

ニカラグア国マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト

-効率的かつ効果的な無収水削減計画の策定に向けたキャパシティ・ディベロップメント-

2020年5月
プロジェクト終了時点



Japan International
Cooperation Agency

Empresa Nicaragüense de
Acueductos y Alcantarillados



1. プロジェクトの背景と問題点

ニカラグア国では、国家人間開発計画において「住民の安全な水への持続的なアクセス」を優先課題に位置づけ、首都圏や地方都市の上下水道事業を管轄するニカラグア上下水道公社(以下、ENACAL)の組織強化に取り組んでいる。

首都マナグア市における上水道整備の支援は、日本をはじめ、米州開発銀行(以下、IDB)、世界銀行(以下、世銀)等が実施してきた。2005年にJICAが実施した「マナグア市中長期上水道施設改善計画調査」を通じて、2015年を目標年次としたマナグア市上水道施設改善計画(以下、M/P)が策定され、マナグア市の上水道整備の方向性が具体的に示された。ENACALは、M/Pで示された中・長期的なアクションプランに基づき、各ドナーと連携して、給水量拡大に向けた水源の開発・改修、送配水システムの拡張などの多くの事業を進めてきた。

この結果、マナグア市における ENACAL に

よる給水能力は大きく改善したものの、水道サービス全体では未だに多くの課題が残されていた。例えば、24時間給水を受けている地域は全体の50%にすぎず、利用者の約14%で1日の給水時間が8時間以下となっている。都市部でありながら十分な給水時間が確保されない地域が存在している大きな理由には、以下の3点が挙げられる。

①貯水容量の不足

水需要の時間変動に対応するため、一般的に一日給水量の6~8時間分の貯水量が推奨されるが、マナグア湖に近い低地配水区では、2時間分にも満たない。

②非効率な配水管網

水源と配水区域の関係が不明確で、配水量の管理がなされず、地域間の水収支が不均衡となっている。

③多量の水損失

物理的損失(漏水)、商業的損失(盗水および水道メータの検針誤差)、維持管理計画の不足等

配水管に送られる水量のうち、請求対象となっていない水量の割合を無収水率と呼び、これは水道事業経営の重要な指標である。

特に首都マナグア市の無収水率は、2012年の推定で40～50%と非常に高い。加えて、毎年増え続けている ENACAL の累積赤字は2014年度末で272億円に達しており、これを改善するためには、毎年40～50億円の赤字が計上される損益収支を均衡させなければならない。このような赤字経営の ENACAL の財務状況を改善し、給水時間の向上を図るために必要な投資資金を確保するためには、無収水率を低下させることが最優先課題となっていた。

ENACAL は、M/P の提言、国家政策、ならびに事業戦略計画等に基づき、他ドナーの協力を受けつつ、配水管網の改善に取り組んできた。その代表的な取り組みは、市内の配水管を小さな区画に分割して、それぞれのブロック内の配水量と請求水量を管理する「セクター化」という方法である。(図4参照)

これまでセクター化はある程度進んだものの、「中・長期的な無収水削減計画」がなく、無収水の課題解決に向けて組織横断的な対応がとられてこなかったため、無収水対策は実効性を伴っていなかった。また、ENACAL 職員の無収水に対する対応能力は改善・強化の余地があり、漏水の大部分を占めるとされる給水装置(水道メータおよび給水管)からの漏水対応が不十分であるほか、職員の能力強化を図る研修システムが存在していないといった問題も見られた。

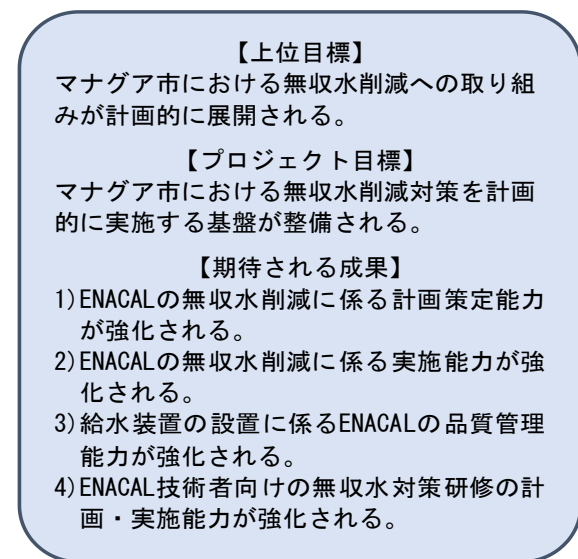
こうした状況を踏まえ、本プロジェクトを通じて、ENACAL 内で組織横断的な実施体制を構築し、ENACAL がマナグア市における無収水を継続的に削減するための中長期計画を策定する必要があると考えられた。具体的には、以下に示した問題解決のアプローチを通じて、ENACAL の無収水管理能力を強化し、マナグア市内で実効的な無収水削減対策が実施されるための基盤整備を本プロジェクトで支援した。

2. 問題解決のアプローチ

(1) プロジェクトの概況

JICA が ENACAL と合意したプロジェクト

の枠組みは以下のとおりである。



(2) プロジェクトの実施体制

日本人専門家を含めたプロジェクト実施体制の全体図は図1のとおりである。

成果毎に ENACAL 内に作業チームが編成され、その上位にプロジェクト・マネジメント・ユニットが置かれ、プロジェクト全体の進捗管理と迅速な課題解決を図る体制となっている。

また、ENACAL 総裁を議長とする合同調整委員会は、プロジェクト活動と成果、活動の変更、課題解決に向けた正式な意思決定の場として機能する。

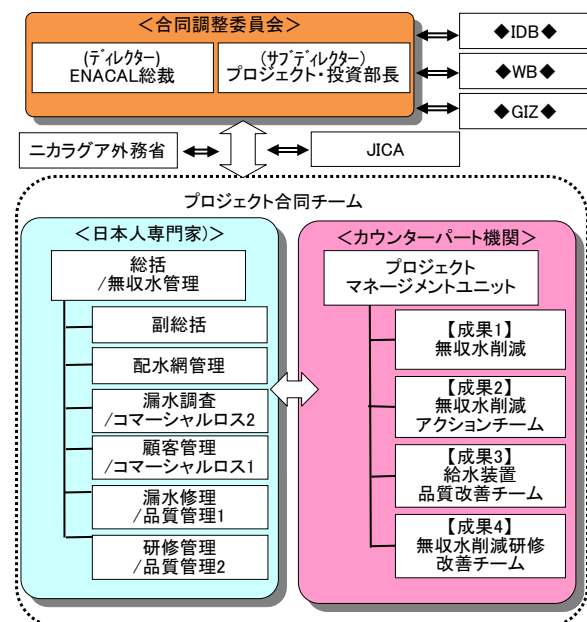


図1 プロジェクト実施体制全体図

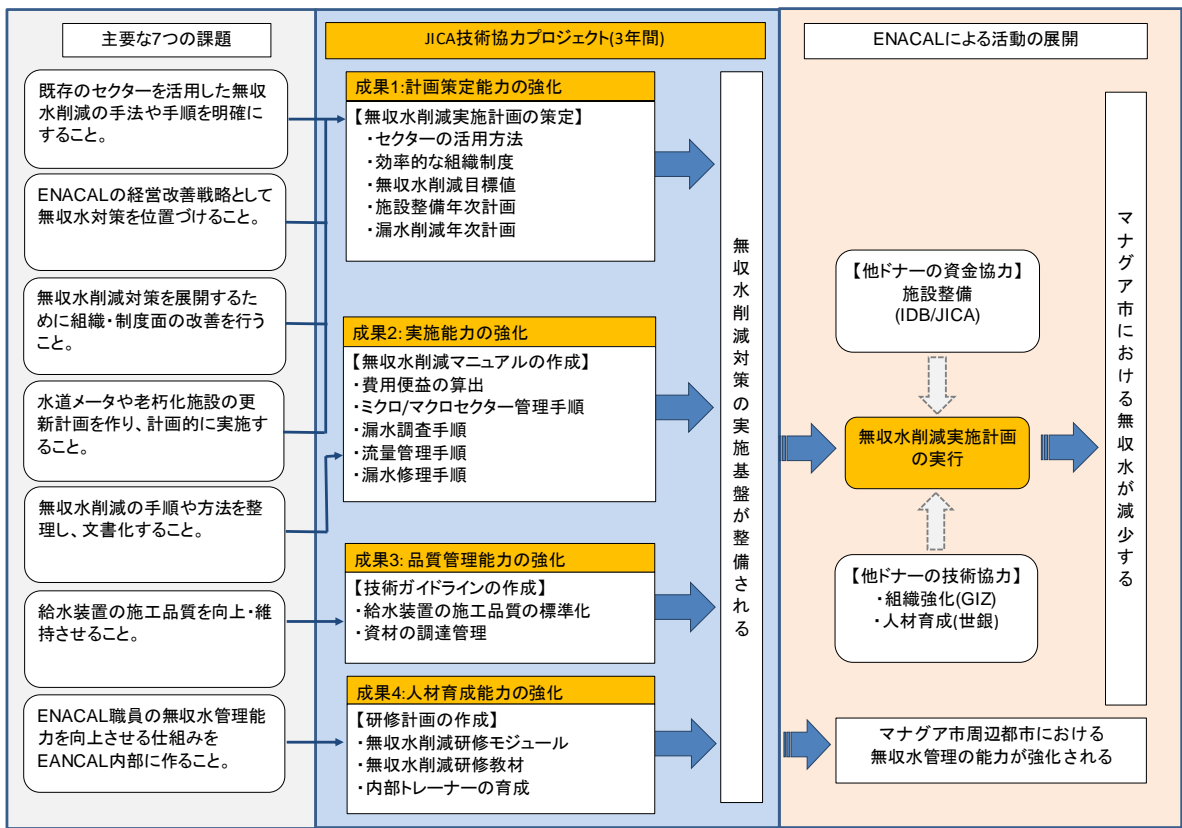


図2 プロジェクトのコンセプト

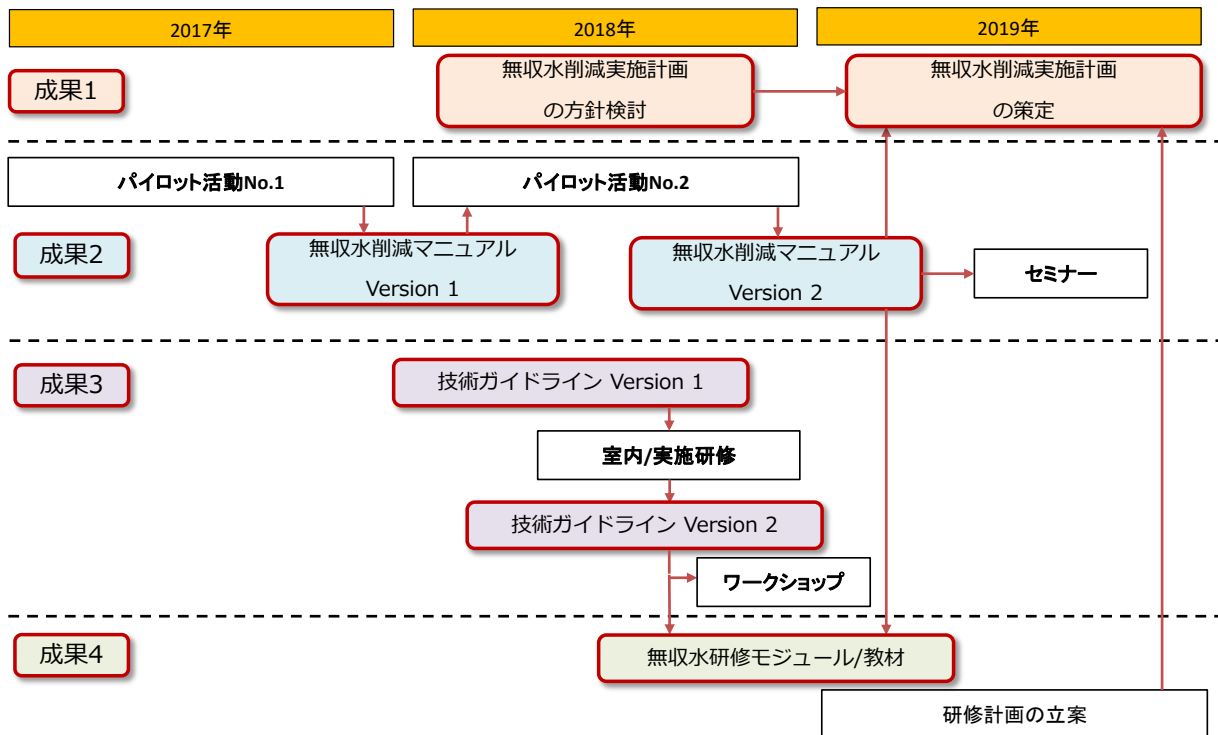


図3 ガイドライン/マニュアルとプロジェクト成果との関係

(3) プロジェクトのコンセプト

本プロジェクトは、ENACAL が継続的に無収水を削減するための基盤整備を目標に定め、4 つの能力強化を通じて ENACAL の課題対処能力を高め、日本人専門家と ENACAL が協働で、無収水削減に向けた持続的な活動が行われることを目指す、キャパシティ・ディベロップメントである。

日本人専門家の支援の下、カウンターパートである ENACAL 職員が達成すべきプロジェクト目標と成果との関係性は、図 2 のコンセプト図に示すとおりである。

各活動で作成される技術ガイドラインやマニュアルは、最終的に成果 1 で立案する「無収水削減実施計画」の一部を構成するものであり、その関係性は図 3 のように示される。

(4) 活動の方針

1) 成果 1: ENACAL の無収水削減に係る計画策定能力の強化

マナグア市において無収水削減を効果的かつ効率的に実施していくための、実践的かつ具体的な計画づくりを ENACAL と協働で行う。この成果 1 の達成に向けた 5 つの基本方針は以下のとおりである。

◇既存のセクターの活用方針の整理

本プロジェクトでは、将来的に図 4 で示したマクロセクターレベルの無収水管理ができることを念頭におく。そして、これまで ENACAL が構築してきたミクロセクターを有効活用するための手順や方法について、カウンターパートが正しく理解できるように支援する。

具体的には複数のミクロセクターから構成されマクロセクターのレベルで水収支を管理し、無収水率の高い地域を効率的に選定する。その後、選定された地域のミクロセクター化を優先的に進めていく方針を提案する。(図 5)

こうした取り組みによって、マナグア市全体の無収水の分布を明らかにした後、無収水率の高い地域におけるミクロセクターから優先的に具体的な無収水対策を進めることで、効率的かつ効果的な無収水率の削減につなげることが可能となる。

◇水道施設整備の方向性の整理

成果 1 で策定される「無収水削減実施計画」の中には、水道施設の整備計画も含まれる。プロジェクト開始時のベースライン調査では、マ

ナグア市の水需給バランスや給水条件の地域格差を確認し、以下のような視点で施設整備計画の方向性を整理する。

- ・無収水削減の視点による施設整備
- ・給水サービス向上の視点による施設整備

◇組織・制度面の改革の提案

組織・制度面の改革では、ドイツ国際協力公社(以下、GIZ)の支援で進められている ENACAL の組織改編の動向を十分に把握し、ニカラグアの国家政策との整合を図りつつ、無収水削減に向けた効率的な体制整備を提案する。

◇運転維持管理体制の改善の検討

- ・効率的な運転維持管理体制

マナグア市では、配水区域を標高別に区分して、低地、高地、高高地の 3 つの配水区域を設定している。ただし、これは単に利用水源と配水地域を便宜的に区分したものであり、必ずしも配水区域が水理的に分離されているわけではない。従来、マナグア市全体の配水網管理は、ENACAL 本部のみで行ってきたが、人口 100 万人レベルの都市水道における中央集中型の管理は、事業効率を大きく低下させてしまう。本プロジェクトでは、組織の効率性と持続性を高めるため、地域毎に支局を設け、各支局に運転維持管理の責任を委譲する方式を提案し、そのためのプロセスを「無収水削減実施計画」に反映させる。

- ・支局単位での無収水管理

上述したマクロセクターレベルの管理方針の下、各支局が 1 つ又は複数のマクロセクターを管轄し、管轄する給水区域とマクロセクターの境界を一致させることができれば、支局単位で管轄地域の無収水管理が可能となる。こうした手法を用いると、それぞれの支局同士で競争意識が芽生えることが期待できる。さらに、業績評価システムの中に各支局の無収水対策の成果を組み込むことを検討し、職員のモチベーションが向上し維持される仕組みづくりを提案する。

◇無収水削減実施計画の内容

無収水削減実施計画には、無収水削減対策を効果的かつ効率的に進めるための方法と手順書が含まれ、施設整備と組織制度の方向性、その後の活動の年次事業計画が具体的に示されたものとする。

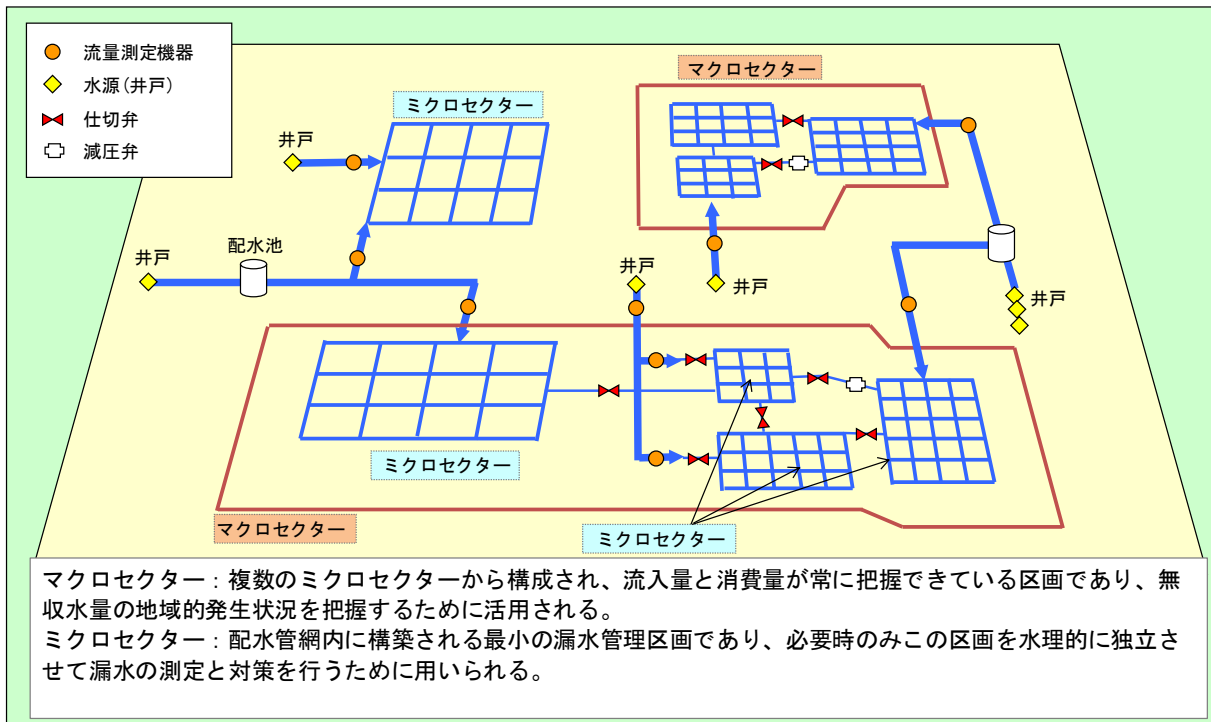


図4 セクター化のイメージ

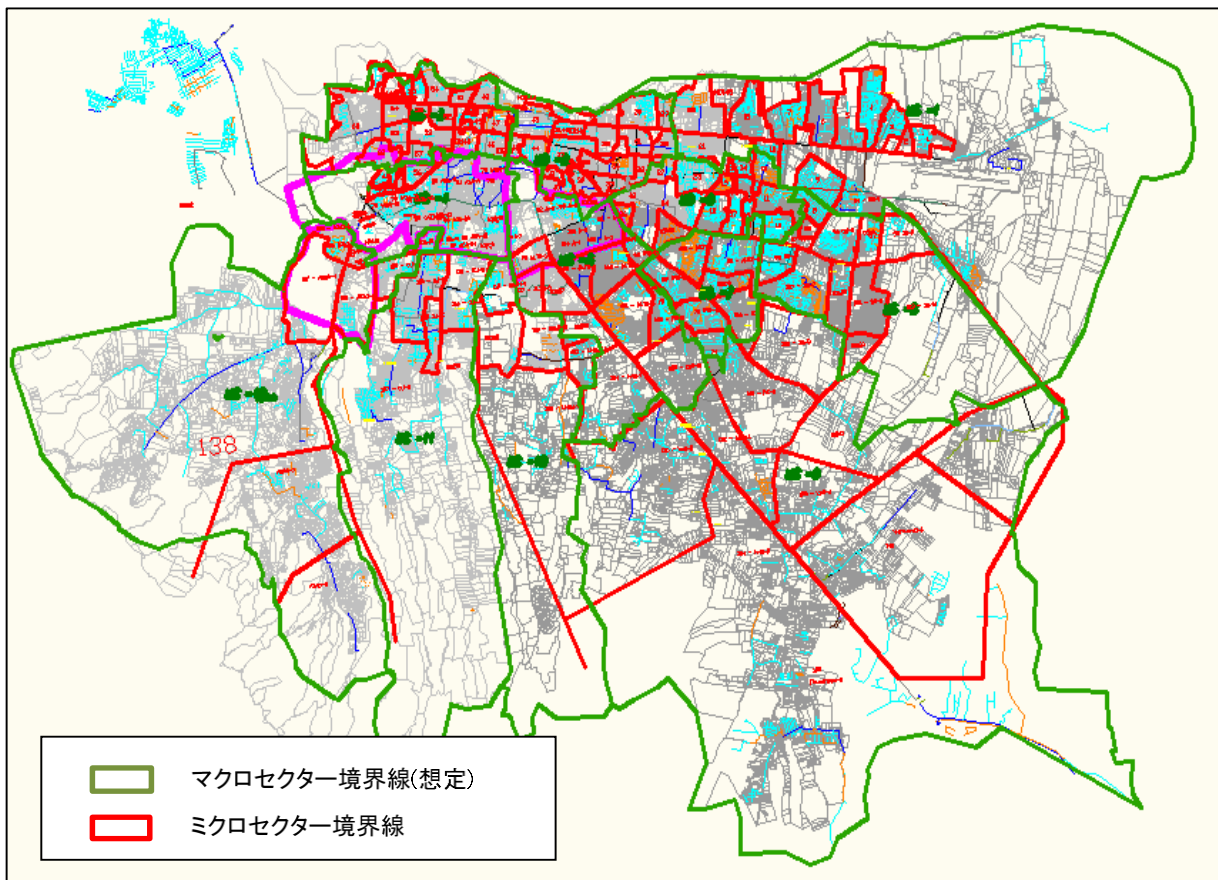


図5 マナグア市のセクター化の現状

2) 成果 2: ENACAL の無収水削減に係る実施能力の強化

◇ バランスのとれた無収水削減対策の実施

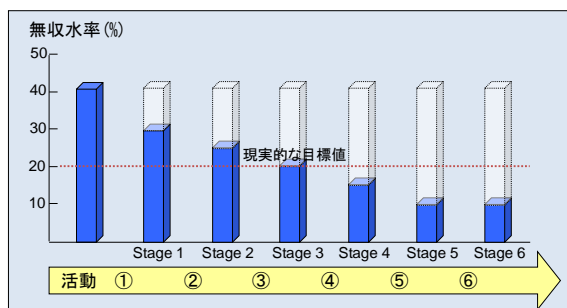
無収水の要因には、「物理的損失(フィジカルロス)」と「商業的損失(コマーシャルロス)」があり、地域の特性に応じて適切な投入を行うことで、最大限の効果が得られる。

本プロジェクトで行う技術移転と ENACAL 職員の能力強化を進める際には、物理的損失の改善に偏った活動とせず、パイロット区画内の顧客情報を正確に把握し、それを効率的に活用して正確な検針結果を取得し、商業的損失の削減を実現するための多岐に亘る活動をバランスよく実施する。

◇ パイロット区画における無収水対策

無収水削減対策は、図 6 に示すように、一般的に活動の立上げ期を第 1 ステージとして、無収水率が次第に落ちていく時期までの 6 段階を踏むように策定される。

本プロジェクトのパイロット区画で実施される無収水削減対策は、漏水復元期である第 3 ステージまでをカバーし、第 4 ステージ以降は ENACAL の努力と後述する研修システムを活用して成果を達成していくことが求められる。



- ① 地上漏水の削減、見掛け上の損失水の削減
人海戦術、各戸調査、不良メータの交換、計量ミスの低減
- ② 地下漏水の削減、盗水の削減
漏水探知技術の向上、管網のブロック化、正確な管路図の整備
- ③ 漏水の復元防止
水圧調整、管路補修の促進、老朽化管路の更新
- ④ 漏水防止作業の徹底
漏水防止作業の見直し、高度な技術訓練、効率的な機器の導入
- ⑤ 漏水防止作業の仕上げ
管路更新の徹底、漏水防止関連部署の合理化
- ⑥ 最低無収水率の維持
必要最低限の無収水削減作業の継続

図 6 無収水削減対策のステップ

◇ OJT(On the Job Training)活動の進め方

パイロット区画での OJT においては、無収水対策のベースラインを早期に把握し、プロジェクトで実施した対策による無収水量の削減を数値化し、その投入量との比較によって費用

対効果を ENACAL 職員自らが実感できるように配慮する。この結果を、OJT に参加していない他部署の職員および ENACAL 上層部に周知することによって、無収水削減の重要性を浸透させるほか、職員のモチベーションの向上にもつながるような活動を計画する。

3) 成果 3: 給水装置の設置に係る ENACAL の品質管理能力の強化

◇ 給水装置の品質向上

給水管と水道メータ周りの漏水は、物理的損失の大きな要因とされており、給水装置の設置に係る施工品質の向上が求められている。

また、メータボックスの強度不足、メータ検針作業を妨げる不適切な配置、水道メータの精度管理の不備などは商業的損失の要因にもなっている。本プロジェクトで重視する対応策は以下のとおりである。

- ・わかりやすい施工基準の整備
- ・適切な資材の採用
- ・メータボックスの規格/設置方法の改善
- ・水道メータに対する要求事項の標準化
- ・非合法利用者の合法化促進に向けた啓発
- ・宅地内漏水の正確な理解促進

◇ 技術ガイドラインの作成

品質管理能力の強化を図るため、ENACAL が参考にしてきた技術仕様書をレビューし、技術レベルに見合った内容に改善しながら、技術ガイドラインを協働で取りまとめる。

◇ 技術研修の実施

現場作業に活用可能な室内研修と実地研修を計画し、実施する。給水装置の設置に従事する職員の多くは、専門的な職業訓練を受けず、現場での職員同士の技術移転や経験により学んだことを通じて作業を行っている。実地研修を進める場合は、実践的技術の向上に結びつく内容となるように配慮する。

4) 成果 4: ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力強化

成果 2 と成果 3 の活動を通じて得られた知見を活用し、ENACAL 内に常設の無収水管理研修を立ち上げる。この研修は、無収水の理論面と技術的対策の双方を含んだ包括的な内容が含まれる。これにより、無収水対策に携わる ENACAL 職員を継続的に育成し、能力強化を実現するための基盤整備を図る。

この活動は、ENACAL 計画局とプロジェクト

チームとの協働作業で進められる。研修モジュールおよび必要な教材はマナグア市の ENACAL 職員を主要なターゲットとしつつも、地方都市の ENACAL 職員の無収水管理能力の向上にも活用できるよう、双方で議論し、工夫する。

5) 研修/セミナー/ワークショップ

◆本邦研修

ENACAL が無収水管理の実践的な手法を習得し、マナグア市の現状に適した形で活用できることを目的として、本邦研修を実施する。

管理職クラスの職員に対しては、水道事業運営に係る知見をさらに深め、無収水対策の計画的な実施に向けた組織体制のあり方を認識できるように、本邦水道事業体の協力の下、実践的なノウハウを学ぶ機会を設ける。

技術系職員に対しては、無収水対策技術にとどまらず、水道資機材の品質管理や施工管理技術を学ぶ機会を設け、理論と実践の両面で技術的知見を高められるように配慮する。

◆セミナー/ワークショップ

プロジェクト活動の成果を広く関係者に報告し、作成された技術指針やガイドラインを普及させることを目的として、ワークショップ/セミナーを開催する。

3. アプローチの実践結果

(1) 成果 1 の活動

1) 支局単位での無収水管理

日本人専門家チームによる提言を踏まえ、ENACAL は、マナグア市の無収水を効率的に削減するための基本的施策として、市内を複数の支局に分割して権限を委譲し、それぞれに無収水管理の責任を持たせることが必要との認識に至った。

支局の分割イメージは図 7 のとおりである。このための第一歩として、IDB の支援で進められている Altamira 支局への権限委譲はモデルケースとなるが、その取り組みでは無収水管理の対象となる配水網の範囲を正確に設定する必要がある。

日本人専門家チームは、このための配水網の改善策について成果 1 の活動の中で検討を重ね、将来的に 4 支局が管理すべき配水網の範囲とその構築・活用方法を提案した。この提案は、支局のマクロセクター化計画書と位置づけら

れ、無収水削減実施計画の別添資料として ENACAL に提出された。

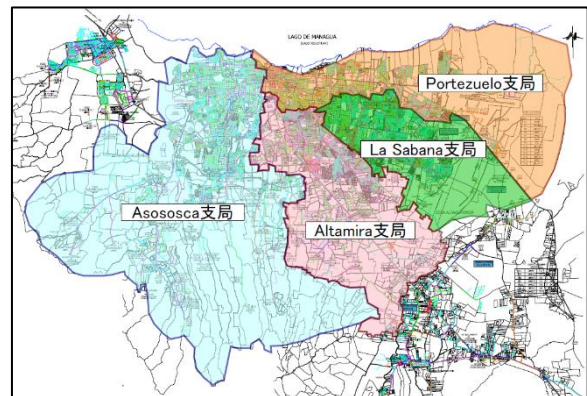


図 7 支局と商業管理区域の関係

2018 年から始まった IDB のプロジェクトでは、上記の提案書に基づき、マナグア市中央部に位置する複数のマクロセクターを Altamira 支局の商業管理区域として独立させ、組織体制の再編成が行われる。(図 8 参照)

成果 1 の活動では、IDB プロジェクトと連携することを念頭に置きながら、Altamira 支局が管轄すべき区域の提案を行った。ENACAL の顧客台帳やメータ検針ルートはマクロセクターの境界と整合しておらず、マクロセクターレベルで無収水を把握することができない。Altamira 支局の商業管理区域を設定するためには、現在のマクロセクターの境界と整合を持たせる必要があり、プロジェクトでは、水理的条件や配水区域の現状を調査するとともに、適切な境界策定に向けた技術支援を行った。

ENACAL はプロジェクト活動を通じて、マクロセクターレベルで無収水管理を行う重要性を強く認識するようになり、Altamira 支局の無収水管理を進めるために必要な施設設備を IDB 等の資金を活用して開始した。

Altamira の支局化に向けて、ENACAL がこれから取り組む主な活動は 4 つ挙げられている。1 つ目は商業管理区域の範囲と既存のマクロセクターを一致させること、2 つ目は管轄内にある複数のマクロセクター間の水量を正確に管理すること、3 つ目は商業区域内の顧客データを最新の情報に更新すること、最後に、商業区域内の配水量と請求水量を正確に計測することである。

2018 年から開始された Altamira の支局化と同様のアプローチに倣い、残りの支局でも無収水の管理に向けた境界再編を進めることができれば、マナグア市全体の無収水の分布を明ら

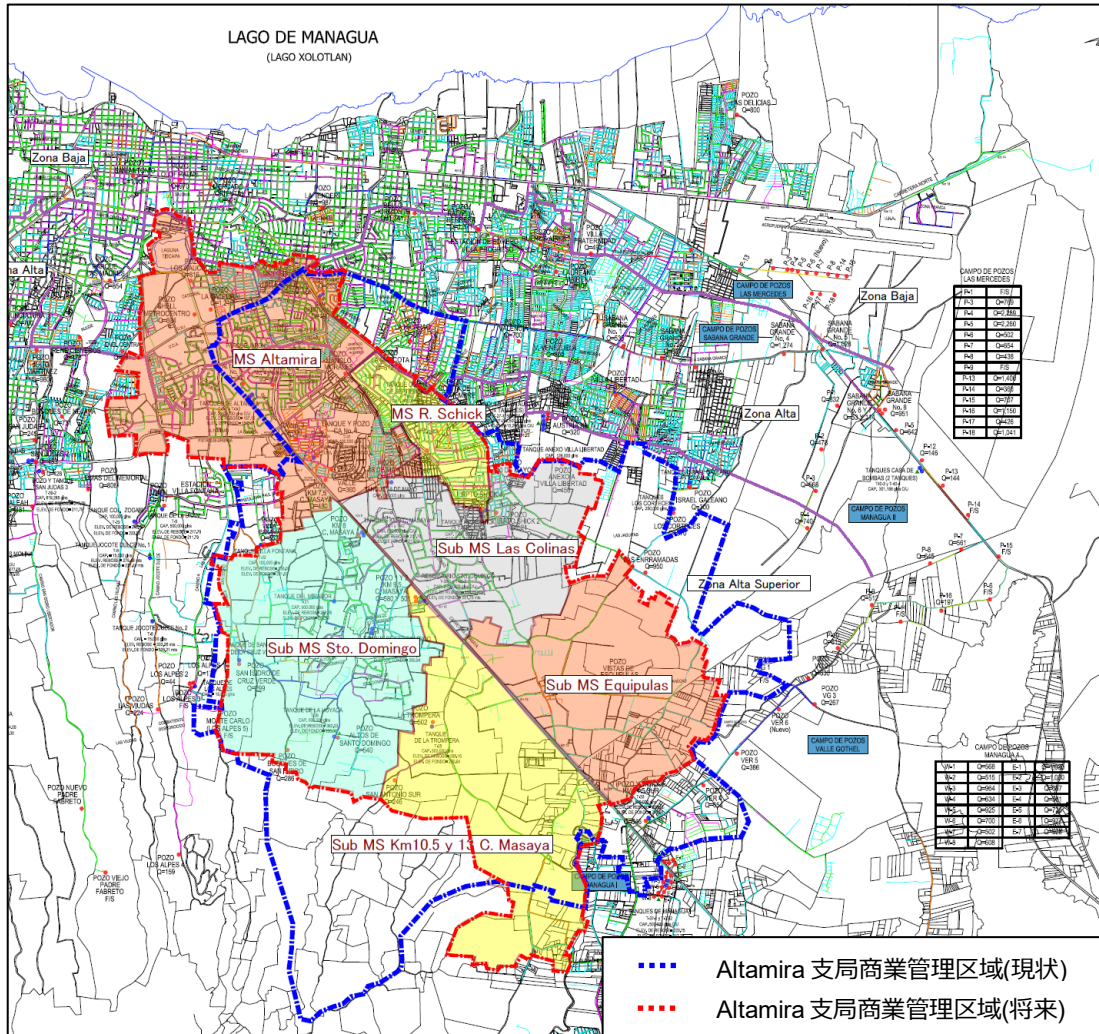


図8 現在と将来の Altamira 支局の商業区域と周辺マクロセクターの範囲

かにすることができる。また、各支局で無収水管理が行われるようになれば、支局同士の競争意識が生まれ、各支局の無収水の状況に適した対策が促進される。無収水削減をより効果的に進めるために、無収水対策を行う ENACAL 職員へのインセンティブを取り入れる仕組みが ENACAL によって検討されている。

2) ミクロ/マクロセクターの活用方針

マクロセクターの活用方針として、マクロセクターの再構築、流量/水圧管理の精度向上、上述の商業管理区域ごとの送配水量管理が挙げられている。一方、ミクロセクターについては、ミクロセクターを管理する主体の明確化、管網情報のレビューと最新化を担う部署の設立、正確な流量管理等が挙げられる。プロジェクトチームは、効率的かつ効果的な無収水削減対策に向けた既存のミクロセクターの活用方法について議論を重ねた。

その結果、2020 年以降には 10 箇所のミクロ

セクターで無収水削減活動を実施し、その活動を通じて 4 支局の技術者の能力強化を図り、その後、年間 20 箇所のミクロセクターで活動を展開することが計画された。

3) 無収水削減基本計画の作成

本プロジェクトの最大の成果は、「無収水削減基本計画」の策定である(図9参照)。

これには、無収水削減対策を効果的かつ効率的に進めるための方法と手順がわかりやすく示され、施設整備と組織制度の方

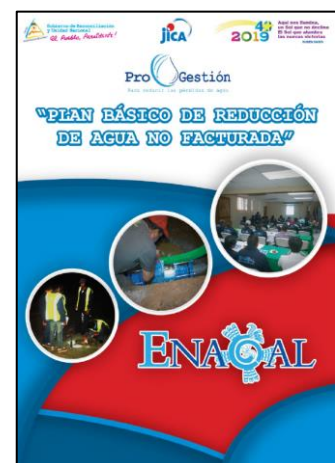


図9 無収水削減基本計画

向性、その後の活動の年次事業計画が具体化された。

この計画策定は、日本人専門家チームとプロジェクト・マネジメント・ユニットとの間で必要な手順を確認しながら進められた。また、IDB プロジェクトや他ドナーとの連携・調整を図り、計画の実施に向けた具体的な道筋が予算計画とともにわかりやすく示されている。

(2) 成果 2 の活動

パイロット区画 No.1 (以下、AZA No.3)における活動は 2017 年 4 月から 2018 年 4 月まで、パイロット区画 No.2 (以下、MS No.61)における活動は 2018 年 4 月から 2019 年 7 月まで、それぞれ実施された。

パイロット活動の目的は無収水の構成要素を明らかにし、短期間で効率的に無収水を削減するための方法・手順を理解することである。

AZA No.3 では、漏水以外にメータ不備や違法な水利用も無収水の大きな要因であることが明らかになった。物理的損失対策も無収水削減に有効であるものの、違法接続や顧客台帳の最新化といった商業的損失対策を促進しなければ、効果的な無収水削減とならない。

MS No.61 の活動では、日本人専門家の立会いがない場合でも、ENACAL 職員自身で測定計画の立案、資機材準備、結果集計、今後改善すべき事項の提案ができるようになり、技術力の確実な向上が見られた。

1) 技術移転

- ・夜間の水使用量の調査方法と宅地内漏水の見分け方
- ・顧客調査方法と顧客台帳の整合作業
- ・夜間最小流量の測定と分析方法
- ・配水網のサブセクター化と損失水量の直接測定技術
- ・音聴式/相関式の漏水探知技術
- ・正確な無収水管理に向けたメータ検針部署との連携作業

2) 無収水のモニタリング

無収水のモニタリング結果は図 10 及び図 11 のとおりである。各パイロット区画における無収水削減効果は表 1 のとおりである。

表 1 無収水率と 1 日平均配水量

地域	調査対象時期	無収水率	日平均配水量	日平均請求水量
AZA No.3	ベースライン	55.4%	4,028m ³ /日	1,822m ³ /日
	活動終了時	37.3%	3,228m ³ /日	2,024m ³ /日
MS No.61	ベースライン	42.5%	1,717m ³ /日	987m ³ /日
	活動終了時	17.4%	1,049m ³ /日	867m ³ /日

※1 AZA No.3 のベースラインは 2016 年平均値

※2 MS No.61 のベースラインは 2017 年平均値

3) 費用対効果の分析

無収水のモニタリングを継続した結果、図 12 に示すように 2 つの便益を設定した。

1 つ目は AZA No.3 の配水量減少分を他地域へ融通できることによる便益(収入増)である。

2 つ目は AZA No.3 内で発生していた無収水量が有収水量に変化したことによる便益(収入増)である。

上記便益の発生する期間と量のイメージは図 13 のように理解できる。パイロット活動の実施によって無収水が減少することによりこれらの便益は徐々に増え、活動終了時に最大となる(図 13 の赤い三角形)。その後、漏水の新規発生や人為的な盗水の発生等に伴い無収水は徐々に増えるが、これは「無収水の復元現象」と呼ばれ、無収水が完全に元に戻るまで便益は一定量ずつ減少する(図 13 の黒い三角形)。

パイロット活動の効果を測る指標として以下の 4 種類を分析した。

- ① 単位節約水量当りの費用
- ② 無収水対策費用の回収にかかる期間
- ③ 費用便益比
- ④ 財務的内部収益率(FIRR)

表 2 AZA No. 3 における活動の効果

指標	分析結果		
①単位節約水量当りの費用			
プロジェクト全体	発生費用 C\$4.002/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
見掛け損失対策	発生費用 C\$3.569/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
実損失対策	発生費用 C\$4.0912/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
②無収水対策費用の回収にかかる期間			
プロジェクト全体	費用回収期間 23.12 ヶ月	<	効果持続期間 41 ヶ月
見掛け損失対策	費用回収期間 17.63 ヶ月	<	効果持続期間 41 ヶ月
実損失対策	費用回収期間 24.50 ヶ月	<	効果持続期間 41 ヶ月
③費用便益比			
プロジェクト全体	便益/費用	>	1

	1.434		
見掛け損失対策	便益/費用 1.529	>	1
実損失対策	便益/費用 1.407	>	1
④財務的内部収益率(FIRR)			
プロジェクト全体	55%	>	割引率 8%

表3 MS No.61 における活動の効果

指標	分析結果		
①単位節約水量当りの費用			
プロジェクト全体	発生費用 C\$5.754/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
見掛け損失対策	発生費用 C\$1.932/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
実損失対策	発生費用 C\$7.212/m ³	<	生産単価 C\$9.86/m ³
②無収水対策費用の回収にかかる期間			
プロジェクト全体	費用回収期間 63.25 ヶ月	<	効果持続期間 84 ヶ月
見掛け損失対策	費用回収期間 10.01 ヶ月	<	効果持続期間 60 ヶ月
実損失対策	費用回収期間 95.76 ヶ月	<	効果持続期間 84 ヶ月
③費用便益比			
プロジェクト全体	便益/費用 1.261	>	1
見掛け損失対策	便益/費用 2.899	>	1
実損失対策	便益/費用 0.895	<	1
④財務的内部収益率(FIRR)			
プロジェクト全体	12%	>	割引率 8%

AZA No.3 の場合、いずれの指標でも十分な効果を得られるという結果が得られた。例えば、1m³/日の無収水を減らすのに必要な費用(指標①)は、ENACAL が提供する水道水の生産原価よりも低いため、水を生産するよりも安く配水量を増やすことができたことを示している(表2 参照)。

MS No.61 の場合、無収水率に着目すると大きな改善が得られたが、配水量及び請求水量を踏まえた各指標の費用対効果は AZA No.3 より小さくなった(表3 参照)。

4) パイロットプロジェクトによる教訓

無収水対策の留意点として、対策の目標として無収水率のみにとらわれてしまうと、効果の予測を見誤る可能性がある。

AZA No.3 は商業地を含むが、MS No.61 は主に一般住宅地域となっている。MS No.61 のユーザー数が AZA No.3 の約 2/3 という違いもあ

るが、この地域の特徴のため送配水量は AZA No.3 の方が大きく、MS No.61 で無収水率の大きな削減を示しても、削減された配水量や増加した請求水量を踏まえると、全体的な効果は AZA No.61 よりも小さいという結果であった。

金額的な便益は、配水量と請求水量に直接関係しているため、無収水削減対策の目標を検討する際には、無収水率だけで判断するのではなく、絶対量としての配水量と請求水量も把握する必要があることを ENACAL は深く理解した。

また、対策前の計画段階で、対象地区の総配水量と無収水量から、期待される削減配水量を予測し、適切な投入人数と概算の対策期間を決める方法も重要であることを理解した。

5) 無収水削減実務マニュアルの作成

日本人専門家チームは ENACAL 職員と協働で、パイロット活動を通じて得られた知見・手法等を ENACAL 技術者向けの「無収水削減実務マニュアル」として整理した(図14)。

マナグア市は、配水管網の老朽化・石綿管の更新という課題を抱えており、既存の配水管網の脆弱度を測り、更新対象の優先度を把握することが喫緊の課題となっている。

こうした状況を踏まえ、このマニュアルの中には、石綿管の診断手法や配水管網の脆弱度を測定するための手法も盛り込み、将来的な M/P の作成時の技術図書としても活用できるようにした。

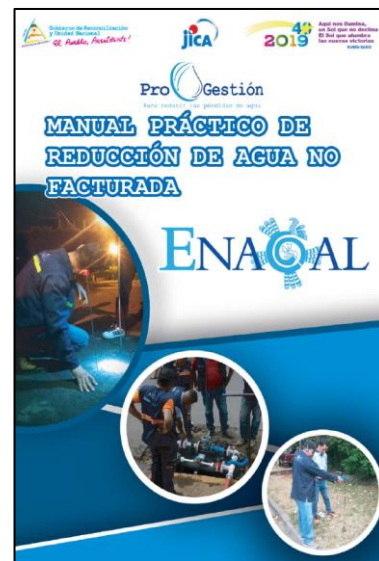


図14 無収水削減実務マニュアル

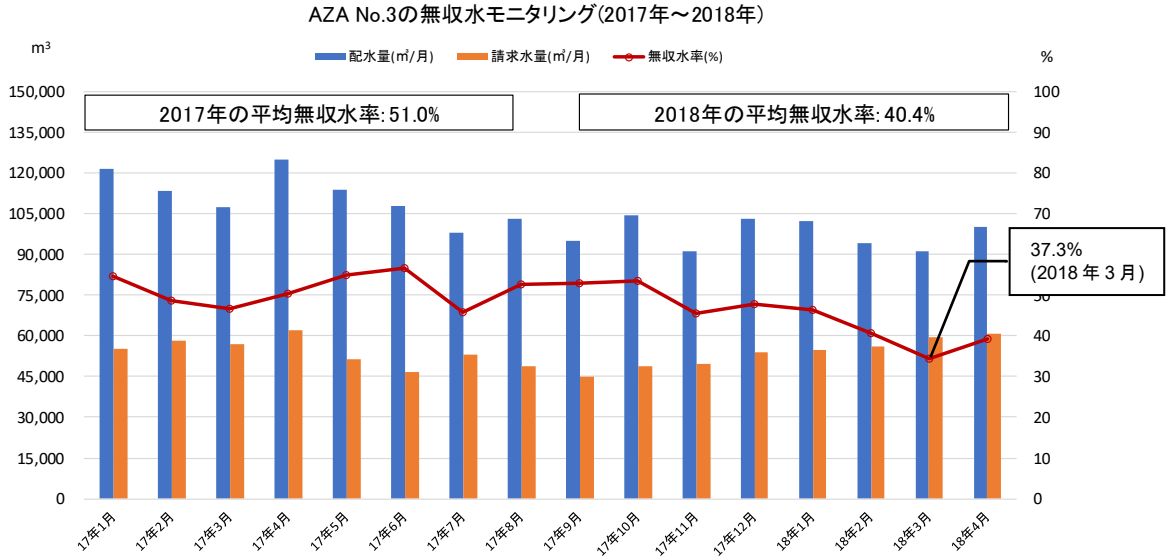


図10 パイロット区画 No. 1 (AZA No. 3)の無収水率のモニタリング

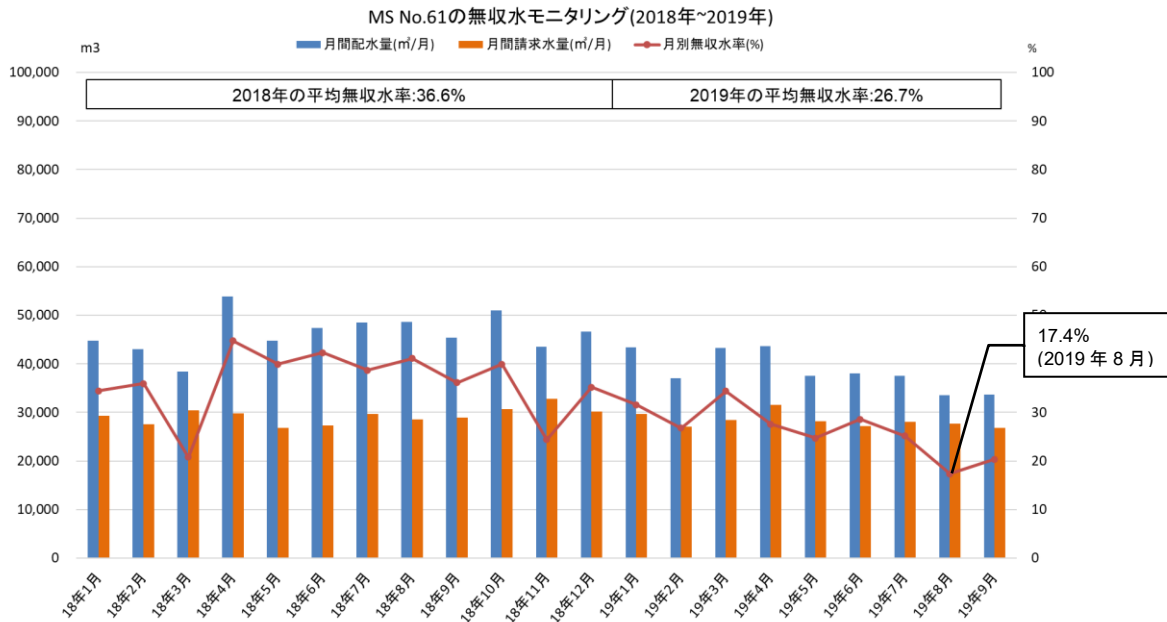


図11 パイロット区画 No. 2 (MS No. 61)の無収水率のモニタリング

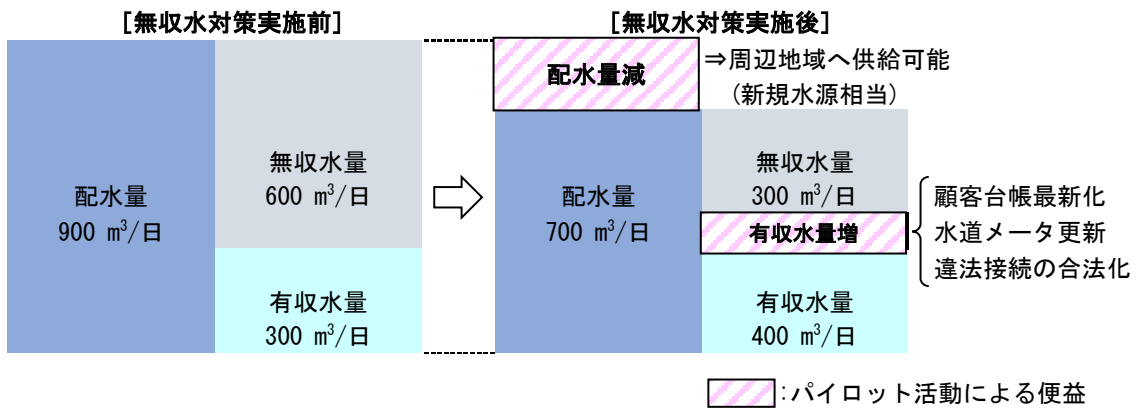


図12 無収水対策の効果のイメージ

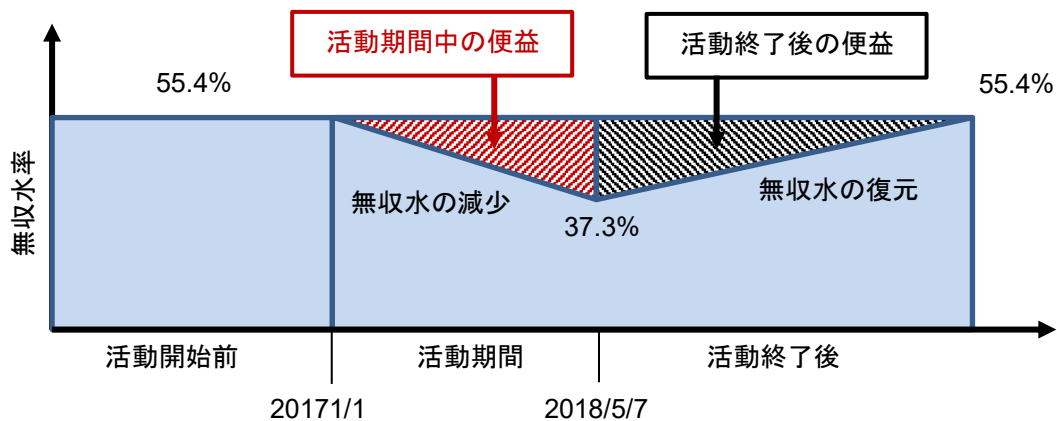


図 13 便益の発生期間のイメージ

(3) 成果 3 の活動

1) 給水装置設置に係わる課題の把握

ENACAL が抱えている給水装置に関する代表的な問題として、基礎知識が乏しいために施工品質が悪いことがあげられた。ENACAL が行っている給水装置の施工例として、塩化ビニル(PVC)管を接続する際に、専用継手を使わず、PVC 管を直接火で炙り、口径を広げて接続する(写真 1)、水道メータを設置する際に、曲管を必要以上に使用する(写真 2)、埋設時に大きな石などが管に直接接触している、等が挙げられ、いずれも漏水リスクを高めている。



写真 1 火炙りによる PVC 管の接続作業



写真 2 水道メータと曲管の不適切な配置

漏水に関する基本的知識や正しい施工方法、誤った施行例や注意点等を配管工に理解させ、施工品質の向上を図るための研修を立案した。

2) 技術研修の実施

給水装置の設置や修理業務を担当する技術職員の技術力を向上させるために、室内研修(座学)と実地研修(体験)を組み合わせた研修(第 1 回)を行った。研修には ENACAL 本部の給水装置の品質改善に係わるメンバーに加え、地方支局からの代表者も加わり、合計 16 名が参加した。

研修の実施にあたり、研修用配管システムを制作した(図 15)。これは実際にマナグア市に用いられている配水管や給水装置を用いて製作されたものであり、研修受講者はここで習得した技術をそのまま現場で活かすことができる。

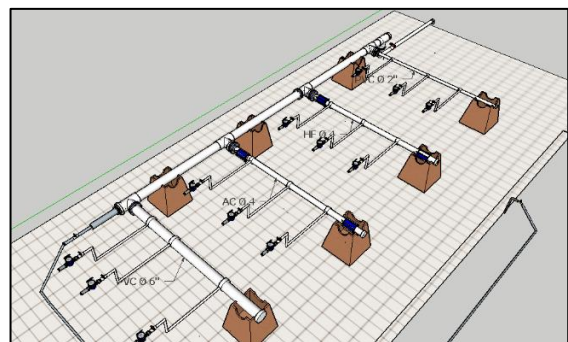


図 15 研修用配管システムの概要

第 1 回研修に参加したメンバーは、第 2 回研修以降の講師になり、他の ENACAL 職員に対する研修を実施する。このため、研修生は自身のイニシアチブを十分意識して本研修に取り組むことができている。主な研修内容は以下のとおりである。

研修終了時には知識と技能の習熟度を確認する試験を行い、参加者全員が合格した。

表 4 給水装置設置に係る研修項目

項目	内容
座学	水道事業概論、給水装置の概要/基礎、給水装置設置の計画および作業、ケーススタディ、日本の給水装置
実地	給水管切断/接続/設置



写真 3 分水栓の施工実習

3) 給水管及び水道メータ施工に係る技術ガイドラインの作成

2018年の活動を踏まえ、ENACAL 職員は日本人専門家チームの助言を基に、技術者が現場で参照できる技術ガイドラインを作成した。ガイドラインには、図を多く取り入れ、視覚的にわかりやすい構成とした。その内容には、品質管理、工程管理、書類管理、安全管理等に係る基準や手順が記載されている。

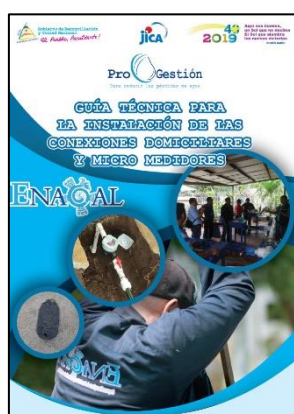


図 16 技術ガイドライン(抜粋)

(4) 成果 4 の活動

1) 研修モジュール及び研修教材の作成

日本人専門家チームは ENACAL 職員と協働で、成果 2 及び成果 3 の活動とその成果を踏ま

え、無収水管理に必要な基礎と応用を組み合わせた研修モジュールと研修教材を作成した。研修モジュールには、ENACAL が今後内部研修を計画していくための項目が示されている。

表 5 無収水管理の研修モジュール

モジュール	
1. 無収水管理技術	
1.1 無収水管理概論	
1.2 損失計算	
1.3 損失対策	
1.3.1 実損失の削減対策	
1.3.2 見掛け損失の削減対策	
1.4 損失対策のための水理モデル	
1.5 費用対効果分析	
1.6 アクションプラン	
2. 給水管/水道メータの施工技術	
2.1 水道事業概論	
2.2 給水管/水道メータの概要	
2.3 給水管/水道メータの基礎	
2.4 計画	
2.5 給水管/水道メータ施工	
2.6 ケーススタディ	
2.7 特別講義	
2.8 給水管切断	
2.9 給水管接続・設置 (PVC 管)	
2.10 給水管接続・設置 (HDPE 管)	
3. 水道メータ検針技術	
3.1 水道メータ検針講義	
3.2 水道メータ検針実習	

2) 研修の実施

プロジェクト活動では、カスケード式の研修システムを取り入れた。まず、日本人専門家から ENACAL 内で各研修の講師になる職員を対象にした講師育成訓練(ToT)を行い、その後、ToT を受けた講師が、ENACAL 本部/支局の職員に対して研修(パイロット研修)を実施する。

表 6 ToT とパイロット研修

項目	無収水管管理技術	給水管/水道メータの施工技術	水道メータ検針技術
ToT	パイロットプロジェクトの OJT	集団研修/2018年11月	集団研修/2019年4月
パイロット研修	集団研修/2019年4月、2019年9月	集団研修/2019年4月、2019年7月	集団研修/2019年7月

パイロット研修では、研修受講生に対して満足度調査を行い、研修の評価(良かった点、改善点、講師へのコメント)を行った。また、他の研修講師(ENACAL 職員)・日本人専門家が研修を担当した講師の評価を行った。自身の研修技術を第三者の視点から理解できるよう、研修の様子はビデオ撮影し、その映像を講師自身が視聴し振り返ることで、自分のイメージと実際の立ち振る舞いと乖離について把握することができた。この結果、講師は、評価を受けることによって良かった点、改善点を認識し、次回の研修へのフィードバックへ繋げるようになり、モチベーションの向上も確認された。



写真 4 配水量分析のグループワーク

3) 研修計画書の作成

ENACAL の内部で無収水に関する研修を継続していくためのシステムを作るため、日本人専門家チームは計画局と協働で研修計画書を作成した。研修計画書には、無収水研修の計画の立て方、予算の確保、研修参加者に対する理解/達成度確認方法、研修の運営方法、関連組織の責任範囲等が明記されている。

表 7 研修計画書の目次

構成	主な内容
1 はじめに	1.1 研修計画書の目的 1.2 研修計画書の構成 1.3 研修プログラムの開発
2 年間研修計画書の作成	2.1 年間研修計画書作成の手順 2.2 人材育成計画(研修のニーズ分析) 2.3 研修プログラムの作成 2.4 年間研修計画の作成 2.5 年間研修計画書の承認プロセス
3 研修の実施・運営	3.1 広報 3.2 事前準備 3.3 研修当日の運営 3.4 研修の評価とフィードバック

4 参考資料	4.1 研修ニーズの分析(例) 4.2 研修カリキュラム表 4.3 研修プログラム(例) 4.4 年間研修計画(例) 4.5 受講者向けアンケート票(例) 4.6 講師向けアンケート票(例) 4.7 研修講師向けの研修実践技術 4.8 無収水に関する研修計画作成における責任範囲
--------	--

(5) 本邦研修/ワークショップ

1) 本邦研修

管理職クラスの5名を対象とした第1回本邦研修は2017年8月28日から約10日間実施された。研修項目は以下のとおりである。

表 8 第1回本邦研修のテーマ

項目	内容
水道事業の運営手法	組織体制、人事、顧客対応、料金請求システム
計画策定手法	年間事業計画、研修計画
無収水削減手法	セクター活用方針、水資源管理、検針システム
給水装置の品質管理	水道メータ検定施設、水道メータ工場



写真 5 水道メータ品質管理の研修

第2回本邦研修では、テクニカルクラス5名を対象として2018年8月27日から約2週間実施された。研修項目は以下のとおりである。

表 9 第2回本邦研修のテーマ

項目
効率的な配水運用の実例
顧客管理とクレーム対応手法
漏水探知・防止対策(セクター活用方法、水圧管理)
給水装置(水道メータ)の品質管理手法
水道資材(バルブ、漏水修理資材)の品質管理

手法

給水管施工現場の視察を通じて、施工監理の要求水準と施工品質

いずれの研修も、東京都水道局の協力の下、無収水管理の実践的なノウハウを体験・習得することができ、パイロットプロジェクトで実施している活動に対する理解、今後のマナグアにおける課題の認識が一層深まった。その結果、他部署の職員に対する指示や成果の確認が、従来よりも迅速に行われ、プロジェクト活動の進捗に大きく貢献した。



写真6 小区画の配水量測定実習

2) ワークショップ

AZA No.3 及び MS No.61 におけるパイロットプロジェクトの成果と教訓を ENACAL 内部に普及させるため、ワークショップを開催した(第1回:2018年11月23日、第2回:2019年12月5日)。2回のワークショップでは、ENACAL 本部、地方局のチーフや無収水担当者、GIZプロジェクト関係者が参加し、活発な意見交換が行われた。

パイロット活動で採用した漏水量の測定方法は「直接測定法」と呼ばれる。給水人口の少ない地方支局の場合、マナグア市以上に同手法の適用可能性は広がるため、ニカラグア全国レベルの無収水削減活動にも展開されることが期待されている。

第2回ワークショップでは、給水管及び水道メータ施工技術のガイドラインも公表され、その普及を目的としたセッションの他、無収水削減基本計画の周知を目的としたセッションも組み込まれ、プロジェクトの集大成としてのワークショップが実現した。



写真7 漏水量の直接測定作業の実演

3) 終了時セミナー

ENACAL による無収水削減への取り組みを内外に広く発信する目的で、2020年2月7日に終了時セミナーを開催した。ENACAL 本部と地方支局の職員だけではなく、他の援助ドナーや水資源・上下水道に関わるニカラグアの政府機関からも参加があり、プロジェクトの成果が広く周知された。

本プロジェクトで作成された無収水削減計画の有用性、透明性と技術的妥当性をもって策定された中・長期アクションプランについて、参加者からの高い評価が得られた。



写真8 終了時セミナーの出席者

4. プロジェクト実施上の工夫・教訓

(1) プロジェクト実施体制

プロジェクトの立上げ時には、成果毎に設けられたチームの活動および成果をモニタリングし、各成果の活動進捗および達成状況を総合的に管理しながら、ENACAL 全体として課題の解決に取り組める体制が必要と考えられた。

このため、プロジェクトの合同調整委員会とは別に、「プロジェクト・マネジメント・ユニ

ット」を構築し、プロジェクト全体の進捗管理や迅速な課題解決を図った。

この結果、プロジェクト管理や意思決定、進捗を阻害する要因の解消等、様々な課題解決が定例会議の場で円滑に行われ、定例会議と合同調整委員会との間での正確な情報共有と活動プログラムの順調な進捗が維持された。

特に、プロジェクト期間中、各成果の進捗がプロジェクト・マネジメント・ユニット内でオープンに議論され、情報共有が行われたことで、異なる部署間の連携や調整がスムーズに進み、効率的な成果発現につながった。また、従来、一部の職員の間でしか理解されてこなかった無収水対策の難易度や直面する課題が組織全体で共有され、部署横断的な対策に対する上層部からのコミットメントの獲得が容易となった。

(2) 合同調整委員会の構成

運営体制上の工夫として、プロジェクトディレクター、プロジェクトマネージャーの下に、サブクラスの役割を設けたことが挙げられる。ENACAL 内の最終決定権は総裁に委ねられているが、総裁は日々多忙を極めており、プロジェクト全体のモニタリングや進捗確認を頻繁に行うことが困難な状況にある。

このため、ENACAL 内で IDB や世銀のプロジェクトを一元管理しているプロジェクト・投資部の部長をサブディレクターとし、総裁室の技術顧問としての役割を担う幹部職員をサブ・マネージャーとして任命した。

この結果、プロジェクト管理や意思決定、進捗を阻害する要因の解消など、様々な課題解決が定例会議の場で円滑に行われ、定例会議と合同調整委員会との間での正確な合意形成、活動プログラムの順調な進捗をもたらした。

(3) 定例会議の進め方

日本人専門家とプロジェクト・マネジメント・ユニットとの間で開催する定例会議は、成果毎に進められている活動の進捗や課題を双方で確認し、全体のモニタリングに反映させるための重要な機会である。本プロジェクトで特に以下の点に留意して定例会議を運営し、コミュニケーションの深化に努めた。

◇会議はプロジェクトチームの業務主任が西語で進行、テーマ毎に発表する職員を指名し、活発な議論を誘導する。

◇特に重要性が高く、合意形成が必要となる

テーマを討議する場合は、事前に ENACAL 側担当者と打合せを行い、会議の進行方法や公開すべきデータ、部署間調整の留意点を洗い出す。

◇JICA ニカラグア事務所の企画調整員及びローカルスタッフがオブザーバーとして参加し、プロジェクト情報の共有と ENACAL 職員との関係構築を促進する。

◇日本人専門家からの意見は提案という形で示し、それを受けて ENACAL 職員がどのように考え、どのような結論を選択するか判断は、ENACAL のプロジェクトマネージャーに委ねる。

この結果、各会議の発表者が用意するプレゼンテーションをベースに、ENACAL 職員各々の取り組みと課題、部署間の調整等が会議の場で積極的に行われるようになり、職員のプロジェクトへの参画意識と自主性が活動の進捗と併せて明らかに向上した。

活動の進捗と並行して ENACAL 職員の自主性が高まった要因には、全ての会議でプロジェクトの目標(Objective)と成果(Output)を意識させ、その上で、現状の活動進捗、活動成果(Outcome)、直面する課題と解決手段を見出すという、継続的なモニタリングを協働で実施できたことが挙げられる。

(4) キャパシティ・ディベロップメントの見える化

成果2及び成果3では、OJT形式で ENACAL の職員を対象とした技術トレーニングを計画している。プロジェクト開始時と終了時の能力向上度を視覚的に把握できるよう、ベースライン調査の段階で主要な職員のキャパシティ評価を実施した。

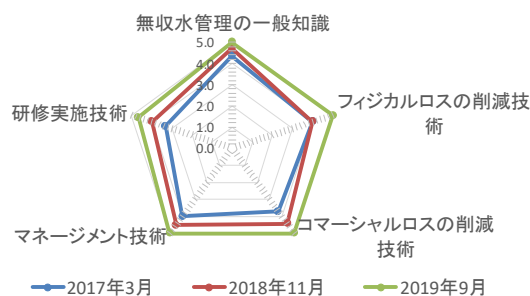


図 17 無収水課職員のキャパシティ評価例

この評価は個別面談形式で行われ、各自の自己評価をベースに、プロジェクトチーム側から

のヒアリングや意見交換を経て、技術レベルの現状をお互いの合意の下で設定した。

この評価シートをプロジェクトの中間地点、終了地点で改めて見直すことで、プロジェクトを通じて培った技術や知識の向上具合が視覚的に確認できるようになった。

(5) 無収水の要因分析

これまでマナグア市で無収水削減が進まなかった要因として、その構成要素を正確に分析したデータがなかったことが指摘されている。無収水には商業的、物理的それぞれの要因があるが、その割合や実態を正確に把握しない限り、効果的な対策を示すことはできない。

本プロジェクトでは、「パイロット区画における無収水の要因を正確に把握すること」を活動の柱に置き、そのための実践的な技術移転をOJT形式で行った。

(6) 他ドナーとの連携

1) 米州開発銀行 (IDB)

ENACAL が自身の戦略計画の中で掲げている上水道施設の整備において、これまで IDB は資金調達面から大きな役割を果たしてきた。

本プロジェクトの最終目標である無収水削減が実現すれば、新たな水源開発を抑制し、その分を新たな設備投資に充てるのが期待できる。プロジェクトの成果を最大限にかつ持続性のあるものとするためには、老朽化した送配水施設の抜本的な更新を並行して進めることが望ましく、IDB 資金を活用した施設整備は極めて有効な選択肢と考えられる。

こうした考え方は本プロジェクトの開始前から IDB と JICA の間で議論され、本プロジェクトで入手した情報は全て IDB と共有し、意見交換が続けられた。この結果、IDB は ENACAL に対する支援を従来通り継続する方針を固め、2018 年に新たなプロジェクトを開始した。本プロジェクトの形成段階から IDB と密接に意見交換を行ってきたことが実を結び、両者の連携がタイムリーに機能した好事例と言える。

本技術協力プロジェクトで無収水削減に向けた効率的かつ効果的な手順と手法が明確化され、技術力を備えた ENACAL 職員が今後の IDB プロジェクトの運営にも積極的に関与することを通じて、両者の支援の相乗効果が大きく期待されている。

2) ドイツ国際協力公社 (GIZ)

GIZ は 2011 年より上下水道分野技術支援プログラム(PROATAS)を立上げ、ENACAL の組織改善と地方支局の運営維持管理体制の強化に向けた協力を実施している。

マナグア市を対象とした JICA の技術協力では、ENACAL 内部に無収水削減技術の継続的な強化に向けた研修システムを構築する予定である。

地方支局においても無収水は重要なテーマとして位置づけられており、両者のプロジェクトが連携することにより、ニカラグア全国レベルでの無収水削減に向けた体制強化が期待されている。

(7) 円滑なコミュニケーションの確保

1) 日常業務

プロジェクト開始時に各部署の組織図、役割、担当者を写真とともに整理し、組織一覧図を作成した。日本側プロジェクトチームの組織図とともに ENACAL 職員と共有し、日々の業務連絡が円滑に進むように配慮した。

プロジェクトの定例会議や合同調整委員会は西語で進行し、時間的な効率性と理解度の向上を図った。日本人専門家の中には、英語-西語の通訳を必要とする場合もあるが、予めプレゼンテーションの内容を業務主任が確認し、専門用語や表現などの訂正を行いながら西語資料を作成し、ENACAL 職員との間の意思疎通がスムーズにいくように配慮した。

2) 治安悪化への対応

2018 年 4 月よりニカラグアの治安が不安定となり、2018 年 6 月~10 月にかけて日本人専門家が一時退避する措置が取られた。

日本人専門家が退避している間は、メールや SNS を使って現地と連絡を取り続け、日本人専門家チームで働いている現地のエンジニアやコーディネーターと ENACAL 職員が協働でプロジェクト活動を継続した。

2018 年 10 月に日本人専門家の活動が再開されたが、活動スケジュールの見直しを余儀なくされた。しかし、それまでの円滑なコミュニケーションに加え、第 1 期活動を通じた技術移転の成果によって、プロジェクト活動の遅延は最小限に抑えられた。これはプロジェクトに対する ENACAL のオーナーシップが確実に芽生えていることを示している。

(8) 世界水フォーラム(ブラジル)

2018年3月18日~22日にブラジリアで開催された第8回世界水フォーラムに参加した。この水フォーラムでは、本プロジェクトの取り組みと成果に加えて、JICAがこれまで行ってきた無収水プロジェクトの成果も発表された。



フォーラム会場



テーマ別セッション

写真9 世界水フォーラム

水の有効利用というテーマ別セッションには本プロジェクトの業務主任がパネリストで登壇し、無収水に関連した「計測の重要性」に焦点を絞り、確実な計測が持続的開発においてどのように寄与するのかを3つの視点で提示した。

- ◇ 公共水道サービスの持続性
- ◇ 無収水対策事業の持続性
- ◇ 投資環境としての持続性

(9) 広報活動

プロジェクト活動及び成果を効果的に周知させるための取り組みを行った。広報用マテリアルとして、プロジェクトのシンボルマーク、スローガン、活動スタッフ用キャップやベスト等を作成・利用した。また、TV・新聞等のメディア媒体による取材・発信、Facebook・YouTube

等のSNSツールを使った情報発信を行った。



プロジェクトロゴ



ポスター



パナースクリーン



キャップ

図18 広報用マテリアル

プロジェクト開始直後に作成されたプロジェクトロゴは、ENACAL内で活動を浸透させるためのキャッチコピーとしての意味を持ち、IDBをはじめとする他ドナーに対する本プロジェクトの説明時にも活用された。その後、作成したマテリアルやプレゼンテーションにも、このプロジェクトロゴが使用され、組織内外でプロジェクトの認知度向上に役立った。

ポスターやパンフレットは主にパイロット活動を展開する地区の住民や周辺の学校施設に配布するために作成された。パイロット活動には契約者である住民に多少の不便を強いるものもあり、住民の理解が必要である。これらは、夜間活動実施前の広報用の録音アナウンスとともに住民との信頼関係を高める目的で配布されたが、請求書配布時やクレーム対応時においてもプロジェクトに対する理解につながり、確かな広報効果が確認できた。

また、本プロジェクトのパイロット活動に従事するENACAL職員に対しては、JICAプロジェクトへの参画意識とモチベーションを向上させるため、専用のベストとキャップを支給した。これはチームの団結力の向上に大きな効果をもたらしただけでなく、住民からの認知度向上にも貢献した。

(10) イノベーションを意識した新技術の導入

本プロジェクトではこれまで無収水対策のプロジェクトに使用されてこなかった様々な機器を試験的に導入し、ENACAL と共にその効果を実証する取り組みを行った。

1) 地中レーダー探査機

プロジェクトの活動中に、非合法接続の探知方法として、様々な機材や技術(サーモグラフィカメラ、工業用内視鏡、地中レーダー探査法、通水時に伝搬する音の周波数特性の違い分析等)が現場で実際に使用されながら比較検討された。マナグア市の無収水の大きな要因である非合法接続には地中レーダー探査法が有効であることが判明した。その後、ENACAL の独自予算で同機材が購入され、使用開始から2ヶ月の間に5件の非合法接続を検知し、その罰金・水道料金未払いの回収が実現した。

このような無収水対策に関して、機材・技術の有効性は国ごと、地域ごとの状況・事情で異なる。従って、その地域に有効なものを検討することが、無収水削減効果をより高めることに繋がることを本プロジェクトで示すことができた。



写真10 地中レーダー探査の実習

2) 高密度ポリエチレン管と推進工法

ENACAL はこれまで給水管にPVC管のみを使用してきたが、パイロットプロジェクトにおける給水管更新では、高密度ポリエチレン管を導入し、その効果を確認した。

PVC管を曲管やネジアダプタと接続する際はセメント剤を使用するが、工事の際に適切な止水ができない状況下では、セメント剤の接着が不十分となり、結果として継手部分の漏水リスクを増大することとなる。

一方、ポリエチレン管は柔軟性が高く地盤の

変動にも追従できるだけでなく、分水部からメータまで継手材料を使わずに施工ができる利点がある。また、接合部品はカップリングタイプの締付継手を用いるため、セメント剤などの薬剤を使う必要がない。

従来、給水管を更新する際は、舗装版を破碎し、幅1.5m、深さ1.5m程のトレンチを道路の横断方向に掘削する必要があり、一箇所の作業だけでも丸一日消費してしまうことが多かった。さらに、敷設後の舗装面の復旧等の時間と経費も必要となるため、給水管の更新を積極的に実施できない状況にあった。

このため、給水管の更新作業を効率的に実施できるよう、小口径の推進工法用掘削器具を調達し、OJTにて技術指導を行った。今回調達した機器は、トレンチを設けずに約6~10mの距離を12分間で貫通孔を施工することができ、現場での指導においてその有用性と効率性が確認された。

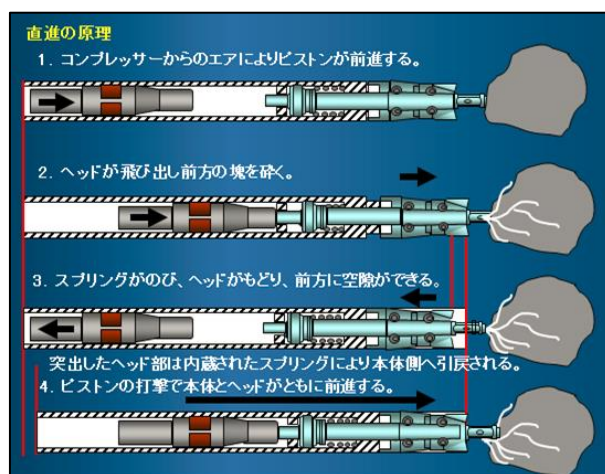


図19 推進工法の仕組み(Grundomat P)

(11) 今後のマナグア市の無収水対策の進め方

1) 実損失対策以外の取り組み

これまで無収水課が進めてきた漏水(可視、不可視)の探知と修繕は引き続き重要な活動である。しかしながら、市内に多く存在する位置付けが不明な老朽管の解消、非合法接続の抜本的な解決が行われなければ、無収水率の大幅な低下は実現できない。

ENACAL の場合、配水管の漏水探知や修繕技術、不明管の特定に係る技術に関しては、十分なレベルに達している。このため、日々のルーティン作業を継続することが必要である。加えて、本プロジェクトで作成された実務マニユ

アルやガイドラインを活用し、正確な修理技術を ENACAL 内の他部署へ浸透させる取り組みが求められる。

一方、非合法接続の探知、台帳に記載されていない管路の検出といった特殊な作業の場合、無収水課以外でこれらの作業を遂行するために必要な技術を有している部署がない。

非合法接続の対策は、コマース部の管轄となっているが、非合法接続対策には現場スタッフの相当の苦労が伴うだけでなく、探知に効果的な機材を有していないことも問題として認識されている。従って、既往の音聴式探知機の活用だけでなく、新しい視点による技術の導入を模索していくことが求められる。

2) 顧客情報システムの活用

本プロジェクトでは、顧客台帳の情報に間違いが多く含まれていることや、データベースの不備によって、メータ検針期間と請求期間の正確な把握が困難な状況にあることが確認され、その是正に努めてきた。

顧客台帳の更新作業を定期的に行うことや、現場スタッフと情報入力関係部署の意思疎通を常に図ることが引き続き重要である。

本プロジェクトの終了段階では、GIZ による技術支援の成果である GIS システム(SIGIL)を活用して、ENACAL 内で顧客管理システムの改善が進められている。今後、検針期間と請求期間の把握が容易となるような効率的なシステムが普及する予定であり、無収水対策に活用されることが期待される。

3) 将来的な配水網の更新に向けた計画づくり

本プロジェクトは無収水削減の基盤整備を目的としたものであり、ENACAL が正しい手順で効率的にマナグア市の無収水を削減していくための体制とプロセスを明確にする活動が中心であった。

これまでのマナグア市の水道は、2005 年に JICA の支援で策定された「マナグア市中長期上水道施設改善計画」(M/P) に基づいて、水源や配水網の拡張や改善が図られてきた。しかしながら、目標年次である 2015 年を大きく過ぎており、将来的な水道計画を改めて検討する時期を迎えている。

既存の配水管網の状況について目を向けると、その老朽化は深刻なレベルにある。特に敷設延長の 40%を占めるといわれる石綿管の更新は、今後 20～30 年後の健全な水道システム

の実現に向けて避けて通れない問題である。

本プロジェクト活動の中で、既存の石綿管の脆弱度をテストした結果、明らかに老朽化が進んでいることが確認されており、このまま手を付けずに 10～20 年後経過した場合には、老朽化管路の存在は大きなリスクとなりかねない。

無収水削減活動を推進するのと同様に、現在の配水管網の脆弱度を正しく評価し、配水管の中長期的な更新計画を立案する作業に着手することが必要である。

【プロジェクト実施期間】

2017 年 1 月～2020 年 5 月

【マナグア市の水道基本情報】

- ◇市内人口：1,049,105 人(2017 年)
- ◇水道契約者数：245,848 件(2019 年 2 月)
- ◇水道普及率：95%以上
- ◇水源：地下水・湖
- ◇浄水処理：塩素消毒のみ
- ◇生産水量：51 万 m³/日

【参考文献】

「マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書」(2016 年 7 月 JICA)

「マナグア市中長期上水道施設改善計画調査最終報告書」(2005 年 12 月 JICA)

「第二次マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査報告書」(1998 年 12 月 JICA)

「マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査報告書」(1995 年 2 月 JICA)