

インドネシア国

インドネシア国
漏水防止パッキンによる水道公社
向け無収水対策に係る
基礎調査

業務完了報告書

2022年10月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

協和工業株式会社

関西セ
JR
22-012

<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.

目次

地図.....	1
図表リスト.....	2
略語表.....	3
案件概要図（和文）.....	4
案件概要図（英文）.....	5
要約.....	6
はじめに.....	8
1. 調査名.....	8
2. 調査の背景.....	8
3. 調査の目的.....	8
4. 調査対象国・地域.....	8
5. 契約期間、調査工程.....	9
6. 調査団員構成.....	10
第1 対象国・地域の開発課題.....	11
1. 対象国・地域の開発課題.....	11
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	15
(1) 開発計画.....	15
(2) 政策.....	15
(3) 法令等.....	15
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	15
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	16
(1) 我が国の ODA 事業.....	16
(2) 他ドナーの先行事例分析.....	16
第2 提案法人、製品・技術.....	17
1. 提案法人の概要.....	17
(1) 企業情報.....	17
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ.....	17
2. 提案製品・技術の概要.....	17
(1) 提案製品・技術の概要.....	17
(2) ターゲット市場.....	19
3. 提案製品・技術の現地適合性.....	19
4. 開発課題解決貢献可能性.....	19
第3 ビジネス展開計画.....	21
1. ビジネス展開計画概要.....	21

2. 市場分析	21
3. バリューチェーン	21
4. 進出形態とパートナー候補	22
5. 投資環境、規制・許認可	22
6. 収支計画	22
7. 想定される課題・リスクと対応策	22
8. 期待される開発効果	22
9. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	22
(1) 関連企業・産業への貢献	22
(2) その他関連機関への貢献	22
1. 連携が想定される ODA 事業	23
2. 連携により期待される効果	23
参考文献	24
別添資料	25

地図



出典： <http://www.sekaichizu.jp/>より調査チームが作成

図表リスト

図 1	インドネシアにおける水道業界の事業スキーム.....	11
図 2	日本における配管材質と漏水要因の推移.....	13
図 3	対象国が抱える課題の相関イメージ.....	14
図 4	LSP フランジ結合補強具の構造.....	18
図 5	非公開	
図 7	非公開	
図 8	非公開	
図 9	非公開	
図 10	非公開	
図 11	非公開	
表 1	主な無収水の要因.....	12
表 2	東日本大震災時の 5 自治体における水道管路付属設備の被害状況.....	14
表 3	関連 ODA 事業.....	16
表 4	他ドナーによる先行事例.....	16
表 5	一般的なパッキンと提案技術の比較.....	18
表 6	非公開	
表 7	非公開	
表 8	非公開	
表 9	非公開	
表 10	非公開	
表 11	非公開	
表 12	非公開	
表 13	非公開	
表 14	非公開	

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ACP	Asbestos Cement Pipe	石綿セメント管
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer	エチレンプロピレンゴム
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
KPI	Key Performance Index	重要業績評価指標
LKPP	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah	国家調達庁
LSP	Lock SUS Packing	LSP
Permen	Peraturan Menteri	大臣令
PPH	Pajak Penghasilan	所得税
PPn	Pajak Pertambahan Nilai	付加価値税
Prepres	Peraturan Presiden	大統領令
PVC	Polyvinil Chloride	塩化ビニル
PPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	中期国家開発計画
SBR	Styrene-butadiene rubber	スチレン・ブタジエンゴム



インドネシア国 漏水防止パッキンによる水道公 社向け無収水対策に関する基礎調査

協和工業株式会社(滋賀県東近江市)

6
安全な水とトイレ
を世界中に

9
産業と技術革新の
基盤をつくらう

10
人や国の不平等
をなくそう

対象国水道分野における開発ニーズ(課題)

- 無収水率の高さが水道公社の経営を圧迫し、水道インフラの整備の遅れやメンテナンス不足を招いている
- 地震が多い国であり、地震により水道配管の漏水が発生する潜在的リスクが高い

提案製品・技術

- ステンレス芯金板にゴムライニングを施したパッキンと緩み止めボルト・ナットを組み合わせた構造
- 一般的なパッキンに比べて、止水性・施工性・耐震性に優れ、水道配管のフランジ部からの漏水を防止できる

本事業の内容

- 契約期間: 2022年1月～2022年11月
- 対象国・地域: インドネシア国ジャカルタ特別州および西ジャワ州
- 案件概要: 水道配管のフランジ接合部からの漏水対策に関する基礎調査。パッキンの代替として用いられる LSP フランジ 結合 補強具のインドネシアでのビジネス展開を図り、ひいてはインドネシア国における水道配管からの漏水対策及び安全な水道水へのアクセスへの改善への貢献を目指す。



LSPフランジ結合補強具

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)


- 水道関係の現地機関にLSPフランジ結合補強具導入の効果を示したうえで、現地製品受入れ市場の厚みと拡がり、および導入課題を調査する
- 現地事業スキームから使用者満足につながる重要ステークホルダーとコスト構造を可視化する
- 普及浸透するための水道公社や水道工事会社に対するstart up手順を整理し、準備する

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)


- 水道配管からの漏水を防止することで、無収水率が低減され、水道公社の収支改善と住民の水道への信頼要求度が向上し、メンテナンス整備が進む
- 地震に強い水道インフラの構築により、発災時の漏水頻度の軽減と復旧までの期間が短縮される
- 現地に生産拠点を設けることで、現地雇用の創出や現地技術者の能力向上が期待できる


2022年2月現在


4



Small and Medium-Sized Enterprise (SME) Partnership Promotion
Survey for Reduction of Non-Revenue Water for Water Supply Corporation using Leakage Prevention Gasket in Indonesia
 Kyowa Industrial Co., Ltd. (Higashiomi-shi, (Shiga Pref.,))

6
CLEAN WATER AND SANITATION


9
INDUSTRY INNOVATION AND INFRASTRUCTURE


10
REDUCED INEQUALITIES


Development Issues Concerned in Water Supply Sector


- High non-revenue water ratio (NRW%) is financially pressing water service business operation, leading to insufficient maintenance and delay of infrastructure development.
- Indonesia is quake prone country and is under potential risk of water pipe leakage due to an earthquake.

Products/Technologies of the Company

- LSP Flange Gasket is structured by combining stainless core metal plate with rubber lined packing and loosening prevention bolt nut.
- The product has excellent workability, earthquake resistance, and water cut-off performance compared to general packing. It can prevent water leakage from the flange of water pipe.

Survey Outline

- Survey Duration: January, 2021~November, 2022
- Country/Area: Special Capital Region of Jakarta and West-Java; Indonesia
- Survey Overview: This project is a partnership promotion survey related to countermeasure of water leakage from water pipe's flange joint. The project aims to contribute to a countermeasure of water pipe leakage and to an improvement of access to safe water in Indonesia, by achieving business development of LSP flange gasket (replacing packing).



LSP Flange Gasket

How to Approach to the Development Issues

- After explaining the effect of LSP flange gasket to local water service corporations, market depth/ width and challenges for product installation will be researched.
- From local business scheme, major stakeholders and cost structure that leads to user satisfaction will be visualized.
- In order to disseminate the product, start-up process for water supply corporations and water work companies will be organized and prepared

Expected Impact in the Country

- By preventing water leakage from water pipes, NRW% will decrease. Financials of water service corporation will recover and citizen's trust to water supply will increase, which would lead to sufficient maintenance.
- By structuring water infrastructure with earthquake resistance, water leakage frequency and time it takes for recovery could be shortened in the case of disaster.
- By establishing local production base, employment and skill development of local technicians can be expected.

As of February, 2022

要約

I. 調査要約

<p>1. 案件名</p>	<p>(和文) インドネシア国漏水防止パッキンによる水道公社向け無収水対策に係る基礎調査 (英文) Small and Medium-Sized Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Reduction of Non-Revenue Water for Water Supply Corporation using Leakage Prevention Gasket in Indonesia</p>
<p>2. 対象国・地域</p>	<p>インドネシア国ジャカルタ特別州および西ジャワ州</p>
<p>3. 本調査の要約</p>	<p>インドネシアでは、無収水率の高さが水道公社の経営を圧迫し、水道インフラの整備の遅れやメンテナンス不足を招いている。また、地震が多い国であり、地震により水道配管の漏水が発生する潜在的リスクが高い。水道配管のフランジ接合部からの漏水対策に関する基礎調査。パッキンの代替として用いられる LSP フランジ結合補強具のインドネシアでのビジネス展開を図り、ひいてはインドネシア国における水道配管からの漏水対策及び安全な水道水へのアクセスへの改善への貢献を目指す。</p>
<p>4. 提案製品・技術の概要</p>	<p>一般的に水道配管の施工において、その仕上がり・品質は作業者の技量に依存し、不均一なボルトの締付けが漏水の一因となっている。提案技術の『LSP フランジ結合補強具』は、ステンレス芯金板にゴムライニングを施したパッキンであり、フランジ面の全面を均一に締め付けることができるため、作業者の技量に依存することなく漏水のない水道配管施工が可能であり、「止水性」・「施工性」に優れている。加えて、緩み止め防止ボルト・ナットを採用しており、地震発生時にも緩みが発生しにくく「耐震性」にも優れる。</p>
<p>5. 対象国で目指すビジネスモデル概要</p>	<p>インドネシアの水道インフラは比較的配管径が小さい箇所にはフランジ接合はあまり用いられておらず、水道公社が実施する水道工事では資材の調達価格に上限が設けられており価格面での参入障壁がある、また、フランジ規格が統一されておらず場所によって使用されているフランジが様々であることなどから、まずは、中央政府が実施するプロジェクト、特に日本の ODA 案件などを対象に比較的サイズが大きい提案技術を販売し、現地での販売実績を積み上げ、提案技術の性能に対する現地関係者の認知を高めることが肝要である。初期段階においては、日本からの輸出販売を想定しており、提案技術の知名度が高まった段階で一部又は全部を現地生産することでコストダウンと収益性の確保を図るために、現地法人の設立を検討する。</p>
<p>6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針</p>	<p>ビジネス開始初期段階においては、提案技術の現地での使用実績がなく、認知度も低いいため、提案技術の導入が進みにくい状況にある。本調査のヒアリングを通じて提案技術に興味を示したステークホルダーを中心に提案技術の導入に向けた協議を重ねていく。同時に、展示会や業界誌等を通じて提案技術の紹介を行うことも有効と考えられる。</p>

7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	現状では配管本体からの漏水が多いが、より丈夫な配管材質に移り変わっている最中であり、今後は配管本体からの漏水は減少し、配管接続箇所からの漏水が顕在化するものと思われる。提案ビジネスの展開により、パッキンの劣化・破損や締め付け不良等による水道配管の接続箇所からの漏水を低減し、インドネシアにおける無収水率の低下及び無収水による損失の低減が期待される。
8. 本事業の概要	
① 目的	本調査は、ビジネスアイデアの実現可能性（アイデアの妥当性、提案技術の現地適合性、サプライチェーン構築のための各種ステークホルダーとの関係構築、事業計画策定・評価及び事業リスク）の判断に資する情報を提示することを目的とする。
② 調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・対象国・地域の開発課題 ・当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等 ・市場調査 ・競合調査 ・提案製品・技術・ノウハウの現地適合性（技術面及び制度面） ・規制調査 ・投資環境、許認可調査 ・進出形態と現地パートナー候補 ・想定される課題・リスクと対応策 ・ビジネスモデル案の策定
③ 本事業実施体制	提案企業：協和工業株式会社 外部人材：株式会社阪和館、株式会社滋賀銀行、有限責任監査法人トーマツ
④ 履行期間	2022年1月～2022年11月（10ヶ月）
⑤ 契約金額	9,869千円（税込）

II. 提案法人の要約

1. 提案法人名	協和工業株式会社
2. 代表法人の業種	製造業
3. 代表法人の代表者名	代表取締役 清水 重信
4. 代表法人の本店所在地	滋賀県東近江市小田苧町 1790 番地
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1961年7月11日
6. 代表法人の資本金	8,500万円
7. 代表法人の従業員数	25名
8. 代表法人の直近の年商	30,564万円（2021年7月～2022年6月期）

はじめに

1. 調査名

(和文) インドネシア国漏水防止パッキンによる水道公社向け無収水対策に係る基礎調査

(英文) Small and Medium-Sized Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Reduction of Non-Revenue Water for Water Supply Corporation using Leakage Prevention Gasket in Indonesia

2. 調査の背景

インドネシアの人口は2億7,600万人(2021年)であり、今後も増加が予想される。人口増加に伴い、水道インフラ整備も継続的な実施が見込まれる。中期国家開発計画においても2024年までに安全な飲料水へのアクセスを100%にする目標が掲げられている。上記の目標達成に向けて、今後も水道インフラ分野への投資の増加が見込まれる。

現状では同国の無収水率は高く、特にジャカルタ特別州(43.4%)やバンドン市(49.5%)は無収水率が高い地域である。高い無収水率は水道サービスに様々な悪影響を与え得る。例えば、水道公社の収入が低迷することで、水道インフラへの新規投資が十分に行われず、水道配管の整備が進まない。現に、ジャカルタの上水普及率は60%である。また、既設の水道インフラのメンテナンスも十分に行われず、破損した配管、フランジからの漏水等が放置されている。また、大量の水の損失は、供給される単位水量当たりのコスト増につながり、市民が割高な水道料金を負担していると推察される。割高な水道料金は水道水の不正な取得(盗水)を働くインセンティブになり、更なる無収水を生み出している可能性もある。また、インドネシアは世界で2番目に地震発生頻度が多い国であり、地震により水道配管のフランジ結合のパッキン部からの漏水が発生するリスクが高い国でもある。

提案製品『LSPフランジ結合補強具』は、「ステンレス製の芯金板をゴムで覆ったパッキン」と「緩み止めボルト・ナット」を組み合わせたものである。提案製品のパッキンは一般的なものと比べて、止水性・施工性及び耐震性に優れる。施工技術が未熟な同国において提案製品を導入することで、施工不良による漏水を削減し同国の課題である無収水対策に貢献することができる。また、緩み止めボルト・ナットにより、従来のパッキンに比べて耐震性能が向上する。地震によるパッキンからの漏水を防止することができ、水道インフラの防災・減災にもつながる。

3. 調査の目的

提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及びSDGs達成に貢献するビジネスの検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画が検討される。

4. 調査対象国・地域

インドネシア国ジャカルタ特別市バンドン市、タンゲラン市、ブカシ市

5. 契約期間、調査工程

2022年1月31日～2022年11月30日

調査工程

調査日	調査先
2022/3/7	在インドネシア日本大使館
2022/3/7	JICA インドネシア事務所
2022/3/7	JETRO ジャカルタ事務所
2022/3/8	PERPAMSI (インドネシア水道協会)
2022/3/15	BNI (国営銀行)
2022/3/31	Perumda Tirtawening Bandung (水道公社)
2022/4/6	PT. PAM Lyonnais Jaya (民間水道事業者)
2022/4/7	Perumda Tirta Benteng (水道公社)
2022/4/8	PT. Aetra Air Jakarta (民間水道事業者)
2022/4/8	ジャカルタ州政府 (政府機関)
2022/4/19	Directorate of Drinking Water, Ministry of Public Works and Housing (政府機関)
2022/4/21	Perumda Tirta Bhagasasi Bekasi (水道公社)
2022/5/27	PT. Distal Sribu Keatif (Eコマースプラットフォーム)
2022/6/7	PT. Kususma Baja Indonesia (バルブメーカー)
2022/6/7	KADIN (インドネシア商工会議所)
2022/6/10	PT Superintending Company of Indonesia (認証機関)
2022/6/10	PT. Rusli Vinilon Sakti (配管メーカー)
2022/6/13	PT. Cirijasa Rancangbangun Mandiri (水道コンサル)
2022/6/15	PT. Adaro Water (水道コンサル)
2022/6/17	PT. Arkonin (水道コンサル)
2022/6/22	PT. Change Rubber (パッキンメーカー)
2022/6/24	PT. Infratama Yakti (水道コンサル)
2022/6/27	PT. Umeda Factory Indonesia (板金メーカー)
2022/6/28	PT. Kokai Indo Abadi (バルブメーカー)
2022/6/29	PT. Kusuma Baja Indonesia (バルブメーカー)
2022/7/8	PT. Cirijasa Rancangbangun Mandiri (水道コンサル)
2022/7/21	八千代エンジニアリング (建設コンサル)
2022/8/4	JICA インドネシア事務所
2022/8/5	PT. Cirijasa Rancangbangun Mandiri (水道コンサル)
2022/8/8	在インドネシア日本大使館
2022/8/24	PT. Cirijasa Rancangbangun Mandiri (水道コンサル)
2022/8/24	PT. Wanaha Duta Jaya Rucika (配管メーカー)

2022/9/20	PT. Cirijsa Rancangbangun Mandiri (水道コンサル)
-----------	--------------------------------------------

6. 調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
清水重信	<ul style="list-style-type: none"> 業務主任者 開発課題に係る調査 	協和工業株式会社 (提案企業)
清水勝也	<ul style="list-style-type: none"> 提案技術の現地適合性調査 	同上
中西一久	<ul style="list-style-type: none"> 市場調査・競合調査 パートナー調査 	同上
西本匡利	<ul style="list-style-type: none"> 外部人材統括 ビジネスモデル検討 ODA 必要性検討 	株式会社阪和館 (外部人材)
齋藤晃太郎	<ul style="list-style-type: none"> 事業リスクに対する対策案の検討 	有限責任監査法人トーマツ (外部人材)
秋本佳希	<ul style="list-style-type: none"> 事業採算性確認 	同上
須藤一	<ul style="list-style-type: none"> 事業リスク抽出 	同上
田中徹	<ul style="list-style-type: none"> 投資環境・外資規制調査 ビジネスモデルの検証 	株式会社滋賀銀行 (外部人材)

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

課題1：水道公社の非効率な水道インフラの維持管理

インドネシアでは、地方自治体が管轄する水道公社（一部地域では、水道公社とコンセッション契約を結ぶ民間水道事業者）が水道サービス事業を運営している。インドネシアにおける水道業界の事業スキームを図1に示す。インドネシアは近隣諸国と比べても無収水率（生産水に対して、漏水、盗水、メーター不良等により料金徴収ができない割合）が高い国であり、インドネシア平均では33%、特にジャカルタ特別州（43.4%）やバンドン市（49.5%）は無収水率が高い地域であり、地域によっては50%を超えるところもある。

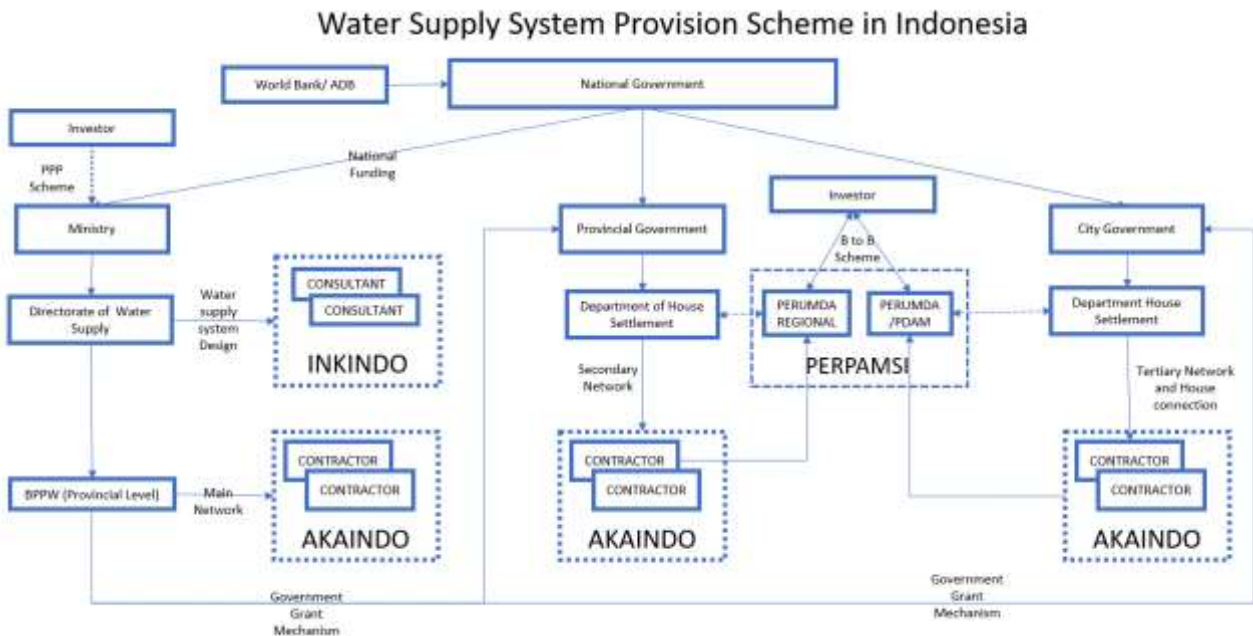


図1 インドネシアにおける水道業界の事業スキーム

インドネシアにおける主な無収水の要因を表1に示す。インドネシアにおける水道配管からの漏水要因として、『配管部からの漏水』、『接合部からの漏水』、『メーターの精度』等が挙げられた。地域によって、主要な漏水要因は異なり、ジャカルタの民間水道事業者によればジャカルタでは配管部からの漏水は少なくなってきており、接合部からの漏水が増えてきている。そのほかの地域においては、接合部からの漏れは少なく、配管自体からの漏れが多い状況であることを確認した。これは、配管材質の変遷が影響しているものと考えられる。加えて、過去のインドネシアの水道分野における案件化調査の報告書¹によると、漏水検知器を用いて水道配管の接続箇所からの漏水が多数特定されており、この結果から、ジャカルタ以外の地域においては現状では配管接続部からの漏水は認識されていないが、潜在的には存在するものと考えられ、恒久的な漏水対策として提案製品の導入が必要と考

¹ インドネシア国 TS リークチェッカーを活用した上水道の無収水削減技術案件化調査

えられる。

表 1 主な無収水の要因

大項目	小項目	概要
物理的要因	接合部からの漏水	<ul style="list-style-type: none"> • 管内圧力上昇によるパッキン破損 • パッキンの劣化 • 地盤のずれにより、接合部が不均等になった • フランジの締め付け不良 • ボルトの錆によりフランジ接合が緩くなった
	配管部からの漏水	<ul style="list-style-type: none"> • 配管自体の劣化や破損
その他要因	メーター精度	<ul style="list-style-type: none"> • メーターの精度の誤差

(出所) 現地関係者へのヒアリングより調査団作成

本調査における調査対象地域であるジャカルタ特別州や西ジャワ州（バンドン、ブカシ、タンゲラン等）では、水道配管には石綿セメント管（Asbestos Cement Pipe:以下、ACP）や塩化ビニル（Polyvinyl Chloride:以下、PVC）が用いられてきたが、近年は高密度ポリエチレン（High Density PolyEthylene:以下、HDPE）製の配管に移り変わりつつある。一部、鉄製配管が使用されることもあるが、樹脂系の埋設配管の上に重量物（線路等）がある場合に、樹脂系配管の保護の目的で二重配管化して鉄製配管を用いることはある。このような配管材質の推移は日本においても過去に起こっている。日本での水道配管材質の変遷と漏水要因の推移を図 2 に示す。日本では、ACP や鉄管が主に使用されていた 1930 年代から 1970 年代では主な漏水要因は配管自体の劣化や破損であったが、配管材質がダクタイル鋳鉄管やステンレス管、耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管（HIVP）や HDPE に推移することで配管自体の破損や劣化が減り、配管自体からの漏水は著しく減少した。その結果、水漏れの主要因は配管の接合部からの漏水に変化した。

日本のパイプ材質の変遷後2-3年で水漏れ主要原因が変化、協和パッキン導入後水漏れが劇的に減少



図 2 日本における配管材質と漏水要因の推移

以上を踏まえると、現時点では無収水の主な要因は、配管自体の破損や劣化によるものであるが、今後、HDPE 等の強度の高い配管材質に変遷していく過程で、配管本体からの漏水は減っていき、接合部からの漏水が顕在化していくものと考えられる。また、ジャカルタ等の都市部とその他の地域で接合部からの漏水の発生状況に地域差があったが、これは、発注元からの工事の基準が統一されておらず、HDPE 等の強度の高い配管の導入が進んでいる地域においては、配管部からの漏水が減少し、接合部からの漏水が顕在化してきた結果と考えられる。

高い無収水率は水道サービスに様々な悪影響を与え得る。例えば、水道公社が本来得られるはずの収入が低迷することで、水道インフラへの新規投資が十分に行われず、水道配管の整備が進まない。現に、ジャカルタの上水普及率は60%であり、未だに水道サービスにアクセスできないジャカルタ市民が多く存在する。また、既設の水道インフラのメンテナンスも十分に行われず、破損した配管、フランジからの漏水、メーター不良等が放置され、無収水率が改善されない。ジャカルタの無収水率はここ数年40%程度で推移しており、改善傾向が見られていない。また、損失している水量が大きいと言うことは、供給された単位水量当たりのコスト負担が大きくなるため、市民が割高な水道料金を負担していることが推察される。無収水率の要因、影響の相関のイメージを図3に示す。

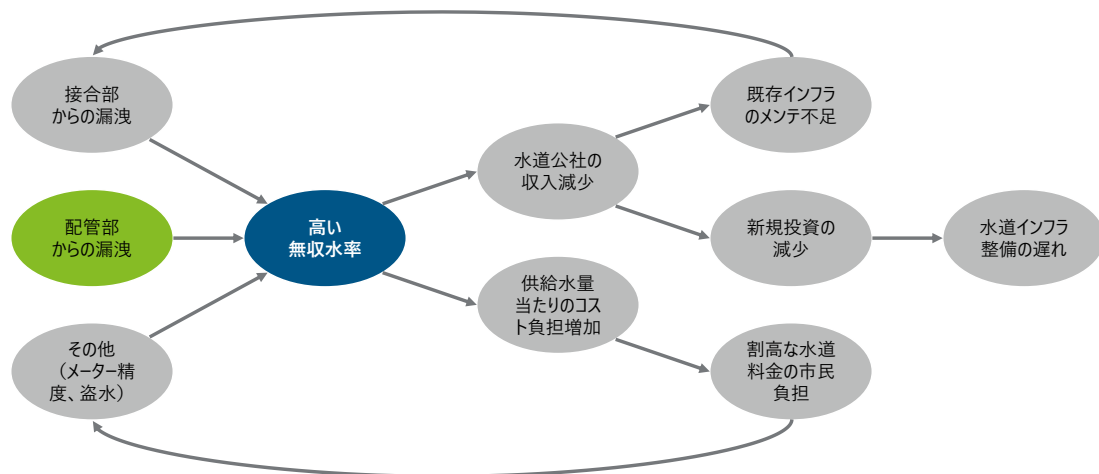


図 3 対象国が抱える課題の関連イメージ

課題 2 : 地震による水道インフラ被害の潜在的リスク

『平成 23 年 (2011 年) 東日本大震災における管本体と管路付属設備の被害調査報告書 (社団法人日本水道協会)』によれば、宮城県、千葉県、仙台市、石巻市、水戸市の 5 自治体を対象に東日本大震災における水道インフラの被害状況調査を行い、62 件 (全体の 26%) のフランジ箇所が被害に上がっていることが報告されている。インドネシアは世界で 2 番目に地震発生頻度が多い国であり、地震により水道配管のフランジ結合のパッキン部からの漏水が発生する潜在的なリスクが日本と同様に高い国である。日本を例にした地震による水道インフラ設備の被害状況を表 2 に示す。

表 2 東日本大震災時の 5 自治体における水道管路付属設備の被害状況

項目	被害件数	フランジ箇所が要因
空気弁	148	33 (22%)
仕切弁	68	19 (28%)
消火栓	18	10 (56%)
合計	234	62 (26%)

インドネシアでは、地震が頻繁に起こるが、現時点では地震による配管接合部からの漏水については具体的な事例は確認できなかった。理由としては、前述の通り、インドネシアでは ACP 等の比較的強度が高くない材質が使われており、地震により接合部がずれるよりも先に配管本体が破損してしまうため、現状では接合部からの漏れが顕在化していない状況であった。課題 1 と同様に、配管材質が強度の強いものに変遷していくに伴い、接合部からの漏水が顕在化する可能性がある。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

政府は 2020 年から 2024 年まで国家中期開発計画（RPJMN）において、水分野では以下の 3 つの目標を掲げている。それを達成するために、約 150 兆ルピアのファンドが必要とされており、そのうち約 42%がインドネシア国家予算（APBN）、10%が地方予算（APBD）で賄う計画となっている。

1. 飲用に適した水への 100%アクセスの達成（2020 年時点で 90.8%）
2. 安全な飲料水への 15%アクセスの達成（2020 年に 11.9%）
3. 新規に 1 千万世帯への水道パイプラインの接続

また、同計画において無収水率を現在 35%（約 7 兆円のロス）を 2024 年までに 25%に下げる計画が始まっている。

(2) 政策

RPJMN に定めた目標、特に 3 点目の新規に 1 千万世帯への水道パイプラインの接続を達成するために、PPP（インドネシアでは KPBU と呼ぶ）のスキームを積極的に利用し、水道インフラプロジェクトへ民間投資を呼び掛けている。また、PPP 以外に、公共事業・国民住宅省を中心に、地方における飲料水供給システム（SPAM）の建設プロジェクトが毎年計画されている。

また、無収水削減プロジェクトにおいては、受注請負企業の収入が従来の工事実施完了型契約の他に水道料金の回収 KPI（Key Performance Index）という無収水削減効果にリンクする条件が付帯されているプロジェクトがある（3.(2) バリューチェーン図 6 参照）。

(3) 法令等

2015 年大統領令第 38 号（Perpres No.38 Tahun 2015）は官民連携によるインフラ整備（水道を含む）を加速するための法律であり、3 つの段階（計画段階、準備段階、トランザクション段階）を踏んだうえで、官民連携の実施が確定すると明記されている。

また、公共事業省令 No.13/PRT/M/2013（Permen PU No.13/PRT/M/2013）は上下水道開発に係る国家戦略・政策に関する法律であり、都市部・農村部のすべてのコミュニティにおける安全な水へのアクセスの改善の戦略として、無収水率の低減が明記されている。

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

インドネシアにおいては、国別開発協力方針の中目標に「均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援」がある。これは、「安全で公正な社会を実現するため、生活の質の向上に向けて、大都市だけでなく、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。」という趣旨であるが、当該国において実施される水道インフラ整備プロジェクトで整備される水道配管に LSP フランジ結合補強具を採用することで、販売数量を確保しつつ、漏水対策に貢献できる。また、漏水検知サービスによる水道配管維持管理を行う事業（例：樹脂管に特化した漏水探索器を使用した無収水削減対策及び配水管網維持管理の普及・実証事業）と連携することで、漏水検知サービスにより発見された水道配管のフランジ部からの漏水箇所に対して漏水対策として提案技術を導入

し、効率的に無収水対策を進めることができる。

4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

(1) 我が国の ODA 事業

技術協力、無償資金協力、有償資金協力など、様々な形で上下水道整備に関連する ODA 事業が実施されている。近年の関連の ODA 事業を表 3 に示す。他にも民間連携事業においても、様々な水道関連案件が実施されている。日本の ODA 事業で整備された水道インフラにおいては JIS 規格のフランジを使用している可能性があると考えられ、これらの事業と連携することで提案製品のインドネシア市場への進出の足掛かりにできる可能性がある。

表 3 関連 ODA 事業

スキーム	事業名	開始年度
技術協力	南スラウェシ州マミナサタ広域都市圏 上水道サービス改善プロジェクト	2009 年
無償資金協力	東西ヌサトゥンガラ州地方給水計画	2007 年
無償資金協力	グヌンキドル県水道整備計画（第 2 期）	2007 年
有償資金協力	ジャカルタ下水道整備事業（第 1 区）	2019 年
有償資金協力	ジャカルタ下水道整備事業（第 6 区）（フェーズ 1）	2019 年

(2) 他ドナーの先行事例分析

世界銀行は 2006 年から 2018 年にかけて農村部における簡易給水施設整備事業（PAMSIMAS）を通じて、200 万世帯への飲料水を供給するシステムを建設するために約 137.5 百万 USD の無償資金及び約 400 百万 USD のローンを提供した。また、世界銀行は公共事業・国民住宅省と共同で、都市（貧困層及び非貧困層）の水道パイプラインへのアクセスと水道品質の改善及び PDAM のパフォーマンス向上を目的とした National Urban Water Supply Project（NUWSP）を実施し、計 100 百万 USD のローンを提供した。NUWSP は 4 つの大きな構成要素からなり、そのうちの 1 つである都市水供給インフラ開発の投資支援における支援対象の 5 分野の中に『無収水や漏水の削減』が含まれていることから、NUWSP の支援を受けて水道公社や地方自治体で無収水や漏水削減を目的とした水道工事案件が組成された場合、提案商品の販売機会となり得ると考えられる。NUWSP の例として、東ジャワにある Gresik エリアを管理する PDMA Giri Trita の水道パイプラインの新規建設や水道品質向上等に利用されている。

表 4 他ドナーによる先行事例

ドナー	事業名	開始年度
世界銀行	コミュニティーベースの飲料水と衛生設備の提供プログラム（PAMSIMAS）	2006 年
世界銀行	National Urban Water Supply Project（NUWSP）	2019 年

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

- ・ 会社名 : 協和工業株式会社
- ・ 所在地 : 滋賀県東近江市小田苧町 1790 番地
- ・ 設立年月日 : 1961 年 7 月 11 日
- ・ 事業内容 :

提案法人は、日本国内において、水道インフラで用いられるさまざまな機器（消火栓、地下式消火栓、空気弁、排気弁等）を開発・製造販売する専門メーカーである。2009 年には経済産業省から優れたモノ作りを手がける 300 社に選ばれ表彰されるなど、ニーズを掘り起こし、これに的確に応えていく高度なモノ作りをするだけでなく、既設消火栓等のメンテナンス（開閉、固さ、泥除去、修理等）も行っている。また、地元の諸団体（滋賀バルブ協同組合、滋賀県東近江市商工会、及び一般社団法人滋賀経済産業協会）に所属する一方、これまで取り組んできた経営改善の事例（高付加価値の製品開発、下請製造からメーカーへの移行等）を積極的に他の地元企業と共有する事により、地元経済・地域活性化の牽引役としての役割を担ってきた。具体的には、2016 年 1 月、提案法人の役員が「滋賀ものづくり経営改善インストラクター」に選任された他、2019 年 9 月には、滋賀県中小企業経営基盤・技術向上等研究会第二回研究会において、提案企業の「ものづくり」に対する姿勢と「滋賀ものづくり経営改善センター」の活用により会社全体が変革してきた取組実践の内容を紹介した。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

上水道普及率が高く（98%）、無収水率が低く（10%程度）、人口が減少に転じている日本では、今後の水道インフラ市場の大きな成長は見込めないため、今後の継続的な成長のためには海外市場への進出が必須である。海外展開においては、年間トータルで売上 15 億円をめざす。その中で、本提案ビジネスでは現地法人設立により年間売上 5 億円を目指す。海外展開に向けて、これまでに韓国（2012 年 10 月）、ベトナム（2014 年 11 月）、ドイツ・ミュンヘン（2018 年 5 月）、アメリカ・デンバー（2019 年 6 月）、ドイツ・デュッセルドルフ（2019 年 11 月）において、水関連の展示会に参加し、海外の水道インフラ市場の情報収集を行った。また、海外展開に向けて、6 つの国・地域（米国、欧州、中国、韓国、香港、タイ）で特許を取得済みであり、インドネシアでも直近特許を取得中である。それ以外の東南アジア 3 ヶ国（インド、ベトナム、マレーシア）でも特許を申請中であり、インドネシアでのビジネス化が進展すれば、効果的な東南アジア市場で横展開も可能である。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

水道配管の接合部からの漏水を防止することができる止水性・施工性・耐震性に優れたパッキン『LSP フランジ結合補強具』をインドネシアで製造・販売する。

一般的に水道配管の施工は、フランジ接合部にパッキンを挟んで、ボルトを一定の強さで締め付け

ることで、フランジ接合部の密閉性を保つ。ボルトの締め付けが不均一な場合、締め付けの弱い部分の密閉性が弱くなり、そこから漏水しやすくなる。この状態を“片締め”と言う。配管の施工は人の手で行われるため、仕上がり・品質は作業者の技量に依存する。

提案技術の LSP フランジ結合補強具は、「ステンレス製の芯金板をゴムで覆ったパッキン」と「緩み止めボルト・ナット」を組み合わせた構造をもち、一般的なパッキンに比べて、止水性・施工性・耐震性に優れる。一般的なパッキンはゴムのみで柔らかく折れ曲がりやすい構造だが、LSP フランジ結合補強具は、ステンレス製芯金板が入っているため撓みが無い一枚板となり、フランジボルト穴と LSP フランジ結合補強具穴の位置を合わせるのが容易である。ボルトを締め付ける際には、ステンレス芯金板に設けられている環状突起がボルトの締め付け量を規制する事で、ゴムが必要以上に潰れない構造になっている。また、この環状突起が円周上に等間隔に設けられている事で、全面を均一に締め付けることができ片絞りを防止できる。そのため、作業者の技量に依存することなく、漏れのない水道配管を施工することが可能になる。加えて、一般的なボルト・ナットでは地震等の揺れに見舞われるとナットが緩み、密閉性が損なわれるが、提案技術では、緩み止めボルト・ナットを採用しており、高い耐震性も有する。尚、LSP フランジ結合補強具の性能試験については、動画サイトでも閲覧が可能であるため、そちらも参照いただきたい。

<https://www.youtube.com/watch?v=28kR9Pyh4xw>

<https://www.youtube.com/watch?v=Dhj-tNQ22gc>

表 5 一般的なパッキンと提案技術の比較

特徴	一般的なパッキン	LSP フランジ結合補強具
止水性・施工性	<ul style="list-style-type: none"> ● ゴム製であるため、締め付けるとその分だけ潰れるので、全面の潰し代は不均一になる ⇒ 配管施工の仕上がり・品質は作業者の技量に依存する 	<ul style="list-style-type: none"> ● ステンレス芯金板の突起規制部まで締め付けることで、全面を均一に締め付けることができる。 ⇒ 作業者の技量に依存することなく止水性の高い施工が可能
耐震性	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般的なボルト・ナットの場合、揺れによりナットが緩んでいくため、密閉性が損なわれる 	<ul style="list-style-type: none"> ● 緩み止めボルト・ナットの採用により、地震発生時にナットが緩まない



図 4 LSP フランジ結合補強具の構造

漏水が発生すると、漏水箇所をバイパスしてパッキンを取り換える必要がある。その為、単純なパッキン交換に要する費用だけではなく、バイパスする為の配管施工などの追加的な費用が発生する為、1箇所の漏水補修工事には約50万円程度の費用を要する。一般的なパッキン2,000～3,000円程度に比べて提案商品は1万円程度であるためパッキン単体では提案商品の方が高価であるが、維持管理も含めたトータルコストで考えると提案商品の方が安価である。

(2) ターゲット市場

2011年3月の東日本大震災において、震災後に被災した水道事業者を何箇所も周り、水道管のフランジ接合部から漏水が多発した現状を目の当たりにした。また、社団法人日本水道協会の調査報告書（平成23年東日本大震災における管本体と管路付属設備の被害調査報告書、平成24年9月）において、パッキンからの漏水件数が多かったことが報告されており、被災した水道事業者と意見交換しながらLSPフランジ結合補強具を開発し、2013年より日本国内で販売を開始した。これまでに国内で約23,000枚（売上高約230百万円）の販売実績を有し、全国の自治体の約25%以上を占める424自治体への納入実績（2020年12月現在）があり、主に上水の水道配管において採用されている。

3. 提案製品・技術の現地適合性

【非公開】

4. 開発課題解決貢献可能性

課題1への貢献可能性

提案技術の導入により、水道配管施工時の施工不良を防止し、フランジ接合部からの漏水を防止できる。提案法人が実施した試験により、LSPフランジ結合補強具を用いることでフランジの締め付けが不十分な場合（規定の1/3の強さで締め付け）や不均一な場合（ボルト4本中2本もしくは3本のみを締め付け）においても止水が可能であることを確認している。前述の通り、インドネシアにおいては現状では配管の破損等による配管本体からの漏水が主な無収水率の要因となっているが、配管の材質がより丈夫なHDPE製に変遷してきており、今後は配管部からの漏水は減少していき、接合部からの漏水が顕在化していくものと考えられる。その際には、提案技術を導入することで配管接合部からの漏水の削減に貢献できる。

課題2への貢献可能性

LSPフランジ結合補強具は緩み止めボルト・ナットを採用しており、従来のパッキンに比べて耐震性能が大幅に向上する。一般的なボルト・ナットと緩み止めボルト・ナットの耐震性試験を行ったところ、緩み止めボルト・ナットは一般的なボルト・ナットに比べて20倍以上の時間振動に耐えられることを実証している。試験の様子は動画サイトでも閲覧できるため、詳細は下記URLを参照いただきたい。課題1と同様に、現状では地震の揺れに伴い配管自体が破損して、配管本体部分からの漏水が起こるケースが多いが、配管材質がHDPEに変わっていくことで、配管本体からの漏水は減少し、配管接続部からの漏水が顕在化してくるものと考えられる。その際には、提案技術の

導入により配管接続部からの漏水を防止することができ、水道インフラの防災・減災につながる。

<https://www.youtube.com/watch?v=Dhj-tNQ22gc>

第3 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

提案法人は、日本で既に424自治体（約25%）に受け入れられ、23千枚（約230百万円）製造販売実績のある提案商品のインドネシア国での販売・普及展開を計画している。日本では、一般的なパッキンが2～3千円に比較して提案商品が約1万円と4倍前後の値段であっても漏水発生補修時の約50万円程度かかるトータルコストを考えると割安となることから、特に2011年の東日本大震災以降、危機管理コストと修復復旧時間が意識され、急速に上水配管の必需品として売上が伸びてきた。一方本調査の対象である地域（ジャカルタ特別市およびバンドン市）では、下記理由により需要家（自治体、建設工事会社）にそもそも提案商品に変更する潜在的需要は特殊な領域を除き低いことが判明した。

- ① 大地震の発生がそれほど意識されていない。
- ② 漏水原因が結合部の漏水より、パイプの老朽化などの他原因が顕著。
- ③ 多くの工事が制限された予算の中で実施する必要がある。

加えて価格差も20倍超と、現状のままではとても販売はおぼつかない状態であることが判明した。そこで提案法人としては、まずインドネシアでの実績をあげ、提案商品の性能を知ってもらうことが肝要と考え、開発課題に貢献する大きなプロジェクトへコスト+ α 前後のプロジェクト限定価格により請負条件での参入を図る予定である。

インドネシアの水道インフラは比較的配管径が小さい箇所にはフランジ接合はあまり用いられておらず、水道公社が実施する水道工事では資材の調達価格に上限が設けられており価格面での参入障壁がある、また、フランジ規格が統一されておらず場所によって使用されているフランジが様々であることなどから、まずは、中央政府が実施するプロジェクト、特に日本のODA案件などを対象に比較的サイズが大きい提案製品を販売し、現地での販売実績を積み上げ、提案技術の性能に対する現地関係者の認知を高めていくことが肝要である。初期段階においては、日本からの輸出販売を想定しており、提案技術の知名度が高まった段階で一部又は全部を現地生産することでコストダウンと収益性の確保を図るために、現地法人の設立を検討する。

現状では配管本体からの漏水が多いが、より丈夫な配管材質に移り変わっている最中であり、今後は配管本体からの漏水は減少し、配管接続箇所からの漏水が顕在化するものと思われる。提案ビジネスの展開により、パッキンの劣化・破損や締め付け不良等による水道配管の接続箇所からの漏水を低減し、インドネシアにおける無収水率の低下及び無収水による損失の低減が期待される。

2. 市場分析

【非公開】

3. バリューチェーン

【非公開】

4. 進出形態とパートナー候補

【非公開】

5. 投資環境、規制・許認可

【非公開】

6. 収支計画

【非公開】

7. 想定される課題・リスクと対応策

【非公開】

8. 期待される開発効果

提案ビジネスの展開により、パッキンの劣化・破損や締め付け不良等による水道配管の接続箇所からの漏水を低減し、インドネシアにおける無収水率の低下及び無収水による損失を低減が期待される。インドネシアにおける無収水による損失額は年間 7 兆 Rp (約 630 億円@0.009 円/Rp) にも達しており、無収水対策は喫緊の課題である。ジャカルタの民間水道事業者によると、無収水のうち約 80%が物理的損失（フランジ結合部の施工不良や配管破損による漏水等）であり、残り 20%が非物理的損失（メーター不良や盗水）であると報告されている。無収水の詳細内訳に関する統計情報などが十分に整備されておらず、現時点で得られている情報で開発効果を定量化することは困難であるが、仮に水道配管接続部からの漏水が物理的損失のうちの 10%を占めるとすると、5,600 億 Rp (約 51 億円) の損失が発生していることになる。提案ビジネスの展開・普及により上記損失の低減への貢献が期待される。

9. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

インドネシア展開を実現することで、海外事業に従事する多様化した人材ニーズが企業内に生まれ、海外経験を持つ人材や語学力の高い人材などの雇用機会が新たに創出される。また、LSP フランジ補強具の現地生産にはプレス成型機が必要であるが、日本国内より調達する場合は、売上 5 億円規模を達成する為、累計約 50 百万円の設備投資が発生する見込である。

(2) その他関連機関への貢献

提案法人は滋賀県の補助金を活用して各国の特許申請を行なう一方、これまでに 25 以上の受賞、認定、メディア掲載などがあり、今後、海外ビジネスについて報告やメディア掲載の可能性はある。また、提案法人は地元の諸団体に所属しており、地元企業とのつながりも強い。提案法人は地元の中学・高校から、毎年 3~5 名をインターンとして受け入れている。これらのネットワークを通じて、海外展開の成功事例を他の地元企業と共有することにより、地元経済・地域活性化の牽引役としての役割を果たすだけでなく、他の地元企業の海外展開の後押しをする事が期待される。

第4 ODA事業との連携可能性

1. 連携が想定される ODA 事業

当該ビジネスの展開により、日本の ODA により過去に実施されたもしくは今後実施される上水道の整備プロジェクトとの連携可能性が考えられる。同プロジェクトで使用されるパッキンとして提案技術を採用することによる連携が考えられる。

2. 連携により期待される効果

過去に実施された上水道のインフラプロジェクトにおいては、水道配管のメンテナンス・補修時においてパッキンの交換をするタイミングにおいて提案技術を導入し、今後実施される上水道整備プロジェクトにおいては水道配管新設時に合わせて提案技術を導入することが考えられる。インドネシアではフランジ規格が統一されておらず、様々なフランジが用いられている現状を鑑みると、日本の ODA により整備された上水道インフラでは日本の JIS 規格のフランジが用いられている可能性があり、日本の ODA 事業との連携は提案技術のインドネシア展開の足掛かりとなることが期待される。一方で、連携先の ODA 事業においては、提案技術の導入により水道配管の接続部からの漏水の低減が期待される。

参考文献

- インドネシアの投資・M&A・会社法・会計税務・労務 著者：久野康成後任会計事務所、(株)東京コンサルティングファーム
- インドネシア進出実務ガイド 著者：中林正英
- インドネシア税務ポケットブック 2021 年 著者：PT プリマ・ワハナ・チャラカ/プライスウォーターハウスクーパース
- インドネシア税制「所得税」詳細、インドネシア税制「その他税制」詳細 作成者：ジエトロ
- インドネシア国 TS リークチェッカーを活用した上水道の無臭水削減技術案件化調査業務完了報告書、平成 30 年 10 月、独立行政法人国際協力機構・東京水道サービス株式会社
- インドネシア中期国家開発計画 2020～2024

別添資料

【非公開】