup> /日から25,000m <sup>3</sup> /日への回復工事の実施 m <sup>3</sup>	2023年

また本事業のスコップ外であるが、「ル」国により新ンゾベ浄水場の処理水量を現行の40,000 m<sup>3</sup>/日から 65,000 m<sup>3</sup>/日に増加させるために必要な工事（圧力式濾過機一式、場内配管一式、ノトラ配水池の送水ポンプ、電力接続）が、将来において実施される必要がある。

### (2) プロジェクト実施後の運営・維持管理体制の維持・モニタリング

本事業で整備する送水幹線は、首都キガリ市の市民生活と都市活動を支える重要なライフラインであり、長期に亘って送水システムの機能が維持されなければならない。そのため WASAC は、平時から施設の点検とその記録を確実にを行い、送水機能を正常に保つための保全・更新に努める必要がある。施設の適正な維持管理の良否は、水道事業経営や給水サービスに大きく影響を与えることから、計画的な保全・更新の実施が重要である。



## 4-3 外部条件

本事業の効果を発現・持続するための外部条件は、以下のとおりである。

- 「ル」国の治安・政治情勢が急激に悪化しないこと
- ルワンダ国の水政策に大きな変更がないこと
- WASAC の施設管理予算・人員が確保され、運営維持管理が持続的に行われること

## 4-4 プロジェクトの評価

### 4-4-1 妥当性

本事業は、以下の理由により、我が国の無償資金協力による協力対象事業としての実施が妥当である。

#### (1) 裨益対象の規模から見た妥当性

本事業対象のノトラ送水系統は、キガリ市民約 113 万人のうち、約 55 万人(2012 年時点)の給水を支える重要な基幹管路となっている。本事業の実施により 2024 年までにンゾベ浄水場で増量予定の 87,000 m<sup>3</sup>/日(約 73 万人の市民に給水可能な裨益効果)が安全で安定的に送水することが可能となり、住民の生活改善につながる。

#### (2) 当該国における政策との整合性

ルワンダ国の国家水政策では、5 項目ある政策目標の一つに、2018 年までにすべての都市部の国民に対して、安全で、信頼性が高く、経済的な給水サービスの提供を挙げている。

また、長期国家開発計画である「Vision 2020」では、2020 年までに安全な水へのアクセス率 100%の達成を目標に掲げ、給水施設を含むインフラ整備を最優先課題の一つとして掲げている。本事業はの中で、首都キガリ市民への安全な水供給に必要な基幹管路の整備であり、ルワンダの開発計画と整合する。

#### (3) 我が国の援助方針との整合性

我が国の対ルワンダ国の国別援助方針(2012 年 4 月)では、重点分野「社会サービスの向上」において、安全な水供給を重点開発課題に掲げており、本事業は、日本の対ルワンダ ODA 政策に合致する。

#### (4) 国際的な開発目標との整合性

本事業はキガリ市の基幹施設としての送水管を整備することにより、安全な水へのアクセス率の向上、安定した給水サービスの提供を通じて住民の生活環境の改善に資するものであり、SDGs ゴール 3「すべての人に健康と福祉」及びゴール 6「安全な水とトイレを世界中」に整合する。

### 4-4-2 有効性

本事業の実施により見込まれる、定量・定性的効果は以下のとおりであり、有効性を有する。

(1) 定量的効果

本事業の実施により期待される定量的効果は下表のとおりである。

表 4-1 本事業実施による定量的効果

指標名	基準値 (2017年実績値)	目標値(2024年) 【事業完成3年後】
ノトラ送水系の平均送水量 (m <sup>3</sup> /日)	35,750	52,800 <sup>1)</sup>
ノトラ送水系の送水管路の事故件数 (事故件数/100km/年) <sup>2)</sup>	6.8	0.7
ノトラ配水池周辺地域の給水制限日数 (日/週)	3~4	0
(参考値) ノトラ送水系の平均送水量に対する 裨益人数 (人) <sup>3)</sup>	298,000	440,000

1) 本事業完成後の平均送水量は2017年の実績送水量の割合(平均送水量/最大送水量)から算定。 $62,000 \times (35,750/42,000) \div 52,800$ 。

62,000m<sup>3</sup>: 本事業完成後の最大送水量、42,000m<sup>3</sup>: 2017年時点の最大送水量。

2) 基準値: 既存送水管の事故実績を、日本国内のダクタイル鋳鉄管による管路の平均事故件数の算出方法に従って換算。既存送水管延長8.85km、過去10年で6件の事故。 $6/(8.85/100)/10 \div 6.8$

目標値: 日本国内のダクタイル鋳鉄管による管路の平均事故件数を採用(出典: 厚生労働省: 平成14年度水道法第39条第1項に基づく報告徴収の別紙1より)

3) 平均送水量を給水原単位(120ℓ/人/日。Kigali City Master Plan 2013より)で除した値。なお、現状は120ℓ/人/日を満たせていない。

(2) 定性的効果

本事業の実施により期待される定性的効果は下記のとおりである。

- ① ノトラ配水池の運用改善により、No.1池からの送水状況が改善される。
- ② ノトラ配水池以降の配水状況が改善される。