

プロジェクト研究
「無収水対策プロジェクトの案件発掘・形成
／実施監理上の留意事項」

最終報告書
要約

令和2年2月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
横浜ウォーター株式会社

環境
JR
20-009

プロジェクト研究
「無収水対策プロジェクトの案件発掘・形成
／実施監理上の留意事項」

最終報告書
要約

令和2年2月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
横浜ウォーター株式会社

The views expressed in this publication do not necessarily reflect the views and policies of JICA. JICA accepts no responsibility for any consequence of this use.

By making any designation of or reference to a particular territory or geographic area, or by using the term “country” in this document, JICA does not intend to make any judgments as to the legal or other status of any territory or area.

JICA encourages printing or copying information exclusively for personal and noncommercial use with proper acknowledgement of JICA. Users are restricted from reselling, redistributing, or creating derivative works for commercial purposes within the express, written consent of JICA.

目次

1. 無収水対策に関する基礎知識	1
1.1 無収水対策の定義	1
1.2 無収水対策の目的	1
2. JICA 無収水案件で見られる課題とその改善に向けた方向性（キーメッセージ）	3
2.1 改善に向けた方向性（キーメッセージ）	3
2.2 教訓の整理	7
3. 無収水案件の発掘・形成時における留意点	9
3.1 案件発掘時の留意点	9
3.1.1 案件発掘のステップ	9
3.1.2 プログラム形成のための基礎情報収集・確認調査における調査・検討項目	12
3.2 技術協力プロジェクト形成時の留意点	13
3.2.1 詳細計画策定調査のステップ	13
3.2.2 詳細計画策定調査にあたっての留意事項	14
3.3 資金協力プロジェクト形成時の留意点	22
3.3.1 協力準備調査の内容確定まで	22
3.3.2 協力準備調査での留意事項	22
4. 無収水案件の実施段階における留意点	25
4.1 プログラム実施管理の留意点	25
4.2 技術協力プロジェクト実施管理の留意点	25
4.2.1 全般的な留意事項	25
4.2.2 実施体制の構築	25
4.2.3 プロジェクト活動内容の詳細な計画の策定	25
4.2.4 モチベーション向上策	26
4.2.5 パイロット地区設定による無収水対策	27
4.2.6 漏水調査・修理	27
4.2.7 見掛け損失対策	28
4.2.8 無収水削減長期計画の作成	28
4.2.9 研修の実施	29
4.2.10 機材の調達	29
4.2.11 プロジェクトの進捗管理	30
4.3 資金協力プロジェクトの実施監理の留意点	31
4.3.1 全般的留意事項	31
4.3.2 管更新の場合	31
4.3.3 メータ設置・更新の場合	33
4.3.4 SCADA 導入の場合	33
4.4 プロジェクト終了後のフォローにおける留意点	34

別添資料：無収水対策に関する国際的議論
参考資料

略語集

略語	原語	和訳
C/P	Counterpart	カウンタパート
DMA	District Metered Area	メータ計量区画
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
IWA	International Water Association	国際水協会
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
NRW	Non-Revenue Water	無収水
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On the Job Training	オンザジョブトレーニング
PBC	Performance-Based Contract	パフォーマンス・ベース契約
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PIs	Performance Indicators	業務指標
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	制御監視情報収集装置
SOP	Standard Operating Procedures	標準作業手順書
UfW	Un-accounted for Water	不明水
USAID	US Agency for International Development	米国国際開発庁

1. 無収水対策に関する基礎知識

1.1 無収水対策の定義

「無収水の定義」については、国際水協会（International Water Association: IWA）が推奨する表 1.1 の定義が国際援助機関を中心に受け入れられている。

表 1.1 IWA の定義に基づく水収支表（Water Balance Sheet）

配水量 (System input volume)	認定給水量 (Authorised Consumption)	請求認定給水量 (Billed Authorised Consumption)	請求計量給水量 請求非計量給水量（メータ未設置、故障 による推定水量）	有収水量
		非請求認定給水量 (Unbilled Authorised Consumption)	非請求計量給水量（特定使用者への給水 等の調定水量） 非請求非計量給水量（無料の共同水栓、 管洗浄等の事業用水量）	
	損失水量 (Water Loss) 不明水 (UFW)	見掛け損失水量 (商 業 的 損 失 Commercial Loss)	非認定給水量（盗水、その他不明水） 計量誤差（メータ不感水量）	無収水量 (NRW)
		実損失水量 (物 理 的 損 失 Physical Loss)	送水管・配水管漏水量 配水池漏水・越流水量	
			需要家メータまでの給水管漏水量	

出典：「無収水量管理」（山崎章三、2011）に調査団補足

無収水（NRW）とは顧客に対し配水されたうち水道料金の請求対象にならなかった水量のことである。「料金徴収ができず収入にならなかった水」と誤解されることが多いため注意が必要であり、IWA の定義では料金の請求対象になったか否かで、有収水と無収水を分けている。表 1.1 の定義によれば、無収水量は①実損失水量、②見掛け損失水量、③非請求認定給水量の 3 つの要素から構成されている。①は漏水、②は盗水と負の計量誤差（メータ誤差、検針誤差、データ処理誤差）、③は水道料金の請求対象とならない公共用水と事業用水を指している。

1.2 無収水対策の目的

水道事業とは顧客に対し「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もって公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与することを目的とする」（日本における水道法第 1 条）ものである。これは開発途上国でも変わらない。これを達成する上で、適切な水道事業運営をしていかなければならない。当然運営にはコストがかかり、通常水道料金により回収される。しかし、無収水は水道事業体にとって収入にならないため、経営を圧迫するだけでなく、様々な面でマイナスであり、その削減に努めなければならない。その理由を一言で説明すれば、「コストを掛けて生産・配水した貴重な水道水を無駄に流出させてしまわないようにするため」である。無収水を削減することの意義と目的を無収水の構成要素別にみると、以下のとおりである。

(1) 実損失水量削減における意味と目的

- 水需要に対して給水量が不足している場合には、給水量を増やす必要があるが、漏水が減れば、新たな水資源開発や浄水場の建設が必要なくなったり、規模を抑制したりすることができる。また、それまで漏水していた水量を顧客の利用に回すことができるため、料金徴収増につながる。
- 水需要に対して給水量が十分に足りている場合には、漏水が減れば生産・配水する水量を削減することができるため、電力費、薬品費等のランニングコストが削減できる。また、漏水分に見合う貴重な水資源を節約できる。

- 漏水が起きている箇所は、時間給水であったり、管路の末端や高台にあって水圧が不足したりする場合に、管内の水圧がなくなったり、負圧になったりして、管周囲の汚水を引き込み、水質汚染を引き起こす可能性がある。また、漏水で水が失われることにより、漏水箇所より下流の管路の水圧が低下する。漏水を削減することは、水質や水圧の面での給水サービスが改善されることにつながり、顧客満足度が向上する。
- 漏水に伴う家屋浸水や道路陥没による交通事故などの2次災害を防止できる。

(2) 見掛け損失水量削減における意味と目的

- 盗水や計量誤差で料金請求ができなかった水量が、水道料金収入となって事業収入が増加する。
- 盗水（不法接続）に対処したり、計量誤差を少なく留めるためにメータの検定や更新を行ったりすることで、顧客との信頼関係を構築することができる。
- 盗水を放置することは、盗水箇所からの漏水の発生につながる。

(3) 非請求認定非水量削減における意味と目的

- 認定非請求水量は、実損失水量や見かけ損失水量に比べると、直接の対策の対象になることは少ない。しかし、料金請求をしないケースを減らすことで、料金徴収増が図れる。また、水収支の分析（配水量分析）を行うためには、認定非請求水量を把握することが重要であり、そのためにはメータ設置が必要である。

以上のように無収水の削減には様々な効果がある。どのような効果を重視して無収水削減を目指すかは、各水道事業体によって異なる。無収水対策を実施する際には、対象となる水道事業体が水資源の節約を目的としているのか、経営の改善を目的としているのか、水質・水圧・給水時間等の水道サービスの向上を目指しているのかなど、目的を明確化することが重要となる。また、目的に応じて、無収水対策以外の対策も必要になってくる。例えば、経営の改善を目的とする場合には、電気代や薬品費等のコストの節減や、料金徴収率の向上なども取り組むべき課題となる。

2. JICA 無収水案件で見られる課題とその改善に向けた方向性（キーメッセージ）

本章では、JICA が今まで実施した無収水案件全体の教訓とその改善に向けた方向性をキーメッセージとして整理した。

2.1 改善に向けた方向性（キーメッセージ）

【キーメッセージ1】無収水対策は手段であって、目的ではない。

無収水対策は手段であって目的ではない。協力対象とする水道セクターや水道事業者のキャパシティ・アセスメントを行った後、それらの包括的な改善を目的としたプログラム目標を設定し、目標達成に必要なプログラムをデザインして、その中に無収水対策を位置づけるべきである。また、効果的な協力を行うためには、そのような包括的な改善目標と無収水対策の目的、必要性を実施機関のトップが明確に認識し、無収水削減に強い意欲を有していること、無収水削減長期計画を策定して承認・実行する意思を有していることが重要である。

無収水対策はそれ自体が目的ではなく、水資源の有効利用や水道事業経営の改善となったより大きな目的を達成するために行われる。そのため、協力の対象とする水道セクターや水道事業者の改善の目的を明確にし、目的の達成に必要なプログラムのデザインを行うことが重要である。無収水対策は、あくまでそのようなプログラムの一部である。例えば、水道事業者の経営の改善という目的に照らしてプログラムをデザインするか、水資源の有効利用（漏水削減）を目指してプログラムをデザインするかで、無収水対策の位置付けは変わってくる。前者であれば、無収水対策以外にもエネルギーや薬品の節約、水道料金適正化に向けた働きかけ、料金徴収率や売掛金回収の改善なども可能性のあるスコープであり、そういった広いメニューの中の一部として無収水対策を捉える必要がある。「無収水対策」をいう枠を最初にはめて、その範疇だけでプロジェクトスコープを考えるべきではなく、また過去の無収水対策案件を参照してその模倣のみでプロジェクトをデザインするべきではない。対象とする水道セクターや水道事業者が目指すべき姿は何か、求められるアウトカムやインパクトは何か、という根本に立ち返って案件の発掘・形成を行う必要がある。

また、協力の効果や持続性を高めるためには、対象となる実施機関のトップマネジメントが、改善の目的や無収水対策の位置づけを正しく理解し、職員にも浸透させ、組織をリードすることが必要である。

【キーメッセージ2】無収水対策はローカルコンテキストに合わせて検討する。

無収水対策のプロジェクトは画一的なものであってはならず、対象セクターや水道事業者の無収水の現状、キャパシティ、施設の状況、将来目標等に合わせて、適切な内容をデザインする必要がある。技術協力プロジェクトと施設整備プロジェクトを組み合わせたプログラムをデザインすることも効果的である。

従来の無収水対策のプロジェクトは比較的似通った内容で実施されており、中には対象の水道事業者のレベルに見合わない高度な活動が含まれていたり、施設面の制約が技術協力の成果に影響を及ぼしたりした例も見られる。過去の無収水対策のプロジェクトを単純に踏襲するのではなく、対象とする水道セクターや水道事業者のレベルに応じて、テーラーメイドでプログラムやプロジェクトをデザインすることが重要である。また、必要に応じて、技術協力と施設整備プロジェクトを組み合わせた協力プログラムをデザインすることが効果的である。

無収水対策プロジェクトの案件形成を行う前に、先方機関の無収水削減に係る考え方や目標、無収水対策の目的や内容への理解度、無収水の現状、経営状況、関連施設の整備状況、将来的な持続性確保の可能性等を調査し、その結果に基づいてプログラムの内容やどのレベルの協力から開始すべきかを判断する必要がある。

無収水対策の技術協力プロジェクトは、協力対象組織のレベルが初歩的な段階にとどまっている場合には、啓発や流量測定といった極めて基礎的なところから協力を開始したり、管網図や顧客台帳などのデータ整備から入ったりすることを検討するべきである。明らかに水供給能力が不足しており、極端な時間給水を行っている場合には、漏水対策の実施は困難を伴い、成果も少ない。施設整備によって給水量を増やすことが先決であり、その後に給水時間や水圧が改善されることを受けて漏水対策を行ったり、給水サービスが改善されることを受けて料金徴収を適正化する支援を行ったりする方が効果的である。

また、日本ではメータ精度の確保、施工品質の確保、水道事業体の独立採算制など各種の環境基盤が整備されているため、漏水対策に注力しているが、途上国では見掛け損失も大きく、地上漏水も多いという水道事業体が多く残されており、日本とは必要とされる対策が異なっていることに注意が必要である。日本で中心的な対策となっている地下漏水の探知・修理よりも、途上国の場合には見かけ損失対策や地上漏水対策、水圧の適正化（高水圧の是正）等の方が費用対効果の高いことが一般的である。さらに、対症療法だけでなく、予防的な対策が重要であり、管路施工技術の向上、給水装置の構造や材質に関する基準、民間管路工事業者の資格認定や講習等の技量向上策などの必要性を見落とさないようにする必要がある。

技術協力と施設整備の組み合わせによるスケールアップを目指すためには、他の開発パートナーとの連携も有効である。しかし、互いのプロジェクトが計画どおりに進捗しないというリスクもあるので、注意が必要である。

【キーメッセージ3】無収水対策は水道セクター全体の改善の中に位置付ける。

水道事業体を対象とする協力であっても、セクターの政策、制度、規制を把握し、それらに対する働きかけも含めた協力とすることが効果的である。水道事業体が独立採算制である場合や、適切な規制監督枠組みが構築されている場合は、無収水対策に取り組む意識が高まる。

JICA のキャパシティ・ディベロップメントの考え方では、個人・組織・環境基盤の3層のキャパシティを向上させる必要があるとしている。環境基盤とは具体的には政策、制度、規制が果たしている役割が大きい。中央政府等の上位機関が無収水対策に関する明確な政策や目標を定め、その達成を促すような規制を行っている場合や、水道公社等の独立採算の組織になっていてコスト削減や料金収入の増加を達成するための施策を進めるインセンティブがある場合、ベンチマーキングが行われており無収水対策のパフォーマンスが比較・公表されている場合などは、実施機関の幹部の間にも無収水削減を進めないといけないという強い動機が働きやすく、協力も成果を上げやすい。政策、制度、規制を把握した上で、可能な範囲でそれらを良い方向に改善していくことも考えるべきである。

【キーメッセージ4】持続性を高めるためにはモチベーションが重要である。

無収水対策活動が継続して実施され、プログラム目標の達成に貢献することが重要である。関係者の活動継続のモチベーションを高め、かつ保つための施策の検討が重要である。そのためには、費用対効果を明らかにすること、コストリカバリーの意識を高めること、効果の「見える化」を行うこと、インセンティブを与えることなどを検討するべきである。

無収水対策活動は、水道事業体の日常の維持管理活動の一環として、長期間継続して実施することが重要である。技術協力プロジェクトではプロジェクト終了後も活動が持続するように、案件の発掘・形成段階や実施段階において工夫することが重要である。また、「日本人専門家が無収水率を下げる」のではなく、プロジェクトの活動を通じてキャパシティを高め、持続的な活動が行えるようにすることが重要であることを、カウンターパート（C/P）組織にも十分認識・理解してもらうことが大切である。

持続性を確保するためには、関係者の活動継続のモチベーションを高め、かつ保つための施策の検討が必要である。技術協力プロジェクトにおいて、以下の検討は重要である。

- ・無収水対策の費用対効果を示し、無収水対策の経済的な意義を明らかにすること。また、経済的な意義のみならず、市民の生活環境や公衆衛生に対する裨益効果、水道サービスの健全化に対する効果など、幅広い開発効果に関する認識を高めること
- ・水道事業体のコストリカバリーの意識を向上させること
- ・長期的な目標の設定とは別に、達成可能な短期的目標を設定し、その達成に応じて更新していくこと
- ・プロジェクトの進捗や成果を表す指標の継続的な情報収集を行い、進捗や成果を「見える化」すること。可能な場合は、「見える化」した結果を用いて、関係者間の競争意識をもたせること
- ・関係者にインセンティブを与えること
- ・現場の職員に無収水対策の業務を新たに付加することは、業務負担が重くなり、取り組み意欲を減退させることになりかねないため、無収水対策の関連業務に専念するスタッフを配置するなど、業務負荷と目的意識の明確化に留意した体制を構築すること

【キーメッセージ5】長期計画と年次計画が無収水対策の実施サイクルを促進する。

無収水対策に継続的、長期的に取り組む体制を構築するためには、実現可能な無収水対策の長期計画を作成するとともに、投入可能な予算に応じた年次計画を毎年作成することが効果的である。活動進捗に応じた長期計画の定期的な更新も重要である。また、人事異動は不可避であるため、それを考慮に入れた持続させるための工夫を行う必要がある。

無収水対策活動を継続するために、プロジェクト終了後に水道事業体が自主的かつ意欲的に取り組める無収水対策の長期計画を作成することが重要である。この長期計画において、現実的な無収水削減目標、目標達成のための効率的で現場の実態に合った優先的な無収水対策、現場で無収水対策に従事するスタッフの確保の方法、モニタリング・評価の方法と体制、モニタリング・評価を可能とするデータ収集の体制、対策実施費用、費用対効果等、将来の活動の方向性と具体的な内容を明らかにする。計画は水道事業体が投入可能な資金ならびに人的資源及び技術力で実施可能であり、かつ限られた経営資源を投入する価値が十分にあると思える計画である必要がある。

また、長期計画をただ立案して終わるのではなく、実際に投入できる予算や人的資源を毎年考慮のうえ、無収水対策活動の年次計画を作成する。無収水対策の内容は無収水率の改善に応じて変化していくため、実施した内容とその効果をモニタリングのうえ、定期的な長期計画の更新も行うことが重要である。技術協力プロジェクトにおいても、協力期間の終盤に計画を策定するのではなく、立てた計画の実践や更新を行うところまでをプロジェクトで支援したり、計画に含まれている活動の実践状況をトリガーとして後続フェーズの協力の実施を判断したりするなどの工夫が必要である。

また、育成した職員の離職や異動によって協力の成果が漸減することを避けるために、なるべく多くの職員の能力向上を図る、形式知として残す、内部研修の仕組みを作るなどの工夫を行う必要がある。

【キーメッセージ6】パイロット活動は対象地域における最も効率的な対策を特定するために行う。

パイロット活動の結果を基に効率性の高い対策を見つけだし、長期計画等の将来計画に反映させる。パイロット活動の内容は画一的なものとならず、協力対象の状況や必要な能力強

従来の無収水対策の技術協力プロジェクトでは、小区画の水理的分離、無収水率の測定、地下漏水探知等の対策の実施と効果の測定などを内容とする、やや固定的な内容のパイロット活動が行われてきた。また、ともすればパイロット区画の無収水率を下げるのが目的化してしまったり、水理的分離に時間を要してしまったりするなどの問題もあった。また、水理的分離をしなければ無収水対策ができないという誤解を生じ、水理的分離が難しいが故に他の給水区域に対策が波及しないという問題もあった。

パイロット活動は、固定的な内容として捉えず、対象国や対象事業体の実情に合った費用対効果の最も高い効率的な対策や実施にあたっての留意事項を見出すことと、その過程における OJT を目的として、長期計画等の将来計画を給水区域全域で実行していくための「予行演習」と位置づけて実施するべきである。パイロット活動から得られたデータや知見は、長期計画等の将来計画の実現可能性や説得力を増すためにフィードバックする。パイロット活動として実施した内容は、それをそのまま他地区で複製することを想定するものではなく、パイロット活動の経験の中から、それぞれの地区の特性に適した活動を抽出したり、活動内容に修正を加えたりして、普及させていくべきものである。「パイロット活動」という名称が、ここで実施した内容をそのまま他の地域に展開していくものであるかのような誤解を生じる原因となっていると思われるため、「優先対策の確認」(Priority Countermeasures Identification) など、目的をよりの確に表す名称を用いることも考えるべきである。

パイロット活動を行う際には、①上述の目的を意識する、②ベースラインとなる無収水率を計測する、③段階的に無収水削減の対策を行い、その都度無収水を計測することで、目標達成に必要な最も費用対効果の大きい対策を確認する、④一般的な費用対効果を考え、漏水対策以外の対策→地上漏水対策→地下漏水対策の順に対策を行う、⑤パイロット活動実施中は、水圧や対象区画の範囲などの実施条件を保持して、対策毎の効果の比較ができるようにする、などの点に留意する。

メータ計量区画 (DMA) は水理的に分離して流入地点に流量計を設置した区画を給水区域全域に設けて、主に漏水を中心に監視を行って優先的に対策を講じるべき区画を特定するという効果的な無収水削減手法であるが、途上国の場合は管路情報が不正確であったり管路が錯綜していたりするなどして水理的分離が難しい、DMA 設置に必要なメータや仕切弁の調達コストが高額で負担できない、DMA 構築に必要な労力や費用を考えればそれ以前に取り組むべき無収水対策があるなどの事情もあるため、現実的でないことも多く、協力対象の水道事業体のレベルに応じた判断が必要である。

【キーメッセージ7】イノベーションを積極的に導入する。

無収水対策に決まった手法や技術があるわけではない。新しい手法や技術も積極的に取り入れる。

従来のプロジェクトで実施されてきたことや、日本で実施されていることだけに固執するのではなく、世界で行われている取り組みにも目を向け、有用と思われるイノベーションの取り込みを意識するべきである。世界的には Performance-based contract のような新たな試みの実践が始まっており、JICA の民間連携事業、中小企業海外展開支援事業においても、無収水対策に関連した様々な提案がなされ、普及・実装事業も行われている。技プロであればある程度のトライアンドエラーは許容されると考えるべきであり、新たな技術や取り組みに関するアンテナを張り、試し、教訓を蓄積し、共有するべきである。新たな技術・製品・取り組みを紹介したり試したりするプ

ラットフォームを創設するような協力スタイルがあっても良いと思われる。

【キーマッセージ8】協力の効率性や効果を上げるために留意すべき点がある。

プロジェクトの活動を効率的に進めるためには、多岐に亘る関係者の理解の促進、上位目標やプロジェクト目標に関する理解の共有、情報・データの入手・整備や機材調達などに必要な期間を適切に考慮したプロジェクト期間の設定、現地人材のコーディネーターやコンサルタントの活用などに配慮する必要がある。

無収水対策は部署横断的に取り組む必要があり、事務系職員と技術系職員の双方が、現場の職員も管理職も同じ目標を意識して、協力して活動を推進する必要がある。

また、既往案件ではプロジェクト期間が不足して延長している例も多く、特に管網図、顧客台帳等の基礎データが不正確であることや、機材調達に時間を要したことが主要な原因となっている。

無収水対策のプロジェクトでは、複数の部署や水道事業体を巻き込んで実施するプロジェクトが多く、幹部から現場で働くワーカーまで幅広い対象者とコミュニケーションを図る必要もある。そのため、ローカルのコーディネーターやコンサルタントを配置して、多くの関係者と細やかにコミュニケーションを取ることが効果的である。

【キーマッセージ9】要員配置と予算措置が重要である。

先方負担事項である要員の配置、無収水対策を推進する責任者や責任部署の明確化、先方負担の予算の確保が、プロジェクトの円滑の実施と持続可能性の確保のために重要である。

プロジェクトの活動を行う上でも、終了後の無収水対策を継続するためにも、要員と予算の確保は必須条件である。幹部の意識を高めて組織における優先度を上げること、無収水対策計画や経営計画に明確に位置付けること、投入に見合うリターンや改善効果があることを定量的に示すことなどの工夫を行う必要がある。

また、無収水対策は多くの部署にまたがって実施されるため、全体を指揮し、PDCA サイクルを回し、関係する部署に対する指示やリソースの配分を行うコントロールタワーが必要となる。

無収水対策に本腰を入れて新たに取り組むことは、現場の負担を増やすことにつながる。時に夜間最小流量法による漏水の測定など、残業や長時間の労働を伴うこともある。よって、業務負荷を軽減し、無収水対策を推進する目的意識を明確にするように、現場の担当部署の中に無収水対策への専従ユニットを設けることも考える必要がある。

2.2 教訓の整理

上記のキーマッセージと、それらの根拠となった過去の無収水案件から得られた教訓との関係を表 2.1 に示す。詳細は本文 4.5 の各文を参照。

表 2.1 教訓とキーマッセージ

項目	教訓	キーマッセージ
①プログラム目標、プロジェクト形成		
目標設定	1. 水道セクターの包括的な改善を目標としてプロジェクトを提案した上で、その中に無収水対策を位置づける必要がある。	キーマッセージ1
	2. 実施機関のトップが無収水対策の目的を明確に認識し、その重要性を認識する必要がある。	

項目	教訓	キーメッセージ
プロジェクト 形成	3. 技術協力と資金協力を効果的に組み合わせることが重要となるケースが多い。	キーメッセージ2
	4. 実施機関の水道事業における優先順位を整理する。	
	5. ドナー連携は相乗効果が期待できるが注意すべき問題もある。	
	6. 政策制度面への対応を含めたアプローチを検討する必要がある。	キーメッセージ3
	7. 独立会計の導入や水道事業組織の独立を検討する。	
	8. 規制監督枠組み（regulatory framework）の構築が無収水対策の意識を高めるケースがある。	
②プロジェクトの活動・実施の方法		
モチベーション	1. 無収水対策による財政面の意義（費用対効果）を明らかにすることにより、上層部の理解や予算の獲得に効果がある。	キーメッセージ4
	2. コストリカバリーの意識を高めることが無収水対策を進めるモチベーションとなるケースが多い。	
	3. 技術協力プロジェクトの目標値は、達成可能な値となるように活動を通してフレキシブルに検討することが望ましい。	
	4. データの継続的取得をすることにより無収水対策効果を「見える化」し、対策予算の獲得や職員のモチベーション向上に努める。	
	5. 無収水対策担当者のモチベーションを向上させるためインセンティブを与えることも重要である。	
長期的な取組み	6. 無収水削減計画（長期・中期・短期）を作成し、組織による承認を得る。調達可能な予算を反映する。	キーメッセージ5
	7. 無収水対策を持続させるためには、要員確保だけでなく人事異動を考慮に入れた工夫も重要である。	
パイロットプロジェクトとDMA	8. それぞれの状況に応じたパイロットプロジェクト活動を検討する。	キーメッセージ6
	9. DMA の導入にあたっては、現地事情を考慮の上、検討する必要がある。	
新技術・新手法	10. 日本の新技術の試用や他ドナーにおいて実績のある新手法などの実施も検討する。	キーメッセージ7
効率的な作業実施	11. 無収水対策に関係する部署は多岐に亘る為、関係者のプロジェクトへの理解を促進する必要がある。	キーメッセージ8
	12. 上位目標、プロジェクト目標について、関係者の理解を共有する。	
	13. 機材調達や必要な情報の入手に要する期間など相手国の事情を考慮しプロジェクト実施期間を算定する。	
	14. コーディネーターやコンサルタントなど現地国の人材を登用することで作業効率が向上するケースが多い。	
③先方対応事項		
要員確保	1. 無収水対策を推進する責任者や責任部署を明確にする必要がある。	キーメッセージ9
予算確保	2. 無収水対策予算を持続的に確保する必要がある。	

出典：プロ研チーム

3. 無収水案件の発掘・形成時における留意点

3.1 案件発掘時の留意点

3.1.1 案件発掘のステップ

案件発掘段階では、水道セクターのパフォーマンスや、給水サービスや財務面での目指す水準を見極めたうえで、セクター改善のプログラム目標を設定し、その達成のために必要なプロジェクトの内容と、先方機関が自助努力して行うべき内容を検討する。無収水対策ありきでの検討ではなく、水道事業の解決すべき課題や、そのために必要な対策を幅広く検討する。

【STEP-1】 水道セクターのキャパシティ・アセスメントとプログラム目標の設定

対象となる水道事業体のキャパシティ・アセスメントを行う。表 3.1 に、問題把握を目的とした主要評価項目を示す。

表 3.1 水道事業体のキャパシティ・アセスメントのための主要評価項目

大 カテゴリー	中 カテゴリー	小 カテゴリー	指標
主に施設投資により改善できる項目	全般	連続給水実施状況	平均給水時間(時間/日)
	拡張	水道普及状況	水道普及率(%)
主にキャパシティ・ディベロップメントにより改善できる項目	技術的側面	無収水対策	無収水率(%)、漏水率(%)
		水質管理	給水地点における残留塩素試験の実施率(%) 水質基準遵守率
	非技術的側面	財務管理	料金請求額に対する徴収率(%)
			営業収支比率：運転・維持管理費用に対する料金請求額の率(%)
		業務効率	1,000 接続当たりの水道サービス従事職員数(人)

出典：「途上国の都市水道セクターおよび水道事業に対するキャパシティ・アセスメントのためのハンドブック」からの抜粋にプロ研チームが追記

表 3.1 の指標で水道事業体のパフォーマンスを評価したうえで、何を目的として水道事業体のどこをどう改善すべきなのかを把握し、プログラム目標を暫定的に設定する。目標としては以下が考えられる。

- ・ 水道サービスエリアの拡大（指標：水道普及率）
- ・ 水道サービスレベルの向上（指標：平均給水時間、水質基準遵守率）
- ・ 水資源の有効利用の促進（指標：漏水率）
- ・ 経営の改善（指標：営業収支率、料金徴収率、接続当たりの職員数、無収水率）

上記の目的の優先順位を、先方との対話、水道事業のパフォーマンス、規制環境（regulatory framework）などを見極めつつ判断することが大切である。途上国では最も目立つ成果となる「水道サービスエリアの拡大」を最優先にする水道事業体が多い。無収水対策を支援しても、先方の真剣度は低く、持続性も低くなるリスクがある。

また、平均給水時間があまりに短い水道事業体では、地上漏水対策までは可能であるが、地下漏水の探知は困難であり、給水されていない時間が長いので盗水も容易である。浄水処理が不十分で濁度の高い水をそのまま供給しているような水道では、メータを入れてもすぐに故障する。このように、パフォーマンスのレベルに応じて、実施可能な無収水対策のレベルも影響を受けること、パフォーマンスがあまりに低いと無収水対策を実施してもその効果

は減殺されてしまうことに注意が必要である。すなわち、無収水対策も水道事業のパフォーマンスの向上に合わせて段階的にレベルを上げていくべきである。

対象とする水道事業体にとって、無収水対策の主目的が「水資源の有効利用の促進」なのか「経営の改善」なのかを見極める必要がある。主目的が「水資源の有効利用の促進」であれば、漏水対策に優先的に取り組むべきであり、加えて節水を促すための市民啓発、蛇口の取付や従量制料金への移行による無駄な水使用の防止、累進性料金の導入による大口利用者への節水インセンティブの付与なども進める必要がある。主目的が「経営の改善」であれば、見かけ損失の削減に優先的に取り組むべきであり、加えて料金徴収率の向上、電力費や薬品費などの変動費用の削減を目指した効率化（コスト削減）、水道料金の見直しや独立採算化に向けた検討なども進める必要がある。このように、主目的に応じて、無収水対策の焦点は異なり、さらに無収水対策の範疇には入らない取り組みも併せて行う必要がある。

【STEP-2】必要なプロジェクト構成の確認と実施可能性の検討

プログラム目標達成のために必要な施策を検討する。表 3.2 にプログラム目標と必要なプロジェクトを示す。対象水道セクターのキャパシティやプログラム目標のレベルによって選択するプロジェクト内容が決まる。

プログラム目標が「給水サービスの普及拡大」である場合は、拡大規模に応じた施設整備プロジェクトが必須であり、資金協力を先行させつつ、施設完成後の運転・維持管理やパフォーマンスの向上に見合ったレベルの運営の向上を目指す技術協力プロジェクトにつなげるようなプログラムを検討する。この場合、無収水対策は施設整備の際に、管網のブロック化や DMA 化、水圧の適正化、管路の施工品質に注意を払うことによる漏水の低減、メータ調達などを行うようにすることによって、新たに建設された水道施設からの無収水率を低く抑え、その後の無収水対策を容易にすることを考える必要がある。その上で、新規施設における適切な配水管理（水圧管理）、無収水量のモニタリングと対策、既存施設も存在する場合には既存施設での無収水対策などを技術協力でフォローすることが考えられる。

プログラム目標が「給水サービスのレベル向上」の場合は、パフォーマンスの現状、対象範囲、目指すレベルなどに応じてプログラムの内容は異なる。浄水場の建設による水質改善、面的な管網の再構築や老朽管の更新による給水時間の延長や水圧の適正化などを目指す場合には、相応の施設整備が必要となり、資金協力から開始する必要がある。給水時間の延長には新たな水源開発や浄水場の建設が必要と思われるが、そのようなアプローチだけでなく、管網をブロックや DMA に分けて再構築し、水圧を適正化し、漏水の削減やメータ設置を徹底することで、水源の追加をせずに給水時間の延長や 24 時間給水を達成している例もある。一方、ある程度の施設は整備されており、浄水場の運転・維持管理や水質管理の能力強化、一部の比較的狭いエリアでのパイロット的な管網再構築と配水管理の改善などによって、漸進的な開発効果を目指す場合には、技術協力プロジェクトでの対応も可能である。ただし、その場合であっても管網の再構築にはバルブや流量計の設置が必要であること、浄水処理の改善にも薬注機器や水質分析機器の調達が必要であることなど、一定の資機材調達のための予算を確保する必要がある。先方実施機関とともに処方箋を検討する必要がある場合にも、技術協力を通じてパイロット活動を行い、その効果や実施上の留意点を検証した上で、面的拡大に向けて資金協力につなげるというプログラムも考えられる。

「水資源の有効利用」「経営の改善」の場合は、技術協力プロジェクトによって対応されるケースが多い。しかし、あまりに管路が老朽化している場合は漏水を探知・修理してもまた別のところから漏水が発生するなど、技術協力の効果が減殺されることがある。メータも必要個数が多い場合には、技術協力の予算で対応することが困難である。水圧管理にも、配水ブロックの再構築が必要となり、管路やバルブなどの施設投資が必要となる。このように、技術協力だけで解決できる問題、技術協力の予算の範囲内で実施可能な施設投資、技術協力では賄うことができず資金協力が必要な施設投資があるため、その見極めが必要である。まずは技術協力で一定の区画（パイロット地区）での効果を示し、資金協力で面的な展開を行うというプログラムが考えられる。また、無収水対策のレベルに応じて、初歩的な対策を行

う技術協力の後に、基礎的な対策へと進み、さらに本格的な対策に進むといった技術協力を複数のフェーズに分けて行っていくプログラムも考えられる。

表 3.2 プログラム目標と必要なプロジェクト

必要な施策		プログラム目標			
		給水サービスの普及拡大	給水サービスのレベル向上 (既存エリア)	水資源の有効利用	経営の改善
(1) 施設整備プロジェクト					
水道施設の 拡張	管路網の拡張	◎	—	—	—
	取水・浄水施設の拡張	◎	—	—	—
水道施設の修繕 及び更新	管路網の更新	—	◎	◎	◎
	取水・浄水施設の更新	—	◎	—	○
顧客メーター、モニタリング機材等の調達		○	○	◎	◎
(2) 技術協力プロジェクト					
組織能力 技術的側面	施設の運転・維持管理	○	◎	—	○
	配水ネットワーク管理	○	◎	◎	○
	無収水：漏水削減	—	◎	◎	◎
	無収水：商業的損失削減	—	—	—	◎
	水質管理	—	◎	—	—
組織能力 非技術的側面	財務状況	○	○	○	◎
	組織開発	○	○	○	◎
	住民対応	○	○	—	○
(3) 先方負担事項					
プロジェクト実施 のためのリソース の動員	資金調達・予算確保	◎	◎	◎	◎
	プロジェクト要員確保	◎	◎	◎	◎

◎：重要、○：必要、—：関連性が限定的、網掛け部分は無収水対策
出典：プロ研チーム

上述のとおり、プログラムの構成は技術協力と施設整備の組み合わせになることが多く、このSTEPでは、資金調達の観点から、どの程度の規模の施設整備プロジェクトが必要かという検討が重要である。

【STEP-3】プログラムを実施するかの判断

協力を開始するかどうかを判断する上では、先方実施機関の「やる気」を見極めることが極めて重要である。例として以下のような点に着目することが考えられる。

- 目標達成について法制度や規制監督の観点からの強制力が働いているか。例えば、上位機関によってサービス水準や無収水率などに関して目標水準が決められて、現状や

進捗状況が公表されており、達成に向けて取り組むようにプレッシャーがかかっている場合や、パフォーマンスの改善が補助金の配賦に影響する場合など。

- リーダーの意向や市民の反応などによって、目標を達成しなければならないというプレッシャーがかかっているか。例えば、上位組織の実力者が改革志向であり、水道事業の改善に対して強いリーダーシップを発揮している場合や、水道サービスの改善を求める市民の声が強くデモや陳情が発生している場合、渇水による給水制限や水系感染症のアウトブレイクなどが発生して世論が高まっている場合など。
- 先方実施機関のトップや幹部の間に改善に向けた強い意志があり、そのための取り組みを始めているかどうか。口先だけでなく実行が伴っているかどうかを見極める。
- 独立採算になっているか。必須条件ではないが、独立採算制であるということは、サービスの改善、無収水の削減などの効果が事業運営の採算性に直接的に影響するということを意味するため、サービスや事業の改善に取り組むモチベーションも高まると考えられる。ただし、形式的には独立採算になっているものの、実態としては赤字が一般会計から無原則に補填されている例もあり、実態を見極める必要がある。
- 先方実施機関の負担事項である資金及び人的資源の調達が可能かどうか。職員数があまりに少なく、能力強化の対象となる職員が少なかったり、あまりに多忙であったりする場合には、技術協力の実施は困難である。

3.1.2 プログラム形成のための基礎情報収集・確認調査における調査・検討項目

① 水道セクターの概要を把握するための調査

水道セクターの概要を把握するために必要なデータ項目例を記載する。

1) 水道基礎情報及び無収水関連データ

● 水道事業各種基礎データ

上位計画、予算・決算、メータ設置数・設置率、各種水量(取水・浄水・配水・給水)、水圧、管網図、管種・口径別管路延長、管路更新件数、苦情数、他

● 無収水対策関連データ

請求件数・水量、漏水発見・修理数、漏水探知機材種類・台数、違法接続数、メータ設置年・更新数、他

● 無収水対策コスト関連

漏水対策関連予算・管路更新予算(担当職員数・給与レベル、従事時間、資機材費、委託工事費、他)

● 体制関連

組織体制、能力開発(研修)状況・レベル、上位組織、関連組織、他

2) 社会・インフラ状況

人口、居住区分、地域開発計画、治安、他

3) 地形、気象など自然条件に関する情報

地形・高低差(水圧管理の難しい高低差の多い土地かどうか)土質、降水量、他

4) 水道事業体を取り巻く法制度、規制監督

法制度、法制度の執行状況(enforcementの実態)、独立採算か否かなど水道事業体の組織体制、モニタリング体制、ベンチマーキング、技術基準、補助制度、水道関連資機材の質やクオリティコントロールの体制、上位機関や関係機関のキーパーソンや意思決定メカニズム、民間セクターの関わり方、民間企業の技術レベルや品質管理能力、他

- ② キャパシティ・アセスメントとプログラム目標設定のために必要な調査・検討項目
 - ・ 対象となる水道事業体のキャパシティ・アセスメント（平均給水時間、水道普及率、無収水率、漏水率、水質基準遵守率等による数値的指標を用いて評価を行う）
 - ・ 水道事業体のパフォーマンスを把握するためにデータ収集を行う（水道事業の基礎データ、無収水対策関連データ、社会・インフラ状況、地形・気象など自然条件に関する情報、既存将来計画とその根拠となるデータ、水道事業体に関連する法制度、規制監督）
 - ・ 水道事業体改善の目的と内容の協議と検討（目的の優先順位を検討する）
 - ・ プログラム目標を定める。（水道サービスエリアの拡大、水道サービスレベルの向上、水資源の有効利用の促進、経営の改善などの目標を設定する。）
 - ・ 無収水対策の目的が「水資源の有効利用の促進」か「経営の改善」かを見極める。
- ③ 必要なプロジェクト構成の確認と実施可能性の検討のために必要な調査・検討項目
 - ・ プログラム目標別に必要な施策の抽出（施設整備プロジェクト、技術協力プロジェクト、先方負担事項それぞれについて検討し抽出を行う。表 6.2.2 参照）
 - ・ 施設整備プロジェクトが不可欠な場合は、その資金調達の可能性把握の観点から、その規模と資金源、さらに各種ドナーの関心等について調査を行う。
- ④ プログラムを実施するかを判断するための調査・検討項目
 - ・ 法制度や規制監督の観点からの事業実施が必要とされているか、中央政府やリーダーの意向等事業実施のモメンタムがあるか、独立採算制を採用し経営の改善が必要になっているか、自身で一部の取組を既に開始しているなどオーナーシップがあるかなどを確認し、先方政府機関に事業実施の意思が十分にあるかを検討する。
 - ・ 必要プロジェクト実施のための資金調達が可能か検討を行う。

3.2 技術協力プロジェクト形成時の留意点

3.2.1 詳細計画策定調査のステップ

詳細計画策定調査では、プロジェクトの目的、成果、活動、指標、投入（専門家、研修、機材、在外事業強化費）、リソース動員方法、先方負担事項、実施体制、プロジェクト期間等を設定する。

【STEP-1】協力の目的の明確化

協力プログラム全体としての目的を明確にする必要がある。無収水対策に関しては、「水資源の有効利用の促進」を目的とする場合は漏水対策を中心とした活動になり、「経営の改善」を目的とする場合は見かけ損失対策を重視することになる。さらに、前者であれば節水の促進や無駄水の防止などの対策も含めて検討する必要がある、後者であれば料金徴収率の向上や維持管理コストの削減なども含めて検討する必要がある。無収水対策は目的達成のための手段に過ぎないため、目的を明確に意識し、無収水対策の枠内にとどまらず広い対策を検討するべきである。

【STEP-2】対象水道セクターの現在の無収水対策の対応レベルと目標レベルの確認

表 3.3 を用いて、対象水道セクターの無収水対策の対応レベルの現況を確認と目標レベルを設定することで、必要な施策を明確にする。

例えば、現状が啓発段階（Level 1）であるなら、無収水対策活動はほぼ行われていない状態といえる。この場合は、幹部層の無収水対策の意義や必要性に関する意識を高めること、無収水対策を推進するための体制を整備したりスタッフを組織したりすること、無収水対策の概念や必要性を関係者に認識してもらうための基礎的な研修、地表漏水対策のようにコスト、機材、技術力をあまり必要としない対策、モニタリングの礎を築くためのバルクメータや顧客メータの設置などの優先度が高くなる。この状態の水道事業体は、顧客台帳、管網図なども十分整備されていないことが多く、基礎データの整備も必要性が高い。一方、地下漏水調査などはすぐに行える状態ではないといえる。また、漏水が深刻であり、送配水管網の更新工事が不可欠な場合もあり、この場合は、資金協力プロジェクトとの連携を考慮したスケジュールを検討する必要がある。

現状が初期段階（Level 2）であるなら、何らかの無収水対策は行われているため、何が不足しており、何をどう改善するかを検討する必要がある。この段階においても、優先的に対応すべき対策は啓発段階（Level 1）と同様であり、啓発段階よりもレベルを上げて実行し、30%程度の無収水率を目指すこととなる。

本格対策段階（Level 3）まで達している場合は、基礎的な無収水対策の概念は理解され、実行にも移されていると考えられる。そのため、地下漏水対策を本格的に開始し、高度な漏水調査や対策の研修、対象地域のブロック化推進、メータの精度向上、施設データや顧客データのさらに進んだ管理など、本格的な無収水管理が主な活動になる。なお、地下漏水対策を本格的に実施するためには、ほぼ24時間給水がなされており、水圧も適正なレベルになっている必要がある。

高度対策段階（Level 4）は、20%程度の無収水率で、さらに下げようとしている段階である。この段階になると、漏水の復元等によって無収水の削減効果が足踏みするようになることが多く、より精緻な対策が求められるようになる。管材の強靱化、DMA化、地下漏水探知の徹底、テレメータシステムやSCADAを用いた漏水の監視など、技術力もコストも必要な対策が中心となる。

目標レベルを達成するためには、技術協力プロジェクトだけでなく、施設整備プロジェクトが必要な場合もある。必要な水源確保や給水時間の達成のための施策も確認する。

【STEP-3】無収水対策技術協力プロジェクト内容の検討

現在の無収水対策の対応レベルと目標レベルを考慮のうえ、表 3.4 を用いて無収水対策技術協力プロジェクトで行う業務項目を抽出する。

【STEP-4】無収水対策プロジェクト実施計画の検討

提案する無収水対策プロジェクトの実施計画を策定する。

3.2.2 詳細計画策定調査にあたっての留意事項

(1) 現状の把握

- 国全体としての政策や規制監督について把握する。
- 無収水に影響を与えている主要な要因を、可能な限り見極める。
- 管路施工や検針などの業務を民間企業に外注しているかどうかなど、民間セクターの関わりについても調べる。民間の企業、技術者、職人に対する登録制度、認証制度、資格制度等の有無についても調査し、民間活用に対する支援をスコープに含める場合には、これらの制度を活用することが有効である。
- 人材育成の状況、人事異動の状況、残業手当や業績連動給与などのインセンティブ構造の有無、夜間作業に対する手当や代休の有無なども調べる。
- 先方負担事項の履行の可能性や、プロジェクト実施後の持続性を確認するために、対象の水道事業体の財務状況や予算の策定や決定のプロセスを十分に把握する。

(2) 目的、成果、活動の計画

- 対象とする水道事業体の無収水対策のレベル、水道サービスのレベル、施設の状況等に依じて、有効な対策と時期尚早である対策がある。既往案件では、水理的分離ができないような状態だったにも関わらずパイロット地区の水理的分離を行おうとした、など現地や相手の状況に見合わない活動を設定して専門家チームが非常に苦労した例がある。また、漏水量を計測するために実施される夜間最小流量法は、間欠給水で夜間は断水している水道事業体に対して適用することはできない。

表 3.3 無収水対策の対応レベル

項目		啓発段階 (Level 1)	初期対策段階 (Level 2)	本格対策段階 (Level 3)	高度対策段階 (Level 4)
概要		無収水対策が全く行われておらず、現状の問題把握や幹部のコミットメントの確認が必要な段階。	地上漏水対策や見かけ損失対策など、比較的費用対効果が高く、技術的にも取り組みやすい対策から着手できる段階。	地下漏水探知に着手したり、ブロック化によってより精緻な対策に踏み込んだりする段階。	無収水対策は一通り実施されており、管材の強靱化、DMA化、地下漏水探知のさらなる徹底など、東京都水道局が最終段階で取り組んだような対策を用いる段階。
【無収水対策の対応レベル判断の目安】					
目標無収水率（目安）		40%以上で放置された状態	現在は30%を大きく超えているが30%レベルを目指す段階	現在は30%レベルで20%レベルを目指す段階	現在20%レベルで10数%以下を目指す段階
無収水対策スタッフ		無収水対策スタッフが用意されていない	無収水対策スタッフが用意されている	無収水対策スタッフが用意されている	無収水対策スタッフが適切に稼働している
漏水対策	漏水調査、修理	地表漏水に対応した修理が行われていない	地表漏水に対応して修理が行われ、地表漏水を止める事ができる	地表漏水への対応は十分で、地下漏水対策も実施されている	地下漏水対策（調査と修理）が適切に行われている
	老朽管の更新、 管材の選択	管の老朽化が著しく地表漏水が多発し、修理をしても漏水が止まらない（漏水が激しいので所定の水圧まで上げることができない）	地表漏水が頻発しても、管を修理することで漏水を止めることができる	深刻な老朽管の更新は完了している。深刻な地表漏水は頻発しない。	老朽化した水道管の更新は完了しており、管材も適切である。管材の強靱化、DMA化の推進が進められている。
メータ設置、モニタリング		バルクメータ、顧客メータがほとんど設置されていないか故障している。無収水率、無収水量の計測がほとんどできていない	バルクメータ、顧客メータが設置されているが、故障が多く、精度にも問題がある。無収水率、無収水量の計測は不正確	正確なバルクメータ、顧客メータをほぼ100%設置する目処が立っている。無収水率、無収水量の計測がほぼできている	同左
【無収水対策の前提となる水道サービスレベル】					
水源の確保、給水時間		-	時期的な水不足はあっても、特定地域でほぼ24時間給水が可能なレベルの水源が確保されている。間欠給水もあるが、支援を行えば24時間給水も行える	24時間給水が可能な水源を確保できており、一時的な間欠給水があっても、ほぼ24時間給水が行える	24時間給水
【想定される主な支援内容】					
想定される主な支援内容		無収水対策の必要性に関する啓発、対策のデモンストラーション 無収水の計測、モニタリング体制の整備 管路図、顧客台帳等の基礎データの整備 無収水削減計画の策定、体制整備 地表漏水対策 無収水対策以前に、水源の確保など水道サービスの改善が必要な場合もある	無収水の計測、モニタリング体制の整備 管路図、顧客台帳等の基礎データの整備 無収水削減計画の策定、体制整備 地表漏水対策の徹底、優先度の高い老朽管路の更新 施工技術、修理技術の向上 見かけ損失対策 地表漏水が少ない場合には地下漏水対策への移行	ブロック化等による無収水の計測の精度向上 地下漏水対策 地表漏水対策や見かけ漏水対策の徹底 管路の計画的な更新 施工技術、修理技術のさらなる向上	DMAの設置による精緻なモニタリングと優先的に対処すべき地区の特定 計画的な地下漏水対策の徹底 管材の改善、施工技術の向上 精度の高い各種対策の実施

注：上記の記述はあくまで目安であり、全ての水道事業体にあてはまるものではない。また、必ず段階を踏んで協力しなければならないというものでもない。対象の水道事業体の状況に応じて、適切な協力内容を選択する必要がある。例えば、無収水率のレベルだけを見れば啓発段階であったが、先方の意識が高く、対象としたエリアが給水区1か所と小さかったため、DMAの設置や地下漏水対策まで含めて活動した例（サモア沖縄連携によるサモア水道公社維持管理能力強化プロジェクト）もある。

表 3.4 無収水対策リスト一覧と状況別の選定

無収水対策実施内容一覧			無収水対策の実施状況別				重点ポイント別		
			啓発段階	初期対策段階	本格対策段階	高度対策段階	水資源の有効利用 (漏水対策)	事業者の経営改善	
No	実施対策内容	注釈							
(1) 技術協力プロジェクト									
1	無収水対策の 体制構築	要員確保	無収水対策実施の前提	◎	◎	○		○	○
		専門部署設立	効果的な対策実施に必要	○	◎	○		○	○
2	パイロットプロジェクト実施		効果的な手法確認のため必須	◎	◎	○	△	○	○
3	対象地域への メータ設置	流量計設置	無収水対策実施の前提	◎	◎			○	○
		顧客メータ設置	無収水対策実施の前提	◎	◎			○	◎
4-1	能力強化 (経営層)	無収水対策についての講習	上層部の理解が不足している場 合には最優先で行う必要がある	◎	◎	○		○	○
		対策の意義についての講習		◎	◎	○		○	○
		経営改善についての講習		◎	○	○	○		◎
4-2	能力強化 (スタッフ)	地上漏水対策の現地研修	最優先対策	◎	◎	△		◎	○
		地下漏水対策の現地研修	地上漏水対策後の優先対策		○	◎	◎	◎	○
		配水池等漏水対策の現地研修	重要施策	◎	◎	△		◎	○
		管修理技術の研修	最優先対策	◎	◎	△		○	○
		管の施工管理の研修	コントラクターを使う場合重要	◎	◎	○		○	○
		顧客メータ検針の研修	商業ロス対策	○	○	△			◎
		顧客メータテストの研修	商業ロス対策	○	○	△			◎
		水圧管理の研修	漏水対策		○	○		○	○
		DMA化の研修	対応レベルによる			○	◎	○	○
		盗水対策の研修	商業ロス対策	○	○	○			○
		費用対効果分析	モチベーションの向上	◎	◎	○			
		管材の強靱化についての研修	最終段階の対策			○	◎		○
計画策定能力向上の研修	継続性確保のため必須	◎	◎	○			○		
4-3	能力強化 (アウト ソーシング 機関)	業務能力強化	管修理、検針、漏水調査など	○	○	○	○	○	○
		資格試験、認定制度の研修	能力確保	○	○	○	○	○	
5	各種データの 整備	顧客データ整備	対策の効率化のために必須	○	◎	○			◎
		資産台帳整備	対策の効率化のために必須	○	◎	○		○	○
		管網図	対策の効率化のために必須	○	◎	○		○	○
6	無収水対策計 画策定	中・長期計画の策定	継続性確保のため必須	◎	◎	○	○	○	○
		年次計画の策定	継続性確保のため必須	◎	◎	○	○	○	○
7	住民への啓発活動		効率的な対策実施に必要	○	○	○		○	○
(2) 技術協力プロジェクト(無収水対策以外)									
8	経営改善のた めの研修	独立会計の導入や組織分離	無収水対策ではないが経営改善 には必要		○	○			○
		水道料金設定			○	○			○
		補助金制度			○	○			○
		維持管理経費削減			○	○			○
		適切な人員配置			○	○			○
		料金徴収率改善			○	○			○
(3) 資金協力プロジェクト									
9	漏水対策	老朽管の更新	無収水対策実施の前提	◎	◎	○	○	◎	◎
		配水区整備	水圧の適正化		○	◎	○	○	○
	無収水管理	流量計・顧客メータ調達	無収水対策実施の前提	◎	◎	○		◎	◎

出典：プロ研チーム

- 無収水対策に特化したプロジェクトと、より幅広いスコープの中に無収水対策を含めているプロジェクトの双方がある。前者は、特に集中的に取り組みたい課題が無収水対策であることが明らかである場合や、対象とする水道事業体の規模が比較的大きく、無収水対策に集中して投入しないと成果が出にくいと思われる場合に有効である。後者は、対象とする水道事業体の能力が全般的に低く、対応すべき優先課題が多く領域に亘っていて、それらを漸進的に改善していくことで全般的な組織能力強化や人材育成を行う必要性が高い場合に有効である。無収水対策に特化した要請が提出された場合であっても、改善の目的が何なのか、対象とする水道事業体のレベルがどの程度か、優先課題は何なのかを明確にした上で、その目的の達成に必要な成果や活動を適切に盛り込むべきである。
- 持続性を高めるための工夫を盛り込むことが重要である。研修教材や研修コースを作るだけでなく、研修が持続する仕組みを作る必要がある。無収水対策計画を策定する場合、その承認や実行の段階までプロジェクト期間中に支援を行ったり、実行に向けた先方実施機関の自助努力を条件として後続フェーズで実行を支援したりすることが考えられる。無収水率を継続的にモニタリングしたり、無収水削減活動を先方が自分たちで継続できるようにしたりするところまで支援の範囲に含める。
- モチベーションを高める工夫が重要である。無収水対策の成果を「見える化」する、費用対効果を算出する、表彰制度を導入する、などの方法が考えられる。
- プロジェクト終了後の普及展開に向けた工夫を盛り込んだ活動とする。直接のカウンターパート以外の職員にも広く成果を報告する機会を設ける、対象水道事業体の幹部に積極的に成果をアピールする、対象水道事業体が公的に承認する計画、制度、予算などの中に普及展開に向けたアクションや目標を入れ込む、普及展開計画の策定と実施をプロジェクトのスコープに入れる、支所・支部ごとのパフォーマンスを「見える化」し、競争意識を持たせる、カウンターパートに対して普及展開の際には自分が教える側になるということを意識付けする、などの方策が考えられる。
- 無収水対策は水道事業の多くの側面にに関わり、現場の実態はつぶさに観察をしないと見えてこない。詳細計画策定調査で実態を把握することは難しいため、本体プロジェクト開始後に、ベースライン調査やキャパシティ・アセスメントを行い、活動内容の詳細、ベースライン、目標水準、キャパシティ・ディベロップメント計画等を定めるプロセスを設けるべきである。また、PDM等のプロジェクトの計画は、その結果を受けて柔軟に変更するべきである。
- プロジェクト期間中に作成中する成果物は、主に①無収水対策計画、②ガイドライン、③マニュアル、④SOP、⑤研修カリキュラム・教材などである。プロジェクト終了直前に作成するのではなく、作成した成果物を実地に適用し、その結果を踏まえて改定したり、持続的活用のための提言をまとめたりするようなプロジェクトのデザインにする。短く簡潔に、ポイントを押さえた内容にする。実際に使用する人のレベルに合わせた内容や言語にすることも重要であり、ユーザーが自らの経験を踏まえて自分たちの手で改訂し、使いやすい内容にしていくことが理想的である。

(3) 指標の計画

上位目標やプロジェクト目標の指標としては、「無収水率」のようなアウトカム指標を設定している前例があるが、計測や達成が可能なのかを吟味する必要がある。

(4) パイロット活動の概略検討

- 無収水対策プロジェクトにおいては、一定の小区画を水理的に分断して無収水対策を行うというパイロット活動を含めることが定番となってきたが、その内容は画一的なものとするべきではなく、協力対象の水道事業体のレベルや優先的に取り組むべき対策の内容に応じて、柔軟に決めるべきである。
- パイロット地区として一定の区画を取り出し、無収水の原因別の発生傾向やそれぞれに対する対策の費用対効果、留意事項を把握し、最も有効かつ効率的な無収水削減対策

を見つけ出すことを目的として、パイロット活動を計画することがある。この場合、特殊な地区ではなく、給水区域全般を代表するような平均的な地区を選ぶことが、その後の普及展開を考えた時には望ましい。

(5) 専門家の投入の計画

- 無収水対策は日本では自治体の水道事業体が日常的な維持管理業務として行っているものであり、自治体に最もノウハウが蓄積されている。そのため、自治体からの直営専門家の派遣は有効である。
- 自治体からの直営専門家派遣は自治体の定数削減やベテランの退職などの影響により年々厳しくなっており、JICA が実施している多くのプロジェクトに全て自治体が専門家を派遣することは現実的ではない。そのため、特に南アジアやアフリカでは開発コンサルタントに対して業務実施契約で業務を発注していることがほとんどである。その場合であっても、企画競争説明書において自治体のノウハウの活用を推奨することが望ましい。開発コンサルタントは、自治体の第3セクターとの共同企業体の構成、自治体 OB の要員の配置などの工夫をしていることが多い。
- 技術協力プロジェクトでは、現地に常駐して相談に乗り、実態をつぶさに観察して現地に合った活動を進めることができる長期専門家の配置が望ましい。開発コンサルタントはシャトル型で要員をアサインしており、長期専門家を派遣することは困難であるため、長期専門家は①自治体の支援を得る、②自治体の OB で日本水道協会の水道シニア国際協力専門家登録制度の登録者を厚生労働省推薦で派遣する、③JICA のジュニア専門員や特別嘱託の OB として所属先を持たずに活躍している専門家で、かつ自治体での業務経験を持つ専門家を派遣するといった方法で行う。
- 長期専門家の派遣ができず、業務実施契約によるシャトル型の派遣になる場合には、できる限り中心的メンバーの派遣期間を延ばしたり、互いにずらすことで専門家が少なくとも1名現地にいる期間を確保したりする工夫を行う。
- 長期専門家とシャトル型の派遣を組み合わせる際、協業の仕方に留意が必要である。長期専門家は業務期間を通じプロジェクト活動が可能である一方、シャトル型のコンサルタントは当初想定されていたアサイン期間以外はプロジェクト活動を十全にできる体制にない。よって、現地スケジュールが外部要因により前後する場合、長期専門家が望む期間に望む活動ができるかは全体の調整が必要となる。
- 自治体専門家を派遣する際には、現場での指導ができる職員レベルの専門家が必要なのか、方針や施策を討論するような経験をもつ自治体の責任職クラスの専門家が必要なのか TOR を基に慎重な検討が必要となる。
- 自治体専門家は個別のプロジェクトに入る場合、TOR 上では助言という立場が多い。この場合、批評家ではなく課題に対する自治体の知見を踏まえた現実的なソリューションを提供するという意識付けや TOR の設定が必要となる。
- 近年日本の自治体では職員の減少や委託化に伴い直營業務の経験が減少している。自治体へ専門家を依頼する際には、期待する業務が直営で実施しているか、いつまで実施していたか、経験した職員が残っているかということも考慮する。また、直營業務ではなかった場合には、監督業務をどのように行っていて、それが当該途上国に活かせるかということを確認する。

(6) 研修の投入の計画

- プロジェクトの初期段階で先方実施機関の幹部を対象とした本邦研修を行うことは、あるべき水道事業の姿に対する理解を深め、日本の技術力に対する信頼を得ることにより、プロジェクトに対する協力姿勢を高める効果が期待される。また、自国と類似した条件の途上国において先進的な取組を行っている事例や、日本の状況と自国の状況の間に位置するような状態（自国よりは少し進んでいる状態）の国における取組などについて学ぶための第三国研修も有効である。
- プロジェクトとは関係がない幹部の縁故者が研修員に入る、定年が近いベテラン職員

が含まれる、などといった事態が起こりがちであるため、それを避けるために研修員の選定クライテリアを詳細計画策定調査の段階で予め合意しておき、実施段階ではカウンターパートや、その中のリーダー格など、研修の成果を活用できる立場にある人を選ぶ工夫を行う。

(7) 機材の投入の計画

- 表 3.3 の無収水対策の 4 段階の対応レベルに応じて、必要と考えられる機材のリストを表 3.5 に示す。
- 漏水探知機の中には、相関式漏水探知機のように高額のものもある。また、技術協力プロジェクトでの指導のために少数の機材は調達するが、全域に普及展開しようと思うと機材が大幅に不足し、研修で人材を育成しても機材がないために習ったことを活用できないという問題も良くみられる。機材の選定にあたっては、数量を確保して普及展開させることが可能かどうか、それともデモンストレーションと現地適用可能性の検証を主目的とするのか、など機材の位置づけを考えて調達数量や調達時期を決める必要がある。基本的な機材として普及させるべきものは多数調達するか、一部を JICA 調達、残りを先方負担での調達とすることがある。高価な機材の調達については、資金協力を連携することも考えられる。
- 機材の種類によっては、電波を発する相関式漏水探知機において周波数の使用許可の取得に時間がかかった、輸入のための形式承認の取得に時間がかかった、メータに盗難防止用のチェーンを取り付けることが国内の制度で義務付けられており日本のメーカーがそのための特別な対応をする必要があった、など現地の法制度との関係で調達や通関に時間を要することがあるので注意が必要である。
- テレメータシステムや SCADA のようなシステムを調達する場合には、個々の機器類をつなげて信号をやりとりし、システムとして機能を発揮する必要がある、調達の難易度が極めて高い。金額も高額であることから、これらのシステムを技術協力プロジェクトの中で調達することは推奨しない。極めて必要性が高く、どうしても調達を行いたいという場合には、機器類の調達だけでなく、その設置や稼働試験なども業務内容に含めて、正常に稼働することを確認した上で引き渡しを受けるターンキー方式で発注する必要がある。

(8) 実施体制の計画

- 無収水対策は多くの部署にまたがる業務であり、責任の所在や推進力が曖昧になる傾向がある。無収水対策全体を統括し、関連部署の統率や調整を行い、計画やモニタリングを司る責任部署を定めるべきである。新たに専属の部署を設けても、既存の部署の中に設けることでもよいが、責任者を明確にすることが重要である。
- トップや幹部のコミットメントが重要であり、実施体制においてもプロジェクトダイレクターなどとして、意思決定を行う立場にある上層部を巻き込むべきである。漏水対策は現場の配水管理や管路の維持管理を行っている部署、メータ関連は料金請求・徴収を行っている営業所などと担当が分かれるため、それらの部署よりも上位にある幹部がリーダーシップを発揮することが重要である。
- 無収水対策をほとんど実施していない水道事業体に対して本格的な対策を導入することは、現場のエンジニアやワーカーに新たな業務負荷を追加することになる。負担感を和らげるために、従来からのルーチンワークとは切り離し、目的意識を明確にして、無収水対策に専念するための専従ユニットを設置することも考えられる。
- プロジェクトの実施のためだけに形成した組織は、プロジェクト終了後に持続せず、それに伴って無収水対策も継続しなくなる傾向がある。無収水対策を推進する責任部署や、関連部署との連絡調整の体制を、正式な組織として承認し、持続させることができるようにするための活動を盛り込むべきである。

(9) 先方負担事項の計画

- 既往案件で設定されている先方負担事項は、①カウンターパートの配置、②必要なデータ、情報の提供、③プロジェクトの実施体制のセットアップ（「無収水対策マネジメントチーム」、「無収水対策アクションチーム」などと呼んでいる例が多い）、④活動に必要な予算（カウンターパートの残業手当、旅費・日当など）などである。
- カウンターパートの配置については、十分な数が配置されない、人事異動で代わってしまう、通常業務で多忙でプロジェクトの活動に時間が割けない等の問題が頻発している。詳細計画策定調査でこれらの問題について先方実施機関と話し合う必要がある。先方実施機関による職員の採用を待ってプロジェクトを開始した例や、異動の影響を排除するために固定メンバーを選定して「コアチーム」を形成した例もある。カウンターパートの配置は、プロジェクト開始前にリストを JICA に提出するよう求め、それを専門家派遣手続き開始の条件にするなどの対応が必要である。
- 水理的分離に必要なバルブ、管材等の提供を先方負担事項とした例があるが、先方による予算措置や準備が遅れて、プロジェクトに影響を及ぼした例が少なくない。遅れが生じた時の代替案（プロジェクトの予算に切り替えて調達を行うなど）とその発動時期について予め計画しておくべきである。

(10) プロジェクト期間の計画

- これまでの無収水対策の技術協力プロジェクトでクリティカルパスとなり、しばしばプロジェクト延長の原因となってきたのは、パイロット活動に必要な資機材の調達と、パイロット地区の水理的分離であった。資機材の調達と水理的分離を計画する時には十分な注意が必要であり、プロジェクト期間も長めに取る必要がある。

(11) その他

- 夜間最小流量法を用いた漏水量の計測や地下漏水の探知は夜間作業となるため、治安に十分な注意が必要である。治安の悪い都市においては、夜間作業をせずに実施可能な対策から考える必要がある。
- ドナー連携は積極的に推進すべきであるが、他ドナーの活動が計画どおりに進捗しないことも多いため、他ドナーのプロジェクトが JICA のプロジェクトに致命的に大きく影響するような計画は避け、他ドナーのプロジェクトの進捗が遅れたり中止になったりした場合に対処できる代替案を用意しておくことが大切である。

表 3.5 無収水対策対応レベル別 必要な機材について

項目	啓発段階 (Level 1)	初期対策段階 (Level 2)	本格対策段階 (Level 3)	高度対策段階 (Level 4)
概要	無収水対策が全く行われておらず、現状の問題把握や幹部のコミットメントの確認が必要な段階。	地上漏水対策や見かけ損失対策など、比較的費用対効果が高く、技術的にも取り組みやすい対策から着手できる段階。	地下漏水探知に着手したり、ブロック化によってより精緻な対策に踏み込んだりする段階。	無収水対策は一通り実施されており、管材の強靱化、DMA化、地下漏水探知のさらなる徹底など、東京都水道局が最終段階で取り組んだような対策を用いる段階。
【技プロ実施のための必要機材】				
水理的分離に必要な機材	この段階では不要であるが、啓発のためのデモンストレーションを行う場合には、小区画を区切り、流量計やバルブを入れて対策効果の計測ができるようにすることも可。	必須ではないが、各種対策の費用対効果の確認のためにパイロット地区を設定する場合には、流量計やバルブが必要。	必須ではないが、各種対策の費用対効果の確認のためにパイロット地区を設定し、流量計やバルブを入れているケースが多い。	DMA構築のデモンストレーションや効果の検証等のために、流量計やバルブが必要。
無収水量のベースライン把握やモニタリングに必要な機材	浄水場や配水池の出口にバルクメータを設置する。	浄水場や配水池の出口にバルクメータを設置する。 パイロット地区を設置する場合には各戸メータも設置する。	バルクメータ、各戸メータとも概ね設置済みのケースが多いと思われるが、必要に応じて更新、設置。	バルクメータ、各戸メータとも設置されて機能しているケースが多いと思われる
漏水調査用機材	この段階では地下漏水対策よりも優先的に取り組むべき課題が多いため、不要。	この段階では必ずしも必要ではないが、地表漏水が少なく地下漏水対策に移行する際には必要。 (漏水調査用機材の詳細は第2章に記載)	地下漏水対策を本格的に進めるために、必要性が高い。 (漏水調査用機材の詳細は第2章に記載)	地下漏水対策を本格的に進めるために、必要性が高い。 (漏水調査用機材の詳細は第2章に記載)
漏水修理や管工事に必要な資機材	地表漏水の迅速かつ的確な修理に必要な資機材の導入。	地表漏水の迅速かつ的確な修理や、管工事の技術向上に必要な資機材の導入。	既に整備されているケースが多いと思われるが、必要に応じてより良い資機材を導入。	既に整備されているケースが多いと思われるが、原則不要。
見かけ損失対策に必要な資機材	顧客台帳整備用のPC等	メータテストベンチ、顧客台帳整備用のPC等	既に整備されているケースが多いと思われるが、必要に応じてより良い資機材を導入。	既に整備されているケースが多いと思われるが、原則不要。
研修の実施に必要な資機材	プロジェクター、パソコン等の基本的な資機材	プロジェクター、パソコン等の基本的な資機材。 管接合技術や地下漏水対策の研修を効率的に行うためには、研修ヤードの整備も考えられる。	プロジェクター、パソコン等の基本的な資機材。 管接合技術や地下漏水対策の研修を効率的に行うためには、研修ヤードの整備も考えられる。	既に整備されているケースが多いと思われるが、原則不要。
その他	管路図を整備するためのGIS等	管路図を整備するためのGIS等	SCADAを要望されることがあると思われるが、高額で調達の高難易度のため、技プロで調達が可能かどうかは慎重な検討が必要。	SCADAを要望されることがあると思われるが、このレベルになると包括的な整備が必要で高額となるため、技プロでの調達は不可能。

注：上記の記載はあくまで目安であり、厳密に段階によって分けられるものではない。対象の水道事業体の状況、想定されるプロジェクトの活動内容等に応じて、この表に囚われず適切な資機材を選択する必要がある。

3.3 資金協力プロジェクト形成時の留意点

3.3.1 協力準備調査の内容確定まで

資金協力プロジェクトで行われる無収水対策事業として下記が考えられる。通常、この3つだけでなく他の内容（管の新設、浄水場、ポンプ場のリハビリなど）も含んだ上水道事業を対象として協力準備調査が実施されるケースが多い。

(1) 管の更新と配水管網の再構築

管更新の実施は、漏水の修復だけでは漏水と復元のいたちごっこになってしまい持続的な漏水の削減が見込めないような老朽管の更新を行うことができ、漏水の削減には効果的である。漏水改善だけでなく、将来を見据えた管網システムの再構築を行うことが望ましい。

水源開発、浄水場の整備等によって給水量が増加し、水圧も高くなる場合、既存の古い管網が残っていると既存管が水圧に耐えきれずに破裂したり、漏水が増加したりすることがある。また、資金協力の事後評価では、浄水場等の基幹施設が整備されたのに管網への対応が不十分で、無収水率が高いままであったり、配水が不平等であったり、時間給水が解消されていなかったりといった問題が過去に何度も指摘されている。これらの教訓を踏まえた案件の形成が重要であり、この点も考慮し、管更新や配水管網の再構築を提案する必要がある。

(2) メータ設置・更新事業

バルクメータ、顧客メータ設置・更新は、無収水率の計測による「見える化」やモニタリング、見かけ損失の削減、無駄な水使用の防止、適切な水道料金の請求・徴収等のために必要不可欠なものであり、本来継続的に行う作業である。いずれのメータも精度管理を継続的に行う必要があり、顧客メータは故障時や一定年数毎（日本の場合は計量法の規定により8年毎）の更新も必要である。そのため、資金協力プロジェクトで短期的に必要な数を推定しプロジェクトで調達することは、効果的ではあるが、それだけでは不十分であり、上述のような維持管理活動が適切に行っていない場合には、技術支援、技術協力と組み合わせることを検討する必要がある。

(3) SCADA の導入

SCADA は、無収水管理や配水管理を含む、水道事業全体の維持管理能力の向上を目指すものである。無収水の削減だけが目的ではないが、配水ブロックや DMA などの区画単位で流量や水圧をモニタリングすることができ、区画毎の無収水率や漏水率を推計できるようになることから、優先的に対策に取り組むべき区画や優先的な対策を推定できるようになるため、無収水対策としての効果がある。なお、本来 SCADA は遠隔監視と遠隔制御の双方を含むシステムであるが、遠隔制御には高価な電動バルブが必要となるため、途上国での導入例は多くはない。無収水対策として活用する場合には、遠隔監視システム（テレメータシステム）のみで十分である。

(4) その他

浄水場がない、あるいは浄水処理が不十分などの理由によって濁度の高い水が給水されていると、メータの故障が多くなる。浄水場が整備され、水質（特に濁度）が改善されると、メータの故障が減少する可能性があるため、浄水場の整備も無収水対策となることがある。

3.3.2 協力準備調査での留意事項

(1) 管の更新と配水管網の再構築

【基礎情報の取得】

更新対象となる管路の材質、布設年度等の基本的情報」「正確な管路情報(GIS、マッピング)」

「漏水履歴」などの情報は重要であり、準備調査においてはこれらの情報の取得をするための調査を十分に行う必要がある。

【管材についての留意点：配水管】

管材の選定についての考慮は重要である。日本では配水本管までダクタイル鋳鉄管を用いていることが多いが、途上国ではポリエチレン管の使用が多い。ダクタイル鋳鉄管は高価ではあるものの、耐用年数が長く、専用の穿孔工具がないと盗水もできない、継手が工夫されており継手からの漏水や離脱が起りにくい、という利点がある一方、ポリエチレン管は簡単に穴を開けて盗水することができてしまう、耐用年数もダクタイル管よりは短い、適切な電気融着の施工を行えば接続箇所からの漏水が防げるものの、接続工事が不適切だと漏水が起りやすい、などの課題がある。

【管材についての留意点：給水管】

途上国では鋳鉄管や塩ビ管を用いていることが多いが、ポリエチレン管が普及しつつある。ポリエチレン管は可撓性があり、接手を減らすことができ、施工性がよく、電気融着を適切に行えば漏水も減らせるという優位性がある。

【給水管接続についての留意点】

給水管接続にも注意が必要である。事業費の制約があったり、工事数量が多く工事監理に手間がかかるため、給水管接続を先方負担とする事例は多いが、これは先方が適切に履行しないと給水人口が増加しないという問題が度々発生しているのみならず、給水管接続工事の施工品質、材料品質、メータ品質が良くない場合に、漏水の元凶となったり、見かけ損失の原因となることがある。適切な品質の給水設備資材の調達を無償資金協力のコンポーネントに含めたり、日本側の施工範囲に含めたり、ソフトコンポーネントにおいて給水管接続工事の施工監理を指導したりするという工夫を行うことは有効である。

【水圧管理の考慮】

管更新の機会に、管網システム全体の更新や再構築を行う事例は多く、無収水対策の観点からは水圧管理を考慮した更新は特に有効といえる。

途上国では水圧が低すぎるのが一般的だが、起伏のある地形の場合は、高地部での水圧が低く低地部での水圧が高くなっている場合がある。高水圧による漏水が多発している都市においては、単に管路を更新するだけでなく、適切な水圧管理ができるような管路の構成にすること、標高に応じた配水区を設定すること、減圧槽や減圧弁を用いて高水圧を防ぐことなども、資金協力プロジェクトの重要である。

【ブロック化、DMA 化についての留意点】

DMA の構築は無収水率削減のために有効な手段であるが、その構築のために多大な時間やコストを要するため、費用対効果の観点から、他の施策の優先度の方が高くなる場合もある。また、管路図が未整備であったり不正確であったりする、不明管が多いなどの事情で DMA 構築のための水理的分離自体が困難な場合もある。

配水ブロック化は、配水区域内を分割するという点で DMA と似ているが、目的が配水管理であることや、そのためにブロックの大きさに自由度のある点が大きな違いである。地盤高や給水人口を考慮し、給水圧を一定の範囲に収めるとともに、ブロック内の給水人口を一定範囲内に収めて、事故時等に各ブロック間で連絡しバックアップを可能にするようなシステムの構築を検討する。

(2) メータ設置・更新事業

顧客メータは料金収入の基となる重要なものであり、有収水量を把握するために欠かせない機器（施設）である。また、有収水量を正確に把握するためには、メータ検針率の向上、メータ精度の確認、故障メータの交換等が必要である。ただし、メータの設置に当たっては、設置する適切な環境かどうか、また設置するメータ自体が適切かという視点が必要となる。不適切なメータ設置を行うとメータ交換のサイクルが早くなり水道経営を圧迫することがある。

(3) SCADA 導入

SCADA システムは何のために何をどのように監視し制御するかを見極めることが重要である。SCADA を導入する場合に考えられるケースを以下に記述する。

- ・ 水道システム全体の水量を常時把握し、配水池での漏水を把握するため、浄水場出口流量、配水池流入・流出量の監視を行う。そのため各計測地点への電磁／超音波流量計の設置及びデータ転送機器の設置を行う。また、配水池のオーバーフロー対策のための水位監視装置／流入量制御装置の設置がある。
- ・ 一定の地域（配水ブロック、または DMA）の流入・流出量を把握するため、地域の水理的分離を行う仕切弁の設置及び各流入・流出点への流量計、データ転送機器の設置を行う。
- ・ 無収水対策のみを考慮する場合、遠方監視システムは重要であるが、遠隔制御は必ずしも重要ではない。遠隔制御は電動バルブやアクチュエータが必要となり、高価かつメンテナンスも難しくなる。途上国で遠隔制御まで必要となるケースは少ない。
- ・ SCADA は単に監視や制御を行うためのシステムであり手段に過ぎず、システムを用いて施設整備やオペレーションを改善しなければ事態は改善しない。そもそも施設能力が不十分で水道サービス体制が劣悪である場合には、SCADA を入れてもデータが活用できず、改善にもつながらないケースもある。施設整備や実施機関の能力が不十分と判断される場合には、施設整備や技術協力も検討する必要がある。

SCADA 導入には初期投資はもちろんのこと維持管理にも多額の費用が必要となってくる。したがって、データ送信や給電状況の確認、既存設備との親和性の確認、必要な予算の確保の確認が必要となる。SCADA 導入事例からは、以下のような留意点が抽出される。

- ・ SCADA に関連する機器（流量計、圧力計、水位計、バルブ等）はすべて電気式でなければならない。よって、従来使用されてきた手動式あるいは機械式の機器は、すべて電気式の機器に交換する必要がある。場合によってはこのために大きな費用が発生することを先方にも認識してもらう必要がある。センサーの設置個所も追加・拡張が可能であるため、JICA の支援においては設置数を限定する、計測する項目を水量・水圧に限定する等、対象水道事業体のレベルにあったシステムを提案する。
- ・ 継続使用できるよう最低限の保守点検ができる事業者であるか確認し、能力が不足している場合は、保守点検契約を業者と委託するための予算確保についても理解してもらう必要がある。

4. 無収水案件の実施段階における留意点

4.1 プログラム実施管理の留意点

協力プログラム期間中の内部・外部条件の変化にあわせてプログラムの内容を定期的（半年に1回程度など）に見直すことや、プログラムの目的、目標に向けて改善が進んでいるかを確認することがポイントとなる。その上で、本要約の第3章に記載したプログラムのパターンを参考に、次の協力の展開を検討する。水道の場合は施設整備と能力強化を両輪として改善していく必要があり、技術協力、資金協力それぞれの投入のタイミングと内容は、注意を払うべき事項である。

また、第3章で述べた無収水対策の段階（レベル）を上げていく、制度化や定着を図る、パイロット地区から全域へ、あるいはパイロット事業体から他の水道事業体へなどのスケールアップを図る等、大きな方向性を決めることもプログラムのモニタリングにおいては重要である。

4.2 技術協力プロジェクト実施管理の留意点

4.2.1 全般的な留意事項

技術協力プロジェクトでは、活動を進めるに従って新たなことが判明する、当初想定したように進まない、相手のキャパシティが想定と異なる、等の事態に直面することがよくある。特に無収水対策は水道事業の幅広い範囲に関わるため、詳細計画策定調査で調べ尽くすことは困難である。現場の状況に合わせながら、柔軟に活動内容、投入、スケジュール等を見直す必要がある。

また、無収水の削減自体はプロジェクトのアウトカムとして重要であるが、そのようなパフォーマンスの向上が発現する前に、実施機関のキャパシティの向上が必要である。キャパシティの向上がないままに、専門家チームが直接手を出して無収水率を下げていても効果は持続せず、周囲に波及もしない。無収水率の数値だけでなく、実施機関の組織能力や人材の能力、法制度や規制監督の能力の向上が重要である。

4.2.2 実施体制の構築

技術協力プロジェクトでは、プロジェクト開始後にプロジェクトの目的や成果に合わせて、最新の情報を詳しく収集することが必要であり、ベースライン調査やキャパシティ・アセスメントと呼ばれる現状把握を行う。ここでのポイントは、①詳細な問題分析を行うこと、②法制度・規制監督、組織、人材の3層のキャパシティの現状を把握すること、③プロジェクト期間中に何をどこまで向上させるのか、プロジェクトの活動の内容、技術協力の中で行う研修や指導の内容（項目）をイメージしながら、それらの現状のレベル（ベースライン）を確認すること、④水道事業体のパフォーマンスの現状（ベースライン）を確認すること、である。

4.2.3 プロジェクト活動内容の詳細な計画の策定

ベースライン調査やキャパシティ・アセスメントの結果を踏まえて、プロジェクトの活動内容、指導項目、目標レベル、投入などを詳細に計画する。無収水対策として考えられる具体的な活動については、現地状況をよく見極め、実施機関ともよく調整する必要がある。

① PDM 改定

- 詳細計画策定調査の段階で作成されている PDM を必要に応じ改訂する。
- PDM の指標では「xyz が向上する」などの曖昧な指標が設定されていることがあるが、「xyz が向上する」とは何ができるようになることなのか、そのためには何を理解し、どのような行動がとれるようにするべきなのか、達成すべき水準を具体化する。
- 指標値が未定の場合は、いつまでにどのような調査や情報に基づいて決定するのか明

確にしておく。

②キャパシティ・ディベロップメント計画

- キャパシティ・アセスメントの結果に基づいて、キャパシティ・ディベロップメント計画を策定する。プロジェクトの研修や OJT を通じて、何を習得し、何ができるようになるべきかリストアップし、現状と目標レベルを明らかにする。
- 対象が幹部層・管理職なのか、技術者（エンジニア）なのか、現場の作業員（ワーカー）なのか、外注先の民間企業（管工事業者など）なのか等、対象を明確に意識する。
- キャパシティ・ディベロップメント計画策定後には、そのモニタリング方法を定める。

4.2.4 モチベーション向上策

無収水プロジェクトの成果の持続、拡大には、予算の確保と並んで、モチベーションの維持・向上が重要である。ここではモチベーションの維持、向上に関する留意点を記す。

(1) 効果指標や進捗指標の見える化、意識の共有

容易に努力の結果が理解できるよう指標(数値化)が示され、無収水率が減少していけば業務に携わる職員のモチベーションが保たれる。

- モチベーションの維持・向上には精神的な面の他、目に見える具体の事象による印象も大きく作用する。無収水対策であれば、数値として現れる事象があるのでそれらを活用する。
- 定めた指標の変化を多くの関係者が知るような機会を準備する。
- 漏水発生及び漏水修理現場で作業する職員、メータ検針職員等が、指標等に普段から触れることができ、本人も参加していると実感できるようにする。
- 水道事業体の幹部や職員のみならずそれら指標が一般公開され、顧客の理解を促すような見せ方や説明がなされているかも重要である。

(2) 競争意識の導入

指標の見える化ができると、競争意識に訴えて対策を促進することが考えられる。複数の水道事業体のパフォーマンスインディケータを収集、比較、公表することによって、競争意識を刺激するというベンチマーキングの手法がしばしば取られる。同一の水道事業体の中でも、営業所別や担当地域別の指標値を算出することができるようになれば、営業所間や部署間の競争意識が芽生え、自発的な工夫や取り組みを促す効果が得られることがある。

(3) 費用対効果の評価

無収水対策で実施した機材購入や工事等に費やした費用に比べて、それを上回る水道料金の増収の効果が出れば、財務面から見ても有効な手段であったと判断できる。また、漏水量把握に適切な用具の準備が無い場合、漏水修理を行う前にバケツとストップウォッチを用いて漏水量を測定し、給水原価をかけることで費用換算して、漏水修理の経済的效果を算定することも有効である。こうした費用対効果を定量的に示すことは、幹部層の理解を得るためにも、無収水対策に従事している職員のモチベーションを上げるためにも重要である。無収水対策の効果には、財務面のメリットに換算できる直接的な効果以外にも、配水管理が向上して給水時間や水圧などのサービスが改善される、漏水を削減することによって将来の水需要増加に対応した水源開発を先延ばしできる、顧客との信頼関係が改善されるなど、様々な開発効果が含まれる。

(4) 認知、表彰

無収水対策の取組は、地道で手間のかかるものが多く、夜間の漏水探知業務に象徴されるように目立たない活動も多い。よって、無収水対策の活動の成果は、積極的に幹部に PR し、その重要性を認知してもらい、成果に対する表彰を行ってもらうことが効果的である。

(5) トレーナー化

学ぶ側であったカウンターパートが教える側になることで、カウンターパートや組織のモチベーションが向上し、取組姿勢が熱心になることがあるため、トレーナーとしての認定制度の導入なども効果を期待できる。教えるためには自分が深く理解していないといけないため、トレーナーにすることによってより熱心に学ぶようになるという効果も期待できる。

(6) インセンティブ

金銭的インセンティブは、一時的なものであり継続性がない場合、逆効果になることがあり、モチベーション向上策としては良い方法とはされていない。しかし、無収水対策の場合は夜間作業や休日作業が発生することがあり、残業手当が支給されない、代休が取れないといった制約が、活動への参加意欲を低下させることがある。明確に制度化して持続性を担保した上で、残業手当を支給できるようにする、といった金銭的インセンティブの導入はあり得るであろう。

本邦研修の予定がある場合、選考には日頃の本人のパフォーマンスが影響すると伝えることも必要である。本邦研修参加者に選ばれる機会があるということが、インセンティブとなる。

4.2.5 パイロット地区設定による無収水対策

パイロット活動の目的は、無収水率を下げることでなく、給水区域全域で実施してできる限り少ない費用と時間で無収水率を下げるために必要な技術や方法を見出し、それが実施できるように訓練することである。パイロット活動を通じて、各対策に必要な費用や時間、効率的・効果的に実施するための留意点、対策を拡大・継続するために必要な組織体制などを明らかにして、無収水削減長期計画にフィードバックすることが重要である。

パイロットエリアは、専門家や水道事業体職員が安全に活動できる環境である必要がある。時間的ロス削減するためには、専門家が滞在・活動する場所から近いことが望ましい。また安全であることが重要である。盗難や思わぬ事故の発生確率が高いスラムや、暴力事件発生率が高い危険地域は避ける。狭く交通量多い道路は避けるなど、交通事故のリスクが抑えられる選定とする。野犬が多い地区も避ける。

夜間最小流量法、ステップテスト、地下漏水探知などの作業は、水使用量の少ない夜間に行う必要があるが、夜間作業は治安面や職員の協力などの条件が整わないとできない。逆に、条件が整わない場所においては、夜間作業に頼らない無収水対策の方法に優先的に取り組むべきである。例えば、時間給水の水道事業体では、水使用量の少ない夜間は断水していることが多い。そのような水道事業体を相手に地下漏水対策を指導することは意味がなく、他の対策を優先する。軍施設など、機密とされている施設が含まれていると、管路や顧客に関する情報が不足したり、活動中に不審人物として拘束されたりする場合があるので、注意が必要である。

4.2.6 漏水調査・修理

- 無収水率が高い水道事業体に対しては、地下漏水対策よりも地上漏水対策の方が、費用対効果が高い。水圧が低いと地下漏水の状態になっている漏水が、水圧を上げることによって地上漏水となって可視化されることもある。
- 漏水の多くは配水管から給水管を取り出す分岐箇所を中心とする給水管で生じている。給水管の漏水調査・修理を軽視すべきではない。
- 漏水調査・修理は対症療法であり、より根本的には管路施工技術の向上が重要である。そのためのワーカーや民間業者の技術力向上、構造や資機材に関する基準の整備、民間業者を対象とする資格制度の制定などを見落とさないように注意する必要がある。日本ではこれらの点は既に整備されているため、漏水の調査・修理に専念しているが、途上国では日本で前提となっている条件が整備されていないことに留意する。
- 漏水調査・修理を行っても、管路自体が老朽化している場合は1～2年で漏水が復元してしまう。老朽管路は更新することが抜本的な対策になる。

4.2.7 見掛け損失対策

(1) 水道メータ精度計測方法

① 精度検査方法

携帯型の機械式テストメータや精度の高い電磁メータなどで測定することが多い。

② 精度確認誤差

- 許容誤差は、新品メータの検定とは違い(新品では±2%が一般的)、既存メータは幅広く設定することがあり、±5, 7, 10%等で設定する。どの範囲にするかは水道事業者が最終的に決めることが多いので情報収集に努める。
- あまり精度を上げると、多くのメータが許容範囲外となり交換数が増大する場合がある。誤差範囲をどこまでとするか、交換が必要となった場合の費用分担についても C/P 機関と協議の上決定する手順となっているか注意する。

(2) 非認定水量対策

配水管に無許可接続している場合は、罰則を設けたり、正規に顧客として認め、料金を確実に徴収するための方策を検討したりする。消火栓の無断使用や管路の継手部からの漏水を使用している場合は、水道を接続する資金がない、水道料金を払えないなど貧困がもとで発生しているケースが多い。この場合、単に罰することでは解消しない。共同水栓の設置など行政側の努力と住民を巻き込み正しく水を使用する教育の実施が重要となる。

(3) 請求水量に誤りがある場合

原因の特定と対策を検討する。請求の誤りで無収水率が高い場合、費用が掛からず効果が発現する場合もある。発生要因としては、検針員のメータ読み違い、記録の書き違い、電子媒体への入力ミス、検針データを請求データとする段階での電子媒体入力ミスなどがある。

4.2.8 無収水削減長期計画の作成

(1) 対策の選定、財源確保及び上位計画

1) 持続性や普及展開の可能性のある対策の選定

- 無収水対策の必要性が高い水道事業者は、財政的に困難な場合が多い。無収水を削減すればリターンは大きく、投資は短期間で回収できるが、初期投資が行えない。その結果、長期計画を策定しても、実行に移せないというケースが見られる。経費のかかる DMA 構築にこだわらず、より多様な選択肢の中から、対象事業者のレベルに応じた現実的な無収水対策を選定し、持続可能であり、かつ一部の地域でのパイロット活動からより広い地域での普及展開につながるような長期計画を策定する必要がある。
- 無収水対策の知識・技術が適切に継承されるよう、組織・個人の能力向上のための研修などが組み込まれた計画にする必要がある。
- 分かりやすい報告書やマニュアル、SOP等の形式知を作成すると、他地域や他の水道事業者にも普及が進むと考えられる。ただし、水道事業者の施設の状況、経営の状況等によって優先的に取り組むべき対策や効率的な対策は異なるため、長期計画をそのまま他の水道事業者でもコピーすることはできない。対象の事業者の分析に基づき現地の事情に合った内容に修正する必要がある。
- 「普及展開計画」などの名称で、他の地域や他の事業者への普及を目的とした計画を策定しているプロジェクトもある。

2) 上位計画との整合性

- 管路更新など多額の経費を要する事業の予算確保には、他事業・計画と整合性が取れている必要がある。無収水対策を実施する意義が、上位計画における位置づけとともに適

切に説明できないと予算確保が難しくなる。

3) 財源の確保

- 実現可能性は多分に財源による。料金収入を基にした事業運営を目指すことが重要であるため、そのための事業目標を定めるべきである。
- 財源確保策として、管路更新やメータ調達などの施設投資が必要な場合は、上位機関及び関係機関・部署からの補助金、ドナーからの援助などを加味して考える。
- 必要な対策を積み上げると、非現実的な事業費に膨れ上がることが多い。対象事業体が支出可能と思われる予算規模や、過去のトレンドからみた利用可能な補助金や援助などの相場観を掴み、その範囲内で実施可能な対策から開始する計画とする。
- 予算要求プロセスや、予算承認権限を持つ責任者を特定し、無収水削減計画の意義、必要性、リターン、長期的な見通しなどを良く説明して、財源確保に向けて理解を得る。

4) 目標設定と実現可能性

- 水道分野だけが突出して大きく進展していくことはほとんどない。社会全体の発展に伴って水道分野も発展していくことが一般的である。目標がこうした社会背景を無視した実現不可能的な計画になっていないか注意が必要である。

(2) 承認プロセスの確認

計画の実効性を担保するには、高いレベルの意思決定者によって公式に承認され、組織内外に周知されることが必要である。下から上への段階的な意思決定、決裁のプロセスや、有力者への根回しなどの非公式なプロセスがある。これらの承認段階のプロセスや承認権限を持つ責任者を予め特定し、それに合わせた策定スケジュールの作成や作成途中での報告、連絡に留意する。

意思決定のメカニズムは、外形的な組織構造の中でピラミッド状の仕組みが出来上がっているとは限らず、実態は複雑であることが多い。カウンターパートとの対話を通じて実態を把握し、実際に権限を持つ人（複数の場合があることに注意）にアプローチする必要がある。

承認を得るには、水道事業体トップが無収水削減に強い意欲を持っていること、パイロット活動等を通じて費用対効果が大きいことが実証されていること、パイロット活動等を通じて得られた現場からの知見に裏打ちされた説得力のある計画となっていることが必要である。

(3) 実行の確保、支援

計画の実行を確保するため、プロジェクト中盤で計画を策定し、優先的に取り組むべき対策の実行まで支援を行ったプロジェクトもある。フェーズ1で計画を策定し、それを実行に移すための体制の整備（計画の承認、組織の確立、要員の配置等）を先方が実施することとし、その履行を条件として、計画の実行を支援するフェーズ2を開始するという考え方も可能である。

4.2.9 研修の実施

C/Pを対象とした研修は、研修効果を最大に発揮するよう参加者及び受入れ機関等を決定していく必要がある。また、単発の研修の実施では効果が持続しないため、研修実施のPDCAのプロセスを構築して定着させる、研修の受講を制度化する、研修講師・研修テキスト及び研修施設を整備する等を行い、研修の実施がプロジェクト終了後も継続するように配慮する必要がある。

4.2.10 機材の調達

(1) 購入手続き

- プロポーザルで提案された資機材が現地での使用環境に適するかどうか、ベースライン調査やキャパシティ・アセスメントの結果を踏まえて再検討し、その上で発注する。
- 調達手続きにおいて、実績のある信頼できる業者の中から選定されるよう注意する。

- 仕様書の作成、納期、輸送等に想定以上の長い時間がかかり、プロジェクトの活動に影響を与えたり、プロジェクト期間の延長を行う原因になったりするケースが頻発している。十分な時間を見込み、プロセスの進捗管理をしっかりと行うことが肝要である。プロジェクトの初期段階で必要になる資機材のみを少量に限定して先行して発注するなどの工夫もある。一般に JICA 調達とするよりもコンサルタント契約の中に入れて調達した方が早く調達できる。

(2) 供与機材の管理

- 機材の使い方やメンテナンス方法等を、使用する作業員や技術者が理解できる言語を用いて、写真や図なども用いつつ、分かりやすく示したマニュアル等を整備する必要がある。
- 供与機材については、プロジェクト期間中もプロジェクト終了後も、適切な環境で保管され、メンテナンスが行われ、紛失、盗難、故障を引き起こさないように注意する。
- 使用状況や機材状態を定期的に把握することが必要であり、そのためのチェックリスト等を準備することや、定期的な棚卸を行うことも有効である。
- 機材に不具合が生じた場合、誰が何時どのように対処していくのか明確にすることが必要である。管理責任者を定める、現地代理店などの連絡先を保管場所のキャビネ等に張り出してすぐに分かるようにしておく、などの工夫を行う。

4.2.11 プロジェクトの進捗管理

プロジェクトをスムーズに進めるためには、常に状況を把握し、必要な修正を加えながら実施していくことが求められる。JICA 本部の担当職員は密に専門家チームと連絡を取るとともに、最低年に 1 回は現地に行き、メールや書面だけでは分からない現地の状況を把握するべきである。

(1) 段階に応じた進捗管理のポイント

- 1) プロジェクト開始時
 - プロジェクトの目標、目指す成果等の再確認、関係者間の認識の共有
 - 先方実施体制の確立
 - 先方負担事項の履行状況の確認
- 2) プロジェクト初期段階
 - キャパシティ・アセスメント、解決すべき課題の再確認
 - アセスメント結果に基づく活動やキャパシティ・ディベロップメント計画の策定
 - 機材調達等の時間を要しプロジェクトの進捗に大きく影響する投入の早期着手
- 3) プロジェクト中間段階
 - 中間レビューの実施、プロジェクトの進捗状況と課題の把握
- 4) プロジェクト後半
 - プロジェクト目標や成果の達成に向けた進捗状況の把握
 - 持続可能性の確保、上位目標の達成を考慮した取り組みの促進
- 5) プロジェクト終了時
 - 終了時評価の実施、プロジェクト目標や成果の達成状況の確認
 - 終了時評価からプロジェクト終了まで（通常約半年間）に実施すべき活動の確認
 - 持続可能性の確保、上位目標の達成を考慮した取り組みの促進
 - プロジェクトの成果や教訓のナレッジとしての取りまとめ

(2) 柔軟な計画の変更

技術協力プロジェクトは、状況の変化に対応して、柔軟に計画を変更し、目指すべき開発

効果を達成する必要がある。PDM も契約も、状況の変化に応じて柔軟に見直すべきである。
変更を行う際には、その理由、経緯、変更内容、変更前後の比較などを記録に残し、終了時評価等の際に経緯を辿ることができるように配慮する。

(3) 合同調整委員会 (JCC)

- しかるべき責任者によるプロジェクトの意義や成果の認知、先方負担事項の履行など対応が必要な事項についての申し入れ、プロジェクトに対するサポートの引き出し、オーナーシップに基づく自助努力の引き出しなどのため、重要な働きかけの場である。
- 高位の責任者の出席を求め、メディアを呼んで広報の機会とすること、カウンターパート自身に進行や発表を任せることなど、どのような進め方をするか工夫する必要がある。これらは、カウンターパートのモチベーションを高めることにもつながる。
- 無収水対策は、無収水率の低減や、それによる経済効果など、数字によって成果を示しやすい。このような数字やグラフを用いることで、合同調整委員会の出席者にプロジェクトの有効性を印象付けることが可能となる。
- プロジェクトの進捗状況、課題、成果や目標の達成見込み、上位目標達成に向けて必要な事項など、俯瞰的なモニタリングを行う場として活用する。そのためには、PDM を意識し、活動の結果を羅列するのではなく、目標の再認識とその達成状況を議論する必要がある。

(4) 広報

- プロジェクトの広報は、現地の国民に対して日本の協力を周知するためにも、国内の納税者に対して ODA の成果や有効性を周知するためにも、重要な取り組みである。
- 無収水対策の場合は、市民に対して漏水の通報、盗水の通報、適切な料金の支払い、適切なメータの管理などの協力を依頼するためにも、広報は大きな役割を果たす。
さらに、広報を行うことで認知度が高まると、カウンターパートのモチベーションが向上し、上位機関や幹部からのサポートも得やすくなる。

4.3 資金協力プロジェクトの実施監理の留意点

資金協力プロジェクトに含まれ、無収水対策の効果を持つことが多いコンポーネントとして、①管路更新、②メータ設置・更新、③SCADA 導入の 3 項目を取り上げ、留意点を示す。

4.3.1 全般的留意事項

資金協力プロジェクトは、施設が有効に活用されて、パフォーマンスの向上やインパクトの発現に至るまでの完成後のフォローも重要である。完成後の運用は先方実施機関の責任範囲となるため、プロジェクト進行中に先方機関のフォロー体制を構築することが肝要となる。

資金協力プロジェクトは、入札不調や設計変更などにより、スケジュールやスコープが変わることが多い。他のプロジェクトと連携させて協力プログラムとして構想している場合、資金協力プロジェクトの変更が、他のプロジェクトに影響する。JICA 内でも多くの部署が関与して実施されるため、タイムリーに情報を共有する必要がある。

資金協力の施工品質が、施設完成後の事業運営や配水管理・漏水発生に影響するため、工事の品質管理や検査には注意が必要である。

4.3.2 管更新の場合

(1) 全体計画の確認

- 1) 設計の基本指針

水道施設の設計に当たっては、日本水道協会発行の「水道施設設計指針」が参考となる。ただし、設計指針はあくまで「指針」であり日本国内でも絶対的なものではない。また、途上国においては国、州および水道事業体により独自のガイドラインを持っていることもあり、その場合は日本の指針をそのまま適用するのではなく、相手国の指針と日本の指針の両方を参考にしながら、相手国の指針で不十分な部分は日本の指針で補うなどしつつ設計する必要がある。日本の指針を念頭におきつつ、現地状況を精査し、設計内容を検討することが必要となる。

2) 管網の再構築

管路を更新する際には、配水ブロックやDMAを設置し、水圧を適正な範囲に収めることができるよう、管網の再構築を併せて行うことが、無収水対策にとって有効である。

3) 管口径

資金協力事業が、広い面積を対象に管網を形成している場合には、給・配水量から求められる管径等が、適切な流量や水圧を確保し、適正に配水できるものであるか、受託コンサルタントが再度確認する必要がある。管網計算を行い、管径を決定することになるが、その際に使用する管種毎の「流速係数」(管内面の粗さに起因する水の流れやすさを数値化したもの)が、必要となる管径に大きく影響し、ひいては工事費に影響するため注意が必要である。適切な管径が選択されていないと、水圧が高くなり、漏水が増加することにもつながる。

(2) 資機材の確認

- 管種(ダクタイル管、鋼管、PVC や PE 等の樹脂系管)が、埋設環境、使用環境にふさわしく選定されている必要がある。
 - ◇ 埋設環境としては、土盛り、地下水位、道路上の車両状況、土壌種類、埋立地等の軟弱地盤、トンネル、他。
 - ◇ 使用環境としては、水量、水圧、他
 - ◇ アスベスト管は破損しやすく、健康に対する危惧もあるため絶対に使用しない。
- 土木工事機材は、メンテナンスされており、工事規模に適した機材となっているか、安全面でも留意すべきところである。
- 管接合機材は、管種・口径・接合種類に応じた適切な機材が用いられているか注意する。
- 埋戻材、舗装材、コンクリート材等の資材は、規格に合格したものか、当該水道事業体の認めたものか注意する。特に埋戻材は注意が必要であり、石が混ざった土を投入すると、管を傷つけ、漏水の原因となる。管の周囲は良質な土や砂で埋め戻す必要がある。
- 道路工事等において、水道管を重機で破損し、大きな漏水事故となることがある。それを避けるために、重要な管路については管の上 30～60cm 程度のところに埋設表示シートを敷く方法の採用について検討することも必要である。

(3) 工事施工

- 工事作業員・監督は、工事規模に合った技術・知識を身に着け、必要とされる資格を有している必要がある。
- 採用する管材及び付属品等は、検査を受けたものを使用することが仕様書に明記されている場合は、そのことを必ず確認する。耐圧性能を満たしていない、認証や検査を受けた適切な製品ではない場合に漏水発生の原因になる。
- 施工手順、施工使用機材はメーカー推奨のものをはじめ、品質を保てるものとなっているか注意する。特に管切断機は、管種に合ったものでないと事故の発生や管切断面の品質低下につながり、ひいては漏水の原因となるので注意する。
- 施工中に管内に土砂等が入らない・残らないことや清掃に留意する。
- 布設後、当該水道事業体の求める水圧試験を実施し、漏水が無いか確認する必要がある。

(4) データ管理

- 管工事の詳細図面、竣工図、弁類の位置などが、決められた形式で記録され、提出されることが重要である。途上国では管路図面が無いが、あっても不正確な場合が多い。このため、維持管理にも支障をきたし、無収水対策プロジェクトの一環として水理的に分離された区画を構築しようとしても、正確な管の位置が分からず、進捗に大きな遅れを生じさせる。これらの図面が、対象水道事業体できちんと整理され、いつでも必要な部分を取り出せるようにすることも重要である。GISがある場合には、工事のデータがGISに正確に反映されるようにする必要がある。また、工事を通じて既設管のデータに誤りが見つかった場合などには、GIS担当セクションにその情報が伝わり、GISデータが訂正されるようにする必要がある。

4.3.3 メータ設置・更新の場合

(1) 全般的留意事項

- 日本ではメータを設置して従量制で水道料金の請求が行われているが、途上国では定額制の水道事業体もある。従量制の水道料金の金額が定められているなど、制度として従量制の適用が可能となっていて、住民も従量制を許容する意識を持っている場合には、資金協力によってメータの設置や更新を一気に進めることは、従量制による適切な料金請求・徴収体制を構築する上で大きなインパクトを持つ。しかし、メータは設置すればよいというものではなく、メータを設置することがどのような効果をもたらすか、そもそもメータを設置すべきか否か、を出発点とすべきである。そのうえで、設置効果が見込めるならば、設置後の精度の低下を招かないように、設置条件の精査、定期的な更新、精度検査の実施、故障メータの早期発見と更新などの日常的な維持管理活動が定着することが重要である。そのような体制が整うように、資金協力の中にソフトコンポーネントを加えたり、技術協力によるフォローを行ったりすることが有効である。従量制が適用されておらず、住民にも定額制や無料での給水が当然という意識が定着している場合は、資金協力やソフトコンポーネントだけで従量制への転換を行うことは困難であり、意識啓発や制度環境の整備を技術協力で支援するなど十分な投入を行い、慎重に導入を進める必要がある。
- メータ制による料金請求に対する住民の理解を得ることも重要であり、意図的な破壊（バンダリズム）を防止し、検針しやすい位置にメータを設置し、料金の支払いに協力してもらるように広報を行う必要がある。

(2) データ管理

- メータ設置数や、メータのシリアル番号と設置した顧客のリスト、管工事詳細図面などが記録され、適切に提出・保管される必要がある。顧客台帳の整備、可能な場合GISなどに設置したメータの情報が適切に反映されるようにする。

4.3.4 SCADA 導入の場合

(1) 全般的留意事項

- SCADA システムは施工も含め費用が高額になる。よって、導入にあたっては、費用対効果及び導入後の運用手法・体制を十分に検討する必要がある。
- SCADA 等のモニタリングシステムは、取得したデータを解析し、運転・維持管理の改善に活用する能力が必要である。その部分をソフトコンポーネントや、後続の技術協力でフォローすることを検討する必要がある。
- 管路にセンサーを設置する必要があるが、管路情報が不正確であり、掘削後に管路の状態が想定と異なっているといたことが発生する。そのため、設計変更は不可避であり、柔軟性を持たせる必要がある。

(2) SCADA 設備

- SCADA で収集するデータは基本的に水量、水圧、水質（残留塩素の場合が多い）であるが、水質センサーは高価な場合が多く、設置費用の増加につながる。また、SCADA を通じて常時モニタリングを行う必要があるほどの高度な水質管理は行えておらず、定期的に末端の給水栓で残留塩素を測定すれば十分である水道事業者も多い。そのため、当初のデータ取込みは水量・水圧だけで十分な場合が多いので、収集するデータ種類が適切であるかを確認する。
- 機器類選定は、再度現状調査を行い、設計通りの設備仕様で問題がないか確認する。電源確保、停電発生状況、無線でのデータ転送等は周波数が使用可能か、電話回線を使用する場合はデータ転送に適するか、使用料はどうかなど、再チェックしてから最終決定する。データ収集頻度により、データ転送時のボリュームが大きく異なる。データ転送に電話回線等の外部施設を使用する際には、転送経費が高価となるため、データ収集頻度に注意する。電子機器は日進月歩で進化しており、データを携帯電話に送り緊急時対応に役立てることも可能である。どこまでの機能を持つ設備とするかは、慎重に検討する必要がある。
- 落雷の危険、停電時の対応なども考慮した設備となっているかに注意する。この際、日本の基準ではなく、当該国の状況に留意したものにする必要がある。
- 導入後の設備拡張も考慮し、ユニバーサルデザインを意識する必要がある。

(3) 工事施工

1) 工事施工者の技術レベル

管更新に同じ。

2) 機材納入と設置工事

機材納入業者と設置工事業者が異なると、問題が生じた場合、どこの担当か責任の所在が判明せず、その解決までに時間を相当の時間を要するため、納入と施工は同一業者が望ましい。

3) 品質管理

データが正確に採れているか、センサー、ロガー、送信、受信、収集、分析等の各工程で確認することや、データが欠損した場合の対策に注意する。C/P 機関が通常の業務として維持管理、データの収集・解析を行うためのマニュアル等を整備する必要がある。

4.4 プロジェクト終了後のフォローにおける留意点

事後評価では、プロジェクトによってもたらされた効果、導入した技術・手法の活用状況、事業の自立発展性、拡大展開等の波及効果（インパクト）などを中心に評価する。また、事後評価以外でも、機会を捉えてプロジェクトの成果の持続や波及に向けたモニタリングや働きかけを行うことが望ましい。最も危惧されることは、プロジェクト終了と共に、予算配分がなくなる、人的配置がなくなる、導入した資機材が使われなくなる等の状況が発生することである。そのような場合には、原因の究明と対策も必要である。以下に留意点を述べる。

- プロジェクトによる無収水対策事業がもたらした効果を、水道事業者の視点からだけ評価するのではなく、水利用者の目から見た水道サービスの改善という観点からも評価する。
- 可能な範囲でプロジェクト終了後の無収水率の推移、プログラムの目的に対応した PIs の変化、無収水対策の実施状況、プロジェクトの成果物の活用状況等についてヒアリング等を行い、評価が客観的に判断できるよう努める。
- 問題があり計画通り進んでいない場合、その原因は何かを徹底的に分析し、対応策として考えられる事項を導き出すことが重要である。
- プロジェクト終了後は先方実施機関において上位目標の達成を目指した活動を継続することが求められる。この点を繰り返し強調し、意識付けを行うことが望ましい。このため、長期計画や年度計画などでの目標と達成度を確認する必要がある。
- プロジェクト終了後の更なる発展を目指し、近隣国や近隣の水道事業者で類似のプロジェクト

トを先行して実施している場合には、先行プロジェクトへの視察を行う、複数の水道事業体を集めたフォーラムを開催して、その場で取り組み状況を発表してもらい、などの方法により、先行している水道事業体との関係を維持することで、当該水道事業体の評価に繋がる情報が得られる。これによって、自らの取組を発表する機会が与えられモチベーションが向上することや、発表しなければならないというプレッシャーによってプロジェクト終了後の取り組みを持続させることが期待できる。

- 顕著な成果が上がったプロジェクトについては、成果を中央政府、他ドナー等に周知したり、国際会議で発表したりすることで、関係者のモチベーションを向上させ、成果を維持・向上させなければならないという意識を持たせることが期待できる。

別添資料：無収水対策に関する国際的議論

(1) Performance-Based Contracts (PBC)

Performance-Based Contract (PBC)とは、契約時に発注者側・受注者側が対等な立場において契約内容の達成度の指標となる項目内容と数値基準を協議し、その達成度に応じて支払い金額が決定する契約形態である。IWA と世界銀行が中心となって取り組みを進めており、その教訓を共有する試みも行われている。

無収水対策における PBC では、見掛け損失水量と実損失水量の削減に関する指標（顧客メータ設置件数、水道料金収入増加率、未収金回収率、漏水修理箇所数、漏水率、24 時間給水の供給人数など）を定め、その各指標の達成度に応じて支払われる金額が決まる。よって契約者は、より多くの報酬を得る為に、目標値を達成しようと努力する。水道事業者は、民間セクターの専門的な技術力を最大限活用して無収水を削減することが期待出来る。

無収水対策全般を対象としている契約の他に、漏水の探知・修理のみを対象とする契約や、大口顧客のメータの精度管理のみを対象とする契約などがある。この点は重要で、無収水対策全般を対象とした契約は、契約の内容やパフォーマンスのモニタリングが複雑になりがちであり、契約の設計や監理の難易度が上がる。無収水対策の必要性が高いために PBC を活用した対策の実施を試みるものの、実際に PBC をうまく行おうとするとある程度のモニタリングができていないと契約監理もできない、というジレンマがある。これに対して、大口顧客のメータ精度管理というような無収水対策の一部分のみを取り出し、パフォーマンスのモニタリングが容易な形で契約をデザインするという事は、途上国の水道事業者において PBC を導入する際に、やりやすい入口であると考えられる。

(2) Intermittent Water Supply (間欠給水)の 24 時間給水化

間欠給水とは、給水時間が 1 日 24 時間に満たず、連続給水ではないことであり、時間給水とも言う。住民は給水されない時間があることに備えて、必要となる水量を地中タンクや屋外タンクに貯留することになる。

間欠給水の原因には、水源水量の不足、24 時間給水に移行すると特に水使用量が少なく管内の水圧が上昇する夜間に漏水量が増大する等、様々な要因が複雑に絡んでいる。

そのため、IWA は間欠給水の問題を扱う Specialist Group を設立して、その問題や対処方法に関する検討を行っており、世界銀行やアジア開発銀行などのドナーも、間欠給水を解消するためのプロジェクトに取り組んでいる。

間欠給水を解消し 24 時間給水に移行することは、顧客が水道サービスの品質向上をダイレクトに感じる事が出来ることにつながる。また、そのことによる料金徴収率の向上に繋がることも期待ができる。

24 時間給水化のプロジェクトでは、老朽管の更新や徹底した漏水修理による漏水の削減や、定額制料金からメータによる従量制料金への移行による無駄な水利用の防止など、無収水対策と同じ対策が行われる。無収水の削減を目的とした場合、水道事業者にとっての便益が注目されがちであり、モチベーションを維持することも難しいが、24 時間給水化を目的として掲げると、水道サービスの向上が直感的に理解されやすく、市民や政治家のサポートも得やすいと考えられる。また、目に見える分かりやすい効果を目指すことになるため、水道事業者内でもモチベーションが高まるという効果も期待できる。

(3) District Metered Areas (DMA)の構築

District Metered Areas もしくは District Metering Areas (DMA。メータ計量区画)とは、水道事業体が管理している給水範囲を小区画 (IWA は 500~3,000 接続を推奨) に水理的に分離し、区画の入り口に流量計を設置するなどして各区画内での無収水量を把握して、無収水量の多い区画から優先的に対策に取り組む手法である。

DMA の構築は、無収水対策メニューの中で一般的な対策の 1 つであり、USAID と世界銀行が共同で作成した「Manager's Non-Revenue Water Handbook for Africa」(2010) の中でも、Best Practice として掲載されており、DMA の構築基準と方法について記載されている。

DMA は、給水範囲の全てを小区域に水理的に分離することである。JICA の技術協力プロジェクトで実施されてきた「水理的に分離された小区域を 2~3 程度構築する」ようなパイロットプロジェクトも「DMA の構築」と呼ばれることがあるが、「パイロット区画」などと呼ぶべきであり、給水区域全体をメータで計量される小区画で細分化するという本来の意味の DMA とは異なるので注意が必要である。

(4) 無収水対策と SDGs の関連性

国際連合は 2016 年から 2030 年の間に達成すべき 17 の目標と 169 のターゲットを「Sustainable Development Goals : SDGs (持続可能な開発目標)」として掲げている。

無収水対策はこのうち以下の目標とターゲットに関連付けられる。

【目標 6】

すべての人に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する

【ターゲット 6.4】

2030 年までに、全セクターにおいて水利用の効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な取水及び供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる。

無収水のうち漏水の削減は、上記ターゲット 6.4 下線部の効率的な水利用に貢献する活動である。

【ターゲット 6.1】

2030 年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する。

無収水の削減を通じて水道事業体の経営を改善することは、水道事業体による給水サービスの拡大やサービス水準の向上に必要な原資を生み出すことにつながる。また、漏水を削減することは蛇口に届く水道水の水質の改善に寄与し、無収水の削減によって無駄を減らすことは水道料金を抑制することにもつながる。

参考資料

(1) プロジェクトリスト

参考表 1.1 無収水関連案件リスト (アジア)

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年(西暦) [※]
1	インド	ジャイプール上水道整備事業	円借款	2004-2013
2		ジャイプール無収水対策プロジェクト	有償勘定 技術支援	2013-2017
3		デリー上水道運営・維持管理能力強化プロジェクト	技プロ	2013-2018
4		デリー上水道改善事業	円借款	2012-2021
5		ゴア州無収水対策プロジェクト	有償勘定 技術支援	2011-2014
6		ゴア州上下水道整備事業	円借款	2007-2014
7		バンガロール上下水道事業	円借款	1996-2005
8		バンガロール上下水道整備事業 (II-1)	円借款	2005-2013
		バンガロール上下水道整備事業 (II-2)	円借款	2006-2013
9		アグラ上水道整備事業	円借款	2007-2014
		アグラ上水道整備事業 (II)	円借款	2014-2017
10	グワハティ上水道整備事業	円借款	2009-2017	
11	ケララ州上水道整備事業	円借款	1997-2010	
12	インドネシア	ジャカルタ上水道配水管網整備事業	円借款	1990-1997
13		南スラウェシ州マミナサタ広域都市圏上水道サービス改善プロジェクト	有償勘定 技術支援	2009-2012
14		インドネシア国水道公社人材育成強化プロジェクト	技プロ	2015-2018
15		ウジュンパンダン上水道整備事業	円借款	1993-2002
16		ジャカルタ上水道第2期計画	円借款	1985-1995
17		樹脂管に特化した漏水探索器を使用した無収水削減対策及び配水管網維持管理	普及・実証	2013-2015
18	カンボジア	シェムリアップ上水道整備計画	無償	2004-2006
19		水道事業人材育成プロジェクト	技プロ	2003-2006
		水道事業人材育成プロジェクト (フェーズ2)	技プロ	2007-2011
		水道事業人材育成プロジェクト (フェーズ3)	技プロ	2012-2017
20		シェムリアップ上水道拡張事業	円借款	2012-2018
21		地方州都における配水管改修及び拡張計画	無償	2011-2013
22		プノンペン市上水道整備計画調査	開発調査	1993
		プノンペン市上水道整備計画調査 (フェーズ2)	開発調査	2004-2006
23		プノンペン市上水道整備計画	無償	1993-1994
24	第2次プノンペン市上水道整備計画	無償	1997-1999	
25	シェムリアップ市における水道施設管理能力の向上事業	草の根技協	2013-2015	
26	スリランカ	コロンボ市無収水削減能力強化プロジェクト	技プロ	2009-2012
27		国家上下水道公社西部州南部地域事業運営能力向上プロジェクト	技プロ	2018-2021
28		パッケージ型無収水削減策の普及・実証事業	普及・実証	2015-2017
29		集団研修「上水道無収水量管理対策」フォローアップセミナー講師派遣	その他	2013-2014

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年(西暦) [※]
30		「水道管施工管理能力強化プロジェクト」(水道施設設計・施工管理能力強化プロジェクト)	草の根技協	2014-2017
31		マータラ上水道整備計画	無償	2003-2006
32		コロombo北部上水道事業	円借款	1996-2007
33		キャンディ上水道整備事業	円借款	2001-2008
34		東部州給水開発事業	円借款	2010-2013
35	タイ	バンコク上水道配水網改善事業	円借款	1993-2001
36		第7次バンコク上水道整備事業(I)	円借款	1999-2006
		第7次バンコク上水道整備事業(II)	円借款	2000-2013
		第8次バンコク上水道整備事業	円借款	2009-2014
37		地方水道公社(PWA)と連携した配水管維持管理事業調査(中小企業連携促進調査)	調査	2014
38	タジキスタン	ピアンジ県・ハマドニ県上下水道公社給水事業運営能力強化プロジェクト	技プロ	2017-2020
39	パキスタン	ファイサラバード上下水道・排水マスタープランプロジェクト	技プロ	2016-2019
40	バングラディッシュ	チッタゴン上下水道公社無収水削減推進プロジェクト	技プロ	2009-2014
41		チッタゴン上下水道公社組織改善・無収水削減推進プロジェクト	有償勘定技術支援	2014-2017
41		カルナフリ上水道整備事業	円借款	2006-2010
42		カルナフリ上水道整備事業(フェーズ2)	円借款	2013-2021
43	フィリピン	メトロセブ水道区水道事業運営・管理技術支援プロジェクト	技プロ	2012-2013
44		メトロセブ水道区上水供給改善計画	無償	2014-2016
45		地方都市水質改善計画	無償	2002-2005
46		地方都市水道整備事業フェーズ III、IV、V	円借款	1994-2005
47	ベトナム	中部地域都市上水道事業体能力開発プロジェクト	技プロ	2010-2013
48		ハノイにおける無収水削減技術研修・能力向上プロジェクト	草の根技協	2016-2019
49		ハイフォン市水道公社における配水管網管理の能力向上事業	草の根技協	2013-2016
50		横浜の民間技術によるベトナム国「安全な水」供給プロジェクト	草の根技協	2014-2016
51	マレーシア	マレーシアにおける無収水削減技術研修・能力向上プロジェクト	草の根技協	2014-2016
52	ミャンマー	ヤンゴン市開発委員会水道事業運営改善プロジェクト	技プロ	2015-2020
53		ヤンゴン市上水道施設緊急整備計画	無償	2013-2015
53		ヤンゴン都市圏上水整備事業	円借款	2014-2021
54		ヤンゴン都市圏上水整備事業(フェーズ2)(第一期)	円借款	2017-2026
55		マンダレー市上水道整備計画	無償	2015-2018
56	ラオス	水道事業体人材育成プロジェクト	技プロ	2003-2006
57		ビエンチャン市上水道施設拡張計画	無償	2006-2009
58		水道公社事業管理能力向上プロジェクト	技プロ	2012-2017

[※]終了していない事業に関しては終了予定年を記載している。(2018年12月時点) また、円借款事業については、Loan Agreement(L/A)に調印した年から貸付完了年まで、無償資金協力事業については、Grant Agreement(G/A)に調印した年から事業完了年を記載している。表2～表7も同様とする。

出典：プロ研チーム

参考表 1.2 無収水関連案件リスト（大洋州）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
59	サモア	沖縄連携によるサモア水道公社維持管理能力強化プロジェクト	技プロ	2014-2019
60		都市水道改善計画	無償	2014-2016
61		サモア水道事業運営（宮古島モデル）支援協力	草の根技協	2010-2012
62	ソロモン諸島	水道公社無収水対策プロジェクト	技プロ	2012-2016
63	パラオ	パラオ国上水道改善計画	無償	2015-2017
64	フィジー	ナンディ・ラウトカ地域上水道整備事業	円借款	1998-2004
65		ナンディ・ラウトカ地区水道事業に関する無収水の低減化支援事業	草の根技協	2014-2017

出典：プロ研チーム

参考表 1.3 無収水関連案件リスト（中東）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
66	エジプト	ギザ市ピラミッド北部地区上水道整備計画	無償	2003-2005
67		シャルキーヤ県北西部上水道整備計画	無償	2004-2007
68		シャルキーヤ県上下水道公社運営維持管理能力向上計画プロジェクト	技プロ	2006-2009
69		ナイルデルタ地域上下水道公社運営維持管理能力向上プロジェクト	技プロ	2011-2014
70	パレスチナ	ジェニン市水道事業実施能力強化プロジェクト	技プロ	2017-2020
71	ヨルダン	無収水対策能力向上プロジェクトフェーズ1	技プロ	2005-2008
70		無収水対策能力向上プロジェクトフェーズ2	技プロ	2009-2011
72		ザルカ地区上水道施設改善計画（Ⅰ期）	無償	2002-2004
73		ザルカ地区上水道施設改善計画（Ⅱ期）	無償	2003-2005
74		第2次ザルカ地区上水道施設改善計画	無償	2006-2010
75		ヨルダン渓谷北・中部給水網改善・拡張計画	無償	2005-2008
76		バルカ県送配水網改修・拡張計画	無償	2014-2017
77		南部地域給水改善計画	無償	2011-2013
78		上水道エネルギー効率改善計画	無償	2010-2013

出典：プロ研チーム

参考表 1.4 無収水関連案件リスト（アフリカ）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
79	ケニア	カプサバット上水道拡張計画	無償	2009-2011
80		無収水管理プロジェクト	技プロ	2010-2014
79		無収水削減能力向上プロジェクト	技プロ	2016-2021
81		メルー市給水計画（1/2期）	無償	2001-2003
82		メルー市給水計画（2/2期）	無償	2003-2004
83		大ナクル上水事業	円借款	1987-1994
84		ナロック給水拡張計画	無償	2013-2016
85		エンブ市及び周辺地域給水システム改善計画	無償	2010-2013
86		タンザニア	ザンジバル水公社経営基盤整備プロジェクトフェーズ1、フェーズ2	技プロ
87	ナイジェリア	連邦首都区無収水削減プロジェクト	技プロ	2014-2018
88	ルワンダ	キガリ無収水対策強化プロジェクト	技プロ	2016-2020

出典：プロ研チーム

参考表 1.5 無収水関連案件リスト（南米）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
89	エクアドル	イバラ市上水道整備計画	無償	2005-2008
90		ワキージャス市及びアレニージャス市上水道整備計画	無償	2006-2009
91	ブラジル	無収水管理プロジェクト	技プロ	2006-2010
92		サンパウロ州無収水対策事業	円借款	2012-2016
93	パラグアイ	アスンシオン上水道整備事業	円借款	1995-2002
94		パラグアイ配水網管理技術強化プロジェクト	技プロ	2011-2014
93	ペルー	リマ上下水道公社無収水管理能力強化プロジェクト	技プロ	2012-2015
95		リマ首都圏北部上下水道最適化事業（I）	円借款	2009-2013
96		リマ首都圏北部上下水道最適化事業（II）	円借款	2013-2018
97		リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業（I），（II）	円借款	2000-2012
98		リマカヤオ上下水道整備事業	円借款	1995-2006
99		地方都市上下水道整備事業	円借款	2000-2013

出典：プロ研チーム

参考表 1.6 無収水関連案件リスト（中米）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
100	エルサルバドル	上下水道公社事業運営能力強化プロジェクト	技プロ	2009-2011
101	グアテマラ	ケツアルテナンゴ市給水施設改善計画	無償	2004-2007
102	ニカラグア	マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト	技プロ	2017-2020
103	ホンジュラス	テグシガルパ緊急給水計画	無償	2007-2010
104		テグシガルパ市上水道復旧整備計画	無償	2000-2004
105		コマヤグア市給水システム改善・拡張計画	無償	2017-2020

出典：プロ研チーム

参考表 1.7 無収水関連案件リスト（欧州）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
106	モンテネグロ	ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画	無償	2010-2011
107	セルビア	ベオグラード市上水道施設整備計画	無償	2005-2008

出典：プロ研チーム

上記の他、下表に示す案件については「本文 4.5.2 資金協力による無収水関連案件の教訓」のため、補足的に事後評価報告書等を参照した。

参考表 1.8 無収水関連案件リスト（補足）

No.	国名	案件名	事業スキーム	実施年
1	モロッコ	上水道セクター整備事業	円借款	1995-2002
2	コスタリカ	中都市上水道整備事業	円借款	1993-2001
3	ジャマイカ	モンテゴベイ上水道事業	円借款	1988-1997

出典：プロ研チーム

(2) 機材リスト

1) 調査機材

a) 実損失（漏水）調査機材

漏水調査手法に対し、どのような機材を使用するかまとめる。以下に主な使用機材について記述する。

参考表 2.1 具体的な調査手法と使用機材（実損失調査）

調査手法別 使用機材一覧		工法名											
		地表漏水調査	マンホール調査	戸別音聴調査	弁栓音聴調査	路面音聴調査	漏水位置確認調査	相関式漏水調査	流量測定	水圧測定	管路探索調査	弁栓探知調査	トレーサ式漏水調査
機材名	流量計(ポータブル型・固定型)								○				
	水圧計(自記録式)									○			
	音聴棒			○	○		○						
	電子音聴棒			○	○								
	漏水探知器					○	○						
	相関式漏水探知器							○					
	ロガー型多点式漏水検出器							○					
	発電機、ハンマードリル、ボーリングバー						○						
	残塩測定機	○	○										
	金属管探知器										○		
	非金属管探知機										○		
	金属探知機											○	
	ガストレーサ												○

出典：プロ研チーム

b) 見掛け損失（コマーシャル・ロス）調査機材

見掛け損失対策としての調査機材を表 2.4.4 に示す。

参考表 2.2 具体的な調査手法と使用機材（見掛け損失調査）

調査手法別 使用機材一覧		工法名	
		盗水調査	メータ精度調査
	各漏水調査機器	○	
	テストメータ		○
	テストベンチ		○

出典：プロ研チーム



図 2.2 メータ精度調査のテストベンチ

2) JICA 案件で実績のある主な調達機材

過去の技プロでの調達機材には様々なものがあるため、5～10 案件程度の実績を有する機材について以下整理する。選定に際し絶対の正解はなく、目的や現地の状況に適合した機材を選択することが重要である。

参考表 2.3 主な調達機材

No.	名称	用途
1	流量計（ポータブル型・固定型）	配水管内を通過する流量を計測する機材である。機材の種類は、配水管の外側にセンサーを設置し計測するポータブル型（超音波式）と配水管内に機材を挿入し計測する固定型（電磁式、機械式）に大別される。前者は特別な施工を必要とせず、着脱が容易である。後者は施工が必要となるが前者に比較し精度が高い。
2	水圧計（自記録式）	水道管内の水にかかる圧力を計測する機材である。計測器の測定端子が圧力により押されるとゲージに押された分の圧力が表示される。
3	音聴棒	銅線の一端に振動板を取付けた電氣的増幅器のない一種の聴診器である。水道メータや給水管又は管路付属設備に金属棒の先端を直接接触させ、棒を伝わってくる音を振動板に共振させ、これを耳に当てて聴くことにより、付近の漏水有無を調査する。各種振動音の中から漏水音であるかどうかを判別するためには、ある程度の熟練を要する。
4	電子音聴棒	使用目的は通常の音聴棒と同じであるが、こちらは漏水の振動を電氣的に増幅させる機材である。小さい漏水の音でも増幅し聞こえるため、熟練していなくとも漏水の音を捕らえることができる。
5	漏水探知器	本体、ピックアップ、ヘッドフォン、リモコンユニットから構成され、地表面に置いたピックアップで漏水振動音を検出し、本体でその信号を電氣的に増幅し、ヘッドフォンでその音を聴き取るものである。地表面を移動して最も音が大きい地点を探し、正確な漏水箇所を探知する。
6	非金属管（樹脂管）漏水探知機	樹脂管の配管探索と漏水場所の探索が可能な電磁誘導式を採用した漏水探知機である。 電磁誘導式の探知機のため、水圧や周囲の騒音に左右されずに管路や漏水を探知可能となっている。
7	自動発見式漏水発見器（時間積分式漏水探知器）	漏水振動の継続的な音と雑音の一過性の音を時間積分率で識別し、周辺漏水の有無を判別する。
8	相関式漏水探知機	漏水の振動音を、漏水箇所をはさむ管路上の 2 カ所に設置した検出器（センサー）により捕捉し、これを相関器に転送してモニタ上に漏水位置をピーク波形として示すもの。
9	ロガー型多点式漏水検出器	多点式漏水探知機と同様に複数の検出器を管路付帯物に設置し、漏水による振動音を感知する機材である。多点式相関式漏水探知機との相違点は、相関機能の有無となる。
10	発電機 ハンマードリル ボーリングバー	発電機から電力供給を受けたハンマードリルにより穿孔した路面にボーリングバーを差し込み、深く穴を掘ることで、漏水探知機の付属設備の探査棒をピックアップに接続し、埋設されている管路に近い位置で漏水音を聞くことができる。
11	残留塩素測定機	地上に現れた水の残留塩素の有無を判定し、水道水（漏水）か否か確認する。この他、水温、電気伝導度、pH、トリハロメタン等を調べることにより水道水の判定ができる。
12	金属管探知器	埋設管路に高周波電流を流して、管路に誘導磁界を発生させる。この誘導磁界を受信機で受信することにより、管の位置を探知する機材である。一般に、探知条件のよい場合、発信器から 200m 程度までの探知が可能である。

No.	名称	用途
13	非金属管探知機	地中の非金属管を探知する機器である。電磁誘導式、音波式、振動式（打音式）がある。
14	金属探知機	電磁誘導を用い、地下に埋設された金属の有無を確認する機材である。バルブや消火栓の位置を確認するために用いる。
15	ガストレーサ	消火栓や散水栓にアタッチメントを取付け、そこから無毒ガスの希釈水を水道管路内に圧入する。漏水箇所からガス成分を含んだ水道水が地中に漏洩すると、ガス成分が水道水と分離して地中や舗装層内も透過して地表に上昇してくるので、地表面に高性能ガス分析器を置けば漏水箇所を探知することができる。
16	テストメータ	使用中の水道メータ（主に13～25mm）の性能をチェックするもので、計量水道メータ及び止水用ボールバルブより構成している。
17	パルス出力付き水道メータ	ビル・マンション・工場等にてメータから離れた場所での検針・監視を可能としたメータである。
18	超音波流量計用カーバッテリー	超音波流量計を使用する時に、常用電源の取れない場所ではカーバッテリーを使用する。 使用する流量計に併せて、適正な電圧のカーバッテリーを使用する。