

ケニア共和国

Athi 給水サービス委員会

ケニア共和国  
太陽光発電を用いた水浄化  
普及・実証事業  
業務完了報告書

平成 28 年 9 月

(2016 年 9 月)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

国内
JR (先)
16-088

株式会社ウェルシィ

## 目次

巻頭写真 (1) .....	i
略語表.....	iii
地図 .....	iv
図表番号.....	vi
案件概要.....	viii
要約 .....	ix
<b>1. 事業の背景</b> .....	<b>1</b>
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
① 事業実施国の政治・経済と水セクターの概況.....	1
② 対象分野における開発課題 .....	2
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	2
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例及び他ドナーの分析.....	3
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要 .....	5
<b>2. 普及・実証事業の概要</b> .....	<b>7</b>
(1) 事業の目的 .....	7
(2) 期待される成果 .....	8
(3) 事業の実施方法・作業工程 .....	9
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	10
(5) 事業実施体制.....	11
(6) 事業実施国政府機関の概要 .....	12
<b>3. 普及・実証事業の実績</b> .....	<b>16</b>
(1) 活動項目毎の結果.....	16
① 国内作業：実証事業 .....	16
② 現地作業.....	21
② 現地作業：普及事業 .....	44
③ その他・国内/現地作業 .....	49
(2) 事業目的の達成状況 .....	54
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献.....	54
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	55
(5) ジェンダー配慮 .....	55
(6) 貧困削減.....	56
(7) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	57
(8) 今後の課題と対応策 .....	57

<b>4. 本事業実施後のビジネス展開計画</b> .....	59
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	59
① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）.....	59
② ビジネス展開の仕組み.....	61
③ 想定されるビジネスモデル.....	62
④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール.....	63
(2) 想定されるリスクと対応.....	69
(3) 普及・実証において検討した事業化およびその開発効果.....	70
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	71
<b>参考文献</b> .....	74
<b>添付資料</b> .....	74

## 巻頭写真 (1)



写真-1 (2014年1月) :  
水サービス事業者会合 (WASPA) での案件発掘



写真-2 (2014年6月) :  
Ruiru でのサイト候補地・事前調査



写真-3 (2016年6月) :  
取水水源 (Ruiru川)



写真-4 (2015年3月) :  
実証装置の施工風景 (基礎工事)



写真-5 (2015年6月) :  
実証プラント (全景)



写真-6 (2015年10月) :  
雨季のプラント浄水性能 (原水→処理水)

## 巻頭写真 (2)



写真-7 (2015年6月) :  
Ruiru サイトでの給水式風景



写真-8 (2015年1月) :  
本邦受入プログラム (当社での技術講義)



写真-9 (2015年6月) :  
C/P への維持管理研修 (月例点検・計器校正)



写真-10 (2015年9月) :  
装置トラブル例 (薬注ホース閉塞)



写真-11 (2016年2月) :  
インパクト調査風景



写真-12 (2016年6月) :  
実証事業・成果報告会

## 略語表

略語	正式英語（原語）名称	日本語
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AWSB	Athi Water Services Board	Athi 給水サービス委員会
CWTL	Central Water Testing Laboratory	中央水質分析所
DED	Deutscher Entwicklungsdienst	ドイツ開発サービス公社
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EC	European Community	欧州共同体
GATWASCO	Gatundu Water and Sewerage Company	Gatundu 水サービス会社
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JKUAT	Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology	ジョモケニヤッタ農工大学
KARIWASCO	Karimenu Water and Sanitation Co, Ltd	Karimenu 水サービス会社
KEBS	Kenya Bureau of Standards	ケニア基準局
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
KIWACO	Kikuyu Water Company Ltd	Kikuyu 水サービス会社
MAVWASCO	Mavoko Water and Sewerage Company Ltd	Mavoko 水サービス会社
MD	Managing Director	取締役社長
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MEWRN	Ministry of Environment, Water and Natural Resources	環境・水・天然資源省
MOFA	Ministry of Foreign Affairs	外務省
MWT	Mataara Water Trust	Mataara 水管理組合
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NEMA	National Environmental Management Authority	環境管理公社
NYEWASCO	Nyeri Water and Sewerage Company	Nyeri 水サービス会社
ODA	Official Development Aid	政府開発援助
OMWASCO	Othaya Mukurweini Water and Sewerage Company Ltd	Othaya Mukurweini 水サービス会社
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザイン マトリックス
RUIJWASCO	Ruiru-Juja Water and Sewerage Company	Ruiru-Juja 水サービス会社
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SNV	Netherlands Development Organisation	オランダ開発機構
TaWSB	Tanathi Water Services Board	Tanathi 給水サービス委員会
ThiWASCO	Thika Water and Sewerage Company Ltd	Thika 水サービス会社
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements Programme	国連人間居住計画
UONBI	University of Nairobi	ナイロビ大学
VOC	Verification of Conformity	輸出前適合性認証（検査）
WASREB	Water Services Regulatory Board	水サービス規制委員会
WASPA	Water Service Providers Association	水サービス事業者協会
WARMA	Water Resources Management Authority	水資源管理局
WB	World Bank	世界銀行
WSB	Water Services Board	給水サービス委員会
WSP	Water Service Provider	水サービス事業者

地図

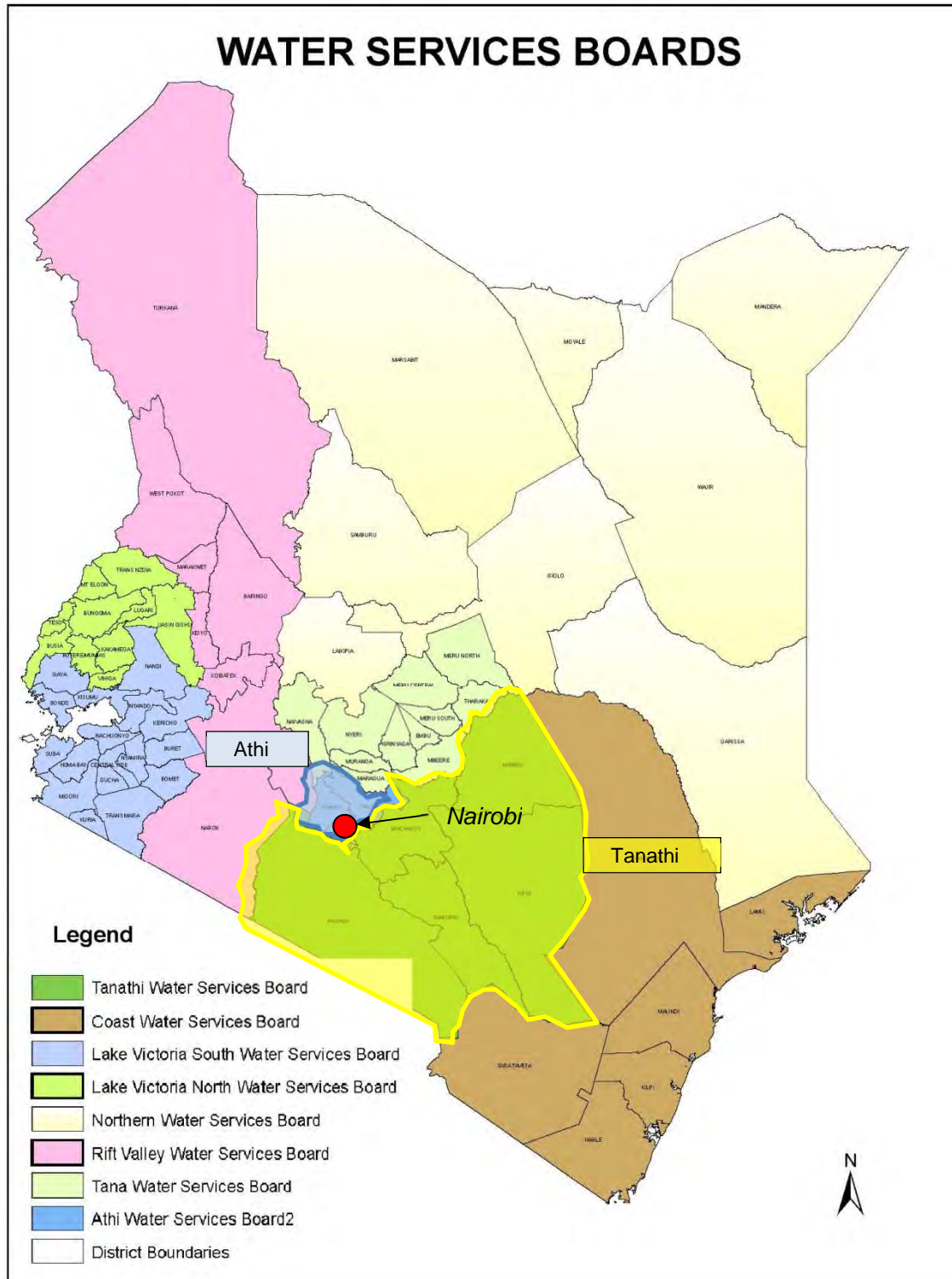


図 1 調査対象地域と管轄する給水サービス委員会 (WSBs)<sup>1</sup> (Athi/Tanathi)  
 (出典：2016年AWSBより入手、一部加筆)

<sup>1</sup> Athi Water Services Board はナイロビ市とその周辺の4県 (Kiambu East, Kiambu West, Gatundu, Thika) を、  
 Tanathi Water Services Board は Kitui, Machakos, Makueni, Kajiado の4県の38地区を管轄している。



図 2 調査対象サイト位置図

出典：Nelles Map (Kenya) を基に当社にて作成



## 図表番号

### 付 表

表 1	2000 年以降の日本の水分野のプロジェクト	3
表 2	対象地域における国際機関及び他国による支援内容	4
表 3	製品・技術の概要	5
表 4	事業概略スケジュール	9
表 5	資機材リスト	10
表 6	実施国側政府の投入	11
表 7	ケニアの給水原単位	14
表 8	原水中のアルミニウム検出値	17
表 9	RUJWASCO の運用水質基準項目	18
表 10	ケニア通関に係る税金（本実証装置の場合）	20
表 11	RUJWASCO の管轄する給水システム概要	22
表 12	本実証事業における給水区域の基本諸元	27
表 13	実証装置設置工事の概要	27
表 14	実証装置の運転概況	30
表 15	水源の原水水質（設計値と実績値）	33
表 16	実証装置の原水水質（2015 年 6 月～2016 年 5 月）	34
表 17	実証装置の処理水水質（2015 年 6 月～2016 年 5 月）	34
表 18	実証装置の各処理プロセスの水質	37
表 19	実証装置の原水水質（2015 年 6 月～2016 年 5 月）	39
表 20	実証装置の処理水水質（2015 年 6 月～2016 年 5 月）	39
表 21	本事業実施に係るインパクト	43
表 22	WASPA 会議後にコンタクトを取った事業者一覧	44
表 23	WSB/ WSP との協議進捗	45
表 24	本邦受入プログラム概要	49
表 25	タンク類の現地調達価格（ROTO タンクの場合）	50
表 26	配管・継手・バルブ類の現地調達価格	51
表 27	電線・保護管の現地調達価格	51
表 28	ポンプの現地調達価格（DAYLIFF ブランド品の場合）	52
表 29	資機材の現地調達化に伴う費用削減効果（本実証装置の場合）	52
表 30	ジェンダー関連のインパクト	56
表 31	ケニアの主な水ビジネスと市場単価	59
表 32	ケニアにおける POE/分散型給水システムの強みと弱み（膜ろ過方式）	60
表 33	ODA で実施する場合のスキーム一覧	61
表 34	バルク売水単価の試算結果（WSB/WSP 向け）	64
表 35	バルク売水単価の試算結果（民間施設向け）	65

表 36	RUJWASCO の公定給水単価.....	66
------	-----------------------	----

## 付 図

図 1	調査対象地域と管轄する給水サービス委員会 (WSBs) .....	iv
図 2	調査対象サイト位置図.....	v
図 3	事業実施体制 .....	11
図 4	水セクターにおける主要機関の構成と役割.....	13
図 5	既存浄水場と給配水系統 (Ruiru 地区) .....	23
図 6	実証装置の予定給水区域 .....	24
図 7	Ruiru 浄水場と実証装置の配置・見取図.....	25
図 8	実証装置の給水区域 (2015 年 8 月末日現在) .....	28
図 9	Ruiru サイトの河川濁度 (2015 年 6 月～2016 年 5 月) .....	35
図 10	Jacaranda 浄水場の河川濁度 (2015 年 6 月～2016 年 5 月) .....	35
図 11	実証装置の膜ろ過流量 (2015 年 6 月～2016 年 5 月) .....	36
図 12	実証装置の膜ろ過圧力 (2015 年 6 月～2016 年 5 月) .....	36
図 13	Ruiru サイトの河川濁度 (2015 年 11 月 23 日～30 日) .....	36
図 14	実証装置の膜ろ過圧力 (2015 年 11 月 23 日～30 日) .....	36
図 15	実証装置の処理プロセス.....	37
図 16	遠隔監視システムの画面例.....	41
図 17	太陽光発電システムの構成概念 (併用時) .....	53
図 18	パッケージ型バルク売水に係る事業イメージ .....	62

## 写 真

写真 1	小規模分散型給水システム (例) .....	6
写真 2	処理状況 (pH 調整+凝集) .....	38
写真 3	処理状況 (酸化+膜ろ過法) .....	38

# 案件概要

## ケニア

### ケニア国 太陽光発電を用いた水浄化普及・実証事業 株式会社ウェルシィ(東京都品川区)

#### ケニア国の開発ニーズ

- 安全な水にアクセス可能な人口は61%、各戸給水は20%と低水準。
- 既存の浄水施設の能力低下、配水管網の老朽化と漏水、電力不足による断水は全国的な水不足の一因。
- 農村部では生活用水確保に係る労働負担や 未処理の水の飲用による水因性疾患の健康被害リスクが高い。

#### 普及・実証事業の内容

- **実証事業:** 原水水質に合わせた浄水装置の設計・導入、維持管理までの一連の事業プロセスの実証と現地適用可能性の技術/事業検証及び評価。
- **技術移転:** 実証装置の運用に係る、現地及び日本での研修の実施。
- **普及事業:** 浄水装置の設置が可能な他ポテンシャルサイトの発掘と現地調査。
- **今後の事業展開案策定:** 中小規模の分散型給水に係るビジネスモデル開発・検証、現地パートナー発掘・業務提携に向けた検討。

#### 中小企業の技術・製品



#### 小規模分散型浄水装置

- ーろ過膜を用いた高度な処理で、維持管理が容易。
- ー対象水量・水質に合わせた装置構成が可能。
- ー大規模インフラを補完する、中・小規模の分散型給水システム。
- ー太陽光発電と併せれば無電化地域でも対応が可能。

#### ケニア国側に見込まれる成果

- 既存浄水場で安定的に処理できていないマンガンやアルミニウムなどの確実な除去による、安全な水の供給。
- 高度な水処理技術の技術移転による、現地人材の育成と維持管理能力の強化。

#### 日本企業側の成果

##### 現状

- 日本国内で民間及び公共施設を対象に、1,000件を超える導入・給水実績。
- 近年、海外市場への進出を検討。

##### 今後

- ケニアの潜在顧客(給水事業関係機関や民間)に対する認知向上を図ると共に、普及展開に必要な詳細情報を収集する。
- 本事業を通じて策定した事業展開案を元に、将来の本格的なビジネス展開を推進する。

## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	太陽光発電を用いた水浄化普及・実証事業 (Pilot Survey for Disseminating SME's Technologies for Community-based Water Treatment & Supply System Using Solar Energy)
事業実施地	ケニア国 Ruiru 市
相手国 政府関係機関	- Ministry of Environment, Water and Natural Resources - Athi Water Services Board - Ruiru Juja Water and Sewerage Company Ltd
事業実施期間	2013年10月～2016年9月
契約金額	102,787,920円(税込)
事業の目的	本邦で実績のある膜ろ過浄水装置を用いて、ナイロビ近郊の Ruiru 市にて河川水を浄化し、既存浄水場で処理しきれない濁度等の不純物を確実に除去・低減することで、より安全な水を指定区域に給水する。また、これにより当該浄水装置のケニアでの適用可能性に関する技術的検証を行い、あわせて当該装置を用いた現地に適応したビジネスモデルの開発とその検証を行う。
事業の実施方針	<p>提案製品の性能評価に関わる現地での実証活動（ならびに中長期的なデモンストレーション）を通し、提案製品がケニアにおける開発課題の解決と同国の開発戦略政策の遂行に資するものであることを実証する。これに加え、提案製品の設置が可能な他のポテンシャル・サイトの発掘・調査や市場規模の具体的な把握、現地パートナー（WSB、民間企業、NGO、コミュニティ組織等）への提案・広報活動、さらには提案製品に関連する各種ビジネスモデルの実現性検証を中心とする普及活動を実施する。</p> <p>当社ビジネスの基本構想は、単に浄水設備を販売するのではなく、分散型給水システムを用いた「飲料に適した安全な水」や「用途ニーズに応じた水質の水（工業用水など）」の給水事業のほか、付帯業務（システムの維持管理、水質検査の実施、技術者の人材育成）についても所掌範囲に含め一体として活動することである。</p> <p>また相手国実施機関も含めた現地人材の育成も重要であり、研修やセミナーと併せて膜処理装置に関する技術移転を推進する。</p> <p>本事業では、こうした構想などを現地 WSB やその他の水供給事業関係機関（官・民）と協力し推進していく下地作りを行う。</p>
実績	<p><b>【要約】</b></p> <p>本実証事業ではケニアにおける加圧式膜ろ過装置の河川水浄化への適用に関する技術検証と膜ろ過技術の普及を目的とし、Ruiru 市内の約 400 世帯を対象に給水を行った。活動の一環として装置の</p>

維持管理研修を現地人材に対し実施したほか、セミナー開催などにより積極的な普及活動を行うことで技術面・ビジネス面から、ケニアにおける膜ろ過装置の普及可能性を検討した。その結果、原水の季節的な濁度変動や高いアルミ濃度にも関わらず、処理水は飲料水基準をクリアし、膜ろ過装置は十分な浄水性能を発揮することが確認できた。また、普及活動と現地化検討等の結果から、ケニアにおいて膜処理は十分な普及可能性を有すること、普及のためには更なる現地化や資金スキームの活用により客先の費用負担を軽減する必要があることが判った。

## 1. 実証・普及活動

### (1) 機材設置・稼働状況

実証装置は2015年6月に設置完了後、受電電圧トラブル等を除き概ね順調に稼働している。供給水質は濁度・色度ともに良好で、大腸菌も未検出。

### (2) 事業実施国政府機関との協議状況

複数サイトの比較検討から選定された Ruiru サイトで実証事業を実施することとなり、2014年6月に管轄 WSP である RUJWASCO と事業実施の合意に至った。その後2015年6月下旬には給水式を実施、本格的に給水を開始した。2016年6月には実施機関との合意のもと、実証装置の引渡しを実施した。

### (3) 維持管理

装置の維持管理面では給水開始以降、適宜研修を実施し、現地スタッフによる日常・月例点検及び緊急点検（トラブル対処）を継続的に実施。点検業務の習熟度は徐々に上がっており、望ましい対応が可能になっている。トラブル対処も現場または遠隔での当社社員の指示の下作業を繰り返すことで、単独での対処が可能になった。

### (4) インパクト調査

2016年1月には実証装置による給水の効果を確認すべく、インパクト調査を実施した。ベースライン調査を踏まえたデータ解析の結果、水質に関しては98%の世帯が問題なしとしており、ベースライン調査時の90%から増加しているほか、多くが水道水を直接飲用するようになったことが判明した。更に給水実施の直接のインパクトとして、3割超の世帯が水質の改善を挙げた他、安全な水を得るための時間や費用の削減を挙げる世帯が約8割弱見られた。

### (5) 装置製造の現地化

費用削減の一環として配管・継手類、電気ケーブル、薬品タンク、ポンプ類、薬剤について代替品の現地調達検討と価格調査を行った。その結果、薬品タンクと薬品類については削減効果が確認された。特に、薬品類では次亜塩素酸カルシウムの利用が継続できれば、

	<p>大幅な運転・維持管理費用の削減（43%）が可能である一方、ポンプ類等については現地化しても装置の大幅な費用削減には繋がらないことも判った。また、太陽光発電についても現地企業の状況を含め、装置電源としてのシステム構成と価格について調査した。</p> <p>(6) 普及活動</p> <p>2015年6月の給水開始時に関連技術セミナーを実施し、C/P機関を始め、County政府やWSPなどのステークホルダーを招待して実証装置の普及に向けた広報活動を行った。WSPに対する普及活動では、ケニア各地のWSPが集まる定期集会（WASPA会議）に複数回出席して当社の事業紹介を行い、特に2016年7月のWASPA会議では本事業の成果報告を実施した。また、2015年5月からホテルや工場などの民間顧客候補先調査を開始し、54の企業・組織を訪問して水利用状況や浄水ニーズについて調査した。その結果、地下水を利用するボトル水業者と中～高所得層をターゲットとする住宅開発会社で高品質かつ安定的な給水ニーズを確認した。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>ケニアにおいて民間企業の参入し得る水ビジネスマーケットは①BOP対応の小規模給水、②本事業規模の分散型給水、③大規模浄水場向けの3つに集約される。想定されるビジネスモデルは以下の3つであり、設備販売と処理水のバルク販売とを1つのパッケージとして組み合わせ、5～10年程度の契約期間を設定し、導入先の初期負担を減らす形で中長期的に継続し得る事業（以下、(A)）を主として展開する。</p> <p>(A) 長期売水（又は浄水サービス業務）による、初期投資・維持管理費用の回収</p> <p>(B) 設備のみの販売（売切り）</p> <p>(C) 導入設備のメンテナンスサービス</p> <p>上記(A)のモデルが困難な場合は無償資金協力等のODA案件化を念頭に(B)や(C)のような形態を採り、民間企業が開発案件に関与する形で導入施設の運用管理事業を推進する。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>実証活動における主な課題は、薬剤の不溶残渣による薬注系統の閉塞や供給電圧の過剰変動、雨季のシルト流入による取水施設・取水ポンプの閉塞等、外的要因による装置トラブルと、これらによる給水率の低下である。実証期間中の諸トラブル発生には都度対処しており、本事業終了後も現地スタッフにて対処可能となるよう技術移転を行っている。</p> <p>普及活動においては、当社浄水装置の需要が見込めるポテンシャル・ユーザーの業種を特定出来たものの、装置の初期投資費が先方</p>

	<p>の想定よりも高いことが課題として挙げられる。これについては現在、リース契約の可能性について調査・協議中である。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>想定されるビジネス展開時の課題・リスクは、客先の与信・資金回収リスク、現地政府機関を取引先とする場合の水源地・水利権の確保、将来的な電気料金の上昇、日本の企業文化を理解し技術力を兼ね備える複数の現地人材確保のほか、現地作業時の安全管理などが挙げられる。</p>
事業後の展開	<p>ビジネス展開に関しては、実証事業中から活動開始した現地拠点（現地代理店）を普及・営業活動及び契約上の窓口とし、当社は遠隔で事業・技術支援を行う予定である。既に、有望顧客として民間施設への分散型給水システム設置と複数 WSP からの浄水場拡張の具体的な引合いがあり、資金スキームを上手く活用し契約に繋げたい。</p>
<b>Ⅱ. 提案企業の概要</b>	
企業名	株式会社ウェルシィ
企業所在地	東京都品川区
設立年月日	1985 年 11 月
業種	エンジニアリング、装置販売、維持管理サービス
主要事業・製品	地下水飲料化システム、工業用水飲料化システム、排水リサイクルシステム、非常用発電機、非常用食品、水質分析 他
資本金	37,350 万円（2016 年 9 月時点）
売上高	5,063,733 千円（2014 年度）
従業員数	151 名

# 1. 事業の背景

## (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

### ① 事業実施国の政治・経済と水セクターの概況

ケニア共和国（以下、「ケニア」と称す。）では、2013年3月に大統領選挙が行われ、ウフル・ケニヤッタ副首相（当時）が同国4代目の大統領に就任、翌4月にはケニヤッタ政権（TNA：国民連合）が発足した。2007年末の大統領選挙では、その当選結果を巡り死傷者及び国内避難民を多数生みだす大規模な暴動が起り、2013年の総選挙前後でも同様の混乱を懸念する見方もあったが、事前の政府からの呼び掛けにより総選挙は平和裏に実施された。2013年12月12日に同国は独立50周年を迎えている。

経済面では、同国は東アフリカ地域の中では工業化が進んでいる一方、コーヒーや茶、園芸作物などの農業産品を主要産品とする農業国である。労働人口の約60%が農業に従事し、GDPの約21%（World Development Indicators 2009）を農業が占めている。1990年代後半以降、旱魃等の自然災害による影響や前述の政治的混乱、世界的な金融危機などが農業や観光を始めとするケニアの各種産業に大きな打撃を与えるも、2010年～2012年の実質GDP成長率は概ね5%前後の水準を推移している状況である。

ケニアの長期開発の青写真は「Vision 2030」に基づいており、2030年までに国際社会における競争力を強化し、国の繁栄・国民の生活レベル向上を実現するとしている。水分野の政策では、他のアフリカ諸国と同様に「Vision 2030」の中期計画である2015年を目標としたミレニアム開発目標（MDGs: Millennium Development Goals）を採択し、貧困削減等8つの開発目標を掲げている。そのうちの1つ”Ensure Environmental Sustainability”の数値目標の1つとして、安全な水の都市部での給水率を80%、村落部での給水率を75%に設定している。水セクターでは2004年から組織改革が進み、給水事業を担う水サービス事業者（WSP）が設立され、地方公共団体から給水事業を引き継ぐ形で民営化に向けてシフトしている。その結果、ケニアの給水事業は8つの給水サービス委員会（WSB<sup>2</sup>）の管理の下、102のWSPにより運営されている状況である。また、最近になり国の機関であるWSBやその上部組織の水サービス規制委員会（WASREB<sup>3</sup>）の機能も各County政府に移管されつつある。

<sup>2</sup> ケニア全土には8つのWSBが存在する（Athi、Coast、Lake Victoria North、Lake Victoria South、Northern、Rift Valley、Tana、Tanathi）。

<sup>3</sup> 水道料金ガイドラインの作成等を含め給水に関する各種制定を行うWSBの上部機関。



## ② 対象分野における開発課題

ケニア全土において、安全な水にアクセスできていると想定される人口は2011年時点で約61%（都市部83%、農村部54%）、各戸給水は20%に過ぎない<sup>4</sup>。人口増加に伴い2025年の1人当たりの水資源量が235m<sup>3</sup>/年まで減少することが予測<sup>5</sup>されており、水資源の開発が不可欠な状況となっている。既存浄水施設の能力低下や配水管網の老朽化と漏水等の問題は全国的な水不足の一因となっており、特に水道関連施設の敷設遅延は農村部で著しく<sup>6</sup>、水道普及率は全農村人口の8%程度、山岳部にいたっては約4%（日本貿易振興機構、2010）にとどまっている。農村部では生活水の確保に数時間を費やし、不衛生な水溜りや河川水を直接利用せざるを得ない結果、多くの住民が水因性疾病に苦しんでいる。一方、都市部においても急速な人口増加による給水量不足が課題となっているが、河川を水源としてナイロビ近郊の市外地域に給水する水道事業者（WSP）は雨季の高濁水の処理に問題を抱えており<sup>7</sup>、現有の施設や人材では十分に対応しきれていない。結果的に顧客のニーズに合わせて清浄で安全な水を安定的に供給することが困難となっている。

安全な水へのアクセスを含む給水率の向上という開発課題に対しては、大規模集中型の浄水場や送配水管網の整備がその解決に寄与する度合いは大きいものの、当該国の予算捻出や技術移転の難しさ、送配水過程における水道管の老朽化や水質汚染、電力供給の不足による日常的な断水などの状況に鑑みると、大規模インフラだけで開発課題を完全に解決することは難しい。特に電力の問題は深刻なボトルネックの1つであるが、同国では地方電化率が2009年時点で10%に満たず、今後「地方電化マスタープラン」（2009-2018）の目標が達成されたとしても40%にとどまる見込みである。

## ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

2008年に長期開発戦略として策定されたケニアの国家上位計画「Vision 2030」では、「水と衛生」分野の目標を、2030年までにすべての国民が水とより良い衛生環境にアクセス出来ること、と設定している。水資源に乏しい国情を改めて再認識し、未利用の表流水及び地下水の利用拡大と効率的な水資源管理の必要性を示している。

2002年に制定された新水法（Water Act 2002）では、国家水政策（1999）に示された水分野のリフォーム（再編）を実行に移し、従来の水資源管理・開発省が行っていた水資源開発・管理と上下水道事業に係る運営機能を分離して、現在の環境・水・天然資源省（MEWNR）を新設している。上下水道事業に関してはWASREB、WSB、そしてWSPの各組織を、国家、管轄区、地域の各レベルに区分し、開発事業の効果や効率、自律発展性及び独立性を新たなフレームワークを用い確保する体制を整備した。

また、国家水サービス戦略（NWSS<sup>8</sup>）においては、2015年の国連MDGsの達成を目指し、

<sup>4</sup> Progress on Sanitation and Drinking-water / 2013 Update (WHO/UNICEF 2013)、P.23

<sup>5</sup> 対ケニア共和国 国別援助方針（外務省、2012）

<sup>6</sup> National Water Services Strategy（2007-2015）、P.20

<sup>7</sup> 現地WSPからのヒアリング結果、及びRUJWASCOが管轄するJacaranda浄水場の水質データに基づく

<sup>8</sup> National Water Services Strategy（2007-2015）

2005/2006 年における全国平均給水率 57%（都市部 60%、地方部 40%）を都市部で 80%、地方部で 59%に向上させる目標を設定した。水・灌漑省（現：環境・水・天然資源省）でもより具体的な戦略・計画<sup>9</sup>を省として 2008 年 12 月に策定し、安全な飲料水の供給を通じた貧困削減と水資源への公平なアクセス、持続的かつ効率的な水利用を目的とした政策を実行に移している。2014 年 9 月の環境・水・天然資源省の報告によれば、人口増加を加味した国全体の安全な水へのアクセス率は 2013 年から 2.1%ポイント改善し、53.3%になったとしている<sup>10</sup>。

#### ④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例及び他ドナーの分析

ケニアに対する水分野への支援では、「Water Act 2002」に沿って各ドナーから水・衛生分野に対する支援が行われている。給水事業に関してはインフラ整備事業が中心であり、世界銀行とアフリカ開発銀行は有償による大型支援、欧州共同体及びその他二国間援助では無償による支援が大半を占めており、給水・衛生セクター開発に支援を行っている援助機関は多い。主な国際機関として世界銀行（WB）とアフリカ開発銀行（AfDB）があり、二国間援助を行っている他国ドナーは日本の他、AFD（仏）、GTZ/KfW/DED（ドイツ）、イタリア、SIDA（スウェーデン）が代表的である。近年の日本の援助実績は表 1 の通りである。

表 1 2000 年以降の日本の水分野のプロジェクト

実施年度	案件名	スキーム	金額 (億円)	概要
1999～2000	地方地下水開発計画	無償	10.3	ライキピア県、サンプル県、パリンゴ県、コイバテック県における 90 箇所の井戸建設および水利用組合に対する技術指導・啓発活動
2001～2003	メルー市給水計画	無償	13.6	給水施設改修（導水管、浄水場建設、配水管改修等）
2006～2008	地方給水計画（第 1 期）	無償	5.0	キツイ及びムウインギ県で 58 箇所のハンドポンプ、水中モーターポンプ、井戸給水施設、湧水給水施設建設。同時にソフトコンポーネントも実施。
2011～2013	地方給水計画（第 2 期）	無償	6.1	第 1 期に続き、大マチャコス県・大マクエニ県で 58 箇所のハンドポンプ及び太陽光パネルや風車を利用した深井戸給水施設を設置してソフトコンポーネントも実施。
2009	カプサベット上水道拡張計画	無償	19.6	ケニア国西部カプサベット市での浄水場新設及び水道管敷設。
2009～2013	無収水管理プロジェクト	技プロ	-	エンブ、カプサベット、ナロックの 3 都市で無収水削減のパイロットプロジェクト実施、マニュアル作成、無収水管理基準の作成、モニタリング体制・研修体制を確立。

<sup>9</sup> Ministerial Strategic Plan (2009～2012)

<sup>10</sup> Achievements, Ministry of Environment, Water and Natural Resources, September 2014

2010～2013	全国水資源マスタープラン2030策定プロジェクト	開調	-	水資源管理の枠組みの変化、社会経済状況の発展、さらに将来の気候変動による影響などを考慮した水資源管理のマスタープランの策定を支援
2010～2014	洪水に脆弱な地域における効率的な洪水管理のための能力開発プロジェクト	技プロ	-	コミュニティによる洪水対策を広く普及すべく、3つの対象地域でのパイロットプロジェクトを通じ政府の能力向上や洪水管理に係る実施体制の確立を目指す

注) 無償：無償資金協力、技プロ：技術協力プロジェクト、開調：開発計画調査型技術協力  
 出典：ケニア共和国地方給水計画事業化調査報告書（2010年、JICA）より改変

また、日本以外のドナーによる援助には以下のようなプロジェクトがある。

表 2 対象地域における国際機関及び他国による支援内容

援助機関名	期間	内容	金額 (円換算)	有償・無償 資金協力
AfDB	評価中	中小規模都市上下水管理（TAWSB を含む計 3 つの WSB）	114.0 億	有償
AFD	2010～2015	中小規模都市の水・衛生施設整備のためのバスケットファンド（全 WSB）	40.0 億	有償
EC	2006～2010	マクエニ県での衛生教育提供、水・衛生施設整備、地域コミュニティの能力開発	1.5 億	無償
	2006～2009	マチャコス県地方水・衛生改善	0.8 億	無償
	2006～2011	給水・灌漑施設整備および衛生教育を含む能力開発対象地域ではマクエニ県を含む	3.8 億	無償
MOFA, Finland	2009～2012	貧困地域での水資源管理および給水改善、給水サービス基金および WSB の能力開発（全土）	6.1 億	無償
GTZ	2007～2010	セクター・リフォーム支援（全土）	8.7 億	無償
KfW	2007～2011	都市貧困者のための給水・衛生施設整備（全土）	7.3 億	無償
SNV (Netherlands)	2008～2009	SSP <sup>11</sup> 支援（全土）	0.3 億	無償
	WSP による	SSP 支援（TaWSB 管轄地域）	0.5 億	無償
UN-Habitat	2009～2010	低所得地域における水・衛生状況についてのデータベース構築（全土）	0.4 億	無償

出典：ケニア共和国地方給水計画事業化調査報告書（2010年、JICA）

NGO による支援活動は、政府系ドナーに比べると活動資金は小規模で対象地域も限定的である。主なものはハンドポンプを含む給水施設の建設と衛生教育、住民のエンパワーメントを融合したものであるが、その多くは給水施設の設置から維持管理までを一貫して支援する内容となっている。

民間企業による貢献としては、ケニアの大手通信企業である Safaricom が現地銀行と提携

<sup>11</sup> Study Support Project

して携帯電話を利用して送金するシステム（M-PESA）を開発・提供したことから、遠隔地の住民が簡単に水道料金を払えるようになっている。また、ポンプ・メーカーの1つ、Grundfosの子会社であるGrundfos LIFELINKは太陽電池と自動化・遠隔監視システムを組み合わせた簡易浄水販売所（キオスク）を立ち上げている。上記のいずれも無償供与であるか、その色合いが濃い形で始まったが、その後徐々に、実施主体又は受益者による自発的な水平展開が進みつつある。ハンドポンプによる地下水の給水は、浄水設備を付随しないものが多く、水質の悪い地域は安全な水のアクセスから取り残される傾向にある。このようなケニアの状況下で当社の浄水システムが導入されるならば、飲料水の水質改善ニーズの充足、市場原理に基づいた民間資本によるビジネス展開とその普及などが期待される。

## （2）普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業にて普及・実証を計る製品・技術の概要は表3の通りである。

表3 製品・技術の概要

名称	太陽光発電を用いた膜処理方式の小規模分散型給水システム <sup>12</sup>
スペック（仕様）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・造水性能：5 m<sup>3</sup>/h（75～100m<sup>3</sup>/日）</li> <li>・装置構成： 薬品添加装置、前処理装置（急速ろ過×2段、活性炭）、 加圧式UF膜処理装置、原水・処理水貯水タンク、計測制御装置。</li> <li>・その他： 夜間照明用に太陽光発電パネルを搭載し、また遠隔監視システムを利用した運転データや水質等のリアルタイム監視が可能。</li> </ul>
特徴	膜分離技術を前処理技術と組み合わせることで、汚濁物質やウイルス、バクテリアや耐塩素性を有する病原虫類、鉄やマンガンなどを確実に効率的に除去できる。一般的な浄水場で利用されている凝集沈殿→砂ろ過→塩素消毒と言ったプロセスと比較しても上記のような高度処理が確実にできるほか、巨大な施設が不要なことから、単位給水量あたりのスペース効率を高めることが可能。装置の運転はほぼ自動化されており、定期的な薬品補充を除き、原則無人での連続自動運転が可能である。
競合他社製品と比べた比較優位性	当社製品の最大の差別化因子は、給水事業に係る必要な業務を、ハード及びソフトの両面を含めて一体化した事業モデルにある。ハード面では、提案製品が高精細の分離膜そのものであることに加えて、対象地の原水の水質・給水状況を踏まえた適切な前処理との組み合わせによる個別対応型システムを設計・開発できる点に強みがある。ソフト面では、多数の導入実績から得られた知見をエンジニアリング業務に

<sup>12</sup> 小規模分散型給水システムとは、ある給水区域を対象とし、水源又は水消費地近傍に複数の設備を分散配置し、取水・浄水・給配水を設備の設置場所で行うシステム又は方式。給水能力は概ね50～1,000 m<sup>3</sup>/日程度（≒2～40 m<sup>3</sup>/h）、設備は分散化されていても、集中監視・運営体制が整備されているものを指す。

	フィードバックすることで、効率性・信頼性の高いシステムを具現化している点が挙げられる。その他、自社内に水質検査機関を保有しており、個別対応型のシステムを事業展開するために必要な体制が一貫して整備されている。これらの知見を活用して適切な維持管理体制を現地に構築できることも大きな優位性である。
国内外の販売実績	日本国内における当社・分散型給水システムの導入実績は 1,150 件超 (2016 年 6 月末時点)。国内取引先は病院、商業施設等、海外での取引先及び導入実績は 3 件である。
サイズ	5,500×20,000 mm (メンテナンススペースを含む)
設置場所	RUJWASCO 事務所敷地内
提案する機材数量	1 式
価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1 式あたりの販売価格：3,000 万円程度 (国内平均)</li> <li>・ 本事業での機材費総額：3,700 万円程度 (輸送費・関税等含む)</li> </ul>



写真 1 分散型給水システム (例)

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

2012年度 ODA 案件化調査「太陽光発電を用いた水浄化事業案件化調査」の実施により、ナイロビ市とその周辺の県の給水サービスを管轄する Athi 及び Tanathi Water Services Board (Athi 及び Tanathi 給水サービス委員会。以下「AWSB」及び「TaWSB」と称す。) 管轄下の無電化地域を含む 12ヶ所の村落で簡易水質分析を含む現地調査を行った。

その結果、ほとんどのサイトで水源原水にケニアにおける飲料水基準を超える項目が確認され、これを未処理で供給するサイトも 2/3 にのぼることが判明した。また、現地住民へのヒアリングから清浄な水の供給に対する高い期待が伺え、調査先の 1つである Mataara でのデモンストレーション(簡易膜ろ過装置)では、政府関係者を含め大きな反響があった。

このように、本地域では安全な水の供給と地方電化の推進という、2つの課題に同時に貢献し得る太陽光発電を用いた水浄化へのニーズが高いことが確認された。更に AWSB 及び TaWSB からは、提案製品を用いて地方給水率向上を目指したいとの具体的申し出を受けた。

上述の背景及び現地ニーズを踏まえ、「太陽光発電を用いた浄水・供給事業」を普及・実証すべく、それまでに実施した現地調査結果から導出された給水・維持管理事業の実現可能性に係る仮説を Mataara のサイトで検証することが本事業の目的であった(その後、諸事情により実施サイトが AWSB 管轄下の Ruiru へ変更となった)。

Ruiru サイトはナイロビ市に隣接する典型的な地方都市で、河川を主な水源として給水が行われているが、人口の急激な増加に加え、河川水の季節的な濁度上昇などに見舞われ、限られた人材と人数で運営されている既存施設(凝集沈殿と急速濾過)ではノウハウの蓄積が少なく、濁度変動に対応した適切な薬品投入などの対応ができず、安定的な水処理が行えていないという状況があった。水質面では濁度以外にも、アルミなど地質由来の金属類が検出されていたがこの認識が弱く、無人での連続自動運転が可能な当社の膜ろ過装置を用いることが、同地域が抱える課題解決の一助となる可能性が高かった。また Ruiru を管轄する WSP (RUJWASCO) も膜処理技術に高い興味を示したことから、本サイトで実証事業を実施することとなった。

Mataara から Ruiru へのサイト変更後も当初設定した事業目的は引き継ぎつつ、提案製品の性能評価に関わる現地の給水実証活動とショーケース的なデモンストレーションを通して、提案製品がケニアにおける開発課題の解決と同国の開発戦略政策の遂行に資するものであることを検証した。また、本実証事業が他のポテンシャル・サイトや民間企業を含む現地パートナーの発掘、具体的な市場規模の把握や広報活動、さらには提案製品を中心に据えた各種ビジネスモデルの実現可能性を実地で検証することとした。なお、Ruiru の対象サイトは商用電源が整備されていたため、浄水システムの電源としては太陽光発電を使用しない設計とした。将来的な太陽光発電システムの適用可能性については、システム構成のケーススタディおよび関連部品の現地調達可否・価格帯調査等を実施することとした。

当社ビジネスの基本構想は、単に浄水設備を販売するのではなく、分散型給水システムを用いた「飲料に適した安全な水」や「用途ニーズに応じた水質の水(工業用水など)」

の給水事業のほか、付帯業務（システムの維持管理、水質検査の実施、技術者の人材育成）についても所掌範囲に含め一体として活動することである。また、受益者に対する安全な水の知識啓発や給水施設利用に係る認識強化（水源の有効利用と保全）も重要であり、相手国実施機関も含めた受益者の人材育成も併せて推進する。本事業では、こうした構想を現地政府機関である **WSB** や **WSP**、その他の水供給事業関係機関（官・民）との協力関係で進めていく下地作りも行う。

## （２）期待される成果

ケニアの都市部では、急速な人口増加による水道水の給水量不足が課題の 1 つとして挙げられている。安全な水へのアクセスを含む給水率の向上という開発課題に対しては、大規模集中型の浄水場や送配水網の整備がその解決に寄与する度合いは大きいものの、当該国の予算捻出や技術移転の難しさ、送配水過程における水道管の老朽化による水質汚染、電力供給の不足による日常的な断水などの状況に鑑みると、大規模インフラだけで開発課題を完全に解決することは難しい。

当社の提案製品・技術は、分散型のシステムであり、大規模インフラが行き届かない地域におけるソリューションを提供するものである。設備導入に係る投資額や回収期間が大規模集中型のシステムに比べて小さいため、大規模な水道施設への投資が難しいケニアにおいても、安全な水供給に対して有効な手段となることが期待される。

本事業実施を通じて期待される効果は以下の通りである。

- 成果 1. 既存浄水場で安定的に処理されていないマンガンやアルミニウム等の含有物質を提案装置にて確実に低減・除去することで、健康被害リスクを軽減し、より安全な水が実証事業の実施サイト（Ruiru 市内 Murera/Sisal 地区）に供給される。
- 成果 2. 水処理技術・維持管理に関する技術移転を通じて、相手国実施機関の担当者の技術レベルが向上することで人材育成に寄与すると共に、現地での維持管理体制が強化される。
- 成果 3. 普及活動を通じて、提案製品の有用性が相手国実施機関を含む他の給水事業関係機関や受益者等に認知されると共に、将来的な事業展開に必要なポテンシャル・サイトの詳細情報が収集される。
- 成果 4. 上記を通じて、将来的な事業展開に必要なビジネス要件を導出し、事業展開案が策定・提案される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

本事業の開始は2013年10月、終了は2016年9月であり、行程概略は表4の通りである。事業実施の予定および詳細実績については別添1の業務工程表に示した。

表4 事業概略スケジュール

項目	2013年度		2014年度			2015年度			2016年度	
実証調査	■									
技術移転						■				
実証活動（給水）						■				
普及活動						■				
報告書等	ICR	PR			PR		PR	PR		DF

① 国内作業（2013年10月初旬～2016年9月上旬）

実証事業：

- (a) 給水基礎調査
- (b) 水質分析結果の入手と設計条件の確定
- (c) 実証装置の製造と試運転調整
- (d) 実証装置の輸送と通関
- (e) 投資回収シミュレーション（設計時）
- (f) 報告書などの作成

② 現地作業（2013年11月中旬～2016年7月）

実証事業：

- (a) 実証装置の設置に係る詳細現地調査
- (b) 給水実証事業の開始に係る関係者間協議
- (c) 実証装置の現地設置と給水開始
- (d) 給水式と技術セミナーの実施
- (e) 実証装置の運用と給水状況
- (f) 実証装置の水処理実績
- (g) 現地水質分析機関の分析精度比較
- (h) 維持管理業務と技術移転
- (i) インパクト評価
- (j) 事業報告会の開催



普及事業：

- (k) ポテンシャル・サイトの発掘と関連調査の実施
- (l) 現地パートナーとの協業検討（技術・営業系）
- (m) 現地パートナーとの協業検討（事業・金融系）
- (n) その他営業活動

③ その他・国内／現地作業（2015年1月～2016年6月）

- (a) 本邦受入研修の実施
- (b) 事業展開案の検討
- (c) 資機材の現地化に係る調査
- (d) 太陽光発電システムの適用検討

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

事業実施に必要な人材の投入については、別添2の要員計画に示した。投入資機材は以下の通り。

表5 資機材リスト

機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1 給水実証装置	N.A.	1	2015年6月	RUJWASCO
2 ポンプ類 (予備)	CS2-30N-VTCF-HW-400V3-Y-S-S CS2-30N-VTCE-HW-400V3-Y-S-S 40xBNBME3.7A	7	2015年6月	RUJWASCO
3 計器類 (予備)	PE-11N、FC600G-313、 GF630-65A/LF620	3	2015年6月	RUJWASCO
4 膜モジュール (予備)	HFU-1020N	1	2015年6月	RUJWASCO
5 制御盤	AC-5	1	2015年6月	RUJWASCO
6 自動電圧 調整器	AVR3X50 (36KVA、230V)	1	2015年6月	RUJWASCO

事業実施国・政府機関側の投入は、関連人材および給水実証に係る関連資機材である。前半の調査段階と後半の実証段階における内訳は以下の通りである。

表 6 実施国側政府の投入

項目	調査段階 (2013年10月～2015年5月)	実証段階 (2015年6月～2016年6月)
人材 (AWSB)	技術者 3 名 : 各 4 日 (現地調査) 技術者 3 名 : 各 7 日 (本邦受入)	技術者 3 名 : 各 7 日 (現地研修)
人材 (RUJWASCO)	技術者 2 名 : 各 5 日 (現地調査) 技術者 1 名 : 7 日 (本邦受入) 配管工 2 名 : 各 4 日 (現地調査)	技術者 2 名 : 各 7 日 (給水実証) 配管工 2 名 : 各 2 日 (給水実証)
関連資機材など (RUJWASCO)	・ 土地、電気及び水の無償供与 ・ 給水実証時の配管・弁類提供 ・ 警備増強 (施工時)	左記の通り (但し警備を除く)

(5) 事業実施体制

事業実施体制は図 3 の通りである。

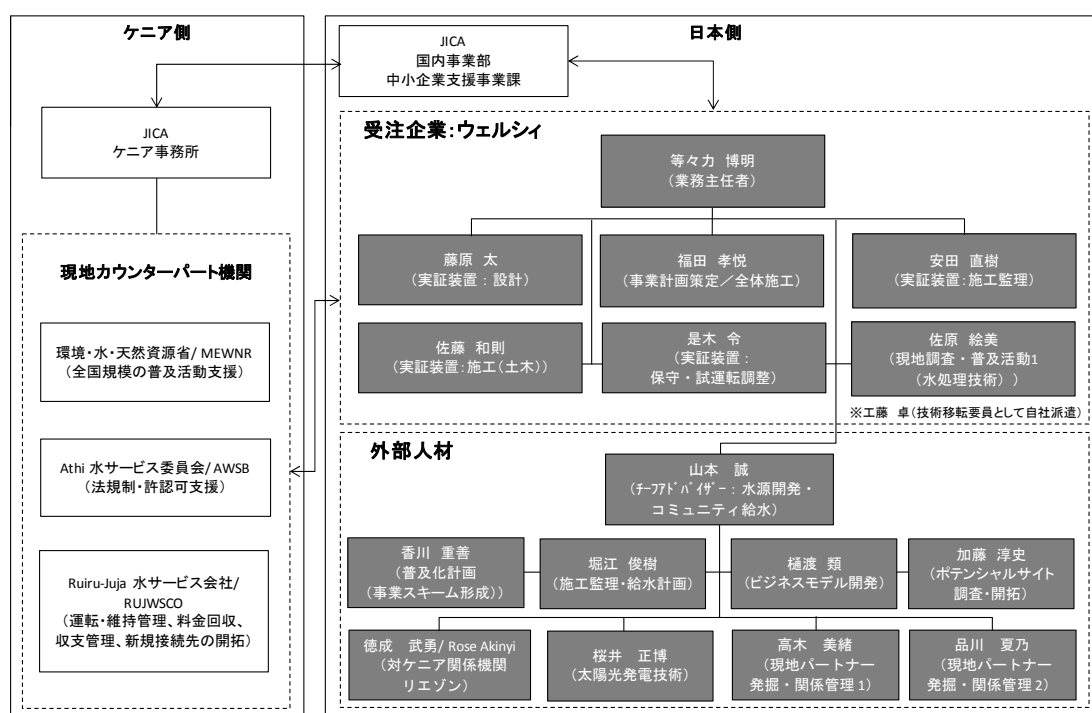


図 3 事業実施体制

## (6) 事業実施国政府機関の概要

ケニアの給水に関わる組織は、国家組織である MEWNR を頂点として、以下 WASREB、WSB、WSP、Water Trust と階層的に構成されている。本事業実施に関わる主な相手国実施機関は以下であり、その関係は図 4 に示す通りである。

### ① 環境・水・天然資源省 (MEWNR)

正式名 : Ministry of Environment, Water and Natural Resources  
所在地 : ナイロビ市内  
設立年 : 2013 年 (前身となる水灌漑省は 2003 年に設立)  
組織の目的 : 国の発展のための、持続可能な水資源の開発及び管理の推進  
主な業務内容 : ケニア国内の給水セクター取り纏め、MEWNR 傘下の WASREB への給水事業の予算の配分など

### ② Athi 給水サービス委員会 (AWSB)

正式名 : Athi Water Services Board (WSB の 1 つ)  
所在地 : ナイロビ市内  
設立年 : 2002 年  
組織の目的 : 革新的で持続可能な上下水事業による生活の質を向上。  
主な業務内容 : 管轄地区への給水保証、給水施設への投資、WSP からの水料金の引き上げ提案書に係る WASREB 提出前のレビュー。AWSB 管轄区域は図 1 の通り、管轄面積は 3810 km<sup>2</sup> で給水対象人口は約 550 万人である。また、AWSB の管轄下に 12 の WSP がある。

### ③ Ruiru-Juja 水サービス会社 (RUJWASCO)

正式名 : Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd (WSP の 1 つ)  
所在地 : Kiambu 県 Ruiru 市  
設立年 : 2006 年  
組織の規模 : 従業員数 29 名、年給水量 1,184,000 m<sup>3</sup>、総売上高 74 百万 Ksh  
組織の目的 : 高い職業意識と倫理観をもった高品質な上下水サービスの提供。  
主な業務内容 : 給水施設の運営・維持管理、管轄地区内の顧客への給水、水料金回収

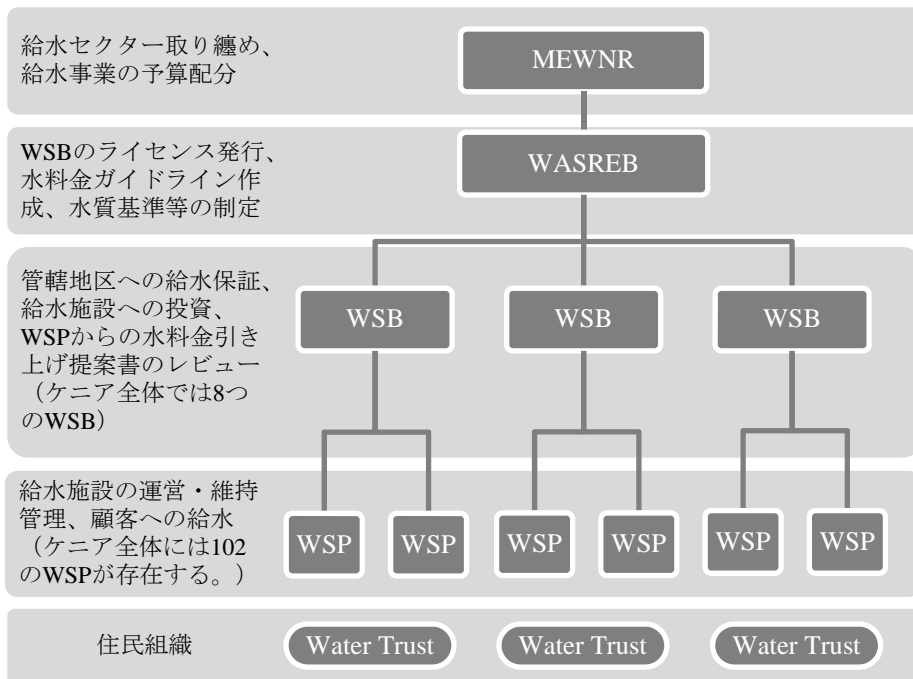


図 4 水セクターにおける主要機関の構成と役割

(7) 相手国の給水に係る諸状況

① 給水原単位

給水事業の計画策定上必要となる一人あたりの水需要量は、MEWNR 発行のマニュアル（ガイドライン）で表 7 の通り整理されており、その値は明記されているものの、地域の実情に合わせて活用すべきと付記されている。

表 7 ケニアの給水原単位

消費者	単位	村落地域 <sup>13</sup>			都市部 <sup>14</sup>		
		需要 (大)	需要 (中)	需要 (小)	高級 住宅	中級 住宅	下級 住宅
各戸管路給水世帯	L/人/日	60	50	40	250	150	75
管路給水の無い世帯	L/人/日	20	15	10	-	-	20
家畜	L/人/日	50			-		
学校（寮制）	L/人/日	50					
学校（全日制）	L/人/日	25（水洗トイレ有） 5（水洗トイレ無）					
病院	L/人/日	400（地域レベル） 200（村落レベル） 100（その他） 加えて外来患者一人あたり 20L/日 （最低 5,000L/日）					
診療所および ヘルスセンター	L/日	5,000					
ホテル	L/人/日	600（高級） 300（中級） 50（低級）					
事務所	L/人/日	25					
バー	L/日	500					
売店	L/日	100					
その他の産業	L/ha/日	20,000					
コーヒー工場	L/kg	25（水のリサイクルを行う場合）					

出典：“Practice Manual for Water Supply Services in Kenya, October 2005”

<sup>13</sup> 主に世帯の収入による区分（詳しくは出典の 2 章（Water Demand）を参照

<sup>14</sup> 同上

## ② 給水水質

ケニアの浄水場が供給する水は、環境管理公社（NEMA）が規定する”Water Quality Regulations”のなかの「上水（Domestic Water）」水質基準を順守している必要がある。また WSP は、その上位機関である WSB 又は MEWNR の規定も順守する必要がある。上位規定としては”Practice Manual for Water Supply Services”があり、供給水質を含む水道施設設計に関する標準仕様を規定している。一方、実際の運用では、WSP がこれらを踏まえて適用基準を決めているが、現実的には水質基準に定められた全ての項目のケニア国内での分析は不可能であり、状況に合わせて運用されている。

## ③ 水料金（給水単価）

ケニアでは、水料金は家庭用・商業用・キオスク販売用等に区別され、基本的に従量制を採用している。管路給水による一般家庭の場合、給水量（月単位）が 6~10m<sup>3</sup> 程度までは安価な定額が設定され、これを超えると、割高の単価が段階的に設定される。キオスクでは、キオスクの運営者に対する水料金（キオスクにとっての購入価格）とキオスクの利用者が購入する水料金が設定されており、後者は 1 m<sup>3</sup> 換算で 100~500 Ksh 程度と割高に設定されている。

また、水料金は WSP が管轄地域の状況と事業内容を考慮して設定し、これを WSB がレビューの上、WASREB が「ガイドライン」として最終承認している。このため、料金は地域ごとに若干差があるほか、一度設定された料金を変更するためには上位機関の承認が必要となる。しかし、一方で多くの WSP（特に小規模の WSP）はこのガイドラインに従わず、独自の料金体系を適用している。その他、ガイドラインに従って料金徴収を行っていても、地域の現状を考慮して例外を設けている WSP も多い。

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

##### ① 国内作業：実証事業

##### (a) 給水基礎調査

Ruiru サイトでは 2014 年 4 月に、対象給水区域内の 8 世帯に対して簡易世帯調査を実施した。この結果、多くの世帯で現状の供給水量及び供給水質に一定程度の満足感が確認された。しかし、その後水源水質の継続観測によってアルミニウムの存在が追認され、給水中の水道水でも原水水質に応じて含まれていることが確認された。また、将来的な更なる人口増加に伴う良質の水道水（飲料水）供給と供給区域の拡大など、RUJWASCO 側の質的及び量的改善ニーズも加味しつつ、給水実証に必要となる基礎情報を収集した。

##### (b) 水質分析結果の入手と設計条件の確定

#### Ruiru サイトの水源水質と設計条件

取水源となる Ruiru 川の原水データは、RUJWASCO が数サンプルを、WARMA が 2002 年頃から 30 サンプル程度を、主要項目のみ水質分析データとして記録、保管していた。当社でも本事業開始後に 10 サンプル程度を採水し、ケニア及び日本で適宜分析することで水源水質の変動幅を継続的に確認した。

水質データに関するこれらサンプルの蓄積量は増加したが、本事業ではより清澄な水源の利用を念頭に置いていたこともあり、Ruiru サイトは雨季の濁度及び色度上昇などに適切に対応する必要があつて、実証装置の製作及び維持管理費用の増加が予見された。また、Ruiru サイトの地形上の配置から取水及び給水地区への重力配水が行えないこともあり、当初予算に対しては、取水・送水ポンプの追加設置とこれに付随する各種機器価格などの上昇も予想された。

#### アルミニウムの検出

実証装置の設計諸元を最終検討する段階で、取水源である Ruiru 川の原水サンプルからケニアの水質基準値（0.1mg/L）を超えるアルミニウムが検出された。RUJWASCO とも協議し、その後も複数回のサンプリングを行ったものの、継続的にアルミニウムが検出（表 8 参照）される水源であることが判明した。但し、Ruiru 川上流域にはアルミニウムの発生源が見当たらず、最終的に地質由来のアルミニウムとの仮説が有力視され、一方でアルミニウムはろ過膜の閉塞要因の 1 つであることから、当社の提案装置ではアルミニウム処理に係る付帯装置を追加した。

表 8 原水中のアルミニウム検出値

採水日 (2014 年)	RUJWASCO 事務所 取水口 (下流部)	Jacaranda 浄水場 取水口 (上流部)
5 月 15 日	0.51	-
5 月 28 日	0.88	-
6 月 18 日	1.80	1.60
6 月 16 日 午前	0.56	0.56
6 月 16 日 正午	0.53	0.61
6 月 16 日 午後	0.35	0.38

(単位 : mg/L)

#### 対象水質項目と基準値の確認

ケニアにおける水質基準は、前述の通り最上位機関である MEWNR から WSP まで、一貫して対象となる水質項目と基準値が規定されている。一方で、ケニアの限られた水源と水質を考慮し、基準値の運用実態は、WSP が上位機関と連携しつつ弾力的に行っている。

RUJWASCO では、ケニア基準局 (KEBS) が発行する飲料水標準水質仕様 KS 05-459-9 (1996) を基本とし、処理対象とする水質項目を限定して給水事業を行っている。具体的な水質項目と基準値は表 9 の通りである。

本表によれば、最新版の KS459 (2007) が対象とする水質項目の全ては網羅せず、主要項目のみを現実的な管理対象として運用している実態が分かる。その理由として想定されるのは、RUJWASCO のみならず、KEBS を含むケニアの水質分析 (機関の) 能力の水準にあり、水源水質の継続的な監視とその分析も「安全な水へのアクセス」を確実なものにする上で今後開発が必要な状況と言える。

本事業では、当社も RUJWASCO の運用水質基準を採用し、後述するアルミニウムもその基準値として加え、実証事業を進めることとした (別添-9 を参照)。



表 9 RUJWASCO の運用水質基準項目

S/N	検査項目	単位	ケニア水質基準値 (KS459/1996)	現状の 測定項目	MEWNR マニュアル	NEMA 水質規定	KS459 (2007)
1	一般細菌	pcs/100mL	< 100	✓	✓	✓	✓
2	大腸菌	-	Nil.	✓	✓	✓	✓
3	pH	-	6.5 - 8.5	✓	✓	✓	✓
4	色度	度	< 15	✓	✓		✓
5	濁度	NTU	< 5	✓	✓		✓
6	鉄およびその化合物	mg/L	< 0.3	✓	✓		✓
7	マンガンおよびその化合物	mg/L	< 0.1 (0.5)	✓	✓		✓
8	カルシウム	mg/L	< 250 (150)		✓		✓
9	マグネシウム	mg/L	< 100		✓		✓
10	ナトリウムおよびその化合物	mg/L	< 200		✓		✓
11	カルシウム・マグネシウム等 (硬度)	mg/L	< 500 (300)	✓	✓		✓
12	全アルカリ	mg/L	-	✓			
13	塩化物イオン	mg/L	< 250		✓		✓
14	フッ素およびその化合物	mg/L	< 1.5	✓	✓	✓	✓
15	硝酸態窒素	mg/L	< 10 (50)	✓	✓	✓	✓
16	亜硝酸態窒素	mg/L	0.003 [3]	✓		✓	✓
17	硫酸イオン	mg/L	< 400	✓	✓		✓
18	全溶解成分	mg/L	< 1,500 (1,000) [1,200]	✓	✓	✓	✓
19	ヒ素	mg/L	< 0.05 (0.01)		✓	✓	✓
20	銅およびその化合物	mg/L	< 0.1 (1.0) [0.05]	✓	✓	✓	✓
21	リン	mg/L	2.2	✓			✓
22	全懸濁物質	mg/L	< 0 [30]		✓	✓	✓
23	過マンガン酸カリウム消費量	mgO2/L	1.0			✓	
24	アンモニア態窒素	mg/L	0.5	✓	✓	✓	✓
25	全シリカ	mg/L	-	✓			
26	アルミニウム	mg/L	< 0.1		✓		✓

備考1：( )はKS459(2007)の最新規定値。[ ]はNEMA規定値。

備考2：RUJWASCOはKS459(1996)が順守すべき値と認識しており、AWSBとは「現状の測定項目」を水質基準として合意している。

### (c) 実証装置の製造と試運転調整

#### 実証装置の設計と製造

Ruiru サイトでは基準値の数倍から 10 数倍のアルミニウムが原水中に継続的に含まれることが確認され、当初の想定に加え新たな処理条件が付加された。検出されている原水中のアルミニウム濃度がケニアの水質基準値を超過していることを踏まえれば、技術的には敢えて膜処理を用いないという選択肢もあった。しかし、RUJWASCO からは膜処理技術の有効性を確認したいという強い要望があり、これを割愛する案は両者合意出来ず、一方でろ過膜の閉塞要因の 1 つとなり得る高い濁度に加えてアルミニウム処理への対応も必要となり、前処理工程の 1 つとして pH 調整と凝集処理を追加的に組み合わせることとした。

RUJWASCO では、老朽化が進み現在運用を停止している Ruiru 浄水場を更新する際に、高い浄水性能と集積性（省スペース）を有する膜ろ過設備の導入を検討しており、従って本事業ではろ過膜の運用状況を実地で確認したいとの強い意向を示していた。当社は分散型給水事業を RUJWASCO と共に実施することで、技術的な知見を獲得できるだけでなく、

給水実証事業をショーケース的に実施してポテンシャル・ユーザーへアプローチ出来る利点もあり、加圧膜を用いた高い濁度とアルミの処理を、実証装置を用いて行うこととした。

本事業開始当初の設計条件から上述の変遷はあったが、実証事業の実施予算と実施期間の制約を勘案し、装置仕様を以下の通り決定した（別添-9 参照）。

造水性能 : 5 m<sup>3</sup>/h (75 ~100m<sup>3</sup>/日)  
処理対象 : 色度、濁度、一般細菌、大腸菌、鉄、マンガン、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、アルミニウム  
処理フロー : 

取水（既存設備活用）	→	前次亜添加	→	pH 調整（酸）	→
原水槽	→	凝集沈殿	→	砂ろ過 1	→
	→	pH 調整（アルカリ）	→	砂ろ過 2	→
	→	活性炭ろ過	→	後次亜添加	→
	→	UF 膜ろ過	→	送配水	

実証装置の構成に関しては、現地施工の簡略化、モジュール化による今後の装置販売の容易さを念頭に、処理工程に準じた各機器を 1 つのスキッド上に組上げる方式を採用した。これにより、現地施工は各スキッドをそのまま設置場所に据付け、スキッド内部とスキッド間を接続する管やケーブルを施工することで、習熟度の低い現地作業員でも施工が可能な状況をつくった。

#### (d) 実証装置の輸送と通関

##### 輸出梱包、輸出前検査、通関及び海上輸送の準備

輸送及び免税に関しては、現地カウンターパートと免税手続きに関する事前協議を、国内及び現地の協力会社（輸送・現地通関等）とは、免税措置適用に必要な具体的な書類の準備を行った。

実証装置の輸送に際しては、現地での工期短縮を目的としたスキッド型装置を製造したこともあり、陸路及び海上輸送の前段では大型クレーンと低床トレーラーが必要となった（海上輸送では通常のコンテナは装置高さの点で利用できず、輸送費が割高となっている）。

また、ケニアへの装置輸出では、国内輸出前の適合性認証検査（VOC 検査）が必須で複数の詳細資料の提出を求められるが、今回は ODA 案件であったため、手続きや提出書類の簡素化の適用を適宜受けた。

##### 海上輸送、現地通関及び現地陸送

実証装置は横浜港を出港後、約 2.5 ヶ月をかけて Mombasa 港へ到着した。現地通関ではカウンターパートである AWSB の免税手続き遅延があつて通関許可が下りず、最終的に JICA ケニア事務所を介して免税申請を改めて行い、並行して「仮免税通関申請（Provisional

Entry)<sup>15</sup>」を Mombasa 港の税関に対して当社が行い、Mombasa 港到着から更に 2 ヶ月を経て実証装置を現地へ搬入することが出来た（全ての通関関連書類を税関に提出し、免税手続きを完了したのは更に 3 ヶ月先であった）。

なお、本事業では ODA 案件であることから全ての租税が免除となったが、通常通関時には表 10 の税金が課せられる。また、実証装置への適用関税は当初 10～15%と想定していたが、実証装置をスキッド化し、個別の「機械装置」ではなく「水浄化装置」として輸出したことで課税額を低減させることができた（ケニアは EAC（東アフリカ共同体）加盟国であり、EAC 加盟国の関税率は同一である）。

表 10 ケニア通関に係る税金（本実証装置の場合）

課税項目	金額 (Ksh)	概要
輸入関税 (Import Duty)	308,103	主要部材の税率（最終的に全額免税）
国内消費税 (Exercise Duty)	862	対象商材は蒸留水
輸入消費税 (VAT Imports)	635,131	
その他税金 (VAT Oil)	8,566	石油関連商品への対象課税 (ろ材のアンストラサイトが該当)
鉄道開発特別税 (Kenya Railway Development Levy)	296,705	ケニア国内の鉄道開発費用として 近年徴収され始めた特別税

注) 上記の支払総額は実証装置全体の FOB 価格の約 7%に相当 (2015 年 5 月)

#### (e) 投資回収シミュレーション（設計時）

実証装置の実証前、及び設計確定時点の条件で、Ruiru サイトでのアルミ処理を加えた処理フローに基づき、WSP に対するバルクでの売水事業を実施する場合の設備費（初期投資）及び維持管理費の投資回収シミュレーションを行った。今回導入する実証装置の規模感（日量 100 m<sup>3</sup>）では採算が取れないことは予め明確であったため、今後のビジネス展開を視野に入れ、どの程度の規模感であれば事業採算性が確保できるのか、複数の給水量でシミュレーションを試みた。この結果、給水実証前の時点では、商用電源を用いる場合で、日量 800 m<sup>3</sup>程度の規模感であればバルクでの売水事業が成り立つ可能性が見込まれた。

#### (f) 報告書などの作成

### 事業結果の取りまとめ

2015 年 5 月に給水を開始し、約 1 年の給水実証が終了した時点でこれまでの給水状況を精査し、現地カウンターパートと情報共有方、実証事業の成果報告会を行った。具体的に

<sup>15</sup> 免税手続きに時間がかかる場合、正式な免税許可の前に仮免税許可を取得して貨物を通関させ、90 日以内に担当税関に免税書類を提出することで正式に通関させる税関システム。申請後 90 日以内に免税書類の提出が出来ない場合、各種税金の支払いの他、罰則金 (US\$ 5,000) の支払いが求められる。

は、実証装置の稼働状況（給水量、各種トラブル事例、技術移転などの報告を含む）、維持管理に係る費用実績、膜ろ過技術とその運用に関して説明を行った。

### 月報及び進捗報告書の作成など

本事業実施中、月報を毎月、進捗報告書を半期毎に JICA 本部へ提出した。進捗報告書の提出に際しては、進捗報告会を合わせて開催した（計 4 回）。

また、2016 年 6 月までの活動結果を業務完了報告書（案）として取りまとめ、2016 年 7 月に JICA 本部へ提出し最終報告会を開催。この結果を踏まえて加筆修正し、2016 年 9 月に業務完了報告書を JICA へ提出した。

## ② 現地作業

### (a) 実証装置の設置に係る詳細現地調査

### Ruiru サイトと RUJWASCO の概況

本サイトはナイロビ中心部から車で約 30 分、高速道路（Thika Highway）沿いに広がる Ruiru 市中心部に位置する。同市は首都ナイロビの衛星都市であり、東部に隣接する Juja 市と併せた人口は約 277,000 人（2009 年）で、RUJWASCO は WSP として両市の給水を管轄している。

給水区域は Jacaranda 給水区と Juja 給水区に大きく 2 分される。2012 年までは事務所隣設の Ruiru 浄水場により給水が行われていたが、その後それぞれ Jacaranda および Ndarugu の 2 つの浄水場が新設されたため、Ruiru 浄水場は閉鎖された。新設の両浄水場はそれぞれ Ruiru 川、Ndarugu 川の河川水を取水し、凝集沈殿・急速濾過・殺菌を経て管路のあるほとんどの地域に重力配水されている。2 つの給水区は管路で接続されており、その下の各給水区も配管系統は準ネットワークを形成している（図 5 及び表 11 を参照）。

本実証事業の給水対象は RUJWASCO 事務所東側に隣接する Murera/Sisal 給水区の一部であり、東西に約 2 キロ、南北に約 0.7 キロの地区である（図 6 参照）。Murera/Sisal 給水区は現在 Jacaranda 浄水場の処理水の供給を受けているが、その一部や周辺部の水道管未整備地区では住民は私設・公設の井戸を利用して小規模なコミュニティ単位で利用している。

給水区域内の各所にはバルブと枝管が設けられており、比較的自由に給水範囲を設定できるため、導入するプラントの能力に合わせて給水エリアを設定することが可能である。RUJWASCO が当初設定した実証事業の対象給水世帯（接続数）は約 450 世帯（≒4,120 人）であり、主に新興住宅・商業地区で構成されていた。当該地域の配管網は 3 年ほど前に新規敷設されており、現在ではほぼ 24 時間の給水が行われている。<sup>16</sup>IMPACT2013<sup>16</sup>によると未収水量は 30%と報告されている。

簡易世帯調査の結果では、工事による断水を除けば給水量は充足していることが確認さ

<sup>16</sup> IMPACT2013-A Performance Review of Kenya's Water Services Sector 2011-2012 (WASREB 2013)

れている一方、一部の区域では私設井戸の地下水を「ジェリカン」で販売する施設があるほか、水道管未設地域の大口消費者に対しては、給水トラック車（Water Tanker）が RUJWASCO 事務所前で Jacaranda 浄水場から配水される処理水を補給し販売していることが確認されている（給水車の販売単価は 1 m<sup>3</sup>あたり 500 Ksh 前後と高額である）。

また、当該地域は岩盤地帯であり、井戸深度は 200 m から 300 m になり、地下水を揚水するための電気料金が高つくこと、一部の井戸水ではフッ素などの含有量が高いことも報告されており（当社採取の 2 つのサンプルのうち 1 つからも、2.8 mg/L（基準値 1.5mg/L）のフッ素が検出）、将来的に RUJWASCO は、水道水を全て浄水場からの管路給水に切り替える方針である。

RUJWASCO は今後当地区の給水範囲を拡大するために、現在閉鎖中の Ruiru 浄水場の更新による給水を計画しており、当社の実証装置の設置・運用はそのための試験導入として位置付けている。また、現在稼働中の既存浄水場（Jacaranda 浄水場及び Ndarugu 浄水場）についても今後フル稼働することを検討しているが、現在の処理能力では処理性能が追いつかず、限られた敷地では従来型の浄水設備の増設は難しいため供給水質が悪化することを RUJWASCO は懸念している。そのため、本実証事業の結果、敷地利用効率（省スペース）を有する当社実証装置の浄水性能・コスト面の妥当性が確認されれば同様のプラントを増設して高品質の水を供給する意向であり、その際に採用を検討している水処理技術の 1 つが膜ろ過技術であるため、今般本事業に高い関心を持つに至った。RUJWASCO の MD は水処理技術者でかつビジネスとしての給水サービスの運営にも高い意識を持っており、本事業における当社システムの導入に関しても、WSP としての将来計画の中で明確に位置付けている。また当該給水区域では富裕層の急速な流入が進行していると言われており、水道水の量的要求が満たされれば、将来的には質的改善ニーズが増大することを想定している。

Ruiru サイトの実証装置設置場所は図 7 の通り、RUJWASCO が管轄する給水設備の概要は下表の通りである。

表 11 RUJWASCO の管轄する給水システム概要

給水区	管轄浄水場 (WTP)	配水システム	能力
Ruiru	Jacaranda WTP	Ruiru 川を取水源とし、5 つの給水区にほぼ 24 時間給水中。	取水：600 m <sup>3</sup> /h 浄水：13,000 m <sup>3</sup> /D
	Ruiru WTP	Jacaranda WTP の完成により現在は稼働を停止中。	浄水：7,000 m <sup>3</sup> /D (稼働停止中)
Juja	Ndarugu WTP	Ndarugu 川上流部を取水源とし、7 つの給水区にほぼ 24 時間給水中。	浄水：4,000 m <sup>3</sup> /D

注) 上記浄水場は、現在いずれも設計能力の 50%程度で稼働中である。

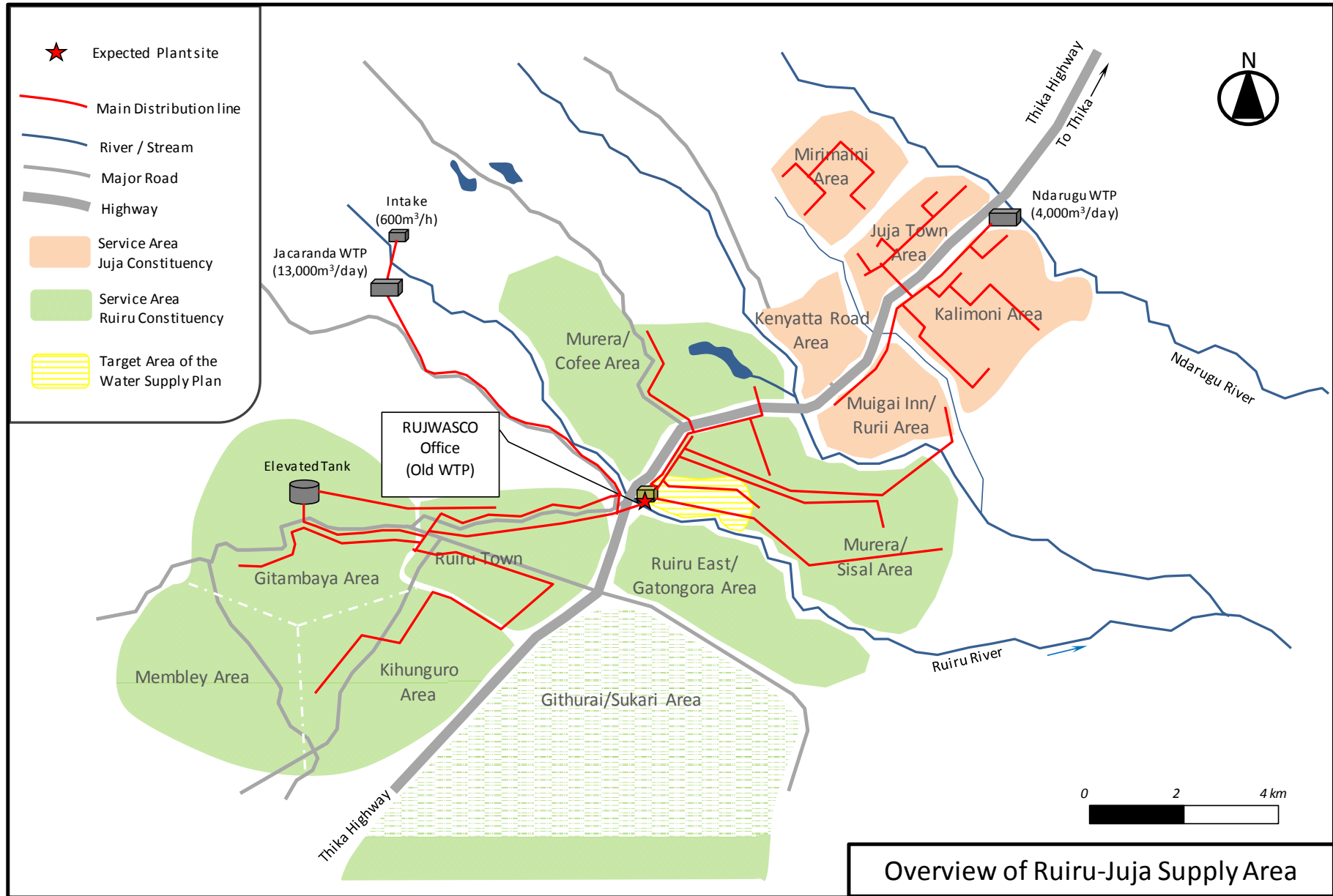


図 5 既存浄水場と給配水系統 (Ruiru 地区)

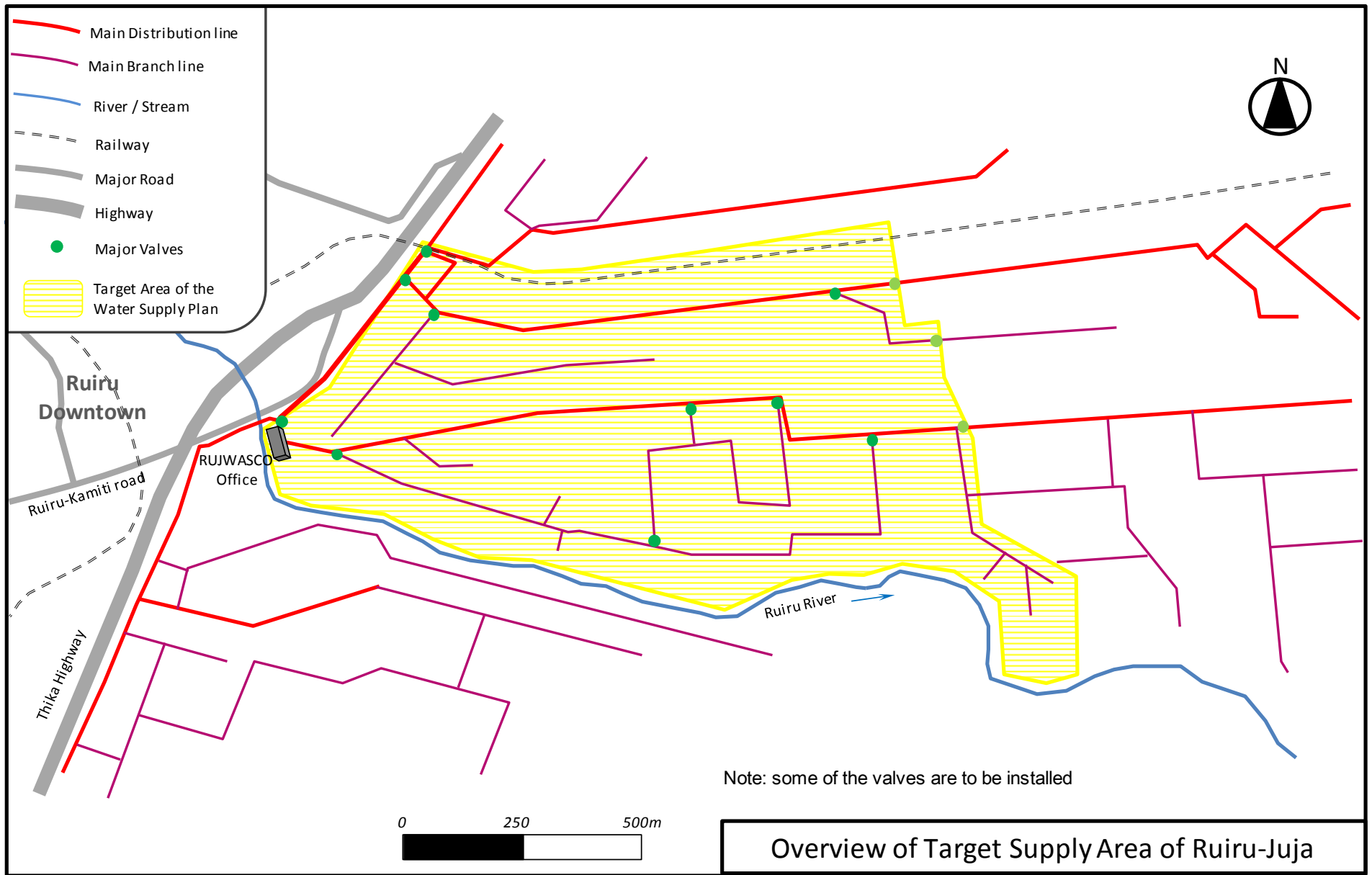


図 6 実証装置の予定給水区域

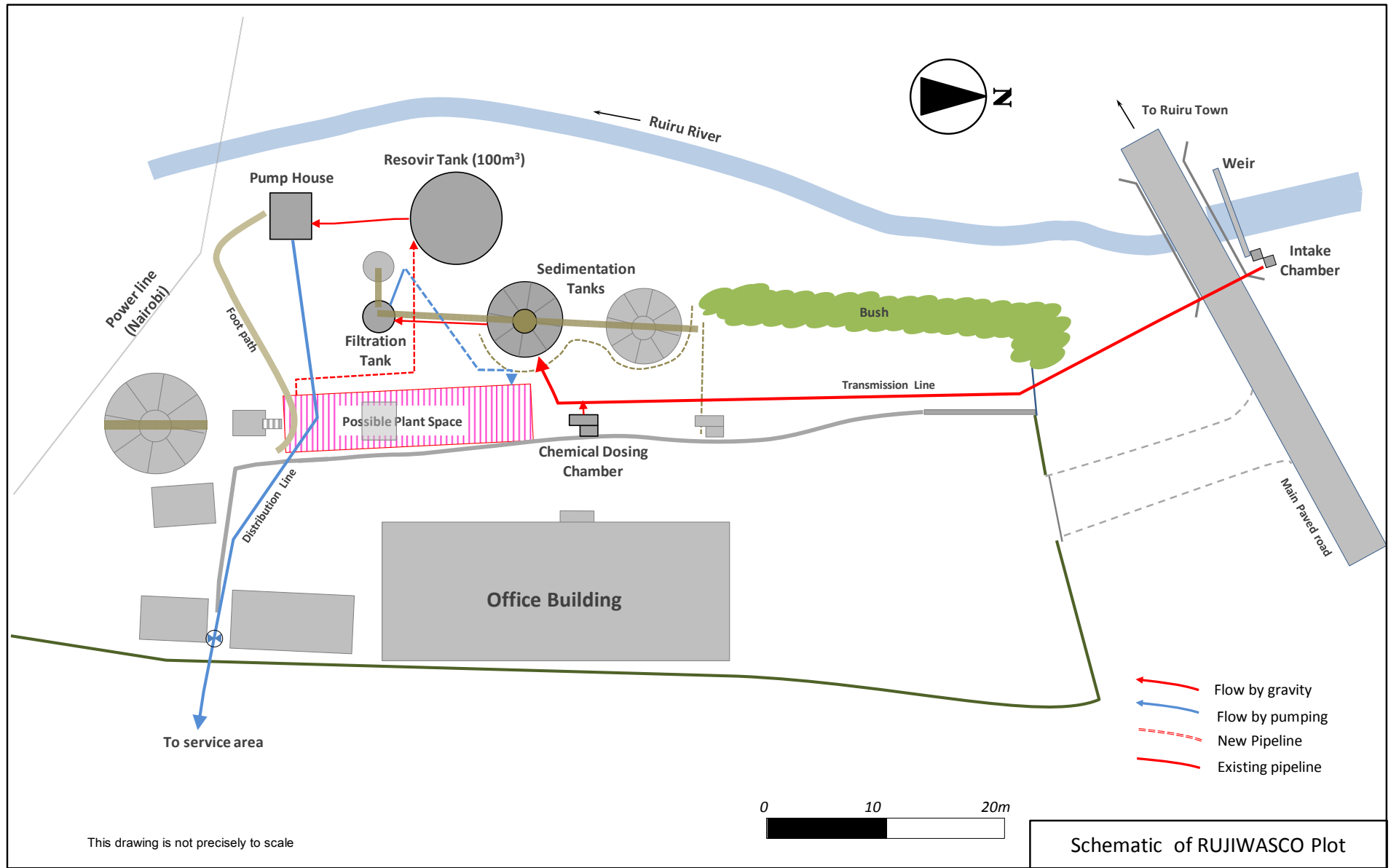


図 7 Ruiru 浄水場と実証装置の配置・見取図



## Ruiru サイトでの現場測量調査等

2014年5月以降、実証装置の設置場所において簡易測量や地盤調査を含む詳細現地調査を実施した。主な目的は設置予定場所での既存構造物（既存配管・電線管）の確認、また、設置予定場所が Ruiru 川の河岸斜面に位置したことから、地盤強度を確認すべく、手動貫入試験と土質サンプルの分析を行った。これらの結果から、実証装置設置場所の最終的は配置案を決定し、同時に、支持力の低い地盤に対しては地盤改良を行った。

## ベースライン調査（世帯調査）の実施

給水実証事業の開始前（2015年5～6月）に、ベースライン調査の一環として、実証装置の給水予定区域内の112世帯と給水予定区域外の15世帯、計127世帯に対してインタビュー形式の世帯調査を行った（調査結果は別添3に示す通り）。

調査結果からは、現在水道水供給を受けている世帯であっても、雨季にはその水質が悪化すると感じていること、季節によって水量が変動することに対する指摘はあったものの、概ね供給水質・水量ともに満足している世帯が多い状況が確認できた。但し、水道水の供給水質に不安を感じる場合に、飲料用としてボトル水を購入している世帯が一定数いることも判明した。

その他、水道料金の徴収、水道メーターや配水管の管理、RUJWASCO スタッフの対応など、サービス面において改善を期待する声も複数確認された。

### (b) 給水実証事業の開始に係る関係者間協議

## 実証事業実施サイトの選定経緯

第1回現地渡航時（2013年11月中旬）に初期段階の実施予定機関であった KARIWASCO と MWT、およびその上位機関である AWSB と MEWNR を訪問し、事業概要の説明と協力要請を行った。本事業に関しては関係者の理解が概ね得られたものの、2014年3月に MWT が管轄する Mataara 地区の住民が給水実証事業の実施中止を求めてきたため、最終的に Mataara サイトを事業実施対象から除外した<sup>17</sup>。その後、当社は複数の代替候補サイトを調査し、RUJWASCO を本事業のカウンターパートとして再選し実施サイトを確定した。

## RUJWASCO との協議 1（給水実証事業）

Ruiru サイトを選定後、第5回現地渡航時（2014年6月）に RUJWASCO と給水実証事業に関する詳細協議を行い先方の了解を得た。給水区域については、実証装置の限られた給水性能に対応すべく、既設給水区域を仕切る手動バルブの開閉によって区域を限定することを確認した。

<sup>17</sup> 事業実施後のビジネス展開を Mataara 地区の住民が拒絶したことによる。

また、実証装置設置時の資機材の仮置きスペース、電気、水などについては、RUJWASCOが無償提供することで合意した。

## RUJWASCO との協議 2（給水区域の設定）

事前の合意にも関わらず、給水実証開始時点で RUJWASCO が実証装置の造水能力を大きく超える給水区域に給配水管を接続し、結果として対象給水区域から断水・濁水といった多くの苦情が寄せられた。その後当社支援を得て、給水開始 1 ヶ月後には給水区域を適正範囲に再設定（図 8）し苦情は一時的なものに収まったが、図らずも RUJWASCO の管理能力不足が露見する格好となった。

これを機に、給水メーターの設置位置（個別接続<sup>18</sup>位置）を当社にて実地確認し、各接続先の利用世帯数や給水状況について調査して水需要量を日量 135 m<sup>3</sup> と推定した。

その後、RUJWASCO にて適正給水区域と給水諸元を下表の通り再設定し、上述の苦情は改善されている。

表 12 本実証事業における給水区域の基本諸元

給水面積	メーター接続数	世帯数	人口
0.2km <sup>2</sup>	52	377	893

### (c) 実証装置の現地設置と給水開始

#### 実証装置の現地施工

実証装置に係る現地施工は、以下の 2 期に分けて実施した。

表 13 実証装置設置工事の概要

第 1 期	施工期間：2015 年 3 月 3 日～4 月 20 日	
基礎工事	既存高架水槽の移設	クレーン等により移動、別置へ再設置
	基礎施工	地盤改良及び鉄筋コンクリート基礎打設
第 2 期	施工期間：2015 年 5 月 26 日～7 月 16 日	
設置工事	装置設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>スキッド型装置の基礎部据付</li> <li>スキッド間配管・配線を施工</li> </ul>
付帯工事	プラント外配管・配線	既存施設とのプラント外電線・配管工事
	プラント付帯工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光発電システムの設置</li> <li>プラント外周フェンスと屋根の設置</li> </ul>
	関連計測機器の設置	・Jacaranda 浄水場の取水部における計器設置

<sup>18</sup> RUJWASCO では契約に基づく給水単位を接続（connection）と呼んでおり、各接続には RUJWASCO から水道メーターが 1 つ貸与される。一般にこの接続下でアパート等の複数の世帯が給水を受けている。RUJWASCO ではこの接続の地理的分布や水利用量を正確に把握していないことが分かっている。

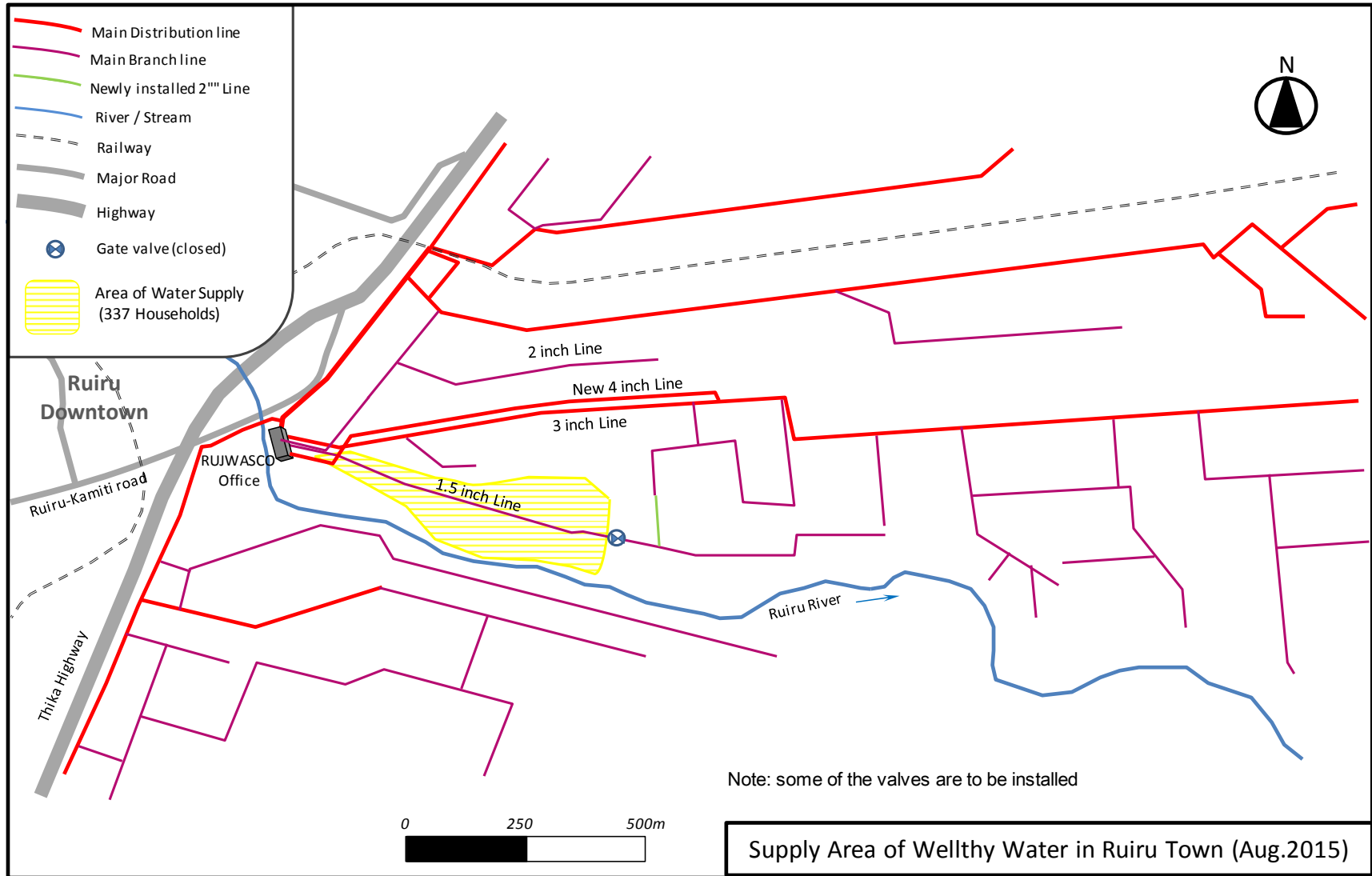


図 8 実証装置の給水区域 (2015 年 8 月末日現在)

## 実証装置の運転調整と給水開始

実証装置の現地設置後、装置運用で必要となるろ材の投入や制御盤への通電、薬品調整（次亜塩素酸カルシウム）や機器類の機能確認などを、当社標準手順に則り実施した。装置稼働後は運転バランスを調整し、河川水を取水して膜ろ過処理水を造水し、その処理水の水質が本事業の要求水質に適合していることを確認した後に、2015年6月25日より給水区域への送配水を開始した。

### (d) 給水式と技術セミナーの実施

2015年6月25日に給水開始を記念する給水式を、これに引き続き、Ruiru 市内にて技術セミナーを AWSB・RUJWASCO・当社で共催した。当社はこのセミナー及び前段の式典を通じて当社技術や事業の認知度を高めるべく、Kiambu County 政府関係者、ケニア投資庁、水省、AWSB、各地の WSP 等の公的機関を中心に招待した結果、技術セミナーには約 35 名が出席した。同セミナーでは、当社の浄水・膜ろ過技術に関する内容、および当社の事業と本実証事業の概要説明に関する内容で 2 つのプレゼンテーションを行った。参加者からは、膜の逆洗の仕組みや排水処理技術、装置価格などに関する質問が挙がり、膜処理技術に対する一定の関心が確認できた。

### (e) 実証装置の運用と給水状況

## 実証装置の運転概況

給水開始後の給水状況は設計条件に沿ったものであり、外部要因を除き、概ね順調に運用できることが確認された。具体的な稼働日数、月間給水量、主な運転概況は表 14 の通りであり、維持管理業務については、原則 2 名の当社現地要員を主担当社として、遠隔監視システムを活用した遠隔メンテナンスサポートを適宜行いながら実施した。

表 14 実証装置の運転概況

日付	稼働日数	給水量 (m <sup>3</sup> /月)	主な運転概況
2015年6月	(10)	(662)	試運転調整→給水開始
7月	29	2,395	
8月	30	2,762	給水区域の再設定を実施
9月	21	1,699	薬品種変更 (Ca(ClO) <sub>2</sub> → NaClO) 受電電圧上昇に伴うポンプ損傷→装置停止 (7日間)
10月	1	70	損傷機材の調達・輸送及び修理のため給水停止 (30日間)
11月	28	2,609	装置運転再開
12月	30	2,725	
2016年1月	26	2,276	受電トラブル (整圧器へのヘビ接触)
2月	22	1,961	既存設備の盗難被害 (受水槽仕切弁)
3月	29	2,460	原水濁度上昇に伴う取水ポンプ閉塞 (濁度 500 度超)
4月	25	2,046	同上
5月	14	1,089	薬品種変更 (NaClO → Ca(ClO) <sub>2</sub> ) 給水区域内下水道工事に伴う給水停止 (16日間)
合計	255	86.4 m <sup>3</sup> /D	備考) 日量 45m <sup>3</sup> 以上の稼働日を対象として設定

装置運用上のトラブルとしては、塩素酸化剤の不溶残渣による薬注系統の閉塞（注入点と注入チューブ）が主なものであり、当該パーツの分解・洗浄、または交換により簡便な対処が可能であった。これ以外は主として外部要因によるものであり、①商用電源の停電に伴う実証装置の停止（不定期停止、但し自動復帰機構付）、②商用電源の電圧上昇に伴う電動機類の損傷、③雨季の濁度上昇（計測上限の 500NTU を超えるもの）に伴う取水ポンプの閉塞である。①については対策無し、②は整圧器を追加設置して AC400V±12.5%（AC450V 超）で実証装置への受電を自動的に遮断するシステムとした。③は取水ポンプを引き上げて洗浄し対応している。

また、実証装置の処理水出口部では一定の残留塩素濃度を有する水が確認されており、月例での水質分析結果に基づけば、造水水質に問題は無かった。給水末端でも同様に給水水質に関する現地簡易調査を計 2 回（各 10 ヲ所程度の世帯が対象）実施したが、いずれも濁度、色度、残留塩素濃度は良好で、後述の通り受益者の評価は高かった。

## 設計値と運用値との比較検証

約1年に及ぶ給水実証の結果と、設計値との比較は以下の通りである。

### 装置稼働率

設計値	100% (年間想定稼働日数 331 日、2015 年 7 月～2016 年 5 月)
実績値	77% (実稼働日数 255 日)

### 造水量

設計値	85.5 m <sup>3</sup> /日 (17.1 時間/日×5.0 m <sup>3</sup> /h)
実績値	86.4 m <sup>3</sup> /日 (17.3 時間/日×5.0 m <sup>3</sup> /h)

### 使用電力量

設計値	2.50 ～ 3.00 kWh/m <sup>3</sup>
実績値	1.44 kWh/m <sup>3</sup> (うち取水・送配水ポンプを除くと 0.39 kWh/m <sup>3</sup> )

### 維持管理要員

設計値	2.5 人日/月 (当社及び RUJWASCO 職員)
実績値	7.0 人日/月 (同上+作業要員)

### 薬品使用量

設計値	17.0 L/日 (10% 次亜塩素酸ナトリウム溶液) 3.2 L/日 (硫酸バンド溶液) 2.3 L/日 (60% 希硫酸溶液) 0.6 L/日 (25% 苛性ソーダ溶液)
実績値	27.6 L/日 (10% 次亜塩素酸ナトリウム溶液) 10.6 L/日 (10% 次亜塩素酸カルシウム溶液)

また、上記から導出された実証装置の維持管理費用は以下の通りであった。

### 維持管理費

設計値	150.0 Ksh/m <sup>3</sup> (フルメンテナンス：下記+水質分析・機材交換・保証) 72.8 Ksh/m <sup>3</sup> (都度メンテナンス：電力・薬品・月例点検労務のみ)
実績値	113.9 Ksh/m <sup>3</sup> (フルメンテナンス) ※Ca(ClO) <sub>2</sub> 使用時 101.1 Ksh/m <sup>3</sup> (都度メンテナンス) ※NaClO 使用時 57.2 Ksh/m <sup>3</sup> (都度メンテナンス) ※Ca(ClO) <sub>2</sub> 使用時

維持管理では、最終的に次亜塩素酸カルシウムを塩素酸化剤として使用しており、都度メンテナンスを行う場合、実証装置の 5.0 m<sup>3</sup>/h という小規模なものであっても、RUJWASCO の公定給水単価 60 Ksh/m<sup>3</sup> よりも廉価に膜ろ過を製造・供給できることが実証された。

その内訳は以下の通りであり、必要最低限のメンテナンスを行う場合では、50%以上を電力費が占めることも分かった。但し、この電力費では実証サイト特有の条件から、取水・送配水ポンプを設置し消費電力量が高振れしており、これらが不要なサイトであれば、電力費は 8.4 Ksh/m<sup>3</sup> となり維持管理費自体を 34.5 Ksh/m<sup>3</sup> まで下げることが可能である。

また、水質分析、故障時の機器交換（無償交換）、運転保証などを追加的にパッケージ化したフルメンテナンス型の維持管理を行う場合、その単価は 113.9 Ksh/m<sup>3</sup> となっている。

#### 実績値の内訳 1（都度メンテナンスの場合）

薬品費	4.4 Ksh/m <sup>3</sup> (7.6%)
電力費	31.1 Ksh/m <sup>3</sup> (54.4%) ※浄水部分のみでは 8.4 Ksh/m <sup>3</sup> (14.7%)
点検労務費	21.7 Ksh/m <sup>3</sup> (38.0%)
小計	57.2 Ksh/m <sup>3</sup>

#### 実績値の内訳 2（フルメンテナンスの場合）

上記小計	57.2 Ksh/m <sup>3</sup> (50.2%)
水質分析費	11.4 Ksh/m <sup>3</sup> (10.0%)
機器交換費	25.7 Ksh/m <sup>3</sup> (22.6%)
保証・間接費ほか	19.6 Ksh/m <sup>3</sup> (17.2%)
小計	113.9 Ksh/m <sup>3</sup>

#### (f) 実証装置の水処理実績

本実証事業では、高濁度の表流水を直接取水し、加圧型のろ過膜で処理を行っている。加圧型のろ過膜では、一般的に運転時の最大許容濁度は 100 NTU 以下であり、この値で連続運転すると造水効率が低下し、十分な膜ろ過水の供給が行えない。当社の運用実績でも数十 NTU を許容最大濁度の上限値として運用していること、また、より高い濁度に強いと言われている浸漬型のろ過膜でも 200 NTU（短時間のピーク時で 1,000 NTU）以下が最大許容濁度として規定されているものが多く、今回短期的に 500 NTU を超える原水を対象とした水源で加圧型のろ過膜を使用することは、技術面での難易度が高いと言えた。

また、今回実証装置の運転では、約 1 年に亘り、遠隔監視システムを活用しながらリアルタイムに各種の計測データを取得・記録した。水質データは、概ね 1 ヶ月毎に検体を採水し分析機関にて水質分析を行った。

#### 原水水質

水源の原水水質を約 1 年間に亘って分析機関で分析した結果、表 15 の通り、色度、濁度、鉄、アルミニウム及び TOC が設計値よりも高い値を示した。

表 15 水源の原水水質（設計値と実績値）

主要水質項目	設計値（事前収集結果）	実績値
一般細菌	2,420+ 個/100mL	2,420+ 個/100mL
大腸菌	陽性	陽性
pH	7.2 ~ 8.3	7.0 ~ 8.3
色度	25 ~ 350 度	20 ~ 420 度
濁度	5 ~ 62 NTU	3 ~ 281 NTU
鉄	0.4 ~ 3.3 mg/L	0.5 ~ 7.9 mg/L
マンガン	0.08 ~ 1.80 mg/L	0.10 ~ 1.50 mg/L
アンモニア態窒素	0.01 ~ 0.28 mg/L	0.04 ~ 0.08 mg/L
アルミニウム	0.5 ~ 1.8 mg/L	0.0 ~ 5.6 mg/L
全有機炭素（TOC）	1.6 ~ 1.9 mg/L	1.3 ~ 4.9 mg/L

また、月毎に採水した原水と、実証装置の処理水の水質分析結果は表 16 と表 17 である。表 16 では原水中の主要項目の多くで水質基準値を超過していることが分かるが、表 17 では、膜ろ過技術を用いた実証装置によって、これらが概ね適切に処理されていることが分かる。



表 16 実証装置の原水水質 (2015年6月～2016年5月)

S/N	検査項目	単位	17-Jun	1-Jul	31-Jul	31-Aug	30-Sep	9-Nov	8-Dec	2-Feb	15-Mar	28-Apr	30-May
			CWTL&AL	CWTL	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関
1	一般細菌	個/100mL	> 2420	> 2420	> 300	> 300	> 300	2	> 300	0	> 300	> 300	> 300
2	大腸菌	個/100mL	548	214	Positive	Positive	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive	Positive	Positive
3	pH	-	7.1	7.2	7.1	7.4	7.2	7.6	7.1	8.3	7.4	7.0	7.3
4	色度	度	200	70	31	20	22	79	102	50	70	420	74
5	濁度	NTU	48.2	34.1	7.3	3.1	3.0	42.7	41.7	24.7	28.8	281.0	32.4
6	鉄	mg/L	0.6	0.7	1.2	0.5	0.5	3.1	2.2	1.6	1.5	7.9	1.6
7	マンガン	mg/L	0.100	0.100	0.180	0.110	0.150	0.360	0.440	0.230	0.390	1.500	0.260
8	亜硝酸態窒素	mg/L	0.020	<0.01	0.005	0.005	0.008	< 0.004	< 0.004	< 0.004	0.004	< 0.004	< 0.004
9	ヒ素	mg/L	0.008	0.011	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001
10	アンモニア性窒素	mg/L	0.08	0.04	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
11	アルミニウム	mg/L	0.012	N.D.	1.400	0.170	0.180	4.300	1.600	1.400	0.990	5.600	0.970
12	TOC	mg/L	-	-	1.6	1.3	1.4	3.2	2.4	1.9	2.1	4.9	1.7

水質基準値超過(ケニア基準)

表 17 実証装置の処理水水質 (2015年6月～2016年5月)

S/N	検査項目	単位	17-Jun	1-Jul	31-Jul	31-Aug	30-Sep	9-Nov	8-Dec	2-Feb	15-Mar	28-Apr	30-May
			CWTL&AL	CWTL	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関
1	一般細菌	個/100mL	N.D.	N.D.	0	0	6	3	41	0	> 300	> 300	> 300
2	大腸菌	個/100mL	N.D.	N.D.	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
3	pH	-	7.4	7.2	7.1	7.3	7.3	7.1	6.9	6.9	7.0	7.2	6.9
4	色度	度	<5	<5	1	1	1	2	3	4	6	2	2
5	濁度	NTU	0.3	0.4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	0.1	< 0.1
6	鉄	mg/L	<0.01	<0.01	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
7	マンガン	mg/L	<0.01	<0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
8	亜硝酸態窒素	mg/L	<0.01	<0.01	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
9	ヒ素	mg/L	0.005	0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
10	アンモニア性窒素	mg/L	0.03	N.D.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
11	アルミニウム	mg/L	0.01	N.D.	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
12	TOC	mg/L			< 0.3	1.3	1.2	2.1	1.8	1.6	1.5	2.2	1.3
13	残留塩素濃度	mg/L	1.5	1.5	1.1	1.1	0.9	1.4	1.1	1.1	1.4	1.3	1.0

水質基準値超過(ケニア基準)

次に、実証装置の取水源である Ruiru 川の河川濁度と、その上流 15km に位置する Jacaranda 浄水場の河川濁度を、2015 年 6 月から計測したものが図 9 と図 10 である。これによれば、6 月～9 月までは乾期のため濁度は低い値で推移しているが、雨期となる 10～12 月と 4～5 月では、計測濁度は優に 500 NTU を超えることが分かった。年間の挙動という観点では、上流部にある Jacaranda 浄水場の取水部よりも、下流部の Ruiru サイトの方が濁度の短期的は変動が多く見られている。

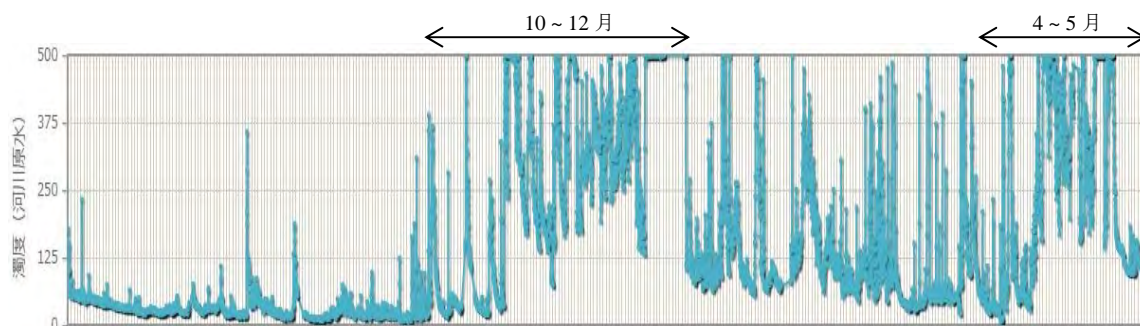


図 9 Ruiru サイトの河川濁度 (2015 年 6 月～2016 年 5 月)

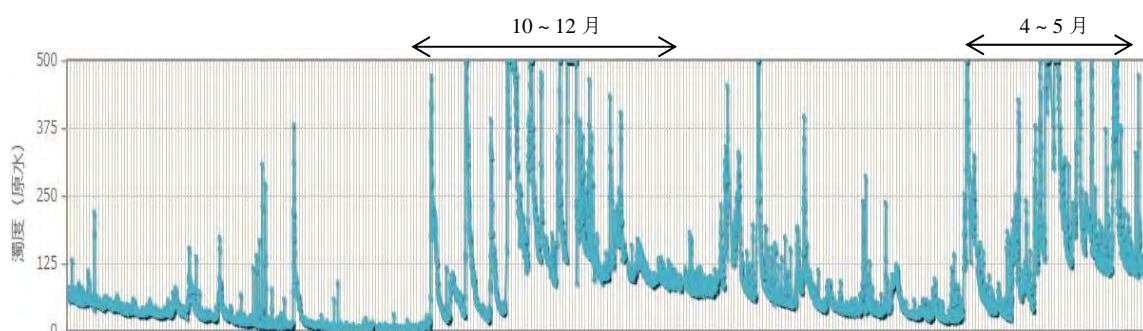


図 10 Jacaranda 浄水場の河川濁度 (2015 年 6 月～2016 年 5 月)

上図のように変動幅の大きな水源原水に対し、年間を通じた膜ろ過装置の流量及び運転圧力は図 11 と図 12 の通りであった。膜ろ過流量については運転当初に  $5.0 \text{ m}^3/\text{h}$  で設定し、運転 2 ヶ月目からこれを  $5.5 \text{ m}^3/\text{h}$  まで上げて連続通水を行った。上述のような原水濁度の変動はあったものの、結果としては、運転流量及び圧力については大きな問題は確認できず、当初想定したよりも高濁水に対する適性が加圧型のろ過膜にあることが分かった。

また、1 週間程度の短期的な原水濁度の変動影響を確認すべく、水源原水の濁度と膜ろ過装置の運転圧力を比較したものが図 13 と図 14 である。これらの図を見る限り、一時的に 500 NTU を超える原水濁度であっても膜ろ過圧力は安定しており、実証装置の膜ろ過処理に大きな影響を与えない運用条件を構築できていることが分かった。

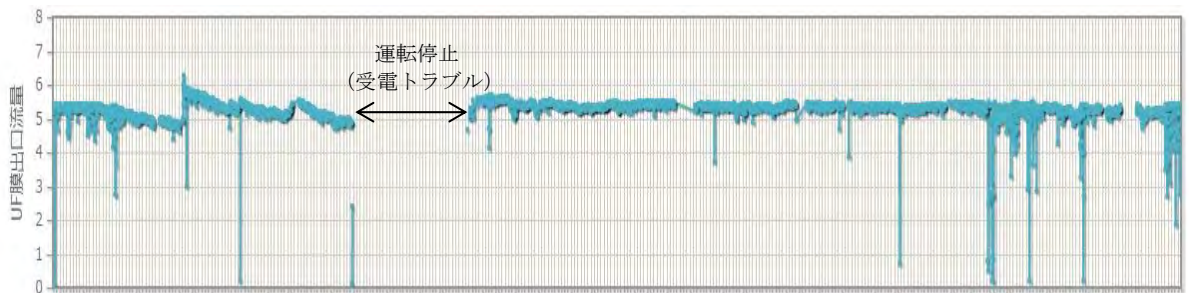


図 11 実証装置の膜ろ過流量 (2015年6月～2016年5月)

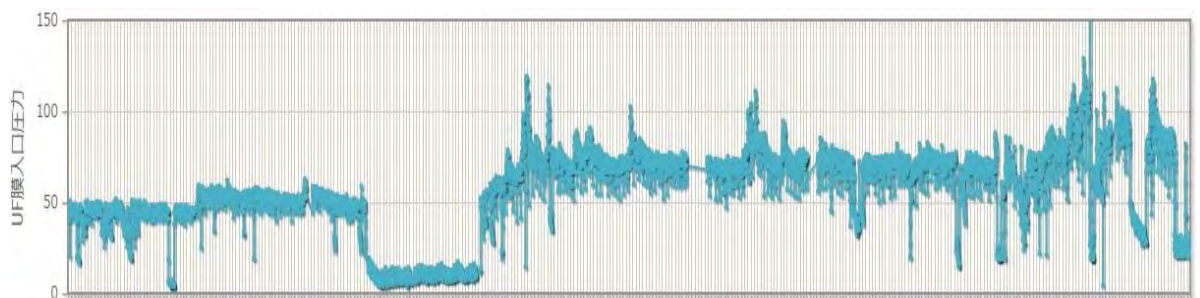


図 12 実証装置の膜ろ過圧力 (2015年6月～2016年5月)

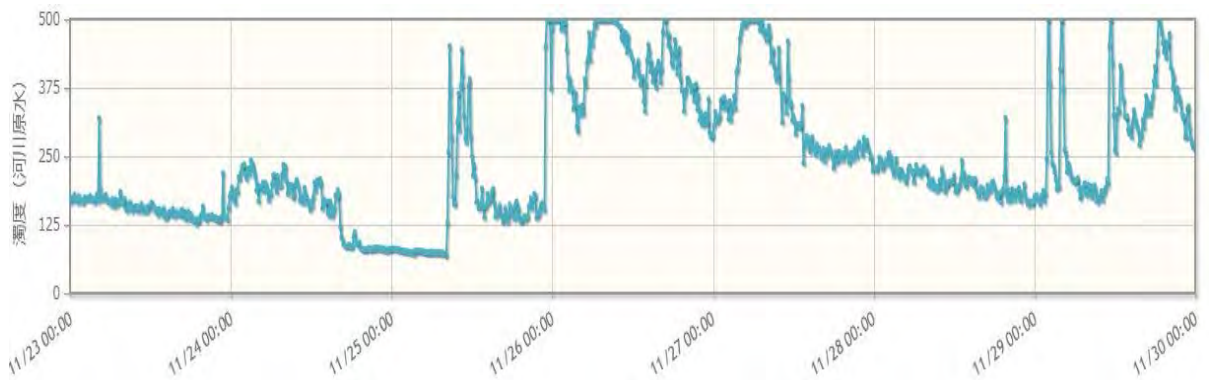


図 13 Ruiru サイトの河川濁度 (2015年11月23日～30日)



図 14 実証装置の膜ろ過圧力 (2015年11月23日～30日)

実証装置の処理性能の観点では、最後に各処理プロセスがどのような性能を発現出来たかを確認した。実証装置は原水取水後、図 15 の通り (1) → (2) → (3) → (4) → (5) のプロセスを経て最終的な処理水が製造されている。

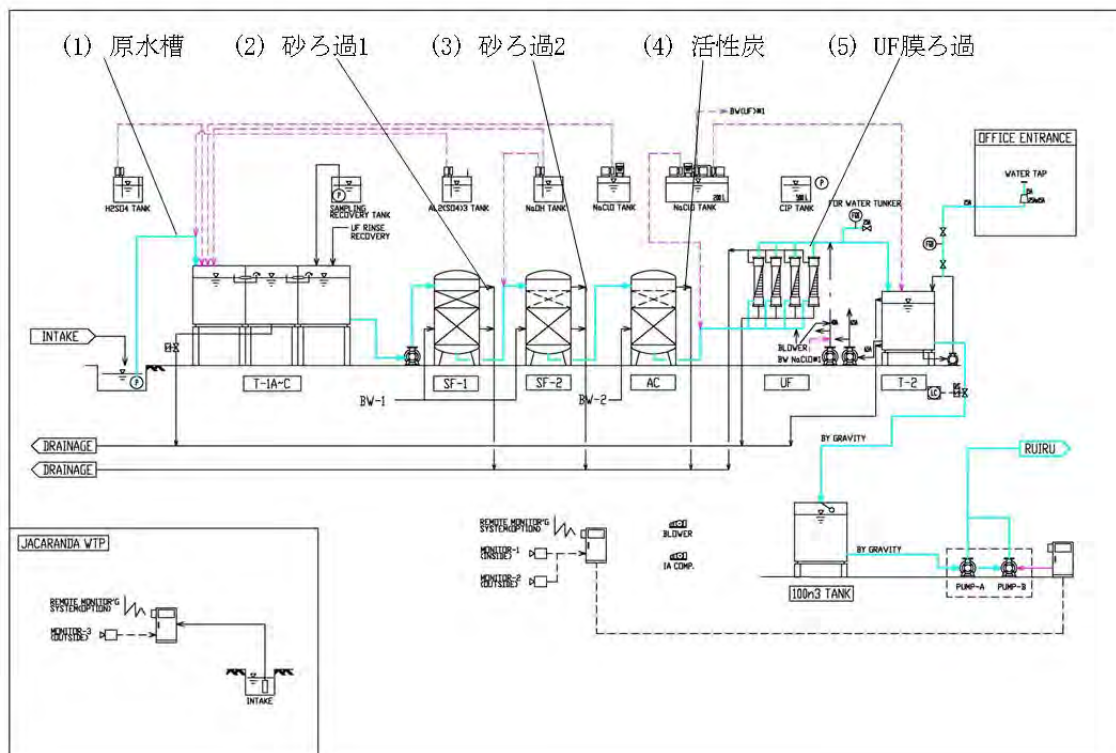


図 15 実証装置の処理プロセス

上記の各処理プロセスの出口水質について、主要項目をまとめたものが表 18 である。

表 18 実証装置の各処理プロセスの水質

S/N	検査項目	単位	原水槽	砂ろ過1出口	砂ろ過2出口	活性炭出口	膜ろ過出口
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関	国内分析機関
1	一般細菌	個/100mL	2	0	19	3	3
2	大腸菌	個/100mL	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
3	pH	-	7.6	7.5	7.6	7.2	7.1
4	色度	度	79	71	70	70	2
5	濁度	NTU	42.7	25.6	23.8	21.3	<0.1
6	鉄	mg/L	3.1	2.5	2.4	2.2	<0.03
7	マンガン	mg/L	0.360	0.180	0.170	0.150	<0.005
8	亜硝酸態窒素	mg/L	<0.004	-	-	-	<0.004
9	硫酸イオン	mg/L	3.0	-	-	-	3.0
10	全溶解成分	mg/L	141	143	132	138	115
11	ヒ素	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
12	アンモニア性窒素	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
13	アルミニウム	mg/L	4.3	3.6	3.5	3.3	<0.02
14	全有機炭素 (TOC)	mg/L	3.2	3.0	2.9	2.9	2.1

水質基準値超過 (ケニア基準)

この表に依れば、前処理として塩素酸化剤を用いた接触ろ過などを行ったとしても、本実証事業で対象とする主要水質項目は途中段階では処理し切れず、最終的にろ過膜で処理出来ていることが分かる。水源水質にはシルトと思われる地質由来の懸濁物質が多く含まれており、着色要因の1つとなっている。酸化剤を添加した後にこれらのシルトと金属類がフロックを形成するものも、ろ過砂では捕捉できない大きさであり、結果としてろ過膜で捕捉する工程となっている。

従って、本水系及びケニアで多くみられる高い濁度で季節変動の大きい表流水を水源とする場合、水質基準値を適切に遵守しようとするれば、従来法としての凝集沈殿処理か、本実証事業で採用したろ過膜が有効となる。急速ろ過や活性炭吸着法では、要求される水質の処理水を安定的に造水することは困難と判断した。

なお、本実証事業では高い原水濁度と適切なアルミニウム処理の観点から、当初はpH調整を含む凝集法を前処理技術として採用する予定であった(写真2)。しかし、メンテナンスを担当する現地技術要員及びカウンターパートの技術水準を勘案し、最終的には酸化法を中心とした前処理技術を採用し、維持管理上の持続性を優先した(写真3)。



写真2 処理状況 (pH調整+凝集法)



写真3 処理状況 (酸化+膜ろ過法)

#### (g) 現地水質分析機関の分析精度比較

2015年6月に実証装置で給水を開始して以来、装置の月例点検時に原水及び処理水の採水・分析を実施した。当初は現地の水質分析機関へ分析を委託していたが、水質分析精度が低く処理性能の確認が十分に行えないリスクを考慮し、その後検体を日本へ輸送し水質分析を行った。また、現地水質分析機関の分析精度を確認すべく、同一検体を、日本を含む複数の水質分析機関に送り、一斉分析を試みた。日本の水質分析機関の水質分析結果を真値とし、真値に対して±25%以内であれば信頼し得ると仮定し、計5つの現地水質分析機関で分析精度を比較した結果は表19と表20の通りである。その結果、信頼性がある程度高いと判断されたのは1機関のみ(CWTL)であった。

表 19 実証装置の原水水質 (2015年6月～2016年5月)

実証装置 / 原水 (採水日: 2015年9月17日)									
S/N	検査項目	単位	KS05-459 基準値	国内分析機関	Aqualytic	SGS	UoN (CICu)	KEBS	CWTL
				日本	ケニア	ケニア	ケニア	ケニア	ケニア
1	pH	-	6.5 - 8.5	7.3	7.7	6.7	7.5	7.2	7.4
2	色度	度	< 15	20	77	3	23	-	70
3	濁度	NTU	< 5	3.8	8.1	3.7	13.8	0.8	8.8
4	電気伝導度	uS/cm	-	64	137	71	72	180	75
5	鉄	mg/L	< 0.3	0.5	0.4	0.0	0.9	0.1	0.3
6	マンガン	mg/L	< 0.1	0.120	0.146	< 0.002	ND	0.013	0.080
7	フッ素	mg/L	< 1.5	0.18	ND	0.39	2.00	0.45	0.21
8	硝酸態窒素	mg/L	< 10	0.7	0.9	-	2.0	3.5	0.7
9	全溶解成分 (TDS)	mg/L	< 1,500	61	69	50	36	126	47
10	ヒ素	mg/L	< 0.05	< 0.001	0.010	ND	0.010	ND	0.010
11	アルミニウム	mg/L	< 0.1	0.2	0.0	< 0.04	4.2	0.1	-
12	全有機炭素 (TOC)	mg/L	-	1.6	-	-	-	-	-

国内分析機関の分析結果に対して±25%以上の項目

表 20 実証装置の処理水水質 (2015年6月～2016年5月)

実証装置 / 処理水 (採水日: 2015年9月17日)									
S/N	検査項目	単位	KS05-459 基準値	国内分析機関	Aqualytic	SGS	UoN (CICu)	KEBS	CWTL
				日本	ケニア	ケニア	ケニア	ケニア	ケニア
1	pH	-	6.5 - 8.5	7.3	7.6	6.8	7.2	7.0	7.4
2	色度	度	< 15	1	1	3	0	-	< 5
3	濁度	NTU	< 5	< 0.1	0.2	0.5	0.5	0.1	0.3
4	電気伝導度	uS/cm	-	88	203	98	97	220	87
5	鉄	mg/L	< 0.3	< 0.03	ND	< 0.007	2.4	-	0.6
6	マンガン	mg/L	< 0.1	< 0.005	0.016	< 0.002	ND	ND	< 0.01
7	フッ素	mg/L	< 1.5	0.19	ND	0.56	1.80	0.38	0.22
8	硝酸態窒素	mg/L	< 10	0.7	1.4	-	1.6	4.5	0.8
9	全溶解成分 (TDS)	mg/L	< 1,500	69	101	69	49	154	54
10	ヒ素	mg/L	< 0.05	< 0.001	ND	ND	0.010	ND	0.006
11	アルミニウム	mg/L	< 0.1	< 0.02	ND	< 0.04	3.3	0.0	-
12	全有機炭素 (TOC)	mg/L	-	1.3	-	-	-	-	-

国内分析機関の分析結果に対して±25%以上の項目

## (h) 維持管理業務と技術移転

現地側への技術移転は、給水開始後の日常点検及び月例点検の機会を中心に、当社現地傭人と RUJWASCO 職員に対して実施した。具体的な内容は、日常的な処理水水質の確認、月例での薬品補充や機材確認、計器校正や検体採水などであり、突発的に発生するトラブルへの初期対応も含めた。

実証装置の運用開始及び引渡しに合わせて、関連マニュアルを当社にて作成・改廃し都度関係者へ発行した。各種点検業務に係る技術移転状況は以下の通り。

### 日常点検

日常点検では、主に日常点検表に基づく実証装置の運転状態記録、処理水の簡易水質検査（週 1 回）、積算値の検針、薬品残量の目視確認と記録などを行う。本点検は実施回数を重ねることで RUJWASCO 職員の軽度なミスが徐々に減り、作業効率が改善された。

### 月例点検

月例点検は主に当社の現地傭人が担当し、適宜 RUJWASCO 職員が参加する形式とした。点検内容は、日常点検の各項目に加え、計器類の校正、薬品の調合・補充、機械類の動作確認、原水及び処理水の採水と分析委託などである。特に、薬品調合（紛体薬品を調達し処理水で規定濃度の溶液になるよう調合）では薬品飛散防止用の防具をつけるなど、安全対策には十分留意し、はじめの数回は当社社員が必ず立ち会った上で技術移転を行った。また、上記の各種作業で必要な手順については、実際の写真を用いて全ての作業をマニュアル化し、現地担当者と共有することでケアレスミスなどの防止対策とした。

### 年次点検

給水開始後 1 年目に、当社の技術者を現地へ派遣し、現地傭人などへの OJT も兼ねて年次点検を実施した。具体的な内容は月例点検に準ずるものであるが、水槽類の内部清掃や機器などの分解清掃、配線・配管などの増し締め、システム全体の運転性能に関する検証作業などが対象となる。また、ろ過膜が閉塞している場合には薬品での洗浄が必要であり、今般技術移転を念頭に合わせて実施した。

### 緊急点検（トラブル対応）

緊急点検は、上記以外で突発的に発生するトラブルへの対応を指す。はじめは当社社員が、次いで当社の現地傭人が、その後徐々に RUJWASCO 職員も参加する形で、OJT 形式でトラブル対応を進めてきた。これまでに発生したトラブルとしては、薬注システムの閉塞に関するものが最も多い。トラブルが発生すれば実証装置は自動的に停止するため、停止後の装置確認と原因究明、トラブル解消と動作確認、再稼働という一連の業務が必要となる。

トラブルの発生原因究明は当初現地スタッフにとっても難しかったが、当社社員が遠隔監視システムを活用して運転データを日本から確認し、適宜電話などで指示を出すことで十分な対応が行えた。同時に、同様のトラブル対応を複数回経験することで現地備人の経験値も上がり、類似トラブルには自らが判断して対応できるようになっている。

本件に関して特筆すべき事項としては、遠隔監視システムの有効利用が挙げられる。本システムで実証装置の運転・計測データに加え、複数台の監視カメラを設置してプラント内外の状況もリアルタイムで取込んでいる（図 16 参照）。実証装置のトラブル発生時には当社社員の携帯電話へ警報メールが自動配信されるため、即座に現地状況を確認することができ、その上で現地備人に適切な指示を出すことが出来た。



図 16 遠隔監視システムの画面例



## (i) インパクト評価

給水実証事業のインパクトを評価すべく、給水開始後に給水対象地区で世帯向けにインタビュー調査を行った（対象世帯数は計 83 世帯、うち対象給水区域内 64 世帯、対象給水区域外 19 世帯）。本調査の結果概要は以下の通りである。

### 給水水質

- ・ 給水開始前、給水区域内の対象世帯の 90%が既存水道の供給水質に問題はないと回答していたが、給水開始後の調査では 98%へ増加した。
- ・ 給水開始前は給水対象世帯 81%が、既存水道水を煮沸又は殺菌剤で処理し水を利用していたが、給水開始後は 44%へ減少した。また、水道水を主要水源とする世帯のうち、64%が水道水を直接飲用するようになった（給水開始後、水道水がきれいになったと回答した世帯は 17%であり、「水が透明」「混じり気がない」「無臭」などが根拠として挙げられた）。

### 給水水圧

- ・ 給水対象区域内の 11 世帯（対象区域内全体の 17%）が、供給開始後の供給水圧の低さを指摘した（給水本管からやや離れた高台の居住区が中心）。

### インパクト（水利用状況の変化）

- ・ 実証事業の実施に伴う直接又は間接的インパクトは表 21 の通りであり、実証装置による給水開始以降、約 35%が水道水の水質改善を実感していることがわかった。また、実証装置による給水前は雨季の水質悪化を指摘する声があったが、給水開始後は聞かれなくなった（さらには、雨季であっても水質が悪化しないことを実感できるようになったと明言した世帯もあった）。
- ・ 水道水が清澄かつ飲用可能となり、最も軽減された負担としては、安全な水を手に入れるためにかかる時間と金銭的負担を挙げた世帯が最も多かった。また実際に、水質改善によって煮沸や殺菌剤、家庭でのボトル水購入などが不要になったため、それらにかかる時間と金銭的負担も軽減できた、との意見も多数確認できた。

表 21 本事業実施に係るインパクト

調査項目		対象区域内 (64 世帯)
直接的 インパクト	【質問】 実証装置による給水開始後の変化 (複数回答可)	
	供給量の増加	21.1%
	供給量の減少	10.2%
	水圧の増加	18.7%
	水圧の低下	13.9%
	水質の改善	34.9%
	水質の悪化	0.0%
間接的 インパクト	【質問】 水道水が清澄かつ飲用可になって軽減された負担 (自由回答、回答件数)	
	水を手入するためにかかる時間	45
	水を手入するためにかかる労力	5
	水を手入するためにかかる 金銭的負担	51
	煮沸にかかる燃料	15

注) 対象給水区域内 64 世帯のうち、ベースライン調査で調査した世帯は 33 世帯である。

その他、給水対象区域において給水状況の簡易調査を 2 回、各 10 世帯を対象に実施した。各 10 世帯のうち 2 世帯は RUJWASCO による給水区域、その他 8 世帯は実証装置による給水区域から選択した。調査の結果、RUJWASCO による給水区域では 4 世帯中 3 世帯で断水が、2 世帯で水の濁りが指摘されたが、実証装置による給水区域においては濁度・色度大腸菌のいずれも非検出、水量又は水圧の不足に関する指摘は 16 世帯中 2 世帯に留まった。

(j) 事業報告会 (Wrap-up Seminar / Closing Workshop) の開催

2016 年 6 月 28 日に Ruiru 市内で Wrap-up セミナーを開催し、給水開始から約 1 年間に亘る、同年 5 月末 (26 日) までの実証装置運用結果および実証事業全体の結果について RUJWASCO へ報告した。

報告会には Kiambu County、AWSB の他、後述の通り当社装置と技術に高い関心を示している ThiWASCO (Thika 水サービス会社)、JICA と現地リース会社からも参加があり、当社社員を含め 17 人が参加した。内容は実証装置の性能・稼働実績および維持管理費用をデータにより提示したほか、今後の営業展開を考慮して関連商材である浸漬膜と遠隔監視システムの利点などを説明した。質疑応答では膜処理装置の電気消費量や従来型処理との処理水質の違いの他、再生可能エネルギーによる装置運転についての質問があった。セミナー実施後、実証装置引き渡しの文書に関係者が署名し、プラントは正式に先方政府 (AWSB) に引き渡された。セミナー後のプラント見学には 8 名 (RUJWASCO 以外全員) が参加し、当社担当者からプラントの概要と特性について説明を行った。リース会社の広報担当からは“非常に良い商材で、病院等に提案できるのではないか”とのコメントを得ており、今後は先方によるリース機材としての技術評価のための資料の提供が必要となると想定される。

## ② 現地作業：普及事業

### (k) ポテンシャル・サイトの発掘と関連調査の実施

本事業実施中、当社は実証装置及びその付帯設備の横展開を念頭に、WSB や WSP 等の公的機関と民間企業の両方に対しポテンシャル・サイトの発掘を行ってきた。最終的に合計 68 組織（うち、公的機関 14 組織、民間企業 54 社）と電話や面会によりコンタクトを取り、当社水処理装置や遠隔監視システムに関心を持った組織が 14（うち、公的機関 7 組織、民間企業 7 社）あった。公的機関についてはいずれも提案書作成のための情報収集及び協議中であるが、民間企業については 7 社中 3 社より具体的な見積もり依頼があり、それぞれ対応した（引合いに対し 2 割超）。見積もりを提出した 3 社以外の民間企業については、先方要望の処理水量が極端に少なく採算性が見込めなかったものや、将来的に水処理ニーズが高まった場合に導入を検討するといった案件が目立つ。また、実際に見積もりを提出した案件のうち 1 件は国際入札によるもので、結果的には当社からの提示金額が先方の想定金額を超過していたため落札には至らなかった。残る 2 件については、いずれも継続提案中である。

これらの普及活動に関する詳細は以下の通り。

### WASPA 定例会議出席

第 2 回現地渡航時（2014 年 1 月）に、実証事業実施後の事業展開を視野に入れ、ケニア各地の WSP が集まる定期集会（Water Service Providers Association（WASPA）会議）に出席した。ここでは民間企業としての当社の事業概要及び事業対象サイト選定条件を説明し、将来事業実施可能なサイトの情報を募った。その結果、表 22 に示す 10 の事業者（WSP）と連絡をとったが、当社の事業に特に関心を示した 5 つの WSP に KARIWASCO（現：GATWASCO）を含めた 6 つの WSP の計 8 サイトの基本情報を収集し、直接訪問して概略調査した。8 つのサイトの概要を別添 5 に示す。

表 22 WASPA 会議後にコンタクトを取った事業者一覧

S/N	事業者名	訪問日	S/N	事業者名	訪問日
1	Kikuyu Water Co. Ltd.	2014 年 1 月 24 日	6	Kiambu Water & Sewerage Co. Ltd.	未訪問
2	Oloolaiser Water & Sewerage Co. Ltd	2014 年 1 月 24 日	7	Tililbei Water & Sanitation Co. Ltd.	未訪問
3	Gatanga Community Water Scheme	2014 年 1 月 25 日	8	Kericho Water & Sanitation Co. Ltd.	未訪問
4	Mavoko Water & Sewerage Co. Ltd.	2014 年 1 月 27 日	9	The Nanyuki Water & Sewerage Co. Ltd.	未訪問
5	Ruiru-Juja Water & Sewerage Co. Ltd	2014 年 1 月 28 日	10	Tetu Aberdare Water & Sanitation Co. Ltd.	未訪問

また、2016年5月の会議では実証事業に関するリーフレットを会場で配布したほか、第15回現地渡航時（2016年6月）にも WASPA 会議（参加者 50 人程度）に出席し、過去1年間の実証事業の成果報告及び営業活動を行った。本会議では実証事業の成果として主に、膜処理の稼働実績・性能・維持管理費用に関してデータで示した他、関連商材の浸漬膜や遠隔監視装置についても紹介した。質疑応答では浸漬膜の維持管理方法や電力消費量について質問があった。また当社の現地駐在代理として ETA 社の2名を参加者に紹介し、今後の営業につなげた。同会議後、新たに Othaya Mukurweini Water and Sewerage Company Ltd (OMWASCO) からの接触があり、既存浄水場の水質改善のための提案準備を進めている。

### WSB/WSP との協業検討

本事業を通じて複数の WSP に面会し、先方の給水改善需要を確認して当社の製品・技術の適用可能性を検討中である。総じて地下水の塩水化や高濃度フッ素等の問題から水量が豊富な河川水の利用を計画する WSP が多く、高濁度河川水の効率的な浄化が課題となっている。当社としては実証装置で利用中の膜とは異なる浸漬膜の利用により、高濁度河川水を効率的に浄化するシステムの導入も併せて検討中である。

表 23 WSB/ WSP との協議進捗

S/N	組織名	County	状況
1	KIWACO (WSP)	Kiambu	遠隔監視装置による井戸水源のモニタリングへの興味を示す。現在給水人口増加に備え、ダム建設による表流水開発と浄水場建設＋配管網の拡張の Preliminary Survey が終了。調査結果を共有予定。
2	GATWASCO (WSP)	Kiambu	協業目的で都市部給水に関する情報提供を依頼済。
3	MAWASCO (WSP)	Machakos	既存浄水場の雨季の高濁時の造水量低下を改善したいとの要望あり。その他、給水量拡大のために小型ダム建設を含む浄水場・給水管網新設の計画あり。
4	ThiWASCO (WSP)	Kiambu	浄水場の拡張の強い要望あり。日本の円借款等による大規模な開発を強く要望。また分散型給水として当社による都市部周辺地域の井戸水の浄水を要望。水質データと既存浄水場の仕様情報を依頼中。
5	RUJWASCO (WSP)	Kiambu	浄水場の拡張の強い要望あり。浸漬型膜ろ過装置を提案中。
6	AWSB	Nairobi	管轄下の複数の浄水場をモニタリングするための遠隔監視ステーションに関心あり。詳細な情報提供を依頼中。
7	OMWASCO (WSP)	Nyeri	既存浄水場の雨季の高濁度対策として、浸漬膜の導入を要望。提案に向け技術情報を収集中。

今後 WSB に替わり給水事業の投資の責務を担うことになる County 政府については、Kiamubu County 政府を訪問し、当社の事業モデルと現行プロジェクトの説明を行い、今後

積極的に意見交換・情報交換を継続することを確認した。

Kiambu 政府は現在政府の予算のみで独自に給水インフラを整備しているが、今後民間企業や国際機関の投資も直接受け入れるようになる。また、水処理・給水に関わる新技術の取り入れにも積極的で、膜処理では既に 3 m<sup>3</sup>/h(Thika 近郊) と 25 m<sup>3</sup>/h(Githunguri Sub-county) の施設が既に稼働中であるとしている。日本の技術は品質・技術は良いが高価格であることが課題と認識している。集水管等のインフラは政府側で別途用意できるとのことで当社は浄水装置部分のみで提案が可能、とのコメントがあった。Kiambu County 及び ThiWASCO については 2016 年 6 月の事業実施報告会に招待し実施結果を共有した。

Machakos County 政府については政府開催のインフラ開発イベントに現地アシスタントを派遣し、情報収集を行ったほか、同アシスタントにより直接政府給水インフラ担当職員に面会し、当社の事業説明、先方のニーズ調査を行った。

#### 民間ポテンシャル・サイトの調査

2015 年 5 月以降、将来的な顧客候補先発掘を目的として以下の調査を実施している。

- ① 水利用状況や水処理ニーズに関するヒアリング
- ② 有望な顧客候補に対する一次的な営業活動

これまでに 7 業種（ホテル、ショッピングモール、病院、工場、移動給水業者・ボトル水製造業者、学校、不動産業者、）を候補とし、2016 年 2 月末までに 54 組織にアプローチした。これにより、顧客候補の水利用状況、水処理ニーズの概要を把握することができた。

水利用状況については、都市部（ナイロビ及び地方都市）のホテル、ショッピングモール、病院、工場、学校、不動産業者の多くは水道水を主要水源とし、予備水源として井戸水を利用している。一方、都市部の移動給水業者やボトル水製造業者、村落部の顧客候補は地下水を主要水源としている。

水処理ニーズについては、水道水を主水源とする顧客候補は概ね水道水の水質に対する満足度が高いため、新たな水処理ニーズは確認されなかった。他方、井戸水を主水源とする顧客候補のうち、高品質かつ安定的な水供給が求められる①ボトル水製造業者、②中間層・富裕層を対象にした宅地開発・造成を行う不動産業者の中には、水処理ニーズのある企業が確認できた。そこで、上記 2 業種を重点的に訪問したところ、現在までに以下 3 社から見積もり依頼があった。

#### <顧客候補 1：ボトル水製造業者>

今後ボトル水製造・販売事業の立ち上げを計画している B 社及び C Hospital<sup>19</sup>より具体的な見積もり依頼があり、それぞれ対応した。C Hospital はまず 20m<sup>3</sup>/日程度の処理能力の浄水装置購入を検討しており、装置価格や支払条件について協議を継続中である。将来的には規模拡大の可能性も示唆されている。

<sup>19</sup> 同病院の関連会社である C Water 社が給水事業を担当し、ボトル水事業も計画中。

同病院とのこれまでの協議では、当社装置は他社装置と比べ本体価格が高額であるものの、同病院が要望する支払条件や処理可能水量のアップグレードへの対応次第で装置の購入を検討するとのことである。

<顧客候補2：中間層・富裕層を対象にした宅地造成・開発を行う不動産業者>

東アフリカで大型複合施設の開発を手がける A 社から引き合いがあった。同社はケニア沿岸部にある K 地域の 47.7km<sup>2</sup> の敷地に工業施設、商業施設、住宅、各種公共機関を併設した造成地区の開発を予定しており、そこに導入する海水淡水化装置（想定処理水量 15,000m<sup>3</sup>/D）および廃水処理装置の入札への当社の参加を要望している。海水淡水化装置はケニアで前例が無いことから、同社は業者選定において工期順守・装置の耐久性・迅速な O&M 体制を重視している。当社が提出した概算見積りはそれらの評価基準では高い評価を得たが、一方で装置本体価格も重要な判断基準となっており、この点は他社と比べて大きな価格差があるとのことである。

<これまでの調査結果に関する考察>

ボトル水製造業者及び土地造成・開発を行う不動産業者は当社商品の顧客候補となりうる事が明らかになった。上記の既存案件フォローに加え、引き続き水処理ニーズの高い業種を重点的に訪問することで新たな顧客候補発掘が期待される。一方、顧客候補は本体価格の多寡を主要な判断基準としているが、当社は海外製の他社装置との価格差を埋めることは困難である。そのため、価格差を埋めるための付加価値を顧客に提供できるかが課題となる。

その一案として、当社の日本国内のビジネスモデルでもある、リースや自社資産を活用したファイナンススキームを取り入れることが考えられる。中小企業の顧客候補の多くは、事業が軌道に乗るまでの資金繰りに苦労している。つまり、支払猶予期間の設定やリース契約など事業の成長に合わせた支払いを可能とするファイナンスなど、当社側で顧客のリスクを緩和・負担する方策を打ち出すことが価格差を埋める材料となると考えられる。さらに、大企業の顧客候補についても、日本人が現地に対応することによる迅速な O&M 体制、工期順守等が価格差を補う訴求材料として期待できる。

#### (1) 現地パートナーとの協業検討（技術・営業系）

東アフリカ地域で広く水処理関連機材の販売とエンジニアリングを手掛ける D 社とは 2012 年の案件化調査実施時から継続的に両社協業の可能性について意見交換を行ってきた。2015 年 5 月下旬に同社の技術者が実証装置を視察、高度に自動化された当社装置に興味を持った様子であったが、諸事情により一旦協業検討を停止している。そのため、現在新たに水処理関連の資機材を扱う現地業者と協業の可能性を検討中である。

また、2014 年 5 月より、ナイロビ市に籍を置く日系コンサルタント企業（ETA 社）を現地リエゾンとして活用開始し、当社社員不在時の現地関係機関との重要な協議、連絡業務、現地調査関連業務を委託した。更に 2015 年 10 月より、現地での積極的な営業活動展開と装置の維持管理対応を目的に、現地駐在代行契約を ETA 社と締結し、営業情報の共有と維

持管理研修を行った。現地に籍を置かない当社の現地代理拠点として、具体的な営業の交渉や情報収集を代行しており、営業面では WASPA 会議や事業報告会などへ出席している。

(m) 現地パートナーとの提携検討（事業・金融系）

2016年6月にナイロビ市内でリース等の業務を行う銀行・リース会社の計5社を訪問し、現地で利用可能なリーススキームとその利用可能性について調査した。

その結果、ケニアにおいてリースの市場は伸びてきているものの、その対象は自動車や建設機器、産業機械等に限定されており、当社の扱うような水処理装置のリース案件は前例が無いことが判明した（一般的なリース料率は元本残高に対し1.25～2.25%）。リーススキームにはオペレーティングリースとファイナンスリースの2種類があるが、商業銀行では民間を対象としたリース契約を実施しておらず、リース会社ではオペレーティングリースのみ扱っている。後者の場合、メリットとして、頭金不要で設備投資可能、メンテナンス付きサービス、税制優遇措置（各年の法人税額から年間リース料の30%が控除）が挙げられるが、リース契約終了後のリース物件の残存価値を事前に見積もる必要があり、当社製品のようなカスタム製品でかつリース市場で新規の製品の場合には採用までにある程度の時間を要すると考えられる。

リース対象商品の販売会社に対する審査の対象は与信ではなく、製品概要、本体価格、メンテナンス及び修理見込金額、メンテナンス体制の確認であるとされ、現在、調査会社の審査準備を待つ段階である。リーススキームが利用できれば顧客は頭金等の初期投資が不要で、月々の費用を払うことで浄水サービスを受けられるようになり、当社としてもメンテナンス費用を含めた造水費用を確実に回収することが可能になる。現時点で当社製品・サービス普及の主な阻害要因の1つは装置導入の初期投資額の高さであるため、リーススキームの利用が可能になれば導入が大幅に促進されることが期待される。事実、ある民間顧客からはリーススキームが利用できるなら導入したいとのコメントを得ている。

(n) その他営業活動

上記以外では、World Vision や Water Aid などの国際 NGO や開発系の現地基金（Within Foundation など）に接触し、当社活動や実証事業について情報提供を行っている。今後は他ドナーとの BtoD ビジネスを含め、先方のニーズを調査し、分散型給水システムを活用した浄水・給水プロジェクトでの協業について検討を進めていく。

### ③ その他・国内/現地作業

#### (a) 本邦受入研修の実施

本プログラムでは2015年1月6日～1月10日に現地実施機関のプロジェクト担当者4名を日本に招き、水処理技術に関する座学、当社のプラント導入先の見学、製膜工場の見学、実証装置の製作状況確認などを行った。

主な目的は、事業実施サイトのWSPの長およびその上位機関で水道事業への投資を担当するAWSBのCEOと担当官を招き、ろ過膜を含む水処理技術と分散給水の特徴や利点を十分に理解してもらうことで、ケニアでこれらの新規性ある当社型事業の普及・促進を図ることである。日本滞在中の訪問先は

表24の通り（詳細は別添-7を参照のこと）。

表24 本邦受入プログラム概要

日付	訪問先	内容
1月7日	ウェルシィ本社	・当社事業の概要説明 ・日本エコロジィ研究所（自社水質分析機関）説明 ・テクニカルセミナー （水処理技術、遠隔監視システムほか）
	都内某ホテル	・当社プラント見学
	実証装置製造工場	・実証装置見学・製作状況確認
1月8日	横浜市水道局	・大規模浄水施設見学
	川井浄水場	・川井浄水場改修プロジェクト説明（座学）
1月9日	三菱レイヨン豊橋工場	・豊橋事業所の概要説明 ・水処理材の製造工程見学

#### (b) 事業展開案の検討

ビジネスモデルについては、後述する4章のビジネス展開方針に沿い、顧客にとっての高額な初期投資を回避するファイナンススキームの導入を検討し、要求される水量及び水質に対する最適なサービスの類型化を検討した。前者については既述のように、オペレーティングリースの活用を前提にリース会社と交渉中である。一方、後者の要求水質に応じた装置の検討では、河川水を水源とする場合には膜ろ過法が適しているとの実績から、膜ろ過水の供給に限定される見込みである（前処理水も用途は限定される見込みのため）。

#### (c) 資機材の現地化に係る調査

本事業実施中に、当社提案装置の製作と資機材の調達に関する現地化の可能性、またこれに伴う提案価格の低減策について調査、検討した。



その結果、水処理装置を構成する資機材は一部のタンク類を除き、現地調達資機材の調達価格、品質及びその加工技術水準から、中長期的には現地化の利点が少ないと判断した。これは、バルクでの売水までを想定する当社事業において、機器故障に伴う給水停止は事業採算性に直結することが背景にあり、長期給水を求めるほど、水処理関連材ではタンク類のみが現時点での現地化の該当品との結論となっている。

なお、これまでの調査の結果は以下の通りである。

### タンク類

実証装置を構成する機材のうち、現地化が容易なもの 1 つがタンク類である。タンク類の現地調達価格を調査した結果、現地製造している複数のメーカーが存在し、調達は容易であることが分かった。形状的にも日本製のタンクと類似し、薬品耐性もある程度は許容可能と思われた。また、ROTO タンク（表 25）では自然破損に対して 8 年間の保証があり、現地調達価格は日本の価格の 10 分の 1 程度であった。

表 25 タンク類の現地調達価格（ROTO タンクの場合）

タンク容量	100 L	200 L	1,000 L
現地調達価格	2,170 Ksh	3,445 Ksh	10,600 Ksh
国内調達価格	41,000 円	64,000 円	300,000 円
価格比（現地/日本）	0.05	0.05	0.04

注) Ksh 1 = 1.18 円（2016 年 2 月）

### 配管及び継手類

実証装置の給水用の配管及び継手類は、日本国内仕様の耐衝撃性 HIVP 製品を用いている。調査した範囲では、ケニア国内において HIVP 製の配管類は一般に流通しておらず、数社がケニアの基準に準じて PVC 製の配管類を製造・販売している。配管材の品質としては、ケニアにおける最高耐圧の Class-D 品を利用することで、HIVP 配管の代替利用は可能である。但し、両者の接続寸法が僅かに異なり、接続には非鋼管の溶接接続が必要である。

価格面では、ストレート配管の現地調達価格は日本の半額程度であるが、逆に継手類は日本より高く、バルブ類も金属製品が主に流通しており非金属品に比べて高い傾向にある（表 26 参照）。

表 26 配管・継手・バルブ類の現地調達価格

配管サイズ	13A	25A	40A	50A	65A	100A
塩ビ製配管 (Class-D)	209	439	1,072	1,712	1,924	4,488
価格比 (現地/日本)	0.43	0.32	0.45	0.51	0.47	0.46
塩ビ製継手	57	140	304	450	588	1,264
価格比 (現地/日本)	1.75	1.62	1.54	1.43	1.07	0.71
塩ビ製ボール弁	1,322	2,556	6,658	7,426	14,894	27,422
価格比 (現地/日本)	0.54	0.63	0.97	0.73	1.15	0.98

(単位：円)

### 電線及び保護管

電線類も配管材と同様に、ケニア製造品として流通しているものが主に使用されている。幾つか確認した限りでは品質上の問題は認められなかったが、サンプル調査した結果としてはケニア製品の調達単価は高く、日本調達品の0.6~2.0倍となっている。

表 27 電線・保護管の現地調達価格

ケーブル	芯数	断面積 (mm <sup>2</sup> )	現地価格 (円/m)	価格比 (現地/日本)
VCT	5	3.5	719	2.02
CVVs	7	1.25	317	0.65
CVT	5	3.5	949	1.87
CVV	3	2.5	362	1.68
CV	5	14.0	1,898	1.37
保護管 (樹脂製)	25A	-	160	0.99

### ポンプ類

実証装置では複数のポンプを使用しており、調達単価も高いため、現地化によるコスト削減の可能性は大きい。ケニアには大手ポンプ・メーカーの1つ、Grundfos社の代理店があり、Davis & Shirliff社も独自ブランドで台湾製ポンプを販売、その他イタリアや中国製のポンプも調達可能である。

代替ポンプの選定については、品質面でのRUJWASCOの助言などもあり、Davis & Shirliff社の製品で調達価格の比較検討を行ったものが下表であるが、国内調達品と大きな価格差は認められなかった。

表 28 ポンプの現地調達価格 (DAYLIF BRAND品の場合)

ポンプ名称(本事業使用品)	参考) 国内価格	現地調達価格	価格比 (現地/日本)
取水ポンプ	54,000 円	82,000 Ksh	1.79
原水ポンプ	85,000 円	53,000 Ksh	0.74
逆洗ポンプ A	50,000 円	156,000 Ksh	3.68
逆洗ポンプ B	53,000 円	49,000 Ksh	1.09
処理水循環ポンプ	58,000 円	27,000 Ksh	0.55
加圧給水ポンプ (2 台並列)	350,000 円	319,000 Ksh	1.08
排水回収ポンプ	29,000 円	49,000 Ksh	1.99
薬品洗浄ポンプ	24,000 円	53,000 Ksh	2.61

注) Ksh 1 = 1.18 円 (2016 年 2 月)

以上検討の結果、実証装置で使用している水処理関連の多くの資機材 (ろ過膜や計測機器類を除く) を現地調達品に代替することは可能であるが、表 29 に示す通り、実証装置全体の製造価格に占める割合と品質面を総合的に勘案すれば、大きな削減効果は得られないと判断した。

なお、前述の通り、現地代替可能な資機材はタンク類のみであり、電線類は絶縁性の確認が十分でなく、品質に問題があった場合により重大な事故などにつながる恐れが高いことから、装置の給電・制御に係る部分での代替利用は困難との見解である。

表 29 資機材の現地調達化に伴う費用削減効果 (本実証装置の場合)

項目	削減割合 (対部材種)	削減比率 (対装置費)
タンク類	74.0 %	1.4 %
配管・継手類	10.0 %	0.6 %
電線・保護管	-43.0 %	-0.4 %
ポンプ類	-72.0 %	-1.3 %

注) 輸送費・関税を含む

#### (d) 太陽光発電システムの適用検討

本事業で選定された実証サイトでは商用電源が整備されていたこともあり、太陽光発電システムを導入したものの、当該発電分は実証装置が設置された敷地内の夜間照明に利用したのみであった。一方、ケニアの商用電源の単価は年々上昇しており、WSPの給水事業予算を圧迫している。このような背景もあり、当社が開催した現地セミナーの場などでも再生可能エネルギーを用いた浄水装置に関する質問と要望が多く寄せられたことから、浄水装置の駆動用電源の1つとして、太陽光発電システムの利用可能性と必要となるシステム構成について検討した。

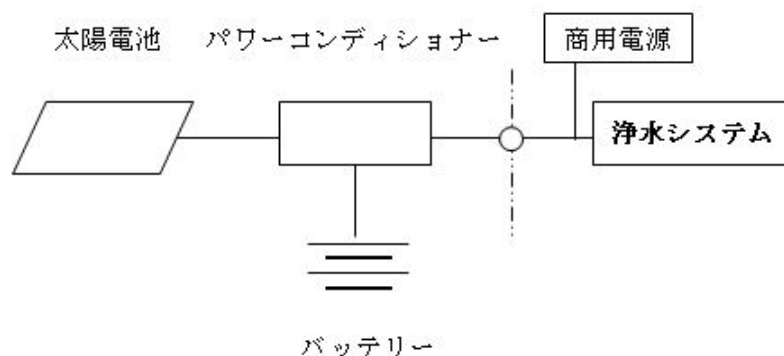


図 17 太陽光発電システムの構成概念（併用時）

商用電源を併用した太陽光発電システムの基本構成は図 17 の通り、太陽電池パネル（PV パネル）、パワーコンディショナー、バッテリー及びこれらの固定・配線資機材などからなる。夜間や曇天時にはバッテリーを利用し一定程度の利用が可能のほか、商用電源を併用することで浄水装置の稼働時間を 24 時間ベースでカバーしている。

今回導入した実証装置（日量造水量 100 m<sup>3</sup>）で必要となる太陽電池の容量は 72.6 kWh、バッテリー容量は 833 kWh（72 時間駆動対応）であり、太陽光発電システム全体の概算価格は国内調達品で 58,000 千円となる。このうち、加圧給水ポンプと取水ポンプを除く浄水装置部分のみへの給電であれば 18,000 千円へ、更にこれを商用電源と併用する形として太陽光による発電容量を 1 日 8 時間（1/3 日）とすれば 5,200 千円へと価格は低減する。

全ての駆動電源を太陽光でまかなう前者のシステムであれば、太陽電池パネルは 264 枚使用する必要があり、設置面積は最低でも 435 m<sup>2</sup>が必要になる。これは実証装置の基礎部分の面積の約 4 倍にあたり、太陽電池パネルの設置にはかなりの面積を要することが判る。

また、ケニアで同様のシステムを現地調達する場合（電池駆動を 12 時間で設定）、設置費を除く商材価格は約 Ksh 16,000 千であり、国内調達品との価格差は 1/3（約 30%）である。装置品質に関する調査は十分に行えていない状況ながら、ケニア政府が再生可能エネルギーの利用を推進し VAT の免除措置が受けられる利点はある。太陽光発電システムの保証や保守の面でも実績のある現地業者は複数いるため、本システムに関しては現地調達を前向きに検討する価値があると判断する。

なお、4 章の試算では、国内調達品を日本からケニアへ輸出する前提の価格を用いた。

## (2) 事業目的の達成状況

本事業の実施目的は、提案製品の性能評価に関わる現地での給水実証活動とショーケース的なデモンストレーションを通して、(A) 提案製品がケニアにおける開発課題の解決と同国の開発戦略政策の遂行に資するものであることを検証し、(B) 他のポテンシャル・サイトや民間企業を含む現地パートナーを発掘、具体的な市場規模の把握と広報活動を行い、さらには(C) 提案製品を中心に据えた各種ビジネスモデルの実現可能性を実地で検証すること、である。

(A) については、実施サイトの制約条件などを勘案しても、実証装置が要求基準に準ずる処理水を安定的に供給出来た点で、概ね達成出来たとと言える。また、実証装置の稼働開始直後から RUIWASCO 職員を含む現地備人に対し日常及び月例点検の現地研修を実施し、その後もトラブル対応を通じて OJT 的にフォローアップすることで、概ね装置運用を現地側のみで行えるようになった。

(B) については、初期段階のマーケティングを含む一定の成果は出ているものの、実証給水が終わってようやく市場に説明できる「現物」が揃った段階にあり、本格化に向けてはこれから、という状況である。

(C) については、約1年に亘る給水事業によって各種の実地データを収集することが出来た。これにより、より具体的かつ精度の高い提案を今後進めることが可能となっており、幾つかの顧客候補先で事業検討が進んでいることから、一定の成果は挙げられた。

## (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業の給水区域とその周辺地区には、現在暫定的に Jacaranda 浄水場の処理水が供給されているが、将来的には先に廃止された Ruiru 浄水場の更新設備によって新たに給水が開始される計画がある。

この場合、取水源は Ruiru 川の河川水であるが、表 16 に示すとおり河川原水は大腸菌を含む多くの水質項目で基準値を超過することが判明しており、本事業で導入した装置によってこれらの超過項目を安定的に基準値以下に低減できることに加え、これまで認識されていなかったアルミニウムの除去も可能となる<sup>20</sup>。

本事業は、表流水源中に溶解している鉄、マンガン、アルミニウムなど金属類の処理を、飲料用途で適切かつ確実にを行うケニアで初めての試みと思われ、技術移転を含めて成功事例となれば、大きな成果が挙げられたと言える。

また、第1章(1)②「対象分野における開発課題」において述べた通り、安全な水へのアクセスを含む給水率の向上という開発課題に対しては、大規模集中型の浄水場や送配水網の整備がその解決に寄与する度合いは大きいものの、当該国の予算捻出や技術移転の難しさ、送配水過程における水道管の老朽化による水質汚染、電力供給の不足による日常的な断水などの状況に鑑みると、大規模インフラだけで開発課題を完全に解決することは難しい。

<sup>20</sup> アルミニウムについては Jacaranda 浄水場でも処理(除去)できていないことを確認している。

この点、実証装置は分散型のシステムであり、設備導入に係る投資額や回収期間が大規模集中型のシステムに比べて小さいため、大規模な水道施設への投資が難しいケニアにおいても安全な水供給に対して有効な手段となることが期待される。本事業を通じて、設置面積 110 m<sup>2</sup>、初期投資額 3,700 万円規模という規模で、対象住民約 900 人に対して飲料可能な品質の水を安定供給できることが実証された。

また維持管理については、現地人材による特に高度な技術の移転を要しない定期点検と、遠隔監視システムにより本邦の当社技術陣も加わったトラブル対応との組み合わせにより、ケニアの人材・技術レベルにおいても持続的なシステム安定運用が可能であることが実証できた。さらに未電化地域での活用可能性としては、太陽光発電で駆動するシステム構成も、現地調達を進めることで価格面の実現性が十分にあることが確認された。

#### (4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業の実施によってケニア国内での浄水装置導入が継続的に実現した場合、まずは当社プラントの製作については、日本国内の協力会社及びメーカーなどと連携して供給体制を維持することになる。特にシステムの性能保証などに影響を与える可能性が高いキー・コンポーネント（ろ過膜や制御装置、ろ材等）については、本事業実施後の自社ビジネス実施段階においても一定期間は日本からの調達が見込まれる。従って、本事業実施およびその後の現地ビジネス拡大は、日本国内の協力会社及びメーカーにおける雇用増大や地域経済振興の活性化につながり、具体的には、千葉県や埼玉県、神奈川県などの協力会社及びその工場へ波及することが想定される。

また、新規導入システムの運転調整及び維持管理技術については、当社及び日本国内の協力会社と適宜連携を取りつつ、現地及び本邦での指導・研修などを行う予定である。システムの施工監理についても当面は日本人技術者を派遣し、運転及び維持管理時のトラブルを予め低減する施工上の要点を現地担当者へ伝えていく必要があり、遠隔監視システムを活用しながら、日本の技術に関する一定の需要及びその波及効果が見込めることから、日本国内における水処理・水供給産業クラスターの活性化につながるものと考えられる。

#### (5) ジェンダー配慮

当社が提案する分散型給水システムによる給水は、安全な水の安定的な供給を前提としていることから週 7 日 24 時間での給水が基本となっている。事業実施サイトの周辺部では、現在でもずさんな道路工事や配管の施工不良に起因する突発的な断水が発生しており、居住地から遠方に水を確保しに行く世帯が多くある。その場合、水確保の仕事を担う多くは婦女子であり、水汲みのために貴重な労働時間や学習時間を犠牲にせざるを得ない現状が未だ存在する。2016 年 1 月下旬に実施したインパクト調査の結果では、事業実施のインパクトとして“(安全な) 水を手に入れるための時間の低減”と“(安全な) 水を手に入れるための金銭的コストの減少”が多く挙げられており、家庭での水の確保が女性の主な仕事であることを考慮すれば、給水区域の婦女子が受ける恩恵は明白である。

なお、2016 年 5 月に給水区域を訪問し、実証装置からの給水対象 20 世帯に対し、給水に

よるジェンダー問題に関連した生活改善等の効果を調査した。結果は表 30 の通りである。

表 30 ジェンダー関連のインパクト

水汲みから解放され時間が出来たことで		カウント (重複有)
1	勉強が出来る余裕が出来た	1 / 20
2	掃除が行き届くようになった	5 / 20
3	他のことが出来るようになった	4 / 20
4	子供の世話が楽になった	1 / 20
5	家事が楽になった	5 / 20
お金が節約できたことで		カウント (重複有)
1	他のものを買えるようになった	2 / 20
2	サロン (美容院) に行けるようになった	2 / 20

実証装置による給水を実施した結果、個別世帯に時間的・金銭的な余裕が出来たことはインパクト調査でも示唆されたが、今回これを具体的に確認することが出来た。更にこれらの余裕が出来たことによる間接的効果として、主に女性が担う家事労働の負担軽減の効果が確認された。すなわち、実証事業による清澄な水の給水によって、主に女性に時間的余裕が生まれ、またボトル水購入の出費が節約できたことで、表 30 の通り家事の負担が軽減され、余剰金を他の物品・サービスの購入や美容院の費用に充てることができた、といった中所得階級ならではの結果も明らかになっている。

#### (6) 貧困削減

事業実施サイトでは WSP による管路給水を受けずにコミュニティ自身が管理する深井戸水を利用する住民も多い。それら井戸の多くには高濃度のフッ素が含まれると言われており、大腸菌も検出されている（当社採取サンプルにても確認）。汚染された水の直接飲用は水因性の急性疾患や慢性疾患を引き起こし、世帯の医療費増加や労働力の喪失など、経済的な負担を増加させる一因となっている。当社の提案事業が将来普及することにより、安全な水の安定供給を実現することで、これらの負担を軽減することが期待される。

また、安全で高品質な水の給水量が増加することから、これまで飲用等に限定利用されてきた高品質の水をより付加価値の高い分野（ボトル水やウォータータンカーなど）で利用することが期待される。これにより、本事業に関わる組織・産業が新たに育成され、経済的な発展につながることも期待される。

上述のようなコミュニティが利用する深井戸については、地域によってその地下水位の低さから揚水ポンプの容量が大きくなり、運転経費が高振れし、結果として安全ではない水を割高な価格で利用するリスクを内包する。このようなコミュニティでは、将来的に給水システムを切り替えていくことにより、医療費や取水経費を含む、総合的な水利用負担費を実質的に低減することが期待される。

2016 年 1 月下旬に実施したインパクト調査の結果では、事業実施のインパクトとして給

水区域の住民から清浄な水の供給により、水の煮沸や殺菌剤の利用が不要になった（費用の減少）という声も聞かれたほか、ボトル水等の購入費削減による家計への貢献効果が示唆されている。

#### （7）事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

当社が提案する分散型給水システムは、日本国内では月 1 回の定期点検を除き、原則無人での連続運転が可能である。このため、これまで約 1 年間に亘る実地研修と、機材引き渡し前後に実施した技術研修などを通じて技術移転は十分可能と考えており、運転・維持管理に関する技術面での懸念はそれほど大きくない。具体的な技術移転例としては、①本邦及び現地での研修を通じ、実際に当社の技術担当社員と共に水処理装置の運転・維持管理を現地担当者が実施し日常点検・定期点検に関わる業務内容を習得した。また、管理者レベルの人材には、②水処理装置に関する座学や日本での当社既存システム運転状況や維持管理作業の見学などを通じて、水処理に関する基本技術の理解促進を行った。初回の研修後は日常・定期点検および緊急点検を当社の現地備人と RUJWASCO 職員が共同で実施している。現場では様々なタイプのトラブルが発生するため、当初は当社社員の現場での指導の下での対応であったが、その後は遠隔監視システムを最大限に活用し、日本からのメールや電話による指示を受けた現地スタッフの対応でほとんどの問題に対処している。

事業の継続性については、RUJWASCO 側はこれまでの当社による技術移転の成果を踏まえ、本事業終了後も月例点検レベルの作業は独自に行う意向であり、また可能としている。加えて、装置運転に最低限必要な薬品代と電気代の支払は従来の固定費の項目であるため問題ないとしている。一方、年次点検レベルの作業および緊急点検に関しては RUJWASCO 側も継続サポートが必要との認識であり、当社はメンテナンス契約等を通して引き渡し後も装置運転を確実なものとするよう、現在先方と契約交渉中であるが、概ねこの方向で契約を締結する見込みである。当社としては最低限、技術アドバイザー的な役割である程度事業に関与することで装置継続運転の実績を積み上げ、ひいては相手国関連機関との新規事業展開体制を構築し、これを担保したいという強い意向がある。RUJWASCO 側も新技術を用いた浄水プラントを運営していることについてはメリットを感じているようであり、これを足掛かりに膜処理技術の導入を加速させようとする意欲が見られる。

#### （8）今後の課題と対応策

2016 年 6 月に実証装置を正式に AWSB に引き渡し、RUJWASCO が継続して装置の運用を行い、AWSB とともに装置を将来的にも有効利用することを関係者で確認した（別添 6 参照）。RUJWASCO はこれまでどおり継続して装置の運用を行い、運転に必要な電力および薬品代を負担することになる。AWSB は装置の所有機関として RUJWASCO が適切に装置の運用を行うことを技術的・財務的側面から支援する。装置の定期的な維持管理に関しては実証事業期間中に RUJWASCO 職員に技術移転を終えており、独自に対応が可能と思われるが、年次点検および不測の事態への対応に関しては今後も当社の支援が必要であり、今後数年は RUJWASCO との維持管理契約の下当社が積極的に関与することになる。



Ruiru サイトでの実証事業終了後の事業化に関しては、RUJWASCO が膜処理による Jacaranda 浄水場の能力拡大を強く望んでおり、高濁原水を効率的に処理可能でスケールアップが容易な浸漬ろ過膜による拡大を提案中である。ただし、概算見積もり段階から維持管理費を含め装置費用が高額であることを指摘されており、ビジネス展開にあたっては現地でのリーススキームの利用可能性を早急に検討する必要がある。

また、本実証事業終了後も継続する活動は以下の通りである。実証装置の規模縮小によりスケールメリットが働かず、初期投資はもとより、条件によっては維持管理費の回収も難しいと懸念されるため、事業採算性向上を目的として以下を検討・実施する。

- (A) 維持管理費用の削減
- (B) 高い給水単価の適用
- (C) 現地で利用可能な資金スキームの検討

(A) に関しては今回塩素剤の比較検討および安価なカルシウム系塩素剤を効率的に利用するためのシステムの検討を行った。これに関連して最近ケニア国内で次亜塩素酸ナトリウムを製造販売する業者が出来たとのことで、再度作業人件費も考慮した薬剤の比較検討が必要なる。

(B) は給水車による水販売などで販売単価そのものを引き上げることや、公定水料金の改訂を地方自治体 (County 等) と協議し、その引き上げを目指すものである。現在 Ruiru 市内では民間の大口消費者 (工場やレストラン等) を対象にしたトラック給水サービスが存在し、例えばその給水販売単価は公定料金より高い 2,900 Ksh/6,000L (=480~485 Ksh/m<sup>3</sup>) となっている (RUJWASCO が販売を許可)。当社の調査では給水車ビジネスの販売額の 30%~50%が利益と推定され、このような単価の高い給水先を対象にすることで、小規模プラントでの維持管理費回収は改善し得る。また、地方分権化の影響から、ケニアの給水事業においても County 政府への権限移管が徐々に進められており、移管後は、当該地域の現状に応じて水料金を設定するなど、弾力的な運用が可能になると予想される。一方で、給水区域の住民の陳情により、2015 年 10 月には RUJWASCO の給水単価が引き下げられたという事実もあり、当面は既に単価の高い地域や民間顧客を対象とする。

(C) は前述の通り、現地で客先が利用可能なファイナンススキーム等を提供することで、高額とされる初期投資の負担を軽減させるものであり、ケニアではオペレーティングリースを利用する可能性が高い。既に 1 つのリース会社が当社の浄水装置に興味を持ち、リース対象として検討を開始しているため、装置の査定に必要な書類等を滞りなく準備してリース対象の承認を獲得する。また、今後も実証装置の視察等を企画して各種金融機関等にも効果的に当社技術の宣伝を行うことで、同様のサービス利用の可能性を探る。

一方、Kiambu County 政府では、既に管轄区域内で膜処理による給水施設が 2 件稼働中との情報を得ている。現時点で詳細情報は無いが、これらは当社ビジネスの競合先となる可能性があることから早期に現場を訪問し、先方の技術レベルや浄水能力、事業のファイナンス等の情報を分析し、対策を講じる必要がある。

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

### ① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

国土の大半が乾燥・半乾燥地域で、未処理の水源原水がそのまま、又は簡易処理のみで水道水として供給されているケニアの現状を鑑みれば、大規模浄水場の新規導入に比べ時間・費用面で導入負担の軽い、分散型給水システムに対する市場ニーズは高い。特に、表流水は季節変動が大きく濁度も高いことから、膜ろ過処理が適した環境にある。また、電化率も低いケニアにおいては、機材を太陽光発電で駆動させることが商材の魅力を大きく高める要素の1つとなっている。

民間企業が参入し得るケニアの主な水ビジネスでは、家庭用浄水器を除き、表 31 の通り概ね3つの市場領域が想定される。

表 31 ケニアの主な水ビジネスと市場単価

市場分類				造水量	売水単価	
市場領域	事業種別	売水形態	市場例	(m <sup>3</sup> /D)	(m <sup>3</sup> )	(20L)
BOP	B2C	リテール	村落・個人向け	～ 10	500.0	10.0
POE/ 分散型給水	B2B/B2G	バルク	民間施設 及び WSB/WSP	1,000	70.0	1.4
				2,500	60.0	1.2
				5,000	50.0	1.0
浄水場向け	B2G	バルク	WSB/WSP	7,500	65.0	1.3
				10,000 ～	50.0	1.0
Water Tanker	B2B	バルク	都市部民間施設	10～	500.0	10.0
日本の水道	B2C/B2B	-	-	-	250.0	5.0

(単位：Ksh)

1つ目は BOP 層を対象とした小規模水ビジネス市場であり、日量 5～10 m<sup>3</sup> 程度を対象として、主に農村部などの小規模コミュニティ向けに Water Kiosk などで売水するものである（「リテール売水型の BtoC ビジネス (BOP ビジネス)」）。

2つ目は、今般本事業にて実施した日量 50～5,000 m<sup>3</sup> 程度を造水する分散型給水事業であり、病院などの施設や WSB/WSP が管轄する同程度の浄水場を対象とするものである（「バルク売水型の B2B 又は B2G ビジネス (POE (Point-Of-Entry) ビジネス)」）。また、分散型給水事業の1つとして、処理又は未処理の水を Water Tanker へ貯水し、都市部などで販売するビジネスがケニアでは成立している。1台あたりの貯水量は 10 m<sup>3</sup> 程度であるが、Water Tanker は1日に複数回、取水地点と売水地点を往復し、売水単価が 480～500 Ksh/m<sup>3</sup>

と極めて高く、ボトル水同様に付加価値を付与して販売されている点で特徴がある。WSPのなかには給水区域への管路配水に加え、Water Tanker での水販売やボトル水の販売を手掛けているものもあり、官民連携型の事業領域は今後広がっていく可能性がある。

3つ目は、日量 5,000 m<sup>3</sup> を超える大規模な浄水場向けの水ビジネスである（「バルク売水型の B2G ビジネス」）。Water Tanker を除き、上記のいずれも造水量と売水単価が反比例する傾向にあり、BOP 層向け事業を除き、太陽光発電を含む電化が必要条件となる。

膜ろ過装置については、幾つかの病院施設などで日量 1~2 m<sup>3</sup> 程度の小型 RO 膜装置が導入されているほか、大規模スーパーなどでは MF/UF 膜を使用した家庭用浄水器などが販売されている。少し規模の大きなものとしては、一部の Water Kiosk で利用されている日量 5 m<sup>3</sup> 程度の小型 UF 膜装置や、Kiambu にある既存浄水場が導入している小規模な装置（日量 100 m<sup>3</sup> 以下）、沿岸部で導入が計画されている大規模な海淡水用 RO 膜処理設備などがある。

但し、今回当社が導入した膜ろ過装置のように、日量 100 m<sup>3</sup> 程度の造水量を有し、連続無人・自動運転を基本として安全な処理水を安定的に供給出来るものはいまだケニアでは導入されていない。従って、競合製品は膜ろ過装置ではなく、既存の浄水技術を用いた水処理装置となり、また装置や事業モデルそのものの周知も超えるべきハードルの 1 つとなっている。

表 32 ケニアにおける POE/分散型給水システムの強みと弱み（膜ろ過方式）

内部環境	外部環境
<p><b>【強み】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分散給水（軽い初期投資負担（対浄水場））</li> <li>・膜ろ過技術（安全な水の効率的造水）</li> <li>・Small Footprint（高集積性）</li> <li>・給水の持続性担保（O&amp;M 遠隔支援、売水契約）</li> <li>・太陽光発電との組み合わせが可能</li> </ul>	<p><b>【機会】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・市場競争に至っていない</li> <li>・地価高騰に伴う高集積化商材の需要増</li> <li>・既存浄水場の拡張案としても適用可</li> </ul>
<p><b>【弱み】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・膜ろ過技術そのものの認知度が低い</li> <li>・事業モデルも同様（実績が無い）</li> <li>・事業採算面で一定の規模感が必要 （例：100 m<sup>3</sup>/D 以上、回収期間 5 年超など）</li> </ul>	<p><b>【脅威】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・膜ろ過技術の汎用化は進行中</li> <li>・質より量という市場需要（地域間格差あり）</li> </ul>

膜ろ過技術の造水効率は、急速ろ過や凝集沈殿などの旧来型の処理技術に比べて高いと言えるが、これに比例して造水コストも大きくなる傾向がある。水の購入意志があって家庭向け水道水の最低公定供給単価が Ksh 60/m<sup>3</sup> を超えるケニアは、同単価が 20~30 円/m<sup>3</sup> のアセアン諸国に比べて魅力的な市場であるが、事業採算性がバランスする給水規模もまた、民間企業にとっては重要な事業ファクターの 1 つとなる。

なお、太陽光発電システムについては、既にケニアで数多く普及している現状は有り、価格帯も日本国内の調達価格に比べて 1/3 程度と相当に廉価である。但し、個別機器やシステム全体の故障頻度を当社が実地で把握できていないため、現時点では、一定の品質が担

保された国内製品の輸出を前提に検討する。

## ② ビジネス展開の仕組み

ビジネス展開に関しては、現地拠点（又は販売代理店）を普及・営業活動及び契約上の窓口組織とし、当社はオフショアから事業・技術支援を行う形態とする。後述するビジネスモデルのうち、設備販売と処理水のバルク販売とを1つのパッケージとして組み合わせ、5～10年程度の契約期間を設定し、導入先の初期負担を減らす形で中長期的に継続し得る事業を主として展開する。また、主な販売ターゲットは質的な浄化ニーズのある民間施設、又はWSB/WSPとする。

一方で、浄水事業への初期投資が事業実施の制約の一つであるWSB/WSP、または資金調達が困難なBOP層向けには日本や国際機関、NGOなどのドナーの資金を有効活用することもビジネス展開の一つの方法である（BtoD）。ODA事業については、次の3つの事業の可能性が確認された。

- ✓ 分散給水事業（膜ろ過装置、緩速ろ過装置）
- ✓ 浄水場拡張事業
- ✓ 遠隔監視事業

これら事業をODAで実施する場合は表33のスキームが考えられ、それぞれの目標や成果、活動をPDMに記載した（別添8）。

表 33 ODA で実施する場合のスキーム一覧

事業名	案件概要	スキーム名
分散給水事業	膜ろ過装置（加圧膜）の調達、設置	無償資金協力（機材案件）
	膜ろ過装置（加圧膜）の調達、設置 及び浄水場の運営	事業・運営権対応型無償資金協力
	緩速ろ過装置の調達、設置	協力準備調査 （BOPビジネス連携促進） 草の根技術協力事業 無償資金協力（水分野）
浄水場拡張事業	膜ろ過装置（浸漬膜）の調達、設置 及び浄水場の運営	事業・運営権対応型無償資金協力
遠隔監視事業	遠隔監視ステーションの設置	無償資金協力（機材案件） （ソフトコンポーネントを含む）

### ③ 想定されるビジネスモデル

想定されるビジネスモデルは以下の (A) ~ (C) であり、このうち本事業で主に対象とするビジネスモデルは、バルクでの売水を基本とした (A) である。

- (A) 処理水の長期的な売水活動（又は浄水サービス業務）によって、初期投資として必要な設備費用とその後の維持管理費用の、両方をパッケージとして回収するもの
- (B) 設備のみを販売するもの（売切り）
- (C) 導入設備の維持管理業務を請け負うもの（メンテナンスサービス業務）

バルクでの売水事業は、一旦処理した水を送配水管路網へ通水し水質汚染させるリスクをヘッジする点で有効であり、エンドユーザーからの料金徴収窓口も一元化することで、民間企業側の資金回収リスクも低減し得る利点がある。

また、ケニアでは自動車や工業機材において一部リース業が始まっているが、(A) はこれを水処理装置で実施するイメージに近い。ビジネスモデルやコンセプトを浸透させる点で、またリース業そのものがケニアではまだ初期段階である点で、(A) のビジネス展開における難易度はまだ高いものの、自社資産の活用などにより長期契約が締結出来れば、導入先は初期負担無く浄水設備を導入し安全な水を安定的に受水することが出来る。民間企業にとっても、リテール販売に比べて回収リスクが絞り込めるという観点から、バルク販売での契約形態が望ましい。その上で、(A) の展開が困難であれば、例えば WSB/WSP であれば無償資金協力等の ODA 案件化を念頭に (B) や (C) のような形態を採り、民間企業が開発案件に関与する形で導入施設の運用管理事業を推進する。

非公開

図 18 パッケージ型バルク売水に係る事業イメージ

#### ④ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

本事業では、初期のマーケティングと位置付けた **WSB/WSP** 及び民間企業への普及活動（フェーズ 1）を前述の通り実施した。その結果、浄水装置と太陽光発電システムの単独、又は両者を組み合わせた商材への高い関心は改めて把握できたものの、浄水装置に関しては相当部分を現地化したとしても、単純な商材販売としてはケニアの市場価格に合致しないことが分かった。一方で「機材販売」を「売水」という形へ変形させ、維持管理までをパッケージにした当社提案の事業モデルへこれを落とし込むと、需給価格の不一致という課題はほぼ解消されて市場の関心が一段高まることも認識しており、現在幾つかの案件で具体的な資金スキームを含めた事業協議が進み始めたところである。

これまでの検討の結果、民間施設向けでは、公定給水単価を大きく上回る売水価格であってもボトル水よりは相当に廉価であり、初期投資コストが相殺されることを条件に本件導入を希望する現地顧客も存在している。売水単価は水量と水質、処理内容によって大きく異なるが、今般実施した **Ruiru** での原水水質、処理水水質、日射条件を前提として、幾つかの試算を試みた結果が表 34 及び表 35 である。

表 34 バルク売水単価の試算結果（WSB/WSP 向け）

非公開

表 35 バルク売水単価の試算結果（民間施設向け）

非公開



非公開

表 36 RUJWASCO の公定給水単価 (Ksh/m<sup>3</sup>)

給水対象	月間給水量 (m <sup>3</sup> )	公定給水単価 (Ksh/m <sup>3</sup> )
(1) 家庭用 (2) 商用/工業用 (3) 政府機関	0-10	60.0
	11-20	104.0
	21-50	135.2
	51-100	166.4
	> 100	208.0
(4) 学校	0-600	40.0
	601-1,200	50.0
	> 1,200	90.0
(5) キオスク	0-10	35.0
	> 10	35.0
(-) 給水車	-	( 485.0 )

非公開

## 非公開

以上をまとめると、本事業で提案する分散型給水システムをビジネス商材とする場合、概ね次の要点が挙げられる。

- ✓ 季節変動の大きな高濁度の表流水を原水とする場合、膜ろ過法を用いることで現地水質基準に準ずる処理水の安定供給が可能である（地質由来のアルミ除去などを含む）。
- ✓ 導入先の初期負担を無くす「バルク売水」というコンセプトを採用すると、売水元が導入装置の維持管理を担い長期的な事業持続性が担保されるため、導入先への技術移転を殆ど行わずとも安全な水の安定供給が可能となる。

## 非公開

一般論としては、バルク売水の契約期間が長いほど、無収水率が低いほど、事業採算性の検討が有利なものとなる。また、水源水質が今回試算した表流水よりも良質な、例えば清澄な地下水を利用する場合には、フッ素処理などでRO膜などを使用しない条件でバルク売水単価が大きく低減する可能性がある。

## 非公開

## 非公開

また、本事業を通じてカウンターパートとの信頼関係が醸成された結果、関連する商材として新たに当社で開発した遠隔監視システムが追加導入されるに至っている。これは既存浄水場の監視機能及びオペレータの能力向上を目的として先方予算で試験的に導入されたものであり、当社も日本-ケニアという距離感を飛び越えて、遠隔サポートを行っている観点から高く評価されている。現地での契約要件などは本件を通じて実地で学ぶ機会を得ており、一定の知見を得ることが出来ている。

これらの活動結果及び試算結果などから、現在は上記のフェーズ 1 に引き続き、類似案件の発掘と深掘りという次の段階（フェーズ 2）に活動内容が移行し、今後どの程度の広がりが見られるかを見極めている最中である。特に、実証試験が終了し、当社の事業コンセプトを実際に示す装置と結果とが揃ったことで、普及活動の活性化が期待される。事業展開の本格化という観点ではようやく市場へ訴求できる「現物」が揃ったこともあり、向こう 1～2 年程度は、WSB/WSP 向けには WASPA などの定期会合での宣伝活動を、民間施設向けには、まずは 1 件目の導入実績を作って横展開を目指すこととなる。

これらと並行して、遠隔監視システムなどの関連商材の拡販や、既設浄水場向けの商材の営業活動なども進めていくこととなる。既存浄水場向けでは、高濁表流水に対する効率的な処理技術として、本事業で採用したろ過膜のうち、浸漬型のろ過膜が高い適性を有していることが分かっている。幾つかの WSP からは高騰する地価対策と高集積性の面から、浸漬型の膜を用いた既存浄水場の造水能力向上に係る提案書の作成を依頼されている。当社としては POE に主眼を置いた分散給水事業を進めつつ、周辺領域でも事業の芽が見えはじめたという状況があり、BOP、POE、浄水場向けのビジネス展開を三位一体で進めていく。

その次の事業段階としては、現地拠点の開設（支店登記）とケニアでの本格的な事業展開、周辺国への事業拡大がフェーズ 3 となるが、これまでの進捗と現地状況を勘案すれば最短でも更に 2～3 年程度の時間が進出判断には必要と見込まれる。

特に、2016 年 6 月に施行された改正会社法では、海外企業の支店登記に「ケニア人による 30%以上の株式保有」が新たな要件として追加されており、当社にとっては支店登記の大きなハードルになることが予想され、今後の展開を注視する必要がある。

一方で、現在想定している各ビジネスモデルでは、ケニアにおける本格的な事業展開が、必ずしも現地事務所（支店）の開設とはイコールにはならないと認識している。例えば、これまでの調査及び活動実績からは、商材販売や設備リースにおいて支店登記が必須要件になっておらず、契約関連業務や資金回収などを含めて当社代理店がその要件を担えば、実態として事業スキームの構築が可能となっている。当社が分散型給水システムの導入に際して建設工事そのものを担う場合には現地ライセンスが必要との情報があるが、エンドユーザーとの契約を分割する形で当社分掌からこれを外すことは可能である。ライセンスについては引き続き現地調査が必要であるが、現地パートナーを活用した弾力的な事業展開は可能と認識しており、図 18 の事業スキームを念頭に、現地進出を判断したい。

## (2) 想定されるリスクと対応

これまでの普及・実証活動を踏まえ、想定されるビジネス展開時のリスクは以下の通りである。

### (A) 与信・資金回収リスク

現地政府機関である WSB/WSP や County 政府などを取引先とする場合、ケニアでは民間企業同様に信用リスクが高いため、与信及び資金回収リスクが存在する。また民間企業を取引先とする場合、上述のパッケージ型バルク売水事業では、例えばケニアにおけるリース形成の標準的期間が 5 年程度となっており、再延長が難しい取引先の場合には、資金回収期間を 5 年で設定しなくてはならない。日本国内では概ね 9 年以上のリース期間が設定されているが、この点で資金回収リスクはいずれも高いと考えられる（但し、当社が提案する事業モデルがケニアにおいてまだ十分に認知されていないことを勘案すると、今後のリース設定期間は緩和されていく可能性がある）。

### (B) 水源地（取水権）の確保

主に現地政府機関である WSB/WSP 及び County 政府を取引先とする場合、原水の調達可否や取水権の確保が不可欠である。水資源の乏しいケニアにおいて水は貴重な資源の 1 つであり、原水の提供を受けられてはじめて、今般提案の事業を進めることが出来る。民間企業が取引先の場合、水道水や井戸などを自己水源として保有している場合が多く本リスクは少ないと言えるが、水源枯渇時の対応などは予め詳細に協議しておく必要がある。

### (C) 水処理事業上のリスク

水処理装置の運用では、当初想定していた当社標準の業務スタイルがケニアでも十分に適用することが確認できた。但し、水処理装置を安定的かつ確実に運用する上で、現地水質分析機関の低い分析精度は、処理性能の確認が正確に行えないという点でリスク要因の 1 つと言える。

また、将来的な商用電源の単価上昇もリスク要因である。これは、太陽光発電システムを併用することで一定のリスクヘッジが可能となるが、初期投資費用が増加しバルク売水事業の損益分岐点が上振れすることにつながる。一方で商用電源にのみ依存していると、電力会社の料金体系更新が事業採算性に影響することとなる。商用電源の単価上昇リスクを契約条件に記載して除外することは、不確かな将来を見通さねばならないという点で往々にして事前合意が難しくリスクの 1 つと言える。

なお、WSB/WSP を導入先とする場合、バルク水の販売を行う限りは無収水の問題を無視できる。但し、支払い能力に制約がある WSB/WSP の場合には、結果としてバルク水の購入費用を料金徴収分から負担することが難しくなるため、無収水（率）を改善せざるを得ない点で間接的な事業リスクとなる。

#### (D) 労務関連リスク（現地要員の確保、派遣者の安全管理、治安対策）

本事業を通じて複数名の技術担当要員を現地で育成することが出来たが、日本の企業文化への理解、技術力、コミュニケーション能力など、当社現地要員に求められる素養も一定の水準が必要であり、該当する人材を如何に継続的に確保するかは課題の1つである。現地人材については ABE Initiative 参加者や青年海外協力隊員などとも一定の接触を持っており、当社事業が本格化する際の候補者として検討している。また、日本からの派遣者の安全管理については外務省などの安全情報を勘案しつつ、安全最優先での現地行動を継続しているが、昨今周辺国を含めてテロなどが増加傾向にあり、一段の安全管理が求められる。

#### (3) 普及・実証において検討した事業化およびその開発効果

本事業において検討した事業化案及びその現況は上述の通りであり、開発効果は以下の通りである。

##### (A) 安全な水の安定供給

季節変動が大きく、一時的であっても原水濁度が 500 度を超え、かつ鉄やマンガン、アルミニウムを含む表流水を、凝集剤を用いずに膜ろ過技術で安定的に浄化し、概ね 1 年間、給水区域に安全な水を安定して供給した。給水区域の複数の給水末端でも簡易水質検査を実施したが、本事業実施前に検出されていた大腸菌などは未検出となっている。

また、取水河川上流部にカウンターパートが運営する Jacaranda 浄水場があるが、雨季などに原水濁度が急変する場合でも、都度原水をサンプリングしてジャーテストを行い、凝集剤の添加量を決定して水質管理を行っている。オペレータの能力開発も必要なものの、属人的な運用体制は即応性が求められる水質変動には対応しきれず、一時的な処理水の濁度上昇にもつながっているが、これに比べると、本事業で使用した実証装置では確実な運用が行えたと言える。

##### (B) 浄水及び維持管理技術の現地移転

膜ろ過を含む浄水技術とその維持管理に係る一連の業務は、本邦研修及び現地研修などを通じ、当社の現地備人及びカウンターパートの技術者へ概ね移転出来た。日常的な装置点検、月例での定期点検業務は、カウンターパートの技術者と共に現地側だけで行える水準にあり、また遠隔監視システムを活用した日本からのメンテナンス支援業務は本件に関して相乗効果を発揮している。今後同様の技術をケニアの他地域または近隣諸国に移転する際には、現地水道公社の技術力又は管理運営体制が高水準になくとも、今回の経験を活用しながら比較的容易に対応可能と思われる。特に RUJWASCO については既存浄水場の拡張に膜ろ過技術の採用を検討するなど、技術移転の結果が組織の自信にもつながっている。

#### (4) 本事業から得られた教訓と提言

##### ① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

###### (A) 現地化への適応

日本国内の環境条件を前提とせず、短期的にはコスト増となっても、現地の環境条件を前提とした製品仕様を作り込むこと。国内向けでは殆ど配慮不要であるが、具体的には、①不安定な受電電圧の変動対策（整流・整圧器の設置）や、②薬品種に応じた調合・注入システムの選定（次亜塩素酸ナトリウムの含有不純物対策、次亜塩素酸カルシウム溶液と注入不良対策）などであり、これらは現地調査段階で現地企業から指摘されていたものの当社は対応不要と判断していた項目でもあった。

また、水処理装置の運転性能を担保するために水質分析は不可欠であるが、現地水質分析機関の分析精度は、ケニア国内で名が通った機関のものであっても十分とは言い難い。現地での事業展開を考える上ではケニアの公的分析機関へ水質分析を委託し、分析結果書を取得していく必要はあるが、技術面而言えば、第三国であってもより正確な水質分析が行える分析機関を活用することが本筋ではあり、このあたりのバランス感覚は現状把握と共に重要である。

逆に、遠隔監視システムを用いたメンテナンス支援は、現地要員への円滑な技術移転と安定した装置運用の点で抜群の効果を発揮した。現地化への適応支援ツールとしては極めて有効であり、実際に RUJWASCO が自社費用で追加購入を決定したこともあって、開発案件への適用も十分に検討できる印象を受けた（例：既設浄水場の運転管理支援、給配水監視システムの導入など、日本政府が標榜する IoT を活用した質の高いインフラ支援に合致するものの、他国他社からの売り込み攻勢も既に激しい）。

###### (B) 価値観の共有と信頼関係の構築

水資源の乏しいケニアにおいては、水そのものが高い価値を持つ資源の 1 つである。当社は国内外で「分散給水」というコンセプトを軸とした売水事業を進めているが、外資系企業が自国の貴重な資源を活用した事業を行うことに対しては、日本企業への信頼感の高さと共に、現地側の抵抗感も一定程度あり、この部分への配慮と価値観の共有が重要と感じた（当初実証予定であった Mataara サイトの住民も本事業の先にあるビジネスを拒み、結果としてサイト変更に至っている）。日本にとって海外での石油採掘権獲得が重要なように、ケニアにとって水資源の獲得と運用はこれと同じ重要性を有すると感じることは多々あり、今後 PPP を含めた事業展開を模索する段階に入れば互いの利益のみならず、価値観を如何に尊重・共有していくかが一層重要となる。

一方、今回実証事業を行った水源の水質を確認し、要求される処理水質をカウンターパートと協議した際に、当社は既存技術（凝集沈殿）で対応可能であり膜ろ過技術までは不要ではないか、との見解を伝達している。しかし、先方からの強い要望があって最終的に膜ろ過技術を導入したが、結果としては、当該水源水質を処理する上では膜ろ過技術が高

い適性を有したことが実証されてしまった。1年間の実証事業を通じて高濁原水への加圧膜適用など、数多くの技術的知見を両者で共有することが出来たが、振り返れば、はじめのボタンをきちんと掛け合えたことで、1年後に互いの信頼関係を一層強固なものにすることができたと感じている。

### (C) 事業展開の時間軸

民間企業にとってスピード感のある事業展開は日常的に求められるが、当該国にとってはじめての事業、はじめてのコンセプトを導入する上では、成果の発現までに一定の時間が必要である。特に、既存商材があって日本製の良質品を新規導入する場合に比べ、事業コンセプトそのものをはじめて導入しようとする場合には、まずは事業を実証し、その結果を精査・宣伝し、その上ではじめて事業展開の入口に立つ、という流れが実態に近い。1を100にすることに比べ、0を1にすることの難易度の高さを勘案すれば、実証完了後の普及期間を少なくとも1年間程度は設定することで、より具体的な成果まで本事業に包含できたのではないかとと思われる。

## ② JICA や政府関係機関に向けた提言

### (A) 実効性の高い本支援スキームの継続要望について

本報告書に記載の普及実証事業は、民間企業が海外展開をする上で極めて有効な事業支援スキームである。収益性に加えて昨今公益性が求められつつある民間企業は増えており、一方でこれを実際に実行に移す社内的なハードルは決して低くはない。この部分を公共機関が支援する本スキームは社会のニーズと時流とを良く捉えており、実効性も高い。また、民間企業の海外進出に向けて、JICA ケニア事務所からは継続的な支援をして頂いたことに、この場をお借りして感謝したい。現地進出を検討する民間企業にとっては、現地 JICA 事務所が前向きにサポートしてくれる、ということが大きな支えとなっており、引き続き他案件でも同様の支援を展開して頂ければと思う。

### (B) 最新技術動向の取込みと国力発揚への支援について

2012年にケニアを訪問し事前調査を行った際、当社が構想していた本事業の内容や、当時日本企業が世界的に強みを発揮していた膜ろ過技術の拡販・普及は、ケニアにとっては時期尚早である、との批判を政府関係機関の担当者から頂いた。確かに開発分野においては未導入の技術やコンセプトであったかも知れないが、その時点で既に欧米の NGO が膜ろ過技術を用いた Water Kiosk を現地で運用していた現実はあり、民間企業の肌感覚でいっても、この時点で市場参入を目指さないと後発国の企業群に市場を占有されかねないとの強い危機感があったが、これを政府関係機関側に理解して頂くことがなかなか難しかった。当社側の説明にも足りない部分が多分にあったと思われるが、政府関係機関側でも最新の

技術動向をタイムリーに掴み、開発案件へ落とし込む素地を整備して頂ければと思う（この点でも本事業スキームの貢献度は大きい）。

（C） BtoG / GtoB / BtoD への側面支援強化について

ここ数年は欧米のみならず、例えば中国企業から WSB/WSP が強力なアプローチを受けている実情はあり、また WSP/WSB の Director クラスのなかには、先進国で浄水技術や監視技術（IoT）を学んだ人材も居る。今回の普及実証事業を通じて、当社単独では困難であった WSP/WSB などの現地政府機関との信頼関係構築という一定の成果のみならず、遠隔監視システムという具体的な商材の販売実績まで作ることが出来た。日本企業の海外進出支援の第一歩として本事業スキームが高い実効性を有することは実感できたが、市場が目まぐるしく動き競争が激化するなか、海外における日本のプレゼンスを拡大していくという観点から、その後の活動をスピーディに側面支援する仕組みの構築を要望したい（了）。



## 参考文献

- 対ケニア共和国 国別援助方針（外務省、2012）
- ケニア共和国地方給水計画事業化調査報告書（JICA、2010）
- BOP ビジネス潜在ニーズ調査報告書・ケニアのエネルギー分野（JETRO、2010）
- World Development Indicators (2009)
- Progress on Sanitation and Drinking-water / 2013 Update (WHO/UNICEF 2013)
- Achievements, Ministry of Environment, Water and Natural Resources, September 2014
- National Water Services Strategy (2007-2015)
- Ministerial Strategic Plan (2009～2012) May 2009, Ministry of Water and Irrigation
- IMPACT 2013, A Performance Review of Kenya's Water Services Sector 2011-2012, Issue No.6, Water Services Regulatory Board (sponsored by GIZ), 2013
- Practice Manual for Water Supply Services in Kenya, Ministry of Water and Irrigation (sponsored by Belgium Study and Consultancy Fund), October 2005

## 添付資料

- 別添資料 1 作業工程計画
- 別添資料 2 要員計画
- 別添資料 3 ベースライン調査結果
- 別添資料 4 インパクト調査結果
- 別添資料 5 ポテンシャル・サイトの概要
- 別添資料 6 実証装置引き渡しに関するミニッツと確認書
- 別添資料 7 本邦受入活動完了報告書
- 別添資料 8 ODA 案件形成 PDM
- 別添資料 9 技術仕様合意書





## Ruiru サイトでの世帯調査（ベースライン調査）結果

調査項目		給水区域内	給水区域外	全体
世帯情報	世帯人数	3.8	3.6	3.7
	うち、日中仕事等で外出する世帯人数	2.7	2.8	2.75
水供給の 現状	安全な水へのアクセス	95.5%	93.3%	95.3%
	主要な水源			
	給水施設	94.0%	100.0%	94.7%
	その他	6.0%	0.0%	5.3%
	ボトル水の購入			
	時々または常に買う	41.1%	13.3%	37.8%
	買わない	58.9%	86.7%	62.2%
	水質に関する認識			
	問題ない	90.6%	93.3%	90.9%
	悪い	9.4%	6.7%	9.1%
	水量に関する認識			
	十分	57.3%	73.3%	59.1%
	季節などによって時々不足	42.0%	26.6%	40.2%
	年中不足	0.9%	0.0%	0.8%
	水道料金の支払額			
	743 Ksh または 750 Ksh/月 ※1	41.1%	80.0%	45.7%
	その他	58.9%	20.0%	54.3%
	主要水源に対して改善してほしい点			
	水道料金が低い	31.4%	40.9%	32.5%
	水質	20.0%	18.2%	19.8%
その他	48.6%	40.8%	47.7%	
経済状況	収入源			
	ビジネス、就業	79.80%	89.50%	80.9%
	その他 (農業、出稼ぎ送金、一時労務など)	20.10%	10.50%	19.0%

※1 月使用量 10m<sup>3</sup> 未満の定額料金として 743Ksh もしくは 750Ksh を支払っていることが確認された。


















## 世帯調査（インパクト調査）の結果

調査項目		対象区域内 (64 世帯) *1	対象区域外 (19 世帯)	全体 (83 世帯)
世帯情報	世帯人数（平均）	3.0	3.4	3.1
	うち、日中仕事等で外出する世帯人数	2.2	2.0	2.1
	住居形態			
	独立住居（都市型）	17.2%	21.1%	18.1%
	独立住居（農村型）	29.7%	68.4%	38.6%
	アパートメント	48.4%	10.5%	39.8%
	その他	4.7%	-	3.6%
水供給の 現状	安全な水へのアクセス	98.4%	100.0%	98.8%
	主要な水源（複数回答可）			
	水道（RUJWASCO）	98.4%	86.4%	95.4%
	その他	1.2%	13.6%	4.6%
	ボトル水の購入			
	時々または常を買う	28.1%	26.3%	27.7%
	買わない	71.9%	73.7%	72.3%
	水質に関する認識			
	問題ない	98.5%	100.0%	98.8%
	悪い	1.5%	0.0%	1.2%
	水量に関する認識			
	十分	52.3%	66.7%	55.4%
	時々不足（不定期）	43.1%	27.8%	39.8%
	年中不足	0.0%	0.0%	0.0%
	主要水源に対して改善してほしい点 （複数回答可）			
	配管工事などによる断水	33.7%	22.2%	31.1%
	水道料金が低い	22.8%	37.0%	26.1%
	水量	19.6%	7.4%	16.8%
	水質	2.2%	18.2%	19.8%
	水道水の処理			
	処理なしで直接飲用	64.1%	57.9%	62.7%
	処理して飲用	35.9%	42.1%	37.3%
	水起因疾病に対する予防手段 （複数回答可）			
飲用には煮沸	41.8%	35.0%	40.2%	
殺菌剤（ウォーターガードなど）	13.4%	10.0%	12.6%	
飲用にはボトル水を購入	6.0%	5.0%	5.7%	
水道水を処理しない	35.8%	50.0%	39.0%	
経済状況	収入源（複数回答可）			
	ビジネス、就業	65.0%	74.1%	67.2%
	他（農業、出稼ぎ送金、一時労務など）	34.9%	25.9%	32.7%

\*1 対象給水区域内 64 世帯のうち、ベースライン調査で調査した世帯は 33 世帯である。

別添 5 : ポテンシャルサイト候補一覧

Site No.	Site-0 (参考)	Site-1	Site-2	Site-3	Site-4	Site-5	Site-6	Site-7	Site-8
Site Name	Mataara	Nyamangara	Campus Line	Riu	-	Kiunyu	Ruiru Town	Oloolua	Makadara
管轄WSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	TaWSB	TaWSB
管轄WSP	Mataara Water Trust/ KARIWASCO	KARIWASCO	KIWACO	KIWACO	Gatanga	Gathanji	RUJWASCO	Oloolaiser	Mavoko
County	Kiambu	Kiambu	Kiambu	Kiambu	Murang'a	Murang'a	Kiambu	Kajiado	Machakos
サイト名/地名	Mataara Village, Mataara Sub Location, Chania Location, Gatundu North District, Kiambu County	Kirega Community, Nyamangara Village, Mangu Division, Karuri Location, Nyamangara Sub-location, Gatundu North District	Kikuyu Township, Kikuyu Location, Kikuyu Sub-county,	Riu B/H Gikambura Location, Kikuyu District	Kiunyu B/H Kiunyu Village, Kihumbuini Location, Gatanga Sub-location	Gathanji B/H Gathanji Village, Kihumbuini Location, Gatanga Sub-location	Ruiru River (事務所の横)	Oloolua B/H Oloolua Location, Ngong District	Makadara B/H
プラント予定サイト緯度経度	S 00°50'45.3" E 36°46'16.2"	S 00°59'15.4" E 36°55'19.2"	S 01°14'37.6" E 36°39'40.1"	S 01°17'38" E 36°38'49.2"	-	-	S 01°8'48.10" E 36°57'53.70"	S 01°21'33" E 36°40'41"	-
プラントサイト標高	2,230m	1,697m	2,053m	1,990m	-	-	1,512m	1861m	-
水源	Ragiaダム	Ndarugu River	深井戸 (Campus B/H, Twin I & II B/Hs)	深井戸	井戸	深井戸	Ruiru River	井戸	深井戸
水源詳細	サイトの10km上流にあり、水質の季節変動が見られる。	サイトの北西約2.7km上流にあり、乾季でも水量は十分ある(枯れない)。雨季には濁度が500度以上の現地情報あり。コンクリート製のIntake Boxにスクリーンとバルブが設置されている。	*Twin B/H I(深度105m)、II(深度102m)、揚水量は合計90m <sup>3</sup> /h。夜間9時~翌朝5時まで1日16時間稼働。 *Campus B/H(深度185m)、揚水量60m <sup>3</sup> /h。	井戸深度110m	井戸深度71m以上	井戸深度280ft	河川流量70,000m <sup>3</sup> /D	給水水量200m <sup>3</sup> /D	180m: 潜在能力18m <sup>3</sup> /h、実際15m <sup>3</sup> /h、フッ素濃度が高い(RO提案が必要)
水質データ受領 ※1	済	済	済	済	未	済	済	済	済
給水人口	4,000人 (うち、Muchakaiラインのみの場合は1,490人)	350世帯+小学校600人、高等学校320人	Campus lineの有効接続だけで687戸 ※大学や病院を含む	29,000人	30世帯+小中学校	200世帯+小中学校+病院 使用水量44~133m <sup>3</sup> /日、乾季(8月)3,192m <sup>3</sup> /月	100,000人(拡張計画有り)	526世帯	1500人程度
希望供給水量 ※1	400 m <sup>3</sup> /D	210 m <sup>3</sup> /D(600 L/D/HH)	Campus lineだけで282 m <sup>3</sup> /D以上	1,440m <sup>3</sup> /D	「処理不要」	—	20,000 m <sup>3</sup> /D ※分割も可	—	180 m <sup>3</sup> /D
既存施設状況	*上流部にあるRagiaダムから約10kmの導水配管を経由し、Koinangeタンク(225m <sup>3</sup> )で原水を一時的に貯水、傾斜を利用した重力方式で未処理の原水をコミュニティ全域に送配水している。 *給水は週2日の計画配水である。	WSP管轄の浄水・排水施設は無し。Ndarugu Riverを水源とした灌漑用水が管路により供給され、上記給水人口のうち300人程度には概ね週1日の頻度で、各戸給水され飲用水としても使用中。	上記3本の井戸から中継ポンプ場にある高さ10m、50m3の高架水槽(ET)へ汲み上げられている。ETから市内3エリアに給水(Campus line、Kidfarmco line、Town line、Vantage line)。	—	—	—	数年前まで稼働していた、取水施設、沈殿濾過槽、配水タンク、ポンプ小屋があり再利用可能。	—	—
既設配管	有: Koinangeタンクからは①Mataaraライン、②Muchakaiライン、③茶葉工場の3系統に分かれている。	有: 現在、飲料水用として利用されている配管は無い。1970年~80年頃に敷設された古い配管がある。灌漑用水の配管は村内の南北に走る道に沿って2本あるが、いずれもWSPの管轄外。	有: 高架水槽からCampus line、Kidfarmco line、Town line、Vantage lineおよびGichuru tank(150m3)へ送水され、さらにMutego village, Mega village, Nderi villageに給水されている。どのラインも週3~4日程度のみ給水。Campus lineからはナイロビ大学、PCEA大学、PCEA病院、中高等学校2校、村落2か所に配水されている。※パイロット事業ではCampus lineのみの処理で良いことをWSPと確認済み。	有	有	有	既存給水区には配管有り。設置後数年と新しく、準ネットワークを形成	有	無
運営管理組織能力/類似給水計画 ※2	MWTは世銀のプロジェクトローンを約3年に亘り総額の1/3を返済。MWT事務所では水道料金徴収も行われており、組織の運営能力は十分であると判断できる。現在、世銀ローンで建設したKoinangeタンクにより各コミュニティに給水中。	WSPとして実務経験が長く、複数の給水システムを運営している。水道料金回収率は87%。	WSPとして実務経験が長く、複数の給水システムを運営している。水道料金回収率は87%。 Kikuyu Spring water Projectにより日量4,000m3を給水予定(2014年6月末まで)。給水ラインからCampus lineを外すことは可能。	—	—	—	都市型WSPのうちPerformance Ratingで7位	—	—
浄水ニーズ ※2	基礎調査の結果、季節により水質が悪いと感じる住民はコミュニティの6割以上いることが判明した。	*未処理のまま給水しているためWSPとしては処理装置を導入したい。 *周辺世帯では浅井戸を使用しており、安定した水質の飲料水を確保したい様子が伺えた。 *浅井戸が地表の影響を受けやすいことが十分に理解されていない印	時々大腸菌が検出される。PCEA病院では、水質は安全だと思いつつも念のため煮沸している。世帯調査ではほぼ全ての世帯が飲用に特別な処理を行っていない。住民レベルでの浄水ニーズは低いものの、WSP側のニーズは高い印象。	—	—	—	将来的にはRuiru川の原水を浄化して給水する予定のため、浄水ニーズは高い。	—	—
住民の支払能力 ※2	現状、住民は毎月500Ksh/世帯を(メーターを有する家庭はその使用水量に応じて)MWTに支払っている。	飲料水としての供給は無いため、浅井戸を使用する家庭や近隣から井戸水を購入する家庭が多い(近隣からの購入は大概15Ksh/20L)。	村落住民のサンプル調査では月収にばらつきがあり、30,000シリング以上の世帯が3割程度と推測される。水道料金回収率は87%。	—	—	—	新興住宅・商業地区で裕福層が多く、支払能力は高い	—	—
キオスク有無	無	無	無:この地域の住民はキオスクを好まず、各戸給水が主流。	無	無	有:3 Ksh/20L	無	無	有:3 Ksh/20L
商用電源	無:近隣の電化されたマーケットから電源引き込み工事を行う予定。	AC単相240V (3相415Vへ変更可) 75~100A余裕あり。 トランスはサイトから東側70m程度のところにある。	有:AC3相415V。75~100A余裕あり。停電は減多に起こらない。ポンプステーションの中に電源元がある。	有	有	有	有	有	有
排水	装置設置場所の隣に排水池(Lagoon)を設ける。	設置可能場所の斜め向かいの小学校の敷地にLagoonを掘り、そこに放流可(フェンスで囲うこと)	既存下水配管はない。オーバーフロー貯水槽からの排水(washout)が流れている配管はあるが、放流先は不明。使用できるか要確認。使用出来ない場合は排水溝を掘る(設置場所と同じスペース内)。	—	—	3~400m下った所まで排水管を引き、放流	排水溝に接続可能	道路沿いに放流可	キオスク横の下水管に接続可能

Site No.	Site-0 (参考)	Site-1	Site-2	Site-3	Site-4	Site-5	Site-6	Site-7	Site-8
Site Name	Mataara	Nyamangara	Campus Line	Riu	-	Kiunyu	Ruiru Town	Oloolua	Makadara
管轄WSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	AWSB	TaWSB	TaWSB
管轄WSP	Mataara Water Trust/ KARIWASCO	KARIWASCO	KIWACO	KIWACO	Gatanga	Gathanji	RUJWASCO	Oloolaiser	Mavoko
County	Kiambu	Kiambu	Kiambu	Kiambu	Murang'a	Murang'a	Kiambu	Kajiado	Machakos
プラント水源と取水方法	RagiaダムからKoinangeタンクに導水される直前で原水を取水し、処理水を同タンクに貯水した後、Muchakalラインに配水する予定。その他の給配水系統は現状通り、未処理の原水のまま配水する。	Ndarugu RiverからNyamangaraにある既存処理施設への送水ラインから(処理施設に入る手前で)Kirega方面へ分岐送水する予定。	高架水槽からCampus lineに導水される直前で原水を取水する予定。	-	-	-	プラント設置可能場所から100mほど上流のコンクリート堰からRuiru川の水が取水可能。	-	-
装置設置スペース	有: Koinangeタンクの横、公共の土地	有: 10x15m程度。公共の土地で、使用許可についてはAssistant Chiefからコミュニティに確認してもらう予定。	有: 10x10m以上。現在世銀プロジェクトで使用中の土地の利用を想定。既存フェンスは今年6月(同プロジェクト完了時)に撤去予定。	有	有(高架水槽の横)	有(井戸の横: 公共の敷地)	有(RUJWASCO事務所横)	有	有(政府関係の土地)
機器搬入	△: 装置設置場所のある森の中は未整備の山道となり急斜面もある。	△: サイトへの入り口にスロープ付き急カーブ有り。20ftコンテナ車は通過可能。	○: Booster Tank西側は幅6mの道に面している。フェンスを撤去してのアクセスは容易。	×: 悪路、急カーブ有り	△	○	○	○	○
セキュリティ	×: 野生の象が出現するため電気フェンスを設置予定。	村の中心部に位置し、学校が隣接されており、子供が多い。高めのフェンスが必要。	○: 24時間警備員が監視している。フェンスは必要。	×: 盗難被害有り	○: フェンス有	○? フェンスはあるが公共の場、人多い	○: セキュリティ有り	○: 夜間警備有り。フェンスは必要	○
パイロット事業としてのポテンシャル有無	○→×: プロジェクト実施に対する現地住民の賛同が得られない。	○	○	×: 必要給水量が当社想定に対して過剰な印象	×: 質的改善ニーズが低い	×: 事業化に向けた現地意欲が低い又は不明	○: 給水量を限定すれば可能性あり	×: 事業化に向けた現地意欲が低い又は不明	×: 水源水質のフッ素が高濃度
将来的なポテンシャル有無	○	△: 既存配管がほとんど無く、各戸給水の場合は膨大な費用がかかる。20Lタンクの水は個人間で15Kshで売買されているため、キオスク対応の可能性あり(料金規制次第)。	○: 想定給水量(282m <sup>3</sup> /D)は現在給水中の顧客のみを対象としており、Inactiveの接続が復活した場合、給水量そのものが不足する可能性がある。	×	×: 水質的に問題がない印象	△: 案内人は前向きだが、ニーズ低?	○: 金額次第で資金調達も検討	△: パイロット(=機材提供)のみ乗り気	○: 給水販売からの支払も検討可
パイロット事業実施に向けた協議継続	-	継続可	継続可	-	-	-	継続可	-	-
その他	-	灌漑用水の配管(Nyamuku)は週1回のみ配水しており、住民はこれを生活用水・飲料水にも利用。これはWSPの管轄外。灌漑用水配管に浄水を流すことは水の誤用ともなるためNG。	・深井戸だが大腸菌検出・水質変動有りということから井戸の工法に問題あり? ・1か月の電気料金はCampus: 35~40万Ksh、Twin: 25~30万Ksh。実際の請求書を手済み。(約20Ksh/kWh)	既存貯水槽(225m <sup>3</sup> × 2)	中学校の給水末端: 色度・濁度ともに0度。生徒からも水質に関して特に不満無し。	・上記給水人口のほか100世帯は配管未敷設。キオスク: 色度7.5、濁度1.5度。 ・既存貯水槽: 10m <sup>3</sup> (近) + 24m <sup>3</sup> (遠隔地)	・3~4,000m <sup>3</sup> の貯水槽を設置予定 ・川からの導水管と貯水槽以外の見直し希望	井戸の場所から5km上方に貯水槽あり	既存貯水槽容量: 10m <sup>3</sup>
写真									
	↑ 設置可能場所	↑ 設置可能場所	↑ 3本の井戸から汲み上げられている	↑ 井戸	↑ 中学校に設置されている貯水タンク	↑ 井戸付近に設置可能(フェンス内)	↑ 堤防を1m高くする計画(沈殿のため)	↑ ポンプ小屋	↑ 給水量75m <sup>3</sup> /D(うち20m <sup>3</sup> は給水車)
									
	↑ 周辺の水利用状況	↑ 原水とボトル水の比較。NH4-: 0.7mg/l	↑ フェンス内にプラント設置可能	↑ 貯水槽(真ん中は未利用)。	↑ 未処理だが水質は良好	↑ 同井戸水のキオスク	↑ 既存施設は撤去予定	↑ 土地は余裕有り	↑ キオスクの裏の敷地

備考:  
※1 一次選定基準 評価項目  
※2 二次選定基準 評価項目

THE MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,  
AND  
ATHI WATER SERVICES BOARD,  
ON  
OPERATION AND MAINTENANCE OF THE EQUIPMENT HANDED OVER  
UNDER THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SMALL AND MEDIUM  
ENTERPRISES TECHNOLOGIES FOR COMMUNITY-BASED WATER TREATMENT  
& SUPPLY SYSTEM USING SOLAR ENERGY

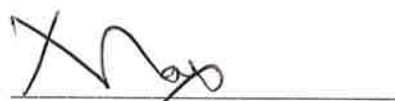
The parties concerned had a discussion on the operation and maintenance of the equipment handed over to Athi Water Services Board (AWSB) under the titled survey. As a result of the discussions, the parties concerned agreed on the following arrangements.

- 1) AWSB entrusts operation and maintenance of the equipment to Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd (RUJWASCO).
- 2) AWSB and RUJWASCO jointly assure the proper operation and maintenance of the equipment in order to utilize the equipment effectively for the welfare of the beneficiaries.
- 3) AWSB and RUJWASCO will ensure the above objective through implementation of appropriate maintenance of the plant and securing of budget for that purpose.

Ruiru Kenya June 28, 2016

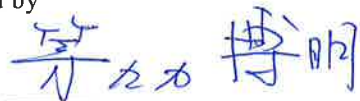


Ms. Keiko Sano  
Chief Representative  
JICA Kenya Office



Eng. Malaquen Milgo  
Chief Executive Officer  
Athi Water Services Board

Witnessed by



Mr. Hiroaki Todoriki  
General Manager  
Wellthy Corporation



Eng. George Mungai  
Managing Director  
Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd.



## Attachment: Equipment List

**List of Equipment**

No.	Name of Equipment	Description/Specifications	Quantity
1	Water Treatment Plant (Main Unit)	5m <sup>3</sup> /h capacity Consisting of 3 skids with 2 cabinets for storage. <i>*Not including the remote monitoring system and control program of the plant.</i>	1
2	Sodium Hypochlorite Dosing Pump	CS2-30N-VTCF-HW-400V3-Y-S-S	4
3	Sulfuric Acid Dosing Pump	CS2-30N-VTCF-HW-400V3-Y-S-S	1
4	Aluminum Sulfate Dosing Pump	CS2-30N-VTCE-HW-400V3-Y-S-S	1
5	pH Meter	PE-11N	1
6	Residual Chlorine Meter	FC600G-313	1
7	UF Membrane Module	HFU-1020N	1
8	Booster Pump	40xBNBME3.7A	1
9	Control Panel	AC-5	1
10	Power Supply Transformer	FT3159-0.8K-SA	1
11	Electromagnetic Flow Meter	GF630-65A/LF620	1
12	AVR	AVR3X50 36KVA 230V S/N3844300002	1

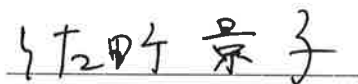
## CERTIFICATE OF HANDOVER

SURVEY TITLE: Pilot Survey for Disseminating Small and Medium Enterprises Technologies for Community-based Water Treatment & Supply System Using Solar Energy

Concerning the mentioned survey, this certificate is to confirm the completion of transfer of the equipment listed in the attached document from JICA to Athi Water Services Board according to sub-article 2 under article IV "Other Relevant Issues", of the Minutes of Meeting signed on 26 September 2013.

From now on, Athi Water Services Board will ensure proper operation, maintenance, management and sufficient budget for maintenance of the equipment after this handover according to the Minutes of Meeting signed on 28 June 2016.

June 28, 2016, Ruiru-Kenya



Ms. Keiko Sano  
Chief Representative  
JICA Kenya Office



Eng. Malaquien Milgo  
Chief Executive Officer  
Athi Water Services Board

Witnessed by



Mr. Hiroaki Todoriki  
General Manager  
Wellthy Corporation



Eng. George Mungai  
Managing Director  
Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd.  
(Operator)

## 中小-⑧ 本邦受入活動完了報告の確認

## 本邦受入活動完了報告書

2015年 1月 30日  
業務主任者:等々力博明

案件名: ケニア国 太陽光発電を用いた水浄化 普及・実証事業  
企業名: 株式会社ウエルシィ

## 1. 報告内容

## (1) 受入活動の概要

## (ア) 概要

本邦受入プログラムでは2015年1月6日～1月10日に現地実施機関の下記担当者4名を日本に招き、水処理技術に関する座学、当社のプラント導入先の見学、膜製作工場の見学、実証装置製作状況の確認を実施した。

本プログラムの主な目的は、事業実施サイトの水サービス事業者(WSP)であるRuiru-Juja 水サービス会社(RUJWASCO)の長およびその上位機関で水道事業への投資を担当するアティ給水サービス委員会(AWSB)のCEOおよび担当官を招き、ろ過膜を含む水処理技術と分散給水の特徴や利点を十分に理解してもらうことで、ケニアでこれらの新規性ある事業の普及を図り、将来的なケニアでの当社事業展開を促進することである。

## (イ) 受入期間

2015年1月6日～2015年1月10日(日本滞在期間実績)

## (ウ) 参加者のリスト

氏名		性別	所属機関	役職
Malaquen	Milgo	男	Athi Water Services Board (AWSB)	Chief Executive Officer
Joseph Mungai	Kamau	男	Athi Water Services Board (AWSB)	Technical Manager
Dominic Kiprono	Rop	男	Athi Water Services Board (AWSB)	Civil Engineer
George Guchu	Mungai	男	Ruiru-Juja Water and Sewerage Company (RUJWASCO)	Managing Director

## (エ) カリキュラム、日程表

別添の日程表「受入詳細計画表」を参照

## (2) 受注者による所見

### (ア) 本邦受入活動の結果

出発地での空港事故のため予定より1日遅れの日本到着となり、急きょ予定のプログラムを変更するという事態が生じたが、無事に計画していたプログラムのほとんどを終了することができた。主な研修内容を下表にまとめる。

日付	訪問先	内容
1月7日	ウェルシ本社	・当社事業の説明 ・日本エコロジ研究所(自社水質分析機関)概要説明 ・テクニカルセミナー(水処理技術について)座学 ・遠隔監視システムの説明
1月7日	ホテルニューオータニ	・当社プラント見学
1月7日	実証装置製造工場(三郷市)	・実証試験装置見学・製作状況確認
1月8日	横浜市水道局川井浄水場	・大規模浄水施設見学 ・川井浄水場改修プロジェクト説明(座学)
1月9日	三菱レイヨン豊橋工場	・豊橋事業所の概要説明 ・水処理材の製造過程の説明 ・同上、見学

参加者は当社のプラント設備や水処理材の製造施設見学のみならず、大規模な公共浄水場の直接視察などを通じ、膜処理技術などの概要や先進国での施設運用状況を理解した。また、分散型給水式プラント設備の処理性能と空間効率の観点から、人口増加に伴い浄水場用地の収用が困難になっているケニアにおいて、膜ろ過技術の有益性を認識させ、導入に係る将来的な興味を喚起することが出来た。最終日の Wrap-up 会議では当社関係者および JICA 関係者を交え、参加者と意見交換を行うことが出来た。会議後には、今後これまで以上に協力体制を強化し、実証試験の実施とその後の検証を共同で推進することを文書で確認した。

### (イ) 参加者の意欲・受講態度、理解度

参加者各人の職務上の立場や背景によって興味の対象は異なるものの意欲は高く、座学やプレゼンテーションでは総じて熱心に受講し、多くの質問が出された。プロジェクトコストや投資方法にも強い興味を示し、技術の詳細に比して実際の運用や費用効率に関する事項に特に興味があったようである。当社による説明や各訪問先でのプレゼンテーションも専門外の人にも理解できる内容であり、当社社員が通訳(必要に応じて解説)を務めたこともあり、その内容については十分な理解が得られた。

### (ウ) 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

ナイロビを含むケニア中央地域の給水施設・サービスへ投資している AWSB の CEO が来日し、ケニアにおける分散給水や膜処理技術の将来的な適用可能性を明確に認識した。これを踏まえ、AWSB 管轄区域に当社システムを導入することや、現地で開催されるセミナー・WSP の定期総会等で、AWSB 関係者が当社の活動を紹介するなど広報活動の一助となることが期待される。また、事業実施サイトである RUJWASCO では膜処理を用いた浄水場の拡張計画があり、今後は AWSB を巻き込んで更に前向きに検討できる状況になった。

(エ) その他特記事項

真冬に実施したこともあり、事前の情報提供にも関わらず参加者の寒さへの備えは不十分であったようで、来日後にジャケット等の手配を行った。

2. 添付資料

- (1) 受入詳細計画表(実績版)
- (2) 本邦受入活動写真
- (3) ミニッツオブミーティング(1月9日)

### 本邦滞在日程表

Date	Accommodation		Time		Detailed Activity	Transport	Accompanying Members	
			Start	Finish			Wellthy	Others
1	4-Jan	S	-	11:30 13:35	- 18:35	JKIA Nairobi to Doha (QR1340)	Flight	
2	5-Jan	M	Doha	-	-	Transit in Doha	-	
3	6-Jan	T	Tokyo (Super H)	1:10 18:00 20:00	16:55 19:30 -	Doha to Narita (QR806) Narita to Tokyo, check in at Super Hotel Lohas Quick orientation at Hotel lobby	Flight Train	Yasuda Yasuda Yasuda
4	7-Jan	W	Tokyo (Super H)	9:00 11:45 12:00 12:30 13:30 14:00 15:00 16:30	11:30 12:00 12:30 13:30 13:50 14:25 16:00 17:30	Technical Seminar (Membrane Technology) at Wellthy Move to Hotel New Ohtani Plant Visit-1 (Hotel New Ohtani) Break Hotel New Ohtani > Akihabara St. Akihabara St. to Misato-Chuo St. *MTG Time at 14:45 Pilot System Review at Factory Misato-Chuo St. > Kojimachi St.	Walk  Taxi Train Train	Yasuda, Sahara, Todoriki, Usui ditto ditto ditto Yasuda, Todoriki ditto ditto ditto
5	8-Jan	T	Toyohashi (H.Associa)	A.M. 11:20 11:52 13:30 15:15 15:48 16:52 18:15	- 12:50 15:00 15:30 16:25 17:56 -	Pick up at Hotel to Tokyo St. *Check-out / Lunch Finished Tokyo St. to Mitsukyo St. Plant Visit-2 (Kawai Waterworks in Kanagawa) Kawai Waterworks to Mitsukyo St. Mitsukyo St. to Shin-yokohama St. Shin-yokohama St. to Toyohashi St. (Hikari 521) Check in at Hotel Associa	Train/Taxi  Taxi Train Bullet Train	Yasuda ditto ditto ditto ditto Yasuda Yasuda, Todoriki
6	9-Jan	F	Tokyo (Super H)	8:30 9:00 11:30 12:46 14:30 15:30 16:00 16:30	- 11:30 12:00 14:10 15:00 15:45 16:30 17:30	Pick up at Hotel to MRC Factory MRC Membrane Factory and R&D Center MRC Factory to Toyohashi St. Toyohashi St. to Tokyo St. (Lunch on board, Hikari 518) Check-in at Hotel Hotel to MRC HQ Briefing at Mitsubishi Rayon (MRC) @ Room 1116 Wrap up meeting at Mitsubishi Rayon (MRC) @ Room 1116	Taxi  Taxi Bullet Train Walk Taxi	Yasuda, Todoriki ditto ditto ditto ditto ditto ditto, Sahara ditto
7	10-Jan	S	-	10:00 17:00 19:03 22:20	- - 20:02 -	Hotel check-out (leave luggage in Tokyo Station) Hotel to JR Tokyo Station Tokyo St. to Narita (NEX 51) Narita to Doha (QR807)	Walk Train Flight	Yasuda ditto - -
8	11-Jan	S	-	- 7:35	4:35 12:35	Arrival at Doha Airport Doha to Nairobi (QR1339)	- Flight	

参考資料：研修写真



当社での技術セミナー（社長挨拶）



当社プラント見学（ホテルニューオータニ）






実証装置の見学（三郷市）



三菱レイヨン工場見学（豊橋市）



最終日の Wrap up 会議（三菱レイヨン本社）

<b>Minutes of Meeting</b>		1 / 2
		MOM NO. : K004-MOM-001
JICA SME / Ruiru Pilot Project (#1)		Date & Time : January 9 <sup>th</sup> , 2015, 16:40 ~ 17:45 Location : MRC Meeting Room #1116
Main Agenda 1) Technical presentation 2) Summary presentation by participants on the program		
Participants : Mr. Malaquen Milgo (AWSB) Mr. Jeseoph Mungai Kamau (AWSB) Mr. Dominic Kiprono Rop (AWSB) Mr. George Guchu Mungai (RUJWASCO) Mr. Hiroaki Todoriki (Wellthy) Mr. Naoki Yasuda (Wellthy) Ms. Emi Sahara (Wellthy)  Observer : Ms. Mai Suzuki (JICA) Mr. Masanobu Mayuzumi (JICA) Mr. Takeshi Higo (JICA) Mr. Toshiki Horie (JAT) Mr. Tsutomu Yuri (Mitsubishi Rayon) Mr. Katsuhiko Shimada (Mitsubishi Rayon) Mr. Kyouhei Ozaki (Mitsubishi Rayon)		
Document : distributed internal (by Wellthy)		
Signer :  Athi Water Services Board ( AWSB ) Chief Executive Officer  Mr. Malaquen Milgo  Signature 	Signer :  Ruiru-Juja Water & Sewerage Company ( RUJWASCO ) Managing Director  Mr. George Guchu Mungai  Signature 	Signer :  Wellthy Corporation  General Manager  Mr. Hiroaki Todoriki  Signature 



Minutes of Meeting	2 / 2	
Contents	PIC	Due Date
<p>The three parties of Athi Water Services Board (hereafter "AWSB"), Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd. (hereafter "RUJWASCO") and Wellthy Corporation (hereafter "Wellthy") had a discussion on the technical aspects of the pilot plant on 9<sup>th</sup> January 2015 in relation to the agreement (K004-MOU-007, signed on 24th June 2014), and agreed upon the technical details of the pilot plant and also upon the implementation of the Survey as follows.</p> <p>(1) RUJWASCO and Wellthy discussed and agreed on the details of pilot plant installation during the course of the Visit Japan program.</p> <p>(2) Each of the representatives of AWSB and RUJWASCO expressed their opinions about what he understood and experienced during the course of the Visit Japan program.</p> <p>(3) AWSB requested JICA to provide fund for the purpose of realizing a pilot project of 1) water quality monitoring with application of remote surveillance system of Wellty and 2) Testing of ceramic membrane in parallel 3) online chemical dosing at Jacaranda WTP.</p> <p>(4) The members who participated in the Visit Japan program from AWSB and RUJWASCO appreciated the future potential of applying membrane technology in Kenya and and the three parties mutually confirmed to further cooperate with each other for the success of the pilot Survey from this time on.</p>		

End of MOM

OR

## プロジェクト・デザイン・マトリックス（加圧膜システム調達・設置）

プロジェクト名：ケニア国分散給水事業（EPC）

期間：2017年\*\*月－2018年\*\*月

対象地域：ケニア国\*\*\*\*郡

Ver. 0.1

ターゲット・グループ：ケニア国\*\*\*\*郡上水道公社

作成日：2016年6月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> ****郡における給水状況が改善される。	****郡において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	
<b>プロジェクト目標</b> 対象上水道公社における給水状況が改善される。	対象上水道公社において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	■対象郡で水分野の十分な予算がある。
<b>成果</b> 1 既存浄水場が増強される。 2 膜ろ過装置（加圧膜）により水質が改善される。	1 水量が増える。 2 水質項目が改善される。 3 利益がでる。	1 運転記録 2 水質試験記録 3 会計報告書	■原水の水質、水量が急激に変わらない。
<b>活動</b> 【成果1にかかる活動】 1-1 分散給水事業に係る調査を実施する。 1-2 分散給水事業に係る設計をする。 1-3 分散給水事業に係る積算を行う。 1-4 報告書を作成する。 1-5 入札図書を作成し、入札を支援する。 1-6 本邦調達業者との契約を支援する。 【成果2にかかる活動】 2-1 膜ろ過装置（加圧膜）を購入する。 2-2 膜ろ過装置（加圧膜）を設置する。	<b>投入</b> ■人材： 総括／給水計画、電気・設備計画、給水施設維持管理、積算／施工計画  ■機材供与（設置含む）： 膜ろ過膜装置（加圧膜）  ■本邦／第三国研修  【ケニア国側】 ■人材：カウンターパートの配置	<b>前提条件</b> ■既存の浄水場が適切に稼働している。	

## プロジェクト・デザイン・マトリックス（加圧膜システム調達・設置＋運営）

プロジェクト名：ケニア国分散給水事業（EPC+O&M）

期間：2017年\*\*月－2018年\*\*月

対象地域：ケニア国\*\*\*\*郡

Ver. 0.1

ターゲット・グループ：ケニア国\*\*\*\*郡上水道公社

作成日：2016年6月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> ****郡における給水状況が改善される。	****郡において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	
<b>プロジェクト目標</b> 対象上水道公社における給水状況が改善される。	対象上水道公社において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	■対象郡で水分野の十分な予算がある。
<b>成果</b> 1 既存浄水場が増強される。 2 膜ろ過装置（加圧膜）により水質が改善される。 3 安定的な事業運営がされる。 4 オペレーターの運営維持管理能力が向上する。	1 給水量が増える。 2 水質が改善される。 3 利益がでる。 4 運転記録が毎日記録される。	1 運転記録 2 水質試験記録 3 会計報告書 4 運転記録	■原水の水質、水量が急激に変わらない。
<b>活動</b> 【成果1にかかる活動】 1-1 分散給水事業に係る調査を実施する。 1-2 分散給水事業に係る設計をする。 1-3 分散給水事業に係る積算を行う。 1-4 報告書を作成する。 1-5 入札図書を作成し、入札を支援する。 1-6 本邦調達業者との契約を支援する。 【成果2にかかる活動】 2-1 膜ろ過装置（加圧膜）を設置する。 2-2 特定目的会社が膜ろ過装置を適切に運転する。 【成果3にかかる活動】 3-1 特定目的会社を設定し、事業運営権を与える。 3-2 特定目的会社が施設建設を行う。 3-3 特定目的会社が運営・維持管理を中長期にわたり実施する。 3-4 特定目的会社が料金徴収のシステムを構築する。 【成果4にかかる活動】 4-1 特定目的会社が既存のオペレーターを再雇用する。 4-2 特定目的会社が既存のオペレーターに操作の訓練をする。 4-3 特定目的会社が既存のオペレーターに運転記録の記載の仕方を指導する。	<b>投入</b> ■人材： 総括／給水計画、施設設計、電気・設備計画、給水施設維持管理、人材育成／組織能力強化、積算／施工計画  ■機材供与（設置含む）： 膜ろ過膜装置（加圧膜） 膜ろ過膜装置（加圧膜）をモニタリングするための遠隔装置  ■事業運営  ■本邦／第三国研修  【ケニア国側】 ■人材：カウンターパートの配置  ■浄水場の事業運営権  ■事務所スペース  ■通信費、ライセンス費、サーバー利用料	<b>前提条件</b> ■既存の浄水場が適切に稼働している。 ■途上国政府が両国で合意された事業コンセプトどおりに事業を発注する。	

## プロジェクト・デザイン・マトリックス（浸漬膜による浄水場拡張）

プロジェクト名：ケニア国浄水場拡張事業

期間：2017年\*\*月－2018年\*\*月

対象地域：ケニア国\*\*\*\*郡

Ver. 0.1

ターゲット・グループ：ケニア国\*\*\*\*郡上水道公社

作成日：2016年6月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> ****郡における給水状況が改善される。	****郡において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	
<b>プロジェクト目標</b> 対象上水道公社における給水状況が改善される。	対象上水道公社において給水施設へアクセスできる人口の割合が**%増加する。	■統計書	■対象郡で水分野の十分な予算がある。
<b>成果</b> 1 既存浄水場が増強される。 2 膜ろ過装置（浸漬膜）により水質が改善される。 3 安定的な事業運営がされる。 4 オペレーターの運営維持管理能力が向上する。	1 給水量が増加する。 2 水質が改善する。 3 利益がでる。 4 運転記録が毎日記録される。	1 運転記録 2 水質試験記録 3 会計報告書 4 運転記録	■原水の水質、水量が急激に変わらない。
<b>活動</b> 【成果1にかかる活動】 1-1 浄水場拡張に係る調査を実施する。 1-2 浄水場拡張に係る設計をする。 1-3 浄水場拡張に係る積算を行う。 1-4 報告書を作成する。 1-5 入札図書を作成し、入札を支援する。 1-6 本邦調達業者との契約を支援する。 【成果2にかかる活動】 2-1 膜ろ過装置（浸漬膜）を設置する。 2-2 特定目的会社が膜ろ過装置（浸漬膜）を適切に運転する。 【成果3にかかる活動】 3-1 特定目的会社を設定し、事業運営権を与える。 3-2 特定目的会社が施設建設を行う。 3-3 特定目的会社が運営・維持管理を中長期にわたり実施する。 3-4 特定目的会社が料金徴収のシステムを構築する。 【成果4にかかる活動】 4-1 特定目的会社が既存のオペレーターを再雇用する。 4-2 特定目的会社が既存のオペレーターに操作の訓練をする。 4-3 特定目的会社が既存のオペレーターに運転記録の記載の仕方を指導する。	<b>投入</b> ■人材： 総括／給水計画、施設設計、電気・設備計画、給水施設維持管理、人材育成／組織能力強化、積算／施工計画  ■機材供与（設置含む）： 膜ろ過装置（浸漬膜） 膜ろ過膜装置（浸漬膜）をモニタリングするための遠隔装置  ■事業運営  ■本邦／第三国研修  【ケニア国側】 ■人材：カウンターパートの配置  ■浄水場の使用权  ■事務所スペース  ■通信費、ライセンス費、サーバー利用料	<b>前提条件</b> ■既存の浄水場が適切に稼働している。 ■途上国政府が両国で合意された事業コンセプトどおりに事業を発注する。	

## プロジェクト・デザイン・マトリックス（遠隔監視ステーション設置）

プロジェクト名：ケニア国遠隔監視事業

期間：2017年\*\*月－2018年\*\*月

対象地域：ケニア国\*\*\*\*郡

Ver. 0.1

ターゲット・グループ：ケニア国\*\*\*\*郡上水道公社

作成日：2016年6月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<b>上位目標</b> ****郡におけるモニタリング（漏水、水質等）体制が構築される。	****郡において給水施設の故障率が**%下がる。	■運転記録	
<b>プロジェクト目標</b> 対象上水道公社におけるモニタリング（漏水、水質等）体制が構築される。	対象上水道公社において給水施設の故障率が**%下がる。	■運転記録	■対象郡で水分野の十分な予算がある。
<b>成果</b> 1 既存浄水場が適切に運転される。 2 遠隔監視ステーションにより水質が維持される。 3 漏水等がすぐに認識される。 4 オペレーターの維持管理能力が強化される。	1 故障が少なくなる。 2 水質項目の数値が悪くならない。 3 漏水等の対処が早くなる。 4 運転記録が継続的に記録される。	1 運転記録 2 水質試験記録 3 運転記録 4 運転記録	■原水の水質、水量が急激に変わらない。
<b>活動</b> 【成果1にかかる活動】 1-1 遠隔監視ステーションに係る調査を実施する。 1-2 遠隔監視ステーションに係る設計をする。 1-3 分散給水事業に係る積算を行う。 1-4 報告書を作成する。 1-5 入札図書を作成し、入札を支援する。 1-6 本邦調達業者との契約を支援する。 【成果2にかかる活動】 2-1 遠隔監視ステーションを購入する。 2-2 遠隔監視ステーションを設置する。 【成果3にかかる活動】 3-1 ソフトコンポーネントにより遠隔監視ステーションの技術指導を行う。	<b>投入</b> ■人材： 総括／給水計画、電気・設備計画、給水施設維持管理、積算／施工計画 ■機材供与（設置含む）： 遠隔監視ステーション ■ソフトコンポーネント 遠隔監視ステーションの技術指導 【ケニア国側】 ■人材：カウンターパートの配置 ■通信費、ライセンス費、サーバー利用料	<b>前提条件</b> ■既存の浄水場が適切に稼働している。	

## Minutes of Meeting

### On

### Technical Issues of the Pilot Plant in Ruiru

The two parties of Wellthy Corporation (hereafter "Wellthy") and Ruiru-Juja Water and Sewerage Company Ltd. (hereafter "RUJWASCO") had a discussion on the technical aspects of the pilot plant on 14<sup>th</sup> and 31<sup>st</sup> of July 2014 in relation to the agreement (K004-MOU-007, signed on 24<sup>th</sup> June 2014), and understand and mutually agreed upon the following technical details of the pilot plant.

Nairobi, Date 8 September 2014


---

Hiroaki Todoriki  
General Manager of Overseas Business  
Division  
Wellthy Corporation



---

George Mungai  
Managing Director  
Ruiru-Juja Water and Sewerage  
Company Ltd.

#### Technical Details of the Pilot Plant

As a result of the detailed examination of the site condition and the raw water quality, Wellthy found some technical issues that could affect the specifications of the pilot plant. Wellthy explained the details of the issues and made some suggestions to RUJWASCO concerning the specifications of the pilot plant. As a result of subsequent discussions, both parties agreed to the following.

1. Necessity of an additional treatment process for Aluminum in raw water

High concentrations of aluminum have been detected (ranging from 0.35mg/L to 1.8 mg/L while the guideline value is 0.1mg/L) in the water samples from the intakes at RUJWASCO office and of Jacaranda WTP respectively since late April 2014. The result indicates that the water of Ruiru River constantly contains an above-standard concentration of aluminum and its source is located somewhere upstream of Jacaranda

WTP. The result also revealed that aluminum was not effectively removed by the existing Jacaranda WTP and was found in treated water as well. The pilot plant that employs a membrane filtration system will, thus, need an additional treatment process to remove or reduce aluminum since high concentration of aluminum in water is considered to cause fouling to membrane filtration systems as well as coloring and human health problems.

## 2. Quality of water supplied to the target area

On the other hand, Wellthy understands that aluminum is not a target quality item for water treatment (removal or reduction) in the case of Jacaranda WTP operated by RUJWASCO, and it is necessary to assure that only the water quality items, that are currently analyzed regularly, meet the quality standards (please refer to the attached table). The items under "RUJWASCO/AWSB" in the table are those for water supply confirmed and agreed upon by both RUJWASCO and AWSB. Wellthy understands that only these items have to be observed in the project implementation.

## 3. Change in output of the plant

As mentioned above, although it is not required to treat aluminum from the view point of water quality requirement, it is necessary for a membrane filtration system to avoid fouling problems. Moreover, Wellthy considers that it is important and highly meaningful to add an aluminum treatment process to the pilot plant in order to verify the aluminum removal or reduction technology that has not been realized in Kenya yet. Addition of aluminum treatment process normally forces the plant to be much bigger, complicated, and expensive. For this reason, Wellthy suggested downscaling of the capacity of the pilot plant to 5 m<sup>3</sup>/h (from 20m<sup>3</sup>/h that had been proposed in the previous agreement) in order to put priority on technical verification of the plant operation with aluminum removal or reduction facility as a pilot project.

## 4. Expected output water quality from the pilot plant

The water quality Wellthy needs to satisfy in the pilot project is as mentioned in section 2 above, while the actual quality of water that the pilot plant is expected to produce is shown in the rightmost column in the attached table.

## 5. Others

Wellthy will share the data and information obtained in the course of implementing this pilot project with RUJWASCO as much as possible as stated in the previous agreement.

## Attached Table: Water Quality Summary

S/N	Parameter	Unit	KS05-459 Criteria	Required Parameters for Monitoring			Raw Water (2008 to 2014, 11 Samples)				Treated Water
				KS05-459	RUJWASCO / AWSB	Wellthy Pilot Project	Max.	Min.	Avg.	Design Basis	Expected Design value
1	Bacteria	pcs/mL	< 100	✓	✓	✓	> 2420	274	274	> 2420	Nil.
2	Escherichia Coli	-	Nil.	✓	✓	✓	197	197	197	197	Nil.
3	pH	-	6.5 - 8.5	✓	✓	✓	8.3	5.0	7.2	7.3	7.0 - 7.5
4	Color	Degree	< 15	✓	✓	✓	350	25	99	100	< 15
5	Turbidity	NTU	< 5	✓	✓	✓	62	5	20	26	< 1
6	Elec. Conductivity	uS/cm	-		✓	✓	178	17	79	80	-
7	Iron	mg/L	< 0.3	✓	✓	✓	3.30	0.37	1.10	3.30	< 0.03
8	Manganese	mg/L	< 0.1	✓	✓	✓	1.80	0.08	0.36	0.20	< 0.01
9	Calcium	mg/L	< 250	✓	(✓)	(✓)	4.8	3.2	4.1	6.0	-
10	Magnesium	mg/L	< 100	✓	(✓)	(✓)	4.4	0.5	1.7	2.6	-
11	Sodium	mg/L	< 200	✓	(✓)	(✓)	33.0	5.9	11.7	11.9	-
12	Hardness	mg/L	< 500	✓	✓	✓	26	6	17	23	-
13	Total Alkalinity	mg/L	-		✓	✓	29	2	18	36	-
14	Chloride	mg/L	< 250	✓		✓	6	0	3	8	-
15	Fluoride	mg/L	< 1.5	✓	✓	✓	1.0	0.0	0.3	0.4	-
16	Nitrate Nitrogen	mg/L	< 10	✓	✓	✓	2.8	0.0	1.4	2.4	-
17	Nitrite Nitrogen	mg/L	-		✓	✓	0.030	0.004	0.013	0.045	< 0.003
18	Sulfate	mg/L	< 400	✓	✓	✓	50.3	0.4	8.6	3.0	-
19	Total dissolved solids	mg/L	< 1,500	✓	(✓)	(✓)	110	32	55	75	-
20	Arsenic	mg/L	< 0.05	✓		✓	0.006	0.006	0.006	0.009	< 0.05
21	Copper	mg/L	< 0.1	✓	✓	✓	0.10	0.00	0.05	0.08	-
22	Phosphate	mg/L	-		(✓)	(✓)	0.35	0.10	0.23	0.34	-
23	Total Suspended Solid	mg/L	Nil.	✓	✓	✓	100	10	60	105	Nil.
24	Ammonia Nitrogen	mg/L	0.5	✓	✓	✓	0.28	0.00	0.14	0.50	< 0.05
25	Total Silicate	mg/L	-		✓	✓	27	20	23	33	-
26	Aluminium	mg/L	< 0.1	✓		(✓)	1.80	0.51	1.20	1.9	< 0.1

Note : the tick mark in brackets signifies the item is not regularly analyzed