インドネシア国

インドネシア国
水道インフラ管理システムの
高度化を通じた水道運営改善
案件化調査 業務完了報告書

平成 28 年 9 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社パイプデザイン

国内
JR
16-084

目次

略語表 1
地図 2
図表リスト 2
要約 4
はじめに 16
１．　調査の概要 16
２．　調査の目的 16
３．　調査対象国・地域 16
４．　団員リスト 16
５．　現地調査工程 18
第１章 対象国・地域の現状 22
１－１ 対象国 ・地域 の政治・社会経済状況 22
① 政治の概況 22
② 経済の概況 23
１－２ 対象国 ・地域 の対象分野における開発課題 24
① インドネシア共和国における水道事業に係る課題 24
② ボゴール県 PDAM における水道事業に係る課題 26
１－３ 対象国 ・地域 ・地域 の対象分野における開発計画、関連政策（外資 政策含む）及び法制度 31
① インドネシア共和国における開発計画 31
② インドネシア共和国における関連政策及び法制度 31
１－４ 対象国の対象分野における ODA 事業の先行例分析及び他ドナーの分析 38
１－４－１ 我が国の水道運営改善・無収水削減対策における ODA 事業の事例 38
１－４－２ ADB 及び西オーストラリア州水道公社による Water Operators Partnerships 39
１－４－３ Dune Water Company South Holland：Water Operators Partnerships（WOP） 40
１－４－４ その他海外からの支援の動き 40
１－５ 対象国のビジネス環境分析 40
１－５－１ 外国投資・許認可等 40
第２章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針 43

２－１ 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長 43
２－１－１ 製品・技術の特長 43
２－１－２ 製品・技術のスペック/価格 47
２－２ 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ 47
２－３ 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献 48
２－３－１ 提案企業の地元経済・地域活性化への貢献 48
第３章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び可能性の検討結果 50
３－１ 製品・技術の検証活動（紹介、試用など） 50
３－２ 製品・技術の現地適合性検証 50
３－３ 製品・技術のニーズの確認 52
３－３－１ 政府及び業界団体から見た製品・技術のニーズ 52
３－３－２ ボゴール県 PDAM から見た製品・技術のニーズ 52
３－４ 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性 53
３－４－１ 適切なアセットマネジメントの構築 53
３－４－２ 無収水対策に向けた取り組み 53
第４章 ODA 案件化の具体的提案 54
４－１ ODA 案件概要 54
４－２ 具体的な協力計画及び開発効果 57
４－２－１ 協力計画の目的 57
４－２－２ 目的・成果・活動 59
４－２－３ 日本側の業務内容、投入する人員、機材の仕様、価格等 60
４－２－４ C/P の業務内容、投入する人員、機材の仕様、価格等 60
４－２－５ 実施体制図 61
４－２－６ スケジュール 61
４－２－７ 協力額概算 63
４－３ 対象地域及びその周辺状況 64
４－３－１ 調査の対象地域 64
４－３－２ 対象地域の現況 65
４－４ 他 ODA 案件との連携可能性 67
４－５ ODA 案件形成における課題と対応策 67
４－６ 環境社会配慮にかかる対応 68
第５章 ビジネス展開の具体的計画 69
５－１ 市場分析結果 69
５－２ 他社製品に対する比較優位性 69
５－３ 想定する事業計画及び開発効果 71
５－３－１ 想定する海外ビジネス展開の実施体制（現地ビジネスパートナー、現地法人設立等） 71

５－３－２ 具体的な海外ビジネス展開計画（流通販売計画、バリューチェーン計画等）..... 72
５－３－３ 期待される開発効果 72
５－４ 事業展開におけるリスクと対応策..... 73
英文要約..... 75

略語表

略語	正式名称	日本語名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional（尼） Ministry of National Development Planning（英）	国家開発企画庁
DMA	District Metered Area	測定対象区域
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
NRW	Non-Revenue Water	無収水
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
PU	Kementerian Pekerjaan Umum（尼） Ministry of Public Works（英）	公共事業省
SUSENAS	National Socio-Economic Survey	国家社会経済調査
WB	World Bank	世界銀行

地図

図表リスト

図

図　1　水道事業の健全化に向けたサイクル..... 10
図　2　ソフトウェア及びアセットマネジメント導入による事業改善（製品導入の効果）..... 11
図　3　調査対象地域（ボゴール県第 6 支部管内）..... 12
図　1-1　GDP 成長率及び一人当たり実質 GNI の推移..... 23
図　1-2　ボゴール県 PDAM の予算（2015 年度）..... 28
図　1-3　ボゴール県 PDAM の無収水率の推移..... 30
図　2-1　PIPE Design Pro（左）及び　管渠施設台帳(GIS)（右）..... 43
図　2-2　PIPE Design Pro 3D データ表示..... 44
図　2-3　設備管理台帳システム..... 44
図　2-4　ゾーンスキャンの機能イメージ（左）及びロガー（右）..... 45
図　2-5　PVC ロケーターによる漏水箇所検出（左）及び配管路探査（右）　46
図　4-1　水道事業の健全化に向けたサイクル..... 56
図　4-2　ソフトウェア及びアセットマネジメント導入による事業改善（製品導

入の効果） 57
図 4-3　実施体制図 61
図 4-4　スケジュール（案） 62
図 4-5　調査対象地域（ボゴール県第 6 支部管内） 64
図 5-1　海外ビジネススキーム図（イメージ） 71
図 5-2　ビジネス展開（イメージ） 72

表

表 1-1　政治一般概況 22
表 1-2　上水道事業全般に関する法令の概要 32
表 1-3　PDAM の財務再建に関わる法令の概要 33
表 1-4　「上記首都圏の都市基盤整備プログラム」における上水政策アドバイザー派遣ミッションとの整合 38
表 4-1　データ整備・漏水等の特定・データへの反映に至る維持管理システムの活用サイクル 54
表 4-2　無収水の原因種別・現状・原因特定の可否及び対応すべき取組 55
表 4-3　実証事業における無収水の改善可能性及びその範囲について 58
表 4-4　目的、成果及び活動 59
表 4-5　導入機材 63
表 4-6　対象地域の水圧測定結果 65
表 5-1　他社製品に対する比較優位性 70

要約

第１章 対象国・地域の現状

１-１　対象国・地域の政治・社会経済状況

インドネシアは、約 189 万㎢（日本の約 5 倍）、人口約 2.49 億人（2013 年，インドネシア政府統計）の島嶼国である。インドネシアの GDP 成長率は近年鈍化しているものの、過去 5 年間で概ね 5%以上を維持している。

2014 年のインドネシア経済は、一次産品価格の低迷による輸出の減速や総選挙および大統領選挙による政治的な不透明感を一因とする投資の減退がみられた。ジョコ新政権はインフラ整備を拡大するとともに、企業誘致の促進で景気好転を図っている 。

１-２　対象国・地域の対象分野における開発課題

１-２-１インドネシア共和国における水道事業に係る課題

インドネシアにおいては、他のアジア諸国に共通してみられるように、急速な経済発展と都市化が進むにしたがって、農村部から都市部への大規模な人の移動が見られるようになっている。かつては、都市部から農村部に渡る分散した人口分布と農業を主体とする産業構造により水供給の問題は深刻とはならなかったが、都市部の人口集中により、水道供給が需要に追い付かなくなっている。

国連で策定されたミレニアム目標として2015 年までに水道の世帯普及率を68.87%以上とすることを目標に掲げていたが、2010 年時点で 50%未満であった。インドネシアの都市部において、水道にアクセスできるのは都市人口の 43%のみであり、国内には給水が受けられない低所得者層が数多く存在する。こうした低所得層は、水道料金よりも高い費用で飲料水を購入せざるを得ない状況に直面しており、全国の PDAM は給水エリアの拡大を図っているが、現状は財政上の制約によりインフラ投資が遅れている。

インドネシアの水道事業においては、水道普及率を妨げる要因ともなっている大きな課題として「アセットマネジメントの遅れ」及び「無収水対策の遅れ」が挙げられる。

なお、公共事業省は、「水道供給システムにおけるアセットマネジメントマニュアル」を策定している。マニュアルにおいて、水道事業におけるアセットマネジメントとは、「上水道設備及びその関連するインフラの機能を、事前に定めた計画通りに公共の用に供するべく維持管理することを図るための水道供給のマネジメントの仕組み」と定義している。アセットマネジメントの計画を策定するための目的として、「地域の計画・戦略に沿った水供給を可能とするために、資産を最適な形で活用すること」「運営期間中を通して、環境の変化に対応できる資産構成を可能とすること」を挙げている。

このアセットのマネジメントシステムは継続的に行われる仕組みである。分析及びマネジメントのプロセスを通じたアセットマネジメント戦略を構築することは、維持管理計画と年度予算に基づく各種プログラムを策定するための基礎となる。

１-２-２ボゴール県ＰＤＡＭにおける水道事業に係る課題

ボゴール県 PDAM も、全国の PDAM と同様の課題を抱えており、域内の給水人口の拡大に取り組む必要に迫られている。ボゴール県 PDAM の財政状況は国内の PDAM のなかでも比較的健全であるが 、こうした状況はあくまで相対的順位であり、水道接続の順番待ちの世帯も多く、改善すべき課題が山積している。また財政上の制約の問題から、大規模な設備投資が難しい状況にあり、一層の維持管理の効率化が求められている 。

維持管理の問題について、不明埋設管や漏水等の問題は、ボゴール県 PDAM においても深刻であり、管路のデータベース化ができておらず、その場しのぎの修繕を行わざるを得ない状態を改善する必要があるという危機意識をボゴール県 PDAM は有している。ボゴール県 PDAM は、データに基づく水道設備の「アセットマネジメント」を適切に行う必要があるという認識から、2013 年のジャカルタにおける広島県主催の商談会において、パイプデザイン社ソフトウェアに対する導入要請がなされた。その後、このボゴール県 PDAM による商談会時の導入要請は、ボゴール県から承認を経て、パイプデザイン社に対して具体的なモデルプロジェクト実施の申し出がなされた経緯がある。

１-３　対象国 ・地域 ・地域 の対象分野における開発計画、関連政策（外資 政策含む）及び法制度

インドネシア共和国政府の国家開発政策の上位計画は、国家開発計画庁（BAPPENAS）が策定する国家長期開発計画（RPJPN2005～2025）であり、その下位に 4 期（各期は 5 カ年計画）からなる国家中期開発計画（RPJMN）が策定されている。

水道事業に関しては、2004 年に制定された水資源法（その後廃止となり、同法は「水道供給システムに関する法令」として 2015 年に新法制定）は、水利権や水道事業の事業権の所在などを規定した法律が存在する。

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

インドネシアでは、上記の通り PDAM の事業経営の健全性評価が行われている。その中で、健康（Healthy）、不健康(Unhealthy)、病気(Sick)の三段階に分けられ、2015 年の公共事業省へのヒアリング時点では、385 の PDAM のうち、Healthy の評価を得た PDAM は約半数であった。なお、ボゴール県の PDAM は Healthy と評価されている。

１-４　対象国の対象分野における ODA 事業の先行例分析及び他ドナーの分析

我が国の対インドネシア国別援助方針では、重点分野として「（１）更なる経済成長への支援」が掲げられており、その中の小項目「首都圏インフラ整備」に、「首都圏の都市基盤整備プログラム」が位置づけられ、上下水の整備支援が進められている。ボゴール県は、この首都圏の一構成要素であるが、地方都市についても重点分野「（２）不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、「地方開発・拠点都市圏整備プログラム」が位置づけられ、「拠点都市圏の基盤整備」の一環として水道事業支援が進められている。

具体的なインドネシアへの支援メニューとして、インドネシア共和国水道公社人材育成強化プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言することを目的に、「上水政策アドバイザー」が派遣されているほか、PDAM の財務改善に向けた人材育成プロジェクト Center of Excellence プロジェクト（以下、「COE プロジェクト」という。）への支援が挙げられる。

第２章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

２-１　提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

本事業では、パイプデザイン社が独自開発した「PIPE Design Pro®」、「設備管理台帳システム」を、インドネシア水道事業の現状に合わせたローカライズ版の普及を図るとともに、グッドマン「無線ロガー多点相関式漏水探索機ゾーンスキャン 820（監視型無線）」（以下、「ゾーンスキャン」という。）及び漏水探索・配管路探索機（PVC ロケーターD305）（以下、「PVC ロケーター」という。）を導入する。

PIPE Design Pro は、日本の上下水道の設計分野において多くの技術者に利用されている管網データ作成・設計用パッケージソフトウェアであり、特に下水道設計分野で普及が進んでおり、国内でのマーケットシェアは約 40%である。当ソフトウェアは CAD システム「AutoCAD」（日本国内はもとより、東南アジア諸国においても、スタンダードなソフトウェアとして利用）をベースとした高度にインテグレートされた機能を有する。この AutoCAD の採用により、広く利用されている他の AutoCAD プログラムとの連携が容易であり、クライアントの既存システムとの連携が取りやすく、類似の水道インフラ管理システムと比較して汎用性が高い。

設備管理台帳システムは、主に、浄水場や処理場、ポンプ場などの設備情報を管理し、維持管理や更新・投資計画に活用するためのソフトウェアである。納入実績は日本全国 20 の自治体である。浄水場・取水井等を構成する各種設備を分類別に整理し、各設置場所、取得価額、取得年月日、耐用年数、点検情報、修繕情報等の属性データをデータベース化し、維持管理業務および更新・投資計画等に活用するために利用される。浄水場などの施設の情報からライフサイクルコスト計算を自動で行うことにより、最適な更新時期を逃さない。資産の取得価額、耐用年数を元に減価償却計算を行い、年度毎の資産を計算するこ

とが可能であり、これら資産を最適化し、経営資源として評価・活用することが可能となり、経営の効率化に貢献する。

ゾーンスキャンは、マンホール内のバルブや消火栓に超小型の無線ロガーを設置し、設定した時刻に音圧測定と同時に各ロガー間で相関をとり、各ロガー間の漏水個所を特定する検査（相関検査）を瞬時に行うものである。

また、ゾーンスキャンは、無線を用いてマンホールの鉄蓋越しに車で走行しながらデータの送受信が行える点で安全性が高く、ロガーは一か月分の情報を蓄積させることが可能である。ロガーを各戸のメーターにも設置し、水道未使用時の水道メーターが流量を検知した際に発生する機械音を検出することで、宅内のメーターの漏水検知も可能である。なお、取得したデータについて、当社でシステム開発を行い、PIPE Design Pro®に取り込み、ロガー情報（位置情報、漏水に関連する情報）をデータベースに蓄積し活用することを想定している。維持管理システムを構築することで、導入が困難であったロガーを用いた漏水の探査も効果的に導入することが可能となる。

漏水探索・配管路探索機の PVC ロケーターは、「インドネシア国　樹脂管に特化した漏水探索機を使用した無収水削減対策及び排水管網維持管理の普及・実証事業」においてメダン市で導入された実績を有する機材である。PVC ロケーターは、漏水探索と配管路探索という、二つの機能を備えた機材である。漏水探索機としては、樹脂製水道管（塩ビ管）に設置している仕切弁や消火栓等の金属部分を電極として、これに電磁波をかけることにより、管内を流れる水道水が媒体となって電磁波が管内に伝わる。この電磁波を受信することにより配管の埋設位置を確認する。漏水点以降は電磁波も地中に漏れるため地表の電界レベルが急激に減少することを利用して漏水点の検出が可能となる装置である。

一方で、配管路や分岐の探索も可能であり、棒状の受信機を配管の真上に近づけること受信感度を示すメーターが高くなる。一方で、管から遠ざけると受信感度が小さくなる。この仕組みを活用して、不明埋設管や分岐を特定することが可能となる。なお、漏水探索として用いる場合には、塩ビ管専用の探索となるが、配管路探索では塩ビ管及び鋼管の探索も可能である。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

国内市場は飽和し、今後の大規模な成長を見込むことが困難な現在、当社は、成長市場であるベトナムに続き、インドネシアを新規に開拓する重要な市場として位置付けている。

PIPE Design Pro は、既に国内のシェア約 40%に達しており、多くの設計コンサルタントで利用されている。海外向けとして、韓国やベトナム向けにローカライズを進めてきた。このような中で、インドネシアにおいても、「INDO WATER 2015 Expo & Forum」（インドネシア最大の水処理分野の展示会）のジャパンパビリオンに出展し、上下水道インフラへの技術普及を目指してきた。

海外事業展開の取り組みを今後本格化させるにあたり、当社単独では、取り組みが困難

な課題が存在する。当社のソフトウェアは、日本の仕様で日本の購買能力に応じて開発されたシステムであることから、現地の環境や購買能力に応じたローカライズや低価格化が必要で、そのためには現地の水道事業者との実証事業等による長期的な作業が必要になる。民間企業だけでは、そのような機会を得ることは困難であることから、普及実証事業のようなODA案件との連携が必要となる。

また、当該ソフトウェアの導入には、現地の監督・指導官庁や水道協会、有識者等の理解や推薦、あるいはスタンダード獲得が望まれる。それらの推進のためにも、ODAによる普及実証事業を行う中で、関係機関との情報交換と協議を密に行い、当該技術に対する理解を得た上で紹介や推薦を取り付けることが望ましい。

2-3　提案企業の海外進出にによる我が国地域経済への貢献

パイプデザイン社は、広島県が推進する上記事業に事業開始当初から積極的に参画してきた。同事業においてインドネシア国やベトナムを主要ターゲットとしたアジア地域展開支援を開始した際は、いち早くベトナムのローカル企業との間で、下水道設計ソフトウェアの共同事業推進について合意に達した。

この合意は、広島県が支援する域内企業の中でも早期に進展した事例であったため、県としてもそれをフラッグシップ事業として広くPRし、他の既存支援先企業だけでなく、それまで支援対象とはなっていなかった企業に対しても、県の海外展開支援事業への積極的な参画を促すことが可能となった。

本事業は、水道インフラの維持管理システムを核とした比較的限定された技術の移転を目的としたものであるが、その先には、本邦水道事業者による「無収水対策事業」の受注やより包括的な民間委託業務の受注、更にはPPP形態による事業参画の推進を見据えている。本事業を通じて関係機関との情報交換や意見交換を進める中で、インドネシア国側の関係当局との連携を深め、本邦水道事業者のPPP事業参画の途を拓くことに貢献することをめざす。

第３章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び可能性の検討結果

3-1　製品・技術の検証活動

本事業では、検証活動を行わない。

3-2　製品・技術の現地適合性検証

ボゴール県PDAMは､2年前にアセットマネジメントのシステム構築のためにソフトウェアの導入を検討し、現地コンサルタントに見積り等を依頼したことがあった。その時は、見積もりが高額であったため導入を断念しているが、今回「PIPE Design Pro®」及び「設備管理台帳システム」の価格は、この見積に比べて大幅に低く、ボゴール県PDAM関係者から、予算化が可能で現実的な額であるとの評価を受けている。その他、各地の上下水道

と PDAM のアドバイザーを務めるバンドン工科大関係者や水道協会（PERPAMSI）の専門家等からも、同様に、「想定価格は妥当であり、普及拡大も期待できる」との評価を受けている。

インドネシアでは、現時点において日本で活用されている全ての機能が必要ではないと考えられる。例えば、高度な解析技術などは、初期のアセットマネジメントには不要と考えられる。よって、インドネシアでは現場で必要とされている機能を確認し、機能と価格を抑えた基本パッケージの供給から開始し、徐々に機能を追加していくことが望ましいと考えている。

3-3　製品・技術のニーズの確認

ボゴール県 PDAM において現地調査を実施した結果、各戸のメーター位置や、圧力計測箇所などの情報は、日々計測している末端調査員のみが把握している情報であり、PDAM 全体として情報が統合（一元管理）されていないことが判明した。これらの情報は、施設の維持管理において、非常に重要な情報であり、日本国内の水道局では、施設台帳として本部で管理し、その詳細は概ね把握できるようになっている。

この点について、既述のとおりボゴール PDAM では、一覧可能な施設台帳がないことから、障害が生じた場合の復旧工事による影響範囲を特定することができず、需要者の支払い意欲を消失させるような断水を伴う対応を余儀なくされている。

今回、提案製品、並びに管理技術を導入した際には、その調査・整備に一定の時間が必要になるものの、整備が進むほどに水道管の位置及び現況の把握が可能となり、優先順位に従った適切な修繕・更新計画の策定が可能となる。これはまさに現状多くの課題を抱えるボゴール PDAM に求められているニーズであり、その完成が待望される技術である。

3-4　製品・技術と開発課題の整合性及び有効性

本製品および本製品を軸としたアセットマネジメントシステムは、第 1 章において指摘した二つの問題「アセットマネジメントの遅れ」及び「無収水対策の遅れ」の二つの改善に資するものである。

また、公共事業省ヒアリングを通じて、本調査対象地域であるチブリアルはボゴール県において最も無収水対策に資する取組みを行い、収益を改善していくことが求められる地域であると認識していることが判明した。

第 4 章 ODA 案件化の具体的提案

4-1　ODA 案件概要

ODA 案件の概要は、「JICA 民間提案型普及・実証事業」（以下、「普及実証事業」）によって、「水道インフラ管理システムの高度化を通じた水道事業運営改善パイロット事業」として行うものである。

普及実証事業では、「ソフトウェア導入によるデータ整備」及び「維持管理システムの導入」により、「データに基づく運営の実現」や「無収水対策ノウハウの計画的活用」の

実現をサポートすることを直接の目標とし、その結果として中長期的に無収水率の減少や財務基盤の改善を図るかたちで進める。

普及実証活動では、大きくは以下のプロセスに基づきデータベースを構築し、維持管理システムを運用させる。

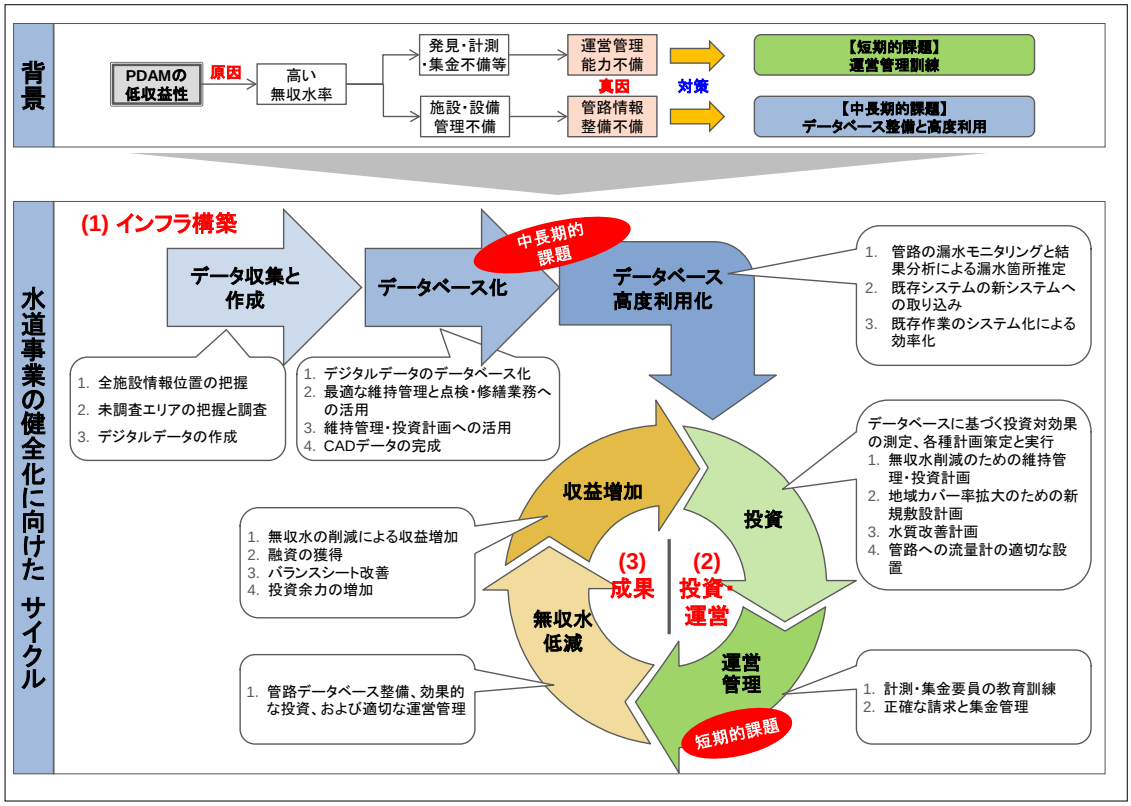


図　1　水道事業の健全化に向けたサイクル

4-2　具体的な協力計画及び開発効果

ボゴール県 PDAM における「無収水率の低減」に対する現場での取り組みについては、既に他ドナーによって技術移転済みであることが確認された。しかしながら、現状では正しいデータに基づく運営がなされていないことが、効率的で安定的な水道供給の障害となっている。また、ヒアリングを通して、無収水率の改善による財源の確保が当社ソフトウェア導入の前提ではないであろうことも確認された。

よって、普及実証事業では、ボゴール県 PDAM をパイロット公社とし、当社製品を用いて水道管の属性や浄水場・取水井の設備情報のデータベース化・図面化を行うための技術移転を行い、アセットマネジメントを適切に行っていくための「アセットマネジメントの構築」を図る。これにより、限られた資源を効率的に投入することが可能となる。

長期的には、こうした取り組みにより無収水率が減少する速度が速まることが見込まれる。データに基づく運営が可能となり、無収水率の減少が進めば、財政基盤の改善が可能

となり、ひいては安定的・効率的な水道供給が可能となる。

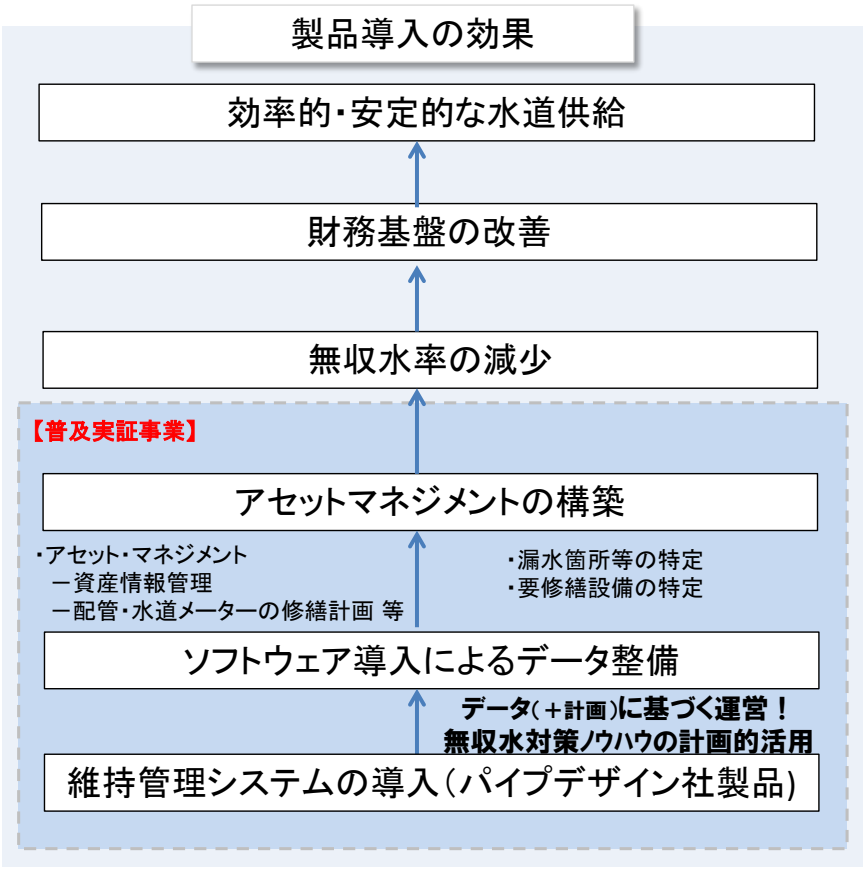
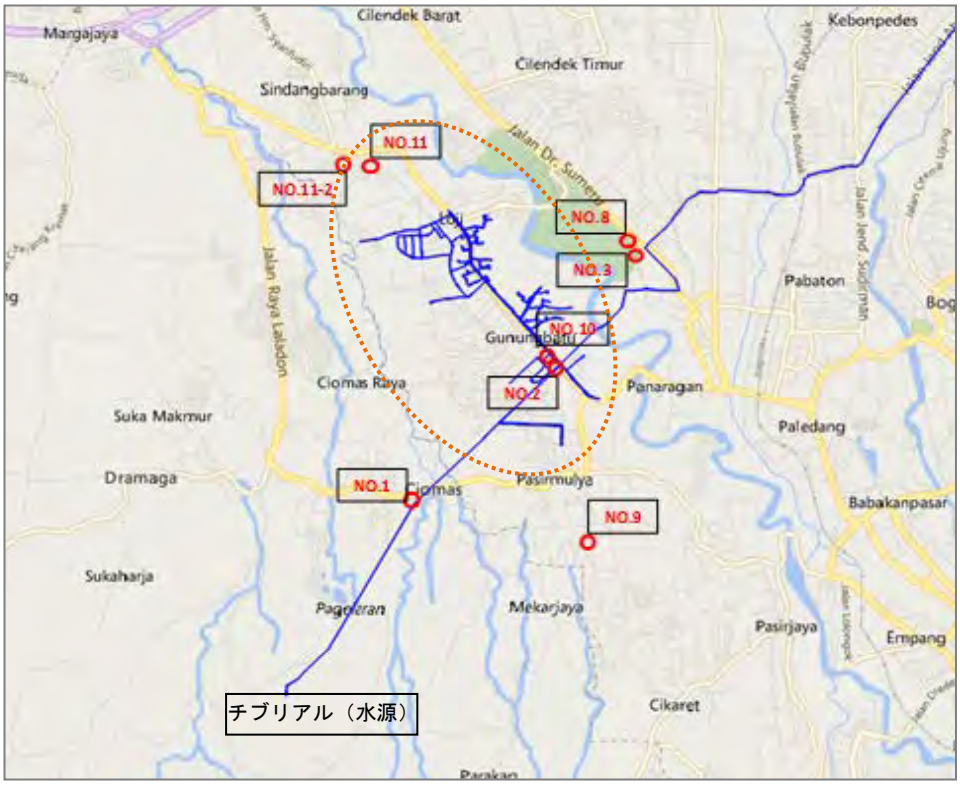


図　２　ソフトウェア及びアセットマネジメント導入による事業改善（製品導入の効果）

※上記の濃い網掛けは、普及実証事業の対象領域である。

4-3　対象地域及びその周辺状況

調査の対象地域は以下のとおり、オレンジの破線内のゾーンの地域及びチブリアル水源までの本管沿いとなる。



（地図出所：openstreetmap）

図　3　調査対象地域（ボゴール県第 6 支部管内）

今回の調査エリアは、チブリアル（Ciburial）を水源とする第 6 支部の一部を想定している。チブリアルは良質な水源であり、ほとんど加工を要さず、低コストで飲料水メーカー向けに生産し販売することが可能であり、収益性の高い水源である。チブリアル浄水場の配水量は、乾季は 480 リットル/秒、雨季は 440 リットル/秒である。

当該エリアの最も大きな課題は、水道管が老朽化していることである。チブリアル浄水場及びそこから伸びる水道管が整備された時期はオランダ統治時代の 1922 年と古く、チブリアルから伸びる本管がどのように分岐しているのか、適切につかめていないのが現状である。このため、漏水率は 40%とボゴール県内平均（約 30%）より高い数値となっている。ボゴール県 PDAM としては、良質な水源であるチブリアルに近い本管の分岐の状況を適切に把握することが、データ把握の上で、最優先課題となっている。このため、この地域での配管の探査を行うことが求められている。

4-4　他 ODA 案件との連携可能性

ODA 国別援助方針において、個別事業として、「上記首都圏の都市基盤整備プログラム」の中で、2014 年 7 月より有償勘定技術支援として、インドネシア国公共事業省に我が国政

府から「上水政策アドバイザー」が派遣されており、その活動の一つとして、「水道公社人材能力強化プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言する」方針が掲げられている。本事業では、こうした専門家と連携をとりながら、資産管理プロジェクトに資する事業として、同国における標準化を図る取り組みの展開を図っていく。

４-５　ODA 案件形成における課題と対応策

ODA 案件として形成に至るまでにおける課題と対策案は、次のとおり考えられる。

・検針員等との位置情報共有（地図を見たことがない人材）
＜対策＞GPS 計測が可能なアプリを開発・提供するとともに、地図上における現在位置の把握が可能となるようトレーニングを実施

・管路網の復元に必要な属性のシンクロ
＜対策＞担当者ごとの既知情報収集と不整合箇所の確認作業

・主要地点における信頼性の高い物理量（水量、水圧）の把握
＜対策＞計測機の新設または交換

４-６　環境社会配慮に係る対応

本事業は、「カテゴリ C（環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業）」に分類されると考えられる。

第５章 ビジネス展開の具体的計画

５-１　市場分析結果

次項を参照されたい。

５-２　他社製品に対する比較優位性

ベントレー社は、米国のソフトウェア会社であり、現在 PERPAMSI と連携してインドネシアの各地でセミナーを開催している。同社は、比較的財政基盤の安定した PDAM へ普及させることを狙いとしている。しかしながら、ソフトウェアが高額であり、なかなか普及に結び付かないという課題を抱えている。ターゲットとする顧客層は重なるが、PIPE Design Pro は同社製品よりも価格を抑えることで、比較優位を有する。

一方で公共事業省は、極めて簡素な機能（マッピングを主としたもので、アセットマネジメントを行う機能の搭載なし）であるが、ソフトウェアを開発中であり、完成後無償で各地の PDAM に配布予定である。しかしこれらは財政基盤の脆弱な小規模の PDAM200 社を対象としたものとされる。現時点では、ソフトウェアの開発は遅延しており、実用化の見込みが立っていないということである。なお、ソフトウェアのスペックは不明である。PIPE Design Pro のターゲットとする顧客層に特化したものであれば、脅威とはならない。

５-３　想定する事業計画及び開発効果

基本的には、下図の通り、日系の水道コンサルやメーカーが、元請事業者として「デー

タベース作成業務」「アセットマネジメントの高度化業務」「無収水対策業務」を受注する中で、パイプデザイン社がそれら元請企業より、ソフトウェア提供と導入サービスに係る発注を受けるかたちでの実施体制を想定している。

当社技術の認知度向上等により、ソフトウェアの導入および導入支援の発注を直接受けた場合にも、現地とのコミュニケーション円滑化の都合等から、日系の水道コンサルやメーカーを通じた納品およびサービス提供を検討する。

当社としては、まずは「データベース作成業務」のような比較的シンプルな形態での受注を想定しているが、その他の発注形態にも対応できるよう、現地連携先の探索を進めることとする。

また、「データベース作成業務」では、ソフトウェア導入の初期コストが最大のネックと成り得ることから、最初から日本で発売しているフルパッケージでの普及を目指すのではなく、必要な機能に絞った廉価版ソフトウェアを作成してソフトウェアの普及を図るとともに、各導入先水道事業者の人的・財務的能力向上に応じて、より複雑な作業が可能な付加プログラムを追加導入するかたちでの販売拡大を目指す。

「アセットマネジメント構築業務」や「包括的無収水対策業務」は、当社が直接推進するものではなく、連携先の現地コンサルティング企業等が受託し、当社はソフトウェアの提供とデータ整備支援等を中心に担う想定である。

期待される開発効果として、本事業の実施により適切なアセットマネジメントの実現により、無収水率の低減が可能となり、効率的・安定的な水道供給の実現が可能となる。

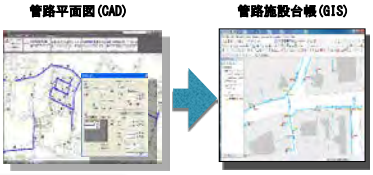
５-４　事業展開計画におけるリスクと対応策

日本以外、特に中国、韓国、東南アジア諸国では、メジャーなソフトウェアは軒並み海賊版が出回っている。Windows OS、デザインソフトウェア、データベースなど多岐にわたる。これら大手企業の対策の一つとしては、ユーザの稼働状況をネットで監視し、違法なソフトウェアをカウントしてソフトウェア会社の法務担当が訴訟を起こすなどがある。当社はニッチな業界での運用のため、業者は海賊版を作っても利益が得られないことから手を出すことは少ないといわれている。当社が取り組める最低限の対策として、USB プロテクトなどの物理的なプロテクト手法により不正コピーから防ぐことができる。また、ベトナムでは 2015 年 2 月に商標登録により現地での権利取得を行ったが、インドネシアでも同様の登録により製品保護対策が必要と思われる。

案件化調査
ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ共和国　水道ｲﾝﾌﾗ管理ｼｽﾃﾑの高度化を通じた水道運営改善案件化調査

企業・サイト概要

■ 提　案　企　業 ： 株式会社パイプデザイン
■ 提案企業所在地： 広島県広島市
■ サイト・C/P機関 ： ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ国西ｼﾞｬﾜ州ﾎﾞｺﾞｰﾙ県・ﾎﾞｺﾞｰﾙ県水道公社



インドネシア国の開発課題

- 高い無収水率
- 水道インフラの維持管理システム不備
- 水道公社等職員の管理能力欠如
- 水道公社等の収益能力欠如と給水地域拡大遅れ

中小企業の技術・製品

- **PIPE Design Pro®**：汎用性の高いAutoCAD利用により、上下水道の設計や既存施設のﾃﾞｰﾀ作成ｿﾌﾄ
- **設備管理台帳ｼｽﾃﾑ**：。既存CADﾃﾞｰﾀや点検・修繕情報などを取りまとめ、更新、投資計画に活用するｿﾌﾄ。浄水場の資産を効率的・計画的に維持管理できる
- 協力機関・企業による水道事業運営・管理ﾉｳﾊｳ

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

- ボゴール県水道公社において、維持管理ソフトウェアの導入に係る実証活動を実施し、水道インフラ管理システムの高度化による各種水道運営の改善効果を実証する。
- 併せて、キャパビル活動や、セミナー開催などの技術紹介活動、水道事業の監督・指導当局や業界団体への技術紹介及び推薦の取り付けを行い、現地職員の能力向上と技術普及を図る。

日本の中小企業のビジネス展開

- 普及・実証事業を通じて、当該製品の有効性を証明するとともに認知度向上や推薦の取り付けを進め、技術普及を進める。
- また案件化調査や普及・実証事業期間を通じて、現地でのビジネスモデルの精査とパートナーの確保を進める。

はじめに

１．調査の概要

インドネシアの水道事業は、各都市の水道公社である PDAM が担っている。しかしながら、総じて、高い無収水率、水道インフラの適切なアセットマネジメントの欠如及びそれに起因する不十分な維持管理、PDAM 等職員の管理能力の不足、PDAM 等の収益能力欠如と給水地域拡大の遅れなどの課題を抱えている。

本調査では、ボゴール県をパイロット公社として水道インフラ管理システムの高度化を通じた水道運営改善のための案件化調査を実施する。本調査において、パイプデザイン社の水道施設維持管理ソフトウェアを活用し、管路のデータベース化や漏水モニタリングシステムの導入に関する調査を行い、アセットマネジメントおよび将来的には漏水対策の効率化・高度化に資することをめざすものである。取組は、ボゴール県の PDAM との連携により進める。

２．調査の目的

提案製品よる開発課題の解決のための活用可能性を確認し、本調査終了後に計画している ODA 案件の提案、ビジネスモデル立案を目的として調査を実施する。

３．調査対象国・地域

本調査における調査対象国・地域は、インドネシア国ボゴール県である。

４．団員リスト

	氏名	担当業務	所属先
1	邑楽博	業務主任者	株式会社パイプデザイン
2	村上良二	モデルエリア調査 （基礎調査、現状の水道台帳システム）	株式会社パイプデザイン
3	邑楽俊輔	モデルエリア調査 （水道台帳システムに求められる機能）	株式会社パイプデザイン
4	岡本秀夫	パートナー探索・協議支援	株式会社水みらい広島
5	長谷川暢也	モデルエリア調査支援	株式会社水みらい広島

6	萩原充道	無収水対策の現状評価・対策検討	有限会社水都環境
7	長谷川充	管路管理の現状評価・対策検討、ビジネスモデル立案	有限会社水都環境
8	富重昌彦	現地政府機関との折衝支援	広島県商工労働局イノベーション推進チーム
9	喜多昭治	チーフアドバイザー	三菱UFJリサーチ＆コンサルティング株式会社
10	橋本和子	市場調査、パートナー探索・協議	三菱UFJリサーチ＆コンサルティング株式会社

５．現地調査工程

【第１回現地調査】

工程	日付		都市名	訪問先
工程A	2015/10/4	日	ー	移動（広島／羽田/関西→ジャカルタ）
	2015/10/5	月	ボゴール	ボゴール県（Bogor Regency）
				PDAM
	2015/10/6	火	ボゴール	PDAM
	2015/10/7	水	ジャカルタ	公共事業省（PU）
				日系水道コンサル会社
	2015/10/8	木	ジャカルタ	水 ing インドネシア
				現地水道コンサル会社
				日系建設コンサル会社
	2015/10/9	金	ジャカルタ	PERPAMSI(水道協会)
				JICA インドネシア（調整中）
			ー	移動（ジャカルタ→関空） ※翌日着
	2015/10/10	土	ー	移動（ジャカルタ→羽田・広島） ※翌日着
工程B	2015/10/7	水	ボゴール	PDAM
	2015/10/8	木	ボゴール	PDAM
	2015/10/9	金	ボゴール	PDAM
	2015/10/10	土	ボゴール	PDAM
	2015/10/11	日	ボゴール	PDAM
	2015/10/12	月	ボゴール	PDAM
	2015/10/13	火	ボゴール	PDAM
	2015/10/14	水	ー	移動（ジャカルタ→羽田） ※翌日着

注１：各出張者の帰国日（到着日）は以下の通り。

2015/10/10：喜多

2015/10/11：邑楽（博）、村上、邑楽（俊輔）、岡本、橋本

2015/10/15：萩原、長谷川

注２：出張者のうち、村上、邑楽（俊輔）、岡本、萩原、長谷川については、10/7 以降は工程Ｂにて現地調査を実施。

【第２回現地調査】

工程	日付		都市名	訪問先
工程Ａ	2016/2/14	日	－	移動（広島／羽田/関西→ジャカルタ）
	2016/2/15	月	ボゴール	PDAM ボゴール
	2016/2/16	火	ボゴール	PDAM ボゴール
	2016/2/17	水	ボゴール	PDAM ボゴール
			タンゲラン	水 ing インドネシア
	2016/2/18	木	バンドン	PDAM バンドン市
				バンドン工科大学
			－	移動（ジャカルタ→羽田・広島） ※翌日着
工程Ｂ	2016/2/17	水	ボゴール	PDAM ボゴールにて協議
	2016/2/18	木	ボゴール	PDAM ボゴールにて協議
			－	移動（ジャカルタ→羽田・広島） ※翌日着

注１：出張者のうち、村上、邑楽（俊輔）、萩原、長谷川（充）については、2/17 以降は工程Ｂにて現地調査を実施。

【第３回現地調査】

工程	日付		都市名	訪問先
工程A	2016/4/17	日	－	移動（広島／成田/関西→ジャカルタ）
	2016/4/18	月	ボゴール	PDAM ボゴール
	2016/4/19	火	ボゴール	PDAM ボゴール
	2016/4/20	水	ジャカルタ	日系水道コンサル会社
				PERPAMSI
				JICA インドネシア事務所
				移動（ジャカルタ→羽田・関空） ※翌日着
	2016/4/21	木	バンドン	PDAM バンドン市
				移動（ジャカルタ→羽田、） ※翌日着
	2016/4/22	金	ジャカルタ	移動（ジャカルタ→広島）

注１：出張者のうち、4/20 に橋本帰国（翌日着）、21 日に喜多・長谷川（充）・長谷川（暢也）帰国（翌日着）、22 日に邑楽（博）、村上、邑楽（俊輔）が帰国（同日着）。

【第４回現地調査】

工程	日付		都市名	訪問先
工程A	2016/6/14	火	-	移動（広島／羽田→ジャカルタ） ※羽田便（喜多、橋本）については翌日着。
	2016/6/15	水	ジャカルタ	JICA インドネシア事務所
				日系水道コンサル
	2016/6/16	火	ボゴール	PDAM ボゴール
	2016/6/17	金	ジャカルタ	公共事業省（PU）
	2016/6/18	土	-	移動（ジャカルタ→羽田・関空・広島） ※羽田便（橋本）については翌日着

注１：出張者は邑楽博、喜多、橋本。

第１章 対象国・地域の現状

１－１ 対象国 ・地域 の政治・社会経済状況

① 政治の概況

インドネシアは、約 189 万㎢（日本の約 5 倍）、人口約 2.49 億人（2013 年，インドネシア政府統計）の島嶼国である。政治概況は以下の通りである。

表 1-1 政治一般概況

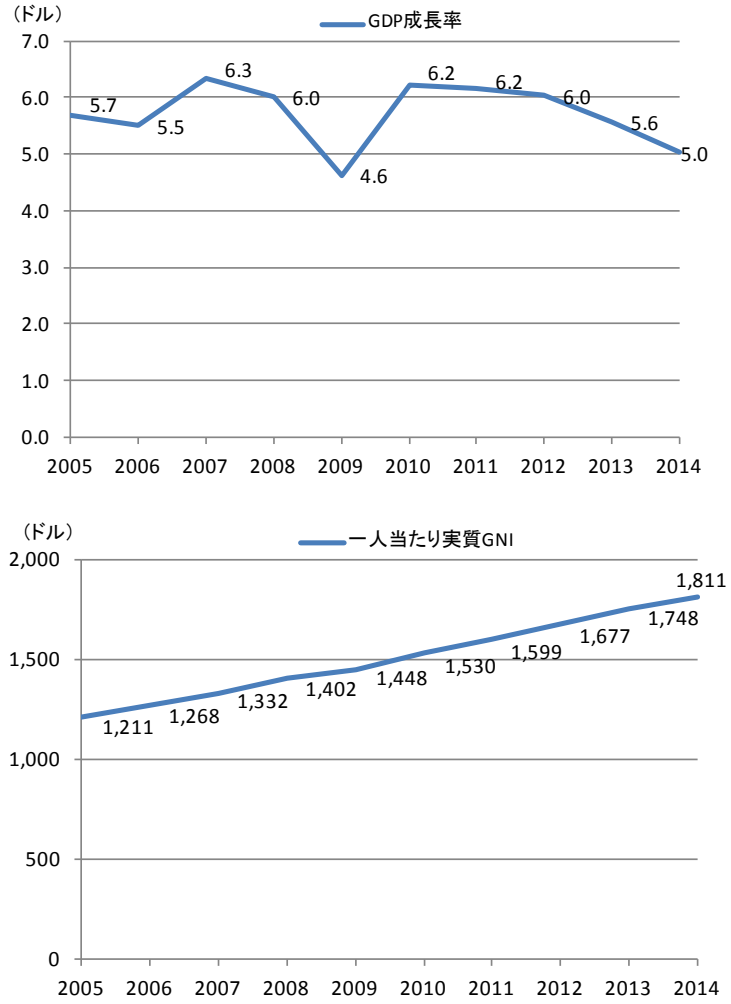
政体	大統領制，共和制
元首	ジョコ・ウィドド大統領（2014 年 10 月 20 日就任，任期 5 年）
議会	（1）国会（DPR）：定数 560 名（任期 5 年） （2）地方代表議会（DPD）：定数 132 名（任期 5 年） （注）その他，憲法の改正，大統領・副大統領の任期中の解任等を決定できる国民協議会（MPR）がある：692 名（国会議員 560 名及び地方代表議員 132 名で構成）
内閣	内閣は大統領の補佐機関であり，大統領が国務大臣の任免権を有する。
内政	（1）2014 年 7 月の大統領選挙において，ジョコ・ウィドド・ジャカルタ首都特別州知事（当時）が約 53%の得票で当選し，10 月 20 日に正式に就任。 （2）ジョコ政権は，経済・社会政策を最優先課題とし，鉄道，港湾，電力・エネルギー等のインフラ整備及び社会保障の充実を目標に掲げている。 2014 年 4 月には総選挙が実施され 10 月 1 日に新国会議員等の就任式が行われた。

（出所：外務省ウェブサイト）

② 経済の概況

インドネシアの GDP 成長率は近年鈍化しているものの、過去 5 年間で概ね 5%以上を維持している。

2014 年のインドネシア経済は、一次産品価格の低迷による輸出の減速や総選挙および大統領選挙による政治的な不透明感を一因とする投資の減退がみられた。ジョコ新政権はインフラ整備を拡大するとともに、企業誘致の促進で景気好転を図っている[1]。



（出所：世界銀行 World Development Indicators）

図 1－1 GDP 成長率及び一人当たり実質 GNI の推移

[1] JETRO（2015）「世界貿易投資報告」

１－２ 対象国 ・地域 の対象分野における開発課題

① インドネシア共和国における水道事業に係る課題

インドネシアにおいては、他のアジア諸国に共通してみられるように、急速な経済発展と都市化が進むにしたがって、農村部から都市部への大規模な人の移動が見られるようになっている。都市部の人口は、1990 年から 2010 年 10 月までに 5,600 万人から 1 億 2,800 万人と 2 倍に増加した。かつては、都市部から農村部に渡る分散した人口分布と農業を主体とする産業構造により水供給の問題は深刻とはならなかったが、ジャワ島、スマトラ島などの都市部の集中により、水道供給が需要に追い付かなくなっている[2]。

国連で策定されたミレニアム目標として2015 年までに水道の世帯普及率を68.87%以上とすることを目標に掲げていたが、2010 年時点で 50%未満であった[3]。インドネシアの都市部において、水道にアクセスできるのは都市人口の 43%のみであり、国内には給水が受けられない低所得者層が数多く存在する。こうした低所得層は、水道料金よりも高い費用で飲料水を購入せざるを得ない状況に直面しており、全国のPDAMは給水エリアの拡大を図っているが、財政上の制約によりインフラ投資が遅れている状況である[4]。

インドネシアの水道事業においては、水道普及率を妨げる要因ともなっている大きな課題として「アセットマネジメントの遅れ」及び「無収水対策の遅れ」が挙げられる。

なお、公共事業省は、「水道供給システムにおけるアセットマネジメントマニュアル」を策定している。マニュアルにおいて、水道事業におけるアセットマネジメントとは、「上水道設備及びその関連するインフラの機能を、事前に定めた計画通りに公共の用に供するべく維持管理することを図るための水道供給のマネージメントの仕組み[5]」と定義している。アセットマネジメントの計画を策定するための目的として、下記の一連のプロセスを挙げている。

・地域の計画・戦略に沿った水供給を可能とするために、資産を最適な形で活用すること。

・運営期間中を通して、環境の変化に対応できる資産構成を可能とすること。

このアセットのマネジメントシステムは継続的に行われる仕組みである。分析及びマネジメントのプロセスを通じたアセットマネジメント戦略を構築することは、維持管理計画と年度予算に基づく各種プログラムを策定するための基礎となる[6]。

---

[2] ADB (2012) ”Water Supply and Sanitation Sector Assessment, Strategy, and Road”p2 Maphttp://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/33808/files/indonesia-water-supply-sector-assessment.pdf

[3] BAPPENAS (2010) Report on the Achievement of Millennium Development Goals.

[4] ボゴール県 (2014) ”Penyusunan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM)“

[5] PT.Virama Karya 及び公共事業省, (2013) Pedoman Manajemen Aset SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)

[6] PT.Virama Karya 及び公共事業省, (2013) Pedoman Manajemen Aset SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)

このマニュアルにおいて、データベース化について、単にデータを入力し蓄積しただけのものではなく、ライブラリー機能として、情報と情報を連携させ、必要な情報に即時にリンクしアクセスできる仕組みである必要があるとしている。GISベースの情報ネットワークシステムは、アセットマネジメントとして活用するうえで、アセットの情報の望ましい形であるとしている[7]。

なお本稿においては、パイプデザイン社製のシステムを導入し、データに基づいてアセットマネジメントを体系化するシステムを、「維持管理システム」と言う。

（1） アセットマネジメントの遅れ

インドネシアにおいて、アセットマネジメントの遅れに関連する具体的な課題は以下の通りである。

ア 水道インフラのデータ整備およびアセットマネジメントの整備遅れ

インドネシアの水道は、オランダ統治時代からの管路や設備を用いているものも多く、その後の事業管理主体の移行や事業体内での引き継ぎ不備などにより、管路や設備のデータが適切に管理されていないことが多い。また、インドネシア独立後に整備された管路や浄水場等についても、データベース化が進んでおらず、どこにどのような管路や設備があり、それらがどのような状況にあるかといった基礎データが整備されていないことが多い。更にそもそも基礎データが整備されていないことから、基礎データに基づいて構築されるべきアセットマネジメントが導入されていないことが多い。

その結果として、データに基づく維持管理が行われず、水道管の破裂や過度の漏水・盗水の発覚など、有事の応急措置を繰り返す非効率な資産管理が続いている。

イ PDAM 職員の管理能力不足

特に現場職員の無収水対策やアセットマネジメントに基づく維持管理ノウハウ（知識や経験）が不足している。また、比較的、水道事業に関する基礎知識を有している経営層やエンジニアなどについても、一般的な知識は広く浅く持っていても、それらを体系的に扱うノウハウや経験が不足していることから、上記の課題に対する対策を進められるだけの能力はほとんど有していない。

（2） 無収水対策の遅れ

無収水には、漏水、盗水のほか、不明埋設管を通じた配水による料金徴収漏れ、給水メーターの整備不良・未設置による料金徴収漏れ、検針員による給水メーターの読み取り不良・報告不備による料金徴収漏れ、滞納などがあげられる。

---

[7] PT. Virama Karya 及び公共事業省, (2013) Pedoman Manajemen Aset SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)

ア　無収水の原因特定能力の欠如

漏水・盗水箇所の特定能力の欠如による発見の遅れや、未熟な修繕技術による非効率・不完全な修繕作業が常態化により、現場での無収水対策が進んでいない。

アセットマネジメントが遅れたままの結果として、各地で漏水や盗水など無収水の問題が顕在化しており、2012 年の全国の PDAMの無収水率の平均は約 32.1%[8]となっている。

イ　PDAM の低い収益性と給水地域拡大の遅れ

上記の理由等により、水道供給による収入が増加せず、インフラ整備や職員能力向上に費やす原資を確保できていない。

インドネシア国の水道事業において、無収水対策は、我が国をはじめ海外からの支援による技術等の移転が徐々に進んでいる PDAM も見られる。しかしながらしかしその根本となるアセットマネジメントが適切になされていないため、多くが応急処置的な対応にとどまっている。

② ボゴール県 PDAM における水道事業に係る課題

ボゴール県PDAMも、全国のPDAMと同様の課題を抱えており、域内の給水人口の拡大に取り組む必要に迫られている。ボゴール県PDAMの財政状況は国内のPDAMのなかでも比較的健全であるが [9]、こうした状況はあくまで相対的順位であり、水道接続の順番待ちの世帯も多く、改善すべき課題が山積している。また財政上の制約の問題から、大規模な設備投資が難しい状況にあり、一層の維持管理の効率化が求められている [10]。

維持管理の問題について、不明埋設管や漏水等の問題は、ボゴール県 PDAM においても深刻であり、管路のデータベース化ができておらず、その場しのぎの修繕を行わざるを得ない状態を改善する必要があるという危機意識をボゴール県 PDAM は有している。ボゴール県 PDAM は、データに基づく水道設備の「アセットマネジメント」を適切に行う必要があるという認識から、2013 年のジャカルタにおける広島県主催の商談会において、パイプデザイン社ソフトウェアに対する導入要請がなされた。その後、このボゴール県 PDAM による商談会時の導入要請は、ボゴール県から承認を経て、パイプデザイン社に対して具体的なモデルプロジェクト実施の申し出がなされた経緯がある。

ボゴール県 PDAM が直面している課題は以下のとおりである。

---

[8] 菅原繁（2015）「インドネシア水道を PPP で推進します／ JICA 専門家上水政策アドバイザーの視点から」

[9] 政府は、「無収水率、収入、サービスの質、管理水準」などの評価基準を設けて PDAM を評価・点数化しているが、ボゴール県 PDAM の場合は、そのスコアが 74 点であり、西ジャワではトップ、インドネシアでもベスト５に入っている。また評価カテゴリーとしては、Healthy（健全）に分類されている。なお、同 PDAM の収益率は、2000 年から 2015 年までの間、10%と比較的高い水準を維持している。

[10] ボゴール県 PDAM（2015）Business Plan

（1） アセットマネジメントの遅れ

ア 水道管等の所在を把握できないことに起因する現状

ボゴール県内の水道は、高い無収水率に悩み、また管路や浄水場などオランダ統治時代からの設備を用いている箇所があり、それらの老朽化、漏水、配管位置情報の喪失（配管がどこを通り、どの施設に水を供給しているかわからない）など様々な問題を抱えている。また、ボゴール県では、水道の運営主体が時代により変遷しており、中央政府による管理（1965 年まで）、PDAM ジャカルタによる管理（1965～1994 年まで）、ボゴール県 PDAM 出の管理（1994 年以降）と管理主体が変遷している。これらの移管により、適切に引継ぎがなされておらず、管網や設備の基礎情報や修繕履歴ばかりか、水道管や分岐（タッピング）の位置までもが把握できていない箇所もある。

このように基礎データがしっかり整備されていないことから、ボゴール県 PDAM の水道事業は、常に修繕や維持管理において、応急処置的な対応とならざるを得ない状況となっており、計画的に優先順位を付して修繕計画を策定することが困難となっている。

イ 一定の工事技術は有するが、アセット情報の集約化・活用が進まない現状

ボゴール県 PDAM は本部と 8 か所の支部からなる。ボゴール県 PDAM において、水道工事の際に水道管の交換を行うことは稀であり、水道管の損傷に対しては、穴を塞ぐ作業が主である。フランジ漏水修繕、ジョイントを用いた修繕なども行っており、一定の工事技術を有している。本管は PDAM 本部が工事を実施し、それ以外の水道管は、当該水道管を管理する支部が工事を実施する。特別に大型の工事の場合のみ外部の工事業者に委託するが、通常の工事においては、PDAM 自らが工事を行っている。工事にあたっては、ボゴール県 PDAM が資機材の管理・調達を行い、熟練した同 PDAM 職員を現場監督として配置し、工事のために雇用された請負者（非熟練労働者）を監督して工事を実施している。

PDAM 全体の漏水探知のための人員は 20 人、メーターの不備を発見する検針員は 70 人であり、年間 4,000 件の水道管・メーターの損傷や不具合を報告している。これらの記録は、毎月集計（エクセルに入力）し本部に提出される。設備機器の更新対象の選定にあたって、支部長級の会議の場で当該年の更新対象とするエリアなどを決定している。また、AutoCAD を使用できるスタッフは PDAM 全体で 20 人（全員本部の配属）、GIS 部のスタッフは 4 人である。過去 10 年前から、管路の情報は僅かにデータ化されているものも存在する（CAD データ）が、管の属性（口径、管種、建設年度、深度）が付加されておらず、アセットマネジメントに基づく維持管理を行う上で、極めて不十分な状況である。

ボゴール県 PDAM においては、支部から本部へ維持管理状況を報告する仕組みは存在するが、仕組みは十分ではないのが現状である。また、故障や不具合などを定期的に報告する仕組みはあってもデータベース化されておらず、計画的に優先順位を付して修繕計画の策定に反映するまでには至っていない。

設備情報の多くは属人的に把握されており、本部や支部の管理者層や他の担当者にも共有されていない領域も多い。このため、退職等により特定地域を把握している個人が組織を離れると、そこで情報が共有されなくなるといった課題に直面することとなっている。

既存設備の状況を把握できるようにするとともに、本部及び支部での管理・運営の状況をデータベース化して一体的に把握し、集約したデータを活かす仕組みを構築する必要に迫られている。

ウ　予算上の制約

2015 年のボゴール県 PDAM の予算は以下のとおりである（のちに分割され移管されたデポック市のデータも含む値であることに留意）。ボゴール県 PDAM の全体の予算は、投資予算が 205 億 IDR、運営予算が 528 億 IDR であった。運営予算について、本管及び分岐は突発的な費用に対する手当であるが、メーターについては、計画修繕及び突発的な故障等への費用の両方が含まれている。ソフトウェアを購入する場合には投資予算から拠出される。40 億 IDR の本管においては、4 千か所のパイプとメーターの漏れに対して修理・交換を行った。

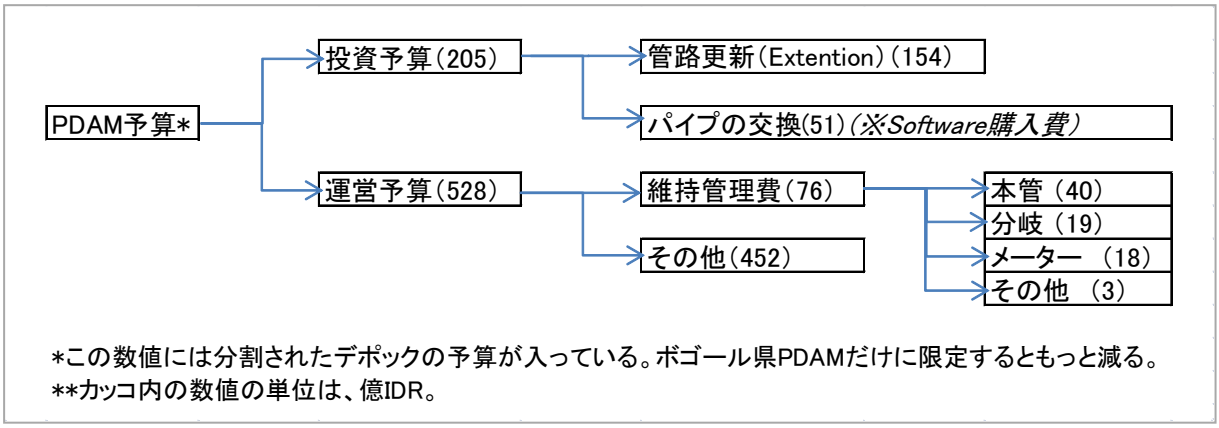


図　1－2　ボゴール県 PDAM の予算（2015 年度）

ボゴール県PDAMは、管理を行う上で、技術上の困難は少ないが、予算上の制約が課題として大きいことを指摘している。インドネシア政府は、2010 年から 2015 年にかけて 1 千万接続を増やすことを目標とし[11]、現在もこの目標は有効であり、ボゴール県PDAMも新たに供給世帯数を増やす必要に迫られている。ボゴール県PDAMにとって新規投資に伴う資金需要への対応のために、これまでの無収水対策や維持管理の効率化が重要な改善の課題となっている。

[11] World Bank, Ministry of Public Work (2012)“Indonesia Water Investment Roadmap 2011-2014”

（２） 無収水対策の遅れ

ア ボゴール県 PDAM における無収水の主要な原因

ボゴール県 PDAM における高い無収水率（約 30%）の原因として、主に以下の要因が挙げられる。

(ア)漏水

漏水は、水道管の経年劣化や損傷によって生じる水漏れである。

なお､漏水が判明する経緯として､需要者からの苦情で発見に至るケースが 10%、水圧計の異常から発見に至るケースが 35%、検針員が巡回時に発見するケースが残りの 55%である。

既に、PDAM 職員による漏水箇所確認の取り組みは始まっているが、体系的・計画的な取り組みは遅れており、改善余地が多い。

(イ)盗水（違法接続）

盗水（違法接続）とは、違法に水道管に接続するものである。ボゴール県ではかつて盗水が横行していたが､ボゴール県 PDAM の盗水対策により近年は減少している。なお、ボゴール県 PDAM の経験則として、無収水率が 40%を超える地域では、盗水が行われている可能性があるとみている。

(ウ)所在不明埋設管

ボゴール県 PDAM の管轄エリア内には､オランダ時代に敷設した水道管が埋設されているが、発見に至らないものがいくつか存在している。

(エ)メーター不良や故障

メーターは設置されているが、故障や計測の精度が悪く少量しか水道代の徴収に至らないものや故障して正しく計測できていないものが存在する。

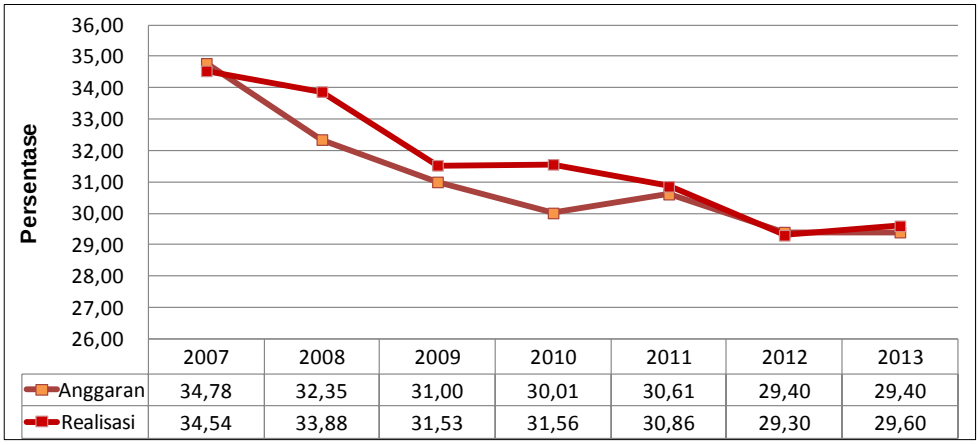
(オ)検針・報告業務の不備

検針員による給水メーターの読み取り間違いや、報告不備による料金徴収漏れなどもあり得る。ただし、検針員は給水メーターの読み取りにあたり写真撮影を行うなど検針の不備は少ないと見られる。一方で検針結果の報告については、不備が残っている可能性もある。

(カ)消費者の料金滞納

貧困等の原因により、ボゴール県 PDAM での滞納率は供給世帯の８%にのぼる。ただし、ボゴール県 PDAM が管理している以下の「無収水率」には含まれない。

なお、ボゴール県 PDAM によって報告されている同 PDAM の無収水率は以下の通りである。



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anggaran	34,78	32,35	31,00	30,01	30,61	29,40	29,40
Realisasi	34,54	33,88	31,53	31,56	30,86	29,30	29,60

注：上は計画値、下は実績値。（出所：ボゴール県PDAM資料 [12]）

図 1－3 ボゴール県 PDAM の無収水率の推移

イ 無収水対策の状況

無収水への対策として、大きくは、現場での漏水箇所特定・修繕による短期的対応と、アセットシステムにより体系的に対策を進める中長期的対応に分かれる。

短期的対応については、オーストラリア及びオランダが、ボゴール県 PDAM のドナーとして現場での技術支援を行っており、それらプロジェクトに参加した同 PDAM スタッフにも一定のノウハウの蓄積が見られる。具体的な対策メニューは、1-2②（１）イに記載の通りで、現場での修繕技術については日本の水道事業に近い技術を有している。

ただし、同 PDAM には域内全域でそのノウハウを活用した短期的対応を一気に進めるだけの予算はないことから、日々の水道事業運営の中で漏水や盗水が露見したところについて、応急的な対応を繰り返すに留まっており、効率的・効果的な無収水対策は実現できていない。

例えば、現在のところ、漏水が発生した場合、対処療法的にその場所の修繕を実施するが、その場の管路は修繕されても、その前後の老朽化している箇所に負荷がかかり、そこでまた漏水が発生するなどの課題が生じている。また、オーストラリア支援団の調査により、耐用年数を超えた水道メーター等の更新が無収水率の改善に役立つとわかっていても、どこに該当のメーターが多いかが把握できず、対応が遅れるなどの問題も生じている。

限られた予算の中で、移転された現場での無収水対策技術を効率的・効果的に推進できるようにするためにも、各種データベースの構築とアセット及びメンテナンスマネジメントシステムの導入により、優先順位を付けて体系的に無収水対策を進められるようにすることが求められている。

[12] PDAM TIRTA KAHURIPAN Bogor Regency Company Profile（ボゴール県 PDAM 会社情報）

１－３ 対象国 ・地域 ・地域 の対象分野における開発計画、関連政策（外資 政策含む）及び法制度

① インドネシア共和国における開発計画

インドネシア共和国政府の国家開発政策の上位計画は、国家開発計画庁（BAPPENAS）が策定する国家長期開発計画（RPJPN2005～2025）であり、その下位に 4 期（各期は 5 カ年計画）からなる国家中期開発計画（RPJMN）が策定されている。

国家長期開発計画（RPJPN2005～2025）では、貧困層に配慮した安全な水道供給システムの改善[13]についての基本方針が示されている。その下の国家中期開発計画は、2015 年に「第三次国家中期開発計画（RPJMN）」（2015-2019 年）として策定された。第三次RPJMNにおいては、開発における規範として、「社会と国民の生活の向上」、「平等な福祉、経済成長、生産性の向上」、「低・中所得層への配慮」、「持続可能な環境保全」を掲げるとともに、３つの重点開発として、人材開発（教育・健康・住居・文化）、重点産業（食糧・エネルギーと電力・海洋産業・観光業と製造業）、公平な成長（収入と地域間格差の解消)を挙げている[14]。経済成長に関する数値目標として 2015 年から 2019 年までの間に、経済成長率を 5.8%から 8.0%まで引き上げるとともに、新規投資額を 3,945 兆IDRから 6,947 兆IDRまで引き上げることを目標として掲げている。水関連の数値目標に関しては、水の確保（Water availability）として、毎秒 118 ㎥、飲料水へのアクセシビリティの目標を 100%と設定している[15]。

② インドネシア共和国における関連政策及び法制度

（１） インドネシア共和国における関連政策及び法制度

ア インドネシア共和国における関連政策及び法制度

2004 年に制定された水資源法（その後、同法は廃止となり「水道供給システムに関する法令」として 2015 年に新法制定）は、水利権や水道事業の事業権の所在などを規定した法律である。2005 年に制定された給水システムの整備に係わる政令では、水道施設整備に係る中央政府、地方政府、PDAM、民間企業などの権限と責務などを規定している。また、同政令では、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が規定されている。2006 年付政令第 23 号では、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いる。なお、同政令では、水道料金は最低賃金の 4%までという規定もなされている[16] 。

---

[13] JICA（2013）「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」p1-1

[14] BAPPENAS,(2015) “Medium Term Development Plan: RPJMN 2015-2019”（http://www.unorcid.org/upload/BAPPENAS_Forestry_and_Water_Ressources_UNORCID_Dialogue_Series_9_March_2015.pdf）

[15] インドネシア内閣ウェブサイト（http://setkab.go.id/en/government-has-issued-medium-term-development-plan-2015-2019/）

[16] 厚生労働省（2012）「平成 24 年度水道産業国際展開推進事業 報告書」

表 1-2　上水道事業全般に関する法令の概要

制定年	法令名	概 要
2004	水資源法（No.7/2004） ※2015 年廃止	水資源法は、国家（大統領）の最終責任のもと中央政府と地方政府の責任・役割の分担、水源開発、利用、管理、運営などにかかわる組織や集団の行為の範囲や責任を規定している。また水源開発に対する民間参入への促進が規定されている。
2015	水道供給システムに関する法令 （No.122/2015）	水資源法は、飲料会社が水源を独占したことに起因して裁判となり、2015 年に憲法裁判所より違憲判決が出された。これを受けて水資源法はそのものが無効となり、これに代わる新法として、水道供給システムに関する法令が策定された（新法では、政府に水源の所有権が帰属する旨が規定されている。）[17]。
2005	水供給システムの開発に係る政令 （PP16/2005）	2005 年 6 月に大統領が調印した同政令は、上水道やコミュニティ水道などの水道システムによる水供給、および個人・共同・コミュニティが利用する井戸など非水道システムを含むすべての水供給システム（SPAM: Sistim Penyediaan Air Minum）、さらに、水利用の結果である下水処理をも含んだ総合的・統合的な水供給システムに関する政令で、2008 年 1 月までに実施されるよう定められている。多様な水供給システム・手段を定義し、管理運営・計画などの主体となりうる機関・組織（公的セクター、民間セクター、コミュニティ組織など）を定め、責任、活動内容等を以下のように定義している。 ・国民が安全で衛生的、生産的な生活を維持するために必要な水供給システムは最終的に大統領の責任である。 ・直接的には地方政府（州政府と県・市政府）がその圏域の住民が必要とする水供給システムを開発する責任がある。 ・関係組織・機関は、水供給開発に関するマスタープラン（M/P）を作成し、フィージビリティスタディ（F/S）を行う。
2006	内務省の水道公社の水道料金設定のガイドライン及び手続きに係る政令 （No.23/2006）	水道公社のコスト・リカバリーと経営改善のために、内務省が制定した水道料金設定のガイドライン及び手続きに係る政令である。水道料金設定の理念やコスト・リカバリーのあるべき姿について記載されているが、具体的な計算手法や事例の記載がなく、実務作業での適用については更に細則が必要な状況にある。

（出所：JICA（2013）「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」。2015 年の法令変更につき当社加筆。）

[17] 水資源法に基づき制定されてきた下位の関係法令も法的根拠を失い無効となっている。この影響により凍結されたものもある一方、無効のまま慣習的に運用されているものも存在する。現在公共事業省は、新法の元に新しい下位の関係法令を制定するための手続き中にある。

表 1-3 PDAM の財務再建に関わる法令の概要

制定年	法令名	概 要
2006	財務省の財政改善行動計画に係る政令 (Pre-53/PB/2006)	水道公社に対して支出した、海外借款、投資ファンド勘定、地域開発勘定の国庫未収金の清算に関する実行指針で、PDAM の経営改善の枠組みの中で実行された経営成績の改善を評価することにより、国庫未収金を最小化し、最適な清算を図ることを目的とするとしている。財務省は各水道公社が同政令に基づいて作成する「FRAP: Financial Recovery Action Plan」の承認を条件に、以下の処置（元本返済スケジュール、利子・諸経費の未払い分及び未払い課徴金の支払い計画の見直し、元本債務返済のリスケジュール、非元本債務の減免）を講ずるものである。
2008	財務省の PDAM の債務に関する政令 (No.120/PMK.05/2008)	先の「財務省の財政改善行動計画に係る政令」に関連し、PDAM の債務の軽減促進、経営改善、必要な投資資金確保の支援を目的としている。PDAM の今後 5 年間のビジネスプランの提出と承認によって、元本以外のすべての債務（利子、罰金、管理手数料等）を帳消しとするものである。同政令をもって、先の政令の FRAP の提出をビジネスプランの提出に改めている。
2012	同政令改訂 No.114/2012	先の財務省令 No.120/PMK.05/2008 が全面改訂されたもので、これまで、政府が行っている債務再建プログラム（DRP:Debt Restructuring Program）に従うかどうかを PDAM が選択できたが、新しい政令では債務のある PDAM はすべて DRP に参加しなくてはならなくなった（執行後一年以内に申請書の提出を行う）。また、この政令では、施行後 1 年以内に DRP を実施できない場合、債務を元本含めて DRP 申請書提出期限後 3 か月以内に全額返済しなければならないと規定しており（執行後一年三か月以内）、返済できない PDAM は PUPN（State Receivables Affairs Committee）に解決を委ねられるという点も大きな変更点である。 PMK No.120/2008 が改訂された一つの理由は、同政令の要件が厳しすぎたためで、その要件が緩和されている。主な変更点は以下の通りである。 ・Full cost recovery の水道料金設定の実現は、5 年間のビジネスプランの中で 3 年以内に達成されることを示せばよいことになった。 ・PDAM Director の Fit & Proper Test については、PDAM の Board of Directors が新たに交替する際に行うことでよくなった。 ・Audit Opinion を得る必要がなくなった。 ビジネスプランの承認プロセスを 6 か月以内に短縮し、承認委員会についても以前は、BAPENAS、内務省、財務省、Cipta Karya、財務開発

		監督庁（BPKP）から構成される 7 名の委員で行っていたが、新しい政令では、財務省からの 2 名と BPKP・Cipta Karya から各 1 名の委員会で行うこととし、迅速化が図られた。
2008	PDAM の財務健全化の目標値を定めた大統領指示（No.5/2008）	2008～2009 年の経済計画の閣議決定において、PDAM の財務健全化促進の目標値を定めたものである。2007 年末時点で財務上健全な PDAM は 79 のみであったため、2008 年には 24 の PDAM を、2009 年には 36 の PDAM を財務健全化し、合計で 140 の PDAM を財務上健全な状態にするという指示である。
2009	PDAM への民間銀行融資に係る中央政府の債務保証と利子補助に関する大統領令（No.29/2009）	PDAM の財務が健全化した後の投資資金調達のための、民間銀行から PDAM への融資に係る中央政府の債務保証と利子補助に関する大統領令である。内容は、銀行からの融資金額の 70%を中央政府が保証し、金利も最大 5%補助するというものである。2009 年 8 月 1 日施行。

（出所：JICA（2013）「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」）

一方、PDAM の財務健全化を目的として、2006 年に「財務省の財政改善行動計画に係る政令（Pre-53/PB/2006）」と「内務省のPDAM の水道料金設定のガイドライン及び手続きに係る政令（No.23/2006）」が、2008 年には「財務省のPDAM の債務に関する政令（No.120/PMK.05/2008）」が制定され、更には、2008～2009 年の経済計画の閣議決定において、「PDAM の財務健全化の目標値を定めた大統領指示（No.5/2008）」が出されている。更に、財務健全化後のPDAM の資金調達支援を目的として「PDAM への民間銀行融資に係る中央政府の債務保証と利子補助に関する大統領令（No.29/2009）」が制定され、矢継ぎ早にPDAM の財務改善と資金調達に係る法制度が整備されてきている[18]。

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

インドネシアでは、PDAM の事業経営の健全性評価が行われている。その中で、健康(Healthy)、不健康(Unhealthy)、病気(Sick)の三段階に分けられており、2012 年に 328 社に対して行われた調査では、Healthy が 171 社 （52%）、Unhealthy 101 社 （31%）：

[18] JICA（2013）「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」p1-6

Sick が 56 社（17% ）であった 。2015 年の公共事業省へのヒアリング時点では、385 の PDAM を対象に評価したが、Healthy の評価は半数であった。なお、ボゴール県の PDAM は Healthy と評価されている。

イ　近年の公共事業省の施策

公共事業省は、無収水対策について技術支援による改善と、ソフト面からの支援(PDAM の人材育成や組織マネジメントなど）による改善が必要と考えている。そのなかで、前者の技術支援は海外ドナーを通じて支援を行い、公共事業省は主としてソフト面からの支援に力を入れていく考えである。

公共事業省は、これまで給水人口の拡大が急務であるとして新規に上水道を 1 千万世帯接続することを目指してきたが[19]、そのために、財政基盤の弱いPDAMについては財政健全化に向けて支援が必要であると考え、5 カ年計画に基づき、約 200 社の健全ではないPDAMの無収水対策サポートを計画している。一方、財政基盤が比較的安定しているPDAMについても、その事業の持続可能性や専門性において課題が多いと認識している。HealthyなPDAMに対する補助金投入は、低所得層への水道供給に対する支援に留めるなど必要最低限の投入とし、利子補給制度（No.29/2009）を活用しながら市中銀行から資金調達し、給水人口を拡大するためのインフラ投資を進めて行くことを求めている。

（ア）　DMA（測定対象区域）を対象とした無収水対策プロジェクト

公共事業省は、PDAM を通じたパイロットプロジェクトとして支援を行う計画である。1～2 つの DMA と呼ばれる給水量を流量メーターで管理している測定対象区域(District Meter Areas）を対象に、無収水対策プロジェクトを行う予定である。パイロットプロジェクトは中央政府からの予算が割り当てられるため、予算に制約がある。このため一つの PDAM で 2、3 か所に対して実施されることになる。その後、PDAM は、計測、モニタリングのマネジメントを学ぶ。多数ある DMA のうち、パイロットプロジェクトとして採択されるのは 1～3 つと、ごくわずかである。パイロットプロジェクト以外の DMA については、地方自治体から予算を確保してもらって継続させるか、民間と連携するか、という対応となる。その点については、PDAM ごとに裁量がある。

（イ）　人材育成

公共事業省は、人材育成の取り組みとして、Center of Excellence program という無収水削減に向けた研修を実施している。無収水対策のエキスパートの育成を目指しており、国、州内、県・市ごとに 5 年間のプログラムを実施する予定である。（詳細は、１－４－１の資料参照。）

[19] World Bank, Ministry of Public Work (2012)“Indonesia Water Investment Roadmap 2011-2014”

ウ　ボゴール県及びボゴール県 PDAM における関連政策

（ア）　ボゴール県水供給システムに係るマスタープラン[20]

ボゴール県は、公共事業省大臣規則（No.18/2007）に基づき、水供給システムに係るマスタープランを策定している。マスタープランは 2014 年からの 5 か年計画である。全国的に水道供給は遅れており、全国の PDAM は給水人口の拡大に取り組む必要に迫られている。しかしながらほとんどの PDAM において実際には財政上の制約により水道インフラの投資が遅れている状況である。この点については、ボゴール県 PDAM においても同様であり、水道供給の拡大と改善が迫られている一方、財政上の制約から大規模投資が難しい状況にある。マスタープランは、こうした課題認識を踏まえて策定されたものである。

マスタープラン策定の目的として、対象地域内における給水ニーズを適切に把握すること、水道インフラと水道設備の整備に努めるべく国及び州政府、県に具申すること、コミュニティ及びボゴール県内の既存の水源の状況を踏まえた水道の需要に関する最新の情報を更新し適切に評価すること、水源（河川水、地下水、湧水等）毎の原水の供給可能な水量の把握、衛生的な水の供給のための投資のニーズを適切に把握すること、などが掲げられている。

マスタープランにおいて、ボゴール県は、県民生活に必要な水道の需要を一体的、効率的及び持続的に満たす必要があると認識しており、とりわけ①水道需要を満たすための河川水、地下水、湧水からの上水を効果的に供給すること、②ボゴール県上水道に対し GIS 形式によるデジタル化を導入すること、地域社会のために適切な上水の供給体制を構築すること、③上水道供給のための投資の予算計画を適切に立案すること、などをターゲットとした活動の展開を図ることが示されている。そのためには、水道料金の支払意欲を高めるための水道水に関する住民に向けた啓発活動、水道の供給量・供給余力の把握、無収水の削減、給水ネットワークの改善と拡大、などのソフト面及びハード面からの活動を行う必要があることが挙げられている。

（イ）　ボゴール県PDAMにおけるビジネスプラン[21]

財務省の PDAM の債務に関する政令（No.120/PMK.05/2008）において、各 PDAM はビジネスプランの策定を義務付けられている。ボゴール県 PDAM は 2013 年から 2017 年までの 5 年間のビジネスプランを策定している。その中で、5 年間で取り組むべき事項として主として以下の項目を挙げている。

- サービスの向上、収益の拡大、未だ順番待ちの住民への水道サービスの提供
- これまで十分活用できていなかった既存の水道の生産量と配水量の最適化
- 生産量と送水量の拡大／給水地域の拡大
- 3K サービス(quality、quantity、及び continuity)の拡大、顧客サービスの向上

[20] ボゴール県（2014）”Penyusunan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum（RISPAM）“
[21] ボゴール県 PDAM（2015）Business Plan

（クレームポストの設置）

- 専門性の高い水道事業分野の人材育成
- 安定的かつインフレに強い運営のための戦略的な水道料金の設定
- 適切な段階を踏まえた偶発的及び日常的な漏水等に起因するトラブルの抑制
- 安定的な供給体制に向けた IT の導入

上記の下線部について、ボゴール県 PDAM の将来的な取り組みとして、無収水率を 25%まで下げることや、多様な簡便な料金徴収システム（ウェブ決済等）、モバイルによるメーター読み取り、GIS の導入などを挙げられている。

なお、ビジネスプランにおける 2015 から 2017 年までの 3 年間の取組としては、水道システム安定化に向けて「無収水の削減」及び「最適化した修繕（ニーズや優先度に応じた修繕）」を実施するとしている。

１－４ 対象国の対象分野における ODA 事業の先行例分析及び他ドナーの分析

１－４－１ 我が国の水道運営改善・無収水削減対策におけるODA事業の事例[22]

我が国の対インドネシア国別援助方針では、重点分野として「（1）更なる経済成長への支援」が掲げられており、その中の小項目「首都圏インフラ整備」に、「首都圏の都市基盤整備プログラム」が位置づけられ、上下水の整備支援が進められている。ボゴール県は、この首都圏の一構成要素であるが、地方都市についても重点分野「（2）不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、「地方開発・拠点都市圏整備プログラム」が位置づけられ、「拠点都市圏の基盤整備」の一環として水道事業支援が進められている。

（1） 上水施策アドバイザーの派遣[23]

2014 年 7 月より有償勘定技術支援として、インドネシア国公共事業省に我が国政府から「上水政策アドバイザー」が派遣されている。その活動の一つとして、2014 年時点では、「PDAM 資産管理プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言する」方針が、2016 年現在では、「インドネシア共和国水道公社人材育成強化プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言する」方針がミッションとして掲げられている。

表 1-4 「上記首都圏の都市基盤整備プログラム」における上水政策アドバイザー派遣ミッションとの整合

✓ 公共事業省の策定する上水道政策及び各種計画を収集・分析し、課題を抽出する。
✓ 民間資金を活用した政策や制度、事例を収集・分析し、改善に係る助言を行う。
✓ **インドネシア共和国水道公社人材育成強化プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言する。**
✓ 必要に応じて法規制・基準等の作成または改訂を支援する。
✓ セクター全体の調整状況を踏まえつつ、新規案件形成及び既存案件が円滑に行われるよう支援する。
✓ 他ドナーや関係機関、民間企業との情報交換を定期的に行う。
✓ 同国への展開を図る日本関係者に対し、必要に応じて情報提供を行う。

（出所：上水政策アドバイザー）

（2） 水道公社人材育成プロジェクト[24]

インドネシア国内の PDAM は、安全な水へのアクセス率を改善する必要が迫られているが、悪い財務状況、施設整備資金の不足、高い無収水率など、様々な課題を抱えて

[22] 外務省（2013）各国の国別援助方針・事業展開計画（インドネシア）
[23] 外務省（2013）各国の国別援助方針・事業展開計画（インドネシア）
[24] JICA,「プロジェクト基本情報」
http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/ce8687ac31e17b1549256bf300087d05/c4cbba67f959b31d49257e3f0079c97e?OpenDocument&ExpandSection=6

いる。こうした状況下で2010年に、PDAMの財務改善（特にアセットマネジメント）にかかる要請がインドネシア政府から出された。しかし、PDAM 財務改善に向けた取り組みの全体像におけるアセットマネジメントの位置づけや、普及・展開のためのメカニズム等について先方の考え方や現状に関する情報が不足していたため、JICAは予備調査団を派遣して協議を行うとともに、2012年度に「上水道セクターに係る情報収集・確認調査」を実施した。この調査の結果、上述の課題が整理され、①PDAM の財務改善、②民間資金へのアクセスのための施策の充実、③他地域への波及についてニーズがあることが確認された。また、普及・展開については、人間居住総局がPDAMの財務改善に向けた人材育成支援を行うために、2012年から新たにCenter of Excellenceプロジェクト(以下、「COE プロジェクト」とする)を開始したことが判明し、JICA の支援が要望された。COEプロジェクトは、ジャカルタ特別州を除く32州を対象としたトレーナー育成（TOT）事業であり、既存の 2 つのトレーニングセンター（このうちブカシは 1989 年に無償「水道環境衛生訓練センター」の支援により建設）で healthy PDAMから選ばれたトレーナーが研修を受け、その後、各州に戻りPDAMの人材に対して研修を実施している。

当該プロジェクトにおいて、JICAはCOEプロジェクトの質的向上を支援している（事業期間は、2015年8月～2018年08月まで。）。

なお、現在実施している事業の具体的な研修の主要テーマは「無収水対策」、「省エネ」、「財務管理」[25]である。経営状況の悪いPDAMの収益改善を図る仕組みである。

１－４－２ ADB及び西オーストラリア州水道公社によるWater Operators Partnerships

西オーストラリア州水道公社は、国内同州内及び海外において、コミュニティにおける人材開発・育成に関する支援を実施している。水道公社はADBと連携して、2011年から2013年にかけてボゴールPDAMに対して、無収水対策として技術移転を図るプロジェクトを実施した。ADBのプロジェクトの資金を拠出し、西オーストラリア州の水道公社（Water Corporation)、水道公社が技術支援を実施し、ボゴールPDAMは、技術移転を受けるとともに、設備購入費用及び備品の提供を行った。

当該プロジェクトの目的は、ボゴールのエリア内において 50%を超える無収水率を低減することであった。プロジェクトにおいては、Leuwiliang 地域をパイロットエリアと定め、流入量および水圧をモニタリングするために DMA を構築し、メーターの設置・交換、流量及び水圧のモニタリングのためのデータロガー（流量・水圧を計測して記録することのできる装置）の各DMAメーター上への設置、不正接続の発見と改善、ポンプの性能評価及び更新を行った。

最終的には、DMAを構築したエリア内の計測データについて、プロジェクト実施前と比べて無収水率は、約41%から約20%まで低減した。この提言について直接的には、

[25] 当該事業に従事する専門家ヒアリングによる。（2016年7月）

漏水箇所の修繕、違法接続の発見と改善、老朽化したメーターの交換が寄与したと評価している[26]。

オーストラリアによる技術支援の終了後、ドナーが提案した提案項目のうち、実行に移せたものは全体の 4 割程度である。残りは予算上の制約から実行できていない。具体的には、漏水の検査・確認、漏水量の判断などの技術面は現在も継承し、漏水探知機も導入した。一方で、自動制御が可能なオペレーションルームの設置、配管の GIS 化、アセットマネジメントの仕組みづくりなど、導入できていない分野がある。

１－４－３ Dune Water Company South Holland : Water Operators Partnerships（WOP）

オランダのDune Water Company South Holland(DZH)は、ボゴール県PDAMと 2006 年から連携して、技術支援を行ってきた。2008 年時点におけるWOPの活動は以下のとおりである[27]。

1. 水供給システムの計画策定に係る教育
2. 水理工学に係る研修（EPANET の活用）
3. 質の高い水供給及び顧客管理手法の改善による顧客満足度の向上
4. 水質・配水管ネットワーク・水処理の改善（漏水対策）
5. ロジスティックスの改善

なお、2015 年のボゴール県の PDAM へのヒアリングでは、2011 年までプロジェクトが続いたとのことである。この時のオランダによるプロジェクトでは、無収水対策のための技術移転であり、モデルエリアの無収水率は平均 39%から 12%まで削減した。

１－４－４ その他海外からの支援の動き

公共事業省によると、パイピング・マネジメントに関連して、韓国、シンガポール、トルコからのオファーが寄せられており、公共事業省はこうした情報を PDAM に提供し、各 PDAM は、ドナー候補者との間で協議を進めている。このうち、韓国およびシンガポールついては、水道事業の先進国型トータルソリューションシステムの提案がベースで、パイピング・マネジメントについては、その一要素の扱いである。実際には、そのような先進国型のトータルソリューションシステムの導入は、現地 PDAM の事業体力や能力を考慮すると困難であると考えられる。

１－５ 対象国のビジネス環境分析

１－５－１ 外国投資・許認可等

[26] Water Corporation and Asian Development Bank, (2013) ” Twinning Arrangement between Water Corporation and PDAM Kabupaten Bogor”

[27] The Directorate General International Relations (DGIS) of the Netherlands Ministry of Foreign Affairs,(2008)” An inventory of Water Operators Partnerships (WOPs)”

2007 年 4 月 26 日付第 25 号新投資法第 12 条(2)項により、国防産業（武器、弾薬、爆発物、戦争用機材の生産等）への外国資本による投資は禁止されている。この他に、別の法令等により投資が閉鎖される産業が定められることがある。禁止業種/規制業種の一覧であるネガティブリストを定めた 2014 年 4 月 23 日付大統領規定 2014 年第 39 号(以下､2014 年ネガティブリスト）にて、投資が禁止されている業種が定められている（外国資本、国内資本ともに適用)。 2014 年ネガティブリストは、従来の 2010 年ネガティブリスト（大統領規定 2010 年第 36 号）を改定したものである [28]。

（１） 規制業種 [29]

2014 年ネガティブリストでは､対象業種において以下の区分けで規制が設けられている。

1. 中小・零細企業、協同組合のために留保される分野
2. パートナーシップが条件付けられる分野
3. 外資比率が制限される分野
4. 地域が限定される分野
5. 特別許可を要する分野
6. 内資 100%に限定される分野
7. 外資比率と地域が限定される分野
8. 特別許可が必要で外資比率が制限される分野
9. 内資 100%に限定され、特別許可が必要な分野
10. ASEAN 諸国の投資家対象の外資比率及び/又は地域が限定される分野

上記の観点からネガティブリストが策定されているが、水道事業に関連した項目及びその条件は以下のとおりである。ソフトウェア販売に関して、ネガティブリストにおいて制限は見られなかった。

・簡素な技術を利用した及び/或いは低リスク及び/或いは工事金額が 10 億ルピアまでの建設サービス(建設実施サービス)
　－水配送パイプ建築工事
　－水路、港湾、ダム、その他の水道工事向け建築工事
　－その他のエンジニアリング作業向け建築工事
　⇒零細中小企業・協同組合のために留保。
・飲料水事業⇒外資比率最大 95%まで。
・高度な技術を利用した及び/或いは高リスク及び/或いは工事金額が 10 億ルピア超の建設サービス(建設実施サービス)
　－水配送パイプ建築工事
　⇒外資比率最大 95%まで。

[28] JETRO ホームページ　https://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/invest_02.html
[29] JETRO ホームページ　https://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/invest_02.html

・建設ビジネス/コンサルティングサービス
⇒外資比率最大 55%まで。

（２） 公共事業への入札参加[30]

公共事業の入札資格は３ランクに分かれている。大中小と事業規模に応じてランク分けが存在する。外資については実績にかかわらず大会社に分類されるため、小規模事業は受託できない。

ア 入札方式の種類

第 80 号令（2003 年大統領令第 80 号）により、公募型指名競争、一般競争、直接選定方式、直接指名方式の 4 種類が規定されている。建設工事施工その他のサービス供給者の選定は、基本的に一般競争入札によるとされている。

直接選定方式とは、少なくともサービス供給入札者 3 者を技術面及び価格面から比較し、交渉を行い、その結果適正価格の調達及び技術的な責任保証ができるよう、一般競争あるいは指名競争を経由せずに行われる方法をいう。

直接指名方式は、1 者のみに対して技術面及び価格面の交渉を行い、その結果適正価格の調達及び技術的な責任補助ができるよう、一般競争、指名競争或いは直接選定を経ずに行われる方法をいう。

調達書類では内国産品及び国内請負サービス提供者の優先価格の提示が義務づけられる。外国借款で費用がまかなわれる外国産品/サービス調達における国内生産品に対する優先価格額は、輸入関税を含まない輸入品入札価格の最大 15%、国内の請負業者が行う請負サービス業務の優先価格額は、外国請負業者の最低入札価格の 7.5%である。

イ 落札者の決定

建設施工者の決定は、条件を充足した入札で評価された最低価格並びに入札書類に対する所感に基づく。

ウ 外国建設企業（本邦法人受注の場合）の特例

外国企業が参加できる政府調達案件は 1,000 億 IDR 超の建設工事調達、200 億ルピア超の物品/サービス調達、1,000 億ルピア超のコンサルティングサービス調達に限定される上、パートナーシップ、サブコン、その他の形式での国内企業との協力が義務付けられる。

[30] 国土交通省「海外建設・不動産市場データベース」
http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu_database/indonesia/page4.html

第２章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

２－１ 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

２－１－１ 製品・技術の特長

本事業では、パイプデザイン社が独自開発した「PIPE Design Pro®」、「設備管理台帳システム」を、インドネシア水道事業の現状に合わせたローカライズ版の普及を図る。

（１） PIPE Design Pro

当ソフトウェアは、日本の上下水道の設計分野において多くの技術者に利用されている管網データ作成・設計用パッケージソフトウェアであり、特に下水道設計分野で普及が進んでおり、国内でのマーケットシェアは約 40%である[31]。

ア 世界標準の CAD システムを採用

当ソフトウェアは CAD システム「AutoCAD」（日本国内はもとより、東南アジア諸国においても、スタンダードなソフトウェアとして利用）をベースとした高度にインテグレートされた機能を有する。この AutoCAD の採用により、広く利用されている他の AutoCAD プログラムとの連携が容易であり、クライアントの既存システムとの連携が取りやすく、類似の水道インフラ管理システムと比較して汎用性が高い。

イ データ作成・設計機能

管路の平面計画や既存施設のデータ作成、水理計算、作図機能等の機能を有する。入力されたデータ（口径、管種、勾配等の属性データ）は図面ファイル中のデータベースに格納、図形と属性データとが一対で管理されているため、GIS を利用した管渠施設台帳のデータベース作成に有効である。この機能は、当プロジェクトの配管の CAD データの作成や属性を組み込む場面に有効である。

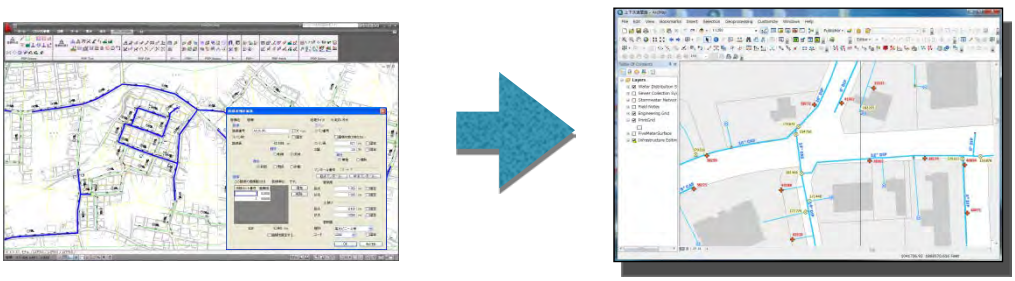


図 2-1 PIPE Design Pro（左）及び 管渠施設台帳(GIS)（右）

[31] 建設コンサルタント数の上下水道部門登録社数を母数とした。建設コンサルタント数は国交省において平成２５年度調べで約４０００社であった。そのうち上下水道部門登録社数が約 28%であり、約 1,100 社となる。（なお、これ以外にもその他、自治体、ゼネコン、測量会社、土地連、個人への販売実績を有するが。）

ウ　3D データ表示機能

平面上の管路を 3D データとして表示可能。道路交差点などにおける地下埋設物との離隔表示等、計画段階での協議や維持管理時の事前資料として活用可能である。

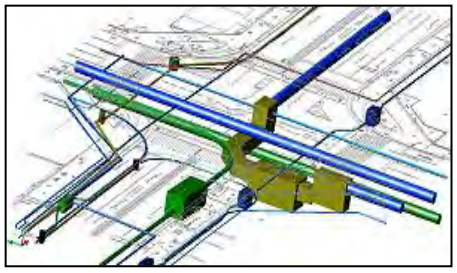


図 2-2　PIPE Design Pro 3D データ表示

（2）　設備管理台帳システム

当ソフトウェアは、主に、浄水場や処理場、ポンプ場などの設備情報を管理し、維持管理や更新・投資計画に活用するためのソフトウェアである。納入実績は全国 20 の自治体である。

ア　浄水場・処理場施設管理

浄水場・取水井等を構成する各種設備（機械・電気・土木。建築に分類される設備）を分類別に整理し、各設置場所、取得価額、取得年月日、耐用年数、点検情報、修繕情報等の属性データをデータベース化し、維持管理業務および更新・投資計画等に活用するために利用される。

図 2-3　設備管理台帳システム

イ　設計図面からの情報リンク

既存図面を利用し、各施設情報をリンク付けすることが可能である。図面ビューアから施設のポイントをクリックするだけで関連する施設情報画面へジャンプする。設計図面の活用と視覚的な検索作業が可能となる。

ウ　ライフサイクルコストの自動計算

浄水場などの施設の情報からライフサイクルコスト計算を自動で行うことにより、最適な更新時期を逃さない。

エ　資産管理

資産の取得価額、耐用年数を元に減価償却計算を行い、年度毎の資産を計算することが可能であり、これら資産を最適化し、経営資源として評価・活用することが可能となり、経営の効率化に貢献する。

（３）　無線ロガー多点相関式漏水探索機ゾーンスキャン 820（監視型無線）

「PIPE Design Pro®」及び「設備管理台帳システム」に合わせて、グッドマン社の無線ロガーを用いた多点相関式漏水探索機である、「ゾーンスキャン 820」（以下、「ゾーンスキャン」という。）を導入する。日本でも木更津市、稲沢市などで導入実績を有する。

漏水が検出されると、マップ上のロガーの色が漏水可能性に合わせて緑・黄・赤に変化。（赤色は漏水可能性が極めて高いと見なされる。）（出所：株式会社グッドマン）

図　2-4　ゾーンスキャンの機能イメージ（左）及びロガー（右）

ゾーンスキャンはマンホール内のバルブや消火栓に超小型の無線ロガーを設置し、設定した時刻に音圧測定と同時に各ロガー間で相関をとり、各ロガー間の漏水個所を特定する検査（相関検査）を瞬時に行うものである。

また、ゾーンスキャンは、無線を用いてマンホールの鉄蓋越しに車で走行しながらデータの送受信が行える点で安全性が高く、ロガーは一か月分の情報を蓄積させることが可能である。ロガーを各戸のメーターにも設置し、水道未使用時の水道メーターが流量を検知した際に発生する機械音を検出することで、宅内のメーターの漏水検知も可能である。従来の路面音聴（棒の先端で音聴し、棒に伝わる音から漏水個所を特定する方式。熟練した技術・経験が求められる。）と異なり、高度な熟練技術を必要とせず、短時間の測定と分析が可能となる。

なお、取得したデータについて、当社でシステム開発を行い、PIPE Design Pro®に取り込み、ロガー情報（位置情報、漏水に関連する情報）をデータベースに蓄積し活用するこ

とを想定している。維持管理システムを構築することで、導入が困難であったロガーを用いた漏水の探査も効果的に導入することが可能となる。

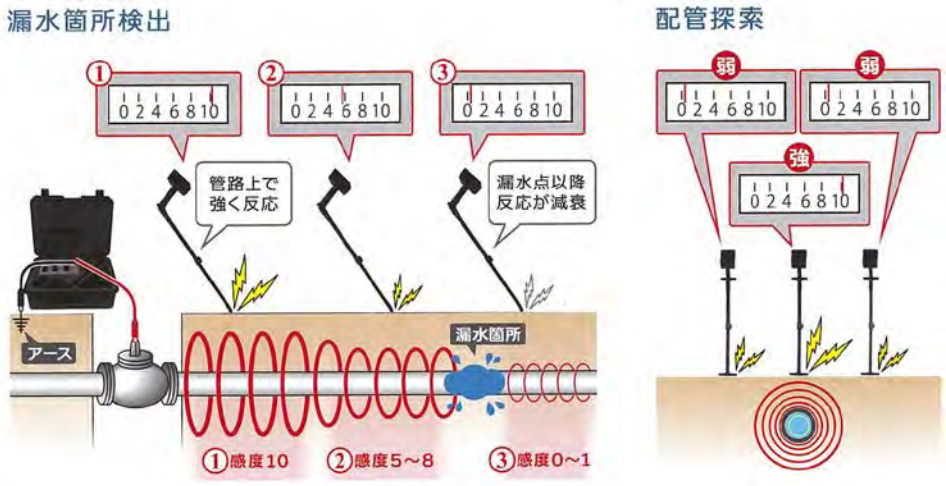
（４） 漏水探索・配管路探索機（PVC ロケーターD305）

「PIPE Design Pro®」及び「設備管理台帳システム」に合わせて、グッドマン社の漏水探索・配管路探索機である、「PVC ロケーターD305」（以下、「PVC ロケーター」という。）を導入する。本製品は、「インドネシア国　樹脂管に特化した漏水探索機を使用した無収水削減対策及び排水管網維持管理の普及・実証事業」においてメダン市で導入された実績を有する機材である。PVC ロケーターは、漏水探索と配管路探索という、二つ機能を備えた機材である。

漏水探索機としては、樹脂製水道管（塩ビ管）に設置している仕切弁や消火栓等の金属部分を電極として、これに電磁波をかけることにより、管内を流れる水道水が媒体となって電磁波が管内に伝わる。この電磁波を受信することにより配管の埋設位置を確認する。漏水点以降は電磁波も地中に漏れるため地表の電界レベルが急激に減少することを利用して漏水点の検出が可能となる装置である。

一方で、配管路や分岐の探索も可能であり、棒状の受信機を配管の真上に近づけること受信感度を示すメーターが高くなる。一方で、管から遠ざけると受信感度が小さくなる。この仕組みを活用して、不明埋設管や分岐を特定することが可能となる。

なお、漏水探索として用いる場合には、塩ビ管専用の探索となるが、配管路探索では塩ビ管及び鋼管の探索も可能である。



上部は、電磁波の受信感度を数値化したものである。（出所：株式会社グッドマン）

図　2－5　PVC ロケーターによる漏水箇所検出（左）及び配管路探査（右）

メリットとして、従来の音聴式ではなく電磁波により漏水箇所を絞り込むため、車両の往来が激しい騒音が多い環境でも使用可能な点が挙げられる。樹脂管の漏水探索に特化して開発された機器であり、樹脂管が多く使われているインドネシアにおいて、漏水探索に適している。一方デメリットとして、雨天時、水分を多く含む土壌での探索や、金属部分

のバルブ等が水没して電磁波が地表面で拡散してしまい探索できないこと、分岐箇所・配管の落込み箇所で漏水と同じ信号音の減衰がみられ、区別が難しい場合があることが指摘されている[32]。

２－１－２ 製品・技術のスペック/価格

（１） PIPE Design Pro

日本国内での販売価格は約 100 万円である。インドネシア国においては可能な限り簡易な機能を搭載した基本パッケージでの販売を進める方針であり、日本国内の価格より半額以上を押さえて約 30 万円程度での販売を想定している。なお、追加機能の利用を希望する PDAM には、追加料金を請求することになるが、日本と同じフルスペックまで導入するとしても、日本での販売価格より低い価格に抑える予定である。

実際の PDAM への導入に当たっては、PDAM 本部に１ライセンス以上、PDAM 支部ごとに１ライセンス導入することが望ましい。

製品のスペックは前項「製品・技術の特徴」を参照されたい。

別途導入が必要な Autodesk 社の AutoCAD（約 60 万円）が必要であるが、PDAM の技術部門では既に導入されている事が多い。

（２） 設備管理台帳システム

国内での販売価格は施設規模によって幅があるが 500～800 万円である（システムとデータベース化作業の包括的な納入)。

インドネシアでは、データベース作成作業は現地 PDAM が実施することを基本とし、１ライセンス当りの価格を 30 万円程度の販売を想定している。

実際の PDAM への導入に当たっては、PDAM 本部、各支部に各１ライセンス導入することとなる。

２－２ 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

国内市場は飽和し、今後の大規模な成長を見込むことが困難な現在、当社は、成長市場であるベトナムに続き、インドネシアを新規に開拓する重要な市場として位置付けている。

PIPE Design Pro は、既に国内のシェア約 40%に達しており、多くの設計コンサルタントで利用されている。海外向けは、韓国に 2003 年からローカライズを進め、現地代理店と契約、設計コンサルタントを中心に販売。ベトナム国においても 2013 年より、ローカル企業との共同事業を進めている。さらにホーチミン市資源省大学において、上下水道学科の授業のカリキュラムに PIPE Design Pro を組み込み、ソフトウェアを利用した設計技術の教育を目指している。設備管理台帳システムについても、2004 年から開発・販売を開始、自治体やコンサルタント等で採用される。ベトナム国で工業団地への採用に向けて

[32] 株式会社グッドマン（2015）「インドネシア国　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排水管網維持管理の普及・実証事業」

2012 年から営業活動を開始している。このような中で、インドネシアにおいても、「INDO WATER 2015 Expo & Forum」（インドネシア最大の水処理分野の展示会）のジャパンパビリオンに出展し、上下水道インフラへの技術普及を目指してきた。

しかしながら、海外事業展開の取り組みを今後本格化させるにあたり、当社単独では、取り組みが困難な課題が存在する。当社のソフトウェアは、日本の仕様で日本の購買能力に応じて開発されたシステムであることから、現地の環境や購買能力に応じたローカライズや低価格化が必要で、そのためには現地の水道事業者との実証事業等による長期的な作業が必要になる。民間企業だけでは、そのような機会を得ることは困難であることから、普及実証事業のような ODA 案件との連携が必要となる。

また、当該ソフトウェアの導入には、現地の監督・指導官庁や水道協会、有識者等の理解や推薦、あるいはスタンダード獲得が望まれる。それらの推進のためにも、ODA による普及実証事業を行う中で、関係機関との情報交換と協議を密に行い、当該技術に対する理解を得た上で紹介や推薦を取り付けることが望ましい。

２－３ 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

２－３－１ 提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

（１） 広島県商工労働局が推進する「環境浄化産業クラスター形成事業」への貢献

パイプデザイン社は、広島県が推進する上記事業に事業開始当初から積極的に参画してきた。

同事業においてインドネシア国やベトナムを主要ターゲットとしたアジア地域展開支援を開始した際は、いち早くベトナムのローカル企業との間で、下水道設計ソフトウェアの共同事業推進について合意に達した。

この合意は、広島県が支援する域内企業の中でも早期に進展した事例であったため、県としてもそれをフラッグシップ事業として広く PR し、他の既存支援先企業だけでなく、それまで支援対象とはなっていなかった企業に対しても、県の海外展開支援事業への積極的な参画を促すことが可能となった。

（２） 海外進出による我が国地域経済への貢献

ア 広島県商工労働局が推進する「環境浄化産業クラスター形成事業」への貢献（将来）

パイプデザイン社によるボゴール県との連携に向けた協議をきっかけに、広島県とボゴール県の間では、地域間連携に向けた LOI の締結を進めている。

この LOI は地域間の環境分野における経済交流の促進を目的としたものであり、今後、本提案事業の進展により、広島県内企業のインドネシア展開がこれまで以上に活発に推進されることが見込まれる。

イ 本邦水道事業者のインドネシア展開促進

本事業は、水道インフラの維持管理システムを核とした比較的限定された技術の移転を目的としたものであるが、その先には、本邦水道事業者による「無収水対策事業」の受注やより包括的な民間委託業務の受注、更にはPPP形態による事業参画の推進を見据えている。

本事業を通じて関係機関との情報交換や意見交換を進める中で、インドネシア国側の関係当局との連携を深め、本邦水道事業者のPPP事業参画の途を拓くことに貢献することをめざす。

第３章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び可能性の検討結果

３－１ 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

本事業では、検証活動を行わない。

３－２ 製品・技術の現地適合性検証

（１） 法的適合性

本事業において、法的適合性に係る課題は認められない。

また、インドネシア国政府も、無収水対策のためのソフトウェア開発を進めているが、こうした国の取り組みと並行して本事業を展開していくことについても、課題は指摘されなかった。

（２） 経済的適合性

ア 経済的適合性

公共事業省によると、財政基盤の弱い中小規模 PDAM にとっては、財政再建が優先課題であり、管網や施設のデータベース化に取り組むだけの組織的・財政的ゆとりがないのが現状であるが、上位半数程度の PDAM については、データベース化やアセットマネジメントに対するニーズは高く、初期投資額が極端に大きくなければ予算化によるソフトウェア導入も十分進むだろうとのことであった。ボゴール県 PDAM もこの上位半数に位置する。

このボゴール県 PDAM は、2 年前にアセットマネージメントのシステム構築のためにソフトウェアの導入を検討し、現地コンサルタントに見積り等を依頼したことがあった。具体的には、アセットマネジメントの機能を持ち、GIS とも連携する、Auto CAD Map をベースとしたソフトウェアであった。この時、見積もりで提示された予算は、管網調査やデータ入力を含まず、ソフトウェア開発だけで 15 億 IDR（1,500 万円）であった。ただし、この金額はチビノン地区のみを対象にソフトウェアを構築する場合の予算であり、市域全体を対象にする場合には、更に費用がかかるとのことであった。

この時には導入に至らなかったが、今回「PIPE Design Pro®」及び「設備管理台帳システム」の価格は、この見積に比べて大幅に低い水準にあり、ボゴール県PDAM関係者から低廉であり、予算化が十分現実的な額であるとの評価を受けている[33]。

各地の上下水道と PDAM のアドバイザーを務めるバンドン工科大関係者や水道協会（PERPAMSI）の専門家等からも、同様に、「想定価格は妥当であり、普及拡大も期待できる」との評価を受けている。

---

[33] 提示した条件について、「PIPE Design Pro®」は約 270 万円（1 ライセンス 30 万円。本部 1 ライセンス、支部 8 ライセンス）、「設備管理台帳システム」は約 500 万円（ただし、その後の検討で、1 ライセンス 30 万円として、270 万円程度まで下げられることを確認した。）と説明。基礎データの構築、オプションについては追加料金となる。また、毎年のシステムのサポート料金はシステム費用の 2～3 割を想定している。なお、インドネシアでの提供製品の機能面については、PDAM との協議で、従来の業務に可能な限り沿ったフローとし、またオーバースペックにならないような調整を行う。

なお、当社製品の導入コストは、支部が８つ程度のPDAMにおいて、「PIPE Design Pro®」の導入に約 270 万円（本部１ライセンス、支部８ライセンス）、「設備台帳システム」の導入に約 270 万円（本部１ライセンス、支部８ライセンス）となる。このソフトウェア導入費用は、PDAMの資本的支出（キャピタルコスト）から捻出されることになり、同じく資本的支出から捻出される無収水対策に係る設備更新費用との競合となる[34]。しかし、例えばボゴール県PDAMの場合、無収水対策に係る設備更新費用は年間約 5,000 万円であり、ソフトウェア導入には中央政府から半額程度の補助金支出が見込まれることや、ソフトウェアが経年で減価償却されることを考えれば、この導入価格は決して高いものではないとのことである。

また、当ソフトウェア導入コストの捻出にあたり、無収水率の低減による将来の収入増加を見込む必要があるかという日本側の懸念について、ボゴール県PDAMの見解としては、初期投資の規模感や、当ソフトウェアの導入が無収水率の改善だけでなく、データの見える化とそれに基づくアセットマネジメント体制の構築が当ソフトウェア導入の目的になることから、無収水率の低減による収入増をソフトウェア導入の前提とする PDAM は少ないと思われるとのことであった。

イ　社会的適合性

現在のインドネシアにおける水道事業では、紙ベースあるいは記憶ベースでの上水道管路情報に基づいて点検調査・修繕工事が行われており、過去の点検・修繕履歴情報が生かされていないのが現状である。道路陥没後の老朽管路の改築やその場限りの漏水、盗水対策といった事後的な対応に依ることが多く、市民生活に大きな支障が出るだけでなく、結果的にコスト高となることが多い。

ボゴール県 PDAM によると、敷設年が古い水道管の敷設状況、分岐位置などを把握できない状況にあり、水道工事により水道供給を停止する際に、近隣から水道水が来なくなったなどの問い合わせや苦情が来て初めて、供給エリアが判明するというのが現状である。

本事業は PDAM 資産のデータベース化を基に、修繕履歴の情報を生かし、維持管理・更新計画に反映することで、そしてひいては無収水率対策を実施するための計画策定と更新を可能とすることで、安定的な水道供給が可能となるものである。

なお、これらの課題について、バンドン市 PDAM へ訪問した際にも、ボゴール県同様の課題とニーズが示されており、配管や設備情報の把握とデータに基づく水道事業運営は、インドネシア水道事業に広く見られる課題であることが確認された。

（３）　品質・性能等の適合性

日本の上・下水道設計分野において多くの技術者に利用されているソフトウェアである。

[34] ボゴール県 PDAM によると、ソフトウェア導入にあたっては、投資予算全体の中で無収水対策やソフトウェア導入の為の予算配分を検討し、ソフトウェア導入の為の予算計上をする場合は、無収水対策とは別に新規予算として予算計上するとのことである。

類似製品の多くが汎用性の低い独自 CAD を採用しているのに対し、当ソフトウェアは AutoCAD（東南アジア諸国においてスタンダードな CAD）をプラットフォームとした高度にインテグレートされた機能を有し、クライアントの既存システムとの連携も取りやすい。

ただし、インドネシアでは、現時点において日本で活用されている全ての機能が必要ではないと考えられる。例えば、高度な解析技術などは、初期のアセットマネジメントには不要と考えられる。よって、インドネシアでは現場で必要とされている機能を確認し、機能と価格を抑えた基本パッケージの供給から開始し、徐々に機能を追加していくことが望ましいと考えている。

３－３ 製品・技術のニーズの確認

３－３－１ 政府及び業界団体から見た製品・技術のニーズ

ボゴール県 PDAM、PERPAMSI、公共事業省においてデータベース化に対するソフトウェアへの期待度は大きく、特に公共事業省ではソフトウェアの無償化とトレーニングセンター設置など様々な試みが計画されている。公共事業省や PERPAMSI からは、当社ソフトウェアによるデータベース構築と高度化についての試みについても期待度が高く、それぞれが補完し合うような関係を構築できることが望ましい、という意見があった。当社のソフトウェア技術は、効率的なデータベース構築とデータベースの高度化による維持管理への応用など、明確な課題目標とソフトウェアの廉価製を追求し、PDAM へのニーズに応えるものである。

なお、その後のヒアリングでは、公共事業省が進めているアセットマネジメントのための GIS ソフトウェアは、精度に課題があり、実用化の見込みが立っていないとのことである。

３－３－２ ボゴール県 PDAM から見た製品・技術のニーズ

ボゴール県 PDAM において現地調査を実施した結果、各戸のメーター位置や、圧力計測箇所などの情報は、日々計測している末端調査員のみが把握している情報であり、PDAM 全体として情報が統合（一元管理）されていないことが判明した。これらの情報は、施設の維持管理において、非常に重要な情報であり、日本国内の水道局では、施設台帳として本部で管理し、その詳細は概ね把握できるようになっている。

この点について、既述のとおりボゴール PDAM では、一覧可能な施設台帳がないことから、障害が生じた場合の復旧工事による影響範囲を特定することができず、需要者の支払い意欲を消失させるような断水を伴う対応を余儀なくされている。

今回、提案製品、並びに管理技術を導入した際には、その調査・整備に一定の時間が必要になるものの、整備が進むほどに水道管の位置及び現況の把握が可能となり、優先順位に従った適切な修繕・更新計画の策定が可能となる。これはまさに現状多くの課題を抱えるボゴール PDAM にとって求められているニーズであり、その完成が待望される技術である。

３－４ 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

本製品および本製品を軸としたアセットマネジメントシステムは、「第１章1-2」において指摘した二つの問題「アセットマネジメントの遅れ」及び「無収水対策の遅れ」の二つの改善に資するものである。

公共事業省は、本調査対象地域であるチブリアルはボゴール県において最も無収水対策・収益改善が求められる地域であると認識していることが判明した[35]。

３－４－１ 適切なアセットマネジメントの構築

インドネシアの水道は、オランダ統治時代に敷設されたものも多く、設備や配管の老朽化、漏水など様々な問題を抱えている。また、データ整備の遅れから、水道管や分岐（タッピング）の位置情報や、需要者への給水状況の把握が困難な状態にある。これに対して、限られた予算を効率的に活用し水道インフラの健全性を維持するため、設備や配管の基本情報や更新・修繕履歴を適切にデータ化し、適切な更新計画を立て、工事や設備更新の優先付け等を行っていく必要がある。

当社の「PIPE Design Pro®」および「設備管理台帳システム」は、汎用性が高くかつ安価に提供することができることから、広く導入を図ることにより、設備や配管のデータベース化を進め、アセットマネジメントの基本である「データに基づく事業運営」を実現する基礎を築くことができる。

３－４－２ 無収水対策に向けた取り組み

ボゴール県 PDAM は、無収水率に関する正確な数字を把握するのが困難な状況となっている。流量計や給水メーターなどの既存メーターから得られる流量データは、メーターの精度不良により、過小にしか把握できず、十分な料金徴収ができていない事例も確認されている。

一方「無収水率の低減」のための工事など、技術的なノウハウについては、既に他ドナーによって技術移転済みであるが、既存設備のデータ把握ができていないために、適切な投資計画・維持管理計画の策定や、メーターの更新、工事の優先順位付けなどできず、場当たり的で非効率な対応が延々と繰り返されている。

当社製品を用いることで、データに基づく判断が可能となることから、効率的・効果的な維持管理・更新計画の策定や、ポイントごとの場当たり的な修繕ではなく全面的な修繕計画の策定などが可能となる。こうした取り組みを続けることで、限られた予算を最大限有効に活用し、無収水率の低減を加速するとともに、収益改善を通じて、水道供給範囲の拡大やさらなる無収水率改善に向けた設備投資など、一層の改善が期待される。

[35] 公共事業省人間居住総局ヒアリングによる（2016 年 6 月）。

第４章 ODA 案件化の具体的提案

４－１ ODA 案件概要

ODA 案件の概要は、「JICA 民間提案型普及・実証事業」（以下、「普及実証事業」）によって、「水道インフラ管理システムの高度化を通じた水道事業運営改善パイロット事業」として行うものである。

普及実証事業では、「ソフトウェア導入によるデータ整備」及び「維持管理システムの導入」により、「データに基づく運営の実現」や「無収水対策ノウハウの計画的活用」の実現をサポートすることを直接の目標とし、その結果として中長期的に無収水率の減少や財務基盤の改善を図るかたちで進める。

普及実証活動では、大きくは以下のプロセスに基づきデータベースを構築し、維持管理システムを運用させる。

表 4-1 データ整備・漏水等の特定・データへの反映に至る維持管理システムの活用サイクル

①現場の調査情報から水道管網情報が当社のシステムに入力。 （これらの管情報としては管種、管径、建設年月日と共に、各家庭や事業所での水圧計の情報も入力。）
②管路アセットマネジメントシステムに登録された水圧計情報などから漏水探査を行う箇所を選定。
③探索機（ゾーンスキャン、PVC ロケーター）の設置・測定。
④測定・分析データを取得後、管路のシステムに取り込む。
⑤上記の①に戻り、次の漏水箇所を選定

普及実証活動では、後述する事業の対象地域（第 6 支部管内）において、アセットマネジメントの構築のための支援を行うとともに、既存の無収水率に対し、ボゴール県 PDAM が適切なアセットマネジメントに基づく維持管理を行うことで、無収水率がどの程度低減につながるかを算定する。算定手法としては、水圧管理に基づく仮定条件を設け、問題のありそうなエリアをある程度絞り込む。むろん、水圧の計測では、漏水箇所の位置特定はできないが、理論的にあるべき水圧がない箇所については、何等かの異常があると推定することができるため、やみくもに漏水探索機を投入して調査を行うよりも、小予算で推測が可能となる。ただし、管路情報がある程度現実に沿った形で電子化されていることが条件となるため、現状管路の復元は必須である。その後、漏水調査機器を用いて絞り込んだエリア内の漏水箇所をあぶり出し、位置特定する。位置特定されたら漏水量を計測し、漏水率の改善値を導き出す。

本事業では、上記に基づき、漏水・不明間探査を行うエリアを特定したのちに、探索機を投入して具体的な漏水箇所や埋設不明管の場所を特定する。データベースを構築し、管

網の情報に基づいて漏水等の箇所を推定・発見し、さらにそれをデータベースに反映させるまでの一連の手続きは、技術の移転に時間を要する。このため、本事業では漏水探査を速やかに行うための機材を投入し、早期に発見、データベースに反映していくことで、アセットマネジメントの仕組みの見える化を図る。

事業の早い段階から、ボゴール県 PDAM 関係者が「アセットマネジメント」の重要性と効果を理解できる仕組みを導入していくことで、技術の移転をスムーズにし、事業の確実な実施を促す。

なお、漏水、盗水（違法接続）、所在不明埋設管や、メーター不良や故障など様々な要因がボゴール県 PDAM の高い無収水率の原因となっているが、維持管理システムの導入により、これらの無収水の原因特定をより円滑にすることが可能となる（料金滞納は除く。）。

表 4－2　無収水の原因種別・現状・原因特定の可否及び対応すべき取組

①収水の要因	②ボゴール県 PDAM の現状	③維持管理システム導入による無収水の原因特定の可否	④ボゴール県 PDAM が③の調査結果を受けて取り組む
漏水	計画的な漏水対策、修繕の取り組みは遅れている。	可能（水理計算・機材を用いて特定）	修繕・更新の実施。 （ﾎﾞｺﾞｰﾙ県 PDAM では修繕ノウハウ有）
盗水（違法接続）	概ね盗水の特定はできており、改善傾向にある。		水道停止手続き又は水道料の徴収。 （ﾎﾞｺﾞｰﾙ県 PDAM では既に適切な対応を実施）
所在不明埋設管	オランダ時代の不明埋設管有。		不明埋設管の給水範囲の特定・当該水道管の利用者からの水道料金徴収（技術的に対応可能。収益の改善効果見合いにより実施・府実施を決定。）
メーター不良や故障	古いメーターの不良により水道料金料を過小に計上。	可能 （1．台帳化により、保守・交換の対象となる古いメーターを特定 2．ユーザー別月別給水量のデータベース化により、異常値発生ユーザー・メーターを特定 3．機材（ロガー）による特定）	メーターの保守・更新、 異常値ユーザー・メーターの現場調査
検針・報告業務の不備	メーターの読み取り間違いなど有。	可能（ユーザー別月別給水量のデータベース化により、異常値発生ユーザー・メーターを特	異常値ユーザー・メーターの現場調査

①収水の要因	②ボゴール県 PDAM の現状	③維持管理システム導入による無収水の原因特定の可否	④ボゴール県 PDAM が③の調査結果を受けて取り組む
		定）	
消費者の料金滞納	水道供給世帯の 8%が滞納。	不可	水道停止手続き又は水道料の徴収。

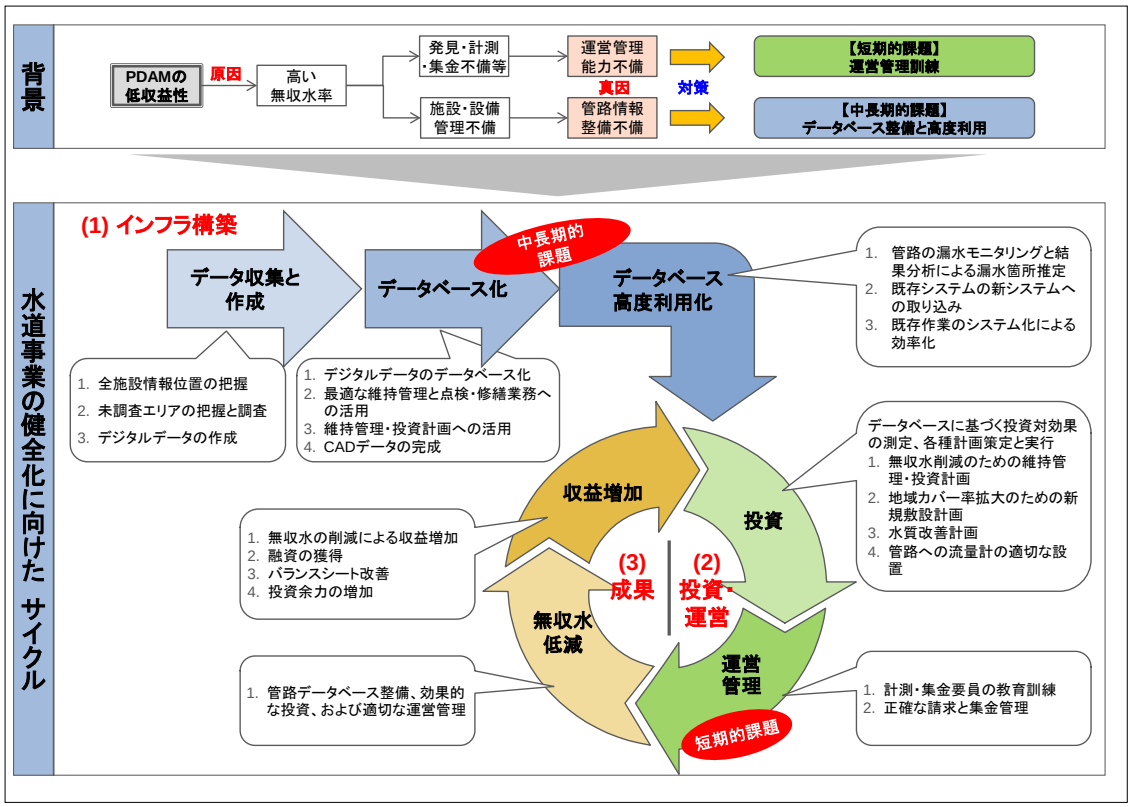


図　4－1　水道事業の健全化に向けたサイクル

また、ボゴール県 PDAM から協力要望の強い、非開削での配管網や分岐点の把握技術についても、本普及・実証事業での技術移転対象とし、安価な探索技術の導入・活用方法指導を行う。また、現在開発中の圧力管内探索ロボットの利用実証を通じた探索支援の実施についても検討する。

なお、上図の「水道事業の健全化に向けたサイクル」において示しているサイクルに該当する取組みは、今後、ボゴール県 PDAM 自らが実施する予定である。これらを継続的に実施していくために、維持管理修繕の優先順位の設定方法などのほか、現況及び維持管理状況について現場担当者が属人的に把握している事柄を、集約して共有できる「見える化」に取り組む必要がある。実証事業実施段階においては、支部ごとに少なくとも 1 人のデータ入力担当者を配置することで合意を得ている。本部には GIS を扱うことのできる人材も複数存在しており、技術移転を行う体制を構築できる状態にある。

４－２ 具体的な協力計画及び開発効果

４－２－１ 協力計画の目的

ボゴール県 PDAM における「無収水率の低減」に対する現場での取り組みについては、既に他ドナーによって技術移転済みであることが確認された。しかしながら、現状では正しいデータに基づく運営がなされていないことが、効率的で安定的な水道供給の障害となっている。また、ヒアリングを通して、無収水率の改善による財源の確保が当社ソフトウェア導入の前提ではないであろうことも確認された。

よって、普及実証事業では、ボゴール県 PDAM をパイロット公社とし、当社製品を用いて水道管の属性や浄水場・取水井の設備情報のデータベース化・図面化を行うための技術移転を行い、アセットマネジメントを適切に行っていくための「アセットマネジメントの構築」を図る。これにより、限られた資源を効率的に投入することが可能となる。

長期的には、こうした取り組みにより無収水率が減少する速度が速まることが見込まれる。データに基づく運営が可能となり、無収水率の減少が進めば、財政基盤の改善が可能となり、ひいては安定的・効率的な水道供給が可能となる。

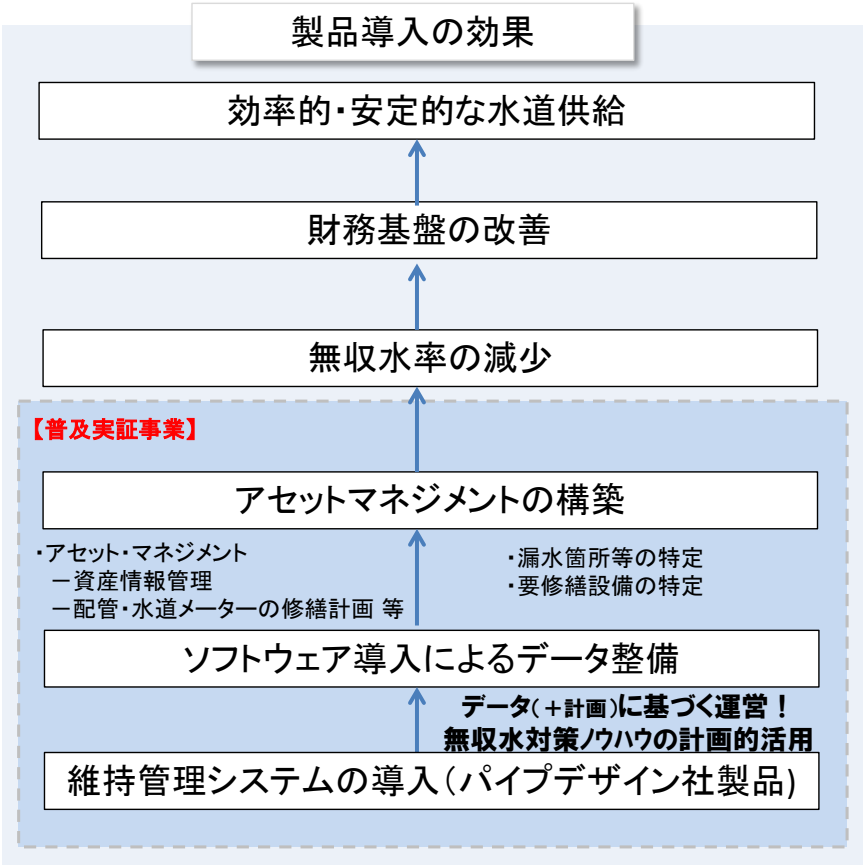


図 ４-２ ソフトウェア及びアセットマネジメント導入による事業改善（製品導入の効果）

※上記の濃い網掛けは、普及実証事業の対象領域である。

なお、無収水対策の遅れの要因は、ヒト・モノ・カネの様々な要因があり、相互に影響しており、多岐にわたる課題の全て実証事業の実施により解決することは困難である。実証事業では、主に、ヒト・モノ（人員体制・技術、資機材）に係るアプローチから、データベース化の支援を行い、アセットマネジメント構築を図り、ボゴール県 PDAM が抱える課題の解決を目指す。資金面の課題は実証事業では解決することは困難である。しかし長期的には、アセットマネジメント構築により効果的な人員体制・維持管理が可能となれば、間接的な改善につながることも期待される。

表 4-3　実証事業における無収水の改善可能性及びその範囲について

無収水率改善に影響する要因	無収水対策に係るボトルネックと対応可能性		本事業後の将来的な改善可能性	
	対応可能性	ボトルネックの詳細	改善可能性	改善可能性の詳細
ヒト（人員体制・技術）	○	・漏水等の探知については、検針員、漏水探知、メーター不備の探知などを行う人員は現状でも十分な人数が配置されている。ただし、それぞれのスキルは高くない。 ・また、漏水箇所発見後の修繕や、配管更新作業についても、軽微な修繕は自社職員で、大規模修繕・更新は外部委託で対応できる体制がとられている。また、修繕・更新ノウハウも日本に近い水準にある。 →ネックは漏水等探知に係る人員のスキルであるが、本事業を通じて技術移転することで解消可能。	○	・第6支部で行う人材育成を、PDAMの他支部に波及させることで、全体のキャパシティ・ビルディングが見込める。 ・データベースの整備と維持管理システムの導入により、本部の管理部門から支部の現場担当者までが、情報を共有しつつ、体系的かつ効率的に無収水対策に取り組むことができる。 →職員のスキル向上と維持管理システムの確立により、漏水等の特定などをはじめとする効率的な維持管理が可能となり、無収水率改善につながる。
モノ（資機材）	○	・補修にかかる資機材は保有（必要な修繕技術も有り。）。 ・配管・漏水探索機は未保有。また、配管等のデータベースが整備されていないため、高効率の漏水等探査技術が導入できない。 →通常の配管・漏水探査機に加え、配管等データベースの整備を前提とする高効率漏水探査技術を提供することで、配管・漏水探査技術が整備される。	○	・配管データベースと探査機の活用により、漏水・盗水等の可能性が高い地域を特定していくことができる。 ・要修繕箇所については、PDAMの既保有技術で修繕可能。 ・不明管路の発見を行うことで、無収水対策として新たな料金収入の増加が見込まれる。 →漏水箇所及び所在不明埋設管の発見により、無収水率を下げ、収入増加につなげられれば、新たな資機材の投入が可能となる。
カネ（資金）	△	・投入可能な予算に制約があり、必要な修繕・更新箇所全てに工事対応ができていない。 →維持管理システムの導入により、計画的で効率的・効果的な予算活用を実現し、効率的な無収水対策を進めるが、全ての修繕・更新ニーズには不十分。	△	・長期的な修繕計画の策定が可能となる。 ・無収水箇所の改善により、収入が増加する。 →予算制約から、短期での大幅な無収水率改善は見込めないが、安価で効果的な漏水等の探査と、計画的かつ効率的な修繕活動を継続することで、収支が改善し、水道事業改善（無収水対策）の改善サイクルの好循環が実現される。

４－２－２ 目的・成果・活動

実証事業において想定している成果及び活動は以下のとおりである。プロジェクト目標は、アセットマネジメント構築であるが、長期的な目的としては、無収水率の改善である。

表 4-4 目的、成果及び活動

<table>
<tr><td colspan="3">目的：無収水率の改善
プロジェクト目標：アセットマネジメントの構築</td></tr>
<tr><td>成果</td><td>活動</td><td>人材育成との関係</td></tr>
<tr><td rowspan="8">成果１
【実証活動】
データベースが適切に整備される</td><td>給水範囲の把握に向けた位置情報</td><td rowspan="10">・実証活動を通して、検針員へのメーター計測のための位置情報の把握、地下探査機を活用した管路調査方法、設備機器台帳・管路等のデータ入力、漏水モニタリング手法、EPANETとの連携方法などの技術移転の実施を想定。
・各段階に応じて、PDAM職員自らがシステムの運用を行っていける仕組みの構築を目指して、トレーニングの場を設ける予定である</td></tr>
<tr><td>記録・記憶・弁室等を利用した管路情報収集</td></tr>
<tr><td>地下探索機を活用した管路調査の実施・指導</td></tr>
<tr><td>家庭量水器へのロガー取付による相関式漏水探索の探索の指導</td></tr>
<tr><td>データ収集と作成（管路）：PIPE Design Pro（CAD）の操作方法の指導</td></tr>
<tr><td>データ収集（浄水場・取水井）：設備機器台帳のデータ入力の指導実施</td></tr>
<tr><td>データベース化（管路）：GIS GADデータのGISへインポート</td></tr>
<tr><td>データ収集とデータベース化（浄水場・取水井）：設備機器台帳利用</td></tr>
<tr><td rowspan="2">成果２
【実証活動】
精度の高い漏水箇所の特定が可能となる。</td><td>相関式ロガーによる漏水モニタリング（管路）の指導：GIS利用</td></tr>
<tr><td>EPANETとの連携（管路）の指導：GIS利用</td></tr>
<tr><td rowspan="3">成果３
【実証活動】
維持管理マニュアルが適切に作成・運用され、持続的なアセットマネジメントの仕組みの構築が可能となる。</td><td>維持管理マニュアルの作成の支援</td><td rowspan="3">・一連の当社システムを用いたアセットマネジメントの仕組みが継続的に運用されるための仕組みを提供する。</td></tr>
<tr><td>維持管理システムの運用支援</td></tr>
<tr><td>維持管理システムの評価</td></tr>
<tr><td>成果４
【実証活動】
本邦受入活動を通じて、日本の水道技術が移転される</td><td>本邦受入活動の実施</td><td>・当社、水みらい広島、広島県などを訪問し、わが国におけるアセットマネジメントのシステム構築と運用手法を学ぶ機会を提供する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">成果５
【普及活動】
パイプデザイン社技術がインドネシアの水道関係者に周知される。</td><td>技術紹介セミナーの実施</td><td>二種類のセミナーを想定
①PERPAMSIの水道分野の技術紹介セミナーにて講演を行い、当社製品を用いたアセットマネジメントの技術紹介を実施。
②当社、ボゴール県PDAM、公共事業省、PERPAMSIと共催で開催する具体的な無収水対策の発生個所特定、修繕、アセットマネジメント等の包括的な水道事業の改善セミナーを開催。また、当社製品及び本事業の実証経過とその評価についても紹介。
（開催場所は、インドネシア国内2～3都市を想定。）</td></tr>
<tr><td>4-3 パイプデザイン社技術に対する技術推薦の取付</td><td></td></tr>
</table>

４－２－３ 日本側の業務内容、投入する人員、機材の仕様、価格等

普及実証事業において、日本側は簡易GPSアプリの開発、探索機導入やその使用の指導、各種システム設計（ローカライズ）、維持管理システムの作成・試験導入などを行う。導入に当たっては、人材育成が重要となる。本事業の終了後もボゴール県 PDAM が継続してシステムの運用、水道管の探査、水道管や設備機器の維持管理情報の入力など、日々のファシリティ・マネジメントに継続して取組めることが重要となる。このため、当社を中心とする日本側は、実証事業の様々な段階に応じた指導・トレーニングを行う。

４－２－４ C/P の業務内容、投入する人員、機材の仕様、価格等

アセットマネジメントの構築には、調査対象地における検針や計測などの情報の取得、既存データの収集、入力作業などが必要となる。こうした業務については、実証事業の実施のために、ボゴール県 PDAM は人員を増強する予定であり、既に合意を得ている。

ボゴール県 PDAM は、日本側からの各種指導・トレーニングを経て、給水メーター位置情報の取得、地下探査、データ収集、データ作成などを行う。

４－２－５ 実施体制図

普及実証事業に向けた実施体制図は次のとおりである。

日本側は、パイプデザインを中心に、三菱ＵＦＪリサーチ&コンサルティング、水都環境、水みらい広島及び広島県でチームを組成する。事業着手前に、JICA 及び公共事業省人間居住総局（PU Cipta Karya）間で、普及実証事業の取組内容・役割及び事業期間終了後のシステム及び機材の譲与について、合意を得て、ミニッツを締結する。その後、JICA 及びボゴール県（ボゴール県 PDAM が希望した場合には同県 PDAM とも）との間で、ミニッツに準じたレターを取り交わす。

事業実施に当たっては、日本側よりボゴール県 PDAM へ実証活動を通じて技術移転を図るとともに、ITB の協力を得て当社製品・導入及び製品技術の評価を受けるとともに、助言を得る。また、技術紹介セミナーなどの普及活動では、当社やボゴール県 PDAM のみならず、PU、PERPAMSI と連携して当社技術の普及に努める。

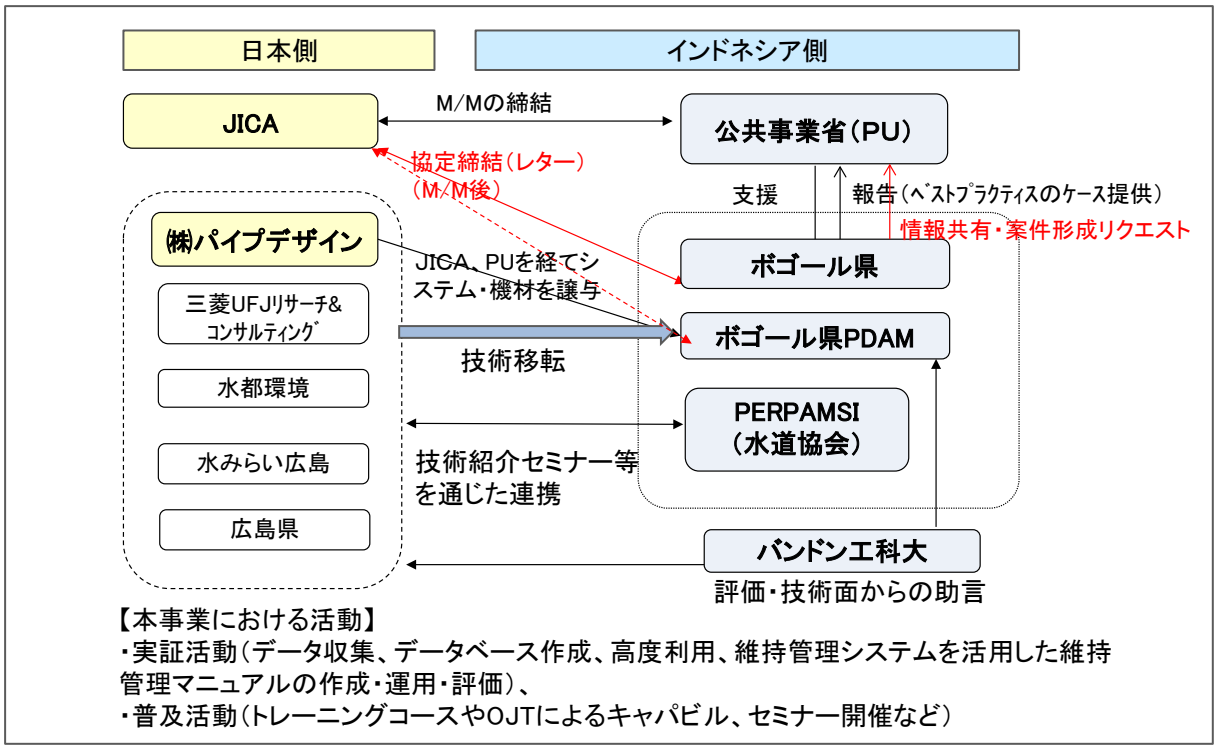


図 ４－３ 実施体制図

４－２－６ スケジュール

現在想定している事業期間は、平成 29 年 6 月頃～平成 31 年 12 月の概ね 2.5 か年を想定している。平成 29 年度は、実証活動のうち、データ収集、データベース作成、データベースの高度利用、維持管理マニュアルの作成と運用を想定している。平成 29 年度以降は、前年度より作成したデータベース及び維持管理マニュアルを用いて、維持管理システムを試験運用し、評価する。また、実証活動に続いて普及活動として本邦受入活動、技術紹介セミナーなどを実施する。

		1年目(1st Year)												2年目(2nd Year)												3年目(3rd Year)					
		2017年度(FY2017)												2018年 (FY2018)												2019年度 (FY2019)					
		6月	7月	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月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
		1月目	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
実証活動																															
（１）データ収集と作成	給水範囲の把握																														
	記録・記憶・弁室等を利用した管路情報収集																														
	地下探査機を活用した管路調査																														
	データ収集と作成（管路）-PDP（CAD）利用																														
	データ収集（浄水場・取水井） 設備機器台帳利用																														
（２）データベース作成	データベース化（管路）- GIS利用																														
	データベース化（浄水場・取水井）- 設備機器台帳利用																														
（３）データベースの高度利用	探索機材を用いた漏水モニタリング（管路）：GIS利用																														
	EPANETとの連携（管路）- GIS利用																														
（４）維持管理ﾏﾆｭｱﾙの作成・運用・評価	維持管理ﾏﾆｭｱﾙの作成																														
	維持管理システムの運用																														
	維持管理システムの評価																														
（５）本邦受入活動	本邦受入活動の実施																	★													
普及活動																															
（５）適切な水道の維持管理に向けたｷｬﾊﾟｼﾃｨﾋﾞﾙﾃﾞｨﾝｸﾞ	本邦受入活動の実施																	★													
	技術紹介ｾﾐﾅｰの実施																														
	PD社技術に対する技術推薦の取付																														
（６）その他	その他																														
報告書作成																															
海外出張回（出張期間）			①			②			③				④			⑤				⑥											

凡例： 国内業務 海外業務 ★ 本邦受入

図 4-4 スケジュール（案）

４－２－７ 協力額概算

協力額概算について、外部人材人件費、機材製造・購入・輸送費、現地活動費、本邦受入活動費の費目で、本事業の概算として概ね１億円を想定している。

このうち、実証事業において導入する機材は以下のとおりである。なお、本業務の実施に必要な機材のうち、PC 及び一部地図データは、ボゴール県 PDAM が調達する。

下記機材のオペレーション・システム構築に係る人員について、配管探索用機材の習得にはおよそ２週間程度の人工を見込んでいる。

システム構築の設計の人工は、概ね 400 人日程度を想定している。

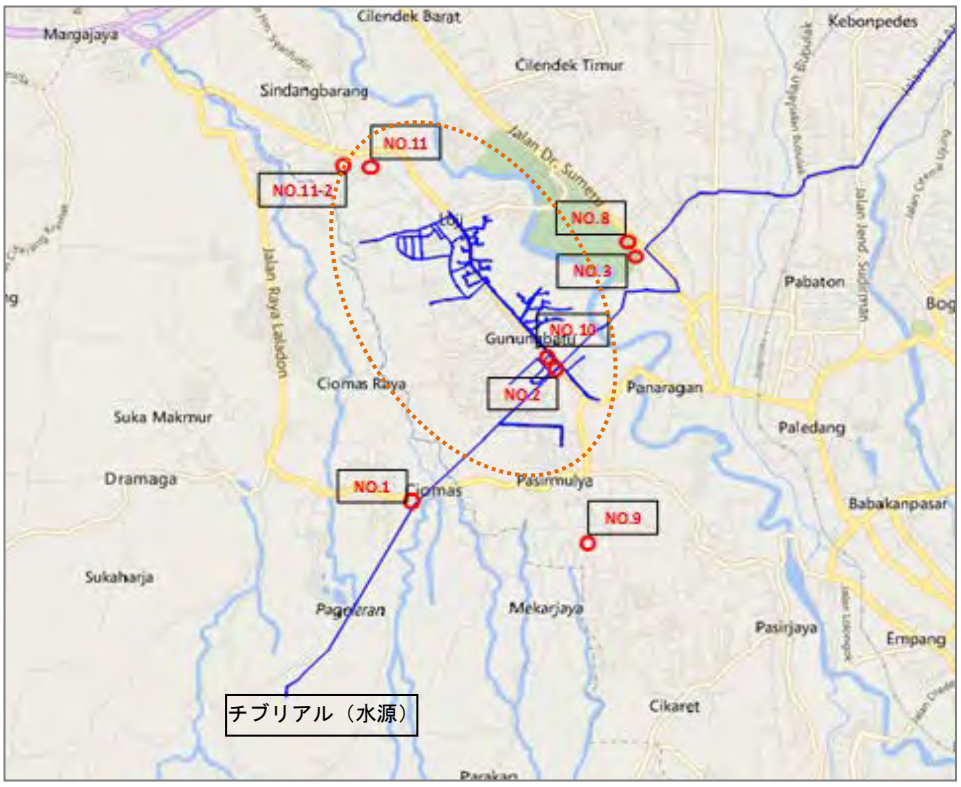
表 4-5 導入機材

■配管探索用機材	資機材		数量	調達	
				日本	PDAM
配管探索	PVCロケーターD305/誘導式樹脂管漏水探索器		1台	●	
相関式漏水探査	家庭量水器へのロガー取付による漏水探査	ゾーンスキャン820 40ロガーセット/監視型無線	1式	●	
		メーターピック 10個／組	4組	●	
	大口径鋼管のロガーによる漏水探査	アクアスキャン620L	1セット	●	
		ハイドロフォン/610用水中漏水音収集アダプター	1セット	●	
	漏水箇所の位置詳細特定	ポケットフォン/デジタル小型音聴式漏水探索機	1セット	●	
■システム構築	資機材		数量	日本	PDAM
AutoCAD	データ作成用		3点	●	
ArcGIS	データベース構築用		3点	●	
	開発用		2点	●	
地図データ	データ作成用（CAD）		1点		●
	データベース構築用（GIS）		1点	●	
PC	GIS,設備機器台帳用		1台		●
	CAD,GIS、設備機器台帳用		3台		●

４－３ 対象地域及びその周辺状況

４－３－１ 調査の対象地域

調査の対象地域は以下のとおり、オレンジの破線内のゾーンの地域及びチブリアル水源までの本管沿いとなる。



（地図出所：openstreetmap）

図 ４-５ 調査対象地域（ボゴール県第 6 支部管内）

今回の調査エリアは、チブリアル（Ciburial）を水源とする第 6 支部の一部を想定している。チブリアルは良質な水源であり、ほとんど加工を要さず、低コストで飲料水メーカー向けに生産し販売することが可能であり、収益性の高い水源である。チブリアル浄水場の配水量は、乾季は 480 リットル/秒、雨季は 440 リットル/秒である。

チブリアルから供給されているエリアの最も大きな課題は水道管が老朽化していることである。チブリアル浄水場及びそこから伸びる水道管が整備された時期はオランダ統治時代の 1922 年と古く、チブリアルから伸びる本管がどのように分岐しているのか、適切につかめていないのが現状である。このため、漏水率は40%とボゴール県内平均(約30%)より高い数値となっている。

ボゴール県 PDAM としては、良質な水源であるチブリアルに近い本管の分岐の状況を適切に把握することが、データ把握の上で、最優先課題となっている。このため、この地域での配管の探査を行うことが求められている。

４－３－２ 対象地域の現況

次表は、対象地域周辺の水圧の調査結果である（数字は前項に示す地図内の番号に対応）。

表 ４-６ 対象地域の水圧測定結果

NO.	写真1	水圧･流量計	写真2	水圧2	備考
1		φ475 3.2bar		φ500 1.2bar	GH=238.2
2		φ475 0.2bar		φ500 2.3bar	GH=247.6
3		φ475 0.6bar		φ500 0.6bar	GH=234.3
4		1458347m^3 （積算流量計）			φ250（NO.6終点部からの分岐） 最終端バルブ
5		φ250 1.3bar			φ250終点付近
6		1.0bar			
7		0.4bar			

NO.	写真1	水圧･流量計	写真2	水圧2	備考
8		395244m^3 （積算流量計）			
9		3.0bar			
10		2.9bar			
11		0.6bar			GH=218.3
11-2		1.3bar			GH=212.6

（出所：現地調査時の計測データに基づき当社作成）

チブリアル水源を最上部として、幹線のプロファイルは、自然流下（標高を下げながら）で、途中のエリアに給水しながらチビノン市街地へ送水されている。

自然流下方式の場合、標高差（水頭差）10mあたり、静水圧差で 1.0bar の差が生じるのが自然界の法則である。つまり、標高が 10m程度低くなれば、水圧は 1.0bar 高くなる計算である。この観点で見れば、例えば No.1 と No.2 の地点の標高差は概ね 9m程度（No.1 の方が低い）であるため、その水圧差は、あくまで静水圧での比較であるものの No.1 の方が 0.9bar 程度高くなければならない。

この理論から、実測値[36]は、下式のとおり、ほぼ理論値通りであることが分かる。この

[36] φ475 と φ500 の計測メーターは、現地支部管理者が示したものであるが、計測値から推察すると理論上 No.1 と No.2 で入れ替わっていると考えられる。この一事を見ても、メーター管理の厳密性に欠けていることが伺える。

ことから、No.1～No.2 区間における大きな逸水はないと推測する。事実、資料によれば、当該区間は別系統で給水されているために、主要な分岐はないはずである。

φ475mm：No.1－No.2＝3.2－2.3＝0.9 bar
φ500mm：No.1－No.2＝1.2－0.2＝1.0 bar[37]

これに対し、No.1 と No.3 では、No.3 の方が 4m程度低い標高のため、静水圧の理論上 0.4bar 程度水圧が「高く」なければならないのに比して、φ475mm では、2.6bar、φ500mm では 0.6bar「低く」なっている。

上記対象地域の水圧測定結果については、計測ポイント間（No.1～No.3）における給水エリアへの給水人口もしくは給水量データが把握できないため、幹線ルートに沿った測定数値だけを読み取っても殆ど意味をなさないが、仮に分岐による枝線上の給水量が把握できれば、ほぼ理論値と同等になるはずであり、その差異が大きい箇所が漏水、あるいは盗水の疑いが大きくなると考えられる。

このように、次のステージでは、パイロットエリアを確定し、対象地域における給水人口もしくは給水量の調査結果に基づき水理解析（EPANET）を行い、その解析結果をもとに実際の測定数値を検証すれば、ある程度の精度を有する無収水箇所の位置特定が可能となる。

４－４ 他 ODA 案件との連携可能性

ODA 国別援助方針において、個別事業として、「上記首都圏の都市基盤整備プログラム」の中で、2014 年 7 月より有償勘定技術支援として、インドネシア国公共事業省に我が国政府から「上水政策アドバイザー」が派遣されており、その活動の一つとして、「水道公社人材能力強化プロジェクトと連携を図り、PDAM の財務改善向上に係る施策を提言する」方針が掲げられている。本事業では、こうした専門家と連携をとりながら、インドネシアにおける水道設計ソフトウェアについて、資産管理プロジェクトに資する事業として、同国における標準化を図る取り組みの展開を図っていく。

４－５ ODA 案件形成における課題と対応策

ODA 案件として形成に至るまでにおける課題と対策案は、次のとおり考えられる。

・検針員等との位置情報共有（地図を見たことがない人材）
＜対策＞GPS 計測が可能なアプリを開発・提供するとともに、地図上における現在位置の把握が可能となるようトレーニングを実施
・管路網の復元に必要な属性のシンクロ
＜対策＞担当者ごとの既知情報収集と不整合箇所の確認作業
・主要地点における信頼性の高い物理量（水量、水圧）の把握
＜対策＞計測機の新設または交換

[37] 0.1bar 程度の差異は、メーター誤差や管路の損失誤差であると考えて良い。

４－６ 環境社会配慮にかかる対応

本事業は、「カテゴリＣ（環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業）」に分類されると考えられる。

第５章 ビジネス展開の具体的計画

５－１ 市場分析結果

PIPE Design Pro 以外に、競合が想定される類似の製品として、主にベントレー社のソフトウェア及び公共事業省作成のソフトウェアの二つが挙げられる。

それぞれの詳細は次項を参照されたい。

５－２ 他社製品に対する比較優位性

（１） 他社製品との比較

ベントレー社は、米国のソフトウェア会社であり、現在 PERPAMSI と連携してインドネシアの各地でセミナーを開催している。同社は、比較的財政基盤の安定した PDAM へ普及させることを狙いとしている。しかしながら、ソフトウェアが高額であり、なかなか普及に結び付かないという課題を抱えている。ターゲットとする顧客層は重なるが、PIPE Design Pro は同社製品よりも価格を抑えることで、比較優位を有する。

一方で公共事業省は、極めて簡素な機能（マッピングを主としたもので、アセットマネジメントを行う機能の搭載なし）であるが、ソフトウェアを開発中であり、完成後無償で各地の PDAM に配布予定である。しかしこれらは財政基盤の脆弱な小規模の PDAM200 社を対象としたものとされる。現時点では、ソフトウェアの開発は遅延しており、実用化の見込みが立っていないということである。なお、ソフトウェアのスペックは不明である。PIPE Design Pro のターゲットとする顧客層に特化したものであれば、脅威とはならない。

表 5-1　他社製品に対する比較優位性

ソフトウェア製作者（国籍）（製品名）	株式会社パイプデザイン（日本）	ベントレー社（米国）	公共事業省（インドネシア）※現在製作中
コスト	・PIPE Design Proの日本国内での価格は100万円であるが、スペックを絞り込み、１ライセンス30万円程度での販売を目指す。 ・「設備台帳システム」についても１ライセンス30万円程度での販売を目指す。	・PERPAMSIとセミナーを開いているが、高価なため販売につながっていない。 WaterGEMS:水道計画支援ソフトウェア（250pipe=USD2,360,制限なし=US$11,811） 基本的にPDAMでは節点数に制限のないバージョンでないと使えないため、１ライセンス１２０万円となる。	完成後、インドネシア国内の小規模PDAMを対象に無償配布を予定していた。しかし精度の高いシステムを構築できず、完成の見込みは立っていない。
ターゲット	財政基盤の安定したPDAM	財政基盤の安定したPDAM	200社の財務基盤の脆弱な小規模PDAMを対象
販促・普及に向けた活動	ボゴール県PDAMへの支援を通して、インドネシア水道事業に適したローカライズ版を作成する。 更に、ボゴール県PDAMおよびPERPAMSIと全国数カ所でセミナーを開催し、ボゴール県でのアセットマネジメント導入事例の紹介とともに、普及に向けたプロモーションを行う。	PERPAMSIとのセミナーを2013年から実施。財政基盤の安定したPDAMを対象にセミナーを通じて普及に取り組んでいる。マラン市で使用されている。	現在は作成中であるが、ソフトウェアが完成したら、コンサルタントを付けて小規模PDAMへ供与し、図面作成の支援を行う予定。
特徴・比較優位性	**機能面** 現地水道事業用にローカライズを行うため、より業務内容に沿った機能を搭載可能。データ収集からデータベース作成、管路・上水施設などのアセットマネジメント機能を搭載するため、ボゴールPDAMの要望に沿っている。 **価格面** 価格を抑えながらも上記機能を搭載するため、コストパフォーマンスは高い。 **普及可能性** （ボゴールPDAMでの普及実証の成果により）財政基盤の健全なPDAMであれば普及可能性を有すると思料。	**機能面** 基本的に管路の水理計算を行うソフトウェアであり、管路や浄水場などの点検・修繕履歴などを管理するアセットマネジメント機能はない。 **価格面** 高額であり、複数の職員が所有できないため購入をためらうPDAMが多い。 現行の価格では、ライセンス更新は困難。 **普及可能性** 高額であるためまだ普及が進んでいない。	**機能面** 機能は極めて簡素な機能に留まり、アセットマネジメント機能は搭載なし。 **価格面** 無償提供のソフトウェアである。 **普及可能性** ソフトウェア活用よりも財政再建が優先順位となっている財政基盤の弱いPDAMに配布しても、自らが活用できるようになるまでに労力が必要となるため、普及が進まないと思料。

５－３ 想定する事業計画及び開発効果

５－３－１ 想定する海外ビジネス展開の実施体制（現地ビジネスパートナー、現地法人設立等）

基本的には、下図の通り、日系の水道コンサルやメーカーが、元請事業者として「データベース作成業務」「アセットマネジメントの高度化業務」「無収水対策業務」を受注する中で、パイプデザイン社がそれら元請企業より、ソフトウェア提供と導入サービスに係る発注を受けるかたちでの実施体制を想定している。

当社技術の認知度向上等により、ソフトウェアの導入および導入支援の発注を直接受けた場合にも、現地とのコミュニケーション円滑化の都合等から、日系の水道コンサルやメーカーを通じた納品およびサービス提供を検討する。

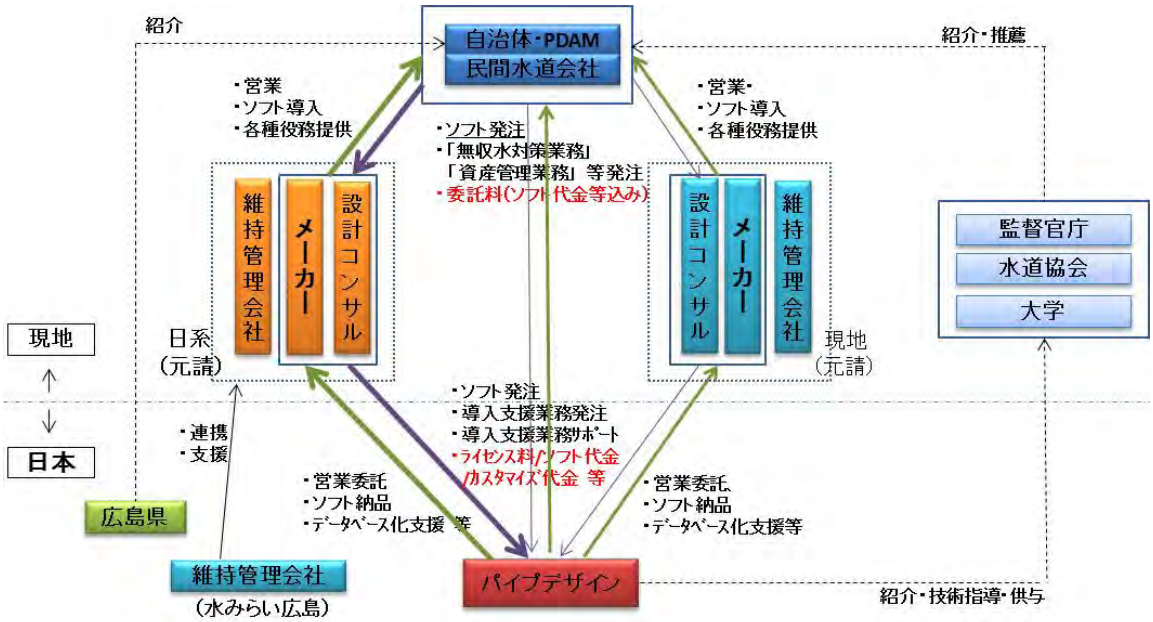


図 ５－１ 海外ビジネススキーム図（イメージ）

なお、現地水道事業者からの受注形態としては、「データベース作成業務」のような比較的シンプルな形態から、「アセットマネジメント構築業務」や「包括的無収水対策事業」のような複雑な業務まで想定される。

当社としては、まずは「データベース作成業務」のような比較的シンプルな形態での受注を想定しているが、その他の発注形態にも対応できるよう、現地連携先の探索を進めることとする。

また、「データベース作成業務」では、ソフトウェア導入の初期コストが最大のネックと成り得ることから、最初から日本で発売しているフルパッケージでの普及を目指すのではなく、必要な機能に絞った廉価版ソフトウェアを作成してソフトウェアの普及を図るとともに、各導入先水道事業者の人的・財務的能力向上に応じて、より複雑な作業

が可能な付加プログラムを追加導入するかたちでの販売拡大を目指す。

「アセットマネジメント構築業務」や「包括的無収水対策業務」は、当社が直接推進するものではなく、連携先の現地コンサルティング企業等が受託し、当社はソフトウェアの提供とデータ整備支援等を中心に担う想定である。

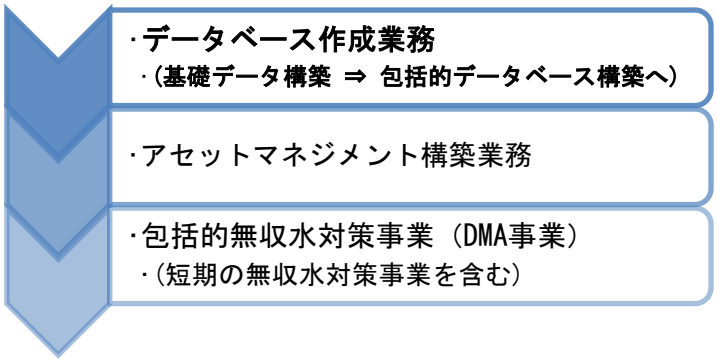


図 5-2　ビジネス展開（イメージ）

５－３－２ 具体的な海外ビジネス展開計画（流通販売計画、バリューチェーン計画等）

前項の通り、現地での営業、事業受託・管理、現地水道事業対等との契約業務等は、日系あるいは現地の元請会社が中心に担い、当社はその元請会社にソフトウェアの販売や導入支援サービスを提供することになるため、当面は、元請企業と販売代理店契約等を結び、日本国内を中心に事業活動を推進する。

その後事業拡大の場合は、現地での営業所設置や合弁会社設立により体制を強化する。

５－３－３ 期待される開発効果

ボゴール県 PDAM において、本事業の実施により、以下の開発効果が期待される。

（１） 適切なアセットマネジメントの実現

水道管や分岐（タッピング）の位置や設備の現況など適切に把握し、これをデータ化するために、ソフトウェア導入によるデータ整備による維持管理システムを導入することで、適切な更新計画と、優先付けが可能となり、適切なアセットマネジメントが可能となる。

（２） 無収水率の低減

アセットマネジメントを適切に行うことにより、財務状況及び優先順位に合わせて修繕・更新を実施することで、無収水率の減少が見込まれ、さらなる財政基盤の改善が可能となる。

（３） 効率的・安定的な水道供給の実現

一定以上の収益率(10%超)の PDAM は、収益を受益者に還元することが求められている。

無収水率が減少し、PDAMの収益性が向上した場合、収益はインフラ改善の再投資あるいは、住民サービスの向上に振り向けることが可能となる。これにより、一層の効率的・安定的な水道供給が可能となる。

５－４ 事業展開におけるリスクと対応策

日本以外、特に中国、韓国、東南アジア諸国では、メジャーなソフトウェアは軒並み海賊版が出回っている。Windows OS、デザインソフトウェア、データベースなど多岐にわたる。これら大手企業の対策の一つとしては、ユーザの稼働状況をネットで監視し、違法なソフトウェアをカウントしてソフトウェア会社の法務担当が訴訟を起こすなどがある。当社はニッチな業界での運用のため、業者は海賊版を作っても利益が得られないことから手を出すことは少ないといわれている。当社が取り組める最低限の対策として、USBプロテクトなどの物理的なプロテクト手法により不正コピーから防ぐことができる。また、ベトナムでは2015年2月に商標登録により現地での権利取得を行ったが、インドネシアでも同様の登録[38]により製品保護対策が必要と思われる。

[38] 商標登録は国ごとに登録のため、インドネシアでも申請する。期間は10年。その後は更新により延長・再延長を行う。

英文要約

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects for Water Supply Management Improvement through the Introduction of Water Infrastructure Management System

Summary Report

September, 2016

Japan International Cooperation Agency (JICA)

PIPE DESIGN, Inc.

1.1. Current Situation of Water Supply Sector in Indonesia

1.2. Overview of Water Supply Sector in Indonesia

As with most Asian countries, increasing economic activity in urban areas is driving Indonesia's economic growth. This causes massive rural to urban migration. With this rapid urbanization, the urban population has more than doubled from 56 million to about 128 million from 1990 to 2010. Previously, population distribution and agriculture-based livelihoods reflect naturally the relative availability of water resources across the country. Currently, pressure on water resources in urban areas of the two main islands of Java and Sumatra, where the current population is concentrated, is especially high. The significant increase in water demand has resulted in water demand exceeding the natural availability of the supply . Water supply can't keep pace the growing demand.

Although the Millennium Development Goals (MDGs) in Indonesia targeted the household coverage of water supply to be more than 68.87%, it was still less than 50 % in 2010, and it has yet to be achieved.

Ministry of Public Works and PT.Virama Karya published "Asset Management Manual in Water Supply System" in 2013, and it defined "asset management" as management of water supply system that is targeted to manage and maintain the function of drinking water facilities and infrastructure to serve the public in accordance with plans. Asset management needs to be planned based on the following two aspects. Firstly, asset management needs to optimize and utilize existing assets for providing the water supply in accordance with plans and strategies. Secondly, it needs to make asset structure more flexible and controllable in order to adapt to environmental changes[1].

Asset management system is a continuous management process. Through the process of analysis and management, asset management strategy becomes the basis for developing various programs complying with the maintenance plan and fiscal budget[2].

Sluggish expansion of water supply system is caused by the backwardness in embracing asset management as well as high levels of NRW.

Backwardness in embracing asset management stems from the lack of sufficient data of water supply networks: deteriorated facilities, undetected piping network buried during the Dutch colonial era, change of organization entities of water supply

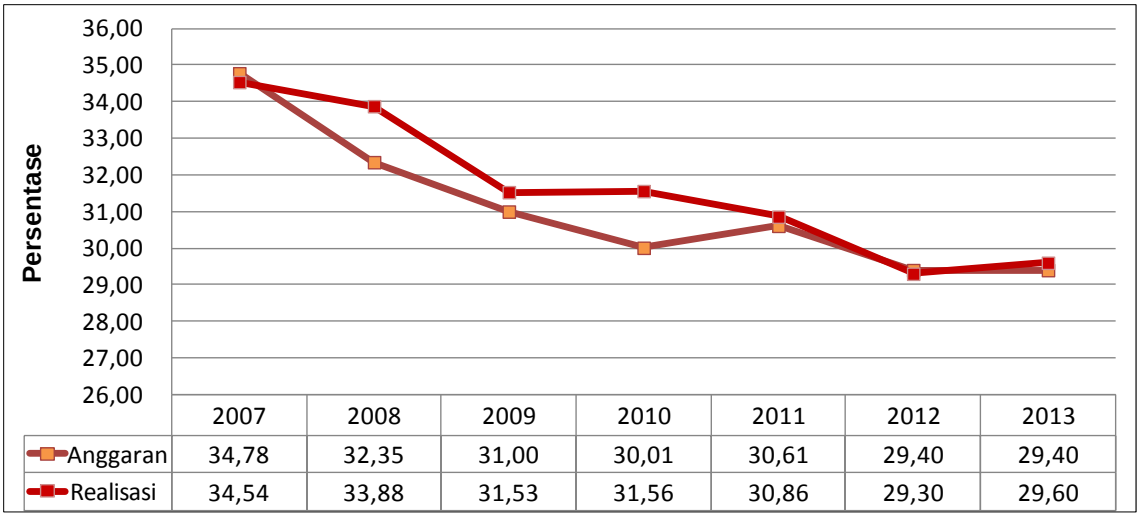
[1] PT.Virama Karya and Ministry of Public Work(PU),(2013)Pedoman Manajemen Aset SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)

[2] PT.Virama Karya and Ministry of Public Work(PU),(2013)Pedoman Manajemen Aset SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum)

maintenance due to the decentralization process, and poor administrative capability of information management. As a result, high levels of NRW have yet to be improved, and the expansion of water supply remains delayed.

1.3. Overview of Water Supply Sector in PDAM in Bogor Regency

PDAM Bogor Regency also suffers from the high levels of NRW (30%). Water loss is caused by water leakage, illegal connection, undetected piping network buried during the colonial era, meter defect, inappropriate meter reading and/or reporting, and users' non-payment.



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Anggaran	34,78	32,35	31,00	30,01	30,61	29,40	29,40
Realisasi	34,54	33,88	31,53	31,56	30,86	29,30	29,60

Average Rate of NRW (Source: PDAM Bogor Regency)

PDAM Bogor Regency faces the urgent need to expand its water supply areas. Many of the local people in Bogor Regency keep waiting for water supply from PDAM Bogor Regency. Those people are forced to pay the higher costs for purchasing drinking water.

Compared to other nationwide PDAMs, the financial conditions of PDAM Bogor Regency are relatively sound and evaluated as "healthy" by the government's assessment. However, it doesn't mean that the PDAM reaches the sufficient level for expanding water supply coverage, and the PDAM has difficulty to implement large-scale investment due to its budget constraint. There are many issues that the PDAM need to cope with.

In regard to the maintenance, the PDAM has still a lot of undetected pipes buried during the Dutch colonial era, water leakage, and insufficient database caused by the lack of information of piping network. This situations cause makeshift measures for repair of pipes and facilities.

The PDAM has relatively high levels of technique for repairing pipes, supported by the recent technical cooperation by ADB, West Australia, and the Netherlands. However, aggregation of asset information such as maintenance conditions of facilities and piping network has yet to be done. Information on facilities and pipes, and their repair history is not effectively integrated, nor is it commonly shared throughout the organization. Such information belongs to each repairing operator in each branch and reporting process of maintenance doesn't effectively function.

In order to conduct appropriate asset management based on database, PDAM Bogor Regency officially requested the Pipe Design, Inc. (hereinafter referred as Pipe Design) to support to introduce Pipe Design software soon after the Business Mission in Jakarta in 2013

2. Possible Applicability of Proposing Company's Technology and Overseas Business Development Objectives

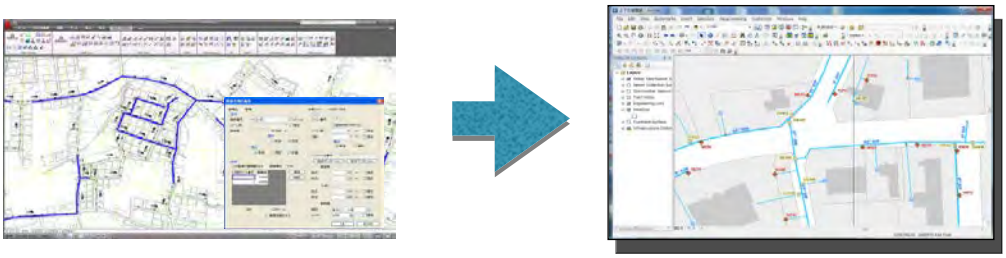
2.1. Products and Technologies

Pipe Design proposes to introduce the Pipe Design software and leakage detecting devices of Goodman Inc. (hereinafter referred to as Goodman) to PDAM Bogor Regency, the selected pilot area in Bogor. Pipe Design software has currently been under localization for expanding its market to South Korea and Vietnam. Pipe Design targets Indonesia as the next important frontier in the world. The features of the products and technologies of the company are described below.

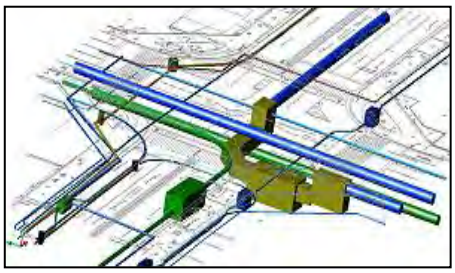
■ **Pipe Design Product: PIPE Design Pro®**

- The maintenance software of PIPE Design® has approximately 40% share of the Japanese market.
- Compared with other products of its kind, PIPE Design Pro® is highly versatile software that can be easily integrated into existing systems.
- It has multiple functions, such as drawing 2D piping plans, managing data on existing facilities, performing hydraulic calculation, and creating drawings. The input data (attribute data such as the diameters, types, and gradients of pipes) are stored within the drawing files so that plans and corresponding attribute data can be managed together, which makes it easy to develop GIS-based databases for water infrastructure management.

- PIPE Design Pro® can create 3D models from 2D drawings. Such 3D pipe layouts can be used not only as reference materials to check the interference between water pipes and other underground utilities but also as presentation materials for design negotiations and maintenance planning.



PIPE Design Pro® (left), Service Water Pipe Management System (GIS) (left)



PIPE Design Pro® 3D Pipe layout

■ **Pipe Design Product: Facility Ledger System**

- Facility ledger system has been introduced to 20 local governments in Japan.
- The system can be used to categorize different types of equipment installed at water treatment plants, water intake units, and other facilities; create a database of attribute data including installation locations, acquisition costs and dates, useful lives, inspection and repair information; manage maintenance operations; and develop replacement and investment plans.
- The system makes it possible to create a database of equipment information linked to existing drawings.
- The system enables the automatic calculation of life cycle costs, which helps develop an optimal replacement plan. The system also allows the calculation of depreciation rates, which helps determine the amount of annual depreciation.

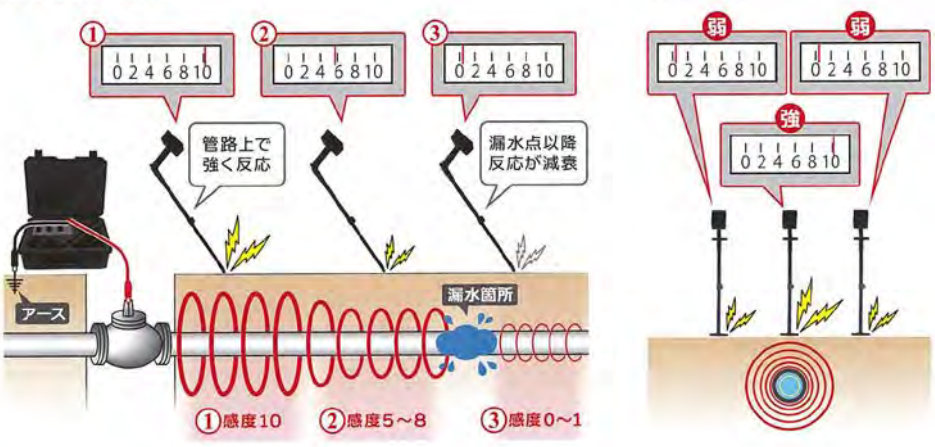
■ **Goodman Device: Correlating Radio Loggers “Zone Scan 820”**

- Zone Scan is introduced to Japanese local governments. (Kisarazu City, Inazawa City, etc.)
- Loggers can detect the leakage points by correlating each logger, being set at valves in manhole or valves of fire service.
- Operators can collect data over the wireless without taking loggers off.
- Loggers can detect water leakage of house meter, identifying noise of meter.
- Conventional acoustic methods require high skill to identify leakage point from the sound transmitted through the bar, whereas Zone Scan is easy to operate. Zone scan doesn’t require high skill or long experiences.
- Data in loggers can be retrieved and easily integrated into PIPE Design Pro® for utilizing data for asset management.

Correlating Radio Loggers “Zone Scan 820” (Source: Goodman)

■ **Goodman Device : D305 PVC Locator plastic pipe water leakage/ piping route detector**

- PVC Locator was introduced to the JICA's Project, "Pilot Survey for Disseminating Small and Medium Enterprises Technologies for Operation and Maintenance of Distribution Pipe Lines, utilizing Water Leakage Detectors focused on resin pipes" in Medan.
- PVC Locator can detect both water leakages in plastic pipes and the location of undetected buried pipes.
- This device can be set at electrode-terminal metal parts such as sluice gate valves and fire service valves installed in plastic water pipes. Flow of water through pipes serves as a medium to transmit electromagnetic waves through the piping.
- From a water-leakage point, water and electromagnetic waves leak out the surrounding ground. Simultaneously, the level of surface electric field sharply declines. This sharp decline helps to identify the water leakages.
- By receiving the wave, the device can identify the location of buried pipe.



Usage of D305 PVC Locator: Leakage Detection (left), Buried Pipe Detection (right) (Source: Goodman)

2.2. Specification and Price of Products

■ **Pipe Design Product: PIPE Design Pro®**

- Targeted selling price in Indonesia is approximately 300,000 JPY per license.
- In Japan, the price of a license is approximately 1 million JPY. Pipe Design sets the prices of products specifically for Indonesia with simplified function and affordable price.
- Pipe Design recommends that users install licenses for both a headquarters and each branch.

■ **Pipe Design Product: Facility Ledger System**

- Targeted selling price in Indonesia is approximately 300,000 JPY per license.
- In Japan, the prices of license vary from 5 million to 8 million JPY according to facilities. Pipe Design sets the prices of products specifically for Indonesia with simplified function and affordable price.
- Pipe Design recommends that users install licenses for both a headquarters and each branch.

3. Findings of Technology Application Survey and Applicability

3.1. Applicability of Products and Technologies in Indonesia

3.1.1. Economic Aspect

According to the interview to Ministry of Public Works, small-scaled and ”unhealthy” PDAMs have serious budget constraint, and fiscal consolidation is highly prioritized in such PDAMs. Therefore, those PDAMs don’t have sufficient fund for making database of piping network and facilities for asset management. Some of upper half of PDAMs categorized as “healthy” has needs for making database for asset management.

PDAM Bogor Regency, one of the healthiest PDAMs, had once considered introducing software for asset management with GIS in 2013, and obtained a cost estimation of software introduction from the local system consultant. However, the estimate was approximately 1.5 billion IDR (it does not include the cost of survey on piping network or data entry), which was much higher than the PDAM expected. The PDAM finally decided not to introduce the software.

The prices of "PIPE Design Pro®" and "Facility Ledger System" are significantly lower than the software estimated in 2013. PDAM Bogor Regency, experts at ITB, and PERPAMSI highly admitted that Pipe Design products are inexpensive and pricing is reasonable for them.

3.1.2. Social Aspect

In Indonesia, most of the PDAMs conduct the planning of maintenance, inspection and repairs based on paper-based record or even by depending on their operators' individual memories. Those situations make it difficult for most PDAMs to compile the data of maintenance and repair history.

According to PDAM Bogor Regency, the PDAM still has several old undetected pipes and unconfirmed attribute of pipes. Under such conditions, the only way to grasp the water supply coverage is to stop the existing water supply for local users. Only after that, the PDAM can identify the coverage of piping network, which would likely to be followed by complains of local uses about water outage soon.

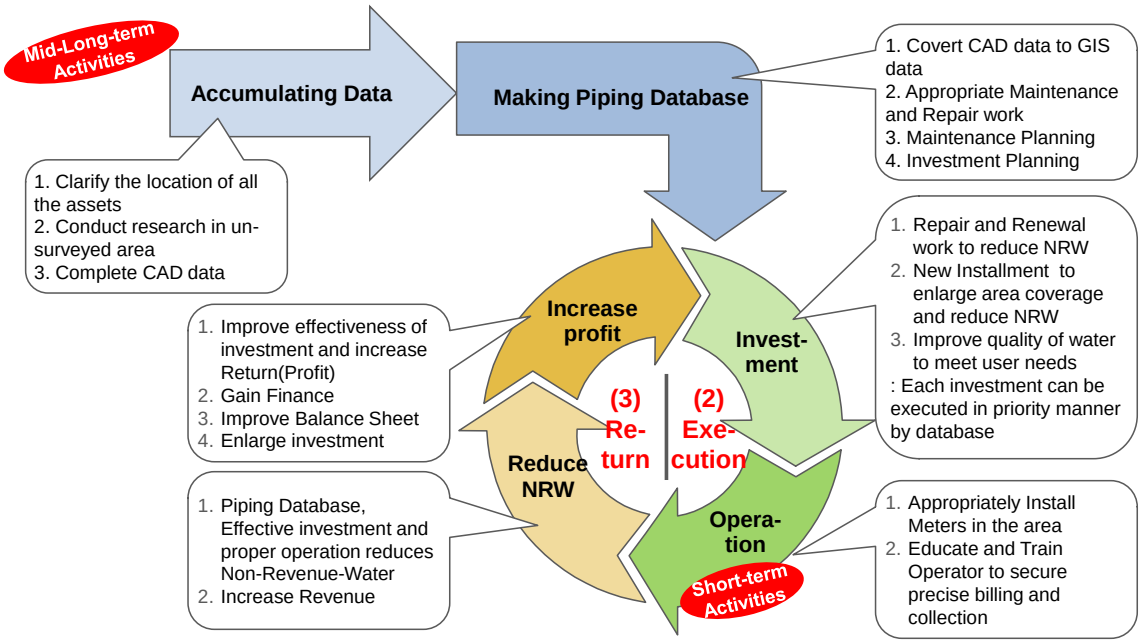
By making the database of asset information, the PDAM will be able to make plans of appropriate maintenance and investment more efficiently and fulfill them. This process will contribute to sustainable water supply in the future.

4. Proposals for Formulating ODA Project

4.1. Outline of ODA Project (Verification Survey)

Outline of ODA Project is to conduct “Verification Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects for Water Supply Management Improvement through the Introduction of Water Infrastructure Management System.”

The introduction of the proposed products will be able to facilitate effective water leakage control and reduce the amount of NRW. It will lead to improve profitability and financial performance.



Water Supply Improvement Cycle (Image)

4.2. Verification and Dissemination Activities

Pipe Design proposes to implement verification activities for introducing Pipe Design products in the pilot area, under the ownership of the PDAM Bogor Regency. Through technology transfer, Pipe Design will hold various training programs both in Indonesia and in Japan for the staff of PDAM Bogor Regency.

We also implement various dissemination activities such as technology introduction seminars on relevant technologies, acquisition of recommendations from university (ITB) and industrial association in the water supply sector.

Verification and dissemination activities are described below.

■ **Verification Activities : Accumulating data**

- Survey on water supply area
- Accumulating water-pipe information based on past records, individual operators' memory, etc.
- Buried pipe survey with PVC locator, Zone Scan etc.
- Collecting data for Pipe PIPE Design Pro®
- Data collection (WTP, Pumping plant) for Ledger system

■ **Verification Activities : Making database**

- Making database (Pipe)
- Making database (WTP, Pumping plant) with Facility Ledger System

■ **Verification Activities : Advanced Utilization of Data and Leakage Detection**

- NRW monitoring by Zone Scan (Pipe)
- Relating EPANET and GIS

■ **Verification Activities : Making Maintenance Instruction Manual**

- Making maintenance instruction manual
- Implementation of maintenance instruction manual
- Evaluation of maintenance Instruction manual
- Training in Japan

■ **Dissemination : Dissemination of Pipe Design Technology**

- Holding Seminar for introducing Pipe Design Technology
- Obtaining Recommendation of Pipe Design Technology

4.3. Role allocation between Japan Side and Indonesian C/P

4.3.1. Japanese Side

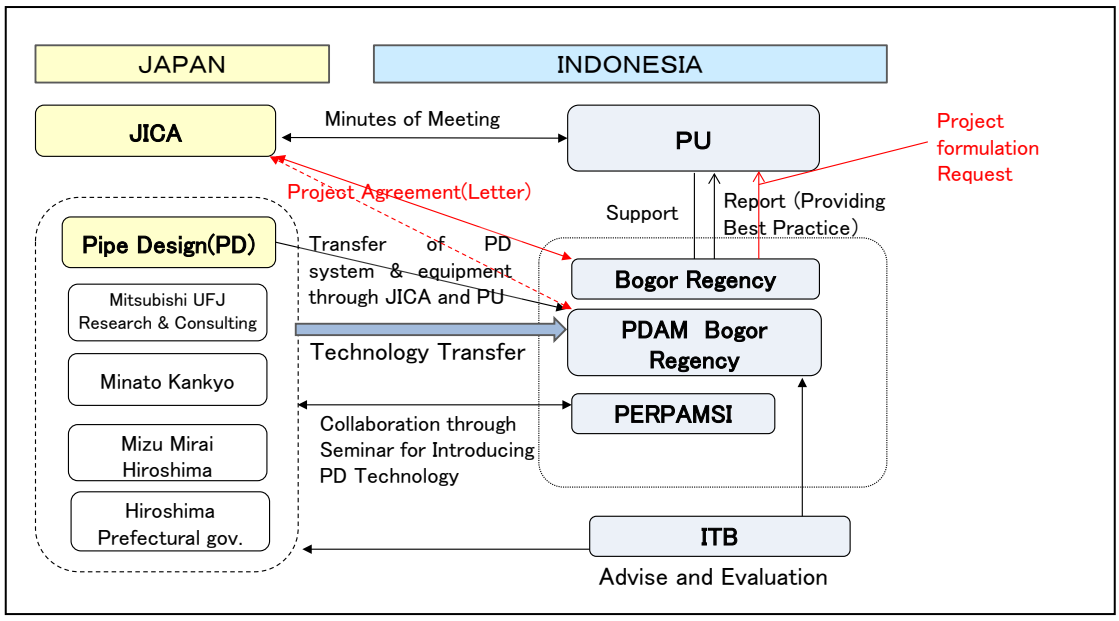
- Pipe Design, Inc.: responsible for the implementation of JICA verification survey, especially and localization of software, and technologies transfer
- Mizu Mirai Hiroshima: supporting dissemination activities (e.g., dispatching lecturers to training sessions and sharing their experiences in Japan)
- Minato Kankyo Inc.: providing expert advice and transferring technologies on NRW reduction, pipe layout designing and management
- Hiroshima Prefecture: supporting the smooth implementation of the project on the basis of the regional cooperation framework between Hiroshima Prefecture

and Bogor Regency

- Mitsubishi UFJ Research & Consulting Co., Ltd.: responsible for overall coordination

4.3.2. Indonesian C/P

- PDAM Bogor Regency: responsible for the project implementation on the Indonesian side
- Bogor Regency: responsible for water supply in the area; also responsible for the Verification Survey as a signer of the Work Plan
- The Indonesia Water Supply Association (PERPAMSI): an industrial association consisting of PDAMs and other water service providers around Indonesia; providing support for technical seminars; sharing information on PDMAs in other areas, presenting the technologies of Pipe Design, Inc.
- Institut Teknologi Bandung (ITB): a technical advisor for the Verification Survey, and a seminar presenter of recommendation and introduction of Pipe Design products
- Ministry of Public Works (PU): a counterpart of Verification Survey, and an advisor for local governments. This Verification Survey is designed to facilitate the understanding of the ministry about the technologies of Pipe Design, Inc. through information sharing, seek for an endorsement from the ministry for these technologies, and encourage the ministry to promote policies to facilitate the introduction of the water system maintenance software.



Project Implementation Structure

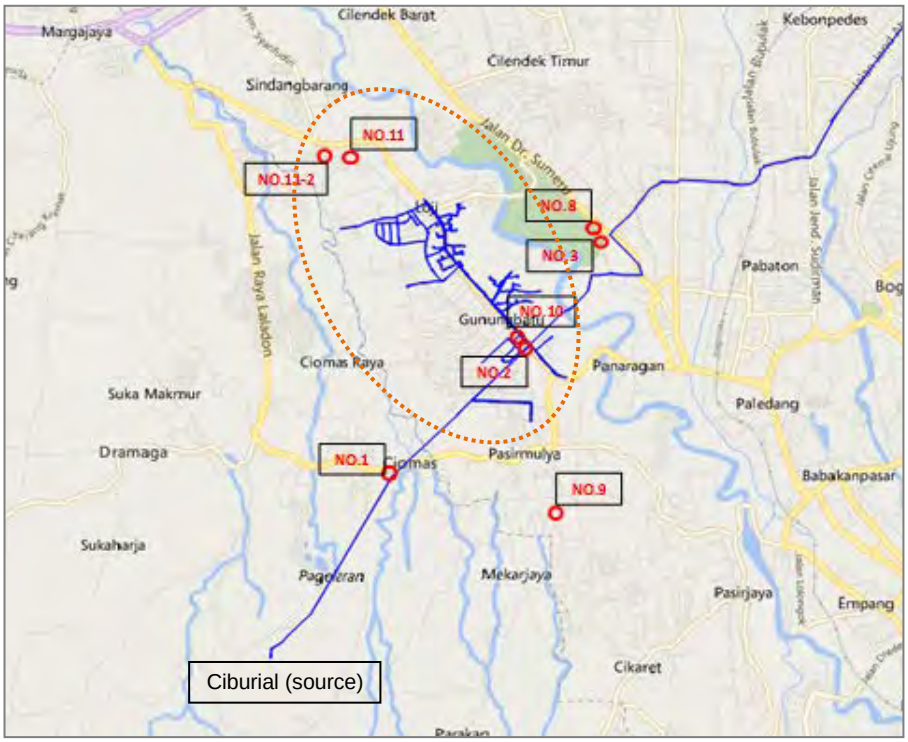
4.4. Estimated Cost of Verification Survey

Estimated cost of verification survey is approximately 100 million JPY.

4.5. Targeted Project Site

Targeted project site is located in the 6th branch (The below circle with dashed line), source of which comes from Ciburial.

Main characteristic of water in Ciburial is that the water quality is very high, and the PDAM doesn't have to pay high cost for water treatment. It means that the water is potentially profitable. However, the high levels of NRW (approx.40%) hinder its productivity.



(Source of map: openstreetmap)

5. Business Development Plan

As a business develop plan, Pipe Design's targeted customers in Indonesian market are both Japanese and local water work businesses.

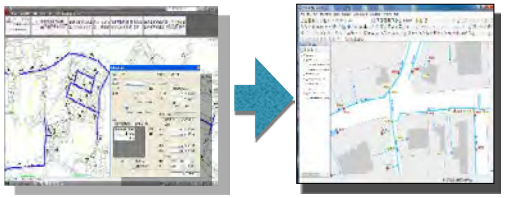
Japanese water consultants, Japanese manufacturers, local water work businesses conduct service water works such as "Database making," Building the system of asset management," and "NRW reduction measures" as prime contractors. Pipe Design expects to receive orders from such prime contractors, and provides and supports software introduction to customers.

At the initial stage, Pipe Design will target relatively simple orders such as making database. Later, it will expand and respond to the various types of orders after finding local partners. In order to reduce initial costs of software introduction, Pipe Design will sell simplified version of software in Indonesia. According to the capability and capacity of financial ground and clients' needs, Pipe Design will provide more sophisticated functions as additional services.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects for Water Supply Management Improvement through the Introduction of Water Infrastructure Management System

Proposed Company

- Proposed Company : PIPE DESIGN, Inc.
- Location of the Company : Hiroshima City, Hiroshima Prefecture
- Project Site・C/P Organization : Bogor Regency in West Java, Ministry of Public Works



Development Issues in Indonesia

- Backwardness in expanding water supply
- Lack of Earning Capacity in PDAMs
- Insufficient Maintenance System of Water Infrastructure
- Insufficient Capacity of Management of PDAMs

Products and Technologies

- **PIPE Design Pro®:** Software for Design and making database for water service pipes with highly versatile software with Auto CAD.
- **Facility Management Ledger: Software for** Effectively utilizing for maintenance and investment of assets by assimilating maintenance and repair history

Proposed ODA projects and Expected Impact

- Building asset management system in PDAM Bogor Regency with the introduction of software through various training programs, and providing seminar program on relevant technologies
- Establishing foundation of appropriate asset management for stable water supply through the introduction of the Pipe Design Products

Intended Business Development

- Disseminating the Pipe Design Products, verifying their effectiveness and obtaining the recommendation from university (ITB) and industrial association in the water supply sector.
- Elaborating business plan and finding business partners during conducting verification survey