

インドネシア国

インドネシア国  
TS リークチェッカーを活用した  
上水道の無収水削減技術案件化調査

業務完了報告書

平成 30 年 10 月  
(2018 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

東京水道サービス株式会社

|        |
|--------|
| 国内     |
| JR(先)  |
| 18-224 |

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

# 写真



TSリークチェッカーの水道メーターへの設置



TSリークチェッカー紹介の様子



検針員のTSリークチェッカー試用指導



水道公社職員との共同漏水探知作業



埋設水道管周辺の掘削作業



漏水状況



現場での水道公社職員との意見交換



水道公社幹部との協議

# 目次

写真  
目次  
図表リスト  
略語表  
要約  
はじめに

|  |    |
|--|----|
| <b>第1章 対象国・地域の開発課題</b> .....             | 1  |
| 1-1 対象国・地域の開発課題.....                     | 1  |
| 1-1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況.....              | 1  |
| 1-1-2 対象国の水道分野の開発課題.....                 | 2  |
| 1-1-3 対象地域の水道分野の開発課題.....                | 4  |
| 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....          | 8  |
| 1-2-1 中央政府による開発計画・政策.....                | 8  |
| 1-2-2 水道関連法制度.....                       | 9  |
| 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....          | 9  |
| 1-3-1 対インドネシア国別援助方針及び計画.....             | 9  |
| 1-3-2 JICA の水道分野における対インドネシア支援.....       | 10 |
| 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析..... | 11 |
| 1-4-1 水道インフラ整備に関する支援.....                | 11 |
| 1-4-2 NRW 削減対策に関する支援.....                | 11 |
| <b>第2章 提案企業、製品・技術</b> .....              | 13 |
| 2-1 提案企業の概要.....                         | 13 |
| 2-1-1 漏水対策に関する業界分析.....                  | 13 |
| 2-1-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....        | 13 |
| 2-2 提案製品・技術の概要.....                      | 14 |
| 2-2-1 提案企業の製品・技術の特長.....                 | 14 |
| 2-2-2 国内外の類似製品及び比較優位性.....               | 17 |
| 2-3 提案製品・技術の現地適合性.....                   | 17 |
| 2-3-1 現地適合性検証の目的.....                    | 17 |
| 2-3-2 製品・技術の現地適合性検証方法.....               | 18 |
| 2-3-3 パイロット調査実施箇所の選定.....                | 19 |
| 2-3-4 パイロット調査結果.....                     | 19 |
| 2-3-5 現地適合性の検討.....                      | 25 |
| 2-3-6 無収水対策案と効果予測.....                   | 34 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2-4 開発課題解決貢献可能性 .....                          | 37        |
| 2-4-1 インドネシアの漏水対策に関するニーズ .....                 | 37        |
| 2-4-2 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性 .....       | 38        |
| <b>第3章 ODA 案件化 .....</b>                       | <b>40</b> |
| 3-1 ODA 案件化概要 .....                            | 40        |
| 3-1-1 対象スキーム .....                             | 40        |
| 3-1-2 対象地域 .....                               | 40        |
| 3-1-3 事業期間 .....                               | 41        |
| 3-1-4 プロジェクト目標 .....                           | 41        |
| 3-1-5 プロジェクトデザインマトリックス .....                   | 42        |
| 3-2 ODA 案件化内容 .....                            | 42        |
| 3-2-1 活動(アクティビティ) .....                        | 42        |
| 3-2-2 インプット(投入) .....                          | 43        |
| 3-3 C/P 候補機関組織・協議状況 .....                      | 43        |
| 3-4 他 ODA 事業との連携可能性 .....                      | 45        |
| 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策 .....               | 45        |
| 3-6 環境社会配慮等 .....                              | 45        |
| 3-7 期待される開発効果 .....                            | 46        |
| <b>第4章 ビジネス展開計画 .....</b>                      | <b>47</b> |
| 4-1 ビジネス展開計画概要 .....                           | 47        |
| 4-2 市場分析 .....                                 | 47        |
| 4-2-1 対象国のビジネス環境の分析 .....                      | 47        |
| 4-2-2 他の PDAM ヒアリング調査結果 .....                  | 51        |
| 4-2-3 市場範囲及びニーズ量検討 .....                       | 55        |
| 4-3 バリューチェーン(非公開) .....                        | 55        |
| 4-4 進出形態とパートナー候補(非公開) .....                    | 55        |
| 4-5 収支計画と事業スケジュール(非公開) .....                   | 55        |
| 4-6 想定される課題・リスクと対応策(非公開) .....                 | 55        |
| 4-7 日本国内地元経済・地域活性化への貢献 .....                   | 56        |
| 4-7-1 現時点での日本国内の地元経済・地域活性化への貢献 .....           | 56        |
| 4-7-2 ODA 案件化及び海外展開で見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化 ..... | 56        |

## 添付資料

英文要約

## 図リスト

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 図 1-1  | 「イ」国水道分野開発目標(安全な水へのアクセス率) .....              | 2  |
| 図 1-2  | 「イ」国水道分野開発目標の達成に向けた施策と資金調達計画.....            | 3  |
| 図 1-3  | PDAM Kab. Bandung の管轄自治体.....                | 5  |
| 図 1-4  | PDAM Kab. Bandung の主な水道施設図 .....             | 6  |
| 図 1-5  | PDAM Kab. Bandung の接続数推移 .....               | 6  |
| 図 1-6  | PDAM Kab. Bandung の無収水率推移 .....              | 7  |
| 図 1-7  | 国家中期開発計画 2015-2019 における投資予算の財源 .....         | 8  |
| 図 2-1  | 漏水探査機器の例 .....                               | 14 |
| 図 2-2  | TS リークチェッカー .....                            | 15 |
| 図 2-3  | TS リークチェッカーの漏水検知範囲 .....                     | 15 |
| 図 2-4  | TS リークチェッカーの漏水検知の原理 .....                    | 16 |
| 図 2-5  | TS リークチェッカーの周辺騒音レベルの設定内容 .....               | 16 |
| 図 2-6  | TS リークチェッカーの計測パターンの設定イメージ .....              | 16 |
| 図 2-7  | ビジネスツールのイメージ .....                           | 17 |
| 図 2-8  | パイロット調査フロー .....                             | 18 |
| 図 2-9  | パイロット調査実施スケジュール .....                        | 18 |
| 図 2-10 | TS リークチェッカー作業の様子 .....                       | 20 |
| 図 2-11 | 音聴棒や漏水探知器による漏水位置特定作業の様子 .....                | 20 |
| 図 2-12 | 補修工事立会いの様子 .....                             | 20 |
| 図 2-13 | 漏水発見箇所 .....                                 | 21 |
| 図 2-14 | パイロット調査で発見・補修した漏水量の比較.....                   | 23 |
| 図 2-15 | 補修工事後の水量水圧の改善量 .....                         | 23 |
| 図 2-16 | 給水管接手部の漏水箇所 .....                            | 24 |
| 図 2-17 | 施工時の埋め戻し土中の突起物による破損が拡大した埋設管漏水孔 .....         | 24 |
| 図 2-18 | 止水せずに補修する作業の様子 .....                         | 25 |
| 図 2-19 | 第 1 回目パイロット調査での時間積分率 50% 以上箇所数 .....         | 25 |
| 図 2-20 | 第 2 回目パイロット調査での時間積分率 50% 以上箇所数 .....         | 25 |
| 図 2-21 | 第 1 回目パイロット調査での漏水可能性箇所の原因内訳 .....            | 26 |
| 図 2-22 | 第 1 回目パイロット調査での時間積分率 50% 以上箇所分布図 .....       | 27 |
| 図 2-23 | 実際の漏水箇所との比較 .....                            | 28 |
| 図 2-24 | 調査前後での Blok I の無収水率の推移.....                  | 29 |
| 図 2-25 | PDAM 独自の漏水箇所報告(DMA Blok I サンプル) .....        | 30 |
| 図 2-26 | PDAM 独自の漏水発見箇所分布報告(DMA Pilar Mas サンプル) ..... | 30 |
| 図 2-27 | 検針業務委託先会社による TS リークチェッカー試用の様子 .....          | 32 |
| 図 2-28 | ステップ・テストによる漏水可能性管路のイメージ .....                | 33 |
| 図 2-29 | TS リークチェッカーによる漏水可能性箇所のイメージ .....             | 33 |
| 図 2-30 | ステップ・テストと TS リークチェッカーとの結果比較図.....            | 34 |
| 図 2-31 | PDAM Kab. Bandung が採用している継手の一般構造 .....       | 35 |
| 図 2-32 | PE 管の変形を防ぐための金属製インコア .....                   | 36 |
| 図 2-33 | 金属製継手.....                                   | 36 |
| 図 2-34 | 漏水対策のステージごとの効果イメージ .....                     | 37 |
| 図 2-35 | 漏水対策のパッケージ技術が与える水道事業健全化への影響と要因 .....         | 38 |
| 図 3-1  | Banjaran 地区位置及び配管種別 .....                    | 41 |
| 図 3-2  | PDAM Kab. Bandung 総裁からのレター .....             | 44 |
| 図 4-1  | ビジネス展開の基本方針.....                             | 47 |

## 表リスト

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 表 1-1 | PDAM Kab. Bandung の水道サービス(2015 年)概要.....     | 5  |
| 表 1-2 | PDAM Kab. Bandung 内 3 自治体毎の水道サービス概要.....     | 5  |
| 表 1-3 | PDAM Kab. Bandung の DMA の NRW 率(2015 年)..... | 7  |
| 表 1-4 | 我が国の「イ」国に対する水道分野の ODA 実績.....                | 10 |
| 表 2-1 | 競合他社製品との比較表.....                             | 17 |
| 表 2-2 | パイロット調査対象候補 DMA.....                         | 19 |
| 表 2-3 | TS リークチェッカーを用いた漏水箇所特定結果.....                 | 21 |
| 表 2-4 | 第 1 回パイロット調査で発見した漏水発生箇所と漏水量.....             | 22 |
| 表 2-5 | 第 2 回パイロット調査で発見した漏水発生箇所と漏水量.....             | 22 |
| 表 2-6 | パイロット調査での一次スクリーニング効果.....                    | 25 |
| 表 2-7 | パイロット調査で検証した TS リークチェッカーの使用時設定.....          | 28 |
| 表 2-8 | PDAM 独自実施による TS リークチェッカーによる漏水調査結果.....       | 29 |
| 表 2-9 | PDAM 独自調査による TS リークチェッカー判定値整理サンプル.....       | 30 |
| 表 3-1 | Banjaran 地区の配管種別延長.....                      | 41 |
| 表 4-1 | 外資参入規制業種(本事業関係のみ)2016 年時点.....               | 48 |
| 表 4-2 | 訪問ヒアリング PDAM と基礎情報一覧.....                    | 52 |

## 略語表

|          |   |
|----------|---|
| ACP      | Asbestos Cement Pipe(石綿セメント管)   |
| ADB      | Asian Development Bank(アジア開発銀行)   |
| ASEAN    | Association of South-East Asian Nations(東南アジア諸国連合)  |
| AusAID   | Australia Agency for International Development(オーストラリア国際開発庁)                              |
| BOP      | Base of the (Economic) Pyramid / Bottom of the (Economic) Pyramid(低所得者層)                  |
| BPPSPAM  | Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum(水道システム開発庁)                  |
| BtoB     | Business to Business(企業同士の商取引)  |
| CAD      | Computer-aided Design(コンピューター支援設計)  |
| COE      | Center of Excellence(総合的研究教育拠点)   |
| CSR      | Corporate Social Responsibility(企業の社会的責任)   |
| DMA      | District Metered Area(水道メーターによる給配水管理区域)   |
| EUR      | Euro(ユーロ圏通貨単位)  |
| GDP      | Gross Domestic Product(国内総生産)   |
| GI       | Galvanized Iron(亜鉛めっき鉄)   |
| GIS      | Geographic Information System(地理情報システム)   |
| GIZ      | Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit(ドイツ国際協力公社)                       |
| HDPE     | High Density Polyethylene(高密度ポリエチレン)  |
| IDR      | Rupiah(インドネシア通貨ルピア)   |
| IWA      | International Water Association(国際水協会)  |
| JICA     | Japan International Cooperation Agency(国際協力機構)  |
| L/s      | Litter prt Second(リットル/秒)   |
| MP3EI    | Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia(インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン) |
| NGO      | Non Governmental Organization(非政府組織)  |
| NRW      | Non-revenue Water(無収水)  |
| ODA      | Official Development Assistance(政府開発援助)   |
| OECD     | Organization for Economic Co-operation and Development(経済協力開発機構)                          |
| PBC      | Performance-Based Contract(成功報酬型契約)   |
| PDAM     | Perusahaan Daerah Air Minum(水道公社)   |
| PERPAMSI | Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia(インドネシア水道協会)                              |
| PPP      | Public-Private Partnership(公民連携)  |
| PR       | Public Relations(広報)  |
| PVC      | Polyvinyl Chloride(ポリ塩化ビニル)   |
| RPJMN    | Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional(国家長期開発計画)                                    |
| RPJPN    | Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional(国家長期開発計画)                                     |
| SDGs     | Sustainable Development Goals(持続可能な開発目標)  |
| TOT      | Training of Trainers(指導トレーナー対象の育成研修)  |
| USAID    | United States Agency for International Development(米国国際開発庁)                               |
| VFM      | Value For Money(支払いに対して最高価値サービスを供給するという考え方)   |
| WB       | World Bank(世界銀行)  |



# 要約

## 1. 対象国・地域の開発課題

比較的高いレベルで経済成長してきたインドネシア国（以下「イ」国）は、近年実質 GDP 成長率が鈍化傾向にあり、社会開発の遅れや都市部と地方部の経済格差拡大も大きな社会問題となっている。その要因の一つであるインフラ不足の解消のため、政府は上下水道を含むインフラ整備戦略を推進している。

「イ」国政府は、新国家中期開発計画（2015-2019）において、安全な水へのアクセス率を2015年時点の70%から2019年までに100%とする目標を掲げているが、2016年時点での安全な水へのアクセス率は全国で71.14%、農村部では60.72%にとどまっており、目標値とは約3割の大きな隔りがある。そこで政府は、目標達成に向けた施策として「2019年までに新規接続数1千万」を打ち出し、①インフラハード整備促進、②41,387L/sの余剰水源の活用、③無収水率削減目標値24.87%を掲げている。

これらの対策の中でもとりわけ、水道事業経営改善に直結し、結果として水道整備率の向上に資する料金収入にならない水道水を指す無収水の量的削減への対策が重要視されている。各地域の水道事業を担う、PDAM と呼ばれる水道公社の無収水率の2016年の全国平均は33%で、目標値とは約10%もの開きがある。無収水は、水道管からの漏水という実損失水量、盗水や水道メーターや検針、データ処理等の計量誤差による見掛け損失水量、公共用水等の非請求認定給水量で構成されるが、水道管からの漏水の中でも、埋設されている水道管の部分からの地下漏水の発見には、相応の技術的ノウハウが求められる。そこで、中央政府やインドネシア水道協会は、PDAM の水道事業経営の改善や PDAM 職員の技術力向上に向けた取り組みに注力してきた。中でも、公共事業・国民住宅省が2012年に開始した研修プログラム（Center of Excellence (COE)プログラム）は、同省主導の下でTOT研修（Training of Trainers：他のPDAM職員を指導するトレーナー候補をPDAM職員の中から選定して研修を実施する）を通じて各州にトレーナーを育成し、州レベルで研修プログラムを展開していくもので、この研修モジュールの一つとして無収水対策も挙げられている。

しかしながら、PDAM の経営状態の改善や現場技術職員の技術力向上という成果は未だ得られておらず、2015年時点で経営状態が健全と評価されたPDAMは全国の約半数程度にとどまっており、全国のPDAM職員の技術レベル向上は今後に期待される状況である。

本調査対象地は、バンドン首都圏を構成する地方自治体のうちバンドン市を除くバンドン県（Kabupaten Bandung）、西バンドン県（Kabupaten Bandung Barat）、チマヒ市（Kota Cimahi）の3つの自治体に上水道を供給するPDAM Tirta Raharja Kab. Bandungの管轄エリアとした。対象PDAMの最大の開発課題は、わずか5.4%にとどまっている給水率の増加である。ただし、水源の大半を河川に依存しているものの、地域最大の河川であるチタルム川は、バンドン市を管轄するPDAM Kota Bandungや州政府との間で取水量の制限の取り決めが存在しており、取水量の増加が困難な状況にある。そのため、生産水の有効利用の観点から、無収水対策、特に影響の大きい地下漏水への対策が、PDAM Kab. Bandungの喫緊の課題となっている。

## 2. 提案企業、製品・技術

地中の漏水箇所を発見する方法の基本は、近年でも音聴棒や電子式の漏水発見器による漏水箇所の特定制であり、これらの道具を扱う技術職員の経験・ノウハウが重要な要素となる。

「イ」国をはじめ多くの途上国では漏水発見の技術力不足が指摘されている一方、日本でも

技術者の高齢化や少子化による技術職員の不足が懸念されている。これらの課題への一つの解決手段として、提案製品の TS リークチェッカーの活用が期待される。TS リークチェッカーは、水道メーターの上などに設置するだけで、専門技能を有しない職員でも数秒で漏水可能性の有無を判別する簡易測定器であり、これにより、専門員による全戸漏水探査と比べ、人件費と作業時間が大幅に削減できるため、漏水探知の一次スクリーニングに効果を発揮する。



図. TS リークチェッカー

PDAM と呼ばれるインドネシア国の水道公社の多くで採用されている漏水箇所特定の方法は、ステップ・テストという、閉じられた DMA (District Metered Area の略で、水道メーターによる給配水管理区域のこと) 内での夜間最小流量を基に、区画内のバルブ操作により水使用を制限し、各区間内の最小流量を比較することで漏水発生箇所を想定するものである。水道メーター設置箇所のポイント毎で漏水発生可能性箇所を絞り込む TS リークチェッカーを用いた漏水箇所特定の方法との大きな相違点は、区間内の水量比較に基づいて、漏水発生可能性の高い管路が埋設されている路線を絞り込む点である。

これらの相違は、概念的に次図のように示される。

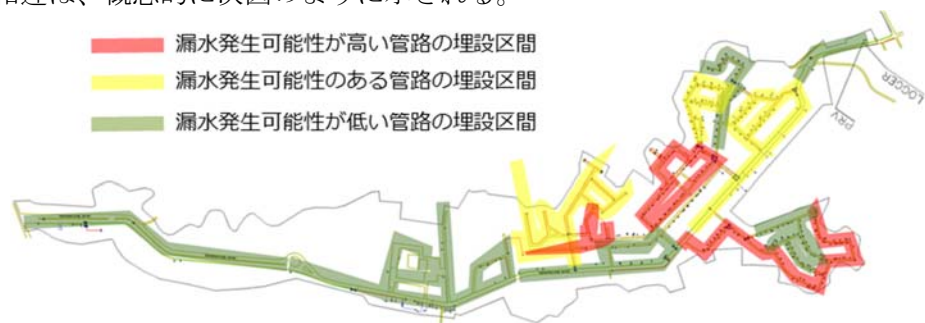


図 ステップ・テストによる漏水可能性管路のイメージ



図 TS リークチェッカーによる漏水可能性箇所のイメージ

例えば、ステップ・テストで漏水発生可能性が高いと判断された管路埋設区間に、漏水箇所数は少ないものの漏水量の大きな漏水箇所が 1 箇所のみ存在していた場合、区間内の損失量の総和で判断されるステップ・テストでは、その漏水箇所が存在する区間は可能性が低いと判断される場合もあり得るため、その漏水箇所の発見が見逃されることとなる。漏水箇所が比較的多いエリアのスクリーニング方法としては、この点において、TS リークチェッカーを用いた特定方法に優位性があると考えられる。

東京水道サービス株式会社は、設立から 30 年に亘り、東京都水道局のグループ企業として、公共性と効率性を両立させながら、将来にわたり安全でおいしい水を安定的に供給する役割を担ってきた。業務範囲は、「水源から蛇口まで」広範囲に亘り、配水管等の計画的な取替えや漏水の早期発見・修理などにおいて技術力を有する。本案件化調査で実施したパイロット調査の結果から、TS リークチェッカーを用いた国内外での漏水対策の実務を通じて蓄積したノウハウは、海外の多くの水道事業にも十分に活用可能と判断される。そこで東京水道サービス株式会社は、技術の実装フィールドを海外にも広げることで、東京都水道局のグループ企業としての社会貢献と同時に、海外事業展開で得られる知見の国内業務へのフィードバックを通じて国内の技術者不足という課題への対応も図るべく、海外進出を意図している。

### 3. ODA 案件化

TS リークチェッカーを用いた無収水対策のパッケージ技術への信頼性と実績の獲得を図るため、想定する ODA 案件は、普及・実証事業を想定する。

カウンターパートは PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung とし、無収水率が高く、敷設延長が大きく敷設年も古い亜鉛めっき鋼管や石綿セメント管が多く存在する Banjaran 地区を対象とする。

実証活動は、TS リークチェッカーと無収水対策ノウハウのパッケージ技術を、PDAM が行う漏水補修工事等の実務的対策に適用することで無収水率削減量として数値化し、製品・技術のコスト面も含めた有効性評価を行う。普及活動は、全国の PDAM をターゲットとして、インドネシア水道協会及び水道事業所管中央政府・公共事業住宅省居住総局水道システム開発局との無収水対策共同プログラムの組成を図るとともに、技術サービス契約のビジネスとしてのターゲット市場検討及び営業先候補 PDAM の選定、パッケージ技術のコスト算出と無収水対策効果との費用対効果を基にした財務分析及び事業収支計画策定、サービス契約の関連図書等の雛形作成、ビジネス実施体制の構築検討、を実施する。

### 4. ビジネス展開計画

東京都水道局のグループ企業という特性を活かした国際展開の一方策として、途上国水道事業体が発注する無収水対策業務の受託ビジネスの展開を想定する。

市場・顧客のターゲットは、インドネシア全国に約 400 存在する PDAM（現地公共水道事業体）とし、地下漏水の発生エリアを簡単に見つけられる TS リークチェッカーと、無収水対策ノウハウとのパッケージ技術サービスの導入を図り、将来のインドネシアの水道事業体の経営改善と給水率向上に貢献するビジネスの組成を目指す。

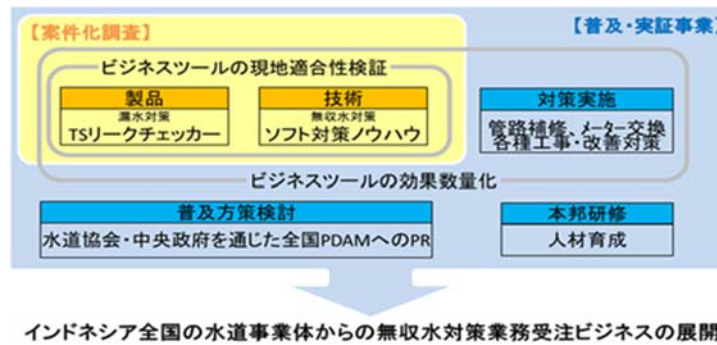


図 ビジネス展開の基本方針

TS リークチェッカーを活用した無収水対策技術サービスを現地で本格的に展開するためには、提案・営業機能、対策計画立案機能（コンサルティング機能）、対策実施機能（漏水探査、施工管理、各種調整機能）、研修機能、事務処理機能（人材管理、財務管理、資産管理機能）等の機能を現地で構築していく必要がある。東京水道サービス株式会社が現地法人を設立することは、投資法規定の諸要件の充足が困難なことから、現地パートナー企業との連携が必須となる。

具体的な収入手段は次の3通りを想定する。

- ① 「TS リークチェッカー利用手法」、「無収水対策ノウハウ」、「継続モニタリング・監査サービス」、「研修による人材育成」等の各種支援業務に係る専門家人件費・技術経費
- ② TS リークチェッカーのレンタルもしくは販売による売上
- ③ 無収水削減対策業務の一括受注

事業スケジュールは、以下の3フェーズによる展開を想定する。各展開フェーズに応じて、現地パートナー企業の技術者育成とともに市場規模拡大を目指す。

【導入フェーズ：我が国 ODA 事業による実績づくり】

2019～2021年：普及・実証事業等

【経験蓄積フェーズ：業務受注実績と経験を蓄積】

2021～2023年：バンドン県 PDAM 及び他 PDAM 数箇所で実績・経験を蓄積

【本格展開フェーズ：現地パートナー企業との業務提携による本格展開】

2024年以降：東南アジア他国、南米、欧米への普及

# はじめに

## 1. 調査名

インドネシア国 TS リークチェッカーを活用した上水道の無収水削減技術案件化調査  
Feasibility Survey for Non-Revenue Water Reduction Technology Using TS Leak Checker in Water Supply Sector in Indonesia

## 2. 調査の背景

インドネシアの新国家中期開発計画（2015-2019）は、主要数値目表のうち安全な水へのアクセス率を現在の 70%から 2019 年で 100%にする目標を掲げ、その達成のために①インフラハード整備促進、②余剰水源の活用、③無収水率削減を掲げている。

本調査のカウンターパート機関である PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung（バンドン県水道公社）においても、無収水率の改善は水道事業経営の改善に直結する喫緊の課題となっており、本調査の実施が要望されている。

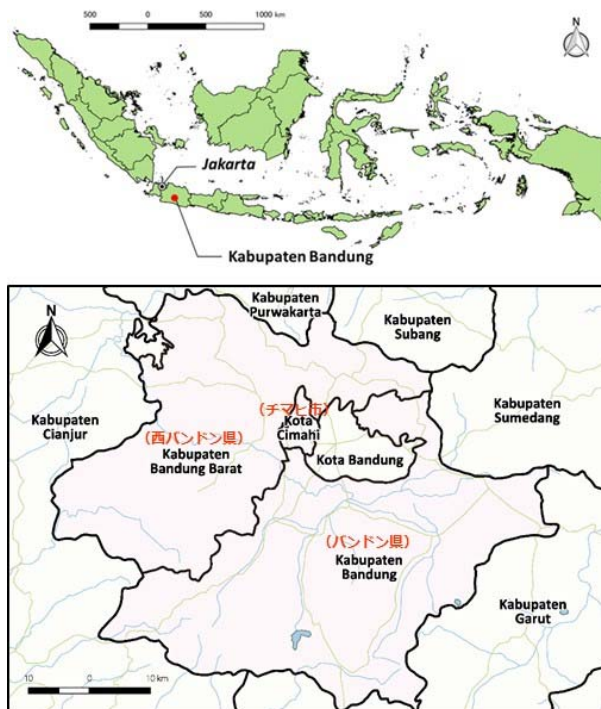
## 3. 調査の目的

本調査は、インドネシアの水道事業体の経営改善に資する無収水対策の ODA 案件化、及び持続可能なビジネス展開方策の立案を目的とする。無収水対策技術として、地下漏水の発生エリアを簡単に見つけられる TS リークチェッカーと無収水対策ノウハウとの“パッケージ技術サービス”の導入を図り、将来のインドネシアの水道事業体の経営改善と給水率向上に貢献するビジネスの組成を目指す。

## 4. 調査対象国・地域

【調査対象国】 インドネシア国

【調査対象都市】 西ジャワ州バンドン県、西バンドン県、チマヒ市の一部の給水区域



出典：JICA 調査団作成

5. 契約期間、調査工程

【契約期間】 2017年9月8日～2018年11月30日

【調査全体工程】

| 調査項目                      | 2017年 |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    | 2018年 |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------|-------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|
|                           | 8月    | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月    | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. 現地調査                   |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[1] 事前情報収集              |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[2] 関係者ヒアリングによる当該開発課題調査 |       |    | ■   |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[3] 複数PDAMヒアリング市場調査     |       |    |     |     | ■   |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[4] 現地競合他社情報収集          |       |    |     |     | ■   |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[5] 投資環境調査              |       |    | ■   |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[6] 現地パートナー候補企業の調査検討    |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. パイロット調査                |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[7] パイロット調査の目標諸条件検討     |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[8] 必要機材の調達・輸送          |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[9] 現地協力企業との調整          |       |    | ■   |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[10] TSリークチェッカーによる漏水調査  |       |    |     |     | ■   |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[11] NRW対策案の提案          |       |    |     |     | ■   |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[12] NRW対策案の効果予測        |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[13] NRW対策案の現地再確認       |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. 事業(ビジネス)モデル開発・開発効果検討   |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[14] 開発効果検討             |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[15] ビジネスモデル検討          |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. ODA事業との連携可能性検討         |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[16] ODA案件計画策定          |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[17] ODA案件策定関係者協議       |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. 報告書のとりまとめ              |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 項目[18] 各種報告書等作成           |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 各種報告書等提出                  |       |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |       |    |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |

□ 国内作業期間 ■ 現地作業期間

【現地調査工程】

第1回現地調査：2017年9月11日～2017年9月20日

| 訪問先  | 調査項目                                 |
|--|--------------------------------------|
| PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung                     | 投資環境調査・分析、パイロット調査、事業(ビジネス)モデル・開発効果検討 |
| バンドン県  | ODA案件化の調査・検討                         |
| 公共事業・国民住宅省居住総局水道システム開発局                                  | 開発課題にかかる調査・分析、市場調査・分析                |
| Lembaga Sertifikasi Profesi Air Minum Indonesia(上水道認証機関) | パートナー調査・分析                           |
| 樹脂パイプ販売会社  | 市場調査・分析、競合調査・分析                      |
| 在インドネシア日本国大使館  | ODA案件化の調査・検討                         |
| JICA インドネシア事務所   | 開発課題にかかる調査・分析、ODA案件化の調査・検討           |

第2回現地調査：2017年11月1日～2017年11月25日

| 訪問先                                  | 調査項目                                 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung | 投資環境調査・分析、パイロット調査、事業(ビジネス)モデル・開発効果検討 |
| PDAM Kota Bandung                    | 市場調査・分析                              |
| PDAM Kota Tangerang                  | 市場調査・分析                              |
| PDAM Kab. Tangerang                  | 市場調査・分析                              |
| PDAM Kab. Bogor                      | 市場調査・分析                              |
| 民間水道関連企業                             | パートナー調査・分析、競合調査・分析                   |
| インドネシア水道協会                           | 開発課題にかかる調査・分析、市場調査・分析、ODA案件化の調査・検討   |
| バンドン工科大学                             | ODA案件化の調査・検討                         |
| 中小企業基盤整備機構                           | 投資環境調査・分析                            |
| JICA インドネシア事務所                       | 開発課題にかかる調査・分析、ODA案件化の調査・検討           |

第3回現地調査：2018年3月4日～2018年3月20日

| 訪問先                                  | 調査項目                                     |
|--------------------------------------|--|
| PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung | パイロット調査、事業（ビジネス）モデル・開発効果検討、ODA 案件化の調査・検討 |
| 民間水道関連企業                             | パートナー調査・分析、競合調査・分析                       |
| インドネシア水道協会                           | 開発課題にかかる調査・分析、市場調査・分析、ODA 案件化の調査・検討      |
| 公共事業・国民住宅省居住総局水道システム開発局              | ODA 案件化の調査・検討                            |

第4回現地調査：2018年8月1日～2018年8月25日

| 訪問先                                  | 調査項目                             |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung | ODA 案件化の調査・検討、事業（ビジネス）モデル・開発効果検討 |
| バンドン県                                | ODA 案件化の調査・検討                    |
| 民間水道関連企業                             | パートナー調査・分析、競合調査・分析               |
| インドネシア水道協会                           | ODA 案件化の調査・検討                    |
| 在インドネシア日本国大使館                        | ODA 案件化の調査・検討                    |
| JICA インドネシア事務所                       | ODA 案件化の調査・検討                    |

6. 調査団員構成

| 氏名                    | 担当業務                                   | 所属先                |
|-----------------------|--|--------------------|
| 永尾泰一                  | 業務主任者                                  | 東京水道サービス株式会社       |
| 鈴木正志<br>(2018年2月8日迄)  | パイロット調査 1(計画・工程管理)                     | 東京水道サービス株式会社       |
| 尾形利美<br>(2018年2月9日以降) | パイロット調査 1(計画・工程管理)                     | 株式会社日本ウォーターソリューション |
| 坂口昌嗣                  | 競合調査/事業モデル策定(分析)                       | 東京水道サービス株式会社       |
| 小泉修                   | パイロット調査 2(データ分析・効果算定)                  | 東京水道サービス株式会社       |
| 森本達男<br>(2018年5月6日迄)  | チーフアドバイザー/投資環境調査/パートナー調査/事業モデル策定(情報収集) | パシフィックコンサルタンツ株式会社  |
| 松本貴久<br>(2018年5月7日以降) | チーフアドバイザー/投資環境調査/パートナー調査/事業モデル策定(情報収集) | パシフィックコンサルタンツ株式会社  |
| 水井一成                  | ODA 案件化検討                              | パシフィックコンサルタンツ株式会社  |
| 堤絵菜<br>(2018年1月3日迄)   | 市場調査/開発課題調査                            | パシフィックコンサルタンツ株式会社  |
| 伊藤拓也<br>(2018年1月4日以降) | 市場調査/開発課題調査                            | パシフィックコンサルタンツ株式会社  |



## インドネシア国 TSリークチェッカーを活用した上水道の無収水削減技術案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：東京水道サービス株式会社
- 提案企業所在地：東京都新宿区
- サイト・C/P機関：西ジャワ州バンドン県および周辺・PDAM Tirta Raharja Kabpaten Bandung (バンドン県水道公社)



### インドネシア国の開発課題

- ・国家中期開発目標(2015-2019)の上水道整備率目標は60%、2025年までの無収水率削減目標は24.87%
- ・多くの水道事業者が独立採算経営ができておらず、その主要因として全国平均約35%の高い無収水率が挙げられる

### 中小企業の技術・製品

- ・簡便に地下漏水の存在を判別できる機器「TSリークチェッカー」と、漏水対策、水収支分析、補修工事、管路更新計画などの無収水率削減に関する技術
- ・TSリークチェッカーは、専門技能を要さず一瞬で漏水有無を判別できるため、大幅な人件費削減が可能

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- ・対象給水区域の無収水率の削減を通じた無収水対策パッケージ技術の効果立証及び普及、を目標とする「普及・実証事業」を想定する
- ・これにより、①余分な浄水処理量の削減、②水道料金収入の増加、③水質や水圧面での給水サービスの向上を図り、もって水道事業者の経営改善による上水道整備率の向上への寄与を目指す

### 日本の中小企業のビジネス展開

- ・途上国水道事業者が発注する無収水対策業務の受託ビジネスの展開を想定する
- ・市場・顧客のターゲットは、インドネシア全国に約400存在するPDAM(水道事業者)とし、地下漏水の発生箇所を簡単に見つけられるTSリークチェッカーと、無収水対策ノウハウとのパッケージ技術サービスの導入を図る



# 第1章 対象国・地域の開発課題

## 1-1 対象国・地域の開発課題

### 1-1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

1949年にオランダから独立して以降1990年頃まで、ASEAN諸国最大の人口と国土を誇る「イ」国は中央集権的な統治が行われてきたが、1999年に制定された地方分権に関する二つの法律によって民主化と地方分権化の方向に舵を切り、地方首長直接選挙制導入や財政分権化などを通じた地方への権限委譲が進み、中央政府の機能は指示、監督、最低行政サービス基準の設定などに集約されていった<sup>1</sup>。

現在、上下水道や衛生施設を所管する中央政府は公共事業・国民住宅省(Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat)であり、上下水道は居住総局(Direktorat Jenderal Cipta Karya)、衛生は環境衛生局(Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman)が担っているが、実際の水道事業の管理運営は地方自治体に委ねられている。水道分野の開発を含む開発上位計画は国家開発計画庁(BAPPENAS)が所管するが、地方の水道事業を担う水道公社(PDAM)は独自に中期計画を策定し、予算化を含めた首長による承認によって事業を実施している。

2000年台後半から急激に発展した経済成長を背景に、「イ」国は近年、国際社会での存在感を増してきており、2011年には、2025年までにGDP規模世界トップ10入りを果たすという目標を掲げた「経済開発迅速化・拡大マスタープラン(MP3EI)」を策定した。しかしながら、実質GDP成長率は近年下降気味で、比較的安定してきた経済成長が鈍化傾向にあり、2014年の貧困率は11.25%（都市部14.17%、地方部8.34%）と、貧富差の拡大も大きな社会問題となっている。

地域間の経済格差の是正に向け、その要因の一つであるインフラ不足の解消のために、政府は上下水道を含むインフラ整備戦略を推進しており、現ジョコ・ウィドド政権の発足後に発表された第6次国家中期開発計画(2015～2019年)でも、重視する開発3側面の一つの人間開発において保健衛生を挙げ、地方との格差是正を掲げている。同計画では今後5年間の必要インフラ投資総額を約55兆円と見積もっている。「イ」国は経済活動促進のためのインフラ整備、産業の高度化・高付加価値化による輸出競争力の向上を進める必要があるとしており、今後もインフラ開発や投資環境の整備促進が見込まれる。

2015年3月、安倍首相とジョコ大統領は、ビジネス・投資環境整備の推進、産業人材育成の強化、官民による経済対話・協力の強化、二国間・多国間での経済連携及び地域経済統合の推進からなる「PROMOSI:日インドネシア投資・輸出促進イニシアティブ」を立ち上げることで一致した。我が国は対「イ」国への最大投資国となっており、肉薄している2位のシンガポールからの投資も日本企業のシンガポール経由からの投資がある程度占めていると考えられ、直接投資面では他国と比べて多額の投資を行っている。

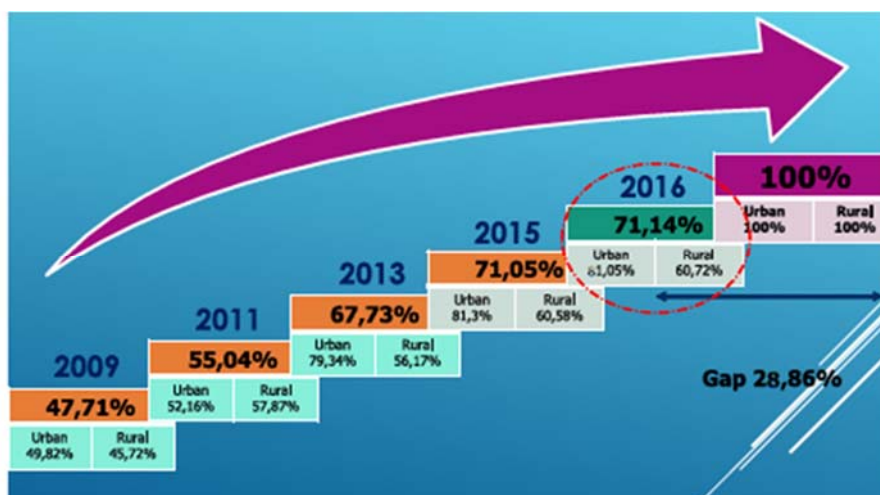
---

<sup>1</sup> 「インドネシア国地域振興・地方分権に係る基礎情報収集・確認調査最終報告書」(2012年,JICA)

### 1-1-2 対象国の水道分野の開発課題

「イ」国では、インフラ不足が最大の成長阻害要因とされており、社会開発の遅れや地方格差拡大が懸念されている。さらに近年は、防災や気候変動対策等の環境対策も重要視されてきている。（「対インドネシア共和国 国別援助方針」（平成 24 年）参考）

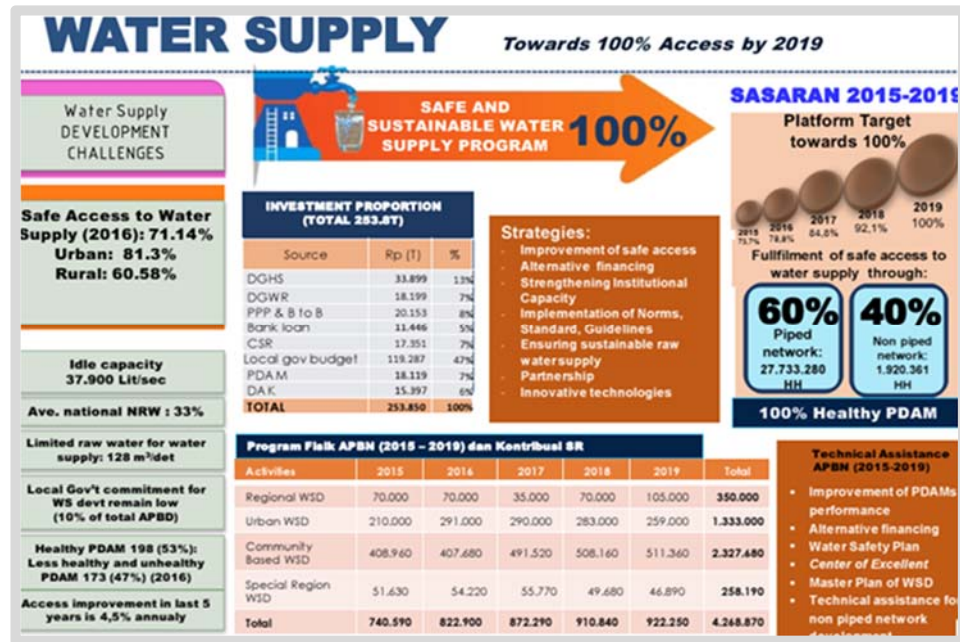
「イ」国政府は、新国家中期開発計画（2015-2019）において、安全な水へのアクセス率を 2015 年時点の 70%から 2019 年までに 100%とする目標を掲げている。



出典:公共事業・国民住宅省水道システム開発局提供資料

図 1-1 「イ」国水道分野開発目標（安全な水へのアクセス率）

上図のとおり、2016 年時点での安全な水へのアクセス率は全国で 71.14%、農村部では 60.72%にとどまっており、目標値とは約 3 割の大きな隔たりがあるものの、目標達成に向けた施策として、政府は「2019 年までに新規接続数 1 千万件」を打ち出し、その達成方策として①インフラハード整備促進、②41,387L/s の余剰水源の活用、③無収水率削減目標値 24.87%（前政権下では、2025 年までに 20%）を掲げた。これら 3 つの主要施策に必要な予算は、中央政府や地方政府の独自予算では賅いきれないことから、国際援助機関からの資金や外国も含めた民間投資などを想定し、官民一体となった施策の実施に取り組んでいる状況である。



出典:公共事業・国民住宅省水道システム開発局提供資料

図 1-2 「イ」 国水道分野開発目標の達成に向けた施策と資金調達計画

これらの対策の中でもとりわけ、水道事業経営改善に直結し、結果として水道整備率の向上に資する料金収入にならない水道水を指す無収水の量的削減への対策が重要視されている。図 1-2 に示すとおり、全国の PDAM での無収水率の平均は 33% であり、2019 年までの無収水率削減目標値 24.87% とは約 10% もの開きがある。無収水は、水道管からの漏水という実損失水量、盗水や水道メーターや検針、データ処理等の計量誤差による見掛け損失水量、公共用水等の非請求認定給水量で構成される（参考：山崎章三「無収水量管理」（2011 年））。水道管からの漏水には、目視確認できる地上漏水と、埋設されている水道管の部分からの地下漏水とがあり、地下漏水の発見には、各戸への給水状況（時間推移に応じた水量や水圧の変化）の分析を行い、漏水探査機器を用いて丹念に調査する以外に方法は無い。これには、地下漏水の存在を突き止めるノウハウと、漏水探査機器を使いこなす技術者が求められるが、「イ」国をはじめ多くの開発途上国では地中の水道管からの漏水を発見する技術が不足しているため、住民からの通報に基づく目に見える地上漏水への対応が主となっている。

このような現状に対し、「イ」国は近年、中央政府やインドネシア水道協会が主導的に、PDAM の水道事業経営の改善や PDAM 職員の技術力向上に向けた取り組みに注力してきた。公共事業・国民住宅省の傘下機関である水道開発支援庁（BPPSPAM）は、2015 年時点で全国に 385 存在する PDAM の財務経営、サービス、オペレーション、人材に関する全 18 指標に関する状況を数値化して PDAM の事業健全度を 3 つのランクに分類して公表している。この事業健全度に基づき、公共事業・国民住宅省は 2011 年から 3 ヶ年で全国 170 の PDAM を対象にローカルコンサルタントの技術支援による PDAM Health プログラムを実施し、経営健全化計画の策定を支援した。また同省は、財務省との連携で、5 ヶ年水道事業計画（ビジネスプラン）を策定して両省で構成される委員会の承認を得た PDAM には、元本以外の債務の免除と元本債務返済の返済期間更新を認める

といった債務救済措置も執行し、2013年までに47のPDAMの債務減免が承認された。他方、インドネシア水道協会も、日本水道協会との連携による交換研修等のプログラムや、ADB等の支援による周辺諸国の先進事業者との連携による技術力向上プロジェクト（WOPs：Water Operator's Program）を進めてきた。

また、公共事業・国民住宅省は2012年に、PDAMの財務改善に向けた人材育成支援を行うことを目的としたCenter of Excellence Programと呼ぶ研修プログラム（COEプログラム）を開始した。これは、同省主導の下でTOT研修（Training of Trainers：他のPDAM職員を指導するトレーナー候補をPDAM職員の中から選定して研修を実施してトレーナーを養成する）を通じて各州にトレーナー、すなわち講師を育成し、州レベルで研修プログラムを展開していくものである。2013年には公共事業省令「上水道開発に係る国家戦略・政策」（No.13/PRT/M/2013）に掲げた7つの政策の一つの「上水道開発に係る組織能力の向上」を達成する戦略の一つにCOEプログラムを位置づけており、2014年には前年の10倍規模の200～210億IDR（約1.52～1.60億円）の予算が充たされた。JICAも2015年から2018年まで「水道公社人材育成強化プロジェクト」を通じて、COEプログラムの構成要素の中で無収水対策等に対する技術協力を実施した。

しかしながら、短期的にPDAMの経営状態の改善や現場技術職員の技術力向上という成果を得ることは困難なことから、2015年時点では、Healthyの評価を得たPDAMは全国の約半数程度にとどまっており、地方都市を中心にした全国のPDAM職員の技術レベル向上は今後に期待される状況である。

### 1-1-3 対象地域の水道分野の開発課題

#### (1) PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung の水道事業概要

本調査対象のPDAM Tirta Raharja Kab. Bandungは、バンドン首都圏を構成する地方自治体のうちバンドン市を除くバンドン県（Kabupaten Bandung）、西バンドン県（Kabupaten Bandung Barat）、チマヒ市（Kota Cimahi）の3つの自治体を管轄する水道公社である。



出典: QGIS を基に JICA 調査団作成

図 1-3 PDAM Kab. Bandung の管轄自治体

PDAM 全体の水道サービスの概要は以下のとおりである。

表 1-1 PDAM Kab. Bandung の水道サービス (2015 年) 概要

|        |   |
|--------|---|
| 接続数    | 87,302 戸  |
| 有収水量   | 約 18,000,000m <sup>3</sup> /年 (約 50,000m <sup>3</sup> /日)   |
| 水源     | 河川 704L/s (60,826m <sup>3</sup> /日)、湧水 127L/s (10,973m <sup>3</sup> /日)、井戸 75L/s (6,480m <sup>3</sup> /日) |
| 給水率    | 5.4%  |
| 平均 NRW | 28.93%  |

出典: PDAM Kab. Bandung 提供資料を基に JICA 調査団作成

自治体毎の水道サービスは以下のとおりである。

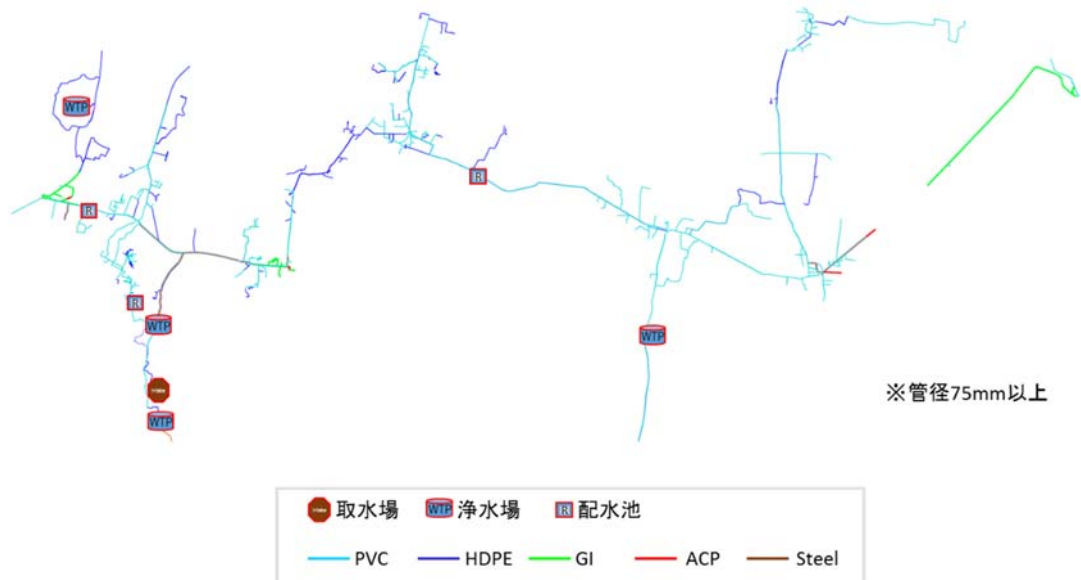
表 1-2 PDAM Kab. Bandung 内 3 自治体毎の水道サービス概要

|             | バンドウン県<br>Kabupaten Bandung           | チマヒ市<br>Kota Cimahi                   | 西バンドウン県<br>Kabupaten Bandung Barat    |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 面積          | 1,757km <sup>2</sup>                  | 41km <sup>2</sup>                     | 1,336km <sup>2</sup>                  |
| 人口 (2010 年) | 3,178,543 人                           | 541,177 人                             | 1,510,284 人                           |
| 人口増加率       | 3.0%                                  | 1.8%                                  | 1.6%                                  |
| 浄水場数        | 9 箇所                                  | 5 箇所                                  | 9 箇所                                  |
| 生産量         | 557.5L/s<br>(48,168m <sup>3</sup> /日) | 198.0L/s<br>(17,107m <sup>3</sup> /日) | 176.0L/s<br>(15,206m <sup>3</sup> /日) |
| 戸数          | 913,837 戸                             | 160,317 戸                             | 442,736 戸                             |
| 接続数         | 55,952 戸                              | 15,665 戸                              | 10,953 戸                              |

出典: PDAM Kab. Bandung 提供資料を基に JICA 調査団作成

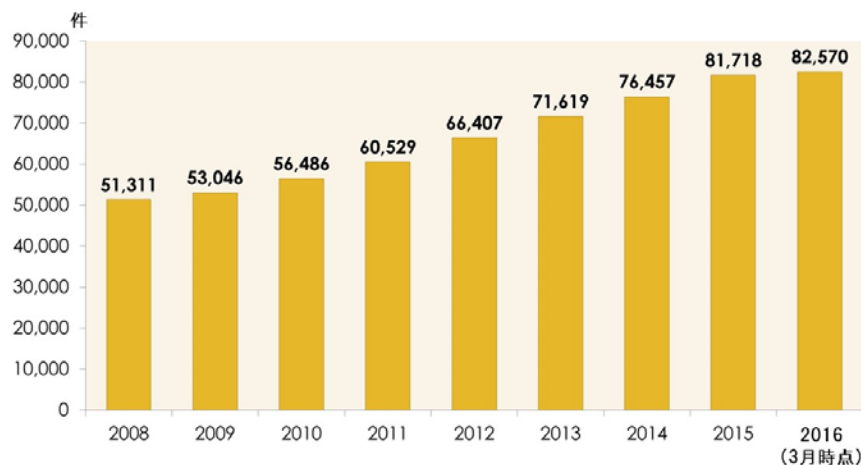


主要な水道施設、接続数推移は次図のとおりで、給水率は10%にすら達していないが、バンドン県や西バンドン県は面積が大きく、近代水道ではなく地下水等による水へのアクセスカバーエリアが広いことを考慮すべきである。しかしながら、近年の人口増加に伴う需要量増加に対応する形で接続数は急増しており、地方農村部から都市部への人口流入の傾向は今後も続く見込まれるため、浄水場等のインフラ整備や水資源の有効活用による供給量の増加は喫緊の課題となっている。



出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料を基に JICA 調査団作成

図 1-4 PDAM Kab. Bandung の主な水道施設図



出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料

図 1-5 PDAM Kab. Bandung の接続数推移

## (2) 対象水道事業体の無収水率

PDAM 全体の無収水率は、10年前は50%近くだったものが2015年には29%にまで改善されてきたが、その改善傾向は鈍化している。近年の大幅な無収水率改善の主要因は、水道メーターの交換であり、漏水対策については、住民からの通報に基づく目に見える地上漏水しか対応していない。つまり、漏水の大半を占める地下漏水には未対応で

あり、これが、無収水率の改善率が高止まっている原因と考えられる。



出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料

図 1-6 PDAM Kab. Bandung の無収水率推移

PDAM Kab. Bandung は DMA<sup>2</sup>の整備拡張を進めており、2017 年時点で次表に示すとおり 24 の DMA が形成されている。これらの無収水率は、PDAM によるデータ管理や編纂の不正確性もありマイナス箇所も散見されるが、総じて高い無収水率であることがわかる。

表 1-3 PDAM Kab. Bandung の DMA の NRW 率 (2015 年)

| No. | DMA 名               | 地域名         | 接続数 | 給水時間      | NRW 率(%) |
|-----|---------------------|-------------|-----|-----------|----------|
| 1   | Perumnas Blok I     | Soreang     | 291 | 24        | 12.76    |
| 2   | Perumnas Blok D     | Soreang     | 730 | 24        | -20.64*  |
| 3   | CPI                 | Soreang     | 354 | 24        | 15.87    |
| 4   | Cijengkol Kiri      | Banjaran    | 289 | 24        | 59.98    |
| 5   | Pameungpeuk         | Banjaran    | 441 | 24        | 21.13    |
| 6   | Damar Mas           | Banjaran    | 540 | 24        | 不明       |
| 7   | Sanggar Mas Lestari | Banjaran    | 669 | 24        | 不明       |
| 8   | Norogtog            | Pangalengan | 451 | 24        | 23.20    |
| 9   | Lio                 | Ciparay     | 184 | 24        | 36.86    |
| 10  | KBSI                | Ciparay     | 671 | 24        | -3.78*   |
| 11  | GBA                 | Baleendah   | 269 | 24        | -38.56*  |
| 12  | Balekambang         | Majalaya    | 209 | 24        | 66.2     |
| 13  | Blok 16             | Rancaekek   | 250 | 24        | -3.9*    |
| 14  | U. Suryadi          | Padalarang  | 80  | 24 もしくは 5 | 18.34    |
| 15  | Pusdik-Ajend        | Lembang     | 22  | 12 もしくは 3 | 66.46    |
| 16  | Pasirpaku           | Batujajar   | 151 | 9 もしくは 3  | 24.08    |
| 17  | Cinta Karya         | Cililin     | 127 | 24        | 21.46    |
| 18  | Cikakak             | Cililin     | 250 | 24        | 21.46    |
| 19  | Jambudipa           | Cisarua     | 527 | 24        | 13.58    |
| 20  | Nusantara           | Cimahi      | 255 | 24        | 30.29    |
| 21  | Pilar Mas           | Cimahi      | 160 | 24        | 44.47    |
| 22  | Puri Cipageran      | Cimahi      | 800 | 24        | 35.17    |
| 23  | Gandrung            | Cisarua     | 150 | 24        | 39.7     |
| 24  | Barujati            | Ciparay     | 714 | 24        | 34       |

※値がマイナスとなっている理由は利用者の水道使用量確定後の請求月と DMA メーターの配水量記録のタイミングのずれにより生じたものと推定される

出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料(2015 年データ)を基に JICA 調査団作成

2 District Metered Area の略で、水道メーターによる給配水管理区域のこと

### (3) PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung の開発課題

対象 PDAM の最大の開発課題は、わずか 5.4%にとどまっている給水率の低さである。しかしながら、水源の大半を依存している、地域最大の河川であるチタルム川は、バンドン市を管轄する PDAM Kota Bandung や州政府との間で取水量の制限の取り決めが存在しており、取水量の増加は困難である。

そのため、生産水の有効利用の観点から、無収水対策、特に影響の大きい漏水対策は PDAM Kab. Bandung にとって喫緊の開発課題となっている。

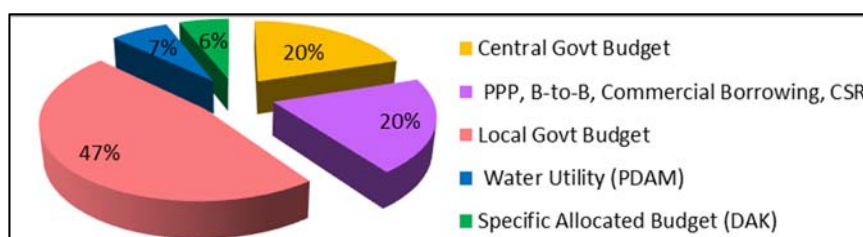
## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### 1-2-1 中央政府による開発計画・政策

「イ」国の長期的な開発計画として、国家開発計画庁が作成した 20 カ年の国家長期開発計画(RPJPN2005～2025)があり、20 年間にわたる開発ビジョンとミッション、戦略等の政策の方向性を示している。

また、国家長期開発計画の下位計画として 5 カ年ごとに国家中期開発計画が作成される。現在は第 3 次国家中期開発計画(RPJMN2015～2019)が実行されている。本計画における水セクターに関する目標は前途のとおりだが、水道分野を管轄する公共事業・国民住宅省は、水道普及率に関して 2015 年の実績値 17%を 2019 年までに 60%まで引き上げることを目標に設定している。これには毎年 10%以上のペースで改善していく必要があり、目標達成は容易ではない。

こうしたなか、インドネシア政府は目標達成のために必要な投資を合計 195 億 3,000 万 US ドルと試算している。しかし、中央政府が上水道整備に配分可能な予算は限られており、必要な投資の 2 割しかカバーすることができない。政府が目標達成に向けて想定している投資予算財源の内訳は次図に示すとおり、地方政府や水道公社による資金調達も期待されているが、20%は PPP 案件や BtoB 案件、CSR などの形で、民間資金から調達する必要があるとされている。



出典:「第 6 回 P2P フォーラム」のインドネシア公共事業・国民住宅省の発表資料より抜粋

図 1-7 国家中期開発計画 2015-2019 における投資予算の財源

政府による PDAM 事業経営の健全性評価として、公共事業省水道開発支援庁 (BPPSPAM) により 2005 年から毎年 PDAM のモニタリングと財務経営状況の評価が定期的に行われている。BPPSPAM は公共事業省大臣官房内の独立機関であり、評価は 18 項目からなる以下の 4 分野の評価指標に基づいて行われる。

[1]財務・経営分野指標 Financial indicators

[2]サービス分野指標 Service indicators



[3]オペレーション分野指標 Operation indicators

[4]人材分野指標 Human resources indicators

これら指標の重み付けや点数評価で、各 PDAM は、健全(Healthy)、不健全(Unhealthy)、劣悪(Sick)の三段階のいずれかで評価される仕組みであり、2015 年時点では、全国 385 の PDAM のうち、Healthy の評価を得た PDAM は約半数にとどまる結果となっている。

## 1-2-2 水道関連法制度

### (1) 水道関連法

水利権や水道事業の事業権の所在の根拠規定は、2004 年制定の「水資源法」であった。しかし、近年のジャカルタ首都圏の民営水道に対する市民団体の訴訟に端を発して、水供給システムの開発における民間企業の参画を許可していた同法が 2015 年の憲法裁判所の判断で事実上無効となったため、2015 年に「飲料水供給システムに関する政令」が発令された。これにより、これまで案件により異なっていた水源の所有権や水源確保責任が、政府に所在すると明確に規定されたため、今後の官民連携案件では、民間企業が担う水供給事業への用水供給は、政府の責任において実施されることとなった。

水道施設整備に関しては、2005 年制定の「給水システムの整備に係わる政令」において、中央政府、地方政府、PDAM、民間企業などの権限と責務が規定されている他、水道料金は事業運営に必要な費用を回収するものであり、利用者が支払うという原則も規定されている。また、2006 年付政令第 23 号では、水道事業の独立採算に向けた水道料金改定に関する法改正も行われており、水道料金は最低賃金の 4%までという規定がある。

### (2) PPP 関連法

中央政府は近年、「水道事業における民間企との連携に関するガイドランについての公共事業省規則(12/PRT/M/2010)」や「官民パートナーシップに係る大統領令(No.56/2011)」などの規定の整備を通じて、国内外の民間企業の水道事業への参加促進を募ってきた。民間資金を活用する上水道整備案件のうち、PPP 案件は、複数の州が関係するような比較的大規模な水源開発を含むような事業が対象となり、中央や州の政府機関が事業契約権者となる場合であり、一方、BtoB 案件は地方自治体レベルの給水区域を管轄する PDAM が契約権者となる案件をいう。「イ」国は PDAM を独立事業体(Business Entity)とみなしているため、PPP 案件には土地収用への支援や政府側の原因による事業不履行時の政府保証の仕組みがあるが、BtoB 案件には政府保証がつかない。

こうした民間資金の活用案件は、関係機関が複数多岐に亘るため調整難航などの理由で進捗が極めて遅く、民間資金による上水道整備はなかなか進んでいないのが実情である。

## 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

### 1-3-1 対インドネシア国別援助方針及び計画

我が国のインドネシアに対する開発協力方針は、インドネシアの均衡ある発展を実現

するため、バランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援を大目標とし、1)国際競争力の向上に向けた支援、2)均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援、3)アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上に向けた支援、を重点分野としている。うち重点分野 2)の事業展開計画では、「地方の上水・下水・廃棄物といった居住環境の改善に向けた支援」や、「地方開発の促進・格差是正に資する制度・組織等の改善・強化への支援」を行う方針とされている。また、JICAの上水道分野の協力方針は、①水道普及率向上、②水道サービスの質の向上、③ジャカルタ地盤沈下対策に対する支援を柱としている。

TS リークチェッカーを活用した無収水率削減技術は、水道メーター等に設置するだけで簡易に漏水有無の一次判定、スクリーニングができ、高度な技術を必要としないことから、全国のPDAMでの適用が見込まれる。従って、地方の水道インフラの改善を通じた地方開発の格差是正、及び水道サービスの質の向上を通じた水道普及率向上への貢献が見込めることから、我が国の開発協力方針と整合すると言える。さらに、PDAM協働し、スキルを高め、暮らしの改善に貢献できることから、2015年5月発表された、「質の高いインフラパートナーシップ ～アジアの未来へ投資～」にも合致する。

### 1-3-2 JICAの水道分野における対インドネシア支援

我が国のODA事業として、水道公社人材育成強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）（2015年8月～2018年8月）（The Project on Strengthening COE（Center of Excellence）Program for PDAMs in the Republic of Indonesia）、バンドン市漏水防止対策技術支援にかかる「JICA草の根技術協力事業」（浜松市）、北スマトラ州メダン市対象のJICA民間提案型普及・実証事業「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の普及・実証事業」（2013）などが実施されてきた。

我が国の「イ」国に対する水道分野のODA実績は、次表の通りである。

表 1-4 我が国の「イ」国に対する水道分野のODA実績

| スキーム               | 案件名   | 期間                               |
|--------------------|---|----------------------------------|
| 有償資金協力             | ウジエンハンタン上水道整備事業                                   | 1993～2002                        |
| 無償資金協力             | スラウェシ島地方水道整備計画第1期～第3期                             | 2002～2004                        |
| 技術協力プロジェクト         | 地方給水プロジェクト  | 2004～2006                        |
| 開発調査               | ジョクジャカルタ特別集広域水道整備計画調査                             | 2006～2008                        |
| 無償資金協力             | グヌンキトル県上水道計画第1期～第2期                               | 2007～2008(第1期)<br>2007～2009(第2期) |
| 無償資金協力             | 東西サトゥンガラ州地方給水計画サトゥンガラ島                            | 2007～2009                        |
| 有償技術協力             | 南スラウェシ州マナサタ広域都市圏上水道サービス改善プロジェクト                   | 2009～2012                        |
| 実施協力準備調査           | 南バリ再生水利用事業準備調査(PPPインフラ事業)                         | 2012                             |
| 草の根技術協力<br>(地域提案型) | インドネシア・スラバヤ市民のための安全な飲料水供給と水質改善に関する調査              | 2014～2017                        |
| 技術協力プロジェクト         | 水道公社人材育成強化プロジェクト                                  | 2015～2018                        |
| 草の根技術協力<br>(地域提案型) | 典型的な熱帯泥炭地ブンカス地区における水道水質の改善～宇部方式の支援による環境基本計画に基づいて～ | 2016～2019                        |

出典：外務省政府開発援助(ODA)国別データブック、JICA ナレッジサイトより編纂

これらに加え、我が国の水道分野の支援は自治体による援助が多いことも特徴である。草の根技術協力では、北九州市（スラバヤ市）の取り組みをはじめ、豊橋市（ソロク市）、川崎市（マカッサル市）、浜松市（バンドン市）の実施実績がある。その他、名古屋市及び岡山市が「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」に関した他、北九州市環境局が BOP ビジネス連携促進協力準備調査に、横浜ウォーター社が JICA 民間提案型普及・実証事業に関してきている。

なお、浜松市による草の根技術協力は、本調査対象の PDAM 区域に隣接するバンドン市を対象として、本調査期間と同時期に実施されていたこともあり、本調査では、現地の水道事業の実情や問題点等に関して、浜松市上下水道局と情報交換などの連携を行った。

#### 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

##### 1-4-1 水道インフラ整備に関する支援

「イ」国の水道分野を政策面で支援している主な国際援助機関は、世界銀行（WB）、アジア開発銀行（ADB）、オーストラリア開発援助庁（AusAID）などが挙げられる。

WB と AusAID は、NUWAS(national Urban water supply)プログラム策定や、「水と衛生プログラム（Urban Water Supply And Sanitation Project(UWSSP)）」による PAMSIMAS プログラムの協調支援を行ってきた。ADB はシンガポール公営賭博管理庁（Singapore Totalisator Board）との共同拠出による「Every Drop Counts. Learning from Good Practices in Eight Asian Cities」を 2010 年に報告し、アジア諸都市における水管理好事例を取りまとめた。

なお、隣接する PDAM Kota Bandung については、オランダの二大水道民間事業者が共同運営する Vitens-Evides International が米国開発援助庁（USAID）の支援の下で水道システムの FS 調査を 2005 年に実施し、その後同社は「PROPOPI, Water Supply Bandung」というプロジェクト名称で 2015 年から 3 年間、オランダの NGO である Simavi やデルフト工科大学との連携の下で、3 万 5 千人規模の給水量増加、無収水率の約 20%までの削減を盛り込んだ、総額 10 億円規模（うち 3.4 百万 EUR は Vitens-Evides International 拠出、残りは the Dutch Sustainable Water Funds による拠出）のプロジェクトを実施中との情報があるが、PDAM Kota Bandung 職員へのヒアリングでは、このプロジェクトが成功したとの情報は得ていない。なお、当プロジェクトでは、支払い(Money)に対して最も価値の高いサービス(Value)を供給するという VFM の考え方に基づく無収水率削減対策のビジネス導入提案を行っている模様だが、詳細情報は得られていない。このように、外国ドナーや水道事業者は長年、バンドン市の水道事業に対して協力等の可能性を探ってきた状況である。

##### 1-4-2 NRW 削減対策に関する支援

前述の Vitens-Evides International による無収水率削減プロジェクト提案の実現可否や進捗は不明だが、無収水率削減対策を成功報酬型契約（PBC : Performance-Based Contract）による B to B 型ビジネスの組成は、10 年以上も前から多くのドナーが検討

し、各地で取り組み事例が報告されている。

2006年に世界銀行が「**The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries**」を発行し、マレーシア国セランゴール州、タイ国バンコク首都圏、ブラジル国サンパウロ市、アイルランド国ダブリン市の4都市でのPBC取り組み事例を紹介した他、OECDは2010年に官民間でのPBC契約ガイドラインを発行した。なお、無収水率削減とは異なるが、ドイツ国際協力公社（GIZ）は「**Guidelines for the use of Model Performance Based Contract for Water Conservation and Demand Management in South Africa**」という水管理に関する成功報酬型契約に係るガイドラインを策定している。

ただしこれまで、無収水率削減に関するPBCの成功事例報告は見られない。上記資料にも報告されているが、無収水率の原因は様々で、かつそれらの影響の定量把握が困難なためベースラインの設定が難しいこと、また、例えば無収水要因の一つである漏水対策を実施したとしても、水道事業の日常業務や既存計画に沿った事業の実施、あるいは送水圧の設定変更などが生じた場合は、漏水対策のみの効果の数量化が困難なことが技術的な理由として考えられる。また、技術面以外でも、契約管理やモニタリング・評価体制の整備、監査機能の実装などが求められることも、PBC契約が実現されにくい要因に挙げられる。

## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

#### 2-1-1 漏水対策に関する業界分析

国内の漏水対策を牽引してきた東京都水道局による漏水対策の取り組みは半世紀以上に亘る。大戦による水道インフラ復興期の漏水対策の主眼は専ら人海戦術による地上漏水対策であったが、徐々に地下漏水対策に移行し、1960年台に入ると配水管のダクタイル鋳鉄管の採用、1980年代からは給水管<sup>3</sup>のステンレス管の採用が進み、同時に漏水復元<sup>4</sup>への対策が重視されるようになった。

漏水探知機器も国内外で様々な製品が開発され、最も古い音聴棒にはじまり、電子式、相関式、時間積分式、ヘリウムガス式などの漏水探知器が現在でも運用されている。

漏水検知作業は、水道事業者が直営実施する場合と、民間漏水調査専門業者等に委託する場合があります。地方部にも多くの業者が存在する。漏水調査市場も競合環境下において付加価値の高い技術サービス提供が競われており、管路の劣化診断や水圧計測などを同時に行う業者も存在する。また、水メジャーと呼ばれる欧米の水道事業者は、検針作業と漏水調査を合わせて実施できる強みを持っており、国内市場への参入が進めば、競争が激しい漏水調査市場は今後維持もしくは縮小傾向に向かうことが予測される。

#### 2-1-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

東京水道サービス株式会社は、設立から30年に亘り、東京都水道局のグループ企業として、公共性と効率性を両立させながら、将来にわたり責任を持って、安全でおいしい水を安定的に供給する役割を担ってきた。業務範囲は、水道水源の保全管理業務、浄水場・給水所の運転管理業務、管路の設計・工事監督・維持管理業務、給水装置業務など、「水源から蛇口まで」広範囲に亘り、配水管等の計画的な取替えや漏水の早期発見・修理など職員の高い技術力により、東京都水道局の漏水率3%という世界トップレベルの漏水対策に貢献してきた。

また、2010年6月、上海市で開催されたIWAのPIA (Project Innovation Award) 2010の東アジア地域大賞の授賞式において、東京水道サービス株式会社が開発したTSリークチェッカーを用いた漏水防止技術は高く評価され、東アジア地区・オペレーション/マネージメント部門の大賞を受賞した。これを契機としてTSリークチェッカーは海外での活用も進めており、2013～2016年に実施した草の根技術協力事業を通じてマレーシア国ペナン州水道会社への2台供与をはじめ、その後もマレーシア国ラブアン水道局に2台、ベトナム国ハノイ水道公社に1台供与し、業務や研修教材としての活用を通じて、海外での認知度が高まりつつある。

TSリークチェッカーを用いた国内外での漏水対策の実務を通じて蓄積したノウハウ

---

3 飲めるように浄水処理した水を配水池から需要者の近くまで輸送する配水管の分岐部から、需要者の宅内に給水する配管のこと  
4 漏水箇所補修後に生じる水圧変化等の影響により、補修箇所以外の管路等の漏水孔が拡大して漏水が発生する現象のこと

は、海外の多くの水道事業にも十分に活用可能である。そこで東京水道サービス株式会社は、技術の実装フィールドを海外にも広げることで、東京都水道局のグループ企業としての社会貢献と同時に、海外事業展開で得られる知見の国内業務へのフィードバックを通じて国内の技術者不足という課題への対応<sup>5</sup>も図るべく、海外進出を意図している。

## 2-2 提案製品・技術の概要

### 2-2-1 提案企業の製品・技術の特長

#### (1) TS リークチェッカー

我が国では約 120 年前から近代水道の整備が進んできたが、水道管の老朽化などによる漏水の削減は日本だけでなく世界各地の近代水道の悩みの種である。コストをかけて水源確保や浄水処理を施した浄水が利用者に届く前に地中に漏れて無駄になってしまうため、地中の漏水箇所を発見する技術開発が進んできた。最近でも漏水防止の主流な技術は、以下のような音聴棒や電子式の漏水発見器による漏水箇所の特定である。



出典:JICA 調査団作成

図 2-1 漏水探査機器の例

しかし、これら特殊機器の扱いには豊富な経験とノウハウを有する技術職員が必要不可欠で、人海戦術による膨大な人件費もさることながら、日本の場合は特に少子高齢化による技術伝承の問題も重なり、より簡易で効率的な漏水発見器の開発需要が高まってきた。このような背景のもとで東京水道サービス株式会社が開発したのが本提案製品の TS リークチェッカーである。これは、水道メーターの上などに設置するだけで、給水管からの漏水有無の可能性を約 2 秒という瞬時に判別できる小型の時間積分式漏水発見器である。

5 我が国の水道事業が、少子化の影響もあって将来的に規模縮小や業務の細分化、効率化などが進むと想定される中、水道供給事業の技術者に求められる実地経験や現場での応用力、対応能力を身につけるフィールドとして、海外の現場も視野に入れている



出典:JICA 調査団作成

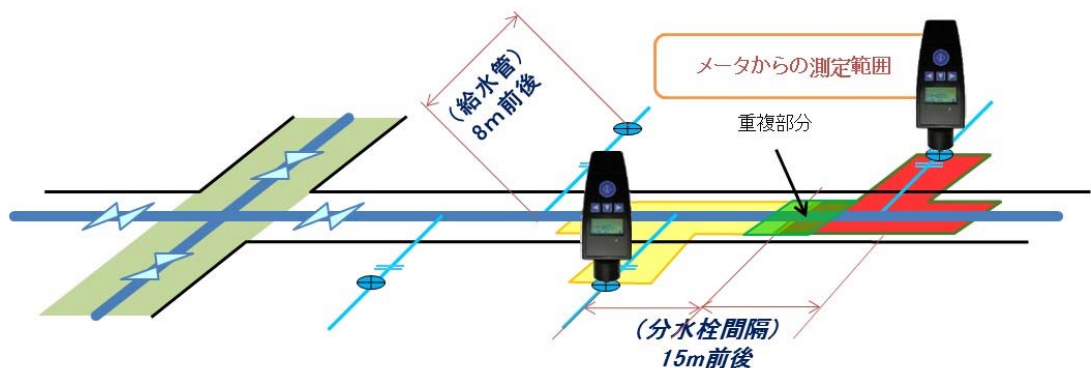
図 2-2 TS リークチェッカー

TS リークチェッカーは、専門技能を有しない職員でも一瞬（約 2 秒）にして漏水可能性の有無を判別する簡易測定器であり、漏水音の捕捉距離は金属管の場合で約 20m である。これにより、専門員による全戸漏水探査と比べ、人件費と作業時間が大幅に削減できる。国内実績では、過去 6 年で延べ 1,299 台のレンタルの実績を有する。

この製品の技術的特長は以下の点にある。

- ・ 誰でも簡単に漏水調査が可能（例えば検針員が業務の合間に計測することも可能）
- ・ 雑音や騒音の多い日中でも調査が可能（これにより夜間作業も減少する）
- ・ 塩化ビニル管等、多様な水道管種にも対応可能（どこでも検知できる）
- ・ 内蔵メモリによる最大 3,000 件のデータを保存（データ分析や傾向等の可視化が容易となる）

TS リークチェッカーの捕捉範囲は、環境に応じて異なるものの国内では概ね、給水管は 8m 前後、分水栓<sup>6</sup>間隔は 15m 前後であり、給水管のみならず配水管の漏水検知も可能である。



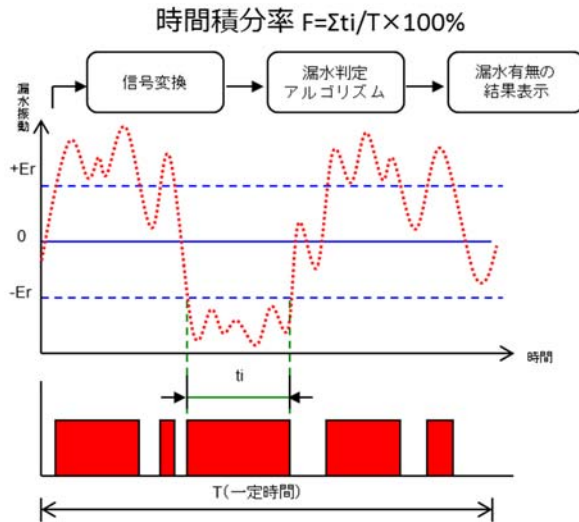
出典:JICA 調査団作成

図 2-3 TS リークチェッカーの漏水検知範囲

TS リークチェッカーは、漏水発生箇所が発生する漏水音が、管材を通して振動として伝播される際の振動を捕捉し、規定時間内における一定以上の振動の信号が占める割合

<sup>6</sup> 水を止めずに配水管から給水管を分岐する装置を分水栓(サドル付分水栓)と呼ぶ

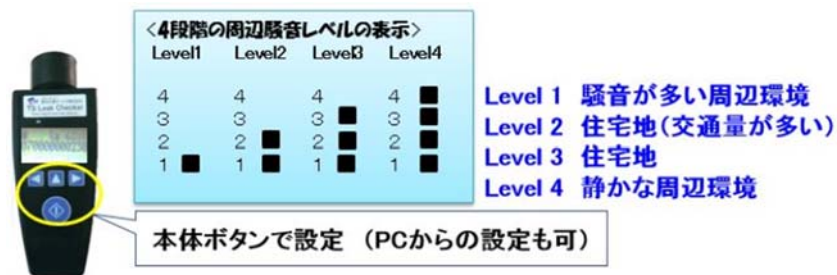
(時間積分率)で解析して漏水判定を行う仕組みである。つまり、漏水音の継続性と雑音の一過性という異なる振動特性を利用し、漏水の疑いの有無が判定できることになる。



出典:JICA 調査団作成

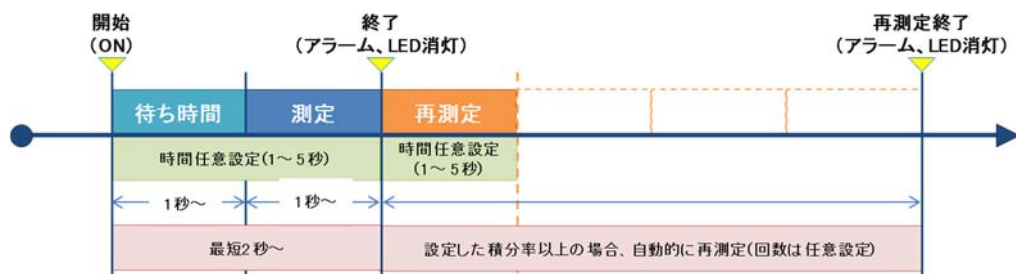
図 2-4 TS リークチェッカーの漏水検知の原理

計測する箇所の周辺騒音や振動の大小により、計測の結果漏水の疑いが有る箇所の絞り込み件数（スクリーニング件数）が左右される。そのため、周辺環境に合わせて騒音レベルや対象管種に加え、計測時間や計測回数の各種設定を変えることで、精度の高い漏水音の捕捉を追及できる。



出典:JICA 調査団作成

図 2-5 TS リークチェッカーの周辺騒音レベルの設定内容



出典:JICA 調査団作成

図 2-6 TS リークチェッカーの計測パターンの設定イメージ

TS リークチェッカーは、無収水対策の一部である漏水箇所発見に資するツールであり、実際に無収水削減を実現するには、音聴棒等を用いた漏水箇所特定や補修工事ノウ



ハウの他、盗水・不良水道メーター、検針ミスなどの無収水要因究明分析、水圧・流量測定による全体水収支分析、管路更新提案を含む維持管理計画の策定や人材育成などの技術ノウハウが求められる。本調査では、水道管漏水発見の省力化機器「TS リークチェッカー」と、これらの技術ノウハウとを、ビジネスツールのパッケージと捉え、無収水削減対策技術サービスの活用方策、及びビジネス性を検討した。

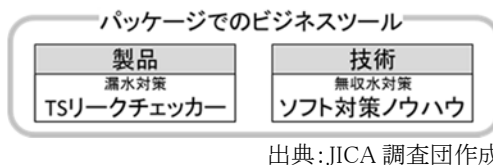


図 2-7 ビジネスツールのイメージ

## 2-2-2 国内外の類似製品及び比較優位性

### (1) 現地競合他社

類似製品で漏水を検知する製品には、TS リークチェッカー同様の携帯型以外にも、常設型や電磁波を流すタイプ、その他に従来型の音聴棒による検知器を機械化したタイプの製品が存在する。

以下に、主な競合他社製品の、TS リークチェッカーとの仕様比較表を示す。

表 2-1 競合他社製品との比較表

| 製品            | 東京水道サービス(株)<br>TSリークチェッカー | 携帯型製品                    | 常設型製品                                    |
|---------------|---------------------------|--------------------------|--|
| 設置・取扱い        | 作業者が携帯                    | 作業者が携帯                   | メーター付近に常設置                               |
| 調査方法          | メーター検針員または<br>作業者に携帯させ調査  | メーター検針員または<br>作業者に携帯させ調査 | メーター検針時に目視確認                             |
| 漏水検知時の表示      | 液晶版に漏水マークを表示              | 液晶版に漏水マークを表示             | LED ライトが点滅                               |
| 検知方法          | 時間積分式自動検知                 | 微弱な漏水音を捉え自動検知            | 内臓センサーによる自動検知                            |
| 漏水音検知<br>可能範囲 | 金属管 20m<br>非金属 10m        | 捕捉可能範囲の公表なし              | 金属管 100～150m<br>非金属 50～70m<br>(いずれも配水管用) |

出典:JICA 調査団作成

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

### 2-3-1 現地適合性検証の目的

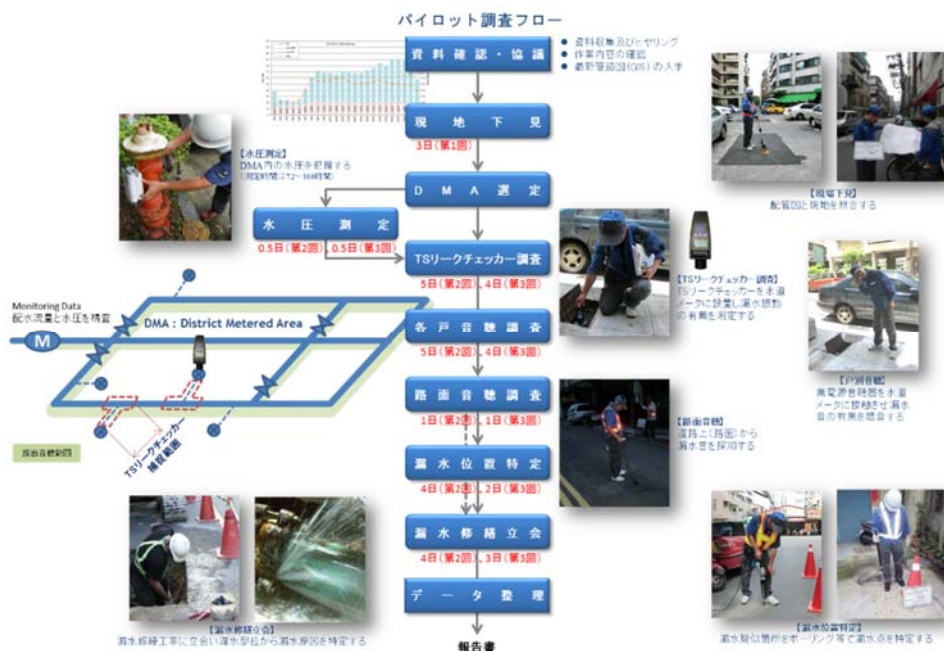
TS リークチェッカーは、専門技能を有しない職員でも操作が可能であり、国内でも検針員による使用実績が豊富なことから、操作上の適合性は立証済みである。しかし、管路内水圧が極端に低い場合や、降雨時、大きな騒音が継続するような周辺環境などでは、漏水音の検知が困難な場合がある。また、当然ながら、水道メーターが地中に埋設されているなど設置方法によって水道メーターに接触できない場合は、計測が不可能である。

そこで、日本と異なる環境下でどの程度の精度で捕捉できるかを検証するため、パイロット調査として現地の一定エリア規模の既存 DMA を対象に、TS リークチェッカーによって抽出される漏水の疑いのある箇所德音聴棒調査、路面掘削、補修工事を行うことで、高い時間積分率の値の要因を分析した。

## 2-3-2 製品・技術の現地適合性検証方法

### (1) 調査実施項目

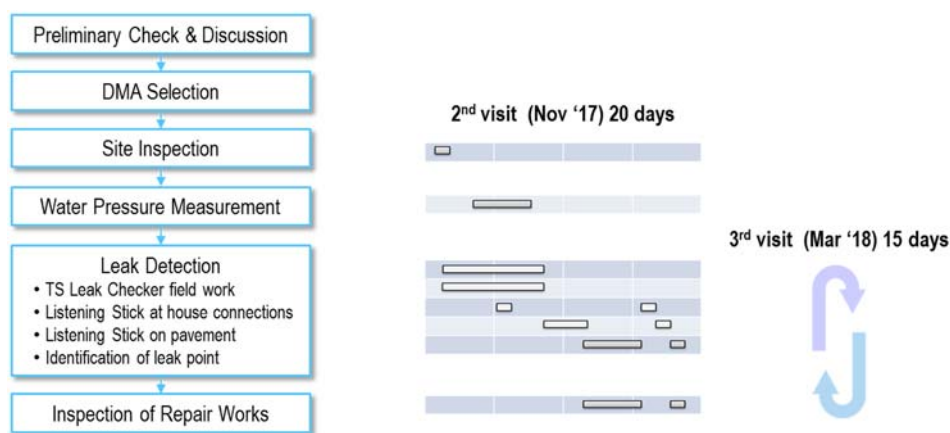
以下の漏水対策実施フローに沿い、TS リークチェッカーによる漏水音判定結果と、漏水箇所特定並びに補修工事の実施結果を比較することで、TS リークチェッカーの捕捉精度を検証した。



出典:JICA 調査団作成

図 2-8 パイロット調査フロー

また、一般的には、漏水箇所の補修工事を実施した後は漏水孔が塞がれることによる水圧の変化や管路の経年劣化等の影響により、補修箇所以外の管路等の漏水孔が拡大し、別の箇所から漏水が発生する、復元と呼ばれる現象が生じる。この復元現象の程度を検証するため、パイロット調査は約4ヶ月の間隔を空けて2度実施し、漏水箇所数や漏水量の変化を計測した。



出典:JICA 調査団作成

図 2-9 パイロット調査実施スケジュール

### 2-3-3 パイロット調査実施箇所の選定

#### (1) TSリークチェッカー適用条件

現地適合性検証の目的に掲げた、TSリークチェッカーの捕捉精度検証のための要因分析を確実に行うためには、TSリークチェッカーが適正に作動すること、漏水以外の無収水要因が少ないこと、調査実施期間内に補修工事まで終了できるような範囲であること、が重要である。そこで、パイロット調査対象エリアの選定条件を、以下の4点とした。

- ① DMA内に極端な標高差が無い
- ② DMAの末端部の水圧が常時1bar程度以上確保されている
- ③ NRW値がマイナスでない
- ④ 給水戸数が400戸前後である

PDAM Kab. Bandungからの提供資料やヒアリングを通じて、これらの条件を満たす以下の4DMAを候補として選定した。

表 2-2 パイロット調査対象候補DMA

| No. | DMA名           | 地域名         | 接続数 | 2017年5月のNRW率(%) |
|-----|----------------|-------------|-----|-----------------|
| 1   | Blok I         | Soreang     | 361 | 42.74           |
| 3   | CPI            | Soreang     | 484 | 19.75           |
| 4   | Cijengkol Kiri | Banjaran    | 333 | 38.14           |
| 8   | Norogtog       | Pangalengan | 477 | 32.54           |

出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料を基にJICA調査団作成

これらのうち、最もNRW率が高く、PDAM Kab. Bandungが過去数年間に亘って漏水対策を実施しているもののなかなか効果が上がっていない、Blok I<sup>7</sup>をパイロット調査の対象として選定した。

### 2-3-4 パイロット調査結果

#### (1) 調査実施内容

##### ア 水圧ロガー設置

調査対象エリアの中間、及び管末付近に水圧ロガーを設置し、調査期間中の水圧を記録することで、補修工事の影響に伴う水圧変化量を計測した。

##### イ TSリークチェッカー調査（一次スクリーニング）

対象DMA Blok I エリア内の、家主不在でTSリークチェッカーを設置できなかった家屋を除く全戸の水道メーターから、TSリークチェッカー時間積分率を取得した。本調査では、漏水判定の閾値として時間積分率を50%とした。

<sup>7</sup> “Blok I”はインドネシア語表記のDMA名



出典：調査団撮影

図 2-10 TS リークチェッカー作業の様子

ウ 戸別音聴調査、路面音聴調査（漏水位置特定）

時間積分率が 50%以上を記録した漏水音の疑いのある箇所について、PDAM 漏水対策班と共同で、音聴棒、電子式漏水探知器、相関式漏水探知器を用いて詳細漏水位置を特定した。



出典：調査団撮影

図 2-11 音聴棒や漏水探知器による漏水位置特定作業の様子

エ 漏水修繕立会い

特定箇所のうち補修工事が可能な箇所について、PDAM による漏水修繕工事に立会い、現地側の施工方法を確認しつつ、問題点把握、指導を実施した。



出典：調査団撮影

図 2-12 補修工事立会いの様子

## (2) 調査結果

### ア TS リークチェッカーによる漏水箇所の特定

第1回及び第2回のパイロット調査それぞれの、漏水の疑いのある箇所から漏水特定箇所までの絞込みの結果は以下のとおりであった。

表 2-3 TS リークチェッカーを用いた漏水箇所特定結果

|                         | 第1回<br>パイロット調査<br>(2017年11月) | 第2回<br>パイロット調査<br>(2018年3月) |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 調査戸数                    | 392                          | 368                         |
| 時間積分率50%以上の(漏水の疑いがある)箇所 | 97                           | 99                          |
| 漏水音捕捉箇所                 | 23                           | 29                          |
| 漏水箇所                    | 13                           | 17                          |

出典:JICA 調査団作成

第1回パイロット調査で10箇所を補修した後の第2回パイロット調査では漏水箇所がそれより多い17箇所(うち3箇所は第1回パイロット調査時にも発見したが補修しなかった箇所)発見された。これらの漏水箇所を図に示すと以下のとおりで、第2回の漏水箇所は第1回の漏水箇所とほとんど異なる場所で発生していることから、復元現象が発生したことが明らかとなった。



出典:JICA 調査団作成

図 2-13 漏水発見箇所

### イ 漏水量

補修工事の際、計量可能箇所は計量カップ等のツールを用い、計量不可の箇所は目視によって、漏水量を計測した。

第1回パイロット調査では合計0.251L/sの漏水量に対し、第2回パイロット調査では

約 4 倍の合計 1.0179L/s の漏水量を計測した。これらの漏水量を単純合計すると 1.2689L/s、すなわち 109.6m<sup>3</sup>/日となり、これは「イ」国の一人当たり水道使用量原単位 120L/日を用いると 914 人分、1 戸あたり 5 人とするパイロット調査対象戸数の約 46% にあたる 183 戸分の使用水量に相当する。

表 2-4 第 1 回パイロット調査で発見した漏水発生箇所と漏水量

| ID       | 漏水量 (L/s) | 漏水発生箇所      |
|----------|-----------|-------------|
| ① 339276 | 0.0003    | ソケット        |
| ② 340191 | 0.0167    | 給水管立ち上りエルボー |
| ③ 340649 | 0.0278    | 分水栓         |
| ④ 337275 | 0.03      | ソケット        |
| ⑤ 337587 | 0.0067    | ソケット        |
| ⑥ 337353 | 0.0117    | ソケット        |
| ⑦ 337384 | 0.0278    | 地中 PE 管     |
| ⑧ 338519 | 0.0411    | ソケット        |
| ⑨ 345543 | 0.0333    | 分水栓         |
| 警察官宅     | 0.0556    | 不明          |
| 合計       | 0.251     | -           |

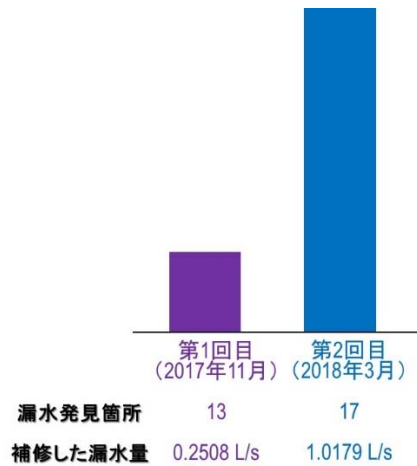
出典:JICA 調査団作成

表 2-5 第 2 回パイロット調査で発見した漏水発生箇所と漏水量

| ID        | 漏水量 (L/s) | 漏水発生箇所     |
|-----------|-----------|------------|
| ① 342301  | 0.4       | 配水管端末      |
| ② 344698  | 0.0417    | ソケット       |
| ③ 345503  | 0.0389    | ソケット       |
| ④水道メーターなし | 0.0417    | ソケット       |
| ⑤ 339065  | 0.1667    | 分水栓        |
| ⑥ 336491  | 0.0167    | ソケット       |
| ⑦ 345325  | 0.2778    | 配水管接続ジョイント |
| ⑧ 339151  | 0.0009    | ソケット       |
| ⑨ 338867  | 0.0003    | ソケット       |
| ⑩ 341028  | 0.0003    | ソケット       |
| ⑪ 339067  | 0.0083    | ソケット       |
| ⑫ 339755  | 0.0008    | ソケット       |
| ⑬ 345495  | 0.0008    | 不明         |
| ⑭ 337497  | 0.0056    | 不明         |
| ⑮ 337555  | 0.0083    | 不明         |
| ⑯ 344219  | 0.0008    | 不明         |
| ⑰ 340647  | 0.0083    | 不明         |
| 合計        | 1.0179    |            |

出典:JICA 調査団作成



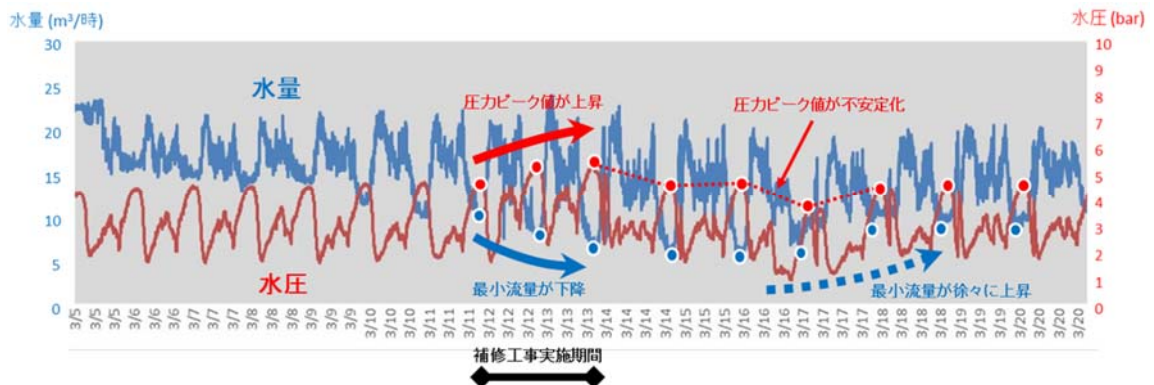


出典:JICA 調査団作成

図 2-14 パイロット調査で発見・補修した漏水量の比較

第2回パイロット調査実施中の水圧・水量ログデータを次図に示す。補修工事を実施した3月12日から13日の2日間にかけて、ピーク時水圧は上昇し、夜間の最小流量は下降した。さらに最小流量の2日間での減少量は0.9667L/sで、第2回パイロット調査で修理した箇所の合計漏水量1.0179L/sの約95%に当たることから、補修工事による漏水削減効果が明確に示される結果となった。

しかし一方で、補修工事实施後はピーク時水圧にばらつきが生じたとともに、最小流量は徐々に上昇する傾向が見られた。



出典:JICA 調査団作成

図 2-15 補修工事後の水量水圧の改善量

#### ウ 漏水要因と補修工事实施内容

TS リークチェッカーを使用して発見した全27の漏水箇所について、PDAMが実施した補修工事に立会い、漏水の原因と補修工事の内容を確認した。

目視確認可能な露出配管からの漏水は14箇所、地下漏水は13箇所と、全体の約半数を占めた。また、漏水箇所の殆どは分水栓や接続継手など給水管路部からの漏水であったが、配水管からの漏水も2箇所発見され、大量の漏水発生要因となっていた。

漏水原因の大半を占めたのは、給水管接手部の接続不具合であった。ほとんどの給水

管に用いられているポリエチレン管は、クリープ現象<sup>8</sup>が生じやすい。パイロット調査対象地域では、接手の過剰な締め付けによる変形その他、鞘管を設けず側溝に剥き出しで配管しているために大雨時の増水や岩等の異物からの圧力による管の変形が多く見られた。これらの管の変形によって接続部分にゆるみや間隙が生じ、漏水が多発していたと推察される。



出典：調査団撮影

図 2-16 給水管接手部の漏水箇所

また、土中の管路破損も見られた。施工時に径の大きな岩も埋め戻しているため、管に直接応力がかかるリスクが大きいことが分かった。



出典：調査団撮影

図 2-17 施工時の埋め戻し土中の突起物による破損が拡大した埋設管漏水孔

その他、止水せずに施工しており、流水の中での接続作業中に O リング等の部品を落として紛失する等、増締め作業が困難な状況などが見られた。そのため修繕止水が不完全で、一旦修復したようにみえても、音聴棒で確認すると漏水音が残っていたため再修繕したケースが散見された。



出典：調査団撮影

8 持続的な荷重や外圧によって時間の経過とともに歪みが増大する現象のこと



図 2-18 止水せずに補修する作業の様子

2-3-5 現地適合性の検討

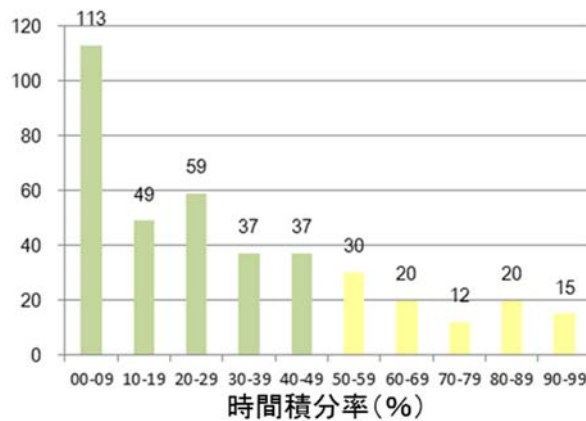
(1) TS リークチェッカーによるスクリーニング効果

TS リークチェッカーによるスクリーニングでは、漏水の疑いが高いと判断される時間積分率 50%以上を閾値とし、第 1 回目では 97 箇所（全調査個数 392 戸の 24.7%）、第 2 回目では 99 箇所（全調査個数 368 戸の 26.9%）を抽出した。

表 2-6 パイロット調査での一次スクリーニング効果

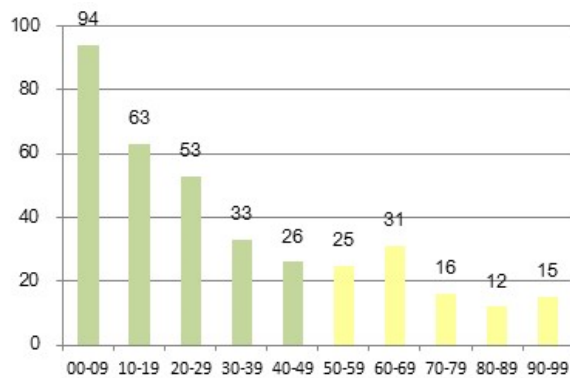
| 実施時期                        | 調査箇所数 | 時間積分率 50%以上を記録した箇所数(割合) |
|-----------------------------|-------|-------------------------|
| 第 1 回パイロット調査<br>2017 年 11 月 | 392   | 97(24.7%)               |
| 第 2 回パイロット調査<br>2018 年 3 月  | 368   | 99(26.9%)               |

出典:JICA 調査団作成



出典:JICA 調査団作成

図 2-19 第 1 回目パイロット調査での時間積分率 50%以上箇所数

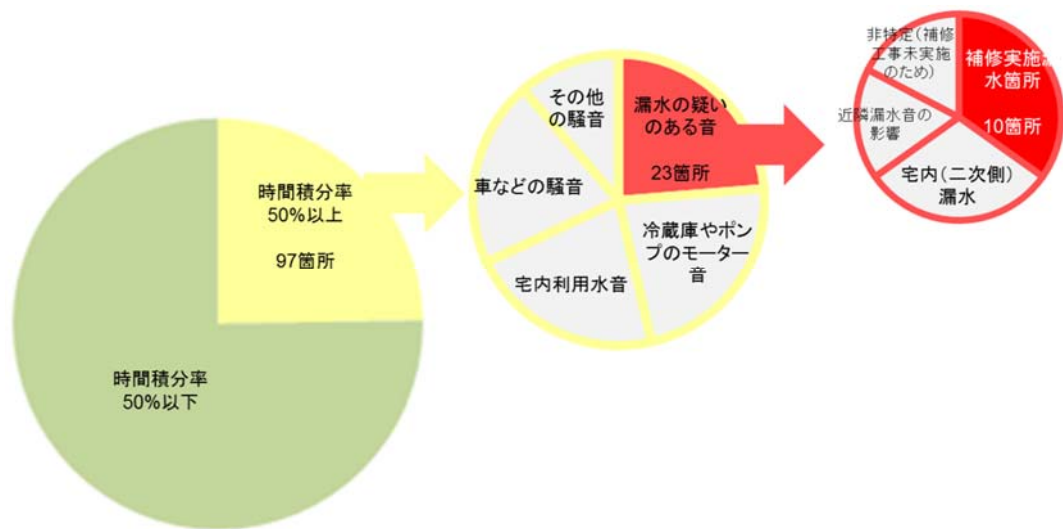


出典:JICA 調査団作成

図 2-20 第 2 回目パイロット調査での時間積分率 50%以上箇所数

第 1 回パイロット調査で時間積分率 50%以上を記録した 97 箇所のうち、音聴棒によって屋内使用水や TS リークチェッカーの接続延長棒による計測、微小モーター音が原

因で非漏水音と判別した箇所は 74 箇所であった。これら以外の擬似漏水 23 箇所のうち、宅内漏水や極小漏水箇所を除く 10 箇所を修繕した。



出典:JICA 調査団作成

図 2-21 第 1 回目パイロット調査での漏水可能性箇所の原因内訳

第 2 回目パイロット調査でも同様に、時間積分率 50%以上を記録した 99 箇所のうち、非漏水音と判別した箇所は 71 箇所、残りの擬似漏水 28 箇所のうち宅内漏水や極小漏水箇所を除く 12 箇所を修繕した。

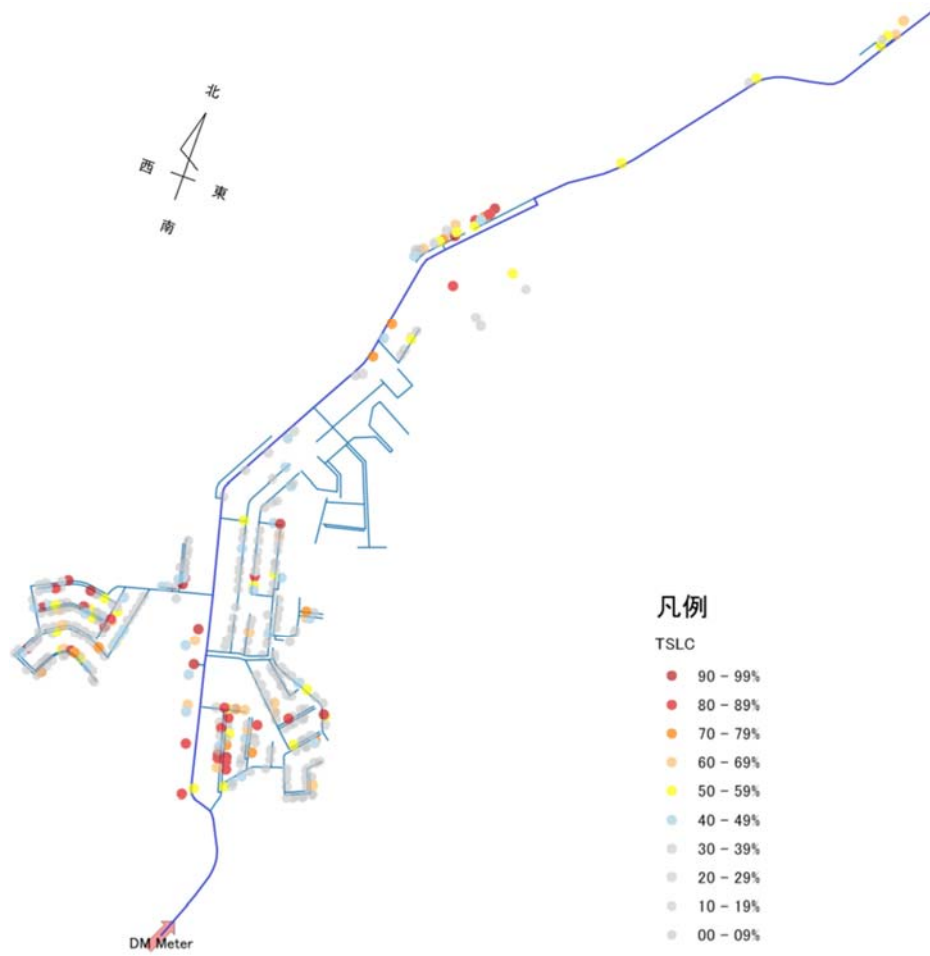
結果的に、時間積分率 50%以上を閾値として、漏水の疑いのある箇所を調査全戸数の約 4 分の 1 に絞り込むことができ、短期間に 27 箇所という多くの漏水箇所を発見することができた。

次に、時間積分率 50%以上の箇所の分布を次図に示す。

DMA 内の中間エリアは新興住宅地が多く、管路は数年前に敷設された比較的新しい埋設管が多い。また、DMA の南部エリアは、PDAM でも過去に多くの漏水補修工事を実施してきたエリアである。

TS リークチェッカーによる高い判定率が記録された箇所の分布図から、DMA 内の中間エリアには高い判定率を記録した箇所が少なく、逆に南部は高い判定率記録箇所の分布が多いことが読み取れ、地域特性と概ね合致する結果を得た。

以上から、漏水の疑いのある箇所を効率的に絞り込むという TS リークチェッカーへのスクリーニング効果の面での現地適合性は立証されたと考えられる。



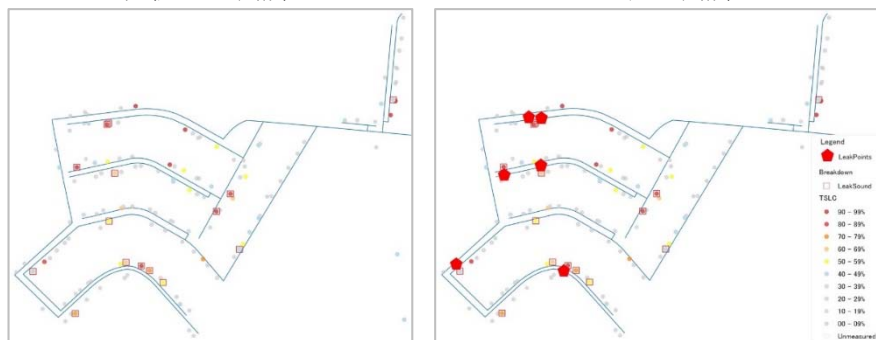
出典: JICA 調査団作成

図 2-22 第 1 回目パイロット調査での時間積分率 50%以上箇所分布図

Blok N 地区

擬似漏水箇所

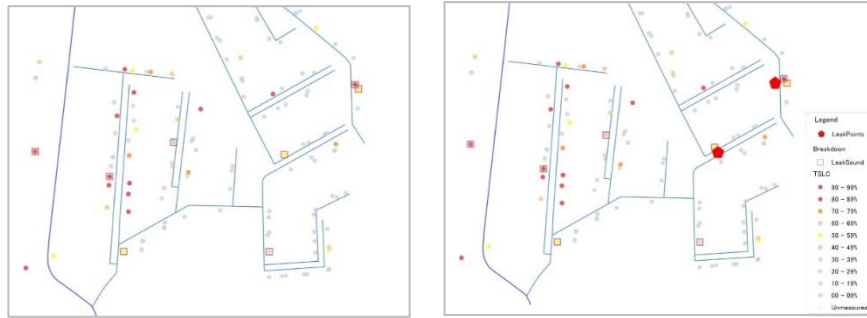
漏水特定箇所



Blok L 地区

擬似漏水箇所

漏水特定箇所



出典:JICA 調査団作成

図 2-23 実際の漏水箇所との比較

## (2) 環境への適合性

現地での計測作業において、日本国内での環境との大きな相違は、計測する水道メーターが地上に設置されている点にある。地上に設置されている水道メーターは、地中のメーターに比べ周辺の騒音などの影響が大きくなる。

そこで、現地周辺環境による TS リークチェッカーの適正な設定を確認するため、これまでの経験に基づき各種設定レベルを決定し、その結果から設定値の妥当性、環境適合性を検討した。TS リークチェッカーの設定は、地上メーターであることを考慮し、計測時間を日本国内より若干長くしたもの、フィルタ、騒音レベル、時間積分率は日本国内と同様とした。

表 2-7 パイロット調査で検証した TS リークチェッカーの使用時設定

| 設定項目                    | 設定内容       | 備考  |
|-------------------------|------------|---|
| ハイパスフィルタ<br>(管種に関する設定)  | L(樹脂管)     | 日本国内においても、ほとんどはL(樹脂管)で設定している。                                       |
| 騒音設定レベル                 | レベル 3(住宅地) | パイロット対象の Blok I は、住宅地が多いことから、レベル 3 としをさらに 5 段階に細分化し同時計測で確認できる設定とした。 |
| 計測時間及び計測回数              | 3 秒 5 回計測  | 地上設置メーターを考慮したが、発見したすべての漏水箇所は、3 回計測で捉えた。(日本では、通常 1~2 秒 3 回計測)        |
| 時間積分率<br>(漏水の疑いを判定する閾値) | 50%        | 日本国内では、40~60%で設定している。   |

出典:JICA 調査団作成

調査の結果、第 1 回目及び第 2 回目で発見した計 27 箇所箇所の漏水については、すべて上記設定の中で捉えることができた。全ての調査対象水道メーターで音聴棒による音聴調査を行った結果、上記時間積分率 50%を下回る積分率の箇所での漏水はなかった。また、騒音設定レベルについては、日本国内での通常のレベル 3 で適用することも確認した。

今回の TS リークチェッカーを使用した調査では、27 箇所の漏水を発見した。この発見数は、PDAM Kab.Bandung による DMA Blok I の年間平均漏水探知数 2.7 箇所の 10 倍であり、漏水発見率は 3.5% (第 1 回調査戸数 392+第 2 回調査戸数 368 に対する漏水箇所数の割合) で、日本国内における平均漏水発見率 0.5%を大きく上回る漏水の発見割合であった。

以上から、今回のパイロット調査対象の Blok I における漏水調査では、確実に漏水を

捉えることができたと考えられ、TS リークチェッカーの適用性及び有効性が実証できたとと言える。

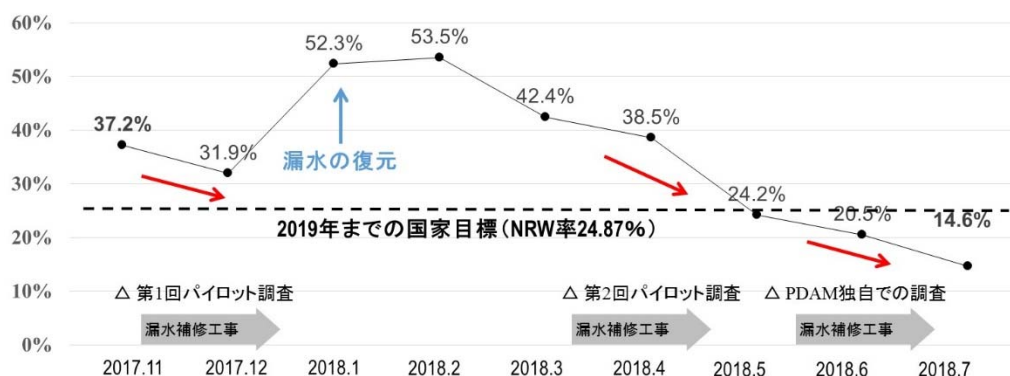
### (3) 現地の水道事業者による利用の適正

#### ア PDAM 職員による TS リークチェッカーの使用状況

2018年3月の調査団による第3回現地調査終了後、PDAMは職員のみでTSリークチェッカーを用いて2018年3月末から約3ヶ月間、調査団と同様の方法で、Blok Iを含む7箇所のDMAを対象に漏水調査を実施した。

結果は下表に示すとおり、91箇所から合計1.5656L/sの漏水量を発見しており、うち11箇所は地下漏水との報告であった。

Blok Iでの夜間最小流量データに基づき算出した無収水率は以下のとおりで、第1回パイロット調査前の無収水率37.2%が、PDAM独自調査後には14.6%に削減された。これはインドネシア国の水道分野開発目標である「2019年までにのNRW値24.87%以下」を大幅に下回る値である。



出典:JICA 調査団作成

図 2-24 調査前後での Blok I の無収水率の推移












本調査実施前は、PDAM職員はステップ・テストでは地下漏水をほとんど発見できなかったことを踏まえると、大きな効果である。このことは、TSリークチェッカーと無収水対策ノウハウとのパッケージ技術サービスが、PDAM独自の漏水発見及びNRW値の大幅低下に大きく貢献できることの証左であるといえる。

表 2-8 PDAM独自実施によるTSリークチェッカーによる漏水調査結果

| DMAエリア名     | 発見した漏水量(L/s)    | 発見した漏水箇所 | 地下漏水箇所 |
|-------------|-----------------|----------|--------|
| BLOK I      | 0.8636          | 11       | 8      |
| SUKATANI    | 0.036           | 15       | 0      |
| NBC         | 0.4113          | 19       | 1      |
| GANDRUNG    | 0.104           | 9        | 0      |
| BALEKAMBANG | 0.1507          | 14       | 2      |
| NUSAMTARA   | (PDAM提供資料に記載なし) | 10       | 0      |
| PILAR MAS   | (PDAM提供資料に記載なし) | 13       | 3      |
| 合計          | 1.5656          | 91       | 14     |

出典:JICA 調査団作成

## TINDAK LANJUT TERHADAP INDIKASI KEBOCORAN フォローアップ調査の漏水一覧 ※調査団和訳

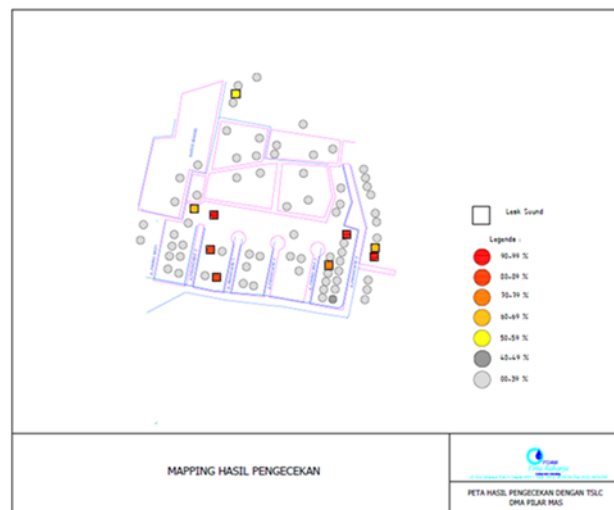
| NO | NO PELANGGAN | KEHILANGAN AIR (litre) | MATERIAL YANG DIGUNAKAN                             | DOKUMENTASI   | NO                  | NO PELANGGAN | KEHILANGAN AIR (litre) | MATERIAL YANG DIGUNAKAN  | DOKUMENTASI   |
|----|--------------|------------------------|---|---|---------------------|--------------|------------------------|--|---|
| 1  | 337079       | 0.3500                 | Elbow 3/4" = 1 bh                                   |  | 7                   | 343911       | 0.0015                 | Pipa HDPE 3/4" = 1 m<br>Reducer 1" x 3/4" = 2 bh   |  |
| 2  | 345070       | 0.2200                 | Pipa HDPE 3/4" = 0.5 m<br>Socket HDPE 3/4" = 2 bh   |  | 8                   | 342735       | 0.0005                 | Water Meter 1/2" = 1 bh  |  |
| 3  | 340647       | 0.1100                 | Hanya dilakukan pengencangan pada elbow HDPE 3/4"   |  | 9                   | 339483       | 0.0100                 | Hanya dilakukan pengencangan pada elbow HDPE 3/4"  |  |
| 4  | 343070       | 0.0185                 | Hanya dilakukan pengencangan pada elbow HDPE 3/4"   |  | 10                  | 336760       | 0.0010                 | Elbow 3/4" = 1 bh<br>Pipa HDPE 3/4" = 0.5 m<br>Lockable = 1 bh<br>Water Meter 1/2" = 1 bh<br>Knee GI 1/2" = 2 bh<br>Stop Kran 1/2" = 1 bh<br>Pipa GI 1/2" = 1 m<br>Atap Kran 1/2" = 1 bh |  |
| 5  | 346973       | 0.1500                 | Hanya dilakukan pengencangan pada ferrule HDPE 3/4" |  | 11                  | 342130       | 0.0016                 | End Cap HDPE 3/4" = 1 bh   |  |
| 6  | 341983       | 0.0005                 | -   |  | Total <b>0.8636</b> |              |                        |  |   |

**Keterangan :**  
● Leakage are located underground

\*Action taken against leakage indications

出典:PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung 報告資料より抜粋

図 2-25 PDAM 独自の漏水箇所報告 (DMA Blok I サンプル)



出典:PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung 報告資料より抜粋

図 2-26 PDAM 独自の漏水発見箇所分布報告 (DMA Pilar Mas サンプル)

以下の PDAM 独自調査の結果サンプルに示されているとおり、PDAM 職員は TS リークチェッカーの時間積分率による漏水判定の閾値を独自に 40%で設定し、それらを対象に音聴棒や漏水探知機を用いて要因把握を実施しており、さらに閾値以下の件でも「蛇口故障」などの要因分析を行い、その情報を追記するなど、TS リークチェッカーの一時スクリーニング手法を使いこなしている様子が伺える。

表 2-9 PDAM 独自調査による TS リークチェッカー判定値整理サンプル



## SURVEY DMA BLOK I

|                        |       |  |                            |
|------------------------|-------|--|----------------------------|
| total #                | 329   |  | - F > 50% but not Leakage  |
| F: >50%                | 34    |  | - Leakage                  |
| Screening Ratio        | 10.3% |  | - In-house Leakage         |
| Leak Suspectious Found | 11    |  | - Similar Sound to Leakage |
| Leak Found Ratio       | 3.3%  |  |                            |

| Measurement Number | Customer ID | Datetime  | Pengukuran Data 1 | Pengukuran Data 2 | Pengukuran Data 3 | Data Minimum | Perkiraan Kebocoran | Keterangan                        |
|--------------------|-------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1                  | 336760      | 2018/4/25 | 9.59.19           | 99                | 99                | 99           | Yes                 | Bocor Pencil                      |
| 244                | 337079      | 2018/4/25 | 14.46.31          | 95                | 96                | 95           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 188                | 336747      | 2018/4/25 | 10.30.55          | 92                | 93                | 92           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 208                | 337185      | 2018/4/25 | 11.40.55          | 94                | 92                | 92           | Yes                 | Suara Gongsang Amjing             |
| 214                | 345020      | 2018/4/25 | 13.38.58          | 89                | 91                | 90           | Yes                 | Bocor Pipa Drose                  |
| 107                | 337404      | 2018/4/24 | 11.02.17          | 87                | 88                | 83           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 44                 | 344587      | 2018/4/23 | 15.12.34          | 81                | 75                | 76           | Yes                 | Stop Kran Rusak                   |
| 231                | 339283      | 2018/4/25 | 14.22.25          | 72                | 83                | 78           | Yes                 | Suara Pekerjaan Konstruksi        |
| 278                | 340647      | 2018/4/26 | 10.18.42          | 72                | 72                | 74           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 26                 | 11269147    | 2018/4/23 | 14.42.42          | 71                | 69                | 70           | Yes                 | Saluran Pembuangan                |
| 189                | 345020      | 2018/4/25 | 10.35.24          | 64                | 67                | 64           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 311                | 345386      | 2018/4/26 | 11.55.03          | 66                | 64                | 69           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 186                | 336670      | 2018/4/25 | 10.19.27          | 66                | 66                | 63           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 58                 | 344700      | 2018/4/24 | 9.56.59           | 62                | 62                | 62           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 187                | 337497      | 2018/4/25 | 10.26.05          | 62                | 64                | 62           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 230                | 339506      | 2018/4/25 | 14.19.15          | 72                | 68                | 62           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 248                | 345847      | 2018/4/25 | 15.02.06          | 77                | 69                | 61           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 17                 | 345973      | 2018/4/23 | 14.29.53          | 59                | 61                | 59           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 116                | 341983      | 2018/4/24 | 11.13.42          | 77                | 59                | 82           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 326                | 16467077    | 2018/4/26 | 13.27.29          | 59                | 67                | 58           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 232                | 343340      | 2018/4/25 | 14.23.40          | 60                | 59                | 57           | Yes                 | Suara Pekerjaan Konstruksi        |
| 314                | 343373      | 2018/4/26 | 12.02.23          | 73                | 71                | 57           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 245                | 336709      | 2018/4/25 | 14.49.17          | 72                | 57                | 55           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 324                | 343494      | 2018/4/26 | 13.21.01          | 55                | 59                | 55           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 196                | 342130      | 2018/4/25 | 10.21.08          | 61                | 54                | 54           | Yes                 | Suara Bocor ex Dongker (1.01/219) |
| 68                 | 345334      | 2018/4/24 | 10.10.07          | 65                | 53                | 53           | Yes                 | Suara Pekerjaan Konstruksi        |
| 205                | 343911      | 2018/4/25 | 11.34.10          | 58                | 67                | 53           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 210                | 341695      | 2018/4/25 | 11.54.12          | 53                | 69                | 97           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 237                | 340613      | 2018/4/25 | 14.33.49          | 61                | 53                | 71           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 310                | 345089      | 2018/4/26 | 11.53.18          | 54                | 53                | 58           | Yes                 | Saluran Pembuangan                |
| 325                | 15014956    | 2018/4/26 | 13.26.42          | 76                | 70                | 53           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 246                | 337093      | 2018/4/25 | 14.52.44          | 59                | 52                | 60           | Yes                 | Saluran Pembuangan                |
| 256                | 342325      | 2018/4/26 | 9.20.25           | 73                | 69                | 52           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 284                | 339483      | 2018/4/26 | 10.26.57          | 54                | 53                | 52           | Yes                 | Diduga Bocor Sebelum WM           |
| 40                 | 344880      | 2018/4/23 | 15.04.08          | 56                | 50                | 54           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 309                | 345183      | 2018/4/26 | 11.52.07          | 69                | 58                | 49           | Yes                 | Saluran Pembuangan                |
| 15                 | 346970      | 2018/4/23 | 14.24.31          | 50                | 53                | 48           | Yes                 | Saluran Pembuangan                |
| 315                | 342886      | 2018/4/26 | 12.03.53          | 47                | 52                | 47           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 234                | 340619      | 2018/4/25 | 14.23.24          | 56                | 46                | 57           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 313                | 342388      | 2018/4/24 | 12.03.35          | 56                | 49                | 71           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 61                 | 344887      | 2018/4/24 | 10.00.53          | 46                | 47                | 55           | Yes                 | Suara Kolam                       |
| 320                | 17489160    | 2018/4/26 | 12.16.36          | 57                | 45                | 48           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 327                | 336676      | 2018/4/26 | 13.28.50          | 57                | 44                | 62           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 51                 | 344588      | 2018/4/23 | 17.39.35          | 44                | 46                | 43           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 206                | 347051      | 2018/4/25 | 11.40.43          | 47                | 51                | 43           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 329                | 339570      | 2018/4/26 | 13.26.53          | 56                | 64                | 43           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 63                 | 346686      | 2018/4/24 | 10.04.02          | 41                | 49                | 71           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 212                | 342680      | 2018/4/25 | 11.59.17          | 51                | 41                | 48           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 88                 | 337720      | 2018/4/24 | 10.30.22          | 58                | 54                | 40           | Yes                 | Suara Kendaraan                   |
| 112                | 337467      | 2018/4/24 | 11.09.37          | 40                | 45                | 47           | Yes                 | Suara Pekerjaan Konstruksi        |
| 323                | 341181      | 2018/4/26 | 13.17.55          | 65                | 56                | 40           | Yes                 | Stop Kran Rusak                   |
| 60                 | 344882      | 2018/4/24 | 9.59.29           | 47                | 39                | 0            | No                  |                                   |
| 74                 | 337511      | 2018/4/24 | 10.15.53          | 60                | 50                | 39           | No                  |                                   |
| 80                 | 337401      | 2018/4/24 | 10.21.29          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 92                 | 337851      | 2018/4/24 | 10.41.41          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 99                 | 336808      | 2018/4/24 | 10.50.27          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 106                | 337494      | 2018/4/24 | 10.58.17          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 114                | 337780      | 2018/4/24 | 11.11.49          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 221                | 345008      | 2018/4/25 | 13.59.33          | 43                | 43                | 39           | No                  |                                   |
| 254                | 340154      | 2018/4/26 | 9.48.50           | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 288                | 339384      | 2018/4/26 | 10.41.23          | 39                | 0                 | 39           | No                  |                                   |
| 318                | 15116605    | 2018/4/26 | 12.12.19          | 55                | 39                | 0            | No                  |                                   |
| 50                 | 345242      | 2018/4/23 | 15.21.11          | 47                | 38                | 0            | No                  |                                   |
| 171                | 337593      | 2018/4/25 | 9.47.39           | 38                | 0                 | 38           | No                  |                                   |
| 200                | 336998      | 2018/4/25 | 11.18.27          | 43                | 38                | 0            | No                  |                                   |
| 271                | 339478      | 2018/4/26 | 10.12.26          | 38                | 0                 | 38           | No                  | Stop Kran Rusak                   |
| 119                | 341981      | 2018/4/24 | 11.20.21          | 36                | 0                 | 36           | No                  |                                   |
| 124                | 342447      | 2018/4/24 | 11.27.50          | 44                | 41                | 36           | No                  |                                   |
| 317                | 638885      | 2018/4/26 | 12.10.04          | 40                | 49                | 36           | No                  |                                   |
| 43                 | 344612      | 2018/4/23 | 15.09.24          | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 62                 | 344883      | 2018/4/24 | 10.02.46          | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 76                 | 337380      | 2018/4/24 | 10.17.59          | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 91                 | 337585      | 2018/4/24 | 10.38.27          | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 129                | 341988      | 2018/4/24 | 11.31.50          | 69                | 54                | 35           | No                  |                                   |
| 170                | 336242      | 2018/4/25 | 9.46.03           | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 240                | 337154      | 2018/4/25 | 14.38.56          | 74                | 57                | 35           | No                  |                                   |
| 289                | 340929      | 2018/4/26 | 10.24.39          | 35                | 0                 | 35           | No                  |                                   |
| 3                  | 347038      | 2018/4/23 | 14.02.45          | 34                | 0                 | 34           | No                  |                                   |
| 104                | 337449      | 2018/4/24 | 10.57.12          | 92                | 55                | 34           | No                  |                                   |
| 236                | 340621      | 2018/4/25 | 14.30.17          | 53                | 34                | 0            | No                  |                                   |

出典:PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung 報告資料より抜粋



## イ 検針員による TS リークチェッカーの使用状況

PDAM Kab. Bandung は検針業務を外部発注で委託している。TS リークチェッカーは、簡単な操作で誰でも使用できることから、将来的には PDAM 職員ではなく検針員が水道メーターの検針作業にあわせ TS リークチェッカーでの調査を行うことで、一定サイクルでの継続的な漏水調査が実施でき、PDAM 職員の労務負担軽減という効果ももたらす。

現地調査では、PDAM Kab. Bandung が外注している KKB Tirta Raharja 社の検針員に TS リークチェッカーを手渡し、連続した 12 戸での実際の検針にあわせての調査を行い、問題なく操作できることを確認した。また、検針業務委託会社職員及び検針員へのヒアリング調査では、以下のコメントを得た。

- ・ TS リークチェッカーの操作は簡易なので、KKB 社で雇用しているどの検針員でも問題なく使用できる
- ・ 計測時間が短いので、検針作業の合間に作業を行うことは問題なく、1 日の検針戸数のノルマ（日平均約 200 戸）への影響も無いと考えられる
- ・ 検針作業は KKB 社が独自開発した携帯電話用アプリケーションで、顧客 ID もしくは水道メーター番号のどちらからを数字入力してデータ送信しており、留守や地上漏水発見時には写真やビデオで報告することもできるが、これに TS リークチェッカーの判定値を手入力あるいは通信連動させることで情報追加が可能



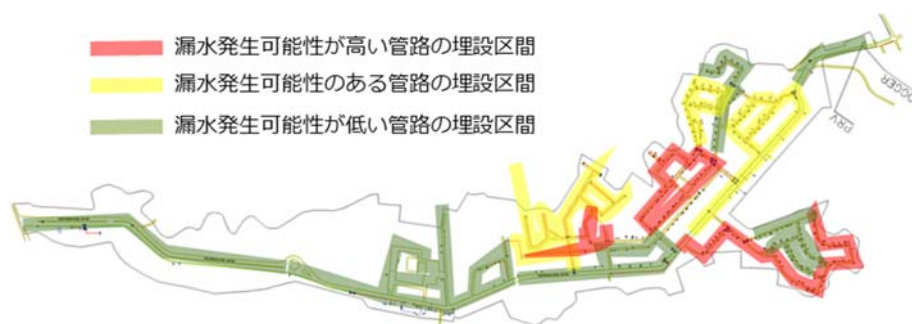
出典：調査団撮影

図 2-27 検針業務委託先会社による TS リークチェッカー試用の様子

#### (4) ステップ・テストとの結果比較

PDAM Kab. Bandung はこれまで、ステップ・テストという方法を用いて漏水箇所特定に努力してきた。この方法は日本ではそれほど採用されていないが、多くの国々で取り込まれている漏水検知の方法で、閉じられた DMA 内での夜間最小流量を基に、区画内のバルブ操作により水使用を制限し、各区間内の最小流量を比較することで漏水発生箇所を想定するものである。

このようにステップ・テストは、区間内の水量比較に基づいて、漏水発生可能性の高い管路が埋設されている路線を絞り込む方法である。路線特定の点が、水道メーター設置箇所のポイント毎で漏水発生可能性箇所を絞り込む TS リークチェッカーとの大きな相違点である。これらの相違は、概念的に次図のように示される。



出典:JICA 調査団作成

図 2-28 ステップ・テストによる漏水可能性管路のイメージ



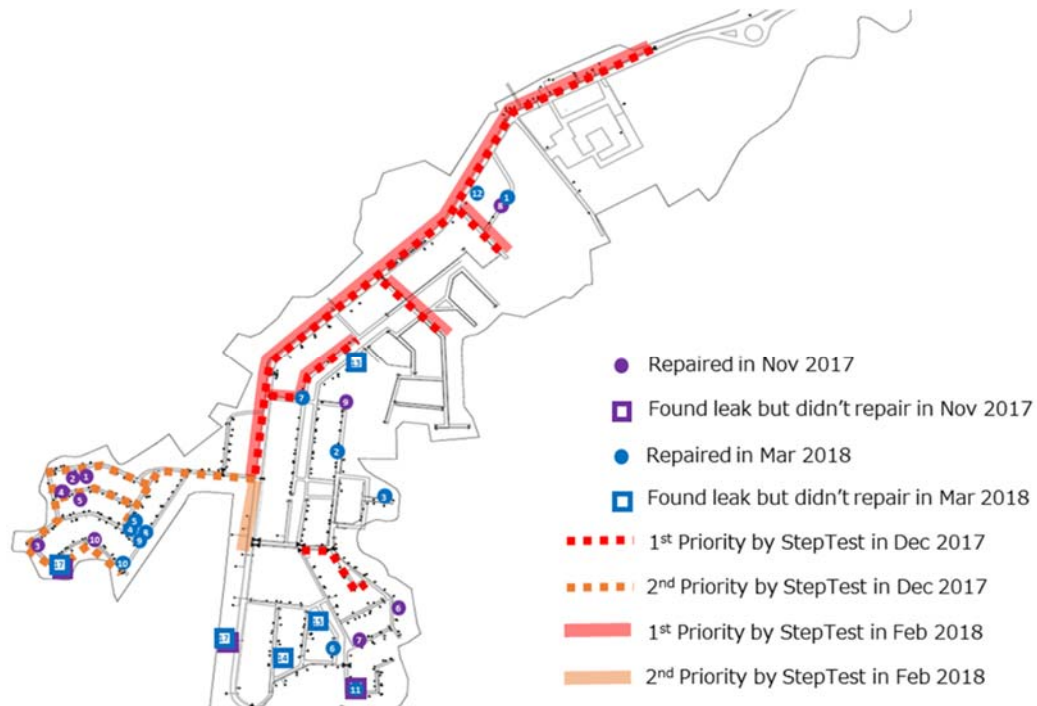
出典:JICA 調査団作成

図 2-29 TS リークチェッカーによる漏水可能性箇所のイメージ

例えば、ステップ・テストで漏水発生可能性が高いと判断された管路埋設区間に、漏水箇所数は少ないものの漏水量の大きな漏水箇所が 1 箇所のみ存在していた場合、区間内の損失量の総和で判断されるステップ・テストでは、その漏水箇所が存在する区間は可能性が低いと判断される場合もあり得るため、その漏水箇所の発見が見逃されることとなる。漏水箇所が比較的多いエリアのスクリーニング方法としては、この点において、TS リークチェッカーを用いた特定方法に優位性があると考えられる。

実際に、PDAM Kab. Bandung は第 1 回目パイロット調査以降、第 2 回目のパイロット調査実施前に 2 回、調査対象 DMA Blok I でステップ・テストを実施している。これ

らのステップ・テストの結果とパイロット調査による特定漏水箇所を重ね合わせた図を以下に示す。



出典:JICA 調査団作成

図 2-30 ステップ・テストと TS リークチェッカーとの結果比較図

TS リークチェッカーによる結果では、DMA 内西側及び南側に多くの漏水箇所を発見したが、ステップ・テストで漏水可能性が高いと判定された路線は、一部重複するものの、北部に集中する結果となった。この原因として、ステップ・テストで漏水可能性が高いと判定された路線に 2 箇所、漏水量の大きな配水管からの漏水箇所が存在したことが挙げられる。これらは地下漏水のため容易に発見できないことから、ピンポイントによる TS リークチェッカーの漏水箇所特定・絞込み機能の優位性が明らかとなった。

## 2-3-6 無収水対策案と効果予測

### (1) 無収水対策の概要

無収水対策は、パイロット調査で実施した漏水箇所補修といった物理的対策以外にも、水圧管理による漏水量コントロール、盗水対策、水道メーター誤差対策、料金未納者対策などがある。また、様々な対策を総合的に講じることが困難な場合は、無収水の要因分析による対策の優先順位付けも重要な作業となってくる。

本調査を通じて明らかとなった PDAM Kab. Bandung の改善余地の大きな無収水対策は以下のように整理される。

#### 1) ステップ・テストの代替としての TS リークチェッカーを用いたスクリーニング

前述のステップ・テストと TS リークチェッカーとによるスクリーニング結果比較から、ステップ・テストによる特定の精度に疑問が残る結果が得られた。また実際に PDAM 職員へのヒアリングから、ステップ・テストは最小流量を用いるために夜間の実施となるが、職員の配置工面、夜間作業の困難性、作業精度・不確実性



などの点で課題も多いとのことであった。事実、パイロット調査で実施した補修工事の際に、作業効率のために PDAM 職員が断水作業を行ったが、バルブの閉め方に問題があり、なかなか完全断水できず何度もバルブ操作を行っていた。日中作業でもこのような状況であることから、夜間作業の困難性は想像に難しくなく、ステップ・テストの結果の正確性も疑問視される。

また、パイロット調査の結果からも明らかになったように、管路の老朽化のみならず、PDAM 職員や委託業者による管路敷設工事時や補修工事時の施工不良による漏水原因も数多く見られたことから、PDAM 管轄エリアには数多くの地下漏水箇所が存在するものと考えられ、このような場合はより局所的な漏水可能性箇所特定のスクリーニング技術が効果的といえる。

以上の理由から、検針員でも問題なく使用可能な TS リークチェッカーは、操作や取り扱いの容易性から、ステップ・テストの代替として大いに有効と考えられる。

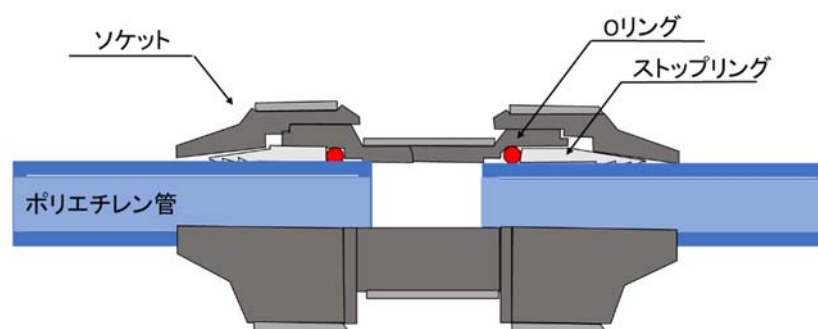
## 2) 施工手法の改善

前述のとおり、漏水原因の多くは給水管接手部の接続不具合であり、ポリエチレン管のクリープ現象への理解や対策の不足、止水せずに施工する際の施工正確性の低下などの問題点が確認された。また、補修工事後に土砂を埋め戻す際、大小の礫やシルトの分別なく管路周辺を埋め戻すため、径の大きな礫が直接埋設管に当たる可能性が高まるなど、基本的な施工留意事項の理解も不足しているものと考えられる。

## 3) 部材の改善

現地で用いられる接続部材や部品は、我が国で一般的に使用されている規格製品と異なる部分が多い。それぞれの特徴や使用環境の事情から、比較優位性を明らかにする必要はないが、例えば以下に示すような接続継手などの部材に関しては改善余地があると考えられる。

PDAM Kab. Bandung は次図に示すような構造の継手を採用している。



出典: JICA 調査団作成

図 2-31 PDAM Kab. Bandung が採用している継手の一般構造

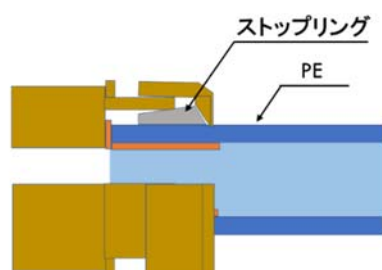
袋ナットを締めることでストップリングが管に密着し、管の抜け出しを防止する効果を期待しており、Oリングは、管及び継手本体を圧接し止水機能を担う。しかし、ポリエチレン管は長時間の継続圧力への耐性が低く変形し易くなるため、これらのストッパー機能が十分に発揮できない状況が生じる恐れが大きい。

そこで、我が国で採用されている、ポリエチレン管内部への金属インコアの装着や金属製のポリエチレン管継手の採用が、止水や管の抜け出し予防に対して有効と考えられる。



出典:JICA 調査団作成

図 2-32 PE 管の変形を防ぐための金属製インコア



出典:JICA 調査団作成

図 2-33 金属製継手

#### 4) 水道メーター誤差対策

水道メーターは水平設置が基本であり、傾斜設置されると誤差が拡大する可能性が高まる。また、音聴棒による確認作業で明らかな使用水音が判別できたにもかかわらずメーターが回っていない事例も散見され、パイロット対象地域の水道メーターには少なからず誤差が生じているものと推定された。

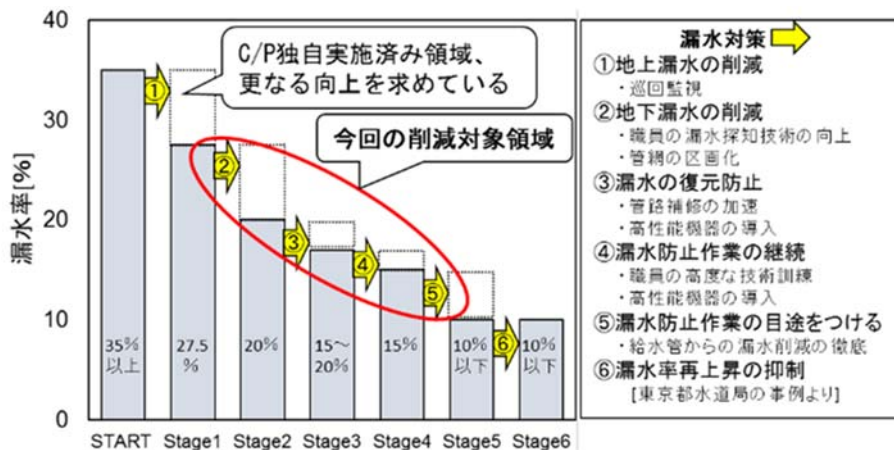
このような誤差の識別は、経験値に追う部分が非常に大きく、PDAM 内で事例の蓄積やノウハウの共有化がなされない場合は、効果的な対策が実行できない恐れがある。

#### 5) 漏水対策の優先順位付け

DMA Blok I のように漏水箇所が多く、かつ広範囲に分布するような場合は、限られた予算の中で効果の高い対策を優先的に順次実施していく必要がある。しかしながら、高い無収水率の要因は様々でかつ複雑な因果関係にもあるため、水量や水圧の推移や変化量などを分析する技術も求められる。また、漏水要因の分析に基づき、補修対策か敷設替えのどちらが総合的に効率であるか、といった判断基準も、経験やノウハウの蓄積が無い場合は困難である。

#### (2) 予測効果

以上のような対策は、パイロット調査で実際に試みた対策である。地域に応じて、地形に応じた水圧状況や埋設管路敷設状態などは様々であり、また、下図に示すとおり、漏水発生状況や段階に応じて、効果発現の程度も大きく異なる。



出典:東京都水道局資料

図 2-34 漏水対策のステージごとの効果イメージ

従って、上記対策を実施した場合にどの地域でも今回のパイロット調査結果と同様な結果が得られるとは言えないが、今回のパイロット調査結果同様の無収水率改善効果が他の DMA でも得られると仮定した場合、PDAM Kab. Bandung に設定済みの 24 の DMA の給水戸数換算の裨益効果は以下のように算出される。

【DMA Blok I での無収水率改善効果】

- ・ 2 回のパイロット調査による合計漏水削減量：1.2689L/s (=109.6m<sup>3</sup>/日)
- ・ 2017 年の平均日配水量：540.0m<sup>3</sup>/日
- ・ パイロット調査による漏水率の改善割合：109.6/540.0=20.3%

【DMA Blok I での裨益人数】

- ・ 「イ」国の一人当たり水道使用量原単位：120L/日
- ・ 2 回のパイロット調査による合計漏水削減量の換算裨益人数：917 人

【24 の DMA の給水戸数換算裨益効果】

- ・ 24DMA の接続総数：8,584 戸
- ・ 給水戸数換算の裨益効果：2,244 戸

TS リークチェッカーは、DMA として区切られたエリアでなくても水道メーター設置箇所毎に漏水判定有無を峻別できる特徴を持つ。このことから、仮に PDAM Kab. Bandung の給水サービス全域を対象に一連の漏水対策を実施すると仮定した場合、PDAM Kab. Bandung の接続総数 82,570 の 20.3%にあたる 16,770 戸分の漏水削減効果となる。これは、10,062m<sup>3</sup>/日の水量となり、小規模浄水場 1 箇所分の量に匹敵する。

2-4 開発課題解決貢献可能性

2-4-1 インドネシアの漏水対策に関するニーズ

インドネシアは国家中期開発計画（2015-2019）で安全な水へのアクセス率を 70%から 2019 年までに 100%、上水道整備率は 17.9%から 60%とする目標を掲げているが、必要な水道施設整備の資金不足もあり、その達成は困難な状況である。漏水・盗水・不

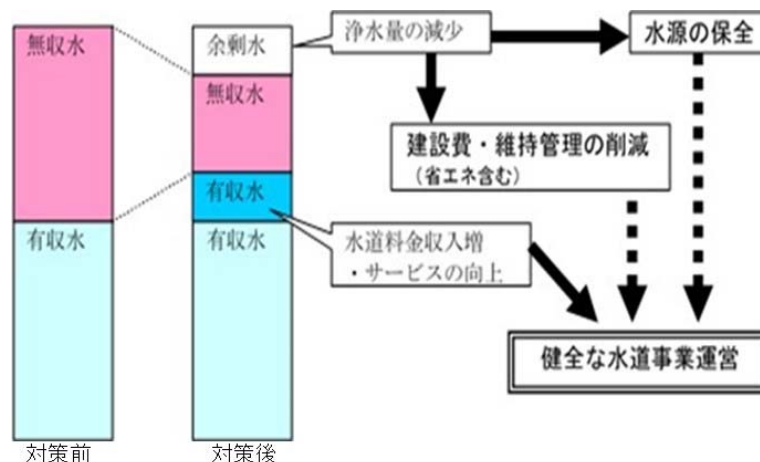
良メーター等による料金収入にならない無収水率の全国平均は約 35%と高く、これは浄水場で生産された水が最終消費者に約 65%しか届かず、他の 35%が無駄に捨てられることを意味している。このため、全国の PDAM の収益率は総じて低い評価となっており、ほとんどの PDAM で独立採算経営ができていない。「イ」国は 2019 年までに全ての PDAM の経営状態を健全にすることも、安全な水へのアクセス率の目標達成の手段として掲げており、また、具体的な 2019 年までの無収水率の全国平均目標値を 24.87%に設定していることから、無収水率の改善ニーズは極めて高い。

「イ」国の PDAM のほとんどが十分な技術ノウハウを持たず、音聴棒すら利用している PDAM も少なくなく、保有していても使いこなせる技術者が少ないといった現状である。そのため、地下漏水を発見するノウハウを持ち、漏水探査機器を使いこなす技術者の不在は、漏水対策を推進する上での大きな課題となっている。

## 2-4-2 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

### (1) 対象製品・技術の効果

TS リークチェッカーを活用した無収水率削減対策のパッケージ技術は、①余剰な水の浄水処理量削減に伴う事業経費節減、②盗水・水道メーター誤差の改善による水道料金の収入増、③漏水・盗水による水質汚染や水圧低下の問題改善による給水サービスの向上を可能とするものである。次図に示す関係性に示されるとおり、当該製品・技術は、無収水率の削減を通じて健全な水道事業経営に資する。



出典:JICA 調査団作成

図 2-35 漏水対策のパッケージ技術が与える水道事業健全化への影響と要因

### (2) 対象製品・技術の活用方策

TS リークチェッカーは、漏水発見のための一次スクリーニングのツールであり、それ単独では漏水削減、すなわち無収水対策の効果は発現できない。漏水箇所の特定、適正な補修部材や工法の選定、適切な補修工事の実施、見かけ損失水量削減対策、水収支分析、管路敷設替えの是非判断、管路維持更新計画による計画的な対策実施、などの技術ノウハウとセットではじめて効果が得られるツールである。従って、TS リークチェッカーと無収水対策の技術ノウハウとのパッケージ技術として、PDAM とのサービス契約、コンサルティングサービス契約の形態を基本に、今後の ODA 案件や将来のビジネス展



開を図っていくことを想定する。

東京水道サービス株式会社は、東京都水道局との関係性において、ミャンマー、マレーシア、インドなどの途上国での JICA 事業を通じた無収水対策技術支援に貢献してきており、「イ」国でも、高い政策目標が掲げられている一方で多くの PDAM が技術的なノウハウや職員の不足により高い無収水率に悩んでいることから、今後もこれまでのような国際貢献を通じた技術提供をベースにして事業展開を図っていく方針である。そのため、提供するサービスに掛る技術者人件費を基本とした適正価格を対価とするサービス契約を通じた事業展開を、製品・技術の活用方策として想定する。

サービス契約の場合、提供されるサービス内容に対する信頼性と実績が最も大きく問われる。そのため、今後の展開方策は普及・実証事業等の JICA スキームを活用し、技術サービスによる効果の定量化、及び実績獲得を行うことが有効と考える。

なお、ビジネスの将来形としては、サービス委託契約の形態の一つとして、削減する漏水量に応じて PDAM にもたらされる増収分の何割かを対価として得る成功報酬型契約も想定できる。この成功報酬型契約は前述のとおり公共事業・国民住宅省や様々な国際援助機関など多くの機関が注目し、試行されてきたものの、ベースラインの設定等の技術的側面のみならず、発注者となる水道事業体側の組織や制度の整備も必要なことから、明らかな成功事例は見られていない。ただし、契約である以上、当事者双方の合意によることから、無収水対策実施前の正確なベースライン測定を行わなくても、例えば両者が納得できる成功報酬の割合の設定などで契約締結できる可能性はある。しかしながら、漏水削減量や増収額の想定範囲が大幅になることに加えて現地の水道事業環境を十分に事前把握できない状態でサービス目標を設定するとリスクが大きくなること、また、当然ながらサービス委託契約よりも高いレベルでサービスの信頼性や実績が問われることから、成功報酬型契約のアプローチは、普及・実証事業等の ODA 案件実施というステップ段階を経て以降に検討することが現実的と考える。

なお、ジャカルタ首都圏では、水道事業の東西 2 地域の民間水道事業コンセッションが 2023 年で終了予定である。コンセッションにより、70%程度の給水率の向上や無収水率 40%程度の改善はある程度見込まれるものの、コンセッション契約終了後にジャカルタ水道公社 (PAM Jaya) が直営で実施することになる水道事業については、コンセッション契約開始時に多くの PAM Jaya 職員が民間水道事業者に移ったため現職員の技術力不足によるサービスの不安定化が懸念されている。既にコンセッショナーと契約しているルクセンブルクに本社を持つ民間企業 MIYA などは、成功報酬型契約による事業展開を画策しているとの情報もあるが、PAM Jaya のように単純な経営改善にとどまらず PDAM 職員の技術力向上というニーズを抱える「イ」国の多くの PDAM には、東京都水道局との関係性を有する東京水道サービス株式会社ならではのサービス契約をベースとした事業展開方策への期待値は大きいものと考えられる。

## 第3章 ODA 案件化

### 3-1 ODA 案件化概要

#### 3-1-1 対象スキーム

将来的な事業展開を見据えた場合、TS リークチェッカーのパッケージ技術のサービス契約の受注に向けては、実績と技術への信頼性の獲得が最も重要となる。従って、想定する ODA 案件は、普及・実証事業を想定する。なお、東京都水道局の監理団体としての側面から、地方自治体と連携した無償資金協力を活用した実績獲得方策も考えられるが、「イ」国では近年無償案件の組成条件は厳しくなっており、普及・実証事業と比べると実現可能性は高くない。

想定する普及・実証事業での実証活動は、カウンターパートとする PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung の特定給水区画を対象に、TS リークチェッカーと無収水対策ノウハウのパッケージ技術を、PDAM が行う漏水補修工事等の実務的対策に適用することで無収水率削減量として数値化し、製品・技術のコスト面も含めた有効性評価を想定し、普及活動は、全国の PDAM をターゲットとして、インドネシア水道協会及び水道事業所管中央政府・公共事業住宅省居住総局水道システム開発局との無収水対策共同プログラムの組成を図るとともに、技術サービス契約のビジネスとしてのターゲット市場検討及び営業先候補 PDAM の選定、パッケージ技術のコスト算出と無収水対策効果との費用対効果を基にした財務分析及び事業収支計画策定、サービス契約の関連図書等の雛形作成、ビジネス実施体制の構築検討、を実施項目として想定する。

#### 3-1-2 対象地域

##### (1) 地域選定の考え方

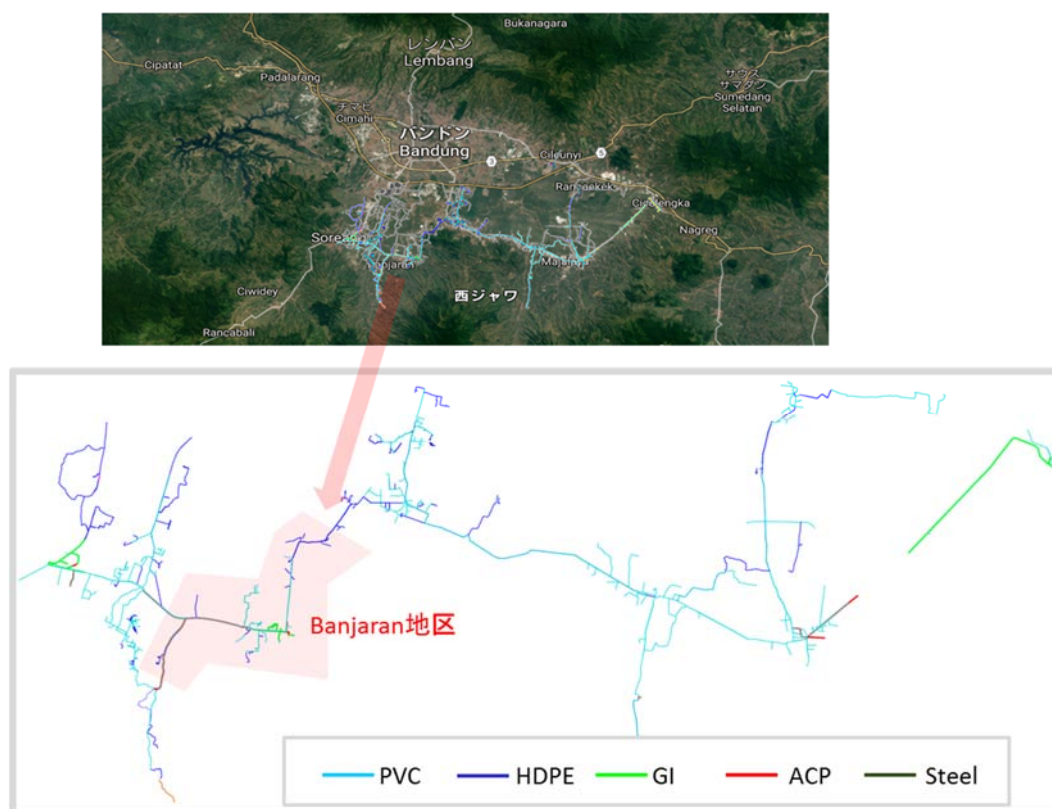
本案件化調査では、TS リークチェッカーの現地適合性検証を目的として、DMA のうちで比較的高い無収水率や水圧、給水時間、接続戸数の条件の下でパイロット調査対象地域として DMA Blok I を選定したが、想定する普及・実証事業では、案件化調査で実施したパイロット調査対象地 DMA Blok I とは異なった環境下で、開発効果の大きさを重視する必要がある。

普及・実証事業の最大の目的は、TS リークチェッカーを用いた無収水対策のパッケージ技術への信頼性と実績の獲得であるため、対象地域の選定に際しては、無収水率の高さが優先的な指標となるが、実現の確実性やビジネス展開の広がり観点から、技術ノウハウの効果の明確化が期待できることも求められる。そこで、本調査で明らかとなった主な漏水原因である施工不良や接続部材等の改善点に着目し、管路の老朽化に伴う敷設替工事を伴うプロジェクトが効果的と考えられる。

##### (2) 対象地域候補

想定 ODA 案件の対象候補は、Banjaran 地区とする。ここは PDAM Kab. Bandung からの強い推薦があった地域で、その理由として、無収水率の高さとともに、敷設延長が大きく敷設年も古い亜鉛めっき鋼管や日本では用いられなくなった石綿セメント管が多く存在する点が挙げられる。従って、敷設替えの必要性が高いことから、普及・実証

事業の対象地域候補として相応しいという点が挙げられる。



出典:JICA 調査団作成

図 3-1 Banjaran 地区位置及び配管種別

表 3-1 Banjaran 地区の配管種別延長

| JENS PIPA<br>DIA. (mm) | TAHUN PEMASANGAN JARINGAN PIPA |       |       |       |        |       |       |       |       |                                   |                                   |                                   |                                   |
|------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                        | (1997 - 2009)                  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013   | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | TOTAL PANJANG (m)<br>PER DES 2014 | TOTAL PANJANG (m)<br>PER DES 2015 | TOTAL PANJANG (m)<br>PER DES 2016 | TOTAL PANJANG (m)<br>PER DES 2017 |
|                        | PVC-350                        |       | 5,583 |       |        |       |       |       |       |                                   | 5,583                             | 5,583                             | 5,583                             |
| HDPE-350               |                                |       |       | 4,095 |        |       |       |       |       | 4,095                             | 4,095                             | 4,095                             | 4,095                             |
| ACP-200                | 6,915                          |       |       |       |        |       |       |       |       | 6,915                             | 6,915                             | 6,915                             | 6,915                             |
| HDPE-160               |                                | 24    |       |       |        |       |       |       |       | 24                                | 24                                | 24                                | 24                                |
| PVC-160                |                                | 2,419 |       |       |        |       |       |       |       | 2,419                             | 2,419                             | 2,419                             | 2,419                             |
| ACP-150                | 1,500                          |       |       |       |        |       |       |       |       | 1,500                             | 1,500                             | 1,500                             | 1,500                             |
| PVC-110                | 1,000                          | 1,835 |       |       |        |       |       |       |       | 2,835                             | 2,835                             | 2,835                             | 2,835                             |
| HDPE-110               |                                |       |       | 6,447 | 282    | 338   | 1,214 | 922   | 290   | 7,067                             | 8,281                             | 9,203                             | 9,493                             |
| GI-100                 |                                |       |       |       |        |       |       |       |       | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 |
| PVC-90                 |                                | 5,106 |       |       |        |       |       |       |       | 5,106                             | 5,106                             | 5,106                             | 5,106                             |
| HDPE-90                |                                | 36    |       | 329   | 2,610  |       |       |       | 373   | 2,975                             | 2,975                             | 3,348                             | 3,348                             |
| GI-75                  |                                | 3,907 |       |       |        |       |       |       |       | 3,907                             | 3,907                             | 3,907                             | 3,907                             |
| PVC-63                 | 12,381                         |       |       |       |        |       |       |       | 12    | 12,381                            | 12,393                            | 12,393                            | 12,393                            |
| HDPE-63                |                                | 914   |       | 1,631 | 12,576 | 3,406 | 3,228 | 4,342 | 1,413 | 17,807                            | 21,155                            | 25,497                            | 26,910                            |
| GI-50                  |                                |       |       |       |        |       |       |       |       | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 |
| GI-32                  |                                |       |       |       |        |       |       |       |       | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 |
| HDPE-32                |                                |       |       |       |        |       | 684   | 627   | 35    | -                                 | 684                               | 1,310                             | 1,345                             |

出典:PDAM Kab. Bandung 提供資料

### 3-1-3 事業期間

本事業では、漏水の再発を予防する施工技術とノウハウを提供する中で、対象地域の一部管路の敷設替えを行う。施工技術やノウハウの適用による漏水防止効果確認のため、対策実施前後の状況の数値化に必要な期間を考慮し、約 30 ヶ月の事業期間を想定する。

### 3-1-4 プロジェクト目標

上位目標を、PDAM が無収水率削減対策を習得することと設定し、この達成に向けたプロジェクト目標は、対象給水区域の無収水率の削減を通じた無収水対策パッケージ技

術の効果立証及び普及、と設定する。

### 3-1-5 プロジェクトデザインマトリックス

| 目的:対象給水区域の無収水率の削減を通じた無収水対策パッケージ技術の効果立証と及び |   |
|---|---|
| 成果  | 活動                                      |
| 成果1<br>TS リークチェッカーのビジネスツールとしての有効性が立証される   | 1-1 対象地域におけるTSリークチェッカーの検針員による定期調査の実施    |
|   | 1-2 PDAM 職員による TS リークチェッカー判定値のモニタリング・分析 |
| 成果2<br>適切な施工方法技術が移転される                    | 2-1 PDAM による補修工事の施工指導                   |
|   | 2-2 現場施工・補修マニュアルの作成                     |
| 成果3<br>継続的な無収水率削減対策を実施する体制が整備される          | 3-1 C/P との TS リークチェッカーを用いた漏水対策の共同実施     |
|   | 3-2 講義形式の無収水対策技術の説明                     |
| 成果4<br>PDAM の無収水率削減委託業務モデルが確立される          | 4-1 TS リークチェッカーによる漏水対策による漏水率削減分の貨幣換算    |
|   | 4-2 サービス委託業務の仕様案が作成される                  |
|   | 4-3 現地ビジネスパートナーとの業務実施体制構築               |
|   | 4-4 ビジネス展開計画の策定                         |

## 3-2 ODA 案件化内容

### 3-2-1 活動（アクティビティ）

#### (1) 無収水の現況把握

- ・ 既設給配水管の現状調査及び分析対象範囲の設定（GIS・CAD 配管図、DMA/非 DMA、ロガー・バルブ箇所の確認）
- ・ 漏水発生状況の現状調査（漏水検知手段、発見件数（管種・口径・漏水箇所別）、修繕対象（管種・径・部位・配水管/給水管別））
- ・ 水収支分析のデータ状況調査（配水量、夜間最小流量、水圧・標高差、給水時間帯、検針データ、季節変化、経年変化（接続数・施設整備状況））
- ・ 修繕方法の現状調査（分岐・接続部材、溶接方法、埋設方法）
- ・ 水道事業実施体制と漏水対策実施体制（予防体制、発生管理体制、修繕体制）の現況把握
- ・ GIS を含むデータ管理体制の現況調査

#### (2) 要因分析と改善方策

- ・ 無収水発生要因の分析（材料、方法・技術、管理、データ、体制、制度、慣習面）
- ・ 対策実施前の水収支分析
- ・ 無収水削減に対する改善方策の検討・整理

### (3) TSリークチェッカーの適合性確認

- ・ TSリークチェッカーを活用した漏水検知技術・漏水箇所特定技術の技術指導（現況時、管路更新後）
- ・ PDAM職員・検針員によるTSリークチェッカー判定値データの収集・分析体制構築
- ・ 復元量の推定
- ・ 修繕・管路更新の判断基準の設定

### (4) 対象範囲での管路更新工事の試行(資機材(無償)供与と改善指導)

- ・ PDAMによる本管及び給水管類の施工方法・修繕方法の改善
- ・ 使用管材・接合部材等の検討と調達
- ・ 工事期間中の各種相談・指導対応

### (5) TSリークチェッカーを活用した無収水削減技術の効果計測

- ・ 対象範囲内でのTSリークチェッカーを活用した無収水削減の効果計測結果の分析（対策実施後の水収支分析による）
- ・ PDAM水道事業全域における効果予測と水道事業経営への影響評価

## 3-2-2 インプット（投入）

### (1) 担当分野・要員

- 総括/水道事業/水収支管理
- 漏水調査・漏水削減対策
- 配管施工・修繕工事の方法指導・監理
- 管路更新計画（GIS活用）
- 普及対策
- ビジネス展開計画

### (2) 機材調達・再委託調査等

- 高密度ポリエチレン管（配水管及び給水管、施工はC/Pによる実施）
- 水圧計
- サドル分水栓
- 仕切り弁
- TSリークチェッカー
- 電磁流量計
- 音聴棒
- 漏水探知器
- 検針時のTSリークチェッカー値の捕捉作業
- 管路図面作成作業

## 3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

PDAM Kab. Bandung は、TSリークチェッカーの活用に非常に高い関心を示しているが、TSリークチェッカーだけでなく総合的な無収水率削減対策についても、先進事業

体等からの技術移転によるレベルアップを図りたいという意向が強く、今後も無収水率削減に意欲的に取り組む姿勢である。これは、本調査を契機に無収水率削減対策チームを組織内に編成したこと、PDAMのみでTSリークチェッカーを試行活用し、自分達で使いこなせるツールであることを確認したこと、などにも表れている。

PDAMのRudie Kusmayadi 総裁からは、パイロット調査を通じて非常に満足できる結果が得られたこと、技術レベル向上を図るために今後も東京水道サービス株式会社、東京都水道局との連携を継続、更には強化したいとの内容のレターが、2018年9月に発出された。

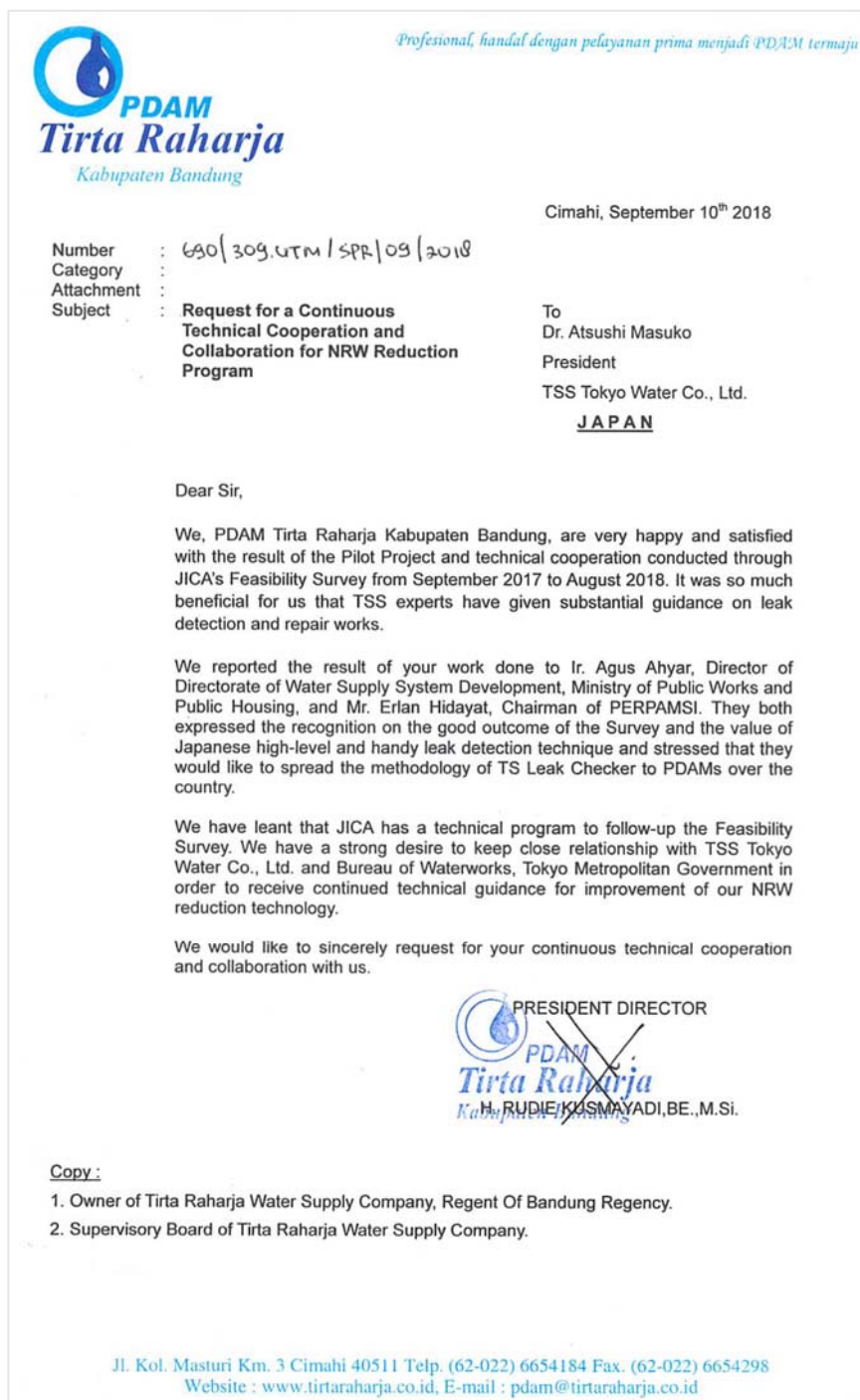


図 3-2 PDAM Kab. Bandung 総裁からのレター



### 3-4 他 ODA 事業との連携可能性

2013年にまとめられた「インドネシア共和国上水道セクターに係る情報収集・確認調査」報告書では、今後の支援の方向性として、「Good Practice の全国への面的拡大」「モデル性・パイロット性が高く我が国技術の比較優位性が発揮できる資金協力案件」「中央政府や地方政府との連携による給水区域拡大に資する資金面支援」が提言されている。本事業においても、カウンターパートのみならず中央政府、地方政府の行政関係者が漏水対策の必要性を認識し、協調的な漏水対策を実施することで、オーナーシップの醸成を図るよう留意する。

また、技術協力プロジェクト「水道公社人材育成強化プロジェクト」（2018年）では、公共事業・国民住宅省居住総局水道システム開発局が整備してきた水道事業の改善に資する研修教材のうち、無収水対策のモジュール改訂にて既存教材が DMA 整備にやや偏っている点を課題として捉え、低コストでも直ぐに実施できるような対策に関する記述が追加されている。本事業で用いる TS リークチェッカーは、低コストかつ簡易な操作方法のため地方 PDAM 職員でも比較的容易に扱えることから、JICA による COE プログラムへの支援成果の一環として PR を図ることとする。

### 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

普及・実証事業の形成及び実施に際しては次のような課題やリスクが想定される。

#### 政策的課題・リスク

- ・ 政権交代、次期バンドン県知事選挙、PDAM 総裁選定などによる本事業の政策上の重要度や関係機関の関与の低下

#### 行政的課題・リスク

- ・ 当該分野に対する予算やカウンターパートの不適切な配置
- ・ 本事業の関係機関の業務分掌、所掌の変更による本事業に対する関与、理解の低下

#### 社会的課題・リスク

- ・ 本事業実施に必要な協力の取得（住民説明、警察許可や工場立入許可等）
- ・ 水道管敷設工事等でネガティブな影響を受け得る可能性があるステークホルダーからの反対運動

これらの課題やリスクの回避や軽減にもっとも効果的な対策は、カウンターパート機関となる PDAM の事業に対するオーナーシップの醸成である。このために、事業の計画段階から PDAM のニーズを十分に汲み上げつつも、明確な役割分担を通じて一定の負担を担うような事業形成を図る必要がある。

### 3-6 環境社会配慮等

本プロジェクトでは経年劣化の激しい老朽管の敷設替えを実施する予定である。敷設替え工事はバンドン県所有の公有地内の公道を掘削して行う予定であり、環境社会配慮の観点から以下に留意する必要がある。

- ・ 周辺住民の水利用に悪影響を与えないこと
- ・ 工事の際の泥水、掘削残土、騒音、振動、粉じん等に対し適切な対策を講じる

こと

- ・ 工事の安全対策を行うこと

本プロジェクトでの漏水対策の実施エリアを検討する際は、貧困世帯等が水へのアクセスから排除されないよう、適切な対策を検討する。

### 3-7 期待される開発効果

全国に約 400 存在するその他の PDAM 同様、PDAM Kab. Bandung で採用されている地下漏水発見方法は、ステップ・テストである。これは、多くの国々で取り組まれている漏水検知の方法で、閉じられた DMA 内での夜間最小流量を基に、区画内の水栓閉鎖による断水操作を通じて区間内の最小流量を比較することで漏水発生箇所を想定するものである。しかし、夜間の断水作業の必要性が課題と思われる。

また、配管総延長 85km のおよそ 1/4 は 1980 年代に敷設された管路で、ポリエチレン管も一部存在するがその多くは亜鉛めっき鋼管や石綿セメント管など、劣化漏水が懸念される管種である。対象 PDAM では根本的な地下漏水対策が不在であり、漏水量の大きな配水管漏水も含めた漏水量は相当な量に達していると想定される。

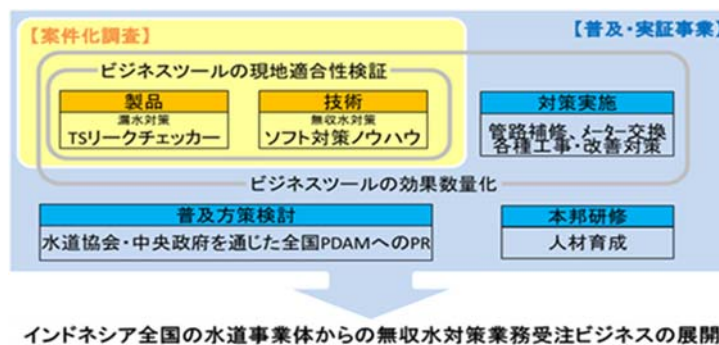
本案件で取り扱う漏水対策技術は、限られた水資源の有効利用を通じた上水道の普及率向上につながり、安全な水へのアクセス確保に寄与し、上記国家中期開発計画で掲げた目標達成に向けて重要である。また、インドネシア政府は、2019 年までに全ての PDAM の経営健全化を目指しており、事業収支改善に直結する無収水率の削減が重要視されている。以上の理由から本件は、インドネシア政府の政策に合致する。また、我が国の対インドネシア共和国別開発協力方針（2017 年 9 月）では重点分野の一つに「均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援」が掲げられ、その事業展開計画では、「地方の上水・下水・廃棄物といった居住環境の改善に向けた支援」や、「地方開発の促進・格差是正に資する制度・組織等の改善・強化への支援」を行う方針としている。本プロジェクトは、無収水率削減技術の普及を通じて水道サービスの質の向上を通じた水道普及率向上に貢献するものであり、持続可能な開発目標（SDGs）ゴール 6 のうち、6.4 水利用効率の改善と持続可能な取水による水不足の減少の達成に寄与し、また、JICA が掲げる上水道分野の協力方針の三つの柱のうち、①水道普及率向上への支援、及び②水道サービスの質の向上への支援、と整合すると言える。

## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

東京都水道局のグループ企業という特性を活かした国際展開の一方策として、途上国水道事業体が発注する無収水対策業務の受託ビジネスの展開を想定する。

市場・顧客のターゲットは、インドネシア全国に約 400 存在する PDAM とし、地下漏水の発生エリアを簡単に見つけられる TS リークチェッカーと、無収水対策ノウハウとのパッケージ技術サービスの導入を図り、将来のインドネシアの水道事業体の経営改善と給水率向上に貢献するビジネスの組成を目指す。



出典:JICA 調査団作成

図 4-1 ビジネス展開の基本方針

ビジネス展開においては、東京都水道局の支援のもとインドネシア中央政府・地方政府・協会・民間事業者等の関係機関と連携した実施体制確立を図り、ビジネス安定性確保と関係機関との連携強化の一手段として、両国間の技術研修交流のプログラム化も検討する。

なお、民間ビジネスの観点からは、無収水率削減がもたらす対象水道事業体の増収分の一部を成果報酬として得る PBC（Performance Based Contract：成功報酬型契約）ビジネスも想定されるが、現時点では中央政府が実現可能性も含めて検討中の段階であるため、インドネシアでの経験を重ねて以降の将来的な発展オプションの一つとして捉えることとする。このためにも、想定する普及・実証事業の段階で、PDAM 側に正しい水収支分析を理解するための技術ノウハウの提供を行う必要がある。

### 4-2 市場分析

#### 4-2-1 対象国のビジネス環境の分析

##### (1) 外国投資・外資参入に関する制度

###### ア 会社法

インドネシアの会社法は 2007 年（第 40 号）に制定され、会社の形態、組織再編、環境及び社会に関する責任といった規定がなされている。

会社法上の会社とは、株式会社（PT.：Perseroan Terbatas）を意味し、日本法と同様に株主の責任は有限責任とされている。

## イ 投資法

投資法は、2007年（第25号）に制定された、インドネシアにおける外国企業による投資活動を規定する最上位の法令である。投資法上、インドネシアにおいて営利目的の事業を行おうとする場合には、原則として、会社法上の株式会社（PT.）を通じてなされなければならない。かかる外国資本により設立された株式会社は、「外国資本企業（PMA：Penanaman Modal Asing）」と呼ばれる。

外国投資の資本金等にかかる規制は、「インドネシア投資調整庁長官規定 2015 年第 14 号」に、製造業や非製造業の区別なく、土地建物を除く投資額の合計が 100 億 IDR（約 1 億円）、資本金は 25 億 IDR（約 2,500 万円）以上を満たす必要があると規定されている。つまり、本事業の海外展開において現地法人化を目指す場合には、投資額 100 億 IDR、25 億 IDR のキャッシュが必要となる。また、撤退する際には、従業員の解雇には原則として労働裁判所の承認を得なければならないことや、清算時の執拗な税務調査と清算手続きの完了までに長期間を要すること等、ハードルが高い。

これらから、当面は、現地法人を設立するよりも、何らかの形態での現地企業とのパートナーシップ締結による進出方法が適切と判断される。

## ウ ネガティブリストと外資規制業種

ネガティブリストは数年間隔で改定されており、現行では 2016 年大統領令第 44 号において、インドネシア標準産業分類ごとに外国投資の制限が規定されている。ネガティブリストに掲載されていない事業については自由に投資することができる。

本事業の海外展開において想定される業種は、規制対象には該当しない。

表 4-1 外資参入規制業種（本事業関係のみ）2016 年時点

### <外資参入禁止分野>

#### ■内資の中小企業や協同組合のために留保されている分野

| 分野   | 主な対象   |
|------|--|
| 公共事業 | 簡素な技術を利用した及び/または中・低リスク及び/または工事金額が 500 億 IDR までの建設業、簡素な技術を利用した及び/または中・低リスク及び/または工事金額が 100 億 IDR までのコンサルタント業 |

### <条件付きで外資が参入可能な分野として>

#### ■外資の出資比率が制限される分野

| 分野   | 主な対象            | 外資比率上限 |
|------|-----------------|--------|
| 公共事業 | 飲料水事業、高速道路事業    | 95%    |
| 商業   | 製造に関連しない卸売業、倉庫業 | 67%    |

#### ■ASEAN 各国からの投資について特別な条件が適用される分野

| 分野   | 主な対象  | ASEAN 以外の国からの外資比率上限 |
|------|---|---------------------|
| 公共事業 | 高度な技術を利用した及び/または 高リスク及び/または工事金額が 500 億 IDR 超の建設業、高度な技術を利用した及び/または高リスク及び/または工事金額が 100 億 IDR 超のコンサルタント業 | 67%                 |

## エ 税法と税制等

インドネシアの税体系は、国税と地方税に大別される。主な国税は法人所得税、個人所得税、付加価値税、奢侈品販売税、物品税などで、主な地方税には土地建物税、自動

車税、レストラン税などがある。国税一般の徴収や申告は国税通則法で規定されており、各税目に関してそれぞれに法律とその細則となる政令及び関連大臣令が公布されている。

法人所得税率は、原則 25%である。また、物品の輸入に当たっては、一般的に CIF 価格（貿易取引の価格：Cost（価格）と Insurance（保険料）と Freight（運賃）の三要素から構成される価格）の 2.5～10%の範囲で「輸入前払税」を納付 する必要がある。この金額は法人税の前払いとみなされ、上記源泉徴収税と合わせて確定申告時に調整することとなる。

付加価値税（VAT：Value Added Tax）は、日本の消費税に相当する間接税で、インドネシア関税地域内における物品の販売、サービスの提供、輸入等に対して 10%の税率で課税される。但し、一部 VAT が免除される物品、サービスがある。輸入品に対しては CIF 価格に 10%課税される。

税制に関連する事項として、日・インドネシア経済連携協定がある。日・インドネシア経済連携協定は、2007年8月に署名、翌年7月1日に発効となっている。内容は、両国間の投資の保護と自由化の促進を目的に、物品の貿易の関税引き下げ他、サービス、投資、エネルギー、鉱物資源、人的 交流、税関手続き、知的財産などの分野事項が含まれている。

なお、インドネシアでは法規制の運用面での問題も多く指摘されており、海外展開の実施に当たっては、十分留意する必要がある。

#### オ 輸出入規制と輸入業者登録

輸入業務を行う者は原則、輸入内容に応じて商業省など対応する政府関係機関に申請して認可を受け、登録番号を取得する必要がある。

一般の輸入業務を行う場合は一般輸入業者用登録認定番号（API-U）を、製造業者が原料を輸入する 場合は製造業者用の登録認定番号（API-P）を取得しなければならない。PMA（外国投資企業）の輸入業者登録認定番号（API：Angka Pengenal Importir）はいずれも投資調整庁にて申請・取得を行う。輸入業者は財務省関税総局に登録し、通関基本番号（NIK：Nomor Induk Kepabean）を取得しなければならない。輸入業者認定番号（API）と通関基本番号（NIK）の両方を取得した業者のみ、輸入を行うことができる。

ただし、企業が、自身の業務で使用するために製品を輸入する場合（＝資本財としての輸入）、API を取得する必要はない。

また、インドネシア国家規格（SNI：Standar Nasional Indonesia）の遵守が義務付けられた製品については、輸入業者が SNI 証明（SPPT-SNI）を取得することが義務付けられる。この証明は、国家認証委員会の認めた製品認証機関による試験・検査のうえ発行される。

TS リークチェッカーを日本から輸入販売する輸入業者は、一般輸入業者用登録認定番号（API-U）を取得している必要がある。また、現時点では TS リークチェッカーはインドネシア国家規格（SNI）の遵守の対象品目とはなっていないが、上水メーターは対象品目となっていることから、事業実施に際しては確認を要する。

なお、輸出入の規制内容は国内及び世界経済や産業の状況に応じてしばしば変更され

ることに留意が必要である。

#### カ 労働に関する法律

労働法（2003年第13号）は、同一労働に対する同一賃金の適用を定めており、性別や人種、宗教等での賃金の別を禁止している。賃金は、基本給のほか家族手当、交通費、食事手当、残業代等を含む。賃金のうち75%以上が基本給でなくてはならない。最低賃金は、地方別に決定されることが法令で規定されており、しばしば労働争議の焦点にもなっている。また、各宗教（イスラム、カトリック、プロテスタント、ヒンズー、仏教、儒教）の大祭日に合わせ、基本給と固定手当から成る固定給1ヵ月分の支給が義務付けられた手当として、宗教大祭手当（レバラン手当：Tunjangan Hari Raya（略称：THR））がある。

労働法では、インドネシアでの外国人労働者の就労について、労働大臣等の許可が必要であることや特定の役職及び期間が限定され、その役職規定や能力基準を遵守することも規定している。

外資系企業は、原則としてインドネシア人労働者を雇用する義務があり、インドネシア人では遂行できない管理職や専門職に限り、外国人の雇用が認められている。

インドネシアに外国人社員を派遣し就労させるためには、期間に応じて一時滞在ビザあるいは就労ビザの取得が必要となる。一時滞在ビザの取得には、投資調整庁から外資進出の認可を取得し、現地子会社の法人設立手続きを完了することが必要となる。

#### キ 汚職撲滅法

インドネシアでは公務員の汚職が絶えないものの、汚職撲滅委員会が積極的に同法律に基づく贈収賄の摘発が行われている。汚職撲滅法（1999年制定、2001年改定）により、贈収賄に加えて、公務員による職権濫用や国営財産の毀損などに対して、重い刑罰を科すことでこれらの違法行為の抑止が図られている。

#### ク 資金調達

##### (ア) 金融機関と政策金利

インドネシアの金融機関（銀行）は、商業銀行（国営銀行、民間外為商業銀行、民間非外為商業銀行、地方開発銀行、外国銀行、合弁銀行）と地方銀行に大別される。両者の違いとして、地方銀行は営業地域が限られる他、支店数や取扱商品に制限が課せられている点が挙げられる。

政策金利は、消費者物価指数上昇率を上回るよう調整されている。2017年12月時点では、年率4.25%である。

##### (イ) 資本市場

資本市場としては、株式市場、債券市場に加えイスラム金融といった金融取引がある。

イスラム金融の特徴は、①金融取引に利子の受取・支払が含まれないこと、②取引相手などの当事者がイスラム教の教義に反する事業（賭博、武器、アルコール、豚肉など）に関わっていないことなど、取引がイスラム教の教義に適っていることが挙げられる。

##### (ウ) 資金調達

現地日系企業は現地通貨（ルピア）または外貨（ドル、円）を民間地場銀行、国営商



業銀行、外国銀行支店、外資系合弁銀行等から借り入れることができる。ただし、一般事業法人の外貨建対外債務規制が通達（2014年10月中央銀行通達）されており、一定基準に該当する場合はインドネシア中央銀行への報告と外部格付取得等を義務付けられることとなっている点に留意が必要である。

#### (エ) ルピア使用義務

現在、インドネシア国内における取引決済はルピアでの価格表示・決済が義務付けられている。現金・非現金決済を問わず適用されており、現地日系企業間の取引であってもドル建価格表示などは認められなくなった点に留意が必要とある。

#### ケ 知的財産権

インドネシアは、工業所有権の国際的保護を目的とするパリ条約や、複数の国々での特許取得簡素化を図る特許協力条約、知的所有権の貿易関連協定等の国際条約に批准し、特許、簡易特許（実用新案）、産業意匠、商標、著作権、集積回路配置、植物新品種、営業秘密といった知的財産に関する権利を法律で規定し保護に取り組んでいる。

### (2) 現地競合他社の状況

TS リークチェッカーの類似製品の有無に関して、中央政府機関、複数の水道公社、インドネシア水道協会、水道管路製造企業及び日系企業等へのヒアリングとインターネット検索等による調査を実施したが、インドネシア製あるいは外国製品は発見されなかった。

### (3) 公共調達(PDAMの事業予算化)の仕組み

TS リークチェッカーの技術サービス業務受注を想定した場合に、顧客（＝発注者＝調達元）となるPDAMの予算化のプロセスについて、訪問ヒアリング調査を実施した。各PDAMの事業は、概ね5ヵ年程度の事業計画（ビジネスプラン）を策定した上で、単年の事業予算をその前年に編成しPDAMを所轄する行政機関の長（例えば市長や県知事）の承認を得て執行されるのが一般的である。調達の方法は、調達規模や内容によって一般競争入札方式（国際入札含む）や総合評価方式の調達が実施されるとのことであった。

よって、パッケージ技術サービス業務に際しては、前年の予算化段階において十分な営業を行っておくことが必要となる。

## 4-2-2 他のPDAMヒアリング調査結果

### (1) ヒアリング実施内容

インドネシアでの漏水対策に関して、漏水対策の現状把握、課題認識の程度の把握、漏水調査班の組織編成の有無、漏水削減ニーズ把握を目的に、本案件化調査対象PDAM以外の5つのPDAMにヒアリング調査依頼を行い、4つのPDAMを対象にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング対象PDAMの水道サービス指標の概要は次のとおりである。

表 4-2 訪問ヒアリング PDAM と基礎情報一覧

| 訪問 PDAM | PDAM<br>Kota Bandung | PDAM<br>Kota Tangerang | PDAM<br>Kab Tangerang | PDAM<br>Kab Bogor |
|---------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| 実施日     | 2017/11/20           | 2017/11/21             | 2017/11/21            | 2017/11/22        |
| 接続数     | 16 万 5 千             | 4 万                    | 14 万 6 千              | 12 万 5 千          |
| 水道普及率   | 60-70%               | 10%                    | —                     | 20%               |
| 平均給水時間  | 16 時間/日              | 24 時間/日                | 24 時間/日               | 24 時間/日           |
| NRW(現状) | 40%                  | 23%                    | 32%                   | 29%               |
| NRW(目標) | —                    | 20%                    | 20%                   | 20%               |

出典:JICA 調査団作成

以下に各水道公社から得られた情報を、ヒアリング項目ごとに記す。

<無収水対策の状況について>

Q1 顧客からの通報による漏水対策以外に、漏水探査調査は行っているか

- ・漏水対策は、地上漏水のみ対応していた。1 時間に 1 回の頻度で、顧客から漏水の通報があるので、地上漏水への対応で手一杯。(Kota Bandung)
- ・漏水対策は、顧客から通報があった後、対応している。(Kota Tangerang)
- ・顧客からの通報以外での漏水調査も行っている。通報による漏水修繕は、漏水対策チームが行っている。(Kab Tangerang)
- ・定期的に漏水調査を実施。装置は無いが、夜に水道メーターをチェックしたりしている。(Kab Tangerang)
- ・日常の漏水発見は、顧客からの通報による。週に 1~2 回程度通報がある。(Kab Bogor)

Q2 漏水探査調査のための機材は、何を持っているか

- ・自前で購入した Leak Detector を 1 つ持っている。(Kota Tangerang)
- ・漏水検知機材は持っていない。(Kab Bogor)

Q3 漏水探査調査の頻度は

- ・調査の程度は、1 回/月。漏水発見はできているが、全域ができていない。エリアが広く、25 システム(地域)あり、実施しきれない。自然流下による配水地区は、水圧が低くて感知できない地域も有る。(Kab Bogor)

Q4 漏水探査調査はどのような方法で行っているか(ステップ・テスト、他)

- ・現在、DMA は作っておらず、現在はパイロット的に 3 箇所作っている。今後、18 箇所の DMA を作る予定。DMA は無収水対策をする上でとても重要だと考えている。地下漏水の対策は行った事がない。「ステップ・テスト」は聞いた事はある。ステップ・テストを行うのは、DMA を作った後だと考えている。(Kota Bandung)
- ・今まで行ったことのある漏水対策は、①水道メーターの検針員に PDAM 職員が同行し、メーターを確認することで、使用量が多く漏水している可能性がある場所を把握する、②夜間にチェックを行う。現在、22 箇所の DMA を整備中。ヘリウムガスを使った漏水調査を、今年末(2017 年末)もしくは来年(2018 年)の 2 月から開始する予定。これによって、無収水率目標の達成を狙っている。

る。来年（2018年）、ステップ・テストを行う予定。現在作成中の2018年度の予算計画に、ステップ・テストにかかる費用を組み込んでいる。漏水以外の部分に関する対策としては、①検針員にPDAM職員が同行する、②1ヶ月25箇所の水道メーターを交換する。（Kota Tangerang）

- ・ ステップ・テストは、機材の準備を行っているところで、まだ実施していない。来年は可能だと思う。年度に分けてエリアごとにメーターの交換、老朽化した管路の更新も計画的に行っている。（Kab Tangerang）
- ・ ステップ・テストは未実施。ただし、州レベルのトレーナーは在籍している。（Kab Bogor）

Q5 漏水探査調査を行うチームを編成しているか、また何人程度か

- ・ PDAMに漏水対策部門・チーム(常設)は無い。（Kota Bandung）
- ・ スタッフは支部等に多くいるが、人数は不明。本部には3人。（Kab Tangerang）
- ・ 専門部署が有り、部長1名を含めNRW担当は4名（Kab Bogor）

Q6 補修工事は誰が行っているか（PDAM、組合、入札、他）

- ・ 管路の修繕は、外部に委託しておらず、PDAM職員が行っている。（Kota Bandung）
- ・ 新規管路敷設・管路修繕は、外部に委託するよりも早いため、PDAM自身が行っている。（Kota Tangerang）
- ・ 補修工事は、PDAM直営で実施しているが、人手不足の場合には、フリーランスの個人ワーカーをお願いすることもある。今後は、第三者に委託単価契約を予定しているが単価が高いのが悩み。（Kab Bogor）

Q7 TSリークチェッカーを使ってみたいと思うか

- ・ 是非導入してほしい。（Kota Bandung）
- ・ TSリークチェッカー用いてパイロット調査を行えるDMAとして、接続数800のDMAがある。水圧は、浄水場出口で4.2bar、末端では0.8bar程度である。TSリークチェッカーが使用できる条件は整っている。（Kota Tangerang）
- ・ 漏水を特定するのが非常に難しい。県知事から指示されている目標は、達成するのがかなり厳しい。1ヶ月、1000～2000個の水道メーターを交換しているが、なかなか無収水率は下がらない。本プロジェクトが上手くいって、今後本PDAMでも活用してもらえることを願っている。また、非常に役に立つと思うが、将来本PDAMでも活用したい場合、どこにコンタクトすればよいか。本PDAMにて、TSリークチェッカーを適用できそうな箇所として、いつもトレーニングに使っている場所、60～70栓ある。そこが適切だと思う。（Kab Tangerang）
- ・ TSリークチェッカーに非常に興味がある。現在のバンドン県での調査の次のステージがあれば、是非、対象PDAMとしてお願いしたい。（Kab Bogor）

Q8 PDAMの中に、COEプログラム無収水ユニットの、Provincial TrainerもしくはNational Trainerはいるか、また何人いるか

- ・ 現在National Trainerはいない。（Kota Bandung）
- ・ National Trainerが2人いる。1人は無収水専門、1人は電気設備専門。（Kota

Tangerang)

- ・ National Trainer は 1 人いる。(Kab Tangerang)
- ・ 州レベルのトレーナーは在籍している。(Kab Bogor)

Q9 PDAM の中で、無収水対策に関する人材育成(研修、その頻度)と、人材確保(新入社員を教育するのか Specialist を導入するのか)はどうしているか

- ・ 人材教育の技術的トレーニングも行っている。(Kab Tangerang)
- ・ 人材育成は課題である。(Kab Bogor)

<その他>

Q10 政府等からの補助金の受給について

- ・ 来年 (2018 年)、1 万 5 千件を新たに接続するため、補助金を受ける予定。中央政府から「新規接続に対する補助金がある」との連絡が入ったため、申請した。Grant なので返済する必要はない。補助金を得る条件は、「収入の低い家庭への新規接続」(MBR プロジェクト)だった。(Kota Bandung)
- ・ 周辺産業が多くあり、スカルノハッタ空港もある。そのため、PDAM 設立以来、新規浄水場の設立費を含めて、独立採算で成り立っている。収支がマイナスになったことがない。(Kota Tangerang)
- ・ 政府等から補助金はもらっておらず、独立採算制を維持している。全国で 2 番目に” Healthy (健全)” な PDAM として国から評価されている。(Kab Tangerang)
- ・ PDAM の水道事業は、フルコスト・リカバリー (取水から給水までの原価や関連経費を水道料金等の収入で賄っていること) ができている。” Healthy (健全)” な PDAM と評価されている。国の補助金や他国の支援を受けたことがある。Water Grant 事業 (国家予算やオーストラリア支援) を実施しことがある。(Kab Bogor)

Q12 要望など

- ・ 無収水対策について日本に協力してもらいたいこと: メーター取替えや、漏水が検知できる方法があれば、教えてもらいたい。(Kota Tangerang)
- ・ 漏水音から漏水を検知する機材があるようだが、それを使いたい。(Kab Tangerang)

## (2) ヒアリング調査結果のまとめ

今回のヒアリング結果から次の点が指摘できる。

- ・ 無収水率の目標は 20% (国家目標と同値) が浸透しており、PDAM として優先度の高い施策と位置づけられている。
- ・ 4 つの PDAM のうち半数で、TS リークチェッカーが適応可能な条件 (水圧、DMA の存在、24 時間給水) を満足する給水区域を有している。
- ・ TS リークチェッカーに関しては、非常に興味を持たれ高い導入意欲を感じた。

- ・ 計画的な漏水調査の実施は、夜間作業、人材・機材不足、費用の点で進んでいないのが現状である。幹部クラスの漏水管理の技術者は在籍しているようであるが、効率的な無収水削減に関する現場人材の育成を含めた技術と機材の支援が求められている。

#### 4-2-3 市場範囲及びニーズ量検討

インドネシア水道協会発行の「イ」国全 PDAM データブックを基に、民営も含む約 400 の PDAM を対象として、接続栓数、無収水率、給水時間の 3 つの指標を用いて、TS リークチェッカーの販売あるいはレンタルの市場規模を試算した。ビジネス効率性と有効性の観点から、各指標に以下の閾値を設定した。

- ・ 接続栓数 2 万以上（小規模 PDAM を対象外とするため）
- ・ 無収水率 20%以上（漏水箇所の多い PDAM を対象とするため）
- ・ 給水時間 20 時間以上（TS リークチェッカー利用時間帯（日中の検診時間）の通水性確保のため）

2017 年インドネシア水道協会発行の「Direktori PERPAMSI 2016」によると、接続栓数が 2 万以上で、24 時間連続給水が確保できている PDAM は 20 存在し、総接続栓数は 1,337,498 である。この市場規模に応じた TS リークチェッカーの必要台数は 152 台、ビジネス市場規模は約 2 億円程度と想定される。ただし、「イ」国では 24 時間連続給水が確保できている PDAM が少ないことを考慮すると、20 時間の給水時間が確保されていれば TS リークチェッカーの利用は問題ないと考えられるため、閾値となる給水時間 20 時間以上の PDAM を対象として試算した場合は、その約 3 倍の市場規模となる。

アフターサービスに要する営業経費を考慮すると、上記の市場規模では TS リークチェッカーの販売やレンタルによるビジネスの採算性は低いため、実施は困難である。従って、無収水対策技術のノウハウ提供も含めたサービス事業の展開が現実的と考える。

#### 4-3 バリューチェーン

非公開

#### 4-4 進出形態とパートナー候補

非公開

#### 4-5 収支計画と事業スケジュール

非公開

#### 4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

## 4-7 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

### 4-7-1 現時点での日本国内の地元経済・地域活性化への貢献

東京水道サービス株式会社は、東京都水道局の所管する水道事業のうち、施設の維持管理と運営を受託しており年商 166 億円（2015 年度）で、都民の水道（給水人口 1,317 万人、日当り給水量 460 万 m<sup>3</sup>）を支えている。我が国の首都の経済活動の基盤インフラとしての東京水道の、無収水率わずか 3%の維持、水資源の有効利用・省エネに、事実上の実務を担うことで貢献している。

また、より広範な国内貢献を目的として、東京水道サービス株式会社は、同様の自治体系企業である第 3 セクターとの連携を展開しており、横浜ウォーター及び大阪水道総合サービスとの間において、TS リークチェッカーを活用した漏水調査業務に関する協力体制を構築しており、北奥羽広域水道総合サービスとの連携、協力にも取り組んでいる。

このことは、東京水道サービス株式会社の海外における TS リークチェッカーを活用した無収水削減対策の実績を踏まえ、国内技術支援にとどまることなく、今後、各地方自治体が展開する官民連携による国際貢献ビジネス及び地元企業の海外水ビジネス展開への支援にもつながるものである。

### 4-7-2 ODA 案件化及び海外展開で見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

#### (1) 地域活性化の観点

次世代の東京水道の担い手である若手技術者育成への寄与が期待される。ODA 案件の実施を通じたインドネシア特有の水道事情への東京水道サービス株式会社技術の適応性検討によって、新たな技術面での気づき、アイデアの発見、実務上の組織改善や人材育成に携わることができる。我が国では無収水率も向上し、既にルーティン化されている業務であるが、今回、初期段階から無収水管理対策を東京水道サービス株式会社職員が体験できることは、まさに「まち・ひと・しごと創生総合戦略」におけるグローバル人材育成であり、さらには東京都とインドネシアとの双方向の学びを通じた地域活性化にも資すると認識している。

また、東京水道サービス株式会社は東京都水道局の協力による JICA 研修プログラムにも講師派遣などで貢献しているが、ODA 案件化を通じて研修活動面でも今後一層の協力ができ、研修を通じて東京都とインドネシア各自治体との更なる交流促進にも寄与できると考える。

#### (2) 地域経済の観点

東京水道サービス株式会社は、海外事業を専門に実施するために TWI（東京インターナショナル株式会社）を設立しており、本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開が実現されれば、かかる国内関連企業の売上増に繋がる。

また、東京都水道局による国内民間企業の海外展開支援プログラムに、東京水道サービス株式会社はパートナー企業として連携すると共に、2016 年 8 月に発足した「インドネシアの水道プロジェクトを考える会」（オブザーバー：厚生労働省水道課、JICA 地球環境部）と連携しており、インドネシアでの実績獲得を通じて他の都内パートナー企業のインドネシアへの海外展開の情報共有や先方関係機関との連絡調整などの面で後方支

援が可能となる。

東京都以外に地域に対しても、IWA の PIA2010 東アジア地区・オペレーション/マネージメント部門で大賞を受賞して以降、世界で着実に認知度が高まってきている TS リークチェッカーを通じて、東京水道サービス株式会社のみならず、前述のとおり国内各地の水道事業体や自治体系企業が展開していく官民連携の国際貢献ビジネスや地元企業の海外水ビジネス展開にも間接的に貢献でき、東京都以外でも地元経済・地域活性化の促進に寄与できる。



添付資料

## 英文要約

### 1. Current Status of the Target Country / Area

Republic of Indonesia has seen a slow down of economic growth in recent years after a relatively long term of high growth rate, and faces difficulties in promoting a development and adjusting a social and economic gap between urban and rural areas. As one of the countermeasure to cope with those difficulties, the central government has promoted infrastructure development strategy that includes a target in water supply sector.

The central government set the target that an access rate to a safe water should be raised from 70% at 2015 to 100% by 2019 under “National Medium Term Development Plan 2015-2019”. However, the access rate at 2016 remained as 71.14%, in which the rate in rural area reached only 60.72%. Therefore, the government set measures for achieving new 10 million house connections by 2019 as 1) promotion of water supply infrastructure, 2) utilization of 41.387 L/s of idling water capacity, and 3) target non-revenue water (NRW) ratio as 24.87%.

An important consideration among those measures is on a quantitative decrease of NRW that contributes to an improvement of a financial condition of water supply management. The average of NRW ratio remains 33% at 2016 for all water supply management bodies called as PDAM in the country, which is approximately 10% higher than the national target. NRW consists of real losses including leakages from transmission mains, storage facilities, distribution mains and service connections, water theft, metering inaccuracies, and unbilled authorized consumption. Among them, finding the leak from the underground pipes is difficult, as it requires high technical skills to find and repair. The central government and Indonesian Water Supply Association have focused on measures of an improvement of financial conditions of PDAM and technical capability improvement of PDAM staffs, including the program called “Center of Excellence” initiated in 2012 by the Ministry of Public Works and Housing. Under the program, candidate trainers are selected from some PDAMs and take a training course, then they are deployed to train staffs from other PDAMs in each province where those trainers belong.

However, it needs long time to reach to satisfactory levels of financial condition of each PDAMs and technical skill improvement. Numbers of financially healthy PDAM were about a half of a whole numbers of PDAM at 2015.

The target area of this Feasibility Survey is the supply coverage of PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung, including three municipalities namely Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat and Kota Cimahi. The most important issue of the target PDAM is an increase in coverage that remains only 5.4 %. However, water resource, largely depending on rivers, is limited due to intake amount restriction agreed among neighbouring municipality PDAM Kota Bandung and provincial government. Therefore, a reduction of NRW is a thriving issue for the target PDAM from the viewpoint of utilization of idling capacity.

## 2. Products and Technologies

The basic method to find underground leakage is to find the leak point by using listening stick or leak detectors, that requires experiences and technical skills. Many developing countries lack those technical capabilities. The proposing technology is a utilization of water leak detector called “TS Leak Checker”. This device has a strong advantage of judging an existence of leakage easily and quickly by placing the device on the water meter or any parts connected with pipes. Therefore, comparing with the survey, which numbers of technical staffs cover a whole piped area by technical staffs using listening stick or other leak detector, TS Leak Checker contributes to a reduction of labour cost and workability as an initial screening tool.



Figure. TS Leak Checker

Most of PDAMs over the country apply a “step test” method for finding the leakage, which assumes the leakage by estimating the gap of minimum water flow among demarcated areas separated by stopping the flow by valves. The difference from the method by use of TS Leak Checker is to find the suspicious pipelines that have higher possibility of leaks based on the water flow comparison.

The difference can be illustrated as below.

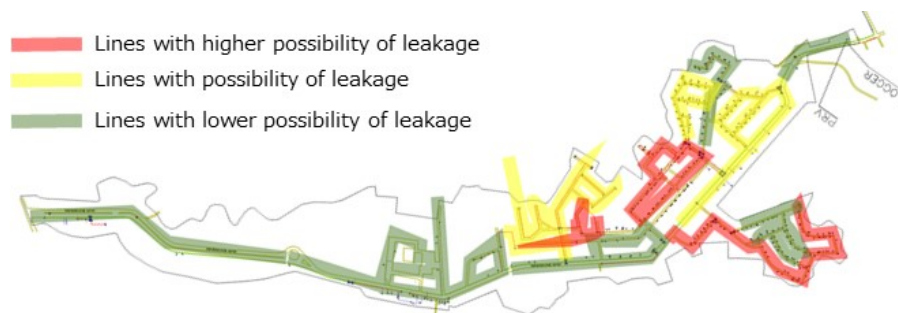


Figure. Line-based Distribution Image of Leakage Possibility by Step Test

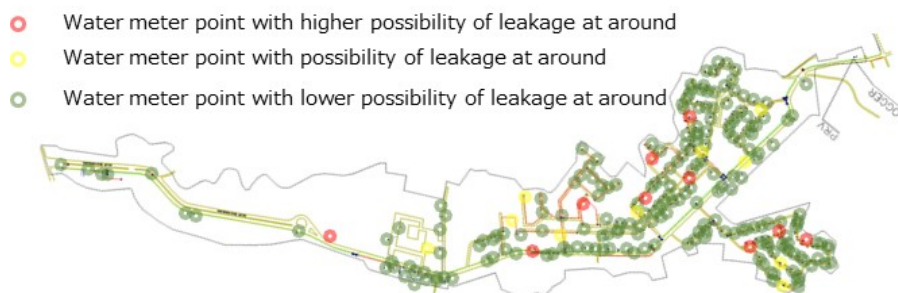


Figure. Point-based Distribution Image of Leakage Possibility by TS Leak Checker

It might be the case that, assuming that a big leakage exists in the pipeline judged as higher possibility by step test and the demarcated area is large, the total sum of leakage amount in the area might be relatively smaller. In such case, the pipelines layed in the area might be judged as lower possibility of leakage. Therefore, TS Leak Ckecker has an advantage as an initial screening process in finding leakage points in particular for the case where there are many leakages.

TSS Tokyo Water Co., Ltd. has played a role to supply safe and high-quality water for 30 years, as an affiliated company of the Bureau of Waterworks, Tokyo Metropolitan Government. TSS Tokyo Water Co., Ltd. possesses technical skills and experiences for well-planned replacement of pipes, leakage detection and its repair. Considering the satisfactory result through pilot survey in the target PDAM in this feasibility study, those skills and technical knowledge are judged as quite effective and applicable to many water utilities over the world including in Indonesia.

### **3. Proposed ODA Projects**

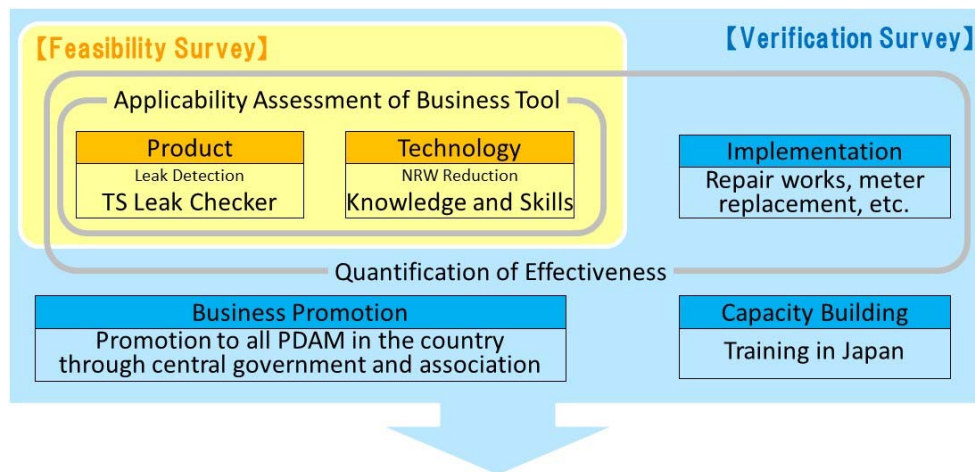
The proposed project under JICA's ODA scheme is "Verification Survey" so as to gain both the credibility for a packaging technologies composed by TS Leak Checker and technical knowledge and the track record of project in Indonesia. The Conterpart Agency of the project is PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung, and the target area is at Banjarang district where a relatively large allongement of total pipe are layed and many old garvanized iron pipes and polyvinyl chloride pipes are used.

The proposing survey consists of leak detection, repair and pipe replacement in order to conduct cost benefit analysis by use of NRW reduced, as well as promotion activities including;

- cooperation program formation for a comprehensive NRW measure together with central government and Indonesian Water Supply Association,
- selection of business target for a technical service contract with PDAMs,
- business planning using cost benefit analysis mentioned above,
- making common documentation forms; and
- developing a business model of a packaging technology.

### **4. Business Plan**

Proposing business form is a service contract of NRW reduction measures with water supply utilities in developing countries. The business targets are the all PDAMs over the country. The packaging technologies with TS Leak Checker and NRW reduction knowledge of the TSS Tokyo Water Co., Ltd. will contribute to a financial condition improvement of PDAMs.



**Expansion of Business by Contract of Packaging Service  
for NRW Reduction from PDAMs over the Country**

**Figure. Basic Approach towards Business Promotion**

Functions of business entity has to widely cover from strategic planning, promotion, technical consultation, repair work such as leak detection, supervising, project management, training and administration. Due to the legal constrains for a direct investment in Indonesia for foreign companies, cooperation with local partner is essential.

The possible revenue are show as follows;

- Consulting service for dispatching experts for such as TS Leak Checker application, NRW reduction measures, monitoring and assessment of water flow and capacity building, and relating expences
- Lease / sales of TS Leak Checker
- Contract of project that covers not only a consulting services but also on-site repair and pipe replacement works

Implementation schedule consists of three phases, developing the business scale in conjunction with relationship strengthening with partnering company and human resource developmet.

[INITIAL phase: Gaining track record and assessment under Japanese ODA scheme]  
From 2019 to 2021    Verification Surbey

[DEVELOPING phase: Making business contracts and gaining experiences]  
From 2021 to 2023    Project Contract in and surroundings of PDAM Kab.  
Bandung

[DRIVING phase: Makinng partnership with local company]  
From 2024                    In Indonesia, neibouring countries and developed countries

## “Feasibility Survey for Non-Revenue Water Reduction Technology Using TS Leak Checker in Water Supply Sector in Indonesia”

### SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: TSS Tokyo Water Co., Ltd.
- Location of SME: Shinjyuku, Tokyo
- Survey Site • Counterpart Organization: West Java Province • PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung



### Concerned Development Issues

- Indonesian Government set the targets that coverage ratio of water supply at 60% by 2019 and NRW at 24.87% by 2025.
- High NRW ration that is approximately 35% in average at national level is the main cause of that most of PDAMs cannot run self-sustaining business.

### Products and Technologies of SMEs

- “TS Leak Checker”, which can judge an existence of underground leakage easily, and technical knowledge of NRW reduction measures such as leak detection, water balance analysis, repair, pipe replacement and maintenance planning , etc.
- “TS Leak Checker” enables non-expert to judge the existence of underground leakage by a few seconds, resulting in saving much labour cost.

### Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Proposed ODA project is “Verification Survey”, aiming at verifying effects of packaged technologies consisting of TS Leack Checker and technical knowledge on NRW reduction through an actual NRW reduction activities in a certain District Metered Area.
- Expected impacts of the projects are; 1) cost reduction by cutting extra amount of water treated, 2) increase in water charge, and 3) improving water supply service in terms of water quality and pressure. Those impacts will result in contributing to increasing in water supply coverage ratio.