

ルワンダ共和国  
水衛生公社 (WASAC)

ルワンダ共和国  
キガリ市中央北部  
給水サービス改善計画

準備調査報告書  
(先行公開版)

2022年10月

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社日水コン

環境
JP (P)
22-123

通貨換算率（積算時点 2022 年 3 月）

USD1.00 = JPY 115.60

## 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中央北部給水サービス改善計画に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社日水コンに委託しました。

調査団は、2021年9月から2022年10月の間、ルワンダ国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。

2022年10月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 森田 隆博

## 要 約

### 1. 国の概要

ルワンダ国は、26,338 km<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。

ルワンダ国の人口は 2021 年現在約 1,300 万人であり、首都キガリ市（人口約 130 万人）に約 10% 程度の人口が密集している。GDP の成長率は 2007 年以降年間約 8% 程度を維持してきたが、2021 年には新型コロナウイルスの影響もあり -3.4% となっている。一人当たり GNI は 780USD（2021, Current USD Atlas Method）とされており、世銀の 2021 年基準による 1,018USD を下回っている。

項目	2015	2021
総人口	11,370,000	12,950,000
人口増加率（年間%）	2.5%	2.5%
都市人口増加率（年間%）	2.8%	3.2%
一人当たり GDP (\$)	751	798
一人当たり GNI (\$)	750	780
GDP 成長率（年間%）	8.9%	-3.4%

出典：World Development Indicator, World Bank

### 2. プロジェクトの背景、経緯および概要

#### 2.1. 現状と課題

ルワンダ国首都キガリ市では急速な経済発展と都市化が進んでおり、2050 年には、現在約 130 万人の人口が 380 万人に達すると予測されている。首都キガリ市の改善された水源の普及率は約 95.9%、パイプ給水の普及率は約 34%（ルワンダ国国家統計 EICV-V 2016/2017）であり、保護された水源・キオスクなどによる水の購入を基盤とした生活から、各家庭へのパイプ給水に移行しつつある段階にある。都市給水では水質基準を概ね遵守した水道水が供給されているが、浄水場の処理能力不足や送配水能力の不足に加え、漏水により給水量が不足し給水制限（時間給水）が頻発している。

このような急激な開発にともなって増加する水需要を満たすべく、水衛生公社（Water and Sanitation corporation, 以下 WASAC）はルワンダ国インフラ省（Ministry of Infrastructure, MININFRA）の元、水供給施設の建設を急ピッチで進めている。JICA は、同市最大の浄水場であるンズベ浄水場からノトラ配水池への送水能力の強化を目的とした送水管の更新と、無収水削減対策への技術協力、長期的な視点に立って効率的・効果的な施設整備を行うためのキガリ市上水道マスタープラン（以下、「キガリ市上水道 MP」）の策定を支援した。このキガリ市上水道 MP では、新規水源が限られているなか、高い無収水率を改善することが市の水需要を満たす最も優先的な課題であり、施設更新への投資の不足で無収水対策が遅れている現状を指摘している。2050 年までの将来水供給手順を



示すマスターシナリオにおいても、2025年までの水供給施設投資における最優先事項を無収水削減事業と定めており、関連する施設整備が喫緊の課題である。

同市の無収水率は41.3%（2019年、WASAC）と高く、そのほとんどは漏水が原因であると推定されている。漏水の原因として、施工の質の低さや管路の老朽化の他、同市は標高差のある丘陵地帯に位置しているため、特に水圧管理が難しいことが挙げられる。更に、既存の給水システムは送水と配水の分離や配水区域も区切られていないなどその原因は複雑であり、水圧や流量を適切に管理して運営・維持管理を行うことが困難な状況である。また、水源が居住地と比較して低地に存在するキガリ市においては、水1m<sup>3</sup>あたりのエネルギー消費量が極めて高く（約1.3~2 kWh/m<sup>3</sup>）、漏水の削減による事業の効率化・持続可能性の確保への貢献が大きい。そこで、キガリ市全体の無収水対策事業は広範にわたるため、キガリ市上水道MPにおいてキガリ市全体の無収水削減事業の第1フェーズに資する事業として、本無償資金協力事業（以下、本事業）の原案となるノトラ配水池以下の配水施設の整備及び更新が優先プロジェクトの一つとして選定された（本調査を踏まえ事業スコープは修正されている。2.3参照）。

本事業の対象地域（Gisozi セクター、Kinyinya セクターのうち Kagugu および Gacuriro セル、Remera セクターのうち Nyarutarama セル、位置図参照）では、配水能力の不足により、対象地域の発展とこれにともなう水需要の増加に対応することができない。配水管路は給水管相当の細い管（口径25mm~40mm）が大半を占め、圧力が不足することで週に1回~3回しか水が出ない地域もある。また、このように「水が出ない」という状況から WASAC の上水道サービスに接続しない住民もおり、地域住民の水供給サービスへの信頼が低く、全ての都市地域住民に水供給サービスを普及させる目標を達成するための阻害要因となっている。

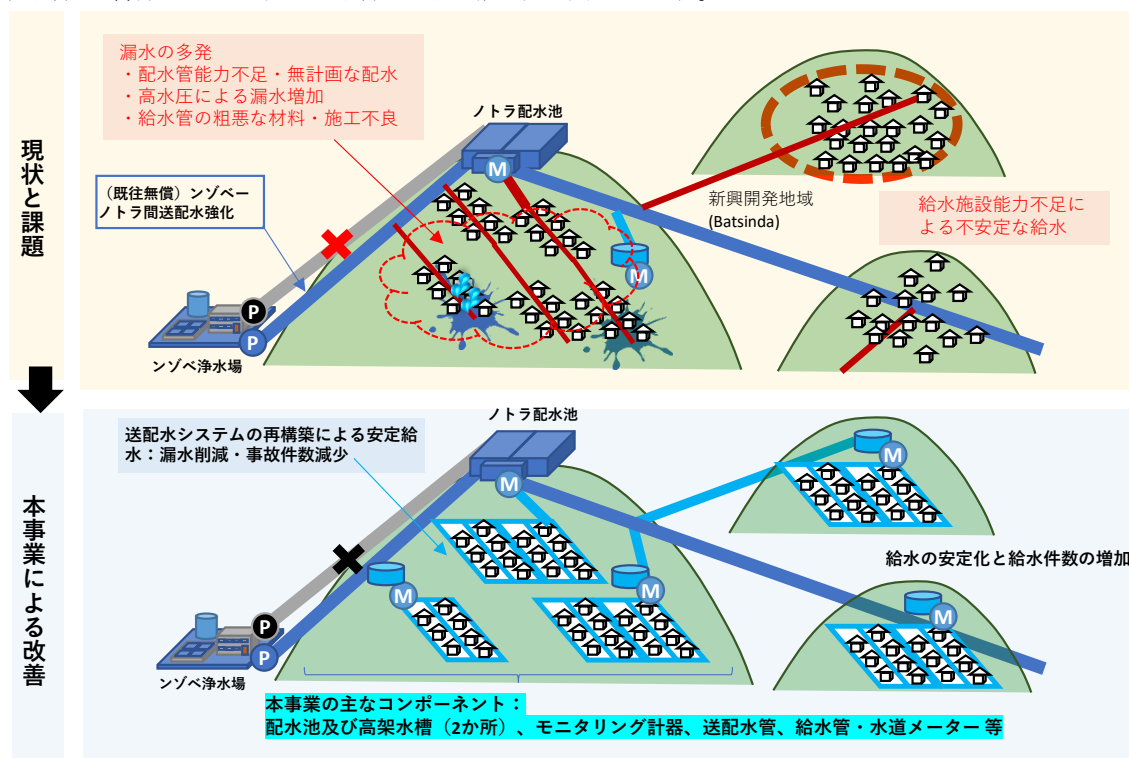
以上のような背景のもと、本事業の目的は、事業対象地域の給水制限の改善を図り、キガリ市の上水道サービスの向上を支援するものである。また、今後、本事業をモデルとした市内の配水システムの改善・無収水削減を拡大していくことがキガリ市上水道MPによって構想されており、本事業をモデルとしてキガリ市全体の水供給サービスの無収水削減に事業効果を波及させることを狙いとしている。

## 2.2. 開発計画

ルワンダ国における水と衛生セクターの上位目標として最も関連性の高いものは、変革のための国家戦略と政府の7年プログラム（以下、NST-1）である。NST-1、Vision 2020 から Vision 2050 に移行する戦略とそれに関連するセクターおよび地区の開発戦略であり、2017年から2024年の7年間にわたる国家開発の道筋を示す。NST-1には、経済変革、社会変革、変革ガバナンスの3つの柱が分野横断的な領域とともに特定されており、各柱と横断的領域について、優先領域と手段が述べられている。水道セクターに関しては、2017年時点で85%である安全な水へのアクセス率を2024年までに100%とすることが目標とされている。このNST-1の目標は、Vision 2050 でより現実的な目標にアップデートされている。Vision 2050 では、新たに各家庭で改善された水源にアクセスできる人口の割合を安全に管理された水供給（Safely Managed Water Services）として目標値を上げ、2035年までに改善された水源の利用率を100%、安全に管理された水供給へのアクセスのある人口割合として55%を目標としている。

## 2.3. 無償資金協力の背景、経緯及び概要

本事業の背景となる課題と事業方針の概要を下図に示す。



出典：調査団

対象地域では地域住民の実質的な断続給水、給水サービスの低下による普及の停滞と、長期的な水資源の不足に鑑みて漏水の削減が緊急かつ重要な課題である。既存の JICA 無収水技プロやキガリ市上水道 MP での知見を活かし、具体的かつ十分な規模のある地域での送配水管路拡張および更新・高架水槽等整備を含む配水施設の再構築事業が必要である。

このような状況を背景として、日本の水道事業者の知見の一つである「ブロック化」の手法を導入し、圧力・配水管理のモデル事例を作るためにノトラ配水池の主要配水区域（Gisozi~Nyarutarama 地区）における包括的な配水システムの再構築を目的とした管路更新および高架水槽等の整備が要請された。また、本事業を通して、事業効率化とサービス改善の成功事例をつくることで、長期的な視点では、今後の持続可能な水道事業運営にも貢献することが期待できる。

本プロジェクトの目標は、キガリ市中央北部地域において、送配水施設を整備、更新することにより、水圧の適正化や漏水量の削減を通して安定的な水供給を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与するものである。

## 3. 調査結果概要

### 3.1 調査結果概要

JICA は、以下の期間に協力準備調査団をルワンダ国に派遣した。

第1次現地調査：	2021年10月16日～2022年3月6日
第2次現地調査：	2022年8月19日～2022年8月28日

第1次現地調査では、先方政府関係者等とインセプション・レポートの説明及び協議を行った後、対象地域であるキガリ市中央北部エリアにおいて、漏水量（無収水）ベースライン調査、概略設計に必要となるデータ収集、既存水道施設の現況調査、給水状況の確認、測量調査、土質調査、試掘調査、圧力調査、および環境社会配慮・社会調査を実施した。

第2次現地調査では、調査結果及び国内作業を基に作成した準備調査報告書（案）について現地説明及び協議を行い、事業内容や先方負担事項、維持管理体制、用地取得等について Minutes of Discussion (M/D) として先方実施機関の合意を得た。

### 3.2 プロジェクトの内容

#### 3.2.1 施設建設及び資機材調達

施設建設及び資機材調達計画は以下の通りである。

A. 施設建設	
1. 配水池および高架水槽	2か所（付帯配管・場内整備含む） (1) Kagugu 高架水槽, 500 m <sup>3</sup> (2) Batsinda 配水池, 1,000 m <sup>3</sup>
2. 減圧設備	減圧水槽 4か所、減圧弁 2か所
3. 送水管および配水本管	配水用高密度ポリエチレン (HDPE) 管 口径 <sup>*1</sup> 160 mm-355 mm: 63 km ダクタイル鋳鉄管 (DIP) 口径 <sup>*1</sup> 200 mm: 1.8 km
4. 配水支管および給水管	Batsinda 給水区域内: 配水用高密度ポリエチレン (HDPE) 管 口径 63 mm-110 mm: 20 km 配水用高密度ポリエチレン (HDPE) 管 口径 25mm: 50 km
5. 既存送水管改修	既存送水管 ダクタイル鋳鉄管 (DIP) 口径 400 mm および 500 mm ・仕切弁・空気弁および排水設備
6. 配水管理システム	流量計:20箇所, 水位計: 7箇所 既存 SCADA システム改修 (配水管理システム) 付帯電気設備・通信設備
B. 資機材調達 (建設工事契約の一部として調達)	
1. 配水支管・補助管	配水用高密度ポリエチレン (HDPE) 管 口径 63 mm – 110 mm: 68 km
2. 給水管および付帯設備	配水用高密度ポリエチレン (HDPE) 管 口径 25 mm (3/4”): 100 km ・サドル分水栓(5,000組)、バルブ等 ・水道メーター (7,500件)
3. その他	・配水支管・給水管接続用資機材 2セット

\*1 配水用高密度ポリエチレン管は外径、ダクタイル鋳鉄管は内径表示（いずれも呼び径）

出典：調査団

#### 3.2.2 ソフトコンポーネント

本事業のソフトコンポーネントでの支援内容は以下の通りである。

	項目	成果
1	配水支管・給水管の施工と施工監理	1.1 配水支管・給水管・メーターの品質・検査規定の理解、布設・接続技術の習得・技術指針の理解、施工監理・工程管理の理解 1.2 給配水管施工記録の作成・保管 (GIS データ更新含む) 1.3 資材入出庫管理体制の構築
2	モニタリングシステムの運用と保守	2.1 モニタリングシステムの運用 (保守点検を含む) 2.2 データベースを活用した無収水率 (漏水率) の算出、水需要の把握と分析

出典：調査団

#### 4. プロジェクトの工期および概略事業費

工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施工程計画を策定した。最初の年度に詳細設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施する工程となっている。工期は、詳細設計が 4.0 ヶ月（契約から入札図書承認まで 6.0 ヶ月）、入札契約期間（事前審査～施工開始まで）が 3.0 ヶ月、施工・調達が 24 ヶ月である。

※本先行公開版では概略事業費は記載されず、施工・調達業者契約認証完了後に和文報告書が公開される。

#### 5. プロジェクトの評価

##### 5.1. 妥当性

###### (1) 裨益対象

本事業の裨益対象は貧困層を含む既存の住民約 124,000 人の給水サービスの向上と、今後の開発に伴う人口増による約 51,000 人に対する水道の接続である。

###### (2) 緊急性

本事業の対象地域では、対象地域全体で漏水事故を原因とする断水や上水道施設の配水管能力の不足等により、安定的な水供給が実現されていないことが喫緊の課題である。さらに、このような水供給サービスの質の低下により、給水管に接続しない顧客も多く、改善されていない水源やキオスクを利用しているケースも確認されている。したがって、対象地域の住民の安定的かつ安全な水供給の実現に貢献する本事業性の実施の緊急性は高い。

###### (3) 我が国援助方針との整合性

我が国の対ルワンダ共和国国別開発協力方針（2017 年 7 月）では、重点分野「社会サービスの向上」において、安全な水供給を開発課題と位置付け、これまで技術協力プロジェクトと無償資金協力を通じて、給水サービスの改善や無収水対策にかかる協力を実施してきた。また対ルワンダ共和国 JICA 国別分析ペーパー（2015 年 5 月）においても、都市給水に対しては、都市部におけるマスタープラン策定や日本の技術優位性を発揮できる無収水対策に加え、その後の資金協力による支援を検討するとしており、本事業はこれら方針及び分析に合致する。

###### (4) 当該国における政策との整合性

ルワンダ国では、中期開発計画「National Strategy for Transformation (NST1)」において、2017 年に 87.4%であった改善された水源へのアクセス率を、2024 年までに 100%とするとしている。また、国家開発戦略である Vision 2050（2020 年）では、安全に管理された飲み水へのアクセス率を 2035 年に 55%、2050 年に 99%にすること目指している。本事業はこれらの国家政策の達成に貢献する。

###### (5) 国際的な開発目標との整合性

SDG 6 「すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」というゴールにおいて、特にターゲット 6.1 「2030 年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する」に直接的に貢献する。また、SDG 3 「あらゆる年齢のすべての人々の健康

的な生活を確保し、福祉を推進する」にも貢献する。

## 5.2. 有効性

### (1) 定量的効果

本事業で見込むことができる定量的効果およびその指標は下表の通りである。

指標名	基準値 (2021年実績値)	目標値(2030年) 【事業完成4年後】 ※1
適正水圧により安定した給水を享受できる人口(人) ※2	0	約 175,000
事業対象地域の漏水量(m <sup>3</sup> /日) ※3	約 3,900	約 2,900
本事業による漏水削減量(m <sup>3</sup> /d) ※4	0	約 5,200
事業対象地域の無収水率(%) ※5	約 38%	24%未満

※1: マスタープランの目標年次と合わせるため目標年を2030年に設定。

※2: 給水圧が低すぎると蛇口から水が出なかったり、高すぎると管路が損傷したり漏水が増加するという問題が発生する。本事業による水圧の適正化でこれらの問題を解消し、安定した給水ができるようになる。適正な給水圧が確保されているかは、各配水ブロック1カ所で給水圧0.5bar以上10bar未満を満たすことで確認する。加えて、補足的に対象地域の村落リーダーや住民への聞き取りにより給水状況を確認する。なお、目標値について、対象地域の既存人口124,000人に加え、2030年までの人口増加51,000人を加えて合計175,000人を目標値としている。

※3: 事前評価表に記載。「表3.1-2 対象地域の現況と2030年における本事業の効果」に示した、2021年時点の配水量12,000m<sup>3</sup>/日に対する漏水量3,900m<sup>3</sup>/日と2030年時点での配水量19,400m<sup>3</sup>/日に対する漏水量2,900m<sup>3</sup>/日(需要量増に応じて漏水量が増える可能性を考慮しているため、差し引き1,000m<sup>3</sup>/日の漏水削減の効果を得るというわけではないことに注意が必要)。

※4: DOD ミッションのMDで合意。本事業による漏水削減量=本事業を実施しない場合の2030年の想定漏水量(約8,100m<sup>3</sup>/日) - 本事業実施後の2030年の漏水量(約2,900m<sup>3</sup>/日)。この漏水削減量により新たに給水が可能となる人口は約51,000人を想定する。この人口は、「本事業による漏水削減量 ÷ {2030年の1接続あたり水使用量(m<sup>3</sup>/日/接続) + 2030年の1接続あたりの漏水量(m<sup>3</sup>/日/接続)}」から算定可能。1接続を2世帯が使い、1世帯の人数は4人想定)。

※5: 本事業の効果の試算では20.7%となるが(1.5.3参照)、マスタープランの目標値との整合性を取り、目標値自体は24%未満とする。本事業対象地域の請求水量と配水量から算定。

### (2) 定性的効果

- 事業対象地域の住民の生活環境、公衆衛生環境の向上
- WASACの給水サービスへの信頼性の向上
- WASACの財務状況の改善

ルワンダ共和国キガリ市中央北部給水サービス改善計画  
準備調査報告書  
(先行公開版)

序文  
要約  
目次  
調査位置図  
完成予想図  
写真集  
図リスト  
表リスト  
写真リスト  
略語集

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯 .....	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題 .....	1-1
1.1.1 現状と課題 .....	1-1
1.1.2 開発計画 .....	1-2
1.1.3 社会経済状況 .....	1-4
1.1.4 無収水削減に係る目標 .....	1-5
1.2 無償資金協力の背景・経緯および概要 .....	1-6
1.3 我が国の援助動向 .....	1-9
1.3.1 インゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画 .....	1-9
1.3.2 キガリ市無収水対策強化プロジェクト .....	1-10
1.3.3 キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクト .....	1-13
1.3.4 キガリ市水道事業体運営改善プロジェクト .....	1-16
1.3.5 地方給水に関する技術協力 .....	1-17
1.3.6 キガリバルク給水プロジェクト (Kigali Bulk Water Supply Project) .....	1-17
1.4 他開発パートナーの援助動向 .....	1-19
1.4.1 アフリカ開発銀行 .....	1-19
1.4.2 SusWAS プロジェクト .....	1-19
1.4.3 カレンゲ (Karenge) 浄水場拡張計画 .....	1-19
1.4.4 Nzove 1 改修計画 .....	1-20
第2章 プロジェクトを取り巻く状況 .....	2-1

2.1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2.1.1 組織・人員.....	2-1
2.1.2 財政・予算.....	2-2
2.1.3 技術水準.....	2-5
2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況.....	2-6
2.2.1 関連インフラの現状と課題.....	2-6
2.2.2 自然条件.....	2-36
2.2.3 環境社会配慮.....	2-39
2.3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点.....	2-94
2.4 ジェンダー・気候変動対策への配慮.....	2-94
2.4.1 ジェンダーと貧困層への配慮.....	2-94
2.4.2 気候変動対策への配慮.....	2-98
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3.1 事業の概要.....	3-1
3.1.1 事業の目標.....	3-1
3.1.2 事業のコンポーネント.....	3-1
3.1.3 想定される事業効果.....	3-3
3.2 協力対象事業の概略設計.....	3-5
3.2.1 設計方針.....	3-5
3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）.....	3-13
3.2.3 概略設計図.....	3-33
3.2.4 施工計画・調達計画.....	3-39
3.2.5 安全対策計画.....	3-61
3.3 相手国負担事項の概要.....	3-62
3.3.1 銀行手数料.....	3-62
3.3.2 税金（免税措置）.....	3-62
3.3.3 用地取得・一次造成.....	3-62
3.3.4 ARAP モニタリング費用.....	3-63
3.3.5 資材置き場の確保.....	3-63
3.3.6 配水支管及び給水管の更新工事.....	3-63
3.3.7 公共サービス接続および料金（電気・通信）.....	3-64
3.3.8 その他.....	3-64
3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-66
3.4.1 基本方針.....	3-66
3.4.2 運営・維持管理の現状.....	3-66
3.4.3 運営・維持管理計画.....	3-67
3.4.4 運営・維持管理体制.....	3-69

3.4.5 予備品購入計画 .....	3-71
3.5 事業の概略事業費 .....	3-72
3.5.1 協力対象事業の概略事業費 .....	3-72
3.5.2 運営・維持管理費 .....	3-73
第4章 プロジェクトの評価.....	4-1
4.1 事業実施のための前提条件 .....	4-1
4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4.3 外部条件.....	4-2
4.4 プロジェクトの評価.....	4-3
4.4.1 妥当性.....	4-3
4.4.2 有効性.....	4-4
4.5 その他.....	4-5

#### 添付資料

添付資料1：調査団員・氏名

添付資料2：調査行程

添付資料3：関係者（面会者）リスト

添付資料4：協議議事録（M/D）

添付資料5：テクニカルノート

添付資料6：環境社会配慮報告書（EIA）および簡易住民移転計画（ARAP）

添付資料7：ソフトコンポーネント計画書

添付資料8：免税情報シート

添付資料9：水理計算書

添付資料10：無収水ベースライン調査および圧力調査結果詳細

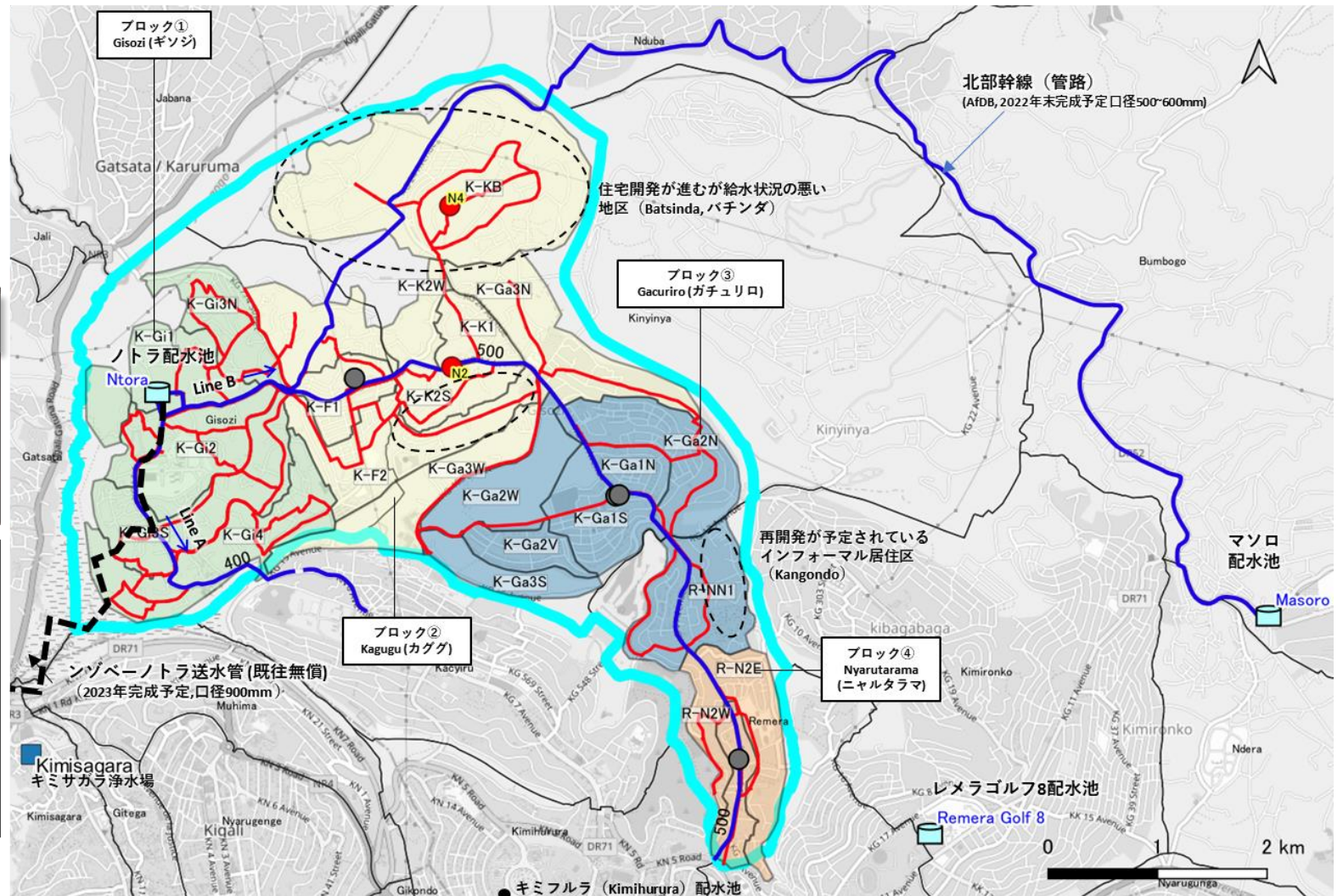
添付資料11：概略設計図・図面集





凡例  
 □ ルワンダ国  
 □ キガリ市  
 ■ 対象地域

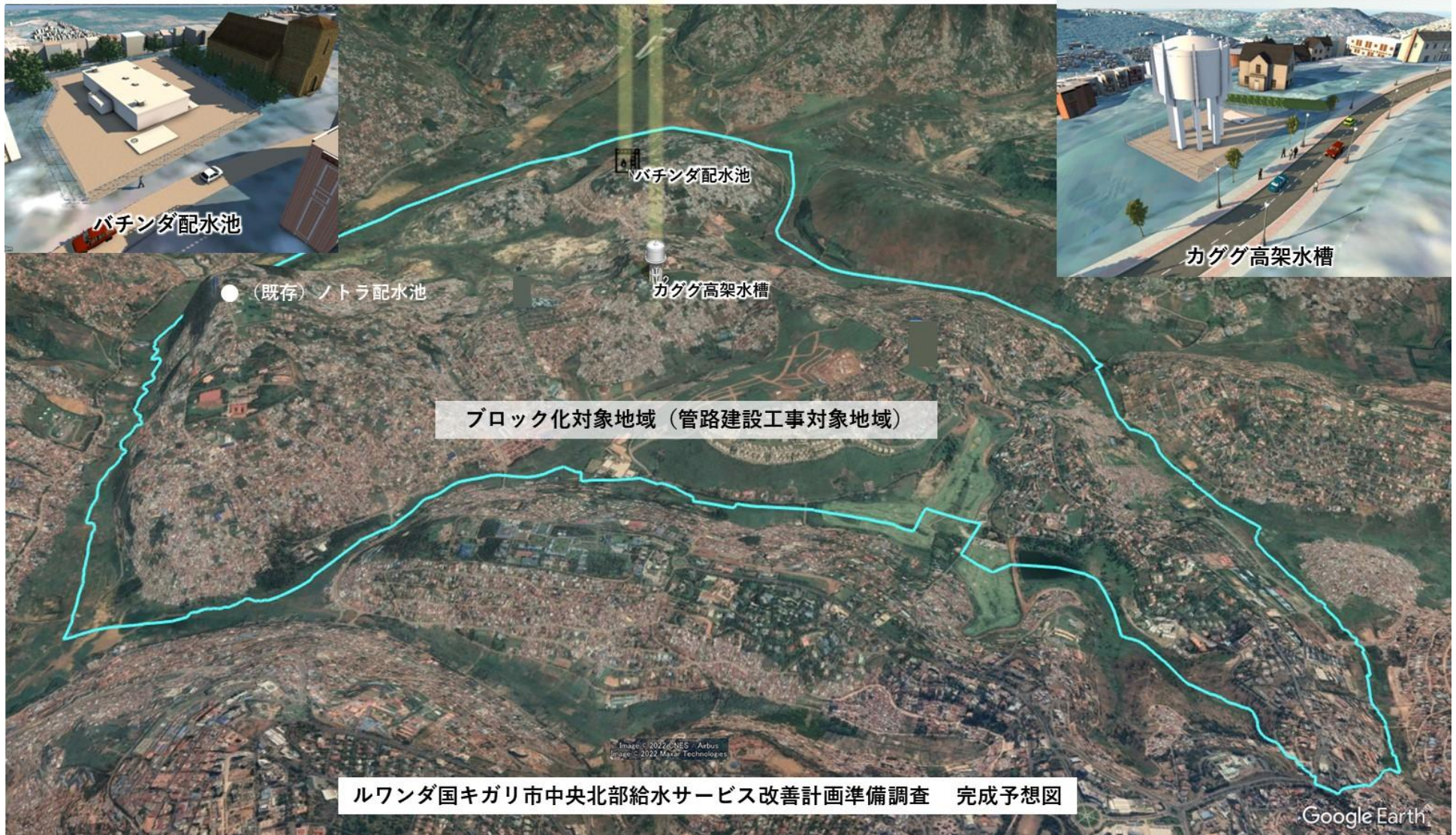
- 凡例
- ブロック化対象地域
  - 浄水場
  - 既存主要送水管
  - 本事業で建設予定の配水池・高圧水槽  
// 配水本管
  - 既存主要配水池
  - 既存活用するブロック配水池
  - その他の施設



ルワンダ国キガリ市中央北部 位置図

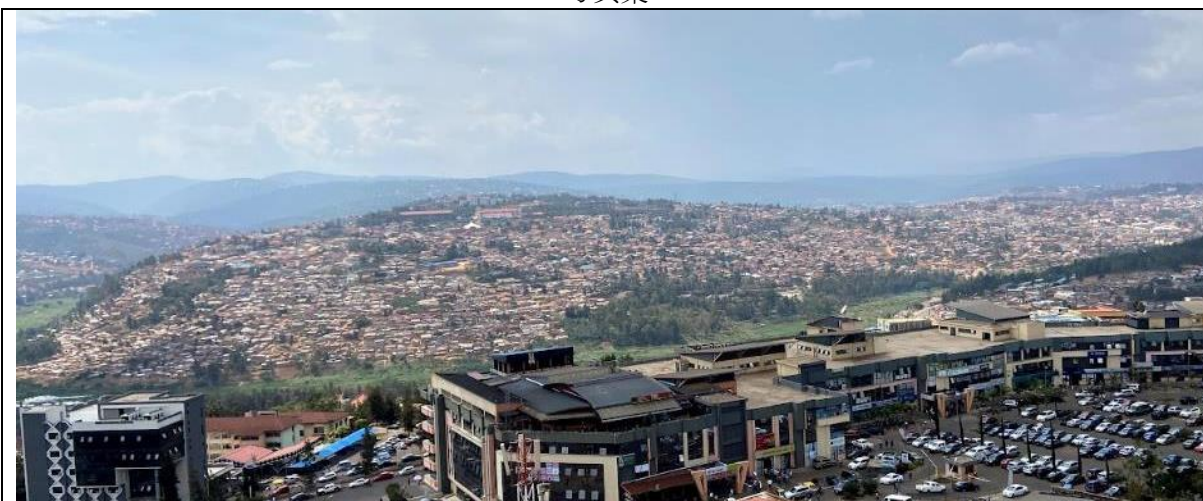
出典：(アフリカ大陸およびルワンダ地図)  
UN Geospatial







写真集



対象地域の一部（Gisozi, Fawe Kagugu）のキガリ市中心部からの遠景



給水管の漏水の様子



現地調査状況



故障した既存の流量計



ノトラ配水池



写真集



流量が読み難くなっている顧客メーター



質の悪い給水機材の例 (PVC 管に铸铁异形管を  
ねじ込み配管)



無取水ベースライン調査での超音波流量計による  
流量測定



顧客圧力調査



WASAC との設計確認の様子



日本側を含めたオンラインでの設計協議の様子



写真集



無取水ベースライン調査で建設した流量計室



超音波流量計調査の様子



直接埋設され確認が困難となっている既存減圧弁



既存減圧弁からの漏水の様子



排水側溝に保護なしで直接配管された給水管



質の悪い施工の例（浅すぎる埋設）

## 図リスト

図 1.1-1	当該セクターの現状と課題.....	1-2
図 1.1-2	Vision 2050 と NST-1 の開発計画枠組み.....	1-3
図 1.1-3	ルワンダ国における安全な水と衛生へのアクセス率（WHO/UNICEF JMP）.....	1-4
図 1.2-1	本事業の現状と課題および事業の方針.....	1-7
図 1.2-2	本事業の対象地域概略図.....	1-7
図 1.2-3	本事業の対象地域詳細図.....	1-8
図 1.3-1	ンゾベノトラ間送水幹線強化計画における送水能力の強化に係る計画.....	1-10
図 1.3-2	パイロットエリア 1 Kadobogo 地区の位置.....	1-11
図 1.3-3	無収水削減 5 か年計画（2021 年末修正版ドラフト）による無収水率の推移.....	1-12
図 1.3-4	2050 年までの水供給ビジョン.....	1-14
図 1.3-5	マスターシナリオ：需給バランスとロードマップ.....	1-15
図 1.3-6	ルワンダ国キガリ市水道事業体運営改善プロジェクトの目的および成果の概要.....	1-16
図 1.3-7	Kigali バルク給水プロジェクト資金の構成.....	1-18
図 2.1-1	WASAC 全体の組織図（2022 年 5 月現在）.....	2-2
図 2.1-2	WASAC の営業収支および経常収支比率の推移.....	2-3
図 2.2-1	キガリ市マスタープランでの土地利用計画図と現況衛星画像の比較.....	2-7
図 2.2-2	送配水施設の位置図.....	2-9
図 2.2-3	送水システムの標高プロファイル（ノトラ配水池からレメラ Golf8 配水池）.....	2-11
図 2.2-4	送水システムの標高プロファイル（ノトラ配水池から St. Famille (KN3 road)）.....	2-11
図 2.2-5	送配水管の布設年.....	2-12
図 2.2-6	送水管の布設年度の割合.....	2-12
図 2.2-7	配水管の布設年度の割合.....	2-13
図 2.2-8	送配水管の布設年（補正後）.....	2-14
図 2.2-9	対象送配水管の経過年（2021 年基準）.....	2-14
図 2.2-10	対象送配水管の管種別の布設状況.....	2-15
図 2.2-11	送配水管の管種の割合.....	2-15
図 2.2-12	送水システムの水位高低図（ノトラ配水池からレメラ Golf8 配水池）.....	2-16
図 2.2-13	送水システムの水位高低図（ノトラ配水池から St. Famille (KN3 road)）.....	2-17
図 2.2-14	無収水技プロで導入した監視システム.....	2-20
図 2.2-15	ブロック化対象地域におけるメーターの設置年度（頻度および累積）.....	2-22
図 2.2-16	給水区域の概略図と流量測定位置.....	2-23
図 2.2-17	圧力調査対象地域と圧力を測定した給水栓位置.....	2-25
図 2.2-18	事業対象地域の最大静水圧.....	2-26
図 2.2-19	最大水圧（上図）と最小動水圧（下図）.....	2-27
図 2.2-20	圧力調査結果（圧力センサ No.20 および No.31 における時間変動）.....	2-28
図 2.2-21	計画断水（Rationing Program）の実施状況.....	2-30

図 2.2-22	カンゼンゼ浄水場からの送水系統図	2-32
図 2.2-23	カンゼンゼ浄水場からの送水量	2-33
図 2.2-24	北部幹線のルート	2-34
図 2.2-25	ブロック化対象地域におけるゼロ請求顧客の分布と顧客の集中する場所	2-36
図 2.2-26	キガリ市における月別平均最高・平均最低・平均気温と降雨量	2-37
図 2.2-27	土質調査結果の概要	2-38
図 2.2-28	事業対象地域	2-40
図 2.2-29	世帯調査対象エリア	2-42
図 2.2-30	WASAC サービス分析対象回答者居住場所	2-43
図 2.2-31	村内における給水状況 (Village Leader インタビュー結果) (その1)	2-45
図 2.2-32	村内における給水状況 (Village Leader インタビュー結果) (その2)	2-46
図 2.2-33	保護されていない水源を利用している世帯がある村	2-47
図 2.2-34	HIV 年代別罹患率	2-49
図 2.2-35	RAP 実施スケジュール案	2-82
図 2.4-1	世帯主の男女別割合	2-96
図 2.4-2	水汲み従事者の割合	2-96
図 2.4-3	世帯主別の衛生施設 (トイレ) へのアクセス率	2-97
図 2.4-4	気候評価マトリクス	2-103
図 3.1-1	本事業の対象地域	3-2
図 3.1-2	本事業による漏水削減効果	3-3
図 3.2-1	漏水量 (無収水) ベースライン調査結果	3-5
図 3.2-2	対象地域概略 (既存送水システム)	3-7
図 3.2-3	ンゾベ浄水場・送水および配水簡略模式図	3-9
図 3.2-4	北部幹線の模式図および水位高低図	3-10
図 3.2-5	配水ブロック化概略図	3-16
図 3.2-6	配水管の一般埋設断面図 (HDPE 口径 160mm)	3-19
図 3.2-7	水理計算の管路モデル	3-20
図 3.2-8	水理計算結果: 1日最大給水量計算時流量	3-21
図 3.2-9	水理計算結果: 1日最大給水量計算時有効圧力分布	3-21
図 3.2-10	既存の無収水計算システムおよび事業後のモニタリングシステムと改造内容	3-24
図 3.2-11	事業完成後配水ブロック系統図および流量監視点	3-26
図 3.2-12	ブロック化計画平面図	3-33
図 3.2-13	Kagugu 高架水槽計画平面図	3-34
図 3.2-14	Kagugu 高架水槽立断面図	3-35
図 3.2-15	Kagugu 高架水槽平断面図	3-36
図 3.2-16	Batsinda 配水池計画平面図	3-37
図 3.2-17	Batsinda 配水池平断面図	3-38
図 3.2-18	Batsinda 配水池立断面図	3-39

図 3.2-19	事業実施体制 .....	3-40
図 3.2-20	配水本管から給水管までの施工手順（工事対象による分類） .....	3-41
図 3.2-21	配水本管の施工手順 .....	3-42
図 3.2-22	配水本管の施工イメージ図 .....	3-43
図 3.2-23	配水支管・補助管・給水管・メーターの施工手順 .....	3-44
図 3.2-24	無償による更新範囲 .....	3-45
図 3.2-25	配水支管・補助管の施工イメージ .....	3-45
図 3.2-26	給水管の施工イメージ .....	3-46
図 3.2-27	ブロック化に伴う施設名称の整理と給水管施設負担区分 .....	3-48
図 3.3-1	先方実施機関（WASAC）の実施体制 .....	3-64

## 表リスト

表 1.1-1	Vision2050 における安全な水供給のターゲット .....	1-3
表 1.1-2	社会経済状況に係る主要な指標 .....	1-4
表 1.1-3	無収水 5 か年計画(2021 年修正版)による無収水率の当初目標・実績と修正目標値 .....	1-5
表 1.1-4	キガリ市上水道マスタープランに示された無収水率目標値 .....	1-5
表 1.3-1	キガリ市無収水対策強化プロジェクトの概要 .....	1-10
表 1.3-2	無収水技プロパイロットエリア 1 Kadobogo 地区の概要 .....	1-11
表 1.4-1	他開発パートナーの援助動向 .....	1-20
表 2.1-1	UWSSD の組織人員 .....	2-2
表 2.1-2	WASAC の損益計算書（P/L、過去 7 年分） .....	2-4
表 2.1-3	WASAC の貸借対照表（B/S、過去 7 年分） .....	2-4
表 2.1-4	WASAC のキャッシュフロー計算書（C/F、過去 7 年分） .....	2-5
表 2.1-5	WASAC の財務指標と推移 .....	2-5
表 2.2-1	送水施設（送水管）の概要 .....	2-9
表 2.2-2	送水施設（ポンプ場）の概要 .....	2-9
表 2.2-3	配水施設（配水池）の概要 .....	2-10
表 2.2-4	送配水施設（送配水管）の概要 .....	2-10
表 2.2-5	ベースライン調査における送水量 .....	2-16
表 2.2-6	減圧弁の状況 .....	2-18
表 2.2-7	既存のモニタリングシステムの状況 .....	2-19
表 2.2-8	既存水道システムの課題 .....	2-21
表 2.2-9	漏水量（無収水）ベースライン調査の概要 .....	2-23
表 2.2-10	漏水量（無収水）ベースライン調査結果 .....	2-24
表 2.2-11	レメラ支店の給水制限の状況（2021 年 6 月~11 月） .....	2-31
表 2.2-12	レメラ Golf 8 への送水管建設の必要性に関する説明 .....	2-35
表 2.2-13	キガリ市における月別最高・最低・平均気温と降水量 .....	2-36



表 2.2-14	事業対象地域 .....	2-40
表 2.2-15	世帯調査の概要 .....	2-41
表 2.2-16	世帯調査対象セル .....	2-41
表 2.2-17	配水ブロック化対象セル内の村数 .....	2-44
表 2.2-18	GDP（基準年：2017年）及びGDP成長率 .....	2-48
表 2.2-19	平均寿命の推移 .....	2-48
表 2.2-20	乳児死亡率と妊産婦死亡率の推移 .....	2-48
表 2.2-21	貧困率及び極貧率の変化（2010/11－2016/17） .....	2-48
表 2.2-22	ルワンダ国全土とキガリ市の労働参加率と失業率 .....	2-49
表 2.2-23	ルワンダ国における環境社会配慮に係る制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較 .....	2-54
表 2.2-24	配水池・高架水槽建設予定地案比較検討結果 .....	2-55
表 2.2-25	本調査におけるスコーピング結果 .....	2-57
表 2.2-26	環境社会配慮調査結果 .....	2-58
表 2.2-27	影響評価結果 .....	2-60
表 2.2-28	想定される影響に対する環境管理と費用（配水池建設・高架水槽と配水管更新） .....	2-62
表 2.2-29	環境モニタリング計画（EMoP）（配水池・高架水槽建設と配水管更新） .....	2-65
表 2.2-30	スコーピング段階で実施された中央・地方レベル関係機関との協議結果 .....	2-67
表 2.2-31	スコーピング段階に実施されたコミュニティコンサルテーション .....	2-68
表 2.2-32	主な質問・提案と回答 .....	2-68
表 2.2-33	EIA 実施前に実施されたコミュニティコンサルテーション .....	2-70
表 2.2-34	主な質問・提案と回答 .....	2-70
表 2.2-35	コミュニティコンサルテーション結果 .....	2-71
表 2.2-36	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較 .....	2-75
表 2.2-37	用地取得対象土地 .....	2-78
表 2.2-38	被影響住民の特徴 .....	2-78
表 2.2-39	用地取得対象推定土地評価額 .....	2-79
表 2.2-40	補償対象となる耕作物の数 .....	2-79
表 2.2-41	提案した Entitlement Matrix .....	2-80
表 2.2-42	RAP 実施における各組織の責任範囲 .....	2-81
表 2.2-43	ARAP 実施費用 .....	2-82
表 2.2-44	モニタリング実施費用 .....	2-83
表 2.2-45	PAP から定時された課題とそれに対する回答 .....	2-83
表 2.4-1	WASAC 職員の男女割合 .....	2-95
表 2.4-2	ジェンダー視点に立った取り組み方針 .....	2-97
表 2.4-3	キガリ市における季節別平均気温変動の観測結果と予測 .....	2-99
表 2.4-4	キガリ市における季節別平均降水量変動の観測結果と予測 .....	2-99
表 2.4-5	キガリ市における季節別平均降雨日数の観測結果 .....	2-99
表 3.1-1	本事業の範囲 .....	3-1

表 3.1-2	対象地域の現況と 2030 年における本事業の効果 .....	3-4
表 3.2-1	対象地域の無収水ベースライン .....	3-5
表 3.2-2	水需要予測の基本条件 .....	3-5
表 3.2-3	セクター毎の水需要予測 .....	3-6
表 3.2-4	ンゾベ浄水場能力・送水能力および配水量 .....	3-9
表 3.2-5	現況と配水システム再構築に係る手法の比較 (DMA 構築および配水ブロック化) .....	3-12
表 3.2-6	新設配水池の概要 .....	3-14
表 3.2-7	ブロック名称および詳細 .....	3-15
表 3.2-8	配水管計画数量 .....	3-17
表 3.2-9	管種の比較検討結果 .....	3-17
表 3.2-10	高密度ポリエチレン管 (HDPE) の接合方法 (EF 接合とバット接合の比較) .....	3-18
表 3.2-11	水理計算における計算条件 .....	3-19
表 3.2-12	減圧設備の比較 .....	3-22
表 3.2-13	既存モニタリングシステムの課題と本事業における対応策 .....	3-25
表 3.2-14	想定する流量計・水位計等モニタリング設備 .....	3-27
表 3.2-15	監視制御する項目 .....	3-30
表 3.2-16	監視制御装置機能分担表 .....	3-30
表 3.2-17	水圧試験方法 .....	3-42
表 3.2-18	施設負担区分 .....	3-47
表 3.2-19	詳細設計業務要員計画 (日本人技術者) .....	3-49
表 3.2-20	詳細設計業務要員計画 (現地傭人) .....	3-49
表 3.2-21	入札補助業務 1 要員計画 (日本人技術者) .....	3-50
表 3.2-22	入札補助業務 2 要員計画 (日本人技術者) .....	3-50
表 3.2-23	施工監理業務要員計画 (日本人技術者) .....	3-50
表 3.2-24	施工監理業務要員計画 (現地傭人) .....	3-51
表 3.2-25	瑕疵検査要員計画 (日本人技術者) .....	3-51
表 3.2-26	主要資機材調達先区分表 .....	3-52
表 3.2-27	ソフトコンポーネントの成果 .....	3-54
表 3.2-28	ソフトコンポーネントの成果とその確認方法 .....	3-54
表 3.2-29	ソフトコンポーネントの概要 .....	3-56
表 3.2-30	ソフトコンポーネント全体実施工程 .....	3-58
表 3.2-31	成果品一覧 .....	3-58
表 3.2-32	事業実施工程表 .....	3-60
表 3.3-1	主な相手国負担事項一覧 .....	3-62
表 3.3-2	ストックヤード候補地概況 .....	3-63
表 3.3-3	先方負担として必要な WASAC エンジニア・テクニシヤンの配置 (案) .....	3-64
表 3.4-1	カチル支店、レメラ支店の配水係および請求係の職員数 .....	3-66
表 3.4-2	UWSSD の NRW ユニット職員数 .....	3-67

表 3.4-3	本事業で建設する施設の運転・維持管理の主な項目 .....	3-68
表 3.4-4	配水池及び高架水槽、減圧水槽の運転・維持管理項目 .....	3-68
表 3.4-5	送配水管・給水管等の運転・維持管理項目 .....	3-69
表 3.4-6	配水モニタリングシステムの運転・維持管理項目 .....	3-69
表 3.4-7	プロジェクト運営維持管理要員 .....	3-70
表 3.5-2	ルワンダ国負担経費内訳概要 .....	3-72
表 3.5-3	積算条件 .....	3-72
表 3.5-4	維持管理要員の追加費用内訳 .....	3-73
表 3.5-5	管路の維持管理・更新費用 .....	3-73
表 3.5-6	電気通信代金 .....	3-74
表 3.5-7	長期保守管理契約 .....	3-74
表 3.5-8	本事業による収益の増加と維持管理費の増分の比較 .....	3-74
表 4.4-1	定量的効果指標 .....	4-4
表 4.5-1	本事業で求められる技術と能力・課題およびキガリ市水道事業体運営改善プロジェクトで 必要な支援 .....	4-5

## 写真リスト

写真 2.1-1	(左上) 給水管からの地下漏水の様子 (右上) 露出配管された GSP (ガス管) (左下) ポリプロピレン管 (PP) に鋳鉄の異形管がねじ切りされた様子 (右下) 給水管施工の様子 .....	2-6
写真 2.2-1	既存減圧弁の状況 .....	2-18
写真 2.2-2	無収水技プロで導入された電磁流量計 (左) 流量変換機およびテレメータ (右) .....	2-20
写真 2.2-3	設置した圧力センサとデータロガー .....	2-25
写真 2.2-4	土質調査概況 .....	2-38
写真 2.2-5	ボーリングコア概況 (BH No.2 Nyarutarama1~5m) .....	2-38

略語表

略語	英文	和文名
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
A-RAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易移転計画
CACRO	Customer Account Correction and Recovery Operation	カクロ（業務補助員）
CFO	Commercial Field Officer	（メーター）検針員
CP (C/P)	Counter Partner	カウンターパート
DN (ND)	Diamètre Nominal (Nominal Diameter)	公称口径
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DMA	District Metered Area	配水管理区域
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EICV	Integrated Household Living Conditions Survey	総合生活実態調査
FS (F/S)	Feasibility Study	フィージビリティスタディ
HDPE	High Density Polyethylene (Pipe)	高密度ポリエチレン(管)
HH(s)	Household(s)	世帯
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	JICA Survey Team	JICA 調査団
MINALOC	Ministry of Local Government	地方政府省
MININFRA	Ministry of Infrastructure	インフラ省
MINECOFIN	Ministry of Finance and Economic Planning	財務・経済計画省
MP (M/P)	Master Plan	マスタープラン
MTT	Manceuvre tout Travaux	作業員
NRW	Non-Revenue Water	無収水
NST1	National Strategy for Transformation 2017-2024	第一次変革のための国家戦略
KPI	Key Performance Indicator	業務指標
PBC	Pressure Breaking Chamber	減圧水槽
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PRV	Pressure Reducing Valve	減圧弁
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RAP	Resettlement Action Plan	移転計画
RDB	Rwanda Development Board	ルワンダ開発庁
RRA	Rwanda Revenue Authority	ルワンダ歳入庁
RTDA	Rwanda Transport Development Agency	ルワンダ道路局
RURA	Rwanda Utility Regulatory Authority	ルワンダ公共事業規制庁
RWB	Rwanda Water Resources Board	ルワンダ水資源委員会
RWF	Rwandan Franc	ルワンダ・フラン
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御システム

略語	英文	和文名
SOP	Standard Operating Procedure	標準作業手順書
SP	Steel Pipe	鋼管
UA	Units of Account	アフリカ開発銀行が表示通貨として使用する計算単価
UWSSD	Urban Water and Sewage Service Department	都市給水衛生サービス局
uPVC	Un-plasticized Polyvinyl Chloride	無可塑ポリ塩化ビニル
VEI	Vitens-Evides International	VEI（企業名）
WASAC	Water and Sanitation Corporation	水衛生公社
WDO	Water Distribution Officer	（支店の）配水管理責任者
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WtP	Willingness to Pay	支払意思額

## 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

ルワンダ国は、26,338 km<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。

ルワンダ国の人口は2021年現在約1,300万人であり、首都キガリ市（人口約130万人）に約10%程度の人口が密集している。キガリ市の人口は2022年現在約130万人であるが、2050年には380万人に達すると予測されており（キガリ市マスタープラン, 2021）急速な経済発展と都市化に伴う水需要を満たすことが重要な課題である。キガリ市の水供給は、保護された水源・キオスクからの水の購入を基盤とした生活から、SDG Goal 6 安全な水供給にも示される安全に管理された水供給、すなわち各家庭での連続的なパイプ給水を基盤とした水利用に移行しつつある段階にある。キガリ市における都市給水は、公式にはキガリ市の全都市域をカバーしているが、実際には全ての人々が各家庭で上水道サービスにアクセスできているわけではなく、水キオスクなどからの購入、保護された水源へのアクセスに依存している。この結果現在、首都キガリ市の改善された水源の普及率は約95.9%である一方パイプ給水の普及率は約34%（ルワンダ国国家統計 EICV-V 2016/2017）にとどまっている。都市給水では、水質基準を概ね遵守した水道水が供給されており浄水場能力も段階的に拡張の途上にあるが、水量に関しては送配水能力の不足に加え漏水により給水量が不足し給水制限（時間給水）が頻発していることから、充分ではない。特に、管路の配水能力不足と漏水がキガリ市全体で共通した課題であり、水不足の最大の原因となっている。この結果、キガリ市の多くの住民は近隣で上水道サービスが提供されているにも関わらず、キオスクや保護された水源から生活のための水を調達せざるを得ない状態である。

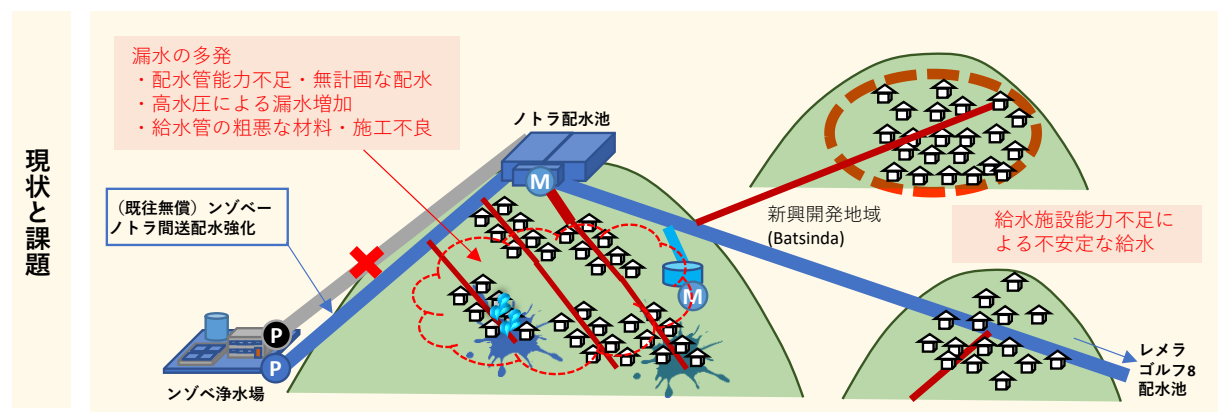
このような急激な開発にともなって増加する水需要を満たすべく、水衛生公社（Water and Sanitation Corporation, 以下 WASAC）はルワンダ国インフラ省（Ministry of Infrastructure, MININFRA）の元、水供給施設の建設を急ピッチで進めている。JICA は、同市最大の浄水場であるンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水能力の強化を目的とした送水管の更新と、無収水削減対策への技術協力、長期的な視点に立って効率的・効果的な施設整備を行うためのキガリ市上水道マスタープラン（以下、「キガリ市上水道 MP」）の策定を支援した。このキガリ市上水道 MP では、新規水源が限られているなか、高い無収水率を改善することが市の水需要を満たす最も優先的な課題であり、施設更新への投資の不足で無収水対策が遅れている現状を指摘している。2050年までの将来水供給手順を示すマスターシナリオにおいても、2025年までの水供給施設投資における最優先事項を無収水削減事業と定めており、関連する施設整備が喫緊の課題である。

同市の無収水率は41.3%（2019年、WASAC）と高く、そのほとんどは漏水が原因であると推定されている。漏水の原因として、施工の質の低さや管路の老朽化の他、同市は標高差のある丘陵地帯に

位置しているため、特に水圧管理が難しいことが挙げられる。更に、既存の給水システムは送水と配水の分離や配水区域も区切られていないなどその原因は複雑であり、水圧や流量を適切に管理して運営・維持管理を行うことが困難な状況である。また、水源が居住地と比較して低地に存在するキガリ市においては、水 1m<sup>3</sup>あたりのエネルギー消費量が極めて高く（約 1.3~2 kWh/m<sup>3</sup>）、漏水の削減による事業の効率化・持続可能性の確保への貢献が大きい。

本無償資金協力事業（以下、本事業）の原案は、キガリ市上水道 MP においてキガリ市全体の広範にわたる無収水削減事業の第 1 フェーズに資する優先事業として選定されたノトラ配水池以下の配水施設の整備及び更新事業である（本調査を踏まえ事業スコープは修正されている。1.2 参照）。本事業の対象市域（Gisozi セクター、Kinyinya セクターのうち Kagugu および Gacuriro セル、Remera セクターのうち Nyarutarama セル、位置図参照）は、無償「ンゾベノトラ間送水幹線強化計画」で配水池へ届く送水量が改善する予定のノトラ配水池からの配水先であるが、配水能力の不足により、対象地域の発展とこれにともなう水需要の増加に対応することができない。配水管路は給水管相当の細い管（口径 25 mm~40 mm）が大半を占め、圧力が不足することで週に 1 回~3 回しか水が出ない地域もある。また、このように「水が出ない」という状況から WASAC の上水道サービスに接続しない住民もおり、地域住民の水供給サービスへの信頼が低く、全ての都市地域住民に水供給サービスを普及させる目標を達成するための阻害要因となっている（図 1.1-1）。

以上のような背景のもと、本事業の目的は、事業対象地域の給水制限の改善を図り、キガリ市の水道サービスの向上を支援するものである。また、今後、本事業をモデルとした市内の配水システムの改善・無収水削減を拡大していくことがキガリ市上水道 MP によって構想されており、本事業をモデルとしてキガリ市全体の水供給サービスの無収水削減に事業効果を波及させることを狙いとされている。



出典：調査団

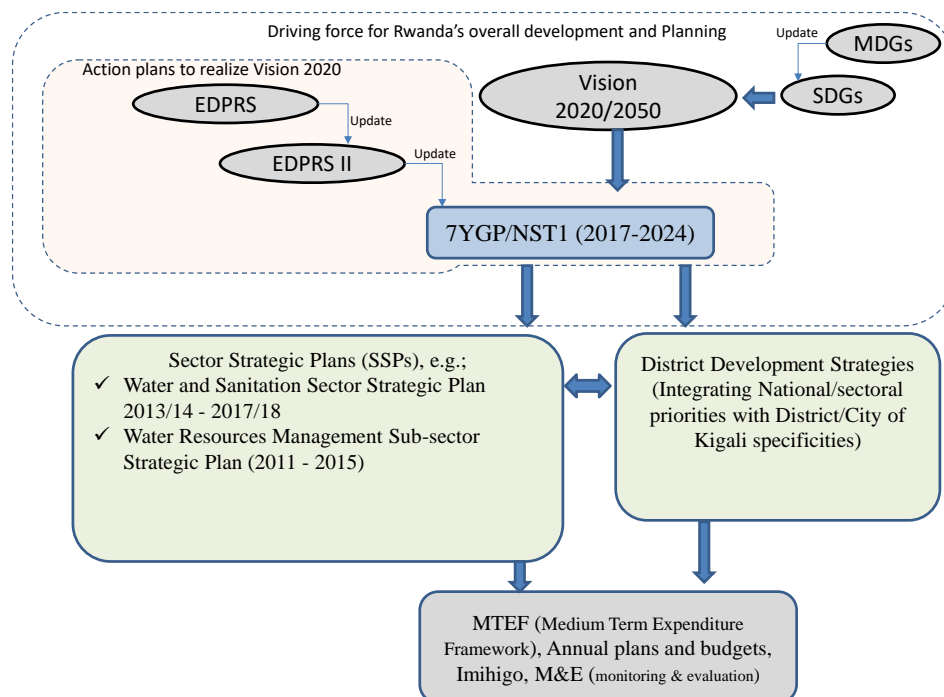
図 1.1-1 当該セクターの現状と課題

## 1.1.2 開発計画

ルワンダ国における水と衛生セクターの上位目標として最も関連性の高いものは、変革のための国家戦略と政府の 7 年プログラム（以下、NST-1 と略記）である。NST-1 は、Vision 2020 から 2050 に移行する戦略とそれに関連するセクターおよび地区の開発戦略であり、2017 年から 2024 年の 7 年間にわたる国家開発の道筋を示す。NST-1 には、経済変革、社会変革、変革ガバナンスの 3 つの柱が分

野横断的な領域とともに特定されており、各柱と横断的領域について、優先領域と手段が述べられている。水道セクターに関しては、2017年時点で85%である安全な水へのアクセス率を2024年までに100%とすることが目標とされている。

このNST-1の目標は、Vision 2050でより現実的な目標にアップデートされている。Vision 2050では、新たに各家庭で改善された水源にアクセスできる人口の割合を安全に管理された水供給（Safely Managed Water Services）として目標値を上げ、国全体で2035年までに改善された水源の利用度を100%、安全に管理された水供給へのアクセスのある人口割合として55%を目標としている。



出典：調査団 (Based on 7 Years Government Program: National Strategy for Transformation (NST-1) 2017 – 2024)

図 1.1-2 Vision 2050 と NST-1 の開発計画枠組み

表 1.1-1 Vision2050 における安全な水供給のターゲット

項目	ベースライン (2020) (2016/17)	ターゲット (2035)	ターゲット (2050)
改善された水源の利用率	87.4%	100%*	100%
各家庭で改善された水源にアクセスできる人口の割合 (安全に管理された水供給へのアクセス率)	国全体：9.4% 都市部：39.2% 農村部：2.3% (2016/17)	55%	99%

出典：Vision 2050 (2021) GoR

\* Vision 2050 本文中では 2024 年までに 100% を達成するとされている。

本事業は漏水の削減および無収水の改善を目標としたものであり、これらの上位目標との関連は間接的である。他方、Vision 2050 において、安全に管理された水供給へのアクセス率が指標として追加されたことは、本事業において施設の更新によって安定したパイプ給水を実現することでサービスを向上させ、対象地域において給水接続を促進する目的と合致している。



### 1.1.3 社会経済状況

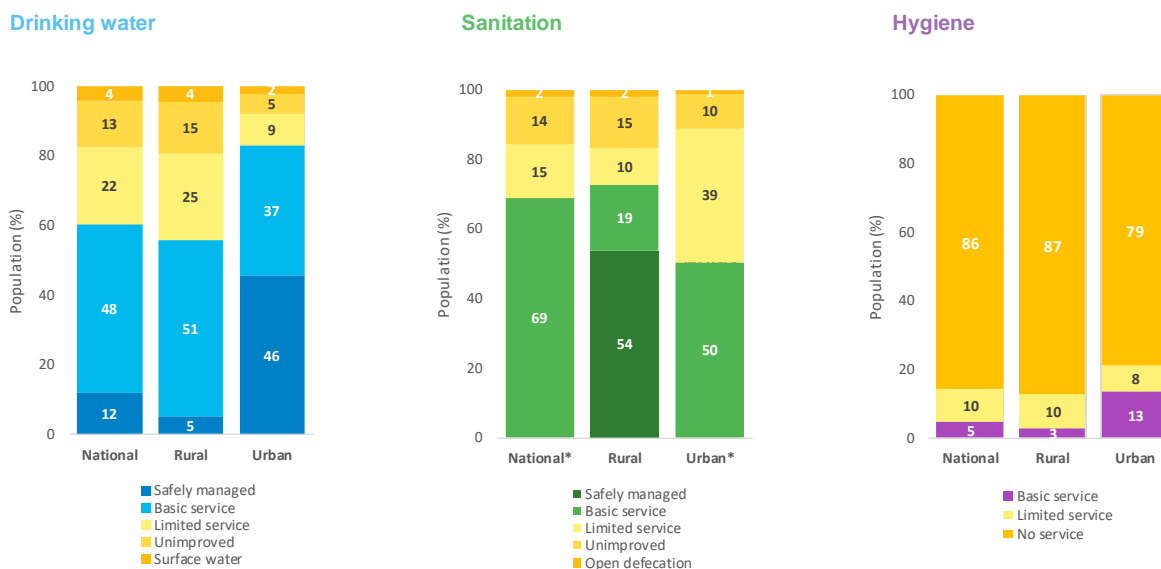
ルワンダ国の人口は2021年現在約1,300万人であり、首都キガリ市（人口約130万人）に約10%程度の人口が密集している。GDPの成長率は2007年以降年間約8%程度を維持してきたが、2021年には新型コロナウイルスの影響もあり-3.4%となっている。一人当たりGNIは780 USD（2021, Current USD Atlas Method）とされており、世銀の2021年基準による1,018 USDを下回っている。

表 1.1-2 社会経済状況に係る主要な指標

項目	2015	2021
総人口	11,370,000	12,950,000
人口増加率（年間%）	2.5%	2.5%
都市人口増加率（年間%）	2.8%	3.2%
一人当たり GDP (\$)	751	798
一人当たり GNI (\$)	750	780
GDP 成長率（年間%）	8.9%	-3.4%

出典: World Development Indicator, World Bank

安全な水の普及率について、WHO/UNICEF JMP の推計によると、2020年段階での安全な水の普及率（基礎的な水供給および安全に管理された水供給の合計）は国全体で60%、都市部は83%とされている<sup>1</sup>。JMP データの元となる過去の統計に関して、都市部の給水に関するデータとしてはパイプ給水が60~82%程度でばらついていて、また、安全に管理された水の割合も、都市部において水の入手可能性（Availability）については全ての統計で考慮されていないことからデータは不完全であると考えられることに注意が必要である。



\*No safely managed estimate available

出典: WHO/UNICEF JMP (2021)

図 1.1-3 ルワンダ国における安全な水と衛生へのアクセス率（WHO/UNICEF JMP）

<sup>1</sup> 国家統計との差異は、JMPが独自に各種統計を統合していることを原因としており、推計方法の違いによる。

### 1.1.4 無収水削減に係る目標

無収水削減5か年計画は、キガリ市無収水対策強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）（以下「無収水技プロ」と言う）の支援により WASAC 無収水対策チーム主導で 2018 年に制定された。当初無収水率約 38%に対し 5 か年で 25%までの削減を目標としていたが、実際の年間平均無収水率は横ばいから悪化の傾向を示し、2020/2021 年期末の段階で約 43.3%とされている。この目標無収水率 25%は達成が困難であるため、下方修正が検討されている。既に、イミヒゴ（Imihigo<sup>2</sup>）ベースでは 2020/2021 年の目標が 32.2%、2021/2022 の目標が 40%と設定されている（表 1.1-3）。この目標設定は長期的な見通しに関連付けられたものではなく、前年の実績から x %削減するといった形で便宜的に設定されている（たとえば、2021/2022 年の目標値は、各ディストリクト「前年度実績値マイナス 4~7 ポイント」といった形で設定されている）。

他方、キガリ市上水道 MP では、水供給のビジョン（1.3.3 キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクト参照）として、無収水 5 か年計画と整合を取る形で長期の無収水率の目標が設定されている（表 1.1-4）。この無収水率の目標値は水需要予測および水道施設開発の前提条件となっているものであるが、2021 年時点でこの目標値から乖離した状況となっている。同マスタープランにも言及されているが、目標値を達成できない状況が続く場合、より多くの水資源開発事業を行う必要が生じ更に施設投資が必要となる状況である。

この無収水削減に係る当初の目標達成が困難となっている理由は複雑である。WASAC は無収水技プロの開始以降、パイロットエリア以外でも漏水補修の記録を取る、給水メーターの精度を確認する、減圧弁（Pressure Reducing Valve, 以下 PRV）を設置するなどの対策を継続している。しかしこのような努力にもかかわらず、事故の多い管路を総交換するような大規模な施設投資が殆ど行われていない。したがって、漏水補修を行ってもすぐに復元してしまうという状況であると考えられる。また、給配水管の延伸や、顧客が増加して水利用量が増加することによって、配水池のバイパスなどにより給水圧力を増加させる必要性が生じており、無収水率を押し上げる原因となっていると考えられる。

表 1.1-3 無収水 5 か年計画(2021 年修正版)による無収水率の当初目標・実績と修正目標値

WASAC 会計年度	無収水 5 か年計画 当初目標	無収水率実績値 (ルワンダ国全体)	修正目標値
2018/19	35%	38.8 %	
2019/20	32%	41.9%	
2020/21	30%	43.3%	(32.2%) *1
2021/22	28%		(40%) *2
2022/23	25%		-

\*1 2020/2021 Imihigo ベースでの「キガリ市における」無収水率目標値

\*2 2021/2022 Imihigo ベースでの「キガリ市における」無収水率目標値

注：WASAC 会計年度は 7 月始まり翌 6 月締め

出典：調査団

表 1.1-4 キガリ市上水道マスタープランに示された無収水率目標値

年次	2019	2021	2024	2030	2035	2050
キガリ市上水道マスタープランに示されている無収水率目標値	35.0%	30.0%	(24.8%)	(23.7%)	(22.7%)	20.0%

注：キガリ市マスタープランでは、コマーシャルロスを見込んでおらず、無収水率=漏水率として扱っている。

出典：調査団

<sup>2</sup>ルワンダ国独自の目標管理システムであり、政府に対するコミットメントとして契約に近い拘束力を有して設定される改善目標。

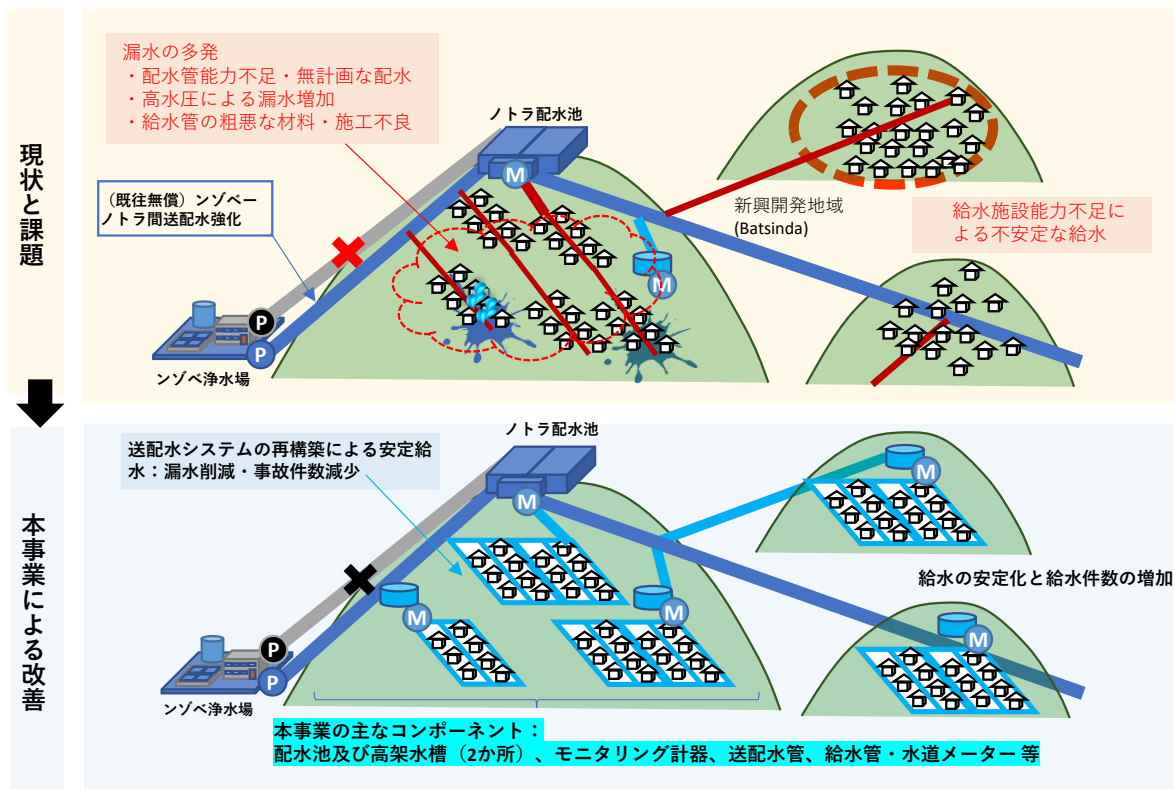
## 1.2 無償資金協力の背景・経緯および概要

---

本事業の背景となる課題と事業方針の概要を図 1.2-1 に、事業対象地域概略を図 1.2-2 に、地名を含めた事業対象地域の詳細を図 1.2-3 に示す。1.1 に示したように、対象地域では地域住民の実質的な断続給水、給水サービスの低下による普及の停滞と、長期的な水資源の不足に鑑みて漏水の削減が緊急かつ重要な課題である。既存の JICA 無収水技プロヤキガリ市上水道 MP での知見を活かし、具体的かつ十分な規模のある地域での送配水管路拡張および更新・高架水槽等整備を含む配水施設の再構築事業が必要である。

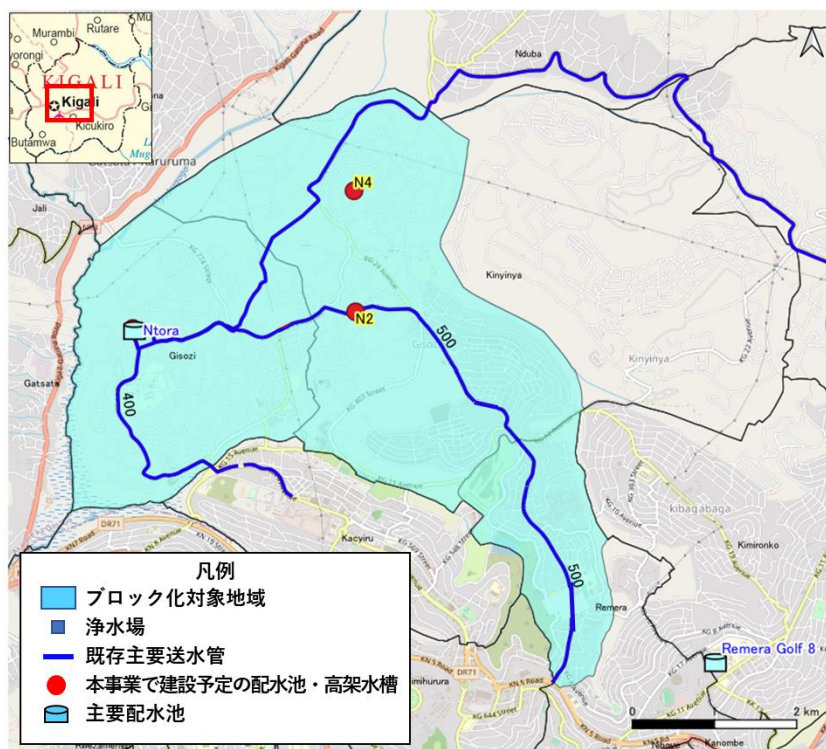
このような状況を背景として、日本の水道事業者の知見の一つである「ブロック化」の手法を導入し、圧力・配水管理のモデル事例を作るためにノトラ配水池の主要配水区域（Gisozi-Nyarutarama 地区）における包括的な配水システムの再構築を目的とした管路更新および高架水槽等の整備が要請された。また、本事業を通して、事業効率化とサービス改善の成功事例をつくることで、長期的な視点では、今後の持続可能な水道事業運営にも貢献することが期待できる。

なお、本調査の開始前は、ノトラ配水池からの配水エリアで漏水量が多く、レメラ Golf 8 配水池の配水エリアで計画断水が多く給水事情が悪いとの状況を踏まえ、漏水量を削減して水を創出し、レメラ Golf 8 配水池の配水エリアの給水改善をねらいとして案件が形成された。しかし、調査開始後、新規水源であるカンゼンゼ浄水場の通水開始に伴って、レメラ Golf 8 配水池の配水エリアの給水状況が改善していることが分かった。他方、ブロック化対象地域（ノトラ配水池~Nyarutarama まで）の調査を進めた結果、当該地域は当初想定よりも宅地開発等が多く、対象地域内での給水拡大の必要性があり、開発が著しく給水状況が深刻な 1 地区（Batsinda 地区）を追加する必要があることがわかった。よって、レメラ Golf 8 配水池からの配水エリアを本事業のスコープ外とし、このため当初想定していた送水管もスコープ外とした。



出典：調査団

図 1.2-1 本事業の現状と課題および事業の方針



出典：調査団

図 1.2-2 本事業の対象地域概略図



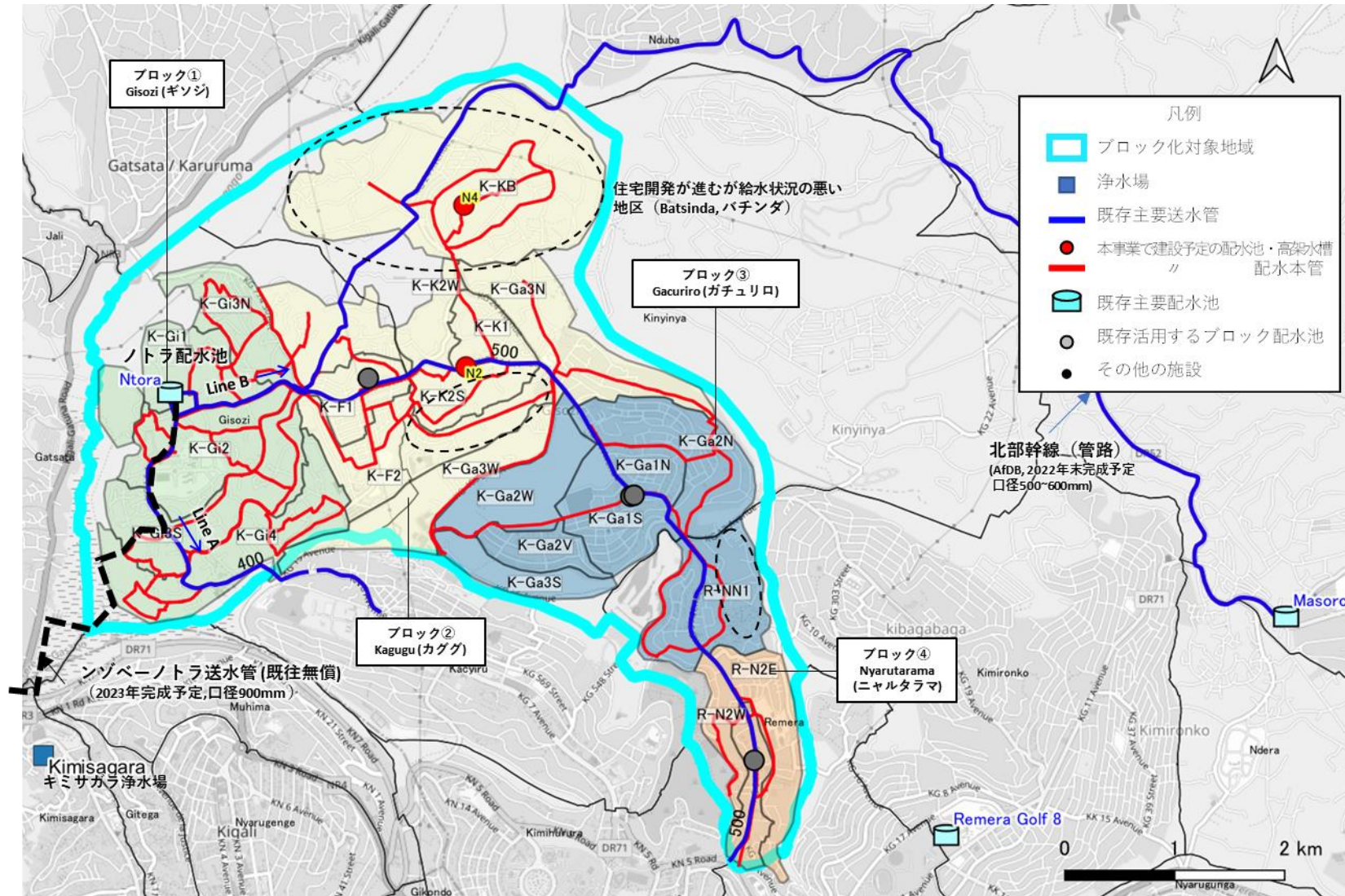


図 1.2.3 本事業の対象地域詳細図

## 1.3 我が国の援助動向

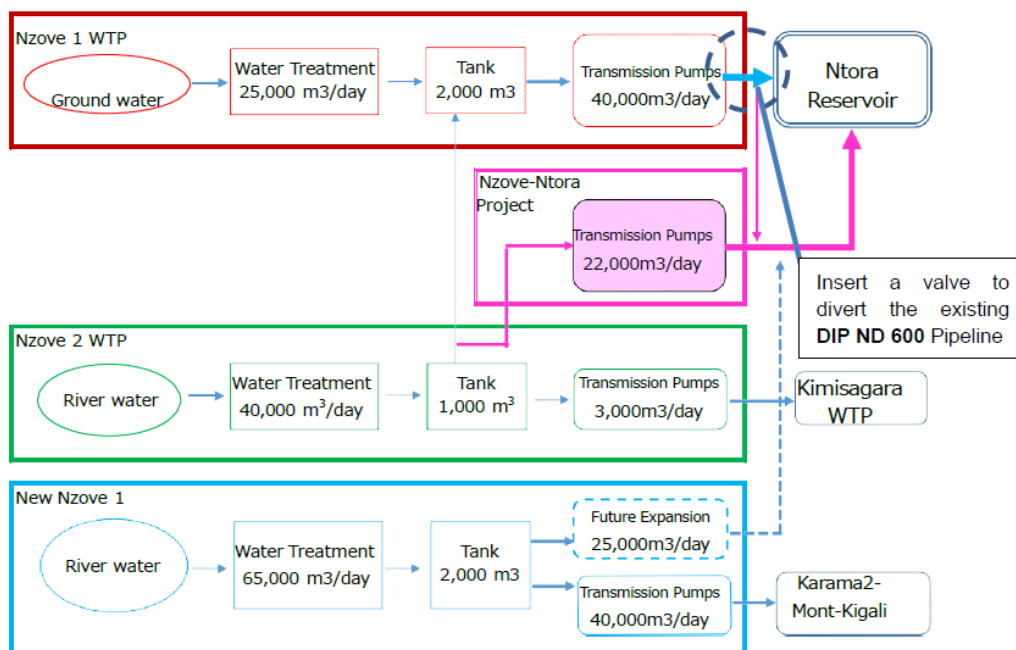
---

本事業に関連する、我が国の上水道分野に係る直近の主要な援助プロジェクトには、都市給水を対象とするものとして「キガリ市ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画（無償資金協力）」「キガリ市無収水対策強化プロジェクト（技術協力プロジェクト、2016年7月～2021年12月）」、「キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクト（技術協力プロジェクト、2019年3月～2021年10月）」「キガリ市水道事業体運営改善プロジェクト（技術協力プロジェクト、2022年3月～2027年2月）」があり、地方給水を対象とするものとして「地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト」（技術協力プロジェクト、2015年4月20日から2019年12月31日）および後続の「地方給水マネジメント強化プロジェクト」（技術協力プロジェクト、2021年10月～2026年9月）がある。また、我が国円借款資金を原資として利用した事業として、キガリバルク給水事業がある。

### 1.3.1 ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画

ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画は、我が国無償資金協力事業として2018年10月に協力準備調査が完了し、建設工事が2021年2月から開始されている。ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画においては、キガリ市の水需要の増加を背景として、当時ンゾベ浄水場の浄水能力が強化されたにもかかわらず送水能力（送水ポンプ能力及び送水管能力）が不足しており給水能力のボトルネックとなっていることから、市中心部の重要な位置にあるノトラ配水池までの送水管を布設替えし、ンゾベ浄水場からノトラ配水池までの輸送に必要なポンプ場の整備、および必要な配管の切替え等を目的とし、無償資金協力事業を行っている。

ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画では、不具合の発生している Nzove1 浄水場の改修を前提とし、2023年5月予定の工事完了までにノトラ配水池まで既存送水能力が40,000 m<sup>3</sup>/日から62,000 m<sup>3</sup>/日に拡張される計画である。この結果、平均送水量としては35,750 m<sup>3</sup>/日（2017年実績値）から52,800 m<sup>3</sup>/日（目標値）へ増加する予定である。また、WASAC が独自に整備することになっている New Nzove 1 系統のポンプ場の増設により、送水能力がさらに25,000 m<sup>3</sup>/日拡張され、最終的にノトラ配水池までの送水能力が87,000 m<sup>3</sup>/日まで拡張される予定である。キガリ市上水道MPによると、この25,000 m<sup>3</sup>/日の拡張は2025年内が予定されている。



出典: JICA (2019) Final Report, the Project for Strengthening of Nzove-Ntora Water Principal Pipeline in the City of Kigali

出典：ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画準備調査報告書

図 1.3-1 ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画における送水能力の強化に係る計画

### 1.3.2 キガリ市無収水対策強化プロジェクト

キガリ市無収水対策強化プロジェクト（2016年7月～2021年12月、以下「無収水技プロ」）は、限られた水資源に対し急増する水需要に対応すべく、2015年時点で約38%であった無収水率を下げ全国に無収水削減の効果を波及させるため実施された。無収水技プロのアウトプットとしては、1) 無収水削減の計画策定能力の向上、2) 無収水管理に係る知識・技術・技能の習得、3) パイロットプロジェクトの実施、4) キガリ4支店（Nyarugenge, Gikondo, Kacyiru, Nyamirambo）での無収水率の測定が挙げられている。

表 1.3-1 キガリ市無収水対策強化プロジェクトの概要

項目	プロジェクト内容
1. 対象国	ルワンダ国
2. プロジェクト名	キガリ市無収水対策強化プロジェクト
3. プロジェクト期間	2016年7月～2021年12月
4. 実施機関	水衛生公社（Water and Sanitation Corporation: WASAC）
5. 対象エリア	キガリ市の WASAC 4 支店(Nyarugenge, Gikondo, Kacyiru, Nyamirambo)
6. 活動	
1)上位目標	WASAC がキガリ市における無収水削減対策を計画通りに実施する
2)プロジェクト目標	キガリ市における無収水削減対策を計画的に実施する WASAC の能力が強化される。



項目	プロジェクト内容
3)期待される成果	【成果1】 WASACの無収水削減に係る計画策定能力が向上する。
	【成果2】 WASACの職員が無収水管理に係る基本的な知識、技術、技能を習得する。
	【成果3】 パイロットプロジェクトの実施により、WASACの無収水削減に係る対策実施能力が向上する。
	【成果4】 キガリ市の4支店で無収水率を正確に測定する体制が確立される。
7. その他の活動	新型コロナウイルス感染症対策の支援、アフリカ域内水道事業者連携の活動

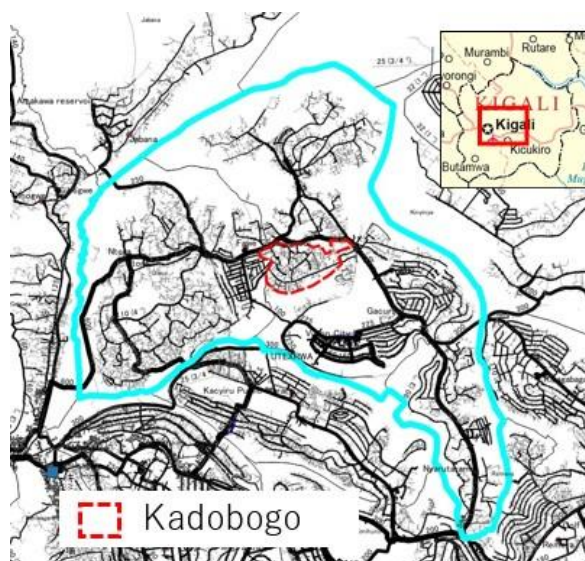
出典：キガリ市無収水対策強化プロジェクト最終報告書

無収水技プロで実施した2か所のパイロットプロジェクトのうち1か所（Kadobogo）は、本事業の対象地域に含まれている。このKadobogoエリアでは、減圧弁（PRV）の設置、流入流量計の設置および配水支管に相当する管の更新・精度の不足しているメーターの更新を行っている。この無収水技プロのパイロット活動では、特に減圧弁の設置による圧力のコントロールが大きな効果を上げ、37%の無収水率が最小で19.5%に減少した。しかし、減圧弁の維持管理の課題（故障や2次圧設定の意図せぬ変更など）により設置後時間がたってからは徐々に無収水率が上がっており、2022年4月時点ではその後の無収水率はモニタリングされていない。

表 1.3-2 無収水技プロパイロットエリア1 Kadobogo 地区の概要

項目	パイロットエリア1 Kadobogo
ベースライン設定年月	2017年6月、7月
支店名	Kacyiru
面積 (ha)	100
無収水率 (%) ベースライン	37
顧客数 (Point of Customer, POC)	1,242
月請求水量 (m <sup>3</sup> /月)	12,379
一顧客当り請求水量 (m <sup>3</sup> /月/POC)	10.0
一人当たり消費量 (lit/day/人)	48

出典：キガリ市無収水対策強化プロジェクト最終報告書



出典：調査団

図 1.3-2 パイロットエリア1 Kadobogo 地区の位置



無収水対策チームは無収水技プロの協力を受けて5か年無収水削減計画を策定している。2021年末段階での無収水削減計画のドラフトより過去4年間のルワンダ国全国における無収水率の推移を図1.3-3に示す。これによると、2017年以降全国は無収水率は横ばいまたは上昇する傾向にあり、キガリ市では36.3%（2017/2018）から42.2%（2020/2021）に微増している。キガリ市だけでなく、キガリ市を含む全国15都市のうち11都市では無収水率が上昇傾向にあると分析されている。

これに対し、我が国の技術協力だけでなく、オランダ政府による援助を含め無収水対策では過去様々な技術協力がなされてきた。無収水率が下がらない原因としては、1) 施設の拡張が最重要視されているため、既存施設の更新・再構築に係る投資がなされず根本的な解決がされない、2) 流量計等のモニタリング設備がないため改善のイニシアティブが働きにくい、3) 漏水の大きな原因となっている給水管は顧客が材料等を用意して施工する方式をとっているため、質の悪い材料が入りやすく、給水圧が高いことと相まって漏水を増大させている、などの課題がある。



	Q1-Q4				Trend	Traffic Light
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021		
KIGALI City	36.3%	36.9%	40.3%	42.2%		Red
MUHANGA	25.9%	30.6%	43.9%	44.2%		Red
RUBAVU	47.9%	43.2%	41.5%	46.0%		Red
MUSANZE	34.1%	32.9%	31.9%	32.2%		Green
RUSIZI	48.1%	49.9%	46.8%	37.2%		Green
HUYE	44.4%	43.6%	44.0%	46.7%		Red
NYANZA	46.1%	39.9%	49.7%	50.0%		Red
NGOMA	30.7%	29.0%	37.4%	33.1%		Yellow
GICUMBI	34.7%	33.1%	41.0%	45.7%		Red
RWAMAGANA	51.5%	49.0%	51.0%	48.2%		Red
NYAMAGABE	24.9%	27.8%	28.3%	24.3%		Yellow
KARONGI	31.8%	30.3%	39.1%	40.3%		Red
NYAGATARE	55.1%	55.2%	58.5%	59.6%		Red
BUGESERA	30.9%	29.7%	36.0%	43.0%		Red
RUHANGO	14.4%	44.6%	54.9%	53.9%		Red
TOTAL	38.9%	38.8%	41.9%	43.3%		Red

出典：Revised 5 "Years Strategic Plan for Non-Revenue Water Reduction, WASAC (Draft in Dec.2021)

注：“Traffic Light”は過去のトレンドから無収水が上昇傾向にある場合赤色を示し、下降傾向にある場合緑色を示している。

図 1.3-3 無収水削減5か年計画（2021年末修正版ドラフト）による無収水率の推移

### 1.3.3 キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクト

キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクト（2019年3月～2021年10月）は、キガリ市とその周辺7セクターを対象に、既存上水施設の現状分析や将来水需要予測等に基づいて、2050年までのキガリ市上水道MPの策定と、選定された優先プロジェクトのうち2件について実施可能性調査（F/S）を行った。

成果1：調査対象地域の既存の上水施設と給水サービスの状況が分析される。

成果2：調査対象地域における水需要の予測と水資源の利用計画に基づき、マスターシナリオが策定される。

成果3：キガリ市上水道MPが策定される。

成果4：15年間の投資計画から優先プロジェクトが特定され、そのフィージビリティスタディ（F/S）が実施される。

成果5：WASAC職員の給水計画能力が強化される。

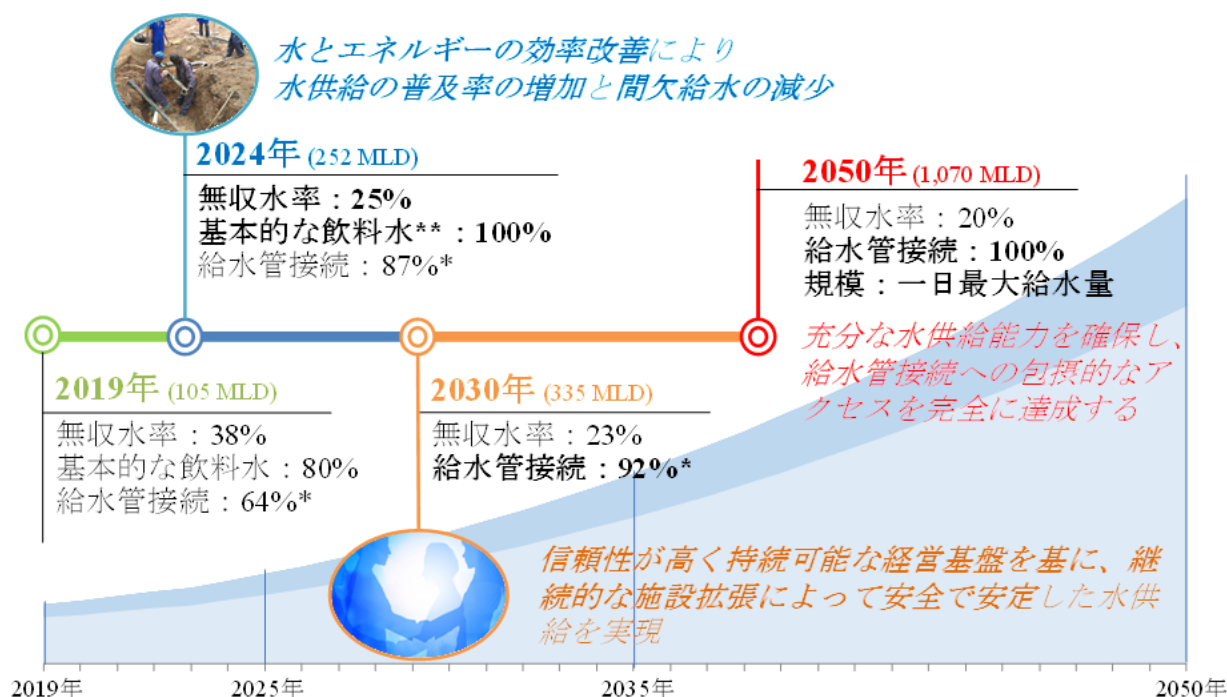
#### (1) 2050年に向けた水供給のビジョン

本マスタープランでは、施設拡張によって給水能力を増加させるだけでなく、無収水の削減による水源創出効果や、事業の効率を改善し安定的な給水を実現することにも着目し、持続可能かつ、より信頼性の高いシステムの構築を図るための水供給のビジョンを定めた。また、SDGs（持続可能な開発目標）を地域の实情に合わせて解釈しなおしたサービスと目標を規定し、水供給ビジョンを示した（図1.3-4）。目標年限（2024年、2030年、2050年）における水供給の将来ビジョンは以下の通りである。

2024年：水とエネルギーの効率改善により、水供給の普及率と間欠給水を劇的に向上させる。

2030年：信頼性が高く持続可能な経営基盤を基に、継続的な施設拡張によって安全で安定した水供給を実現する。

2050年：十分な水供給能力を確保し、給水管接続への包摂的なアクセスを完全に達成する。



\* 戸別給水と給水栓の共同利用の合計（公共水栓は含まない）。

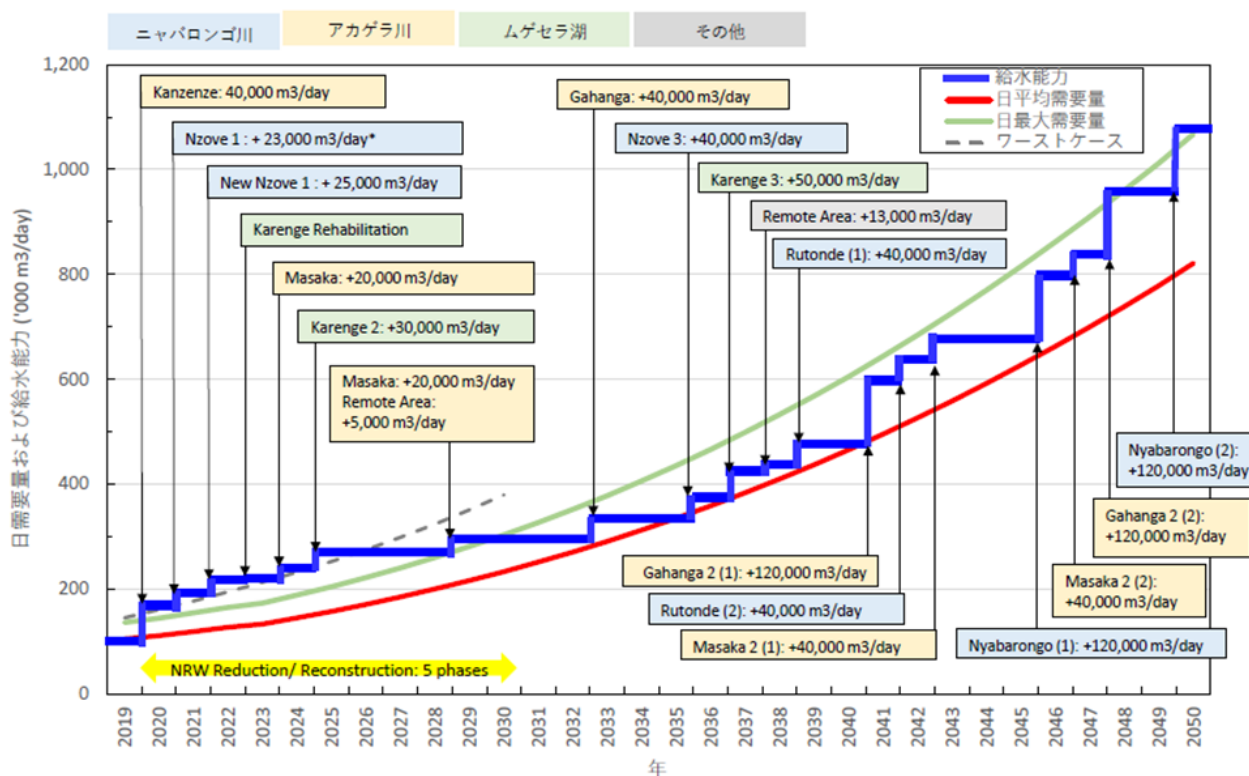
\*\* 「基本的な飲料水」はSDGsのJMP Ladderで定義される「At least basic drinking water services」を意味する。

図 1.3-4 2050年までの水供給ビジョン

## (2) 2050年までのマスターシナリオ

マスタープランで設定した将来給水区域区分を基に、各給水区域の将来需要量を算定した。水需要充足のためのロードマップは図 1.3-5 の通りである。各水源について複数のシナリオを想定、送水システムの青写真を複数描き、2050年までの計画的拡張を計画した。

マスターシナリオの重要な点は、①対象地域で大規模に開発可能な水資源は低地のニャバロンゴ川およびその伏流水等に限られていることから、無収水対策を含む水資源・エネルギーの効率化を最優先としたこと、②この効率化が図られることによる水源創出効果を前提とし、さらに、需要が急激に増加している東部の地域の水資源開発が必要であることである。



出典：調査団

図 1.3-5 マスターシナリオ：需給バランスとロードマップ

### (3) 15年投資計画の策定

15年投資計画は2050年までのマスターシナリオを達成するための当初15年間の投資計画である。15年間の投資計画では、2035年という目標年度に対して、緊急かつ有望なプロジェクトを3件選定した。3件の優先プロジェクトを特定し、このうち1件を我が国無償資金協力に提案し、2件に対しマスタープラン内でのF/Sを行った。ここで特定された我が国無償資金協力への提案が本事業の原案である。残りの2件は浄水場の拡張・建設案件であり、1)カレンゲ浄水場拡張計画（ハンガリー政府の借款により実施が決定）、2)マサカ浄水場建設計画（資金供給元未定）である。

### (4) 無収水対策の重要性

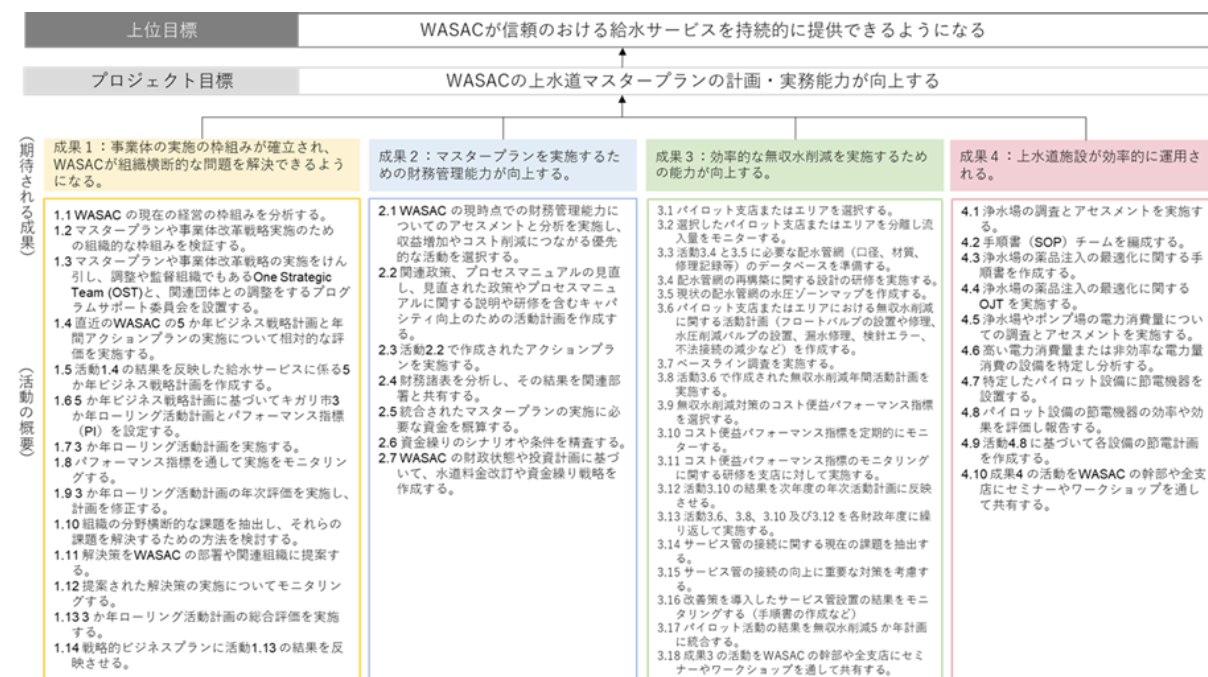
頻繁な漏水の発生と高い漏水率を背景として計画断水が実施されており、安定的な給水を困難にし、一部の住民に対して間欠給水を余儀なくしている状況となっている。そのため、15年投資計画においては、無収水対策としての配水システムの改修を最優先課題とした。無収水率の目標値達成には、より広範な地域での配水システムの管路布設替えといった改修事業が必要であるが、そのような事業は長い時間を要するため、5つのフェーズに分けた段階的な無収水削減への取り組みを実施する計画を提案した。この5つのフェーズにおける無収水対策の進行において、本事業は最初の1フェーズ目に位置付けられており、今後キガリ市で本格的な市全体の無収水対策を実施していくための最初のステップであり、モデル的事業に位置付けられるものである。

### 1.3.4 キガリ市水道事業体運営改善プロジェクト

キガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクトで策定されたマスターシナリオを推進するための15年投資計画では、2035年までの年間平均必要投資額は34百万USDと概算されており、この膨大な投資資金の確保が大きな課題である。このため、M/Pの実施体制設立を支援し、WASACの事業能力として財務・無収水・効率化の組織能力強化を目的とするために、ルワンダ国キガリ市水道事業体運営改善プロジェクト（2022年3月~2027年2月）が実施されている。

プロジェクトの主な目的は、(1)WASACがマスタープランの実施枠組みを確立し組織横断的な課題を解決できるようになること、(2)マスタープランを実施するための財務管理能力が向上すること、(3)効率的な無収水削減を実施するための能力が向上すること、(4)上水道施設（浄水場の薬品注入管理・井戸の管理およびエネルギー削減対策）が効率的に運用されること、とされている。

特に、(3) 効率的な無収水削減を実施するための能力が向上することは、無収水技プロで計画的・技術的能力を習得したWASACの都市上下水道総局（Directorate of Urban Water and Sewerage Services, UWSSD）を中心として、本事業でも事業対象としているカチル支店を「パイロット支店」とし無収水削減の支店レベルでの実践を計画している。具体的には、配管更新を含む計画能力の向上や、WASACガイドラインに沿った給水管の質の高い材料確保・施工方法等に係る改善活動の実施が予定されている。これらの内容は、先方負担事項に係る適切な施工と、ソフトコンポーネントの実施において連携が重要となる。



出典：調査団

図 1.3-6 ルワンダ国キガリ市水道事業体運営改善プロジェクトの目的および成果の概要



### 1.3.5 地方給水に関する技術協力

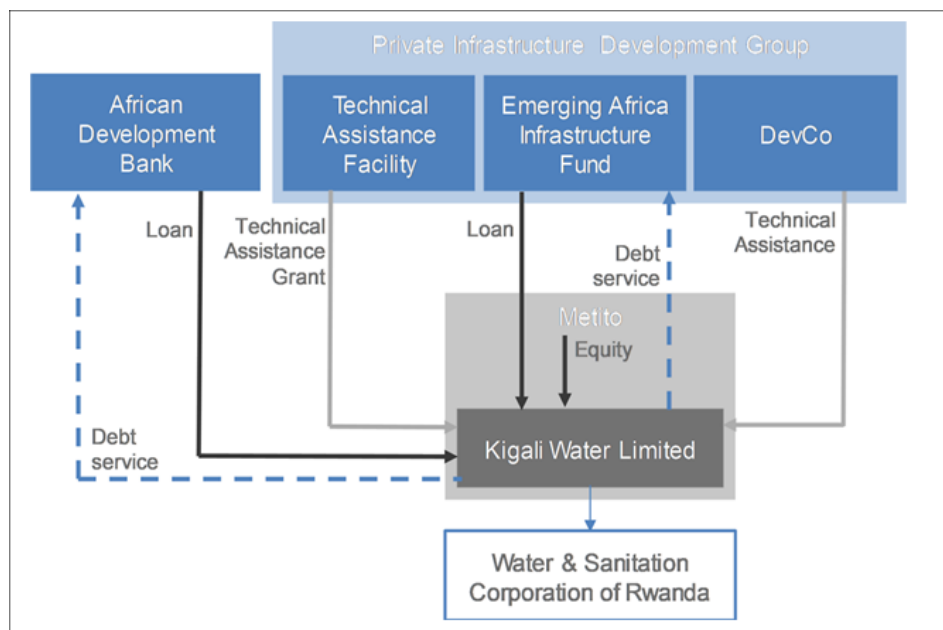
我が国では、特に東部郡を中心として複数の地方給水に係る無償資金協力を過去に実施してきた。「地方給水マネジメント強化プロジェクト」（2021年10月~2026年9月）は、地方給水の能力強化を目的とした技術協力プロジェクトであり前身の「地方給水施設運営維持管理強化プロジェクト」（2015年4月20日から2019年12月31日）を受けつぎ、地方給水施設の運営維持管理能力や、給水施設の拡張・更新に関する計画策定能力、ならびにコミュニティ水源である湧水の管理能力を強化することで、ルワンダ国全土における地方給水サービスに関する計画策定・実施能力の強化を目指している。

この地方給水マネジメント強化プロジェクトの対象事業体は本事業と同じく WASAC であるが、地方給水部門を CP としており本事業とは異なっている。この地方給水部門は主に、WASAC の維持管理する施設ではなく、郡・セクター等が保有する村落部の給水施設に対し、建設・維持管理の支援を行っている部門である。主な対象地域は東部 7 郡（Bugesera 郡、Gatsibo 郡、Kayonza 郡、Kirehe 郡、Ngoma 郡、Nyagatare 郡、Rwamagana 郡）であり、キガリ市内の設備は対象としていない。したがって、本事業と直接的には関連していない。

### 1.3.6 キガリバルク給水プロジェクト（Kigali Bulk Water Supply Project）

キガリバルク給水事業は、国際金融公社の支援・技術協力をを受けて 2010 年 10 月に開始され、我が国円借款を原資とする Emerging Africa Infrastructure Fund（EAIF）およびアフリカ開発銀行の借款を受けた浄水場（カンゼンゼ浄水場）のバルク給水プロジェクトである。本プロジェクトはドバイに本社を置き JBIC の海外展開支援出資ファシリティによって本邦企業体が主要株主となっている Metito Holding Limited 社による特別目的会社（Kigali Water Limited）が浄水場の運営維持管理主体となり、Public Private Partnership（PPP）の形式で実施されている。浄水場は 27 年間契約（建設中グレースピリオド 2 年＋運用 25 年）の Build, Operate and Transfer（BOT）方式で実施されており、契約完了後資産は WASAC に譲渡される。

本プロジェクトで建設された浄水場は、キガリ市の南方の Bugesera 県にあり、Bugesera とキガリ市を隔てるアカゲラ（Akagera）川沿いに建設されており、土地の名前よりカンゼンゼ（Kanzenze）浄水場と呼ばれる。カンゼンゼ浄水場は水源井戸群・凝集沈殿砂ろ過の浄水施設および送水ポンプ等を含む生産能力 40,000 m<sup>3</sup>/日の施設であり、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。プロジェクトは 2017 年の融資開始以降、当初予定（30 か月）より約 1 年程度遅れる形で 2021 年 2 月に通水開始された。



Source: OECD (2019) Making Blended Finance Work for Water and Sanitation: Unlocking Commercial Finance for SDG 6 (Annex B)

図 1.3-7 Kigali バルク給水プロジェクト資金の構成

本プロジェクトの契約書によれば、プロジェクトの概要は以下の通りである。

- 開発者/建設・運営者: The Kigali Water Limited、特別目的事業体 (Special Purpose Vehicle (SPV)) で、Metito Holdings Limited による全額出資。
- BOT 契約 27 年間：建設期間 (グレース・ピリオド) 2 年、運転期間 25 年
- 総投資額：60.9 百万ドル、内訳は METITO 社の出資 11 百万ドル (18%相当)、Emerging African Investment Fund (EAIF) の融資および AfDB による目的会社 (Kigali Water Limited) 発行債権の引受けで 40.6 百万ドル等
- Take-or-pay 契約: WASAC は、WASAC の使用量に関係なく、最低でも全浄水量の水道料金を支払うものとする。

本事業による WASAC へのバルク給水料金は開始時 0.75 USD/m<sup>3</sup> (680 RWF/m<sup>3</sup>) であり、WASAC の平均生産コスト 313 RWF/ m<sup>3</sup> (表 6.5-2) に比べ非常に高い。WASAC が事業者を支払うバルク給水料金の開始年における内訳は、固定費 (0.41 USD / m<sup>3</sup>、電気料金 0.20 USD / m<sup>3</sup>、その他 0.14 USD / m<sup>3</sup> となっている。したがって、価格はインフレ、材料価格、電気料金によって変動し、WASAC が 2019 年に作成した財務見積もりでは、サービス提供後 6 年間の水料金は 0.82 USD / m<sup>3</sup> となっている。バルク給水の金額が WASAC の営業費用と比較して高い最大の理由は、バルク給水の原価に CAPEX の減価償却費が含まれていることであると考えられる。現在このような費用のギャップを調整するために、バルク給水料金のうち CAPEX 分については MININFRA から WASAC に料金補助が支払われている (WASAC 聞き取りによる)。

## 1.4 他開発パートナーの援助動向

WASAC への支援を行っている主要なドナーの活動内容を以下に示す。アフリカ開発銀行の借款は市内全域での配水池建設・配水管の拡張をカバーしており、ノトラ配水池からの主要な送配水能力拡張である北部幹線整備を含んでいる。また、調査対象地域の外では配水池の整備・拡張も実施しているが未普及地域への拡張が主要な用途となっており、本案件のような大規模な更新は実施されていない。

### 1.4.1 アフリカ開発銀行

「持続可能な水供給と衛生プログラム (Sustainable Water Supply and Sanitation Program, SWSSP)」はアフリカ開発銀行による借款プロジェクトで、2019年当時の借款金額は当初 84 百万 UA、2021年に 94 百万 UA の追加融資が行われ、合計融資額は約 240 百万 USD である。当初スコープにおいてキガリ市および 7 県、追加融資で 15 県に対する給水拡大を目的としたプロジェクトである。キガリ市においては、1 コントラクターによる大規模な設計施工 (コントラクター：中国中鉄) により、配水池建設・送配水管拡張が行われており、同融資枠の中で「国家上下水道マスタープラン (National Water and Sanitation Master Plan)」も形成されている。国家上下水道マスタープランは、キガリ市上水道 MP とのスコープの調整が行われ、キガリ市外における上下水道の整備、およびキガリ市での下水道をスコープとしている。キガリ市においては、中央下水道整備 (Central Sewerage Project) 事業が計画されており、下水処理場の Design Build による調達が進行中である。

### 1.4.2 SusWAS プロジェクト

SusWAS プロジェクトは Vitens-Evides International (VEI) が過去に実施した無収水削減を中心としたプロジェクトであり、2017 年に完了している。SusWAS では、本事業対象地域よりも東側に位置するレメラ・カノンベ地域の DMA 化を推進し、水理的分断と各 DMA の流量測定のためのモニタリング設備を設置した。SusWAS プロジェクトの報告書等について WASAC は適切に保管しておらず、十分な情報が残っていない。本事業のブロック化対象地域境界にも過去に VEI が支援した流量計が設置されている箇所があるが、いずれも故障しており現在は使われていない。また、VEI が支援したモニタリングシステムはクラウド上で稼働するもので年間使用料 (サブスクリプション) を WASAC が毎年支払う性質のものだが、既に使われていない。また、流量計の殆どが故障し放置されている。なお、VEI による WASAC への支援は現在キガリ市では行われておらず、支援対象地域が地方部 (Scale Project: 対象地域 Rwamagana 県および Nyagatare 県) に移っており本事業との関連性は失われている。

### 1.4.3 カレンゲ (Karenge) 浄水場拡張計画

カレンゲ浄水場拡張計画は、上述のキガリ市上水道改善整備マスタープランプロジェクトによって実施された F/S を元にハンガリー政府からの借款が計画されているものであり、既存のカレンゲ浄水場 (浄水場容量 12,000 m<sup>3</sup>/日、実績 1 日平均給水量 15,000 m<sup>3</sup>/日) に対し日量 36,000 m<sup>3</sup>/日の拡張・送配水管路の拡張を含む上水道システムの拡張計画である。本事業は、ハンガリー政府およびルワンダ国インフラ省との間で 2020 年 12 月に締結されたとみられる 50 百万米ドル借款契約から支



出される予定となっているが、具体的なスコープ内容については明らかとなっていない。少なくとも、50 百万 USD はプロジェクトに必要な送配水管を全てカバーすることは困難であると見られるため、取水・浄水場等の一部のコンポーネントのみが整備される見込みである。

#### 1.4.4 Nzove 1 改修計画

Nzove 1 改修計画は、AfDB プロジェクトの資金を一部活用する形で調査が行われたものであり、施工不良等を理由として不具合が生じている既存の Nzove1 浄水場（井戸水源系統）の改修・拡張が計画されているものである。Nzove1 改修計画は、2022 年 5 月現在既に詳細設計が完了しているが資金調達が決まっておらず、着工および完了の見通しは立っていない。

表 1.4-1 他開発パートナーの援助動向

他開発パートナー名称	支援内容
アフリカ開発銀行 (AfDB)	<p>(1) 持続可能な水供給と衛生プログラム (Rwanda - Sustainable Water Supply and Sanitation Program – Additional Financing)</p> <p>借款金額： 当初 84 百万 UA, 追加融資額 94 百万 UA (計約 240 百万 USD)</p> <p>当初スコープにおいてキガリ市および7県、追加融資で15県に対する給水拡大を目的としたプロジェクト。キガリ市においては、1 コントラクターによる大規模な設計施工 (コントラクター：中国中铁) により、配水池建設・送配水管拡張が行われている。本借款事業内で国家上下水道マスタープラン (National Water and Sanitation Mater plan) も形成された。</p> <p>(2) Scale Project (VEI 実施)</p> <p>実施期間：2019 年 1 月 1 日~2024 年 3 月 31 日)</p> <p>概要：ルワンダ国の安全で気候変動に強い水道サービスへの普遍的なアクセスを拡大し、小規模都市に焦点を当て、給水拡大および無収水対策支援を実施する。</p> <p>対象地域：WASAC Nyagatare と Rwamagana 支店</p> <p>予算：€4,900,632</p> <p>(3) Rwanda National Water and Sanitation Masterplan</p> <p>実施期間：2017 年 2 月~2023 年 6 月</p>
オランダ政府 (VEI 実施)	<p>・ SusWAS プロジェクト</p> <p>実施期間: 開始時期不明~2017 年完了</p> <p>レメラ~カノンベ地域の DMA 化を実施し、DMA 境界に流量計を設置した。</p>
ハンガリー政府	<p>12,000 m<sup>3</sup>/日から 48,000 m<sup>3</sup>/日までの取水・浄水場拡張および送配水管の拡張プロジェクト 借款契約 (50 百万米ドル)</p>

出典：調査団

## 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

ルワンダ国の水と衛生セクターに関係する省庁としては、インフラ省（Ministry of Infrastructure, MININFRA）、ルワンダ水資源局<sup>3</sup>（Rwanda Water Resources Board, RWB）および地方自治省（Ministry of Local Government）がある。水供給事業の認可は、インフラ省直下のルワンダ公共事業規制庁（Rwanda Utility Regulatory Authority, RURA）の認可を受ける形で公共事業体・コミュニティ・民間事業者が給水を行うという形式を取っている。原則として水道施設の整備（施設投資）は中央政府および地方行政組織が担っている。とりわけ、地方中核都市の都市給水については、WASACが上水道開発および維持管理を行っているケースが多い。

対象地域である首都キガリ市の都市給水の公的な責任分担としては、施設整備をインフラ省、施設の運転維持管理を WASAC が全て担っている。WASAC は、1939 年に電気水道事業に係る公的組織として設立されて以降、1969 年に電気水道事業局（ELECTROGAZ）として事業を独立させ、2009 年に電気・水道事業が分離され現在の WASAC の事業体の形になった。なお、現在の WASAC は、施設を保有せず政府とのコンセッション契約に基づいて水道施設の維持管理をする事業体であるが、財務省や開発パートナーからの資金の受け皿となり水道施設建設を行う公的機関としての役割もある。

#### 2.1.1 組織・人員

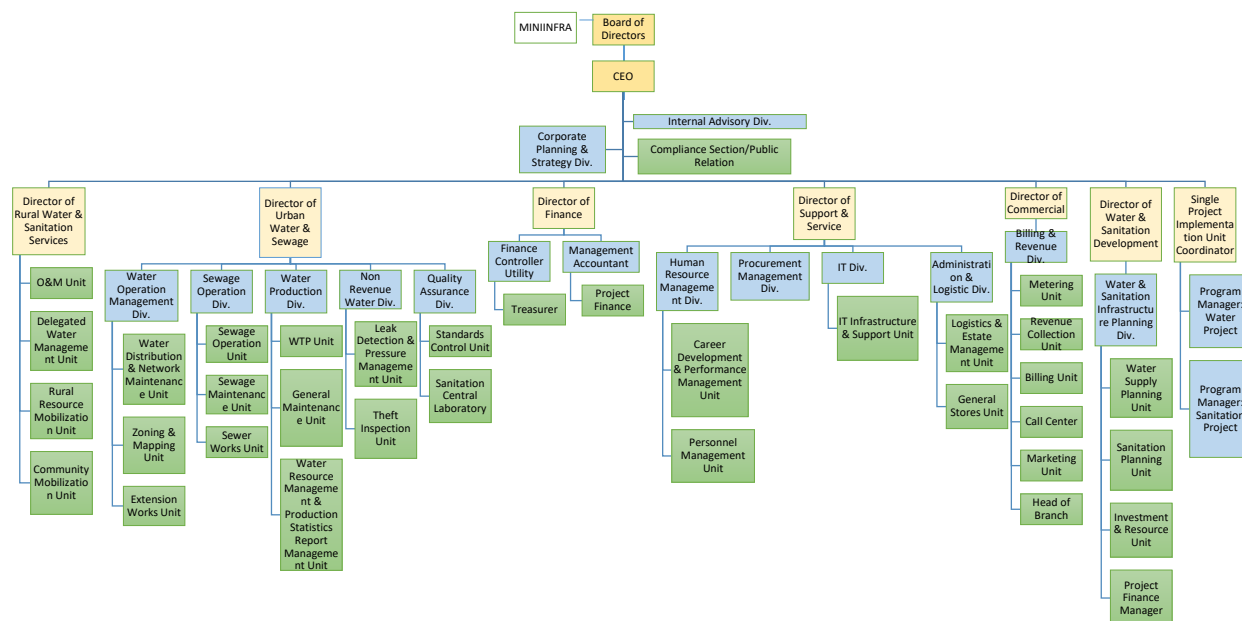
WASAC の組織は CEO を実務上のトップとして、財務・総務等の事務組織に加え、都市水衛生部門を都市上下水道総局（UWSSD<sup>4</sup>）、村落給水・衛生部門を村落水衛生サービス（Rural Water & Sanitation Service）が担っている（図 2.1-1）。他方、開発パートナー資金による借款などの大規模プロジェクトによる新規施設整備は、一般的に SPIU（Single Project Implementation Unit）がプロジェクトベースで担っている。ただし、維持管理の実務は UWSSD が担っていることから、政府資金による浄水場開発や日本の無償資金協力（ンゾベ-ノトラ送水幹線強化）については実質的に UWSSD が監督していたという経緯もある。料金徴収や顧客の管理、漏水補修等の業務は、営業部門（Directorate of Commercial）に属する支店（Branch）の責務である。WASAC の全職員数は約 1,636 人であり、このうち、正規職員（Permanent）は 881 人、残りは契約職員（Casual）である（2021 年 6 月 31 日時点、WASAC 人事部門提供による）。

本事業の対象地域であるキガリ市内を含む、都市水道施設の維持管理は UWSSD の管轄である。UWSSD は局長（Director）をトップとして、地方都市の浄水場運転管理人員も含めて約 339 人が所属しており、キガリ市中心部にある UWSSD オフィスに配置されている人員はこのうち約 86 名である。直接的に UWSSD 維持管理の対象となる施設には、浄水場、ポンプ場を含む機電設備、浄水場管理の配水池、200mm 以上程度の送配水管路が含まれる。他方、200mm 以下程度の送配水管路およ

<sup>3</sup> 前身はルワンダ水森林庁（Rwanda Water and Forestry Authority）

<sup>4</sup> 正式には Directorate of Urban Water and Sewerage Services (DUWSS)であり、UWSSDは通称。Sewerageの代わりにSanitationと表記している場合もある。

び顧客接続に係る維持管理は支店が維持管理している<sup>5</sup>。無収水管理は、UWSSD の無収水サービス部門（Division of Non-Revenue Water Services、以下 無収水対策チーム）が管轄しており、無収水技プロの主要なカウンターパートであった。



出典：WASAC

図 2.1-1 WASAC 全体の組織図（2022年5月現在）

表 2.1-1 UWSSD の組織人員<sup>6</sup>

S/N	Position	現況 (Existing)
1	Director	1
2	Managers	5
3	Heads	29
4	Senior Engineer	3
5	Engineer	39
6	Officers	4
7	Operators	257
8	Accountant	0
9	Administrative ass.	1
	<b>TOTAL</b>	<b>339</b>

出典：WASAC

## 2.1.2 財政・予算

WASACの財務部門より入手した過去7か年分の監査済み財務報告書（Financial Statement）より、損益計算書を表 2.1-2 に、貸借対照表を表 2.1-3、キャッシュフロー計算書を表 2.1-4 に示す。また、上記の財務諸表より計算した財務指標（営業収支比率、経常収支比率、給水収益における財務費用の割合、流動比率）を表 2.1-5 に示す。また、特に営業収支の年次の推移と営業収支比率・経常収支

<sup>5</sup> 多くの管路維持業務はUWSSDにより指示されており、実務上支店と厳密に職責が分けられてはいない。口径の分け方についても目安であると考えられる。

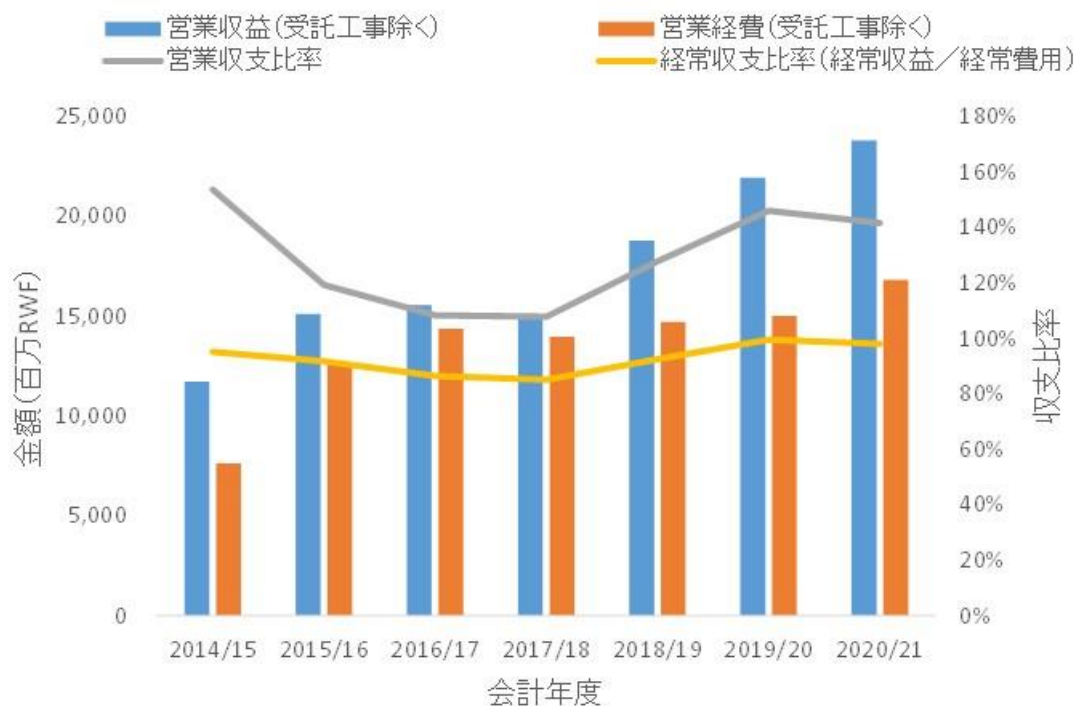
<sup>6</sup> 本表の人員には地方都市の浄水場運転管理人員も含む。キガリ市に配置されている人員は約86名。

比率を比較のために図 2.1-2 に示した。

WASAC の営業経費に現れる費用は主に維持管理費用であり、AfDB による借款含め資本的な収支は給水収益ではなく政府補助によって賄われている。維持管理費について、一般管理費用を除く WASAC の年間維持管理費用は約 168 億 RWF であり（約 17 億円、2020/2021 年度）送配水管路の維持管理に必要な費用はこのうち 52 億 RWF（約 5 億円）と約 31% を占める。また、電力費が年間 81 億 RWF（約 8 億円）であり、維持管理費の 48% を占めている。なお、これはキガリ市だけでなく全国に必要な費用であり、参考まで浄水場毎の費用内訳の記録（UWSSD 提供）ではキガリ市の 3 浄水系統（ンゾベ、キミサガラ、カレンゲ各浄水場系統。カンゼンゼ浄水場系統は除く）の合計支出額は全体の約 2/3 を占めている。

図 2.1-2 より、WASAC の営業収益は、2019 年の料金改定以降増加傾向にあり、これに伴って運転収支比率は 2020/2021 年度で約 1.4 と改善しており、営業黒字の状態にある。しかし、経常収支比率は過去 7 年間連続横ばいで、経常赤字（1.0 以下）の状態であり、貸借対照表上でも累積欠損金が増加している状況である。特に過去 2 年間は財務費用（短期借入利息）が赤字の主な理由となっている。また、過去 2 年間は流動比率も悪化し 2020/2021 年度には 90% となったこと、ネット・キャッシュフローがマイナスであることから、短期の支払いに対する現金不足で短期の借入を行っているような経営状況が見て取れる。

WASAC は 2020/2021 年度にはコロナ禍で月次の料金収入が一時的に減少し、資金繰りが苦しく手元の現金不足から JICA による凝集剤・塩素剤・給水車・給水タンク等の緊急支援を受けた。年度全体でみると損益計算書ベースでは収入は回復しており影響は限定的であったとみられるが、依然として資金繰りの苦しい状況は続いており早期の経営改善が望まれる状況であると考えられる。



出典：WASAC Financial Statement を元に調査団作成

図 2.1-2 WASAC の営業収支および経常収支比率の推移

表 2.1-2 WASAC の損益計算書 (P/L、過去7年分)

損益勘定	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度
	監査済	監査済	監査済	監査済	監査済	監査前	監査前
1. 売上収入	11,727.8	15,116.8	15,565.9	15,060.0	18,779.3	21,915.5	23,787.2
2. 売上原価	7,635.1	12,671.7	14,372.0	13,964.1	14,702.8	15,013.5	16,807.6
<b>3. 粗利益 =1-2</b>	<b>4,092.7</b>	<b>2,445.1</b>	<b>1,193.9</b>	<b>1,095.9</b>	<b>4,076.5</b>	<b>6,902.0</b>	<b>6,979.6</b>
4. その他収入	7,373.8	10,989.8	11,016.8	26,737.1	11,920.0	695.7	1,047.3
5. その他費用							
郡管轄給水網支援費	3,868.9	9,975.6	9,566.9	24,768.5	8,555.3	0.0	0.0
一般管理費	5,323.0	3,163.4	3,532.6	7,059.3	6,001.6	3,123.1	3,524.4
合計	9,191.9	13,139.0	13,099.5	31,827.8	14,556.9	3,123.1	3,524.4
<b>6. 減価償却費前営業損益 =3+4-5</b>	<b>2,274.6</b>	<b>296.0</b>	<b>-888.8</b>	<b>-3,994.8</b>	<b>1,439.6</b>	<b>4,474.5</b>	<b>4,502.5</b>
7. 減価償却費	3,129.4	3,404.0	3,424.4	3,277.5	3,357.6	3,128.5	3,191.0
<b>8. 営業損益 =6-7</b>	<b>-854.8</b>	<b>-3,108.0</b>	<b>-4,313.2</b>	<b>-7,272.3</b>	<b>-1,918.0</b>	<b>1,346.1</b>	<b>1,311.5</b>
9. 財務収支							
財務収入	848.4	1,205.1	1,217.8	13.1	25.3	19.9	35.9
財務費用	1,002.7	1,205.1	1,240.9	75.1	577.7	1,466.0	1,854.3
財務損益	-154.3	0.0	-23.1	-62.0	-552.4	-1,446.1	-1,818.5
10. 引き当て							
戻し入れ金	0.0	596.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>11. 税引き前損益 =8+9+10</b>	<b>-1,009.1</b>	<b>-2,511.5</b>	<b>-4,336.3</b>	<b>-7,334.3</b>	<b>-2,470.4</b>	<b>-100.0</b>	<b>-507.0</b>
12. 税金							
(-) 繰延税金	-285.9	-459.6	275.1	155.1	281.2	409.8	508.1
<b>13. 当期損益 =11-12</b>	<b>-723.2</b>	<b>-2,051.9</b>	<b>-4,611.4</b>	<b>-7,489.4</b>	<b>-2,751.6</b>	<b>-509.7</b>	<b>-1,015.1</b>

出典：WASAC Financial Statement

表 2.1-3 WASAC の貸借対照表 (B/S、過去7年分)

貸借勘定			2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
			年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度
			監査済	監査済	監査済	監査済	監査済	監査前	監査前
資産	流動	現預金	2,966.9	4,324.5	3,791.2	1,360.5	5,236.2	3,790.1	2,512.5
		棚卸資産	7,461.1	7,362.2	7,328.8	4,631.5	4,386.1	3,695.0	3,011.2
		未収入金他	6,834.9	8,764.8	11,028.2	8,392.3	24,121.0	23,848.1	17,004.7
		合計	17,262.9	20,451.5	22,148.2	14,384.3	33,743.3	31,333.2	22,528.4
	固定	施設・機械器具・備品	47,152.1	50,793.6	52,226.3	52,139.9	52,152.5	50,867.4	50,892.5
		未完成工事費	5,002.3	17,299.5	24,421.3	13,019.9	32,669.9	50,926	64,990
		無形資産	512.5	441.3	697.6	726.5	629.3	509.0	402.1
		コンセッション契約資産	16,098.8	21,201.8	22,896.4	22,896.4	50,475.7	49,080.6	49,080.6
	合計	68,765.7	89,736.2	100,241.6	88,782.7	135,927.4	151,382.5	165,365.8	
	<b>資産合計</b>			<b>86,028.6</b>	<b>110,187.7</b>	<b>122,389.8</b>	<b>103,167.0</b>	<b>169,670.7</b>	<b>182,715.8</b>
負債	流動	未払い金他	2,794.3	12,360.2	22,210.9	17,722.4	8,140.8	15,507.1	20,230.8
	固定	繰延収益および税金	6,068.5	17,288.2	21,008.1	12,123.5	37,378.4	43,170.9	36,537.0
		銀行借入金(10年)	0	0	0	0	12,204.9	10,598.0	10,008.4
		AfDB借款	0	0	0	0	16,924.2	19,964.0	29,856.1
		コンセッション契約負債	16,098.8	21,201.8	22,896.4	22,896.4	50,403.7	49,012.3	49,012.3
		他	0	0	0	545.9	332.5	332.5	332.5
	合計	22,167.3	38,490.0	43,904.5	35,565.8	117,243.7	123,077.6	125,746.2	
<b>負債合計</b>			<b>24,961.6</b>	<b>50,850.2</b>	<b>66,115.4</b>	<b>53,288.2</b>	<b>125,384.5</b>	<b>138,584.7</b>	<b>145,977.0</b>
資本	資本金		50,000.0	50,000.0	51,621.7	51,621.7	51,621.7	51,621.7	51,621.7
	積立金	内部留保	-514.3	-2,546.1	-5,563.8	-11,461.3	-16,444.6	-16,595.9	-18,810.4
		分社化留保金	11,581.3	11,883.6	10,216.5	9,718.4	9,109.1	9,105.2	9,105.8
	合計	11,067.0	9,337.5	4,652.7	-1,742.9	-7,335.5	-7,490.7	-9,704.6	
<b>資本合計</b>			<b>61,067.0</b>	<b>59,337.5</b>	<b>56,274.4</b>	<b>49,878.8</b>	<b>44,286.2</b>	<b>44,131.0</b>	<b>41,917.1</b>
<b>負債および資本の合計</b>			<b>86,028.6</b>	<b>110,187.7</b>	<b>122,389.8</b>	<b>103,167.0</b>	<b>169,670.7</b>	<b>182,715.8</b>	<b>187,894.2</b>

出典：WASAC Financial Statement



表 2.1-4 WASAC のキャッシュフロー計算書 (C/F、過去 7 年分)

Activities	C/F Accounts	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
		Audited	Audited	Audited	Audited	Audited	監査前	監査前
営業活動	税引前当期純利益	-1,009	-2,512	-4,611	-7,334	-2,470	-100	-507
	営業活動によるキャッシュフロー	8,582	6,677	6,434	1,814	-24,177	11,815	13,736
投資活動	固定資産購入	-8,903	-14,269	-11,960	8,404	-50,502	-19,979	-17,174
財務	政府助成収入	2,752	8,927	4,993	-10,590	78,556	6,717	2,160
	ネット・キャッシュフロー	2,432	1,335	-533	-372	3,876	-1,446	-1,278

出典：WASAC Financial Statement

表 2.1-5 WASAC の財務指標と推移

	2014/15 年度	2015/16 年度	2016/17 年度	2017/18 年度	2018/19 年度	2019/20 年度	2020/21 年度
営業収支比率	1.5	1.2	1.1	1.1	1.3	1.5	1.4
経常収支比率 (経常収益/経常費用)	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
給水収益に占める財務費用の割合	9%	8%	8%	0%	3%	7%	8%
流動比率 (流動資産/流動負債)	16%	60%	100%	123%	24%	49%	90%

出典：調査団

### 2.1.3 技術水準

対象地域では、粗悪な給水管材料および施工により漏水が多く発生している。無収水技プロのパイロットエリアの知見によると Ruyenzi・Kadobogo 両パイロットエリアでの漏水補修前後での漏水量の比較から、漏水のほとんどが給水管からによるものとしている。

粗悪な管材料および施工の実例としては以下のようなものが挙げられる。

- 経年化した GSP (Galvanized Steel Pipe、いわゆる「ガス管」) の継手からの漏水・抜け出し。
- 購入先の不明なポリエチレン管：WASAC からの聞き取りによると、グレードが低く耐衝撃性が低く低密度のポリエチレン管で管厚が薄いと考えられるものでタテ割れが高い頻度で発生している。
- 経年化した PVC 管で特に接着剤接合されているものの継手のずれや抜出し、ワレ。
- 埋設 PVC 管およびポリエチレン管で、コンクリートガラや岩などが埋め戻し土に含まれており、埋め戻し土の改良が適切になされておらず、また管付近にクッション砂などの保護がなされていない。
- 保護のない露出管・露出によるカルバートや水路の横断、水路内に管を転がした配管
- 水道メーターが直接埋設されているか盗難防止がなされていない。

以上のような問題に対し、WASAC では無収水対策チームが主導し、無収水技プロが技術支援を行って、2019 年に作成された給水管新規接続及び施工の指針がある。WASAC 無収水対策チームからの聞き取りによると、2022 年 1 月現在では原則として材料の調達には WASAC が行う (顧客が WASAC から材料を購入する) ことが標準的な方法となっている。しかし、このような方法は導入されたばかりであり、かつどの程度の割合で運用されているかは把握されていない。



出典：（左上）無収水技プロ（その他）調査団

写真 2.1-1 （左上）給水管からの地下漏水の様子（右上）露出配管された GSP（ガス管）  
（左下）ポリプロピレン管（PP）に铸铁の異形管がねじ切りされた様子（右下）給水管施工の様子

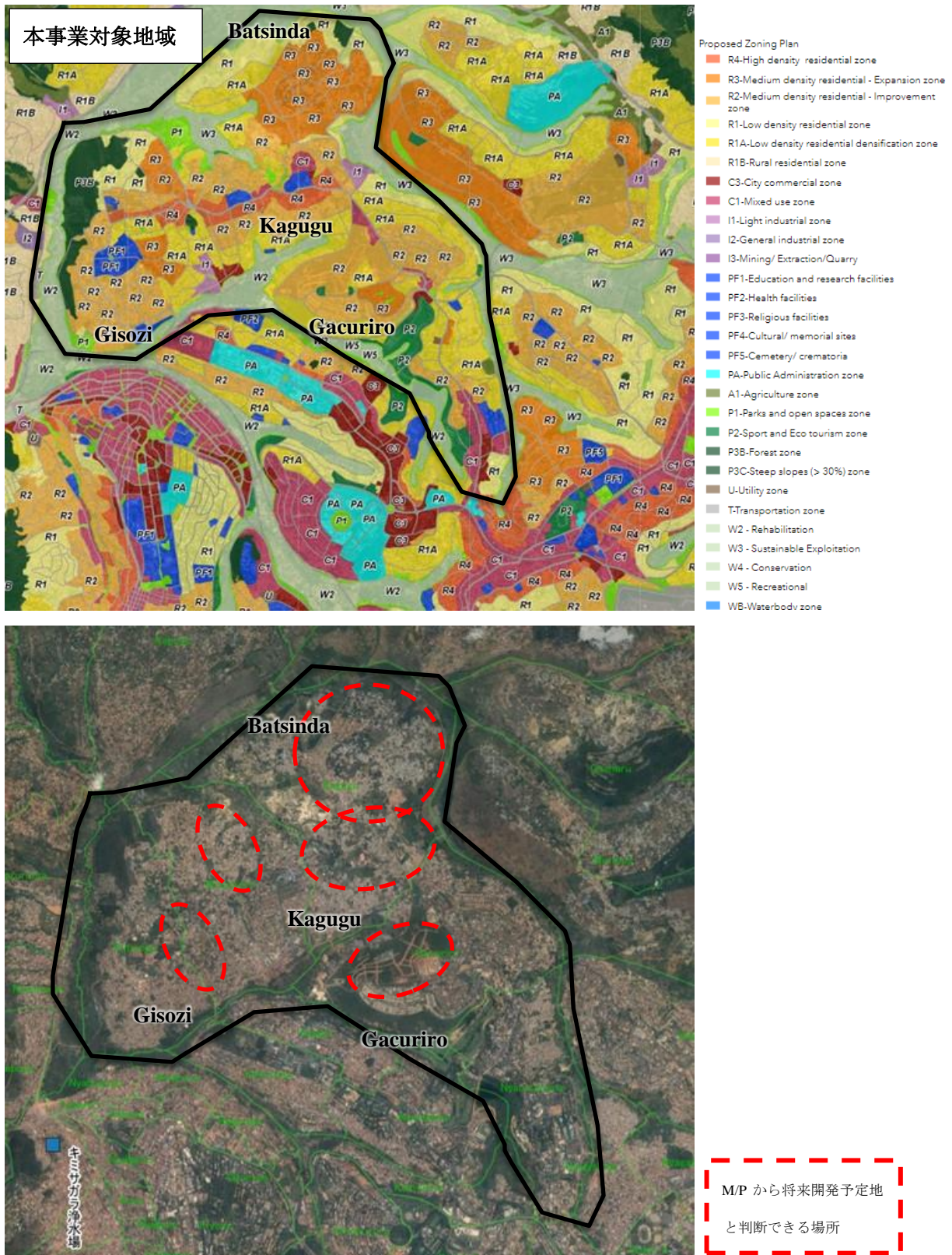
## 2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

### 2.2.1 関連インフラの現状と課題

#### 2.2.1.1 キガリ市マスタープランによる開発計画

本事業を含むキガリ市全域の都市開発は、「キガリ市マスタープラン（City of Kigali Masterplan）」によって 2020 年 9 月に公布された。このキガリ市マスタープランは、2050 年までの計画としての土地利用計画（ゾーニング）および道路の計画を中心に記述されており、GIS データがインターネット上で公開されておりあらゆる開発に際して参照できるようになっている。事業対象地域の土地利用（図 2.2-1 上図）としては、主要幹線道路沿いに R4 高密度住宅開発地が並び、地域全体に未開発の R2—R3: 中密度住宅開発地が並んでいる。特に、現況の衛星画像（図 2.2-1 下図）と比較すると、Gisozi 南側地区、Batsinda 地区、Kagugu 全域、Gacuriro 南側地区は現況未利用地・建設中用地が多く、今後の著しい開発が見込まれる用地である。このように、対象地域は既に多くの住宅地が並ぶ都市部ではあるものの未利用地も多く、今後の水需要の伸びが想定される。





出典：調査団

図 2.2-1 キガリ市マスタープランでの土地利用計画図と現況衛星画像の比較



### 2.2.1.2 道路

キガリ市の道路には道路局（RTDA, Rwanda Transport Development Agency）が管轄する国道と、キガリ市が管轄する市道があるが、対象地域の道路は全て市道である。キガリ市への聞き取りによると、市道の整備はキガリ市が行い RTDA が管轄する国道とは異なる考え方で整備される。RTDA には道路の設計ガイドラインがあるが、市道には設計ガイドラインはなく、現在キガリ市が作成準備中とのことである。

キガリ市の道路に関する慣行として、車道下に管路を布設しているケースがほとんど存在せず、管路の横断であっても許可が慎重であることが挙げられる。道路の復旧に際しても、復旧工事の質を確保するためにキガリ市から特定業者の使用を指示されるなど、強いコントロールが行われており、注意が必要である。

### 2.2.1.3 電力

キガリ市の電力状況は安定しており、長期間の停電はほとんど確認されていない。とりわけ、対象地域は都市中心部に近く、瞬間停電や電圧降下などの現象はあっても 1 時間を超えるような停電は稀である。

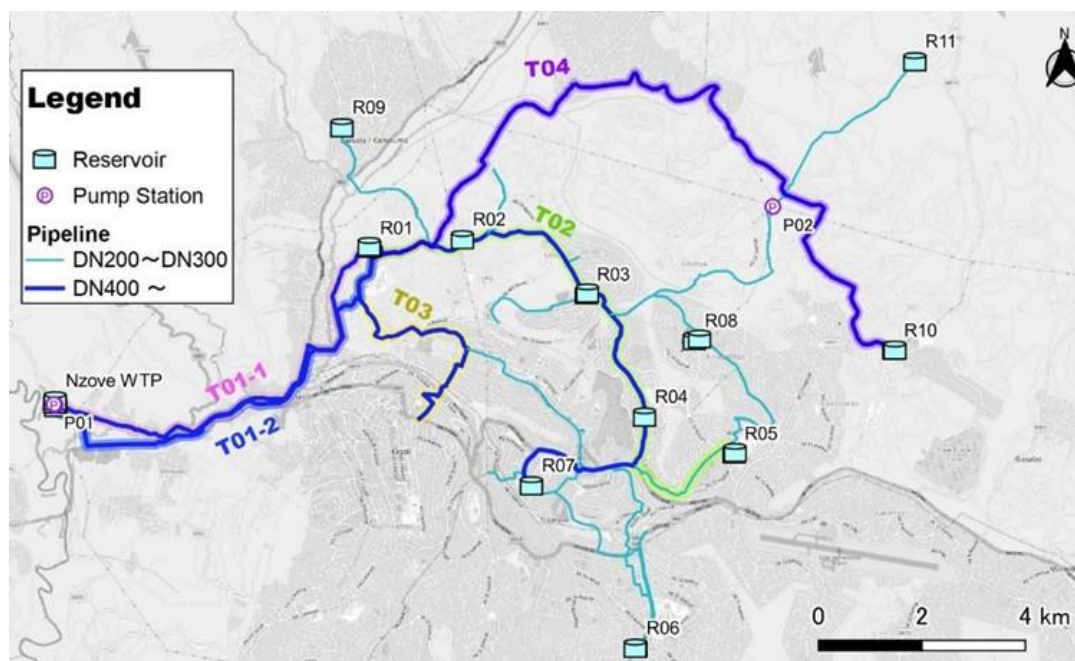
### 2.2.1.4 通信

通信事情としては、複数の携帯電話回線網があり、3G は全域で使用可能であり、対象地域では 4G (LTE) の電波状況も良好である。また、対象地域の配水池箇所を含む主要道路では光回線網が発達しており、光回線による高速通信も可能である。

### 2.2.1.5 既存施設

#### (1) 既存送配水施設の概要

送配水施設の概要を図 2.2-2 及び表 2.2-1 から表 2.2-4 に示す。送水システムの標高プロファイルを図 2.2-3 及び図 2.2-4 に示す。本調査の対象地域は、WASAC の水道施設のうち、カチル支店及びレメラ支店が管轄する地域である。本地域は、ンゾベ浄水場からノトラ配水池に送水され、ノトラ配水池から送水管口径 400mm を通じて Gisozi 及びカチルセクターへの配水及びノトラ配水池から口径 500mm の送水管を通じて Fawe 配水池、Gacuriro 配水池、Kibagabaga 配水池、Nyarutarama 配水池、レメラ Golf8 配水池に送水し、各配水池から配水している。いずれの系統も配水池からの自然流下により送配水されている。また、ノトラ配水池から Masoro 配水池に向けて送水管口径 600mm による北部幹線プロジェクトが進行中であり、Jabana、Nduba、Bumbogo セクターへの送水能力が強化されている。



出典：調査団

図 2.2-2 送配水施設の位置図

表 2.2-1 送水施設（送水管）の概要

No.	区間名称	布設年	管種 <sup>*1</sup>	口径 (mm)	延長 (m)
T01-1	Nzove 浄水場から Ntora 配水池	2007~2009	DIP/SP	600	8,955
T01-2		2021~2022 <sup>*2</sup>	SP DIP	900 900	7,995 1,405
T02	Ntora 配水池から Remera Golf 8 配水池 (Line B)	2009~2012	DIP uPVC	500 300	9,150 2,850
T03	Ntora 配水池から St. Famille (KN3 road) (Line A)	2009	DIP	400	6,200
T04	Ntora 配水池から Masoro 配水池	2021	DIP	500、600	17,500

\*1: SP; 鋼管、DIP; ダクタイル鋳鉄管、uPVC; ポリ塩化ビニル管

\*2: 無償資金協力事業キガリ市 Nzove-Ntora 間送水幹線強化計画にて実施中

出典：調査団

表 2.2-2 送水施設（ポンプ場）の概要

No.	ポンプ場名称	建設年	ポンプ諸元	台数	送水先
P01	Nzove 浄水場ポンプ場	2008	※Ntora 系統のみ Q=380 m <sup>3</sup> /h, H=220m (355kW)X4 基 Q=340 m <sup>3</sup> /h, H=240m (355kW)X2 基	6	Ntora 配水池
P02	Kinyinya ポンプ場 (Bumbogo 地域への送水)	2012	Q=30.00 m <sup>3</sup> /h H=371.35 m	2	Bumbogo Central St. Leonard 配水池

※ 2023 年既往無償完成時には 11,000 m<sup>3</sup>/日x240mHx3 基 (2 基運転、予備 1 基) となる。

出典：調査団

表 2.2-3 配水施設（配水池）の概要

No.	配水池名称	建設年	構造	容量 (m <sup>3</sup> )	HWL <sup>*1</sup> (m)	LWL <sup>*1</sup> (m)	GL <sup>*2</sup> (m)
R01	Ntora	2009	RC 造、矩形 37.5m×30m×2 池	10,000	1,567.31	1,564.60	1,565.48
R02	Fawe	2007	RC 造、円筒形 φ 12m×4.2mH×1 池	250	1,473.36	1,470.46	1,471.92
R03	Gacuriro	2007 2009	RC 造、円筒形 φ 14m×4.5mH×2 池	800	1,498.47	1,494.29	1,495.00
R04	Nyarutarama	2008	RC 造、円筒形 φ 12m×5.4mH×1 池	400	1,481.03	1,477.82	1,477.52
R05	Remera (Golf 8)	1989, 2009 2020	RC 造、正八角形一辺 5.7m×5mH×1 池 RC 造、矩形 12m×16m×2 池 RC 造、矩形 35m×32m×2 池	12,100	1,531.60	1,527.60	1,526.60
R06	Kicukiro (Golf 7)	1983 1989	RC 造、正八角形一辺 5.7m×5mH×2 池	1,200	1,515.00	1,510.50	1,510.00
R07	Kimihurura	1993	RC 造、円筒形 φ 26m×2.0mH×1 池	600	1,466.80	1,465.50	1,465.00
R08	Kibagabaga	2010	RC 造、円筒形 φ 12m×3.5mH×1 池 鋼製、高架水槽矩形 3m×3m×3.0mH×1 池(現在未使用) RC 造、矩形×2 池(建設中)	425 (+ 5,000)	1,498.50	1,496.50	1,496.00
R09	Amakawa	2010	RC 造、円筒形 φ 11.2m×2.5mH×1 池 RC 造、矩形×1 池(建設中)	250	1,513.25	1,510.75	1,512.00
R10	Masoro Bas	2012	RC 造、矩形 13m×16m×5.0 mH×2 池	2,000	1,503.50	1,508.00	1,503.00
R11	Bumbogo Central St Leonard	2012	RC 造、円筒形 φ 12m×4.0mH×1 池	400	1,846.50	1,850.00	1,846.00

\*1: 配水池水位は調査団による計測値

\*2: 配水池の標高値は WASAC の DEM データに基づく。

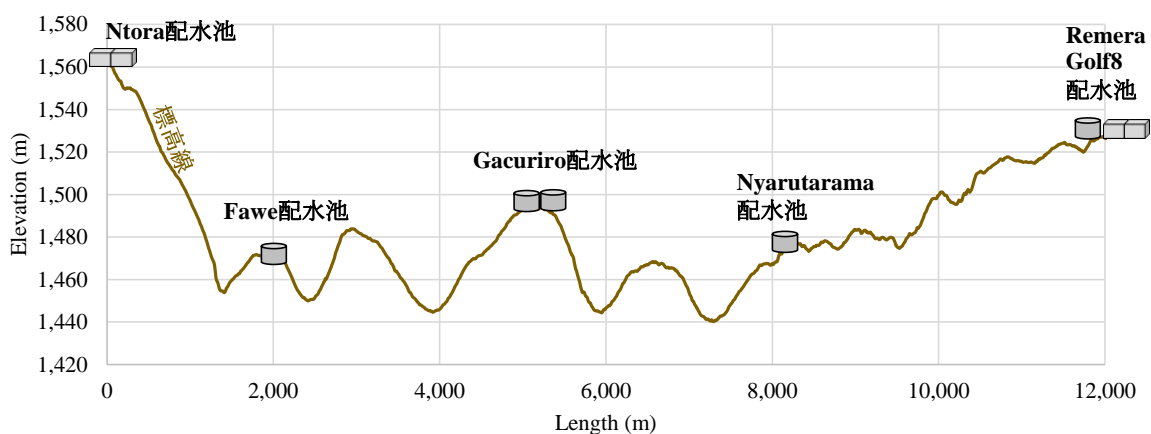
出典：調査団

表 2.2-4 送配水施設（送配水管）の概要

管種	口径	延長 (m)						
		~2016	2017	2018	2019	2020	2021	布設年不明
DI (Ductile Iron)	110							50
	200	408						
	300	47						1,883
	400	2,800						
	500	3,256						5,905
Galvanized Pipe	25							162,613
	32							8,443
	40							1,123
	50	79						1,580
	63	1,553						3,898
	200	9						
IP (Iron Pipe-Acier Bitume)	25							115
	100	275						
	150							108
Polyethylene (HDPE)	25		54		19	132	251	63,440
	32							733
	40	1,179	472	1,092				71
	50	1,620		686				91
	63	1,509	2,059					986
	90	893			2,566	251		581
Polypropylene (PPR)	110	575			735	1,224		
	25		23		7	133	1,937	14,565
PVC	63						152	15
	25	34	376		17	16	123	100,466
	32							6,035
	40	333						
	50	6,189					14	2,576

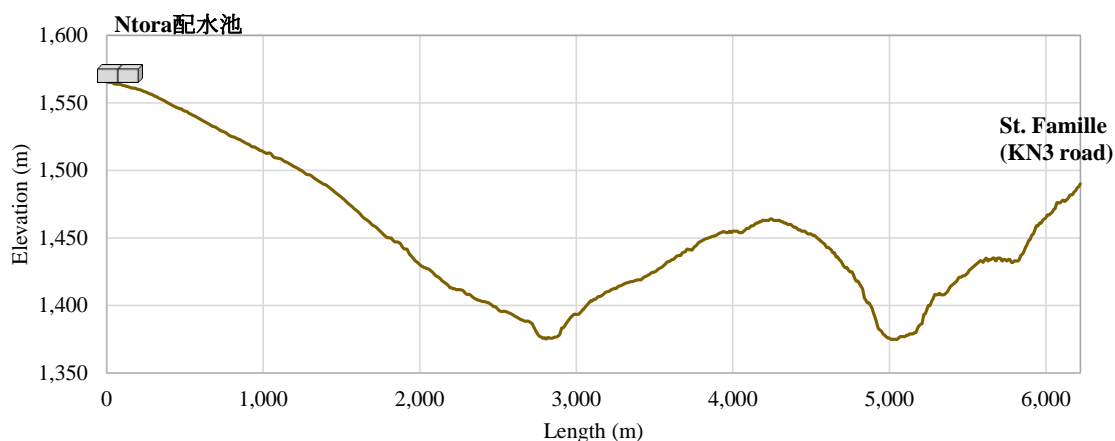
管種	口径	延長 (m)						
		～2016	2017	2018	2019	2020	2021	布設年不明
	63	28,322					1,051	7,940
	75	3,325						277
	90	14,535						15,073
	100							21
	110	8,006						9,161
	200	1,787				238		227
	225	1,237						
	250	600						2,223
管種不明	300	1,013						
	25					100	667	4,159
	32							64
	50							51
	不明							11

出典：WASAC の GIS データベースを基に調査団作成



出典：調査団

図 2.2-3 送水システムの標高プロファイル (ノトラ配水池からレメラ Golf8 配水池)

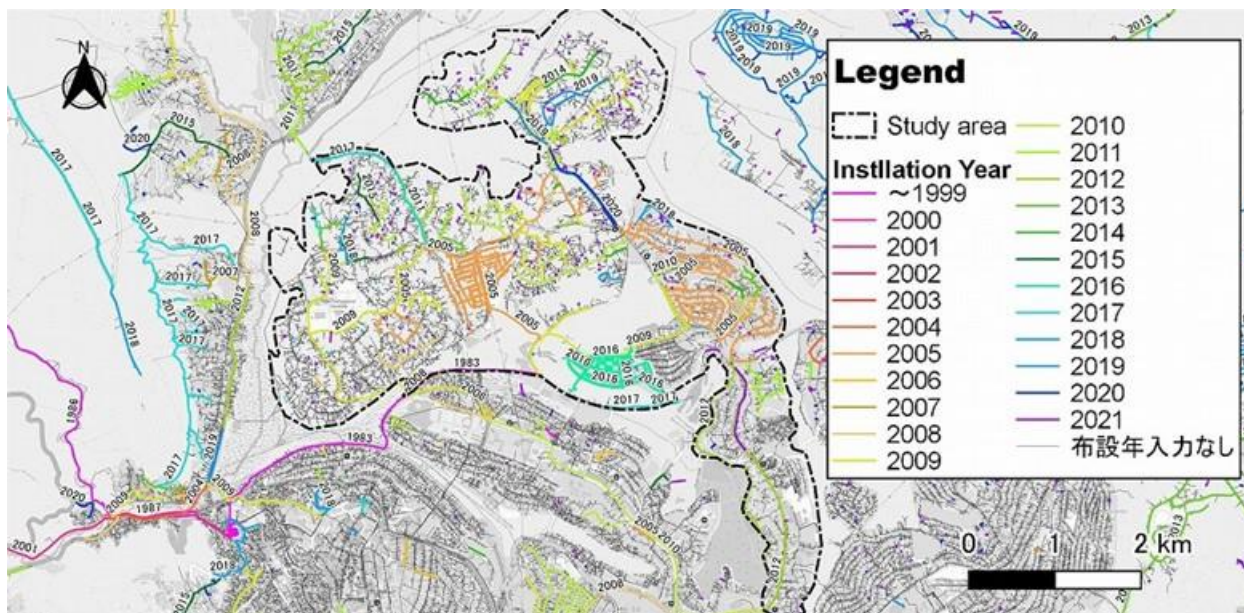


出典：調査団

図 2.2-4 送水システムの標高プロファイル (ノトラ配水池から St. Famille (KN3 road))

## (2) 送配水管の布設年度と管種別布設延長

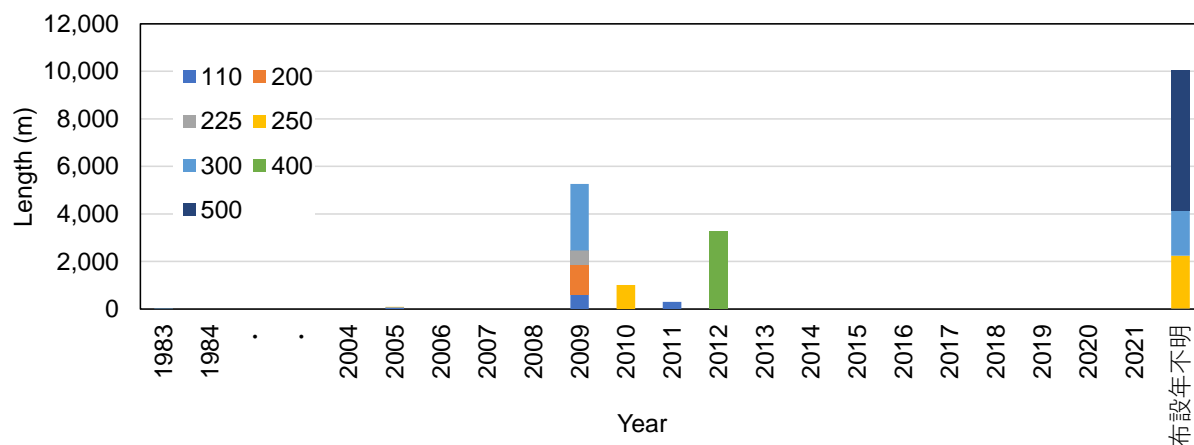
対象地域の送配水管路に関する情報を WASAC の GIS データベースを基に整理した<sup>7</sup>。対象送配水管の布設年を図 2.2-5 に示す。



出典：WASAC の GIS データベースを基に調査団作成

図 2.2-5 送配水管の布設年

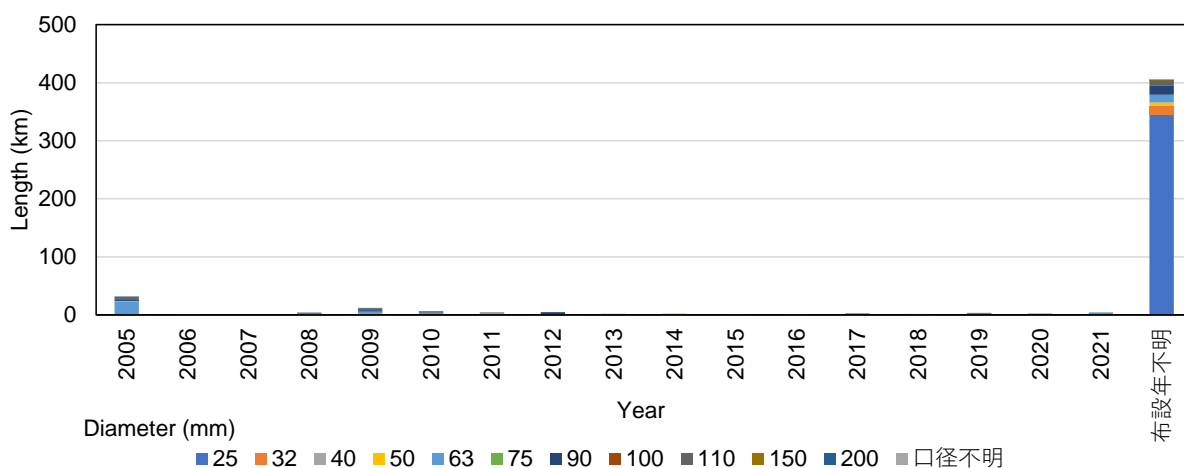
送配水管の布設年の割合を図 2.2-6 に図 2.2-7 示す。



出典：WASAC の GIS データベースを基に調査団作成

図 2.2-6 送水管の布設年度の割合

<sup>7</sup> 本項で整理した「送水管」「配水管」の区分は WASAC GIS の属性区分による。ただし、WASAC では送水管と配水管が十分に区別されておらず、送水管からの分岐・直接配水も多く、既存管においては実際には送水管に分類されていても配水管の役割を担っている管もあることに注意が必要である。



出典：WASAC の GIS データベースを基に調査団作成

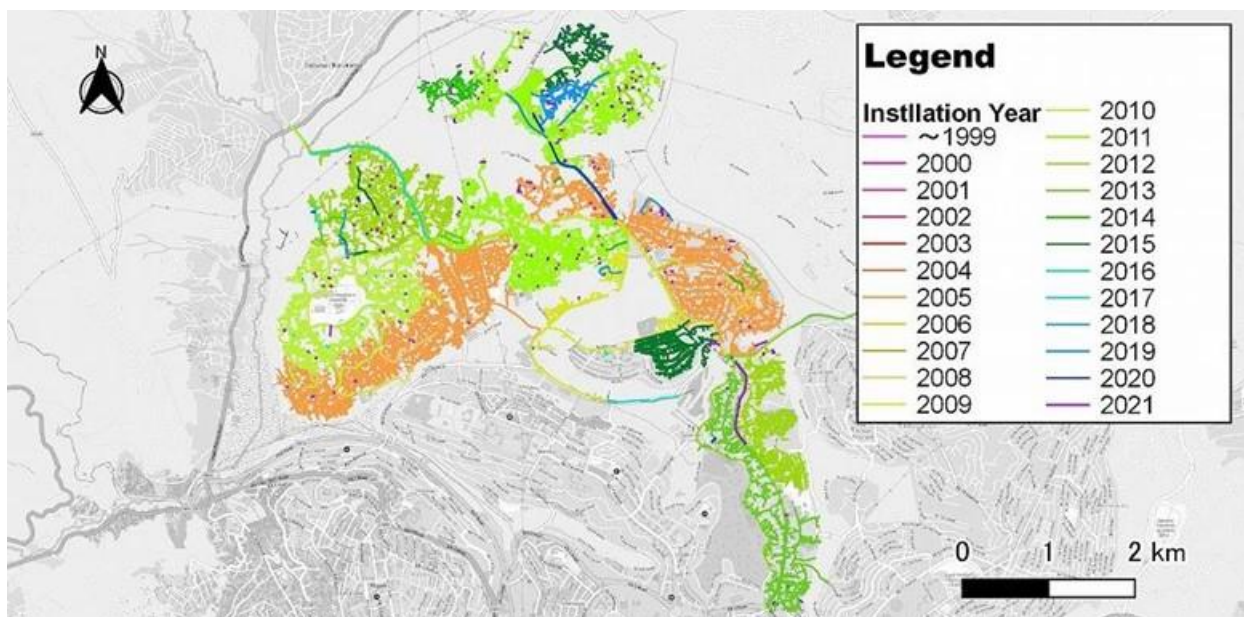
図 2.2-7 配水管の布設年度の割合

送水管の布設年の大部分は、2009 年から 2012 年に布設されている。GIS データベースに布設年が記入されていない管路の割合が約 50% であり主要な送水管（DN500）が含まれている。

配水管の布設年は、GIS データベースに整備されていない割合が約 83% であり、特に小口径管に布設年不明の割合が高い。対象地域の最も古い管路は、記録の残っているもので 1983 年に布設されキミサガラ浄水場から送水されていた送水管であるが、それ以前にもキミサガラ浄水場から一部給水されており、更に古い管路もあると考えられる。対象地域内の総延長 488 km のうち、2005 年（32 km）及び 2009 年（12 km）に集中して布設されており、それ以外の年は年あたり 1～6 km 程度の整備量となっている。

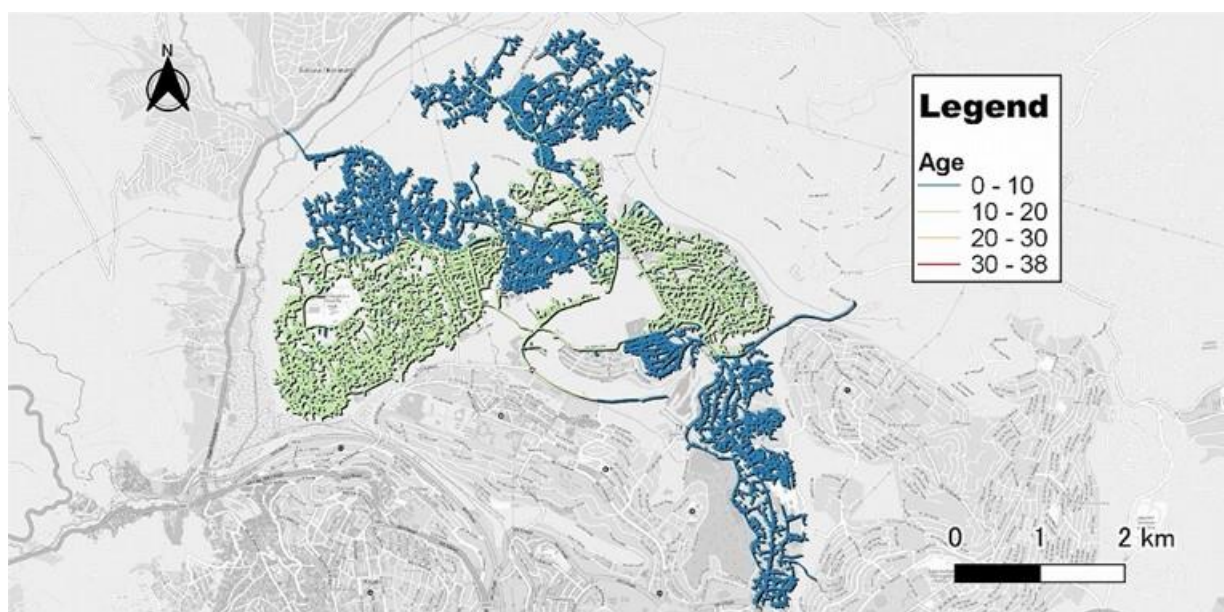
このように、WASAC の GIS データベースの布設年には、欠損データがあるため、WASAC 職員へのヒアリング調査及び GIS データベースに入力されている送配水管の布設年情報から推定して布設年不明管路の布設年を補正した。補正した対象送配水管の布設年を図 2.2-8 に示す。また、基準年を 2021 年とした場合の経過年数を図 2.2-9 に示す。





出典：WASACのGISデータベース及びヒアリング調査を基に調査団作成

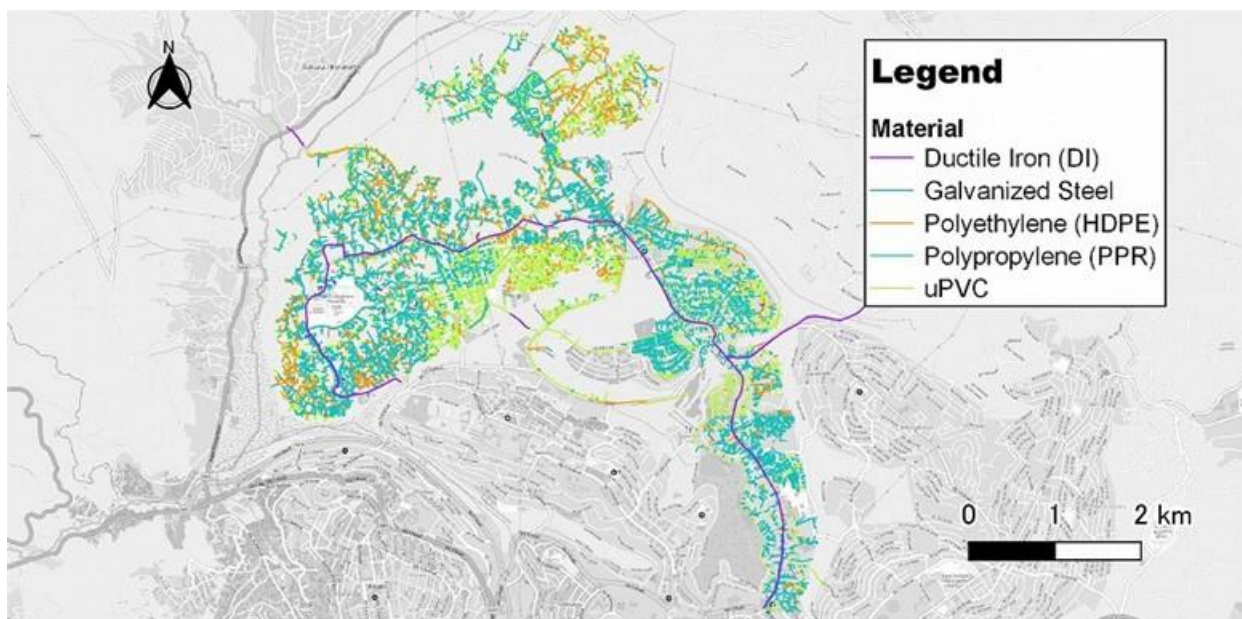
図 2.2-8 送配水管の布設年（補正後）



出典：調査団

図 2.2-9 対象送配水管の経過年（2021年基準）

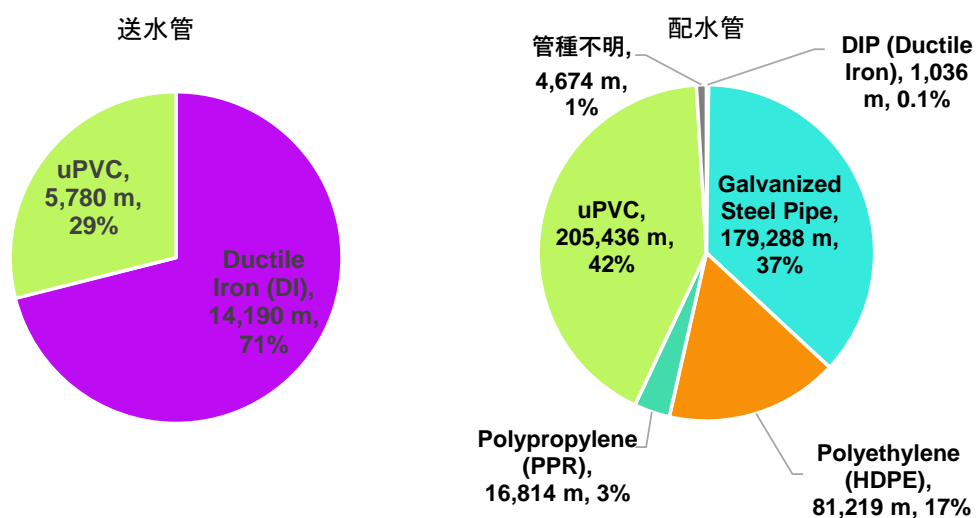
対象送配水管の管種別の布設状況を図 2.2-10 に示す。



出典：調査団

図 2.2-10 対象送配水管の管種別の布設状況

送配水管の管種別の口径別布設延長の割合を図 2.2-11 に示す。



出典：WASAC の GIS データベースを基に調査団作成

図 2.2-11 送配水管の管種の割合

送水管の管種別の割合は、ダクタイル鋳鉄管が約 71%、uPVC が約 29% である。

配水管の管種別の割合は、ダクタイル鋳鉄管が約 0.1%、鋼管が約 37%、HDPE 管が約 17%、PPR 管が約 3%、uPVC が約 42%、管種不明が約 1% である。



### (3) 送水管の現況送水能力

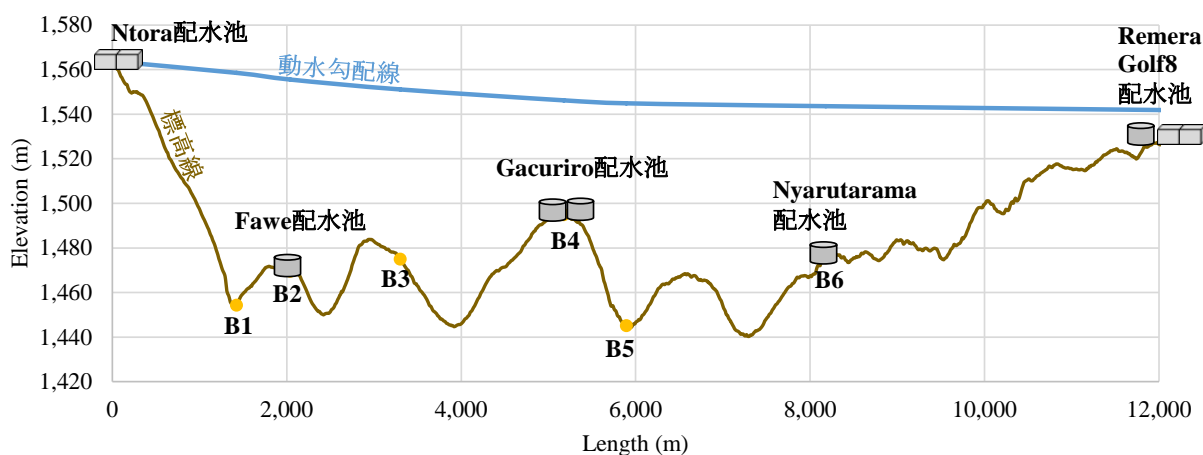
対象地域にはライン A (表 2.2-5 T03: ダクタイル鋳鉄管口径 400mm, 2009 年布設) およびライン B (表 2.2-5 T02:ダクタイル鋳鉄管口径 500mm, 2012 年布設) の 2 系統の主要な送水管がある。現況送水管の送水量を表 2.2-5 に示す。

表 2.2-5 ベースライン調査における送水量

地点名	送水量 (m <sup>3</sup> /日)
<b>Ntora 配水池から Remera8 配水池</b>	
B1 (EFM2)	2,300
B2 (Ub2)	3,000
B3 (Ub3)	3,000
B4 (Ub4+Mb1)	3,100
B5 (Ub5)	6,600
B6 (Ub6)	4,300
Kimihurura SR	3,000
Kicukiro (Golf 7) SR	200
Remera (Golf 8) SR	2,000
<b>Ntora 配水池から St. Famille (KN3 road)</b>	
A1 (Ma1+Ma2)	600
A2 (Ma3+Ma4)	1,000
Kacyiru	4,100

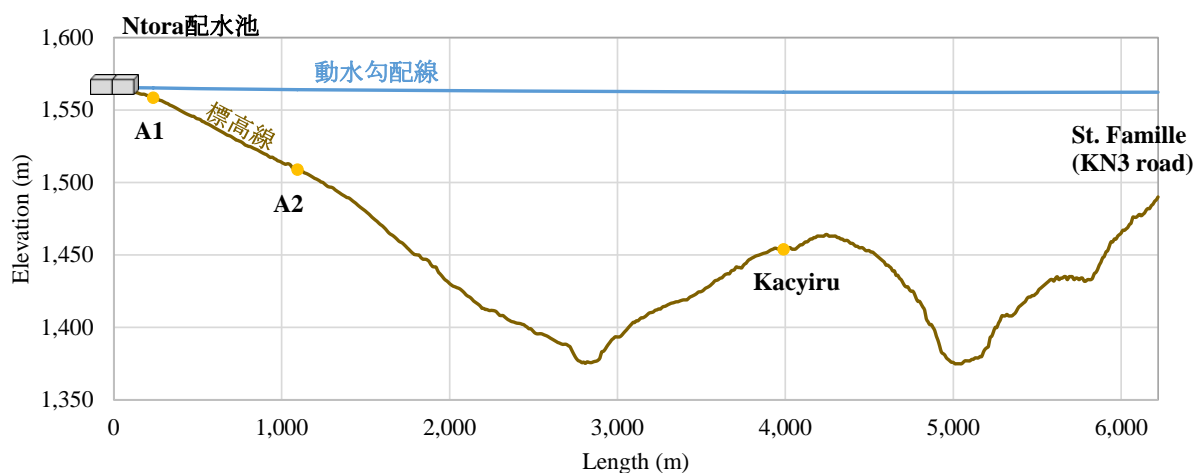
出典：調査団

表 2.2-5 の送水水量に基づく、送水システムの水位高低図を図 2.2-12 及び図 2.2-13 に示す。送水管路における既存配水池の標高と動水勾配線により、ノトラ配水池からの自然流下により十分な水頭を有しており、送水能力に問題はない。



出典：調査団

図 2.2-12 送水システムの水位高低図 (ノトラ配水池からレメラ Golf8 配水池)



出典：調査団

図 2.2-13 送水システムの水位高低図（ノトラ配水池から St. Famille (KN3 road)）

#### (4) 既存減圧弁の使用状況

ブロック化対象地域には、11 か所の既存減圧弁（PRV）があることが確認されている。このうち、5 か所はチャンバーがなく埋設されていたため稼働状況が確認できず、1 か所は集合住宅敷地内で確認できなかった。また、残り 5 か所のうち比較的新しい 3 か所は稼働していたが、1 次圧（減圧前の圧力）と 2 次圧（減圧後の圧力）の比が 1.2~1.4:1（1 次圧約 80m に対し、15~22m の減圧）にとどまっており減圧による効果は限定的であると考えられる。また、1 か所は故障していてパイロットバルブから漏水が発生していた（2021 年 11 月）。その後、この故障していた減圧弁が補修され後に確認したところ（2021 年 12 月）1 次圧・2 次圧ともに 130mAq であり減圧が機能していなかった。

このような減圧弁の故障は WASAC で一般的な問題であり、特にパイロット弁の部分からの漏水が発生して減圧できなくなっているケースが多くみられている。WASAC が発見し次第修理をすることになるが、減圧弁の巡回定期点検等も行われておらず、故障が放置されている状況である。また、無収水技プロの経験でも、設定圧が意図せず変更されていて減圧弁が適切に運転されていないケースも見られた。このように、WASAC の現状としては減圧弁の維持管理が十分に機能していない。



写真 2.2-1 既存減圧弁の状況

(左上) 減圧弁と指示計：2次側圧力の指示器が劣化して見えにくくなっている。

(右上) 土中に埋設されており、状況が確認できない減圧弁

(左下) 故障により漏水している減圧弁



出典：調査団

表 2.2-6 減圧弁の状況

No.	仕様	状況
1	減圧弁 DN100	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。
2	減圧弁 DN65	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。
3	減圧弁 DN100	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。
4	減圧弁 DN80	1次圧 5.8bar、2次圧 3.6bar、弁室内設置
5	減圧弁 DN50	1次圧 8.0bar、2次圧 6.5bar、弁室内設置
6	減圧弁 DN80	1次圧 8.0bar、2次圧 6.2bar、弁室内設置
7	減圧弁 DN32	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。
8	減圧弁 DN200	民間事業者の所有物のため、維持管理状況は不明。
9	減圧弁 DN200	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。
10	減圧弁 DN200	1次圧 13.0bar、2次圧 13.0bar、弁室内設置。減圧弁が機能していない。
11	減圧弁 DN32	土中埋設により定期的な点検、分解整備は実施されていない。

出典：調査団

### (5) 既存のモニタリングシステム

WASAC の既存のモニタリングシステムとしては①SusWAS モニタリングシステム、②ンゾベ浄水場の SCADA モニタリングシステム、③無収水技プロで導入した無収水計算システムがある。なお、これ以外のモニタリングシステムとして将来整備が予定されているものとして、AfDB の借款プロジェクトにより新規の SCADA システムがあるが、本準備調査の段階で詳細な情報が確認できていない。

①は稼働しておらず本事業の目的では全く活用できない。②についてはンゾベ浄水場の情報を本事業に活用または特にポンプ稼働状況や流量の情報のみ取り込む必要がある。

③の2021年に施工され無収水対策の一環として導入された無収水計算システムは、WASACのIT Roomに配置されたSCADAシステムによる集中監視設備によりデータ収集を行い、月間の流入水を把握し、検針データと照合することで無収水の実態を把握するものである。WASAC各支店の流入境界に流量計を配置し、流入流量を直接計測している。流量データは携帯電話回線を利用して遠隔でデータ収集できるシステムとなっており、流量データは一日に一回まとめてWASAC Officeに伝送されている。ほとんどの流量観測点は内蔵する蓄電池で稼働しているため、停電の影響を受けないが、データの伝送は間欠的である。

また、携帯回線を利用しており、伝送の不具合でデータが送信出来ないトラブルも散見された。また、無収水の照合は、SCADAにより収集されたデータを、表計算ソフトであるエクセル上で集計と比較検証を行う方式としており、集計や比較検証はデータベースを用いた自動計算となっていない。表計算ソフト上で構築されていることから、ハンドリングは容易に見えるが、内容の修正にはそれなりのスキルと全体の把握が必要で、WASACが内部でメンテナンスすることは容易でないとと言える。SCADAシステムだけではエリア毎の集計や需要者側データのハンドリングができないため、データベースシステムが必要と思われる。

このような課題はあるものの、基本ソフトウェア自体は連続監視に耐えうるSCADAシステムを用いており監視点数も充分備えているため、既存のシステムを活用し改造することによって本事業での監視システムを構築することが可能であると考えられる。

表 2.2-7 既存のモニタリングシステムの状況

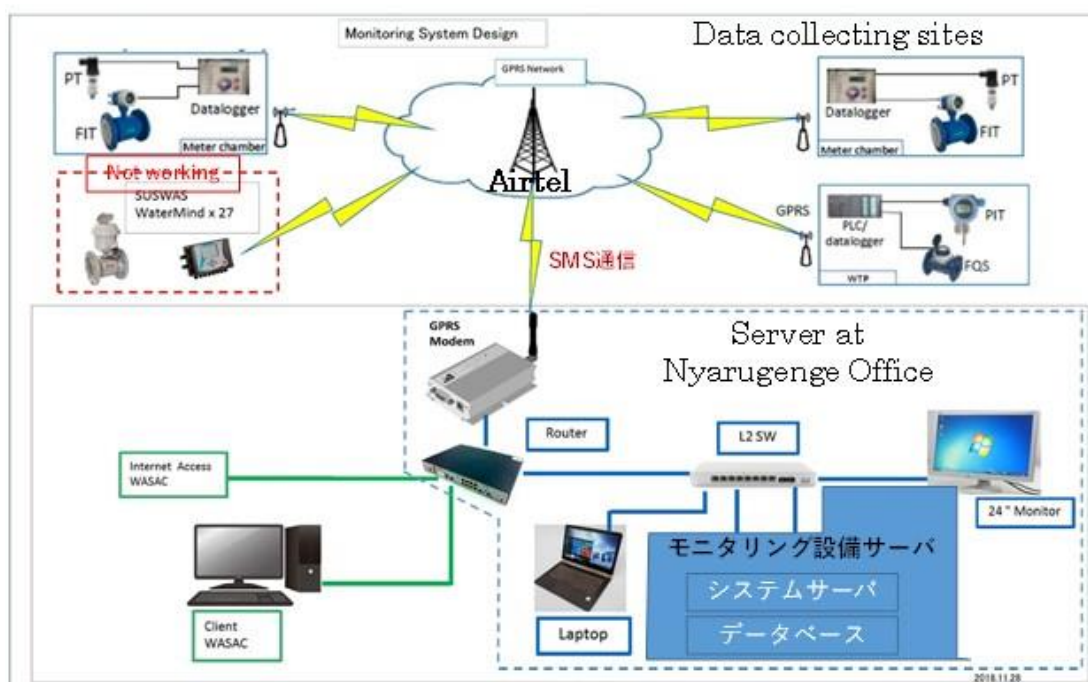
名称	状況
無収水計算システム (2021年)	2021年末までに完成し、2022年2月現在コントラクターの保守管理期間中にある。基本ソフトウェアは連続監視モニタリング用のSCADAであるため、本事業で活用可能であるが、導入時の基本思想が無収水の支店間での収支計算を目的としているため、本事業で活用するためには監視画面や監視頻度・通信方法などは変更が必要である。
SusWASモニタリングシステム (2018年?)	オランダの援助で導入された流量計(レメラ支店)の流量を監視するためのテレメータおよびSCADA。ほとんどの場所で流量計およびテレメータが故障しており、現在は機能していない。SCADAはクラウド上にあり、上記計装設備が故障したまま放置されていることもあって、年間使用量が支払われておらずSCADAを確認することはできない。
Nzove 浄水場 SCADA (2019年?)	Nzove 浄水場(New Nzove, Nzove 2) および Karama 配水池・Mont-Kigali 配水池等の Nzove 旧 Nzove 系統の SCADA 監視画面は備わっているが信号が届いておらず実質的に監視できていない。また、無償で供与する新送水ポンプ場のモニタリングシステムも統合されるような改造は予定されていない。

出典：調査団



出典：調査団

写真 2.2-2 無収水技プロで導入された電磁流量計（左）流量変換機およびテレメータ（右）



出典：WASAC「無収水計算システム完成図書」より調査団修正

図 2.2-14 無収水技プロで導入した監視システム



## (6) 既存送配水施設の評価

既存施設の評価を表 2.2-8 にまとめる。既存水道システムは直接ノトラ配水池の水圧を利用して給水されている地域が多く、高水圧が懸念される。配水池等は概ね既存利用が可能な状態にあるが、配水管路の口径が小さいため末端給水圧力が不足するからバイパスされて活用されていない時間帯があり、更新にあたって配水管路の口径を大きくする必要がある。給水管は多くが質の低い材料・施工状態であり、優先的な更新が必要である。モニタリングシステムは少なくともキガリ全体の配水管路全体を監視できる拡張可能性を持った SCADA ソフトウェアをベースに構築されており、改造・拡張することで既存利用が可能である。

表 2.2-8 既存水道システムの課題

施設名称	課題
水道システム	水道システムが各配水池で連絡しており相互融通は可能であるが運用上の複雑さ及び配水池や配水系統の流入点などで流量の把握ができていないため水収支の把握が困難である。一部の地域の水量及び水圧不足の解消のために配水池を活用せずに送水管からバイパス管にて配水を実施しているため、高い水圧にて運用されている地域がある。
送水施設	ノトラ配水池からの自然流下により十分な水頭を有しており、送水能力に問題はない。送水管路の主幹管路上に設置されている制水弁において、通常の運用では問題ないものの、全閉にできない制水弁が多い。そのため、更新や事故修繕等の維持管理においてはノトラ配水池の流出管のバルブを閉じて対応しており、断水が発生し、その影響範囲が広い。
配水施設	本調査対象区域内及び周辺に関連のある配水池は、目立った損傷・劣化は見られず、修繕・補修を必要とする重大な漏水等も生じていないため、取り壊し・再構築は必要ないと考えられる。水理的な条件から配水池を経由せず送水管から直接配水している区域がある。そのため、それらの区域の標高の低い地域においては配水管における静水圧が高いという課題がある。動水圧は標高の低い地域でも配水管路の末端で低い傾向があり、布設管路の口径が適切でないといった課題がある。地形や道路状況による影響も大きい。行き止り管が多数存在し、管網によるバックアップルートが欠如している。不適切な継手・防護や基準に満たない管材料の使用により、管接続部などで漏水が発生している。不適切な土被りの給水管布設により、車両通過時に破損する可能性が高い。
給水施設	不適切な継手・防護や基準に満たない管材料の使用により、管接続部などで漏水が発生している。不適切な土被りの給水管布設により、車両通過時に破損する可能性が高い。
モニタリングシステム	無収水技プロで導入した監視システムは少なくともキガリ全体の配水管路全体を監視できる拡張可能性を持った SCADA ソフトウェアをベースに構築されており、改造・拡張することで既存利用が可能である。

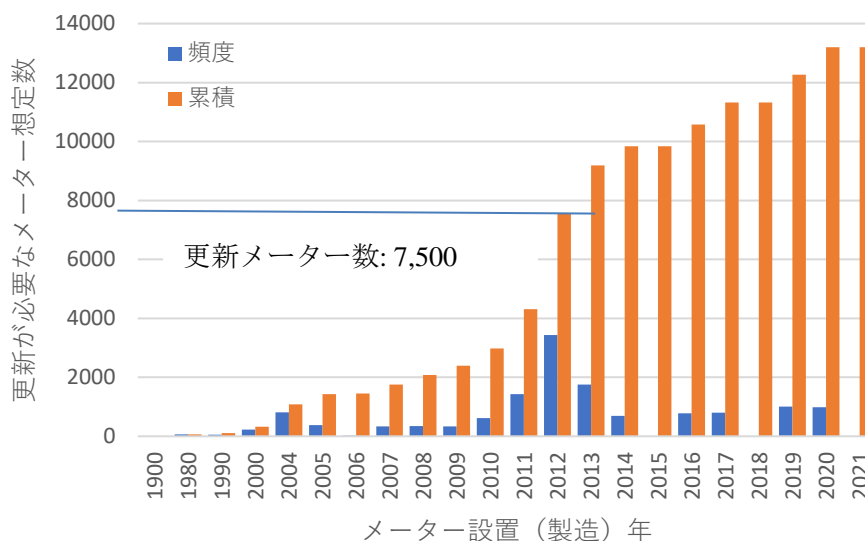
出典：調査団

### 2.2.1.6 水道メーター

キガリ市（顧客数 15,000 件以上の支店）においては年間 5%、キガリ市外の地方では年間 8% のメーター更新率、全国で合計約年間 15,000 件のメーター更新を目標としている。しかし、給水メーターの調達不足しているため、実際の更新数は 2019/2020 年度で約 5,000 件、2020/2021 年度で約 7,300 件にとどまっている（いずれも全国）。我が国計量法にみられるように給水メーターの交換義務（8 年）が存在するわけではないが、WASAC の無収水 5 年計画では過去の無収水技プロ等の経験から設置後 15 年以上経過したメーターを経年化メーターとしている。キガリ市の更新目標頻度の 5%（＝20 年更新サイクル）ではそもそも経年化メーターが毎年累積過剰になってしまう状態で、この目標も達成できていない。キガリ市の顧客増加率は年間 8~12% 程度であり、新規需要の増加も多いことから、更新の追い付かない原因として調達されたメーターが更新に回ってこない状況である

と説明できる。

本事業の対象地域に設置されているメーター総数は 15,500 であり、設置年のわかるものは 14,000 件である。このうち、事業完了時点（2026 年末）に設置後 15 年経過するメーターは約 7,500 件である。



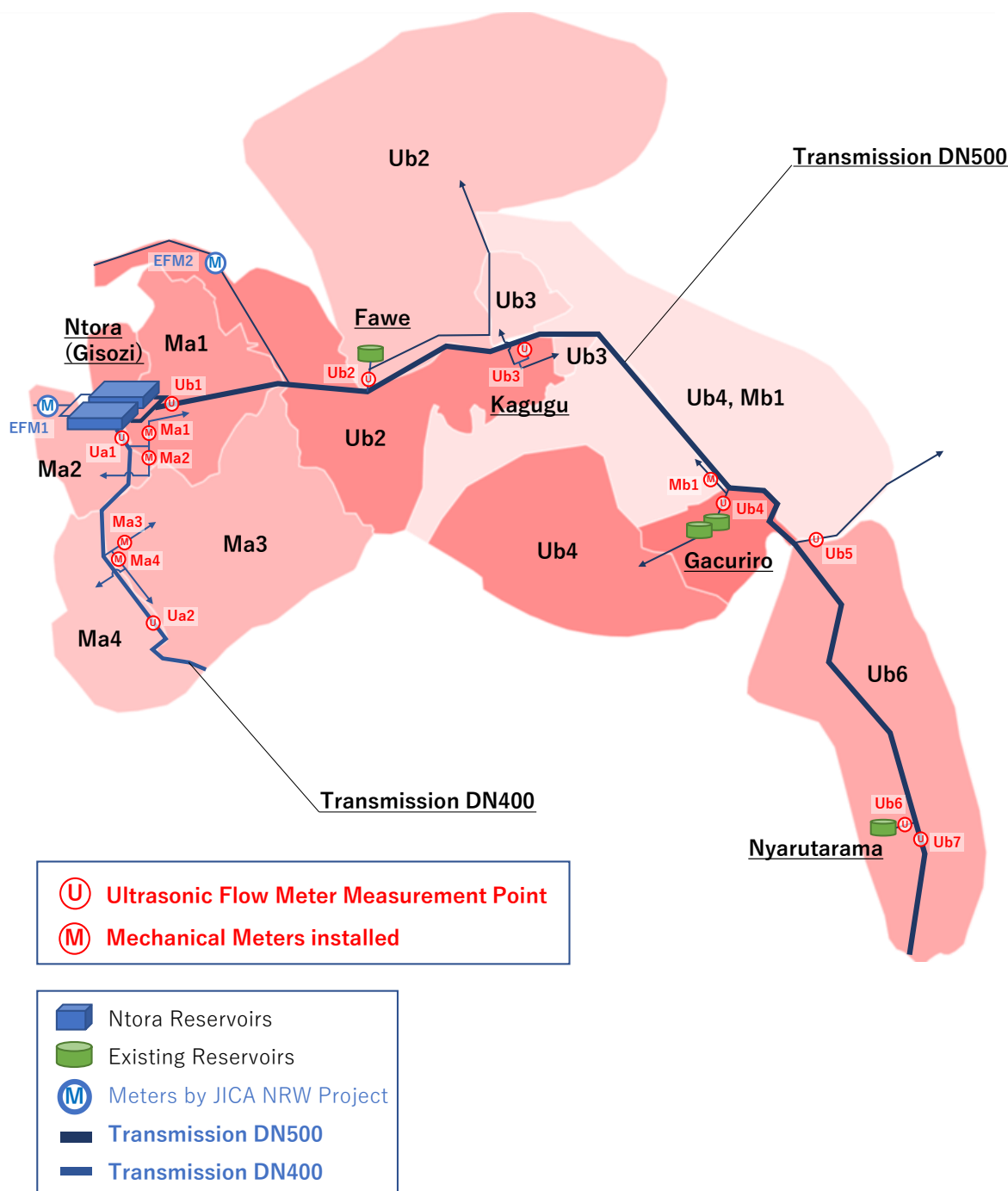
出典：調査団

図 2.2-15 ブロック化対象地域におけるメーターの設置年度（頻度および累積）

### 2.2.1.7 漏水量（無収水）ベースライン調査

本事業の対象地域は、本管および支管に区間流量計が設置されていないため、既存の送配水管路における漏水量（無収水）が把握されていない。このため、本準備調査では、ノトラ配水池の給水エリアにおける無収水量（率）と漏水量を把握することを目的としてベースライン調査を実施した。また、このベースライン調査結果から、事業実施後の結果と比較することで、事業から得られる効果を定量的に評価することも目的の一つである。調査対象はノトラ配水池からカチル方面に行く 400mm 送水本管（ライン A）と支管およびノトラ配水池からレメラ方面に行く 500mm 送水本管（ライン B）とその支管である。

測定方法について、まず、これらの 2 つの主要管路の流入・流出側と分岐部分に機械式流量計または超音波流量計を設置した（図 2.2-16）。無収水量（率）は測定した送水管及び支管の流量と WASAC 支店が保有する請求水量の比較により算出した。漏水量（無収水）は季節や測定時期によって変動する可能性があることから調査は複数回行い、2021 年 11 月から 2022 年 3 月までの期間に計 4 回実施した結果の中で最も信頼できる結果を採用した。ベースライン調査の概要を表 2.2-9 に示す。



出典：調査団

図 2.2-16 給水区域の概略図と流量測定位置

表 2.2-9 漏水量（無収水）ベースライン調査の概要

対象ライン	期間名称	測定期間	対象請求月	無収水率 (%)	測定誤差 (%) *	備考
A	第1回調査	2021年11月12日~14日	2021年11月	39.6%	-	送水管の流入・流出部分のみ測定し、分岐部分は測定していないため、測定値は参考程度とする。

対象ライン	期間名称	測定期間	対象請求月	無収水率 (%)	測定誤差 (%) *	備考
	第 2 回調査	2022 年 1 月 1 日 ~31 日	2022 年 1 月	39.8%	1.9%	Ua1 には WASAC の機械式流量計、Ma1~4 には本調査で設置した機械式流量計を用いて1か月間の測定値を取得した。Ua2 には2週間の流量測定を実施した。ただし、Ma2 については一部データが欠損している。
	第 3 回調査	2022 年 2 月 1 日 ~14 日	2022 年 2 月	37.3%	0.5%	Ua1 には WASAC の機械式流量計の値を用いた。Ma1~4 については、2 月 1 日~7 日は機械式流量計、2 月 8 日~14 日は超音波流量計を用いて計測した。2 月前半のみの測定となるため、測定値は参考程度とする。
	第 4 回調査	2022 年 3 月 1 日 ~29 日	2022 年 3 月	41.5%	1.2%	Ua1 には WASAC の機械式流量計、Ma1~4 には本調査で設置した機械式流量計を用いて約1か月間の測定値を取得した。長期間の測定結果であり最も信頼できる結果と考えられるため、ベースラインとして採用する。
B	第 1 回調査	2022 年 2 月 22 日~28 日	2022 年 2 月	42.1%	7.6%	測定期間が短く測定誤差が大きいため、測定値は参考程度とする。
	第 3 回調査	2022 年 2 月 22 日~28 日	2022 年 2 月	42.1%	7.6%	測定期間が短く測定誤差が大きいため、測定値は参考程度とする。
	第 4 回調査	2022 年 3 月 1 日 ~28 日	2022 年 3 月	37.0%	4.5%	測定期間が長く、欠損データが少ないため、ベースラインとして採用する。誤差も許容範囲である。

\* 「送水管の流入と対象区域外への流出部分の測定値の差分から算出したライン全体の流量」と「対象区域内の給水先に分岐している各支管の測定値の合計から算出したライン全体の流量」の差

出典：調査団

全体の無収水率のベースライン調査結果を表 2.2-10 に示す。最終的な結果としては、ライン A および B とともに最も測定期間が長くデータの信頼性が高いと考えられる 2022 年 3 月の調査（第 4 回調査）の結果を用い、事業対象地域全体での無収水率を 38.2%と推定した。

表 2.2-10 漏水量（無収水）ベースライン調査結果

	給水区域	口径 (mm)	流量実測値 (m <sup>3</sup> /d)	請求水量 (m <sup>3</sup> /d)	無収水量 (m <sup>3</sup> /d)	無収水率 (%)
A ライン	Gisozi	400	3,242	1,920	1,323	41.5%
B ライン	Fawe、Kagugu、Bastinado、Gacuriro、Nyarutarama	500	8,670	5,464	3,206	37.0%
全体*			11,950	7,380	4,570	38.2%

^数値は 10 m<sup>3</sup>/day 単位丸め。

出典：調査団

### 2.2.1.8 給水圧力

圧力調査は調査対象区域の顧客を離散的に抽出し圧力を測定することにより、調査対象地域の圧力状況を把握することを目的としている。30 の顧客給水栓と 1 の配水池場内給水栓に圧力センサとデータロガー（写真 2.2-3）を設置し、同時に給水状況や給水栓数、水圧等について聞き取り調査を

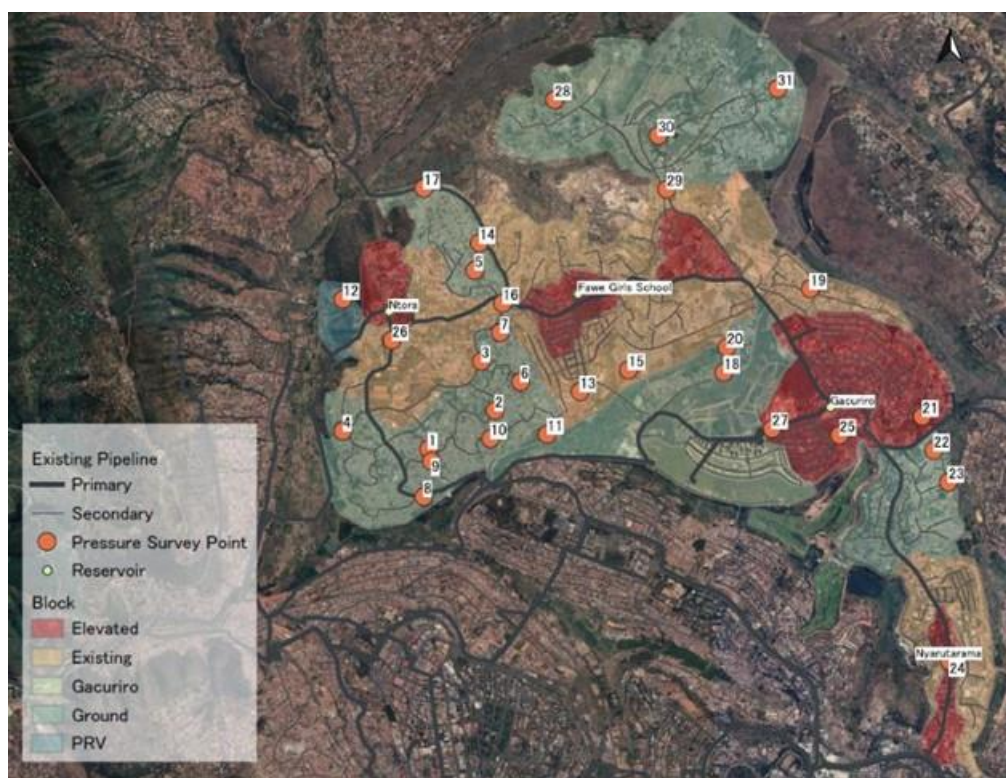
行った。また、給水圧等高線は最大静水圧で作成し、動水圧の測定は最小動水圧（ピーク時）に対して行いポイントデータで地図上にマッピングする。



出典：調査団

写真 2.2-3 設置した圧力センサとデータロガー

圧力調査対象地域と圧力を測定した給水栓位置を図 2.2-17 に示す。調査期間は 2021 年 11 月 19 日～2022 年 2 月 14 日である。



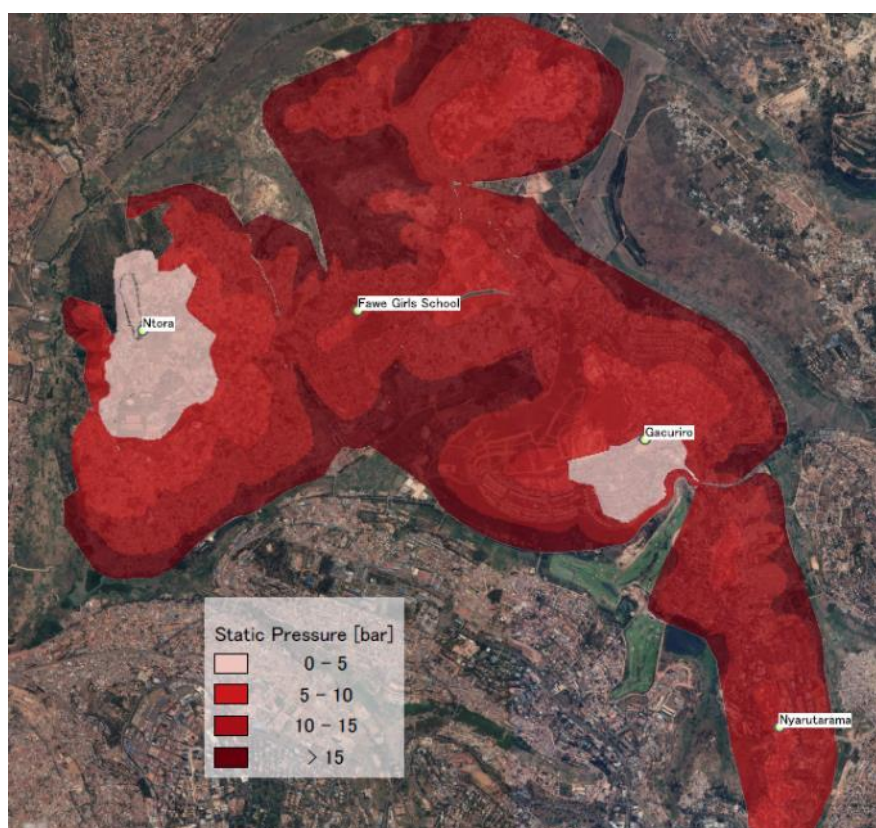
出典：調査団

図 2.2-17 圧力調査対象地域と圧力を測定した給水栓位置

最大静水圧は WASAC が保有する標高 DEM (Digital Elevation Model) データを参考にし、配水池との標高差から最大静水圧を求めた（図 2.2-18）。現在の運用では、Gacuriro の一部のエリアは Gacuriro 配水池からの給水であるが、他のエリアはすべてノトラ配水池からの直接配水であるため、



最大静水圧が高い地域が多く、約 20 bar に達する地域もある。



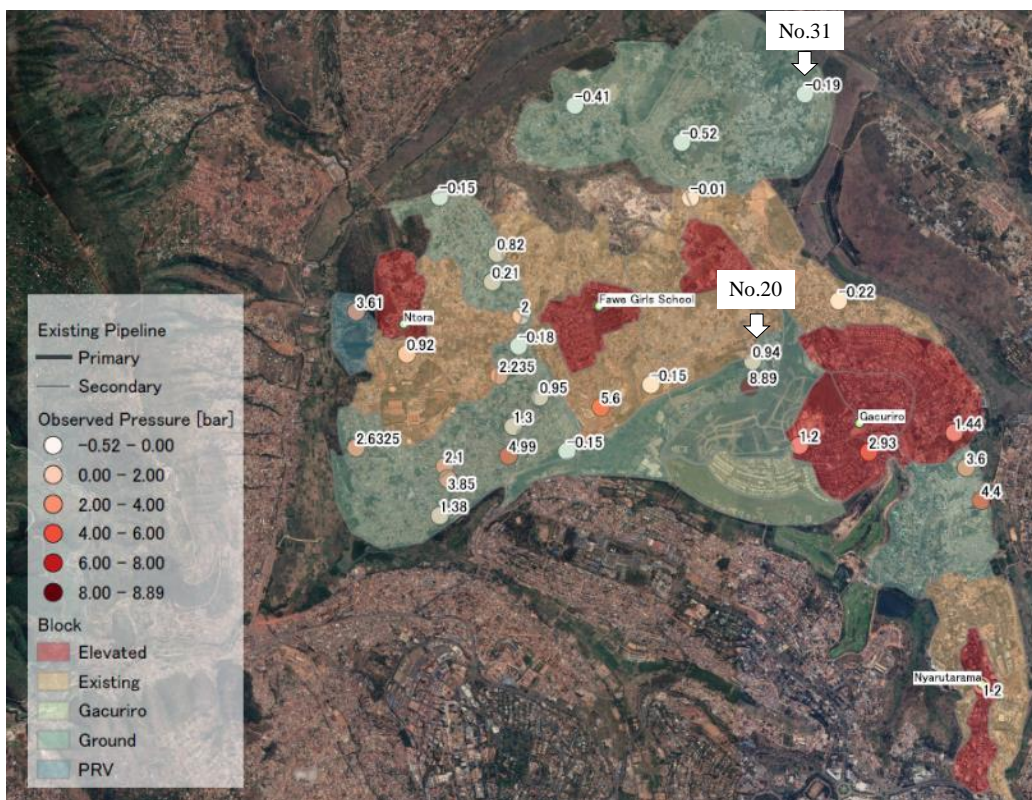
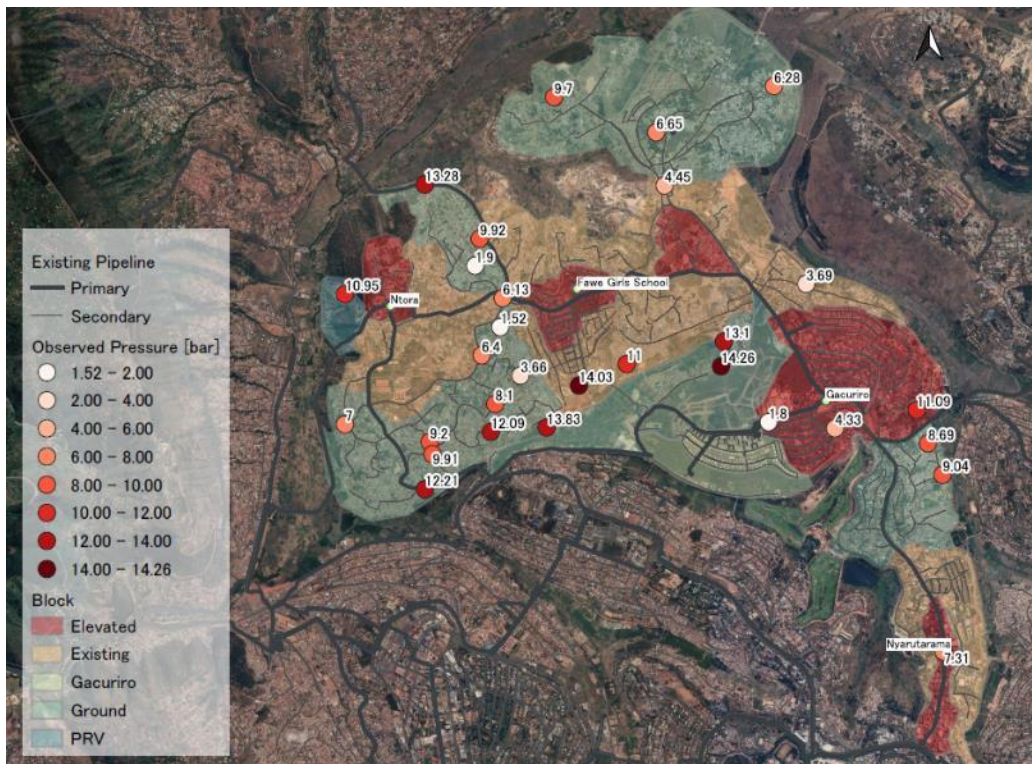
出典：調査団

図 2.2-18 事業対象地域の最大静水圧

各調査位置における（観測）最大水圧と最小動水圧を図 2.2-19 に示す。測定した最大水圧と標高差から求めた最大静水圧との差が数 bar 確認されたが、最大静水圧は完全に水が静止している状態を仮定している一方、実際には、夜間においても流れは完全に静止しておらず圧力損失があると考えられる。低区では特に圧力が高く、住民への聞き取り調査においても圧力の高さについて言及があり、多くの顧客が給水栓に減圧弁を設置していた。

一方、最小動水圧が低い世帯では、主に配水管口径の不足と漏水を原因として給水圧力が管路の途中で下降し、十分な給水圧力が得られていないと考えられる。なお、圧力調査と同時に実施した聞き取り調査の結果では、週に 7 日間給水があると回答した顧客は 30 世帯のうち 12 世帯のみであり、1 週間に 2 日程度しか水が来ていないと回答している顧客もあった。他方、対象地域では計画断水は実施されておらず、圧力低下やデータに現れない断水による補修等が原因で、顧客の実感としては連続給水が達成されていない。





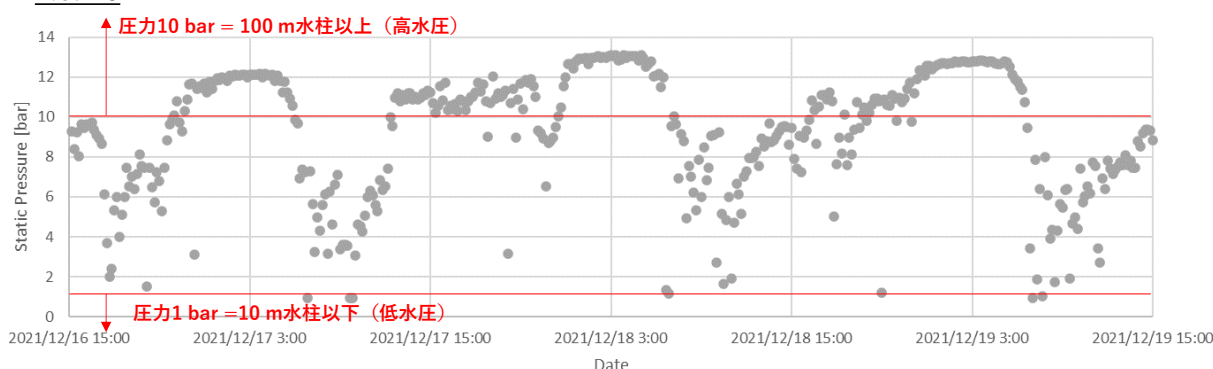
出典：調査団

図 2.2-19 最大水圧（上図）と最小動水圧（下図）

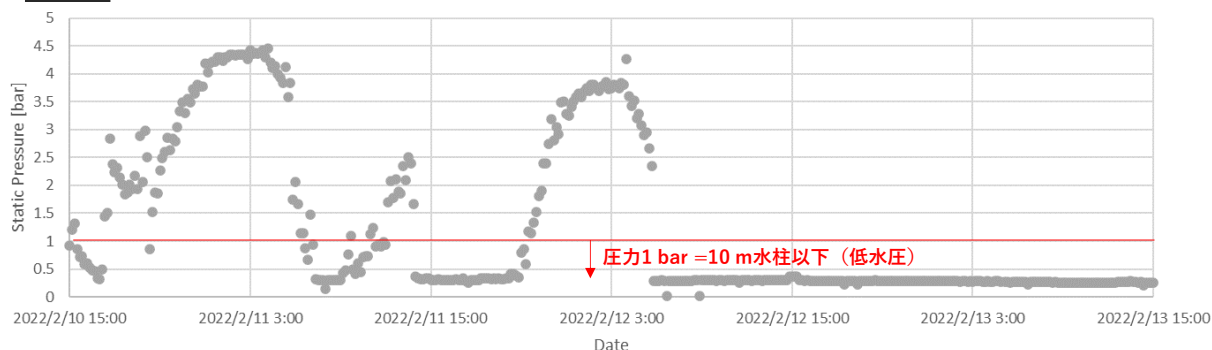
また、最大水圧と最小動水圧の差が大きい代表的な 2 か所（圧力センサ No.20, No.31）における水圧測定結果の時間変動（日内変動）を図 2.2-20 に示す。

圧力センサ No. 20 と 31 のケースにおいて、10 bar（100 m 水柱）を超える非常に高い静水圧と 1 bar（10m 水柱）を下回る動水圧が同じ日に確認されている。また、No.31 のケースでは夜間を除く 1 日のほとんどの時間給水圧力が低い状態である。この原因は、給水までに外径 25mm~40mm の給水管を数 km 経由しているためであると考えられる。ピーク時間帯には同時使用者数が多く圧力が低くなっている。また、No.20 のケースでは給水圧力を高く保持するために配水池を「バイパス」して、送水管からの直接圧力を利用している状況が確認できた。このような高水圧・低水圧の最大の原因は場当たりの拡張されてきた配水管システムによるもので、配水ブロック化による給水圧力の安定化を見込むことができる。

### No. 20



### No. 31



出典：調査団

図 2.2-20 圧力調査結果（圧力センサ No.20 および No.31 における時間変動）

#### 2.2.1.9 レメラ Golf 8 の水供給の状況

本事業の事業背景として、2019 年~2020 年時点でのマスタープラン調査の中での案件形成時点において、ノトラ配水池からレメラ Golf 8 配水池に至る地域で、給水量不足による厳しい計画断水（給水制限で給水されない頻度が週に 4~6 日程度）が対象地域および周辺地域に広がっており、重要な課題とされていた。特に、レメラ Golf 8 付近では、ノトラ配水池からの送水管の能力不足と東側のカレンゲ浄水場からの給水量の不足により常に給水量不足にあり、給水区域の給水制限の頻度が高かった。このような背景を元に、ノトラ配水池からレメラ Golf 8 までの送水管を拡張するとい

うスコープが検討されていた。

マスタープラン時点で不足していた情報として、計画当時通水していなかったカンゼンゼ浄水場の通水によりどの程度地域の給水制限が緩和されるのかがあり、本準備調査のなかでその状況について調査し必要性を検討した。

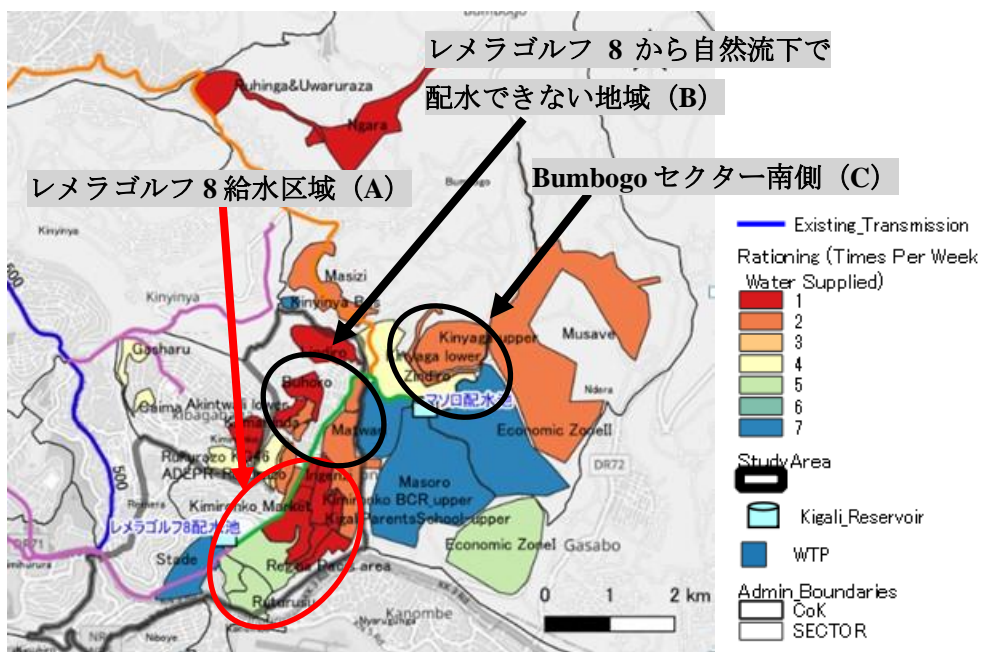
#### 2.2.1.10 レメラ Golf 8 配水池給水区域の制限給水の状況

WASAC から受領した過去 1 年分の制限給水状況のデータを解析した結果、2020 年末時点での制限給水が最も厳しい地域（週 1~2 回給水）はレメラ Golf 8 から自然流下で配水できる東側から北側の市街地(A)であったが、カンゼンゼ浄水場の本格稼働が 2021 年 5 月頃であり、2021 年 11 月時点では既に解消された地域が多い（図 2.2-21）。それ以降である 2021 年 11 月時点での制限給水の最も厳しい地域は、レメラ Golf 8 配水池から北東に位置する地域で、レメラ Golf 8 から直接配水できない地域(B)（Ingenzi、Buhoro 周辺）、Bumbogo セクターの南側（Masizi、Mausave、Kinyaga）(C)であった。特に、Bumbogo セクター内は、週に 1 回~3 回程度しか給水されていない。WASAC からの聞き取り結果からも、レメラ Golf 8 周辺の給水状況はカンゼンゼ浄水場の運転開始後に改善しており、給水制限が多い地域は Bumbogo セクターであるとのことであった。

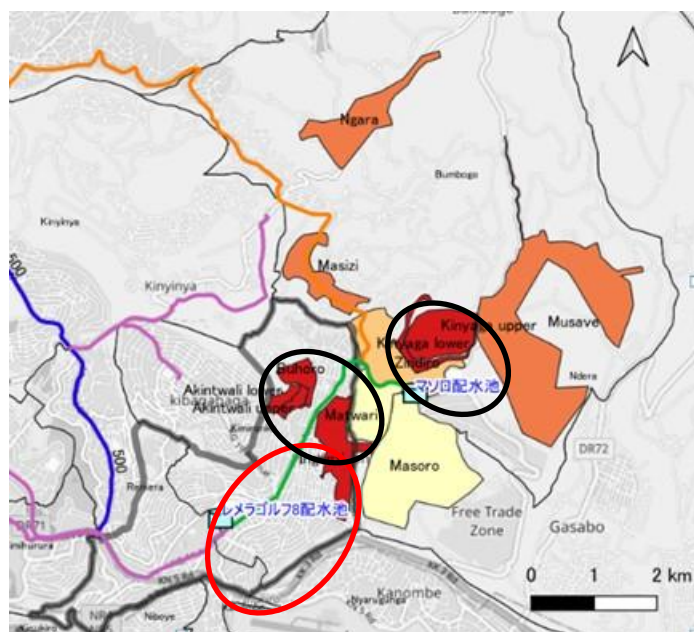
なお、図 2.2-21 では給水制限状況が悪化したように見える地域もあるが、これは週による変動と考えられる。週による変動と考えられる理由として、2021 年 6 月から 11 月までの制限給水の状況を表 2.2-11 に示す。給水状況が悪化したとみられる地域では、給水回数に若干の変動はあるが概ね週に 1 回~3 回の範囲で変動している。このように給水回数変動が多いので、データから確実に改善している裏付けがとれたとは言い難いが、得られるデータの範囲では、少なくともレメラ Golf 8 付近での給水状況が現段階で改善されつつあることがわかる。



2020年12月



2021年11月



注：数字は1週間あたりの給水回数（1=週1回給水、7=週7回給水）

出典：調査団

図 2.2-21 計画断水（Rationing Program）の実施状況



表 2.2-11 レメラ支店の給水制限の状況（2021年6月~11月）

REMERA Branch Water rationing (June-October 2021)																											
Location	June					July					August					September				October				November			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
Kageyo	2	1	4	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Isangano	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Buhoro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kinyaga upper area	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
Akintwali lower area	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Akintwali upper area	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kinyaga lower area	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Musave	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Rindiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ngara	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Uwaruraza	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Masizi	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Gishaka	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gisasa	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Zindiro (Kariza)															1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Masoro																			4	4	4	4	4	4	4	4	5
Matwari lower																			2	2	2	2	2	2	2	2	2
Matwari middle																			1	1	1	1	1	1	1	1	2
Matwari upper																			1	1	1	1	1	1	1	1	1
Akintwali middle																											

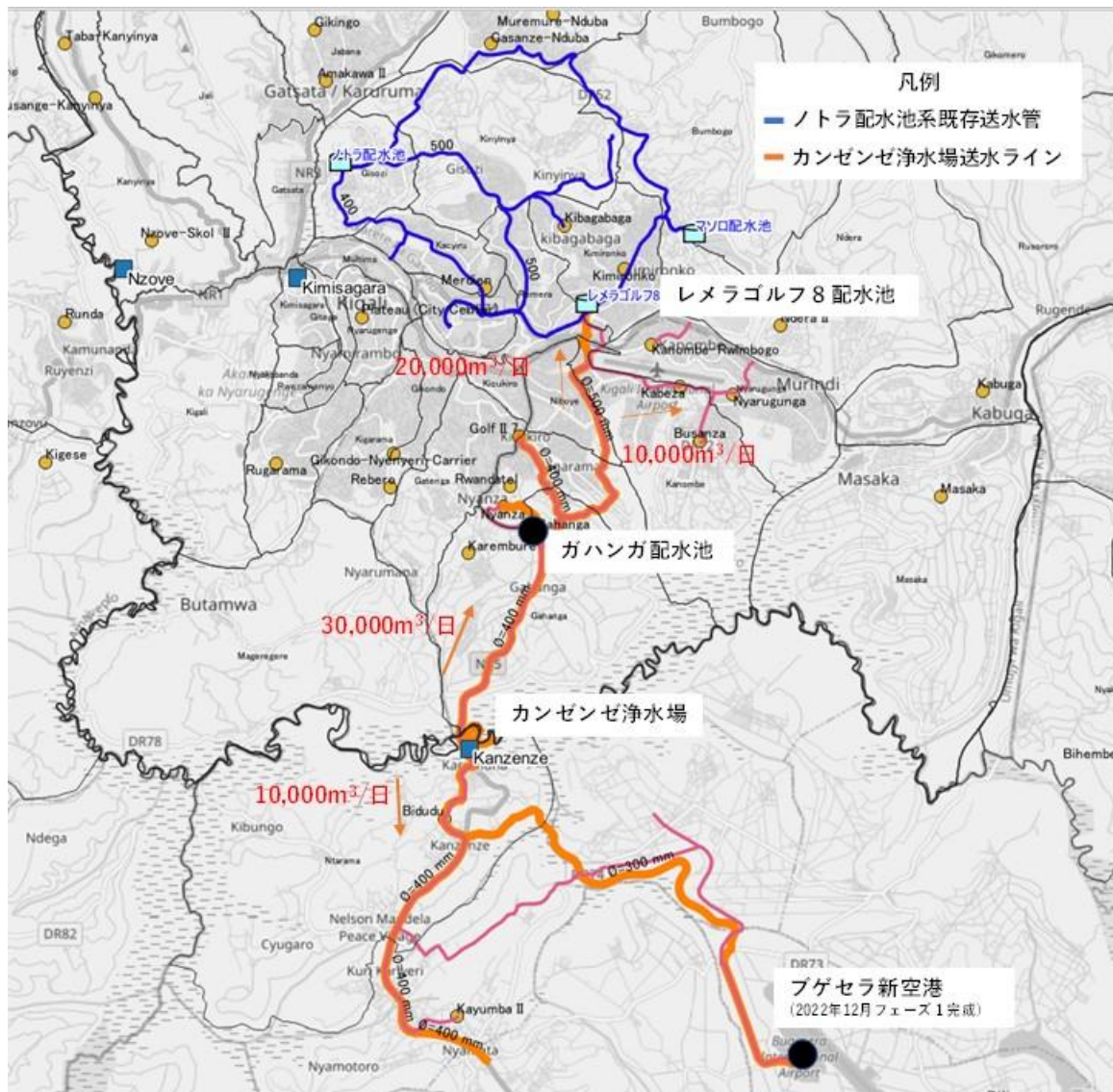
注：数字は1週間あたりの給水回数（1=週1回給水、7=週7回給水）

出典：調査団

### 2.2.1.11 カンゼンゼ浄水場の供給水量

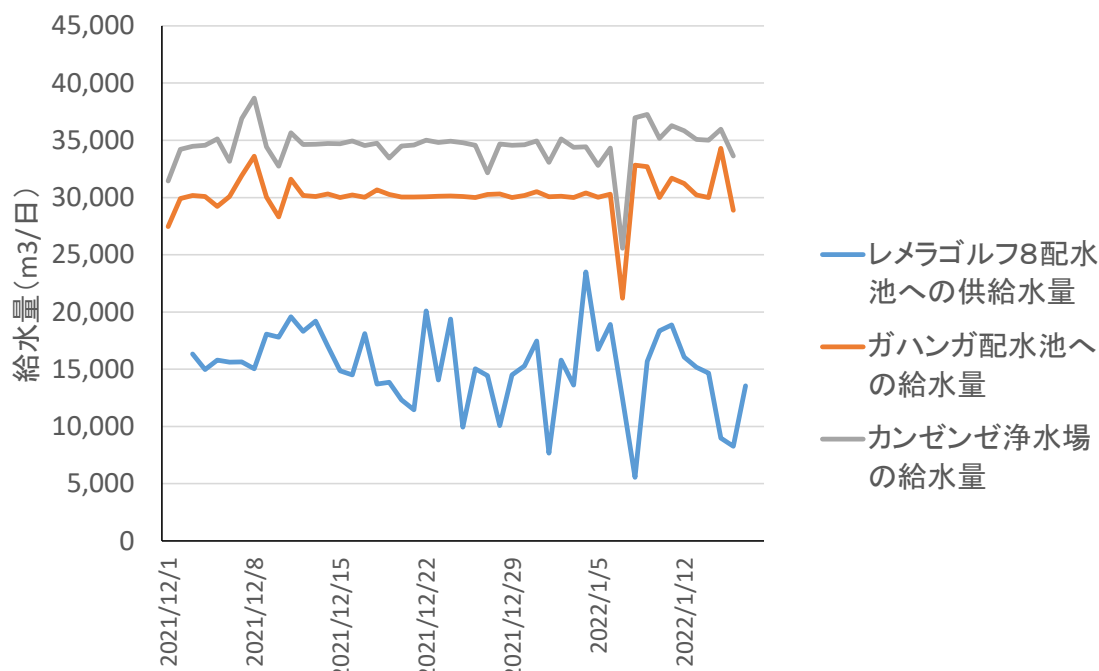
カンゼンゼ浄水場は PPP によるバルク給水の浄水場で、2021年2月10日に通水開始し、現在約日平均水量 35,000 m<sup>3</sup>/日をキガリ市および Bugesera 県に給水している。カンゼンゼ浄水場からの送水系統を図 2.2-22 に示す。カンゼンゼ浄水場からの送水系統は北側のキガリ市方面と、南側の Bugesera 新空港（フェーズ1：2022年12月完成予定）方面の2系統に分かれている。キガリ市方面への送水は全て標高の高い場所（標高約 1,580m）に位置するガハンガ配水池で全量受け、そこから自然流下で西側の Nyanza 配水池、北側の Kicukiro Golf7 配水池、レメラ Golf 8 配水池、東側の既存 Kanombe 空港側に送水する。レメラ Golf 8 配水池、キガリ市方面への設計送水能力は 30,000 m<sup>3</sup>/日であり、Bugesera 新空港側への送水能力は、残りの 10,000 m<sup>3</sup>/日である。レメラ Golf 8 配水池まではガハンガ配水池から口径 400mm の送水管が建設されており、設計送水能力は 20,000 m<sup>3</sup>/日である。

現状のカンゼンゼ浄水場からの送水量を図 2.2-23 に示す。北側キガリ市への給水量は 30,000 m<sup>3</sup>/日の設計水量全量が送水されているが、南側の Bugesera 空港への送水量は、空港が完成していないため約 5,000 m<sup>3</sup>/日の平均給水量にとどまっている。キガリ市への給水のうちレメラ Golf 8 配水池への給水量は、平均約 15,000 m<sup>3</sup>/日が供給されている。レメラ Golf 8 配水池への給水量は日変動が大きい、キガリ市側への給水量の約 45%（中央値）を占めている。



出典：調査団

図 2.2-22 カンゼンゼ浄水場からの送水系統図



注: レメラ Golf 8 配水池の受水量は記録の欠損を補うため 3 日間移動平均で示した。

出典: 調査団

図 2.2-23 カンゼンゼ浄水場からの送水量

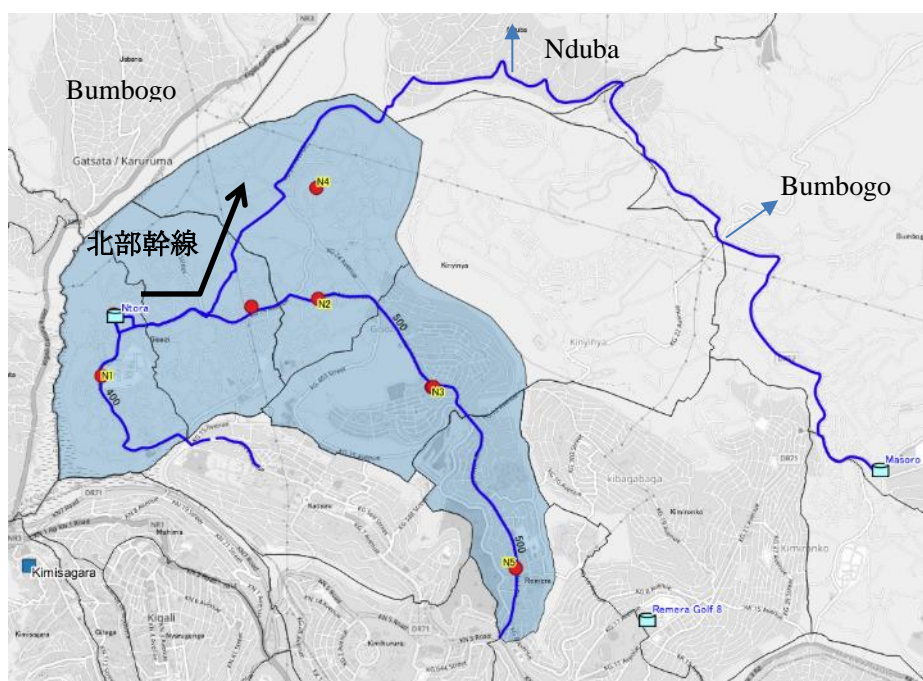
### 2.2.1.12 北部幹線の現状と本事業スコープの検討

調査開始時点では、ノトラ配水池からレメラ Golf 8 配水池間の送水管の一部増強を想定していた。しかし、対処方針では、両配水池間の送水量に影響を与える関連事業が進んでいることから、本準備調査での調査結果を踏まえ、ノトラ配水池からレメラ Golf 8 配水池への必要な送水量を確認し、送水管の増強を検討するとしていた。既存送水管（口径 500mm）の対象地域終点からレメラ Golf 8 への送水管の件について、既存の送水系統から西側 Kimihurura 配水池への送水量が比較的多いことがわかった。したがって、当初スコープとして考えられていたレメラ Golf 8 への送水管は不要であると判断し、スコープより削除した。

北部幹線は、AfDB の借款事業（Sustainable Water Supply and Sanitation Program）によって建設された総延長約 17km の管路であり、2021 年 12 月現在建設中・部分通水試験中であり、2022 年中に完工予定である。この AfDB 借款プロジェクトは、主な建設パッケージを単一の設計施工（Design Build）によって発注しており、総額約 200 億円以上の建設契約を単一建設会社（中国中铁）が請け負っている。北部幹線計画は AfDB 借款当初から「Section 3」として契約に含まれていたが、当初は口径 400mm~500mm の管路として計画が進められていた。この北部幹線はルート・口径が度々変更されていたが、2021 年 12 月の調査結果では、口径 500mm~600mm の管路に 1 段階口径が増径されており、給水能力が大幅に拡大していた。

なお、北部幹線の主要な送水先は、Nduba セクター、Bumbogo セクターであり、終点が Masoro 配水池となっている。Nduba・Bumbogo の両セクターの需要量（1 日平均給水量）は 2030 年時点で約

2,300 m<sup>3</sup>/日および 7,000 m<sup>3</sup>/日であるが、北部幹線の送水量は約 18,100~21,100 m<sup>3</sup>/日と想定されるため十分な送水能力がある。ただし、北部幹線の途中で給水される Nduba・Bumbogo セクターは需要点が Ntora 配水池よりも高い標高に位置しており、増圧給水が必要となる。Nduba セクターは AfDB のプロジェクトで配水池・配水管の整備が行われているが、Bumbogo セクターでは配水池・配水管建設の予定がない。北部幹線から Bumbogo セクターへのポンプによる送水量は現状約 1,440m<sup>3</sup>/日程度しかなく、施設整備のニーズがある。しかし、ブロック化対象地域から離れていて「飛び地」のような形になっており、かつ、AfDB の進行中の工事の完成を前提とするため本無償事業に含めることは難しい。



出典：調査団

図 2.2-24 北部幹線のルート

### 2.2.1.13 レメラ Golf 8 への送水管建設の必要性

調査開始時点では、ノトラ配水池からレメラ Golf 8 配水池間の送水管の一部増強を想定していた。しかし、対処方針では、①レメラ Golf 8 配水池以下の給水状況がカンゼンゼ浄水場の通水にともなって既に改善されていること、②カンゼンゼ浄水場の供給水量は安定しており当面喫緊の課題はないこと、③北部幹線管路の建設によってノトラ配水池からの送水量が拡張されていることから、余剰水量は柔軟に運用できること、また事業対象地域の需要増が想定より多いことから、漏水削減による余剰水量は事業対象地域で活用することができること（3.2.1.2 水需要予測参照）が明らかとなった。したがって、当初スコープとして考えられていたレメラ Golf 8 への送水管は不要であると判断し、スコープより削除した。



表 2.2-12 レメラ Golf 8 への送水管建設の必要性に関する説明

項目	レメラ Golf 8 への送水管建設の必要性に係る判断（不要とする理由）
レメラ Golf 8 配水池給水区域の計画断水の状況	・レメラ Golf8 の配水区域の計画断水はカンゼンゼ浄水場の稼働に伴いほぼ解消されており、深刻な給水不足の状況にあるとはいえない。 ・非計画断水についての情報は充分には得られないが、WASAC からの聞き取りによると、給水状況は改善されており喫緊の問題はないとされる。
カンゼンゼ浄水場の供給水量	カンゼンゼ浄水場は 2022 年 2 月に通水開始以降安定して給水している。レメラ Golf 8 からの給水に十分な水量が供給されており、当面喫緊の問題はない。
北部幹線の現状	北部幹線は順調に施工が進んでおり、調査時点で一部通水を開始している。当初想定以上の送水可能量があるため、本事業の対象地域で漏水削減した場合にノトラ配水池の水が余ってしまう事態は考えにくい。
その他	事業対象地域（Gisozi ~ Nyarutarama）の水需要の増加予測が想定より大きく、漏水削減を行った部分の余剰供給量は、対象地域の新規接続・給水改善で消費される推定である。したがって、新しい送水先を建設しなくとも、漏水削減をすることで給水の改善にただちに貢献できる。

出典：調査団

### 2.2.1.14 見かけの無収水（コマーシャル・ロス）

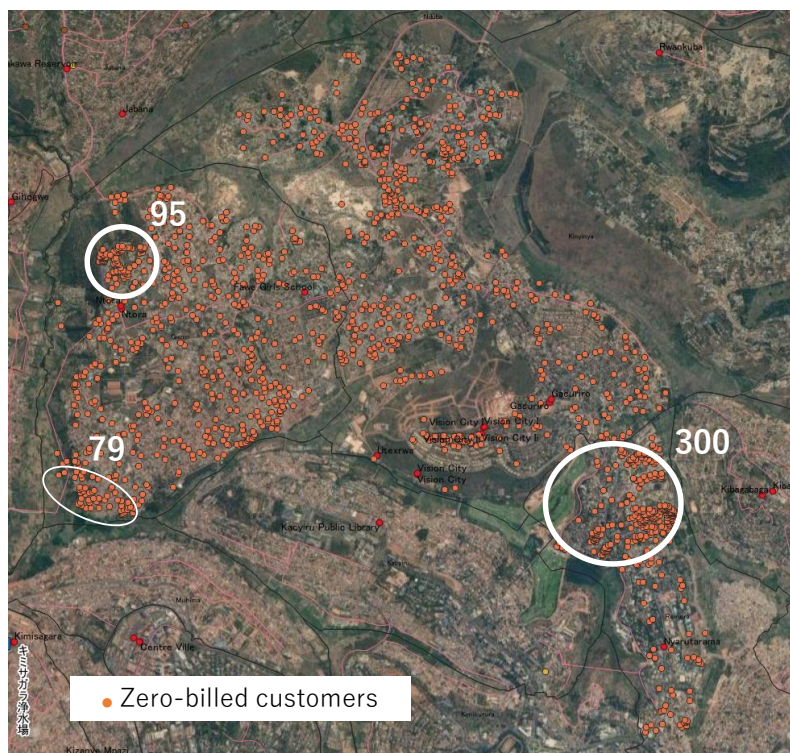
対象地域の見かけの無収水（コマーシャル・ロス）については、検針誤差と盗水によるものが考えられる。WASAC の無収水対策チームによると、4-8%がメーター検針誤差（計量・集計誤差）を原因とし 2-5%が違法接続（非認定給水）を原因としているとされている。過去の無収水技プロのデータからは、具体的な見かけ無収水率は 3.6%（Ruyenzi 地区）および 5.3%（Kadobogo 地区）と推定している。これらのデータから、本事業におけるベースラインとしてのコマーシャルロス、5.5%（Kadobogo 地区の実績データを丸めた値）を採用する。

過去の無収水技プロの知見からは、機器誤差による誤差は正方向・負方向の誤差が打ち消し合うためにわずかであり、検針誤差の多くは地形的問題や顧客への立ち入りなどの問題により適切な検針が行われていないことが最大の要因と考えられている。

これらの不正検針の問題に加えて、違法接続、集計の誤差など様々な問題は、多くが顧客システム上で請求水量が記録されていない顧客に集中しているとみられる。他方、カチル支店からの聞き取りによると、約 1 割程度の顧客が現在無効な（存在しない）状態になっている。無効な状態になっている原因は、給水停止後再接続されていない、顧客が退去している、家庭に立ち入りできないので検針できないなどの理由が挙げられているが、顧客情報システム上理由を確認することはできない。このような無効な顧客と違法接続集計の誤差などは原因の分解と特定ができていないまま、数か月以上請求水量がゼロのまま放置されていることから「ゼロ請求顧客」の問題と呼ばれている。

本事業でのブロック化対象地域における 15,500 件のうち約 10%の 1,527 件が少なくとも 2021 年 9 月~11 月の 3 か月間以上請求水量がゼロである。無収水技プロの知見に鑑みると、その多くが給水停止（Disconnect）された顧客またはメーター故障後に交換がされておらず、再接続できていない世帯であると考えられる。また、ゼロ請求顧客は一般的に比較的收入の低い層が居住している地域にも集中している状況が、GIS 上で確認できる（図 2.2-25）。再接続がなされていない課題の背景には、顧客の経済的課題および WASAC が更新用の水道メーターを適切に調達できていないことが挙げられる。





出典：調査団

図 2.2-25 ブロック化対象地域におけるゼロ請求顧客の分布と顧客の集中する場所

## 2.2.2 自然条件

### 2.2.2.1 気象条件

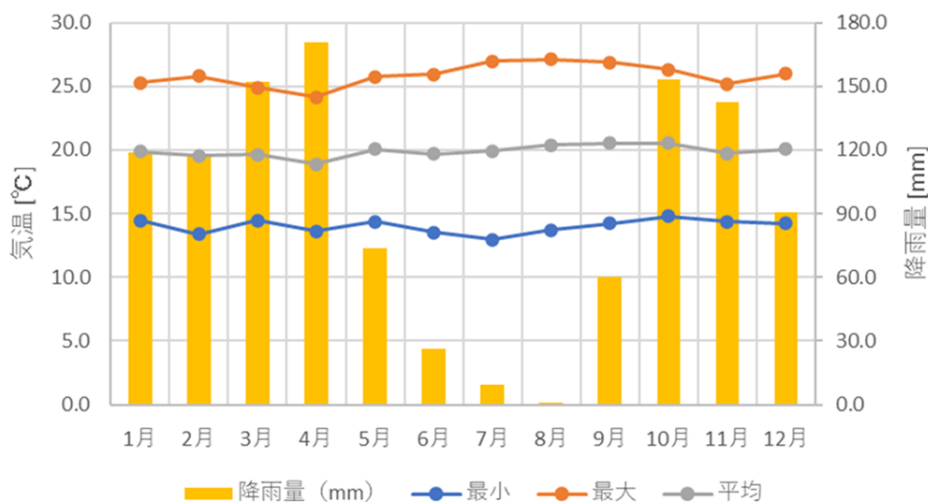
ルワンダ国キガリ市は赤道から南緯数度に位置するが、標高が高いため、温暖な熱帯気候である。季節区分は、小乾期（1月から2月）、大雨期（3月から5月）、大乾期（6月から9月）、小雨期（10月から12月）で構成されている。キガリ市における2020年の月別最高・最低・平均気温と2019年の降雨量を表 2.2-13 と図 2.2-26 に示す。最低気温は13℃から15℃、最高気温は24℃から27℃、月平均気温は19℃から21℃で推移している。年間の月平均気温・降水量を表 2.2-13 に示す。本事業には、河川水位等に大きな影響を受けるコンポーネントは含まれていない。

表 2.2-13 キガリ市における月別最高・最低・平均気温と降水量

月	平均最低気温 (°C)	平均最高気温 (°C)	平均気温 (°C)	月降水量(mm)	季節区分
1月	14.5	25.3	19.9	118.8	小乾期
2月	13.4	25.8	19.6	117.5	
3月	14.5	24.9	19.7	152.3	大雨期
4月	13.6	24.2	18.9	170.9	
5月	14.4	25.8	20.1	73.9	
6月	13.5	26.0	19.7	26.3	大乾期
7月	13.0	27.0	19.9	9.5	
8月	13.7	27.1	20.4	1.1	
9月	14.3	26.9	20.5	60.4	
10月	14.8	26.3	20.5	153.2	小雨期

月	平均最低気温 (°C)	平均最高気温 (°C)	平均気温 (°C)	月降水量(mm)	季節区分
11月	14.4	25.2	19.7	142.6	
12月	14.2	26.0	20.1	90.6	
平均	14.0	25.9	19.9	93.1	

出典：調査団



出典：調査団

図 2.2-26 キガリ市における月別平均最高・平均最低・平均気温と降雨量

### 2.2.2.2 地質

対象地域の地質は花崗岩と変堆積岩を基盤として、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、低地と湿地帯では沖積土が見られる<sup>8</sup>。特に低湿地帯では、腐食性の高い泥土となっているが、本調査では低湿地帯および河川の横断等は生じないため大きな影響は予想されないことから、配水池位置の構造物基礎の検討を目的として土質調査を行った。本準備調査で行ったボーリング調査結果の概要を写真 2.2-4 に示す。ボーリング調査は全ての配水池・高架水槽建設予定位置で行ったが、結論として全ての位置において直接基礎での建設が可能な程度の良い土質であると判断された。全ての配水池建設予定地は、低湿地帯と比較して標高 100~300 m 程度高い位置にある丘陵地の地山である。土質概況としては、表土埋土を除いて全体的に硬いシルト質砂質土～シルト質粘性土である（図 2.2-27 および写真 2.2-5）。また、調査時期は 12 月~4 月の小雨季~小乾季<sup>9</sup>~大雨季であるが、調査したボーリング地点で地下水は確認されていない。

<sup>8</sup> キガリ市ンゾペーノトラ間送水幹線強化計画準備調査報告書より

<sup>9</sup> 通年は 1~2 月は小乾季とされるが、2022 年調査時点の同時期は降雨が多かった。



出典：調査団

写真 2.2-4 土質調査概況

調査地点	BH2 Nyarutarama	BH4 Gacuriro	BH7 Kagugu	BH8 Batsinda	
坑口標高	1473.1m	1497.3m	1482.3m	1495.4m	
地下水位	確認されず	確認されず	確認されず	確認されず	
掘削深／標準貫入試験結果 (N値)	1m	11	20	11	35
	2m	19	13	14	34
	3m	19	9	19	38
	4m	22	23	21	37
	5m	25	20	26	45
	6m	20	18	35	44
	7m	21	17	16	48
	8m	24	24	16	46
	9m	23	23	30	49
	10m	19	24	16	43
	11m	17	21	15	38
	12m	24	39	21	37
	13m	27	33	23	36
	14m	36	36	26	42
	15m	28	33	37	39
	16m	26	44	37	35
	17m	23	40	37	40
	18m	21	34	41	38
	19m	25	37	40	40
20m	31	36	44	42	

出典：調査団

図 2.2-27 土質調査結果の概要



出典：調査団

写真 2.2-5 ボーリングコア概況 (BH No.2 Nyarutarama1~5m)

## 2.2.3 環境社会配慮

### 2.2.3.1 環境影響評価

#### 2.2.3.1.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業は JICA 「環境社会配慮ガイドライン」 (2010 年 4 月) において環境カテゴリ B に分類される。また、ルワンダ国関連法 (Ministerial Order No 001/ 2019 of 15/04/2019 establishing the list of projects that must undergo environmental impact assessment, instructions, requirements and procedures to conduct environmental impact assessment) によると、上水道事業は EIA の実施が必要な事業のリストには含まれていないが、2022 年 3 月に調査団が EIA 承認機関である Rwanda Development Board (RDB) に EIA 申請書を提出し、現地視察の後個別協議した結果、用地取得が含まれていることから事業承認にあたりフル EIA が必要との結論となった (2022 年 3 月に EIA 調査 ToR 決定)。本事業に関する EIA 調査は、JICA 調査団及び RDB に登録された現地コンサルタント (Bureau for Environmental and Environmental Studies/ BESST Ltd) の支援を受け、WASAC より実施し、EIA 報告書は 2022 年 7 月に RDB へ提出し、同 7 月 29 日付で承認を得ている。なお、EIA 調査報告書および ARAP は 2022 年 7 月より WASAC ホームページ上で公開されている。

#### (1) 事業コンポーネント

配水ブロック化においては、ブロック内の 6 箇所の配水池を運用し、配水管の更新を行う。また、配水池 1 か所および高架水槽 1 か所を新たに建設する。

なお、「2.2.1.12 北部幹線の現状と本事業スコープの検討」に示した通り、当初の計画では送水管強化のために RDB ジャンクションとレメラ Golf 8 間に送水管を新たに布設する予定であったが、本準備調査でその必要性を検討した結果、事業のスコープから除外された。環境社会配慮調査を開始したのち、準備調査の途中段階で除外されたという経緯と、将来的に WASAC が独自に送水管を実施する際に EIA を参照することができる可能性を考慮し、EIA 調査では RDB ジャンクションとレメラ Golf 8 間に送水管布設も調査対象コンポーネントに含めた。そのため附属資料の EIA 報告書では送水管布設コンポーネントの環境影響評価結果と環境管理計画が記述されている。

#### 計画の概要及び仕様

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。

- 配水ブロック化のための配水池・高架水槽建設
- 配水管網整備・更新
- 配水 2 次管および給水管布設工事



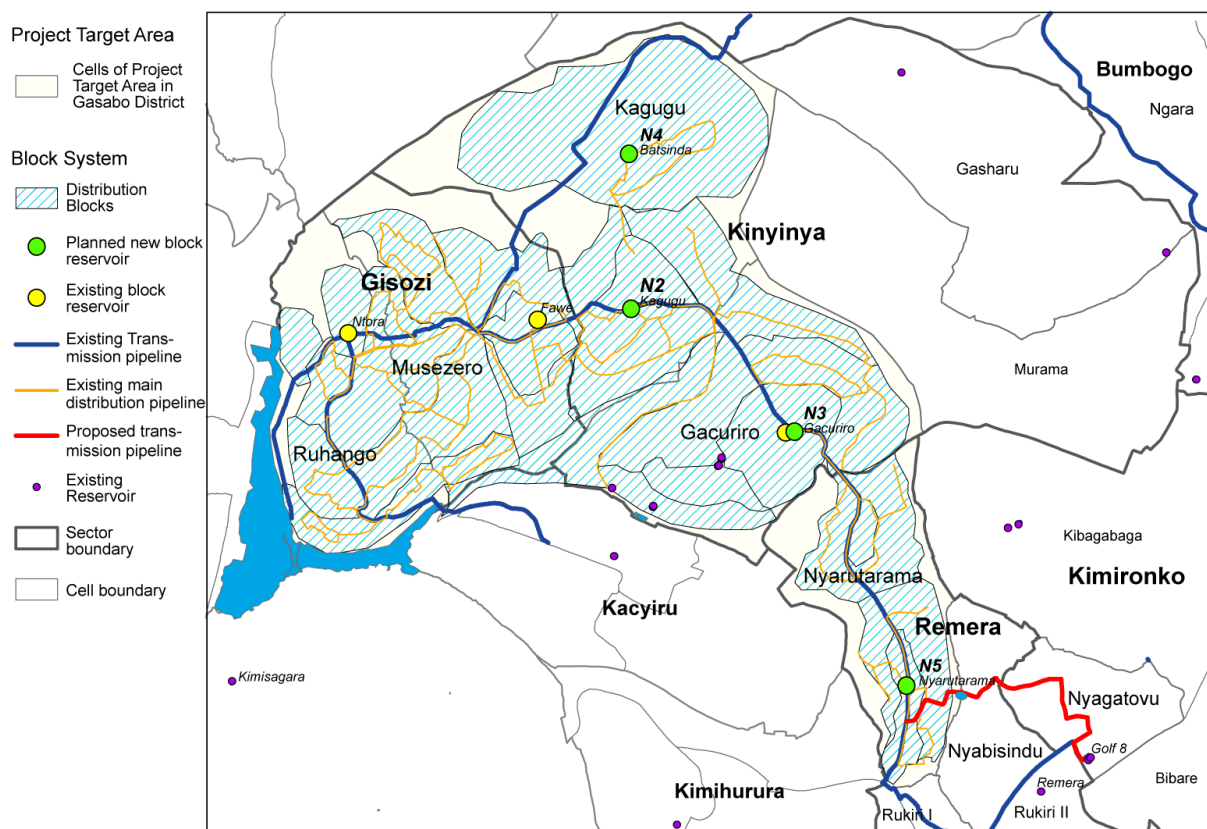
## (2) 事業対象地域

実施対象地域は Gasabo 郡の表 2.2-14 に示す 5 つのセルである。

表 2.2-14 事業対象地域

District	Sector	Cell	事業対象 エリア	レメラ Golf 8 からの送水 管布設 ※除外
Gasabo	Gisozi	Musezero	✓	
		Ruhango	✓	
	Kinyinya	Gacuriro	✓	
		Kagugu	✓	
	Remera	Nyarutarama	✓	✓
		Nyabisindu		✓
	Kimironko	Nyagatovu		✓

出典：調査団



出典：調査団

図 2.2-28 事業対象地域

## (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。

- 配水ブロック化のための配水池・高架水槽建設
- ブロック配水システム内の配水管更新
- 既存送水管改修



### 2.2.3.1.2 ベースとなる環境社会の状況

#### (1) 住民意識調査の概要と調査結果

本事業では 5 つのセルにわたるエリアで配水ブロック化と送水管布設を行う計画となっている。第 2 次現地調査では、これらの 5 つのセルに周辺の 9 つのセルを加え計 14 のセルの居住世帯を対象に、給水や水利用などの状況についての住民意識調査を行った。調査概要と主な調査結果を以下にまとめる。

#### 1) 世帯調査の概要

世帯調査の概要を表 2.2-15、表 2.2-16、図 2.2-29 にまとめる。

表 2.2-15 世帯調査の概要

調査目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業エリア及び周辺エリアにおける利用水源（給水への Accessibility）や水利用状況の把握</li> <li>WASAC による給水サービスの状況（配水量変動や水質）や給水サービスに対する利用者の意見把握</li> <li>調査対象者の支払可能額及び支払意思額の把握など</li> </ul>
調査対象者	以下の表に示す 14 のセルに居住する世帯
調査方法	標本調査（訪問によるインタビュー調査）
調査日程	2022 年 1 月 17 日－2022 年 2 月 4 日
サンプル数	300
質問項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>飲料水及び生活水の水源</li> <li>各戸給水を受けている人対象 <ul style="list-style-type: none"> <li>給水状況、水利用、給水サービスについての考えなど</li> </ul> </li> <li>各戸給水を受けていない人 <ul style="list-style-type: none"> <li>水汲みの状況、水容器管理など</li> </ul> </li> <li>水道料金支払可能額・支払意思額</li> <li>手洗いについて</li> <li>ジェンダー</li> <li>都市インフラ（給水含む）の重要度</li> <li>生活スタイル（家電製品や耐久消費財の所有状況、普段利用するメディアなど）</li> <li>回答者について</li> </ul>

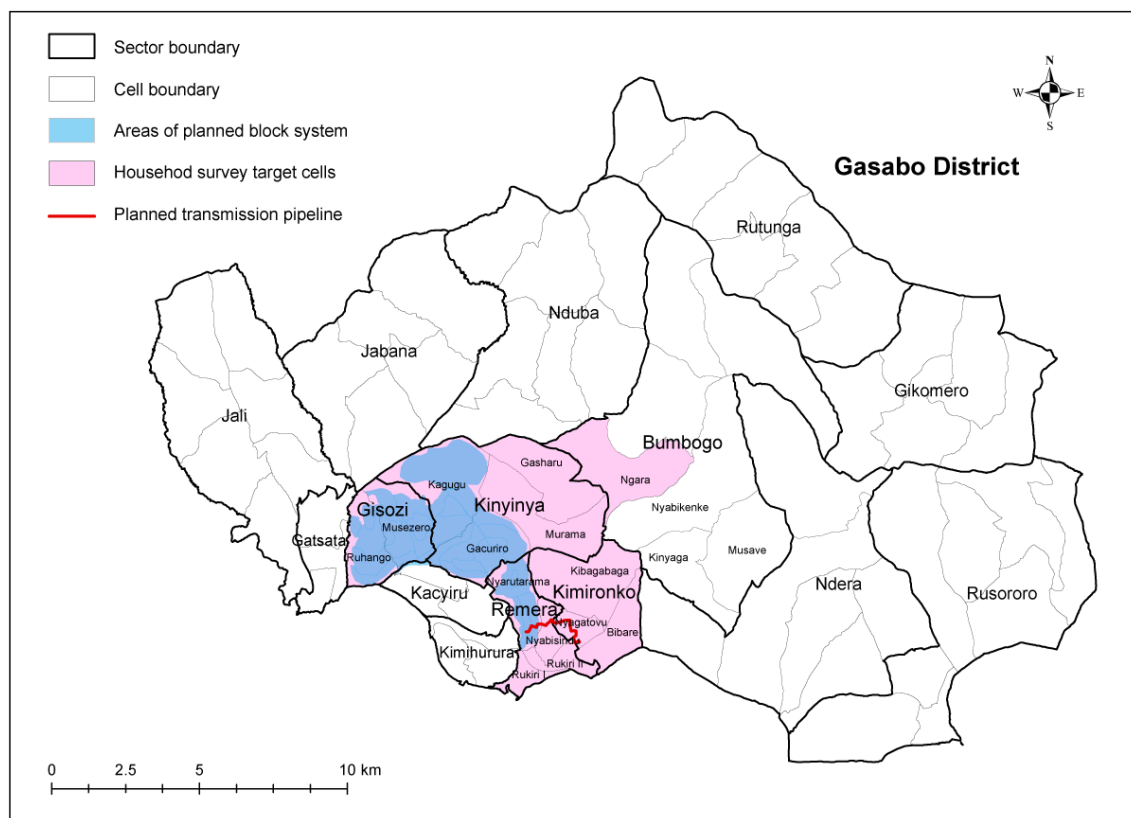
出典：調査団

表 2.2-16 世帯調査対象セル

District	Sector	Cell	Cell's Total Household Number	Sample Size	Number of Target Villages	Share	Project Target Area
Gasabo	Bumbogo	Ngara	3,402	16	1	5.3%	
	Gisozi	Musezero	7,555	37	8	12.3%	✓
		Ruhango	6,018	29	6	9.7%	✓
	Kimironko	Bibare	3,383	16	7	5.3%	
		Kibagabaga	4,848	23	11	7.7%	
		Nyagatovu	3,826	19	8	6.3%	
	Kinyinya	Gacuriro	2,929	14	6	4.7%	✓
		Gasharu	2,605	13	4	4.3%	
		Kagugu	13,010	63	11	21.0%	✓
		Murama	3,836	19	3	6.3%	
	Remera	Nyabisindu	4,449	22	5	7.3%	
Nyarutarama		3,523	17	4	5.7%	✓	

District	Sector	Cell	Cell's Total Household Number	Sample Size	Number of Target Villages	Share	Project Target Area
		Rukiri I	1,523	7	3	2.3%	
		Rukiri II	919	4	2	1.3%	
Grand Total			61,826	300	79	100.0%	

出典：調査団



出典：調査団

図 2.2-29 世帯調査対象エリア

## 2) サンプル抽出方法

各セルのサンプル数は世帯数の数に比例して配分し、調査対象世帯は対象の村で無作為抽出(一定戸数ごとに訪問する住宅を選択)した。質問票の回答者は18歳以上を有効とした。

## 3) 調査結果

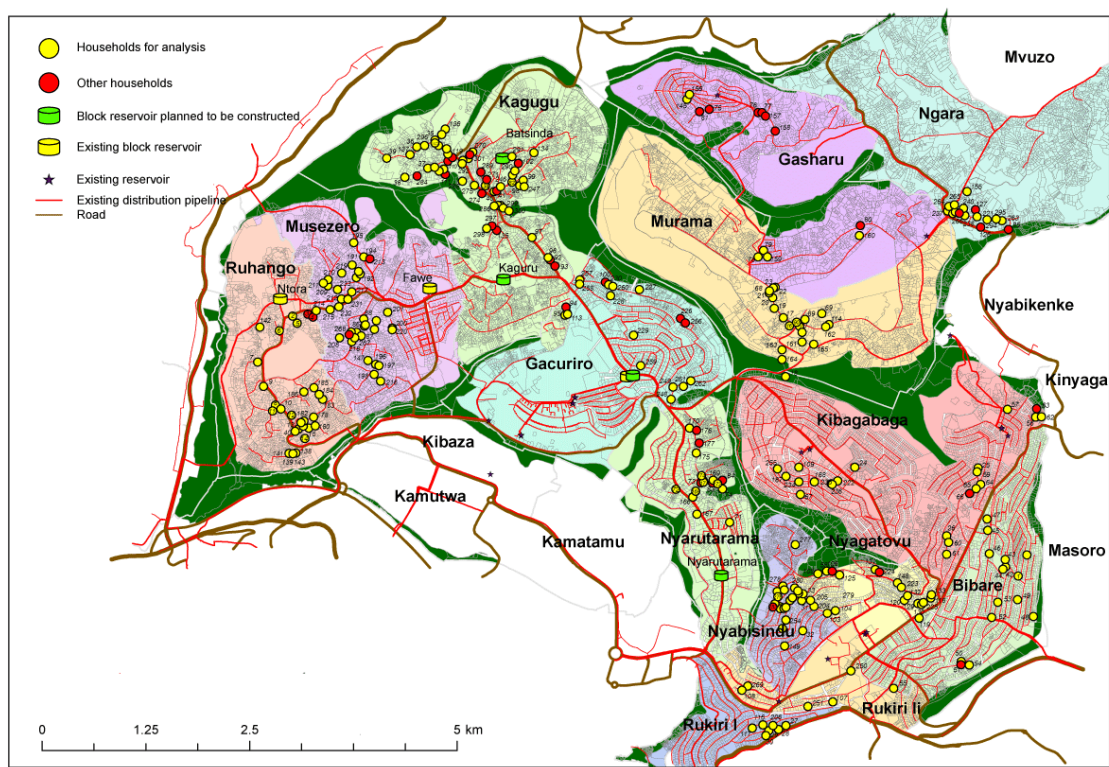
乾期・雨期別に飲料水源と生活水源を質問した。回答者300名の内、年間を通じて各戸給水を利用していないと回答した人が41名、各戸給水を主要水源として利用していないと回答した人が44名いた。雨期に共用水栓利用が若干減り井戸水や雨水利用が若干増えるが利用分布に大きな差はなかった。乾期における飲料水と生活水の主要水源別に回答者の分布を以下に示す。Demographic and Health Survey 2019-2020 結果では都市部で飲料水源として各戸給水を利用している世帯割合は39.4%であった。本準備調査では主にキガリ市中心部を調査対象としていたため各戸給水利用世帯割合が高くなっていると考えられる。

自宅トイレに関する質問では、水洗トイレと回答した人の割合が28%であった。やや古いながら2016年-2017年に実施された第5次 Integrated Household Living Conditions Survey (EICV5)の調査結果(キガ

リ市の水洗トイレ割合：9.3%) と比べると3倍以上となっている。本準備調査の調査対象地が市中心部であることが理由の一つと考えられる。水洗トイレの割合が高い分調査対象世帯の平均水使用量も高くなると推測される。

## (2) WASAC 給水サービスの現状と利用者の評価

300名の調査対象者の内、256名が各戸給水を飲料・生活水の主要水源として乾期あるいは雨期に利用していると回答した。これら256名の居住地を図2.2-30に示す。黄色の点がWASAC各戸給水を飲料あるいは生活水の主要水源として利用しているとした回答者の居住場所、赤色の点が主要水源として各戸給水を使っていない世帯の居住場所を示している。



出典：調査団

図 2.2-30 WASAC サービス分析対象回答者居住場所

各戸給水を受けている回答者から得られた WASAC の給水サービスの状況の概略は以下のとおりである。

- ・変動の問題は Gisozi と Kimironko に見られるが Kinyinya と Remera では頻繁には起きていない。
- ・少数の回答者が高額の水道料金を支払っている。水栓を共有する世帯や集合住宅居住者に一括して水道料金を徴収しているケースで複数世帯分の料金を支払っていると思われる回答も含まれているため注意が必要であるが、自家用車の洗浄や洗濯機を使った洗濯などで一般世帯の数倍の水道水を使用し、高額の水道料金を支払っている回答者が少数ながらいる。
- ・本調査回答者の水洗トイレの普及率や洗濯機の保有率がキガリ市平均よりも高くその分水使用量も多いと推定される。そのため本調査で得られた WASAC への支払額も高めに出自ていると考え

られる。参考として他の公共料金の支払額について、料理用燃料（回答者の 61%が木炭、35%がプロパンガスを使用）の支出額が非常に大きい。電気料金でも水道料金と同様少数の世帯が高額の料金を支払う現象が見られる。

- ・水道料金について、過半数が高いあるいは非常に高いと回答している。
- ・ルワンダ国では、住宅設備や家電製品など支出状況をもとに計算した富指標（Wealth Index）をもとに人口を五分位階級（最も豊かなグループから、Highest、Fourth、Middle、Second、Lowest）でグループ化している。Demographic and Health Survey 2019-2020 報告書によると、キガリ市では人口の 60%が Highest グループに分類される一方、Lowest と Second に分類されるのは人口のわずか 2.5%と 5.0%に留まる<sup>10</sup>。水道料金を毎月 RWF 10,000 以上支払う世帯が多くいる一方、RWF1,000 以下の世帯もあるなど、富裕世帯と貧困世帯の差が大きいと言える。支払可能額及び支払意思額の中央値は共に RWF 4,000 となっているが、水道料金を考える際には少数ながら存在する貧困世帯への配慮が欠かせない。

### (3) 手洗いについて

手洗い用設備があるかどうかまず質問した。全体として設備があると回答したのは 2/3 の 199 名であった。各戸給水を主な水源とする世帯では 70%、それ以外の水源を使う世帯では 43%が手洗い設備があると回答した。その内、固定の手洗い設備があると回答したのは、各戸給水を主水源とする回答者では 77%、それ以外の水源を主要水源とする世帯では 11%であった。

219 名の回答者がこれまで手洗いに関してトレーニングや指導を受けたことがあると回答している。その内過半数の 127 名は新型コロナ禍以降にトレーニング・指導を受けている。

また、290 名の回答者がテレビやラジオなどで手洗いについての啓発プログラムを見た/聞いたと回答している。啓発プログラムを見た/聞いたメディアとして、8割がテレビとラジオと回答した。9割以上の回答者が、新型コロナ禍で保健衛生への関心が高まり、手洗いの回数が増えたと回答した。

### (4) 追加調査

給水・水利用状況及び給水事業などについての世帯調査では、調査対象世帯における配水量の変動は予想よりも小さかった。配水ブロック化対象セル全域での給水・水利用状況を把握するため、対象セル内にある全ての村の Village Leader を対象に給水状況についてインタビュー調査を追加で行った。配水ブロック化対象セル内にある村の数、世帯数、人口を表 2.2-17 に示す。

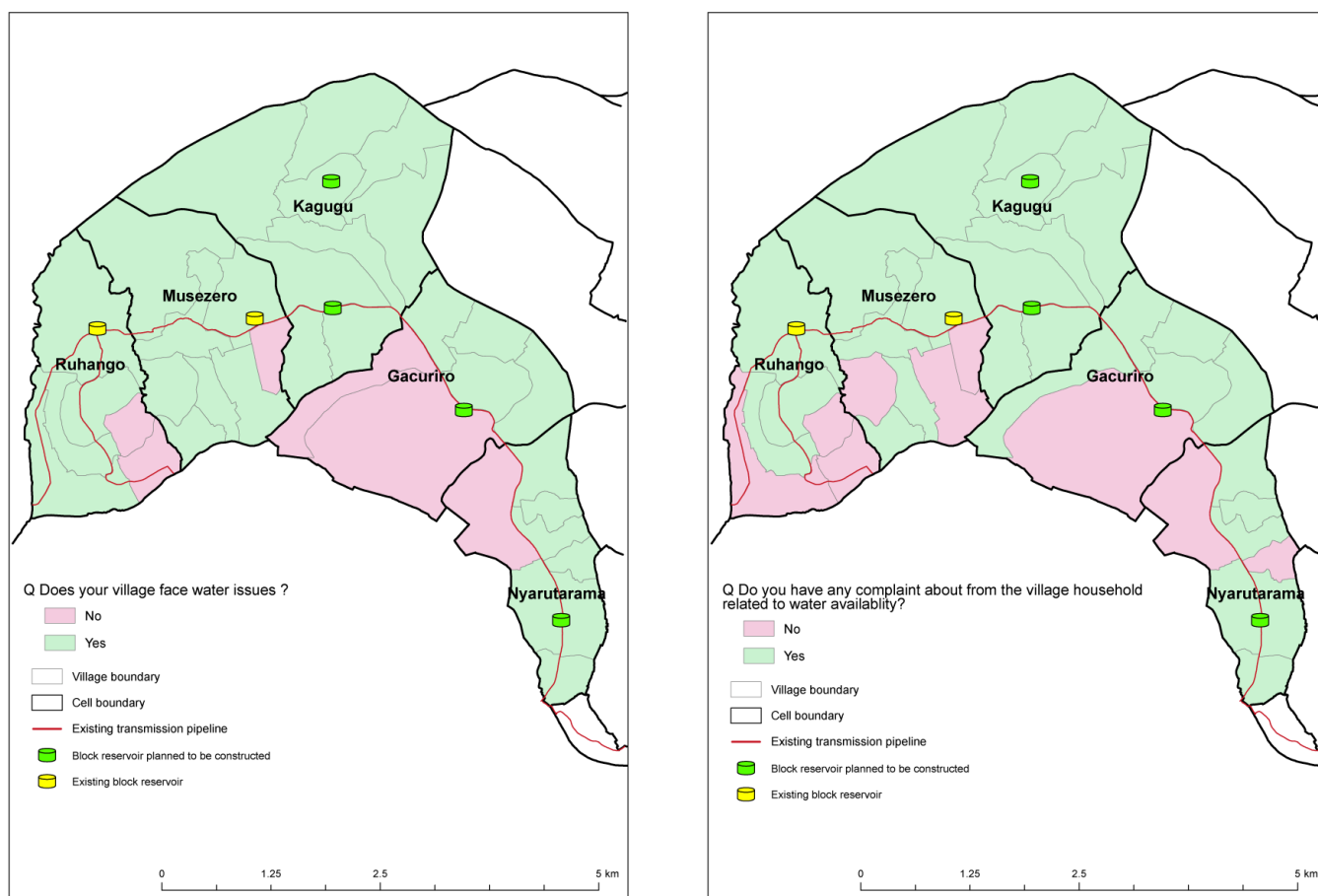
表 2.2-17 配水ブロック化対象セル内の村数

Sector	Cell	Number of villages	Total HH Number	Total Population
Gisozi	Musezero	8	8,516	37,831
	Ruhango	6	4,460	21,333
Kinyinya	Gacuriro	6	3,092	9,656
	Kagugu	9	13,436	47,200
Remera	Nyarutarama	7	1,806	8,705
Grand Total		36	31,310	124,085

出典：調査団



まず、全ての Village Leader に対し村内で給水にかかわる問題があるか、そして村民から給水に関して苦情があるかという質問を行った。36 村の中で無いと回答した村はそれぞれ 6 と 9 であった。「ない」と回答した村を淡赤色、「ある」と回答した村を淡緑色とした地図を図 2.2-31 に示す。



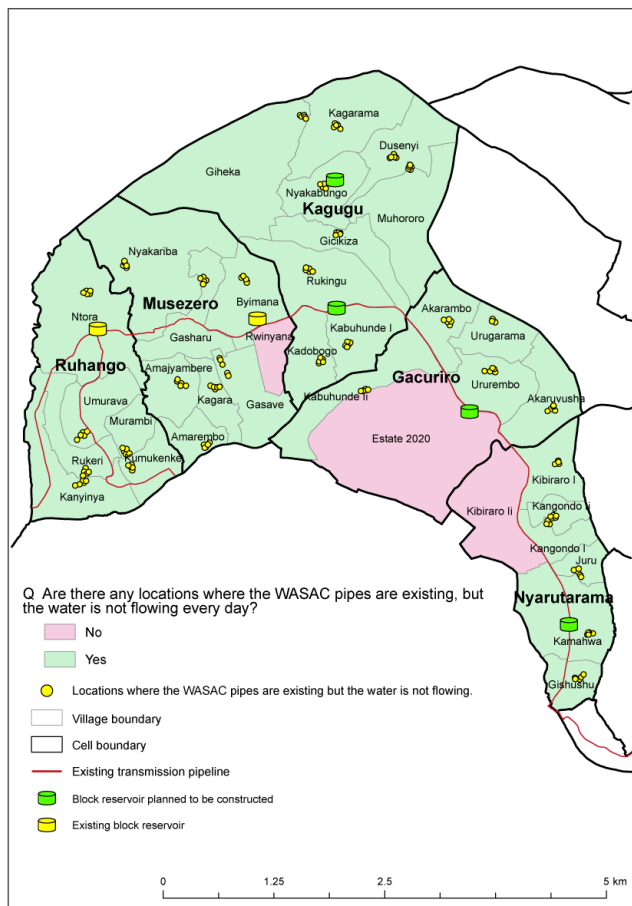
村内に給水に係わる問題があるか？

村民から給水についての苦情があるか？

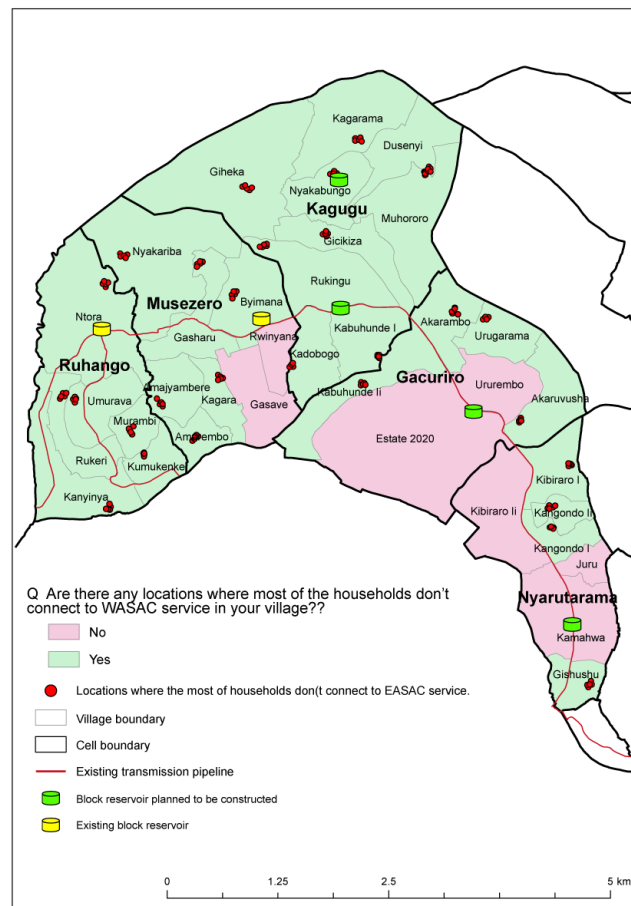
出典：調査団

図 2.2-31 村内における給水状況（Village Leader インタビュー結果）（その 1）

次いで村内に WASAC の配水管が敷設されているが水が流れない時間が毎日ある世帯があるか、ほとんどの世帯が WASAC 給水管につなげていないエリアがあるか、あると回答した場合には場所はどこかという質問を行った。インタビュー後に調査員が現地で確認を行った。その結果を地図にまとめたものを図 2.2-32 に示す。また、該当する世帯/エリアの場所も地図上に示した。



WASAC の給水を受けているが、水が流れない時間が毎日ある世帯が村内にあるか？

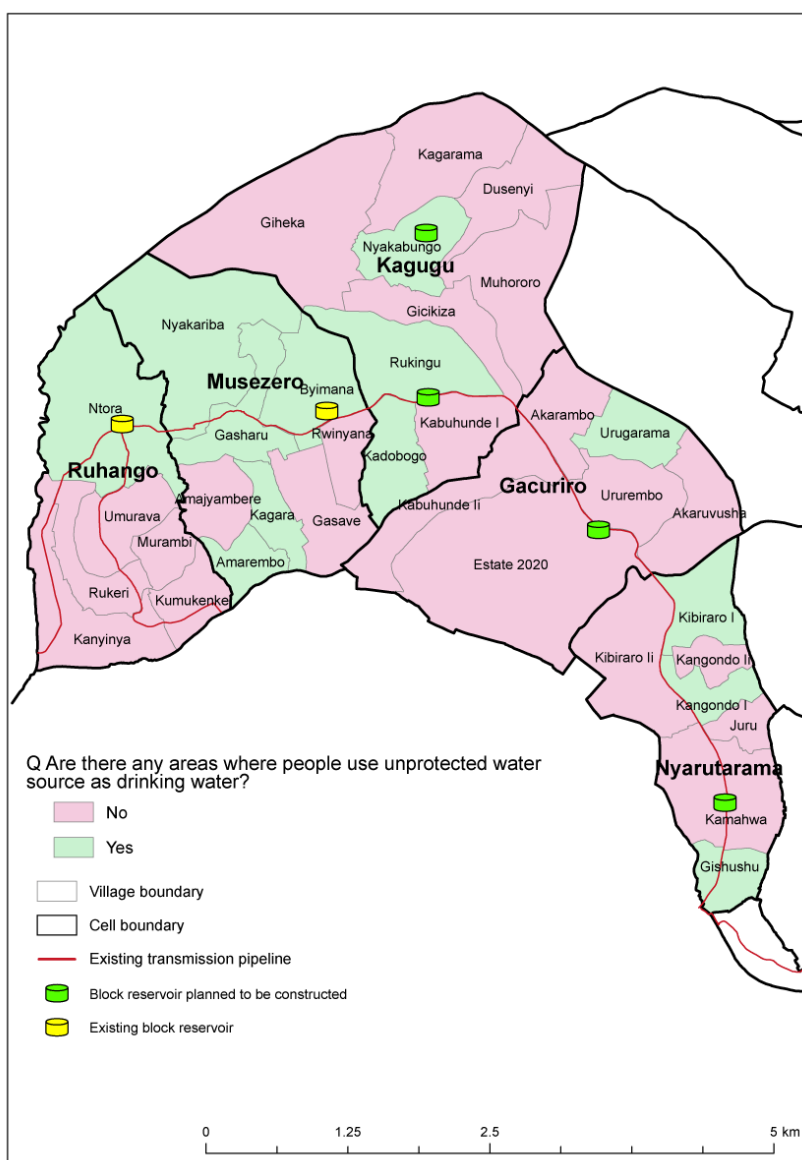


村内に WASAC 給水管につなげていない世帯があるか？

出典：調査団

図 2.2-32 村内における給水状況（Village Leader インタビュー結果）（その 2）

最後に村内で保護されていない水源（unprotected water source）を利用している世帯があるかどうか確認を行った。その結果をまとめた地図を図 2.2-33 に示す。



出典：調査団

図 2.2-33 保護されていない水源を利用している世帯がある村（Village Leader インタビュー結果）

## (5) その他社会経済状況

コロナ禍前の10年間、長期開発政策であるビジョン2020や中期開発政策である第1次及び第2次経済開発貧困削減戦略（EDPRS）のもとで、ルワンダ国は順調に経済成長を続けるとともに、貧困率削減、識字率向上、出生時平均余命の伸びなど社会面でも改善が見られた。

### 1) 経済活動

2011-12年以降のルワンダ国のGDP（基準年：2017年）と一人当たりGDPを以下の表にまとめる。2019年までの10年間は年平均7.2%の成長率を示したが、COVID-19によるロックダウンなどで2020年の第2四半期に-12.4%を記録するなどしたため2019-2020年の経済成長率は落ち込んだ。

表 2.2-18 GDP（基準年：2017年）及び GDP 成長率

	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21
GDP (RWF billions)	5,576	5,908	6,168	6,697	7,310	7,439	8,025	8,733	8,937	9,332
Growth rate	8.5%	6.0%	4.4%	8.6%	9.2%	1.8%	7.9%	8.8%	2.3%	4.4%
GDP per capita (in '000 RWF)	427	463	491	524	575	620	671	713	751	802
GDP per capita (USD)	707	735	736	752	767	759	794	811	816	829

出典：National Statistics Institute Rwanda (NSIR), GDP National Accounts 2020-2021

2000年に策定された国家長期開発政策、Vision 2020では、2020年までに出生時平均寿命を55年に引き上げ、乳児死亡率と妊産婦死亡率をそれぞれ107から50と1,070から200に下げることがを目標とした。また、1日1ドル以下で生活する貧困者の割合を64%から30%へ削減するとした（2012年の改定で貧困世帯割合を10%以下にすると変更された）。表 2.2-19～表 2.2-21に平均寿命、乳児死亡率、妊産婦死亡率、貧困率の推移を示す。

表 2.2-19 平均寿命の推移

Life expectancy	2002	2014	2018
Male	50.8	63.3	64.4
Female	54.8	67.1	68.1
Sources	Census 2002	Census 2012 projection	Census 2012 projection

表 2.2-20 乳児死亡率と妊産婦死亡率の推移

Year	2010	2005/6	2007/8	2010/11	2014/15	2019/20
Sources	DHS II	DHS III	DHS	DHS IV	DHS V	DHS VI
Infant mortality rate (/1000)	107.00	86.00	62.00	50.00	32.00	33.00
Maternal mortality ratio (100,000)	1,071	750	—	476	210	203

出典：DHS: Demographic and Health Survey

表 2.2-21 貧困率及び極貧率の変化（2010/11－2016/17）

	Total Poverty (Percentage)			Extreme Poverty (Percentage)		
	2010/11 (EICV3)	2013/14 (EICV4)	2016/17 (EICV5)	2010/11 (EICV3)	2013/14 (EICV4)	2016/17 (EICV5)
<b>Nationally</b>						
Rwanda	46.0	39.1	38.2	21.8	16.3	16
<b>Area of Residence</b>						
Urban	17.7	15.9	15.8	6.6	5.45	5.9
Rural	51.0	43.7	43.1	24.5	18.5	18.1
<b>Province</b>						
Kigali City	27.5	20.9	13.9	13.7	9.4	4.2

出典：National Statistics Institute Rwanda (NSIR), Main Indicators Report (2018)

失業率の高さ、特に若者の失業率は改善されていない。

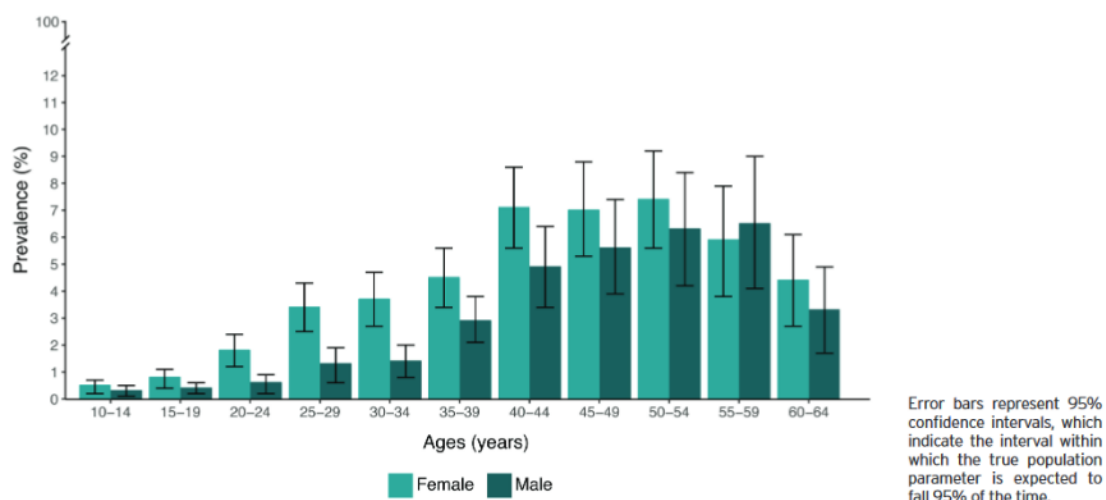


表 2.2-22 ルワンダ国全土とキガリ市の労働参加率と失業率

	Rwanda			Kigali			
	Total	Male	Female	Total	Nyarugenge	Gasabo	Kicukiro
Labour participation rate (16 years old and over)	56.4%	65.6%	48.2%	67.2%	67.1%	66.2%	68.7%
Unemployment rate	17.9%	15.9%	20.3%	20.0%	18.4%	18.4%	22.8%
Youth unemployment rate	22.4%						

出典：National Institute of Statistics Rwanda, Labour Force Survey 2020

Demographic and Health Survey 2019-2020 によると、HIV/AIDS の現状については、2005 年以來 HIV 罹患率は 3% で安定している。積極的な教育やテスト実施により 10,000 人あたりの新規感染者数は 27 人から 8 人に減少している。



出典：Rwanda Population-Based HIV Impact Assessment, RPHIA, 2018–2019

図 2.2-34 HIV 年代別罹患率

### 2.2.3.1.3 ルワンダ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

##### 1) 法制度

##### 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。

ルワンダ国憲法はまた私有財産を守ることは基本的人権の一つであるとも認めている (第 26 条 (1))。しかしながら同じ条項で財産への権利は公共の利益のために制限されることもあるとしてい

る。また土地収用は法律に基づいた手続き且つ公平で事前の補償のもとで実施されると強調している。

#### **環境基本法 (Law N°48/2018 on the environment)**

環境基本法は、ルワンダ国の環境の保護、保全、促進を目的としており、環境保護及び管理に関する法的枠組みを示している。基本原則としてまず予防原則をあげており、科学的な評価に基づき環境に負の影響が予測される事業は実施すべきでないとしている (第 3 条)。

環境影響評価が必要な事業リストや EIA 手続きについての省令 (第 30 条)、EIA 調査の承認 (第 33 条)、EIA 調査費用の負担者、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の罰則規定 (活動の停止や組織の閉鎖など) (第 46 条) などが記述されている。

#### **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ている

#### **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。

#### **環境影響評価を実施しなければならないプロジェクトリスト及び環境影響評価実施の際の指示、必要事項、手続きに関する省令 (Ministerial Order No 001/ 2019 of 15/04/2019 establishing the list of projects that must undergo environmental impact assessment, instructions, requirements and procedures to conduct environmental impact assessment.)**

事業承認のためにフルあるいは部分的 EIA が必要とされた工場、活動、プロジェクトのリストを付属資料 I と付属資料 II にそれぞれ示すと共に、EIA 実施のための必要事項と手続きを規定している。

上下水道事業はリストに記載されていない。付属資料 I と II のリストに記載がなくても、事業が環境への負の影響が想定される場合は、EIA を実施しなければならないとされている。

#### **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) 政策及び中長期計画

### 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いう基本原則を示している。

### 長期開発政策：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。一人当たり GDP を平等な方法で中所得国レベルに押し上げることを国家目標としている。そのため 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、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。

### Rwanda Vision 2050

Vision 2020 を引き継いだ新たな国家戦略指針として 2015 年に発表された。2035 年までに国民一人当たりの所得を 4036 ドル、2050 年には 1 万 2476 ドルにまで引き上げることが目標として掲げられ、そのための柱として人間開発、競争力と統合、富を創造する農業、都市化と集積、説明責任を果たし能力の高い政府機関の 5 つをあげている。

都市化において、都市に住む人口の比率を 2016/17 年の 18.4% から 2050 年には 70% にまで引き上げるとともに、都市のスラムに住む人口の比率を 2016/17 年の 62.6% から 2050 年には 20% にまで引き下げるという目標が明記されている。そして一人あたり再生可能水資源量を 670 m<sup>3</sup>/人/年（National Water Resources Masterplan, 2015）から 1,000m<sup>3</sup>/人/年に引き上げることも目標にしている。

### 第一次国家変革戦略（NST-1）2017～2024 年

第二次経済開発貧困削減戦略（Economic Development and Poverty Reduction Strategy2、EDPRS2）で未達成だった指標の実現と、ビジョン 2020 から高所得国を目標に掲げる Vision 2050 への架け橋として 2017 年に策定された。

目標達成のため、経済の変革、社会の変革、変革的ガバナンスの 3 つの柱と能力開発、HIV/エイズ及び非伝染性疾患、障がいと社会的包摂、ジェンダーと家族、地域統合と国際的地位、災害管理、環境及び気候変動の 7 つの横断的分野をあげている。

## (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、ルワンダ国における道路、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。

### ルワンダ公共事業規制庁 (Rwanda Utilities Regulatory Authority, RURA)

ルワンダ公共事業規制庁は Law No39 of 13/11/2001 に基づき特定の公益事業を規制するために設立された。現在 Law N° 09/2013 of 01/03/2013 の下で RURA は以下の公益事業の規制・監督を行っている。

- インターネットおよびその他の視聴覚情報通信技術を含む電気通信、情報技術、放送および電子技術
- 郵便サービス
- 再生可能/再生不能エネルギー、産業ガス、パイプライン、貯蔵施設
- 料金徴収を含む給水
- 衛生
- 人と物の輸送
- その他-必要に応じて、その他の公益事業。

### 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。

都市給水衛生サービス局 (Directorate of Urban Water and Sewage Services)、給水衛生開発サービス局 (Directorate of Water and Sanitation Development)、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)、そして Director of Rural Water & Sanitation Services の6つの局からなる。

### 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。

### (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。

前述のように上水道プロジェクトは、EIA を実施しなければならないプロジェクトリストには選ばれていないため、RDB に EIA 申請書を提出し、スクリーニング結果を待つ必要がある。以下に EIA 承認を受けるまでの簡単な流れを示す。

#### EIA 承認プロセス

##### 1. EIA 申請書提出 (RDB の One Stop Centre Registration Portal からオンラインで提出可)

必要な書類

- Proof of identity (Simple copy) of the person in charge of the project.
- Contact details of the person in charge of the project.
- E-mail account of the person in charge of the project.
- Online application
- Online application
- Project brief (original)
- Panoramic view (Simple copy)
- Perspective and site layout plans (Simple copy)
- Land ownership (Simple copy)
- Location maps (Simple copy)

##### 2. RDB によるスクリーニング

申請者と共に RDB がプロジェクトサイトを訪問するサイトビジットが含まれる

##### 3. スクリーニング結果受取り (オンライン)

- Level 3: full EIA が必要
- Level 2: partial EIA が必要
- Level 1: EIA 必要なし (承認プロセス終了)

EIA が必要な場合、RDB から EIA 調査の ToR と EIA Expert リストが送られてくる

##### 4. EIA 調査実施

##### 5. EIA 調査報告書提出 (オンライン)

##### 6. 承認決定 (不決定)

### (4) ルワンダにおける環境社会配慮に係わる制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの比較

ルワンダの EIA 関連法規制と JICA 環境社会配慮ガイドラインとの比較を表 2.2-23 にまとめる。



表 2.2-23 ルワンダ国における環境社会配慮に係る制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較

	ルワンダ関連法規	JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010)	比較結果
1 法順守	<u>環境基本法(2018)</u> 科学的な評価に基づき環境に負の影響が予測される事業は実施すべきでない (第3条)。 全ての社会経済セクターは政策、戦略、計画、プログラムの策定・実施にあたり環境をメインにしなければならない (26条)。 リストに掲載されたプロジェクトは事業承認を得るために EIA を実施しなければならない (30条)	プロジェクトは、プロジェクト実施地における政府(中央政府および地方政府)が定めている環境社会配慮に関する法令、基準を遵守しなければならない。また、実施地における政府が定めた環境社会配慮の政策、計画等に沿ったものでなければならない。	差異無し
2 回避策・緩和策の検討	<u>環境影響評価ガイドライン (2006)</u> EIA は持続可能な発展及び貧困削減のツールとして、回避策、緩和策、モニタリングと必要な手順を実行できるようにする。 EIA 報告書において環境管理計画の一部として緩和策及びその実施計画を記述する	プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階でプロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、出来る限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。	差異無し
3 代替案の検討	<u>環境影響評価ガイドライン (2006)</u> 最初のプロジェクト申請時に提出するプロジェクト概要に代替案検討も含める。 スコoping・ToR 策定段階でも代替案を検討すべき。 環境影響評価時に、緩和策検討と同時に代替案検討とモニタリング計画策定を行い、報告書に含める。	プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上より良い案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。	差異無し
4 調査・検討の範囲	<u>環境影響評価ガイドライン (2006)</u> プロジェクトは以下の問題を引き起こさない 社会経済への悪影響、土地の劣化、水質汚染、大気汚染、野生生物と生息地への被害、気候と水循環への悪影響、既存処理方法では対応できない副産物、残留物、または廃棄物の生成	環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、生態系および生物相などを通じた、人間の健康と安全への影響および自然環境への影響(越境または地球規模の影響を含む)並びに社会配慮が含まれる。	ほぼ差異無し
5 住民参加・情報公開	<b>【住民参加】</b> <u>環境影響評価ガイドライン (2006)</u> コミュニティは EIA プロセス (主にスコoping及び EIA 調査中のパブリックコンサルテーションと EIA 報告書作成後のパブリックヒアリング) に参加する権利がある。 <b>【情報公開】</b> RDB は EIA 調査報告書 (案) が提出された後、関連省庁、地方政府およびコミュニティに情報を公開し、レビューを求める。	環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開されたうえで、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。	大きな差異はない <b>【住民参加】</b> 本事業では、スコoping時、EIA 調査実施前、EIA 報告書作成後の 3 回パブリックコンサルテーションを実施した <b>【情報公開】</b> WASAC ウェブサイトで EIA 報告書と ARAP を閲覧できるようにした。

	ルワンダ関連法規	JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010)	比較結果
6 モニタリング	<p><u>環境影響評価ガイドライン(2006)</u> REMA と事業実施者双方がモニタリングの責任を持ち、必要な緩和策や管理計画が実施されていることを確認する。 モニタリングの結果、負の影響が確認された場合には事業実施者負担によって、必要な対応をとる。 事業実施者による内部モニタリングは定期的実施され、年に一度 REMA へ提出される。REMA は提出されたモニタリングレポートを関係省庁と共にレビューする。</p>	<p>相手国が環境社会配慮を確実に実施しているか、一定期間、相手国等によるモニタリングの内重要な環境影響項目につき、相手国を通じ、そのモニタリング結果を確認する。 モニタリング結果の確認に必要な情報は、書面等の適切な方法により、相手国等により報告される必要がある。</p>	大きな差異はない

出典：調査団

### 2.2.3.1.4 代替案の比較検討（ゼロ・オプション含む）

コンポーネントごとに代替案との比較検討を行った。以下に結果をまとめる。

#### (1) ゼロオプション

急速な経済発展と都市化が進むキガリ市は、人口急増による水需要増加に対応するため無収水削減とンゾベ浄水場やカンゼンゼ浄水場からの送水能力強化が急務となっている。

本事業は配水ブロック化導入による圧力・配水管理改善によって無収水率を削減すると共にレメラ Golf 8 からの送水管強化を目標としており、キガリ市上水道 MP において無収水削減対策の第 1 フェーズに資する事業として、ノトラ配水池－レメラ Golf 8 配水池の区間の送配水施設の整備及び更新が優先プロジェクトの一つとして選定されている。本事業はキガリ市にとって必要不可欠なものと言える。

#### (2) 配水ブロック化

##### 配水池の建設予定地

配水池・高架水槽建設予定地について比較検討した結果を表 2.2-24 にまとめる。

表 2.2-24 配水池・高架水槽建設予定地案比較検討結果

項目	最終案	代替案 1	代替案 2
建設予定地とタイプ	1. Kagugu (高架水槽) 2. Batsinda (配水池) 減圧水槽 4 か所 減圧弁 2 か所 (Gacuriro, Nyarutarama South)	1. Kagugu (高架水槽) 2. Gacuriro (高架水槽) 3. Batsinda (配水池) 4. Nyarutarama-South (高架水槽) 5. Gisozi-Low (配水池) 6. Gisozi-Middle (配水池) 減圧水槽 6 か所	1. Kagugu (高架水槽) 2. Gacuriro (高架水槽) 3. Batsinda (配水池) 4. Nyarutarama-South (高架水槽) 5. Fawe (配水池) 6. Nyarutarama North (配水池) 7. Gisozi-Low(配水池) 8. Gisozi-Middle(配水池)
住民移転	住民移転はない	住民移転はない	住民移転はない

項目	最終案	代替案 1	代替案 2
用地取得	2 か所の用地取得が必要 (Kagugu の公有地と Batsinda の私有地)。どちらの所有者ともうまくコミュニケーションが取れている	Kagugu と Batsinda の土地に加えて Gisozi-middle で大学所有の土地と Gisozi-low の土地の用地取得が必要となる。Gisozi-low の土地は道路拡張が計画されており用地取得が難しい。	Nyarutarama North は私有地であり用地取得が必要。
交通への影響	交通への影響は特になし	交通への影響は特になし	交通への影響は特になし
工事期間	3 つの案の中で最短	代替案 2 より短い	3 つの選択肢の中では最長
建設費	3 つの案の中で最小	代替案 2 より小さい	3 つの選択肢の中では最大
維持費	3 つの案の中で最小	代替案 2 より小さい	3 つの選択肢の中では最大
環境影響	限定的：工事現場の数が少なくサイトクリアランスも最小限に抑えることができる	中程度：工事サイト数が増え、その分環境への負荷が増える	中程度：工事サイト数が増え、その分環境への負荷が増える
代替案の検討結果	妥当 (選択)	やや問題あり 用地取得の難しさと工事現場数が増えるため	やや問題あり 用地取得の難しさと工事現場数が増えるため

出典：調査団

### 減圧設備

減圧設備には減圧水槽と減圧弁の 2 つの選択肢があり、重要な減圧個所については減圧が確実に維持管理の負担の少ない減圧水槽を採用し、残圧が必要で経済性の観点から高架水槽を設けられない地点 (Gacuriro・Nyarutarama) については減圧弁を採用した (表 3.2-12 参照)。

### 配水本管管種

管種についても比較検討を行い、高密度ポリエチレン管を使用することになった (表 3.2-9 参照)。

## (3) スコーピングおよび環境社会調査の ToR

前述のように 2019 年に施行された環境影響評価を実施しなければならないプロジェクトリスト及び環境影響評価実施の際の指示、必要事項、手続きに関する省令において、上下水道工事は環境影響評価を必ず実施しなければならないプロジェクトリストには含まれていないが、用地取得があるためフル EIA が必要とされた。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 RDB がスコーピングを行い、EIA 調査の ToR を策定した。

またドナー側が独自にスコーピングを行い調査項目を追加することも可能となっている。RDB による手続きと並行して、調査団も WASAC 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。その結果を表 2.2-25 に示す。

表 2.2-25 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	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		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 配水池にポンプ設置の計画はなく大気への影響はない
	2	水質汚濁	✓		工事中 配水管布設ルートは既存管の更新が主であり工事による水質汚濁の可能性は低いが、トイレなど衛生設備不備や不適切なごみ管理による汚染の可能性はある。 供用意時 水質汚濁の問題はないと考えられる。
	3	土壌汚染	✓		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はあるが、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)	✓		工事中 工事労働者はキガリ住民を雇用し、建設労働者用宿舍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が、工事現場での適切なごみ管理は必要。 供用時 廃棄物は発生しない
		廃棄物 建設ゴミ (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。仮置き場の設置、分別など適正な管理が必要となる。 供用時 廃棄物は発生しない
	5	騒音・振動	✓		工事中 配水池・高架水槽建設で騒音が発生する。配水管布設工事による騒音・振動も発生するが、工事現場が移動していくため、限定的である。 供用時 配水池・高架水槽にポンプを設置する計画はないため、ポンプ稼働による騒音・振動の問題は発生しない。
	6	地盤沈下			ボーリング調査結果に基づき設計するため、地盤沈下は起こらない。
	7	土壌侵食	✓		工事中 市街地での配水管更新ではあるが、急傾斜地での掘削工事は土壌侵食の恐れがある。建設材料としてライセンスのない採石場を使わないなどの措置は必要。 供与後：土壌侵食が想定される箇所はない。
8	悪臭			悪臭の問題は予想されない。	
自然環境	9	底質			底質に影響を及ぼす工事はない
	19	保護区			配水池建設地及び配水管布設ルートは市街地にあり、自然保護区はない。
	11	生態系			工事前 配水管布設ルートは市街地にあるため、工事エリアには特に配慮を要する生態系・生物種はいない。生態系への影響はほとんどない。
	12	水象			水象に影響を及ぼす工事はない。
	13	地形・地質			地形・地質への影響はほとんどない。
社会環境	14	住民移転・ 用地取得	✓		工事前 住民移転の必要はないが、配水池建設のため、2か所（公有地と私有地 1 か所ずつ）の用地取得が必要になる。 工事前 住民移転の必要はない。用地取得も必要ない。
	15	社会的弱者・ 貧困層・ 少数民族・ 先住民族	✓		工事前/工事中 少数民族・先住民族の問題は確認されていないが、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）が確認されたら彼らへの配慮を行う（RAPに記述）。 供用時 負の影響は想定されない。
	16	雇用や生計 手段等の 地域経済	✓		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。用地を失う人もいる。 供用時 ブロック配水システム導入で配水量の変動や漏水で給水状況が改善し、ビジネス環境がよくなり、地域経済活性化や雇用の創出が期待できる
	17	土地利用や 地域資源利用			工事中 土地利用や地域資源利用に影響を与えるような活動はない
	18	水利用 飲料水・ 生活水	✓		工事中 配水管の更新場所では断水が発生する。工事により地中の電気及び通信ケーブルに問題が発生する可能性がある。 供用時 適切な水圧管理で漏水が削減され、配水量の変動が少なくなり給水状況が改善する。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					配水ブロック化（配水池/高架水槽建設・配水管網整備/更新）
	19	既存の社会インフラや社会サービス	✓		工事中 配水管更新工事でKG 14などの地域の主要道路で渋滞が予想される。 供用時 給水状況が改善される
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			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	✓		工事中 事業対象地区では工事中に騒音・振動、渋滞などの問題が発生する。一部雇用や労働者への販売で利益を得る人もいる。 供用時 給水が改善し地域全体が便益を受ける。
	22	地域内の利害対立			工事中 既存配水管と周辺設備の更新が主であり、地域全体の利益になる事業なので地域内利害対立は発生しないと考えられる。
	23	文化遺産			工事エリア内に文化遺産保護のために指定された地域はない。
	24	景観	✓		全体として景観に大きな影響はない。工事前に樹木を伐採した場合は工事後に植樹する。
	25	ジェンダー・子どもの権利	✓		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。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、建設工事の雇用などで配慮する。
	26	HIV/AIDS等の感染症	✓		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が、新たな感染を防ぐため、労働者への啓発活動を行う。
	27	労働環境（労働安全を含む）	✓		工事前/工事中 工事現場での事故、怪我、疾病の可能性がある。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。
	28	事故	✓		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
	29	地球温暖化			工事中 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。 供用時 運営面でエネルギー効率改善が期待される

凡例：✓ 負の影響が世用される

出典：調査団

### 2.2.3.1.5 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

表 2.2-26 環境社会配慮調査結果

	評価項目	調査結果
1	大気汚染	<b>【工事中】</b> <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>工事現場でのトイレなどの衛生設備の不備や一般ごみの不適切管理による近隣の表流水や地下水への影響が考えられる</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はある。オイルトレーを使うなどの対策が有効である。</li> </ul>



評価項目	調査結果																																						
4 廃棄物 建設ごみ (CW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削土、アスファルト、コンクリート廃材など建設ゴミが発生する。廃棄物管理計画を策定し、適切に管理する。</li> <li>キガリ市ではセクターが一般ごみの収集運搬を民間委託で実施している。</li> <li>最終処分はキガリ市とWASACがGasabo郡にあるNduba処分場を共同で運営を行っている。 一般廃棄物：F 3,000/load (5m<sup>3</sup>まで) F 5,000load (5m<sup>3</sup>より) 建設廃棄物、廃オイル、クーラントなどは受け入れていない</li> <li>建設廃棄物の需要は高く、リサイクルされている。建設廃棄物は適切に分別・保管を徹底して、できる限りリサイクルするようにする。</li> </ul>																																						
5 騒音・振動	<p>ベースライン調査結果</p> <table border="1" data-bbox="432 593 1334 819"> <thead> <tr> <th>Location</th> <th>Maximum dB(A)</th> <th>Minimum dB(A)</th> <th>Average dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Batsinda water reservoir site</td> <td>63,4</td> <td>38,6</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>Kagugu water reservoir site</td> <td>72,3</td> <td>42,1</td> <td>57.2</td> </tr> <tr> <td>Gacuriro water tank site</td> <td>74,3</td> <td>53,6</td> <td>63.9</td> </tr> <tr> <td>Nyarutarama elevated tank site</td> <td>70,8</td> <td>41,9</td> <td>56.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>騒音基準値 (the East Africa Community, EAC, standards)</p> <table border="1" data-bbox="445 880 1303 1171"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Area</th> <th>Time During Day (hours)</th> <th>Limits, dB(a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1.</td> <td rowspan="2">Industrial Noise</td> <td>07:00-21:00</td> <td>60.0</td> </tr> <tr> <td>21:00-07:00</td> <td>55.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2.</td> <td rowspan="3">Neighborhood Noise</td> <td>07:00-18:00</td> <td>60.0</td> </tr> <tr> <td>18:00-21:00</td> <td>55.0</td> </tr> <tr> <td>21:00-07:00</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典: EAC, 2016 【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>配水池・高架水槽建設及び送水・配水管布設工事中に騒音・振動の問題が発生する。</li> <li>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、住民の負担を軽減する。工事中は定期的に騒音・振動測定をする。</li> </ul>	Location	Maximum dB(A)	Minimum dB(A)	Average dB(A)	Batsinda water reservoir site	63,4	38,6	51	Kagugu water reservoir site	72,3	42,1	57.2	Gacuriro water tank site	74,3	53,6	63.9	Nyarutarama elevated tank site	70,8	41,9	56.3	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
Location	Maximum dB(A)	Minimum dB(A)	Average dB(A)																																				
Batsinda water reservoir site	63,4	38,6	51																																				
Kagugu water reservoir site	72,3	42,1	57.2																																				
Gacuriro water tank site	74,3	53,6	63.9																																				
Nyarutarama elevated tank site	70,8	41,9	56.3																																				
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																																				
6 土壌侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>急傾斜地の掘削工事では土壌侵食の可能性があるため、適切なサイズの重機を使い、柵やフェンスの設置など必要な対策をとる</li> </ul>																																						
7 生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事エリアには特に配慮を要する生態系・生物種は存在しないが、サイトクリアランスは必要最低限のエリアだけ行う。</li> </ul>																																						
8 住民移転・ 用地取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水池建設のため用地取得が必要となった。詳細は、2.2.3.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲に記した。</li> </ul>																																						
9 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> <li>世帯調査で毎月の水道料金支払額、支払可能額、支払意思額などを調べ、貧困層への支援を検討した (2.2.3.2.3)。</li> </ul>																																						
10 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>プロジェクト対象エリアには商業地区も含まれている。給水サービスの質の向上は経済活性化や雇用創出につながる可能性がある。</li> </ul>																																						
11 水利用 (飲 料水・生活 水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水ブロック化対象地域では、配水管更新作業により一定期間断水が避けられない。詳細な施工計画を作成し断水期間をできる限り短くする他、地域住民へきめ細かい工事情報提供を行う。</li> <li>供用時には配水状況の改善が期待される。</li> </ul>																																						
12 既存の社会 インフラや 社会サービ ス	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水管及び送水管布設工事に伴い渋滞が発生する。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。誘導員の配置や看板の設置などを行う。</li> <li>道路横断数をできる限り減らすようルートを考える。</li> <li>工事予定地に電気及び通信ケーブルが埋設されている。事前に情報収集を行い、既存インフラに問題が発生しないようにする。</li> </ul>																																						

	評価項目	調査結果
13	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。作業員の雇用に際しては弱者に配慮するようにする。</li> </ul>
14	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、樹木伐採や下草刈などで局所的に景観への影響が出る。樹木を伐採した場合は工事後に植樹する。</li> </ul>
15	ジェンダー・子どもの権利	<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> <li>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>
16	HIV/AIDS等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>2005年以来HIV罹患率は3%で安定している。積極的な教育やテスト実施により10,000人あたりの新規感染者数は27人から8人に減少している。</li> <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ので、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>キガリ市では郡に複数の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>作業員の新規感染を防ぐため、コントラクターが近隣のヘルスセンターやNGOなどと協力し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>
17	労働環境(労働安全を含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働安全に関する国内法としてLaw regulating labour in Rwanda, n° 66/2018 of 30/08/2018があげられる(第5章)。ILO条約批准のために2018年に改正された。</li> <li>省令により各郡にDistrict Labor Inspectorが配置されている。</li> <li>労働者の疾病や事故を防ぐため、コントラクターはルワンダ国内法や国際基準(OHSAS)に基づき労働安全計画を策定し、建設労働者に対して、労働安全に関するトレーニングを実施すると共に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> </ul>
18	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>
19	地球温暖化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>運営改善によりエネルギー消費削減が期待できる。</li> </ul>

出典：調査団

### 2.2.3.1.6 環境評価

影響評価結果を表 2.2-27 に示す。

表 2.2-27 影響評価結果

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	✓		✓		工事中 配水池・高架水槽建設工事や配水・送水管布設工事で排気ガスやダストが発生する。 供用時 大気質に影響の出る活動はない
	2 水質汚濁	✓		✓		工事中 配水管布設や配水池建設工事による水質汚濁の可能性は低い、工事現場における不適切な衛生・ごみ管理による表流水・地下水汚染の可能性はある。 供用時 水質に影響を与える活動はない。
	3 土壌汚染	✓		✓		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はあるが、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)	✓		✓		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。工事現場での適切なごみ管理は必要

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	
	建設ごみ (CW)	✓		✓		工事中 建設工事に伴い、掘削土など建設廃棄物が生じる。分別保管を徹底してできる限りリサイクルする。 供用時 廃棄物の発生は想定されない
	5 騒音・振動	✓		✓		工事中 配水池・高架水槽建設や配水管布設工事により、騒音・振動が発生する。 供用時 ポンプ場の設置は計画されておらず騒音振動問題は想定されない。
	6 地盤沈下					地盤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 土壌侵食	✓		✓		工事中 急傾斜地での掘削工事では適切なサイズの重機を使い、土壌侵食防止策（フェンスの設置など）を取る。（労働安全対策も行う）
	8 悪臭					悪臭の問題は予想されない。
	9 底質					河川での工事はない。
自然環境	10 保護区					配水池建設地及び配水管布設ルートは市街地であり、自然保護区はない。
	11 生態系					工事前 配水管布設ルートは市街地にあるため、工事エリアには特に配慮を要する生態系・生物種はない。生態系への影響はほとんどない。
	12 水象					水象に影響を及ぼす工事はない
	13 地形、地質					地形・地質への影響はほとんどない。
社会環境	14 住民移転・用地取得	✓		✓		工事前 配水池・高架槽建設：住民移転の必要はないが、2か所（公有地と私有地 1か所ずつ）の用地取得が必要になる。
	15 社会的弱者・貧困層・少数民族・先住民	✓		✓		工事前/工事中 工事エリアに少数民族・先住民の居住地はない。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） 供用時 負の影響は想定されない
	16 雇用や生計手段等の地域経済	✓		✓		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。 農地を一部失う世帯がある（1世帯）。 供用時 給水状況が改善され経済活動にプラスになると期待できる。
	17 土地利用や地域資源利用					工事中 土地利用や地域資源利用に影響を与えるような活動はない
	18 水利用 飲料水・生活水	✓		✓		工事中 配水管の更新場所では断水が発生する。 供用時 配水ブロック化で、適切な水圧管理のもと漏水が削減され、配水量の変動が少なくなり給水状況が改善する。 送水管布設で配水量を増やすことが可能となり、給水状況が改善する。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	✓		✓		工事中 配水管更新工事や送水管布設工事で KG 14などの地域の主要道路で渋滞が予想される。 送水管布設工事により地中の電気及び通信ケーブルに問題が発生する可能性がある。 供用時 給水状況が改善される。 送水管布設ルートのうち、未舗装道路部分は布設工事で道路の状況が改善される。
	20 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織					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	✓		✓		工事中 事業対象地区では工事中に騒音・振動、渋滞などの問題が発生する。一部雇用や労働者への販売で利益を得る人もいる。 供用時 給水が改善し地域全体が便益を受ける。
	22 地域内の利害対立					工事中 既存配水管と周辺設備の更新が主であり、地域全体の利益になる事業なので地域内利害対立は発生しないと考えられる。

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	
	23 文化遺産					工事エリア内に文化遺産保護のために指定された地域はない。
	24 景観	✓		✓		工事中/供用時 全体として景観に大きな影響はない。工事前に樹木を伐採した場合は工事後に植樹する。
	25 ジェンダー・子どもの権利	✓		✓		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。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、建設工事の雇用などで配慮する。
	26 HIV/AIDS 等の感染症	✓		✓		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）。
	27 労働環境(労働安全を含む)	✓		✓		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	✓		✓		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					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。

凡例：✓ 負の影響が予想される

出典：調査団

### 2.2.3.1.7 環境管理計画及びその費用

緩和策と費用を表 2.2-28 に示す。

表 2.2-28 想定される影響に対する環境管理と費用（配水池建設・高架水槽と配水管更新）

Environment al /social impacts	Proposed mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated cost (USD)
Influx of job seekers	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disclosure the number of available jobs and required personnel for the project disclosure the job application period and deadline before project implementation.</li> <li>- The available job opportunities places should be made known to the interested parties through local authorities</li> <li>- Involve local authorities in local manpower recruitment process.</li> <li>- The employment opportunities to consider both male and female without any segregation.</li> <li>- Residents to be prioritized in the recruitment process.</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd/Local authorities	No cost required
Land acquisition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fair compensation of land from owners should be done before project activities</li> <li>- Land should be acquired from only landowners with no intermediaries</li> <li>- Secure the required land from competent authorities especially for the land under public domain before project activities.</li> <li>- Involve and work with district/ Sectors authorities to better solve any conflict that may arise connect to right of way</li> </ul>	Property valuer WASAC Ltd /District/ local authorities	MINECOFIN WASAC Ltd /District	Under expropriation budget
High expectations of getting great compensation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compensation mechanisms should be implemented in all justifiable cases.</li> <li>- Involve PAPs in all steps required for the fair compensation as stipulated in the expropriation laws and regulations.</li> <li>- Establish and make operational conflicts resolutions committees.</li> </ul>	Contractor/ WASAC Ltd / Local Authorities	WASAC Ltd/ Local authorities/ District	No cost required
Loss of individual owned crops, tress and other assets	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valuation of damaged assets to be conducted by independent valuer.</li> <li>- Valuation of damaged properties should be fair and done according to the existing law related to expropriation in public interest.</li> <li>- Fair compensation should be done prior to the project activities</li> </ul>	WASAC Ltd/ Independent valuer	WASAC Ltd/ Local authorities/MI NECOFIN	Expropriation budget

Environmental /social impacts	Proposed mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated cost (USD)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compensation to be done only at the property's owners without intermediaries</li> </ul>			
Disruption of public utilities especially water supply networks, electrical network and traffic etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A well-planned work schedule, including connection between newly installed distribution pipes and existing service pipes, as well as secondary and tertiary distribution pipes, could minimize the water suspension period.</li> <li>- The contractor will avoid as much as possible to affect these infrastructures by properly planning in advance for the project activities and identify those to be affected and use alternatives</li> <li>- The quick rehabilitation of affected infrastructures will be done to avoid greater impacts</li> <li>- Before the excavation works get information from local authorities on the exact location of such utilities when not prior identified</li> <li>- Inform local residents ahead of time any expected impact on public utilities (such as power cuts etc.)</li> <li>- Where possible and deemed necessary identify new alternatives for water sources and electricity supply when performing project activities</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd/ REG-EUCL/ RURA/RTDA / Local authorities	No cost required
Incident and accident at excavated trenches	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demarcate all hazardous trenches with signs posts and warning tapes</li> <li>- Conduct daily morning briefs related to safety measures for all workers</li> <li>- Only authorized personnel to enter the working areas</li> <li>- Provision of Personnel Protective Equipment to all project workers</li> <li>- Sensitization of workers on safety measures</li> <li>- Provide first aid kit on the site</li> <li>- Ensure all employees have health insurance</li> </ul>	Contractor/ site workers	WASAC Ltd//Local authorities	5,000
Noise pollution And vibrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction activities shall be restricted to normal working hours (7h00-17h00) to prevent noise for neighbors at night</li> <li>- The machinery and automobiles to be used on site should have certification of good working conditions from "National Automobile inspection centre" in order to reduce noise or exhaust fumes emissions.</li> <li>- Ensure routine maintenance, repair of trucks and machines.</li> <li>- Provision of protective equipment to all site workers.</li> <li>- The contractor to inform the general public any activity that shall emit noise prior to execution in order to minimize the impacts (e.g. blasting activities and operation of heavy machinery and construction traffic).</li> <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 delivery of construction materials.</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd/ REMA	2,500
Soil erosion/Land degradation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- All earthworks for site preparation and levelling shall be carried out in a proper designated way and to be executed by the qualified engineers.</li> <li>- Excavated soil shall be well managed and re-used to backfilling the excavated trenches.</li> <li>- The unused soil and considered as waste shall be deposited in a well designated area to be approved in close collaboration with Gasabo District.</li> <li>- During the excavation work at the steep slop, soil erosion barriers have to be installed on site.</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd/ Gasabo district/ REMA/Cok	1,400
Child labour, forced labour and discrimination	<ul style="list-style-type: none"> <li>- All site workers to be recorded by sex and ages</li> <li>- Protect the workforce from inequality, social exclusion, child labour, and forced labour;</li> <li>- Promote compliance with national legal requirements and provide supplemental due diligence requirements where national laws are silent;</li> <li>- Establish, maintain, and improve the employee-employer relationship</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd/ MIFOTRA/ Cok /District/ local authorities	No cost required
Conflicts among workers and	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Local population should be prioritized when recutting for project personnel and manpower.</li> <li>- Keeping a good relationship with local communities</li> </ul>	Contractor	WASAC Ltd	No cost required



Environmental /social impacts	Proposed mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated cost (USD)
local population	- Establishment and implementation of set of rules for the workplace			
Fugitive dust generated during excavation works and air pollution	- Spray water when deemed necessary in order to reduce the dust. - Compaction of soil to be minimized by careful stockpiling and separation of top and sub-soils.	Contractor	WASAC Ltd/ REMA	2,000
Pollution of surface and ground water	- Provide onsite adequate sanitary facilities - All unused materials to be properly handled at the construction sites - Work with the accredited companies in waste management and handling activities	Contractor	WASAC Ltd/ REMA/RWB	Under construction budget
Soil pollution	- Use a tray at the time of fuel filling - To prepare for a spill control such as dike at the storage place of fuel and chemicals	Contractor	WASAC Ltd/ REMA/RWB	Under construction budget
Sediment load	- Proper handling and management of generated waste on site. - All excavated material to be carefully re-used, replaced and/or planted up with grass and other indigenous seedlings.	Contractor	WASAC Ltd/ RWB/ REMA/ Cok/ district	Construction budget
Loss of vegetation cover and plant diversity	- During the site clearance and pipeline excavations, the removal of vegetation should be restricted to the minimum necessary width - When trees are cut down before construction, saplings are replanted	Contractor	REMA/WASAC Ltd	1,800
Disturbance of traffic	- Appoint staff in charge of traffic management - Use of appropriate traffic signpost at the working areas - Excavation and backfilling of the affected section during evening hours where there is no heavy traffic	Contractor	WASAC Ltd/ Traffic police/ RTDA	2,000
Injuries and accidents during construction works	- All workers shall be equipped with Personnel Protective Equipment - Ensure that all employees have health insurance to afford health facilities - Conduct daily morning briefs related to safety measures for all workers. - The safety and sanitation plan is formulated and safety trainings are provided for workers	Contractor	WASAC Ltd/ Local authorities	3,000
Abuse of drugs and use of alcohol	- Avail free of charge potable and safe drinking water for all workers. - Avoid any kind of use of alcohol and other drugs at the project sites.	Contractor/site workers	WASAC Ltd/ local authorities/ RIB	No cost required
Poor solid waste management	- On site adequate sanitary facilities shall be provided at the project sites - Appropriate waste management mechanisms shall be imposed at the project sites. - All unused materials shall be properly handled - Storage sites shall follow the appropriate regulations related to Waste Management. - No materials storages shall be located nearby water body - Contractor shall regularly monitor water pollution sources at the project sites - Contractor shall maximize efforts to avoid oil spillages at the construction sites	Contractor	WASAC Ltd/ REMA/ RWB	No cost required
Gender based violence and sexual Exploitation and Abuse (GBV/SEA)	- Preparation and implementation workers Code of conduct - Conduct GBV/SEA awareness among all workers -	Contractor	WASAC Ltd/ Districts/ Isange One Stop Center	800
General occupational health and Safety (OHS)	- Contractor shall ensure that all employees have health insurance as means of health care affordability; - Contractor shall provide personal protective equipment (PPEs) to all project workers and visitors. - Avail permanent first aid kit at the project sites - Avail an Environmental and safety officer at the site to oversee environmental management, social concerns and the implementation of environmental policies and regulations; - Install safety and warning signage as appropriate	Contractor	REMA/ WASAC Ltd/ Districts	2,000

Environmental /social impacts	Proposed mitigation measures	Responsible	Monitoring	Estimated cost (USD)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appoint ESHS Manager to assist with sampling, monitoring and daily environmental compliance;</li> <li>- Provide environmental and health induction talks to all employees.</li> </ul>			
<b>Total</b>				<b>20,500</b>

### 2.2.3.1.8 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表 2.2-29 に記載の環境モニタリング計画を実施する。

表 2.2-29 環境モニタリング計画（EMoP）（配水池・高架水槽建設と配水管更新）

Environmental items	Monitoring item	Parameter/Indicator to be monitored	Location	Frequency	Responsible	Budget
<b>Pre-construction and site mobilization phase</b>						
Land securing and compensation	Compensation for private owned land	Area of land compensated	Project site	Once before construction works	WASAC Ltd	ARAP monitoring report
	Land easement and securing from public land	land for water tank and pipelines secured	Project area	Once before project activities	WASAC/ local Authorities	No cost required
	Complaints related to pipelines locations nearby residential areas	GRM logbook	Project area	Once before project activities	WASAC Ltd/ local authorities	no cost required
Air pollution	Equipment and automobiles in good conditions	certificate of good working condition issued by automobile inspection center	Project sites	As appropriate	Contractor/ traffic police	200
Noise and vibrations	Noise and vibrations	Noise level and vibrations	At reservoirs and water tanks sites	before and during project works	Contractor/ Cok/ /WASAC	800US\$
<b>Construction phase</b>						
Accidents and incidents	Number of accidents and incidents	Incidents and accidents logbook	Project site	When deemed necessary	Contractor WASAC/ traffic police	Operational Cost
Air Pollution	Equipment and automobiles in good shape	Regular inspection and maintenance	at project site	Daily	Contractor	No cost applicable to monitor.
	Records on water spray at the project site	dust at the project site	project sites	regular and when necessary	Contractor	Operational cost
Noise and vibrations	Noise emissions	Noise level Vibration level	Reservoirs, pipelines and water tanks construction sites	During earth works or concrete vibrations.	Contractor/ WASAC / Cok	under implementation cost
Soil pollution	proper management of soil pollution prevention	Use of spill control goods or facilities	project areas	daily	Contractor/ WASAC	Operational Cost
Soil Waste	Proper management of excavated soil and other waste generated from the project	presence of waste management plan	at project site	regular	Contractor/ WASAC	Under Operational Cost
Fauna and flora removal	Replant trees cut during the cons	Restored area	At the project area	After project implementation	Communities/local authorities / Contractor	Operational Cost

Environmental items	Monitoring item	Parameter/Indicator to be monitored	Location	Frequency	Responsible	Budget
Work conditions	Occupational health and Safety	Availability at site of OHS Plan	Project sites	Permanent through project activities	Contractor/WASAC Ltd	Operational Cost
	Awareness meeting on social, health and safety	Number of meetings and trainings/ Induction	Project sites	Daily	Contractor/WASAC Ltd	Operational cost
	Incidents and accidents at the project site	Presence of warning and sign post at the site	Project site	daily	WASAC/ Contractor/	5000 USD
	Personal Protective Equipment (PPEs)	Number of workers with PPEs	project area	daily	Contractor/JICA/WASAC Project contractor/ project workers	2000 USD
Traffic congestions	Traffic management Plan and traffic signage	Availability of TMP	Project area	daily during project works nearby roads	Contractor/WASAC/ traffic Police	Operational Cost
HIV/ AIDS and other transmitted diseases	Health and sanitation for labor workers	Number of traffic signage presence of sanitation facilities and diseases preventive measures	Project sites	regular	Contractor/WASAC Ltd	Operational Cost
Child and forced labour	Minimum working age and working condition	Employment record by age	Construction areas	regular	Contractor /Local authorities/ project workers	no cost required

出典：調査団

### 2.2.3.1.9 ステークホルダー協議

以下の目的でステークホルダーと協議を行った。

- プロジェクト概要、EIA 調査、Resettlement Action Plan (RAP)について説明する
- 地域コミュニティやその他主要ステークホルダーとの関係を強化する
- 全ての関係者と透明でタイムリーな情報提供とオープンな対話に基づいた信頼関係を構築する
- プロジェクトのインパクト評価及び緩和策策定に必要な情報を収集する
- コミュニティが事業の持つ様々な影響を理解し、潜在的な危機シナリオについて準備できるようにする

ステークホルダー協議は、(1) スコーピング段階、(2) EIA 調査前、(3) EIA 調査報告書ドラフト段階の3段階で実施した。各段階での協議結果をまとめる。

#### (1) スコーピング段階

##### 1) 中央・地方レベルの関係機関

2022年1月6日から18日にかけて以下の機関と協議を行った。協議結果を以下の表 2.2-30 にまとめる。

表 2.2-30 スコーピング段階で実施された中央・地方レベル関係機関との協議結果

Stakeholder	Summary of discussion	Key outcomes
RLMUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Land rights and land use for the buffer zone of the roads</li> <li>- Land transfer and registration after project implementation especially for Batsinda water tank area</li> <li>- Zoning Plan of the project areas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Land located within the buffer zone of the road is under public land. Therefore, the project will be implemented in consideration with the existing laws related to land use and rights.</li> <li>- It is mandatory that after compensation the expropriated land be registered under government properties via WASAC. All procedures required must be fulfilled in order to get the land register. RLMUA will facilitate in this regard by its staff located at Gasabo District.</li> <li>- This project is not compromising the land use plan of the City of Kigali</li> </ul>
RWB	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact of project implementation on water resources.</li> <li>- Project activities and project impacts at project location.</li> <li>- Water allocations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- This is an extension and rehabilitation of an existing water supply system. No major impacts will be noted at the water abstraction source (Nzove WTP). There will be no additional daily water abstraction within Nyabarongo than the allowed at the water Plant.</li> <li>- Some impacts will be in the project areas. Mitigation measures have to be implemented as requisite to avoid those that will be noted at the project site.</li> <li>- Regular monitoring has to be implemented by all parties involved and regular reporting to competent institution is recommended.</li> <li>- No water abstraction permitting is required for the project.</li> <li>- Regular monitoring of water quality is mandatory.</li> </ul>
REMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Project activities and environmental pollution.</li> <li>- Potential source of pollution within project area</li> <li>- Impacts of the project implementation on the surrounding environment.</li> <li>- REMA's responsibilities in the project life span</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Main potential source of water pollution would be associated to human activities within the project area.</li> <li>- Efforts should be made to minimize project's environmental impacts by application of appropriate mitigation measures to each identified and predicted impact.</li> <li>- REMA will play key role in the EMP during all phases of the project.</li> <li>- Impacts compensation measures of the identified impacts would be clearly developed and implemented. However, efforts have to be made to refuse and avoid those identified impacts.</li> <li>- Various impacts connected to this project implementation were discussed and are incorporated in this report.</li> <li>- Monitoring is recommended to be undertaken on regular basis to avoid potential environmental pollution.</li> </ul>
RDB	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ESIA process and requirement.</li> <li>- Project impacts and mitigation measures</li> <li>- ESIA report review and analysis</li> <li>- ESIA approval and Certification</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- All processes and steps have to be met as required.</li> <li>- Project impacts were discussed and are incorporated in this report.</li> <li>- Regular monitoring of the proposed mitigation measure is mandatory during the project life span.</li> </ul>
WASAC Ltd	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Need for and importance of the project implementation</li> <li>- Project requirements.</li> <li>- Water issues in the project areas</li> <li>- Labor and work force.</li> <li>- Safety and health management during project implementation</li> <li>- Land requirements and land issues</li> <li>- Compensation and expropriation issues</li> <li>- Project's waste generation and management plan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- This project implementation is a necessity to meet the fixed target and existing policies and programs objectives to supply 100% of clean water to all Rwandans by 2024.</li> <li>- The project is within the mandate of WASAC Ltd.</li> <li>- The land for the project will be acquired via the existing laws related to the expropriation/ compensation in public interests. Fair compensation will be made when necessary</li> <li>- The work force is available in the project area and willing to support. New jobs will be created, and manpower is available in the project area.</li> <li>- The project will be implemented in compliance with the existing laws and regulations related to environmental, health and social protection.</li> <li>- No chemicals are expected to be used by the present project. Therefore, no impacts associated to the use of chemical are expected.</li> <li>- Waste management plan will be developed and be followed with maximum effort by the contractor. . .</li> </ul>
REG/ EUCL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilities property under the project working areas (pipeline routes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prior to any activities that shall affect the electrical utilities, information shall be given to the nearby EUCL branch for them to be prepared accordingly.</li> <li>- Maximum efforts shall be made to avoid such impacts.</li> <li>- Project designs shall take into consideration the existing electrical utilities within the project areas.</li> </ul>
MoE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Environmental concerns related to the project implementation</li> <li>- Laws and regulation related to environmental protection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The project will be implemented in line with the existing environmental protection laws and regulations.</li> <li>- Regular monitoring of the project implementation is required.</li> <li>- Mitigation measure to the identified impacts have to be implemented as well as the regular reporting is required.</li> <li>- Project impacts were discussed and are incorporated in this report.</li> </ul>

Stakeholder	Summary of discussion	Key outcomes
District, Sector and Cell officials (Gasabo District, 4 Sectors, and 12 Cells)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact of project implementation in the project area</li> <li>- Water availability and water issues</li> <li>- Project's impacts in the project area.</li> <li>- Land ownership and land issues.</li> <li>- Land required for the project.</li> <li>- Challenges and impacts associated to the project implementation</li> <li>- Labor and work force</li> <li>- Compensation of affected properties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The project is of high importance since it will contribute to the development, sanitation increases, availability and reliable clean water in the project areas, etc.</li> <li>- Project implementation would be beneficial to the local population and where possible RURA should intervene in terms of water tariff fixing.</li> <li>- It is recommended that water tariffs be revised since water will be available in the area.</li> <li>- All households in the project areas should be connected and for the local residents to benefit from the project implementation.</li> <li>- Other affected properties that land shall be also fairly compensated as required.</li> <li>- Different project positive and negative impacts were discussed and incorporated in this report.</li> <li>- Mitigation measures for the identified impacts were also discussed.</li> </ul>

出典：Field survey, BESST Ltd,2022

## 2) 地域コミュニティ

以下に示す 9 つのセルで最初のコミュニティコンサルテーションを行った。概要を表 2.2-31 に示す。

表 2.2-31 スコーピング段階に実施されたコミュニティコンサルテーション

Sector	Cell	Date	Number of participants
Gisozi	Ruhango	22 January and 23 February	29
	Musezero	21 January and 3 <sup>rd</sup> February 2022	23
Kinyinya	Gacuriro	22 January 2022	14
	Gasharu	25 January 2022	10
	Kagugu	25 January 2022	14
Remera	Nyabisindu	2 <sup>nd</sup> February	22
	Nyarutarama	21 and 22 <sup>nd</sup> January 2022	14
	Rukiri I	21 and 3 <sup>rd</sup> February	7
	Rukiri II	18 <sup>th</sup> January and 3 <sup>rd</sup> February 2022	5

出典：Field survey, BESST Ltd,2022

コミュニティコンサルテーションで住民側から出された質問と提案、環境コンサルタントからの回答を表 2.2-32 にまとめる。

表 2.2-32 主な質問・提案と回答

No	Questions/Suggestions	Responses provided by the consultant
<b>Gisozi sector</b>		
1	At this stage do you know where pipelines will pass?	Pipelines routes are still under evaluation, but it anticipated that pipelines will be laid where existing pipelines are passing.
2	In other areas where WASAC implemented projects we have heard delays in compensation. What are you doing to avoid this situation?	The design will be done in way that avoid involuntary resettlement or land acquisition. Further, an abbreviated resettlement Plan will be prepared to ensure timely compensation
3	During the previous projects some of the pipelines that were supplying us water were not re-connected and we are still struggling. Will the project do the same mistakes?	Normally the pipes to be installed are not directly supplying water to locals. These are transmissions pipes while connection is done to distribution pipes. It is expected that this project will not cause such impacts to locals.
4	Will be there any compensation to those who will temporally close their businesses such as kiosk, fence and pavement?	This will be assessed during detail EIA study and this impact is added then will be covered under Resettlement plan.
5	What will happen to structure such as road, pavement and electrical installation that maybe affected by construction works?	Construction methods for crossing roads will be included in the study and where structure is affected rehabilitation will be made



No	Questions/Suggestions	Responses provided by the consultant
<b>Remera Sector</b>		
1	Currently we are experiencing water shortage and sometimes we only have water twice a week. Is this project going to resolve these issues?	This is one of the objectives of this project and the issue will be addressed through increased capacity of reservoirs and new pipes
2	Will the project give job opportunities to local people or only engineers will be employed by the project	Local people will be employed and are priorities when allocating jobs. Both local and non-locals will be employed during project implementation
3	After the construction works especially where pipes will pass, people are they allowed to continue using their land?	After construction works and pipes laying, landowners will continue to use their land as usual. However no major structures such as fences will be allowed on the pipelines.
4	Some have assets on the land where probably the project will pass. Will the project compensate them?	All affected properties will be compensated according to the existing laws related to the compensation in public interests. However, major land acquisition anticipated because pipelines will use existing road reserve and reservoir are on public land except in Batsinda
5	Water is currently expensive and is becoming more expensive. WASAC in charge should look on these issues and act accordingly.	The message is taken into consideration and will be forwarded to WASAC for consideration.
<b>Kinyinya Sector</b>		
1.	This project is very important because it will help as to resolve issues related to water shortage. When the project will be completed?	The project is still at feasibility stage and the timelines will be communicated to you in next consultation meetings
2	When the maps of the project will be available, it will be better to be displayed at the villages and at open spaces so that different people can have access to the information related to the line route and other project components?	Maps of the project location will be published to cell/ villages information will be made public to all.
3	Who will implement this project?	The project will be implemented by WASAC in collaboration with city of Kigali and JICA will provide funds.
4	Water is currently expensive and is becoming more expensive. WASAC in charge should look on these issues and act accordingly.	The message is taken into consideration and will be forwarded to WASAC for consideration.
5	Recently WASAC increased water tariff and yet the water is not available all the time. What are you planned to address this situation?	WASAC is still discussing with its development partners to first address water shortage in the city of Kigali and rural areas, but the tariff will be also discussed.
<b>Kimironko Sector</b>		
1.	Which cells will be covered in Kimironko sector?	The socio-economic survey will cover all three cells of Kimironko sector but there is no components that will be implemented in Kimironko.
2	How Kimironko sector will benefits from this project?	Improvement of water supply system in neighbouring sector from Ntora reservoir will allow Kimironko sector to receive water from other networks. Further, other project that will supply water in Kimironko are planned
3	Water is currently expensive and is becoming more expensive. WASAC in charge should look on these issues and act accordingly.	The message is taken into consideration and will be forwarded to WASAC for consideration.
4	The key issues we have is water shortage and high cost of water. Is the project going to resolve these issues?	The project aims at reducing water losses which will increase water supplied to people. This may also contribute to the reduction of high cost of water. This concern will also be reported in the study.

出典：Field survey, BESST Ltd,2022

## (2) EIA 調査実施前

EIA 調査実施前に事業対象地域である Gisozi、Remera、Kinyinya の3つのセクターでコミュニティコンサルテーションを実施した。多くの人に参加してもらえよう、毎月最後の土曜日に実施される地域活動日に実施した。コミュニティコンサルテーションの概要を表 2.2-33 に示す。

表 2.2-33 EIA 実施前に実施されたコミュニティコンサルテーション

Sector	Cell	Date	Number of participants
Remera	Nyabisindu	26 March 2022	83
Kinyinya	Kagugu	26 <sup>th</sup> March 2022	67
Gisozi	Musezero	26 <sup>th</sup> March 2022	119

出典：Field survey, BESS Ltd,2022

コンサルテーション時に提示された質問及び提案と回答を表 2.2-34 にまとめる。

表 2.2-34 主な質問・提案と回答

No	Questions/Suggestions	Responses by the consultant
Gisozi, Musezero Cell, Gasharu village		
1	-Where will the pipelines pass?	-The pipelines will pass where the existing pipes pass especially in the road reserve from Ntora to Gacuriro
2	You said that during the project implementation, some of the pipes will be replaced. Will be there water shortages during the period of replacement?	The project is designed in a way that there will be no water shortages during project implementation. In case these happen, people will be informed in advance for them to get prepared.
3	We have experienced cases where some of our crops have not been compensated by WASAC. Example is made to my crops affected during the recent constructed Ntora –Gasanze pipe. How can you ensure that this project will be implemented differently while the developer is the same?	Maximum efforts are being done to avoid compensation during the project implementation. In case it happens, compensation will be made before project works. Local people are also required to get all required conditions such as land documents, account numbers etc. in order to get paid. Details in order to get paid shall be discussed during the valuation process.
4	During the previous projects some of the pipelines that were supplying us water were not re-connected and we are still struggling. Will the project do the same mistakes?	Normally the pipes to be installed are not directly supplying water to locals. These are transmission pipes while connection is done to distribution pipes. It is expected that this project will not cause such impacts to locals.
5	Will be there any compensation to those who will temporarily close their businesses such as MTN kiosk owner during the project implementation	So far it is expected that compensation will be made at only damaged assets. Those having movable properties shall be requested to move them in order to pave the way project activities. However, those owning such business shall be allocated jobs during project implementation and bring back their kiosks after project works.
Remera sector, Nyabisindu cell		
1	When is the implementation of the project expected to start for us to get prepared?	Different studies related to the project studies are going on and the kick off is expected as soon as the studies are finished and approved and the funds available. It is expected that the project will be start during the next fiscal year and this section to be completed within two years
2	Will the project give job opportunities to local people or only engineers will be employed by the project	Considering the project nature, local people will be employed and are priorities when allocating jobs. Both local and non-locals will be employed during project implementation
3	After the construction works especially where pipes will pass, people are they allowed to continue using their land?	After construction works and pipes laying, landowners will continue to use their land as usual. However no major structures such as fences will be allowed on the pipelines.
4	Some have assets on the land where probably the project will pass. Will the project compensate them?,	All affected properties will be compensated according to the existing laws related to the compensation in public interests.
Kinyinya Sector, Kagugu Cell, Nyakabungo Village		
1.	We would like to know the exact location of the water tanks in this area. Is only one water tanks or the project will build different tanks in our area?	The water tank in Kagugu will be constructed in the plot located near Batsinda Central Catholic Church. Other tanks will be located nearby the existing tanks in Gacuriro and Nyarutarama except the other new tank to be constructed opposite Kagugu Catholic Parish
2	When the maps of the project will be available, it will be better to be displayed at the villages and at open spaces so that different people can have access to the information related to the line route and other project components?	For sure. Maps of the project location will be published to cell/ villages information will be made public to all.
3	It should be better that WASAC also take part in the project implementation	For sure. The project will not be implemented only by JICA. WASAC ltd is project developer and will definitively be part of the project implementation.

No	Questions/Suggestions	Responses by the consultant
4	Water is currently expensive and is becoming more expensive. WASAC in charge should look on these issues and act accordingly.	The message is taken into consideration and will be forwarded to WASAC for consideration.
5	When do you think the project should start?	The project has started with detailed design and onsite works are expected to start next fiscal year that will start in June 2022.
6	Regarding the work to be available for the project will JICA fully own the payment of manpower? How about the compensation of damaged properties?	Payment of local manpower will be done by the contractor who will be doing the implementation. While compensation of damaged properties will be done through Government budget via WASAC Ltd.
7	Is it possible for WSAC to think about het prepaid system as this was done for electricity?	Message is taken and will be forwarded to WASAC for consideration

出典：Field survey, BESST Ltd,2022

### (3) EIA 調査報告書ドラフト段階

EIA 調査報告書ドラフトの準備ができた段階で、地域住民に調査結果を報告し、プロジェクトへの理解を深めてもらうためとプロジェクトに対する意見を聴取するために Gisozi、Remera、Kinyinya の 3 つのセクターで 3 回目のコミュニティコンサルテーションを実施した。今回は住民以外にセクター及びセルからの参加もあった。各コミュニティコンサルテーションの結果を表 2.2-35 にまとめる。

表 2.2-35 コミュニティコンサルテーション結果

No	Questions/Suggestions	Responses provided by the consultant
Venue: Gisozi, Musezero Cell, Gasharu village, 4th June 2022, Number of participants: 99		
1	The approach you are using to keep us informed about the project is well appreciated and we request you to inform other institution such as REG and others having project of simile nature to keep local people informed in order to avoid any inconvenient or misunderstanding that shall occurred during the project implementation.	Message taken and will noted. Usually, the ESIA studies require these kind of consultation and your message will be transmitted as required.
2	Was there any change about the pipeline routes from the existing line with the new lines?	No major changes have been done. The new pipes will be installed parallel to the existing lines.
3	Is there anyone that will be relocated? Is yes how the compensation will be done	According to the project designs no one will be relocated. Those having properties to be affected will be compensated according to the compensation law in public interests.
4	We are lucky to have this project as it aims at the general development of our region. Will this project supply water to those not connected? We will be able be employed during project activities?	The project will supply water to some areas/ zones not connected to WASAC or to any other water service providers. Those wishing to be connected will have opportunity to get connected. For sure job will be given and priority will be local residents.
Remera sector, Nyabisindu cell, 4 <sup>th</sup> June 2022, Number of participants: 47		
1	Will have opportunity to get jobs from this project	For sure. Job opportunities will be available during project implementation and those willing to be employed will get the opportunity. However, job numbers are limited based on the project nature and type.
2	Those having land will be compensated?	land for pipes lines will be temporally used during pipes laying and installation. No land compensation is planned during this project. However, any assets to be damaged shall be compensated as per the expropriation laws and regulation in palace.
3	When the implementation is starting?	It is expected that the project shall start in the next financial year according to the required agreement between Rwanda and JICA. People will be kept informed about the project progress
Kinyinya Sector, Kagugu Cell, Nyakabungo Village, Number of participants: 39		
1.	Thank you for keeping us informed about the project. We are suggesting that during the project implementation WASAC should look for alternatives for water supply for those connected. Otherwise, people will suffer from lack of water and yet the project will be a challenge to them and not well appreciated.	Alternatives for water supply will be provided and are being discussed between WASAC and project funder and this will be implemented during project works. People would not worry about this. Effort shall be made to minimize water shortages.

No	Questions/Suggestions	Responses provided by the consultant
2	We are requesting that WASAC look on how the payment system for water tariffs shall be pre-payment as we are familiar for electricity. We only use the electricity that we have paid. And WASAC is advised to look for this possibility to use	The message is taken and will be forwarded to WASAC for consideration
3	Will the project give jobs to local people?	Job opportunities will be available even if are limited. Priority considerations will be given to local residents.
4	UWANYIRIGIRA Jacky Water is expensive. Will the project contribute to the reduction of prices of water tariffs?	The message will be taken to WASAC for consideration and assessment. We cannot confirm now that water tariffs will be reduced due to project implementation.

出典：Field survey, BESST Ltd,2022

## 2.2.3.2 用地取得・住民移転

### 2.2.3.2.1 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、用地取得及び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。配水管は道路わきに布設し、埋め戻すため、配水管布設による用地取得、住民移転は発生しない。一時的用地取得が必要な活動はない。

配水ブロック化

- 配水池・高架水槽建設

#### (2) 用地取得を最小化するために検討した案

配水池・高架水槽建設地選択において、用地取得も検討項目の一つとなっている。最終的に採択された案では、用地取得が必要な土地が 2 カ所（その内私有地は 1 カ所）であり、どちらの土地にも居住者はおらず、非自発的住民移転は起こらない。

### 2.2.3.2.2 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。

##### 土地管理法（Law N° 27/2021 of 10/06/2021 governing land in Rwanda, 2021）

土地管理法は、ルワンダ国の土地の取得、登録、割り当て、所有、移転、管理、利用を規定している。土地利用・管理法（2013 年）から置き換えられた。これまで通り土地管理法は、土地の権利の所有者は関連する法律に従って公益のために収用される場合を除いて、法的規定に従って自分の土地を利用する完全な権利を享受すると規定している（第 41 条）。

相続、承継、購入、寄付、交換、土地共有、または管轄当局による法的付与により土地を取得した人は、定期借地権（emphyteutic lease）か自由土地保有権（freehold）のいずれかの所有形態に従っ

て土地を所有すると規定された（第9条）。これまで外国人は特別経済区でのみ認められていた自由土地保有権が戦略的国益に見合うと判断された場合は例外的に大統領令で認められることになった。また定期借地権の期限が99年に延長された（これまでルワンダ人と外国人に認められていた期限はそれぞれ30年と20年）。

政府所有の土地は、土地管理を管轄する省（環境省、地方自治省など）を通じて登録される（第36条）。公的機関または地方政府機関は、その使命と責任を遂行するために必要な国所有地を使用する権利を有するとしている（第39条）。手続きについては首相令により決定されるとした。

### **首相令 Prime Minister's Order N° 008/03 Of 03/07/2022 Determining Modalities For Land Allocation and Acquisition, Emphyteutic Lease, And State Land Concession and Lease**

改正土地管理法に係わる首相令の一つで、国有地の利用権及び賃借契約手続きについて規定している（戦略的投資目的と社会福祉目的別）。

社会福祉目的の場合、手順は(1) 事業管轄大臣から土地管理を管轄する大臣（環境大臣、地方自治大臣など）へ文章で依頼、(2) 土地管理管轄大臣による審査、(3) 承認決定、(4) 契約締結（署名者は事業管轄大臣と土地管理管轄大臣）となる。

### **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 (Organic law n° 32/2015 of 11/06/2015 law relating to expropriation in the public interest)**

公益のための土地の収用に関連する手続きを規定している。収用を行う権限を持っているのは政府だけであると規定していること、収用は公共の利益のために行うもので、公正で収用前の補償をしなければならないとしている（第3条）。

第3章第1節において、公共の利益と考えられる活動をリスト化し、公共の利益に従い土地などの収用を決定する管轄機関を規定している（プロジェクトエリアが単一の郡にとどまる本案件では管轄機関は Gasabo District になるため、ここでは郡と記述する）。また第2節で土地収用手続きについて、第3節で土地収用決定について再審査請求の手続き、そして第4章では、土地と建物の価値算定方法と公正な補償支払いについて規定している。土地収用のために本法律で明記されている収用手続きの一部を以下に示す。

- 土地などの収用プロポーザルの起案。プロポーザルには以下の項目を含める。
  - 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
  - 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）
  - 環境影響評価
  - 補償費支払い能力
  - 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
- 土地などの収用プロポーザル審査



- 収用をモニタリングする郡の委員会は、収用のリクエストを受けてから 30 日以内に、収用の妥当性があるかどうか検討する。そのため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を開催する（プロジェクトの関係者は委員会メンバーになれない）。
- 収用の妥当性が認められた場合は、コンサルテーション会議から 15 日以内に委員会は郡のカウンシルに書面で決定を提出する。妥当性が認められない場合は 15 日以内に収用を申請した人に決定を伝える。
- 郡のカウンシルは決定を受け取ってから 15 日以内に委員会の決定に従い収用を認める。
- 郡のカウンシルは少なくとも一つのラジオ局と少なくとも一つのルワンダ国をベースとする新聞を通じて結果を公表する（決定から 15 日以内）。
- 用地取得実施に向けた被影響者のリストを作成し公表する（決定から 15 日以内）。
- 決定公表以降は土地所有者は土地上で長期的活動をしてはいけない。
- 収用決定により損害を受ける人は決定の再審査を求めることができる（決定の公表から 30 日以内）。  
当局は再審査の要請に対する回答を文書で通知しないとイケない（再審査の要請を受けてから 30 日以内）。
- 収用申請者は審査決定に対して再審査を要求することができる（決定公表から 15 日以内）。  
当局は再審査の要請に対する回答を文書で通知しないとイケない（再審査の要請を受けてから 30 日以内）。
- 土地と家屋の補償額算定と補償費支払い
  - 土地や建物の価値算定は 30 日以内に行い（最大 15 日間の延長可能）、結果を郡に提出する。
  - 収用者は報告書を受け取ってから 15 日以内に報告書を承認し、土地収用関係者と土地が所在するセルに算定結果を公表する。少なくとも一つのラジオ局と少なくとも一つのルワンダ国をベースとする新聞を通じて結果を公表する。
  - 土地及び建物の所有者は評価結果に満足すれば承認された公正な補償レポートにサイン（あるいは指紋）する。サインまでの期限は報告書の公表から 7 日以上 21 日以内とする。
  - 評価額に不満のある収用対象者は文章で不満を表明できる（収用対象者が評価報告書を承認してから 7 日以内）。
  - 自費で別途評価人あるいは評価会社を雇用し評価額を算定することができる。反論するための評価報告書は 10 日以内に準備しなければならない。収用対象者は評価報告書を受け取ってから 5 日以内に承認するかどうか決定する（議事録を残しサインをする）。
  - 決定に満足できない収用対象者は提訴することができる（議事録にサインをしてから 7 日以内）（収用手続きが中断しないよう、土地収用者が決めた評価額を収用対象者に支払う）。
- 補償費の支払い
  - 合意した公正な補償額を 120 日以内に収用対象者に支払う（期限までに支払われないと双方の合意がなければ収用は無効となる）。
  - 支払いを受けた収用対象者は 120 日以内に移転する（120 日以内に収穫できない農作物を作付けしてはならない）。

## 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

本事業は、環境社会への影響がサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できることから、JICA 環境社会配慮ガイドラインによる「カテゴリ B」と分類される。JICA ガイドラインとルワンダ国法制度を比較した。結果を表 2.2-36 に示す。

表 2.2-36 JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

	JICA Guidelines	Rwandan regulation	Gaps	Actions to be taken for filling the gap
1	[Avoidance of involuntary resettlement] Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives.	The national laws on environment and EIA guidelines require the developer to examine project alternatives but not mention avoidance or minimization of involuntary resettlement.	The national laws and regulations only require the provision of compensation.	JICA guidelines shall apply
2	[Mitigation measures for displacement] When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken.	Resettlement is only acceptable for public interest. Affected persons are fully informed of expropriation issues. Laws relating to expropriation define valuation of land and assets for the fair compensation, but loss of income is not covered.	Loss of means of livelihoods is not captured in the expropriation law	JICA guidelines shall apply
3	[Securing livelihood and assistance] 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.	Laws relating to expropriation define valuation of land and assets for the fair compensation	The laws relating to expropriation do not mention loss of income and compensation for illegal occupants.	Priority for job of construction work will be considered for those who will lose a part of income sources (will be decided based on the result of socio-economic survey)
4	[Valuation based on replacement cost] Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible.	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.	There is little difference between the replacement cost and compensation amount based on the market price with the disturbance allowances of five percent of total value	Compensation based on the market value such as materials and labor cost without depreciation, and disturbance allowances as 5% of market value were used.
5	[Compensation prior to displacement] Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement.	The Article 36 of the Expropriation law (2015) states that approved fair compensation shall be paid within a period not exceeding one hundred and twenty (120) days from the day of its approval.	JICA Guideline does not specify the period of payment and assistance.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement
6	[Development and disclosure of RAP] For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to	Article 10 of expropriation law requires the project developer to submit documents, which contain such information as the outline, environmental and socio-economic impact, and concerned people's	The Rwandan laws do not stipulate the RAP; however, 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

	JICA Guidelines	Rwandan regulation	Gaps	Actions to be taken for filling the gap
	the public.	understanding of the project, along with the application		
7	[Holding public consultation meetings] 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.	The Law 48/2018 of 13/08/2018 on environment requires public hearings and consultation during Environmental studies. The article 11 of the expropriation law requires that 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.	Both JICA GL and Rwandan law require consultation with affected people with enough information	For the preparation of the EIA report and ARAP, consultation meetings will be organized, and sufficient information will be provided in the local language
8	[Use of local language] When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people.			
9	[Promoting public involvement] Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans.	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; however, not promoted in the beginning stage.	Consultation meetings will be organized in the planning process for RAP preparation.
10	[Establishing grievance redress mechanism] Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities.	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 expropriation law.
11	[Identifying eligibility] Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advantage of such benefits. (WB OP 4.12 Para. 6)	The Rwandan expropriation law requires the census and asset inventory survey. The District or City of Kigali administration or the relevant Ministry must inform the persons to be expropriated in the public interest of the expected start date of measurement of land and inventory of property	The social assessment is part of Environmental Impact assessment, but the expropriation law does not require social assessment.	Census survey shall be done upon identification of the necessity of resettlement and/or land acquisition under the preparatory survey, and to be updated by final valuation stage. Socio-economic survey shall also be done under the preparatory survey, and to be updated by final valuation stage.
12	[Eligibility requirements] 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	Under the Rwanda Expropriation law compensation is limited only those land titles and or recognizable customary or written evidence of land ownership, persons recognized	The World Bank OP4.12 policy is much broader and includes both legal and illegal occupants of the land.	There would be no PAPs without formal legal right in this project.

	JICA Guidelines	Rwandan regulation	Gaps	Actions to be taken for filling the gap
	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 OP 4.12 Para. 15)	as legal occupants and owners of the expropriated land and property.		
13	[Land-to-land Compensation] Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP 4.12 Para. 11)	Under the expropriation law, 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 of Section 2)	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, therefore compensation will be paid in cash.
14	[Assistance during transition] Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP 4. 12, para.6)	There is no explicit support for transition period and livelihood restoration	There are no explicit supports for transition period and livelihood restoration.	(will be considered based on the result of socio-economic survey)
15	[Consideration to vulnerable group] Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP 4.12 Para. 8)	The Constitution of Rwanda approves that the State has also the duty, within the limits of its means, to undertake special actions aimed at the welfare of the indigent, the elderly and other vulnerable groups. The National Social Protection Policy defines a vulnerable individual or household	The key vulnerable groups mentioned by the strategy include low income and/or labour constrained individuals or households such as older people, people with disabilities, female-headed households etc.	The vulnerability will be assessed based on country context

出典：調査団

ルワンダ国の法律では、所得源損失への補償や生活が落ち着くまでの移行期間中の支援が明記されていない。土地所有者が移行期間中の支援が必要かどうか、必要な場合どのような支援が必要かどうか検討する。

本事業では、上記表で説明されたように WASAC との協議で ARAP を作成することになった。ARAP は 2022 年 7 月に完成し、WASAC ウェブサイトで公開された。

### 2.2.3.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲

#### (1) プロジェクト被影響世帯及び住民

本事業で用地取得が必要な土地は表 2.2-37 の 2 つである。

表 2.2-37 用地取得対象土地

District	Sector	Cell	Village	Reservoir/ tank name	Land required (m <sup>2</sup> )	Ownership
Gasabo	Kinyinya	Kagugu	Nyakabungo	Batsinda	1,000	Privately owned (freehold) Total area: 1,308 m <sup>2</sup>
		Kagugu	Kabuhunde	Kagugu	450	Owned by Rwanda Social Security Board, RSSB/ Lease agreement available

出典：Field Survey、BESST Ltd,2022

その内 Abbreviated Resettlement Action Plan (ARAP)の対象となるのは、配水池建設予定地となっている Nyakabungo 村にある私有地である。この土地はバナナ農園として使われており、所有者は別の場所に住居を所有しているため土地に構造物は建っていない。土地所有者の子供は別に世帯を持っており、生計を共にする家族はいないため、本事業におけるプロジェクト被影響世帯 (PAH) 及び住民 (PAP) の数はそれぞれ一人となる。

一方、Kagugu の政府機関所有地については、首相令 N° 008/03 Of03/07/2022 に従い所管大臣間でリース契約を結ぶことになる。2022 年 8 月に WASAC が用地取得のリクエストレターを環境省に提出し、環境省が手続きを確認している。また、この土地は現在空地になっているため、非自発的住民移転は生じない。構造物や作物への補償も生じない。

2022 年 4 月 16 日にインベントリ調査と共に社会経済調査を行った。PAP の特徴を表 2.2-38 にまとめる。

表 2.2-38 被影響住民の特徴

項目	
年齢	72 歳
性別	男性
住所	用地取得対象土地とは別の住居
職業	農業
月収	RWF 50,000 (主な収入源は別の地域にある農地)
その他	結婚して独立した子供が時々農作業を手伝っている

出典：調査団

## (2) カットオフデート

6 月 9 日現在で、カットオフデートはまだ正式には確定していない。プロジェクトデザインが最終化され、承認された後に決める予定となっている。その際、WASAC からプロジェクト対象地内セルにレターが出される。

### 2.2.3.2.4 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

前述のように、用地取得対象土地は Nyakabungo 村にある 1,308 m<sup>2</sup> の私有地である。キガリ市の都市計画では宅地であるが、現状は農地となっている。また土地登記記録と実測では広さや形に違いが見られた。



配水池建設に必要な土地は 1,000 m<sup>2</sup> であるが、用地取得後に残された土地の価値や/利用可能性が低くなる場合は区画全部を用地取得の対象とする。残された土地の価値/利用可能性は、正式な補償費算定時に同時に評価する。最終的に購入する土地の範囲は、評価結果と土地所有者の意向をもとに決めることになるが、ARAP では区画全体 1,308 m<sup>2</sup> を購入すると仮定して補償額を推定した。

また、ルワンダ国の法律では、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。

用地対象土地の想定される評価額を表 2.2-39 に示す。補償額は減価償却を考慮しない再取得価格を満たしている。

表 2.2-39 用地取得対象推定土地評価額

No	Village/Cell	UPI	Unit	Quantity	Unit price	Estimated cost (FRW)
1	Nyakabungo/ Kagugu	1/02/10/03/11112	sqm	1,308	64,246	66,224,777
5% of disturbance allowances						3,080,994
Total						69,305,771

出典：調査団

## (2) 補償対象となる個人資産

### 構造物

用地取得対象土地に補償対象となる構造物はない。

### 樹木・多年生作物

樹木及び多年生耕作物も補償の対象であり、再取得価格として市場価格＋5%の迷惑料で補償費として支払う。インベントリ調査で確認された耕作物と推定市場価格を表 2.2-40 にまとめる。

表 2.2-40 補償対象となる耕作物の数

No	Names	Local name	Unit	Quantity	Unit price	Estimated cost (rwf)
1	<i>Persea gratissima</i>	Avoka	number	46	20,000	920,000
2	<i>Phaselolus vulgaris</i>	Ibishyimbo	sqm	1000	150	150,000
3	<i>Zea mays</i>	Ibigori	sqm	1000	150	150,000
4	<i>Colocasia esculenta</i>	Amateke	number	45	250	11,250
5	<i>Manihot esculenta</i>	Imyumbati	sqm	1000	400	400,000
6	<i>Musa spp.</i>	Insina	number	102	5,000	510,000
7	<i>Markhamia lutea</i>	Umusave	number	41	10,000	410,000
8	<i>Mangifera indica</i>	Imyembe	number	3	10,000	30,000
9	<i>Eucalyptus sp.</i>	Inturusu	number	33	6,500	214,500
10	<i>Grevillea robusta</i>	Gerevelia	number	1	5,500	5,500
11	<i>Euphorbia candelabrum</i>	Umuduha	number	1	10,000	10,000
12	<i>Tetradenia riparia</i>	Imiravumba	number	3	20,000	60,000
13	<i>Euphorbia tirucalli</i>	Imiyenzi	number	25	1,000	25,000
Sub-total						28,96,250
5% of disturbance allowances						144812.5
Total						3,041,063

出典：調査団

### (3) 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。PAP の主な収入源は用地取得対象地とは別の農地であるため、用地取得の影響は大きくないと言える。

### (4) 社会的弱者への支援

社会経済調査で世帯主が高齢であることが判明したが、農地を複数所有すること、主な収入源となる農地が別にあること、生計を共にする家族がいないことなどから、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は必要ないと判断した。

### (5) 生活再建策

本事業では非自発的住民移転は発生しないことや、主な収入源となる農地が他にあることから、生活再建策支援は必要ないと判断した。

受給権者要件表を表 2.2-41 に示す。

表 2.2-41 提案した Entitlement Matrix

Type of loss	Entitled Person	Type of Impact	Eligibility Criteria	Entitlement
Permanent loss of land	Land title holder	Displacement	Landowner where the water tank will be constructed	Cash compensation plus 5% disturbance allowances as per the expropriation law. If the remaining part of the land is too small to be viable or usable, the whole plot will be expropriated.
Loss of governmentland	GoR	Loss of land	Current users of affectedland	No compensation required because as in the government land and only small portion will be affected. Affected people should be allowed to use the land outside the pipeline area
Loss of trees on government land	City of Kigali	Loss of trees	Not applicable	No compensation is required.

出典：調査団

#### 2.2.3.2.5 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。

##### (1) 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

## (2) 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 RWF 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。

### 2.2.3.2.6 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）

ARAP 実施における関係機関の責任範囲を表 2.2-42 に示す。

表 2.2-42 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>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>
Ministry of Infrastructure (MININFRA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsible for land acquisition and hence responsible for A-RAP implementation via WASAC</li> <li>Work together with Ministry of Finance to ensure that compensations funds are secured on time and compensation is made in due time.</li> </ul>
Rwanda Land Management and Use Authority (RLMUA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsible for overall management and coordination of all activities related to land administration, land use planning and management in Rwanda</li> <li>Advise on matters related to land ownership and expropriation.</li> <li>District land office in close collaboration with project staff will check and approve valuation forms</li> <li>Play a key role in in the process of transferring and registering land titles as appropriate after compensation</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> </ul>



(2) モニタリング実施費用

表 2.2-44 モニタリング実施費用

Activity	Indicator	Qty	Unit cost (FRW)	Total Cost (FRW)
Follow up valuation and compensation process	Field report	1	70,000	70,000
Meetings for grievance redress	Meetings/grievance resolved	8	70,000	560,000
PAPs Livelihoods assessment	Assessment report	2	70,000	140,000
<b>Total</b>				<b>770,000</b>

出典：調査団

2.2.3.2.9 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 ARAP 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、ARAP 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 担当者も参加する郡レベルの住民移転・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 に示す。

2.2.3.2.10 住民協議

社会環境調査・インベントリ調査時に PAP と協議を行った。その時に PAP から提示された課題とそれに対する回答をまとめたものを表 2.2-45 に示す。

表 2.2-45 PAP から定時された課題とそれに対する回答

Issues	Responses
The project is good as we don't have enough water in our region. Why the project was designed to be carried out in my plot.	The location of the water reservoir was selected based on different technical alternatives. Among them include the best location to allow easy distribution of the supplied water. Your plot has been found being at the best as being on the highest elevated point in Batsinda and taking into consideration that water from the reservoir will be supplied to the rest of the area by gravity. Therefore, the plot has been found to be the best among other reasons it has been selected.
Will the valuation take into consideration of our land as registered on the land document (crops and trees)	It is envisaged that the valuation of land will take into consideration only the affected land and required for the project. The remaining part of the land will be your property and you will get the land document according after land transfer.
Will all crops and trees be valued during the valuation?	The valuation of the crops and trees will be done with reference to current compensation rates applied in Rwanda and the compensation package is based on the age and type of the crop or tree.
How will I know the amount of money to be compensated?	It is your full right to know the exact amount of the compensation you will get. The entire package of the expropriation form will be displayed to you before signing. It is your right to accept the amount of money before signing.
How will I receive my money?	All payment will be made directly to your personal bank accounts or Saving and Credit Cooperatives (SACCOs) with no intermediaries.
I used to get around 300 kg of beans from this land and every season. Will this also be catered for during the valuation?	Valuation will consider assets on site. However, 5% of the total amount calculated will be added as disturbance allowance.
After valuation of the crops, will I allow to harvesting them even though compensated?	Normally compensation is done to the affected crops. In case the valuation is done after you harvested your crops, they will be no compensation. In case this is done and the onsite works delayed to be implemented yet you have been compensated you will be allowed to harvest your crops.

出典：調査団



コンサルテーション最後に、PAH だけでなく同行した親族も本事業が実施すべき事業であるとの結論になった。しかし、PAH からローカルの市場価格に基づいた公正な補償額と遅延ない補償費の支払いを強く求められた。

これに対し、本事業の対応としては、まず、ルワンダ国法令に則り土地価格評価の有資格者 (Land Valuer) が用地評価をすることで公正性を確保する。また、遅滞ない補償費の支払い実施のために、用地取得のモニタリングフォーム等を用い、詳細設計期間においてもコンサルタントが用地取得状況を逐次確認する必要がある、また、実施機関 (WASAC) が用地取得・支払を完了する前に建設工事が始まることのないように、用地取得が入札実施の要件であることを M/D に明記した。

### 2.2.3.3 その他

#### 2.2.3.3.1 モニタリングフォーム案

### Environment

#### (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) Mitigation Measures

##### 1) Air Quality (smoke and dust control)

##### Air quality monitoring

Item	Unit	Situations of Dust Based on the observation	Measurement Point	Frequency
Dust	-	1. good 2. Acceptable level 3. bad	Construction site	Daily

##### Mitigation measures

Frequency: Daily

Date:

Mark: “✓” if mitigation measure is done

No	item	Monitoring Site **	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Check the conditions of vehicles (smoke and dust control)			
2	Watering (dust control)			
3	Covering truck load with a sheet (dust control)			

## 2) Noise and Vibrations

### Ambient noise monitoring

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)	Construction site/edge of the construction area (near houses)	During earth works or and compaction
Vibrations	dB(A)			-	-	75 (Japan)	Construction site/edge of the construction area (near houses)	During earth works or and compaction

Ambient noise standards in Rwanda (the East Africa Community, EAC, standards)

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

### Mitigation measures

Operation hours of construction work

Frequency: daily

No	Date	Construction site	Starting time	Finishing time	Remarks

Operation hours of heavy vehicles and equipment such as generators

Frequency: daily

No	Date	Construction site	Heavy vehicles/ equipment	Starting time	Finishing time	Remarks

## 3) Waste (Construction Waste)/Soil Management

Frequency: weekly

Date:      Item: Waste Management

Mark: "✓" if management is done as required

Construction site	Exact location	Kind of waste	Volume of waste (m3)	Final disposal or reuse	Stored at designated place	Waste separation	Remark
	-						
	-						

4) Soil pollution

Frequency: Daily

Date:

Mark: “✓” if mitigation measure is done

No	item	Monitoring Site **	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Checking the storage conditions of oil and chemicals			
2	Use of oil pan at the time of fueling			

5) Soil erosion

Frequency: Daily

Date:

Mark: “✓” if mitigation measure is done

No	item	Monitoring Site **	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Checking the storage conditions of excavated soil (soil erosion)			
2	Use of appropriate size of an heavy vehicle at the steep slope			
3	Installation of prevention measures such as fence/barrier at the steep slope			
4				

## Social Environment

### 1) Land acquisition

#### Pre-Construction phase

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

		Planned Total	Actual Total	Date of Completion					Expected completion date	Responsible organization
If the following activities are completed, write the date										
1.Update PAPs list and application for expropriation										
1-1	Identify final PAHs/PAP	1 HH							WASAC	
1-2	Prepare and submit application for expropriation								WASAC	
1-3	Review and decide the expropriation by Committee								District	
1-4	Review and decide the expropriation by District								District	
1-5	Announce the decision (cut-off date)								District	
2. Official Valuation										
2-1	Select a valuer								WASAC	
2-2	Announce valuation to PAP								District	
2-3	Conduct valuation and submit the valuation report								Valuer	
2-4	Decide about report by WASAC								WASAC	
2-5	Agree and sign the report by PAHs									
3. Progress of compensation payment and land acquisition										
3-1	Completion of payment of compensation for land and crops								WASAC	
3-2	Completion of land acquisition	1,000 m2							WASAC	
		<b>2023.1</b>	<b>2023.2</b>	<b>2023.3</b>	<b>2023.4</b>	<b>2023.5</b>			<b>Responsible organization</b>	
Note the number of complaints and grievance redress cases in each month, if any										
4. Complains and Grievance Redress N/A Cases										
4-1	Solved cases									
4-2	Unsolved cases									

#### 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

Socio-economic survey targeting PAH (twice)

2) Livelihood

Before Construction

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

3) Safety Management (Health and Occupational Safety)

Safety and health management plan

Pre-construction phase

Preparation of safety and health management plan

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

Training programs

No	Date	Training Name	Agenda	Participant
1				
2				

During Construction

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	Personal protective equipment (PPEs) distribution (%)				
3	Keep records of accidents and injuries properly (Yes/No)				
4	Installation of fences, assignment of guards (Yes/No)				

#### Record of Accidents

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

#### 4) Results of interview with village leaders

##### Result of observations

Name of village:

Date:

Mark: “✓” if mitigation measure is done

No	item	Exact Location of construction site	Mitigation measure is done or not	Remarks
1	Communities get the information on the construction schedule including water suspension schedule			
2	Communities know get the information of traffic management			
3	Installation of signboard			
4	Assignment of guard			

No	item	Responses
1	Job opportunities in villages (number and ratio of women/men workers employed)	
2	Availability of clean water	



3	Air quality	(if it is worsened or not, comparing before construction)
4	Noise problems	(noise level comparing before construction, if there are complaints from villagers, and so on)

5) Record of community meetings

No	Date	Cell/Village Name	Agenda	Number of participants	Q&A

6) Record of Complains

No	Date	Complains	Solution / Result / Any actions to be taken
1			
2			
3			

### 2.2.3.3.2 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)Y (b)Y (c)N (d)N	(a) EIA report was prepared and submitted to RDB in July (b) Approved on 29 <sup>th</sup> July, 2022. (c) Conditionally approved. The conditions are the requirement during the implementation and not the presumptions on the approval before starting the works.
	(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 potential impacts 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 sets of candidate sites of reservoirs, routes of transmission pipeline, 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
	(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) -	(a) Construction of pumping stations is not included in the project components.
	(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.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
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) - (d) N	(a) The project areas are located in the urban areas and no natural forests and ecologically valuable habitats are observed. (b) ditto (c) No serious impact is expected. (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 are no new water intakes, and no construction works which could affect hydrology of rivers/wetland.
4 Social Environment	(1) Resettlement	(a) Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement? (b) Is adequate explanation on compensation and resettlement assistance given to affected people prior to resettlement? (c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement? (d) Is the compensations going to be paid prior to the resettlement? (e) Is the compensation policies prepared in document? (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? (g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement? (h) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan? (i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement? (j) Is the grievance redress mechanism established?	(a) N (b) - (c) - (d) - (e) - (f) - (g) - (h) - (i) - (j) -	(a) There is no involuntary resettlement expected.
4 Social Environment	(2) Living and Livelihood	(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? (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?	(a) N (b) N	(a) One PAP will lose a part of the banana farm, but he has another fam, which is the main income source, and compensations for lost land and crops will be paid. (b) No new water intake will be constructed.
	(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 cutting trees will change the landscape locally. After the construction work, rehabilitation work will be conducted.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
	(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
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) Y	(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 distribution main pipeline are runs along the busy city roads. The installation/replacement work 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) N	(a) There will be no construction works near the river and wetland.
	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

## 2.3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

過去の WASAC を対象とした無償資金協力事業では、先方実施事項としての用地取得がボトルネックとなり事業に遅れが生じた事例があった。この事業では、大口径の管路の布設ルートに係る用地取得を必要としており、用地取得対象エリアが広いため WASAC の予算確保が遅れたであろうと想定されている。本事業においては、用地取得範囲は限られているおり、第 3 章に示すように用地取得を入札実施の前提条件として M/D を結んでいる。これらの条件を遵守し、実施に遅れを生じさせないようにすることが必要である。

また、重要なステークホルダーとしてキガリ市（The City of Kigali）との詳細設計・施工監理における密な情報共有が必要である。本事業の配管の布設は、既存配管布設ルートに沿ったもので、布設位置も車道外であるためキガリ市管理の道路構造物への影響は限定的だが、道路横断等によって道路を壊す部分もある。また、弁室・減圧水槽など道路の一部を占有する構造物もある。これらの道路構造物への影響等について、事前に的確な施工計画を示しつつ、月例会議等でもステークホルダーを巻き込み案件を実施していくことが重要である。

## 2.4 ジェンダー・気候変動対策への配慮

### 2.4.1 ジェンダーと貧困層への配慮

#### 2.4.1.1 上水道分野の法制度・政策・方針等におけるジェンダー関連事項

##### (1) 国家水政策（National Water Supply Policy）

水・衛生に関わる主要な政策として、「国家水政策（National Water Supply Policy）」が 2010 年に公表、2016 年に改訂されている。当文書は、ルワンダ VISION2020、持続可能な開発目標（SDGs）および経済開発貧困削減戦略（EDPRS）で掲げられた目標を達成するために水・衛生分野の重点目標、施策、関係組織の役割等を明示している。同政策では水衛生分野のジェンダー課題に対して以下の取り組みを提示している。

- 公的および民間の両機関において、雇用とキャリアの機会が平等に与えられる
- 意思決定過程および研修プログラムにおいて適切な方法で女性が選出される
- 委員会や水計画の管理において女性の参加が促進される
- 全ての計画過程、実施戦略、研修資料等において女性のニーズ、優先順位および利益が考慮される
- 地域のパートナー機関がジェンダー問題について関心を持って研修を受けている

また、同政策の戦略報告書「国家水政策実施戦略（National Water Supply Policy Implementation Strategy, 2016）」では、分野横断課題としてジェンダーに関する以下の指標が掲げられている。

- 2020 年までに水組合において重要な役職に女性が就いている割合を 40%とする
- 2020 年までに水分野の組織において重要な地位に女性が占める割合を 40%とする

## (2) 国家ジェンダー政策 (National Gender Policy)

ルワンダ国において「ジェンダー」は国家開発における横断的な課題として認識されており、国家ジェンダー政策 (National Gender Policy) が 2004 年に採択、2010 年および 2021 年に改訂版が策定されている。同政策では各セクターにおけるジェンダーに関連する課題や配慮事項が整理されており、水・衛生の分野のジェンダー分析として「改善された衛生施設 (トイレ) への男女世帯別アクセス率」が指標として例示され、以下のような取り組み活動が提示されている。

- 家庭内の伝統的な分業として女性が水汲み労働に従事する課題に対し、水供給施設を増設する
- 衛生設備へのアクセスを改善し、衛生に関するベストプラクティスへの行動変容のための大衆教育を行う

## (3) WASAC におけるジェンダー関連事項

ルワンダ国では憲法において女性の雇用割合を少なくとも 30%以上と規定しており、目標値として 50%以上を掲げている。本事業の実施機関である WASAC (本部および全国 20 支部) においては、2022 年 1 月時点で非正規職員も含めて 1491 名が在籍しており、そのうち女性職員が占める割合は全体の 2 割である。

表 2.4-1 WASAC 職員の男女割合

役職	男性職員数 (人)	女性職員数 (人)
Top Management	0	1
Director	7	0
Manager	16	2
Head Units	50	15
Professional Staff	152	103
Operator/Secretary	175	50
Support Staff	621	59
Commercial Field Officer	178	51
Professional Internees	4	7
合計	1203	288

出典：WASAC

WASAC の人事手続マニュアル (Revised Human Resource Policy Procedures Manual , 2018) では、雇用候補者が同様の資格や経験を有した男女であった場合、女性を優先して雇用することが規定されており、女性の雇用機会が推進されている。また、WASAC においては女性が管理職に占める割合は全体の 2 割ほどであった。

## (4) 上水道施設に関する裨益住民のジェンダー視点に立ったニーズ・課題

水利用・給水実態、衛生状況に加え、ジェンダーおよび貧困層における課題やニーズ把握を目的とした社会経済調査を実施した。世帯調査地域およびサンプル数等の調査概要については、「2.2.3.1.2 ベースとなる環境社会の状況」を参照のこと。

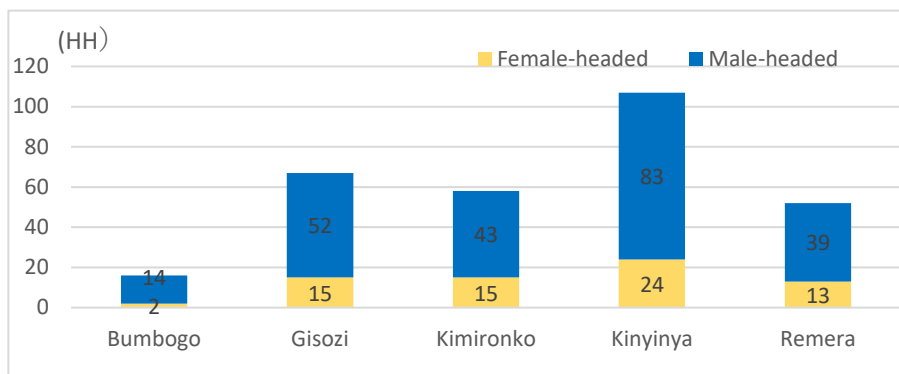
### 1) 調査結果

#### a) 世帯主の男女別割合

本調査の回答世帯 (300 世帯) のうち、男性世帯主が 231 世帯 (77%)、女性世帯主は 69 世帯



(23%) であった。Demographic and Health Survey 2019-2020 報告書によると、ルワンダ国都市部では世帯主の男女割合が 65.5%、34.5%であり、本調査との大きな乖離はみられなかった。

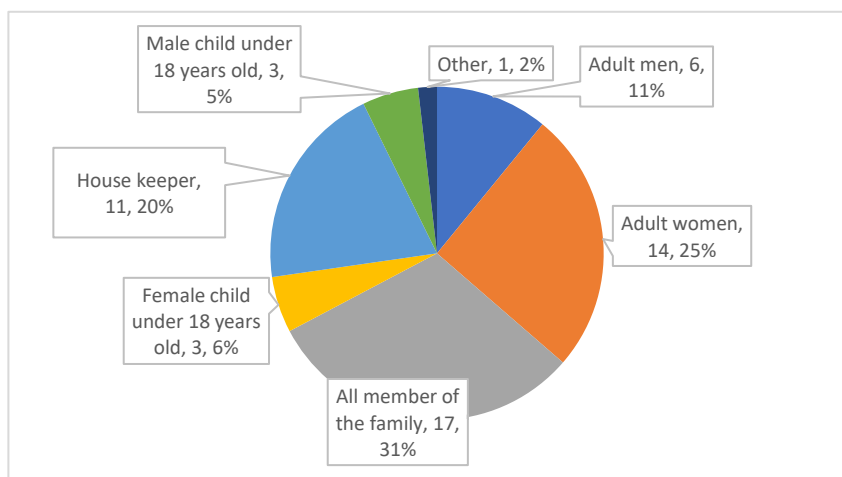


出典：調査団

図 2.4-1 世帯主の男女別割合

### b) 各家庭における水汲み従事者

対象地域では大多数の世帯が敷地内にある各戸給水を利用しており、水汲み作業が発生している世帯は 300 世帯のうち 55 世帯 (18%) であった。そのうち、水汲み労働の主な従事者が家族全員であると回答した世帯がおよそ 3 割、成人女性である世帯が 2.5 割、ハウスキーパーである世帯が 2 割であった。また、18 歳以下の子供が従事している世帯は少数であり、男女別の差はみられなかった。



出典：調査団

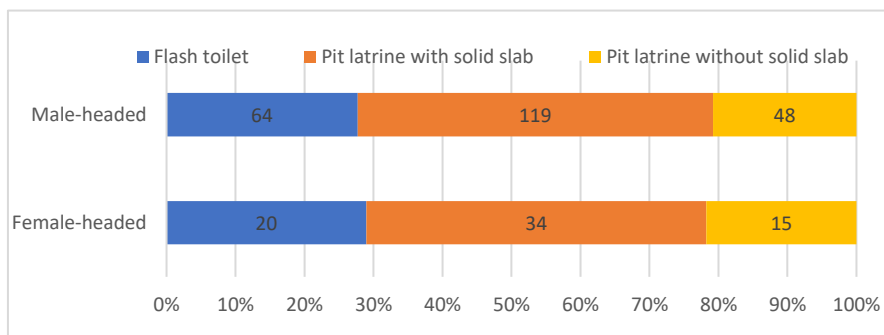
図 2.4-2 水汲み従事者の割合

### c) 水汲み作業による児童への影響

家事手伝いによる就学率の影響について調査した結果、家の手伝いで学校を欠席することがある児童の数は 300 世帯のうち 8 世帯 (3%) であった。そのうち、5 名については子育ての手伝い、3 名は洗濯手伝いが理由であった。

### d) 世帯主別の衛生施設（トイレ）へのアクセス率

改善された衛生施設（トイレ）へのアクセス率について、世帯主別による違いはみられなかった。



出典：調査団

図 2.4-3 世帯主別の衛生施設（トイレ）へのアクセス率

### e) 水委員会への女性の参加率

回答世帯の女性を対象として、水に関連するコミュニティへの参加有無、コミュニティ内での役割の有無を確認した結果、コミュニティに参加している女性が 27 名（9%）、コミュニティ内にて社会的役割を持っている女性が 22 名（7%）であった。

一方、ユーザーの意見が給水施設の維持管理に適切に反映されていると感じる女性は 221 名（74%）であり、そのなかでも水関連のコミュニティに参加している女性については、ほぼ全員が自分の意見が適切に反映されていると感じていることが分かった。

#### 2.4.1.2 ジェンダーと貧困層へ配慮した取り組み

上述の調査結果をもとに、本事業においてジェンダー・貧困層が抱える課題・ニーズと対応策を表 2.4-2 に示す。

表 2.4-2 ジェンダー視点に立った取り組み方針

想定される課題・ニーズ	調査結果・ジェンダー視点に立った取り組み方針
水汲み労働による女性・子供への負担	調査結果によると、対象地域では水汲み作業を家族全員で従事している世帯が多く、女性や子どもへの偏った負担は確認されなかった。また、対象地域では各戸給水が普及しており、水汲み作業が発生している世帯は全体の 2 割以下であり、水汲み労働による児童の欠席も確認されなかった。よって、本事業の対象地域では水汲み労働による女性・子供への負担の影響が少なく想定される。
社会的脆弱性の高いグループへの影響	調査結果より主に若者の失業率が高いことが分かった。本事業実施に伴い技術職、事務職や単純労働等、各種雇用機会が創出されるため、失業率の低下が期待される。また、女性世帯主が確認されており（69 世帯、23%）、優先的な雇用機会が提供される必要がある。対象エリアの識字率が高いものの、識字能力に問題がある世帯（10 世帯、3.3%）が確認されたため、読み書きの必要ない単純労働に関して優先的な雇用を提供する。
HIV/AIDS の感染拡大	保健省（Ministry of Health）は、建設工事の際に近隣のヘルスセンターから外部講師を呼んで HIV/AIDS および他伝染病に関する講習を実施することを推奨している。講習はコミュニティヘルスワーカー（CMH）による健康指導、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、自由意志によるカウンセリングと HIV 検査等が含まれる。労働者および地域住民に対する講習を定期的実施し、可能な限り地域のヘルスセンターと連携する。
性的暴力（Gender-Based Violence: GBV）の被害	ジェンダー・家族推進省（Ministry of Gender and Family Promotion）を中心として GBV 対策委員会が設置されており、性的被害を受けた被害者への対応策等の研修が郡レベルで行われている。本事業においても、労働環境・安全管理の講習に加えて、性暴力、性的搾取・虐待（SEA）、コミュニティ関与、児童労働・強制労働についての講習を実施する。その際、可能な限り GBV 対策委員会とも連携する。

想定される課題・ニーズ	調査結果・ジェンダー視点に立った取り組み方針
土地の所有権・利用に関するジェンダー差異	土地利用と管理に関して、土地の所有に関して男女の権利が平等になるよう見直しが行われた（2005年）。現法（土地利用・管理法:2013）では女性にも土地の所有が認められ財産として活用できる。

出典：調査団

## 2.4.2 気候変動対策への配慮

### 2.4.2.1 気候変動にかかる政策および将来の傾向予測

#### (1) 気候変動にかかる国家政策

ルワンダ国政府は気候変動に対して強靱な国家と低炭素経済を実現するため、2030年までの戦略や行動計画を「自国が決定する貢献（Nationally Determined Contributions, NDC）」にて示しており、2020年5月に改訂がなされた。同文書は2011年に策定されたGreen Growth and Climate Resilience Strategy 2011-2050 (GGCRS)に示される14の行動計画を基礎として、主要なセクターにおける適応策および緩和策の実施手段や指標の枠組みが提示されている。本事業は、そのうちの「3. 統合水資源管理（Integrated Water Resource Management and Planning, IMWR）」に関連している。統合水資源管理の戦略的行動計画は以下のとおりである。

- 水組合、農業、産業、コミュニティに対する気象サービスの確立（早期警報システム、情報ネットワークを含む）
- 水資源の観測・監視、管理、計画、意思決定に貢献する気候センターの設立
- 地区計画や流域管理の一環として、水と気候の影響に関するリスク評価とハザードマップの作成
- 気象・気候サービス、農業気象学、水収支モニタリング、地下水、供給、取水需要等を統合した水情報管理の枠組みの確立

また、統合水資源管理の国家的枠組みを構築するため、ルワンダ水資源評議会（Rwanda Water Resources Board, RWB）が2020年に法律第71/2019号によって設立された。RWBのミッションは、持続可能な開発のために十分かつ適切に管理された水資源の利用可能性を確保することであり、官庁下の統合水資源管理部に監督されている。同評議会は、コミュニティレベルでの水資源管理統合を目指すため、水資源管理・保全にかかる計画・戦略の策定に加えて、集水域の保護や域内の水利用者に対する啓発活動にも取り組んでいる。

#### (2) 気候変動の傾向と予測

2018年にMOEおよびREMAによって発行された「国連気候変動枠組み条約に基づく第3回国別報告書（Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）」において、2050年までの気温や降水量の変動傾向と予測が整理されている。本事業の対象地域であるキガリ市の過去の観測ならびに2050年までの予測結果を以下に示す。

##### 1) 気温

表 2.4-3 に示すとおり、キガリ市では2016年までの過去46年間に年平均気温が2.02°C上昇し、2050年までに更に0.21°C上昇すると予測されている。

表 2.4-3 キガリ市における季節別平均気温変動の観測結果と予測

単位:°C

期間	キガリ市 (観測地点)				
	小乾期	大雨期	大乾期	小雨期	年間
1971年～2016年【結果】	2.44	1.88	1.88	1.84	2.02
2017年～2050年【予測】	0.042	▲0.025	0.20	▲0.05	0.21

出典：UNFCCC 報告書より調査団作成

## 2) 降雨量

キガリ市では 2016 年までの過去 56 年間に年平均降水量が 54.32 mm 減少し、2050 年までに更に 0.37 mm 減少すると予測されている。

表 2.4-4 キガリ市における季節別平均降水量変動の観測結果と予測

単位：mm

期間	キガリ市 (観測地点)				
	小乾期	大雨期	大乾期	小雨期	年間
1961年～2016年【結果】	▲24.08	▲90.72	4.032	37.52	▲54.32
2017年～2050年【予測】	▲14.85	42.9	▲0.97	▲28.54	▲0.37

出典：UNFCCC 報告書より調査団作成

## 3) 降雨日数

キガリ市では 2016 年までの過去 56 年間に年間降雨日数が 35.8 日減少している。出典資料に 2050 年までの予測は示されていない。

表 2.4-5 キガリ市における季節別平均降雨日数の観測結果

単位：日

期間	キガリ市 (観測地点)				
	小乾期	大雨期	大乾期	小雨期	年間
1961年～2016年【結果】	▲9.52	▲11.2	▲6.16	▲7.8	▲35.8

出典：UNFCCC 報告書より調査団作成

### 2.4.2.2 気候変動の適応策

JICA 気候変動対策支援ツール／適応策「気候リスク評価・適応策検討のガイダンス」(2019)に従って、以下のとおり気候リスク評価を行なった。

#### (1) 当該事業の概要

##### 1) 事業の目的、期待する事業効果

キガリ市中央北部において、送配水施設を整備・更新し、漏水量や給水制限の削減による安定的な水供給を図り、もって市民の公衆衛生及び生活環境の改善に寄与される。

##### 2) 事業期間 (事業の目的、事業効果発揮の発現を予定する期間)

2030 年

##### 3) 事業計画のうち、施設、設備等のハード面のコンポーネント

- ・ブロック配水システムの導入
- ・配水池および高架水槽の建設
- ・配水管の更新
- ・配水管理システムの整備

#### 4) 事業計画のうち、人材育成等、技術支援活動などのソフトコンポーネント

- ・ 配水ブロックのモニタリングシステムの管理、運用、維持管理計画策定・実施
- ・ 給水管施工技術及び施工管理技術向上

#### 5) 当該事業の立地場所

ルワンダ国キガリ市中央北部

#### 6) 当該事業の実施体制、運営機関

本報告書 2.1 に記載のとおり

### (2) 当該事業における「曝露」

本事業は、ブロック配水システムの導入に伴う施設の建設・更新による給水圧力の安定化、漏水の減少を目的としている。曝露の対象となるのは以下の2項目である。

- ・ ブロック配水システム
- ・ 送配水施設（配水池、高架水槽、送水管）

### (3) 当該事業に関わる「ハザード」

本事業と関連があると思われる気候関連ハザードは以下のとおりである。

#### 1) 洪水の発生

近年ルワンダ国では激しい豪雨による洪水が定期的に発生しており、ニャバロンゴを含む5つの集水域の周辺地域で多発している。年間降水量は減少する傾向にあるものの、季節や地域によって降雨量のパターン変化が大きく、豪雨に見舞われる割合の増加が懸念されている<sup>11</sup>。国内において過去42年間（1974年～2018年）における洪水の発生頻度は16回であり、被災者は2,000,000人以上に及ぶ<sup>12</sup>。

#### 2) 干ばつの発生

乾期の長期化および雨季の開始が遅れることが干ばつの主な引き金となっている。キガリの主要な水源を支えるニャバロンゴ川は、雨の日のピーク流量が非常に高く、大規模な洪水が発生した直後に長期的な干ばつが起りやすい傾向がある。同川の流量変化（2000～2050年）予測の結果、特に乾期における流量は今後数十年で減少すると予想されており、干ばつ発生による水源への影響が懸念されている<sup>13</sup>。国内において過去42年間（1974年～2018年）における干ばつの発生頻度は6回であり、被災者は4,100,000人以上に及ぶ<sup>12</sup>。

<sup>11</sup> MOE, REMA “Third national Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change”

<sup>12</sup> REMA, UNDP “RWANDA State of Environment and Outlook Report 2021”

<sup>13</sup> WB, “CLIMATE RISK COUNTRY PROFILE RWANDA”

### 3) 地すべりの発生

ルワンダ国の地形は「千の丘の国」と呼ばれるように起伏が激しく、国土の 40%において地すべりが発生する傾向がある。上水道施設を含む既存インフラは降雨量パターンの変化を考慮されずに建設されていることが多く、大雨による影響で被害を受けるリスクが高い。国内において過去 42 年間（1974 年～2018 年）における地すべりの発生頻度は 5 回であり、被災者は 11,000 人以上である<sup>12</sup>。

### (4) 気候リスク評価のマトリクスを用いた「気候リスク評価」

#### 1) 現在の気候のもとで当該事業に生じている/生じていると思われる影響

- a) 水源汚染・水量不足：ニャバロンゴ川は人為的な取水よりも降雨変化に対してより脆弱であり、洪水や干ばつによる影響を受けやすい<sup>13</sup>。また、豪雨の影響により濁度が高くなることで浄水場の生産量が減少し、一部地域に断水が発生することがある。
- b) 不安定な水供給：給水施設が洪水や地滑りにより被害を受けることがある。近年では、ルワンダ北部において大雨による大規模な土砂崩れが発生し、浄水場や給水管給水施設への被害・水没が発生し、一部の地域にて 1 週間以上の断水が発生した。

#### 2) 将来の気候のもとで当該事業に生じる影響（リスク）

- a) 水源汚染・水量不足：降水パターンの変化により豪雨が発生する可能性が高いことが予想されており、洪水および地すべりにより水源が汚染されるリスクは増大すると予想される。また、降雨量の減少に加え、気温上昇に伴う蒸発散量の増加により水量不足のリスクが増大すると予測される。
- b) 不安定な水供給：上述のとおり豪雨や洪水が発生する可能性が高いことが予想されているため、給水施設が洪水や地すべりによるインフラへの被害リスクは増大すると予想される。

#### 3) 当該事業に係る「脆弱性」

- a) 水源汚染・水量不足：流域の保護、洪水予測や水配分モデル等の水資源情報システムの強化、貯水システムの開発等の洪水対策が実施されているが、降雨パターンの変化により異常気象（洪水・干ばつ）の発生が増大することが予測されており、水源の汚染や水不足がさらに深刻になる可能性がある。
- b) 不安定な水供給：給水事業のインフラ整備として、浄水場の浄水能力強化、送水管の布設・ポンプ場の整備による送水能力の強化が実施されている。また、これらインフラの運営維持管理能力向上を目的として、国際機関による技術移転・人材育成等が実施されている。しかしながら、現状の不適切な配水システムや起伏の多い地形、給水施設の老朽化を考慮すると、異常気象の発生増加に伴って洪水や地滑りで施設が損害を受ける確率が増加し、さらなる断水の発生が想定される。

### (5) 気候リスク評価結果をもとに検討した、考えられる「適応オプション」

#### 「モニタリング設備の導入による給水サービスへの影響低減」

事故復旧の早期対応を可能とすることで、給水サービスの寸断低減や給水施設への被害軽減が期待される。



(6) 「適応オプション」候補群について、事業計画での最終的な考慮結果

「モニタリング設備の導入による給水サービスへの影響低減」

配水池の水位、流量等の状況を WASAC オフィスに伝送し、24 時間常時監視を可能とする。配水池の水位の異常な低下や、管路の破断による異常な給水量の増加時には自動的に警報を発報し、担当者にメールする等、事故復旧の早期対応を可能とすることで、給水サービスの寸断低減や給水施設への被害軽減が期待される。

また、現在実施されている「ルワンダ国キガリ市水道事業体運営改善プロジェクト（2022 年 2 月～2027 年 3 月）」と連携し、より効果的な支援を目指す。

		気候ハザード			脆弱性 (過去・現在の取組状況)	カウント	今後重要(顕著)とな りうる気候リスク	適応オプ ション候補
		H1 洪水の発生 ++	H2 干ばつの発生 +	H3 地すべりの発生 +				
現状での発生状況 (頻度等)								
将来の見込み		↑	↑	↑				
E1 ブロック配水シ ステム	曝露	2 水源汚染による供給 量の減少	2 河川の流量変化によ る供給量の減少	1 水源汚染による供給 量の減少	・流域の保護、洪水予測、貯水シ ステムの開発等洪水対策の実施 ・水配分モデル等の水源情報報シ ステムの強化による供給量の調整	0	異常気象(洪水・干 ばつ)時において水 供給が不安定になり 断水が発生する	技プロとの 連携
E2 送配水施設 (配水池、高架水 槽、送水管)		2 インフラ設備(給水 施設)の損壊	0 インフラ設備への影 響は想定されない	2 インフラ設備(給水 施設)の損壊	・インフラ整備(浄水・送水能力 の強化、送水管布設等) ・インフラの維持管理向上(技術 移転・人材育成)	0	洪水や地すべりが原 因で給水施設の一部 が損壊し、効率的に 水が供給されない	モニタリン グ設備の導 入、技プロ との連携

図 2.4.4 気候評価マトリクス

### 2.4.2.3 気候変動の緩和策

本事業は日本の水道事業体の知見の一つである「ブロック化」の手法を導入し、圧力・配水管理モデルの事例作成を目的としている。配水ブロック化が直接的に環境負荷の低減に寄与するものではないため、本事業は緩和策対象事業と想定されないが、事業目標である給水圧力の安定化および漏水防止が達成されることで、以下の効果が期待される。

- 漏水防止により、取水・導水・送水・配水に係るポンプの電力消費量、浄水処理などにかかるエネルギーが節約される。
- 配水状況のモニタリング・情報管理により、将来的にエネルギー消費の少ないルートに水量配分をシフトするなど、効率的な水運用と消費エネルギーの削減が期待される。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3.1 事業の概要

#### 3.1.1 事業の目標

本事業の目標は、キガリ市中央北部地域において、送配水施設を整備、更新することにより、水圧の適正化や漏水量の削減を通して安定的な水供給を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与するものである。

#### 3.1.2 事業のコンポーネント

本事業のスコープを表 3.1-1 に示す。本事業の施工区分の詳細は 3.2.4.3 に示す。配水池高架水槽（A-1）、減圧設備（A-2）、送水管・配水本管（A-3）については事業対象エリア全てで本邦業者が建設する。他方、配水支管および給水管（A-4, B-1）については Batsinda 給水区域内のみ本邦業者が建設し残りの地域では資機材のみ本邦業者が調達し WASAC が管路布設工事を行う。配水支管・給水管の工事では完成後一部は既存管路も利用して配水するため、施工前後および施工時に運用の切り替えが生じる。水道メーター（B-2）については、全数本邦業者が資機材調達し、WASAC が施工する。

表 3.1-1 本事業のスコープ

A. 施設建設	
1. 配水池および高架水槽	2 か所（付帯配管・場内整備含む） (1) Kagugu 高架水槽, 500 m <sup>3</sup> (2) Batsinda 配水池, 1,000 m <sup>3</sup>
2. 減圧設備	減圧水槽 4 か所、減圧弁 2 か所
3. 送水管および配水本管	配水用高密度ポリエチレン（HDPE）管 口径 <sup>*1</sup> 160 mm-355 mm: 63 km ダクタイル鋳鉄管（DIP） 口径 <sup>*1</sup> 200 mm: 1.8 km
4. 配水支管および給水管	Batsinda 給水区域内: 配水用高密度ポリエチレン（HDPE）管 口径 63 mm-110 mm: 20 km 配水用高密度ポリエチレン（HDPE）管 口径 25mm: 50 km
5. 既存送水管改修	既存送水管 ダクタイル鋳鉄管（DIP）口径 400 mm および 500 mm ・仕切弁・空気弁および排水設備
6. 配水管理システム	流量計:20 箇所, 水位計: 7 箇所 既存 SCADA システム改修（配水管理システム） 付帯電気設備・通信設備
B. 資機材調達（建設工事契約の一部として調達）	
1. 配水支管・補助管	配水用高密度ポリエチレン（HDPE）管 口径 63 mm – 110 mm: 68 km
2. 給水管および付帯設備	配水用高密度ポリエチレン（HDPE）管 口径 25 mm (3/4”): 100 km ・サドル分水栓（5,000 組）、バルブ等 ・水道メーター（7,500 件）
3. その他	・配水支管・給水管接続用資機材 2 セット

\*1 配水用高密度ポリエチレン管は外径、ダクタイル鋳鉄管は内径表示（いずれも呼び径）

出典：調査団

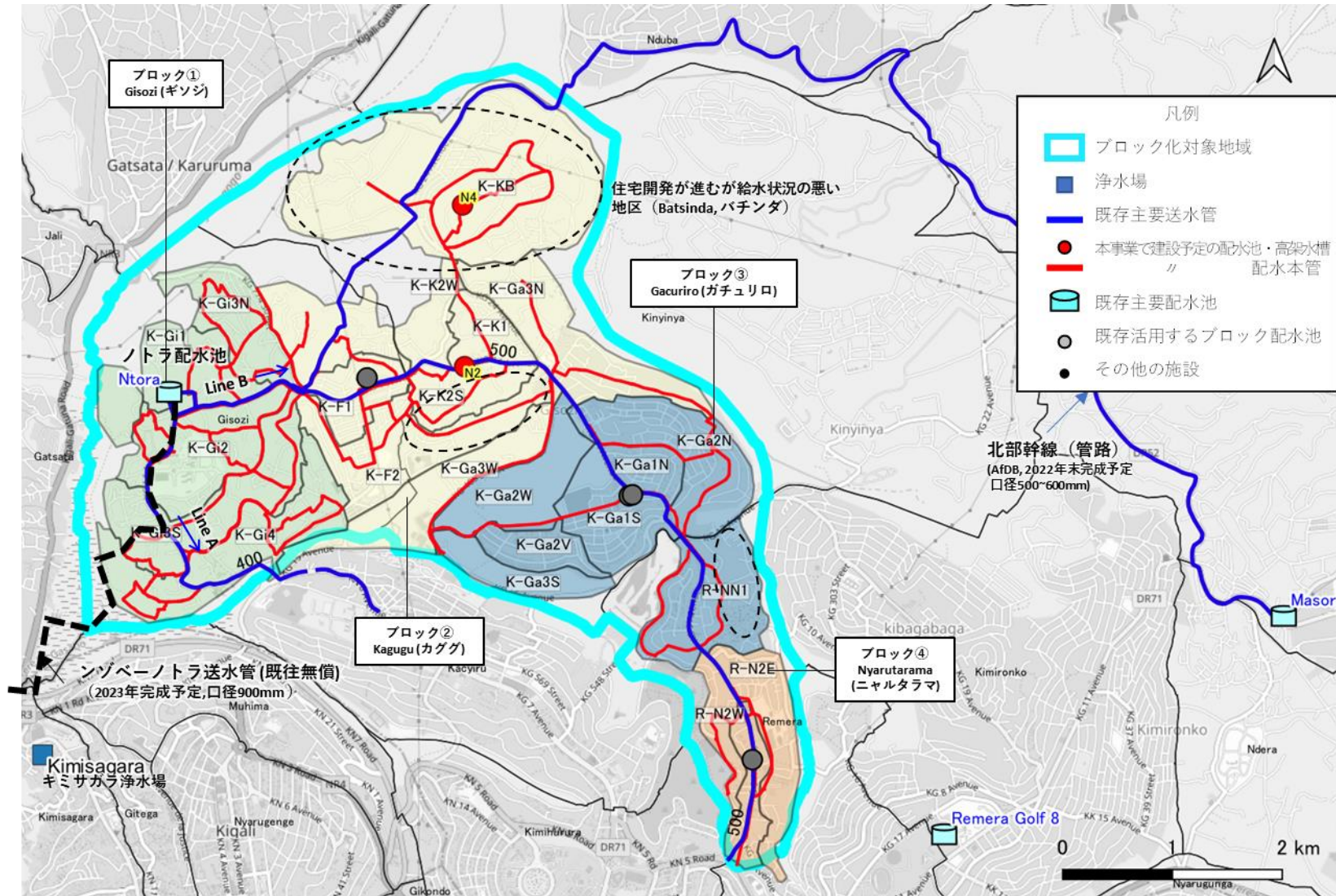


図 3.1-1 本事業の対象地域

### 3.1.3 想定される事業効果

本事業の対象地域はノトラ配水池からレメラセクターの一部にかけての地域であり、開発によって給水対象人口が約 12.4 万人(2021 年)から 17.5 万人 (2030 年) に増加する推定である。対象地域は、パイプ給水の普及率約 80%と推定されるが、配水管の口径が細く入り組んでおり、計画的な給水停止は実施されていない。また、週 1~2 度程度しか給水がなされない地域もある。さらに、顧客の水道メーター交換や給水停止後の再接続が進んでいない。これらの非計画断水・顧客接続に関する課題は、住民の上水道へのアクセスの向上・普及を阻害しており、施設・設備更新によるサービスの質の改善が必要である。このような課題に対し、本事業での施設整備で給水圧力の安定化・漏水の減少を実現し、増加する水需要に対応する。本事業による漏水削減効果は給水平均圧力の低減によるものと、給水管の更新によるものの 2 つの効果があるが、確実に削減できると考えられる効果として給水平均圧力の低減による効果のみを考慮するものとする。

現在の給水区域の平均圧力は約 66m (夜間時=静水圧相当 約 111m) であり、圧力コントロールによって 45m まで下げることができると仮定すると<sup>14</sup>、給水栓数あたりの漏水量は 130L/日/給水接続となる。この 130L/日/給水接続を、2030 年の漏水量の目標として考える。他方、マスタープランでの人口増加・給水増加率を考慮すると、2030 年までに請求水量は 15,400m<sup>3</sup>/日まで増加する。圧力コントロールによって、2030 年に同程度の 130 L/日/給水接続まで漏水を下げることを目標とすれば、総配水量 19,400 m<sup>3</sup>/日に対し漏水量は 2,940 m<sup>3</sup>/日となり無収水率は 20.7%となる。なお、本事業の効果については一般的に「事業を実施しなかった場合の状態 (Without Project)」と「事業を実施した場合の状態 (With Project)」の比較によって評価することができるが、このような視点で事業の効果を示すと以下ようになる。ベースライン調査結果から対象地域の無収水率は約 38.2%であるが、仮に本事業を実施しなかった場合この無収水率は変化せず、2030 年においても 38.2%のまま給水接続のみが増加すると仮定する。実際に、WASAC の無収水率は過去 5 年間 (2017 年以降) 横ばいまたは増加傾向にある<sup>15</sup>ことから、事業を実施しない場合の仮定としては妥当である。本事業完成後、現状の無収水率 38.2%を 20.7%まで低減させることを目指すと、事業を実施しなかった場合と比較して 5,230m<sup>3</sup>/日の給水能力を生み出すことができる (水源創出量)。この給水能力は、2021 年から 2030 年までに増加が見込まれる約 5.5 万人の顧客の給水量+漏水量としてほぼ全数 5.1 万人の顧客に水を配ることができる。



出典：調査団

図 3.1-2 本事業による漏水削減効果

<sup>14</sup> 漏水量比は圧力比の 1.15 乗に比例すると仮定する (漏水防止対策指針 1977)。

<sup>15</sup> ルワンダ全国は無収水率として 38.9% (2017/2018) から 43.3% (2020/2021)



表 3.1-2 対象地域の現況と 2030 年における本事業の効果

項目	2021	2030	
(1) 無収水率	38.2%	20.7%	*1
(2) 調査対象地域への配水量 (m <sup>3</sup> /日)	12,000	19,400	*2
(3) 調査対象地域の平均請求水量 (m <sup>3</sup> /日)	7,400	15,400	*3
(4) 無収水量	4,570	4,010	
漏水量 (m <sup>3</sup> /日)	3,870	2,940	
商業ロス	700	1,070	
(5) 1 給水接続 1 日あたり水使用量(m <sup>3</sup> /接続/日)	0.48	0.68	
(6) 1 給水接続 1 日あたり漏水量 (m <sup>3</sup> /接続/日)	0.26	0.13	
(7) 顧客接続数 (戸)	15,200	22,600	*4
(8) 接続世帯数 (世帯)	31,000	45,200	*5
(9) 給水人口 (人)	124,000	175,000	*6
(10) 本事業を実施しない場合の漏水量 (m <sup>3</sup> /日)	-	8,170	
(11) 本事業によって生み出された水量 (m <sup>3</sup> /日)	-	5,230	

\*1: (2021) 本準備調査ベースライン調査結果による。

\*2: (2021) 本準備調査ベースライン調査結果による。(2030) 水需要予測より算出した平均請求水量から目標漏水率における配水量を算出。

\*3: (2021) 本準備調査ベースライン調査結果による。(2030)水需要予測による対象地域の配水量から平均請求水量を算出した値。

\*4: (2021)2021 年 11 月時点での GIS データより算出した対象地域の顧客数。(2030) 2021 年の対象地域顧客数に、カチル支店の年間平均接続増加率 4.5%を適用した推定値。

\*5: 1 給水接続あたり 2 世帯接続 (調査団推定による) 、

\*6: 1 世帯あたり平均人口 4.0 人 (ルワンダ国国家統計 EICV-V 2016/2017, NISR) とし家族全員が給水にアクセスできると仮定した人口

注: 計算は 10m<sup>3</sup>単位で丸め、配水量・請求水量 (2・3) は 100m<sup>3</sup>単位で表示。

出典: 調査団

## 3.2 協力対象事業の概略設計

### 3.2.1 設計方針

#### 3.2.1.1 対象地域のベースライン値

本準備調査での全体の無収水率のベースライン調査結果を図 3.2-1 に示す。事業対象地域全体での無収水率は 38.2% と推定した。最終的な結果としては、2022 年 3 月の調査（第 4 回調査）の結果を用いた。

図 3.2-1 漏水量（無収水）ベースライン調査結果

	給水区域	口径 (mm)	流量実測値 (m <sup>3</sup> /d)	請求水量 (m <sup>3</sup> /d)	無収水量 (m <sup>3</sup> /d)	無収水率 (%)
A ライン	Gisozi	400	3,283	1,920	1,363	41.5%
B ライン	Fawe、Kagugu、Bastinado、 Gacuriro、Nyarutarama	500	8,670	5,464	3,206	37.0%
全体			11,950	7,380	4,570	38.2%

注：A ライン；既存ダクタイル鋳鉄管 口径 400mm（Ntora-Kacyiru 方面）送水管、B ライン；既存ダクタイル鋳鉄管 口径 500mm（Ntora-Nyarutarama 方面）送水管

出典：調査団

本準備調査結果（2.2.1.7 漏水量（無収水）ベースライン調査）による対象地域のベースライン値は表 3.2-1 に示す通りである。なお、本事業および事業効果において無収水率は漏水量（物理的ロス）と商業ロス（コマーシャルロス）を分けて考える。コマーシャルロスについては、ベースライン値（2021 年）および将来値（2030 年）両方について、同じ推定値である 5.5% を用いる。

表 3.2-1 対象地域の無収水ベースライン

	項目	計画値
(1)	無収水率	38.2 % <sup>*1</sup>
(2)	商業ロス（コマーシャルロス）	5.5 % <sup>*2</sup>
(3)	漏水率	32.7 %

\*1 本準備調査ベースライン調査結果による

\*2 「キガリ市無収水対策強化プロジェクト」パイロットエリアでの推定値

#### 3.2.1.2 水需要予測

##### (1) 水需要予測

セクターごとの水需要予測は、キガリ市上水道 MP (2021) に従って行う。同マスタープランでの水需要予測値を表 3.2-2 に示す。この予測値を本対象地域での水需要予測に用いるための基本条件は以下のとおりである。

表 3.2-2 水需要予測の基本条件

項目	計画値
ベース年次	2021 年
工事完成年（本邦業者の工事終了）	2025 年
目標年次	2030 年 <sup>**</sup>

項目	計画値
計画負荷率	1.3
時間係数	1.6

出典：調査団 ※マスタープランの目標年次に統一

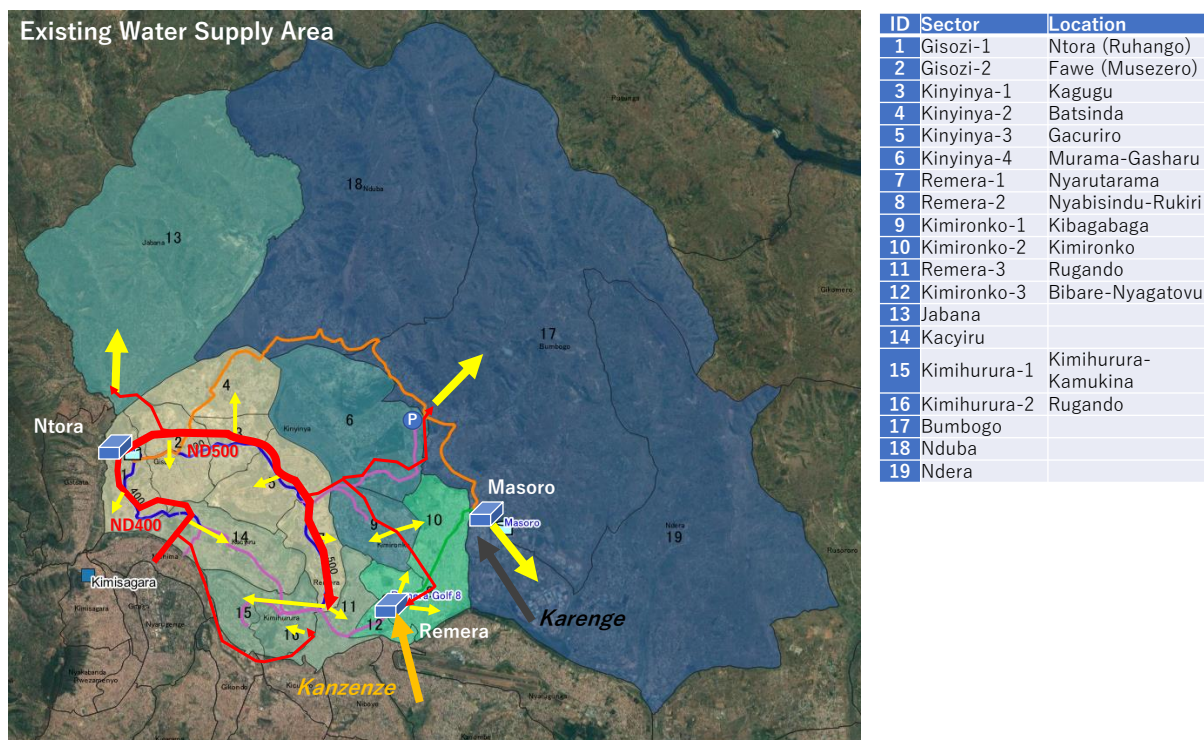
水需要予測計画値で特に留意すべき点は、以下のとおり。

- ノトラ配水池からの給水区域は、2021年現在で8セクターであるが、北部幹線の拡張（2022年）で給水区域が拡大し、1セクター（Ndubaセクター）の一部が新たに給水区域となる。したがって、2025年以降はNdubaセクターも給水区域に含める。また、北部幹線はMasoro配水池は現状として西側の別水源（Karenge水源）から受水し、Nderaセクターに配水している。2028年以降は域内の需要に対してノトラ配水池までの送水量が大きいため、北部幹線の余剰送水能力も考慮して、東側Nderaセクターの一部を給水区域に含める。
- 目標年次工事完成後5年の2030年とする。無償資金協力「キガリ市ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画」の目標年次が2030年であり、本無償資金協力の完成とも整合して送配水の改善効果を上げることができると考えられるため、2030年を目標とすることが妥当である。
- キガリ市上水道MPでは2021年時点での水需要予測として無収水率30%を、2028年時点で24%と想定している。しかし、対象地域の現況無収水率は38.2%であるため補正した水量で解析を行う。

表 3.2-3 セクター毎の水需要予測

県	セクター	年			
		2021	2025	2028	2030
<b>(1)ノトラ配水池が担う水需要量</b>					
Gasabo	Gisozi	2,801	3,387	4,058	4,562
	Kinyinya	5,864	7,949	10,235	12,011
	Remera	4,662	5,877	7,086	7,950
	Kimironko	6,379	8,227	10,033	11,329
	Jabana	1,906	2,488	3,115	3,585
	Kacyiru	3,158	3,794	4,497	5,009
	Kimihurura	2,342	2,819	3,318	3,669
	Bumbogo	3,539	5,200	6,994	8,392
	Nduba		1,812	2,322	2,711
	Ndera			6,000	6,000
<b>(2)ノトラ配水池からターゲット地域への計画送水量</b>		30,700	41,600	57,700	65,200
<b>(3)うち、対象地域計画平均給水量</b>		11,600	18,600	0	20,200
<b>(4)計画無収水率（マスタープラン）</b>		30.0%	24.6%	24.0%	23.7%
<b>(5)請求水量ベース水需要</b>		8,100	14,000	0.0%	15,400

出典：調査団



注：：矢印は給水方向を示す。

出典：調査団

図 3.2-2 対象地域概略（既存送水システム）

## (2) 浄水場能力・送水能力および配水能力の推移と本事業への影響

浄水場能力、送水能力、配水量予測値を表 3.2-4 に、対応する浄水場システムの模式図を図 3.2-3 に示す。

WASAC はンゾベ浄水場の改修と生産能力の増強を計画している（ンゾベ浄水場 1 と 2、新ンゾベ浄水場 1 の合計で、現在の浄水能力 97,000 m<sup>3</sup>/日（日平均。2021/2022 年）を 145,000 m<sup>3</sup>/日（日平均。2030/2031 年）へ増強）。

送水能力については、現在建設中のンゾベーノトラ送水幹線強化無償事業の完成で、2024/2025 年には、ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水可能量が 37,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）から 62,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）となる。加えて、WASAC はンゾベ浄水場 2 で 25,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）のポンプ場建設を計画しており、2024/2025 年に、ノトラ配水池への送水可能量は 87,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）となる見込みである。

もし、ンゾベ浄水場の改修と生産能力の増強が適切に実施されない場合、2030/2031 年のンゾベ浄水場全体の浄水能力は 97,000 m<sup>3</sup>/日のままである。また、WASAC はンゾベ浄水場 2 のポンプ場が建設されない場合は、ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水可能量は 62,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）に留まる。ンゾベ浄水場からは、ノトラ配水池系統と Mont-Kigali 系統、Kimisagara 系統、3 つの系統に送水が行われているが、ノトラ配水池への送水が優先されたとしても、ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水量の最大は、その送水可能量 62,000 m<sup>3</sup>/日（日平均）となる。

2030 年のノトラ配水池の配水地域の水需要量計画値（一日平均）は約 65,700 m<sup>3</sup>/日であり、このような状況では、ンゾベ浄水場からノトラ配水池への送水量 62,000 m<sup>3</sup>/日ではその計画値を満

たすことができない（1日最大給水量はその約1.3倍と見込まれ、1日最大給水量も満たすことができない）。よって、本事業が適切な効果を発現するためには、WASACによるンゾベ浄水場の改修と生産能力の増強が前提条件となる。

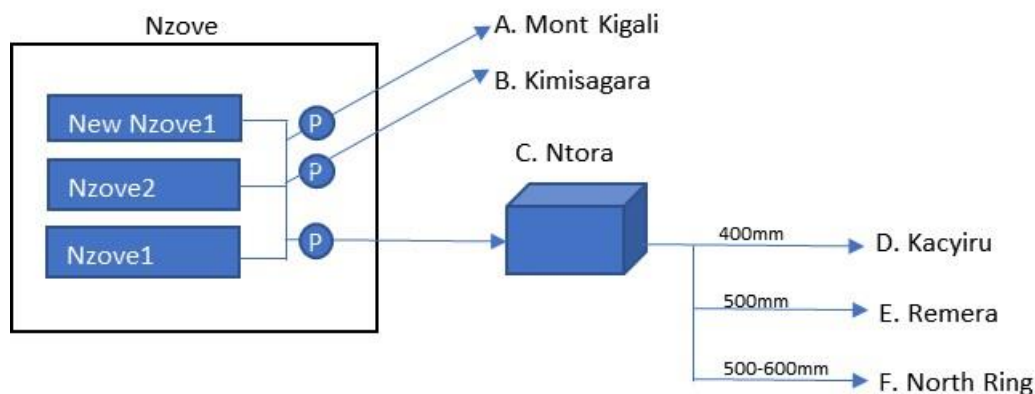
他方、本事業対象地域の現況平均給水量は11,900 m<sup>3</sup>/日（1日最大給水量約15,000 m<sup>3</sup>/日）であり、目標年次（2030年）における配水量計画値は19,400 m<sup>3</sup>/日（同25,200 m<sup>3</sup>/日）とノトラ配水池からの日平均配水量計画値約65,700 m<sup>3</sup>/日の約30%、あるいは現況の送水能力37,000 m<sup>3</sup>/日の約50%と、割合として小さい。したがって、本事業の対象地域に必ず配水されるかどうかは他の送水地域の水需要とのバランスによる水運用で変わる可能性がある。

加えて、ノトラ配水池からの別送水系統として「北部幹線管路」が建設されたが、対象地域への配水量が奪われるほどの送水能力を持つものではない。この北部幹線管路は、ノトラ配水池（標高+1,564m）から自然流下で送水されるもので、主要な需要点は①Nduba、②Bumbogo、③Masoro配水池（終点）の3点である。①~③の2030年の水需要量の和は約16,000 m<sup>3</sup>/日である。中間に位置する①Ndubaは配水池まで自然流下だが需要の多くがノトラ配水池より高地に位置しており増圧ポンプ場の容量で給水量が制限される。また、②Bumbogoはまだ配水系統の建設の目途は立っておらず、需要の多くが1,800m以上の高地であり、同様に増圧ポンプ場の容量で給水量が制限されることから、ただちに需要は増加しない。また、終点の③Masoro配水池はノトラ配水池よりわずかに低い標高（+1,523m）に位置しているため、送水水理計算上は約6,400m<sup>3</sup>/日程度しか送水できない。北部幹線管路の管口径は500~600mmであり、本事業対象地域の送水管（400mm および 500mm）と比較して大きい口径だが、このような地形的な制約から送水できる量が比較的少ない（図 3.2-4）。このような北部幹線管路への送水状況も、本事業の対象地域に適切に配水されるかどうかに影響を与える要因となる。

表 3.2-4 ンゾベ浄水場能力・送水能力および配水量

種別	項目	(1日平均給水量)		
		2021/2022	2024/2025	2030/2031
浄水場能力	Nzove 1	17,000 *1	25,000 *2	40,000
	Nzove 2	40,000	40,000	40,000
	New Nzove 1	40,000 *3	65,000	65,000
	浄水場能力合計	97,000	130,000	145,000
送水能力	A. Mont-Kigali系統送水能力	40,000	40,000	40,000
	B. Kimisagara系統送水能力	3,000	3,000	3,000
	C.Ntora系統送水能力	37,000	62,000	102,000
	送水能力合計	80,000	105,000	145,000
配水量	ノトラ配水池からの全配水量*4	35,000	—	65,700
	D. カチル系統	10,000	—	12,900
	E. レメラ系統	25,000	—	32,000
	F. 北部幹線系統	0	—	20,800
	上記 (D・E) のうち、本事業対象地域	11,900	14,200	19,400
	(参考)	(1日最大給水量)		
	ノトラ配水池給水区域：1日最大給水量	45,500	-	85,410

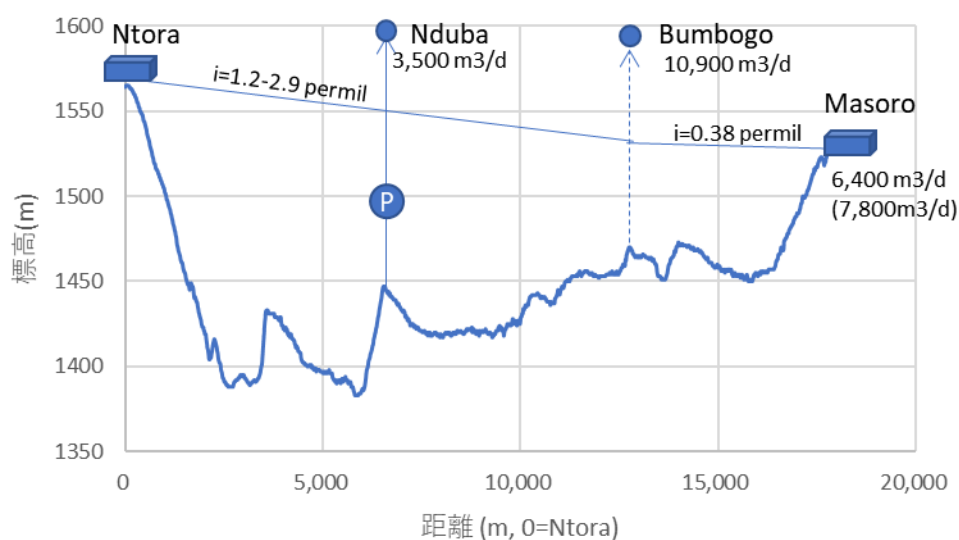
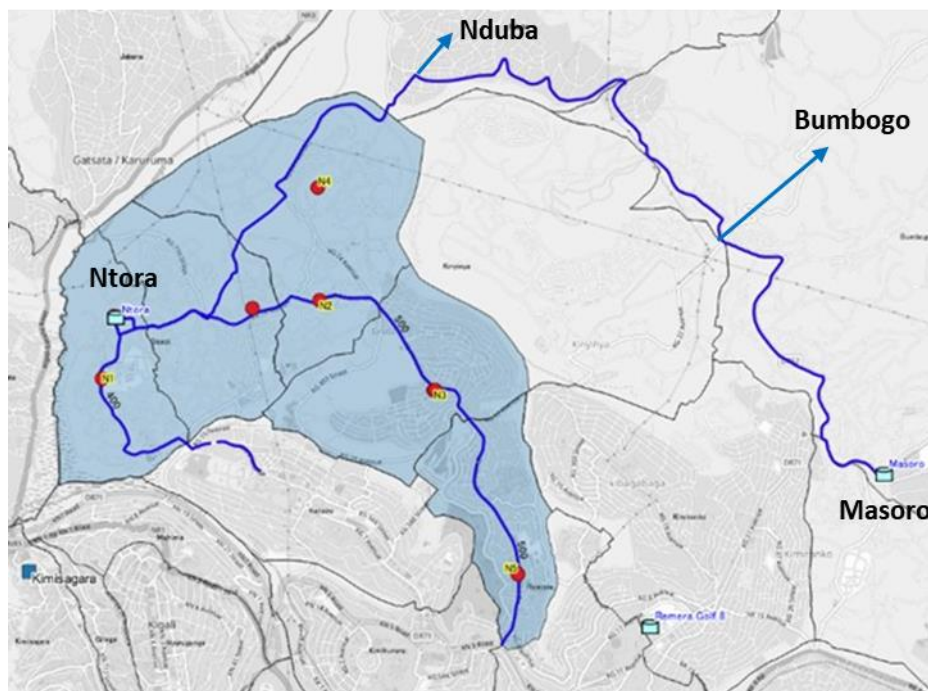
Note: \*1; Nzove1 復旧工事（現在 DD まで完了、財務省へのプロジェクト登録完了済み。資金源未確定。） \*2: Nzove 1 拡張工事（現在 DD まで完了、財務省へのプロジェクト登録完了済み。資金源未確定。\*1 と同一計画として 1 ステージで行われる可能性が高い。） \*3 Nzove 2 拡張工事（計画段階、財務省未登録。資金源未確定。） \*4: 2021/2022 実績値、2030/2031 水需要予測値



注：図は簡略化しており実際の管路切り回し状況を正確には反映していない。

図 3.2-3 ンゾベ浄水場・送水および配水簡略模式図





出典：調査団

図 3.2-4 北部幹線の模式図および水位高低図

### 3.2.1.3 ブロック化の方針

本事業では、配水ブロック化の考え方に沿って送配水施設の再構築を行う。ブロック化は日本で 1960 年代後半以降に発展した考え方で、配水システム全体を「ブロック」に分割し、①配水圧適正化、②異常を早期に発見するための流量計測、③管路の損傷箇所の特定の容易化、④配水ルート of 迅速な切替えとバックアップ供給等を目的とした設計の考え方である<sup>16</sup>。ブロック化は、

<sup>16</sup> 出典：JICA プロジェクト研究「日本の水道事業の経験」日本の水道事業の経験 事例 4. 公平・効率的・強靱な水運用を支えるブロック化：横浜市、福岡市

日本の事業者が発展段階で配水運用を高度化した際の配水運用および設計にかかる定義の広い呼称であり、かならずしも特定の配水モデルや厳密な定義に基づくものではないが、共通する考え方としてシステム全体の水運用を考え流量を中央監視するという考え方を含んでいる。これは一般的な DMA (District Metered Area) 構築の考え方をより高度化し発展させた考え方であるととらえられる。

本事業においてブロック化が必要な理由として、起伏の多い地形を背景として配水管網内の高水圧・低水圧などの漏水管理および顧客サービス上の課題への対応が求められているという背景がある。したがって、従来の DMA による流量の可視化を目的とするだけではなく、圧力をシステムで安定的に保ちかつ監視するブロック化の考え方の導入が必要である。

現状の送配水システムからの変更として、配水池および既存管より口径の大きい配水管への更新が必要である。本事業においては、配水池は市街地等の比較的人口が集中する場所に、圧力の安定化を最大の目的としたブロック配水池として小規模のものを建設することに限られる。また、配水管の更新についても、既存配管とほぼ同ルート of 配管を増径し、かつ効果的に配水管網（ループ等）を形成できるように管を接続する。

表 3.2-5 現況と配水システム再構築に係る手法の比較 (DMA 構築および配水ブロック化)

	現況の配水管網整備	District Metered Area (DMA)構築	配水ブロック化
概略図		<p>(*1)</p>	
技術的特徴	<p>殆どの配管が枝状管（行き止まりの管路）となっており、配水支管・給水管の区別がなく細い配管が数 km に渡って延長されている。施設の設計が計画的になされておらず、漸増的に拡張されたため、給水管・配水管の口径が一般的に不足しており、給水ピーク時には給水圧が不足して末端で水が出なくなる。また、これを補うために給水元の圧力をあげようとして、配水池をバイパス・直接配水し、この結果地域全体の水圧が上がる。</p>	<p>配水区域を区切って水理的に分離し、全ての区域で流入水量を把握できるようにする。配水区域の流入部分には流量計（DMA メーター）を設置して流入量が把握できるようにする。より現実的に無収水量の計算を行うことに重きを置いた考え方であり、必ずしも給水の安定化に重きを置いたものではない。1 ブロック/DMA あたりの給水栓数は、500~5,000 (*2) 栓程度。</p>	<p>主要な配水管をループ状に構築し給水圧力の安定化を図る。配水支管は可能な限り網目状に配置して複数方向からの給水が可能ないように配慮して、断水時にも断水範囲を限定できるようにする。中ブロック以上は全て流量計を設置し、水運用を常に把握できるようにする。一般にブロックを大・中・小と階層的構造にする。DMA の考え方をより高度にしたものであり、常時の給水安定化や災害時の水運用を重要視する。厳密な定義はないが、一般に小ブロックで数百栓程度、中ブロックで 3,000~5,000 栓数程度。</p>
施設の建設に必要なコンポーネント	配水管のみ	配水管 流量計（機械式または電磁・超音波）	配水管（水圧の安定化を図る十分な口径） 減圧施設・装置（配水池・減圧弁等） 流量計（電磁など連続監視可能なもの） 連続監視システム

出典：\*1 Morrison J(2004) Managing leakage by District Metered Areas, \*2 Savic D (2014) Design and performance of district metering areas in water distribution systems (他) 調査団

## 3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）

### 3.2.2.1 配水ブロックの設計原則

#### (1) 配水ブロック

配水ブロックの設計は、地形標高・道路・および既存管路を考慮して行い、全てのブロックについて WASAC UWSSD の十分な確認を得るものとする。具体的な設計条件は以下のとおり。

- 最大静水圧が 100m を上回らない。
- 配水本管の分岐部における最低動水圧が想定需要量に対して水理計算上 10m を下回らない。

全ての配水ブロックは配水池または高架水槽などを用いて、自然水面で水理的に分断することを基本とする。小規模な遠隔地で概ね口径 110mm 以下の場所については減圧弁（PRV）の設置を許容するが、頻繁な維持管理が必要となり、故障・漏水の原因となるので本無償資金協力事業においては一部の箇所（Nyarutarama, Gacuriro および小口径管）以外では極力採用しない。また、全ての配水ブロックではブロック流入点に流量計を設置し、給水状況が常に把握できるように流量を連続的に監視する。

対象地域では、合計 4 つの大ブロック（Gi:Gisozi, K: Kagugu/Batsinda, Ga: Gacuriro, N: Nyarutarama）および 24 の中ブロックの配水ブロックに分割する。各ブロックの概要・名称および説明は表 3.2-7 および図 3.2-5 のとおり。

#### (2) ブロック配水本管

配水本管は可能な限りループ状となるように配慮するが、地形によっては樹状配管を許容する。設計における具体的な配慮は以下のとおり。

- 配水本管の口径は高密度ポリエチレン管（HDPE）160mm 以上を基本とする。
- 配水本管の分岐部下流側には仕切弁を設置する。
- 配水本管・支管分岐部には仕切弁を設置する。
- 配水本管の仕切弁には十分な広さの仕切弁室を設置し、超音波流量計による流量測定を行うことが可能なように配慮する。
- 配水支管および配水補助管の口径は 63mm~110mm を基本とする。
- 配水本管の標高の低い地点で各ブロックに 1 か所以上のドレーン（Washout）を設置する。
- 各配水支管の末端となる地点の近傍には、圧力測定用の取り出し配管を設ける。

#### (3) ブロック配水池

ブロック配水池はブロック内の時間変動を吸収するために必要な容量を基本とする。設計における具体的な配慮事項は以下のとおり。

- ブロック配水池には水位計を設置する。
- ブロック配水池の流入制御は、ボールタップまたは水位連動の電動弁で行う。
- 各ブロック配水池の水位計および流量計は、携帯電話通信網を使ったテレメータと接続し、UWSSD で遠隔監視するものとする。遠隔監視システムは、無収水技プロで過去に調達したサーバおよび SCADA システムとの連携または整合を取るものとするが、SCADA システムの

改造または新設を伴う。

### 3.2.2.2 配水池およびブロック化の概略

配水池高架水槽の計画概要は表 3.2-6、表 3.2-7 および図 3.2-5 のとおり。

Kagugu については、予定地よりも高台に位置する給水対象地域があるため高架水槽とし対象地域への減圧を主目的としたものとする。Batsinda は主な市街地が配水池よりも低標高地域に位置するため、地上式配水池とする。

配水池容量については、配水量の時間変動を吸収するため水道施設設計指針の 8 時間を基本とするが、Kagugu 高架水槽は減圧を主目的とした高架水槽であり、8 時間を基本とした場合 1,400 m<sup>3</sup> の大きな高架水槽となることから、事業費を圧迫する。このため、必要最低限の機能を維持するものとして 1 日最大給水量の 3 時間分（想定最大停電時間 2.5 時間を上回る時間）とした。Kagugu 高架水槽はノトラ配水池からの主要送水管の近傍（数十 m）に位置するため、時間変動への対応としてはノトラ配水池の容量を見込むことができる。なお、ノトラ配水池（10,000 m<sup>3</sup>）は 2030 年の想定配水量（65,700 m<sup>3</sup>/日）に対して約 3.6 時間の容量を有しており、十分な容量といえる 8 時間に対しては不足しているが、必要最低限の 3 時間は上回っている。このため、将来的にはノトラ配水池等の拡張は必要になるものの、とりわけ Kagugu について、本事業の範囲では必要最低限の機能を維持する目的で必要最低限の開発に留めることで差し支えない。

表 3.2-6 新設配水池の概要

Code*1	英語名称	名称	説明	計画容量	計画低水位 標高 (m)
N2	Kagugu	Kagugu 高架水槽	キニーニャセクターの公共用地に建設する配水池高架水槽で、Kagugu 地域全域に給水する。	高架水槽 500 m <sup>3</sup>	+1,496 m
N4	Batsinda	Batsinda 配水池	新興開発地である Batsinda 地域全体に給水する新規配水池。	地上配水池 1,000 m <sup>3</sup>	+1,493 m

\*1: N1, N3 は欠番：当初 Gisozi、Gacuriro、Nyarutarama に 1 か所追加で儲ける計画であったが用地取得およびコスト削減の観点から減圧水槽・減圧弁に代替した。

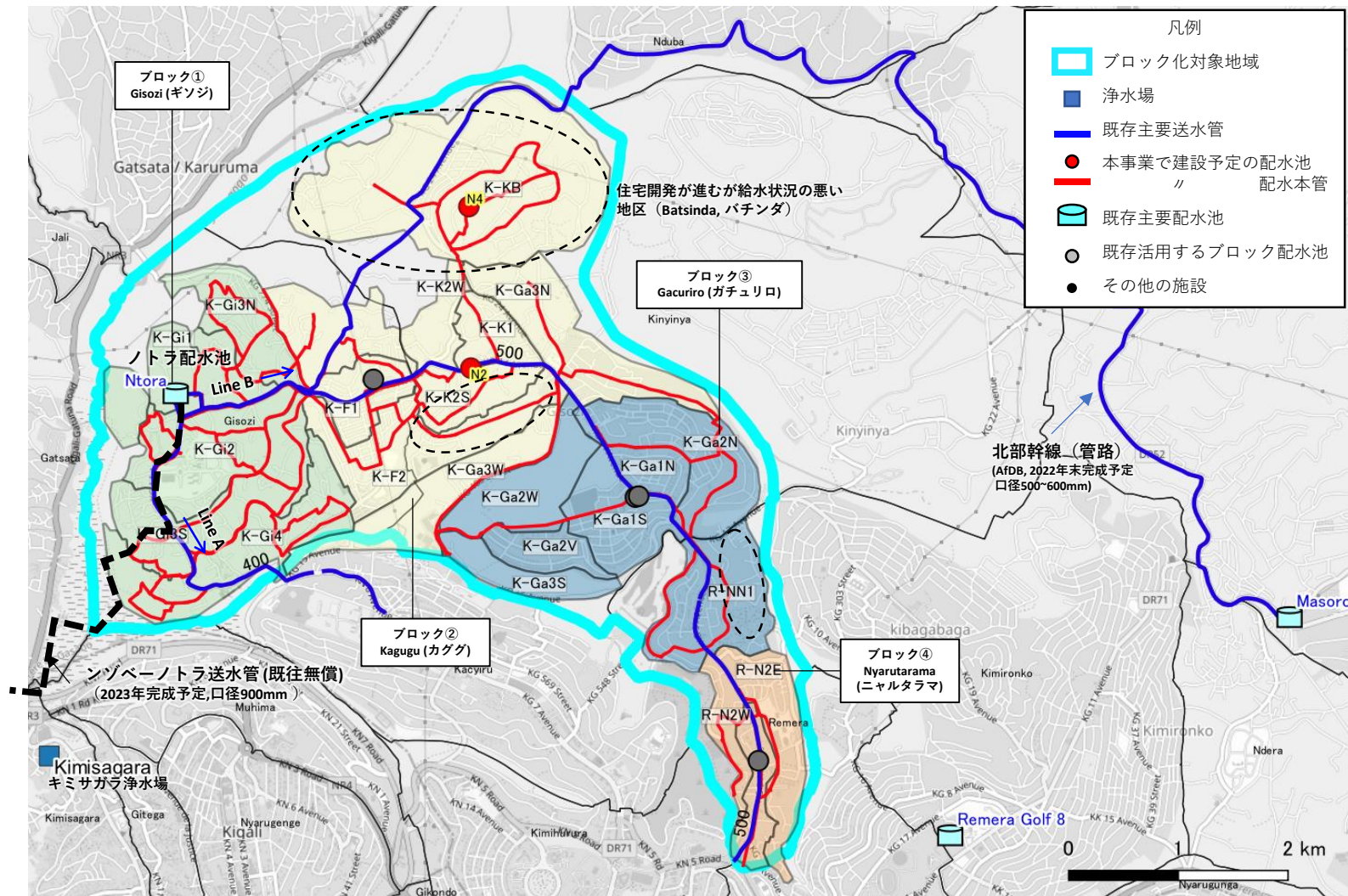
出典：調査団

表 3.2-7 ブロック名称および詳細

ID*	大ブロック名称	Code	ブロック名称/ Name	配水起点	詳細	標高(m)	
1	Gisozi	K-Gi1	Gisozi-Elevated	ノトラ配水池高架水槽	ノトラ配水池北側の低水圧地域。ンゾバーノトラ無償で建設する高架水槽から給水	1492 ~ 1570	
2		K-Gi2	Gisozi-High	ノトラ配水池	ノトラ配水池から南側地域でキガリ独立大学 (ULK) より北側の地域	1470 ~ 1555	
3		K-Gi3N	Gisozi-Middle	ノトラ配水池:減圧水槽	市道 KG14 より北側で EL+1490 より低く、KG774 より西側の地域	1377 ~ 1496	
4		K-Gi3S	Gisozi-Middle	ノトラ配水池:減圧水槽	ノトラ配水池南キガリ独立大学 (ULK) より南側かつ標高の低い地域	1428 ~ 1513	
5		K-Gi4	Gisozi-Low	ノトラ配水池:減圧水槽	ノトラ配水池南 EL+1440 より標高低い地域。ジェノサイド祈念館を含む	1371 ~ 1477	
6		K-Gi5	Gisozi-Remote-West	ノトラ配水池:減圧弁	ノトラ配水池から西側急斜面を下る地域	1374 ~ 1512	
7		K-F1	Fawe-Elevated	Kagugu 高区	ファーウェ校周辺の標高の高い限られた地域	1423 ~ 1473	
8	Kagugu	K-F2	Fawe-Middle	Fawe 配水池	ファーウェ校周辺南北の地域	1380 ~ 1460	
9		K-K1	Kagugu-Elevated	Kagugu 高架水槽	Kagugu より北側の高標高地域	1444 ~ 1486	
10		K-KB	Batsinda	Batsinda 配水池	新興住宅地の Batsinda 地区全体をカバーするエリア	1382 ~ 1483	
11		K-K2W	Kagugu-West	Kagugu 配水池	KG766 より西側の Batsinda 方面に向かう途中の Fawe 校周辺の地域	1403 ~ 1486	
12		K-K2S	Kagugu-South	Kagugu 配水池	Kagugu より南側の地域 無収水技プロ PA カドボゴ村を含む	1426 ~ 1484	
13	Gacuriro	K-Ga1N	Gacuriro-High	Gacuriro 減圧弁	Gacuriro の北側住宅街	1469 ~ 1496	
14		K-Ga1S	Gacuriro-High-South	Gacuriro 減圧弁	Gacuriro の南側住宅街	1430 ~ 1496	
15		K-Ga2W	Gacuriro-Middle-South	Gacuriro 配水池	Gacuriro の西側住宅街および将来開発区域	1400 ~ 1481	
16		K-Ga2N	Gacuriro-Middle	Gacuriro 配水池	Gacuriro の北側住宅街のうち、標高 1480m 以下 (KG426 より北側) の地域	1400 ~ 1481	
17		K-Ga2V	Gacuriro-Middle-VisionCity	Gacuriro 配水池	Gacuriro 南側ビジョンシティ配水池の送水系統	1422 ~ 1480	
18		K-Ga3W	Gacuriro-Low-West	Kagugu 高架水槽:減圧水槽	Kagugu・Gacuriro 谷上の低緯度地域 (標高約 1449m 以下)	1375 ~ 1449	
19		K-Ga3N	Gacuriro-Low-North	Kagugu 高架水槽:減圧水槽	KG24 より東側 Kagugu 小学校より東側、KG375 よりアクセスする低標高地域	1388 ~ 1462	
20		K-Ga3S	Gacuriro-Low-South	Gacuriro 配水池:減圧弁	ビジョンシティより南側 KG15 沿いの地域	1382 ~ 1449	
21		R-N1N	Nyarutarama-North-High	Gacuriro 配水池	Nyarutarama 北周辺の住宅地。標高の低いカンゴンド地区は PRV で減圧して配水する	1400 ~ 1479	
23		Nyarutarama	R-N1	Nyarutarama-High	Nyarutarama 減圧弁	Nyarutarama 既存配水池周辺および南側地域	1448 ~ 1483
24			R-N2E	Nyarutarama-East	Nyarutarama 配水池	Nyarutarama 既存配水池東側 KG270 より東側の地域	1406 ~ 1468
25	R-N2W		Nyarutarama-West	Nyarutarama 配水池	Nyarutarama 既存配水池西側 KG13 よりアクセスする地域	1414 ~ 1468	

出典: 調査団 \*ID No. 22 は欠番





出典：調査団

図 3.2-5 配水ブロック化概略図

### 3.2.2.3 送配水本管・支管

配水本管は、対象地域のブロック化に必要な主要なルートのみを対象として実施する。ただし、Batsinda 配水池までの管路は、既存の送水本管（口径 500mm）から分岐し配水池までの管路であるため、送水管として取り扱う。また、配水支管については新設・既設の配水本管から分岐する管路である。配水本管の計画数量を表 3.2-8 に、配水本管および支管の管種選定根拠を表 3.2-9 に、高密度ポリエチレン管（HDPE）の接合方法の比較を表 3.2-10 に示す。

表 3.2-8 配水管計画数量

機能：口径	延長
配水本管：160~355 mm	63 km
送水管：200 mm	1.8 km (Batsinda 配水池まで)
配水支管：63~110 mm	88 km (うち、Batsinda 給水区域内 20km)

注：余裕長 5%を含む。

出典：調査団

表 3.2-9 管種の比較検討結果

管材	ダクタイル鋳鉄管 DIP (Ductile Iron Pipe)	高密度ポリエチレン管 HDPE (High Density Polyethylene)	無可塑ポリ塩化ビニル u-PVC (Un-plasticized Polyvinyl Chloride)
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>強度が大きい。</li> <li>紫外線に強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性に優れる</li> <li>紫外線に強い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性に優れる</li> <li>紫外線に弱い</li> <li>衝撃性に弱い (道路工事等で損傷しやすい)</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>プッシュオン方式の継手で施工性が良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量で施工性が良い (特に直管部)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量で施工性が良い</li> </ul>
適用実績	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用実績は多い (200mm 以上)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用実績は多い (~ND300mm 程度まで)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300mm 以下の口径で多く用いられている</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>WASAC スtockヤードにも鉄管補修用資機材や異形管が複数積みあがっており、維持管理も実績あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>異形管等はヨーロッパからの輸入となるが、WASAC スtockヤードにも既に積みあがっており、維持管理の実績もある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地マーケットで多くの資材が手に入るが、質の悪いと思われるもの多く存在するため、逆に維持管理が煩雑になる。</li> </ul>
経済性	高価	中	安価
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>管体の許容曲げ角度以内で、地盤に追従する。</li> <li>強度が強いため信頼性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管体に柔軟性があり、地盤に追従する。</li> <li>継手部を融着するため継手部からの漏水が減少する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に接着剤継手では、継手部から漏水が生じやすい。機械式継手の場合、異形管では鋳鉄が主に使われており、コストメリットが失われる。</li> </ul>
採用	○ (高水圧となる主要送水管：Batsinda 等)	◎ (配水管)	×

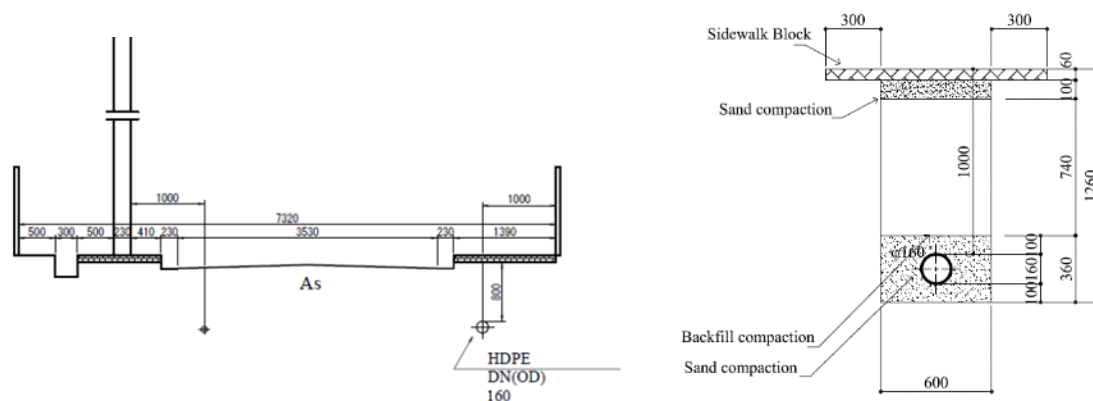
出典：調査団

表 3.2-10 高密度ポリエチレン管 (HDPE) の接合方法 (EF 接合とバット接合の比較)

項目	EF 接合	バット接合
施工概要	<p>コネクタ ターミナルピン ③コントローラ ②インジケータ ①電熱線 水道配水用ポリエチレン管 EFソケット</p>	<p>①切削・清掃 ②加圧溶融・加熱保持 ③加圧溶融・加熱保持 ④圧着・冷却</p>
施工方法	電熱線を埋め込んだ継手 (EF ソケット) に管を挿入した後、コントローラから通電して電熱線を発熱させ、管と継手の樹脂を加熱溶融して接合する方法である。	管端面を加熱溶融した後、端面どうしを圧着して融着する接合方法である。
施工性	◎ EF ソケットに管を挿入し、コントローラのスイッチを押すことのできるため、施工が容易かつバット接合よりも施工時間が短い。	○ 管端を加熱溶融後、管端どうしを接合するため、接合に熟練を要する。日本では一般に EF 接合が多く採用されている。
経済性	○ バット接合よりも高価となる。	◎ EF 接合よりも安価となる。
本事業への適用性	◎ 施工が容易で速い。接合部分の品質管理がしやすい。	○ 施工に熟練を要する。また、施工スピードは EF 接合と比較して不利である。
採用	不採用	採用 (経済性を考慮)

出典：調査団

ブロック化対象地域での管施工の多くは布設替えであり、基本的には既往ルートに沿って配管を布設する。キガリ市の WASAC 工事では車道の破碎を伴う工事の調整が難航するため、原則として路肩 (歩道より外側) または歩道下での建設を原則とする。既存配水管も同様に路肩または歩道に布設されており、口径の増大を伴うルートが多いため施工必要幅には注意が必要である。新管 (口径 355mm 以下) の施工必要幅は簡易土留め等の仮設を用いない場合で約 1.3m、仮設をいる場合約 0.9m となり、一般的な歩道幅 1.2m の範囲でほぼ収まるため大きな問題は生じにくい。ただし、水路・カルバートや既設管があり歩道や路肩に埋設しにくい場合は、部分的に車道に出る可能性があり、その場合は設計図書等で注意深く指定し、かつ舗装の復旧に当たってはキガリ市・道路局が受け入れられる方法 (道路維持管理での一般的な指定サブコントラクターの使用など) を考慮する必要がある。配水管の一般布設横断面を図 3.2-6 に示す。



出典：調査団

図 3.2-6 配水管の一般埋設断面図 (HDPE 口径 160mm)

### 3.2.2.4 水理解析

水理計算の目的は、目標年次の水需要（2030年）に対して(1)既存の送水管の送水能力が充分であるか、(2)事業完成後の配水システムで必要な口径が確保されているかを管網計算で検証することにある。(1)既存送水管モデルについては、主要な送水管（ノトラーニャルタラマ方面口径 500mm ダクタイトル管・ノトラーカチル方面口径 400mm ダクタイトル管）に加えその周辺分岐管路と、一部通水前の北部幹線管路（口径 600mm~500mm, ノトラ配水池~Masoro 配水池間）についてもモデルとして加え解析を行った。

配水池以降の配水管網の計算においては、本事業で整備する配水本管に加え一部資機材調達である配水支管についても想定ルートを含めてモデル化し、ブロック化後の既存・新設を合わせた配管モデルとして管網計算を行った。

#### (1) 計算条件

表 3.2-11 水理計算における計算条件

項目	計画値
目標年次	2030 年
対象需要量ケース	1日最大給水量のみ
計算方法	(水理公式) ヘーゼン・ウィリアム式 $H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$ H: 摩擦損失(m) C: 流速係数(C 値) D: 管内径(m) Q: 流量(m <sup>3</sup> /s) L: 管路延長(m) (管網計算) 水位法
流速係数	110
対象口径	50mm 以上
計画負荷率	1.3
時間係数	1.6
送水管の必要条件	・1日最大給水量給水時に配水池低水位+5mの残存水位を確保する。



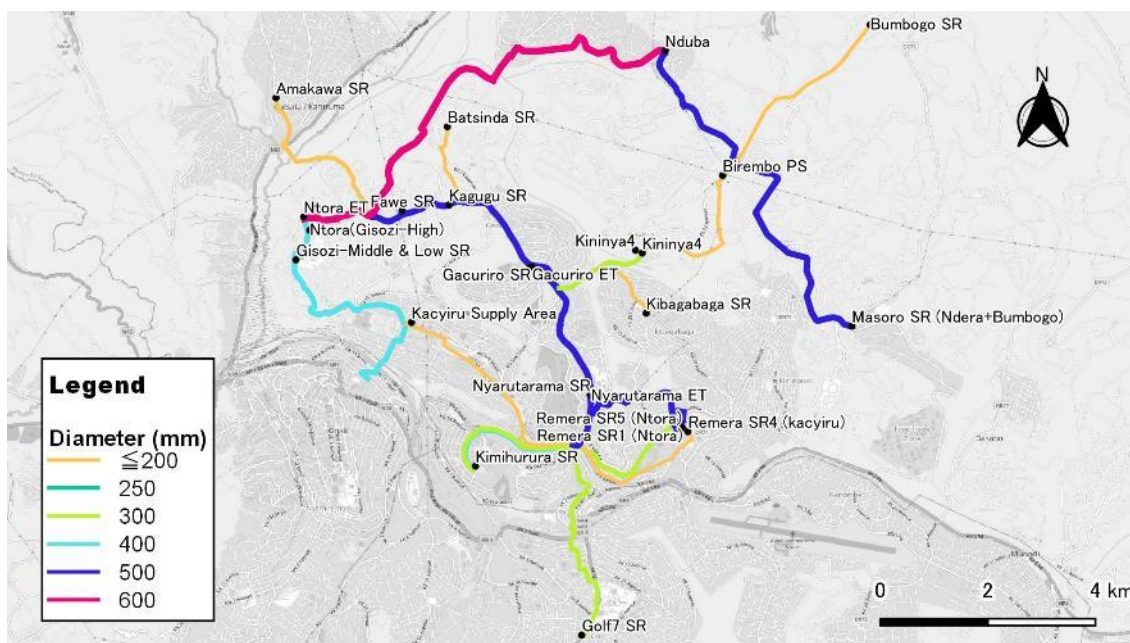
項目	計画値
配水管の必要条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大静水圧が 100m を上回らない。</li> <li>・配水支管分岐部での時間最大給水量給水時圧力（最小動水圧）10m を確保する。</li> </ul>

出典：調査団

## (2) 水理計算結果

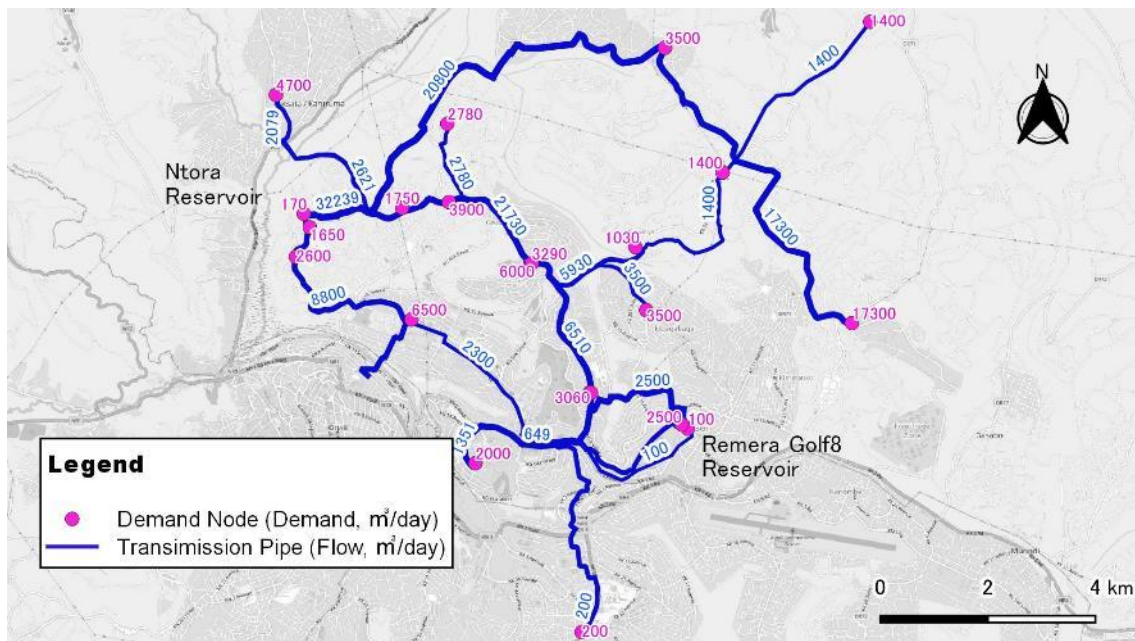
送水管の水理解析結果を図 3.2-7～図 3.2-9 に示す。対象地域の任意の分岐地点において、配水池低水位+5m の水圧を確保できている。したがって、2030 年の水需要に対し既存の主要送水管は十分な送水能力が確保されている。

配水システムの管網計算については、全ての管路について動水勾配が約 5 パーミルとなるように口径を調整して設計し、計算結果において配水管分岐部での時間最大給水量時における圧力が 10m を下回らないことを確認した。



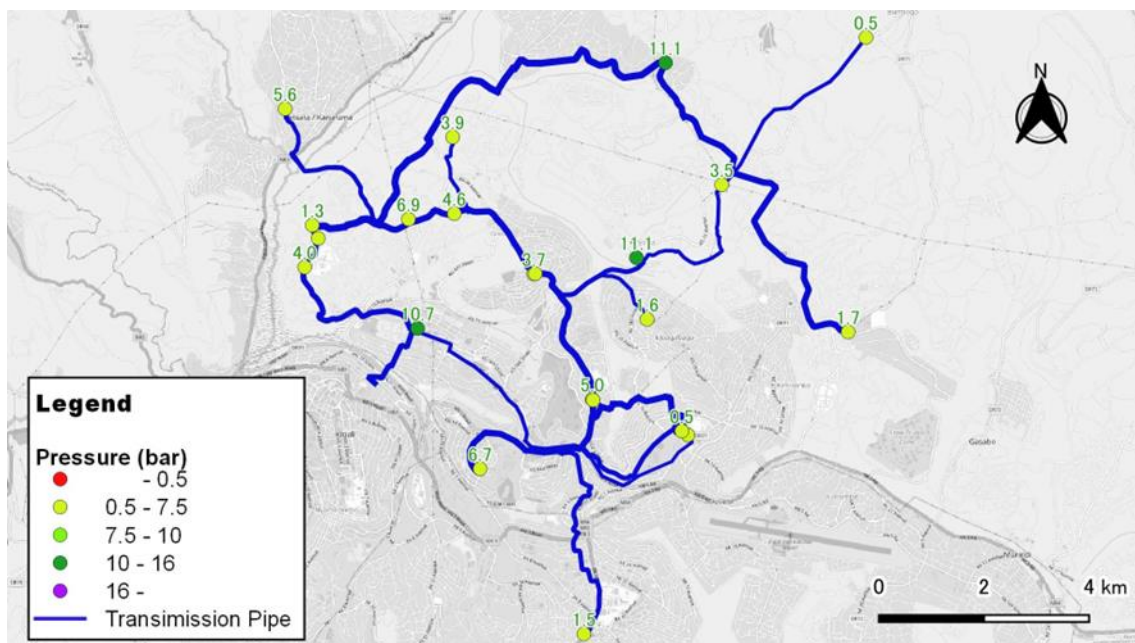
出典：調査団

図 3.2-7 水理計算の管路モデル



出典：調査団

図 3.2-8 水理計算結果：1日最大給水量計算時流量



出典：調査団

図 3.2-9 水理計算結果：1日最大給水量計算時有効圧力分布

### 3.2.2.5 給水管

給水管材料および施工方法は、原則として無収水技プロ中に確立された WASAC の設計ガイドライン (STANDARDISATION FOR NRW REDUCTION) に従う。

- 顧客接続は 90m を超えず、メーターの設置位置は敷地境界から 1~2m 程度とする。
- すべての資機材は原則として PN16 とする。

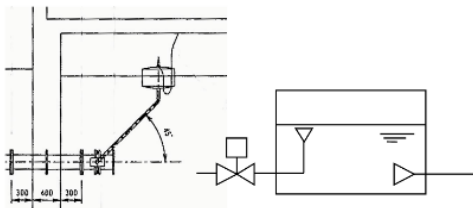
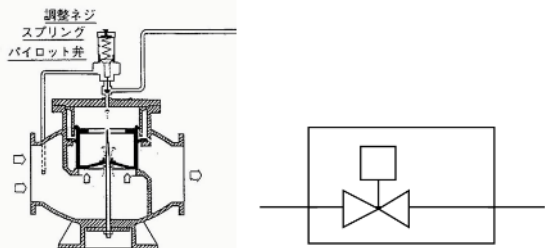


- パイプ材質については、WASAC の意向ではキガリの市場で入手可能な材質のうち最も良いものは PVC (“PVC Ganga”)とされているが、これはルワンダ市場で入手可能な HDPE の品質にばらつきがあり、配水管として十分な質を有する PE100 のグレードだけでなくより質の低いグレードのものが出回っていることに起因していると考えられる。キガリ市の小規模なマーケットでは品質の良い HDPE を製造できる業者が限られているため、本事業では特に入手が困難である口径 200mm 以上については原則として質の良い資機材を輸入調達する。また、PVC と比較して HDPE 給水管は 50m-100m 等のロールで供給できるために継手数が少なく、継手からの漏水の危険性が低い。したがって、本事業での給水管材質としては HDPE を用いる。

### 3.2.2.6 減圧設備

減圧設備としては、減圧水槽と減圧弁によるものとする。減圧弁は可動部分が多くメンテナンスの必要性が高い。現在 WASAC では多くの減圧弁を使用しているが、維持管理に多大の労力を必要とすることから十分管理されているとは言い難い状況である。そこで重要な減圧箇所については減圧が確実で維持管理の負担の少ない減圧水槽を採用し、残圧が必要で経済性の観点から高架水槽を設けられない地点 (Gacuriro・Nyarutarama) については減圧弁を採用する。また、重要度が低く小口径 (100mm 以下) 管路においては、従来から設置実績のある機械式オート弁タイプ (パイロット弁付き機械駆動) の減圧弁を採用する。Gacuriro・Nyarutarama については、有人の配水池に設置することから維持管理の対応ができること、設計上の配慮としてアクセスしやすい場所にする (弁室への階段の設置) および従来問題となっているパイロット管のつまりの解消 (ストレーナの設置と金属製のパイロット管を備えた資材の採用) に配慮する。また、100mm 以下程度の減圧弁であれば、容易に人力での交換が可能であるため、維持管理が困難となった場合であっても予備の減圧弁と交換することで機能の維持を図ることができることから、維持管理性は問題ないと考えられる。

表 3.2-12 減圧設備の比較

	減圧水槽	減圧弁
概要	導水管の途中に柵を設け一旦開放することで圧力を減じる方法。	機械式または電動式減圧弁により、圧力を減じる方法。
構造	 <p>流体の持つ圧力で主弁が開閉動作をし、バルブに取り付けた小配管及びフロートがポンプ井の HWL を検知し主弁を全閉にする</p>	 <p>流体の持つ圧力で主弁が開閉動作をし、バルブに取り付けた小配管及びパイロット弁機構が主弁を調整して減圧を制御する。</p>

	減圧水槽	減圧弁
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械式流入弁の場合電気設備不要</li> <li>・減圧槽以外の弁室等は不要</li> <li>・単純な機構であるため維持管理が容易</li> <li>・確実に減圧できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オート弁の場合電気設備不要</li> <li>・用地面積が少ない</li> <li>・コストが比較的低い</li> </ul>
短所	フロート及び開閉機構の定期点検は必要 用地面積は減圧弁に比べ大きい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外部に弁室必要</li> <li>・小配管、パイロット弁等複雑な機構となるため維持管理性に劣る</li> </ul>
清掃	フロート弁本体で全閉が困難であるため、公道部の切替弁による全閉が可能である。	オート弁本体を手動により全閉が可能である。
維持管理性	機械式フロート弁は定期的なメンテナンスが必要。技術習得を要す 電動弁の場合は定期的メンテナンスが非常に少ないが、電気設備の点検が必要	オート弁は定期的なメンテナンスが必要。技術の習得を要す 電動弁の場合は定期的メンテナンスが非常に少ないが、電気設備の点検が必要
費用	(参考) 5~9 百万円/箇所	(参考) 2 百万円/基 (200mm 弁本体)
評価	◎	○ 口径が小さい (~100mm) または 有人で維持管理できる場所でのみ設置可能。

出典：調査団

### 3.2.2.7 配水モニタリング設備

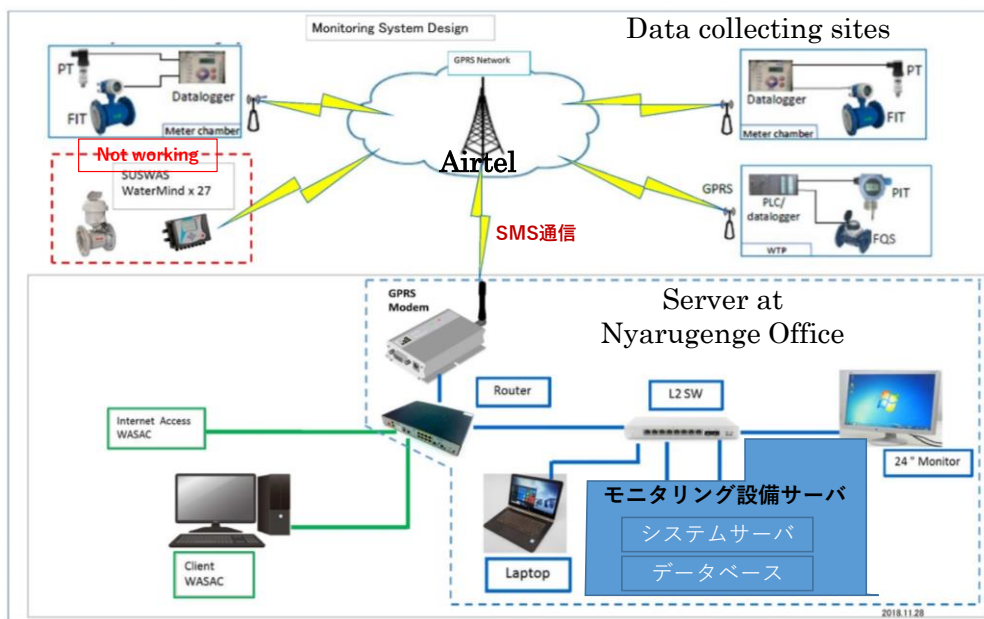
#### (1) 既存無収水計算システムの活用

本事業では先行する無収水技プロで整備した無収水計算システムを活用して改造・監視箇所を追加することで、配水管理システムを構築する。既存の無収水計算システムの概要と、本事業での改造内容の概要を図 3.2-10 に示す。

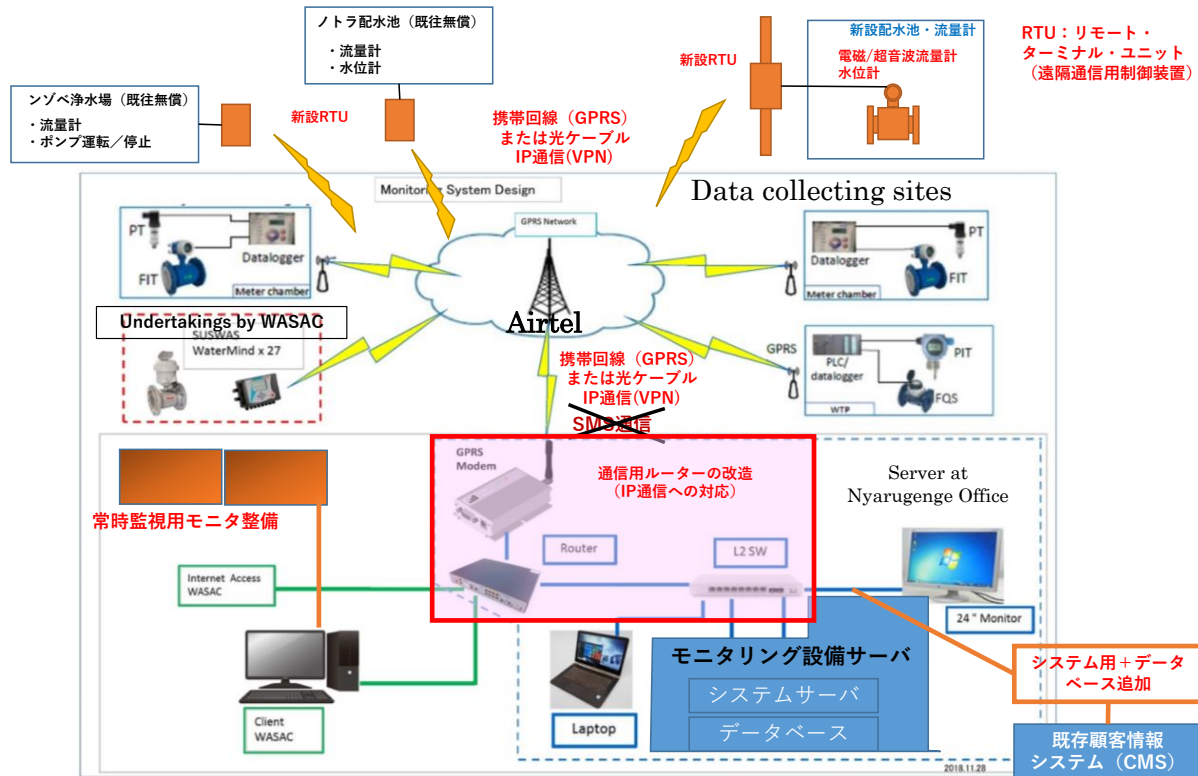
また、本無収水計算システムは瑕疵検査前でいくつかの課題が報告されており、また他国の類似モニタリングシステムでもいくつか課題が挙げられていることから、本事業での改造・監視箇所の追加における留意事項を表 3.2-13 に示す。

また、前述の配水ブロックの系統模式図と流量監視点を一覧としたものを図 3.2-11 に示す。

既存無収水計算システム



事業後のモニタリングシステムと改造内容



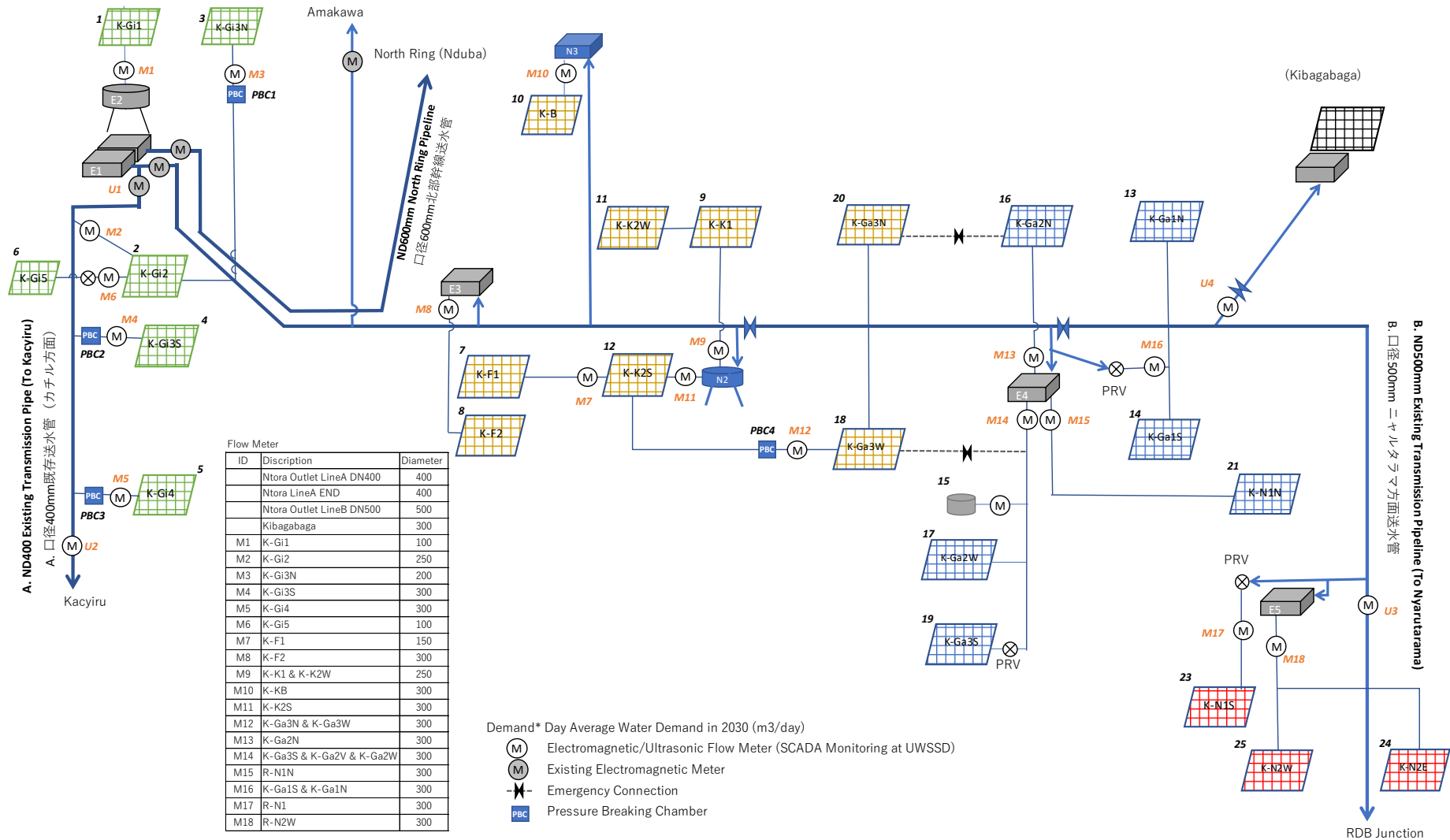
出典：調査団

図 3.2-10 既存の無収水計算システムおよび事業後のモニタリングシステムと改造内容

表 3.2-13 既存モニタリングシステムの課題と本事業における対応策

	既存システムの課題	問題の詳細	対応策
1	故障した機器が放置されている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「データなし」「故障」のアラームに対応する人員が配置されていない。</li> <li>・遠隔監視制御設備を常時監視するための設備がなく、対応する人員が配置されていない。(現状は月 1 回検針データと照合するための設備として設置されたため)</li> <li>・WASAC 内部に故障に対応する技術者がおらず、メンテナンスに必要な機器等の供給体制も不明確。</li> <li>・機器にゴミが溜まってオーバーヒートするなど、基本的な目視点検・清掃などが行われていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時監視設備の設置(管理者および 24 時間カスタマーセンターでの常時監視)</li> <li>・WASAC 担当者を決め、最低限のメンテナンス技術・点検フォームをソフトコンポーネントで移転。</li> <li>・無償瑕疵期間中の保守契約を業者契約に含み、終了後も WASAC がルワンダ国内業者と長期間メンテナンスできるような雛形契約とするように配慮し、先方負担として維持管理契約を明記する。</li> </ul>
2	流量計が正常に作動しない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置時の異形管との離隔が遵守されておらず、空気混入で電磁流量計が正常に動作しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー標準据え付け状態の遵守(適切な設計および施工監理)</li> </ul>
3	電池寿命が耐用年数に示されるよりも早く消耗する(耐用 10 年以上に対し 6 か月で使用不可等)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SMS 通信が繰り返し失敗し、通信回数が想定よりも大幅に多くなっている。SMS 通信固有の問題と考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IP 通信化</li> <li>・充電可能な 2 次電池および太陽光パネルの採用</li> </ul>
4	水没および高湿度環境で機器が故障する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・弁室内に機器が設置されている以上水没またはそれに近い高湿度環境は避けられない。</li> <li>・機器は水没耐用仕様(IP68 等)となっているが、盤や内部の配線接続部等の施工が水没対応になっておらず故障する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器を弁室内でなく、新設の電柱上に設置する。</li> </ul>
5	落雷で機器が故障する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SPD(サージ防護デバイス)や避雷器等が設置されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・避雷対策設備を設置する。</li> </ul>
6	携帯回線の通信電波が不安定または圏外となる(※他国案件)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象用地で電波が受信できるかどうかを事前に確認することは当然であるが、弁室内等に通信機器を設置して携帯回線を使う場合は電波の強度が不足しがちであり周辺環境や支障物の変化に影響されやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器を電柱上に設置する。</li> <li>・可能な限り光ファイバー回線を用いる。</li> </ul>
7	不安定な電力供給に伴って機器が故障する(※他国案件)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復帰時や雷によるサージ(過電流)による故障の可能性はある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受電設備に SPD を設置するとともに停電対策として UPS を設置する。</li> </ul>

出典：調査団



出典：調査団

図 3.2-11 事業完成後配水ブロック系統図および流量監視点

## (2) 配水池および配水池流量計

配水池の運用にあたっては、時間変動の調整に要する容量を適時に確保することを第一とする。そのため需要の高まる早朝までには高水位となるよう流入流量を調節する。調節は、過流量とならないよう流入弁を調節し、極力均等受水とする。そのため配水池流入弁は、電動弁とし、メンテナンスの必要性を低減するとともに、受水流量の調節は、弁の開度を調節することで可能とする。構造が簡単で耐久性の高い電動バタフライ弁を採用することで、入口弁の信頼性の向上と、開度調節を可能とする。また配水状況の遠隔常時監視のため、配水池の水位、流量などの状況は、テレメータ設備により逐次 WASAC のオフィスに伝送され、24 時間常時監視が可能とする。

配水池水位の異常な低下や、管路の破断による異常な給水量の増加時には、自動的に警報を発報し、担当者にメール等で告知を可能とする。本事業では、新設する配水池、高架水槽および既存の配水池（Fawe 配水池、Gacuriro 配水池、Nyarutarama 配水池）についても流入弁の電動化および配水池水位計の整備を行う。また本事業で整備する 2 カ所の配水池および高架水槽、および、既存の Fawe 配水池には緊急用の遠隔強制遮断機能を付ける。

表 3.2-14 想定する流量計・水位計等モニタリング設備

項目	概要
電磁流量計（口径 100~300 mm）	20 か所
水位計	7 か所
監視制御装置改造	1 式

出典：調査団

## (3) 配水ブロック流量計

配水ブロックの注入点には流量計を設け、ブロック内の総需要を計量する。流量を計測することで、ブロック内の有効率や無収水率が把握可能となる。なお、途中減圧を伴う配水ブロックについては、減圧水槽方式を採用し、極力メンテナンスを省略できる方式とし、減圧水槽そのものの維持管理は、巡回点検にて行う。減圧水槽故障に伴うオーバーフローや、通水断の検知が必要な場合は、簡易なテレメータにより通報することも可能だが、本事業ではすべての減圧水槽に流量計を併設して遠隔常時監視することで減圧水槽の状態を確認する。

## (4) ゴンベ浄水場とノトラ配水池運用

他の配水池同様に、ノトラ配水池の水位を極力高く維持することで時間変動を吸収し、なおかつ送配水圧力の変動を抑え、送水配管の輸送能力を高く維持するために、その水位および配水流量の情報を UWSSD およびゴンベ浄水場で常時監視する必要がある。

ノトラ配水池の水位と配水流量の情報を監視することで、ゴンベ浄水場の送水ポンプを断続的に ON/OFF するのではなく、送水流速を抑えて連続運転することができ、管路の損失も低減できるため、効率が向上し、ゴンベ浄水場の運転は均等化され容易になる。結果、ゴンベ浄水場のエネルギー消費低減にもつながる。

ゴンベ浄水場の流量計と送水ポンプ ON/OFF 検知装置、ノトラ配水池の流量計と水位計は、現在実施中の無償資金協力「ゴンベーノトラ送水幹線強化事業」で整備済みであるが、既存のモニ



タリングシステムには組み入れられていない。そのため、本事業で整備するモニタリングシステムにその情報を統合する。

## (5) 受変電設備の運用

施設に必要な電力は、現在 EUCL (The Energy Utility Corporation Limited 以下、EUCL) の配電網より受電を行っている。受電は低圧の場合 400V 三相四線式で受電され、400V もしくは 230V で配電される。一般に動力設備としては、三相の動力負荷へは 400V 配電または 230V 配電される。また単相負荷については 230V 単相にて配電される。

ルワンダ国の発電および送配電システムは現状不安定であることから、需要家側で停電対策として自家発電設備を設ける場合が多い状況であり電源のバックアップが必要である。

## (6) 停電時対策

本配水管理システムの計測用機器および無線通信機器の停電対策としては、蓄電池によるバックアップが可能であり、一般的な蓄電池による直流電源装置を設けることで対応する。蓄電池の容量としては、30 分程度のバックアップまで対応可能とする。キガリ市において近年の停電実績は短時間がほとんどであるため、保障時間としては適当と考えられる。配水池の電動弁の停電時保障は蓄電池等で行うことは難しいが、キガリ市において長時間の停電は稀であり、万が一長時間停電した場合でも、停電時バルブが開になる設定としておけば、流入量が過大となって配水池がオーバーフローすることにはなるが、断水は予防することができる。施設は遠隔監視されており、停電は瞬時に WASAC に伝送されることから、緊急時は維持管理担当者が対応可能である。したがって、配水池の電動弁電源のバックアップ設備は設けない。

## (7) 太陽光発電システム

配水ブロックへの注入点に設ける流量計については、設置する電磁流量計やデータ伝送のための設備類への電源供給を行う必要がある。過去に設置された流量計は電池内蔵のものもあるが、本計画で求められる常時の遠隔監視を行うと電池の寿命が極端に短くなるため適さない。そのため内蔵電池より大きな電力供給が可能な太陽光発電を併用した蓄電池を設けるものとする。流量計の設置場所は、必ずしも受電可能な地区で無いため、本事業の路上に設置する 20 か所のうち 7 か所の流量計については受電が不要で遠隔監視が可能な本システムが適当と考える。

## (8) 本事業における配水管理システム (Water distribution management system) の必要性

本事業で構築する配水ブロックを、前記(1)~(3)の運用方針に基づいて運用するためには、配水状況をリアルタイムで把握し、その状況に応じて WASAC が適切な対応を取ることを可能とするモニタリング設備が必要である。求められるモニタリング設備の基本的な機能は、配水ブロックの配水状況、配水池の状態把握、ンゾベ浄水場の送水ポンプの稼働状態、施設の故障発生状況等を逐次集中監視出来ることである。そのためのシステムの設計を行う。

本事業で計画する配水ブロックのモニタリング対象範囲は、対象とする配水ブロックの注入量

及び送水元であるンゾベ浄水場からの送水量、さらに途中の配水池の運用を行うための水位情報が主な管理情報である。また各施設の稼働状態を即時に集中監視することで、ノトラ浄水場からの送水制御の高度化が可能となり、給水の安定度が増す。また管路事故等のトラブルの発生を短時間で検知し対応が可能となる。結果として断水時間の極小化が期待できる。

## (9) 配水管理システムの構成

システム全体のモニタリング方式については、無収水技プロで整備した既存 NRW モニタリングシステムを活用して拡張する。既存 NRW モニタリングシステムは本事業の対象地域よりもより広い地域において、WASAC 各支店境界での配水管網における流量・圧力のデータを遠隔で取得し、各支店の無収水率を計算することを目的としたシステムである。この既存 NRW モニタリングシステムで用いられているサーバおよびソフトウェアは、既存 28 点に対し最大で 100 点の流量を監視できる余裕があらかじめ設けられていることから、本事業で必要となる監視情報の追加は可能である。既設 NRW モニタリングシステムの設置年は 2021 年であり、老朽化の問題もないことから、同システムを拡張して本事業でも使用する。また、既存 NRW モニタリングシステムの課題の一つであるデータ集計や評価機能の拡張性等の機能強化策として、データベース装置（データベースマネジメントシステム、DBMS）を追加するものとする。これにより収集したデータの有効利用が容易になり、業務の効率化が期待できる。

本モニタリング設備の目的の一つである運用の高度化には職員への配水情報の提供とその理解が重要である。個々の PC 上で容易に監視可能となるように Web 監視画面を追加するとともに、オフィス内での情報共有と検討を容易にする大型モニター設備の整備を行う。新たに別の場所に中央管理室を設けることは考えられないため、現状の事務所スペースの中で情報共有のための大型表示装置（液晶ディスプレイ）を設ける。

以上の要素を考慮して、システム構成案を数案作成し比較検討を行った。構成や配置には、組織の形態も考慮して検討する必要があるが、ここでは既存システムの故障履歴等を勘案するとともに必要とされる常時監視機能を追加した。また、既存の携帯回線（SMS）を用いたデータ伝送設備のトラブルが多いことを考慮し、本事業で整備する新規配水池と高架水槽（計 2 か所）と既存配水池（ノトラ配水池と Fawe 配水池）、ンゾベ浄水場と UWSSD については光ファイバー回線による VPN ネットワーク接続を採用する。一方、配水ブロック流量計とのデータ通信には携帯回線を使うが、通信に問題が多い SMS ではなく IP 通信を使うこととした。

### 1) 監視項目

システム構成としては、現場からの各状態信号（DI）及びアナログ信号を UWSSD の IT Room に設置されたサーバに入力蓄積し、端末及び大型表示装置に表示する。また収集したデータはデータベース装置（データベースマネジメントシステム）にて集計分析される。主な監視制御する項目を表 3.2-15 に示す。本事業で UWSSD に設置する大型表示装置以外には、カスタマーセンターにモニタリング用端末（PC）を設置する。また、Web サーバ機能により所内の各 PC にて監視可能である。UWSSD が無人となる夜間はカスタマーセンターで監視を行う。

表 3.2-15 監視制御する項目

監視制御項目	監視	制御	計装
ンゾベ浄水場送水流量	○		
配水ブロック流入流量	○		○
配水ブロック流入圧力	※1		※1
配水池水位	○		○
高架水槽水位	○		○
幹線送水流量	○		○
分岐送水流量	○		○
配水池流入弁開閉	○	○※2	○
減圧水槽故障（異常）	○		○
配水池異常（高水位,低水位）	○		○
配水池設備故障（停電含む）	○		○
配水ブロック流量計故障	○		○
幹線送水流量計故障	○		○
ンゾベ浄水場ポンプ運転/停止	○		
ンゾベ浄水場浄水池水位	○		

※1：ブロック境界で圧力変動がある場合（K-F1 流入前）のみ設置

※2：緊急用遠隔強制遮断（通常時自動開閉）

出典：調査団

表 3.2-16 監視制御装置機能分担表

	装置名称	目的用途
W A S A C	集中監視制御設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔監視制御設備サーバ（二重化）                             <ul style="list-style-type: none"> <li>監視表示装置（一部、配水池の制御指令装置（緊急用遠隔強制遮断）を含む）とする。</li> <li>配水ブロック及び送水設備の監視を行うことを主目的とし、機器の状態/故障情報を UWSSD 表示装置へ表示するとともに、水位情報や流量情報の時間変化も表示する。開閉操作を伴う電動弁の状態変化指令を発する。</li> <li>配水池については、緊急用遠隔強制遮断の制御を行う</li> <li>装置能力は今回追加する信号全体の監視制御に必要な点数を追加するものとする。</li> </ul> </li> </ul>
	データベースサーバ（二重化）	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔監視制御設備により収集したデータおよび料金徴収システムから転送されたデータに基づき、NRWの算出、ブロックごとの集計の照合、集計データによる年報、月報、日報の自動作成、各種シミュレーションを可能とする。</li> </ul>
	ネットワークスイッチ・ルータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄水場・配水池・メーター設置個所との通信を行う。IP ネットワークおよび3G回線によるパケット転送による。</li> </ul>
	大型表示装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型画面に多様な情報を拡大表示、分割表示等が可能となり、多人数での監視が可能となる。</li> <li>装置能力は施設全体の監視制御に必要な処理点数能力を有するものとするが、装置製作時には、本装置を製作し運用する際に同時に現存することが計画されているデータを対象にソフト製作/ハード構築を基本とし必要な時期に随時機能増設を行う。</li> </ul>
	プリンタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔監視制御設備装置から各種印字情報（状態変化 時間記録/日報/月報/年報などを受け単票用紙に印刷を行うための装置。</li> </ul>
L O C A L	被監視施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ（ンゾベ浄水場）</li> <li>配水池</li> <li>流量計</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>各施設にて目的とする機能を具現化するために必要な設備が設けられている。例えば配水池では流入電動弁、水位情報、配水流量情報を計測し、伝送するための設備を備える。</li> </ul>
	通信サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>光ファイバーネットワーク</li> <li>3Gネットワーク</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>域内に分散する施設との通信には電気通信サービスを利用する。</li> <li>信頼性を必要とする施設間は極力光ファイバー伝送を採用する。</li> <li>光ファイバーの来っていない流量計等には3Gネットワークを採用する。</li> </ul>

出典：調査団

## 2) 監視制御装置およびデータベース装置の検討

本項では、監視制御装置及びデータベース装置の構成内容について検討する。データベース装置とは、情報の収集及び監視制御装置からの操作出力を記録及び集計し、統計演算等を自動的に行う装置である。データベース装置は、常に変化している施設のリアルタイム情報の収集及び中央からの操作・設定を行う遠隔監視制御設備装置から統計処理等に必要データを収集し保存する情報処理用サーバである。

### A) サーバ類の構成

監視制御設備とデータベース装置は、機能が異なる装置であり、情報系の故障時の影響を制御系に及ぼさないシステム構成とするため監視制御設備用サーバと情報用のサーバ装置は分散した構成がのぞましい。既存の NRW 情報収集システムは監視制御設備のみで構成されており、必要な諸計算等はマイクロソフトエクセルのファイル内でのマクロにより実現されている。この形態では監視項目の変更等に柔軟に対応できないため、今回の機能増設にてデータベース装置上で構築するものとする。よって本事業ではデータベース装置を増設するものとする。

### B) 遠隔監視制御設備及びデータベース装置仕様

LCD 監視制御装置およびデータベース装置のハードウェアでは、24 時間連続運転が可能なように保障されており、OA パソコンに比べ信頼性に優れるサーバ専用機器とした。

### C) 大型表示装置仕様

WASAC 執務室内に情報共有を目的に、大型表示装置を設置する。本装置では配水ブロックシステムのリアルタイム情報を常時表示し、職員の情報共有を図るものである。常時表示と配水ブロック全体を一括表示するため、大型液晶パネルを採用する。なお詳細情報は Web ベースで所内のネットワーク経由で提供可能とし、WASAC の基幹ネットワークによりどこでも監視可能となるように配慮した。監視画面は、専用 PC にて作成する。

### D) 場外での監視

監視情報は Web ベースで構築されており、インターネットと接続することで、外部でもクラウド監視することが可能とする。インターネット環境から VPN 接続することで、事務所外のあらゆる場所で監視情報にアクセス可能とする。これにより屋外でのメンテナンス時や、ブランチ内などでも遠隔監視が可能となる。また、夜間の顧客からの問い合わせへの対応などにも対応するためカスタマーセンターにモニタリング端末 (PC) を設置する。

## 3) 運転操作設備

### 設備概要

本事業で現場に据付けられる電動弁、電源設備等について受配電計画を行う。

### A) 配電々圧

本設備の配電々圧は、下記とする。

- ・ 低圧電動機（電動弁） 3φ、4W、400V 50Hz
- ・ その他負荷（上記以外） 3φ、2W、230V 50Hz

#### B) 電動機始動方式

電動機の始動方式には各種方式があり、電源容量及び負荷の始動特性により決定される。本設備の電動機始動方式は、下記を標準とした。

- ・ 全電圧始動方式  
22KW 未満の 3 相誘導電動機

#### C) 電動機の保護方式

各電動機は、過負荷、欠相、短絡、地絡等について保護する。

電源系統の保護として、配線用しゃ断器を設け、主要機器及び大型機器には電流計を設けて、これを適時点検することにより、異常の早期発見ができるよう計画した。

- ・ 熱動形過電流継電器  
低出力の低圧電動機に原則として設ける。
- ・ 静止形 3 E 継電器  
大型機器は、3 E を原則として設ける。
- ・ 地絡継電器  
地絡器について生ずる感電や火災事故、機器の焼損等の災害防止のために設ける。
- ・ 短絡保護  
コントロールセンタは、原則として配線用しゃ断器によるものとした。

#### 4) 電動機監視項目

電流計は下記基準により、現場操作盤に取り付けるものとする。

- ア. 出力 1.5KW 以上の 3 相誘導電動機
- イ. 上記以外で、予備機を設ける機器、間欠運転する機器、タイマ自動運転する機器等。

パネルの方式

各負荷は、送水量の増加に伴い、段階的に建設されるものであり、安全性、維持管理性、互換性を重視した機種とし、標準化されているものを選定した。

#### D) 動力制御盤

動力制御盤の形式は、比較表に示すようにコントロールセンタと補助リレー盤の組み合わせによるコントロールセンタ形式と低圧配電盤形式の 2 通りがあるが、今回は負荷設備が少ないため安価な動力制御盤形式とした。

### E) 現場操作盤

- ・保護方式……………閉鎖形
- ・形式分類……………スタンド形、壁掛形
- ・設置場所による分類……………屋外形
- ・材質……………鋼板製を標準とした。

屋外は、耐環境対策上 SS 製粉体塗装仕上げ) とした。

- ・計装機器の選定

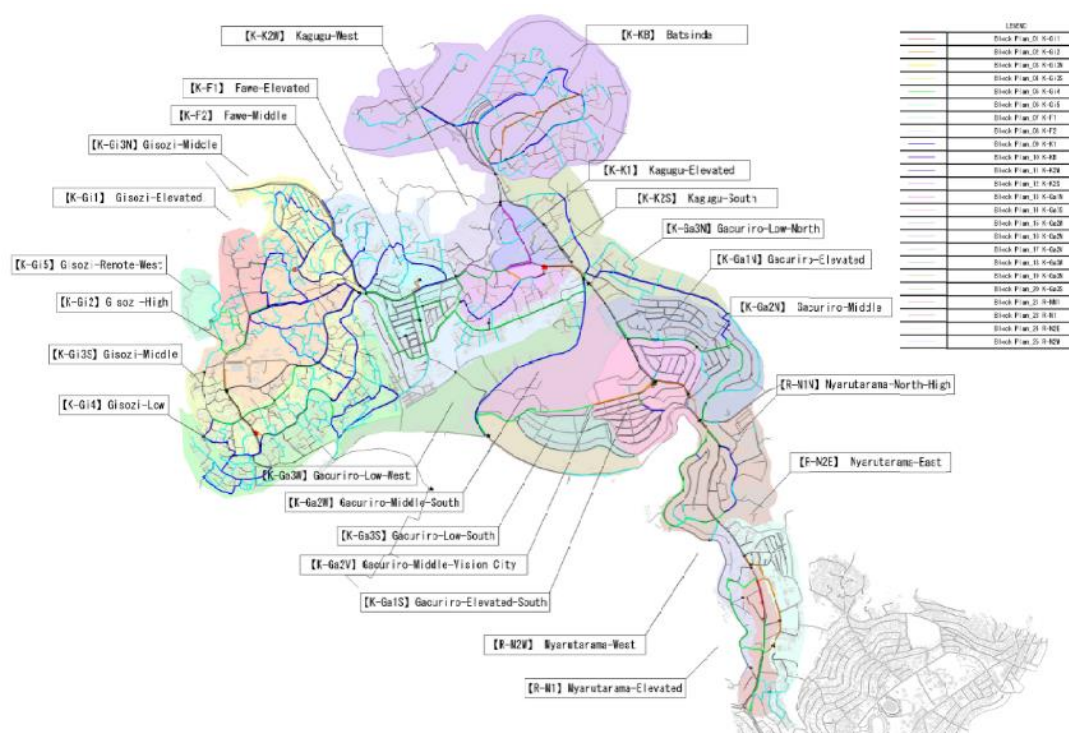
各測定項目の計装用機器の種類について整理して設置場所により最適な方式を選定した。

### F) 流量計等設置箇所

- ・配水本管 (φ400 以上) の分岐点 (分岐後の 2ヶ所)
- ・配水ブロック注入点
- ・減圧水槽設置地点に配水ブロック注入点を兼ねて配置

### 3.2.3 概略設計図

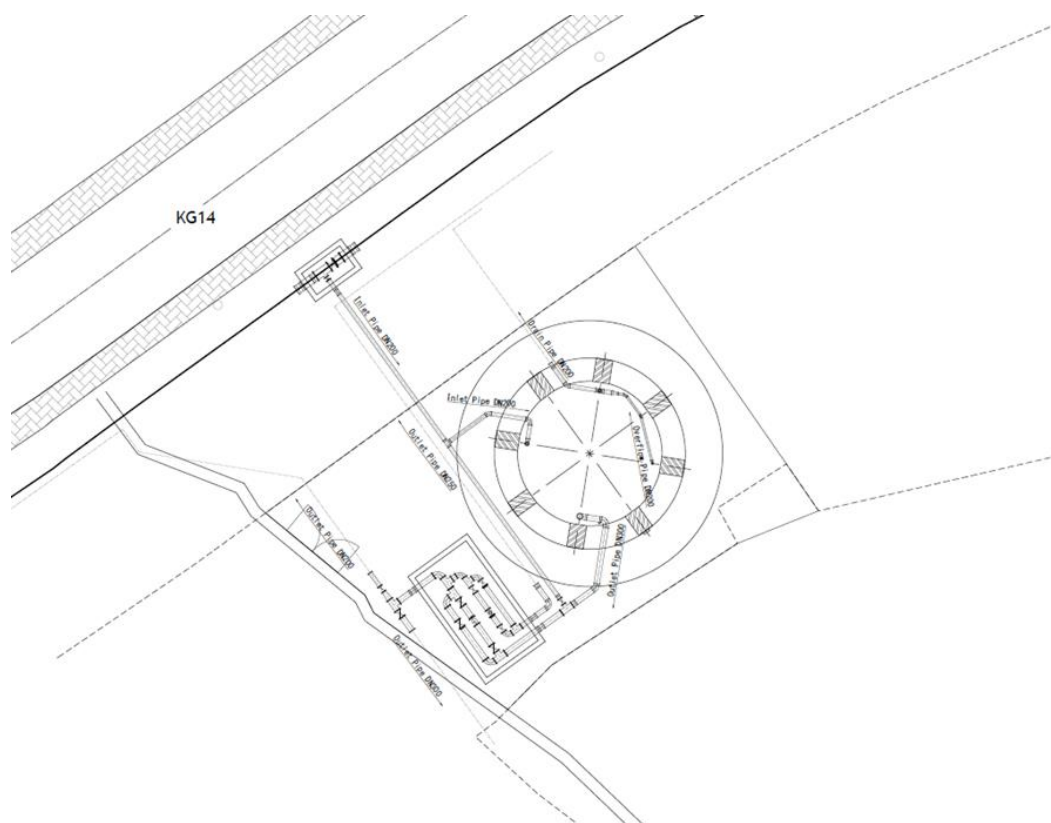
本事業のブロック化計画平面図を図 3.2-12 に、高架水槽 (カググ高架水槽) 平面図・断面図を図 3.2-13～図 3.2-15、配水池 (バチンダ配水池) 平面図・断面図を図 3.2-16～図 3.2-18 に示す。また、概略設計図の詳細は図面集として添付資料 11 に示す。



出典：調査団

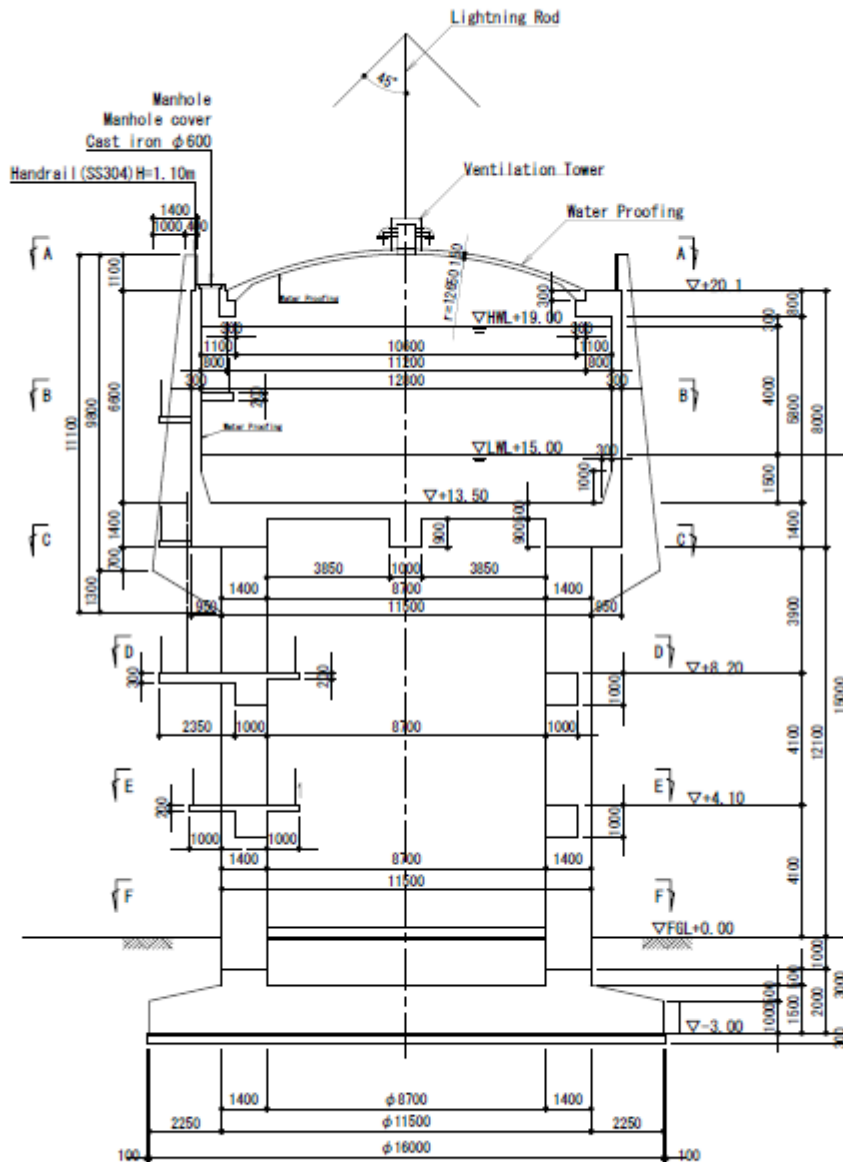
図 3.2-12 ブロック化計画平面図





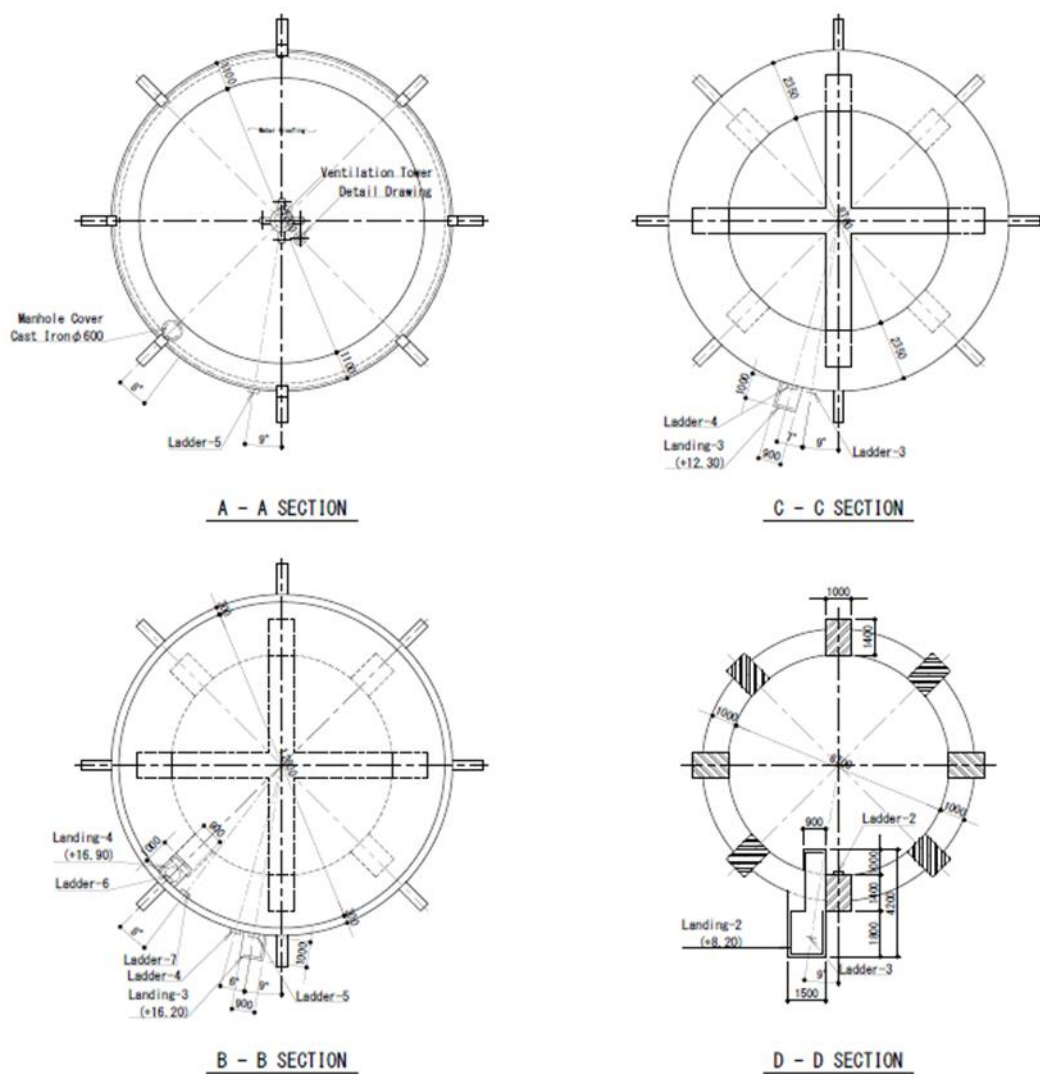
出典：調査団

図 3.2-13 Kagugu 高架水槽計画平面図



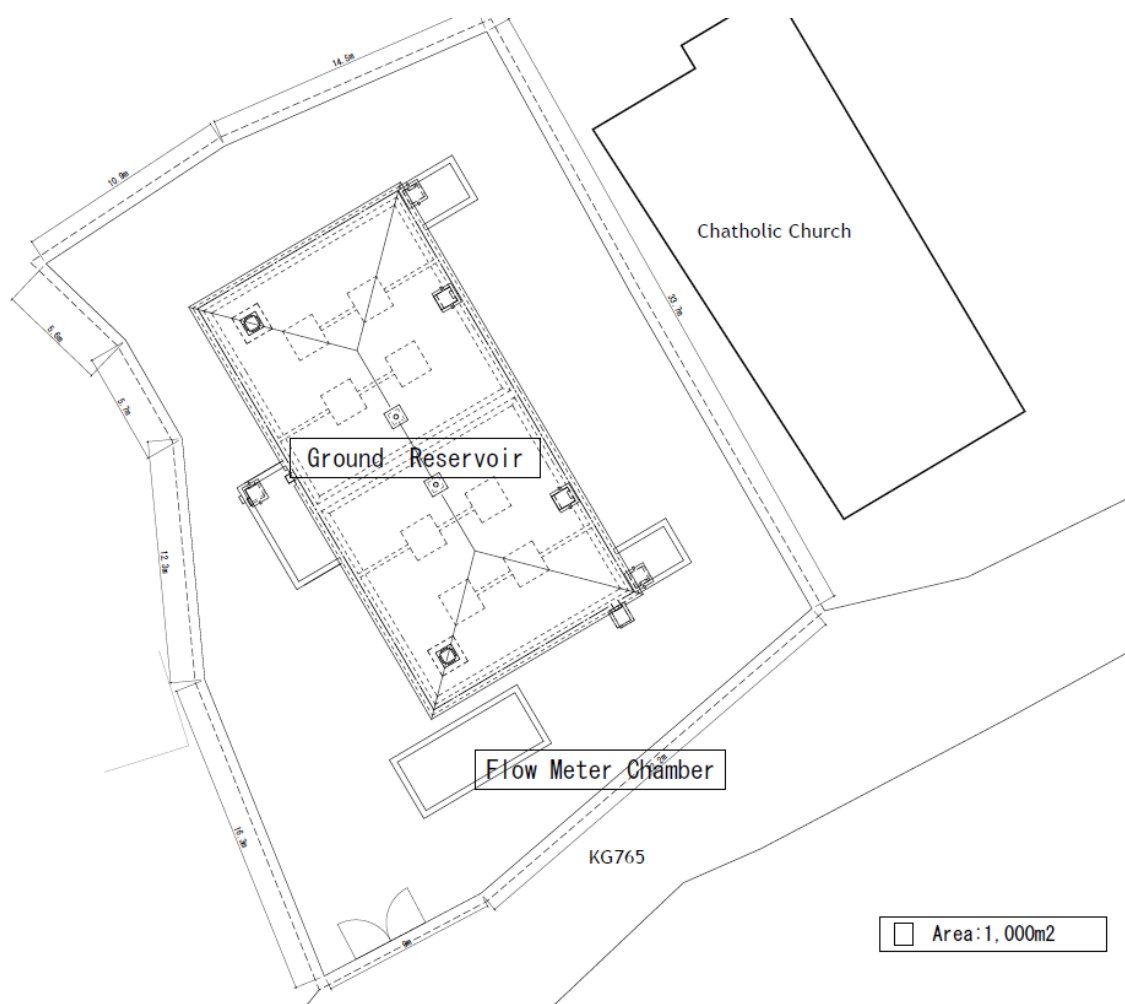
出典：調査団

図 3.2-14 Kagugu 高架水槽立断面図



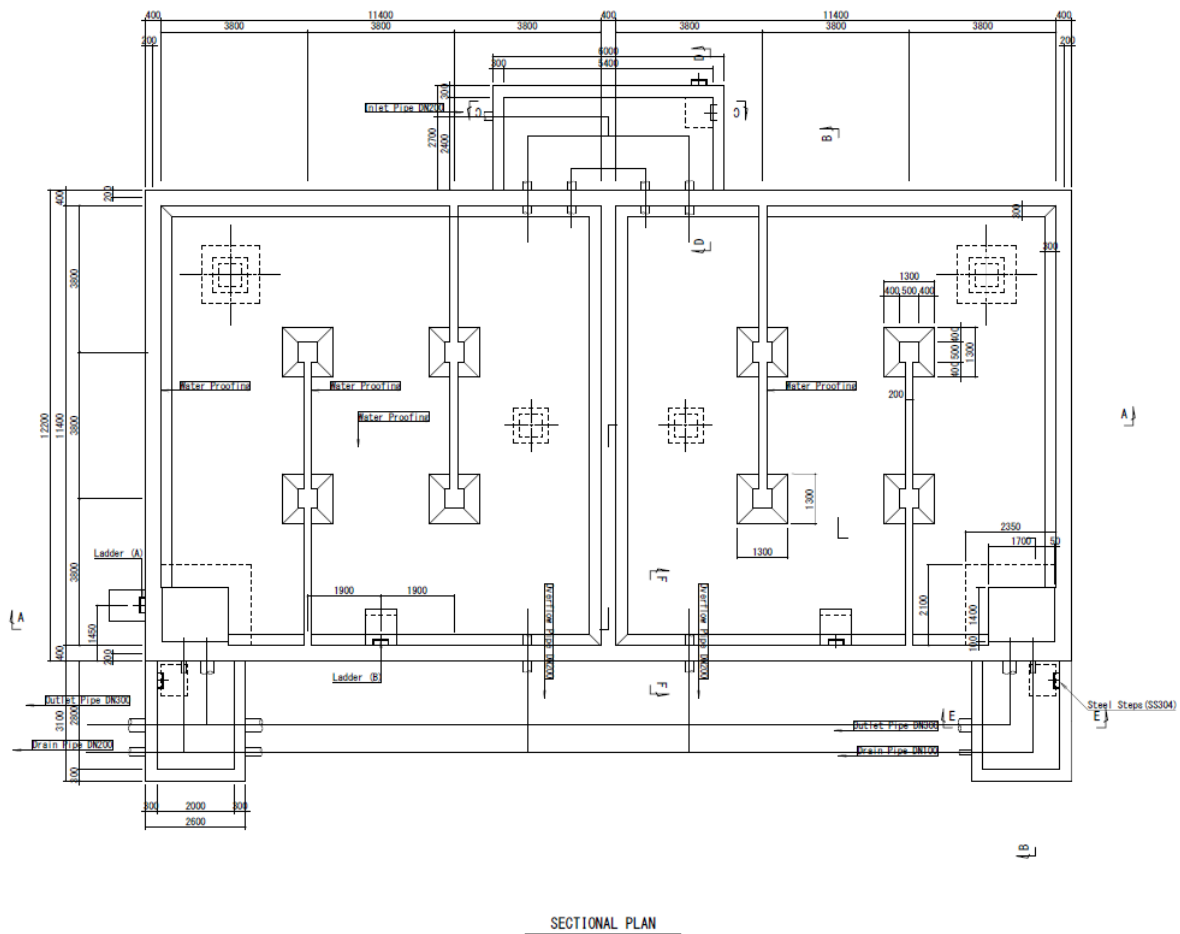
出典：調査団

図 3.2-15 Kagugu 高架水槽平断面図



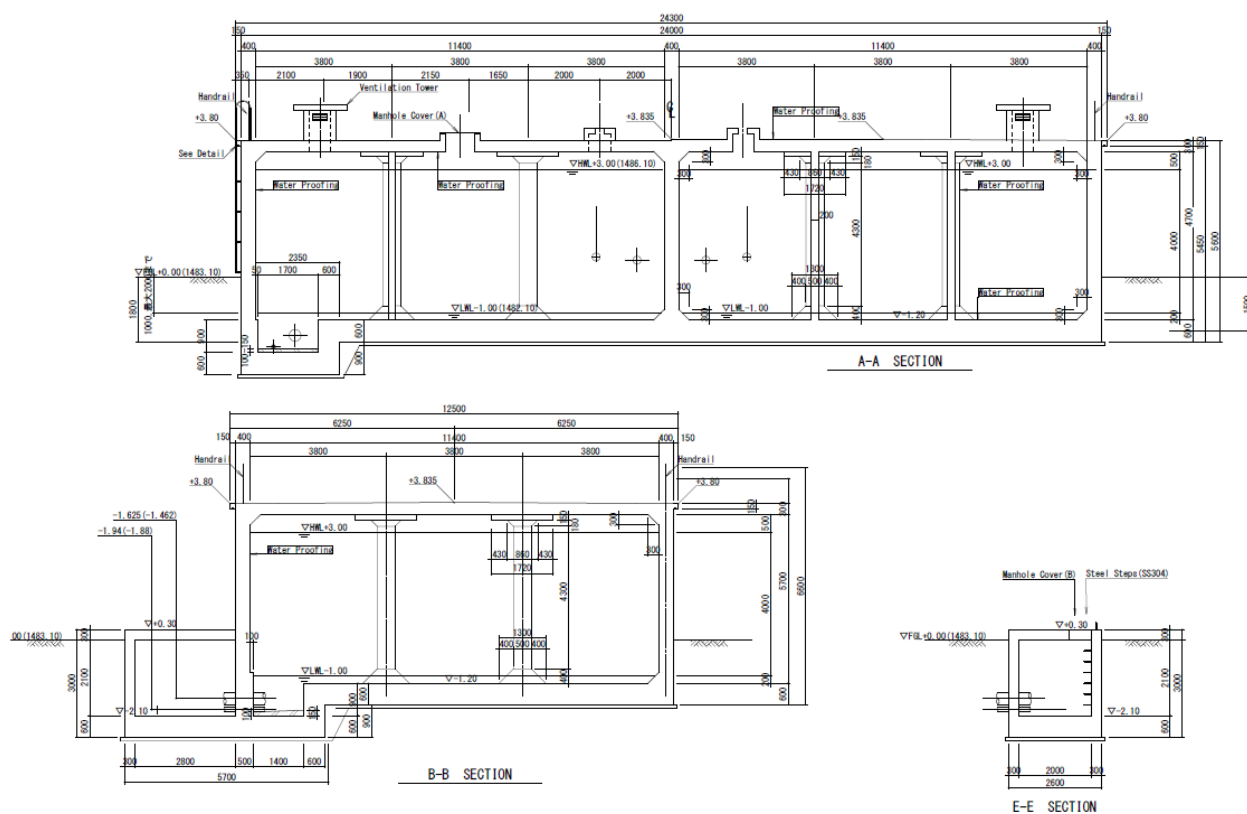
出典：調査団

図 3.2-16 Batsinda 配水池計画平面図



出典：調査団

図 3.2-17 Batsinda 配水池平断面図



出典：調査団

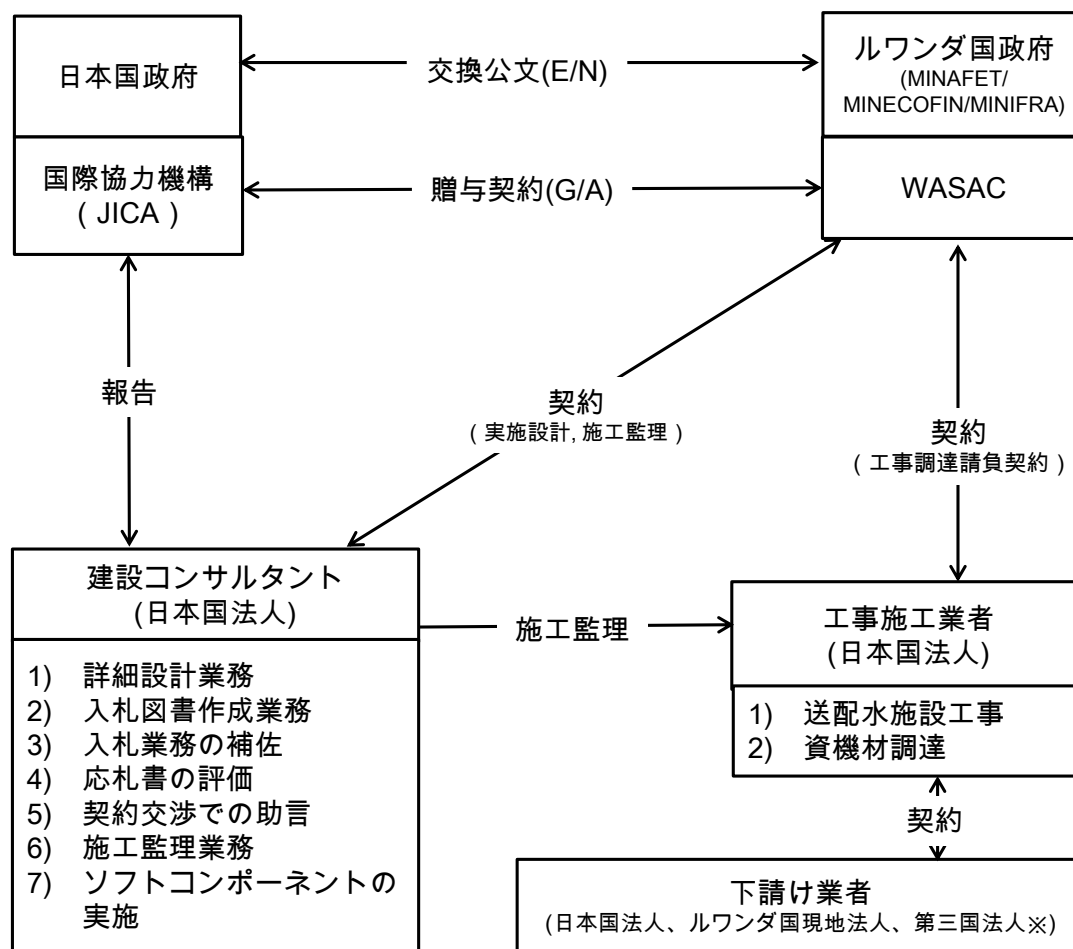
図 3.2-18 Batsinda 配水池立断面図

### 3.2.4 施工計画・調達計画

#### 3.2.4.1 施工／調達方針

本事業の実施体制を、図 3.2-19 に示す。本事業は、我が国政府無償資金協力のスキームに基づいて、我が国政府による事業実施承認後、日本政府およびルワンダ国政府による交換公文 (Exchange of Note, E/N) および JICA と先方実施機関との贈与契約 (Grant Agreement, G/A) の後、実施される。





※工事施工業者（日本国法人）が選定する。

図 3.2-19 事業実施体制

### (1) 事業実施主体

ルワンダ国側の本事業の実施機関は WASAC である。WASAC における実施部門は、本事業を遂行し、当該施設完成後は、施設の維持管理を担う必要がある。実施機関は、本事業が円滑に進むように、ルワンダ国インフラ省（MININFRA）、財務省（MINECOFIN）を含む全ての関係機関との調整を行う。

### (2) コンサルタント

本事業の施設建設を実施するため、実施機関は JICA より推薦された日本国法人のコンサルタントと設計監理業務契約を締結し、本事業に係る実施設計・施工監理・ソフトコンポーネントを実施する。同コンサルタントは入札図書を作成し、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ワンダ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。

### (4) 技術者派遣の必要性

送配水管路及び配水施設の建設、機械・電気設備の据付・試運転等、また構造物及び管路の水

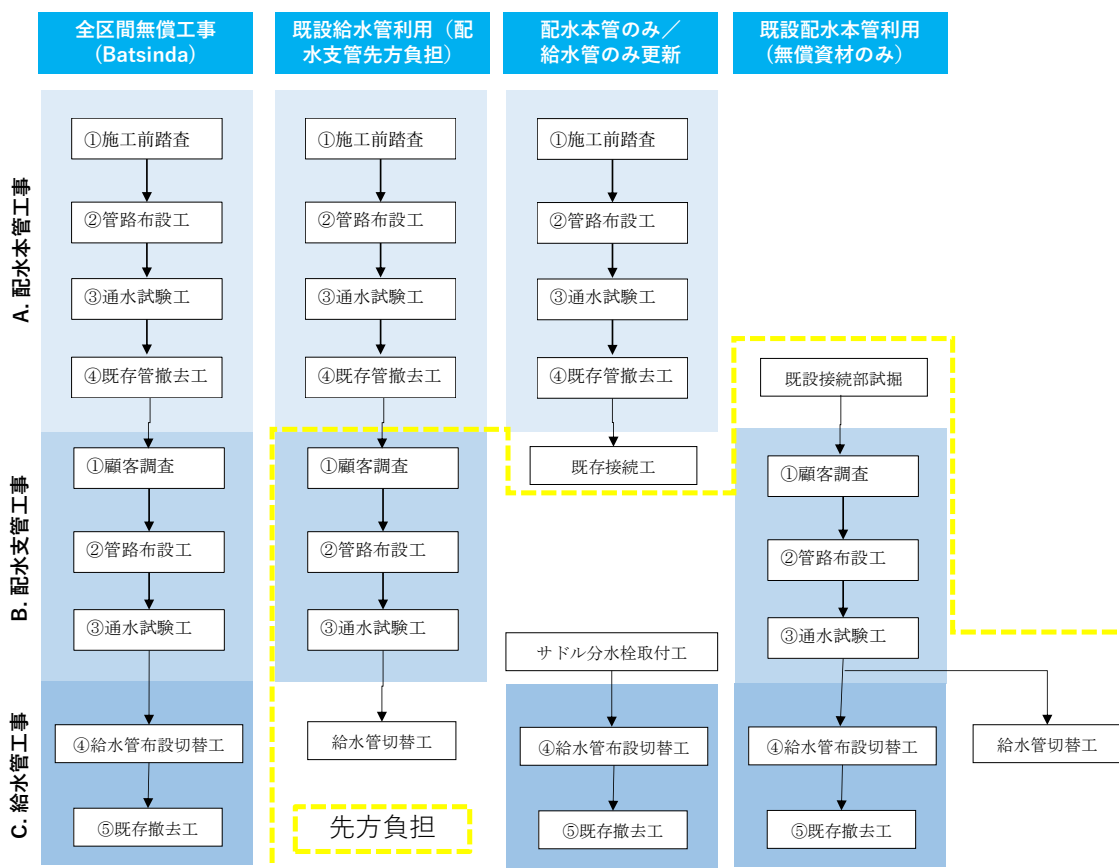
密性を確保するために、建設契約上の要求事項として、現場代理人としての所長1名、主任施工管理技術者、土木施工管理技術者、配管施工管理技術者、機械設備施工管理技術者、電気設備施工管理技術者等の本邦からの派遣を規定する。

### 3.2.4.2 施工／調達上の留意事項

#### (1) 送配水管および給水管の施工手順のパターン

本事業の送配水管および給水管に係るスコープは、①配水本管の布設、②配水支管・補助管の更新、および③給水管の更新である。用語の定義および施設負担区分は表 3.2-18 および図 3.2-27 のとおりであり、配水ブロックを形成する主要な管（口径 150mm~350mm 程度）を「配水本管（Primary Main）」、給水管取り出しを設置する管を「配水支管・補助管（補助管は配水支管より分岐する管の意）（Secondary Pipe/Tertiary Pipe）」（口径 63mm~110mm 程度）給水分岐・各家庭のメーターまでの管を「給水管（Service Connection Pipe）」（口径 25mm）と呼ぶ。このうち、配水本管は全て本邦無償事業として建設まで行うが、配水支管・補助管および給水管は一部の地域のみ無償事業で建設し、残りの地域は先方が工事を行う方針である。

配水管・給水管の施工パターンのまとめは図 3.2-20 の通りである。施工の取り合いが生じるのは配水本管を本邦業者が施工し、その後を先方負担とする場合のみである。この場合、本邦業者は配水本管工事布設・通水試験・既存管撤去した段階で工事完了となる。



出典：調査団

図 3.2-20 配水本管から給水管までの施工手順（工事対象による分類）

## (2) 配水本管 (A)

配水本管の施工手順は図 3.2-21 に示す通りである。

### ① 施工前踏査

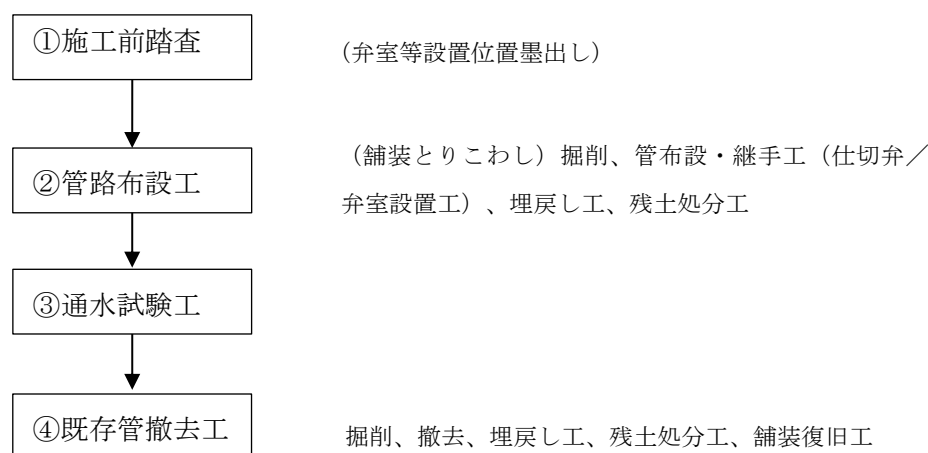
配水本管の設計にあたり、分岐する配水支管の施工が無償での実施か WASAC 実施に関わらず、設計によって配水支管の分岐位置および弁室設置位置は指定する。この位置を確認し、施工前段階で新たな支障物等が生じていないかなどを確認するため、コントラクターが施工前踏査を行って弁室等設置位置を隅出しし、施工承認図を作成する。また、施工承認図に則り、キガリ市および交通の支障等を WASAC が調整する。

### ② 管路布設工

配水本管の布設を行う。配水本管布設時は可能な限り即日施工即日復旧とし、交通等への影響を最小化する。

### ③ 通水試験工

配水本管までの通水試験を行う。セクションバルブで区切った範囲の圧力試験を行い、消毒を行って排水弁等から残留塩素が確認できた段階で通水する。通水前の水圧試験はポンプ車等で保水し水圧を保持する。保持時間と圧力降下により、過去のプロジェクト（カンボジア等）で行った試験方法を参考として仕様その方法を定める（表 3.2-17）。



出典：調査団

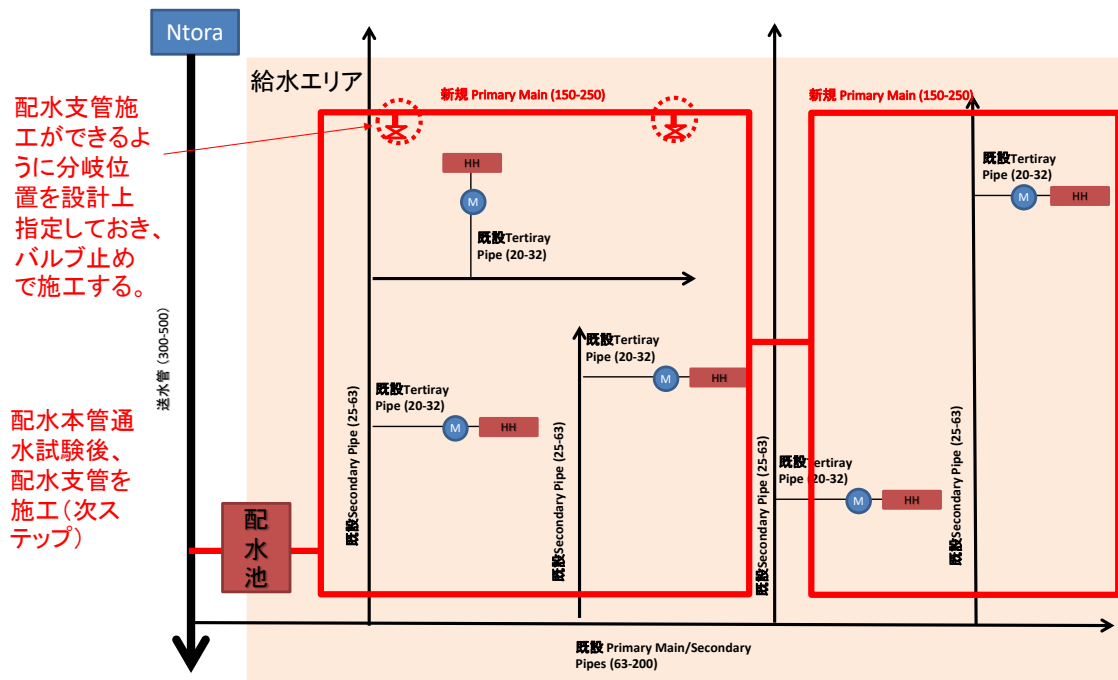
図 3.2-21 配水本管の施工手順

表 3.2-17 水圧試験方法

施設・機材区分	水圧試験方法
給水装置	1.75MPa の水圧を 1 分間加えたときに水漏れ・変形・破損その他の異常を生じないこと（厚生労働省令）。
送水管・配水本管・配水支管	最大運用水圧の 125% 以上（10~15bar）で 4 時間保持し、圧力降下が 5% 以内であること（日本水道協会および AWWA C600）。
配水池・高架水槽	コンクリート外壁表面が確認できる状態で、満水位の 1.5m 以上または越流水位以上で 120 分保持し、漏水が確認されないこと（BS EN 1992-3:2006）。

出典：調査団

配水本管の施工イメージは図 3.2-22 の通り。配水本管の分岐箇所は全てバルブ止め（仕切弁＋分岐管 1m 以上＋仮栓止め）とし、本管施工後の通水試験に影響がないように、また、後段での配水支管工事が行いやすいように配慮する。また、配水本管の施工後に既存配水支管を施工する場合は、既存配水支管への接続工事まで本邦業者が実施する。



出典：調査団

図 3.2-22 配水本管の施工イメージ図

### (3) 配水支管・補助管・給水管・メーターの施工手順 (B, C)

配水支管・補助管・給水管・メーターの施工手順は図 3.2-23 に示す通りである。この工事は配水本管工事完了後に行い、一部の地域のみ無償工事で行う。

#### 手順 BC①顧客調査

WASAC GIS を参考として給水管布設替え世帯を確定する。確定にあたっては、一律水道メーター布設年次が古いものから順に、設計で示す戸数の更新を行うことを持って承認図の作成を行うが、承認時に任意の家庭の除外や追加が行えるようにする。

#### 手順 BC②管路布設工

配水支管・補助管の布設を行う。この際①で確定された顧客位置近傍にサドル分水栓を設置し、給水管を布設して仮栓止めする（手順 B で切り替え工事）。

#### 手順 BC③通水試験工

配水支管・補助管までの通水試験を行う。

#### 手順 BC④給水管切替工

給水管の切り替えは(ア)配水支管・補助管を新設する場合と、(イ)既設の配水支管を活用する場合の 2 パターンがある。なお、給

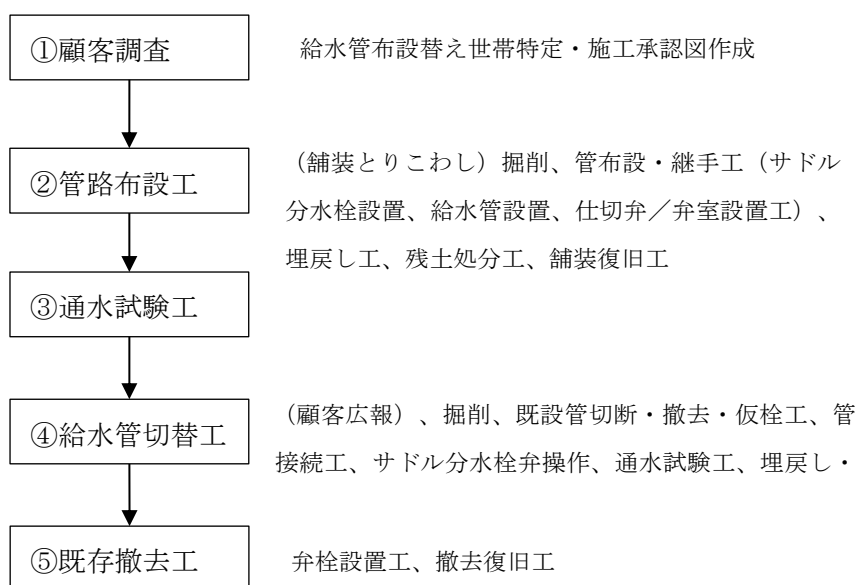
水管の施工範囲は図 3.2-24 に示すとおりメーター立ち上がり部分の手前までとする。なお、水道メーターの更新（撤去・取り付け）工事は全ての地域において WASAC が別途行う。

**(ア) 配水支管・補助管を新設する場合**

配水支管・補助管を新設する場合は、前述のように配水支管・補助管の布設と同時に、事前の顧客調査で特定した顧客位置で給水分岐（サドル分水栓設置工）および顧客敷地境界までの給水管の布設を行い、新規給水管は仮栓止めとなっている。A 工事の完了通水試験後の段階では、新設・布設が重複して施工されている状態になり、A 工事完了後、既存給水管の切断・新管への切り替えを行い、通水する。

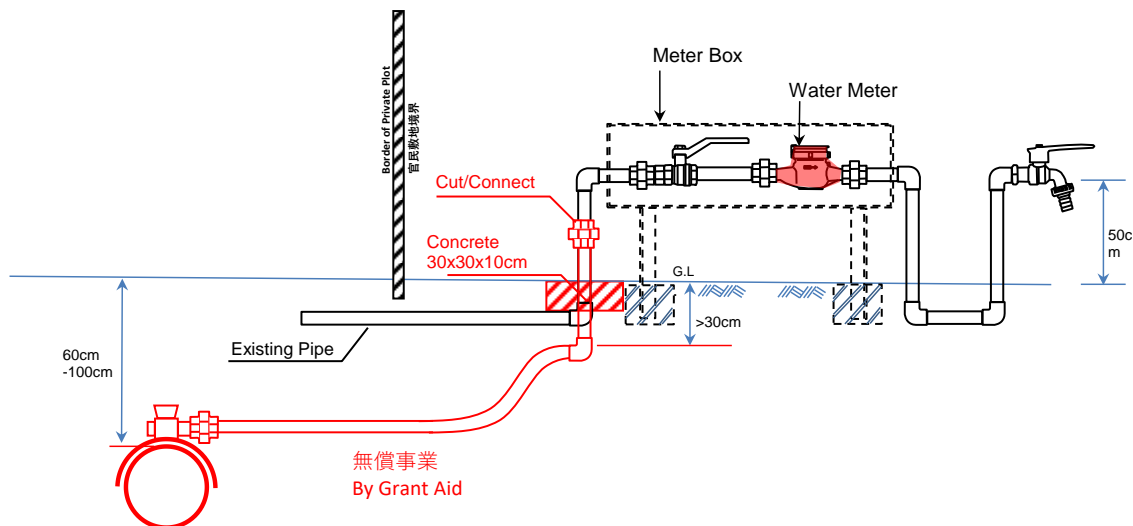
**(イ) 既設の配水支管を活用する場合**

既設の配水支管を活用する場合は、A 工事の段階で既設管接続位置を原則バルブ止めとしておく。A 工事通水試験まで完了後、バルブ位置で既設切断・新設への接続工事を行い即日通水する。給水管の更新はサドル分水栓設置工・給水管布設・再接続・通水試験工・埋め戻し復旧までの一気通貫で行う。



出典：調査団

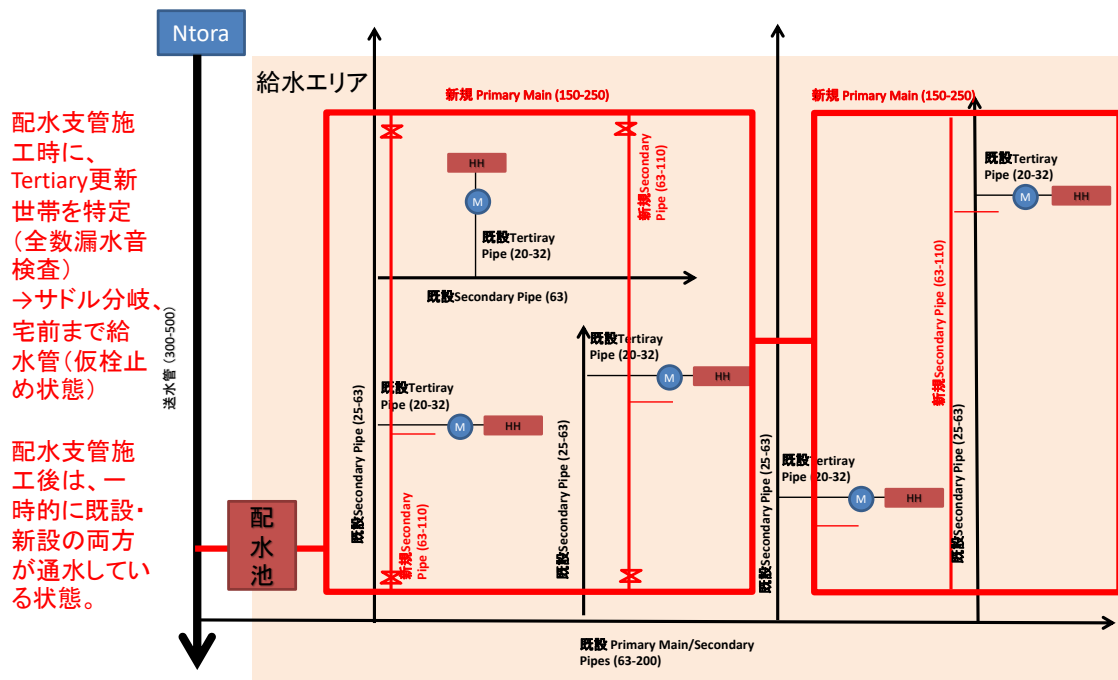
図 3.2-23 配水支管・補助管・給水管・メーターの施工手順



出典：調査団

図 3.2-24 無償による更新範囲

配水支管・補助管および給水管の施工イメージは図 3.2-25 及び図 3.2-26 の通り。



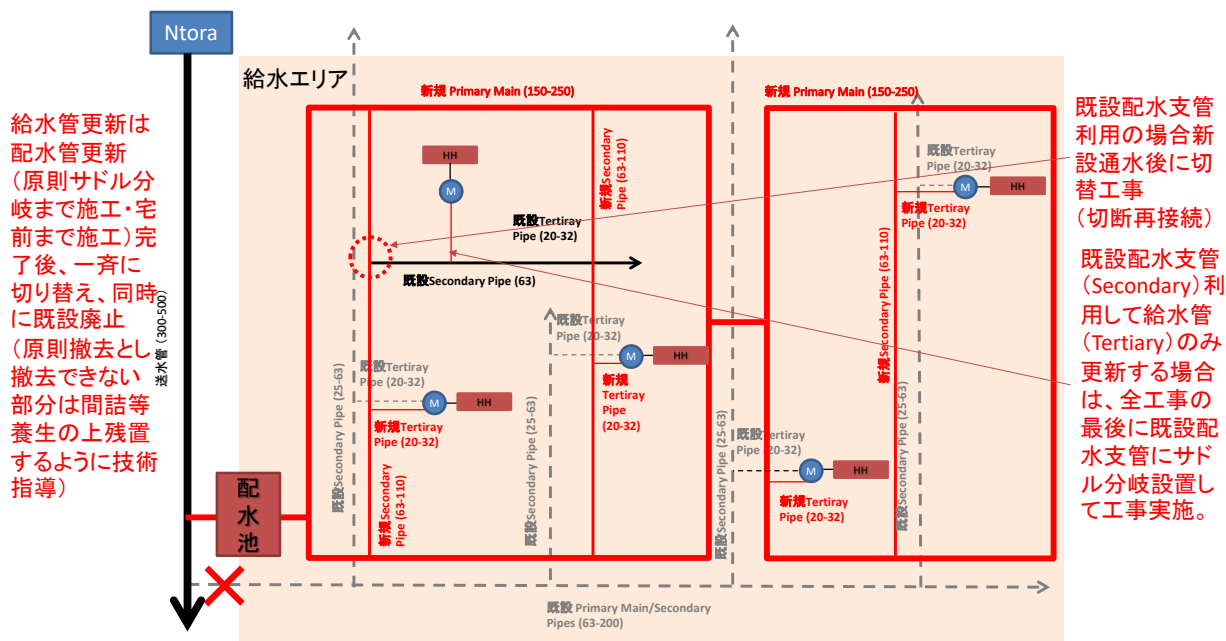
配水支管施工時に、Tertiary更新世帯を特定(全数漏水音検査)→サドル分岐、宅前まで給水管(仮栓止め状態)

配水支管施工後は、一時的に既設・新設の両方が通水している状態。

出典：調査団

図 3.2-25 配水支管・補助管の施工イメージ





出典：調査団

図 3.2-26 給水管の施工イメージ

### 3.2.4.3 施工区分／調達据付区分

給水装置は当初 WASAC 負担として設置する案であったが、数量が膨大となることから、WASAC 側からも実施・監視体制について懸念を示す声があった。他方、図面等が整備されていないことから、工事の段階になってはじめて既存管の埋設状況や利用可能性がわかるような地域も多い。

施設負担区分（案）を表 3.2-18 および図 3.2-27 に示す。各施設の分担理由について、配水本管は配水ブロックを構成する重要な管路であり、ルートを確認した上での確実な施工が必要であるため、無償資金協力での実施とする。他方、配水支管・補助管は口径も小さく施工が容易なため、WASAC が確実に施工できる範囲においては、調達を無償資金協力で行い施工は WASAC が実施することが望ましい。実際、配水支管・補助管の更新は、漏水が多い管路の更新が主な目的であるため既往管路の把握が重要であるが、とりわけ小口径管（配水補助管・給水管）の布設ルートは GIS 等で正確には把握されておらず、実施時の試掘確認等が必要になり多くのルート変更や調整が生じる。このため、実施においては事前に特定したルートを柔軟に変更して行う必要がある。漏水の多い給水管等の把握に必要な資機材や技術について、WASAC はこれまでの無収水技プロ等で必要な技術レベルを把握しており一定の技術水準にあると考えられるが、他方本事業で給水管・配水補助管を全て実施すると考えた場合には、施工能力としては不安が残る。ソフトコンポーネント等での技術的支援は可能であるものの、予算の確保などが遅れる傾向にあることから施工についても一定程度無償で実施することが必要であると判断し、Batsinda 給水区域については本邦業者が実施する。

また、Batsinda 給水区域において本邦業者が配水支管・補助管と給水管の布設を行う際は、施

工技術や管布設埋戻し復旧手順等に関し、WASAC 及び WASAC のコントラクターに対して技術移転も行う。時期は本邦業者の配水管工事期間の初期（2023年11月～3月頃）、内容は WASAC 及び WASAC のコントラクターが工事現場を訪問してその工事作業を見て学ぶこと等（管接合方法、工事に必要な道具と段取り、埋戻し材料および方法、安全対策等）を想定するが、具体的な技術移転の要求事項は入札図書で規定する。

給水管廻りの調達について、サドル分水栓から給水メーターの1次側までの配管を対象とする（メーターボックス以降については顧客の資産であるため更新を行うことはできない）。ただし、水道メーターについては更新数が大きく WASAC 単独では更新が困難であり、無償の調達範囲とする。給水管の更新範囲と留意事項は以下の通りである。

**更新範囲：** 給水管（顧客敷地内）立ち上がり部分まで。

※ただし、事前調査で立ち入り許可が得られない顧客は敷地境界までを更新範囲とする。

**給水管更新件数：** 既存顧客数（接続件数）の約 50%, 7,500 件分

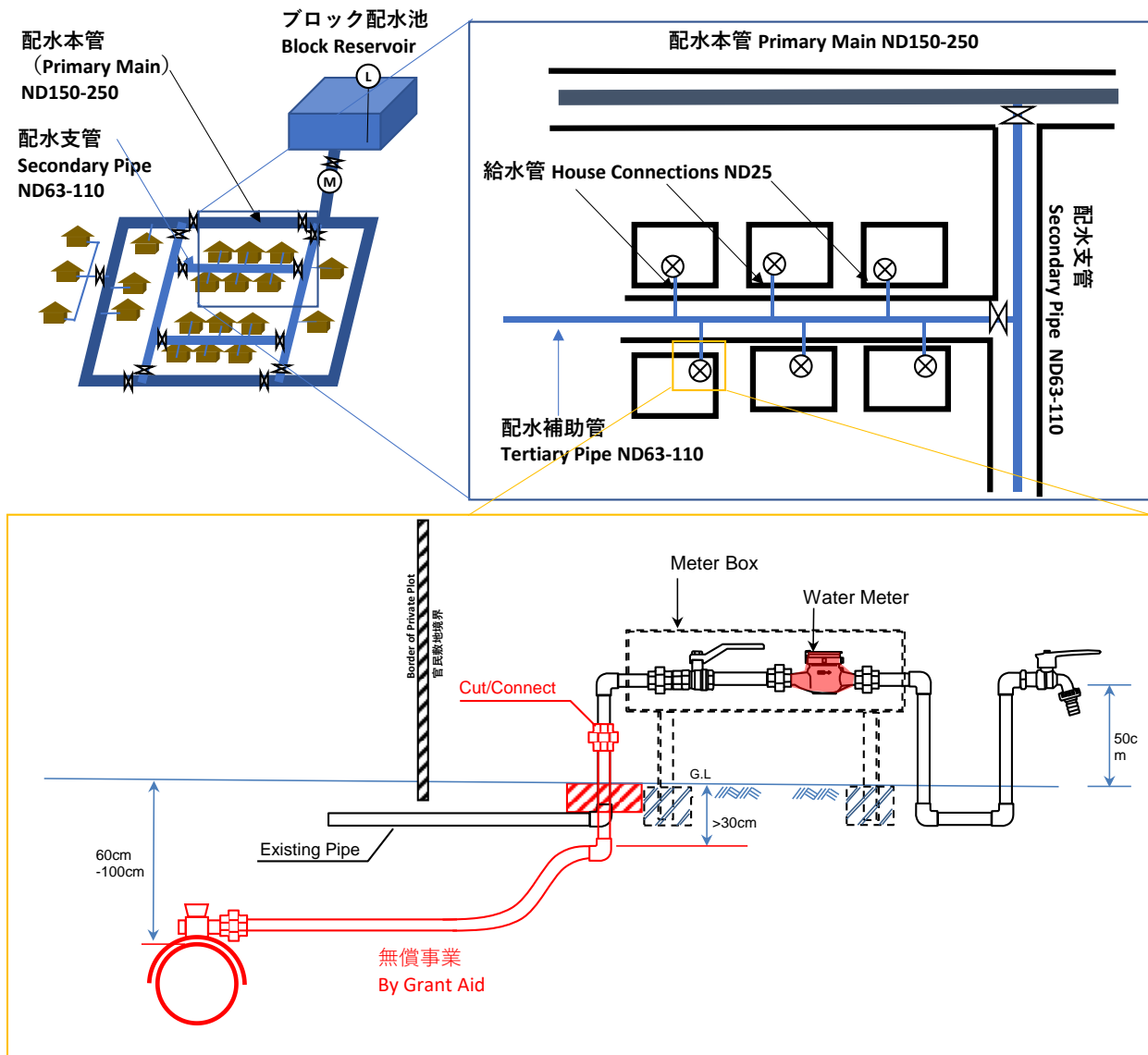
**留意点：** 法令・WASAC 内規に顧客資産範囲の明確な定めはなく、施工時には配水管分岐部分を含めて多くの顧客が資材を自己負担している。したがって、無償で行うパイプの一部は顧客側で資産とみなしている可能性があり、少なくとも敷地境界の内側のパイプについては更新に顧客の同意が必要である。

表 3.2-18 施設負担区分

施工コンポーネント	口径(mm)	資機材調達区分	施工区分
配水本管 (Primary Main)	160-355	無償資金協力	無償 (コントラクター)
配水支管・補助管 (Secondary/Tertiary Pipes)	63-160		先方実施 (WASAC) *
給水管 (Service Connections)	25 (3/4")		
給水メーター	25 (3/4")		
メーターボックス	-	先方実施 (WASAC) *	

\*一部の地域 (Batsinda 給水区域) については、無償で施工までカバーする。

出典：調査団



出典：調査団

図 3.2-27 ブロック化に伴う施設名称の整理と給水管施設負担区分

### 3.2.4.4 施工監理計画／調達監理計画

#### (1) 詳細設計

詳細設計業務の日本人技術者および現地傭人の要員計画を表 3.2-19 および表 3.2-20 に示す。

表 3.2-19 詳細設計業務要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・先方政府関係機関との協議・打合せ ・現地調査 ・各工種間の調整 ・実施設計報告書作成編集監修 ・詳細設計に基づく仕様書作成
土木施設設計	配水施設の詳細設計技術者 ・詳細設計のための配水池現地調査 ・関係機関との協議 ・配水施設の詳細設計、計算、図面の作成 ・詳細設計に基づく仕様書の作成
送配水施設設計 1	送配水管路の詳細設計技術者 ・詳細設計のための送水管布設ルートの現地確認 ・管路布設位置の関係機関との現地確認 ・送配水管路の詳細設計、計算、図面作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成
送配水施設設計 2	送配水管路の詳細設計技術者 ・詳細設計のための送水管布設ルートの現地確認 ・管路布設位置の関係機関との現地確認 ・送配水管路の詳細設計、計算、図面作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成
電気通信設備設計	・モニタリングシステム詳細設計のための現地調査 ・関係機関との協議 ・電気通信設備の詳細設計、計算、図面作成 ・詳細設計図面に基づく仕様書の作成
施工計画／積算	施工計画・積算担当技術者 ・詳細設計時の資機材単価の取得 ・詳細設計時の資機材取得単価に基づく積算
環境社会配慮	環境社会配慮担当 ・用地取得状況のフォローアップと EIA 及び ARAP の更新
設計照査技術者	照査担当 ・詳細設計の照査

出典：調査団

表 3.2-20 詳細設計業務要員計画（現地傭人）

担当	主な業務
土木技術者（送配水施設設計 1）	土木施設設計全般にかかる業務補佐 ・日本人技術者の土木施設設計等にかかる補完的作業
土木技術者（送配水施設設計 2）	土木施設設計全般にかかる業務補佐 ・日本人技術者の土木施設設計等にかかる補完的作業
電気通信技術者	土木施設設計全般にかかる業務補佐 ・日本人技術者の土木施設設計等にかかる補完的作業

出典：調査団

## (2) 入札補助

総合評価落札方式に関わる入札手順や入札評価方法・項目・評点設定の検討、入札評価の実施、契約交渉等の業務を行う。入札補助業務1の日本人技術者の要員計画は表3.2-21の通りである。

表 3.2-21 入札補助業務1 要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
土木施設設計	・ 入札図書の作成
入札図書作成	・ 入札図書の作成 ・ 質疑対応

出典：調査団

入札補助業務2の日本人技術者の要員計画は表3.2-22の通りである。

表 3.2-22 入札補助業務2 要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・ 関係機関との協議・打合せ ・ 入札図書作成編集監修 ・ 先方政府関係機関への報告 ・ 契約業者との単価合意に関する打合せ
土木施設設計	・ 質疑対応 ・ 契約業者との単価合意に関する資料作成
入札図書作成	・ 質疑対応 ・ 契約業者との単価合意に関する資料作成
予備的経費業務対応	・ 質疑対応 ・ 契約業者との単価合意に関する資料作成

出典：調査団

## (3) 施工監理

受注者から発注者に対する通知の受理・確認、工事検査等の立ち合いや出来高確認、その他請負契約に基づく発注者と受注者間の協議を支援する。施工監理業務要員計画（日本人技術者）は表3.2-23、施工監理業務要員計画（現地備人）は表3.2-24の通りである。

表 3.2-23 施工監理業務要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
業務主任	総括責任者 ・ 工事着工前の先方政府関係機関との会合 ・ 品質管理会議 ・ 竣工検査の立会い ・ 日本およびルワンダ国側への工事進捗・完了報告 ・ 施設完成後受け渡し時におけるルワンダ国側の補佐
常駐管理技術者	常駐工事監理責任者 ・ 場内躯体・建築工事等に関わる全般作業監理 ・ 品質・工程・安全・出来高管理 ・ 関係機関等との協議会合 ・ 各種書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認 ・ 定期報告書の作成及び施主・JICA等への報告 ・ 技術上の施工業者への助言・指導

担当	主な業務
土木施設施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配水施設工事に関わる全般作業監理</li> <li>・ 書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>・ 配水池工事等に関わる作業、出来形監理</li> </ul>
送配水施設施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送配水施設工事に関わる全般作業監理</li> <li>・ 書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>・ 配管工事等に関わる作業、出来形監理</li> </ul>
給水設備施工監理技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 給水施設工事に関わる全般作業監理</li> <li>・ 書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>・ 配管工事等に関わる作業、出来形監理</li> </ul>
電気通信設備施工監理技術者	電気設備工事の監理責任者 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 書類承認・図面承認・施工計画審査及び承認</li> <li>・ 電気設備据付工事の作業監理</li> <li>・ 試運転検査、保守マニュアル引渡し監理</li> </ul>

出典：調査団

表 3.2-24 施工監理業務要員計画（現地備人）

担当	主な業務
施工監理技術者（土木技術者）	土木工事全般の施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土木工事施工監理</li> <li>・ 各種サイト立会検査業務</li> <li>・ 日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
管布設技術者	管布設工事の施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管布設工事施工監理</li> <li>・ 場内配管布設工事施工監理</li> <li>・ 各種サイト立会検査業務</li> <li>・ 日本人技術者による監理業務の補完的作業</li> </ul>
電気通信技術者	取水場、浄水場の電気工事施工監理 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気工事施工監理</li> <li>・ 各種サイト立会検査業務</li> <li>・ 日本人技術者による監理業務の補完的作業取水場</li> </ul>
事務員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事務所における事務一般</li> </ul>

出典：調査団

#### (4) 瑕疵検査

施設完工1年後に実施される瑕疵検査の立ち合いを行う。瑕疵検査の日本人技術者の要員計画は表 3.2-25 に示す。

表 3.2-25 瑕疵検査要員計画（日本人技術者）

担当	主な業務
瑕疵検査担当者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 瑕疵検査対応</li> </ul>

出典：調査団

#### 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、本事業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

### 3.2.4.6 資機材等調達計画

#### (1) 工事材料

生コン会社は市内及び近郊に数社あり、主要な建設工事現場ではコンクリートミキサー車によるコンクリート打設が見られる。プラント施設及びコンクリートの品質管理の面では特に大きな問題は無いため、ルワンダ国内での調達とする。

その他の土木資材、鉄筋や鋼材はエジプト製品、インド製品、中国製品が市場に充分流通しているためルワンダ国内での調達とする。

#### (2) 配管材料

一部の配管材料（200mm未満のHDPEの直管等）は、ルワンダ国内に複数の製造業者があり、ルワンダ国からの調達が可能である。しかし、200mm以上のHDPE管・異形管・バルブ・ダクタイル鑄鉄管等大部分の配管材料はルワンダ国内で製造されていないため、日本もしくは第三国（主にケニア、台湾、ベルギー、タイ等を想定している）からの調達とする。

#### (3) 機械設備

主要な機械設備はルワンダ国で製造されていないことから、本積算では、日本からの調達とする。

#### (4) 電気設備

主要な電気設備はルワンダ国市場での調達とする。

以上より、資機材の調達を表 3.2-26 に示す。

表 3.2-26 主要資機材調達先区分表

資機材名	調達先			備考
	現地	日本	第三国	
1. 建設工事資機材	生コン	○		
	セメント	○		
	骨材(砂、砂利)	○		
	鉄筋	○		
	型枠合板、木材	○		
	塗料類、潤滑油、燃料	○		
足場材、支保工材等	○			

資機材名		調達先			備考
		現地	日本	第三国	
2. 配管機材	ダクタイル鋳鉄管			○	第三国はケニア、台湾、ベルギー、タイ等を想定。
	配水用高密度ポリエチレン管	○		○	
	弁類	○	○	○	
3. 機械設備	弁類		○		
	減圧水槽		○		
4. 電気設備	計装盤(太陽光パネル蓄電池等含む)	○			
	流量計	○			
	水位計	○			
	圧力計	○			
	RTU	○			
	3G データロガー	○			
	UPS	○			
	電線管、ケーブル、その他配線材料	○			

出典：調査団作成

日本調達または第三国調達とした調達品項目は、以下の事項を考慮して決定した。

- 資機材の品質が要求事項を満たすものであること
- 品質や供給量に関してルワンダ国市場での可能性があること
- スペアパーツ供給を考慮した修理・保守の容易性をもつこと
- アフターケアの確約
- 価格の妥当性

### 3.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

本工事にて施工されるバルブ・モニタリング設備等の個々の機器の初期操作指導は、施工業者によって行われる。他方、水運用など各施設の組み合わせ操作によって適切な運用を行うためのモニタリングシステム運用・保守、先方負担に関連する配水支管・給水管施工管理技術水道システムとしての指導は、施工監理を行うコンサルタントがソフトコンポーネント（技術支援）で実施する。

### 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

本事業においては、WASAC が相手国負担事項の適切な実施と、整備・更新した施設の適切な運用と維持管理を行う必要がある。本ソフトコンポーネントは、配水量・無収水量管理、を含むモニタリングシステム運用・保守体制の向上、および配水支管及び給水管施工管理技術を向上させ、配水施設の改善・更新との相乗効果を図る。

#### (2) ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネントの目標は、相手国負担事項である配水支管・給水管の施工促進と常時

監視モニタリングシステムとデータベースの活用に必要な基礎的な技術を習得することである。

### (3) ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントの成果を表 3.2-27 に示す。

表 3.2-27 ソフトコンポーネントの成果

	項目	成果
1	配水支管・給水管の施工と施工監理	1.1 配水支管・給水管・メーターの品質・検査規定の理解、布設・接続技術の習得・技術指針の理解、施工監理・工程管理の理解 1.2 給配水管施工記録の作成・保管 (GIS データ更新含む) 1.3 資材入出庫管理体制の構築
2	モニタリングシステムの運用と保守	2.1 モニタリングシステムの運用 (保守点検を含む) 2.2 データベースを活用した無収水率 (漏水率) の算出、水需要の把握と分析

出典：調査団

### (4) 成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネント終了時の成果と評価達成度の確認方法を表 3.2-28 に示す。技術研修指導者は、成果チェックリストを用いて確認し、職員の知識と技術の理解度を評価する。

表 3.2-28 ソフトコンポーネントの成果とその確認方法

No.	成果	達成度の確認項目	達成度の確認方法
1	1.1 配水支管・給水管・メーターの品質・検査規定の理解、布設・接続技術の習得・技術指針の理解、施工監理・工程管理の理解 1.2 給配水管施工記録の作成・保管 (GIS データ更新含む) 1.3 資材入出庫管理体制の構築	1.1 ・給配水管材料とメーターの検査規定と品質確認方法を理解する ・適切な管路施工および管路施工監理を理解し、施工監理・工程管理計画を作成する ・工程管理体制を検討する 1.2 ・人員の配置計画を作成する ・給配水管施工記録データを GIS へ入力し、更新する方法を理解する 1.3 ・表計算ソフト (Microsoft Excel、Access 等) を使い、配水支管・給水管工事の進捗に合わせた資材の入出庫管理を理解する	1.1 ・講義内容に対する試験を実施し、結果を確認 ・施工技術については、管路布設の実技により習得・理解度を確認 ・施工監理・工程管理計画の作成有無、また、それに基づき工事の一部が実施されているか確認 ・工程管理体制の検討有無 1.2 ・人員配置計画の作成有無の確認 ・工事進捗部分の給配水管施工及びメーター設置記録データが GIS へ更新されているか確認 1.3 ・入出庫台帳の作成有無、給配水管路工事の工程を基にした出庫計画の作成有無、配管資材の入出庫管理運用の一部が実施されているか確認 ・給配水管施工・監理マニュアル作成有無の確認
2	2.1 モニタリングシステムの運用 (保守点検を含む) 2.2 データベースを活用した無収水率 (漏水率) の算出、水需要の把握と分析	2.1 ・流量・水位、減圧水槽等を自動監視するモニタリングシステムと、その運用と保守・点検方法を理解する ・警報、異常値表示の原因分析とその対応を理解する 2.2 ・配水量データベースの変化に基づいた、水需要予測 (シミュレーション) の方法を理解する ・GIS データを使った顧客使用水量を算出する方法を理解する ・ブロック内の配水量、給水量の測定値が適切か確認の上、無収水率の算出のために必要なデータを継続的に管理し、無収水率を算定する方法を理解する	2.1 ・モニタリングシステム運用・保守マニュアルの作成有無の確認 ・講義内容に対する試験を実施し、モニタリングシステムの運用と保守・点検方法、警報、異常値表示の原因分析とその対応についての理解度を確認 2.2 ・一部のデータを使った顧客使用水量と無収水率の算定、水需要予測が実施されているか確認

出典：調査団

**(5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）**

本ソフトコンポーネントの活動内容を表 3.2-29 に示す。

表 3.2-29 ソフトコンポーネントの概要

成果	必要とされる技術	必要とされる技術レベル/施設・資材	活動内容及び研修項目	活動方法	必要な投入量	成果品
<p>成果 1.</p> <p>1.1 ※1 配水支管・給水管・メーターの品質・検査規定の理解、布設・接続技術の習得・技術指針の理解、施工監理・工程管理の理解</p> <p>1.2 給配水管施工記録の作成・保管 (GIS データ更新含む)</p> <p>1.3 資材入出庫管理体制の構築</p>	<p>技術：給配水管工事施工・監理、工程管理、在庫管理</p> <p>業種：給配水管施工・監理、工事工程管理、在庫管理</p>	<p>1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>適切な品質の配管・給水管材やメーターを使用し、本事業の設計に沿った布設ができるようになる。</li> <li>適切な施工監理・工程管理ができる。</li> </ul> <p>1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>給配水管データ更新のための人員の配置計画ができる</li> <li>GIS で管路及びメーターのデータが適切に更新されるようになる</li> </ul> <p>1.3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本事業用管路資材の在庫を管理し、工事工程に合わせた出庫業務ができるようになる。</li> </ul>	<p>1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>給配水管材料とメーターの品質確認・特徴の理解</li> <li>工程管理計画案の策定（工程管理体制の立案、給水を維持しながらの工事手順、ブロック毎の工事順序や既存管の通水切断手順、既存管の静水圧管理、本邦工事と連携した工程等を含む）</li> <li>施工監理計画案の策定（施工監理体制、施工基準、使用した資機材の保管と管理、掘削時の安全管理、写真撮影・施工箇所の GPS での記録方法等を含む）</li> <li>給配水管布設技術、水圧試験・竣工検査方法の理解・習得・実践</li> </ul> <p>1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人員配置計画の作成</li> <li>給配水管施工記録の作成・保管と GIS データ更新</li> </ul> <p>1.3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>入出庫台帳の作成</li> <li>工事工程を基にした出庫計画の作成</li> <li>在庫・出庫管理</li> </ul> <p>【1.1、1.2 施工及び施工監理対象者】 UWSSD5名、カチル支所 2×5名、レメラ支所 2×5名、合計 25名</p> <p>【1.3 資材管理対象者】 レメラ支所中央倉庫 1名、新ノトラ資材置き場担当者 2名、UWSSD2名、合計 5名</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>講義</li> <li>配水支管・給水管布設現場での OJT（バチンダ地区を想定）</li> <li>資材置き場での OJT（ノトラ資材置き場を想定）</li> </ul>	<p>1.1、1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>給配水管施工技術者（日本人コンサルタント）（企画/準備/実施/報告書）：1名×2カ月（現地）</li> <li>コンサルタント施工技術者：1名×1.8カ月</li> </ul> <p>1.3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>在庫管理技術者（日本人コンサルタント）（企画/準備/実施/報告書）：1名×1カ月（現地）</li> <li>現地コンサルタント技術者：1名×0.8カ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>給配水管施工・監理マニュアル</li> </ul>

成果	必要とされる技術	必要とされる技術レベル/施設・資材	活動内容及び研修項目	活動方法	必要な投入量	成果品
<p>成果2. 2.1 ※2 モニタリングシステムの運用（保守点検を含む） 2.2 データベースを活用した無収水率（漏水率）の算出、水需要の把握と分析</p>	<p>技術： ・配水管理・運転、維持管理  業種：計装システム</p>	<p>2.1 ・モニタリングシステム及びその保守点検を理解できる。 ・警報発生、異常値表示の原因と対応方法が理解できる（座学レベル）。  2.2 ・新設される配水ブロックエリアにおいて、無収水率の算定や水需要の把握と分析ができるようになる。</p>	<p>2.1 ・モニタリングシステム（機能や構成、計装設備等）の理解 ・モニタリングシステムの運転方法の理解 ・モニタリングシステム（配水池・高架水槽・減圧水槽の計装含む）の保守・点検方法の理解 ・異常検出時、警報発生時、遠隔強制遮断機能（配水池、高架水槽、減圧水槽）発生時の対応方法の理解  2.2 ・データベースシステムの構成、機能（無収水率の算出、ブロックごとの集計の照合、集計データによる年報、月報、日報の自動作成、各種シミュレーション等）の理解 ・GIS データと配水量データベースを活用した無収水率の算定 ・データベースを利用した水使用量の把握・分析 <b>【対象】</b> UWSSD 職員 5 名、カチル支所 2 名、レメラ支所 2 名、他希望支所（3 名） 合計 12 名</p>	<p>・講義 ・配水池、高架水槽、流量計設置地点、UWSSD 等での OJT</p>	<p>・モニタリングシステム技術者（日本人コンサルタント）企画/準備/実施/報告書：1名×1カ月（現地） ・現地コンサルタント技術者：1名×0.8カ月</p>	<p>・モニタリングシステム運用・保守マニュアル</p>

※1 配水支管布設や給水管接続を WASAC が直営で布設、もしくは民間の工事会社へ委託、いずれの場合でも内容・項目はほぼ同じ（各内容・項目の詳細は若干変わる可能性がある）。民間工事会社へ委託する場合は、その従事者も研修対象に加える。

※2 モニタリングシステムの一部（流量計及び水位計等の測定器の保守管理（分解点検調整及びゼロ・スパンの調整・電池交換等））の保守点検を民間企業へ委託する可能性があるが、そのような場合でも WASAC が理解しておくべき保守点検に関する基礎的な知識の習得を支援する。

出典：調査団



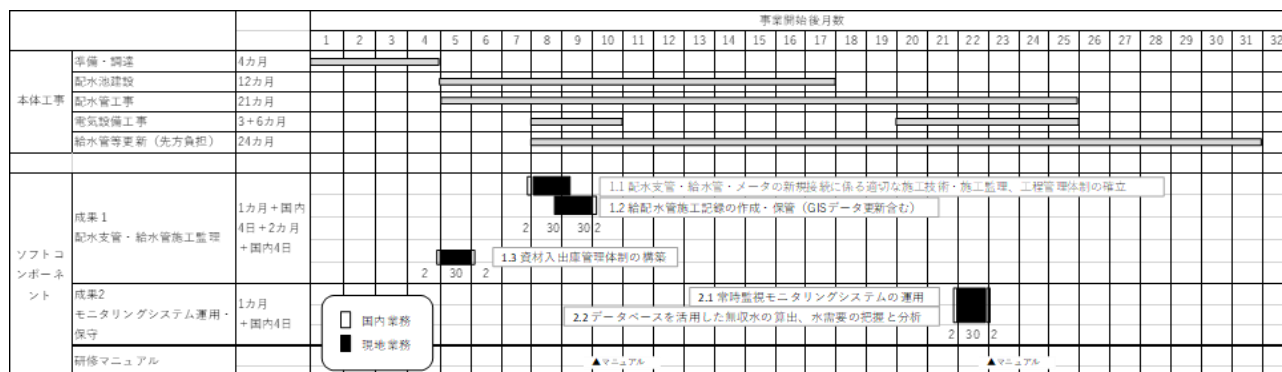
(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本ソフトコンポーネントは、上水道コンサルタント技術者（本邦コンサルタント：配水支管・給水管接続、管路資材在庫管理、モニタリングシステム運用・保守）の計3名による直接支援型とし、その期間は国内作業も含めて4.6カ月とし、本邦コンサルタントの現地作業支援のため、現地コンサルタントを3.4カ月雇用する。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの全体実施工程を表3.2-30に示す。

表 3.2-30 ソフトコンポーネント全体実施工程



出典：調査団

ソフトコンポーネント実施にあたっては、国内で各項目の実施計画を策定し、具体的な実施工程、研修手順を決定する。ソフトコンポーネントについては、配水支管・給水管の資材の調達完了した全体事業開始5カ月後から、資材管理にかかる指導を実施し、配水支管・給水管工事に備え、その着手予定である全体事業開始8カ月後から配水支管・給水管施工管理及び給配水管施工記録にかかる指導を実施する。その後、モニタリングシステム設備の設置完了後である22カ月後からモニタリングシステム運用・保守にかかる指導を行う。

(8) ソフトコンポーネントの成果品

本ソフトコンポーネントにおける成果品および提出時期を表3.2-31に示す。

表 3.2-31 成果品一覧

分類	成果品	内容	提出時期	頁数
マニュアル	給配水管施工・監理マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水支管・給水管の品質確認・布設方法</li> <li>※前無収水技プロで設計・施工指針を作成しており、そこにHDPE管の接続方法等、必要な情報を追記する</li> <li>顧客メーターの品質確認・設置方法</li> <li>GIS更新方法</li> <li>工事工程管理及び施工監理における留意点</li> <li>入出庫管理</li> </ul>	事業開始後10カ月	20
	モニタリングシステム運用・保守マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングシステムの運用・保守</li> <li>データベースシステムの活用</li> <li>無収水率の算定方法</li> <li>水需要の把握と分析</li> </ul>	事業開始後23カ月	20

分類	成果品	内容	提出時期	頁数
報告書		<ul style="list-style-type: none"> <li>・活動計画と実績</li> <li>・活動・成果の達成度</li> <li>・成果の達成度に影響を与えた要因</li> <li>・成果の持続・発展のための今後の課題・提言等</li> <li>・各マニュアル一式</li> </ul>	事業開始後 25カ月	10

出典：調査団

## (9) 相手国側の責務

ソフトコンポーネントの実施に関して、WASACの責務は以下のとおりである。

- ソフトコンポーネントに必要な人員、講習施設及び資材を確保する。
- ソフトコンポーネントの活動時に必要な人件費を負担する。
- ソフトコンポーネント完了後も、活動の継続に必要な人員、資材等を確保する。

### 3.2.4.9 実施工程

事業実施工程表を表 3.2-32 に示す。工事内容・工期の関係から、複数年度案件として実施工程計画を策定した。最初の年度に詳細設計を行い、翌年度から工事（施工・調達）を実施するものとする。工期は、詳細設計が 4.0 ヶ月（契約から入札図書承認まで 6.0 ヶ月）、入札契約期間（事前審査～施工開始まで）が 3.0 ヶ月、施工・調達が 24 ヶ月である。

表 3.2-32 事業実施工程表

項目	年	2022												2023												2024												2025												2026											
	暦月	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	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	通算	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	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46														
閣議	-	▼																																																											
E/N	-	▼																																																											
G/A	-	▼																																																											
コンサル契約承認・認証	2か月		■	■																																																									
詳細設計	4か月			■	■	■	■																																																						
入札関連業務(入札・契約調印・認証)	3か月							■	■	■																																																			
施設建設	24か月																																																												
準備・調達	3か月																																																												
配水池建設	12か月																																																												
配水管工事	21ヶ月																																																												
電気設備工事(流量計・モニタリング設備)	3+6ヶ月																																																												
最終検査	0.5ヶ月																																																												
給水管等更新(先方負担)	24ヶ月																																																												
ソフト・コンポーネント	6ヶ月																																																												

注：2022年11月閣議を想定

出典：調査団

### 3.2.5 安全対策計画

ルワンダ国は日本国外務省危険情報レベル 1 に位置付けられており、特に首都キガリ市では治安の懸念は少ない。しかし、盗難等を含む軽犯罪は多く発生しており、工事期間中および据え付けられた機材等については常に盗難対策を施すことに留意する必要がある。

また、施工の安全対策について、施工業者は「ODA 建設工事等安全管理ガイダンス」および現地の工事安全および労働安全衛生に関する法律基準を順守し、必要な安全対策を取る必要がある。労働安全に関する国内法として Law regulating labour in Rwanda、n° 66/2018 of 30/08/2018 がある。これは、ILO 条約批准のために 2018 年に改正された。また、省令により各区に District Labor Inspector が配置されている。労働者の疾病や事故を防ぐため、コントラクターはルワンダ国内法や国際基準（OHSAS）に基づき労働安全計画を策定し、建設労働者に対して、労働安全に関するトレーニングを実施すると共にマスクや手袋など防護用具を必ず配布する必要がある。

なお、本事業では管路の布設および高架水槽等構造物の築造を行うことから、公道における仮囲い、掘削・配管等労働者の教育、重機の管理、高所作業における安全具の整備とその使い方の指導などは特に重点的に配慮する必要がある。また、特に、過去の無償資金協力における事故事例や（転落事故・人身事故等）の状況も事前に調査し、週例会議・月例会議および品質管理会議で重要な議題として取り扱い、十分な配慮を行う。

### 3.3 相手国負担事項の概要

本事業で想定する相手国負担事項の一覧を表 3.3-1 に示し、以下にその内容を詳述する。

表 3.3-1 主な相手国負担事項一覧

項目	内容
銀行手数料	・銀行取極め (Banking Arrangement, B/A) および支払授權 (Authorization to Pay, A/P) の発行手続きおよび手続き費用
免税措置	・免税措置および免税相当分の WASAC 予算措置
用地取得	・配水池用地の用地取得 (A-RAP の実施費用) ・用地一次造成
環境社会配慮	・A-RAP モニタリング費用
資材置き場	・配管資材等の資材置き場 (ストックヤード) の確保
電力・通信	・新規配水池および流量計位置に必要な受電・通信引き込み費用 ・電力・通信に係る維持管理費用
配水支管及び給水管の更新工事	・配水管・給水管更新工事に必要な労務の確保 ・監督要員 (WASAC エンジニア/テクニシャン) の確保
その他	・モニタリングシステムに係る長期契約 ・公道下配水管建設における道路管理者等許可調整

出典：調査団

#### 3.3.1 銀行手数料

無償資金協力の実施に必要な銀行取極め (Banking Arrangement, B/A) および支払授權 (Authorization to Pay, A/P) の発行手続きおよび手続き費用は WASAC が負担する必要がある。

#### 3.3.2 税金 (免税措置)

免税措置について、本事業では輸出入に係る免税措置が適切になされる必要があるが、ルワンダ国内手続き上免税相当分は WASAC 予算に計上され、実施機関とルワンダ国歳入庁間で費用の取り決めが必要となる。したがって、事前に免税相当分の支払いに関する手続きの取り決め、および WASAC 予算措置が適切になされる必要がある。

課題として、既往のンゾベ-ノトラ送水幹線強化無償資金協力事業の際に、WASAC からルワンダ国歳入庁 (Rwanda Revenue Authority, RRA) に輸入のタイミングで関税の支払いが必要となったが、WASAC から RRA への累積未払いが生じているため支払えず、コントラクターが一時的に負担しているという状況が分かった。これに対し、WASAC 側からはルワンダ国政府への予算措置を進めており、解決の見込みであるとの回答を受けている。他方、過去の無償事業 (第二次変電及び配電網整備計画) では、RRA との事後の取り決めにより、輸入時にコントラクターが関税を建て替えて支払うことはせず、事後に実施機関 (EDCL) から RRA に支払うという措置が可能となった事例もあった。事後納付が事前に政府間・実施機関間で取り決め可能であれば、コントラクター側のリスクを減らすことができるため、このような措置を検討しつつ、スムーズな免税措置がなされるよう配慮されることが重要である。

#### 3.3.3 用地取得・一次造成

新規配水池用地のための用地の取得許可および取得手続きが ARAP 実施費用として必要である。

本事業で新規に利用する用地は 2 か所である。既往無償事業では、ルワンダ国の手続き上用地のバリュエーション・取得は実際の利用の 6 か月前に行うとのことであるが、入札公示前に用地取得できるように、バチンダの用地については、WASAC は 2022/23 年度の予算組み直し（2023 年 1 月）で予算を確保し、2023 年 5 月（遅くとも入札公示前）までに用地取得を完了する必要がある。カググの用地については、キガリ市から 2023 年 3 月までに用地取得が承認される見込み。また、現況の樹木等は整地（一次造成）される必要がある。

用地名称	概要
バチンダ (Batsinda)	必要用地 約 1,000 m <sup>2</sup> 。現況は私有地であり、バナナ畑である。
カググ (Kagugu)	必要用地 約 450m <sup>2</sup> 。現況は空き地であり、作物等はない。現況所有者は公共である。

出典：調査団

### 3.3.4 ARAP モニタリング費用

上記、用地取得に必要な委員会設置費用、用地評価費用、住民への補償に関するアセスメントの手続き費用は ARAP モニタリング費用として WASAC が負担する必要がある。

### 3.3.5 資材置き場の確保

本事業で建設工事に用いる資機材のストックヤード（コントラクター管理）および、資機材調達し WASAC に納入後、WASAC が施工するための配管等資機材のストックヤードがそれぞれ必要である。ストックヤードの候補地として事前に WASAC より示された用地は表 3.3-2 に示した通りである。工事開始後速やかにこれらの用地がコントラクターにとってアクセスできる状態で提供される必要がある。

表 3.3-2 スtockヤード候補地概況

場所	概況
ノトラ配水池近接用地	ノトラ配水池隣接用地で既往のゾンベールノトラ間送水能力強化無償工事用のストックヤードとして活用されている公共用地。
レメラ Golf 8 配水池敷地内	既存の WASAC スtockヤードに隣接したレメラ Golf 8 配水池敷地内用地。

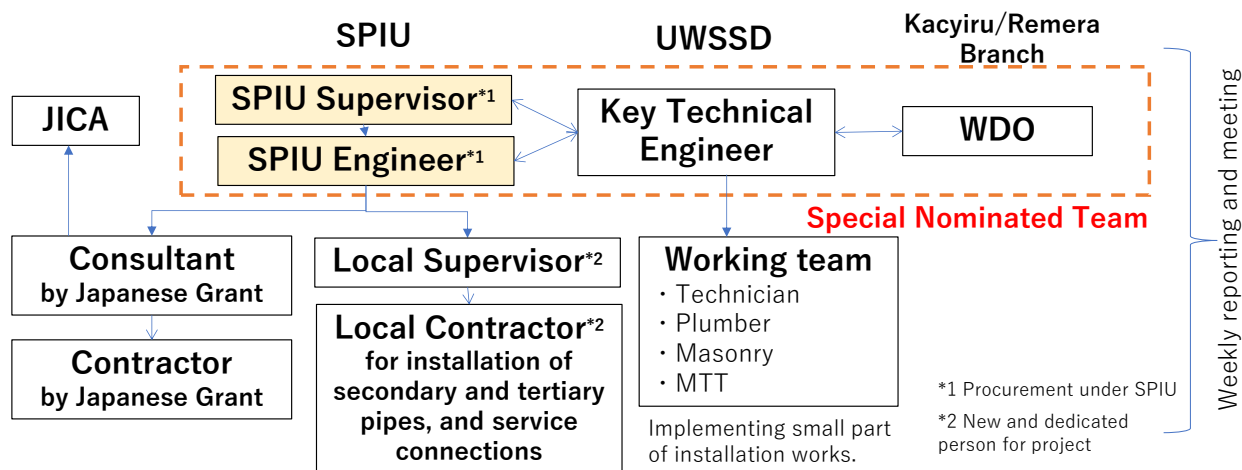
出典：調査団

### 3.3.6 配水支管及び給水管の更新工事

本事業では、配水支管・給水管の更工事の大部分（Batsinda 地区を除く）を WASAC 側が行う。WASAC 側の実施体制として本調査で合意した実施体制図を、図 3.3-1 に示す。まず、無償事業本体工事の契約管理は援助プロジェクト等の実施監理を通常になっている SPIU の元で行うが、WASAC が実施する工事（配水支管の管路布設・給水管・水道メーター設置）は SPIU が調達するローカルコントラクターの元で行う部分と、UWSSD の元で WASAC が直営で実施する部分がある。実施数量の大部分は SPIU が調達するコントラクターの元で行われ、UWSSD が実施する部分は工期および追加業務負担として実施に無理のない範囲の数量（たとえば 10km 程度）に限られる。この実施に必要な労務およびコントラクター、および、これを監督する WASAC エンジニア・テクニシャンの



配置が必要である（表 3.3-3）。監督要員は工事開始前に、建設工事要員は工事開始後速やかに配置される必要がある。また、これらのエンジニア・テクニシャンはソフトコンポーネントの C/P ともなり、プロジェクト完了後は管路の維持管理に携わることが期待される。



出典：M/D

図 3.3-1 先方実施機関（WASAC）の実施体制

表 3.3-3 先方負担として必要な WASAC エンジニア・テクニシャンの配置（案）

項目	概要
建設工事要員	1 チームあたり編成： 世話役 1 名、普通作業員 3 名 編成数： 5 チーム + 配管工 2 名、石工 2 名 期間： 2 年間（工事開始後 6 か月以降） ※工事全数量に必要な要員。このうち一部は WASAC 直営で実施。
WASAC エンジニア・テクニシャン配置	WASAC UWSSD プロジェクトエンジニア 1 名 支店プロジェクトテクニシャン 1 名

出典：調査団

### 3.3.7 公共サービス接続および料金（電気・通信）

新設配水池および流量計位置での受電に伴う電気料金および通信接続に伴う通信料金の継続的な支払について、WASAC 側の予算措置が適切になされる必要がある。特に通信接続に関しては、光ファイバー網への接続を計画しており、この通信料金に係る維持管理費用の措置が必要である。

### 3.3.8 その他

#### ・ モニタリングシステムに係る長期契約

流量計およびモニタリング設備の専門業者による定期点検・バッテリー交換について、スペアパーツの供給断絶等によって機器が使えなくなることを防ぐため、現地サプライヤーとの長期契約が必要である。無償瑕疵期間中は無償事業の範疇であり、コントラクターに保守の責任があるが、これを越えた期間については WASAC が直接現地サプライヤーとの保守管理契約を結ぶ必要がある。この費用については、維持管理費の一部と考えられるが、確実な実行のためルワンダ国側負担事項

としての予算措置が必要である。

- **公道下配水管建設における道路管理者等許可調整**

本事業の全ての道路はキガリ市の市道となり、工事の実施にあたっては道路管理者としてのキガリ市の承諾（City Engineer の承諾）が必要となる。通常キガリ市との調整は WASAC UWSSD および SPIU が担っており、スムーズなコミュニケーション・承認が望まれる。

- **給水契約者からの給水管更新合意取り付け**

給水管の資産区分は現地基準上規定がなく、公道で工事許可を得ている WASAC の資産であるとも、施設の建設資金を分担した顧客の資産であるともいえる状態である。したがって、更新にあたっては顧客の同意が必要であると考えられる。特に給水管の布設替えを行うバチンダ地域について、WASAC は工事開始に先駆けて、コントラクターが更新対象と特定された世帯の給水管布設替えを実施できるように、同意書等の取り付けを行う必要がある。

- **事業完了後の顧客とのコミュニケーション**

一部の顧客の家庭では、事業実施前と比較して、事業完了後の給水圧力が低くなる時間帯が発生する。また、現状高水圧で給水されている世帯では顧客用の減圧弁を設置している顧客もあり、事業完了後には不必要な圧力のロスが発生する可能性もある。このため、本事業が圧力を適正化するものであり、特に非ピーク時間帯の圧力の低下については顧客の理解を得られるように、WASAC から顧客にアナウンスし、クレーム等に適切に対応する必要がある。

### 3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### 3.4.1 基本方針

本事業で整備する送水管及び配水池、高架水槽、減圧水槽、配水本管、配水支管及び給水管等を長期にわたって有効に活用し、日常の需要の変化に即応して安定的かつ継続的に浄水を供給するために、各施設の運転・保守（O&M）及び施設環境の保全が不可欠である。その維持管理にあたっては、各施設・設備の信頼性、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を行う必要がある。

なお、個別の施設・設備については、本事業の工事期間中に工事請負会社を実施機関である WASAC に対して施設運転・保守操作方法の説明として技術指導を行うが、配水モニタリングシステムについては、コンサルタントがソフトコンポーネントを通じて技術指導を行う。

また、水道施設の維持管理、GIS/マッピングシステムを含む顧客情報管理については、長期的かつ組織的な取り組みが必要となるため、ソフトコンポーネントで初期的な支援をしつつも、現行の技術協力プロジェクトでの支援の実施を想定している。

#### 3.4.2 運営・維持管理の現状

本事業の対象施設はキガリ市中央北部地区であるため、施設の運営・維持管理は WASAC のカチル支店、レメラ支店及び UWSSD の NRW ユニットが担当する。カチル支店、レメラ支店の職員は、各支店ともに、技術係および営業係に分けられ、基本的に技術係が維持管理活動を実施している。表 3.4-1 にカチル支店、レメラ支店の技術係および営業係の職員数を示す。

なお、技術者は職責によって「エンジニア」と「テクニシャン」に分けられる。エンジニアの職責は業務を総括して部門とリソースを調整し、図面や施工内容を承認する立場である。他方、テクニシャンはエンジニアの管轄の元で、現場の監督・施工方法の指導に加えて、WASAC 側資機材の調達手続きの補助、および、現場の課題に係るエンジニアへの定期的な報告を行う。

表 3.4-1 カチル支店、レメラ支店の配水係および請求係の職員数

支店	支店長	技術係				営業係				支店合計
		配水管理責任者 (WDO)	技術者 (Technician)	作業員 (MTT)	配水池担当	請求部門長	請求係員 (Billing Officer)	検針員 (CFO)	業務補助員 (CACRO)	
カチル	1	1	4	5	3	1	4	16	10	45名
レメラ	1	1	5	5	3	1	4	19	10	49名

出典：調査団

注：CFO (Customer Finance Officer) , CACRO (Customer Accounts Conformity and Recovery Operation) , MTT (Manceuvre tout Travaux)

技術係のうち技術者の担当業務は、漏水担当が 1 名、新規給水管接続担当が 2 名、夜間工事担当が 1 名もしくは 2 名であり、作業員は技術者（テクニシャン）と協力して活動している。

営業係は 4 名の請求係員にそれぞれ約 4 名～5 名の CFO (Customer Finance Officer) と呼ばれる検針員が配属されている。請求係員は、CFO が検針した水量データをデータベースとしてまとめる。請求された支払いに対し、支払いの遅延があった場合は、顧客との調整の上、CACRO (Customer Accounts Conformity and Recovery Operation) が給水停止手続きや、給水再開手続きを行う。

また、支店による活動を補完する立場として、UWSSD内にはNRWユニットがあり、漏水・水圧管理部門に2名、審査・強制執行部門に2名が配属されている。漏水・水圧管理部門は、地表漏水が確認されながらも、掘削後も漏水箇所が見つからない等の要請が各支店からあった場合に現地にて漏水探知を実施する。審査・強制執行部門は、主に違法接続の対応を実施する。NRWユニットの職員数を表3.4-2に示す。

表 3.4-2 UWSSD の NRW ユニット職員数

UWSSD	部門	ユニット長	技術者
NRW ユニット	漏水・水圧管理	1	1
	審査・強制執行	1	1

出典：調査団

これらの4名でキガリ市内6支店および全国19支店の水道施設の維持管理を含む無収水対策を実施することとなっているが、現状の体制では、後述する予防保全的な維持管理活動を実施するために十分な体制とは言えない。

本事業の対象地域における既存の施設ごとの管理状況は以下のとおりである。

#### 3.4.2.1 配水池及び高架水槽の運営および維持管理

各支店には3名の配水池の担当者がおり、浄水場管轄以外の配水池に常駐し、配水池の水位のモニタリング及び必要に応じた配水池のバルブ操作を実施している。時間給水を実施するためのバルブ操作も配水池担当者の業務である。コンクリート配水池本体の維持管理のための定期点検は実施されていない、また、配水場内においても、機能していないバルブが交換されていないケースがみられる。

#### 3.4.2.2 配水本管/支管及び給水管の管理

各支店ともに22,000件以上の給水管を管理しているため、現在の1名の漏水担当技術者は、地元住民からの通報があった場合に、地表面に確認された漏水を修繕対応しているのみである。また、新規給水管接続担当技術者は2名配置されているが、新規給水申請に対する給水管及びメーターの設置だけでなく、給水管の延長工事、書類作業、GISの入力に加えて、メーター精度テストの実施まで新規給水管接続担当技術者が実施する。

#### 3.4.3 運営・維持管理計画

WASACが本事業において建設する施設の運営維持管理に対して実施すべき基礎的な項目は、以下のように2つに大別される。表3.4-3に本事業で建設する施設の運転管理と維持管理の主な実施項目を示す。

運転管理：設備や装置等の操作、監視を与えられた条件下で適切に行う。

維持管理：運転を遂行するにあたって、施設、設備、装置等が常に最大の機能を発揮できるように保守、修理及び準備を行う。

表 3.4-3 本事業で建設する施設の運転・維持管理の主な項目

管理分類	主な管理項目
運転管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水量管理：決定した目標水量値に適合するように設備や装置を操作、制御する。</li> <li>● 無収水管理：送水量や各配水池の流量計を定期的に観測し、料金徴収データとの比較により無収水管理を行う。</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 巡視点検：施設、設備、装置等の状態を計器または目視等を利用して巡視または点検し、故障や不具合の部分に対する保守、修理を行う。</li> <li>● 予防保全：施設、設備、装置等の重要性及び特性に応じて、故障や不具合がなくても一定間隔を決めて予防的な整備を行い、施設、設備及び装置の信頼性と安全性を確保向上させ、確実な運転を維持する。</li> </ul>

出典：調査団

日常点検及び定期点検の内容及びそのルールを明示するため、点検計画書および点検記録表を事前に準備し、日常点検及び定期点検の年月日、点検した者の氏名、点検の結果を記録し保管する。なお、点検記録表及び修繕の結果は GIS 上で管理することを検討する。

本事業において新規に建設される施設ごとの運転・維持管理項目は以下のとおりとする。

### 3.4.3.1 配水池、高架水槽及び減圧水槽の運転・維持管理項目

配水池、高架水槽及び減圧水槽の運転・維持管理項目を表 3.4-4 に示す。

表 3.4-4 配水池及び高架水槽、減圧水槽の運転・維持管理項目

整備施設	運転管理	日常点検（数カ月に1回）	定期点検（1～5年に1回）
配水池および高架水槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 流入量、流出流量管理</li> <li>● 弁類制御</li> <li>● 配水池水位管理</li> <li>● 水位・流量データ送信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目視による計器の点検・整備</li> <li>● 目視による塗装の状態点検・修繕、塗り替え</li> <li>● 目視による漏水調査（本体・管類）</li> <li>● 清掃</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● たたき検査等、ひび割れ状況の確認、浮き、剥離、スケーリング、鋼材の露出状況</li> <li>● 電動弁等弁類等の作動点検・整備</li> <li>● 自動警報装置動作確認</li> <li>● 付属設備・保安設備の点検・整備など</li> </ul>
減圧水槽（3か所）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● フロート弁による水位管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目視による塗装の状態点検・修繕、塗り替え</li> <li>● 周辺清掃</li> <li>● 目視による漏水調査（本体・管類など）</li> <li>● 清掃</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● たたき検査等、ひび割れ状況の確認、浮き、剥離、スケーリング、鋼材の露出状況</li> <li>● 内部清掃（頻度要検討）</li> <li>● バルブ類等の点検・整備</li> <li>● 自動警報装置動作確認</li> <li>● 付属設備・保安設備の点検・整備など</li> </ul>

出典：水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドラインを一部改編

### 3.4.3.2 送配水管、給水管の運転・維持管理項目

送配水管、給水管の運転・維持管理項目を表 3.4-5 に示す。

表 3.4-5 送配水管・給水管等の運転・維持管理項目

整備施設	運転管理	日常点検（数カ月に1回）	定期点検（1年に1回）
送/配水管および給水管	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 流量管理</li> <li>● 水圧管理（配水管末端）</li> <li>● 弁類制御</li> <li>● 毎月の検針</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地上漏水確認、修繕</li> <li>● 水管橋・橋梁添架管の塗装</li> <li>● 弁類動作確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 流量計・水圧計の校正</li> <li>● 弁栓類の作動点検・整備</li> <li>● 音聴による地下漏水調査</li> <li>● 路面の状況（陥没・ひび割れ・不同沈下）</li> <li>● 鉄蓋の劣化状況確認（ズレ、ガタツキ、腐食、紛失（盗難含む））</li> </ul>

出典：水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドラインを一部改編

管路の修繕工事には、漏水調査等の定期点検に基づく計画的な修繕工事と通報等による突発的な修繕工事がある。修繕の実施結果は、修繕工事ごとに記録を作成し、修繕箇所、漏水等の原因、修繕内容、管路の劣化状況等を明確にする。修繕の記録は、GIS システムの追加情報として蓄積し、保全管理計画や管路の更新計画策定の基礎情報、水道施設台帳等の情報更新のために活用する。

### 3.4.3.3 配水モニタリングシステムの運転・維持管理項目

配水モニタリングシステムの運転・維持管理項目を表 3.4-6 に示す。

表 3.4-6 配水モニタリングシステムの運転・維持管理項目

整備システム	運転管理 （常時監視システムの確認）	日常点検 （数カ月に1回）	定期点検（1年に1回）
配水モニタリングシステム 各計測機器 （機器別に点検項目を作成する）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 送水量、配水量等管理</li> <li>● 圧力管理</li> <li>● 配水池・高架水槽水位管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各部点検清掃</li> <li>● 指示値の確認</li> <li>● 異音・異臭・温度・ランプ表示</li> <li>● モニター画面の状態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各部点検清掃（フィルター・ファン含む）</li> <li>● 測定値（ゼロ）校正</li> <li>● ループ確認</li> <li>● 絶縁抵抗測定</li> <li>● 消耗部品等取換</li> <li>● 接続部の締め付け</li> <li>● バックアップ電池確認（切り替え動作試験）</li> </ul>

出典：水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドラインを一部改編

配水モニタリングシステムの運用管理については、ソフトコンポーネント内でその管理の内容、詳細について実施体制を含めて提案し、モニタリングシステム運用・維持管理マニュアルにまとめる。

### 3.4.4 運営・維持管理体制

本事業において建設される施設の運営・維持管理は、UWSSD の職員、カチル支店、およびレメラ支店の運営維持管理要員が対応する。UWSSD では、本事業に関わらず拡張されていく給水システムに対応するため、新規に技術者（エンジニア）2名、維持管理技術者4名、配管技術者3名、無収水作業員5名、設計技術者2名、漏水担当者2名の全18名が2022年に雇用する予定である。その結果、運転・維持管理要員は表 3.4-7 に示す体制となる。さらに、本事業では配水支管・給水管等 WASAC 負担により多くの施工監理が必要になることから、この職員数にさらに技術者（エンジニア）1名・技術者（テクニシャン）2名を加えた管理体制とする必要がある。施工監理専任のエンジニア・テクニシャンについて、WASAC 内部での労務所管については採用の際に調整が必要だが、職務内容が支店の管轄（200mm 以下の配管更新）となるがカチル支店・レメラ支店の両支店に業務

がまたがるため、UWSSD 管轄としつつ業務が多いカチル支店への常駐を提案する。また、事業完了後はこれらの技術者は維持管理要員として配管の計画的更新にあたることを想定する。

表 3.4-7 プロジェクト運営維持管理要員

部門・職位	職員数 (現況)	職員数 (計画)
UWSSD	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 漏水・水圧管理 2 名</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 漏水・水圧管理 2 名</li> <li>● エンジニア 2 名</li> <li>● 維持管理技術者 4 名</li> <li>● 配管技術者 3 名</li> <li>● 無収水作業員 5 名</li> <li>● 設計技術者 2 名</li> <li>● 漏水担当 2 名</li> <li>● <u>施工監理技術者 (エンジニア)</u> (追加) 1 名</li> <li>● <u>施工監理技術者 (テクニシャン)</u> (追加) 2 名</li> </ul>
カチル支店	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水管理責任者 (WDO) 1 名</li> <li>● 技術者 (Technician) 5 名</li> <li>● 作業員 (MTT) 5 名</li> <li>● 配水池 3 名</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水管理責任者 (WDO) 1 名</li> <li>● 技術者 (Technician) 5 名</li> <li>● 作業員 (MTT) 5 名</li> <li>● 配水池 3 名</li> </ul>
レメラ支店	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水管理責任者 (WDO) 1 名</li> <li>● 技術者 (Technician) 5 名</li> <li>● 作業員 (MTT) 5 名</li> <li>● 配水池 3 名</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水管理責任者 (WDO) 1 名</li> <li>● 技術者 (Technician) 5 名</li> <li>● 作業員 (MTT) 5 名</li> <li>● 配水池 3 名</li> </ul>
合計	28 名	46 名

注：下線は本プロジェクトの先方負担としての追加要員。

出典：調査団

人材育成のためのトレーニングについては、本事業における配水モニタリングシステムや配水支管／給水管接続に対するソフトコンポーネントや、各施設の点検計画書、点検記録表を基に定期点検を実施することによる OJT を中心とする。キガリ市無収水対策強化プロジェクト（2016 年～2022 年）において作成されたマニュアルを利用し、必要に応じて更新することとする。

本事業において、新規に建設される施設ごとの維持管理体制は以下のとおりとする。

#### 3.4.4.1 配水池、高架水槽及び減圧水槽の運営・維持管理体制

配水池の運営および日常点検は、数カ月に 1 回と頻度が高いため、各支店の配水池担当者が実施する。常駐担当者がいない配水池は、配水管理責任者 (WDO) が特定の技術者 (テクニシャン) もしくは作業員に点検を実施させる。

定期点検業務はコンクリート構造物の劣化診断の要素を含むため、ある程度の専門的な知識があることが望ましい。そのため UWSSD に配属される維持管理技術者が実施する。

点検報告書は日常点検、定期点検ともに配水管理責任者 (WDO) 及び支店長が管理する。修繕が必要であることが確認された場合は、迅速に交換計画を立案し、本部維持管理技術者に交換計画を報告した上で支店長が責任を持って修繕を実施する。UWSSD の維持管理技術者は修繕報告書を確認する。



#### 3.4.4.2 送配水管、給水管の維持管理体制

送配水管の日常点検業務は、数カ月に 1 回と頻度が高く、また目視による地上漏水及びバルブからの可視漏水の確認が主な項目であるため、支店の技術者（テクニシャン）、作業員の 10 名が通常の活動報告時に追加報告することとする。

給水管の日常点検業務は、各支店に配属されたカチル支店 16 名、レメラ支店 19 名の検針員（Commercial Field Officer , CFO）、それぞれ 10 名の契約補助作業員（Customer Accounts Conformity and Recovery Operation, CACRO）が実施する。

送配水管、給水管の定期点検業務は、音聴による地下漏水調査、水圧・水質測定、弁栓類の作動点検・整備、路面の状況確認（陥没・ひび割れ・不同沈下）、鉄蓋の劣化状況確認（ズレ、ガタツキ、腐食、紛失（盗難含む））等の調査機器の操作の要素を含むため、ある程度の専門的な知識があることが望ましい。そのため UWSSD に配属される無収水作業員、漏水・水圧担当が実施する。

点検報告書は日常点検、定期点検ともに配水係長及び支店長が管理する。修繕が必要であることが確認された場合は、迅速に交換計画を立案し、本部維持管理技術者に交換計画を報告した上で支店長が責任を持って修繕を実施する。UWSSD の維持管理技術者は修繕報告書を確認する。

#### 3.4.4.3 配水モニタリングシステムの運営・維持管理体制

配水モニタリングシステムの運営・維持管理については、日常点検、定期点検ともに UWSSD に配属される 2 名の技術者（エンジニア）及び 4 名の維持管理技術者（テクニシャン）が実施する。

点検報告書は日常点検、定期点検ともに UWSSD の NRW 管理者が管理することが想定されるが、本事業ソフトコンポーネント内でその管理の内容、詳細及び実施体制を含めて提案し、モニタリングシステム運営維持管理マニュアルにまとめる。

#### 3.4.5 予備品購入計画

スペアパーツは、定期的に交換する標準付属品と故障、事故等の緊急時に必要となる交換用部品（緊急予備品）とに分類される。WASAC は、これらの部品を購入し、定期的な部品交換及び緊急時に対応する必要がある。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、などは事前に準備しておき、予防保全の考えから故障に至る前に部品を交換する。

なお、部品交換時の対応について、WASAC がメーカーへコンタクトする際に支障がある場合、受注した本邦請負業者及び本邦コンサルタントを通じて、該当メーカーにコンタクトできるよう配慮する。

管路の修繕に必要な資材については、昨年の修繕実績や、定期点検の結果を参考にして、定期的に交換する資材と、漏水事故等の緊急時に必要となる部材に分けて事前に準備しておく必要がある。

### 3.5 事業の概略事業費

#### 3.5.1 協力対象事業の概略事業費

※施工・調達業者契約認証まで非公表

##### 3.5.1.1 日本側負担経費

※施工・調達業者契約認証まで非公表

##### 3.5.1.2 ルワンダ国負担経費

ルワンダ国負担経費： 4,113 百万 RWF (約 548 百万円)

表 3.5-1 ルワンダ国負担経費内訳概要

No.	項目	内容	概算額 (百万 RWF)	円概算額 (百万円)
1	銀行手数料	B/A、 A/P 発行手続き費用	42.3	5.6
2	免税措置	資機材調達に係る免税相当分の WASAC 予算措置	1,647.7	219.9
3	用地取得	配水池用地の用地取得・建設許可	69.3	9.3
4		用地一次造成	1.6	0.2
5	環境社会配慮	社会モニタリング費用	0.8	0.1
6		Abbreviated resettlement action plan 実施 費用 (生計回復等)	68.0	9.1
7	資機材保管場 所	本邦コントラクター用の資機材保管場 所	36.0	4.8
8	電力・通信	受電・通信引き込み費用	11.2	1.5
9	労務・監督要 員	配水管・給水管の布設、更新工事費用	1,554.0	207.4
10		監督要員とエンジニアの人件費	45.3	6.0
11	運営維持管理	本事業で整備した施設の運営維持管理 費	148.1/y	79.0
12	モニタリング システム	保守管理の委託費用	11.3/y	6.0
合計※			<b>4,113.8</b>	<b>548.9</b>

1RWF=0.13341 円 (2022 年 8 月レート) ※No.11 と 12 は 4 年分を計上

##### 3.5.1.3 積算条件

表 3.5-2 積算条件

項目	内容
積算時点	2022 年 3 月
為替交換レート	1USD=115.60 円

項目	内容
施工期間	全体：32ヶ月 詳細設計期間：5ヶ月（入札図書作成を含む） 入札契約期間：3ヶ月 施工調達期間：24ヶ月
その他	本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。なお、本事業は予備的経費を想定した案件である。ただし、予備的経費の適用および経費率については日本国外務省によって別途決定される。

出典：調査団

### 3.5.2 運営・維持管理費

#### 3.5.2.1 維持管理要員の追加費用

維持管理要員としては、建設工事管理に必要なエンジニア・テクニシャンを継続雇用して維持管理要員とすることを想定する。建設工事に関わった要員を継続雇用することは、技術的知見の蓄積の面から考えても合理的である。

表 3.5-3 維持管理要員の追加費用内訳

担当者名称および職責	単価/年* (百万 RWF)	人数	費用/年 (百万 RWF)	摘要
漏水防止担当エンジニア	12.6	1	12.6	2022年 WASAC 同等職員実績費用×物価上昇率 20%
漏水防止担当テクニシャン	5.0	1	10.1	2022年 WASAC 同等職員実績費用×物価上昇率 20%
合計			22.7	2 か年分: 45.3 百万 RWF

出典：調査団

#### 3.5.2.2 管路の維持管理・更新費用

管路の維持管理費用としては、定期点検および漏水補修に係る資機材費（漏水補修用機材・フィッティング等）・現場移動および運搬費用（車両・燃料費等）、通信費その他雑費が含まれる。また、更新費用としては、現状の管路延長に対して年間更新率を設定し予算化されることが望ましい。本事業の管路維持管理費用・更新費用としては、実績ベースで管路延長あたり年間維持管理費用に加え、無償事業の事業費から推定する管路更新費用を想定する。

表 3.5-4 管路の維持管理・更新費用

百万 RWF/year

項目	年間費用	摘要
管路の維持管理費用	4	事業対象地域内総管路延長 657km x 6,200 RWF/km *
管路の更新費用	112	※非公表

\*2020/2021 キガリ市内管路延長あたり維持管理費用実績より

#### 3.5.2.3 電気通信代金

新規に設置する配水池および路上の流量計における通信料金および電気代は維持管理費増分となる。

表 3.5-5 電気通信代金

百万 RWF/year

項目	年間費用	摘要
通信および電気料金	9.4	光ケーブル・携帯回線使用料および追加流量計等に係る電気料金

出典：調査団

### 3.5.2.4 長期保守管理契約

流量計およびモニタリング設備の専門業者による定期点検・バッテリー交換について、スペアパーツの供給断絶等によって機器が使えなくなることを防ぐため、現地サプライヤーとの長期契約が必要である。無償瑕疵期間中は無償事業の範疇であるが、これを超えた期間については WASAC が直接現地サプライヤーとの保守管理契約を結ぶ必要があり、維持管理費として計上される必要がある。

表 3.5-6 長期保守管理契約

百万 RWF/year

項目	年間概算費用	摘要
モニタリングシステムの長期保守管理契約	11.3	流量計およびモニタリング設備の専門業者による定期点検・バッテリー交換費用

出典：調査団

### 3.5.2.5 維持管理費の増分と本事業による収益の増加の比較

本事業の実施によって配水能力が強化され、顧客が増えて有収水量が増加し、給水収益の増加を見込むことができる。収益の増加予測と、上記(1)~(4)の維持管理費増分積上げを表 3.5-7 に示す。本事業の実施によって 2030 年までに給水収益は年間約 2,108 百万 RWF (約 240 百万円)増加し、これによって経常利益が約 1,192 百万 RWF (約 136 百万円)増加することが見込まれる。なお給水原価は固定費および変動費の両方を含むため、配水量が増加することにより m<sup>3</sup>単価は下がると考えられるが、この検討においては同程度としており、利益増分見込みは少なめに推定している。維持管理費増分を差し引いたプロジェクトの実施による年間収益増は、約 1,514 百万 RWF と推定された。この結果からは、給水原価は給水原価上記の維持管理費増分を考慮しても、現状を超える給水収益を得ることができると考えられる。

表 3.5-7 本事業による収益の増加と維持管理費の増分の比較

	項目	2021 年	2030 年	本事業の実施による増分
(1)	1 日平均給水量 (供給量ベース) m <sup>3</sup> /日	11,950	19,400	-
(2)	有収水量 m <sup>3</sup> /日	7,380	15,400	-
(3)	無収水率 -	38.2%	20.7%	-
(4)	漏水率	32.7%	15.2%	-
(5)	配水 1m <sup>3</sup> あたり経常費用* RWF/m <sup>3</sup>	335	335	-

	項目		2021年	2030年	本事業の実施による増分
(6)	給水原価	RWF/m <sup>3</sup>	541	422	-
(7)	供給単価**	RWF/m <sup>3</sup>	735	735	-
(8)	年間平均請求水量	m <sup>3</sup> /年	2,693,700	5,621,000	-
(9)	(事業対象地域での)	百万 RWF/年	1,457	2,373	916
(10)	概算給水原価	円換算(百万円/年)	166	271	104
(11)	料金徴収率	-	98%	98%	-
(12)	(事業対象地域での)	百万 RWF/年	1,940	4,048	2,108
(13)	概算水道料金収入	円換算(百万円/年)	221	461	240
(14)	(事業対象地域での)	百万 RWF/年	478	1,673	1,195
(15)	概算経常利益	円換算(百万円/年)	55	191	136
(16)	本事業による維持管理費増分	百万 RWF/年	-	159	-
(17)	本事業の実施による年間収益増(14)-(16)	百万 RWF/年	-	1,514	-

\*Nzove 浄水場系統 2020/2021 実績原価

\*\*WASAC 2020/2021 全国の給水売上収入および給水量実績より

注：物価上昇は考慮せず。

## 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、ルワンダ国側が対応すべき前提条件を下記に整理する。これら前提条件は、ルワンダ国側が適切なタイミングで確実に実施することが重要である。

#### (1) 相手国側負担事項の実施と予算措置

3.3 に示す相手国側負担事項の確実な実施が必要である。特に、簡易住民移転計画（ARAP）に従い、用地取得および補償が適切に実施される必要がある。用地取得にあたっては、カットオフデート後、最終的な補償価格の決定が必要となる。WASAC 予算年次を適切に考慮し、バチンダの用地については、WASAC は 2022/23 年度の予算組み直し（2023 年 1 月）で予算を確保し、2023 年 5 月（遅くとも入札公示前）までに用地取得を完了する必要がある。

#### (2) 先行する無償資金協力プロジェクト（キガリ市ンゾベ-ノトラ間送水幹線強化計画）の確実な進捗

本事業はンゾベ浄水場からノトラ配水池までの送水能力の拡張を前提として、ノトラ配水池から先の配水能力の更新・無収水削減を行う事業であることから、事業開始までに当該工事が確実に完了し通水していることが必要である。また、当該先行無償資金協力事業の前提となっている、ンゾベ浄水場 I の生産量の回復工事（生産量 17,000 m<sup>3</sup>/日から 40,000 m<sup>3</sup>/日）およびンゾベ II 浄水場のポンプ能力拡張（40,000 m<sup>3</sup>/日から 60,000m<sup>3</sup>/日）も確実に完了される必要がある。

### 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

---

3.3 に示す相手国側負担事項の確実な実施が必要である。予算の確保が重要であるが、特に以下の事項についても配慮が必要である

#### (1) WASAC 実施担当者の雇用

上記(1)内に示した担当エンジニア・テクニシャンの雇用については、プロジェクト開始前の人員の配置が必要である。

#### (2) 免税措置

付加価値税の還付措置、輸入税の免税措置など、ルワンダ国財務省および RRA と連携し免税措置を迅速に行う必要がある。

#### (3) 建設許可手続き

建設許可に関しては、特に市内の配管工事についてキガリ市とのタイムリーな承認が不可欠であることから、事前にプロジェクトの全体像およびボトルネックとなりうる道路での工事予定等についての協議・調整が必要である。

#### (4) 給水切替工事および給配水管の施工

資機材到着以降、建設工事期間中から、WASAC は現地業者を雇用し（一部は直営）配水支管の

施工・給水管の更新が必要である。また、コントラクターが配水支管・給水管を施工する地域（Batsinda）では、施工の前提条件として給水管の更新に対する顧客の同意が得られている必要があり、WASAC がこれを広報・同意取り付けを行う必要がある。また、既存管路との給水切替にあたっては断水や施工後の給水圧力の変化が生じることから、顧客への断水・サービス変更の通知に係る広報が必要になる。このとき、特にカチル・レメラ支店の既存顧客に詳しいエンジニア・テクニシヤンのサポートが必要となる。さらに、本事業対象地域は開発が著しいことから新規顧客の増加が望まれる。これらの新規顧客対応についても、サービスの質の向上の見込みを含めて、WASAC がメディアや地域への広報活動を通して積極的に推進していくことが必要である。

### 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。

- ルワンダ国の治安・政治・経済情勢が急激に悪化しないこと。
- ルワンダ国の都市マスタープランおよび水政策に大きな変更がないこと。
- 浄水場レベルでの極端な水質の悪化など水供給サービスの質の悪化がないこと。
- 事業対象地域の開発および人口が都市マスタープランに沿って進行すること。
- 給水原価の増加に伴って、適切な料金値上げがなされること。また、浄水場等の基幹施設はルワンダ国政府・インフラ省の責任によって整備されることから、関連する施設整備およびこのための予算確保がなされること。特に配水管資材や輸送費燃料、電気料金等は、国際的な原油価格・資材費価格に大きく影響されるため、事業の継続リスクを考慮した財務計画が実行されること。



## 4.4 プロジェクトの評価

### 4.4.1 妥当性

#### (1) 裨益対象

本事業の裨益対象は貧困層を含む既存の住民約 124,000 人の給水サービスの向上と、今後の開発に伴う人口増による約 51,000 人に対する水道の接続である。

#### (2) 緊急性

- 本事業の対象地域では、対象地域全体で漏水事故を原因とする断水が多数発生しており、実質的に 24 時間給水が実現されていない。また、上水道施設の配水管能力の不足により 1 日に数時間しか配水されていない地域もあり安全な水供給が実現されていない地域もある。さらに、このような上水道サービスの質の低下を一つの大きな原因として、上水道サービスに接続しない人口も多く、改善されていない水源の利用や、運搬を必要とするキオスクでの水の購入で対処している。したがって、対象地域の住民の安全な水供給の実現に貢献する本プロジェクトの実施の緊急性は高い。
- キガリ市上水道 MP では、無収水削減を目的とした配水システムの再構築が優先的施設整備事項であり、今後の無収水削減を進める上でのモデル的事業として緊急的に行う事業として、本事業が特定されている。上位計画に基づき計画的に施設整備を実施していくために、本事業を早期に確実に実施することが必要である。

#### (3) 我が国援助方針との整合性

我が国の対ルワンダ共和国国別開発協力方針（2017 年 7 月）では、重点分野「社会サービスの向上」において、安全な水供給を開発課題と位置付け、これまで技術協力プロジェクトと無償資金協力を通じて、給水サービスの改善や無収水対策にかかる協力を実施してきた。また対ルワンダ共和国 JICA 国別分析ペーパー（2015 年 5 月）においても、都市給水に対しては、都市部におけるマスタープラン策定や日本の技術優位性を発揮できる無収水対策に加え、その後の資金協力による支援を検討するとしており、本事業はこれら方針及び分析に合致する。

#### (4) 当該国における政策との整合性

ルワンダ国では、中期開発計画「National Strategy for Transformation (NST1)」において、2017 年に 87.4%であった改善された水源へのアクセス率を、2024 年までに 100%とするとしている。また、国家開発戦略である Vision 2050（2020 年）では、安全に管理された飲み水へのアクセス率を 2035 年に 55%、2050 年に 99%にすること目指している。本事業はこれらの国家政策の達成に貢献するものである。また、本事業の上位計画に位置付けられるキガリ市上水道 MP では、無収水削減を目的とした配水システムの再構築が優先的施設整備事項であり、今後の無収水削減を進める上でのモデル的事業として緊急的に行う事業として、本事業が特定されている。上位計画に基づき計画的に施設整備を実施していくために、本事業を早期に確実に実施することが必要である。

#### (5) 国際的な開発目標との整合性

SDG 6 「すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」というゴールにお

いて、特にターゲット 6.1「2030年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する」に直接的に貢献する。また、SDG 3「あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を推進する」にも貢献する。

#### 4.4.2 有効性

##### (1) 定量的効果

本事業で見込むことができる定量的効果およびその指標は表 4.4-1 の通りである。

表 4.4-1 定量的効果指標

指標名	基準値 (2021年実績値)	目標値(2030年) 【事業完成4年後】 ※1
適正水圧により安定した給水を享受できる人口(人) ※2	0	約 175,000
事業対象地域の漏水量(m <sup>3</sup> /日) ※3	約 3,900	約 2,900
本事業による漏水削減量(m <sup>3</sup> /d) ※4	0	約 5,200
事業対象地域の無収水率(%) ※5	約 38%	24%未満

※1：マスタープランの目標年次と合わせるため目標年を2030年に設定。

※2：給水圧が低すぎると蛇口から水が出なかったり、高すぎると管路が損傷したり漏水が増加するという問題が発生する。本事業による水圧の適正化でこれらの問題を解消し、安定した給水ができるようになる。適正な給水圧が確保されているかは、各配水ブロック1カ所で給水圧0.5bar以上10bar未満を満たすことで確認する。加えて、補足的に対象地域の村落リーダーや住民への聞き取りにより給水状況を確認する。なお、目標値について、対象地域の既存人口124,000人に加え、2030年までの人口増加51,000人を加えて合計175,000人を目標値としている。

※3：事前評価表に記載。「表 3.1-2 対象地域の現況と2030年における本事業の効果」に示した、2021年時点の配水量12,000m<sup>3</sup>/日に対する漏水量3,900m<sup>3</sup>/日と2030年時点での配水量19,400m<sup>3</sup>/日に対する漏水量2,900m<sup>3</sup>/日(需要量増に応じて漏水量が増える可能性を考慮しているため、差し引き1,000m<sup>3</sup>/日の漏水削減の効果を得るというわけではないことに注意が必要)。

※4：DODミッションのMDで合意。本事業による漏水削減量=本事業を実施しない場合の2030年の想定漏水量(約8,100m<sup>3</sup>/日)-本事業実施後の2030年の漏水量(約2,900m<sup>3</sup>/日)。この漏水削減量により新たに給水が可能となる人口は約51,000人を想定する。この人口は、「本事業による漏水削減量÷{2030年の1接続あたり水使用量(m<sup>3</sup>/日/接続)+2030年の1接続あたりの漏水量(m<sup>3</sup>/日/接続)}」から算定可能。1接続を2世帯が使い、1世帯の人数は4人想定)。

※5：本事業の効果の試算では20.7%となるが(1.5.3参照)、マスタープランの目標値との整合性を取り、目標値自体は24%未満とする。本事業対象地域の請求水量と配水量から算定。

##### (2) 定性的効果

- 事業対象地域の住民の生活環境、公衆衛生環境の向上
- WASACの給水サービスへの信頼性の向上
- WASACの財務状況の改善

## 4.5 その他

管路の運営維持管理にあたっては、表 4.5-1 に示すように本事業におけるソフトコンポーネントの内容をさらに補強するために、キガリ市水道事業体運営改善プロジェクトからのインプットにより強化することが有効である。そのため、WASAC および無償事業の担当コンサルタント・コントラクターから、JICA 並びに技術協力プロジェクト担当コンサルタントに対するタイムリーな情報提供と課題の共有が必要である。

表 4.5-1 本事業で求められる技術と能力・課題およびキガリ市水道事業体運営改善プロジェクトで必要な支援

本事業で WASAC に求められる能力・技術	前無収水技プロの活動	課題	本事業ソフトコンポーネントでの支援	現行キガリ市水道事業体運営改善プロジェクトでの支援 (案)
1.配水支管・給水管の施工と施工監理				
1.1 配水支管・給水管・メーターの品質管理、新規接続に係る適切な施工技術・施工監理、工程管理体制検討	WASAC が利用する資材での接続指針の見直し等、技術移転を実施。	・給配水管材料とメーターの品質を適切に管理する必要がある ・本事業で実施する配水支管布設や給水管接続の数量は多く、WASAC が直営で布設、もしくは民間の工事会社へ委託することになるが、適切な配水支管・給水管・メーターの施工及び施工管理・工程管理のための支援が必要である。	○	○ (ソフトコンポーネント終了後も、本事業の配水支管布設や給水管接続について技術支援。本事業で既存管を活用する部分で漏水等が発生した際の対応も支援)
1.2 給配水管施工記録の作成・保管 (GIS データ更新含む)	GIS マッピングのソフトウェア操作技術を習得した。	・給水管工事施工後の迅速で正確な GIS 更新の体制が確立されていない。	○	○ (ソフトコンポーネント終了後も、本事業で WASAC が実施する配水支管布設や給水管接続の GIS データ更新を技術支援)
1.3 資材入出庫管理体制の構築	-	・本事業では膨大な量の資材管理が必要であり、配水支管・給水管工事の進捗に合わせた資材の迅速な入出庫管理体制が構築されていない。	○	-
2.モニタリングシステムの運用と保守				
2.1 モニタリングシステムの運用 (保守点検を含む)	モニタリングシステムを導入し、モニタリングに関する基礎的な技術を移転。	・本事業で導入するモニタリングシステムについての理解、その運用・保守体制が確立されていない。 ・警報発生、異常値表示の原因分析、その対応方法が確立されていない。	○ (警報発生や異常への対応については、座学による原因と対応方法の理解に留める)	○ (警報発生や異常への現場での対応で必要となる技術について支援)

本事業で WASAC に求められる能力・技術	前無収水技プロの活動	課題	本事業ソフトコンポーネントでの支援	現行キガリ市水道事業体運営改善プロジェクトでの支援(案)
2.2 データベースを活用した無収水率(漏水率)の算出、水需要の把握と分析	GIS ソフトウェアの操作技術習得、エクセルを使った無収水率の算定等について技術支援。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業で整備するデータベースで蓄積されたデータの分析による水需要予測等の各種シミュレーションができない。また、ブロック配水システムの改善点を把握できない。</li> <li>・GIS を使った顧客使用水量の算出ができない。</li> <li>・無収水率の算定方法が確立されていない。</li> </ul>	○	○ (ソフトコンポーネント終了後も、データベースの活用について継続支援)
3. 水道施設の維持管理				
3.1 維持管理(高架水槽、配水池、減圧水槽、バルブ・空気弁等の管路付帯設備等)体制の確立	地下漏水調査技術等を技術移転。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業で整備する施設(高架水槽と配水池、減圧水槽、バルブ・空気弁等の管路付帯設備等)について維持管理計画がない、異常対応に必要な技術が不十分。</li> </ul>	-	○ (維持管理の実施について技術支援)

出典：調査団