

トルコ国

トルコ国  
超音波流量計を活用した漏水  
モニタリング及び無収水削減に関わる  
案件化調査

業務完了報告書

2024 年 5 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社アイシーティー

|        |
|--------|
| 関西セ    |
| JR     |
| 24-005 |



<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

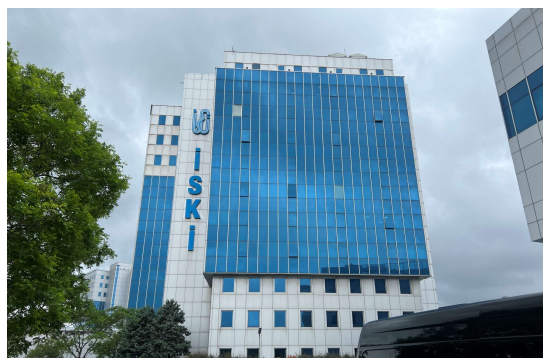
|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 写真 .....                                 | 1  |
| 地図 .....                                 | 3  |
| 図表リスト.....                               | 4  |
| 略語表.....                                 | 6  |
| 案件概要 .....                               | 7  |
| 要約 .....                                 | 8  |
| はじめに .....                               | 11 |
| 1. 調査名 .....                             | 11 |
| 2. 調査の背景 .....                           | 11 |
| 3. 調査の目的 .....                           | 11 |
| 4. 調査対象国・地域 .....                        | 11 |
| 5. 契約期間、調査工程 .....                       | 12 |
| 6. 調査団員構成 .....                          | 16 |
| 第1 対象国・地域の開発課題.....                      | 17 |
| 1. 対象国・地域の開発課題.....                      | 17 |
| 2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....           | 19 |
| (1) 開発計画 .....                           | 19 |
| (2) 政策 .....                             | 20 |
| (3) 法令等.....                             | 20 |
| 3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針 .....         | 23 |
| 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 ..... | 24 |
| (1) 我が国の ODA 事業 .....                    | 24 |
| (2) 他ドナーの先行事例分析 .....                    | 24 |
| 第2 提案法人、製品・技術 .....                      | 25 |
| 1. 提案法人の概要 .....                         | 25 |
| (1) 企業情報 .....                           | 25 |
| (2) 海外ビジネス展開の位置づけ .....                  | 25 |
| 2. 提案製品・技術の概要 .....                      | 26 |
| (1) 提案製品・技術の概要 .....                     | 26 |
| (2) ターゲット市場 .....                        | 27 |
| 3. 提案製品・技術の現地適合性 .....                   | 28 |
| (1) 現地適合性確認方法 .....                      | 28 |
| (2) 現地適合性確認結果（技術面・経済面） .....             | 28 |
| (3) 現地適合性確認結果（制度面） .....                 | 31 |
| 4. 開発課題解決貢献可能性.....                      | 32 |
| 第3 ODA 事業計画/連携可能性.....                   | 34 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. ODA 事業の内容/連携可能性 .....                            | 34 |
| 2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策 ..... | 40 |
| 3. 環境社会配慮等 .....                                    | 40 |
| 4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果 .....                   | 40 |
| 第 4 ビジネス展開計画 .....                                  | 41 |
| 1. ビジネス展開計画概要 .....                                 | 41 |
| 2. 市場分析 .....                                       | 41 |
| (1) 市場の定義・規模 .....                                  | 41 |
| (2) 競合分析・比較優位性 .....                                | 43 |
| 3. バリューチェーン .....                                   | 45 |
| (1) 製品・サービス .....                                   | 45 |
| (2) バリューチェーン .....                                  | 45 |
| 4. 進出形態とパートナー候補 .....                               | 46 |
| (1) 進出形態 .....                                      | 46 |
| (2) パートナー候補 .....                                   | 46 |
| 5. 収支計画 .....                                       | 47 |
| 6. 想定される課題・リスクと対応策 .....                            | 48 |
| (1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策 .....                        | 48 |
| (2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策 .....                       | 48 |
| (3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策 .....                      | 49 |
| (4) その他課題/リスクと対応策 .....                             | 50 |
| 7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果 .....                        | 50 |
| 8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献 .....                         | 52 |
| (1) 関連企業・産業への貢献 .....                               | 52 |
| (2) その他関連機関への貢献 .....                               | 52 |
| 参考文献 .....                                          | 53 |
| 英文案件概要 .....                                        | 54 |
| 英文要約 .....                                          | 55 |
| 別添資料 .....                                          | 62 |

## 写真



【写真 1】欧州・アジア地区を分ける  
ボスポラス海峡



【写真 2】イスタンブール水道局（ISKI）



【写真 3】欧州製電磁流量計が装着された  
大口径水道管



【写真 4】非接触型超音波流量計が装着  
された大口径水道管



【写真 5】アジア地区の DMA（流量計測地域）



【写真 6】欧州地区の DMA（オフィス併設）



【写真 7】DMA 内水道管仕様の实地調査



【写真 8】街中の DMA 内水道管の实地調査

## 写真



【写真 9】 ISKI との製品装着前打合せ



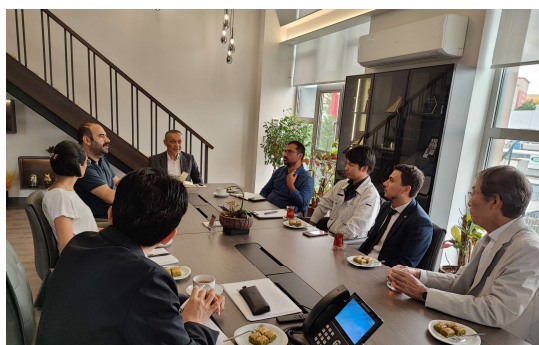
【写真 10】提案製品 (挿入型超音波流量計)



【写真 11】 DMA 内の提案製品の装着  
(白い部分が既設の電磁流量計)



【写真 12】ディスプレイのセッティング  
(ユーザーが自ら対応可能)



【写真 13】販売店候補 (企業) との協議



【写真 14】水資源管理管轄省庁 (GDWM) と協議

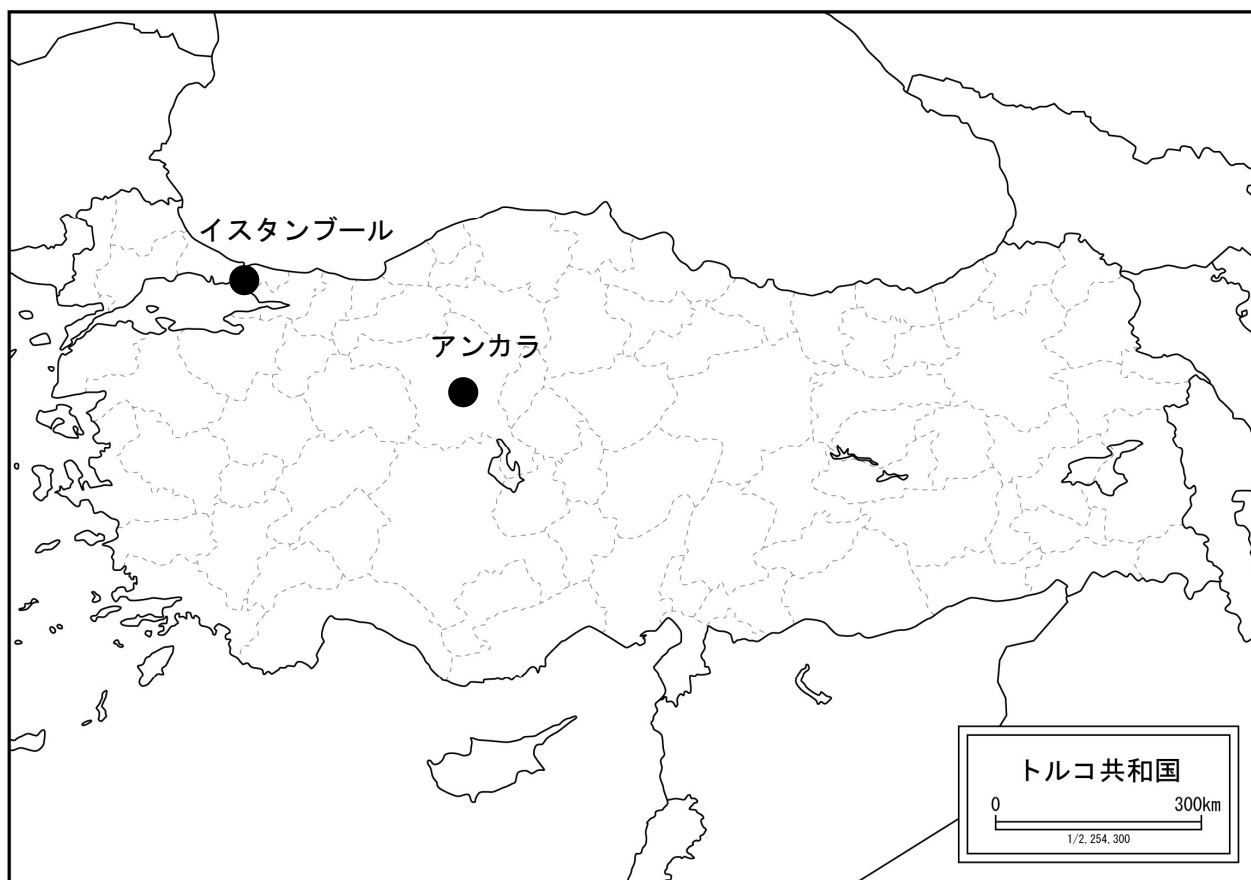


【写真 15】ISKI 幹部への調査報告と展望協議



【写真 16】アンカラ水道局 (ASKI) 訪問

## 地図



(出展元 : <https://www.freemap.jp/itemDownload/mideast/turkey/2.png>)

## 図表リスト

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 【図 1】トルコと EU 各国の水損失率(2016 年).....                              | 17 |
| 【図 2】イスタンブールの平均水消費量(m <sup>3</sup> /日).....                    | 17 |
| 【図 3】無収水率の世界主要都市比較(2016 年).....                                | 18 |
| 【図 4】年間の無収水率推移.....                                            | 18 |
| 【図 5】DMA.....                                                  | 19 |
| 【図 6】標準水収支様式.....                                              | 22 |
| 【図 7】飲用水供給及び給水システムにおける漏水管理様式.....                              | 23 |
| 【図 8】当社の超音波流量計.....                                            | 27 |
| 【図 9】計測値のデジタル表示するディスプレイ(付属品).....                              | 27 |
| 【図 10】ボールバルブ.....                                              | 29 |
| 【図 11】実証の候補場所.....                                             | 34 |
| 【図 12】大口径管での流量計設置による漏水検知.....                                  | 37 |
| 【図 13】配水池からの流入量と DMA 流量計合計の差異による漏水検知.....                      | 37 |
| 【図 14】電磁流量計に隣接して比較検証.....                                      | 37 |
| 【図 15】複数台の流量計による漏水検知.....                                      | 37 |
| 【図 16】実施体制図.....                                               | 37 |
| 【図 17】活動スケジュール.....                                            | 39 |
| 【図 18】調査結果による提案製品の比較優位性分析.....                                 | 44 |
| 【図 19】主力製品の製品群と適用する水道管サイズ.....                                 | 45 |
| 【図 20】提案製品のバリューチェーン.....                                       | 45 |
| 【図 21】ビジネスにおける収支計画.....                                        | 47 |
| 【図 22】漏水マップ イメージ図.....                                         | 51 |
| 【図 23】複数台の流量計による漏水検知.....                                      | 51 |
| 【Fig.24】Application to leakage measurement.....                | 59 |
| 【Fig.25】The amount of leakage and the location of leakage..... | 59 |
| 【表 1】DMA 設置状況及び計画.....                                         | 19 |
| 【表 2】想定するターゲット市場.....                                          | 27 |
| 【表 3】提案製品による試験実施内容.....                                        | 30 |
| 【表 4】ISKI と東京都水道局の比較.....                                      | 35 |
| 【表 5】計測方法や装着方法の異なる製品の比較分析.....                                 | 43 |

## 写真リスト

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 【写真 1】欧州・アジア地区を分けるボスポラス海峡.....             | 1  |
| 【写真 2】イスタンブール水道局 (ISKI) .....              | 1  |
| 【写真 3】欧州製電磁流量計が装着された大口径水道管.....            | 1  |
| 【写真 4】非接触型超音波流量計が装着された大口径水道管.....          | 1  |
| 【写真 5】アジア地区の DMA (流量測定地域) .....            | 1  |
| 【写真 6】欧州地区の DMA (オフィス併設) .....             | 1  |
| 【写真 7】DMA 内水道管仕様の実地調査.....                 | 1  |
| 【写真 8】街中の DMA 内水道管の実地調査.....               | 1  |
| 【写真 9】ISKI と製品装着前打合せ.....                  | 2  |
| 【写真 10】提案製品 (挿入型超音波流量計) .....              | 2  |
| 【写真 11】DMA 内の提案製品の装着.....                  | 2  |
| 【写真 12】ディスプレイのセッティング.....                  | 2  |
| 【写真 13】販売店候補 (企業) との協議.....                | 2  |
| 【写真 14】水資源管理管轄省庁 (GDWM) と協議.....           | 2  |
| 【写真 15】ISKI 幹部への調査報告と展望協議.....             | 2  |
| 【写真 16】アンカラ水道局 (ASKI) 訪問.....              | 2  |
| 【写真 17】水道管から浄水が漏れ出す様子.....                 | 17 |
| 【写真 18】漏水検知作業の様子.....                      | 19 |
| 【写真 19】水道管の穴あけ工事.....                      | 30 |
| 【写真 20】挿入型超音波流量計の計測試験.....                 | 30 |
| 【写真 21】非接触型超音波流量計の計測試験.....                | 30 |
| 【写真 22】トルコ人エンジニアによる当社のコントロールパネルの試用の様子..... | 31 |
| 【写真 23】製品の装着現場を ISKI が視察.....              | 32 |
| 【写真 24】当社の開発現場を ISKI が視察.....              | 32 |
| 【写真 25】販売店候補企業との商談.....                    | 46 |
| 【写真 26】SCADA システム.....                     | 49 |

## 略語表

| 略語    | 正式名称                                                   | 日本語名称          |
|-------|--------------------------------------------------------|----------------|
| ISKI  | İSTANBUL SU ve KANALİZASYON İDARESİ                    | イスタンブール水道局     |
| DMA   | District Metered Areas                                 | 給水量計測地域        |
| PPP   | Public Private Partnership                             | 官民連携           |
| IWA   | International Water Association                        | 国際水協会          |
| OECD  | Organization for Economic Co-operation and Development | 経済協力開発機構       |
| DSI   | Devlet Su İşleri-Genel Müdürlüğü                       | トルコ国家水利庁       |
| MoAF  | Ministry of Agriculture and Forestry                   | 農業・森林省         |
| GDWM  | General Directorate of Water Management                | 水管理総局          |
| SDGs  | Sustainable Development Goals                          | 持続可能な開発目標      |
| ASKI  | Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi                      | アンカラ水道局        |
| IEC   | International Electrotechnical Commission              | 国際電気標準会議       |
| ODA   | Official Development Assistance                        | 政府開発援助         |
| IOT   | Internet of Things                                     | モノのインターネット     |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition               | 監視制御・データ収集システム |
| WDN   | Water Distribution Network                             | 給水管網           |
| UNT   | Union of Municipalities of Turkey                      | トルコ自治体連合       |



トルコ国 超音波流量計を活用した  
漏水及び無収水のモニタリングに関わる案件化調査  
株式会社アイシーティー(大阪府松原市)



対象国の水道分野における開発ニーズ(課題)

- ・主要EU諸国に比べて著しく高い漏水率の削減
- ・漏水の検知・削減を持続的に行うシステムの確立  
(一部で試験運用は開始。一層の改善ニーズあり)
- ・無収水の正確な把握とその改善による水道インフラ運営の持続性向上

提案製品・技術

- ・既存バルブへ挿入し、超音波で水道管内の流量・流速他を高精度に測定する挿入型超音波流量計
- ・計測数値や傾向をデジタル表示し、データ保存も可能な付属ディスプレイ

案件概要

- ・契約期間: 2023年3月~24年6月
- ・対象国・地域: トルコ共和国イスタンブール市他
- ・案件概要: 取付が容易で、大口径水道管の漏水量や場所が検知できる高精度計測能力を有する超音波流量計による水道施設の漏水及び無収水モニタリング事業に関する案件化調査



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・対象国の水道事業者へ製品の技術評価をさせ、導入認可後に地域販売店を通じて製品販売を行う
- ・対象顧客(利用者)は各都市の水道局を想定する
- ・日本で製造した製品の輸出と販売後の部品供給及び保守修繕サービスによる収益で事業化を図る

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・補修工事の優先的実施による漏水対策の効率化
- ・漏水検知システムの定着による水道管破裂の予防
- ・漏水検知地区の広域化による漏水削減効果の拡大
- ・漏水対策が促進することによる無収水の削減

2024年5月現在

## 要約

### I. 調査要約

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 案件名                  | <p>(和文) トルコ国超音波流量計を活用した漏水モニタリング及び無収水削減に関わる案件化調査 (中小企業支援型)</p> <p>(英文) <b>SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for leakage monitoring and non-revenue water reduction with ultrasonic flow meter in Turkey</b></p>                                                                                                                                                                                                 |
| ② 対象国・地域               | トルコ国イスタンブール市及びアンカラ市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ③ 本調査の要約               | <p>取付が容易で、水道管の漏水量や場所を検知できる高精度計測能力を有する超音波流量計による水道施設の漏水モニタリング及び無収水削減事業に関わる案件化調査。本事業を通じ、超音波流量計のビジネス展開を図り、ひいてはトルコ国の水道事業運営を効率化・持続化し、安定的な水資源管理への貢献を目指す。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ④ 提案製品・技術の概要           | <p>水道管内の流量及び流速を超音波によって計測する超音波流量計 (以下、提案製品) を提案する。</p> <p>提案企業 (以下、当社) が独自に開発した計測アルゴリズムや製品設計及び独自調達による特殊部材の利用等により、a. 高精度の計測性能、b. 価格競争力、c. 圧倒的なユーザビリティの高さ、を実現した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ⑤ 対象国で目指すビジネスモデル概要     | <p>日本で製造した提案製品を各都市・地方の水道事業者へ対象国内で起用する販売店を通じて輸出、販売する。</p> <p>対象市場として、①大口径水道管 (直径 1000 mm以上) の正確な流量計測ニーズや②DMA の入口で給水量を計測する既設流量計との計測能力及び価格における優位性を求めるニーズ、さらには③流量計で DMA 域内の漏水を検知する手段が認知されていない潜在的なニーズが調査により確認された。当社はそれぞれの市場ニーズの特性に応じた提案製品の計測性能、競争優位性、及び漏水検知手段としての新規性や独自性を水道事業者認知してもらう取り組みを実施し、市場参入する。その後、大都市での導入事例を他都市や地方へ発信し、販売店のネットワークを利用して拡販する。</p> <p>このビジネスモデルにおいて、当社は販売店より製品対価を獲得し、日本での製造原価 (材料費、人件費を含む) 及び運送費等の必要経費を支払い、差額を利益として享受する。</p> |
| ⑥ ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針 | <p>ビジネス展開に向けて以下に取り組む。</p> <p>①大口径水道管向け流量測定に関わる提案製品の有用性を実証する</p> <p>②DMA 内の中小口径水道管向け給水量計測及び漏水検知の有用性を実証する</p> <p>③水道事業者の機材調達入札における参加要件を満たす製品・技術の条件を詳細にわたり確認する</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | <p>④水道事業者向けに流量計一式を包括的に供給できる販売体制を詳細にわたり調査し、実現への課題を整理する</p> <p>対応方針としては、上記②④を目的とした提案製品の試験機導入と性能検証による評価確認を行う。その後、普及・実証・ビジネス化事業において、DMA内での漏水検知にかかる実証活動を行った上で、他地域展開の可能性を検証し、その事業計画を策定する。</p> <p>(実施時期：2025年1月～2027年6月)</p>                                                                                                                     |
| ⑦ ビジネス展開による対象国・地域への貢献 | <p>・貢献を目指すSDGsのターゲット：<br/> 想定するビジネス展開によりSDGsにおける以下のターゲット達成に貢献する。<br/> 6. 安全な水とトイレを世界中に<br/> 9. 産業と技術革新の基盤をつくる<br/> 11. 住み続けられるまちづくりを</p> <p>・提案製品によるビジネス展開による対象国・地域における以下の課題に貢献する。<br/> ①実施容易性に優れた漏水検知手法の導入による補修工事の費用対効果向上<br/> ②大口径水道管内の給水量の正確な把握による水道事業の収益管理精度向上<br/> ③増設予定のDMAで提案製品を活用することによる漏水検知対応力の増強<br/> ④漏水対策が促進することによる無収水の削減</p> |
| ⑧ 本事業の概要              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ① 目的                  | <p>本調査の目的は以下の3点である。</p> <p>a. イスタンブールの漏水低減施策、試験稼働中の漏水検知システム、配水網の詳細などを把握する</p> <p>b. 水道事業者に提案製品・技術、用途を広く認知してもらう</p> <p>c. 試験導入へ向けた手順や検証方法、期待効果の相互理解、ビジネス展開における広域導入のシナリオを協議、立案する</p>                                                                                                                                                        |
| ② 調査内容                | <p>以下の項目を調査する。</p> <p>1. 対象国・地域の開発課題</p> <p>2. 提案製品・技術の現地適合性</p> <p>3. ビジネスモデルの具体化</p> <p>4. ODA事業計画・連携可能性</p>                                                                                                                                                                                                                            |
| ③ 本事業実施体制             | <p>提案法人：株式会社アイシーティー</p> <p>外部人材：株式会社ジームス・アソシエイツ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ④ 履行期間                | 2023年3月～2024年8月（1年6ヶ月）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ⑤ 契約金額                | 29,771千円（税込）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Ⅱ．提案法人の概要

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. 提案法人名           | 株式会社アイシーティー                 |
| 2. 代表法人の業種         | ①製造業                        |
| 3. 代表法人の代表者名       | 白石 勝                        |
| 4. 代表法人の本店所在地      | 大阪府松原市阿保七丁目7番6号             |
| 5. 代表法人の設立年月日（西暦）  | 1991年4月6日                   |
| 6. 代表法人の資本金        | 3,000万円                     |
| 7. 代表法人の従業員数       | 15名                         |
| 8. 代表法人の直近の年商（売上高） | 3億2,383万円（2022年4月～2023年3月期） |

## はじめに

### 1. 調査名

トルコ国 超音波流量計を活用した漏水モニタリング及び無収水削減に関わる案件化調査  
SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for leakage monitoring and non-revenue water reduction with ultrasonic flow meter in Turkey

### 2. 調査の背景

イスタンブールは慢性的な水不足に悩まされてきた。1990 年では約 600 万人であった同地域の人口は 2022 年に約 1,590 万人（トルコ統計機構 TUIK）に増加しており、これに伴って増大する水への需要を満たすことは、同市にとって常に重要な課題であった。かかる状況を鑑み、我が国は 1993 年から 2015 年までに実施した円借款事業「イスタンブール上水道整備事業」及び「イスタンブール上水道整備事業（第 2 期）」において、取水堰、導水路、浄水場、ボスポラス海底トンネル等の建設を支援した。同事業により給水人口や給水量は増加し、上水道普及率も 100%を達することができた。

しかし、同地域における給水量は改善している一方で、2023 年には年間 2.1 億 m<sup>3</sup> の漏水が発生していることが指摘されている。漏水率は 18.98%に達しており、年々改善はしているが貴重な水資源が有効に利用されているとは言えない。

かかる状況を受け、ISKI では漏水の削減を重要課題として、2015 年に「漏水対策委員会」を設立し、2020 年より給水量計測地域（DMA）の建設と運営を進め、域内での専門家による漏水の聴音作業を通じた漏水検知も行っている。その結果、ISKI では漏水率 36.14%（2003 年）より 18.94%（2023 年）へ 20 年間で漏水率を半減させる改善がみられたと評価している。

一方で、世界の先進都市と比較すると依然高水準の漏水率に止まっており、ISKI も 2025 年の目標を 17%に設定するなど、さらなる改善を指向している。そのため、漏水量の正確で持続可能な検知手法の確立、漏水を抑制する水道管補修工事の実施に関わる優先度の決定手法の確立による工事費の費用対効果の最適化、漏水検知地域の広域化が課題となっている。

当社が提案する、取付が容易で、既存の電磁流量計と比較しても安価、かつ大口径水道管でも高精度計測能力を有する「超音波流量計」を活用することで、①実施容易性に優れた漏水検知手法の導入による補修工事の費用対効果向上、②大口径水道管内の給水量の正確な把握による水道事業の収益管理精度向上、③増設予定の DMA で提案製品が活用されることによる漏水検知対応力の増強、④漏水対策が促進することによる無収水の削減、が期待される。

### 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アイデアの検討や ODA 事業での活用可能性の検討を通して、ビジネスモデル及び事業計画が策定される。

### 4. 調査対象国・地域

トルコ国 イスタンブール、アンカラ

## 5. 契約期間、調査工程

2023年3月6日～2024年8月30日

### (1) 第一回現地調査

調査期間：2023年6月5日～6月17日（イスタンブール）

| 調査月日     | 訪問先                                                                               | 調査項目                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 6月5日（月）  | 移動日                                                                               |                                                                            |
| 6月6日（火）  | ①トルコ工業・企業家協会（TUSIAD）<br>②国際協力銀行（JBIC）                                             | ①水道分野での経済団体・関連企業調査<br>②JBICによるトルコ国向け国際プロジェクト金融の仕組みと事例調査                    |
| 6月7日（水）  | ①在イスタンブール総領事館<br>②トルコ大統領府投資局イスタンブール事務所<br>③ISKI（漏水対策チーム）                          | ①トルコ国の市場動向（マクロ面）と日本企業の進出状況調査<br>②外資企業の進出ルール及び政策の調査<br>③本調査の目的や提案内容、調査工程の説明 |
| 6月8日（木）  | ①JETRO イスタンブール事務所<br>②Marubeni Dagitim ve Servis A.S.                             | ①市場特性と日本企業の進出時留意点など調査<br>②日系進出企業の事業展開事例と留意点等調査                             |
| 6月9日（金）  | ①ISKI（幹部表敬）<br>②ISKI（施設見学）                                                        | ①水道施設管理における流量管理や調達方針<br>②水道管の仕様確認と既設流量計の調査                                 |
| 6月10日（土） | ①内部関係者打合せ<br>②訪問先との連絡                                                             | ①調査工程と訪問先の確認<br>②日程と調査項目の確認                                                |
| 6月11日（日） | 資料整理など                                                                            |                                                                            |
| 6月12日（月） | ①Halici Elektrik San. Tic. Ltd. Sti.<br>②内部関係者打合せ                                 | ①販売店候補の事業内容と協業可能性調査<br>②調査工程の確認と調査項目の調整                                    |
| 6月13日（火） | ①ISKI（担当者ヒアリング）<br>②イスタンブール商工会議所<br>③Nippon Express Istanbul Global Logistik A.S. | ①DMA 展開と流量計の調達の現状を調査<br>②水道関連の企業団体や協業候補の探索<br>③製品輸送の手続きと通関事情の調査            |
| 6月14日（水） | ①ISKI（アジア地区 DMA）                                                                  | ①既設の DMA 視察と流量測定の実地調査                                                      |
| 6月15日（木） | ①ISKI（幹部向けプレゼンテーション）<br>②水道用バルブ販売店                                                | ①現地調査の結果と課題・成果の報告・共有<br>②製品の設置に必要な付属品の調達事情調査                               |
| 6月16日（金） | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>②内部関係者打合せ<br>帰国（トルコ発）                                           | ①次回調査項目と工程予定の確認と調整<br>②次回現地調査の準備と課題対策の意見交換                                 |
| 6月17日（土） | 日本到着                                                                              |                                                                            |

(2) 第二回現地調査

調査期間：2023年8月7日～8月19日（イスタンブール、アンカラ）

| 調査月日     | 訪問先                                                        | 調査項目                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 8月7日（月）  | 移動日                                                        |                                                                  |
| 8月8日（火）  | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>②PES社（バルブ取付業者）                           | ①調査項目と実施計画（製品の設置・試験）の協議とISKI側の意向調査<br>②製品取付に必要な協力業者の探索と交渉        |
| 8月9日（水）  | ①Halici Elektrik<br>San. Tic. Ltd. Sti.<br>②ISKI（欧州地区DMA）  | ①製品取付・試験を行うための協業可能性調査<br>②製品の取付予定場所の事前調査                         |
| 8月10日（木） | ①ISKI（欧州地区DMA）                                             | ①製品の取付・稼働試験（適合性調査）                                               |
| 8月11日（金） | ①Halici Elektrik<br>San. Tic. Ltd. Sti.<br>②ISKI（アジア地区DMA） | ①DMAの建設、流量計設置の実績調査<br>②非接触型流量計の設置予定現場の実情調査                       |
| 8月12日（土） | ①ISKI（アジア地区DMA）<br>②訪問先との連絡                                | ①製品の設置・稼働試験（適合性調査）<br>②訪問先の調整と調査項目の協議                            |
| 8月13日（日） | イスタンブールからアンカラへ移動                                           |                                                                  |
| 8月14日（月） | ①イルラー銀行<br>②在トルコ日本国大使館                                     | ①水道事業者への資金提供判断や地方事業者とのネットワークを調査<br>②中央政府と地方行政の水道事業に関わる関係性や影響力を調査 |
| 8月15日（火） | ①トルコ大統領府投資局本部<br>②MoAF傘下GDWM<br>③ASKI（DMAチーム）              | ①進出業態や地域による外資の進出インセンティブ調査<br>②提案製品の紹介と漏水検知の課題調査                  |
| 8月16日（水） | ①ASKI（送水管チーム）<br>②JICAトルコ事務所<br>アンカラからイスタンブールへ移動           | ①大口径水道管に関する流量計測ニーズ調査<br>②現地調査（第一回、第二回）の現状報告と今後の調査方法に関するアドバイス受領   |
| 8月17日（木） | ①IDC Sistem Yapi San. Ve<br>Tic. A. S.<br>②ISKI（アジア地区DMA）  | ①販売店候補企業の実績や協業可能性調査<br>②試験実施の現状確認と測定結果の検証                        |
| 8月18日（金） | ①ISKI（欧州地区DMA）<br>②ISKI（幹部表敬）<br>帰国（トルコ発）                  | ①試験実施の現状確認と測定結果の検証<br>②試験実施の報告と調査結果の報告、評価・関心のヒアリング調査             |
| 8月19日（土） | 日本到着                                                       |                                                                  |

(3) 第三回現地調査

調査期間：2023年10月23日～11月4日（イスタンブール、アンカラ）

| 調査月日      | 訪問先                                                     | 調査項目                                                                               |
|-----------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 10月23日（月） | 移動日                                                     |                                                                                    |
| 10月24日（火） | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>②現地調達先の調査                             | ①調査項目と実施計画（製品の試験評価）の協議とISKI側の評価調査<br>②製品に組み込む電池の調達先を調査                             |
| 10月25日（水） | イスタンブールからアンカラへ移動<br>①ASKI（DMA 給水チーム）                    | ①給水管（口径 300 mm以下）の流量計設置状況を調査                                                       |
| 10月26日（木） | ①クルッカレ水道局（流水監視システムチーム）<br>②同市（水道管破裂現場）<br>③同局 送水ステーション  | ①アンカラ周辺地域の流水管理状況を調査<br>②水道管の破裂による断水発生の現場を視察<br>③送水管（1600 mm口径管）及び周辺 DMA の流量管理状況を調査 |
| 10月27日（金） | ①JICA トルコ事務所<br>②農林省傘下水管理総局（GDWM）                       | ①調査状況および今後の予定に関する報告<br>②漏水管理に関わる各自治体水道関係者を招集して行われる勉強会や管理手法検討を調査                    |
| 10月28日（土） | アンカラ→イスタンブールへ移動                                         |                                                                                    |
| 10月29日（日） | 資料整理                                                    |                                                                                    |
| 10月30日（月） | ①Halici Elektronik 社<br>②内部打ち合わせ                        | ①販売店契約の交渉、流量計販売の状況調査<br>②クルッカレ水道局向け見積の作成検討                                         |
| 10月31日（火） | ①ISKI（アジア側 DMA3 か所）                                     | ①非接触型流量計の試験（既設流量計との比較による精度検証）                                                      |
| 11月1日（水）  | ①Water Loss Forum（ISKI ほか3水道局と面談）                       | ①各水道局の漏水対策に関わるプレゼンテーションを聴講、展示ブースで個別面談にて調査                                          |
| 11月2日（木）  | ①ISKI（欧州側 DMA3 か所）<br>②Kontrolmatek 社                   | ①非接触型流量計の試験（既設流量計との比較による精度検証）<br>②流量計販売の取り扱い状況を調査                                  |
| 11月3日（金）  | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>・欧州側、アジア側 DMA のマネージャー<br>②イスタンブールから出国 | ①試験実施の結果報告とISKI側評価の調査<br>②流量計使用場所の選定に関わる質疑応答（欧州側、アジア側でそれぞれ実施）                      |
| 11月4日（土）  | 日本到着                                                    |                                                                                    |

(4) 第四回現地調査

調査期間：2023年12月4日～12月16日（イスタンブール、アンカラ）

| 調査月日      | 訪問先                                       | 調査項目                                                      |
|-----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 12月4日（月）  | 移動日                                       |                                                           |
| 12月5日（火）  | ①ISKI (DMA 対策チーム)<br>②イスタンブール→アンカラ<br>へ移動 | ①本邦受入日程・手続の協議、流量計導入へ向<br>けた意見交換                           |
| 12月6日（水）  | ①ASKI<br>②クルッカレ水道局                        | ①案件化調査の結果報告、意見交換<br>②流量管理の見通しを調査                          |
| 12月7日（木）  | ①トルコ自治体連合（UMT）<br>②イルラー銀行<br>③GDWM        | ①漏水管理の自治体協働取り組みを調査<br>②案件化調査の結果報告、調達仕様書の調査<br>③案件化調査の結果報告 |
| 12月8日（金）  | ①日本国大使館<br>②JICA トルコ事務所                   | ①案件化調査の結果報告<br>②案件化調査の結果報告                                |
| 12月9日（土）  | ①アンカラ→イスタンブール<br>へ移動<br>②内部打ち合わせ          | ②ASKI への製品見積対応に関する意見交換                                    |
| 12月10日（日） | 資料整理                                      |                                                           |
| 12月11日（月） | ①イズミット水道局（ISU）<br>②サカリヤ水道局（SASKI）         | ①製品紹介と流量管理の事情調査<br>②製品紹介と流量管理の事情調査                        |
| 12月12日（火） | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>②Halici Elektronik 社    | ①流量計調達事情の調査、流量管理研究の現状<br>調査<br>②流量計調達の実情と今後の見通しを調査        |
| 12月13日（水） | ①ISKI（漏水対策チーム）<br>②国際協力銀行（JBIC）           | ①案件化調査の結果報告、質疑応答<br>②案件化調査の結果報告、事業化時の制度金融<br>利用可能性を調査     |
| 12月14日（木） | ①日本国総領事館<br>②内部打ち合わせ                      | ①案件化調査の結果報告<br>②調査結果の総括と本邦受入準備の協議                         |
| 12月15日（金） | ①JETRO イスタンブール<br>②トルコ大統領府投資局<br>帰国（トルコ発） | ①案件化調査の結果報告<br>②案件化調査の結果報告、将来の投資可能性を<br>協議                |
| 12月16日（土） | 日本到着                                      |                                                           |

## 6. 調査団員構成

| 組織（所属）           | 団員名    | 担当業務                  | 業務内容                                           |
|------------------|--------|-----------------------|------------------------------------------------|
| 株式会社アイシーティ（提案法人） | 武田 憲司  | 業務主任者／ビジネス展開計画        | 事業総括、案件進捗管理・運営、ビジネス展開計画、現地パートナー調査及び折衝          |
|                  | 安藤 義徳  | 技術主任者／現地適合性分析         | 水道事業の実態とその管理方法に関わる市場と競合状況を調査し、その実態から技術適応性を分析   |
|                  | 和田崎 桂司 | 機構設計者／導入機<br>の設計・仕様設定 | 水道施設の仕様や使用環境の調査及び適合性の分析、試験機の設計・仕様設定            |
|                  | 植村 賢   | 製造・設置、技術指導            | 提案製品の設置及び運営方法の紹介と技術指導、試験結果の評価分析                |
| 株式会社ジームス・アソシエイツ  | 有岡 義洋  | 開発課題分析                | 開発課題の分析、ODA 案件化に関わる調査・検討、ビジネス展開計画の策定支援、各種報告書作成 |
|                  | 濱岡 弘之  | 事業性分析／環境社会配慮分析        | 開発効果の検証を含めた環境社会配慮分析、ビジネス展開計画に応じた収益性分析          |

## 第1 対象国・地域の開発課題

### 1・対象国・地域の開発課題

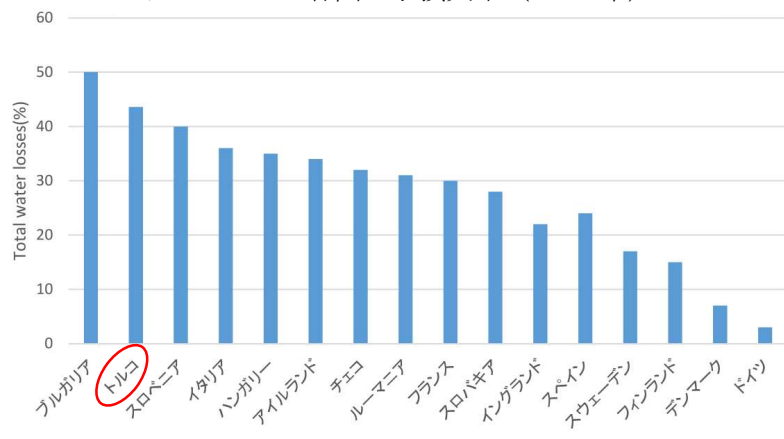
#### (1) 対象国の開発課題

トルコ国はアジアとヨーロッパの2つの地域にまたがり、面積は78万平方キロメートルで日本の約2倍、人口は85.2百万人(2022年)、首都はアンカラ(5.7百万人)、最大の経済都市はイスタンブール(人口15.9百万人)である。

トルコでは経済成長(+5.6%、一人当たりGDP10,655ドル:2022年)と人口増加(2022年は前年度比60万人増加)により上下水サービスへの需要が拡大している。

しかし、水道設備から供給された浄水の利用が確認されない水損失(Water Loss)の比率がEU加盟国の水準を大きく上回っている。【図1】

【図1】 トルコとEU各国の水損失率(2016年)



Management of Water Losses from Water Distribution Systems Using SCADA, DMA, GIS and Modelling (Habib Muhammetoglu Akdeniz University) と OECD データを基に調査団にて編集

【写真17】水道管から浄水が漏れ出す様子

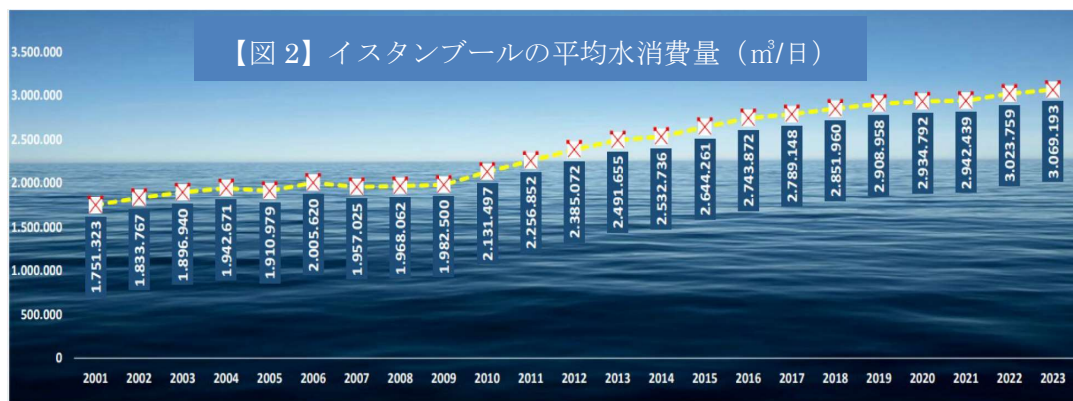


Expert Workshop, Water Losses Management in Water Supply Systems, September 2012, Antalya

#### (2) 対象地域の開発課題

イスタンブールは域内に大きな河川がないことから、水源開発が水需要の急増に対応できず、常に慢性的な水不足に悩まされてきた。また、干ばつ等自然災害へのリスク対応の観点からも安定した水供給の優先度は高い。

一方、同地域の人口が急増し、給水人口が約6百万人(1990年)から16百万人(2022年)へ増加するに伴って、水需要が増加、都市の消費量は増加する傾向にある(【図2】)。



浄水場の建設や水道管の伸長なども行われているが、浄水が利用者へ届くことなく失われる漏水が依然 2.1 億 m<sup>3</sup>/年（無収水率 18.94%：2023 年）あり、貴重な水資源が有効に利用されていない。

2021 年 1 月には過去 15 年間で貯水ダム水位が最低（39.2%）となり、市長が水リスクへの直面を宣言した。同時に 22%（2019 年時点）もの水資源が漏水で無駄になっている問題が指摘されている。

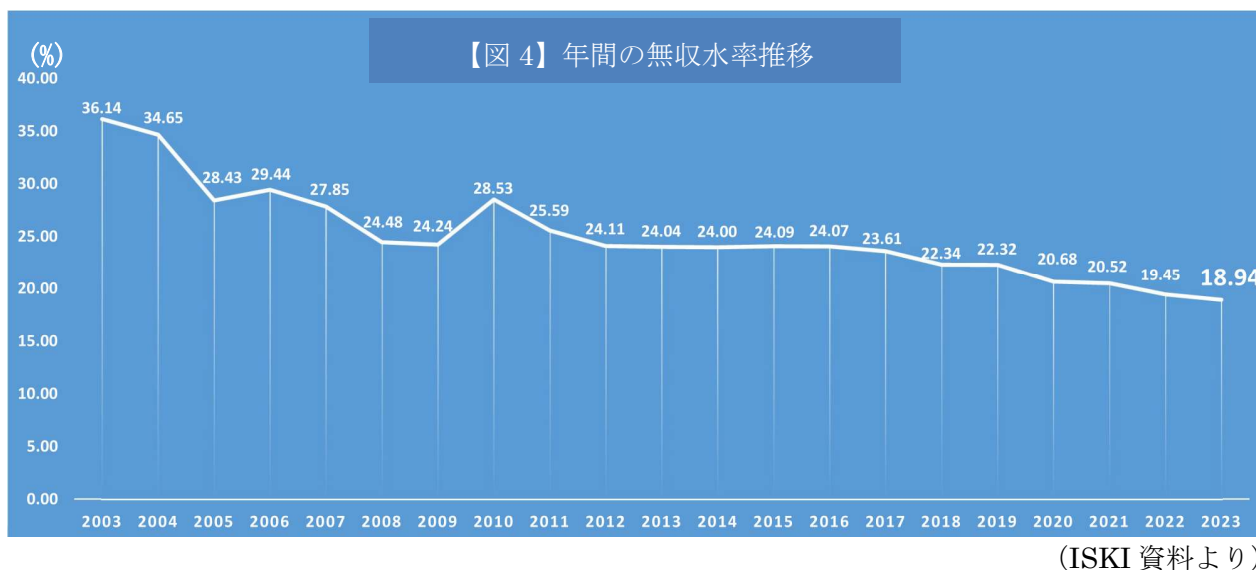
IWA では現実的な無収水率の許容水準を 10%程度としており、OECD 主要都市の水準を比較しても依然改善の余地を残す（【図 3】）。

ISKI へのヒアリング調査でも「長期目標は 10%以下を目指したい」との発言が聞かれた。



ISKI では無収水の削減を重要課題として毎年数値を公表、2015 年には「水損失対策委員会」を設立、2020 年より DMA の建設を開始、域内の給水量を計測するための流量計を設置するのに加えて DMA 内の漏水検知を行う実証試験を行なっている。

それによって 2003 年に 36.14%あった無収水率が 2023 年に 18.94%へ半減する改善がみられたと評価している（【図 4】）。



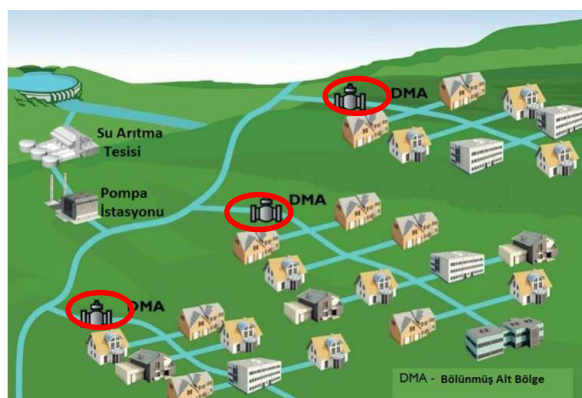
一方で、漏水検知作業は委託企業の専門家による夜間の漏水音を専用機器を使って聴診する方法（【写真 18】）で行われており、実施期間や対象地域が限定される。

また、聴診できる水道管は比較的浅い地点に埋設されている水道管に限定されるなど解決すべき課題もある。

【写真 18】漏水検知作業の様子。3 人 1 組のチームが 1 泊 2 日で 15 km の検査を行う。平均して 8.5 km に 1 件の漏水発生箇所を発見する（ISKI 提供資料より）



ISKI では現在 290 か所に建設した DMA を 2030 年までに 850 か所、最終的に 1200 か所設置する計画（【表 1】）であり、その域内給水量を測定する流量計の調達・設置（【図 5】）も予定している。そのため、この増設された DMA での持続的に広範囲での漏水検知が可能になる手法の導入と確立が課題になる。



【図 5】DMA。入口水道管に設置された流量計（赤く囲まれた部分）により域内の給水量を計測している。【図 22】で提案製品による漏水検知機能を含む流量計設置の改善案を提示している

Management of Water Losses from Water Distribution Systems Using SCADA, DMA, GIS and Modelling (Habib MuhammetogluAkdeniz University) を基に調査団にて編集

【表 1】DMA 設置状況及び計画

|        | 現在設置 | 圧力計測地点 | 2030 年設置予定 | 最終目標 |
|--------|------|--------|------------|------|
| アジア側   | 152  | 41     | 400        | 400  |
| ヨーロッパ側 | 138  | 65     | 450        | 800  |
| 合計     | 290  | 106    | 850        | 1200 |

現地調査ではアジア側、ヨーロッパ側それぞれの DMA を調査し、提案製品の取付け、試験稼働、計測値評価を行った。

## 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

トルコ国においては、取水地における水源確保の課題を水利庁（DSI）が管轄し、取水地から浄水場を経て国民へ給水する水道施設の管理を行う政策や法令の通達、施行を農業森林省傘下（MoAF）の水管理総局（GDWM）が管轄している。

水道施設の建設や維持保全に関わる開発計画は各地方自治体傘下の独立行政法人である水道事業者が立案し、実行、管理を行う。

トルコ国では全 81 県の行政区があり、そのうち人口 75 万人超の大都市自治体 30 県では独立採算事業を担う水道運営組織が存在している。一方、人口 75 万人以下の地方自治体 51 県では、水道施設などのインフラ資産を自治体で保有し、水道運営組織は給水契約の管理、水道料金の徴収、利用者の問い合わせ対応などを担っている。そのため、漏水管理などの開発計画は大都市自治体では水道運営組織が、地方自治体では行政組織が作成する。

トルコ国内最大規模の水道事業を管轄する ISKI では、マスタープラン 2023–2053 の中で、イスタンブールの上水、下水、雨水管理に関わるサービスを環境に配慮した持続可能なものにし、長期的に公共の利益となるサービス供給のための制度枠組みを策定している。

## （２）政策

水道事業の運営に関わる方針や施策は地方自治体傘下の水道事業者が主体的に行うため、GDWM では国家としての水資源管理に関わる政策や目標数値などのガイドラインを制定し、その実施に資する技術情報の提供や事業者相互の支援体制の構築、重要課題に関する勉強会などの運営を行っている。その中で無収水及び漏水対策が重要な政策項目となっており、GDWM では給水量と請求量・漏水量等の水収支を統一のフォーマット（【図 6】）で定量化し、毎年各水道事業者から報告させることで現状把握の体制を整備した。また、そこから選定された、漏水検知や低減の先進的な取り組みを進める水道事業体の事例を共有したり、技術情報を大学や研究機関から紹介させたりするフォーラムを定期的に開催するなど支援を行っている。

このような無収水及び漏水低減へ向けた水道事業者の支援体制の運営には各都市・地域に分散している水道運営組織の統括機能を有するトルコ自治体連合 UMT が協力している。

また、地方自治体を中心に水道事業運営に関わる資金提供の機能を有する政府系金融機関イラー銀行が機材調達手続きにおける技術仕様書の作成や運営に関わる技術指導を含めた包括的な支援を行っている。

## （３）法令等

水道施設管理の政策・法令の立案、施行を管轄する GDWM では 2014 年に水道事業運営に関わる指令“Control of Water Losses from Drinking Water Distribution Systems”（飲料水供給システムからの水損失管理）（以降、水損失管理令）を策定し、毎年の漏水率及び無収水率を含む現状報告とその対策を求めている。そこでは、大都市自治体では 2023 年までに無収水率を最大 30%までに、28 年までに最大 25%までに抑制する目標数値が掲げられている。地方自治体では 23 年までに最大 35%、28 年までに最大 30%、33 年までに最大 25%に引き下げることが求められている。ただし、現時点では法的拘束力がないため、2023 年より達成状況を把握した後に GDWM では法令内容を改定し、強制力のある内容にしたい意向をもっている。

水損失管理令では以下の方策が提言されており、各自治体の考え方の基盤となっている。

- ・ 圧力管理：最大圧力を<sup>1</sup>60mH<sub>2</sub>O と規定された。以前の許容最高圧力 80mH<sub>2</sub>O より変更された。
- ・ 修理のスピードと質：自治体は水道管の破裂が確認された場合、適切な修理を行うべきである。

---

<sup>1</sup>mH<sub>2</sub>O：水柱メートル。圧力の単位で、1mH<sub>2</sub>O=9806.65Pa（パスカル）。これは標準の重力加速度のときに、密度が 1×10<sup>3</sup>kg／m<sup>3</sup>である水柱 1m に等しい圧力に相当する。

- ・水道管施設のメンテナンス及び復旧：メンテナンス及び修理は必要性に応じて定期的に行われる。
- ・積極的な漏水管理：自治体は SCADA などの適切な監視システムを用いて、積極的な漏水管理システムを実施すべきである。
- ・水道管施設と資産管理：WDN の構成部品の選定と設置は、物理的な漏水を防ぐために適切に行われる。
- ・圧力計測地点と DMA の形成：新設される WDN は圧力計測地点と DMA を考慮して設計されるべきである。水のモデル構築は既存の WDN で実施されるべきであり、その際に DMA と圧力計測地点に分割されるべきである。
- ・不正使用の防止：消費者の消費動向に応じた適切な水道メーターを設置、10 年以上経過した水道メーターを新たに正確な計測能力を有するものへ交換することで計測誤差による水損失をなくす。
- ・物理的な水損失を削減するために、水道管の破裂を検知する適切な技術を選択するべきである。
- ・水の損失を管理し、削減するために、技能人材の雇用も必要である。

なお、GDWN では水収支を定量化する様式（【図 6】）を用意し、飲用水供給及び給水システムにおける漏水管理様式（【図 7】）の作成・提出を毎年実施するよう求めている。

【図 6】標準水収支様式

|                                                              |                                                                 |                                                                          |                                                                                           |                                                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| System Input<br>Volume<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(100%) | Authorized<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%) | Billed Authorized<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)   | Billed Metered Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                          | Revenue Water<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)        |
|                                                              |                                                                 |                                                                          | Billed Unmetered<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                     |                                                            |
|                                                              |                                                                 | Unbilled Authorized<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%) | Unbilled Metered<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                     | Non-revenue<br>Water<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%) |
|                                                              |                                                                 |                                                                          | Unbilled Unmetered<br>Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                   |                                                            |
|                                                              | Water Losses<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)              | Apparent Losses<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                    | Unauthorized Consumption<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                            |                                                            |
|                                                              |                                                                 |                                                                          | Customer Meter Inaccuracies<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                         |                                                            |
|                                                              |                                                                 | Real Losses<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%)                        | Leakage on Transmissions<br>and Service Connections<br>... m <sup>3</sup> /year<br>(...%) |                                                            |
|                                                              |                                                                 |                                                                          | Leakage and Overflows at<br>Reservoirs<br>.....<br>m <sup>3</sup> /year<br>(...%)         |                                                            |

【図 7】 飲用水供給及び給水システムにおける漏水管理様式

|    |                                                                                                                                                   | Groundwater                  | Surface water               | Total |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|
| 1  | Water abstraction for municipal water supply network (m <sup>3</sup> /y) (Name of source)                                                         |                              |                             |       |
| 2  | Treated water (m <sup>3</sup> /y) (If treatment applicable)                                                                                       |                              |                             |       |
| 3  | SIV (m <sup>3</sup> /y)                                                                                                                           |                              |                             |       |
| 4  | Number of consumers                                                                                                                               |                              |                             |       |
| 5  | Authorized consumption (m <sup>3</sup> /y)                                                                                                        |                              |                             |       |
| 6  | Water Losses (m <sup>3</sup> /y)                                                                                                                  |                              |                             |       |
| 7  | Length of mains (m)                                                                                                                               |                              |                             |       |
| 8  | Is there any SCADA system?                                                                                                                        | Yes <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |       |
| 9  | Is there any GIS software? (If yes, define it.)                                                                                                   |                              |                             |       |
| 10 | Is there any consumer information system? (If yes, define it.)                                                                                    |                              |                             |       |
| 11 | Is there any work for inspection and reduction of water losses? (Active leakage management, DMAs, pressure management, etc.) (If yes, define it.) | Yes <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |       |
| 12 | Is there any working team for inspection of water losses? (If yes, indicate the number of employees.)                                             | Yes <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |       |
| 13 | Number of reported and unreported bursts in WDN.                                                                                                  | Reported:<br>Unreported:     |                             |       |
| 14 | Unit price of water per m <sup>3</sup>                                                                                                            | Residential                  | Industrial                  | Other |
|    |                                                                                                                                                   |                              |                             |       |
| 15 | Types and numbers of customer water meters                                                                                                        |                              |                             |       |

Karadirek / Anadolu Univ. J. of Sci. and Technology – A – Appl. Sci. and Eng. 17 (3) - 2016

### 3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

外務省の「国別開発援助方針」によると以下が掲げられており、水道インフラの漏水や流量管理システム導入に提案製品による事業が合致する。

- 重点分野 1：経済を支える強靱な社会基盤づくりへの支援
- 開発課題 1-1：社会基盤の強化
- 関連する協力プログラム：都市環境改善プログラム
- 関連プログラムとの連携可能性：上下水道整備計画への提案製品の導入

#### 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

対象国には既に円借款で「イスタンブール上水道整備事業／イスタンブール上水道整備事業（第2期）」及び「アンカラ給水計画」が実施されている。

「イスタンブール上下水道整備事業」では、アジア側にあるメレン取水堰の開発、導水路、浄水場、ボスボラス海底トンネル等を建設することにより、同地域の水供給の安定及び給水率の向上に資するものである。現在、この水源は 189 kmにおよぶ水道管（口径 2500 mm）による年間 2.6 億 m<sup>3</sup>送水で、水の需給バランスのひっ迫する欧州側の貴重な水源ともなっている。

今回の調査で ISKI から「2500 mm口径の送水管に対する流量計測を行いたい」旨の意向を聴取しており、この適応が提案製品による実証できれば同事業での送水量把握を行う手段の提供が可能になる。

「アンカラ給水計画」では、トルコ国の首都アンカラ市北西約 100 kmに位置するグレデ川に取水堰を設け、同河川の水を既設のチャムリデレ貯水池に導水することにより、同地域の水需要へ対応するものである。これにより同地域の総給水量は増加したが、一方で漏水率が 60%あり、漏水量は年間 2.9 億 m<sup>3</sup>あると想定される。調査時点で DMA に流量計を設置して給水量測定を行っているのは 2 か所にとどまり、今後 500－600 か所に DMA を増加させる計画を進めている。そのため、提案製品による給水量の把握と漏水検知に貢献できる機会が見込める。

さらに円借款「地方自治体インフラ改善事業」も 2015 年に合意文書が調印され、イルラー銀行を通じた地方自治体の上下水道整備が行われる。この事業では、トルコ国南東地域のシリア難民受入自治体 10 県を対象としたインフラ整備に必要な長期資金を供給することにより、インフラサービスを改善し、住民の生活改善に寄与するものである。ここでも効率・効果的な給水量把握と漏水検知を行うために提案製品の貢献可能性が見込まれる。

これらの ODA 事業で建設された浄水場から配水場、給水エリアへ提案製品を設置し、施設からの給水量を正確かつ持続的に把握する。そして、気候変化や地域需要による必要給水量を最適化することで連携が見込める。

この連携による開発効果は以下の 3 点を見込む。

- 漏水場所と漏水量の正確かつ持続的な検知と補修工事の効率的な実施により漏水量を削減すること
- 漏水や水道管の破裂事故を予防する補修工事を実施することで都市インフラの強靱化を実現すること
- 補修工事を計画的に実施することで費用の削減や無収水の検知及び削減による水道事業の収益性を改善すること

##### (2) 他ドナーの先行事例分析

世界銀行では 2016 年にトルコ国の水資源に関わる価値の変化とその確保による産業・生活の持続可能性確保に関わる手法の情報提供を行う報告書を発表している。

また、2023 年 2 月にトルコ南東部に発生したマグニチュード 7.8 の地震とその余震により、数十万の建物が損壊し、トルコ・シリア両国合わせて約 6 万人が犠牲になる甚大な被害を受けた。この被災地支援の一環として被災地域で生活水を確保するための水道敷設が計画されており、その資金提供に関わる支援の方策を、世界銀行が 2023 年 6 月 27 日に 10 億ドルの融資を承認した。これは世界銀行がトル

コに対して実施した、単一の融資パッケージとしては最大規模のものとなっている。そこで、水道、雨水排水を含む重要インフラや施設の復旧と再建が行われる予定である。

同様の震災復旧支援はEUが70億ユーロの支援がトルコ側へ伝えられている。

また、世界銀行は2023年5月23日に総額4億3,470万ドルの「The Turkey Water Circularity and Efficiency Improvement Project（トルコ水循環効率改善プロジェクト）」に対する融資を承認した。これは気候変動による水不足に対し、排水処理や水再生を含むトルコの水利用に関わる環境改善に対処するものである。

これら他ドナーの事業においても資金の受け皿となるイラー銀行によると、上下水道の整備が見込まれ、給水量の正確かつ継続的な測定および漏水検知の仕組みが望まれる。

当社ではこの手段として提案製品の導入と利用が貢献できると考え、同銀行へ提案、2度にわたる技術情報提供や導入に向けた課題の意見聴取を行う機会を得ることができた。

## 第2 提案法人、製品・技術

### 1. 提案法人の概要

#### （1）企業情報

提案法人の基本情報は以下のとおりである。

会社名：株式会社アイシーティー

所在地：大阪府松原市阿保七丁目7番6号

設立年月日：1991年4月6日

事業内容：コンピューター応用機器製品の開発・販売・監視・情報システムの構築

#### （2）海外ビジネス展開の位置づけ

##### ① 海外進出の動機・戦略

- ・流量計ニーズは世界共通であり、日本市場での実績が市場拡大の好機と判断したこと
- ・展示会や商談を通じて海外顧客（アジア等）から高い関心と導入への興味を確認したこと
- ・当社製品と競合する製品は見当たらず、技術面でも価格面でも競争優位を確信したこと

以下に、前述の海外展開を決意する動機・戦略の土台となった当社の経営環境を述べる。

##### a.国内の市場動向：

電磁流量計の老朽化による入替や新規導入に予算確保が難しい国内の水道事業者から引合が急増している。下水道や1000mm以上口径等、従来は未計測の用途にも引合が増えている。

##### b.当社の経営ビジョン：

当社はコンピューター応用機器の開発を主力とし、情報技術をコアに開発型企業を指向してきた。今後は国内外向け販売活動にも直接携わり、そこで得た知見を次の開発へ活かす。

##### c.経営戦略：

国内でも販売拡大が著しい水道事業者向け流量計販売を重点分野に設定し、国内市場を現社長、海外市場を前社長（現取締役）で分担して市場開拓を同時に進める。

##### d.海外展開の方針、戦略、目標：

海外では水道事業者向けに試験導入を進め、その効果実証を得て、地元の販売店経由で製品の拡販を行う。海外で事業開始 5 年後に年 10 百万円の利益を継続的に獲得する。

e. 本提案ビジネスの位置づけ：

トルコは欧州とアジアの中間に位置し、欧州製流量計などが普及している。そのため、トルコ市場参入を将来の欧州市場参入への布石としたい。

f. 既存のコアビジネスと本提案ビジネスの関連：

当社コア技術による製品を海外でも拡販することで収益基盤を強化し、同時に技術開発機会を得てさらに強みを伸ばす。

② 対象国・地域を選んだ理由

a. JICA の公表する「日本の技術による貢献が期待される世界の開発ニーズ」にトルコ国の「無収水対策」が掲載されていたこと、イスタンブールでの産業展示会に参加した経験による現地事情の理解と人脈、日本国内で進む当社技術の漏水対策利用などの諸要因を総合的に勘案して事業展開を立案した。

b. 漏水量が多く（約 2.1 億 m<sup>3</sup>/年）、当社技術による大きな改善効果（1.2 億 m<sup>3</sup>/年の漏水削減への貢献）が期待できる。

c. ISKI では今後上記の DMA（漏水検知システムの運用地区）が現在の 290 か所から 1200 か所へ拡大する計画であるため、当社製品を販売する市場の拡大が見込める。

d. 国家政府機関の政策や施行状況、他ドナー機関の支援事例等を調査するために首都アンカラ市を対象に加えた。なお、その際に同市水道局の漏水・無収水対策の状況や市場参入可能性調査も行う。

## 2. 提案製品・技術の概要

### （1）提案製品・技術の概要

#### ① 当該国でのビジネスに用いる製品・技術・ノウハウ等の概要

当社が開発、製造、販売するのは、水道管内の流量及び流速を超音波によって計測する超音波流量計（以下、提案製品）である。当社が独自に開発した計測アルゴリズムや設計及び独自調達の特種部材の利用等により以下の特徴を有する。

a. 微量・緩速の流水が計測できる高精度の計測性能

微小流速である 0.001m/秒まで計測可能。漏水量の検知には例えば直径 800 mm 口径の水道管で 1% 程度の漏水がある場合、0.005m/秒程度の計測性能が必要である。当社製品はその 5 倍の性能を有するため、微量な漏水量を正確に計測でき、他にない特徴となる。

b. 価格競争力

水道管のサイズが大きくなっても製品サイズがさほど変わらないため、使用する水道管の口径が大きくなるほど従来普及している流量計と比較して価格メリットが大きくなる。

例えば現在世界で最も普及している電磁流量計が 800 mm 口径の水道管用で製品価格 30 百万円程度に對して、当社製品は約 2 百万円となる（日本国内における当社調べ）。

c. 圧倒的なユーザビリティの高さ

設置時に断水する必要がなく（電磁流量計では 2-3 日の断水が必要）、外部技術者派遣や重機手配も不要。初期設定も自動設定で水道事業者が自ら対応できる。

そのため、取り外しや再設置も容易であり、場所を変えて詳細な流量・漏水計測が可能。



← 【図 8】

【図 9】



当社の超音波流量計

【図 8】は水道管の既設バルブに計測部分を挿入する  
断水を伴う設置工事が不要になり、費用時間を節約できる

【図 9】は計測値をデジタル表示するディスプレイ（付属品）  
データ保存や遠隔管理による情報システム運用が可能である

## ② 上記①の国内外の販売・導入実績（販売開始年、販売数量、売上高、シェア等）

提案製品は 2011 年に販売を開始、水道事業者向けには 2015 年頃より販売している。納入自治体は、東京都（下水）、横浜市を始めとする全国 50 以上の自治体であり、販売台数（実績）は 180 台となる。

直近 3 か年では 20－30 台／年、平均売上高が 40 百万円／年と販売が急増している。挿入式超音波流量計【図 8】では、競合機種との価格優位性や取付時に断水工事不要との特長が国内水道事業者によって既に広く認知されており、国内市場シェア 90%以上を獲得している。

### （2）ターゲット市場

提案製品・技術のターゲット市場は対象国以外での実績を参考として以下【表 2】のように想定している。

【表 2】想定するターゲット市場

| 対象水道管（口径）             | ニーズ                           | 既存の普及技術                       | 解決すべき問題                       | 提案製品シェア                           |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 大口径水道管<br>（1000 mm以上） | 多量流水の正確な測定                    | 非接触型超音波流量計                    | 設置位置や水道管の状態に影響を受けない正確な計測      | 100%（目標値）<br>既存技術への圧倒的優位性により      |
| 中口径水道管<br>（400 mm以上）  | 持続的・安定的な測定                    | 電磁流量計（大型）                     | 装置と取付工事費が多額、断水工事              | 90%（目標値）<br>経済性・利便性の比較優位性のため      |
| 小口径水道管<br>（400 mm未満）  | 低価格による経済合理性                   | 電磁流量計（小型）、（設置場所により）非接触型超音波流量計 | 取付工事の簡素化や設置場所の省スペース化による経済合理化  | 不明<br>装置設置に関わる総合的な費用の合理化を訴求       |
|                       | （潜在ニーズ）漏水や水道管破裂リスク等の継続的な検知・監視 | 専門家による漏水の聴音調査                 | 挿入式超音波流量計の装着可能場所の確保（マンホール設置等） | 20%（目標値）<br>調査時点で適当な設置場所を確認できていない |

対象市場として口径 1000 mm以上の大口径水道管向けの「大量流水の正確な流量計測が可能な唯一の流量計」として、400 mm以上の中口径水道管向けの「装置単体でも既存技術への経済合理性・利便性で優位

な流量計の選択肢」として、そして潜在ニーズの啓発を前提とする「継続的な漏水検知・監視が可能な革  
新型流量計」として、市場参入による高いシェアの獲得を図る。

なお、400mm 以上の大・中口径水道管は ISKI の水道管において 14.6%を占めるため、まずは「勝てる  
市場セグメントへの戦略的な参入」を果たし、「大市場（小口径向け）での競合を通じた獲得シェアの蓄  
積」を同時進行しながら、将来の事業規模拡大を実現させる。

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

#### 4. 開発課題解決貢献可能性

対象国・地域の開発課題に対して、上記現地適合性を踏まえて以下のような解決可能性を想定する。

##### (1) 大口径水道管の多量流水の正確な測定による水資源管理の精度向上

人口増加や経済成長による水資源ニーズの増加、特に国民の命をつなぐ飲料用水を供給する水道施設の安定的・効率的な運用は一層重要性・緊急性が高まっている。今回の調査でも管轄省庁である MoAF 傘下の GDWM や政府系金融機関であるイラー銀行からも「水資源の確保と無収水対策を含む水道施設管理の適性化は重要度が高い」との発言を得た。

また、水道事業者からは 2,000 mm以上の大口徑水道管の多量な流量を正確に計測する流量計として、高価で断水を含む取付工事が難しい電磁流量計や測定値に十分な信頼性が得られない非接触型超音波流量計を不適合と評価しており、代替策を有していない。

そのため、提案製品の導入により正確な流量測定が可能になれば、無収水や漏水の算定基準値となる浄水供給量を正確に把握することが可能になる。また、継続的な測定値の傾向把握による浄水供給量の気候変動や浄水能力などの影響による経年変化や浄水場の稼働状況の把握による運用の効率化を図る際の基本情報を提供することも可能になる。

## (2) 中口径水道管内の DMA 流入浄水量の測定に関わる経済性・利便性向上による DMA 増加の実現

現在 ISKI では 2020 年より DMA の本格的な建設を開始、調査時点で 290 か所（【表 1】）設置済みである。また、ASKI では 60 か所の DMA を設置している。ただし、ASKI では DMA 内の流量計は 2 か所に非接触型流量計を設置しているのみである。

今後 5 年以内に ISKI では 1200 か所、ASKI では 500～600 か所の DMA を建設予定であり、建設時の流量計設置に関わる関連費用の抑制に強い関心がある。これには流量計の装置代金のみならず、装着時の工事費やその装着場所を囲む地下ピットの建設費も含まれる。1 か所の地下ピットを建設する予算に制約もある（ISKI では 50 万リラ、ASKI では 20 万リラ。装置代金を除く）。そのため、装置代金にも相応の低価格性が求められる。

提案製品では水道管サイズが大きくなっても装置が大型化しないため、大型化する電磁流量計への価格優位性を訴求するほか、断水や重機使用を伴う装着工事が不要になる費用抑制効果（36 時間断水を伴う工事費 EUR500,000 の低減効果など）などを訴求することで経済的競争優位による市場獲得を目指す。

これによって水道事業者の DMA 建設費用を低減し、増加計画の必要予算を抑制して流量の計測地域増加による水道事業経営の適性化、持続化に貢献する。

## (3) DMA 内の小口径水道管への複数装着による計測値差異の漏水量検知を持続的に可能とする

ISKI では 2015 年に発足した「漏水対策委員会」による DMA の運用時に漏水の検知を行い、漏水率を毎年算定して公表することでその低減を実現している。しかしながら、DMA 内の漏水検知には委託企業の専門家による人的な漏水音の検知調査が夜間、断続的に行われているため、人的・資金的・時間的な制約が存在している。

提案製品では同じ水道管に複数台の装着を行うことで高精度な計測能力を生かした少量・緩速の漏水検知が可能になることを国内で検証済みであり、既存の漏水検知手法に加えて新たな選択肢を提供している。これは提案製品が有する 0.001m/秒の超緩速流水を測定する高精度の計測性能が可能にする検知手法であり、国内を含む当社調査の範囲内では他社製品には不可能と判断している。そのため、こうした手法はトルコ国の水道事業者には認知されていない。

装着可能なバルブが水道管に複数取り付けられれば、そこへの装着は現地の試験において 15 分間で完了することを検証済みであり、非常に容易なため、委託業者の専門家に頼る以外にも自ら複数台の提案製品の装着によって漏水の検知が可能になる。また、装着位置を変えることで検知箇所を多地点に広げ、装着距離を縮めることで漏水箇所の特定も容易になる。

漏水量が計測できれば、その計測量に応じて補修工事の優先度を決定でき、補修工事に関わる予算や

人員数を抑制、最適化できる。

また、現在 ISKI では流量計とは別に装着している水圧計を、提案製品では一台で計測可能であり、管内の水圧を計測することで水道管の破裂リスクを検知することができる。

この用途はトルコ国でも認知されておらず、水道事業者の標準作業に含まれていないため、その用途提案と効用認知を継続的に行い、組織内での認知度と効用の信用度を高めるための取り組みが引き続き必要となる。

### 第3 ODA 事業計画/連携可能性

#### 1. ODA 事業の内容/連携可能性

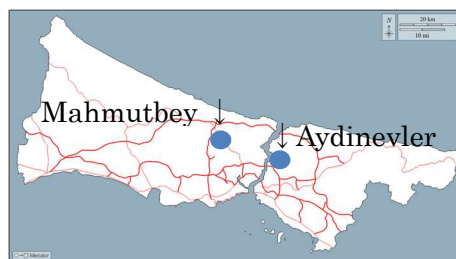
提案製品を普及させるための効果的な実証の取組みとして「イスタンブールにおける超音波流量計を活用した漏水モニタリング及び無収水削減に関わる普及・実証・ビジネス化」事業を創出したい。

##### ①対象地域

イスタンブールにおける欧州側及びアジア側各1か所のDMA  
(欧州側 Mahmutbey 地区、アジア側 Aydınevler 地区)【図 11】  
及び ISKI が指定する直径 2500 mm の大口径水道管

Mahmutbey 地区の DMA は入口の直径 1400 mm 大口径水道管  
向けに1週間の試験稼働を実施した。また、Aydınevler 地区  
の DMA は入口に直径 300 mm 小口径水道管があり、  
そこで非接触型超音波流量計の稼働試験を3日間実施した。

【図 11】



(地図出典: [https://d-maps.com/carte.php?num\\_car=273828&lang=ja](https://d-maps.com/carte.php?num_car=273828&lang=ja))

いずれも試験場所として ISKI が指定した場所である。選定の理由は隣接する電磁流量計との比較による測定値の検証が容易であり、比較的広かつ平地で装着や検証等の作業もしやすいためである。

また、ISKI 内には欧州側・アジア側にそれぞれ漏水対策チームが別組織として設置されている。関係者も異なり、入札等の調達手続きも別に行われるため、双方の組織関係者に提案製品の有用性を認知してもらい、ビジネス展開へつなげていきたい。

本事業では試験的に提案製品を装着して3日間から1週間程度稼働させ、その測定性能と装着・稼働・運用の認知を得た。新事業の場合は、継続使用を想定して3~6か月程度の測定値における傾向分析や測定データの既存 SCADA システムにおける集中監視の可能性を実証する。さらに、同一 DMA 域内の小口径水道管に複数台の提案製品を装着して測定値の差異による漏水量の検知方法を実証する。

さらに ISKI が希望する直径 2000 mm 以上の大口径水道管については、現在適当な計測手段がないと問題提起されている直径 2500 mm 管を対象に提案製品の有用性を実証する。

いずれも既に水道管が敷設され、DMA 建設も実施されている地域のため、国立公園・保護対象地区外である。

##### ②C/P 候補機関

既に本事業でも協業している ISKI を C/P 候補機関とする。

ISKI は 1565 万人の域内住民に浄水を供給、23 千kmの水道管を保有し、年間 11 億 m<sup>3</sup> の浄水供給を管理・運営している、イスタンブール行政政府を母体とするトルコ国内最大の水道事業者である。その事業規模は日本最大規模の東京都水道局とほぼ同等である (【表 4】)。

【表 4】ISKI と東京都水道局の比較

| 項目      |                      | ISKI   | 東京都水道局 |
|---------|----------------------|--------|--------|
| 給水区画面積  | (km <sup>2</sup> )   | 5,461  | 1,239  |
| 給水区域内人口 | (千人)                 | 15,655 | 13,696 |
| 配水管延長   | (km)                 | 23,080 | 27,466 |
| 年間総配水量  | (百万 m <sup>3</sup> ) | 1,117  | 1,516  |
| 一日平均配水量 | (千 m <sup>3</sup> )  | 3,060  | 4,155  |
| 職員数     | (人)                  | 9,456  | 3,630  |

(ISKI は、2024 年 1 月 26 日時点、職員数は 2023 年 11 月 7 日時点。東京都水道局は、2023 年 3 月末時点。)

年間予算規模は 75 億リラ（2021 年、37 億円相当）であり、そのうち 32 億リラを新規敷設や DMA 建設を含む投資に充てている。財務状態は 2021 年 12 月 31 日時点のバランスシート（B/S）において、総資産が 338 億リラで、うち純資産 285 億リラ（自己資本率 84.3%）の盤石な財務基盤を有している。

そのため、今後 5 年以内に域内の DMA を 1,200 か所まで増やす ISKI の長期計画も十分に実現可能な事業体である。

また、2021 年には 15 台の電磁流量計及び 17 台の非接触型超音波流量計を調達し、既存の流量計市場も確立しており、その範囲内での製品・技術の理解や評価・調達の手法も ISKI 内の関係者が熟知している。

以上を総合的に勘案し、当社のビジネス展開における提案製品の利用者として最重要かつ最適な C/P と判断している。

### ③C/P との協議状況

ISKI には普及・実証・ビジネス化事業での構想を伝え、DMA 域内での提案製品の実証に高い関心を示すに至っている。本事業における提案製品の試験実施にも当該 DMA を指定し、装着や試験稼働の際には ISKI のエンジニアが同行、精力的な協力を得ることができた。

また、ビジネス展開を見据えて当社が協業を図る候補として複数の民間企業を紹介し、提案製品及び製造者としての当社の信用度を審査し、調達入札時の当社製品による参加適合性を組織内部で検討する際の基礎データを収集するために訪日を実施するなど積極的、意欲的な協力姿勢を示している。

### ④他 ODA 事業との連携可能性

前述の円借款による ODA 事業の他に、現在日本国による対トルコ国の支援事業として、2023 年 2 月 6 日に発生した南東部の被災地復興事業が進められており、その一部に浄水供給のための水道の敷設が計画されている。

建設時より水道管にボールバルブや分水栓などが取付けられれば、提案製品の装着が短時間かつ経済的に実施でき、それによる流量や漏水等の常時・正確な監視が可能となる。結果として水資源の利用効率化と効果的な水道管メンテナンスによる水道事業の持続化に貢献できる。ボールバルブ等は水道敷設後の取付であっても可能である。

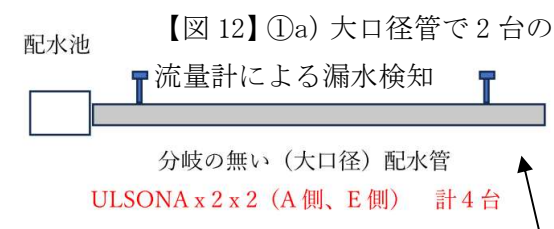
以下に、普及・実証・ビジネス化事業の計画概要を記す。

a. 投入

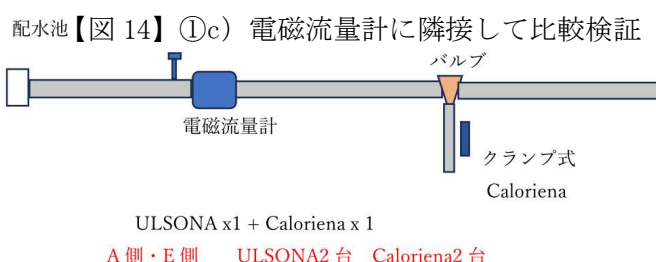
導入予定機材

| 項目                           | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (ア) 導入機材名称                   | 挿入式超音波流量計及び非接触型超音波流量計                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| (イ) 仕様                       | ①挿入式超音波流量計<br>・ ULSONA DT3（検知センサー3 セット装着）<br>②非接触（クランプ）式超音波流量計<br>③上記①、②の計測値を表示するデジタルディスプレイ                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| (ウ) 価格                       | ・ 1台（1式）当たりの製造・施工原価<br>①DT3：1,200,000円、②480,000円<br>（①②とも③を含む）<br>・ 1台（1式）当たりの販売・施工価格（国内）<br>①DT3：2,000,000円、②800,000円<br>（①②とも③を含む）<br>・ 本事業での機材費総額（輸送・関税等含む）<br>34,082,000 円                                                                                                                                                                                 |
| (エ) 数量                       | ①挿入式 12 セット②非接触型 4 セット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (オ) 各導入機材数量の妥当性              | ①a) 大口径管で 2 台の測定値差で漏水検知を行う実証（欧州側、アジア側の 2 か所で実施）：計 4 台【図 12】<br>b) 配水池（大口径管）及び DMA（5 か所）に設置し、配水池からの流入量と DMA への流量合計の計測値差で漏水検知を行う実証（アジア側の 1 か所）：計 6 台【図 13】<br>c) 電磁流量計設置場所に隣接した 1 台で測定値の比較検証（欧州側、アジア側の 2 か所で実施）：計 2 台【図 14】<br>②d) 大口径管での有用性を検証（ISKI の希望により実施）（欧州側、アジア側の 2 か所で実施）：計 2 台【図 12】<br>e) 上記 c) の水道管に設置して①との計測値差による漏水検知を実証（欧州側、アジア側の 2 か所）：計 2 台【図 14】 |
| (カ) 設置場所                     | ISKI 管轄の DMA2 か所（欧州側 Mahmutbey）（アジア側 Aydınevler）【図 11】<br>その他は ISKI にて管轄内 DMA から選定                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| (キ) 設置場所の土地・建物の所有者           | ISKI（イスタンブール水道局）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| (ク) 所有者・カウンターパート機関との合意状況     | ISKI の総局副局長 Bulent Solmaz 氏と設置を合意済                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| (ケ) JICA 事業実施後の機材の譲与に係る合意状況、 | 機材の譲渡に係る合意確認済み<br>譲与後の維持管理は ISKI 自身で既存流量計や監視システム同様に実施する                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

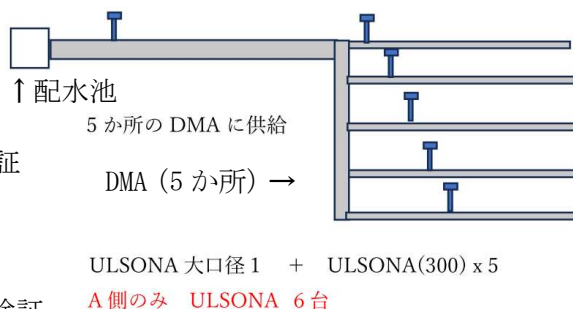
|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| 譲与後の維持管理方法      | (既に 200 台の流量計を保有、保全) |
| (コ) 輸送・設置に係る 許可 | 不要 (ISKI 自身が許認可権者)   |



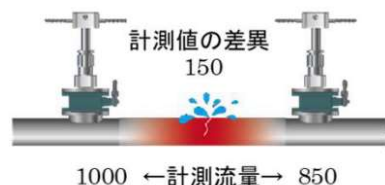
②d) 大口径管に非接触式設置で有用性検証  
(Caloriena2 台)



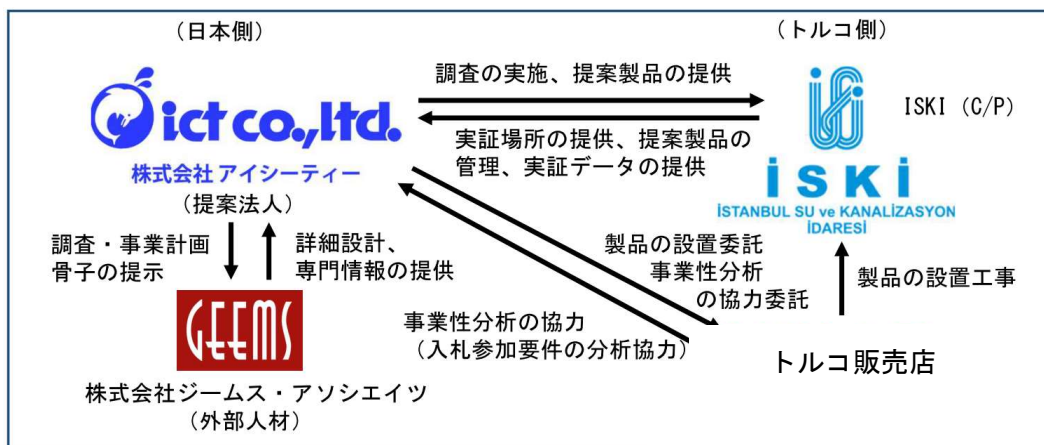
【図 13】①b) 配水池からの流入量と DMA  
(5 か所) 流量合計の差異による漏水検知



【図 15】複数台の流量計による漏水検知



#### b. 実施体制図 (【図 16】)



#### c. 活動計画・作業工程

|                                                       |                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的:                                                   | DMA 域内での提案製品による漏水検知及び大口径水道管での多量給水の流量測定の有<br>用性が実証され、水道事業者による提案製品の認知と販売網の確立を実現させる                                                                                                              |
| 成果 1 DMA 域内の中小口径水道管向け提<br>案製品の利用による漏水検知の有用性が実<br>証される | <p>活動 1-1 実証事業開始時点の DMA 設置・運用状<br/>況を調査し、漏水検知の実施条件を把握する</p> <p>活動 1-2 漏水検知に関わる提案製品の実証方法<br/>を C/P へ説明し、DMA での設置場所を特定する</p> <p>活動 1-3 提案製品の DMA 域内に複数台装着し、<br/>一定期間 (約 6 か月) の運用で漏水箇所を探索する</p> |

|                                                     |                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | 活動 1-4 計測結果を分析して漏水検知の有用性を検証する                                                             |
|                                                     | 活動 1-5 DMA における流量計を使った漏水検知方法を形式知とし、C/P 内で啓発して標準化する                                        |
| 成果 2 大口径水道管向け多量給水の流量測定に関わる提案製品の有用性が実証される            | 活動 2-1 大口径水道管の実証対象候補を選定し、その管仕様や提案製品の使用環境条件を調査する                                           |
|                                                     | 活動 2-2 調査した条件に適合する製品仕様を決定し、その製品を装着する                                                      |
|                                                     | 活動 2-3 一定期間（約 6 か月）の運用で流量等の測定を行い、多量の流水による計器損傷等使用に問題がないことを確認する                             |
|                                                     | 活動 2-4 測定結果を C/P の認知する流量や過去の計測値と比較して数値の有用性を検証する                                           |
|                                                     | 活動 2-5 大口径水道管（直径 1000－2500 mm）に関わる流量計の調達検討対象製品として C/P の賛意を得る                              |
|                                                     |                                                                                           |
| 成果 3 水道事業者の機材調達入札における参加要件の技術適合性が確認され、提案製品の適合性が実証される | 活動 3-1 流量計調達に関わる入札の要求仕様を実証事業開始時に改めて調査し、適合性を分析する                                           |
|                                                     | 活動 3-2 差異に関する対策の立案と同時に仕様変更を C/P と協議し、実現可能性を検証する                                           |
|                                                     | 活動 3-3 日本の場において提案製品がどのように活用されているのか等について実際に確認し理解を深めるため、エンジニアを含む C/P 関係者の来日を受入れ、技術適合性の検証を行う |
|                                                     | 活動 3-4 製品性能や仕様、製造者の信用等を考慮した上で C/P の入札要件への適合性を確認する                                         |
|                                                     | 活動 3-5 C/P の適合認定を成功事例に他都市・地域での認知を啓発し、周知させる                                                |
|                                                     |                                                                                           |
| 成果 4 水道事業者向けに流量計測装置一式を包括的に供給できる販売体制のありかたが明らかになる     | 活動 4-1 装置供給以外の入札要求事項の現状調査を行い、供給品目や供給方法の理解を更新する                                            |
|                                                     | 活動 4-2 提案製品に基づく入札要求事項への供給体制を販売店候補企業と協議し、立案する                                              |
|                                                     | 活動 4-3 協働による供給方法の条件調査を行い、それに基づくビジネスモデルを構築する                                               |
|                                                     | 活動 4-4 入札情報の収集や要求仕様への適合性分析に関わる販売活動の方法を立案する                                                |
|                                                     | 活動 4-5 C/P との実証実施や啓発活動、販売計画立案に関して、販売店となる企業の協力を得る                                          |
|                                                     |                                                                                           |

上記の活動スケジュール

事業期間を 2.5 か年として、各活動を実施する時期を以下のように記す。

【図 17】活動スケジュール

| 活動     | 1 年目 | 2 年目 | 3 年目（半年） |
|--------|------|------|----------|
| 活動 1-1 |      |      |          |
| 活動 1-2 |      |      |          |
| 活動 1-3 |      |      |          |
| 活動 1-4 |      |      |          |
| 活動 1-5 |      |      |          |
| 活動 2-1 |      |      |          |
| 活動 2-2 |      |      |          |
| 活動 2-3 |      |      |          |
| 活動 2-4 |      |      |          |
| 活動 2-5 |      |      |          |
| 活動 3-1 |      |      |          |
| 活動 3-2 |      |      |          |
| 活動 3-3 |      |      |          |
| 活動 3-4 |      |      |          |
| 活動 3-5 |      |      |          |
| 活動 4-1 |      |      |          |
| 活動 4-2 |      |      |          |
| 活動 4-3 |      |      |          |
| 活動 4-4 |      |      |          |
| 活動 4-5 |      |      |          |

d. 事業額概算 : 100 百万円（機材製造・購入・輸送費 34 百万円を含む）

e. 本提案事業後のビジネス展開

C/P 候補機関における提案製品による実証結果が ISKI 組織内での調達対象製品として正式に登録され、トルコの販売店を通して資機材の公共入札に参加可能となる。

C/P 候補機関が計画している DMA の建設に伴い設置される流量計に採用される他、適当な流量計測手段を持たなかった大口径水道管向け計測にも採用されることで同機関内でのシェアを引き上げていく。

また、その実証や採用の実績が周辺の自治体にも認知され、採用・設置につながっていく。実際に今回の調査事業に際してもクルッカレ、イズミット、サカリヤなど周辺の自治体水道局から当社の来訪による製品やトルコでの取り組み内容の紹介を要請された。

これら水道局での認知が高まり、採用・設置の活動を行うのと同時に、各地域で製品を供給し、設置工事やメンテナンス等を行い、各水道局による調達手続きに参加して取引を行うことが可能なトルコの民間販売店を起用し、技術指導や人材育成を進める。

## 2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

制度面及びインフラ面における課題／リスク要因はビジネス展開時に想定されるものと同一であり、それ以上のものは想定していない。

C/P 候補機関に関しては、前述の通りトルコ国内の最大水道事業者であり、既に漏水対策チームが欧州側・アジア側の役割分担でそれぞれ設立されており、その部長、課長及びチーフエンジニア他技術者チームから本事業での試験実施に協力を得た。普及・実証・ビジネス化事業の場合は本事業よりも長期かつ大規模化が予定されるが、総従業員 9,456 名の大規模組織であり、協力体制の調整に全く問題はない。

## 3. 環境社会配慮等

本事業は環境社会配慮に関わる調査が必要となるカテゴリーに該当しない。

## 4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

トルコ国における水消費量に伴う需要の増加の一方で、イスタンブール域内では大きな河川がなく、昨今の気候変動リスクによる水源の安定確保の観点からも水資源の有効利用が重要政策項目に挙がっている。トルコ国政府がそのための施策として無収水及び漏水の継続的な把握とその低減へ向けた取り組みの支援を行っており、81 県の地方自治体が主管する水道事業者の中でも漏水率の低減に向けた先進的な取り組みを進めている ISKI であるが、依然以下のような課題を抱えていることが明らかになった。

### ①漏水率のさらなる低減へ向けた DMA の増設による流量計測地点の増加

ISKI では既に 18.94%まで低減させた漏水率をさらに 10%以下にまで低減させたい意向をもっており、そのために域内の給水量を恒常的に検知する DMA を現在の 290 か所（建設中の 100 か所を含む）から 1200 か所にまで増設する計画である。そのため、この入口にあたる水道管に流量計を設置して域内への流入量を計測する必要がある。当社の提案製品が競合製品との製品価格と設置工事費を含めた価格優位性を有するため、その実証を通して有用性の認知を得ることで市場参入と持続的に発展するビジネス化が可能になる。

### ②浄水場からの送水に使用される大口径水道管の流量を正確かつ継続的に設置する手段の確保

特に 2000mmを超える口径を有する大口径管では、電磁流量計が断水工事の実施が困難かつ装置費用が莫大になることから、非接触型流量計の試験が行われてきたが、正確な計測ができないと ISKI では判断し、適当な流量計計測手段を持たないことが判明した。提案製品では断水工事が不要で装置や設置費用も比較的低額で抑えられる上に、直接流水に接触するため正確な流量計測が可能である。大口径管での流量は膨大なため、正確な計測性能が送水量把握や水資源の有効利用程度を把握する上で大きな影響を及ぼす。そのため、提案製品の計測における有用性が実証できれば流量計市場を新たに創出することが可能になる。

### ③DMA 域内の漏水有無や発生個所を特定するための漏水検知に資する手段の多様化

現在は専門技能を有する人員が漏水音を直接聴取しながら漏水発生有無や発生個所の特定を行っているが、人員確保や時間・予算の制約があり、実施範囲や時間帯には限界がある。一方で、夜間等の水消費量が最小となる時間帯の流水量を検知して、それを漏水量と推定する手法がトルコ国内でも既に提唱されている。しかし、流水量が微量となる場合に流量計の計測性能を下回ると計測不能となるため、電磁流量

計では実施されていない。提案製品では高精度な計測性能を有し、それが微量の漏水量でも検知する有用性が日本の水道事業者で確認されている。そのため、上記の夜間計測以外にも DMA 内で入口水道管の水流入量と分岐した出口水道管による総流出量を提案製品で計測してその差異を漏水量として把握する手法も可能になる。こうした手法は提案製品の高精度計測性能が可能にする新たな流量計の使用法であり、現在はトルコ国で提唱、認知されていないため、実証を通して有用性を認知させれば市場創造が可能になり、水道事業者へ新たな漏水検知手段の選択肢を提供できる。

## 第4 ビジネス展開計画

### 1. ビジネス展開計画概要

ビジネス展開としては、現在適当な流量測定手段を水道事業者が有しない大口径水道管向けの多量流水の測定正確性ニーズと、DMA 入口に敷設された中口径水道管向けの既設電磁流量計に対する選択肢ニーズをターゲットに市場参入を図る。

同時に新用途となる複数流量計による漏水検知ニーズを啓発や実証を通じて顕在化させ、DMA 域内の小口径水道管向けの精密かつ持続監視可能な微量・緩速の流量測定の市場を開拓し、参入する。

主力製品として世界唯一の挿入型超音波流量計を活用し、大口径水道管向けの正確な流量計測の手段を提供し、かつ工事費用を含む価格優位性を発揮できる中口径水道管向け市場へ競争入札を通じて市場シェアを獲得、さらに高精度計測性能を活かして漏水検知を行う独自市場を開拓できる小口径水道管向け市場への導入を図る。それが ISKI 及びトルコ国の他自治体においても、現在適当な流量計画手段を持たない大口径水道管を含む各種水道管の正確な流量計測を可能にし、価格優位性によって多くの DMA の中口径水道管における給水量の継続的な計測を可能にする。さらに DMA 域内の中小口径水道管における漏水検知の新たな手段を獲得することになる。ビジネス開始当初は 100% 日本製品を輸出するが、販売実績の拡大可能性を見極めた上で、一部部材の現地調達や組み立てを含む現地生産も視野に入れる。

販売促進方法として、まず製品使用者である各都市・地方の水道事業者提案製品・技術の用途や効用を認知させる。その後、公共調達入札の要求仕様書に提案製品の参加が可能となる要件を反映させ、その水道事業者と取引実績を有する民間企業を販売店に起用して入札へ参加、受注する。販売店には製品の取付け、製品装着部分の地下ピットの建設を含む包括的な供給を入札で求められる可能性が高いため、その実績や体制を見極めて起用、協働する。

最初に 1600 万人に浄水供給を行うイスタンブール市向けの市場参入を行い、その実績をもって他都市・地方へ市場を拡大する。それによって、トルコ国が 2014 年に法令施行以降全国で進める漏水・無収水対策としての DMA 新規建設や流量計測箇所の増加により拡大する市場でのビジネス機会を獲得する。

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

(非開示)

## 7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

提案製品を導入することで以下の改善効果を実現し、課題解決へ貢献する。

### ①ISKI 他トルコ国の水道事業が進める DMA 建設による水収支と漏水量の把握を加速させる

トルコ国が政策として進めている水道事業者による継続的な水収支と漏水量の定量化を可能にする DMA の建設を増加させている取り組みに際して、現在 DMA 入口の中口径水道管に設置して域内への水流入量を計測する流量計を設置する必要がある。現在主流となっている電磁流量計では設置工事に断水を伴い、費用と時間が相応に発生することから DMA の建設及び流量計の設置が水道事業者の負担となっている。そのため、提案製品で断水工事を不要とし、装置代金や工事費用の負担を軽減することで DMA の建設と流量計の設置を容易にし、水収支及び漏水量の把握を広域化することに貢献できる。

### ②浄水場からの送水時に使用する大口径水道管内の流水量を把握する手段を確保できる

現在はトルコ国のあらゆる水道事業者において 2000mm を超えるような大口径水道管を流れる送水量を計測する際に設置、使用されている流量計はなく、電磁流量計は断水工事や装置費用の負担が大きく、非接触型流量計では正確な計測ができていない状況である。ビジネス展開を通じて提案製品の有用性が認知されれば ISKI をはじめとする多くの水道事業者で、この計測手段を確保することが可能になる。浄水場から送られる水の量は大きく、水収支において、送水量の把握を正確に計測することは、DMA 入口に

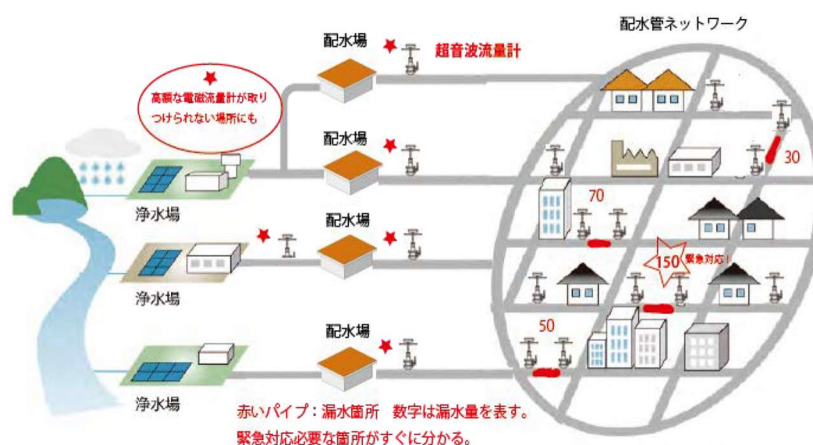
おける流入量の把握以上に重要な影響をもたらす。正確な水収支が把握できれば水資源の有効性向上や無収水対策の立案にも有効である。

### ③DMA 域内の漏水量および発生個所を検知する新たな選択肢を確保できる

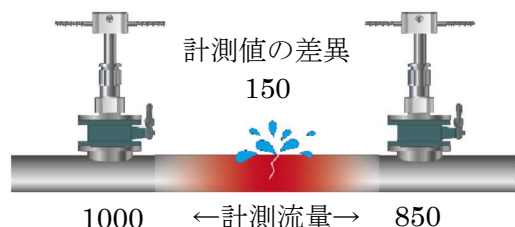
現在、専門家チームによる人力で行われている漏水調査に加えて、提案製品を使用した DMA 域内への水流入量と分岐後出口からの水流出量の総計を測定し、その差異を把握することで漏水量を把握することができる。また、既にトルコ国でも提唱されている夜間等の水消費量が少ない時間帯に水流量や流速を計測することで漏水有無や量を検知することも可能である。現在普及している電磁流量計では計測不能な流量となる可能性もあり、実際には流量計でこうした利用方法は実施されていない。

さらに、提案製品を装着可能なバルブを同一水道管に複数設置し、提案製品を使用すれば漏水発生個所を特定することも可能である。漏水検知地区における提案製品の取付、運用方法は【図 22】のとおりである。現在、同地域が進めるシステム（前述【図 5】）と比較すると流量計の設置数量が増え、移設して計測地点を増やすことも容易なため、域内の流量管理が多地点で精密に行うことができる。そのため、漏水量（図中の赤の数字）や場所（図中の赤の線部）が瞬時にかつ正確に把握でき、補修工事の実施時期や場所を優先的に行う判断が最適化できる。

【図 22】 漏水マップ イメージ図



【図 23】複数台の流量計による漏水検知



## 8. 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

2019年には取引先が滋賀県に所有していた流量計試験施設を当社で買収して大阪府和泉市に移設した。これにより取引先企業へ相応の資金提供を行い、既存資産を有効利用することができた。当社はその試験施設を利用して、流量計の製品開発や改善を行った。その結果、センサーを3セット備えて大口径水道管の流量計測をより正確に行う新製品の開発・販売など事業拡大が実現し、部材調達による取引先製造業やその自治体向け販売を委託する販売企業の取引拡大にもつながった。また、試験装置に販売店の販売先である地方自治体の水道事業関係者を招へいし、その目前で製品の試験実証を行うことにより取引拡大に活用させることも頻繁に行われた。

また、提案製品を装着するバルブのない水道管でも断水せずに取付を行う技術を有する国内企業との協業により装着可能箇所が大幅に広がって取引拡大につながった。これにより協業企業の取引拡大に伴う事業集積の拡大にも貢献できたと考えている。

さらに、昨今では装置のみならず計測データの解析や IOT (Internet of Things : モノのインターネット) 化に関するニーズの高まりを受けて、解析ソフトの開発やデータ送信・処理に関わる情報技術関連の企業と協業する機会も増え、これら企業との取引拡大による相乗効果も発揮できている。

そのため、トルコ国へのビジネス展開において、事業がさらに拡大できれば国内関連企業や関連産業への事業機会増加にも貢献できると考えている。

### (2) その他関連機関への貢献

当社は海外市場の開拓に臨むに際して、大阪市水道局が主催する「海外水ビジネスパートナー制度」に参加した。そこで海外の水ビジネス展開に必要な市場ニーズに関わる情報やアジアを中心とする外国自治体の水道事業者関係者との交流、提案製品の情報発信機会を得てきた。

2024年3月のISKI 関係者来日に際しては、大阪市水道局にも訪問して同関係者と面談し、漏水検知手法に関する意見交換や今後の技術交流可能性について議論がなされた。さらに同制度で運営されている国内企業の関連技術展示ブースにも訪れ、国内企業の製品プレゼンテーションをISKI 向けに行う機会も設けられた。

その他、同ISKI 関係者来日においては、川崎市水道局とは水道施設に敷設された水力発電所の視察やSCADA システムの運営に関する情報交換が行われ、東京都水道局とは提案製品導入へ向けた経緯紹介や下水の再生水用水道管に装着された提案製品の稼働現場を視察することで、これら国内水道事業者が進める先進事例がさらにトルコ国の水道事業運営において新たな示唆を提供する機会となった。両水道局とも国際展開や外国の来訪者受入に積極的であり、この取り組みがさらなる国際貢献の機会を創出する可能性を期待させる貢献ができたと考えている。

## 参考文献

・ 外務省 トルコ共和国 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/turkey/index.html>

・ iski-mehmet sait

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/%C4%B0zleme%20H%C4%B0E%20SUnumlar/iski-mehmet%20sait.pdf>

・ 2024 Yılı Yatırım Programı Teklifi

([https://cdn.iski.istanbul/uploads/2024\\_Yatirim\\_Programi\\_971fc7faf0.pdf](https://cdn.iski.istanbul/uploads/2024_Yatirim_Programi_971fc7faf0.pdf))

・ Halici Group Presentation (同社より直接入手)

・ “Control of Water Losses from Drinking Water Distribution Systems” (2014)

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140508-1.htm>)

・ “Control of Water Losses from Drinking Water Distribution Systems” (2017)

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171012-1.htm>)

## 別添資料

(EKI İcmesuyu Temin Ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıpları Yıllık Raporu)

・ URBAN WATER LOSSES MANAGEMENT IN TURKEY: THE LEGISLATION AND

CHALLENGES

(<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/229193>)

・ (<https://www.suverimliligi.gov.tr/>)

・ (<https://kentstratejileri.com/tag/izmir-su-ve-kanalizasyon-idaresi-genel-mudurlugu/#:~:text=%C4%B0zmir%20ise%20b%C3%BCy%C3%BCK%C5%9Fehir%20belediyesi,B%C3%BCy%C3%BCK%C5%9Fehir%20Belediyesi%20de%20i%C5%9Fgal%20etmektedir>)

・ (<https://www.sozcu.com.tr/kabus-gercek-oldu-istanbula-su-verilmiyor-wp7848495>)

・ (<https://www.reuters.com/world/middle-east/eu-executive-offers-1-billion-euros-help-rebuild-turkey-earthquake-2023-03-20/>)

・ ISKI Annual Report 2022

・ Su Kayıpları Fuari-2023 ali ihsan (ISKI エンジニア Ali Ihsan 氏の漏水対策に関わるプレゼンテーション資料)

・

(<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/SU%20VER%C4%B0ML%C4%B0L%C4%B0%C4%9E%C4%B0/%C4%B0%C3%A7me%20Suyu%20Temin%20ve%20Da%C4%9F%C4%B1t%C4%B1m%20Sistemlerindeki%20Su%20Kay%C4%B1plar%C4%B1n%C4%B1n%20Kontrol%C3%BC%20El%20Kitab%C4%B1%20.pdf>)

・ ISKI の訪日時プレゼンテーション資料 (ISKI より入手)

### Development Issues Concerned in Water Sector

- Reduction of Water Leakage rate to be equivalent to major EU countries
- Establishment of a system to continuously detect and reduce water leakage
- Improvement of sustainability of water supply infrastructure management

### Survey Outline

- Survey Duration : March, 2023~June 2024
- Country/Area : Turkey / Istanbul and others
- Survey Overview :

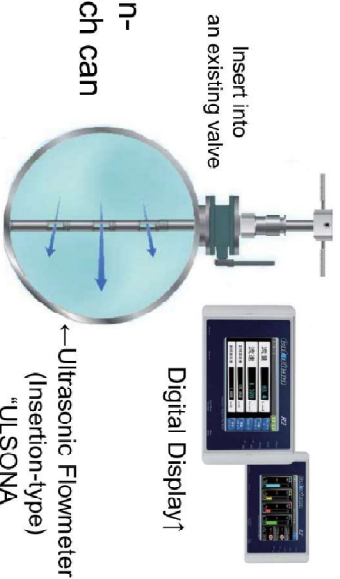
Feasibility study on a business for water leakage monitoring and non-revenue water reduction, using an original ultrasonic flow meter which can be installed easily and measured with high accuracy

### How to Approach to the Development Issues

- To introduce the products/technologies for evaluation on market suitability
- To establish a sales network with assigned distributors
- To build a maintenance capabilities and supply chain of spare parts for sustainable profitability

### Products/Technologies of the Company

- An insertion type ultrasonic flowmeter
  - easy installation into an existing valve
  - high accurate measurement capability
- Digital display to show the figures and trends from saved various measured data



### Expected Impact in the Country

- Economic efficiency of prioritized water pipe repairing works
- Prevention of water pipe rupture by establishment of a water leakage detection system
- Expansion of water reduction effect by increasing the water leakage detection area
- Reduction of non-revenue water due to facilitated leakage control

As of May 2024

## Summary Report

### Turkey

# SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for leakage monitoring and non- revenue water reduction with ultrasonic flow meter in Turkey

May, 2024

Japan International Cooperation Agency

ICT Co., Ltd.

## 1. BACKGROUND

Istanbul has suffered from chronic water shortages, and meeting the growing demand for water has always been an important issue for the city, as the population of the region is expected to increase from approximately 6 million in 1990 to 15.9 million in 2022 (TUIK). In light of this situation, Japan supported the construction of an intake weir, a water pipeline, a water purification plant, and the Bosphorus Undersea Tunnel through the "Istanbul Waterworks Improvement Project" and the "Istanbul Waterworks Improvement Project (Phase 2)", a yen loan project implemented from 1993 to 2015. As a result of this project, the water supply population and water volume increased, and the waterworks penetration rate reached 100%.

However, while the water supply in the region is improving, it is pointed out that 210 million m<sup>3</sup> of water leakage occurs annually by 2023. The leakage rate has reached 18.98%, and although it is improving year by year, it cannot be said that this precious water resource is being used effectively.

In response to this situation, ISKI established the "Leakage Control Committee" in 2015, and has been promoting the construction and operation of water supply metering areas (DMAs) and leakage detection through leakage audition work by experts in the region since 2020. As a result, ISKI has evaluated that the leakage rate has been improved from 36.14% (2003) to 18.94% (2023), halving the leakage rate in 20 years. On the other hand, the leakage rate is still high compared to other developed cities in the world, and ISKI is aiming for further improvement, setting a target of 17% for 2025. Therefore, the following issues need to be addressed: the establishment of an accurate and sustainable leak detection method, the optimization of cost-effectiveness of construction costs by establishing a method for determining the priority of water pipe repair work to control leakage, and the broadening of the leak detection area.

Therefore, we propose the use of our "ultrasonic flowmeter," which is easy to install, less expensive than existing electromagnetic flowmeters, and capable of high-precision measurement even for large-diameter water pipes, to (1) improve cost effectiveness of repair work by introducing a leak detection method that is easy to implement, and (2) improve the accuracy of waterworks revenue management by accurately grasping the volume of water supply in large-diameter water pipes, (3) enhance the leak detection response capability with the addition of more DMAs, (4) reduction of non-revenue water due to facilitated leakage control.

## 2. RESULT OF THE SURVEY

(1) We surveyed the current status of non-revenue water control in Turkey and the specifications of water supply facilities and confirmed that our technology could make a contribution.

We visited a number of water supply facilities in Turkey and learned about their specifications, operation methods, and the current status of efforts to reduce non-revenue water. We learned that in order to reduce leakage and non-revenue water, it is required in Turkey to continuously monitor the exact amount of water flowing into DMAs, and then to measure the amount and locations of leakage occurrences, which may be minute and slow, in DMAs over a wide area in a sustainable manner. The proposed product was confirmed

to be able to contribute to the non-revenue water control measures in Turkey due to its measurement performance and proven track record.

(2) The product was tested to prove that its measurement performance was equal to or better than that of existing flow meters.

In the survey, we installed and operated the proposed product and measured the same water pipes as the existing flowmeter to see if there were any discrepancies in the measured values. As a result, it was confirmed that there was no discrepancy in the measured values. Furthermore, we were able to demonstrate that the proposed product does not require the disconnection of a water pipe and the associated water shutoff when it is installed. By having ISKI and related companies witness the demonstration, we were able to obtain their acknowledgement of the advanced measurement performance and convenience of the installation.

(3) Human networking with Turkish water service providers was established.

Through the four field surveys, the team became acquainted with water service providers in many cities, including ISKI and ASKI, and had opportunities to gather valuable information and exchange opinions with them. In addition, we met with many people involved in the construction, maintenance, and improvement of water supply infrastructure from various perspectives, including government agencies, financial institutions, economic organizations, and related private companies, and had opportunities to discuss the possibility of cooperation in reducing non-revenue water through business. These provided valuable information and contacts for promoting future business development.

(4) We were able to conceptualize a sustainable business plan and procedures for creating opportunities in the future.

In order to conceptualize a sustainable business plan for the future, we were able to analyze the business environment, including laws and regulations, water utility management, and the technology and know-how currently in use. This allowed us to develop a concrete business strategy on how and in which areas we could contribute to. In addition, as a procedure to realize this strategy, we learned about the rules, procedures, and required specifications of equipment procurement conducted by Turkish water utilities, which are government agencies, and found that collaboration with local private companies would be effective in dealing with these requirements. Through these findings, marketing techniques were also considered, and a business plan could be developed.

### 3. FUTURE PROSPECTS

#### (1) Impact and Effect on Concerned Development Issues through Business Development of the Product/Technology in the Surveyed Country

The introduction of the proposed product will realize the following improvement effects and contribute to solving the issues.

##### (1) Accelerate the management of water balance and leakage volume through the construction of DMAs promoted by ISKI and other water utilities in Turkey.

In the Turkish government's policy of increasing the construction of DMAs that enable water utilities to continuously quantify water balance and leakage, it is currently necessary to install flow meters to measure water inflow into the area by installing them in medium-diameter water pipes at the entrance of the DMAs. The installation of electromagnetic flow meters, which are currently the mainstream method, requires water shutoffs and incurs considerable costs and time, making the construction of DMAs and the installation of flow meters a burden on water utilities. Therefore, the proposed product eliminates the need for water shutoff work, reduces the cost of equipment and construction work, facilitates the construction of DMAs and installation of flow meters, and contributes to the wide-area monitoring of water balance and leakage volume.

##### (2) A means of ascertaining the volume of flowing water in large-diameter water pipes used when delivering water from water treatment plants can be secured.

Currently, there are no flow meters installed and used by any water utilities in Turkey to measure the amount of water delivered through large-diameter water pipes (>2000mm), and electromagnetic flow meters are expensive in terms of water cutoff construction and equipment costs, while clamp type flow meters are not capable of accurate measurement. If the usefulness of the proposed product is recognized through business development, ISKI and many other water utilities will be able to secure this means of measurement. Accurate determination of the volume of water delivered has a more important impact on the water balance than that of the inflow at the DMA inlet, because the volume of water delivered is larger. If an accurate water balance can be determined, it will be effective in improving the effectiveness of water resources and in planning measures to prevent non-revenue water.

##### (3) New options for detecting the amount and location of water leakage within the DMA area can be secured.

In addition to the leakage surveys currently conducted manually by expert teams, the amount of water leakage can be determined by measuring the total amount of water flowing into the DMA area using the proposed product and the total amount of water flowing out from the outlet after the diversion, and determining the difference between the two. It is also possible to detect the presence and amount of leakage by measuring the amount and velocity of water flow during times of low water consumption, such as at night, as has already been proposed in Turkey. In reality, this type of usage has not been implemented with

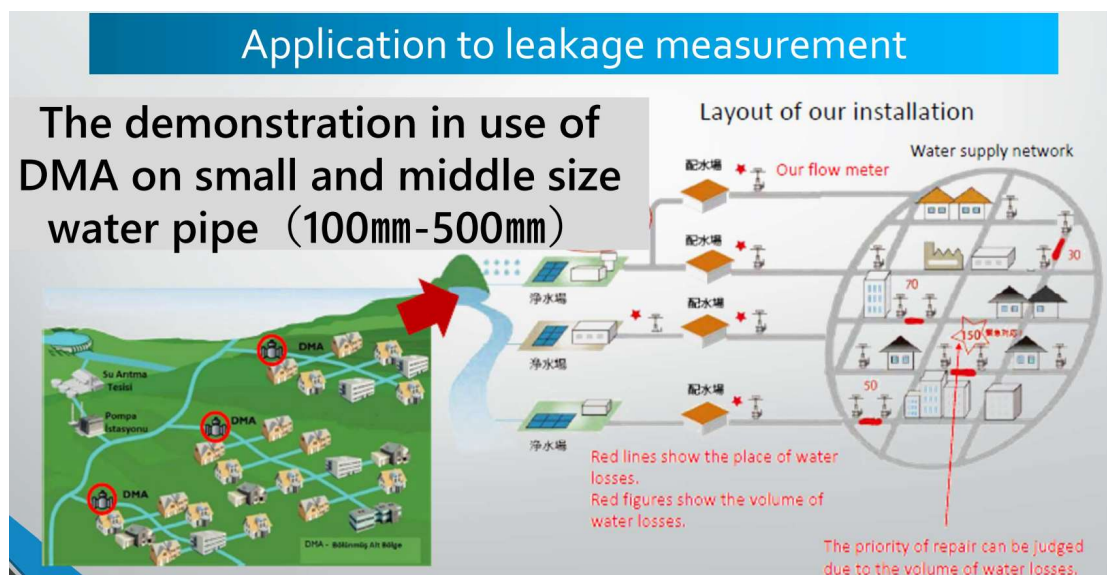
flow meters, as the flow rate may be unmeasurable with electromagnetic flow meters that are currently in widespread use.

Furthermore, if multiple valves that can be fitted with the proposed product are installed in the same water pipe and the proposed product is used, it will be possible to identify the location of leakage.

The installation and operation of the proposed product in the leak detection district is shown on right side in [Figure 24].

Compared to the system currently being promoted by the region (see on left side in [Fig. 24]), the number of flow meters installed will increase, and since it will be easy to relocate the meters to increase the number of measurement points, flow management within the region can be conducted precisely at multiple points. Therefore, the amount (red numbers in the figure) and location (red lines in the figure) of leaks can be determined instantly and accurately, and decisions on when and where to prioritize repair work can be optimized.

[Fig.24] Application to leakage measurement



[Fig.25]



the amount of leakage and the location of leakage, to be determined by the difference between the measured values at two locations

## (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Based on the above local adaptability, the following solutions to the issues are envisioned.

### ① Improve the accuracy of water resource management through accurate measurement of large-diameter piped water flows

Increasing population and economic growth have increased the need for water resources, and in particular,

the stable and efficient operation of water supply facilities that supply drinking water, the lifeblood of the nation, has become even more important and urgent. In this survey, GDWM under MoAF, the competent ministry, and ILLER Bank, a government-affiliated financial institution, stated that "securing water resources and ensuring proper management of water supply facilities, including measures to prevent non-revenue water, are of high importance".

In addition, the water utility evaluated the electromagnetic flowmeter, which is expensive and difficult to install including water cutoff, and the non-contact ultrasonic flowmeter, which does not provide sufficient reliability in measured values, as non-compliant flowmeters to accurately measure large amounts of flow in large diameter water pipes of 2000 mm or more, and has no alternative measures.

Therefore, if accurate flow measurement becomes possible with the introduction of the proposed product, it will be possible to accurately determine the amount of purified water supply, which is the standard value for calculating non-revenue water and leakage. In addition, it will also be possible to provide basic information for improving operational efficiency by continuously monitoring trends in measured values to determine changes over time in the supply of purified water due to climate change, purification capacity, and other factors, as well as the operating status of water treatment plants.

#### ② Realization of DMA increase by improving economy and convenience related to measurement of DMA inflow water purification volume in medium diameter water pipes

Currently, ISKI will begin full-scale construction of DMAs in 2020, and at the time of the survey, DMAs have already been installed at 290 locations. In addition, ASKI has installed 60 DMAs. However, ASKI has only two clamp typed flow meters installed in DMAs.

ISKI and ASKI plan to construct 1,200 and 500-600 DMAs, respectively, within the next five years, and there is a strong interest in reducing the costs associated with the installation of flow meters during construction. This includes not only the cost of the flowmeter equipment, but also the cost of the installation work and the construction of underground pits surrounding the installation sites.

The proposed product does not increase the size of the device even if the size of the water pipe increases, so we aim to win the market through economic competitiveness by appealing the price advantage over larger electromagnetic flowmeters and the cost-saving effect of eliminating the need for water shutoff and installation work involving heavy machinery.

This will reduce the construction cost of DMAs for water utilities, curb the budget required for planned increases, and contribute to the optimization and sustainability of waterworks management by increasing the number of areas where flow measurement is performed.

#### ③ Enable sustainable detection of leakage volume due to differences in measured values by installing multiple units on small-diameter water pipes in DMAs.

ISKI has achieved this reduction by detecting leakage during the operation of the DMA by the "Leakage Control Committee" established in 2015, and by calculating and announcing the leakage rate annually. However, leak detection in the DMA is subject to human, financial, and time constraints, as human leak

sound detection surveys are conducted intermittently during the night by experts from a contracted company.

The proposed product has been verified in Japan to be capable of detecting small-volume and slow-rate leaks by utilizing its highly accurate measurement capability by attaching multiple units to the same water pipe, providing a new option in addition to existing leak detection methods. This is a feature not available in other companies' products or in the scope of our survey, and is not fully recognized by water utilities.

If several attachable valves are installed on a water pipe, it has been verified in field tests that the installation can be completed in 15 minutes, which is so easy that it is possible to detect leaks by installing several proposed products by oneself, in addition to relying on contractor experts. In addition, by changing the mounting position, the detection points can be expanded to multiple locations, and by reducing the mounting distance, the location of the leak can be easily identified.

If the amount of water leakage can be measured, the priority of repair work can be determined according to the measured amount, and the budget and number of personnel involved in repair work can be controlled and optimized.

In addition, the proposed product can simultaneously measure water pressure with a single unit of the water pressure meter, which is currently installed separately from the flow meter in ISKI and can detect the risk of water pipe rupture by measuring the water pressure in the pipe.

Since this application is not recognized in Turkey and is not included in the standard work of water utilities, it is necessary to continue to propose its use and recognize its utility, and to continue to work to increase the recognition and credibility of its utility within the organization.

別添資料  
(以降、非開示)