

インドネシア国

インドネシア国  
都市給水の水質および供給力を向上するための  
送配水管内洗浄案件化調査

業務完了報告書

2020年1月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

中里建設株式会社

民連
JR
20-006



インドネシア国

インドネシア国  
都市給水の水質および供給力を向上するための  
送配水管内洗浄案件化調査

業務完了報告書

2020年1月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

中里建設株式会社

民連
JR
20-006

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

## 2019年8月1日公開施工写真



洗浄水の排出開始



途中から黒色の汚水が排出



鉄あるいはマンガンが含まれていると推察



洗浄水の様子



洗浄後のアクアピグ



ワークショップ会場における議論の様子



# 目 次

施工写真.....	i
目 次.....	iii
略語表.....	vi
要 約.....	vii
はじめに.....	1
第1章 対象国・地域の開発課題.....	5
1-1 対象国・地域の開発課題.....	5
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	5
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....	6
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業および他ドナーの先行事例分析.....	6
第2章 提案企業、製品・技術.....	7
2-1 提案企業の概要.....	7
2-2 提案製品・技術の概要.....	7
2-3 提案製品・技術の現地適合性.....	12
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	12
第3章 ODA 案件化.....	14
3-1 ODA 案件化概要.....	14
3-2 ODA 案件内容.....	15
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況.....	15
3-4 他 ODA 事業との連携可能性.....	16
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策.....	17
3-6 環境社会配慮等.....	17
3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果.....	17
第4章 ビジネス展開計画.....	19
4-1 ビジネス展開計画概要.....	19
4-2 市場分析.....	20
4-3 バリューチェーン.....	20
4-4 進出形態とパートナー候補.....	20
4-5 収支計画.....	20
4-6 想定される課題・リスクと対応策.....	20
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	21
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	21
Summary.....	23
添付資料	

## 図表リスト

### 図

図 0-1	調査対象位置図.....	2
図 0-2	調査対象地域の位置図（西ジャワ州・ブカシ市）.....	2
図 0-3	調査対象地域の位置図（デンパサール市）.....	2
図 2-1	水理事業のイメージフロー.....	7
図 2-2	中里建設水理研究開発センター.....	8
図 2-3	アクアピグ.....	8
図 2-4	アクアピグ工法のイメージ：川中（中流部）.....	8
図 2-5	アクアピグ工法による 洗浄前後写真.....	9
図 2-6	アクアピグ工法による流量回復（平泉市）.....	9
図 2-7	アクアピグの投入装置（左）・回収装置（右）.....	9
図 2-8	水中ロボット清掃イメージ図.....	10
図 2-9	水中ロボットによる配水池内底盤部清掃作業状況.....	10
図 2-10	新型水中ロボットの開発.....	11
図 2-11	下野新聞掲載記事.....	11
図 2-17	アクアピグ工法によるイ国の課題解決策.....	13
図 3-1	普及・実証・ビジネス化事業における実施体制.....	16
図 4-1	初期段階での事業展開スキーム.....	20



## 表

表 0-1	現地調査行程.....	3
表 0-2	調査団構成.....	4
表 1-1	対インドネシア共和国の国別開発協力方針（抜粋） .....	6
表 2-1	提案企業の概要.....	7
表 2-2	特許取得の状況.....	9
表 2-3	これまでの施工実績.....	10
表 2-9	アクアピグ工法によるイ国の課題解決策 .....	13
表 3-1	普及・実証・ビジネス化事業（案）の PDM .....	15
表 3-2	これまでの準備状況.....	16
表 3-3	既存 ODA 事業との連携の可能性 .....	17
表 3-4	想定される課題・リスク .....	17

略 語 表

略語	英文表記/インドネシア語表記	日本語表記
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	インドネシア共和国投資庁
BPPSPAM	Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum	公共事業省水道開発支援庁
BTAM	Balai Teknik Air Minum	水道技術研修センター
C/P	Counter part	カウンターパート
IDR	Indonesia Rupia	インドネシア・ルピア
IUJK	Izin Usaha Jasa Konstruksi	建設業営業許可
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JO	Joint Operation	共同企業体
Kab.	Kabupaten	県
KBLI	Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia	インドネシア事業分野基本分類
LKPP	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah	国家調達庁
LPJK	Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi	建設サービス振興機関
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPWH	Ministry of Public Works and Housing (PUPR: pekerjaan umum dan perumahan rakyat)	公共事業・住宅省
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	水道公社
PERPAMSI	Persatuan Perusahaan Air Minum Indonesia	水道協会
PU	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省

# 要約

## 第1章 対象国・地域の開発課題

インドネシア国（以下、イ国）は、都市への人口集中が顕著であり、都市部における安全な水道水へのアクセスが不十分である。また、水道セクターは、配管整備に投資の重点が置かれ、既設水道管の維持管理の優先順位は低い。

国民に飲料水供給の任を負う水道公社（以下 PDAM）は、①地方分権法により水道事業が地方政府に委ねられ、資金的に脆弱な PDAM が存在すること、②1980-90 年代に建設した古い水道施設が多く、その更新計画および維持管理が不十分であることが共通課題として挙げられる。

イ国公共事業・国民住宅省（以下「PU」）では、2019 年までに安全な水へのアクセス 100%達成することを目標としているが、その達成は困難であり、今後とも PDAM の財務能力の改善、官民連携の拡大および組織能力向上・人材育成について取組みを強化していくことが必要となる。

我が国の対インドネシア国別開発協力方針（2017 年 9 月）では、その事業展開計画の中で、居住環境改善プログラムとして、「生活の質の向上を図るため、上下水道等の基礎インフラ整備、廃棄物の適正管理、海洋・河川等の水質改善等の居住環境の改善」、および、「これらの管理する地方自治体の制度・組織・能力向上に資する支援を行う。」ことを掲げている。

## 第2章 提案企業、製品・技術

アクアピグ工法は、水道管内に、圧縮と復元力を持った発泡ウレタン製の洗浄器具であるアクアピグを水圧によって送り込み、物理的な摩擦を利用して堆積物を管外へ排出する洗管技術であり、上水の水質改善効果と流量回復効果が期待できる。日本においては、既に 42,653m の施工実績があり、現場でその効果が実証された日本固有の技術と位置付けられる。なお、現地調査の結果、アクアピグ工法に加え、配水池の清掃のために水中ロボットの利用についてもニーズがあると判断されたため、本文では、その技術概要を併せて記載した。

本業務では、2019 年 8 月 1 日にインドネシア国ブカシ県の水道公社（以下ブカシ県 PDAM<sup>1</sup>）と協力し、ブカシ県 PDAM 傘下の Setia Mekar 支所管轄区内のスラウェシ通り (Jl. Sulawesi) 沿いの水道管 140m をパイロット地区として選定し、公開施工を実施した。本公開施工では、西ジャワ州の主要な水道公社（以下、PDAM）を招聘し、現場で施工を実施した。その後、水道技術研修センター（以下、BTAM）に移動し、ワークショップを開催し、アクアピグ工法のインドネシアへの現地適合性を議論した。それに基づく普及の課題と教訓を以下に示した。

- (1) 日本の上水供給においては、ダクタイル鋳鉄管が使用されているが、インドネシアでは、ポリ塩化ビニル管を利用している。また、それらが長年更新されずに老朽化しているため、

---

<sup>1</sup> ブカシ県の PDAM は、正式名称は、PDAM Tilta Bhagasasi Bekasi であるが、本報告書では、以降、主にブカシ県 PDAM と呼称する。

ポンプによりアクアピグを圧送する際には管の破損の可能性がある。また、必ずしも熟練した業者が工事を行っているわけではなく、パイプ接続の不良から、管の抜け、外れにより漏水等の発生が危惧された。しかし、アクアピグの投入口に調整弁を設置し、水圧を0.02MPa以下で運転する等の技術的対策により、本技術的課題は解決されることが確認された。

- (2) 公開施工では、時間制約から洗浄作業は3回に限定したが、埋設後30年間経過した対象水道管は、汚れが著しく完全な洗浄には至らなかった。インドネシア国内の水道管の汚れは、他地域も同程度と推定されるが、上記のように低圧での洗浄が必要であることを考慮すると、通常の日本における洗浄作業と比較し、洗浄回数を増やすことも必要と判断された。
- (3) 施工実施に先立ち、警察、県政府等からの許可の取得に時間を要するため、実際の施工計画段階では、許認可に要する十分な時間を考慮することが重要である。
- (4) 地域によっては、許認可を要する機関およびその数も異なることが確認された。
- (5) 水道管の正確な位置情報は、把握されていないケースが多く、効率的な施工実施の妨げとなる。当面は、現場技術者の経験に基づいた判断により施工計画を策定することが必要となる。
- (6) バリ島およびバンドン等のように、地形に標高差が顕著な場合、アクアピグ圧送に係る圧力調整は、特に注意が必要であり、普及に際しては、事前に十分な技術指導が必要となる。
- (7) 日本における施工では、ダクタイル鋳鉄管の錆により、洗浄後、アクアピグ自体が著しく損傷を受けるが、ポリ塩化ビニル管の場合、アクアピグの損傷は軽度である。そのため、アクアピグを繰り返し利用する誘因が働くと懸念される。アクアピグは通水性に優れているため、濁水に含まれる微粒子がピグ内を通過する際に残留し、アクアピグの最も重要な品質的特徴である圧縮及び復元特性の確保が困難になることから、適切な技術指導が必要となる。
- (8) 公開施工では、カメラ調査を実施し、盗水（意図しない分岐管の設置）等の有無を確認の上で、洗浄作業を実施した。盗水等が著しい場合は、洗浄作業を中止するなどの判断も必要になるケースがあると予測される。

また、公開施工に際して、インドネシア・ブカシ市における配水管内の懸濁物質と水質の関係に着目して水質分析を行った。その評価結果は以下の通り。

- (1) ピグの投入と同時に濁度は大きく増加した。これは、ピグと管内面の摩擦力によって懸濁物質が排出されたためであり、配水管内面に多量の懸濁物質が付着していたことが分かる。
- (2) 日本の水道水の総溶解固形分(TDS)は100mg/L程度に対して、ブカシ市ではいずれの採取水でも230mg/L程度と高いため、日本と比較するとブカシ市の水道水には、多くの電解質が水中に溶解していることが分かった。
- (3) 各金属元素濃度は、全ての元素でピグ投入時に濃度が増加し、特にアルミニウムとマンガ

ンの濃度は他と比べ顕著に増加した。日本の懸濁物質の主成分は鉄が多いが、ブカシ市の懸濁物質はアルミニウムとマンガンが主成分の一つと考えられる。

- (4) 化学的酸素要求量と有機物質の測定結果から、懸濁物質中に細菌などの有機物を含んでいると考えられる。

アクアピグ工法をパイロット的に施行した結果、その洗浄効果は著しく、面的拡大を図るには種々課題が残されているものの、技術面の適用可能性は実証されたと結論づけることができる。アクアピグ工法は、1) 水道水の水質改善による安全な水道水へのアクセス率向上、2) 顧客満足度および水道サービスへの支払意思額の向上により引き起こされるPDAMの財務能力改善、3) 官民連携の促進により水道セクター全体の能力向上等の効果が期待できると評価される。

本工法をインドネシアに普及する上で有効と考えられるODAのスキームを活用した活動および民間ビジネス展開の方策について、以下に整理した。なお、提案企業の人材確保等の制約もあり、ビジネス化を先行する方針であり、ビジネス化の進捗を見据え、普及・実証活動について調整を進める予定である。

### 第3章 ODA案件化

組織面および財務面の健全性を考慮し、事業実施地域はブカシ県とし、カウンターパートは、現時点では、ブカシ県、ブカシ県PDAMおよびその支所、公共事業住宅省水供給システム整備局、公共事業省水道開発支援庁（以下 BPPSPAM）、BTAM、水道協会（以下、PERPAMSI）を想定している。

現時点で、提案を検討している普及・実証・ビジネス化事業は、「ブカシ県PDAMでの技術移転を通じ、アクアピグ工法の標準化・普及を促進させ、良質な水道水を供給する体制構築を支援する」を目的とし、具体的な成果は、以下の8つを想定している。併せて成果を生み出すために必要となる活動を特定した。

成果1： アクアピグ工法がインドネシア標準規格(SNI)に登録される

活動1-1 標準規格への登録・承認手続きを確認する

活動1-2 提出書類を準備する

活動1-3 SNI承認を受ける

成果2： PDAMブカシでのパイプメンテナンス計画が作成される

活動2-1 PDAMブカシの配管網を確認する

活動2-2 既清掃記録を確認する

活動2-3 アクアピグによる清掃計画を作成する

成果3： アクアピグ工法の標準作業手順書が作成される

活動3-1 標準作業手順書、安全管理マニュアルを作成する

活動3-2 標準作業手順書に基づき、PDAM職員に技術移転研修を実施する

活動 3-3 標準作業手順書、安全管理マニュアルを関係組織と共有する

成果 4： アクアピグ工法の有効性が実証される

活動 4-1 パイロットテスト計画を作成する

活動 3-2 パイロットテストに必要な機材を導入する

活動 4-3 パイロットテストを実施する

活動 4-4 アクアピグ工法による有効性を検証する

成果 5： アクアピグ工法の標準仕様書が作成される

活動 5-1 標準仕様書を作成する

活動 5-2 標準仕様書を関係組織と共有する

成果 6： アクアピグ工法のトレーニング施設が導入される

活動 6-1 BTAM にトレーニング機材を導入する

活動 6-2 トレーニングマニュアルを作成する

活動 6-3 トレーニング計画を作成する

活動 6-2 BTAM へのトレーナー's トレーニングを実施する

成果 7： アクアピグ工法の普及活動が実施される。

活動 7-1 プロモーションマテリアルを作成する

活動 7-2 PERPAMSI 等と共同し、機関紙・Web 等へ資料を掲載する

活動 7-3 他都市の PDAM を招聘しセミナーを開催する

成果 8： 訪日研修を実施し、アクアピグ工法がより理解される

活動 8-1 研修計画を作成する

活動 8-2 対象職員を選定する

活動 8-3 訪日研修を実施する

現地への技術普及により種々のプラスの効果が期待されるが、製品・サービスが模倣されるリスクもあり、対策の検討も重要である。

また、本事業の実施により、水道水の水質の改善、新しい配管内洗浄工法の獲得、住民からのクレームの減少等の直接的便益が発生すると期待される。

#### 第4章 ビジネス展開計画

提案企業では、対象国における事業分野として PDAM を顧客とする公共部門と、日系工業団地の維持管理事業者と顧客とする民間部門の2つの領域でビジネス展開を計画する考えである。

公共部門では全国で約 380 カ所の PDAM が、地方行政の傘下で運営されているが、ビジネス計画では、まずは本調査を通じてニーズを確認したブカシ県が属する西ジャワ州の PDAM を顧客として想定する。また、観光業を産業の柱とし、住民の水質への関心も高いと想定されるバリ州も市場となる可能性を見込む。

本調査を通じて、西ジャワ州の複数の PDAM にとって、提案企業によるアクアピグ工法により給水管を洗浄するというメンテナンスは新しい考え方であり、現在のところ競合するサービスは存在しないと同時に、既存の市場も存在していないことを確認した。

このため、現在 PDAM が支出しているメンテナンス・コストの一定割合を、PDAM の収益に影響を与えない程度で、アクアピグ工法によるメンテナンスとして実施することを想定し、市場規模を推計した。

事業開始時では、ブカシ県 PDAM から約 5 億ルピア(約 400 万円)程度の事業を受託することが可能と見込む。将来的にアクアピグ工法が、西ジャワ州の各 PDAM へ普及し、認知度が向上すれば約 45 億ルピア(約 3,500 万円)の市場となると推定した。また同様の推計では、バリ州においても事業規模の大きいバドゥン県 PDAM もしくはデンパサール市 PDAM を有望な顧客とし、他地域 PDAM へも普及すれば約 20 億ルピア(約 1,500 万円)と、西ジャワ州の半分程度の市場規模となることが推定される。

一方で提案企業が、イ国において現地拠点を設立する場合には、外資系建設事業者としての外資比率上限 68%の規制のほかに、建設ライセンスを取得するための純資産額 500 億ルピア(約 3 億 8,750 万円)を確保する必要があること、また外資系建設事業者として受託できる工事の最低金額も、提案企業が提供を想定する金額とは、大きく乖離することから、現地法人の設立は非常に困難であるとの考えに至った。

このため、公共部門における事業展開においては、インドネシア国内で、工事発注者となる PDAM と提案企業のパートナーである現地建設会社が請負工事契約を締結した上で、提案企業と現地建設会社の間で、工事の一部を提案企業が再委託として請け負うことでサービスを提供できると考えた。

ただし、実際に提案企業の従業員がインドネシアで作業するためには、現地建設会社との間に、派遣契約およびアクアピグ工法の利用許諾についてライセンス契約を締結するだけでなく、現地建設会社が外国人の就業許可と就労ビザの取得できるかの確認が必要となる。このため、パートナーなる現地建設会社の候補としてインドネシア資本の工事会社数社を訪問し、有望な会社を特定し、事業スキームや必要となる契約内容の概要について協議を継続実施している。

その他にも事業展開に際しての有望なパートナー候補として、日系エンジニアリング会社や日系工業団地の運営管理会社へ訪問した。これらの訪問を通じて、民間部門の事業として、日系工業団地の運営管理会社が担う工業用水の給水管・給水施設の維持管理において、提案企業が提供する給水管洗浄事業以外にも幅広いサービスへのニーズがあることを確認した。

現地活動を通じて確認したニーズを基に a) アクアピグによる PDAM 給水管洗浄事業に加えて、b) PDAM 向け内視鏡による広域洗浄計画の立案支援、c) 工業団地運営会社向け貯水タンクの洗浄事業の三つの事業を展開する前提で収支計画を策定した。

各事業は、施工する工事案件ごとに条件が異なることから、実際の条件に応じて見積を行い受託する方式とする。また、施設等に対する大規模な初期投資や継続的に固定費が発生するような事務所設置や従業員雇用が必要ないこと、また個別の工事案件は採算性を確保できる金額で工事予算を提示して受託するため、初年度より売上に応じた収益は確保できる収支計画となる。

事業展開を開始するにあたり、提案企業は現地拠点を有さずサービスを提供するスキームとなることから、サービス報酬の送金に際してイ国の源泉税が発生する。事業が拡大し、提案企業が恒久的施設(PE)を有すると認識された場合、20%の源泉税がサービス報酬に課税され、事業の収益性に対する影響が懸念されることから、留意が必要となり継続して現状の確認していく。

また、事業を展開するにあたり、イ国人材を技術者として提案企業内で育成していくことの必要性を確認した。ただし、技術者の育成には技術面の教育のみならず、実際に施工に際して管理・指導ができるまでのノウハウを修得する必要があるため、中期的な課題として対応を検討していく。



# インドネシア国 都市給水の水质及び供給力を向上するための送配水管内洗浄案件化調査

## 企業・サイト概要

- 提案企業：中里建設株式会社
- 提案企業所在地：栃木県佐野市
- サイト・C/P機関：インドネシア国プカシ市水道公社

## インドネシア共和国の開発課題

### 水道事業の課題

- インドネシア国の課題
  - ・ 安全な水道水へのアクセスが不十分
  - ・ 水道公社の財務能力の改善、組織能力向上・人材育成
  - ・ 2019年までに安全な水道水へのアクセスを100%にすることが目標
- プカシ市水道公社の課題
  - ・ 水道管の付着物の増加による水質悪化（濁度）、閉塞

## 中小企業の技術・製品

### アクアピグ工法：

水道管内に、圧縮と復元力を持った発泡ウレタン製の洗浄器具であるアクアピグを水圧によって送り込み、物理的な摩擦を利用して堆積物を管外へ排出する管を洗浄する技術



アクアピグ工法

## 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

- ODA事業(案)
 

「プカシ県水道公社(以下、PDAM)での技術移転を通じ、アクアピグ工法の標準化・普及を促進させ、良質な水道水を供給する体制構築を支援する」を目標。
- 主な期待される効果
  - ①水道管内の付着物による閉塞回避、②水道管の水圧(流量)の改善、ポンプ負荷の軽減、③水道水の水質の改善(特に濁度)、④維持管理費の低減および⑤住民からのクレームの減少

## 日本の中小企業のビジネス展開

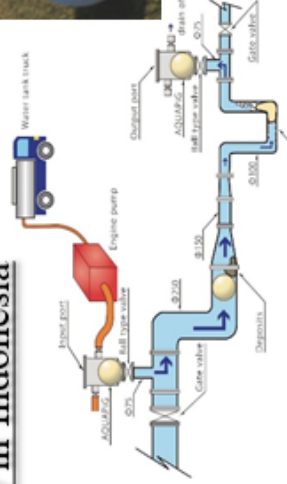


## 2系統のビジネス展開

### 全国のPDAM

### 【インドネシア】

# Feasibility Survey for Cleaning of Urban Water Supply Pipes to Improve Water Quality and Supply Capacity in Indonesia



**AQUAPIG**

## SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Nakazato Construction Co., Ltd.
- Location of SME: Tochigi Pref., Japan
- Site / Counterpart Organization: PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kab. Bekasi

## Concerned Development Issues

- Issues in Water Supply Sector
- Issues of the Republic of Indonesia
    - Insufficient access to safe drinking water.
    - Needs for improvement on Finance, Organization and Skill
    - National target of universal access to water supply by 2019.
  - Issues of PDAM Kab. Bekasi
    - Water quality (turbidity) degradation and clogging due to deposits.

## Products and Technologies of SMEs

### AQUAPIG

Aquapigging is a pipe cleaning technology to remove deposits in water pipes by physical friction generated by an aquapig, urethane foam cleaning device with greater elasticity, traversing in pipe network by pressured water.

## Proposed ODA Projects and Expected Impact

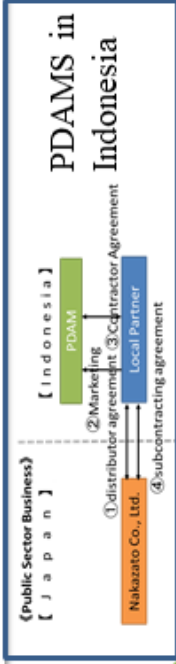
### ODA Project

To underpin the initiatives of water utility company (PDAM) of Kab. Bekasi for providing quality drinking water to the users by way of promoting technology transfer; standardization and dissemination of AQUAPIG.

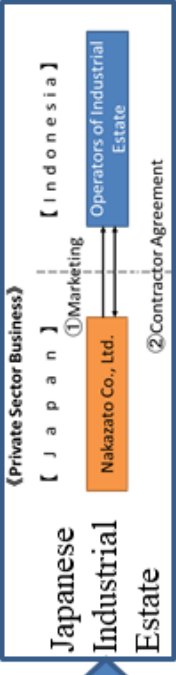
### Main project benefits

- 1) Avoidance of pipe clogging by deposits, 2) enhancement of transportation capacity of a water pipe and reduction of loads on pump,
- 3) Improvement of water quality (Turbidity), 4) cost saving for maintenance of pipes, 5) reduction in reduction of customer complaints.

## Business Development of SME



## 2 Major Business Streams



## はじめに

### 1. 調査名

インドネシア国都市給水の水質および供給力を向上するための送配水管内洗浄案件化調査  
Feasibility Survey for Cleaning of Urban Water Supply Pipes to Improve Water Quality and Supply Capacity in Indonesia

### 2. 調査の背景

インドネシア国は、全人口の約70%が国土面積全体の6%に過ぎないジャワ島に居住しており都市への集中が顕著であるものの、急増する都市住民に対し、水道施設の整備が遅れ、水道水へのアクセスは不十分である。また、地方分権法により各都市の水道事業は、地方政府のもとに水道公社（以下「PDAM」という。）が担っているが、事業資金が潤沢でないこと、1980年代から90年代に建設した水道施設が多く、老朽化している施設の維持管理・更新計画が適切に策定されていないといった課題を抱えている。

インドネシア国政府は、長期国家開発計画（RPJPN2005～2025）において特に貧困層に配慮した安全な水供給システムの改善について基本方針を示し、特に、配水管による安全な水へのアクセスを60%に引き上げることを目指している。更に、「上水道開発に係る国家戦略・政策」（2013年12月施行）にかかる政令には、PDAMの財務能力の改善、官民連携の拡大および組織能力の向上・人材育成について取り組みを強化していくことが定められている。

提案製品・技術である「アクアピグ工法」は、圧縮と復元力をもった発砲ウレタン製の水道管洗浄器具である球状の「アクアピグ」を水道管に投入し、水圧を利用することで「アクアピグ」と水道管の内面を圧着させながら水道管を洗浄する工法である。管直径の制約をうけることなく長距離にわたる洗浄が可能であり、使用する機器類も単純で安価なものである。

水道施設の老朽化や不十分な維持管理に起因する水道管内の付着物による水道水の供給能力および水質の低下に対し、「アクアピグ工法」を導入することで、低コストで計画的な水道管の維持管理が可能になり、水質基準を満たす水の供給能力を改善し、安全な水へのアクセスを向上させることが期待できることから本案件化調査を実施することとした。

### 3. 調査の目的

調査を通じて確認される提案製品・技術の途上国の開発への活用可能性を基に、ODA案件およびビジネス展開計画が策定される。

#### 4. 調査対象国・地域

- 対象国：インドネシア共和国
- 対象地域：ジャカルタ、西ジャワ州およびデンパサール市

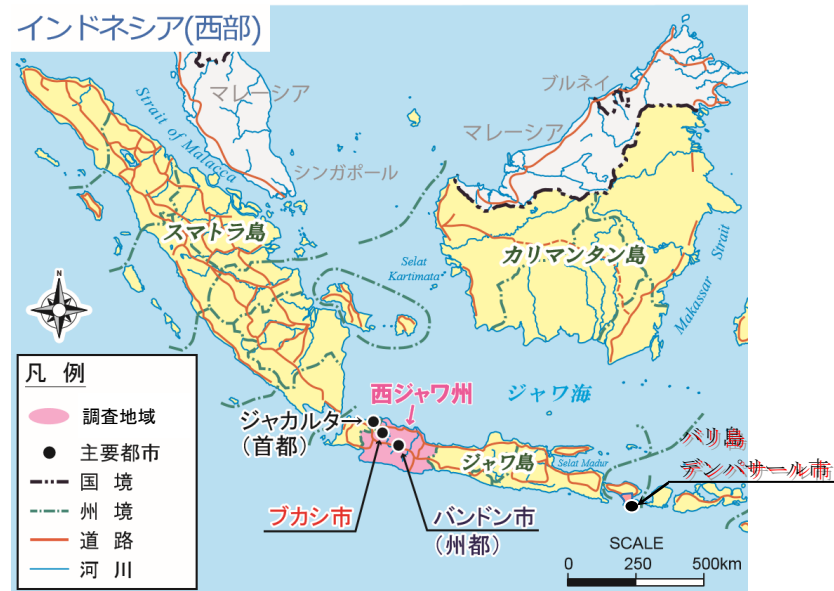


図 0-1 調査対象位置図

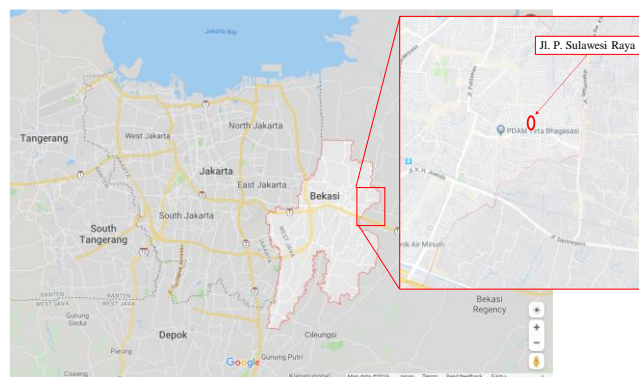


図 0-2 調査対象地域の位置図(西ジャワ州・ブカシ市)

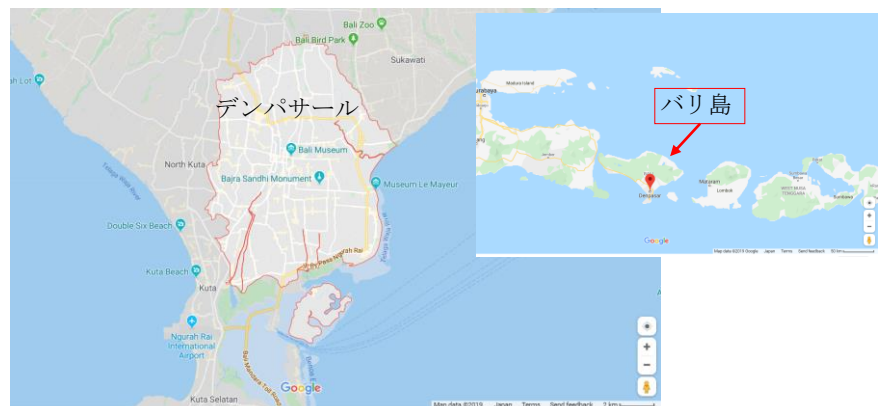


図 0-3 調査対象地域の位置図(デンパサール市)

## 5. 契約期間・調査行程

2019年2月22日～2020年3月23日

表 0-1 現地調査行程

現地調査	時期・日数	主な目的（把握すべき情報）	訪問先
第1回	2019年3月24日～30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連法規制/ビジネス習慣/入札・業務委託契約制度</li> <li>・ 政府の方針・政策・制度・計画にかかる文書</li> <li>・ 事業概要協議</li> <li>・ 上水維持管理予算および新設予算、水道料金およびその設定基準</li> <li>・ ブカシ県の水道管現状および住民への影響、PDAMの水道維持管理能力等の調査</li> <li>・ 他 ODA 事業について</li> <li>・ 公開施工についての協議</li> <li>・ ビジネスパートナー候補調査</li> <li>・ 投資規制、競合状況、進出形態調査</li> <li>・ 水質の事前調査</li> <li>・ 環境社会配慮等について確認</li> <li>・ ブカシ浄水場の視察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JICA インドネシア事務所</li> <li>・ 日本貿易振興機構ジャカルタ事務所</li> <li>・ BPPSPAM</li> <li>・ ブカシ県 PDAM</li> <li>・ BTAM</li> <li>・ ABS MANDIRI</li> <li>・ エンビテック社</li> <li>・ 現地経済団体 (KADIN)</li> <li>・ PERPAMSI</li> <li>・ THE JAKARTA JAPAN CLUB</li> </ul>
第2回	2019年6月20日～29日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公開施工の最終準備</li> <li>・ 現地セミナーの準備のための協議</li> <li>・ ODA 普及・実証事業についての協議</li> <li>・ 内視鏡カメラによる配管内の状況の撮影</li> <li>・ 施工場所および周辺の水質状況確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDAM</li> <li>・ BPPSPAM</li> <li>・ PERPAMSI</li> <li>・ SUCOFINDO</li> <li>・ 日本貿易振興機構ジャカルタ事務所</li> <li>・ JICA インドネシア事務所</li> </ul>
第3回	2019年7月29日～8月4日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公開施工の実施</li> <li>・ 現地セミナー開催</li> <li>・ ビジネスパートナー候補調査</li> <li>・ 水質検査およびその評価の支援</li> <li>・ 水質状況確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDAM ブカシ</li> <li>・ PT Sakura Mitra Perdana</li> <li>・ PT. Phoenix Strategy Indonesia</li> <li>・ 投資調整庁</li> <li>・ MM2100 工業団地</li> <li>・ SUCOFINDO</li> </ul>
第4回	2019年9月16日～9月21日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ODA 普及・実証事業についての協議と合意</li> <li>・ ODA 対象地の現地調査（他都市のニーズ把握）</li> <li>・ ビジネスパートナー候補と今後の展開について検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブカシ県および PDAM</li> <li>・ ビジネスパートナー候補</li> </ul>
第5回	2019年11月4日～11月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境技術管理会議*にてアクアピグ事業の展示</li> <li>・ ビジネスパートナー候補と今後の展開について検討</li> <li>・ PDAM の洗浄優先地域について情報収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDAM（デンパサール市、ブカシ県）</li> <li>・ MM2100 工業団地</li> <li>・ デルタマスシティ</li> <li>・ Lippo Cikarang</li> </ul>

\* Environmental Technology and Management Conference

## 調査団構成

調査団の構成を以下に示す。

表 0-2 調査団構成

氏名	担当業務	所属先	備考
中里聡	業務主任者/ビジネス展開調査	中里建設(株)	
酒主政明	公開施工総合管理	中里建設(株)	
福地純	現地適合性(技術)/公開施工実施	中里建設(株)	
高實子薫	パートナー調査/公開施工管理	中里建設(株)	
佐藤修二	チーフアドバイザー/水道技術	(株)建設技研インターナショナル	第1次現地業務まで担当
村松康彦	チーフアドバイザー/水道技術	(株)建設技研インターナショナル	第2次現地業務以降佐藤と交代
岡野誠志	開発課題分析/ODA案件化	(株)建設技研インターナショナル	第1次現地業務まで担当
小沼崇史	開発課題分析/ODA案件化	(株)建設技研インターナショナル	第2次現地業務以降岡野と交代
宮下昌子	開発課題およびODA事業のデータ収集・分析	(株)建設技研インターナショナル	
横山幹郎	ビジネス化1	(株)大和総研	
横溝聰史	ビジネス化2	(株)大和総研	
山岡暁	水質分析・評価/現地調整	個人(宇都宮大学)	

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 対象国・地域の開発課題

対象国であるインドネシア国（以下、イ国）は、全人口の70%近くが国土の6%にすぎないジャワ島に居住しており、都市への集中が顕著である。イ国では、このような都市部における経済成長および人口増大に対して安全な水道水へのアクセスが十分ではない。

また、イ国の水道分野への投資は、水道配管の整備に重点化されており、既設水道管の長寿命を図れる維持管理技術への投資は、まだ実施されていないのが現状である。

イ国 PDAM の財政能力の状況については、公共事業・国民住宅省（以下「PU」(Ministry of Public Works and Housing) とする)・水道開発支援庁（BPPSPAM）によって行われた PDAM 評価<sup>2</sup>によると、健全な経営状態にある PDAM は全体の半数程度となる（2011年時点で274のPDAMの中で、「健全な経済状況」のPDAMは、150である）。PDAM が抱える共通の課題は、①地方分権法により水道事業が地方政府に委ねられ、資金のない PDAM が存在すること、②1980-90年代に建設した古い水道施設が多く、その更新計画および維持管理が不十分であること、である。

### 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

イ国における当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等を下記に示す。

イ国は、社会経済開発計画に相当する20年間の長期国家開発計画（RPJPN2005～2025）を作成している。同計画では、貧困層に配慮した安全な水供給システムの改善についての基本方針が示されている。（2015年に政令で規定）

2013年12月に成立した政令「上水道開発に係る国家戦略・政策」（No.13/PRT/M/2013）では、PDAM の財務能力の改善、官民連携の拡大および組織能力向上・人材育成について今後取組みを強化していくことを明らかにしている。

- イ国の水道事業改善に向けて、PUは下記の目標を掲げている。2013年の実績では、安全な水へのアクセス率は、全体で67.73%という状況であり、2019年の目標の達成は困難な状況にある。

政府目標：2019年までに安全な水へのアクセス100%。  
（配水管によるサービス60%、非配水管によるサービス40%）

- イ国の都市部は、水道施設整備の遅れが影響し、近年、安全な水へのアクセス率は、低下し、家庭では、ボトル水等の消費が増えていると報告がある。<sup>3</sup>

<sup>2</sup> 平成26年度国際研修「インドネシア水道事業研修」報告（平成27年5月、水道協会雑誌）

<sup>3</sup> 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（JICA、2013/11）

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国の対インドネシア国別開発協力方針（2017年9月）および事業展開計画（2017年9月現在）は、表1-1に示す通りである。2015年に1月に「9つの優先課題」を盛り込んだ「国家中期開発計画 2015-2019」が発表され、国際競争力の向上およびインフラ整備、地域間格差の是正などの方針が確認された。中目標で、生活の質の向上に向けて、大都市だけではなく、地方の開発を支援すること、かつ、環境保全対策を支援すること、また、事業展開計画では、上下水道等の基礎インフラ整備、水質改善等の居住環境の改善、および、これらの管理する地方自治体の制度・組織・能力向上に資する支援を行うとある。

表1-1 対インドネシア共和国の国別開発協力方針（抜粋）

基本方針	内容
「大目標」	インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援
「中目標」	・安全で公正な社会を実現するため、 <u>生活の質の向上に向けて、大都市だけではなく、地方の開発を支援するとともに、防災対策等の行政機能の向上を支援する。</u> ・アジア地域および国際社会の課題でもある気候変動並びに <u>環境保全対策を支援する。</u>
留意事項	インドネシアの経済発展には海外からの投資が重要であり、投資を呼び込むためには予見可能性・安定性の向上等のビジネス・投資環境改善が重要であることから、インドネシア政府に対して引き続き申入れを行っていく。
事業展開計画「開発課題2-1」	
居住環境改善プログラム	<u>生活の質の向上を図るため、上下水道等の基礎インフラ整備、廃棄物の適正管理、海洋・河川等の水質改善等の居住環境の改善、および、これらの管理する地方自治体の制度・組織・能力向上に資する支援を行う。</u>

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

これまでのイ国における JICA による ODA 事業を下記に示す。本提案技術を活用することで得られるシナジー効果については、表3-3に示す。

- ジャカルタ上水道第2期計画（緊急事業、第1次事業）（有償資金協力：1985年～1994年）
- ジャカルタ上水道配水管網整備事業（有償資金協力：1990年～1997年）
- 地方給水プロジェクト（技術協力プロジェクト：2006年12月）
- インドネシア・スラバヤ市民のための安全な飲料水供給と水質改善に関する調査（草の根技術協力事業：2014年～2016年）
- 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（中小企業支援事業：2016年9月）
- バンドン市における漏水防止対策技術支援（草の根技術協力：2017年3月～2019年7月）
- マカッサル市における地下漏水対策実行能力向上プロジェクト-水資源の有効利用に向けて-（草の根技術協力：2017年～2020年度）
- ジャカルタ地盤沈下対策プロジェクト（技術協力プロジェクト：2018年5月～2021年5月）※地盤沈下対策の1つが無収水対策



## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

提案企業の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 提案企業の概要

1. 法人名	中里建設株式会社	5. 設立年月日	1974 年 1 月 8 日
2. 法人の業種	建設業	6. 資本金	2,000 万円
3. 代表者名	代表取締役 中里 聡	7. 従業員数	12 名
4. 本社所在地	栃木県佐野市栃本町 1051	8. 直近の売上高	39,190 万円

提案企業は、以下の図に示すように上流から下流まで一貫した水道維持管理サービスを提供している。

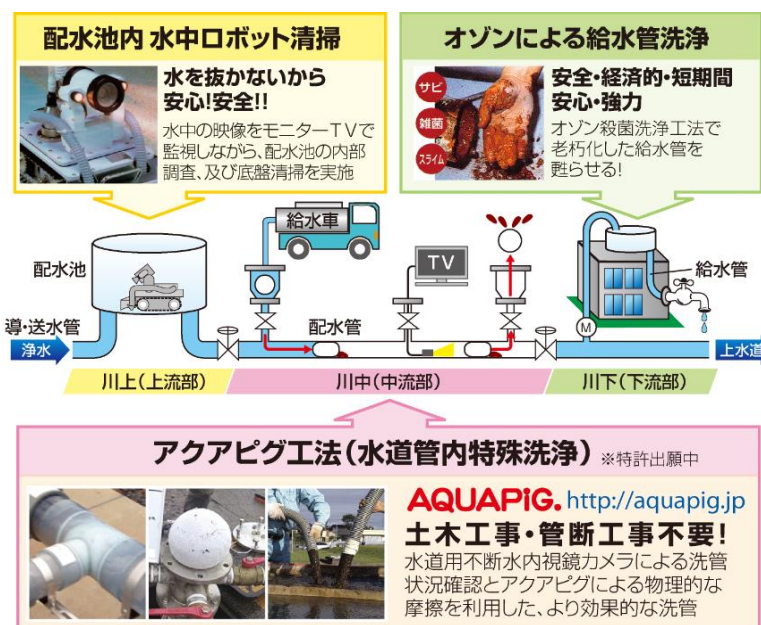


図 2-1 水理事業のイメージフロー

提案企業は、アクアピグ工法（提案技術）を強みに国内での実績と経験を積み重ねてきたが、数年来、海外展開の可能性を検討している。2016 年 12 月、イ国 PU およびジャカルタ市を訪問し、水供給施設の整備・維持に苦慮する現状を目の当たりにし、同工法が活用できるとの認識に至った。その後、現地関連機関と試験実施の議論を重ね、同国を海外展開の端緒と位置付けている。

### 2-2 提案製品・技術の概要

本業務では、提案企業が有する一連の技術のうち中流部に相当するアクアピグ工法 を提案して活動を行った。さらに現地調査の結果、インドネシアにおいても、配水池の清掃のために水中ロ

ボットの利用についてもニーズがあると判断されたため、水中ロボットを活用した清掃についても概要を記載した。

### (1) アクアピグ工法

本業務では、提案企業が有する一連の技術のうち中流部に相当するアクアピグ工法<sup>4</sup>を提案して活動を行った。本工法は、栃木県の補助金（補助率：対象経費の2分の1）および中小企業庁の補助金（補助率：対象経費の3分の2）を活用し、総額11,475,300円の補助金を受領した外、総額15,800,078円の自己資金を支出して建設した「中里建設水理研究開発センター」（図2-2）を活用し2013年に開発した。



図 2-2 中里建設水理研究開発センター



図 2-3 アクアピグ

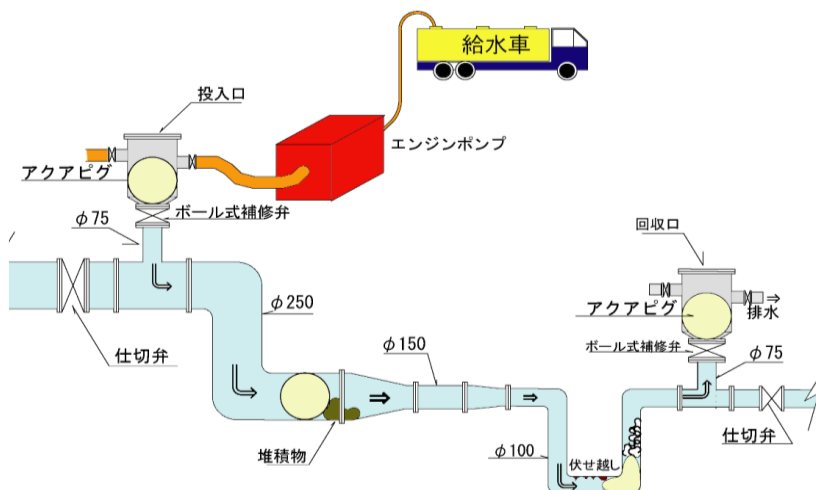


図 2-4 アクアピグ工法のイメージ：川中（中流部）

#### ■ 特長

- 直径75mm～250mmの異なる水道管に対して、アクアピグが瞬時に大きさを変え、一工程で洗浄可能（日本初）
- 長距離を一気に洗浄可能（最長洗管実績は2,780m。国内屈指の施工延長）

#### ■ 洗浄効果

- 図2-5に、洗浄前後の写真を示す。
- 図2-6に、水道管の洗浄による流量回復効果の例を示す。

4 水道管内に、圧縮と復元力を持った発泡ウレタン製の洗浄器具であるアクアピグを水圧によって送り込み、物理的な摩擦を利用して堆積物を管外へ排出する洗管技術

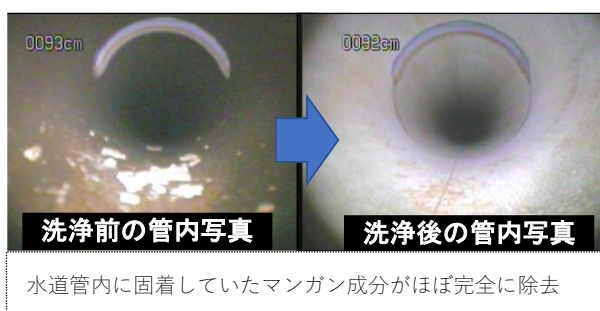


図 2-5 アクアピグ工法による  
洗浄前後写真

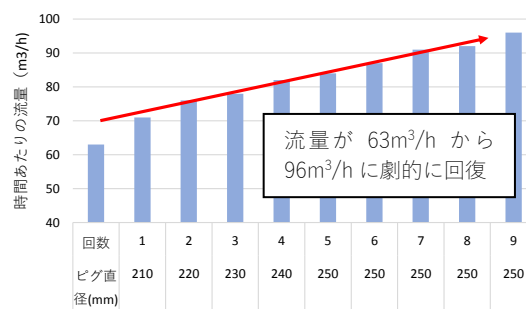


図 2-6 アクアピグ工法による流量回復  
(平泉市)

アクアピグ工法は、各現場の状況に応じて、施工前に配水管内を内視鏡カメラによる調査や水理計算による診断に基づき、適切な施工地点とアクアピグのサイズ・数量などを選定し、アクアピグの水道管へ投入・回収（図 2-7）、施工設計、施工技術、水質改善評価などを行う一連の洗浄工法である。



図 2-7 アクアピグの投入装置（左）・回収装置（右）

なお、アクアピグは [商標第 5595205 号]、アクアピグ工法は [商標第 5596840 号] 登録済みである。なお、アクアピグは特殊コーティングしている。施工技術も蓄積された技術的ノウハウがあり、見ただけではすぐに模倣できない。特許取得の状況を表 2-2 に整理する。

表 2-2 特許取得の状況

特許取得日	特許番号	特許の内容
2015年12月4日	特許第 5847047 号	特殊洗浄具アクアピグ
2016年11月18日	特許第 6041400 号	アクアピグ工法
2017年11月2日	特許第 6232650 号	連続ピグ発射装置

アクアピグ工法による業務実績は、主に全国の水道事業者（自治体）から受託し、官民合わせて 2018 年 3 月現在 36 件受注しており、その累計施工距離は 42,653m となる（2-3）。また、上水道管のみならず、JFEスチール(株)など、民間工場内のパイプラインや下水道圧送管内の洗浄まで業務領域を拡大させている。

表 2-3 これまでの施工実績

施工年	発注者	実績件数*	洗浄目的
2012	茨城県、栃木県	5	マンガンの付着による流量低下の回復、実管路での洗管効果の実演、濁水の解消
2013	岩手県、千葉県、愛媛県、群馬県、栃木県	5	ポンプの吐出水量回復、夾雑物の除去、濁水の解消
2014	大分県、広島県、栃木県	4	濁水の解消
2015	栃木県、岩手県、山梨県、兵庫県、茨城県	7	ポンプの吐出水量回復、濁水の解消、導水管内の堆積物除去
2016	高知県、栃木県、岩手県、愛媛県、大分県、東武鉄道、JFE スチール	7	濁水の解消、導水管内の堆積物除去、排水管閉塞による機能回復、電車洗浄用配管洗浄
2017	高知県、広島県、栃木県、大分県、静岡県、JFE スチール	8	濁水の解消、排水管閉塞による機能回復
合計		36	施工延長：42,653m、売上高：159,470,740 円

※36 件の施工実績のうち、14 件が公開施工による実施。

## (2) 水中ロボット調査清掃工法の概要

提案企業では、水理事業のイメージフロー（図 2-1）にて示すとおり、川上エリアにある配水池の清掃を目的に、下図のような水中ロボットによる調査清掃事業を提供しており、これまでに日本国内において約 300 箇所、容量 60 万 t、床面積 11 万㎡の水槽を施工した実績を有する。

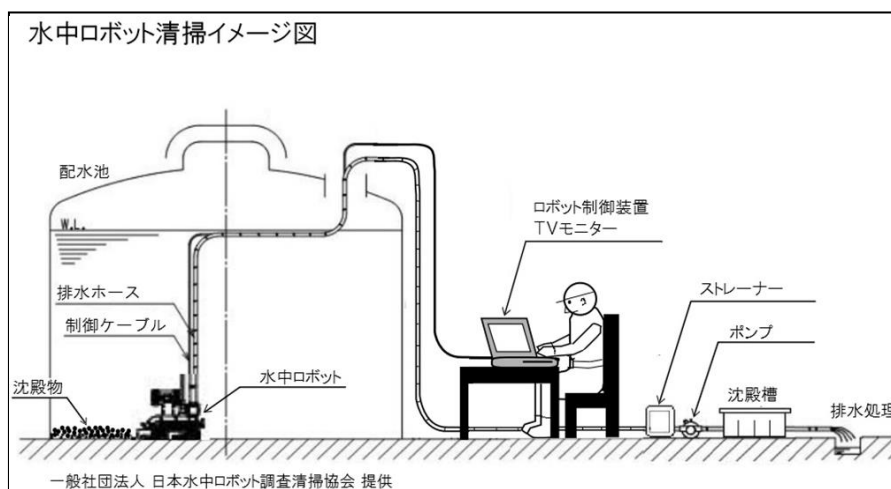


図 2-8 水中ロボット清掃イメージ図

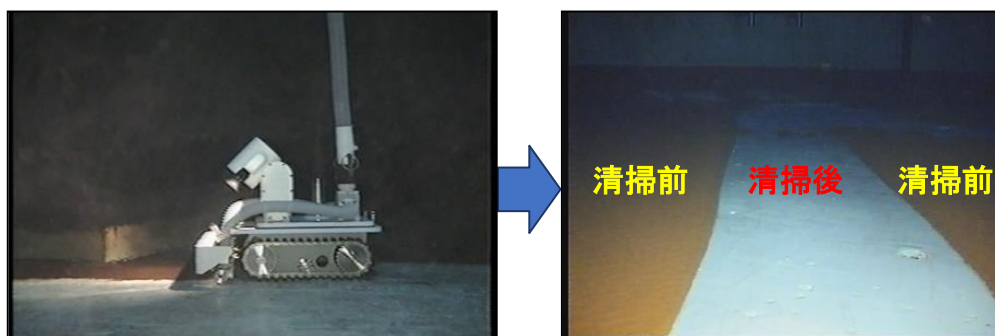


図 2-9 水中ロボットによる配水池内底盤部清掃作業状況

## ■ 特長

- ロボットは開口径 600 mm 以上のマンホール部から、配水池内部へ人力で投入する。
- 外部モニターで遠隔操作し、堆積物を巻き上げずに最適速度で最長 100m 走行し、フロートホースを通して池外に排出することができる。
- 水中用 CCD カメラ搭載で、沈殿状況、内部構造を調査し録画データを記録可能である。
- 不断水工法のため配水池を運転しながら施工可能で、捨て水による無駄が発生しない。
- ロボットはオイルレスで溶出物はなく衛生的で、作業者が入槽しないため労働災害が発生しない安全な工法である。
- 本工法が公益社団法人日本水道協会発刊「水道維持管理指針 2016」P.437 図-8.3.3 に掲載されている。(図 2-8)

## ■ 新型水中ロボットの開発

提案企業は、平成 26 年度補正ものづくり・商業・サービス革新補助金の交付を受け、平成 29 年に広和株式会社（大阪府大阪市）の協力のもとに新型水中ロボットの開発を行った。

配水池等大規模貯水槽の適正な維持管理のために、点検・調査・清掃に求められる水中ロボットの技術的課題として、本体形状寸法・重量、走行性、動作性、耐久性、水密性、安定性、駆動力、登坂力、吸引力等を高度向上化させた、これまでにない高性能品質の新型水中ロボット CUV-40 型を開発し、現在最新鋭 2 機を保有している。

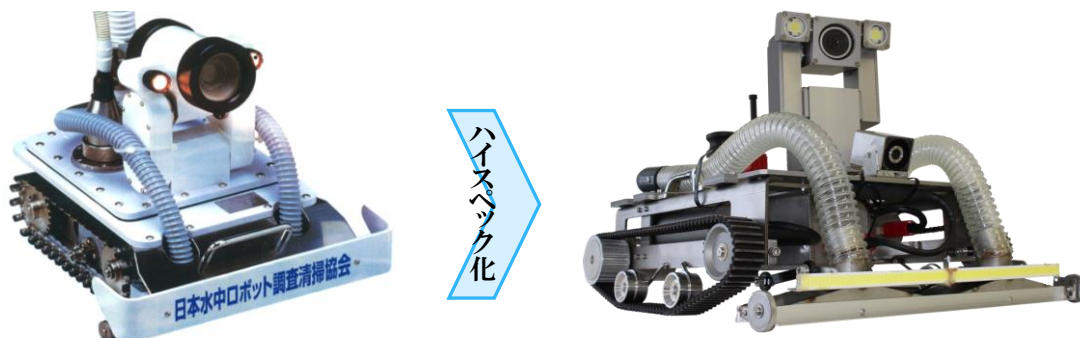


図 2-10 新型水中ロボットの開発

## ■ 海外視察団の受入れ

東南アジア等海外で人口が急増している大都市においては、インフラ整備が追い付かず、一年を通して気温が高いこと、貯水槽清掃に関する根拠法令の未整備等により、必ずしも衛生かつ適正な維持管理がなされているとは言えない状況にある。

いまや水中ロボット工法は海外からも注目されており、東南アジア諸国を中心に水中ロボットの購入や事業に関する問い合わせが増加している。

図 2-11 は、平成 25 年 9 月、タイ王立首都圏水道公社の役員視察団が、日本の先進技術を駆使した大型水槽清掃を研究するため



図 2-11 下野新聞掲載記事

に来日し、提案企業施工中のロボット清掃現場を視察した際の記事である。

水中ロボット調査・清掃工法とは安全面と衛生面を最重要視して考案された工法であり、政府主導によるロボット産業政策を進めている。

提案企業では貯水槽の維持管理に最適な不断水工法として、この増加傾向にある水中ロボットの更なる研究開発と施工品質の向上に努めている。

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

企業機密情報につき非公表

## 2-4 開発課題解決貢献可能性

インドネシア政府は、2019年までに安全な水へのアクセス100%を達成するという政策目標を掲げていたが、都市部への急速な人口増加という社会的背景も相まって、2019年末時点で、本政策目標は未達成である。この事実が、水道セクターにおいては、既存インフラの維持管理よりも、新規インフラ投資へ、より多くの予算を投入することの判断根拠になっているとも推定される。

1999年以降に地方分権化が進められ、給水事業も、県および市政府へ移管が進み、現在も、財務的基盤の弱い事業体が数多く存在する。その結果、既存インフラの維持管理への予算配分は、いっそう困難な場合が多い。プカシ県PDAMは、後にみるように相対的には、財務的能力に卓越した事業体と言えるが、その管轄下の水道管でさえ、敷設後30年以上を経過し、十分に維持管理がなされていない。また、仮に洗浄が行われても配管に清浄水を加圧送水するのみであり、その洗浄効果は不十分である。その結果、配水管内面に、多量の懸濁物質が付着していることは、パイロット事業において確認された通りであり、インドネシア国内の他のPDAMにおいても、状況は、同様と推定される。

本提案技術であるアクアピグ工法は、1回の施行で通常1km以上の延長のパイプ洗浄を行うことが可能であり、その作業効率性の高さは注目に値する。本業務において、パイロット地域の水道管140mの洗浄を行ったところ、洗浄効果は著しく、面的拡大を図るには種々課題が残されているものの、技術面の適用可能性は実証されたと結論づけることができる。

今後、浄水場の出口から給水管までを対象に広域的に本技術を適用して洗浄を進めていくことが必要となるが、計画が実施に移されれば、各家庭における水道蛇口から出る飲料水の水質は改善すると期待される。

アクアピグ工法によるイ国の課題解決策を以下の図表に整理した。

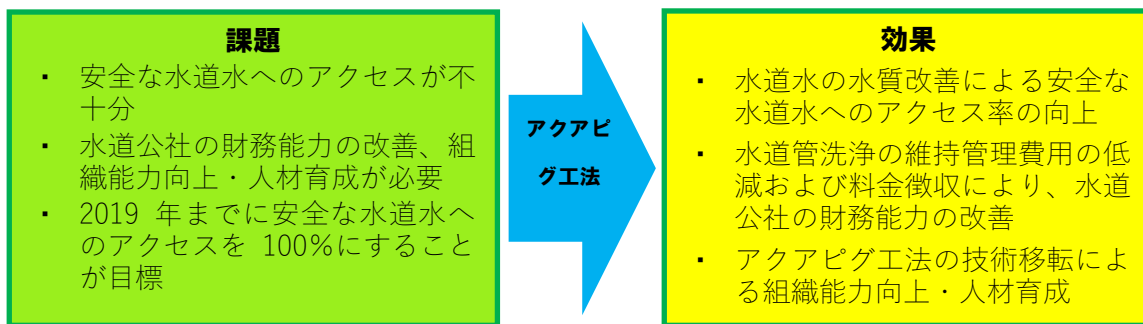


図 2-17 アクアピグ工法によるイ国の課題解決策

表 2-9 アクアピグ工法によるイ国の課題解決策

本提案技術の効果	開発課題解決貢献可能性
水道水の水質改善による安全な水道水へのアクセス率向上	インドネシア政府は、安全な水へのアクセス 100%という目標を掲げ、そのうち6割を配水管によるサービスにより達成する計画である。インフラ整備により達成可能な給水人口の増加に加え、アクアピグ工法は、飲料水の安全性確保に重要な前提条件を整える技術と位置付けられる。
PDAM の財務能力改善	近年ボトル水等の消費が増加している現実の中で、本提案技術の適用によりもたらされる水質改善効果は、水道利用者の顧客満足度向上、さらには水道サービスへの支払意思額の向上に結びつき、水道公社の財務能力改善に役立つと期待される。
セクターの能力向上	水道サービスの質の改善は、官と民がそれぞれお互いの強みを生かし、最適な公共サービスの提供を実現していくことが重要であり、本提案技術の導入には、必ずしも公共セクターが独立して取り組む必要はなく、個別委託あるいは第三者委託等の連携携帯により、本セクターの能力向上が期待できる。

## 第3章 ODA案件化

### 3-1 ODA案件化概要

ブカシ県 PDAM 等と共同し、アクアピグ工法の技術移転を通じて、本工法の標準化のための普及・実証・ビジネス化事業を提案する。

組織面および財務面の健全性を考慮し、事業実施地域はブカシ県とし、カウンターパートは、現時点では、ブカシ県、ブカシ県 PDAM およびその支所、公共事業住宅省水供給システム整備局、BPPSPAM、BTAM、PERPAMSI を想定している。

なお、ブカシ県は、首都ジャカルタの東部に隣接する人口約 260 万人のベッドタウンで、面積が 210.5km<sup>2</sup>、水道普及率は 24%、水道管の総延長は 2,000km であり、261,921 世帯に水を供給している。

現時点で、提案を検討している普及・実証・ビジネス化事業は、「ブカシ県 PDAM での技術移転を通じ、アクアピグ工法の標準化・普及を促進させ、良質な水道水を供給する体制構築を支援する」ことを目的とし、具体的な成果は、以下の 8 つを想定している。これらは、今後の協議に基づき優先成果を選定していく計画である。

- 成果 1： アクアピグ工法がインドネシア標準規格(SNI)に登録される
- 成果 2： PDAM ブカシでのパイプメンテナンス計画が作成される
- 成果 3： アクアピグ工法の標準作業手順書が作成される
- 成果 4： アクアピグ工法の有効性が実証される
- 成果 5： アクアピグ工法の標準仕様書が作成される
- 成果 6： アクアピグ工法のトレーニング施設が導入される
- 成果 7： アクアピグ工法の普及活動が実施される。
- 成果 8： 訪日研修を実施し、アクアピグ工法がより理解される

現地への技術普及により種々のプラスの効果が期待されるが、製品・サービスが模倣されるリスクもあり、対策の検討も重要である。

また、本事業を実施により、水道水の水質の改善、新しい配管内洗浄工法の獲得、住民からのクレームの減少等の直接的便益が発生すると期待される。

#### PDAM ブカシの特徴

- ・ 無収水率は、浄水処理場で 5%、配水で 27%。
- ・ ブカシ県全域で水道管の老朽化、漏水、水圧不足、水質（特に濁度）が課題。
- ・ ブカシ県 PDAM では、職員が週 2 回濁水の排水作業（フラッシング）を行っている（人件費・水のロス）。
- ・ 配水は、高低差を利用した重力式ではなく、ポンプにより行っている。
- ・ ブカシ県 PDAM の 2016 年度の売り上げは約 30 億円で、税引後利益は 2 億 8 千万円。財務状況は良好。
- ・ BPPSPAM の評価では、ブカシ県 PDAM は「健全」と類型<sup>1</sup>



### 3-2 ODA 案件内容

提案する普及・実証・ビジネス化事業の内容を表 3-1 に示す。ただし、現在提案する活動内容については、C/P との協議により絞り込むことを想定している。

表 3-1 普及・実証・ビジネス化事業（案）の PDM

目的：	ブカシ県 PDAM での技術移転を通じ、アクアピグ工法の標準化・普及を促進させ、良質な水道水を供給する体制構築を支援する	
成果：		活動：
成果 1 アクアピグ工法がインドネシア標準規格(SNI)に登録される		活動 1-1 標準規格への登録・承認手続きを確認する 活動 1-2 提出書類を準備する 活動 1-3 SNI 承認を受ける
成果 2 PDAM ブカシでのパイプメンテナンス計画が作成される		活動 2-1 PDAM ブカシの配管網を確認する 活動 2-2 既清掃記録を確認する 活動 2-3 アクアピグによる清掃計画を作成する
成果 3 アクアピグ工法の標準作業手順書が作成される		活動 3-1 標準作業手順書、安全管理マニュアルを作成する 活動 3-2 標準作業手順書に基づき、PDAM 職員に技術移転研修を実施する 活動 3-3 標準作業手順書、安全管理マニュアルを関係組織と共有する
成果 4 アクアピグ工法の有効性が実証される		活動 4-1 パイロットテスト計画を作成する 活動 3-2 パイロットテストに必要な機材を導入する 活動 4-3 パイロットテストを実施する 活動 4-4 アクアピグ工法による有効性を検証する
成果 5 アクアピグ工法の標準仕様書が作成される		活動 5-1 標準仕様書を作成する 活動 5-2 標準仕様書を関係組織と共有する
成果 6 アクアピグ工法のトレーニング施設が導入される		活動 6-1 BTAM にトレーニング機材を導入する 活動 6-2 トレーニングマニュアルを作成する 活動 6-3 トレーニング計画を作成する 活動 6-2 BTAM へのトレーナー's トレーニングを実施する
成果 7 アクアピグ工法の普及活動が実施される。		活動 7-1 プロモーションマテリアルを作成する 活動 7-2 PERPAMSI 等と共同し、機関紙・Web 等へ資料を掲載する 活動 7-3 他都市の PDAM を招聘しセミナーを開催する
成果 8 訪日研修を実施し、アクアピグ工法がより理解される		活動 8-1 研修計画を作成する 活動 8-2 対象職員を選定する 活動 8-3 訪日研修を実施する

なお、SNI 認証は、上水分野について、水道メーター、水道管の認証の規格を満たし、国民の健康と生命にかかわる製品は、特に認証が重要となる。今後の調査において、バンドンの公共事業・国民住宅省居住総局の外郭機関「Puslitbang Perumahan dan Permukiman」等で、これら情報を、確認することを計画する。

### 3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

C/P は、図 3-1 に示す通り、ブカシ県、ブカシ県 PDAM およびその支所、公共事業住宅省水供給システム整備局、BPPSPAM、BTAM、PERPAMSI を想定する。役割は、機材の運営維持管理の予算配分と人員サポート、技術移転の実施、許認可関係のサポート、プロモーション支援とする。2016 年度から現在までのブカシ県 PDAM および関連組織との協議結果を示す。これまでの協議の結果、PU を通してブカシ県へ協力を取り付ける方法が、ブカシ県 PDAM より提案されている。

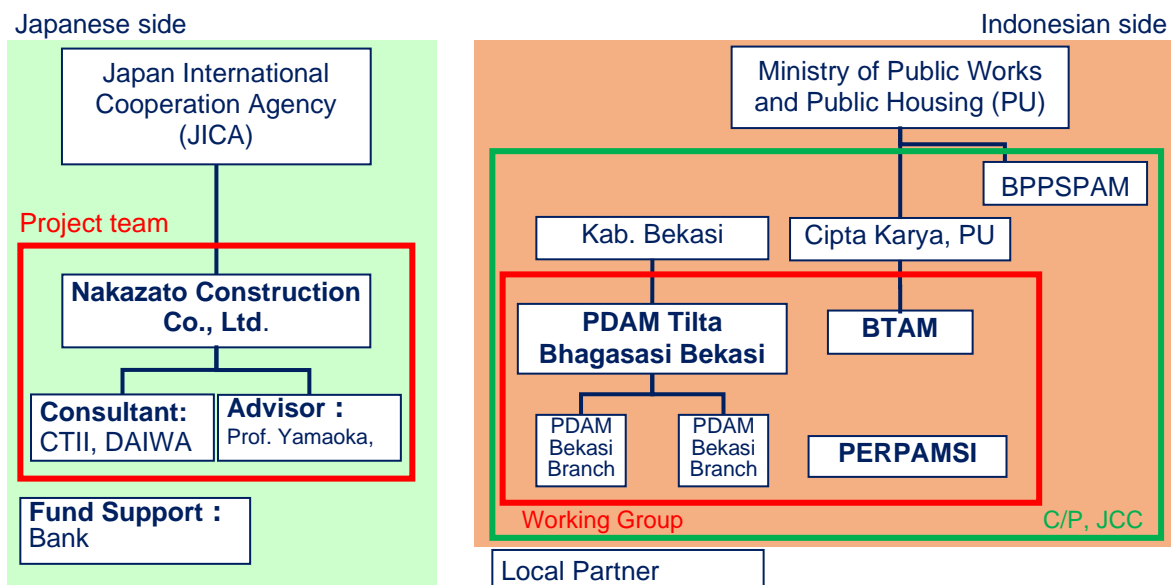


図 3-1 普及・実証・ビジネス化事業における実施体制

表 3-2 これまでの準備状況

年月	訪問先／調整先	これまでの取組み内容
2016年12月	PU 水供給システム整備局 ABS MANDIRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>本技術および国内での事業実績説明</li> <li>イ国の水供給の組織、予算および水供給の技術的課題の把握</li> <li>ジャカルタ市内の浄水場および水道管を視察、維持管理の課題を認識</li> </ul>
2017年2月	PU 水供給システム整備局 BTAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>PU から正式な依頼を受け、水供給設備の洗浄工法の詳細な説明を実施</li> <li>トレーニングセンターで、現地での予備試験の可能性を協議</li> <li>テスト施工の場所と設備の提供の検討</li> </ul>
2017年11月	ブカシ県 PDAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査および公開施工の許可についての確認書受領</li> </ul>
2017年12月	ブカシ県 PDAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブカシ県の水道の水質検査実施および水道の現状と課題を把握</li> </ul>
2018年2月	ブカシ県 PDAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件化調査における公開施工について確認書受領</li> </ul>
2019年3月 案件化調査-第1回 現地調査	BPPSPAM PERPAMSI ブカシ県 PDAM 民間企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業概略説明</li> <li>民間連携可能性ヒアリング</li> </ul>
2019年6月 案件化調査-第2回 現地調査	BPPSPAM PERPAMSI ブカシ県 PDAM JETRO 民間企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>公開施工協議（実施体制、招聘者等）</li> <li>外資参入条件調査</li> <li>民間連携調査</li> </ul>
2019年7月 案件化調査-第3回 現地調査	ブカシ県 PDAM 投資庁 民間工業団地	<ul style="list-style-type: none"> <li>公開施工の実施</li> <li>普及実証事業体制協議</li> </ul>

### 3-4 他 ODA 事業との連携可能性

本提案技術は、これまでのイ国における JICA による ODA 事業の成果を活用すると、下記のようなシナジー効果が期待できる。

表 3-3 既存 ODA 事業との連携の可能性

シナジー効果	JICA 事業
日本の支援で整備した配水管が老朽化し、水質が悪化しているため、アクアピグ工法で洗浄・再生	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャカルタ上水道第 2 期計画（緊急事業、第 1 次事業）（円借款事業：1985~1994）</li> <li>ジャカルタ上水道配水管網整備事業（円借款事業：1990~1997）</li> </ul>
GIS 等を活用した地下の管路情報が整備されているため、洗浄の施工計画の検討が可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方給水プロジェクト（JICA、2006 年 12 月）</li> <li>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（JICA、2016 年 9 月）</li> <li>草の根技術協力（無収水率改善）バンドン市、マカッサル市（実施中）</li> </ul>
配管の老朽化と財務的な課題を解決可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>イ国・スラバヤ市民のための安全な飲料水供給と水質改善に関する調査（草の根技術協力、2017/3）</li> </ul>
水道管内の堆積物の除去による <ul style="list-style-type: none"> <li>管内の腐食の進行鈍化、漏水の防止</li> <li>水道管内の濁水除去作業の負担軽減（無駄な人件費・水の削減）→無収水対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャカルタ地盤沈下対策:地盤沈下対策の 1 つが無収水対策</li> </ul>

### 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成における課題・リスクと対応策を表 3-4 に示す。

表 3-4 想定される課題・リスク

リスクの分類	考えられるリスク	対応策
外部環境	薬物・銃器による犯罪。	犯罪が発生する可能性が高い地域には立ち入らない。事前に JICA インドネシアなどから情報を収集する。

### 3-6 環境社会配慮等

現時点では、該当しない。

### 3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

本提案企業が開発した配管の洗浄方法は、パイプ内表面に固着する懸濁物質を除去することが可能であり、その結果、飲料水の水質改善と供給水量の増大をもたらす技術である。アクアピグ洗浄は、この目的のために非常に効果的な配管の洗浄方法であるが、現時点で、その費用の予算化を直ちに行うことができる PDAM は限られている。そのことは、地方分権法により水道事業が地方政府に委ねられ、資金のない PDAM が存在することの帰結でもある。その結果、水へのアクセスの向上という PU の政策目標の達成は、特別な政策介入がない限り迅速に実現することは困難である。

本案件化調査では、パイロット的に 140m の水道管でその効果を実証することができた。しかし、現状の多くの PDAM の財務的負担能力から判断して、現場の技術者が、各 PDAM の所長等の意思決定者を説得できるほどの経験・理解には至っていない。

提案された ODA 案件は、提案技術の品質に対する信頼醸成を促し、計画的な施工の実施および技術のより広い認知度を促進すると期待される。本 ODA 案件の実施により、早期にアクアピ

グ洗浄を予算化できる下地ができると期待され、これにより財政的負担能力が低い PDMA に対しても、比較的安価な技術的代替案としてアクアピグ工法を推奨する前提が整うと評価される。

## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

提案企業では、対象国における事業分野として、公共部門では、全国に展開する水道公社(以下、PDAM)とし、また民間部門では日系工業団地の運営管理会社を顧客としてビジネス展開を計画する考えである。

公共部門では全国で約380カ所のPDAMが、地方行政の傘下で運営されているが、ビジネス計画では、本調査を通じてニーズを確認したブカシ県が属する西ジャワ州の23箇所を当面の市場とする。また、同時に観光業を産業の基盤とし経済活動が活発で、住民の水質への関心も高いと想定されるバリ州のPDAMも市場となる可能性が高いと想定した。

本調査を通じて、西ジャワ州の複数のPDAMにとって、提案企業によるアクアピグ工法により給水管を洗浄するというメンテナンスは新しい考え方であり、現在のところ競合は存在しないと同時に、既存の市場も存在していないことを確認した。このため、現在PDAMが支出しているメンテナンス・コストの一定割合を、PDAMの収益に影響を与えない程度で、アクアピグ工法によるメンテナンスとして実施することを想定し市場規模を推計した。事業開始時では、ブカシ県PDAMで約5億ルピア(約400万円)の事業予算の確保は可能と考えており、将来的にアクアピグ工法が、西ジャワ州の各PDAMへ普及し、認知度が向上すれば約45億ルピア(約3,500万円)の市場となると推定した。またバリ州においても、約20億ルピア(約1,500万円)と西ジャワ州の半分程度の市場規模が推計される。

また民間の事業分野では1990年代より建設が進められてきた工業団地を管理する運営管理会社では、工業用水向け給水管の根本的なメンテナンスは行っておらず、給水管の洗浄による水質改善のニーズを確認した。さらには、提案企業が日本国内で展開する貯水タンク内のロボットによる洗浄についても高い関心を確認した。その他、近年開発された高級住宅地においても、既に供給される生活用水に対する住民からの改善要請が生じており、これら民間部門でも提案技術を活かした運営管理会社向けの事業展開の可能性があると判断した。

一方で、提案企業が現地拠点を設立する場合には、外資系建設事業者としての外資比率上限68%の規制のほかに、建設ライセンスを取得するための純資産額500億ルピア(約3億8,750万円)を確保する必要があること、また外資系建設事業者として受託できる工事の最低金額も、提案企業が提供を想定する工事金額とは、大きく乖離することから、現地法人の設立は非常に困難であるとの考えに至った。

このため、公共部門での事業展開においては、工事発注者となるPDAMと提案企業のパートナーとなる現地建設会社が工事請負契約を締結した上で、提案企業と現地建設会社の間で、工事の一部を再委託とすることでサービスを提供できると考えている。ただし、実際に提案企業の従業員がインドネシアで工事をするためには、再委託契約に基づき従業員を派遣し、工事の管理・指導を行う必要がある。その中では、パートナーとなる現地建設会社が外国人の就業許可と就労ビザの取得できるかの確認が肝要となる。このため、パートナーとなるインドネシア資本の現地工事会社に対しては契約前に十分な協議・確認を行う必要がある。

なお、民間部門の場合は公共部門と異なり、直接、運営管理会社と提案企業が直接契約を締結することによりサービスを提供するという事業スキームが可能であることを確認した。



#### 4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

提案企業のビジネス展開が拡大することで、以下の開発効果が期待される。

- ◇ 安全な水道水へのアクセスが不十分という課題に対し、水質改善による安全な水道水へのアクセス率を向上させるという効果が期待される。現在の水道水質への住民の評価は総じて低く、これが PADM の顧客となる水道水を購入する世帯を増加させることへの障害の一因となっている。提案企業のビジネス展開が拡大することで、当該地域の水道水の水質改善が進めば、既存の顧客へ供給する水道水へ安全な水を供給できる。のみならず、PADM が改善した水道水質の安全性を積極的に地域住民に知らしめ、水道水を購入する世帯が増えることで、安全な水道水を利用する国民を増やすことが可能となると考える。また、提案企業ではイ国での事業展開の実績を基に、将来的には周辺国への展開も視野に置いており、安全な水道水の確保が開発課題となっている周辺国においても同様の開発効果が見込まれる。
- ◇ PDAM の財務改善、組織・人材育成の必要性の向上という課題に対しては、上述の水道水質の改善による利用者の増加に応じて、水道料金の増収が期待できる。あわせて、給水管の洗浄により、給水管の利用可能期間を延長することで管の交換費用を削減する効果が見込まれる。あわせて現在従業員が水質確保のために実施している水道水の排出作業の頻度を低減することが可能と考える。これにより限られた維持管理予算を有効に利用し、PDAM の収入増加と費用削減による財務体質の改善が期待されると同時に、保有する給水管の維持管理を進め、資産の劣化を防ぐことか見込まれる。

#### 4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

##### (1) 現時点での日本国内の地元経済・地域活性化への貢献

- ・ 「平成 23 年度栃木県ものづくり強化補助金」及び「平成 25 年度中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業に係る補助金」の採択により、実流実験管路を建設した研究所「中里建設水理研究開発センター」を開設。
- ・ 2018 年 2 月に、栃木県の地域経済や地域経済の活性化に貢献した功績により、栃木県知事から「キラリと光るとちぎの企業表彰」受賞、めぶきフィナンシャルグループからは、2017 年 6 月に「アクアピグ工法の発展拡大による創業 100 年に向けたビジネスモデル」が奨励賞、2018 年 4 月にも群馬銀行から「ぐんぎんビジネスサポート大賞」で優秀賞を受賞。
- ・ 宇都宮大学は、栃木県の地域志向教育研究支援事業 (H28 地 (知) の拠点整備事業) として、中里建設(株)の海外展開のための研究支援を実施してきた。本研究成果は、地域経済振興や大学教育のための基礎情報として地元へ還元・活用される予定。

##### (2) 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

提案企業が水理研究開発センター内に備える総延長 300m に及ぶ実流配管実験装置は、国内屈指の規模を誇る施設であり、本施設を官民間問わずに開放して、更なる技術の高度化を目指した各種実験の取り組み等、産官学共同による研究開発を促進するシナジー効果を高めていく考えである。とくに

当該国で特有の新たな課題が見つかった場合は、宇都宮大学と協力して解決方法を研究することを可能にしている。

また本調査でアクアピグ工法の信頼性を説明した際に、現地関係者から高い関心を集めた施設であり視察を希望する声が多く、関係者を含めて適切なテーマを設置して視察を企画することが出来れば、地域の中小企業の製品や技術へのニーズを掘り起こすことも可能と考える。

アクアピグ工法に必要なアクアピグは、アキレス株式会社（本社：東京）の栃木県足利工場に製造委託している。本調査を通じて、現地拠点の設立には一定規模の資本が必要となることが明らかになり、製造拠点の設置を想定した投資となる可能性がある。アクアピグの現地製造までには、大規模な需要開拓が必要となるが、実際に現地製造を検討する場合には、アキレス株式会社との関係も含めて、国内地元産業の活性化に貢献する。

将来的に現地拠点を設立するための資金調達にあたっては、十分な検討進めていくにあたっては地域金融機関とも協力関係を強化し、栃木県の「地方創生」に役立つと考えている。



## Summary

### Chapter 1 Development Issues of the Country

Urban population density in the Republic of Indonesia (hereinafter referred to as Indonesia) increased sharply, which has aggravated accessibility to safe drinking water of the people. Investing records indicate heavy focus on its water infrastructure such as drinking water pipes and associated structures. It is, however, observed that spending on infrastructure was realized at the expense of curbing the budget for maintaining existing infrastructure.

Common challenges of the local government owned water utility organization (Perusahaan Daerah Air Minum, hereinafter referred to as PDAM) include: 1) weak financial position due to rapid devolution of the service to local governments; and 2) extensive use of obsolete water pipes laid in the 1980's and the 1990's, which is compounded by poor planning and delivery of maintenance service, among others.

The Indonesian Ministry of Public Works and Housing (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, hereinafter referred to as PU) has set a national target of universal access to water supply and sanitation by 2019. However, it is apparently unmet. The current status of PDAMs therefore requires various interventions: 1) to enhance financial positions; 2) to promote PPP approach in water service delivery; and 3) to underpin their efforts by developing organizational capacity and skill for rendering the service.

The latest Operation Plan of the Country Development Cooperation Strategy of the Government of Japan toward Indonesia (September 2017) identified a Living Environment Improvement Programme. The programme is designed to improve the quality of life by two key approach: 1) promoting water supply and sanitation investment and adequate waste disposal or treatment, improving water quality of river and oceans; and 2) strengthening institutional, organizational capacity along with enhancement of skills of local governments in managing facilities.

### Chapter 2 Proponent and its Product

AQUAPIGGING is a pipe cleaning technology to remove deposits in water pipes by physical friction generated by an aquapig, urethane foam cleaning device with greater elasticity, traversing in pipe network by pressured water. It improves quality of drinking water and enhances transportation capacity of a water pipe. It is a proven and unique technology developed in Japan with a track record in the Japan's market for cleaning water pipes of a total distance of 42,653 m. In addition to AQUAPIGGING, significant needs on use of under-water robot were identified for cleaning reservoirs. The main text of the report therefore provides fundamental information on the technique supported by the proponent.

In this project, a one-day workshop was convened on 1<sup>st</sup> August 2019 in close collaboration with PDAM<sup>5</sup> Kabupaten Bekasi. A section of water pipe with 140 m distance was chosen as the pilot site to demonstrate cleaning efficiency of AQUAPIGGING. It lies along Jl. Sulawesi which is under the jurisdiction of a regional office in Setia Mekar of the PDAM. The participants included the representatives of major PDAMs in West

---

<sup>5</sup> PDAM Tirta Bhagasasi Bekasi is commonly referred to as PDAM Kabupaten Bekasi or PDAM Kab. Bekasi as its abbreviation in this report.

Jawa. After the demonstration, the participants moved to Balai Teknik Air Minum (hereinafter referred to as BTAM) to discuss applicability of AQUAPIGGING to water supply service in Indonesia. The major findings and lessons learned are as follows:

- (1) Ductile cast-iron pipe is the major materials in Japan's water supply pipes. In contrast, polyvinyl chloride pipe is often used in Indonesia for water supply. It is also noteworthy that there are many obsolete pipes left unreplaced in Indonesia. The said conditions would involve a risk of structural failure in applying AQUAPIGGING. Considering the facts that there are limited number of experienced service providers and presumably there are poorly connected pipes, it also involves a risk of leakage in plumbing joints. However, it was observed that the risks may be reduced by technical measures to operate all the cleaning procedure under 0.02MPa by installing a regulation valve at the launcher section of aquapig.
- (2) In the demonstration, the number of cleaning process was limited to three times due to time constraints. However, it was observed that more cleaning process should have been repeated to reach satisfactory status of the cleanliness of discharge wastewater because the pipes have been used for more than 30 years without any cleaning service. It is also presumed that the degree of the sediment deposition in pipes is almost equivalent in other part of the country. Considering the needs for low pressure cleaning process, more cleaning process should be repeated than conventionally practiced in Japan.
- (3) It was recognized that acquiring permission from relevant authorities such as police and local governments require a long time, which indicates needs for adequate planning process for rendering the cleaning service.
- (4) It was also recognized that the necessary permissions vary depending on the localities.
- (5) Limited information on underground pipe location prevents efficient operation of the service. Expert judgement of the PDAM's engineers needs to be exercised to identify the locations of pipes in the foreseeable future.
- (6) In the areas such as Bali and Bandung where there is a marked difference in elevation, attention should be paid to regulating water pressure in applying AQUAPIGGING. It may also require an adequate level of prior technical guidance.
- (7) Surface corrosion of ductile cast-iron pipe often damages aquapigs physically. It was, however, realized that the cleaning of polyvinyl chloride pipe does not cause significant damage on aquapigs, which would provide an incentive for users to use aquapigs repeatedly. Significant permeability of aquapigs allows penetration of fine particles which would stay within aquapigs. This would result in loss of elasticity, the most important feature, of aquapig. Adequate technical guidance is needed to address the issue.
- (8) In the demonstration, endoscopic examination of the selected pipe was carried out to detect any unauthorized connections prior to the cleaning service. There may be circumstances wherein a decision to abort cleaning plan should be made when there are many unauthorized connections.

During the demonstration of AQUAPIGGING, samples of water were taken for laboratory analysis to determine, among others, the relationship between sediments and water quality. Major findings of the analysis are as follows:

- (1) A quick hike of turbidity was observed upon the injection of an aquapig. It is most likely inferred that

the hike was caused by removal of deposits in the water pipes as a result of physical friction generated by the aquapig traversed in the pipe network. It indicates that a considerable amount of sediments was retained on the internal surface of the pipes.

- (2) Total Dissolved Solid, TDS, in the sampled water was detected at approximately 230mg/L. Considering the fact that drinking water in Japan contains TDS mostly at 100 mg/L, drinking water in Bekasi contains a higher electrolyte.
- (3) For metals in water, all the parameters exhibited elevations of their content upon the injection of an aquapig. Among the metals, aluminium and manganese observed to be increased significantly. The high content of aluminium and manganese is a unique feature of water in Bekasi as a contrast to the water in Japan containing a higher iron.
- (4) An analysis of COD (Chemical Oxygen Demand) and Organic Matters indicates a probable occurrence of bacteria and other organic matters in the sediments in water.

The pilot-base application of AQUAPIGGING to the water pipes in Bekasi exhibited significant efficacy in removing sediments. Although there still remain challenges for an area-wide application of the technology, the project has succeeded in demonstrating the technical feasibility. It is appreciated that AQUAPIGGING would: 1) enhance safe water accessibility by means of significant improvement in quality of water delivered by PDAMs, 2) increase customer satisfaction and enhance willingness to pay, which would resultantly improve PDAMs' financial positions, and 3) increase the overall capacity of PDAMs through promotion of PPP approach.

An approach to the business development by leveraging the ODA scheme is designed and proposed hereunder. The proponent intends to prioritize the private business development considering the constraints in manpower. Furtherance of the proposed ODA Project will be pursued in the course of implmenering the private business.

### Chapter 3 ODA Project Formulation

Considering strength and financial capacity of the relevant organizations, Kabupaten Bekasi was selected as its project area. The counterpart agencies would include 1) Kabupaten Bekasi, 2) PDAM Kabupaten Bekasi and its regional offices, 3) PU 4) Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM), 5) BTAM and 6) Persatuan Perusahaan Air Minum Indonesia (PERPAMSI).

An objective of a project envisioned to materialize the business development is to underpin the PDAM's initiatives for providing quality drinking water to the users by way of promoting technology transfer; standardization and dissemination of AQUAPIGGING. The said objective will be achieved by generating the following eight (8) outputs. Major activities to generate the outputs are also identified.

- |             |  |
|-------------|--|
| Output 1    | AQUAPIGGING is approved by SNI, the Indonesian National Standard |
| Activity1-1 | Support and verify the process for approval as SNI               |
| Activity1-2 | Prepare documents needed for SNI approval                        |
| Activity1-3 | Pursue and attain SNI approval                                   |
| Output 2    | A pipe maintenance plan is developed                             |
| Activity2-1 | Identify pipe layout network of PDAM Kab.Bekasi                  |
| Activity2-2 | Compile information on cleaning records                          |

- Activity2-3 Prepare a Cleaning Plan by AQUAPIGGING
- Output 3 : A standard operation procedure of AQUAPIGGING is prepared
  - Activity3-1 Prepare Standard Operation Procedure (SOP) and Safety Management Manual (SMM)
  - Activity3-2 Implement Technology Transfer Training based on the SOP
  - Activity3-3 Share SOP and SMM with relevant authorities
- Output 4 : AQUAPIGGING is technically verified
  - Activity4-1 Prepare a Pilot Test Plan
  - Activity4-2 Procure necessary equipment for Pilot Testing
  - Activity4-3 Implement Pilot Test
  - Activity4-4 Verify AQUAPIGGING by analyzing the results of Pilot Test
- Output 5 : A standard specification of AQUAPIGGING is documented
  - Activity5-1 Prepare Standard Specification of AQUAPIGGING
  - Activity5-2 Share Standard Specification of AQUAPIGGING with relevant authorities
- Output 6 : A set of training facility on AQUAPIGGING is provided
  - Activity6-1 Procure a set of training facilities at BTAM
  - Activity6-2 Prepare Training Manual
  - Activity6-3 Develop Training Plan
  - Activity6-2 Organize and implement Train's trainers' program
- Output 7 : AQUAPIGGING is disseminated
  - Activity7-1 Prepare promotion materials
  - Activity7-2 Upload information on AQUAPIGGING on the periodicals and website of PERPAMSI
  - Activity7-3 Convene seminars for PDAMs in other part of the country
- Output 8 : Knowledge on AQUAPIGGING is deepened by means of training in Japan
  - Activity8-1 Prepare a Training Programme
  - Activity8-2 Nominate the training Participants
  - Activity8-3 Implement the training in Japan

The project will generate a wide range of positive impacts on the business development; however, it may also lead to widespread use of copies of the service. Measures to combat such imitation products needs to be designed and implemented.

Meanwhile, it is noteworthy that the project is expected to generate diverse direct benefits such as improvement of water quality, acquisition of cleaning methods, reduction of customer complaints.

#### Chapter 4 Business Development Plan

There are two major streams as prospective clients of the business, namely: 1) PDAMs over the country for its public sector service and 2) operators of Japanese Industrial Estates as its private sector service.

In the public sector service, the business plan prioritizes the PDAMs in West Jawa as its clients among the three hundred eighty (380) PDAMs, operated under local governments, over the country. In addition, the PDAMs in Bali province would be targeted as well in consideration of its flourishing tourism industry and the potentials of users' high interests on drinking water quality.

For the targeted PDAMs in West Jawa, use of AQUAPIGGING for cleaning water pipes is recognized as a

new service area, which has led to a deduction that there are no business competitors and concurrently no market *per se*.

Accordingly, an estimation of the market size was performed under key assumptions: a certain portion of the current budget of PDAMs for pipe maintenance is allocated to pipe cleaning service delivery by AQUAPIGGING without significant fiscal impacts on the PDAM's operation. In the simulation analysis, it was estimated that the total amount of contract with PDAM Kab. Bekasi would stand at Rp. 500 million, equivalent to approximately JY 4.0 million, in the initial year; and eventually it would reach Rp. 4.5 billion, equivalent to JY3.5 million, when AQUAPIGGING attains more recognition by PDAMs in Wet Jawa.

An analogous estimate for Bali Province indicated that the size of the market would reach Rp. 5.0 billion, equivalent to approximately JY3.8 million, when the technique attains broader recognition.

An analogous estimate for Bali Province, by regarding PDAM Kab. Badung and Kota Denpasar as prospective clients, indicated that the size of the market would reach Rp. 20 billion, approximately JY15 million, when the technique attains broader recognition. The size of the market in Bali Province is seen equivalent to the half size of West Java.

Meanwhile, it was judged infeasible to establish a business entity by the proponent due to a number of restrictions on foreign investment in addition to the foreign investment cap of up to 68%: 1) acquisition of a construction license requires an investors a minimum net assets at Rp.50 billion, equivalent to JY 387.5 million, under the law in force; and 2) there is a significant deviation in the minimum amount of contract specified in the relevant regulations from the prospective contract value estimated by the proponent. Therefore, it was proposed to render the service by making a subcontracting agreement with a local business partner which signs a service contract with PDAMs for cleaning water pipes.

However, it is also noteworthy that a staffing service contract has to be signed with the local business partner for employees of the proponent to work in Indonesia; and a license agreement has to be signed on use of AQUAPIGGING by the local partner. In addition, it is also necessary to confirm if the local partner is able to acquire 1) work permit and 2) working visa for foreigners. In this context, the proponent undertakes consultation and evaluation of various Indonesian Capital Construction companies to discuss potential business schemes and major conditions of business partnering agreement to identify a prospective business partner.

In addition, the proponent had consultation meetings with Japanese engineering firms and operators of Japanese industrial estates as potential business partners. As a result, the proponent identified diverse needs in maintaining industrial water supply pipe networks managed by the operators.

Recognizing the diverse needs in the private sector, three types of business operation plans were developed, namely, for 1) PDAMs Water Pipe Cleaning Service by use of AQUAPIGGING, b) Area-wide planning service for water pipe cleaning of PDAMs by using endoscopic camera and c) Tank-cleaning service for operators of Japanese industrial estates.

Since each of the business plans has differing operating conditions, the simulation analysis of the business was performed by adopting a standard unit cost of work under key assumptions on number of contracts. A certain amount of profit is expected to be generated in proportion to total earnings in the initial and subsequent

years of the operation because it requires neither any types of large-scale initial investment nor recurring fixed expenditure incurred by installation of office and employment; and each of the business contracts will be made at a contract price beyond the break-even point of the business.

The proponent shall pay withholding tax under the law in force in Indonesia upon the remittance of the remuneration because it delivers the service without any local subsidiary entity. The proponent should be closely informed on the taxation regime through the local tax accounting firm to minimize any profit loss because it may be recognized to hold any permanent establishment (P.E.) as scaling up of the business operation and thereby imposed 20% withholding tax service as against the service remuneration. It was also recognized that training of Indonesian personnel is necessary as specialized engineers for delivering the service. However, it is also noteworthy that the human resource development should not be limited to the area of technical skill, instead, it requires a broader capacity development for management and administration for full-service delivery and entails a mid-term plan of operation.

添付資料

企業機密情報につき非公表