

# ケニア国無収水削減能力向上プロジェクト

—実現可能な計画に沿った無収水管理と全国展開のための組織強化—

2022年8月



音聴棒を利用した給水管の漏水探知作業

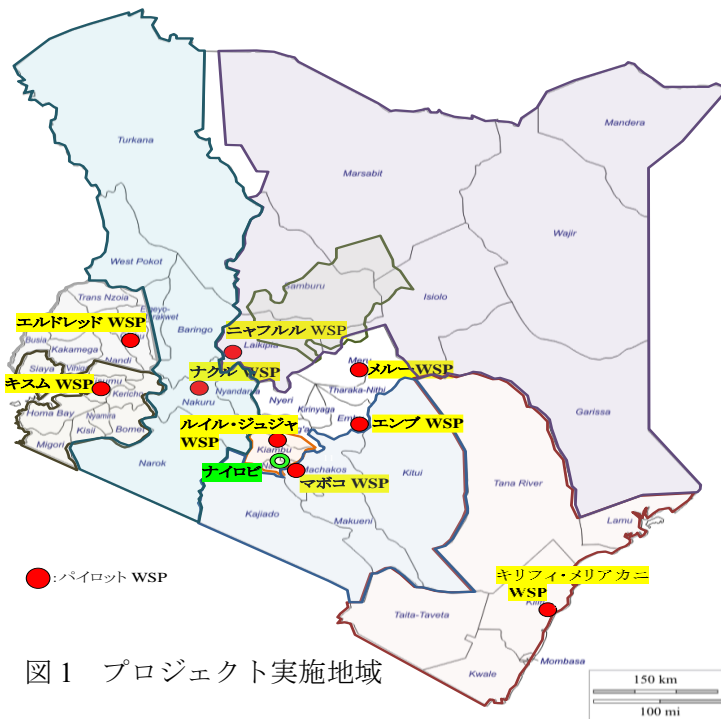


図1 プロジェクト実施地域

## 1. プロジェクトの背景と問題点

### 1.1 ケニアにおける無収水削減の必要性

ケニア政府は限られた水資源を有効に活用するため、無収水削減を政策の優先課題に位置付け、2030年までに全国平均無収水率を25%まで削減する国家目標を掲げている（Vision 2030）。水衛生灌漑省（Ministry of Water, Sanitation & Irrigation）管轄下の水道事業監督局（Water Services Regulatory Board、以下 WASREB）が発行する年次報告書

（Impact Report）によると、ケニアの全国平均無収水率は2010年の60%に対し2015年は42%と段階的に削減されているが、目標の25%に達するには更なる無収水対策が必要とされていた。そこで、JICAはケニアの水道事業者（Water Service Provider）を対象に、無収水削減活動実施のために必要な技術・管理能力強化及び水道事業者をサポートするシステムの強化を目的とした技術協力「無収水削減能力向上プロジェクト（以下、プロ

ジェクト）」を2016年10月から2022年8月にかけて実施した。プロジェクトは、当初5年間の予定で開始され、表1に示すように3期に分けて活動が実施された。第1期及び第2期は予定通り実施されたが、第3期は2020年3月の新型コロナウイルス感染症（以下、コロナ）拡大の影響を受け、専門家のケニアへの渡航が制限されたことから、実施期間が2022年8月まで8か月間延長された。

### 1.2 プロジェクトの枠組みと実施体制

プロジェクトの枠組みとカウンタパート（C/P）組織を図2に示す。プロジェクトのC/Pは、水道事業者をサポートする組織として水衛生灌漑省無収水管理ユニット（Non-Revenue Water Management Unit、以下 NRW ユニット）、WASREB、ケニア水道研修所（Kenya Water Institute、以下 KEWI）、及びケニア水道協会（Water Service Providers

Association、以下 WASPA) である。パイロット水道事業体として、過去に JICA の支援を受けたメルーとエンブの2事業体を含め、プロジェクト開始時のベースライン調査の結果から7事業体を選出し計9パイロット事業体に対し、3期に分けて重点的に活動を支援した。

表1パイロット水道事業体への活動実施時期

開始時期	パイロット水道事業体
第1期 (2016年10月～17年9月)	メルー、エンブ
第2期 (2017年10月～19年9月)	キスム、ナクル、ニヤフルル、ルイル・ジュジャ
第3期 (2019年10月～21年5月)	エルドレット、キリフィ・マリアカニ、マボコ

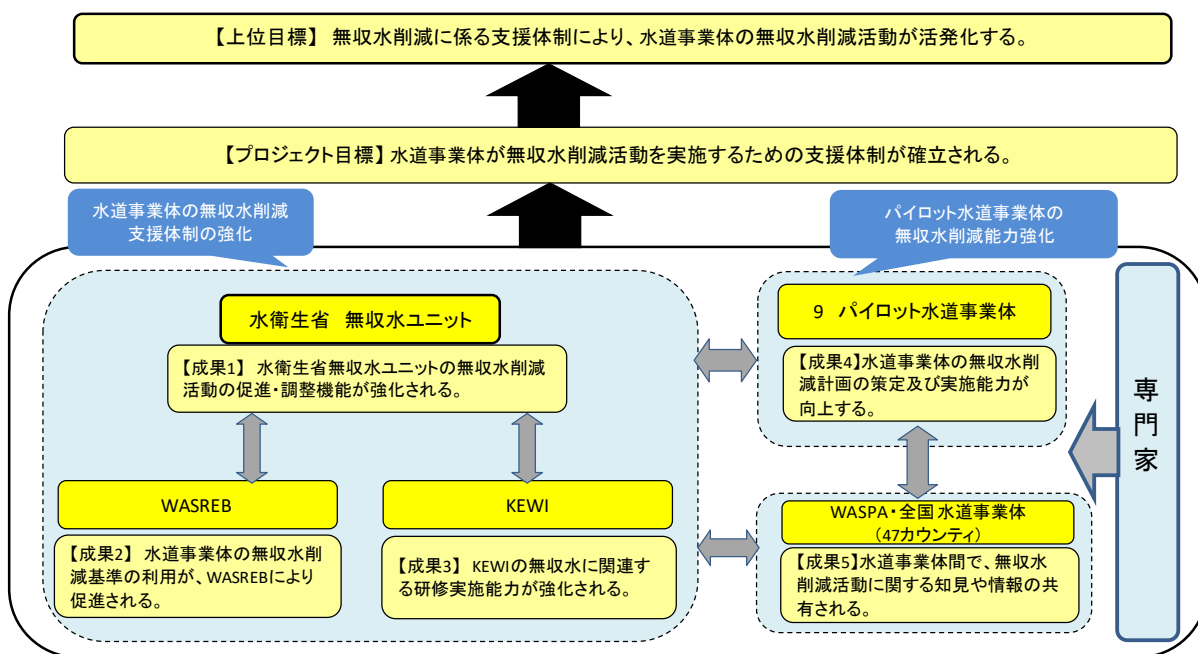


図2プロジェクト目標・成果とCP組織

## 2. プロジェクトのアプローチと実践結果

各成果の活動の結果を以下に示す。

### 2.1 水衛生灌漑省 NRW ユニット (成果1)

NRW ユニットの活動は、無収水削減に関する全国的な啓発活動として無収水管理年次報告書 (以下、年次報告書) の作成、カウンティ (郡) 政府への啓発活動、水道事業体の無収水削減に関する啓発活動のサポートであった。NRW ユニットの職員はプロジェクト開始時には、プロジェクト・マネージャを除いて2名であったが、活動終了時にはユニットチーフを含め5名の職員が配置され体制が整備されつつある。専門家の要請に応

じて若手職員も配属され、活動の継続性が期待できる。

年次報告書バージョン3 (2019/20年次) は NRW ユニット職員が執筆や編集を専門家に頼らず自主的に行っており、2022年7月に原稿が完成し、引続き印刷工程に入っている。NRW ユニットはプロジェクト終了後も年次報告書を作成し続ける能力を蓄積してきている。

水道事業体の管理者であるカウンティ政府の無収水管理への理解を促すことは、水道事業体の効果的な無収水削減に不可欠である。このため、NRW ユニットはカウンティ政府幹部や職員を対象に、37カウンティ代表が参加したケニア水サミット (2018年) や無収水管理啓発ワークショップ

を全国5か所で開催し、カウンティが水道事業体の無収水削減をサポートすることの重要性を強調した。啓発ワークショップは、2020年3月以降、コロナ予防の活動制限のため中断したが、2022年1月から対面でのワークショップが再開された。初期のワークショップではカウンティからの参加者が少ないという課題に直面した。その理由として、ケニアでは通常政府幹部や職員がワークショップ等に参加する際に日当や宿泊費が支給されるが、ワークショップを主催する水衛生灌漑省ではカウンティ政府職員に対し日当・宿泊費の支給が制度上出来ないため参加数が少なかったことやカウンティ政府のトップ幹部は多忙のため参加し難かったことが指摘された。その対策として、カウンティ政府を代表する水道事業体の理事を参加対象とするなど間口を広げた結果、参加者数が若干増加した。カウンティ政府代表の参加者の中には、ワークショップで無収水について初めて知った者も多く、同様の啓発活動を継続することの重要性が再確認された。

水道事業体の無収水削減の啓発活動の一環として実施してきた小学生を対象とした浄水場の見学会は、コロナ感染症拡大の影響で活動が一時中断された。そこで、NRWユニットは、同活動に代え、水道事業について学ぶビデオを作成した。完成したビデオはYouTubeにアップロードされ、誰もが見られるように配慮した。なお、独自で啓発活動を続けているニャフルル水道事業体は、2021年3月から事業体職員が小学校を訪問し、無収水削減を含めた水道事業に関する啓発活動を再開している。

## 2.2 WASREB (成果2)

2014年に刊行された無収水管理基準を水道事業の現状に合った基準に改訂するため、WASREBは水衛生灌漑省、KEWI、WASPA代表による改訂作業委員会を編成し、改訂作業を進めた。改訂版無収水管理基準は、無収水削減活動の現場で作業をする実務者用ハンドブックと管理者用ガイドラインの2部で構成されている。基準の改訂には水道事業体が草案をレビューし、また水道事業体の多

くがバリデーションワークショップに参加した。事業体のインプットを含めた改訂版無収水基準は水衛生灌漑省(NRWユニット)が2022年7月に内容を最終化し、引続き印刷工程に入っている。同基準の内容はすでに、WASREBやプロジェクトのワークショップ等で紹介されている。

改訂版無収水基準には表2に示す「無収水率に依じて推奨される削減活動」が含まれている。これらの活動は各水道事業体が事業体の現状に基づき無収水削減に取り組めるようになるための一助である。同活動は成果4の9パイロット水道事業体での活動で共に得た経験に基づき作成されている。例えば、無収水率が40%以上または正確な無収水率が計測されていない事業体では、メータ精度の確認、見做し水量での請求の削減、検針ができていない顧客の位置の確認など、多額の予算を必要としない活動や地上漏水の削減などの着手しやすい活動から優先的に始めることが勧められている。配水系統別配水区域や配水管理区画

(DMA: District Metered Area)の設置及び地下漏水の探知は、無収水率が40~30%程度の事業体において、徐々に実施することを推奨しており、従来の技術協力や他ドナーのプロジェクトで重視されているDMAでの漏水探知への注力を必ずしも優先していない。

WASREBは成果4の活動で作成され、パイロット事業体で使用した4種類のツール(①250項目程度の詳細なキャパシティ・アセスメント(課題対処能力の診断)に基づく計画フォームや活動レビューなどを含む一連のテンプレート、②各月の無収水関連の主要指標を統合化し折れ線グラフで表現したモニタリング・シート、③無料ソフトKoboを用いたデータ収集とその利用、④エクセルを用いた検針・請求データの詳細分析)を他水道事業でも活用できるようにするため、水道事業のライセンス更新の条件に組み入れることを検討している。そのため2022年4月にWASREB職員を対象に4ツールとその有効性を理解するための研修を実施した。

表2 無収水率に応じて推奨される無収水削減活動

段階	無収水率	推奨される無収水削減活動
段階1	40%以上 (もしくは不明又は信ぴょう性が欠く場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>給水量測定のためのバルクメータの精度の確保 (精度検査、較正及び不良メータの取替による)</li> <li>顧客メータの手入れ、検査、取替と盗水の発見による大規模な商業的水損失の削減 (大口及び中口の顧客から開始)</li> <li>メータが設置されていない顧客へのメータの設置と顧客確認調査(CIS)による請求書が発行されていない顧客の特定と彼らへの請求書の発行</li> <li>管の破裂、地上漏水、オーバフローの修理に掛る時間の短縮</li> </ul>
段階2	40%-30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記の段階1の活動の強化 (活動のルーチン化など)</li> <li>正確なバルクメータを用いた複数の配水区域及び配水管理区画(DMA)の分離と無収水モニタリングの実施</li> <li>優先地域におけるステップテスト、音聴調査、減圧などによる地下漏水の削減 (この漏水削減をパイロットプロジェクトとして実施することも可能)</li> <li>管の破裂・漏水箇所のマッピングと漏水の復元のモニタリング</li> <li>新たな送配水管や給水管へのより良い管材や接手の導入 (HDPE 管や耐圧の高い uPVC 管など)</li> <li>小口の顧客やデータ取り扱い上の誤差などへの対応も含めた商業的水損失の最小化 (検針・請求システム及びその利用方法の改善による)</li> </ul>
段階3	30%-24%	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記の段階2の活動の強化</li> <li>他の地域における地下漏水の削減</li> <li>破裂や漏水を多発している管の敷設替えの開始</li> </ul>
段階4	24%-20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記の段階3の活動の強化</li> <li>破裂や漏水を多発している管の敷設替えの加速と完了</li> </ul>
段階5	20%未満	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記の段階4の活動の強化</li> <li>達成した低い無収水率を保つための施設とスキルの維持</li> </ul>

注: GIS データの整備と活用は表中に含まれていないが、無収水削減活動をサポートするため各段階が必要である。

### 2.3 KEWI (成果3)

KEWIは上下水道事業や水資源開発に携わる技術者を育成するためのケニアにおける唯一の公的専門学校である。KEWIは既存の無収水管理短期研修の内容を見直し、エンブ及びメルレー事業体の協力を得て、現場活動に即した講義(5日間)と水道事業体での現場研修(6日間)で構成される無収水削減実務研修(以下、実務研修)を立ち上げた。その立ち上げの過程で、講師陣は水道事業体の業務内容を理解し、その知見を研修に活かすことができるようになった。また、研修内容の見直しや実務研修の実施を通して、水道事業体の無収水管理に必要な研修科目が整備され、講義用20種、現場研修用11種からなる教科書が編纂された。KEWIは短期コースのみならず、KEWIの正規の水道学部の教科にも改善された講義内容を導入し、学生は無収水管理を水道事業の一環として学んでいる。KEWIのプロジェクトの直接的な活動は第2期で終了したが、KEWIは実務研修を継続的に実施しており、表3に示す通り2016年から通算して355名がこの実務研修を受講している。

表3 無収水実務研修の参加者概略

No.	実施日	研修会場	参加事業体数	参加者数
1.	2022年3-4月	KEWI Embu	4	11
2.	2021年11-12月	KEWI Embu	1	34
3.	2021年10-11月	KEWI Embu	3	12
4.	2021年9-10月	Runda	1	10
5.	2021年7-8月	KEWI Embu	3	18
6.	2019年10月	Mombasa	1	28
7.	2019年5月	Nyahururu	1	43
8.	2019年6月	KEWI Embu	8	20
9.	2019年3-4月	KEWI Embu	6	16
10.	2018年8-9月	KEWI Embu	3	6
11.	2018年4-6月	KEWI Embu	6	37
12.	2018年2-3月	KEWI Embu	5	14
13.	2018年8月	KEWI	8	17
14.	2018年3月	KEWI	3	37
15.	2017年6月	KEWI Embu	6	12
16.	2017年6月	KEWI	7	40
参加者総計				355

さらに、KEWIは改訂された無収水管理基準を紹介する新研修「Innovative Approaches to Management of NRW」を開発した。水道事業体の幹部を対象としたこの研修（5日間）は、成果4で生み出され、利用され効果を生んだ4ツールを紹介し、多くの水道事業体が無収水活動でこれらのツールを利用できるようになることを目的としている。KEWIはこの新研修のパイロット研修を2022年5月末までに3水道事業体に対して実施した。

## 2.4 パイロット水道事業体（成果4）

### 1) 計画策定、実施、レビューなどの流れの強化

プロジェクトの計画段階で、ケニアの水道事業体の多くは、事業体の実情に沿った無収水削減計画が策定できておらず、計画があっても実施が未達成で、無収水削減に結びついていないことが課題であると認識された。そのことから、9パイロット水道事業体での活動を対象とした成果4では、まず各事業体にキャパシティ（課題対処能力）を自己分析させ、効果的かつ実現可能な計画の策定及びその実施を継続的に支援した。具体的には、現状のアセスメントを約250項目のチェックリストを用いて行い、その結果を自動的にグラフ化することで、各事業体が無収水管理に必要な分野のキャパシティを自己評価できるようにした。さらに、このアセスメントに基づいて、各事

業体が年間無収水削減計画（5年間の中期計画バーチャートを含む）を毎年策定する。計画の4半期ごとの実施状況をモニタリング、年次活動のレビューというPDCAのサイクルに沿った事業管理を強化するための一連のテンプレートを開発し、その実施を支援した。

### 2) 継続的計画策定と活動実施率改善の達成

プロジェクトは、成果1～3及び成果5の活動でサポートメカニズムが構築されことを目標とし、9パイロット水道事業体の内6事業体以上が、自ら計画した活動の60%以上の実施を、2年連続で行うことを指標としている。水衛生灌漑省（成果1）による機材調達、WASREB（成果2）がライセンス更新の条件にすることによる水道事業体の無収水担当者の能力向上、KEWI（成果3）による実践的な研修、WASPA（成果5）のネットワークを通じた成果の共有などのサポートメカニズムが実際に機能したこともあり、表4に示すように、全パイロット水道事業体において過去5年間、継続的に年間無収水削減計画等が策定され、資金不足などの様々な課題に直面しながらも、7水道事業体が目標計画実施率（60%）を2年連続で達成した。平均計画実施率が55%から75%まで大幅に改善したことから、プロジェクトの成功を推しはかることができる（2019-20年度の低下は新型コロナの影響）。

表4 パイロット水道事業体における計画実施率の向上

パイロット水道事業体	2016 -17年度	2017 -18年度	2018 -19年度	2019 -20年度	2020 -21年度	プロジェクト目標の評価指標：6水道事業体以上が2年連続で目標計画実施率(60%)を達成したか？
メルー	68%	70%	75%	43%	98%	3年連続達成及び1年達成
エンブ	40%	50%	60%	65%	70%	3年連続達成
キスム	55%	60%	69%	73%	72%	4年連続達成
ナクル	82%	85%	90%	70%	80%	5年連続達成
ニャフルル	70%	90%	90%	70%	80%	5年連続達成
ルイル・ジュジャ	不明	30%	20%	68%	74%	2年連続達成
エルドレット	50%	60%	65%	75%	80%	4年連続達成
マボコ	40%	60%	48%	50%	50%	1年のみ達成（水不足による悪影響もある。2021-22年度については5月上旬までに既に60%に達している）
キリフィ・マリアカニ	35%	60%	50%	40%	70%	1年達成及び1年達成（組織改善の遅れの悪影響）
平均計画実施率	55%	63%	63%	62%	75%	7水道事業体が2年以上連続で達成

### 3) 給水地域全体への包括的支援による成功

プロジェクトでは、小規模なDMAにおけるパイロット的な活動に資金や労力を過剰投入することを避ける一方、給水地域に点在している大口顧

客に対する商業的水損失の対策を優先するなどの水道事業体の利益に則した支援を展開した。また、多くのパイロット水道事業体において組織体制の構築や強化を促し、テクニカル部門とコマー

シャル部門の連携強化を図った。計画策定支援についてはプロジェクト開始時から全パイロット水道事業体に対してサポートを行ったが、活動の実施に対する支援については、投入できる専門家の渡航期間が限られていたため、表5に示すように3期に分けて徐々に支援対象の水道事業体を増やしていった。

このような給水地域全体を視野に入れた包括的な支援の結果、ほぼ全パイロット事業体において、活動実施支援の開始時（ベースライン）に比べ、給水地域全体の無収水率は著しく低下し、収益が大幅に増加した（エンブ事業体は、主要バルクメータへの空気の混入を防ぐのに時間が掛かったため、信頼できるベースライン値は得られていない）。メルーの2021-22年度の無収水率は17%程度であり、既にケニアの目標値である20%以下に達している。一方、ルイル・ジュジャでは、プロジェクト開始直後、事業体トップが請求水量データを捏造したなどの理由からWASREBに解任され、厳しい状況からの再出発となった。しかし、それまで未検針であった多くの顧客の位置の特定、検針員の増員、問題があった料金請求システムの新システムへの変更、給水地域を19DMAに分割した無収水モニタリングの実施など様々な対応をとったことで、表5に示されているように無収水率が21%減という大幅な削減に成功した。

#### 4) 毎月の無収水モニタリングとゾーニング

ケニアの水道事業体の無収水率は断続給水（時

間給水、間欠給水）の影響などを受け、その値が大きく季節変動することが多く、過去数か月分の無収水率の変動データだけでは、無収水削減活動の有効性を評価することは難しい。そこで、季節変動と活動の効果を見分けるため、少なくとも過去3年間分の月別の無収水関連の主要7指標値を同一グラフ上に表し、特異点などを分析することで、実施した対策の効果を見極めるよう努めた。

図3に、商業的水損失対策を優先的に行うことで継続的かつ大幅な無収水率低下と水道料金請求額の増加に成功したルイル・ジュジャの例を示す。同水道事業体では、最近では漏水削減活動が活発化しており、給水量も減少し始めている。この手法で分析する7指標には、3種類の元データ（商業的水損失と関連性が強い①請求水量と②水道料金請求額、及び③物理的水損失との関連性が強い給水量）とそれらの組み合わせからなる4種類の計算値（④無収水量、⑤無収水率、⑥大口顧客への対応状況を示す平均給水単価、及び⑦無収水による潜在的な収入損失額）が含まれる。国際水協会（IWA）が推奨する詳細なWater Balance Tableを作成する場合、メータ誤差、請求水量の推定頻度や過小推定などの度合い、盗水の規模や頻度などをあまり把握できていない多くの水道事業体では、商業的水損失の過小評価に陥りやすく、その結果、難易度が比較的高い地下漏水探知や多額の資金を必要とする老朽管の敷設替えなどの活動に過度に偏った計画につながるリスクが高い。

表5 パイロット水道事業体における無収水率の低下と料金請求量の増加

段階的に行った活動実施支援の対象パイロット水道事業体		ベースライン		2021-22年度のおおよその結果 (2021年7月～2022年4月までの入手済みの月別データによる)		
		年度	無収水率*1)	最近の無収水率	無収水率の減少幅	収入の増加幅の概算値*2)
第1期から	メルー	2016-17	24%	約17%	7%↓	17 Mill KSh/年
	エンブ	2016-17	信ぴょう性のあるデータ無し	約40% (2022年1月～4月の変化: 41%→39%→37%→36%)	短期的には低下しつつある	ベースライン値がないため、概算不可
第2期から	キスム	2017-18	36%	約28%	8%↓	93 Mill KSh/年
	ナクル	2017-18	35%	約31%	4%↓	58 Mill KSh/年
	ニャフルル	2017-18	42%	約40%	2%↓	8 Mill KSh/年
	ルイル・ジュジャ	2018-19	54%	約33%	21%↓	187 Mill KSh/年
第3期から	エルドレット	2018-19	44%	約39%	5%↓	62 Mill KSh/年
	マボコ	2018-19	41%	約35%	6%↓	16 Mill KSh/年
	キリフィ・マリアカニ	2019-20	57%	約49%	8%↓	78 Mill KSh/年

\*1) プロジェクトで計算された年間無収水率に基づいている。\*2) WASREBのIMPACT-No.13に記載されているWSPの年間の総収入を現在の有収水率(100%-収水率)で割り、無収水率の減少幅を掛けて概算した値。

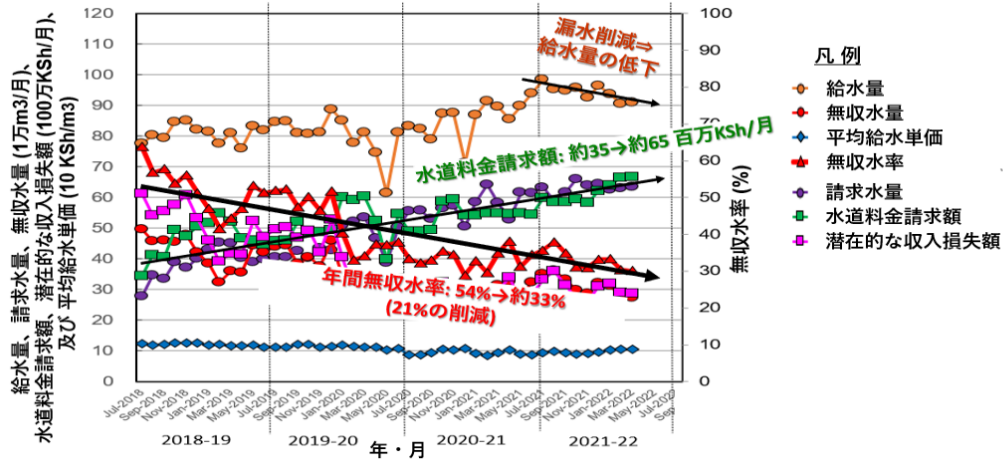


図3 ルイル・ジュジャの無収水率や水道料金請求額の大幅な改善（2018-2022）

表6 エルドレットでの見直し水量による料金請求の顧客規模別頻度の著しい改善

ペーシングとした2018-19年度の12か月間 水使用量(請求水量)による顧客の分類	推定(見直し水量)なし		1度もしくは2度推定		3度以上推定		合計	
	顧客数	割合	顧客数	割合	顧客数	割合	顧客数	割合
C1: > 300 m3/月	65	54%	42	35%	14	12%	121	0.2%
C2: 101-300 m3/月	197	54%	128	35%	41	11%	366	0.6%
C3: 51-100 m3/月	584	66%	212	24%	88	10%	884	1.4%
C4: 21-50 m3/月	2,835	63%	1,054	24%	590	13%	4,479	7%
C5: 7-20 m3/月	9,400	57%	4,276	26%	2,736	17%	16,412	26%
C6: 0-6 m3/月	10,215	25%	9,226	22%	21,866	53%	41,307	65%
合計	23,296	37%	14,938	23%	25,335	40%	63,569	100%

約3年間における大幅な改善

近々の12か月間(2021年4月-2022年3月) 水使用量(請求水量)による顧客の分類	推定(見直し水量)なし		1度もしくは2度推定		3度以上推定		合計	
	顧客数	割合	顧客数	割合	顧客数	割合	顧客数	割合
C1: > 300 m3/月	115	82%	23	16%	2	1%	140	0.2%
C2: 101-300 m3/月	327	78%	81	19%	13	3%	421	0.7%
C3: 51-100 m3/月	885	87%	112	11%	15	1%	1,012	1.6%
C4: 21-50 m3/月	4,541	90%	427	8%	90	2%	5,058	8%
C5: 7-20 m3/月	15,721	90%	1,535	9%	288	2%	17,544	27%
C6: 0-6 m3/月	34,387	86%	4,566	11%	1,055	3%	40,008	62%
合計	55,976	87%	6,744	11%	1,463	2%	64,183	100%

そのため、図3に示すように商業的水損失対策及び物理的水損失対策の効果がある程度別々にモニタリングできるようにグラフ化することは、非効率な活動に陥るリスクが低く、容易なモニタリングの代替手法として捉えることができる。また、この無収水モニタリング・シートは、今後10年に亘って、パイロット事業体が毎月グラフを更新できるように改善されており、多くの水道事業体が継続的に利用することが期待される。ニャフルルとキリフィ・マリアカニでは、同様のモニタリング・シートを配水系統別の各配水区域に対しても利用している。同様に他のパイロット事業体でも配水区域別もしくはDMA別の無収水モニタリングの強化に取り組んでいる。

### 5) 商業的水損失対策

プロジェクトでは、各パイロット水道事業体に対して、全顧客の検針・料金請求データの分析をそれぞれ二回以上支援し、商業的水損失に係わる様々な問題を明らかにすることで、事業体の実状に合った対応策の実施を促した。その結果、パイロット事業体の多くは、特に大口顧客の不良メータの取り換えや修理などに取り組み、メータ誤差や見直し水量による料金請求の割合を大幅に減少させ、表5に示すように水道料金請求額の増額を実現した。第3期から活動を支援したエルドレットでは、組織を挙げてメータ精度の確認や不良メータの取り換えなどの対策を徹底的に進めた結果、表6に示す通り、12か月間連続で見直し水量による料金請求を行わなかった顧客の割合が37%

(2018年7月～2019年6月) から87% (2021年4月～2022年3月) へと著しく向上し、結果的に水道料金請求額が約6,200万KSh/年も増加した。



夜間最小流量の計測とステップテストの実施

## 6) 物理的水損失対策

プロジェクトでは物理的水損失の対策として、

1. 検針員と連携した地上漏水の削減、2. バルクメータを用いた異常流量のモニタリングによる管路破裂等への迅速な対処、3. 水理的に分離された連続給水地域における携帯型超音波流量計(UFM)を用いた夜間最小流量の測定やステップテストの実施、4. 水理的に分離できない地域や断続給水地域における音聴棒を用いた全戸漏水調査などを行った。事業体職員の能力向上のため、広域を対象にすることができるステップテストを積極的に取り入れたが、その際、対象地域を随時柔軟に選択、変更、追加しながら進めることで、効率的かつ効果的な漏水削減を実現できるように努めた。その結果、給水状態が悪い地域ではあまり良い結果が得られなかったものの、多くの地域でステップテストの実施が著しい漏水の削減に繋がった。また、安価かつ容易に使用できる音聴棒が、ケニアでの漏水削減に特に効果的であることが実証された。給水地域全体における無収水率の低減が比較的困難であったエンブ及びニャフルルでは、漏水や盗水等が原因で無収水率が70%程度であった広範囲の農村地域(接続数3000～4000程のエンブのゾーン2とニャフルルのマルマネット)を漏水

探知等の重点対象地域とし、集中的な支援を展開した。その結果、対象地域の無収水率を50%程度まで削減することに成功したが、コロナ禍で活動が中断し、再び無収水率が70%程度まで上昇した。しかし、専門家による支援が再開されると、再びそれらの地域の無収水率が減少傾向に転じ、エンブとニャフルルの給水地域全体の無収水率の低下にある程度つながった。

プロジェクトの活動は、基本的には商業的水損失対策に集中した取り組みを展開し、上述したように、地域によっては漏水の削減策について重点的に行った。結果的には全9パイロット水道事業体において、著しい、もしくはある程度の無収水率の低減に成功した。

## 2.5 WASPA と全国の水道事業体 (成果5)

成果4のアプローチとその成功事例は、主にWASPAのベンチマーキング・ワークショップの分科会(無収水)で繰り返し発表され、水道事業体幹部を対象にしたWASPAの隔月の定例会議でも紹介された。同様に、2022年5月にモンバサで行われたKEWIの無収水削減シンポジウム、ナイロビで行われたJICAのアフリカ諸国の連携ワークショップ、成果1のカウンティ啓発ワークショップなどでも、他の水道事業体に広く紹介されている。

テーマ別ワークショップは無収水管理における特定の課題、分野、技術に焦点を当て、水道事業体の実務者を対象に行われた。第1回目(2019年)は「違法な水利用対策」、第2回目は「スマートメーターの利用」(2021)であった。第3回目のワークショップは成果4で実施した商業的水損失の成功事例を、水道事業体のコマーシャル部門に紹介する目的で「商業的水損失の削減」をテーマとし2022年6月に実施され、定員の100名を超える参加者がありこのテーマに関する興味が大いことが示された。コロナ禍の影響で、対面での活動が制限されたため、テーマ別ワークショップは第2回目からオンラインで実施されている。



## 無収水削減サポートメカニズム

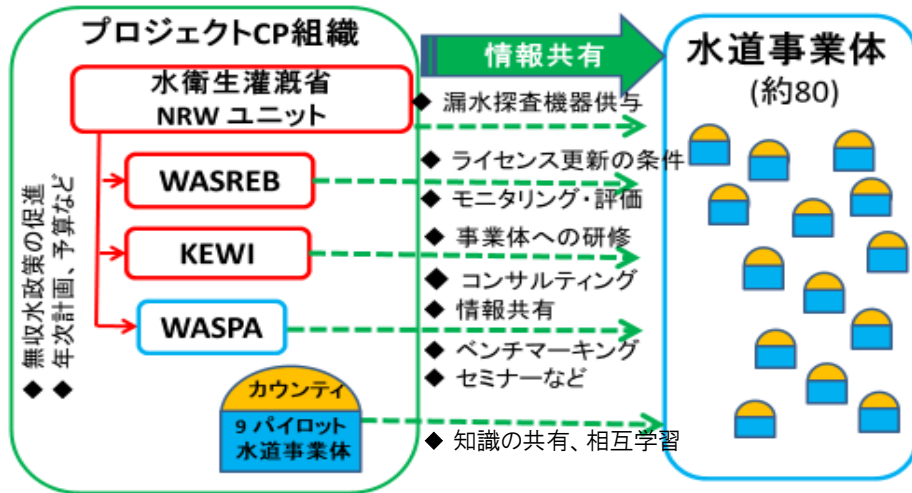


図4 無収水削減サポートメカニズム

### 3. サポートメカニズムによる全国展開

#### 1) 無収水に対する理解やモチベーションの向上

図4はプロジェクトの目指す「無収水削減活動のサポートメカニズムの構築図」を示している。成果4の活動の結果、ほぼ全てのパイロット水道事業体で無収水率が低下し、料金収入が増加したことで、まず各パイロット水道事業体の無収水削減に対する理解やモチベーションが著しく向上した。プロジェクト開始当初は、水道事業体の経営層が、漏水探知が殆ど行われていない状況にもかかわらず、無収水率を下げるためには老朽管の取替などの高額なインフラ整備が不可欠であるといった短絡的な議論に終始することが見受けられたが、最近では、容易かつ費用効果が高い現実的な活動がより注目されている。例えば2022年5月に開催されたカウティ啓発ワークショップでは、メルー水道事業体の幹部は、少数ではあるが全給水量に占める割合が高い大口顧客に対するモニタリングを強化することで商業的水損失の削減を図ることが特に重要であると強調しており、「無収水削減＝インフラの整備・改善」という観念の払拭に成功したとも言える。

一方、成果4において目に見える成果が示されたことで、サポートメカニズムを構築する各組織の無収水管理に対する理解やモチベーションの向

上にもつながった。前述のような既成観念が多く、水道事業体で払拭されつつある状況は、限られた資金や人的資源の中で、多数の水道事業体を効率的に支援する必要があるサポートメカニズムの構成組織にとって、極めて有益であると言える。

このような流れの中、WASREBでは、無収水削減年次計画や活動レビューなどのための一連のテンプレートや顧客メータの検針や料金請求の分析などを水道事業体の給水事業ライセンスの更新条件に取り入れる予定である。また、KEWIでは、水道事業体に対する実務研修に加えて、成果4で開発し、改訂された無収水削減基準に取り込まれた各ツールの使用を促進するため、新しい研修コースを設け、既にそのパイロット研修が実施されている。成果4のアプローチは、WASPAのベンチマーキング・ワークショップや成果1のカウティ啓発ワークショップでも紹介されており、各組織が連携しながら、成果4の無収水削減活動をパイロット水道事業体以外に広める活動を積極的に行っており、ケニア全体としてのサポートメカニズムが強化されつつあると言える。



水道料金支払いを促す啓発ポスター

## 2) 水衛生灌漑省 NRW ユニットの能力強化

水衛生灌漑省は無収水管理を全国展開するために、同省内に NRW ユニットを設置した。プロジェクト開始当初、NRW ユニットの職員は2名で、コンピューターすら十分に割り当てられていなかったが、2022年5月時点ではユニットチーフと職員5名に増員された。職員の中にはカウンティや水道事業体での経験のある者もいる一方、NRW ユニットのマネジメントである啓発活動などの経験は少なかった。そのため、成果1の無収水管理の啓発活動の一環として無収水管理年間報告書の発行、カウンティワークショップの開催、「世界水の日」などのイベント等への参加を通して、啓発活動の経験を積んだ。また、無収水管理基準の改訂作業や KEWI の無収水短期コースへの参加・レビューを通して、それまで関係が希薄であった WASREB や KEWI と協働する機会ができ、今後無収入削減を国家レベルでサポートしていく体制が整ってきたと言える。しかしながら、NRW ユニットは、無収水率が既に40%を下回っているような比較的能力がある水道事業体に対して、状況に合った効果的なアドバイスを与えることができる経験を十分には備えていない。そのため、今後も多くの水道事業体の無収水削減活動に積極的にかかわりを持つようにし、更なる経験を積む必要がある。

## 3) 改訂された無収水管理新基準の普及促進

改訂された無収水管理新基準はガイドラインとハンドブックの2部構成で、ガイドラインは水道事業体の技術部長や無収水担当部署の責任者、ハンドブックは現場職員を対象としている。基準には成果4の活動を通じて効果が確認されたアプローチが盛り込まれており、水道事業体がそれらのアプローチやテンプレートを導入することを念頭に、その利用方法や実施方法が段階的に示されている。WASREB は、新基準に示されているテンプレートの使用を水道事業体のライセンス更新の条件に組み込むことを方針としており、2022年4月には、WASREB の職員を対象にテンプレート等に関する研修が実施された。しかしながら、実際に新基準が各水道事業体の職員に読まれ、新たなアプローチやテンプレートなどのツールが多くの水道事業体で活用されるには、WASREB による精力的なプロモーションやモニタリングの継続が不可欠である。また、合計約90の水道事業体を相手に活動を展開するためには、無収水担当職員1人だけでなく、WASREB 組織全体での対応、新基準に含まれるツールに焦点を当てた KEWI の新コースの利用、水衛生灌漑省 NRW ユニット等との活発な連携の継続が重要となってくる。

## 4. プロジェクトの教訓

### 1) 水道事業体のマネジメントの一環として無収水管理

プロジェクトの先行案件、他ドナー案件、他国での JICA 案件ではよく小規模な DMA でのパイロット活動を通して、漏水探知などの技術移転から、徐々に拡大していくという、点から面に広げるアプローチがとられている。しかしながら、過去の事例から、徹底的な漏水探知などでパイロット DMA での無収水率の削減に成功しても、それが水道事業体の給水地域全体に拡大するとは限らない。プロジェクト期間中は多くの資金、労力、時間がパイロット DMA に注ぎ込まれるが、プロジェクト終了後に水道事業体の自助努力で必要な資機材を調達しながら DMA を拡大していくというアプローチは、実現が容易ではない。しかも、パイロット DMA での活動に必要なスキルと、活動を他地域に拡大するためのスキル（例：料金請求

システムと繋がった地域別無収水モニタリングの確立や展開地域の優先順位付けなど）が大きく異なることが多いため、水道事業者が活動を広域化する段階で頓挫することが多い。そこでプロジェクトでは、給水区域全体を視野に入れつつ、効果が現れやすい活動を優先するように水道事業者を誘導し、かつ様々な試行錯誤を繰り返した。その結果、特に検針・料金請求データの分析結果に基づき、大口顧客から優先的に、見做し水量による料金請求の削減やメータ精度の向上を測ることが、比較的短期間で大幅な無収水率の低下や料金徴収額の増加に繋がりがやすいことが経験的に学習された。特に料金収入の増加は、無収水担当者だけではなく事業者の経営陣にとっても、水道事業の最優先事項の一つであるため、大口顧客への対策から始めることは、水道事業者が一丸となって無収水削減に取り組むための好循環を生み出しやすい。



スマホ用無料モバイル GIS についてのトレーニング

## 2) 柔軟な漏水削減活動や段階的なゾーニング

一方、商業的水損失の削減が進んだ事業者もしくは管路の破裂・漏水が多発している事業者では、積極的な漏水探知を行う必要がある。しかし、ケニアの水道事業者の多くは断続給水状態にあるため、DMA を利用した効率的な漏水探知の実現は容易ではない（気候変動や人口増加の影響で、給水状態は今後さらに悪化すると考えられる）。このような状況下、水理的に分離できていない地域や断続給水地域における漏水削減をどのように展開するかは大きな課題である。

また、ケニアでは GIS の整備状況が不十分な水道事業者が多く、配水管の接続状況が十分に把握できない可能性が高い。そのため、小規模の DMA を徐々に構築しようとしても、DMA の分離に失敗したり、いつまでたっても配水管網全体の分割が終わらなかつたり、過剰投資に陥ったりする例が多かった。水道事業者が自助努力でゾーニングを実施する場合には、まずは給水地域全体の配水管網を、河川などを利用して二分、三分したり、浄水・配水系統別に比較的大きな配水区域に分割した上で、必要性和資金繰りに応じてそれらをより規模の小さい DMA に分割していく必要がある。そのため、無収水削減の持続性を確保するためには、プロジェクト期間中に、このような給水地域全体を視野に入れたゾーニングの流れをある程度支援しておく必要がある。当然、このような支援を行うには、GIS データを用いた送配水計画策定の経験を持つ専門家が不可欠である。

## 3) 水道事業者内における部門間の連携の強化等

パイロット水道事業者に対する支援では、検針・料金請求データの分析結果を、事業者幹部の前で、テクニカル部門とコマーシャル部門の職員に説明し、両部門がどのように連携して効果的な商業的水損失対策を実現するかを協議させた。また、月例の部門間ミーティングなどで各月の無収水削減のモニタリング結果を確認し、課題、対策、部門間の連携などについて話し合うように促した。このような取り組みを繰り返すことで、水道事業者内のより多くの職員が、無収水削減に積極的にかかわるように促し、必要な場合には組織内での NRW ユニットの人員を増やすように働きかけた。マボコでは、無収水削減年次計画の策定過程に多くの職員が参加し、若手職員が力をつけることにもつながった。また、GIS や ICT の担当者が無収水削減活動にどの程度主体的にかかわっているかも、効率的かつ効果的な活動の実施に大きく影響すると考えられる。その他、無収水対策を行う職員たちの能力が十分に養われる前に彼らを各支所に分散した場合、各支所での活動が適切に行われず、失敗に終わる可能性が高いため、能力を向上させやすい中央集中型から分散型に移行する際の要件も留意すべき点である。さらに、無収水活動を先導する職員の階級（職階）が低すぎ

たために、コマーシャル部門や支所の職員を無収水削減活動に十分に引き込めず、十分な成果が出なかった事例もあった。

上述の経験をもとに、改訂版の無収水管理基準では、水道事業体内での無収水管理体制が提案され、担当者の等級や部署・職員間の連携について明確に提示された。WASREBは無収水ユニットの設置についても、ライセンス更新の条件に取り入れることにしているため、今後パイロット水道事業体以外でも、専属職員から成る無収水ユニットの設置や部署間の連携が促進されることが期待される。

#### 4) 多くの水道事業体に対する支援の重要性

プロジェクトでは、ケニア全体の水道事業体から、地域性を考慮し9パイロット水道事業体を選定し成果4の支援の対象にした。専門家の投入が限られている中、全9事業体において、十分な結果を出すことは容易ではなかったものの、対象とした事業体の数が多いことによるメリットも多々あった。9水道事業体と専門家の間で絶えず経験やアイデアを共有し、最適な対策を模索し続けることができたのもメリットの一つであった。

ケニアには約90の水道事業体があるが、そのうちプロジェクトでは約一割の9事業体と継続的にかかわったことで、ケニア全体の無収水対策に対する理解や意識に変化を与えることができた。支援した9水道事業体は比較的規模が大きく、各地域におけるリーダー的な存在になりえる水道事業体だったことも、ケニア全体へのインパクトが生じた一因である。今後、リーダー役となる活発な水道事業体の割合を二割、三割とさらに増やすことにより、ケニア全体でのインパクトや効果の持続性が高まり、同国が抱える深刻な水不足をより迅速に軽減できるようになると期待される。この経験から、無収水削減のための技術協力プロジェクトのインパクトを、支援対象国全体に広げるには、多数の水道事業体に対して同時に支援を展開することは極めて重要かつ不可欠であるといえる。今後、アフリカを含む他の国々でも、複数の水道事業体を同時に支援対象とするような技術協力プロジェクトが形成されることを推奨する。

#### 5) 複数の水道事業体を対象とする場合の支援内容

複数の水道事業体を支援対象とする場合、事業体による管材、バルクメータ、減圧弁などの調達や設置が必要なパイロットDMAでの活動を中心としないこととし、DMA構築に関するプロジェクトの活動を細かく規定しないことが重要である。資機材の調達や設置は援助機関が支援するとしても、数か月から場合によっては数年の期間が必要となり、それがプロジェクトの進捗と成果に著しい悪影響を及ぼす可能性がある。しかも、断続給水状態にある水道事業体では、効率的な漏水探知や施設の維持管理が難しく、DMA整備のための投資が過剰になったり、十分な成果を生まないうまま投入が無駄になる可能性も高くなる。また、給水状況が悪い地域では、無収水率が大きく季節変動する可能性が高いため、パイロットDMAにおける無収水率の長期的なモニタリングが行われない場合は、活動結果の評価やそれに基づくその後の活動展開を見誤る可能性も高い。



メモリ付きバケツを利用したメータ精度の確認

複数の事業体を支援対象とする場合には、プロジェクトの進捗管理や各活動の評価がさらに難しくなる。そのため、漏水探知の対象とする地域については、プロジェクト期間中、随時柔軟に選定、変更、追加できるようすることが重要であり、それらの活動の影響を、給水地域全体もしくは配水区域といった比較的広い範囲で、継続的にモニタリングすることが重要である。また、当プロジェクトのように、各水道事業体に対して、1年当たり数週間程度で支援でき、設備等の調達や

設置の遅れの影響をあまり受けない幾つかの活動（例：1.計画策定、2.商業的水損失削減のための検針・請求データの分析、3.顧客位置の特定を含む GIS 整備など）をプロジェクトの中心に置き、その一方で難易度が高く、明確な結果が出にくい地下漏水探知などにも柔軟に対応することが重要となる。

## 6) 柔軟かつ段階的な支援対象の追加と継続支援

成果4のパイロット水道事業体の活動実施に対する支援では、フェーズ毎に支援対象となる事業体が決められていた。しかし、多くの事業体がより継続的な支援を必要としたため、支援対象とする事業体を段階的に増やす一方で、支援を開始した事業体の全てに対してプロジェクト終了まで支援を継続した。

また、テンプレートを使用する計画策定支援については、ローカルスタッフの活用などにより多数の水道事業体に対してある程度同時に展開することが可能なため、第1期から全パイロット水道事業体への支援を継続的に行った。

このように、専門家の投入量が限られている中、できるだけ長期間に亘って各パイロット水道事業体に対する支援を継続したことが、プロジェクト成功の一因になったと考えられる。例えば、大幅な無収水率の削減に成功したルイル・ジュジャでは、無収水ユニット長がプロジェクト期間中に三度交代しており、その度に同じようなトレーニングを繰り返すことになったが、そのことが、この事業体において無収水削減に貢献できる人材を増やすことに役立ったと考えられる。

## 7) 柔軟な活動計画と工夫を促す専門家の構成

プロジェクトでは第2期に、漏水や盗水を防ぐために有効な HDPE 管をケニアに普及させるための工夫をした。具体的には、特に品質の高い HDPE を製造しているケニアの業者に相談し、HDPE 管の施工などについてのトレーニングをパイロット水道事業体等に対して実施してもらった。また、手作りのメータテストベンチの導入、

産業用低価格超音波流量計(UFM)の試用、スマートフォンを用いた機械式バルクメータのログイン、無料のデータ収集・GIS 関連ソフトなどを用いた様々な試行錯誤を行い、その幾つかは、実際に事業体の事業の改善に役立った。

このように、Excel ベースのツール開発を含む様々な取り組みに尽力できた背景として、プロジェクトが、DMA でのパイロットプロジェクト的な無収水削減作業に過度にこだわらない柔軟な活動計画を有していたことと、IT 技術に精通している GIS/配水管網解析の専門家が成果4の活動でリーダー的な役割を担ったことを挙げることができる。GIS は、大変重要な IT 技術であると同時に、無収水削減計画の策定、地域別無収水率等のモニタリング、商業的水損失対策と物理的水損失対策の実施などの全分野に横断的にかかわっている。そのため、今後も GIS 技術に精通した専門家が無収水削減の支援において中心的な役割を果たせるようにすると共に、IT 関連のイノベーションに取り組むことができるように、プロジェクトの計画段階で十分に考慮することが重要であると考えられる。



ニャフルル WSP での水道啓発ビデオの撮影