

平成25年度国際研修 専門別研修 報告書

研 修 員 氏 名：園田 圭佑

所 属 先：さいたま市水道局給水部水道計画課

研 修 対 象 国：ルワンダ国、ウガンダ国

研 修 期 間：2014年（平成26年）1月27日（月）－ 2月7日（金）

報告書作成年月日：2014年（平成26年）3月13日作成

目 次

I 研修の概要

(1) 研修目的	1
(2) 研修テーマ	1
(3) 日程	2
(4) 研修先	3

II 研修計画

(1) ルワンダ国エネルギー水衛生機構	5
(2) ウガンダ国上下水道公社	5

III 研修活動報告

(1) 研修活動内容、実施計画の達成度	6
(2) ルワンダ国における活動内容（ルワンダ国エネルギー水衛生機構）	6
(3) ウガンダ国における活動内容（ウガンダ国上下水道公社）	14

IV 総括

V 添付資料

I 研修の概要

(1) 研修目的

21世紀はアフリカの世紀と呼ばれている。アフリカは今世紀を通じて唯一人口が伸び続ける地域で、豊富な天然資源からも高い経済成長が見込まれており、今後の飛躍的な発展が見込まれる。日本国からの対アフリカ地域 ODA も近年増加傾向にあり、今後、日本とアフリカ各国との関係強化が期待されている。

しかし、日本側の立場からすると、物理的な距離の遠さや治安状況等の理由から、水道界に限らず交流の少ない地域となっている。アフリカの国々には貧困や紛争といったイメージがあり、事実として多くの問題を抱えているが、実際には治安の安定している国や地域もあり、奇跡と呼ばれる目覚ましい発展を遂げている国や、今後に大きな可能性を秘めた国がいくつも存在し、必ずしも一般的にイメージしている通りの状況にはない。

そこで本研修では、情報も交流も少ないアフリカ諸国の中で、特に今後の発展や日本との交流が期待され、治安も安定している、ルワンダ共和国とウガンダ共和国、この2カ国を研修対象国として選定した。

本研修で得た情報が、今後の日本水道界の海外における技術支援、また、ルワンダ国、ウガンダ国、両国水道界との交流へ少しでも寄与できれば幸いである。

(2) 研修テーマ

研修テーマは、研修対象国のみならず、現在そして今後も日本を含め多くの国で共通かつ重要課題となるものを、技術的視点から選定した。ただし、東アフリカの水道に関する情報自体が非常に少ないので、個別のテーマについては掘り下げつつ、水道事情全体の状況も把握することを念頭に置いて研修を実施した。

両国において共通の調査テーマとして選定したのは、水道事業の根幹をなす資産や関連データを管理するアセットマネジメント及びデータマネジメント、また、水道資産の大半を占める管路の能力や寿命を大きく左右する施工管理の2つである。

また、ルワンダ国では横浜ウォーターにより無収水対策活動の支援が実施されているため、その活動状況を含めた現状調査を3つ目のテーマに選定した。

ウガンダ国では、受入担当者が責任者である人材育成に関する意見交換を強く要望されていることから、人材育成に関する調査をテーマのひとつとして組み込んだ。

両国でテーマとしたアセットマネジメント及びデータマネジメント、施工管理、ルワンダ国でテーマとした無収水管理、ウガンダ国でテーマとした人材育成、いずれも水道事業を実施する上で重要な課題である。

上述の研修テーマをまとめると、下記のとおりである。

【研修テーマ】 東アフリカにおける水道事情の実態把握

【重点テーマ/ルワンダ】 アセットマネジメント及びデータマネジメント、施工管理、無収水管理

【重点テーマ/ウガンダ】 アセットマネジメント及びデータマネジメント、施工管理、人材育成

(3) 日程

	日程		行程	研修テーマ等	宿泊
1	1月27日	月	成田→ドバイ (EK319)	—	機中泊
2	1月28日	火	ドバイ→キガリ (WB301)	JICA ルワンダ事務所表敬 (研修に関する協議)	ホテル： Hotel Chez Lando 住所： P.O.Box 1519, Kigali Remera, Rwanda TEL： +250-252-589-804
3	1月29日	水	EWSA にて研修	EWSA 事業概要、データ管理 アセットマネジメント キミサガラ浄水場他視察	
4	1月30日	木	EWSA にて研修	拡張計画・更新計画 施工現場視察（管路施工、漏水修繕）	
5	1月31日	金	EWSA にて研修	無収水管理 研修ラップアップ&フィードバック	
6	2月1日	土	キガリ→カンパラ (WB422)	移動日	
7	2月2日	日	資料整理等	—	ホテル： Dolphin Suites Hotel 住所： Princess Anne Drive, Plot 36, Kampala 256, Uganda TEL： +256-414-505652
8	2月3日	月	NWSC にて研修	NWSC 事業概要、人事育成 ギャバ浄水場視察 ギャバ研修センター視察	
9	2月4日	火	NWSC にて研修	データ管理、アセットマネジメント 拡張計画・更新計画	
10	2月5日	水	NWSC にて研修	研修ラップアップ&フィードバック JICA ウガンダ事務所ヒアリング	
11	2月6日	木	カンパラ→ドバイ (EK730)	—	機中泊
12	2月7日	金	ドバイ→成田 (EK318)	—	—

※EWSA=Energy, Water and Sanitation Authority（ルワンダ国 エネルギー水衛生機構）

※NWSC=National Water and Sewerage Cooperation（ウガンダ国 上下水道公社）

※EK=エミレーツ航空、WB=ルワンダ航空

(4) 研修先

① ルワンダ国



【研修先】

Energy, Water and Sanitation Authority (EWSA)

ルワンダ国エネルギー水衛生機構

- ・ EWSA head office (EWSA メイン事務所)
(Remera, Kigali, Rwanda、+250-788-307-412)
 - ・ Gikondo Stock Yard (ギコンド水道資材倉庫)
 - ・ Kimisagara Water Treatment Plant (キミサガラ浄水場)
 - ・ Remera Branch Office (レメラ地区支所)
 - ・ Kinyinya Bas Intake & Pumping station (キニヤバ取水・送水施設)
 - ・ Kinyinya Haut Pumping & Distribution station (キニヤフ送水・配水施設)
- ※その他、配水池施工現場、管路施工現場、漏水修繕現場等

【主対応者】

Mr. Felicien, in charge of Water Operation Standard

住所 : Remera, Kigali, Rwanda (EWSA Head Office)

電話番号 : +250-788-865-393

E-mail : feuwnurenyi@ewsarw

【対応者】

Mr. James C.Sano, Dupty Director General of Water & Sanitation

Mr. Theoneste Minani, Director of Water & Sanitation

Mr. Mugabo Anselme, in charge of Water Network Operation

Mr. Manirakiza J. Claude, in charge of Water Monitoring

Mr. Viateur, in charge of Non Revenue Water

Mr. Shumbusho Cylire, GIS Engineer

Mr. Joseph, in charge of Gikondo stock yard

Mr. Deo, in charge of Kimisagara Water Treatment Plant

Mr. Murigo J. Claude, Manager of Remera branch

【支援機関】

JICA ルワンダ事務所

住所 : EBENEZER HOUSE, Umuganda Boulevard, P.O.Box 6878 Kacyiru, Kigali

電話番号 : +250-788-301-731

守屋所長、室谷次長、石塚プログラママネージャー (水道/衛生担当)

Mr. Norbert Habincuti, Program Coordinator of Water and Sanitation

② ウガンダ国

【研修先】

National Water and Sewerage Cooperation (NWSC)

ウガンダ国上下水道公社



- ・ NWSC International Resource Centre (NWSC 人材開発センター)
(Plot M11, Old Portbell Road, Kampala, Uganda、+256-414-315-700)
- ・ NWSC Head Office (NWSC メイン事務所)
- ・ NWSC Office in Industrial Area (NWSC 工業エリア事務所)
- ・ Gaba Water Treatment Plants (Gaba 浄水場 I , II , III)
- ・ Gaba Training Center (Gaba 研修センター)

【主応対者】

Dr. Martin Kalibbala, Manager of Training & Development

住所 : 39 Jinja Road, P.O.Box 7053, Kampala, Uganda (NWSC Head Office)

Plot M11, Old Portbell Road, Kampala, Uganda (International Resource Centre)

電話番号 : +256-414-315-700、+256-414-315-720

E-mail : martin.kalibbala@nWSC.co.ug

【応対者】

Dr. Harrison Mutikanga, Head of Performance and Asset Management

Mr. Gilbert Akol Echelai, GIS principal officer

Mr. Issac M. Arinaitwe, Senior Manager of Planning & Design

Mr. Timothy Mubbala, Water Loss Control Manager

【ヒアリング先】

JICA ウガンダ事務所

住所 : Course View Towers, 4th floor, Plot 21 Yusuf Lule Road, P.O.Box 12162, Kampala

電話番号 : +256-414-254-326

荒木次長

中川企画調整員 (インフラ担当)

春原所員 (地方給水／衛生担当)

II 研修計画

(1) ルワンダ国エネルギー水衛生機構

1月29日(水) 1日目

AM: EWSAの事業概要

ー基礎情報の収集、各部署の業務概要(主に技術部門)

PM: データ管理

ーマッピングシステム(管路図、管路・属具情報、顧客情報 etc...)

設計図書・竣工図書管理、アセットマネジメント(施設データ管理)

1月30日(木) 2日目

AM: 現場視察 ー管路布設、給水接続等(施工管理、水道資器材 etc...)

PM: 管路に関連する計画

ー拡張計画、施設更新計画

1月31日(金) 3日目

AM: 現場視察

ー漏水修繕、漏水探知

PM: 無収水(NRW)対策

ー水運用、漏水探知及び修繕、漏水データ管理・分析

(2) ウガンダ国上下水道公社

2月3日(月) 1日目

AM: NWSCの事業概要

ー基礎情報の収集、各部署の業務概要(主に技術部門)

PM: 技術部門のデータ管理

ーマッピングシステム(管路図、管路・属具情報、顧客情報 etc...)

設計図書・竣工図書管理

アセットマネジメント(施設データ管理)

2月4日(火) 2日目

AM: 人材育成(1)

ーNWSCの人材育成と背景

PM: 人材育成(2)

ー技術力向上、技術継承(研修センター視察)

2月5日(水) 3日目

AM: 現場視察

ー管路布設(管路更新)、給水接続、漏水修繕 etc...

PM: 管路に関する計画

ー拡張計画、施設更新計画

Ⅲ 研修活動報告

(1) 研修活動内容、実施計画の達成度

ルワンダ国、ウガンダ国、いずれも当初計画通りのスケジュールとはならなかったものの、概ね目的としていた研修項目の活動を実施することができた。なお、事前調整のやりとりがメール等に限定されていることや、研修受入先の国柄といった問題から、事前に研修の細部まで調整することが困難であった。しかし、実際の研修期間中は、受入先の真摯な対応と、関係者のサポートにより、臨機応変なスケジュール調整をし、ヒアリング、意見交換、視察等、総じて目標としていた内容を上回る成果を得ることができた。

(2) ルワンダ国における活動内容（ルワンダ国エネルギー水衛生機構）

1 日目（1 月 28 日）

PM：JICA ルワンダ事務所表敬、研修に関する打合せ

2 日目（1 月 29 日）

AM：EWSA の事業概要、組織概要

PM：データマネジメント、アセットマネジメント

資材管理、機械修繕（ギコンド水道資材倉庫、同ポンプ修繕ヤード視察）

浄水システム、水運用（キミサガラ浄水場視察）

3 日目（1 月 30 日）

AM：EWSA 水道部門総裁表敬

拡張計画及び施設更新計画

漏水修繕現場視察

拡張給水エリア（工業区）視察

PM：レメラ支所視察

レメラ地区取水地、中継ポンプ場、配水池等

4 日目（1 月 31 日）

AM：無収水対策

PM：研修ラップアップ及び EWSA へのフィードバック協議

【ルワンダ共和国】

ルワンダ共和国（Republic of Rwanda）は、コンゴ、ウガンダ、タンザニア、ブルンジに国境を接する東アフリカに位置する内陸国で、面積 26,300 km²（四国の 1.5 倍程度）、人口 1042 万人。人口密度 396 人/km²はアフリカで最も高く、世界でも 19 番目の数値である（日本は 338 人/km²）。

国土全体に山や丘、湖が多く、緑が豊富である。緩やかな丘陵が国土全体に広がっていることから、千の丘の国と呼ばれている。第一次世界大戦終結まではドイツ領、1918 年以降はベルギー領であった。1962 年の独立の後、1994 年に大虐殺を経験するなど紛争が続いたが、2000 年に就任したポール・カガメ大統領の下、従来の農業に依らず IT 立国を目指し順調な成長を進め、アフリカの奇

跡と呼ばれている。女性議員比率の世界一高い国としても有名である。

インフレ率 6%、経済成長率 8%、人口増加率 2.67%、近年は政情も安定し継続的な成長を続けており、特に首都キガリでは大型ビルの建設ラッシュと、居住区や工業地域の急速な拡大が見られる。標高 1433～1645m に位置するキガリの人口は約 140 万人と総人口の 10%を超え、首都への一極集中の解消が課題である。

【ルワンダ国の水道事情】

主要な都市水道はすべて、ルワンダ国エネルギー水衛生機構（EWSA/ Energy, Water and Sanitation Authority）が管轄しており、同機構の Water and Sanitation Sector Strategic Plan 2013/14 – 2017/18 によれば、水道の普及率は 25.7%（都市部 27.8%、地方部 2.1%、2012 年）であるが、各戸給水に限ると 5.9%に留まる。この差は、貧困層への給水拡大のために政策として積極的に設置されている公共水栓（Public Water Kiosk）によるものである。公共水栓は水道料金が安価に設定され、1 水栓あたりのカバー範囲を半径 500m としている。また、都市水道のない地方ではハンドポンプを用いた小規模な給水システムが主流である。これらを含めた安全な水へのアクセス率は、全国で 74.2%（都市部 86.4%、地方部 72.1%、2010 年）である。使用水量は都市部で 80ℓ/人、地方部で 25ℓ/人と大きな開きがある。



写真1 EWSA 事務所から見たキガリ市内

ルワンダ国では下水道が未整備であるが、同機構が所管し、2014～2015 年のうちに事業を開始する予定である。

EWSA は国に属する機関であり、ルワンダ全国の主要都市において電力及び水道を管轄している。全国に 24 の支所があるが、水道部門としては 21 支所、キガリ市内にはそのうち 7 支所がある。浄水場は全部で 17 あり、2012 年の総配水量 3548 万 m³/年、有収水量 2098 万 m³/年、無収水率 41%である。浄水能力が高い順に 3 つの浄水場が、すべてキガリ市内にある。

水道部門に対しエネルギー部門が優遇されており、十分な予算や人員が配当されないとのことだが、2014 年 6 月に両部門が分離し、合わせて公社化される予定である。公社化されると、事業のあらゆる面で自由度が高まり、煩雑であった事業承認等の手続きも不要となるため、円滑かつ効率的な事業運営が期待されている。

EWSA の特徴として、一組織で全国の主要都市水道すべてを管轄していることが挙げられる。このことは、国全体の水道事業レベルを向上させていく上で非常に効率が良いと考えられ、例えば首都キガリで成功した事業を地方へ展開することや、全国から技術者を集めて研修を実施することなど、地方ごとに水道事業体を持つ日本やその他の国と比較し、あらゆる場面において物事がスムーズに進められると思われる。

表1 ルワンダ国 EWSA 水道料金表

	Public Water Kiosk (共同水栓)	0-5 m ³	6-20 m ³	21-50 m ³	51-100 m ³	101 m ³ -	Industrial
1 m ³ 当り	240Rwf	240 Rwf	300 Rwf	400 Rwf	650 Rwf	740 Rwf	593 Rwf
円換算	36 円	36 円	45 円	60 円	98 円	111 円	89 円

※1RWF (ルワンダフラン) =0.15 円 (2014 年 2 月のレートで換算)

【水運用／浄水場】

EWSA の主水源は河川水であり、他に浅井戸と湧水 (Spring water) がある。湧水は、地表に湧き出る水をタンクに集め、塩素注入のみで給水エリアにポンプ圧送するという仕組みであり、浅井戸 (Ground water) とは違う仕組みであるとのこと。

水源は豊富であるが、雨期には原水の高濁度により給水停止となる場合がある。国が設定した水質基準があるが、現状は WHO の基準を使用している。水質測定結果は RURA (Rwanda Utility Regulation Authority) に毎月報告される。浄水した段階ではこの基準は常時クリアしているという話だが、実際には蛇口から濁った水が出ることもあるため、配水管路に起因する水質劣化であると予想される。



写真2 キミサガラ浄水場

キガリ市内にはキミサガラ (Kimisagara) 浄水場 (30000 m³/日、1989 年建設)、ゾベ (NZOVE) 浄水場 (43500 m³/日、2007 年建設)、カレンゲ (Karengé) 浄水場 (15000 m³/日、1978 年建設) の 3 浄水場がある。これら 3 つの浄水場はいずれも実配水量が 10,000 m³/日を超えるが、その他 7 つの浄水場はすべて 1,000 m³/日に満たず、キガリだけで EWSA の総配水量の約 60% を占めている。

導水・送水・配水共通して、自然流下で対応しているものもあるが、前述した丘の連なる地理的条件から、丘陵を越えポンプ圧送しているルートが数多くあり、エネルギーロスが非常に大きい。また丘の麓においては水圧が非常に高くなり、特に送水管において顕著であるが、その送水管から給水管を取出しているエリアがいくつもあり、漏水の要因として問題となっている。配水方式としては、各丘の頂上までポンプ圧送し、そこに設置した貯水タンクから自然流下で配水するというシステムを基本としている。

キガリ市内は 60 のポンプステーションがあることからわかるように起伏が激しく、配水管網における水圧は 1-20bar と大きなばらつきがある (送水管では最大 30bar)。水圧不足による断水、高水圧による漏水と、水運用上、維持管理上の課題は多い。また、仕切弁や空気弁が適切に設置されていないこと、各浄水場からの配水系統が輻輳していること、管路管理図面の整備不十分なども問題である。

【拡張計画／更新計画】

国の策定した Vision によれば、2020 年までに都市部の水道普及率を 100%にするという目標が設定されている。しかし EWSA 職員に確認すると、当然ながらこれは達成不可能な目標であるという認識であり、達成に向けた具体的な進捗が見られるわけではない。

長期計画は存在せず、新規の都市拡張に合わせて、その都度給水エリアの拡張計画も策定される。各計画は 6 か月ごとに作成されている。そもそも明確な都市計画が存在しないため、長期的に拡張計画を策定するのが困難である。拡張区域の決定には、政策的なトップダウンによるものの他、地元からの要望があった場合には、人口規模や立地条件などを検討し、採用可否を検討している。

水需要予測は実施されていない。過去に企業と共同で実施したことがあるが失敗したとのことである。予測に必要な人口データ及び水道事業データも不十分なものが多く、現段階で水需要予測を実施しても、精度の低いものにしかならないと考えられる。

管路や施設の更新は実施されているが、予防的に計画を立て更新しているのではなく、漏水のあった管路をその周辺を含めて布設替える、故障した機器を修繕交換するといった具合である。各拡張及び更新には主にドナーからの支援が張り付けられ、小規模なものについては自前の費用で対応している。投入する予算の比率はドナー7割に対し自己資金3割である。

配水管には、ダクティル鋳鉄管、PVC管、ポリエチレン管が使用されており、大口径管はダクティル鋳鉄管によって施工されている。過去、亜鉛メッキ鋼管も使用されていたが、10～15年で腐食する事例が多発しているため、現在は使用されていない。資材は自国では生産されておらず、すべて輸入に依存しているため、内陸国で輸送費が高いことも併せて高コストである。

水源は十分にあるが、人口増加と共に急激に水需要が伸びているキガリにおいては、浄水能力が現状給水需要に追い付いておらず、早急に新規の浄水場建設や既存浄水場の拡張が必要であり、同時に41%にもおよぶ無収水量を少しでも削減していかなければならない。現状キガリの水需要は平均65,000 m³/日とされているが、実際の平均給水量は61,713 m³/日である。

キガリ市内には、乾季に曜日別・時間別の給水制限が実施されているエリアがある。具体的には、1日を6時～18時／18時～6時の2区分に分け、曜日ごと7区分と合わせ14分割した時間に給水エリアを割り振っている。入手した資料によれば、1週間のうち週2日、半日ずつしか給水されないエリアもある。

【データ管理／マッピングシステム】

マッピングシステムは、Arc GIS、Arc View を使用し、地形のプロット情報を Land Centre から入手し構築中である。ただし、現状はキガリ市内の2地区（Kanombe 地区、Remera 地区）におけるパイロット的な活動に留まっている。GIS を扱う技術者が2名しかおらず、これはたった2名だけで EWSA の全エリアを担当することを意味している。このまま続けても市内のマッピング整理ですら目途が立たないため、人員及び機材の拡充は必須である。マッピングに属する情報は、水道事業にとって基本となるものが多いことから、早期に優先的な人員配置と予算付けが望まれる。

他方、EWSA のエネルギー部門ではマッピング機材の導入と研修が JICA により既に実施されており、水道部門でも同様の支援を要望している。

具体的なマッピング整備の内容としては、プロットナンバー（住所が細分化していないため機能

しておらず、その代替のもの)、給水位置、使用者情報、使用量情報等をマッピングに集約させており、合わせてこれまで適正に対処されてこなかった不法接続等の確認及び解消も実施している。また、これらの情報を基に管網モデル (Water Network Modeling) を構築し、キガリ市内を 72 の DMA (District Metered Area) に分割予定である (DMA 構築作業はマッピング整備以前から実施中)。マッピング整備は、まずキガリ市内まで展開したのち、地方都市にも広げたい意向である。

また、マッピング情報の基本となる管路情報は、施工時の記録が残っておらず不明なものが多く、特に大虐殺以前のもはそのほとんどが不明である。布設年度や管種が不明ということは日本においても多くあるが、EWSA 管轄内においては口径が不明という管路も存在するとのことである。管種・口径・布設年度・埋設深さ・オフセット等の基本的な情報は、現存するデータを整理し、今後の布設分については適切に記録することが望まれるが、データ管理を確立していくためには、そこに十分な人材を投入できるかが最大の課題である。また特に口径については、水運用や拡張計画、更新計画などあらゆる場面で必要となる情報であるため、他工事に合わせた調査や、その重要度によっては試掘による確認を実施するなどの対応が必要であると考えられる。

【施工管理】

管路の新設及び更新、修繕は基本的に EWSA 職員が実施している。掘削及び埋戻しは、舗装のされている一定レベル以上の道路については委託業者が実施するが、未舗装道路等については EWSA 職員が実施する。掘削に使用できる重機を所有しておらず、施工の規模に関わらず人力で掘削するため、例えば $\Phi 600\text{mm}$ の漏水修繕においてもすべて人力で作業し、これには 2 週間を要している。

配水タンクなどの施設系は企業による施工であり、施工業者は地元企業が数社ある他、中国企業も進出しているが、施工のレベルは総じて低く、今後は EWSA 職員の施工技術向上、合わせて企業の施工を適切に指導・監督する施工管理能力の向上も必要である。

また、竣工図を作成し保存することが後の維持管理に必要であると認識はしているものの、現状の人員ではとても作成できないとのことであった。施工図書等の管理体制の整備も課題である。

配水管の口径は、32・40・50・63・75・80・90・100・110・125・140・150mm...と非常に細かく分類されており、これは各管種により規格が異なるということが要因のようである。運用上はここまで口径が細分化されている必要はなく、管理上のことを考えると、規格を限定し整理する必要があると感じられる。



写真 3 漏水修繕現場



写真 4 漏水修繕現場
($\Phi 600\text{mm}$ 铸铁管)

【無収水対策】

2013年12月時点のEWSA管轄内における無収水率（NRW）は40%、キガリ市内では35%である。漏水率は10-20%の間と推定されるが、具体的な分析はされておらず、今後NRW削減対策を効果的に実施するにあたっては、コンテンツ分析（具体的な計測や分析等）を実施する必要がある。

EWSAでは、キガリを含め7エリアをNRWの重要対策地域に指定し対策を開始している。7つのエリア選定理由は、単純に給水量の多いエリアであり、支部ごとの給水量に大きな差があるルワンダだけに、7エリアだけで全NRWのうち91.3%を占めている。主な漏水要因は次の通りである。



写真5 高水圧エリアにおける漏水

－ Commercial Loss －

- ① **Delay of registration and installation of meter**（新規給水の際に使用者登録やメーター設置が後回しとなり、その間料金徴収ができないことによるもの。これは普及拡大を最優先するという国としての強い方針によるものであり、特に2012年に多かったとのこと。2013年現在は、給水接続数126,914件に対し、料金請求できているのは121,991件の96%である。）
- ② **Illegal connection**（多くはないが一定数存在するとのこと。発見した場合には賠償請求を実施している。現在実施中のマッピング整備においても、使用者情報整理の一環として取り締まっている。）
- ③ **Error of meter reading**（メーター検針員の検針ミスによるもの、メーターの故障によるもの、また故意のメーター破壊や逆付けによるもの。メーターは定期的に交換されておらず、故障が発見された場合に交換するという事後対応をしている。）
- ④ **Meter insensitive water**（メーター不感。どの程度の水量であるかは不明。）

－ Technical Loss －

- ① **Shallow laying of pipes**（崩れやすい土質が多く、かつ土留めの矢板等は使用していないため、深く掘削することが難しく管路は浅層埋設となっているとのこと。結果、道路荷重等の影響を受けやすいことで漏水の要因となっている。）
- ② **Lack of equipment and staff number**（修繕機材及び修繕人員の不足。複数箇所でも漏水が発生しても、修繕班不足と、また機材不足により修繕に時間がかかり、即時に対応できないことが多いとのこと。）
- ③ **Unorganized and unmanaged distribution network**（配水管網の管理不足。同一路線に配水系統が輻輳していることや、バルブ等設備の管理不十分により、漏水箇所特定やバルブ操作に時間がかかることがある。また、本来送水管扱いとすべき大口径かつ高水圧の管から給水を取り出してしまっている状況にある。）

- ④ **Underground leakage**（地下漏水への対応不足。現状は地上漏水にのみ対処している。）
- ⑤ **Over flow from reservoir**（配水池からのオーバーフロー。モニタリング及び遠隔のコントロールシステムがなく、配水池が無人となる夜間のオーバーフローを放置している状態である。）

また、漏水要因とは言えないかもしれないが、丘の連なる地形から、大雨の際には大小岩石を含んだ激しい洪水が発生し、その際に道路が管路ごとえぐられ流されてしまう被害が雨期に多いとのこと。

2013年第4四半期の漏水修繕数（7-9月）は2,905件（うちキガリ市内1403件／48%）、漏水管種別では、PVC管24.6%、ポリエチレン管39.9%、アルミメッキ鋼管32.5%、鋼管1.5%、鋳鉄管0.5%、給水分岐設備（Screwed clamp）1.0%である。

現在漏水修繕情報は紙ベースで管理しており、今後はこれを電子データとして管理し、各支部のものを集約及び分析していく必要がある。

無収水対策は、JICA及び横浜ウォーターにより包括的な支援が実施されている。携帯式超音波流量計、相関式漏水探知機、データロガー、PVCロケーター、鉄管ロケーター等が新たに供与され、ルワンダにおける技術指導や現地研修、日本における本邦研修も実施されている。

【アセットマネジメント】

EWSAでは、資産データの管理・分析による計画的な施設の更新は実施されておらず、日本で意味するところのアセットマネジメント（中長期的な視点に立ち、水道施設のライフサイクル全体にわたって水道施設を管理運営する体系化された実践活動）は実施されていなかった。

現在所有している水道施設及び管路のデータを整理すると共に、不足しているデータを、施設の更新・修繕履歴を含めて収集し、これを継続的に管理する体制を構築する必要がある。こうした水道資産の基礎データは、アセットマネジメントだけでなく、財政計画、拡張・更新計画から施設更新基準の設定まで、多くの分野において必要である。ただし、整備すべきデータ項目が多く、また現状人員に対してボリュームが非常に大きい作業であると推測されるため、優先順位を明確にして取り組む必要がある。

【人材育成】

EWSAでは、業務量に対し絶対的に職員数が不足している。その中で、特に技術者が慢性的に不足しており、今後普及率向上と人口増加により給水人口が継続的に増えることから、計画的かつ効率的に人材を確保し、育成することが求められる。EWSAの管理職クラスには、組織的にしっかりと研修システムを構築することが急務であるとの認識を持つ者が多くいた。その中には日本で研修を経験した職員が数名おり、彼らを中心として、現状何が問題点で、今後何をすべきかという認識が、技術系の管理職レベルと意見交換する限りでは十分に高いと感じた。

現在の職員数は440人で、うち技術系職員は76人と少ないが、技術系職員の中でも、TechnicianではなくEngineerと分類される高い技術を持った職員の数にはさらに限られる。

上述したように無収水対策の分野では、JICA、横浜ウォーターの協力により、技術支援を通じて人材が育成されている。

【その他／資材調達及び資材管理】

EWSA では水道資機材の調達に国際競争入札を導入しており、非常に透明性が高い。また、ORACLE という電子システムにより、全国各支所から出される拡張及び更新計画の承認から、資材の調達までを、一括して実施することができる。これは、全国的に水道事業を展開している EWSA において非常に効率的なシステムで、各支所で作成した計画を、予算・施工期間・必要資材等を含めてオンラインで申請し、同システムにより上層部が承認すると、キガリ市内の資材管理部署が資材を一括して用意し、同市内の資材倉庫より全国へ配送されるものである。

上述した水道資材はキガリ市内のギコンド資材倉庫で保管されるが、広さが十分でなく、多くの資機材が年間を通じて高温となる屋外に保管されている。全資材を屋内において適正に保管することが望ましいが、まずは光や熱に弱いゴム系資材やゴム部品を含む資材だけでも屋内で保管し、かつケースに入れるなどの保管方法に変更すること、また屋外における資材保管にあたっては、カバーをかける等の対応を実施することが、取り急ぎ可能な改善と思われる。資材倉庫は数年以内に移転されるとのことなので、そのタイミングにおいては十分な屋内スペースを確保し、適正な保管方法への大幅な改善が望まれる。

(2) ウガンダ国における活動内容（ウガンダ国上下水道公社）

1 日目（2月3日）

AM：NWSC の事業概要、組織概要

PM：浄水システム、水運用（ギャバ浄水場視察）

人材育成（ギャバ研修センター視察）

2 日目（2月4日）

AM：データマネジメント、アセットマネジメント

マッピングシステム、管網解析

PM：拡張計画及び施設更新計画

無収水対策

3 日目（2月5日）

AM：研修ラップアップ及びNWSC へのフィードバック協議

PM：JICA ウガンダ事務所へのヒアリング

【ウガンダ共和国】

ウガンダ共和国（Republic of Uganda）は、東アフリカにある内陸国で、ケニア、タンザニア、ルワンダ、コンゴ、南スーダンと国境を接している。ナイル川の主流のひとつ、白ナイルの始まりであるアフリカ最大の湖（世界第3位）、ビクトリア湖に広く面している。赤道直下でありながら平均標高が1,100m と高いため、豊富な降雨と豊かな緑により、肥沃な土地と鉱物資源に恵まれている。一方、過去不安定な政情から発展が遅れたていたが、近年は安定した成長を続けており、アフリカ諸国の中では中堅クラスに位置付けられている。人口3565万人、面積241,000 km²（本州と同程度）、経済成長率2.78%、インフレ率14.0%。旧イギリス領であるため英語を第1公用語としている。

首都カンパラは人口約180万人の大都市であり、上述のビクトリア湖に面している。中心部は慢性的に渋滞が発生するほど車が多いが、高層ビルは想像していたよりも少なかった。一方、立派な都市ではあるが、その傍らでは多くの貧困層が劣悪な環境下で暮らしており、光と影のコントラストが強烈であった。

【ウガンダ国の水道事情】

ウガンダ国内の主要な都市水道は、1972年に設立されたウガンダ国上下水道公社（NWSC／National Water and Sanitation Cooperation）により、全国的に運営されている。現在35都市に給水しており、さらに5都市において事業開始を予定している。他方、ハンドポンプを使った小規模な



写真6 活気のある首都カンパラ

給水システムの利用も地方部において非常に多い。2012年6月時点のNWSCの事業対象人口は337万人であり、うち77%にあたる260万人、296,206戸に給水している。給水件数は人口増加と給水エリアの拡張により、対2011年比で9%も伸びている。

2011-2012年度の総配水量8160万m³/年、有収水量5380万m³/年、無収水率32.6%である。配水量は2007-2008年度からの4年間で18%増加している。管路の総延長は5,414km。

首都カンパラへの配水量は160,606 m³/日で、NWSC総配水量の66%に及ぶ。給水人口は140万人で、これはカンパラ総人口のうち78%である。給水栓数は174,853件、管路の総延長は2,392km。

一部で24時間給水が達成できておらず、標高の高い地区ほど、また浄水場からの距離が離れるほど未達成地区が多い。地下水は掘削が困難な岩盤を持つ地層が多いことから使用されていない。

料金徴収率は98%と非常に高く、メーター設置率も99.7%、メーター未設置の給水栓に対してもその利用者数に応じた段階的定額性により料金を徴収している。

下水道の普及率は首都カンパラでもわずかに6.4%であるが、Kampala Sanitation Master Planにより、新規に下水処理施設を建設するなど対策が講じられており、15%まで普及率を上げることを当面の目標としている。

表2 ウガンダ国NWSC水道料金表

	Public Stands (共同水栓)	Residential	Institutional /Government	Industrial /Commercial -1500 m ³	Industrial /Commercial 1500 m ³ -
1 m ³ 当り	1,236 UGX	1,912 UGX	2,353 UGX	2,887 UGX	2,307 UGX
円換算	49 円	76 円	94 円	115 円	92 円

1UGX (ウガンダシリング) = 0.040 円 (2014年2月のレートで換算)

【水運用／浄水場】

全国に26の浄水場があり、主要なものはカンパラにある3つの浄水場、Gaba I (35,000 m³/日)、Gaba II (65,000 m³/日)、Gaba III (80,000 m³/日)である。いずれもビクトリア湖を水源として同一敷地内に建設されている。Gaba Iは1929年にイギリスの支援により建設された浄水場で、改修を繰り返し現役で稼働している。Gaba IIは1997年にドイツの支援により建設され、Gaba IIIも2007年に同国の支援により建設された。いずれも急速ろ過方式の浄水場。最も新しく浄水能力も高いGaba IIIでは、中央コントロールパネルにてバルブ制御や薬品注入などすべての操作が可能である。今後は、市内にある貯水タンクの水量(水位)もモニタリングできるようになるとのこと。

カンパラの急速な需要増加に伴い4つ目の浄水場の建設が決定しているが、近年のカンパラ中心部の都市化によるビクトリア湖の水質悪化から、東に約50km離れたLatosi地区に予定している。

【拡張計画／更新計画】

人口増加率が高く、また長期的な都市計画が策定されていないため、その中で精度の高い拡張計

画を策定することは非常に難しい。その中で、5年単位で拡張計画を策定しており、直近では2013-2018 Strategic Planが策定されている。現在管路の総延長は5,414kmであるが、2012年だけで前年比2.1%増の102kmが新設されている。

その他の問題点として、正確な人口データがないことが挙げられる。現在のウガンダの人口は3000万人から3500万人程度と言われているが、2002年のセンサス調査以来、本格的な人口統計調査は実施されていないとのことであり、現在公表されている人口は、予測を大きく含んだものということになる。

更新計画については、管路についても施設についても、策定に十分な資産データ、修繕履歴や事故履歴データを管理しているため、精度の高い計画を策定可能である。ただし現段階では、漏水の発生した管路を更新する、故障した設備を修繕するなどの対処法的更新しか実施されておらず、更新計画と呼ぶに相応しいものは作成されていない。また、そもそも予算が圧倒的に不足しており、ドナーに依るところが大きいという問題がある。

管網解析にはフリーソフトであるEpanetを使用している。個別に小規模なエリアや路線を解析するには十分であるが、人口100万人を超えるカンパラにおいて管網全体の把握や再構築を検討するとなると、Epanetでは対応できない部分が多く、高性能の解析ツール導入を要望している。

配水管には、300mm以上にダクタイル鋳鉄管、それ未満にはPVC管を採用している。PVC管は道路荷重により亀裂が入るなど強度に不安があるものの、国内生産しているため安価である。また、内陸国であるため輸入コストが非常に高く、国内生産可能な資材と輸入資材の価格にさらに大きな差がついている。

過去には石綿管を布設していたが、健康への影響が問題となり使用を中止した。その後石綿管は優先的に更新され、現在は配水管総延長のうち2%を残すのみとなっている。

【データ管理／マッピングシステム】

マッピングシステムにはArc MAPを利用しており、全国の情報をカンパラの事務所にて一元管理している。地方支所ではPC能力が低いため、各支所管轄のデータのみを扱っている。管路情報（管種、口径、布設年度など）や使用者情報（管理ID、氏名、メーター情報など）が一通り揃っており、航空写真の重ね合わせなどレイヤ別の管理と操作が可能である。

ウガンダでは住所が細分化されておらず使用者情報として利用することが難しいため、7桁の管理ID（500m×500mメッシュごと4桁+メッシュ内使用者番号3桁）を設定し、住所の代用として管理している。

漏水修繕履歴もマッピングシステム内に記録されており、管種・口径・位置等だけでなく漏水原因まで記録されているため、データ精度まで検証することはできなかったが、日本と比較しても遜色のない情報が蓄積されているものと推測される。

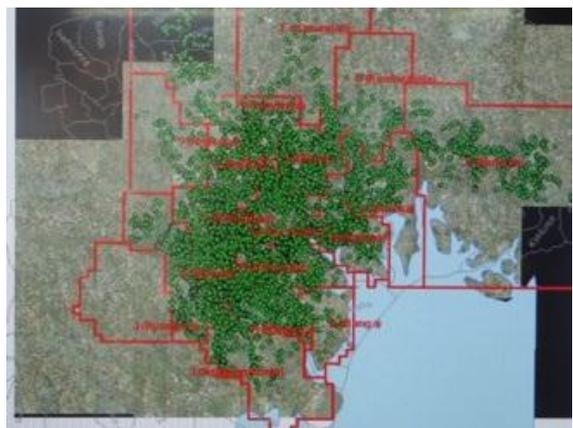


写真7 マッピングシステム
(修繕履歴表示)

NWSC のマッピングシステムは、ウガンダの他インフラと比較し群を抜いており、情報提供などの支援を求められることもあるそうである。現在水道のマッピングシステムと他インフラの連携は実施されていないが、水道マッピングをベースとして、下水やガスといった埋設インフラを一元管理するシステムを構築することは、整備がまだまだこれからという現状から現実性があり、将来の維持管理に向けて非常に効率的な手段である。

管路の深さやオフセット情報は、他インフラ、他工事との調整における必要性は認識しているものの、現状の予算や人員では、竣工図書の作成やデータ管理も含めて難しいということを実施されていない。

マッピングデータを含め、多くの事業データを収集、記録し、データ管理状況は非常にレベルが高いと感じられる。一方、地方支所でのデータ収集や、地方支所から本部へのデータ吸上げがスムーズに実施されておらず、100%かつ迅速にデータが蓄積されているわけではなく、この点が今後の大きな課題である。ただし、これには地方の管理能力や人員不足といった理由に加え、脆弱なインターネット環境という外的要因も含まれ、実際に円滑なデータ管理には現状の 10 倍程度回線速度が必要とのことである。

【施工管理】

施工は大規模なものは業者施工、小規模なものは NWSC 職員による施工が多いが、全体としては現在多くが業者による施工である。業者によるもの、職員によるもの、双方施工技術は低く、また、監督員としての NWSC 職員の能力も十分ではない。後述する、職員及び施工業者双方に向けた研修や、研修の修了をもって資格を承認するシステム、また施工管理システム等の構築が望まれる。

施工技術や施工管理能力の向上は途上国共通の課題であり、浄水施設の建設や管路の拡張など、単に予算を投入すれば解決可能というわけではなく、適切な計画を立て、じっくり時間をかけて取り組まなければならない。

NWSC では施工管理能力の向上が重要課題であるとの認識を持ちながらも、具体的な解決に着手できていない状況である。

【アセットマネジメント】

NWSC では、資産情報を整理し、事故履歴や修繕履歴を含め、拡張や更新、予算を長期的に考える取組として、日本と同様の考え方でアセットマネジメントの実施を計画している。担当部署や担当者はマッピング部門を中心とすることとして決まっているものの、まだ実施段階にはない。ただし、必要不可欠なデータは十分揃っているため、本格的に実施が可能であると思われる。

管路データはマッピングシステム内において整理されているため、そのままアセットマネジメントに利用が可能である。他方、浄水場等の施設データは、それぞれの施設で管理していることが多

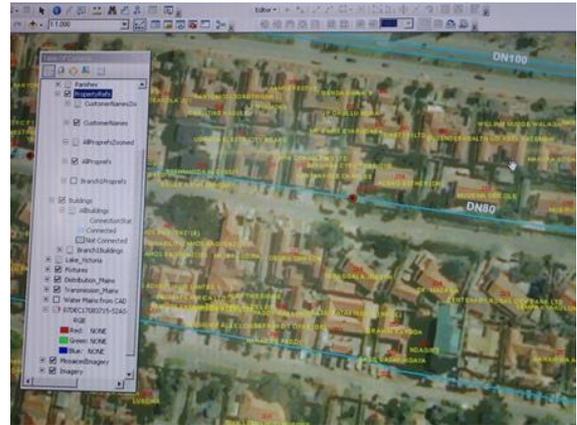


写真 8 マッピングシステム
(給水接続情報表示)

いため、それらを集約、整理する必要がある。

アセットマネジメントは先進国において積極的に進められているため、先進都市、先進事業体の取組状況を参考にし、今後実施計画を作成したいとのことである。

【無収水対策】

Every Drop Counts をテーマに掲げる **NWSC** における現在の無収水率は **32.6%** である。首都であり管路の老朽化が最も進むカンパラでは無収水率が **38.0%** である一方、他地区平均は **17.1%** と低い。

漏水削減の取組としては、**Awareness time**（発見時間）、**Location time**（位置特定時間）、**Repair time**（修繕時間）の3つをそれぞれ短縮すること、加えて **Pressure**（水圧の適正管理）を合わせた4つの対策を柱としている。ただし、実際にはこれらに必要な人員及び技術、資機材のすべてが不足しており、おそらく外部から輸入したであろう対策論の導入に留まり、実活動に取り組めていない状況である。

また、上記取組のうち **Awareness time**（発見時間）については、あくまでも地上漏水に限定した話であり、無収水対策の担当責任者に聞いても、地上漏水にさえ適切に対応すれば、漏水率は十分に下がるとの認識をしていた。その根拠は定かではないが、漏水を削減するには地下漏水の対策こそ重要でかつ難しく、そうした認識がまだまだ希薄であった。

上述の地区別無収水率の通り、その対策対象は主にカンパラということになる。歴史が古いことによる老朽化や、密集した都市構造、外的要因となる多くの他工事など、カンパラが他地区に比べ特別無収水率が高い要因は多くあるが、水圧管理においても、7つの丘を持つカンパラは高低差が激しく難しい。減圧弁等の水圧調整設備を設置し、また市内を大きく高標高エリアと低標高エリアに分割するなど、適正な水圧管理に努めているものの、24時間給水できない地区がある一方で、水圧の高すぎる地区があり、これも漏水の一因となっている。

【人材育成】

NWSC は人材開発に力を入れており、研修等を管轄する **Training and Development** 部門において、その強化に取り組んでいる。研修及び会議を実施する **International Resource Center (IREC)** なる施設を所有し、ここでは毎日のように研修や会議が実施されている。

また、東アフリカ諸国との連携に積極的に取り組んでおり、**AfWA (African Water Association)** の開催する会議やワークショップへの参加や、その下部組織である **YWPs (Young Water Professionals)** による、若手職員による国を越えた技術交流が実施されている。**NWSC** 単独でも、南スーダンなど周辺国への支援を実施している。



写真9 International Resource Centre

IREC の他にも、同じカンパラ市内の **Gaba** 浄水場敷地内には、ドイツの支援により新規の研修セ

ンターが建設されており、ここでは実際の管路接合や漏水探知など、NWSC 職員に向けた実技研修が実施される予定である。

現在は職員に向けた実技研修が目的であるが、将来的には施工業者や、施工業者を監督する職員をいかに育成していくかが課題との話であり、的確な問題意識を持っていると感じた。施工は元々NWSC 職員によるものがほとんどであったが、事業規模の拡大に伴い施工量が上昇するにつれ、業者による施工が大部分を占めるようになった。今後も業者施工の比率は上がり続けると考えられるため、決して高くない施工レベルをこれからいかに向上させ、また適切に管理することができるかが重要であり、そのための研修システムや資格認定制度が必要であると思われる。

その他、NWSC には研修システムのひとつとして、コンサルタント等企業への研修派遣制度がある。これは、職員が企業へ数年派遣され、そこで仕事をする中で技術や知識を身につけ、NWSC にフィードバックするというものである。

現在の職員数は 1773 人、技術者、特に計画策定に携わるようなレベルの高い技術者が不足している状況はルワンダの EWSA と同様である。ただし、各部署で課長クラスの職員と意見交換をした印象としては、現状把握や課題解決方法に関して高いレベルでの理解や知識があり、下位の技術者や、地方の技術者をいかにして彼らのレベルに近づけるか、また実際の施工に携わる技能職にいかに十分な能力を身につけてもらうかが大きなポイントになると感じた。

【その他/JICA による支援状況】

本研修の主対象者である Dr. Kalibbala 氏より、本研修で得た情報から改善すべき課題を挙げること、また、日本からの支援に関するヒアリングの要望を受けたことから、JICA ウガンダ事務所へ水道を含めた支援状況に関するヒアリングをお願いした。

ウガンダでは、内戦等により発展の遅れていた北部地域（カンパラは南部）への支援に注力しており、またその優先順位を、①交通・電力、②農業支援、③生活支援としている。生活支援には保健及び給水が入るが、これは主にハンドポンプや公共水栓を設置するといった地方給水をターゲットにしたもので、現在は都市水道を対象にしていないとのことだった。

他方、現在は首都カンパラを中心に、全体的に見れば 24 時間に近い形でターゲットの 8 割弱に給水を実施できている NWSC であるが、高い無収水率と今後の人口増加、給水エリアの拡大から、事業の実施状況が急速に悪化する可能性がある。また、事業にかかるコストは依然としてドナーに依存している状況にある。その中で、無収水管理能力向上の他、計画策定や施工管理といった事業管理能力向上という分野については、日本からの支援が実現できたとすれば、非常に効果が高いのではないかと感じた。

※特に年度の記載がないデータは、2012-2013 年度、または同年度末時点のもの。



写真 10 新設された Gaba 研修センター

IV 総括

【ルワンダ国／エネルギー水衛生機構】

ルワンダ国では、水道事業全体の底上げが必要であると感じた。普及率もまだまだ低く、給水エリアの拡大が最優先課題ではあるが、一方すでに無収水率が高く、拡張の側面と、維持管理・更新の両面での向上が求められる。

今回訪問したのは首都キガリのみであるが、EWSA の管轄内においても首都と地方の技術レベル、特に人材には大きな差があり、さらに地方においては都市水道が普及しているのはごく一部であるため、ルワンダ国全体に都市水道を普及していくためには、まだまだ多くのステップが必要である。

ルワンダ水道向上の中心となるのは、今回その多くと意見交換をすることができた、日本での研修経験がある管理職クラスの職員たちであると思われ、彼ら自身の担当分野における現状把握や課題解決策について非常に高い理解が伺えた。また、国民性によるところが大きいとの話だが、すべての EWSA 職員、そしてそれ以外に関わった多くのルワンダ人からも、非常に勤勉で仕事熱心な印象を受けた。

組織としても、強いリーダーシップと明確なビジョンを持ち、また全国の主要な都市水道を1つの組織で管轄するという体制から、多くの途上国で未解決である中央と地方の普及格差、技術格差というものも、ルワンダでは今後対応が取りやすいと思われる。

日本など高い水道技術や多くの計画立案経験を有する国からの適切なサポートがあれば、今後、飛躍的に水道事業が向上していく要素が、上述したように多くある国であると強く感じた。

【ウガンダ国／上下水道公社】

ウガンダ国において対応していただいた NWSC 管理職クラスの技術者は、総じて高い知識を有しており、博士号を有する者も少なくなかった。アセットマネジメントが検討段階ながら考えられている点や、メーター設置率や料金徴収率の高さが極めて高い点に驚かされた。一方、決して水道に限らないと考えられるが、長期的、包括的な視点で事業を考え計画する技術や経験に乏しく、今後の発展において大きな課題があると感じた。

データ管理レベルは日本と比較しても遜色はなく、マッピングのシステム能力や情報量は、日本の標準より高いと思えた。ドナーによって建設された浄水施設も、途上国にありがちな、施設は立派でも維持管理が適正になされていないという状況にはなく、非常に良好な運用状態に見えた。

一方、せっかく正しい技術や知識を多くの職員が有しているにも関わらず、無収水対策や、施工技術・施工管理能力向上といった分野に限って言えば、それらの必要性に対する認識は薄く、対応が取られていないも同然の状況にあった。拡張が最優先である中でこれらに取り組むことは容易ではないが、各対策により無収水が減り、また施設寿命が延びれば、現状から考えてその費用対効果は非常に高いはずなので、ぜひ本格的な取り組み開始を期待したい。

本研修を通じて、普段知りえないアフリカの水道事情を学び、また多くの技術者と意見交換をすることができ、アフリカの勢いや活気を、その裏にある問題も含めて感じることができた。この経験を自身の仕事に生かすと共に、貴重な実体験として広く周囲に伝えていきたい。

V 添付資料

【ルワンダ国／エネルギー水衛生機構】

資料1 Water and Sanitation Sector Strategic Plan 2013/14-2017/18
(EWSA 水衛生部門中期計画 2013/14-2017/18 年度)

資料2 Third Quality Report of WDU Activities (July to September 2013)
(水道部門第3 四半期活動報告 2013 年 7-9 月)

資料3 EWSA TODAY (Issue 5, Sept-Dec 2012)
(広報及び事業報告誌)

【ウガンダ国／上下水道公社】

資料4 NWSC 事業概要紹介

資料5 NWSC 管轄エリアマップ

資料6 NWSC Annual Report 2011-2012
(水道事業年報 2011-2012 年度版)

資料7 The Water Herald (Volume 4, Issue 3, October-December 2013)
(広報及び事業報告誌)