

インドネシア国

インドネシア国  
水道未普及地域への  
軽量・小型・省エネ型  
RO 膜ろ過装置の製造販売基礎調査  
業務完了報告書

平成 30 年 7 月

(2018 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

環水工房有限公司

国内
JR
18-167

写 真



西マンガライ県副知事と対談



メッサ島副村長らと打合



メッサ島の使用不能な水道施設跡



メット島生活用水20Lタンク運搬



セラヤベサラ島事前説明風景



セラヤベサラ島共同井戸囲い小屋



セラヤベサラ島共同井戸状況



セラヤベサラ島小学校用の自家井戸



セラヤベサラ島の使用不能海水淡水化装置



TWA社ブディー社長室対談



メッサ島島民集会



現地関係者への本基礎調査説明会



カウンターパート候補機関への本基礎調査説明会



海事大臣調整府説明会



インドネシア水道協会との会談

目次	
写 真.....	i
目次.....	iv
図表リスト.....	v
略語表.....	v
要 約.....	
ポンチ絵.....	v
はじめに.....	1
第1章 対象国・地域の開発課題.....	7
1-1 対象国・地域の開発課題.....	7
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	9
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....	9
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの選考事例分析.....	9
第2章 提案企業、製品・技術.....	11
2-1 提案企業.....	11
2-2 提案技術・製品の概要.....	12
2-3 提案製品・技術の現地適合性.....	14
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	20
第3章 ビジネス展開計画.....	21
3-1. ビジネス展開計画概要.....	21
3-2. 市場分析.....	22
3-3. バリューチェーン.....	22
3-4. 進出形態とパートナー候補.....	22
3-5. 収支計画.....	24
3-6. 想定される課題・リスクと対応策.....	25
3-7. 期待される開発効果.....	26
3-8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	26
第4章 ODA事業との連携可能性.....	27
4-1 連携が想定される ODA 事業.....	27
4-2 連携により期待される効果.....	27
別添資料1.....	28
別添資料2.....	35

## 図表リスト

- 表1: インドネシア国の開発課題  
 表2: 西マンガライ県都ラブアンバジョーとメッサ島における開発課題  
 表3: 関連ODA事業及び他ドナーの選考事例表  
 表4: 現地のインフラ状況  
 表5: 小型RO膜ろ過装置の改良ポイントとその効果  
 表6: メッサ島における水質検査結果表  
 表7: セラヤベサラ島における水質検査結果表  
 表8: ビジネス展開を行うための島嶼の類型化表  
 表9: 販売計画等表  
 表10: 販売収支計画表  
 図1: メッサ島など周辺島嶼における故障し放置された小型RO膜ろ過装置  
 図2: 事業背景となった浄水場と産業廃水専用下水終末処理場  
 図3: 陸前高田市での災害ボランティア活動以後に製品化したろ過装置  
 図4 提案製品のスペック（仕様）  
 図5: 現地の状況写真  
 図6: メッサ島における井水の採水場所  
 図7: セラヤベサラ島における井水の採水場所  
 図8: メッサ島における水道整備計画  
 図9: バリューチェーン  
 図10: ODA計画におけるフロー図

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan	国家開発企画庁
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	インドネシア投資調整庁
DKP	Ministry of Marine Affairs and Fisheries	海洋水産省
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma- Mass spectrometry	誘導プラズマ質量分析装置
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
GC-MS	Gas Chromatography - Mass spectrometry	ガスクロマトグラフ質量分析計
JICA	japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LC-MS	Liquid Chromatography-Mass spectrometry	液体クロマトグラフ質量分析計
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標

ODA	Official Development Assitance	政府開発援助
PERPAMSI	Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia	全国 PDAM の管轄協会
PDAM	Perusahaan Daerah Air Mimum	地方水道公社
PLC	Programmable Logic Controller	プログラマブル・ロジック・ コントローラ
PUPR	Ministry of Public Works and Housing	公共事業・国民住宅省
RO	Reverse Osmosis	逆浸透膜
Rp	Rupia	インドネシア通貨単位
SDGs	Susutainable Development Goals	持続可能な開発目標
UF	Ultrafiltration	限外ろ過
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁

# 要 約

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 対象国・地域の開発課題

#### 1-1-1 対象国の開発課題

インドネシア国(以下、「インドネシア」という。)の経済成長は、年率約 5% を遂げ発展しているが、その活動 はジャカルタとデンパサールに集中している。人口は2.4 億人であり、1 日 2 ドル以下で生活する脆弱な人口が多い。

インドネシアでは、国家中期開発計画(RPJM)2015-2019)において「海洋国家の実現」、「食料安全保障」、「エネルギー安定供給」、「地方開発」を開発課題に掲げ取り組んでいる。

#### 1-1-2 地域の開発課題

西マンガライ県の上水道に限った開発課題は次のとおりである。県都ラブアンバジョーをはじめとして本島各都市の水道整備は、2016年施行の「水道整備計画」(2016-2035)により推進されている。メッサ島他、地先島嶼はそもそもこの計画の水道整備区域にすら入っていない。このため水道普及率が0%であり、県都等とその地先島嶼での地域間格差が生まれている。

#### 1-1-3 メッサ島等周辺島嶼の上水に関わる開発課題

本基礎調査の過程で、公共事業省から、小さい島嶼向けに導入された200台以上の小型RO膜ろ過装置の90%以上が故障し放置されているとの情報を受けた。事前調査や本調査で周辺島嶼でも故障している装置が確認されている。

故障の原因は「井水や海水の水質にあった装置構成や制御法となっていない」ことが挙げられる。また、装置が放置されるに至った経緯は「特定個人任せで、個人都合で管理しなくなり、継続した維持管理を行う主体が不明瞭となったこと」、「実態に合った料金設定、徴収方法、管理費の充当方法など制度が確立せず、明文化されていないこと」と考えられる。以上の3点がメッサ島における開発課題である。

### 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

西マンガライ県水道公社は、前述のとおり 2016 年度を初年度とする 20 年水道整備計画(以下、「水道整備計画」という)を策定している。当面の計画は、人口が密集しているラブアン・バジョーの水道普及を 100%に高める政策をとっている。この計画を推進するためには、地先海域島嶼の水道普及を同時に図ることが重要であるとし、副知事、PDAM 管理者あるいは行政担当者がその対策法を論じた。その後、本調査の実施とともに、西マンガライ県 PDAM は、島嶼での聞き取り調査に同行するなど、積極的な対応が図られてきている。島嶼の水道普及に対しても尽力する様子が伺えた。



### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のインドネシアに対するODA基本方針（大目標）は、「インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援」であり、重点分野（中目標）2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」を掲げている。対インドネシア事業展開計画においては、重点分野2の「開発課題2-1 生活の質の向上に向けた地方の開発支援」に「居住環境改善プログラム」を設定している。同プログラムでは、生活の質の向上を図るため、上下水道等の基礎インフラ整備等の居住環境の改善、及びこれらを管理する地方自治体の制度・組織・能力向上に資する支援を行うと明記している。

本提案は、地方の島嶼地域における住民の生活向上のため、上水道のインフラ整備と水道事業の制度制定を促進する。また、水道事業を管理するPDAM（西マンガライ県水道公社）に具体的なアドバイスを行うことにより、PDAM職員の能力向上も図る計画である。これらは、我が国の開発協力方針に合致しており、居住環境の改善を具現化するものと考えられる。

### 1-4 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの事例として、下記が挙げられる。

- ・水道公社人材育成強化プロジェクト(2015-2018)
- ・上水道セクター・経営および維持管理に係るテーマ別評価（2008）
- ・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
- ・地方給水（IKK）セクターローンプロジェクト協力準備調査（2009）がある。

また、世界銀行や米国国際開発庁がインドネシア水道公社（PDAM）に対して無収水対策や水道料金、マネジメントの改善などに対する支援を行っている。

## 第2章 提案企業の概要

### 2-1 提案企業の概要

提案企業である環水工房有限会社は、1997年12月に設立され、事業内容は、次のとおりである。

- ① 上水道用各種ろ過装置製作・販売・メンテナンス業（福井県建設業許可9446号）
- ② 水道水質検査業（厚労省登録164号）
- ③ 建設コンサルタント業（国交省登録建26第9265号上水道部門）

### 2-2 提案技術と製品の概要

提案企業は、上述の経験により装置の設計、製作、管理に対して「技術の特長」と「製品の特長」がある。「技術の特長」は、提案企業の水質測定機器で原水（処理前）の水質測定を行い、原水水質を解読し、原水の性質に合った装置を設計することである。「製品の特長」は、コンパクトな装置造りとし、搬入、据付、電源供給、稼働、飲料水供給、配管に対して俊敏性と柔軟性を追求した「ものづくり」を心がけている。

7年前、陸前高田市での震災対策を経験した以降、「俊敏性」や「柔軟性」を視点として製品化したろ過装置を製作している。

### 2-3 提案製品・技術の現地適合性

製品の現地適合性は、二軸モーターの片軸に水圧モーターを取付け43%の省力化を図り、小さい島嶼は「木の栈橋」で、「幅1m未満の搬入路」の条件から、分解可能型現地組立式としたところである。現地組立式としたことにより重量を分散して搬送できる。また、制御盤は落雷による故障を想定しコネクター式で本体ごと交換でき、制御器のPLC(プログラマブル・ロジック・コントローラ)も簡単脱着できるところである。

### 2-4 開発課題解決貢献可能性

本提案製品・技術は、前提として水道インフラ（ハイク給水）が容易に整備できない島嶼地域住民に対して塩分を除去した水を供給する事が可能になる装置である。インドネシア政府が目指す格差是正に対して、生活インフラ設備の観点で貢献できる。

## 第3章 ビジネス展開計画

### 3-1 ビジネス展開計画概要

水道未普及の島嶼で水道普及を図る。このビジネス展開は「小型 RO 膜ろ過装置」の販売、設計・製造・設置、稼働することにより成り立つ。

### 3-2 市場分析

市場分析の結果、ターゲットとする顧客は各県PDAM である。また、各県PDAM が管理できない、または管理すべき島嶼は居宅居住専用島で、水道未普及の小島が対象である。水道事業成就の目安として戸数100 戸、水道単価80 円/m<sup>3</sup> 以上だと採算はとれる。井水の塩分が0.2% 以上であるため、水を沸かすと結晶が析出すると島民から苦情があり、緊急性の点でも市場性が高いと考えられる。

### 3-3 バリューチェーン

バリューチェーンは、提案企業が PLC 内蔵の制御盤、二軸モーター、精度を要する溶接フレーム、配管を TWA 社に供給し、TWA 社が、ダンフォス社製ポンプなど汎用品を調達し、運搬・据付・組立・保守を行うことを想定している。

提案企業の強みは、装置設計を含めた水道事業計画を策定し、水質測定と連動した制御プログラムの制作等の「ノウハウ」である。

### 3-4 進出形態とパートナー候補

ジャカルタ本社のTWA 社をパートナーとする。TWA 社は海淡水用高圧ポンプなど機械販売商社である。提案企業はTWA 社を代理店として、販売活動を行う。

### 3-5 収支計画

基礎調査の結果、今後5年間の販売目標台数を19台とした。基礎調査計画時の販売台数は40台と算出したが、水道料金徴収などの制度制定を図るための時間などを考慮すると、19台が妥当と判断されたため、この台数により収支計画を立てることとした。

### 3-6 想定される課題・リスクと対応策

ビジネス面では、2016年ネガティブリストでインドネシア規制業種・禁止業種として飲料水事業が規定され条件として外資95%が付されており、この条件を遵守する。

事業面では、製品の運搬、搬入、据付、設置はTWA社が受け持つが、特に海上輸送において、積み込み積み下ろしに木製栈橋で強度がないことなどのリスクが発生することから、装置を分解でき、現地で組み立てることができる「現地組立式小型 RO 膜ろ過装置」を開発した。

### 3-7 期待される開発効果

今回提案の小型 RO ろ過装置で塩濃度の高い井水を処理することにより、衛生的で安全な水を住民に提供することが可能となる。継続的に提供するためには、提案の装置を継続して維持管理を行う体制が必要となり、「水道料金徴収規程」の制度制定と運用が重要であると考えられる。

### 3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

#### 3-8-1 事業実施による国内雇用創出

事業実施による国内の雇用創出は海外展開営業1名、装置設計1名、現地1名(採用済)を確保することとする。

#### 3-8-2 事業実施による国内関連企業の売上増

提案製品は、外注加工費、材料費、什器費で1台当たり3,400千円の発注が見込まれる。当面(5ヶ年間)の販売台数を19台とし、これにより福井県内の企業の売上が64,600千円増え、年額にして12,920千円の売り上げ増となる。

#### 3-8-3 事業実施による新たなパートナーとの連携及び連携強化

富山県立大学と2018年4月から共同研究を開始した。研究内容は、「メッサ島における井戸の形成起源と真水の湧出根源に関する研究」である。また、マカッサル島で日本政府ODA事業で建設された「HASAUDDIN UNIVERSITY」と共同研究を計画している。三者による共同研究により、その研究成果がビジネス展開にも寄与するものと期待される。

#### 3-8-4 上記の他、事業実施による国内地元経済への裨益

地元経済に対する裨益効果について、精度を要求する機器については地元製作企業に加工を任せるとする。加工品の中で、精度を要求する溶接フレーム、溶接配管、PLC内蔵制御盤などは地元企業での生産となる。このことから、年額で9,044千円の裨益が生まれると考えられる。

## 第4章 ODA事業との連携可能性

### 4-1 連携が予想される ODA 事業

ODA事業は普及・実証事業の展開を想定している。計画給水量は92m<sup>3</sup>/日と算出され、メッサ島長から示された3箇所配備する。

### 4-2 連携により期待される効果

現地住民が支払い可能な水道料金が設定し、PDAMが水道料金徴収規程を設定する計画であり、メッサ島における水道事業の制度制定が可能となる。また、水質変動に応じて制御できる「現地組立式小型RO膜ろ過装置」を導入する。現地で適切に維持管理することで、継続して住民に安全な水を提供できるとによる効果がある。

# ポンチ絵

## インドネシア国 水道未普及地域への軽量・小型・省エネ型RO膜ろ過装置の製造販売基礎調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：環水工房有限会社
- 提案企業所在地：福井県福井市
- サイト：インドネシア国西マンガライ県ラバハンバジョー

### 二軸モーター式・RO膜ろ過装置



### インドネシア国の開発課題

- 政府政策「国家中期開発計画」において島嶼地域を含めた住民生活環境の格差是正ができていない。
- 特に水道を含めた公共サービスが未整備である。
- 適切な設備、処理がされていない事により水系の伝染病が発生している。
- 島嶼地域の行政に水道を普及させるための技術が不足している。

### 中小企業の技術・製品

- 提案企業が独自設計（開発）したモーターを設備した、軽量、省エネ型の「RO膜ろ過装置」有している。
- 小型化の実現により大型施設用地を必要としない。
- 運搬性能が高い事から機動性がある。
- 設備コストを最低限に軽減可能

### 日本の中小企業の事業戦略

- 成熟した日本の水道設備、浄水設備環境の市場から、未だ未整備の多い途上国での新たな市場開発、開拓
- インドネシアの島嶼地域のように、水道インフラを整備しにくい地域への当社製品に普及事業である。
- インドネシア国内企業との合弁による事業展開。

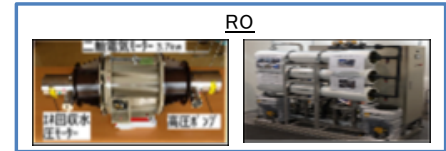
### 中小企業の事業展開を通じて期待される開発効果

- 小型、軽量、省エネ型であることから、現時点で「水」供給・供給に苦慮している地域へ安定した水の提供が可能になる。
- 水道未整備地域である西マンガライ県ラバハンバジョーの島嶼地域住民への「安全」な水の提供により「水系伝染病」予防に寄与する。
- 行政機関、地域住民に対して「受益者負担の原則」の概念浸透をする事により、持続的な「安全な水」の提供環境が可能になる。

Survey on Production and Distribution of Lightweight, Compact and Energy-Saving RO Membrane Filtration Units to Non-Water Supply Area (SME Partnership)

**SMEs and Counterpart Organization**

- Company Name : Kansui Koubou Limited Company
- Company Place : Fukui City, Fukui Prefecture
- Project Site : Labuan Bajo, West Manggarai, Indonesia



**Concerned Development Issues**

- Residents living environment disparity improvement, including island areas, as mentioned at “national medium-term development plan” has not been realized yet.
- Public water service is still not well developed
- Waterborne infection diseases due to water infrastructure that not being installed and processed properly.
- Lack of technology in order to disseminate water supplying system in island areas

**Products and Technologies of SMEs**

- Lightweight, energy-saving type of “RO membrane filtration device” equipped with our own designed (developed) motor
- With a compact design, so it does not require a large land
- Has a good performance in transportability and mobility
- Minimum equipment cost

**Business Development of Japan`s SME**

- Developing new market of water supply and purification facilities in a developing country which are still underdeveloped.
- Spreading our products, to the areas that difficult to reach by the water infrastructure, like Indonesian island areas
- Develop business trough establishing a joint venture with Indonesian local company

**Expected Effect Trough Business Development of Japan`s SME**

- It will possible to provide stable water to the areas that currently struggling to receive water supply, since our products are compact, lightweight, and energy-saving type.
- By providing a “save” water to Labuan Bajo, West Manggarai residents, it will help to prevent “Waterborne infection diseases”.
- By disseminating “beneficiary burden principle” to the government agencies and residents, it will possible to provide clean water continuously.

## はじめに

### 1. 調査名

「インドネシア国 水道未普及地域への軽量・小型・省エネ型 RO 膜ろ過装置の製造販売基礎調査」  
英文「Survey on Production and Distribution of Lightweight, Compact and Energy-Saving RO Membrane Filtration Units to Non-Water Supply Area (SME Partnership Promotion)」

### 2. 調査の背景

インドネシアは、他のアジア諸国に共通して見られるように、急速な経済発展と都市化が進むに従い、農村部から都市部への大規模な人の移動が見られ、都市部に経済活動が集中することにより、地方島嶼地域との経済格差が拡大している。地方島嶼地域では水道インフラの整備が立ち遅れており、特に西マンガライ県では、県都ラブアンバジョーの水道普及率が 73%であるのに対し、同県内島嶼であるメッサ島、スラヤベサル島は水道普及率 0%で、雨水や井戸水を生活用水としている。しかし、高い塩分濃度や不衛生な管理により、生活用水に適しているとは言い難い状況である。

このような状況を受け、インドネシア政府は新国家中期開発計画（2015-2019）において、安全な水へのアクセス率を 2019 年で 100%にする目標を掲げ、その達成のために水道施設整備の促進や、余剰水源の活用、無収水率削減を重要項目としている。また、2001 年から地方分権化政策のもと地方政府の監督下にある地方水道公社（以下、「PDAM」という。）に経営権が全面的に委譲され、地方 PDAM それぞれに上記目標の達成に向けた水道事業運営に取り組んでいる。

地方 PDAM では経営的・技術的ノウハウが地方 PDAM に必ずしも蓄積されていない。水道においても格差是正に対する取り組みは十分ではない。

環水工房有限会社の提案製品である小型 RO 膜ろ過装置は、導入場所の水質や設置スペースを考慮したオーダーメイド設計であり、現地の環境に適合させやすい特徴を有している。本提案製品の導入により、衛生的な生活用水の供給に貢献することが期待される。

### 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 ODA 事業との連携可能性の検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画を策定することである。

調査対象地域において「二軸モーター式小型 RO 膜ろ過装置」の性能設計に必要な塩分濃度含有率の確認、当該装置の設置環境を調査・分析を現地に適合した設計・製造環境の整備を確認する。更に当該装置の需要環境を確認してインドネシアにおける事業計画を設計することを目的とする。

#### 4. 調査対象国・地域

西マンガライ県都ラブアンバジヨ地先メッサ島、セラヤベサル島



調査対象地域位置図

コモド-国立公園局ホームページより入手地図情報から JICA 調査団作



## 5. 団員リスト

氏名	担当業務	所属先
坂井 正明	業務主任者/現地政策調査/開発課題整理・分析	環水工房有限会社
田中 俊彦	装置現地適合性確認/市場調査(機材・設備)/知財保全調査(情報収集)	環水工房有限会社
坂井 友恵	水質調査/パートナー調査/市場調査(飲料水)	環水工房有限会社
広幡 勝典	チーフアドバイザー/ビジネス展開計画調査/ODA 案件化にかかる調査/現地政府政策調査/各種報告書作成	フォーバル株式会社
牟田郁美	ビジネス展開計画調査(補佐)/市場調査(情報収集・整理)/知財保全調査(分析)/案件進捗管理/各種報告書作成(補佐1)	フォーバル株式会社
プспа マルティニアニ デルマ	投資環境調査・分析/現地政府機関調整/市場調査(データ分析)/各種報告書作成(補佐2)	フォーバル株式会社

## 6. 現地調査工程

表1 第1回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2017年10月23日	JICA インドネシア事務所	村田企画調査員、木下企画調査員
〃	インドネシア公共事業省	JICA アドバイザー菅原専門家
2017年10月25日	西マンガライ県	副知事
〃	西マンガライ県 PDAM	ラリー管理者
〃	メッサ島	副村長、聞取調査
2017年10月26日	スラヤベサル島	村長、聞取調査
2017年10月27日	西マンガライ県	知事
〃	TWA 社	ブディー社長

表2 第2回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2017年11月27日	TWA社	ブディー社長
〃	JICA ジャカルタ事務所	村田企画調査員、北村企画調査員
2017年11月29日	PDAM	ラリー管理者
〃	メッサ島	村長モハメッドサイド氏

表3 第3回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2017年12月19日	ラブアンバジョーホテル	ラリー管理者、ブディー社長
2017年12月20日	メッサ島	島民集会 島民40名参加

表4 第4回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2018年1月22日から	PDAM	水道料金規程策定作業
2018年1月26日まで	〃	〃
2018年1月27日	ホテルロビー	ブディー社長
2018年1月29日	ネオホテルロビー	前ディクレア社社長鈴木氏
2018年1月30日	JETRO ジャカルタ事務所	吉田氏
〃	JICA ジャカルタ事務所	村田企画調査員

表5 第5回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2018年2月27日	ラブアンバジョー・ルアンサホテル	西マンガライ県事務職員多数
		PDAM 管理者、職員多数
		インドネシア水道協会会長
		水道協会 Eraln 会長、Agus 氏
2018年2月28日 〃	西マンガライ県公聴室	知事、メッサ島村長、
		JICA 村田企画調査員、鈴木氏、 他は同上
2018年3月1日	西マンガライ県 PDAM 管理者室	ラリー管理者、JICA 村田企画調査員、鈴木氏



表6 第6回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2018年3月13日	海事調整大臣府	Rahayu A Pl 氏大臣府職員2名
		ラリー管理者、同職員2名
		西マンガライ県職員
		水道協会 Eraln 会長
		公共事業省職員
		JICA 村田企画調査員

表7 第7回調査行程

時期	訪問先	調査、面談者
2018年4月5日	Pam Jaya Pomda DKI	水道協会 Eraln 会長
		ブディー社長
		JICA 村田企画調査員
		通訳ヤノシン氏

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 対象国・地域の開発課題

#### 1-1-1 インドネシア国の開発課題

インドネシアが抱える現状と開発課題を表1に示す。開発課題は(1) 国家中期開発計画の重点事項、(2) 上水道に限った課題、(3) 衛生上の課題を示している。

表1: インドネシア国の開発課題

項目	内容
現状	経済成長は年率約 5% を遂げ発展しているが、その活動は、ジャカルタとデンパサールに集中している。地方分権が急速に推進されているものの、1日2ドル以下で生活する脆弱な人口が多い。
開発課題	(1) 「国家中期開発計画2015-2019」において、4つの開発課題を掲げている。1つ目は海洋国家構想であり、24の主要港を建設し、1年以内に物流コストを現状GDPの27%に対して20%まで削減することである。2つ目は食料安全保障であり、28箇所のダム建設、100万ha灌漑を建設・改良し、食料の輸入依存からの脱却することである。3つ目は電力であり、35ギガワットの新規電源を開発し、うち20ギガワット超についてIPP (Independent Power Producer) で対応する。石炭火力をベースロード電源とする。4つ目は地方開発であり、地域間格差を是正すること、例えばジャワ島やバリ島以外の島嶼に投資し、各島の特性に基づく開発をし、また、情報格差の解消を図ることである。
	(2) 上水道に限ってみると、中期開発計画において、2019年までに安全な水へのアクセス率を100%とする目標を掲げている。また、持続可能な開発目標(SDGs)との関係においては、2030年までに、安全で入手可能な価格の飲料水に対し、全ての人々の公平なアクセスを達成する(6.1)、としている。
	(3) 西マンガライ県知事へのヒアリングにより、水系伝染病の発生を防止することがインドネシア国の島嶼地域で課題であると分かった。各家庭の貯水槽に水道水が供給され、貯水槽内で蚊が繁殖する。貯水槽で繁殖した蚊が媒介し、マラリアが発生する。その防止のため貯水槽の取扱が課題となっている。

#### 1-1-2 西マンガライ県の開発課題

西マンガライ県の上水道に限った開発課題を表2に示す。県都ラブアンバジョーをはじめとして本島内の各都市の水道整備は、2016年施行の「PERATURAN RESMI TARIF DASAR AIR DI PULAU MESA (水道整備計画) (2016-2035)」により推進されている。メッサ島他、地先島嶼はそもそもこの計画の水道整備区域にすら入っていない。このため水道普及率が0%であり、県都等とその地先島嶼での地域間格差が生まれる原因である。

表2: 西マンガライ県県都ラブアンバジョーとメッサ島における開発課題

項目	水道整備計画における課題	
開発課題	(1)	主たる計画は、県都ラブアンバジョーの水道普及率を100% までに高めるため212,939,605Rp の投資を行うこととしている。都市部において重点的に投資を行い、水道整備が推進されている。
	(2)	メッサ島は直径200m 足らずの島に人口2,300 人が居住するが、水道普及率は0% である。水道整備計画に区域にも入っていないため、水道整備計画は立っていない。県都ラブアンバジョーの水道普及率が67%であるのに対し、地域間格差がある。
	(3)	メッサ島では、水道未普及地であるゆえ、生活用水(洗濯すすぎ水など)はラブアンバジョーから船で運ばれた真水を購入している。20Lタンクで20円、m <sup>3</sup> 換算で1,000円で購入している。漁業で生計され、一世帯平均月収は2万円であるところ、月生活用水費は平均2,800円、収入の約14%を占める(35戸聞き取り調査、約10分の1の聞き取り)。 これに対し県都ラブアンバジョーは水道普及率67%で、水道料金はm <sup>3</sup> 当たりおおよそ100円以下である。山間から豊富な湧水があり、水価はメッサ島の10分の1以下である。地域間格差の是正が必要である。

### 1-1-3 メッサ島等周辺島嶼の上水に関わる開発課題

現地調査の過程で、公共事業省から、小さい島嶼向けに導入された200台以上の小型RO膜ろ過装置のうち、90%以上が故障したまま放置されているとの情報を得た。事前調査や本調査で周辺島嶼において故障している装置は図1に示すとおりである。

故障の原因は「井水や海水の水質にあった装置構成や制御法となっていない」ことが挙げられる。装置が放置されるに至った経緯は「特定個人任せで、個人都合で管理しなくなり、継続した維持管理を行う主体が不明瞭となったこと」、「実態に合った料金設定、徴収法、管理費充当法など制度が確立せず、明文化されていないこと」と考えられる。



図1: メッサ島など周辺島嶼における故障し放置された小型RO膜ろ過装置

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

西マンガライ県 PDAM は、前述のとおり 2016 年度を初年度とする 20 カ年水道整備計画(以下「水道整備計画」という。)を策定している。当面の計画は、人口が密集しているラブアンバジョーの水道普及を 100%に高める政策をとっている。この計画を推進するためには、地先海域島嶼の水道普及を同時に図ることが重要であるとし、副知事、PDAM 管理者あるいは行政担当者がその対策法を論じた。その後、本調査の実施とともに、西マンガライ県 PDAM は、島嶼での聞き取り調査に同行するなど、積極的な対応が図られている。島嶼の水道普及に対しても尽力する様子が伺えた。

## 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国が示すインドネシア国援助方針において、大目標は「均衡のとれた更なる発展とアジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上への支援」であり、中目標は「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」としている。また、中目標の重点分野 2 において「格差是正・コネクティビティー強化」を掲げ、地方開発・拠点都市圏プログラムとして「均衡ある地方開発を図るため格差是正に資することとし、能力強化を図る支援をする。」とされている。

本事業の目的は、水道を普及することにより島嶼間の格差を是正することから、上記の方針と整合性があると考えられる。

本調査後の事業展開における将来的な目標は、西マンガライ県ラブアンバジョー地先のメッサ島に提案製品を普及し、且つ水道料として料金を住民から徴収し、西マンガライ県 PDAM の水道運営体制を整えることである。水道の普及に対しては、「水道水を使ったらお金を払う」、「沢山水道水を使った者が沢山お金を払う」という「受益者負担の原則」を住民に理解され実施されることが、水道の普及を促進するために重要ととえられる。

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

開発課題に対する ODA 事業等を表 3 に示す。当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの事例、あるいは JICA のウェブサイト情報等より分析した。

表 3: 関連 ODA 事業及び他ドナーの選考事例表

ドナー	選考事例
我が国の援助活動	<ul style="list-style-type: none"><li>・水道公社人材育成強化プロジェクト (2015-2018)</li><li>・上水道セクター・経営および維持管理に係るテーマ別評価 (2008)</li><li>・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</li><li>・地方給水 (IKK) セクターローンプロジェクト協力準備調査 (2009)</li></ul>
アジア開発銀行 (ADB)	衛生分野に重点を置いておりインドネシア水道公社 (PDAM) に対して Water Operators Partnership (WOPs) やツイニングプログラムを実施している。WOPs は他国の水道事業体がメンターとなり、協力関係の構築により、無収水対策や水道料金、マネジメントの改善等を支援する仕組み。(出典: JICA)
米国国際開	2010 年~2016 年まで水と衛生に係るさまざまな分野で各地の PDAM に対し

発庁 (USAID)	た活動「IUWASHプロジェクト」を実施している。 メーター検針の改善や、インドネシア水道公社 (PDAM) の幹部の資質向上も支援している。3 都市 を対象に、Water SMS という顧客調査等を実施して顧客管理を強化する 2 百万ドルのプログラムを実施した。(出典：JICA)
------------	--



## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業

環水工房有限会社（以下、「提案企業」という。）は、1997年12月に設立され、事業内容は、次のとおりである。

- (1) 上水道用各種ろ過装置製作・販売・メンテナンス業（福井県建設業許可9446号）
- (2) 水道水質検査業（厚労省登録164号）
- (3) 建設コンサルタント業（国交省登録建26第9265号上水道部門）

2001年10月に厚生労働省登録の水道水質検査機関として指定され、水道法の改正によって水道水質検査機関は大臣登録制となり、検査室構造や設置数に対して条件が法制化された。この条件を充足するために2004年4月に福井県産業労働部造成の産業集積団地「ソフトパークふくい」の一画350m<sup>2</sup>を購入し、その敷地に検査棟、工場棟を建設して、水道水質検査と飲料用ろ過装置の製作を行っている。

事業の背景は、提案企業代表者が福井県企業庁において1986～1995年の9年間主任技術職員として担当した浄水場と産業廃水専用の下水終末処理場における水処理のトラブル解決策にある。水処理上のトラブルを図2に示す。これらの解決策は、原水（処理前）水質解読、実験、実証を行い、いずれも3年強の歳月を要して解決した。その成果は現在も続き、順調に運転されている。この解決によりとりわけ坂井浄水場では処理能力が向上し、水道料金を削減できている。



このような背景のもと事業の姿勢は、原水測定→水質解読→設計→運転→フィードバックを行って、運転制御法を確立することであり、この姿勢を続けてきている。

海外進出の目的は、淡水に恵まれない島嶼、しかも世界には無数にある島嶼で「現地組立型小型RO膜ろ過装置」を恒常的に販売することである。

海外進出の必要性は、「小型RO膜ろ過装置」の需要が国内よりも、海外が多いからである。提案製品の処理対象原水は、汽水や海水である。国内外の需要先を比較すると、我が国内での需要先は沖縄県の離島ぐらいで、国内では需要が少ないのに対し、東南アジアの島嶼では需要先が無数に存在するからである。

経営戦略での海外展開戦略の位置付けは、車載型海淡水装置を製作し、販売、管理をすることにより位置付けが明確となり、最優先の事業となった。海外進出の手かかりとしてメコン川の高濁度除去を想定し、高濁度除去用セラミック膜ろ過装置の国内で販売を行ってきた。「淡水の除濁等の装置」は我が国内でも競合他社がひしめいており、提案企業の優位性が乏しいと考えていた。

車載型海淡水装置の製作を行うことによって、「どんな水でも処理して飲める水を造る。」といった自信と優位性から海外展開戦略が最優先の事業となり、「現地組立式小型RO膜ろ過装置」が商品として販売できることで明確な動機付けとなった。

福井県営 坂井浄水場 (上水)	福井県営 沓掛浄化センター (産業下水)
 <p>沈砂池 急速攪拌池 緩速攪拌池 ●この3池間で凝集薬品と中和薬品の注入の順序、位置、方法を改良 ●凝集薬品を改良</p>	 <p>海域放流 → COD30m/L以下 要活性炭処理 → 海域放流 ろ過槽 活性炭吸着 凝集槽沈殿池 生物処理槽</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●事業費 553 億円 (ダム、管路費含)</li> <li>●竣工 1987.10</li> <li>●能力 44,175m<sup>3</sup>/日</li> <li>●原因、取水原水が蒸留水と同じ性質。性質とは、酸/アルカリ剤投与でpHが急激変化。特に高濁時薬品注入コントロール不能。</li> <li>●対策、薬品注入の順序、位置、方法を改良、凝集剤の改良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事業費 132 億円 (本体のみ)</li> <li>●竣工 1993.12</li> <li>●能力 22,000m<sup>3</sup>/日</li> <li>●原因、S工場から分散剤の縮合リ酸 (洗剤含有、非有害物質) が排出</li> <li>●竣工時から凝集不良、ろ過不良、活性炭塔詰まり</li> <li>●S工場に除去装置の建設稼働を強制</li> </ul>

出展 <http://www.pref.fukui.jp/doc/sakai-s/index.html>

<http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/rinkai-g/jigyou.html>

図 2: 事業背景となった浄水場と産業廃水専用下水終末処理場

## 2-2 提案技術・製品の概要

提案企業は、上述の経験により装置の設計、製作、管理に対して「技術の特長」と「製品の特長」を有している。

### 2-2-1 技術の特長

「技術の特長」は、提案企業の水質測定機器で原水(処理前)の水質測定を行い、原水水質を解読し、原水の性質に合った装置を設計することである。このことから製品は「一品一品生産」となる「手仕事」製品である。現在、当社の水質測定技術はLC-MS、GC-MS、ICP-MSの質量分析計等を備え「飲用適合判断機関」として厚労省の登録水質検査機関(164号)に発展した。

### 2-2-2 製品の特長

「製品の特長」は、コンパクトな装置造りであり、搬入、据付、電源供給、稼働、飲料水供給、配管に対して俊敏性と柔軟性を追求している。

7年前、陸前高田市での震災対策を経験した以降、「俊敏性」や「柔軟性」を視点として製品化した代表的なる過装置を図3に示す。その特長は、①コンパクト、②電気がいらぬ、又は電気消費が少ない、③原水に合った制御方法、④設置簡単、⑤どこにでも搬入できることである。


①膜モジュールユニット分離型 UF 膜ろ過装置	②移動式車載型エネルギー回収装置付き 海水淡水化装置	③エネルギー回収付き小型 RO 膜ろ過装置 (国内向け装置)
		
納入先 郡上市 能力 200m <sup>3</sup> /日 特長 災害時に膜モジュールユニットを切り離し、エッジポンプで飲料水を造水。	納入先 関西電力(株)美浜原子力発電所 能力 200m <sup>3</sup> /日 特長 災害時の海水が冷却水を造水、また、飲料水を造水。普通免許で運転できるようエネルギー回収装置で軽量化図る。	納入先 中小企業庁補助事業 能力 30m <sup>3</sup> /日 特長 災害時にも 4WA エッジ付きトラックで 4 台同時に搬送、国内向け装置。

図 3: 陸前高田市での災害ボランティア活動以後に製品化したろ過装置

### 2-2-3 ろ過装置の製作における特長

ろ過装置の製作にあたっては、「オーダーメイド」が特長である。提案企業の検査機器で飲料用となる原水の水質検査を行い、水質を判読すると同時に、設置スペースや搬入方法の制限を考慮し、個別設計、「オーダーメイド」により製作することである。

提案企業の製品の最大の強みは、ライフラインがすべて欠如した状態で、電力供給不能、清澄な水道原水の確保困難な状況においても、安全な水を瞬時に供給することができることである。

基礎調査における提案製品は、「2-3. 提案製品・技術の現地適合性」にて示す、「現地組立式小型 RO 膜ろ過装置 (以下、「小型膜ろ過装置」という。)」である。

また、提案企業の小型 RO 膜ろ過装置は量産型であると同時に浸漬型 UF 膜ろ過装置と小型 RO 膜ろ過装置と組み合わせて、「濁り」と「塩分」が除去でき、濁った汽水や海水を処理して水道水を造ることが出来る。

さらに、提案企業が開発した「二軸モーターによるエネルギー回収装置付き高圧ポンプ」を用いることにより、「小型、省エネ型 RO 膜ろ過装置」の製品化を実現した。

二軸モーターの片軸に水圧で回転する水圧モーターが付き、水圧と電気の 2 つのモーターにより高圧ポンプを駆動させることで、電力を 45% 削減できる。電気モーター能力 3.7KW 以上では世界初である。また、ピストンポンプが 7 連式であり (既存品は 3 連式で 500rpm の低回転)、2900rpm の高回転が可能となる高圧ポンプを用い、電気モーター能力 3.7KW で日量 30m<sup>3</sup> の処理水量を得ることができる点が特長である。

2017 年 10 月メッサ島で実施した現地調査において、島の人口や、洗濯等の水量を聞き取りした結果、人口が 2,300 人、一人当たりの使用水量が 40L/日と算出され、給水量 92m<sup>3</sup>/日が必要であると算出された。

この給水量を確保するためには、装置を連結して処理水量を確保できるような仕組みが必要となり、連結可能にして、地域特性に対してもフレキシブルに対応できる仕組みになっている。

また、次項で詳述するとおりメッサ島やセラヤベサラ島のもう一つの地域特性を考慮し改良した小型 RO 膜ろ過装置のスペックを図 4 に示す。ろ過装置が分解できるようにボルト・ナットで組み立てられるような構造になっており、ボートへの積み込み・積み下ろしが容易にできるようにしている。



項目	製品スペック	現地組立式小型 RO 膜ろ過装置	
		組立後	分解状態
大きさ	幅 1,800mm× 奥行 600mm× 高さ 1,700mm		
重さ	150kg、分解式であり、狭い道路搬送時、重量分散		
能力	1 台当たり 30m <sup>3</sup> /日、3 台連結式対応		
方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2 軸モーター 3.7Kw、片軸に水圧モーター取付</li> <li>● 上限 3.7Kw インバーターにより単相に切替、ソーラー発電のイニシャルコスト低減</li> <li>● コネクター方式により制御盤故障時丸ごと取替可能</li> </ul>		

図 4 提案製品のスペック (仕様)

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

### 2-3-1 現地状況

現地の状況を図 5 に示し、その特長を表 4 に示す。この状況に対応するため上述のとおり図 4 に示した現地組立式小型 RO 膜ろ過装置を開発した。

この開発により小型 RO 膜ろ過装置の搬入時に対するリスクが相当回避できると考えられる。



図 5 現地の状況写真

表 4 現地のインフラ状況

現地インフラの状況	
1	木製の栈橋で強度が無く、穴が開いている。
2	搬入路の幅 1m 以下と狭く、土砂道で設置するまでの延長が長い、一部砂利道がある。
3	設置スペースが限られた場所である。

小型 RO 膜ろ過装置は、2015 年中小企業庁ものづくり補助金により図 3 の③に示す「エネルギー回収装置付き小型 RO 膜ろ過装置」として開発した。畳一枚分のスペースに収まるオールインワン型でタッチパネル式の全自動式の装置を開発したところ、我が国内の災害時に必要とされる規模を想定して行ったため、トラックからの積み下ろしはクレーンで行うことを前提としており、結果、総重量が 300kg となった。

オールインワン型で全自動の装置のため便利である反面、300kgの重量物であることから、インドネシア島嶼では船舶への装置の上げ下げは人力で行って搬送していること、また、陸揚げしても、メッサ島では搬入路が狭い上に、設置場所まで距離があるなどの理由で不向きであることが分かり、このような諸条件を考慮し、装置を分割して現地で組み立てる装置とする改良が必要と判断した。改良ポイントやその効果を表5に示す。

表5: 小型RO膜ろ過装置の改良ポイントとその効果

	仕様改良ポイント	仕様改良に伴う効果
1	連結方式とする(製品の着水槽兼浸漬膜槽ユニットとRO膜ユニットを連結方式とし、必要水量に応じRO膜ユニットを3台まで連結する構造とする)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少人数での積み下ろすことが可能。</li> <li>・栈橋の強度に耐えられる。</li> <li>・搬入が容易になる。</li> </ul>
2	搬入道路以下で造る(フレームは幅1.8m奥行き0.6m高さ1.7mとする)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路面が「土砂」でその幅が「1m未満」で、かつ延長が「300m」であっても、搬入可能。</li> </ul>
3	軽量化する(現地組立式とし、重量を分散して運搬することができる)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小スペース設置スペースに収まる。(所定水量に装置を連結しても設置スペースに収まる大きさである。)</li> </ul>
4	分解可能とする(機器が分解可能となるようにポンプ、自動バルブの結線をコネクター方式とする)。	
5	故障時現地対応とする(制御盤には着脱容易なプログラマブル・ロジック・コントローラ(PLC)を取り付け、2台保有し、落雷などでの故障対応を容易にする)。	

### 2-3-2 水質結果

現地調査における井水の水質調査では、水温、pH、濁度、色度、大腸菌、一般細菌の一般的項目と塩分濃度、電気伝導率の溶解性物質項目を現地の井戸6か所で測定した。その結果は次のとおりである。ただし、一般細菌の結果が無数と表記されている点について、本来は希釈を行って数値を表記すべきであるが、希釈液の持参については、航路運航上を考慮しあえて持参しなかった。そのため菌体が無数に確認されたことにより「無数」と表記した。

#### (1) メッサ島の水質結果

メッサ島においては、第1回目の2017年10月25日と第2回目の11月29日の現地調査時に水質調査を行った。また、結果を表6に、測定箇所を図6に示す。

メッサ島の井水の水質は、一般項目の水温が33.2~33.6℃、pHが7.8~8.0、濁度が1.4~2.1、色度が1.4~8.9、大腸菌がすべての箇所で検出、一般細菌が無数であり、また、溶解性項目の塩分濃度が1.2~2.8%、EC3.1~4.4S/mであった。

以上の測定結果から一般項目の大腸菌が検出されおり、溶解性項目の塩分濃度が%あるため、今回

調査した全ての井戸水は飲用できないことが分かった。

表 6: メッサ島における水質検査結果表

No	検体名	日時	水温 (°C)	pH	濁度 (度)	色度 (度)	大腸菌	一般細菌 (個/mL)	塩分濃度 (%)	EC (mS/m)
1	小学校井戸	10/25	32.6	8.0	1.7	3.8	検出	無数	1.9	3.1
2	村長井戸 No1	10/25	33.4	7.8	2.1	4.8	検出	無数	2.8	4.4
3	村長井戸 No2	10/25	33.8	7.7	1.5	8.9	検出	無数	1.4	3.2
4	教会横洗い場	11/29	33.4	7.8	1.8	3.9	検出	無数	1.2	3.1
5	個人宅 No1	11/29	33.2	7.9	1.4	4.5	検出	無数	1.4	3.3
6	個人宅 No2	11/29	32.9	7.8	1.6	3.6	検出	無数	1.8	3.9

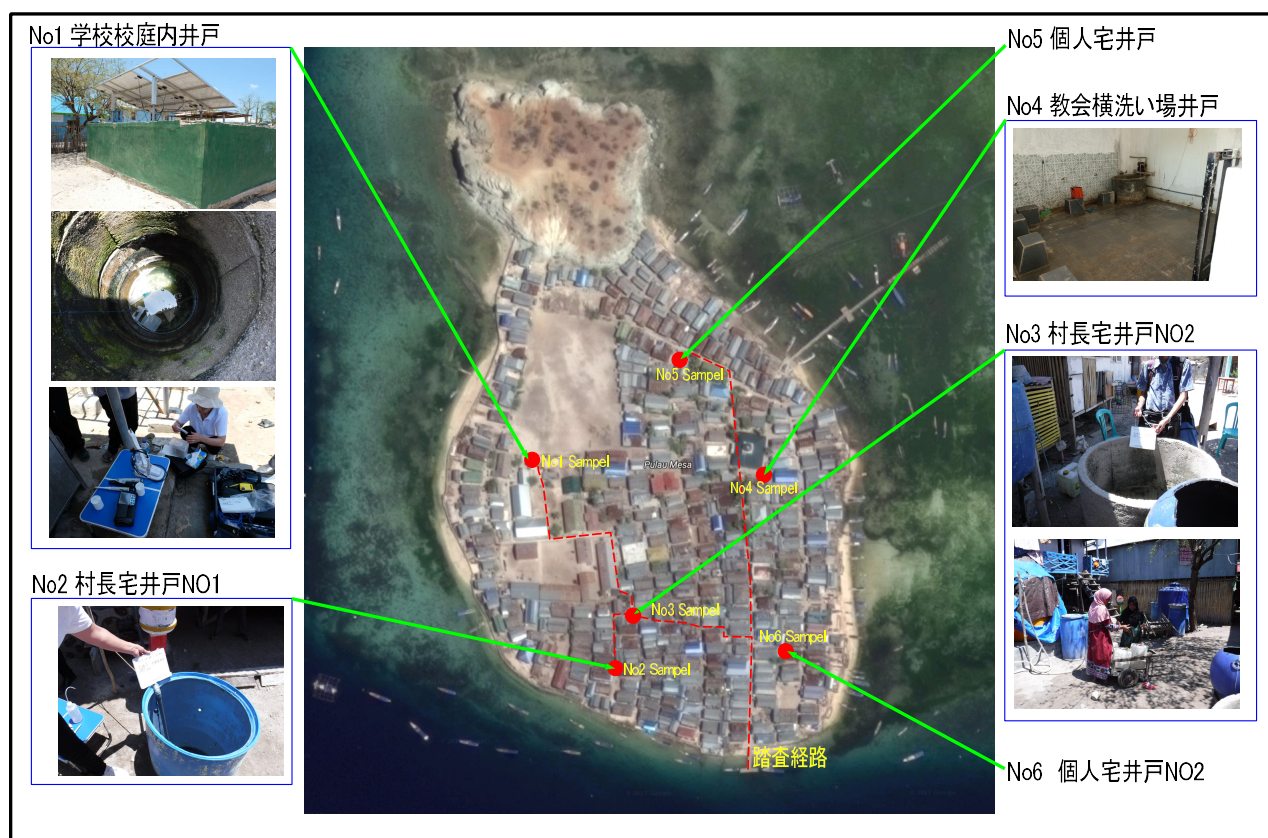


図 6: メッサ島における井水の採水場所

(2) セラヤベサラ島の水質結果

セラヤベサラ島においては、第1回目の2017年10月26日の現地調査時に水質調査を行った。また、結果を表7に示し、測定箇所を図7に示した。

セラヤベサラ島の井水の水質は、一般項目の水温が29.8～32.2℃、pHが7.2～7.3、濁度が0.1～0.9度、色度が0.5～1.6度、大腸菌がすべての箇所検出、一般細菌が無数であり、また、溶解性項目の塩分濃度が0.2～0.3%、ECが0.10mS/mであった。

以上の測定結果から一般項目の大腸菌が検出されているため、直接飲用はできないことが明らかになった。特に溶解性項目の塩分濃度が0.2%、2000ppmであり、我が国の基準500ppmと比較すると高い。飲用するには、煮沸し、殺菌し溶解性物質を結晶化させることによって可能となる。

表7: セラヤベサラ島における水質検査結果表

No	検体名	日時	水温 (℃)	pH	濁度 (度)	色度 (度)	大腸菌	一般細菌 (個/mL)	塩分濃度 (%)	EC (mS/m)
1	共同井戸	10/26	32.2	7.3	0.1	0.5	検出	無数	0.2	0.10
2	村長宅井戸	10/26	29.8	7.2	0.9	1.6	検出	無数	0.3	0.10



図7: セラヤベサラ島における井水の採水場所

### 2-3-3 聞き取り調査結果

第1回目の現地調査において、2017年10月25日にメッサ島で、10月26日にセラヤベサラ島で水道普及に係る聞き取り調査を行った。その結果を巻末資料1に示す。

メッサ島とセラヤベサラ島では、洗濯、食器洗浄、シャワーなどの生活用水に対する供給の仕組みや使用方法が異なっている。メッサ島では、本島のラブアンバジョーから船で運ばれ供給されており、生活用水は20L タンク 20 円/m<sup>3</sup> 換算で1000 円で購入している。その費用は一世帯当たり平均月収2万円に対し14%を占める。インドネシア水道協会基準によれば、収入に対する生活用水購入費の割合が4%以下と定められており、メッサ島ではその割合が4倍弱を占め、低減化を図ることが重要である。

これに対してセラヤベサラ島は水量不足であるものの、共同井戸があり、生活用水はこの井戸水で賄われている。そのため、生活用水に対する両島間での「供給方法・料金」、「使用方法」が異なることが判明した。

### 2-3-4 水道料金制度制定に向けた取組

1-1対象国の開発課題の3.メッサ島等周辺島嶼の上水に関わる開発課題に示したとおり、メッサ島や周辺島嶼には、故障し放置された小型RO膜ろ過装置が状況が確認された。放置された原因は、その管理が特定個人任せで、継続的管理ができない状況にあったからと推測される。

PDAMが主体となって管理を行う制度制定にかかる状況やその取組を以下のとおり時系列にまとめた。

#### (1) 島民集会の状況

第3回目の現地調査において、2017年12月18日、メッサ島で島民集会の開催が開催された。「電気施設と水道施設」の設置について、PDAM等から説明を行うと、島民に呼びかけられた。集会場に40名ぐらいの島民が集まった。

PDAM 管理者から下記事項の説明がなされた。

- ア. 島内の井戸水をRO膜で浄水して、飲料水として島民に提供することを計画している。
- イ. 水道施設の設置について、JICAの支援を受けて提案企業が調査を行っており、現在、井水水質の調査を行っている。
- ウ. 提案企業の浄水装置により、生活用水が確保でき、且つ衛生上良好になる。
- エ. 電気施設についてはソーラー発電して送電する。
- オ. 売電はTWA社が行う。
- カ. PDAMが水道施設の管理主体となるが、ラブアンバジョーからメッサ島まで高速ボートで30分かかることから島内から維持管理職員を選任したいと考えており、希望する者は申し出てほしい。

この説明に対して、島民から早急に井水を処理して生活用水を確保できる装置を導入してほしいと切に要望され、提案企業は2018年4月に導入すると説明した。この説明は、島民に対して、水道料金を徴収し、装置の維持管理をPDAMが継続して行うための制度造りが先決であることも説明した。



## (2) 水道料金徴収規程案の策定業務

島民の要望に応え 2018 年 4 月に小型 RO 膜ろ過装置を導入するまでに、管理の主体を明示した水道料金徴収規程の策定が必要と判断された。第 4 回目の現地調査において 2018 年 1 月 22 日から 26 日まで PDAM 事務所で、水道料金徴収規程の策定業務を行った。水道料金規程の素案を別添資料 2 に示す。

水道料金を算定するために計画した装置の設置位置を図 8 に示す。小型 RO 膜ろ過装置 3 台、給水配管 20A 2,840m、水道メーター 400 個を整備する。この整備計画により積算し、15 年の事業計画を立て水道料金を算出した。この結果、水道料金は  $\text{m}^3$  当たり 200 円と設定して、水道料金徴収規程案を策定した。この水道料金は、現在の生活用水料金の 5 分の 1 である。

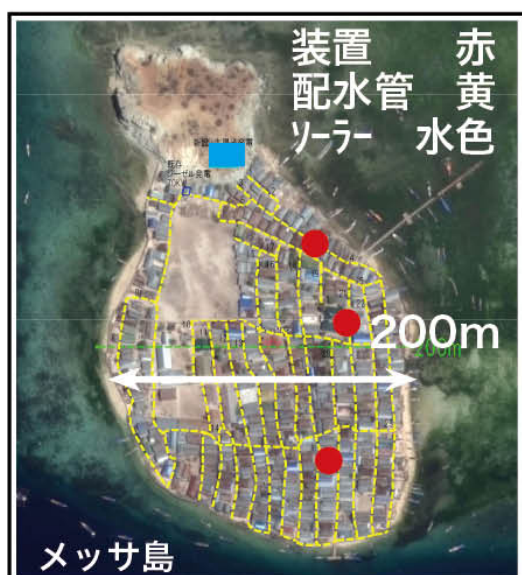


図 8: メッサ島における水道整備計画図

## (3) 西マンガライ県職員に対する水道料金等の説明会

第 5 回目の現地調査において、2018 年 2 月 27 日ラブアンバジョー市内ルアンサホテル会議室において、県職員に対して JICA 調査についての説明を行った。水道料金規程案の水道料金について PDAM、TWA 社との三者で協議した料金体系を説明し、その料金体系は、段階的に下げていく計画で、開始から 3 年間は  $\text{m}^3$  当たりの単価が 500 円とし、最終的に 200 円となると説明した。

この説明に対し、インドネシア水道協会より  $\text{m}^3$  当たり 500 円は高いと指摘され、事例として、リゾート島であるギリ島の料金 300 円/ $\text{m}^3$  が示され、この価格でも高いために PDAM に是正を求め、水道供給は中断していると説明された。

また、 $\text{m}^3$  当たり 200 円でも高いと思われるとも指摘を受けた。同協会の提案で、7 ヶ月以上のフィジビリティスタディー(以下、「FS」という。)を行って、インドネシア水道協会基準の収入に占める水道料金の割合が 4%以下であるか、島内全戸に対して聞き取り調査を行い、適切な水道料金を算出してほしいと要望された。この FS を行うにあたって JICA の支援制度の中に案件化調査があり、その支援を受けて行うことも重要であると要望された。

#### (4) 海事調整大臣府に対する JICA 調査の説明会

第 6 回目の現地調査において、2018 年 3 月 13 日海事調整大臣府で提案企業が行っている JICA の調査に関し、ターゲットは水道未普及の島嶼で居宅居住専用島たとえばメッサ島やセラヤベサラ島が対象となる等の説明を行った。

この説明に対し、公共事業省の担当者からすでに導入された小型 RO 膜ろ過装置 200 台以上あるが、その 90%は故障し放置された状態であると指摘された。

放置された状態が 90%以上との指摘は、事前調査や現地調査で 3 カ所中全部が故障し放置された状態を確認しており、妥当な率であると考えられる。放置された状態であることは、インドネシア国内全域で管理主体が不明であることを示したものであり、小型 RO 膜ろ過装置を含む水道施設の維持管理に関し、制度を明文化し、運用する仕組みの構築が必要と判断された。

#### (5) インドネシア水道協会に対する制度制定に関する回答

第 7 回目の現地調査において、2018 年 4 月 5 日、インドネシア水道協会会長と制度制定に関して対談し、公共料金である水道料金に関して、外国人である日本人が料金案を示すことに異論が無いかとの問いに対し、同協会会長は異論がないと回答した。

### 2-4 開発課題解決貢献可能性

開発課題は、小型 RO 膜装置が故障し放置されている状態から、故障を直し継続して使用することである。たとえば RO 膜ろ過装置の機能は、海水や井水から脱塩して生活用水を確保し続けることである。故障した場合は直ちに直すことはもとより、圧力が高くなる前に RO 膜を交換する、圧力計のセンサーを点検することなど、定期的な維持管理を行って導入時の能力に対する機能回復率などを確認する作業が必要である。

「直す」、「交換する」、「点検する」などの作業費の原資は、水道料金を徴収することによって生まれるのである。この仕組みを作り、運用するとこと、すなわち水道料金徴収規程などの制度を策定し、継続して運用することが重要である。

この制度策定と、運用について提案企業では西マンガライ県 PDAM に協力することとする。また、管理がし易いように簡単着脱式として製作した現地組立式小型 RO 膜ろ過装置により、開発課題解決に対して貢献できると考える。

## 第3章 ビジネス展開計画

### 3-1. ビジネス展開計画概要

#### 3-1-1 ビジネス展開のための島嶼類型化

水道未普及の島嶼で水道普及を図る。このビジネス展開は「小型、省エネ型 RO 膜ろ過装置」の販売、設計・製造・設置、稼働することによって成り立つことから、ビジネス展開を行う上で、周辺島嶼を類型化した表を表8に示す。

この島嶼類型のなかで、「居宅居住専用島」を対象としてビジネス展開を図ることとする。

表8: ビジネス展開を行うための島嶼の類型化表

類型	例示島名	特長	井戸数、特長	塩分濃度	ポンプ圧力	想定水道単価
居宅居住専用島	メッサ島	人口2,300人強、民家400戸の極めて人口密度が高い。リゾートホテルはない。人家だけである。学校がある。	共同井戸10箇所以上 個人井戸無し	0.7~2% 井水 塩気有り	高圧力 Max 5MPa	200円/m <sup>3</sup>
	セラヤベサラ島	島の一部分に集落を形成している。民家100戸	共同井戸1箇所 個人井戸多い	0.2~0.4% 井水 塩気多少有り	中圧力 Max 2MPa	100円/m <sup>3</sup>
	リンチャ島	島の一部分に集落を形成している。島の一部分に大トカゲが生息する国立公園あり。民家100戸	大共同井戸1 小共同井戸数カ所	0.2%程度 井水 塩気多少有り	中圧力 1.5MPa	80円/m <sup>3</sup>
居住居宅+リゾートの併用島	ロンボク ギリアイル島	居住居宅の民家とリゾートホテルが共存する島である。	共同井戸有り ホテルは個別対応水道事業は困難	0.7%程度 井水 塩気有り	中高圧力 Max 5MPa	リゾートホテルが共存し算定不可
リゾート専用島	カナヤ島	珊瑚の海底である。	井戸無し	海水	高圧力 Max 7MPa	500円/m <sup>3</sup>
無人島	メッサ島周辺に点在	リゾート専用島となる リゾート資源がない	井戸無し	-	-	-

#### 3-1-2 ターゲットとする顧客

ターゲットとする顧客は、インドネシア政府、又はPDAMであり、代理店のTWA社が営業にあたる。設計上の現地調査はTWA社が担当し、設計は提案企業が行う。組立はTWA社のジャカルタ工場で行う。TWA社が担当する。工場検査、能力検査は提案企業が担当する。

提案企業の日量 30m<sup>3</sup> の能力で省エネ型小規模の RO 膜装置に対する現地での競合製品はないと考えている。ただし、日量 10m<sup>3</sup> 以下の小規模 RO 膜ろ過装置は競業他社がひしめいており競合に配慮して営業展開する。また、顧客はインドネシア政府か PDAM を想定している。

### 3-2. 市場分析

インドネシア国内には、表8の類型化した「居宅居住専用島」で、かつ、水道未普及島嶼が推定で2,000 島あると推定され、その20% の400 島を対象として営業展開する。また、200台以上の小型 RO膜ろ過装置が故障しており、装置入替を促す営業展開を図る。

当面の顧客は、西マンガライ県 PDAM とし、同会社が管轄する水道未普及の島嶼は 10 島程度に対して、代理店の TWA 社が営業販売を行う。また、装置のメンテナンスは TWA 社が担当する。調達、生産などの計画は前項のビジネス展開計画のとおり行う。

### 3-3. バリューチェーン

バリューチェーンを図9に示す。バリューチェーンは、提案企業が PLC 内蔵の制御盤、二軸モーター、精度を要する溶接フレーム、配管を TWA 社に供給し、TWA 社が、ポンプなど汎用品を調達し、運搬・据付・組立・保守を行う想定である。

提案企業の強みは水道施設の設計や装置設計を含めた水道事業計画を策定することであり、水質測定と連動した制御プログラムの制作などのノウハウを提供する。また、独自開発した二軸モーターと精度を要するステンレス製の溶接フレームや溶接配管を供給する。

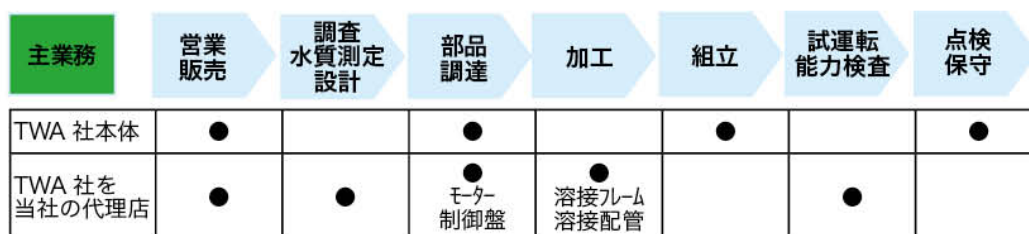


図9: バリューチェーン

### 3-4. 進出形態とパートナー候補

#### 3-4-1 事業モデルの方向性について

TWA 社を代理店として業務提携形態（直接投資を行わない業務）により進出するモデルを検討している。提案企業は、事業対象地域の水源の水質検査、RO 膜ろ過装置の設計を担当するコンサルティング業務を担い、TWA 社が営業を担う想定である。

理由は、合弁会社として進出しようとした場合、総資本金 200 億ルピア（約 2 億円）に加え設備投資、機材購入等を勘案すると約 500 億ルピア（約 500 億円）が必要となる。高額の投資になることや、税優遇制度について勘案し、業務提携の方向が望ましいと判断した。また、各プロジェクト毎での業務提携も可能と考えられる。

これらの理由から、業務提携の方向で進め、TWA 社を代理店として TWA 本社事務所の既存検査室を活用し、「基本調査」実施中の 2018 年 4 月からビジネスをスタートした。

#### 3-4-2 パートナーの資質

TWA 社のこれまでの事業活動において公共事業への入札及び落札実績として、海洋省及び国家開発企画庁（BAPPENAS Badan Perencanaan Pembangunan）などから公共事業を受託している。

公共事業の受託は 2011 年から 2015 年の実績として累計 200 台程度の装置を販売した。（第一回の現地調査においてスラヤベサル島には他社の RO 膜ろ過装置が設置されていたが、その装置も TWA が販売した装置であった。全体エンジニアリング、組み立ては別会社と思われる。）

#### 3-4-3 販売実績等に対する TWA 社の所感

すでに設置されている RO 膜ろ過装置について、スラヤベサル島と同様、継続して稼働している装置は少ないと想像される。理由として装置の維持管理が住民任せになっており、継続維持のための運営体制、保守体制（故障時対応の技術者）が未整備のまま装置のみ設置したからである。この状況を改善するためには、海洋省が現地状況を調査し、理解して、運営や維持管理体制のための予算編成をすることが重要である。

JICA スキーム（中小企業海外展開支援事業）を念頭においた場合、継続的な運営は PDAM が掌握、所管することが想定されるため、TWA 社と PDAM の連携を強化する取り組みが必要である。

海洋省においても当初はメンテナンスに対して予算割り（2011～2015 年）をしていたが、2016 年から予算がカットされた背景がある。TWA 社は 1992 年にボイラーワークショップとして設立された企業であり、現在の事業領域として、水処理事業、ボイラー事業、バーナー事業、バルブ&計測事業、関連製品卸売事業を展開している。また、同社は日系企業との取引実績を複数有している。

### 3-5. 収支計画

営業活動、生産活動などの計画を表 9 に示す。販売、部品調達、生産、運営、投資の計画を表中にまとめた。また、この営業計画にに基づき販売した小型 RO 膜ろ過装置の収支計画を表 10 に示す。

表 9: 販売計画等表

計 画	内 容
販売計画	基礎調査の結果、今後 5 年間の販売目標台数を 19 台とした。基礎調査計画時の販売台数は 40 台と算出したが、水道料金徴収などの制度制定を図るための時間などを考慮すると、19 台が妥当と判断した。1 年目 1 台、2 年目 2 台、3 年目 5 台、4 年目 5 台、5 年目 6 台の販売を計画している。
部品調達計画	機器部品調達計画について、材料、加工、タンク、制御盤、ポンプ什器は現地で調達し、輸出する。 また、高圧ポンプ、RO 膜、UF 膜、ベッセルはシンガポール経由でジャカルタに輸入する。TWA 社ジャカルタ工場で組立て、工場検査は提案企業が受け持つ。現場へ運搬、搬入、設置は TWA 社が担当し、能力試験は提案企業が担当し、代理店の TWA 社客先に引き渡す。
生産計画	加工のフレーム等の製作に 1 台当たり 12 人工かかる。5 年目の 6 台販売時は 109 人工となり、現地の協力加工会社に予め伝え、生産体制を整える。
運営計画	人員は 5 年目までに 2 名を当てる。その後は 2 名体制で年間 5~6 台の販売を目指す。
投資計画	金融機関より初期資金として融資（700 万円程度）を借り受けて資金に当て、2 年目までの赤字に補てんする。本事業は公共事業であり、その特質から 1 号基の販売実績ですべてが決まり、3 年目以降黒字となる。

表 10: 販売収支計画表 (単位: 千円)

項目	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				備考
	試算根拠				試算根拠				試算根拠				試算根拠				試算根拠				
売上	8,800	@	8,800	× 1	17,600	@	8,800	× 2	44,000	@	8,800	× 5	44,000	@	8,800	× 5	52,800	@	8,800	× 6	
売上原価	6,000		6,000	× 1	12,000		6,000	× 2	30,000	×	6,000	× 5	30,000		6,000	× 5	36,000		6,000	× 6	
販売費及び一般管理費	5,460				7,660				8,290				8,290				8,290				
（うち人件費）	3,200			1人	6,400			2人	6,400			2人	6,400			2人	6,400			2人	
（うちその他経費）	2,260				1,260				1,890				1,890				1,890				
売上総利益	2,800				5,600				14,000				14,000				16,800				
営業利益	-2,660				-2,060				5,710				5,710				8,510				
営業外収益	0				0				0				0				0				
営業外費用	0				0				0				0				0				
経常利益	-2,660				-2,060				5,710				5,710				8,510				
参考																					
出資金残高	10,000				7,340				5,280				10,990				16,700				
借入金残高	7,000				4,340				2,280				7,990				13,700				

### 3-6. 想定される課題・リスクと対応策

想定される課題・リスクとその対応策については次のとおりである。

#### 3-6-1 投資環境によるリスク

「2016年ネガティブリスト」において飲料水事業は規制業種・禁止業種としており、外資95%が付されており、提案企業単独での経営ができないことから、代理店形式の組成を計画している。合弁企業を設置した場合は先に述べた高額な資本投資費用がかかることと、また、現在計画しているTWA社との出資比率により経営権に影響が起る可能性があることと懸念された。そのため、代理店契約において重要決議事項については提案企業の影響力を行使できる内容としすることにより回避できると判断した。

#### 3-6-2 水域環境によるリスク

メッサ島の周辺海域の塩分濃度は、塩分濃度計により測定したところ3.7%であった。小型RO膜ろ過装置による処理対象原水は井水であり、井水の塩分濃度は0.7%~2%であった。海域へはRO膜ろ過処理により濃縮水が排出されるが、濃縮水の塩分濃度が周辺海域の塩分濃度3.7%を超えないように装置の運転を行うことにより、自然環境への影響を回避する。

#### 3-6-3 製品運搬・設置によるリスク

製品の運搬、搬入、据付、設置はTWA社が受け持つが、装置をボートで運搬する際に、積み込みと積み下ろし作業で、木製の棧橋で強度のないことや、潮位が1m程度変化して足場が不安定であることから、装置を分解し、現地で組み立てる方式の現地組立式小型RO膜ろ過装置に改良し、リスクの回避を行う。

#### 3-6-4 知的財産権の侵害によるリスク

本リスクは TWA 社と綿密に協議を実施してインドネシア国内における特許出願・取得と知的財産権保護策を講じることとする。

#### 3-7. 期待される開発効果

今回提案の小型 RO 膜ろ過装置で塩濃度の高い井水を処理することにより、カルシウムなどが脱塩され、衛生的で安全な水を住民に提供することが可能となる。

また、この脱塩された水道水で洗濯すると、「石鹸の泡が立つ」、「塩の粘っけがない」、「着ていてもすがすがしい」、などの効果が衣服に現れることにより、「受益」という思いが住民の心に宿ることが期待される。この受益を継続させるためには、小型 RO 膜ろ過装置の維持管理を継続して行う体制が必要となり、「水道料金徴収規程」の制度制定と運用が重要であると考えられる。

#### 3-8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

##### 3-8-1 国内雇用創出

事業実施による国内の雇用創出は海外展開営業1名、装置設計1名、現地1名(採用済)を確保することとする。

##### 3-8-2 国内関連企業の売上増

提案製品は、外注加工費、材料費、什器費で1台当たり3,400千円の発注が見込まれる。当面(5ヶ年間)の販売台数を19台とし、これにより福井県内の企業の売上が64,600千円増え、年額にして12,920千円の売り上げ増となる。

##### 3-8-3 新たなパートナーとの連携及び連携強化

富山県立大学と2018年4月から共同研究を開始した。研究内容は、「メッサ島における井戸の形成起源と真水の湧出根源に関する研究」である。また、マカッサル島で日本政府ODA事業で建設された「HASAUDDIN UNIVERSITY」と共同研究を図ることを計画している。三者による共同研究により、その研究成果がビジネス展開にも寄与するものと期待される。

##### 3-8-4 その他の事業実施による国内地元経済への裨益

地元経済に対する裨益効果について、精度を要求する機器については地元製作企業に加工を任せるとする。加工品の中で、精度を要求する溶接フレーム、溶接配管、PLC内蔵制御盤などは地元企業での生産となる。このことから、年額で9,044千円の裨益が生まれると考えられる。

地元経済に対する裨益効果について、精度を要求する機器については地元製作企業に加工を任せるとする。加工品の中で、精度を要求する溶接フレーム、溶接配管、PLC内蔵制御盤などは地元企業での生産となる。このことから、年額で9,044千円の裨益が生まれると考えられる。



## 第4章 ODA事業との連携可能性

### 4-1 連携が想定される ODA 事業

本調査終了後は、「普及・実証事業」の展開を想定している。本事業はインドネシア政府政策である「国家中期開発計画（PRJMN）2015-2019」の実現並びにはミレニアム開発目標（MDGs）に基づく安全な水へのアクセス率の向上に役立てられ、特に島嶼地域のような容易に水道インフラ（パイプ給水）の整備が難しい地域住民に対して、安心・安全な水の供給が図られるものである。

メッサ島における普及・実証事業の水処理フローを図10に示す。給水人口2,300人、一人当たり給水量を40Lとすると、必要水量は92m<sup>3</sup>/日となる。1台当たりの小型RO膜ろ過装置の処理能力は30m<sup>3</sup>/日であり、3台を導入する。フロー図には1台当たりの取水量、処理量が示されており、島長から示された3カ所に装置を配備する。

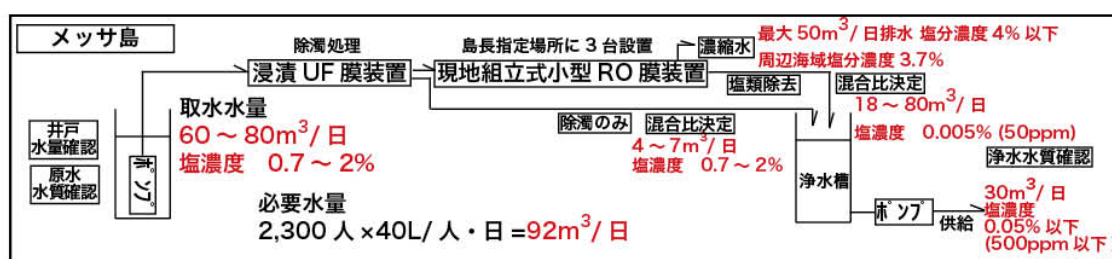


図10: ODA計画におけるフロー図(必要水量は島全量、取水量、処理量は1台分を明示)

### 4-2 連携により期待される効果

ODA実施にあたっては、水道料金徴収規程を策定する計画であり、メッサ島における水道事業の制度制定が可能となる。また、水質変動に応じて制御できる「現地組立式小型RO膜ろ過装置」3台が導入され、現地で適切に維持管理されれば、現在、西マンガライ県で故障しているRO膜ろ過装置に代わり、住民に安全な水を提供できると想定される。また、提案企業は装置の維持管理だけでなく、日本での水道事業に関する知識もあるため、PDAMに対し、水道事業運営の組織整備・運営方法についても具体的なアドバイスを行うことが可能であり、PDAMの水道事業運営能力向上にも貢献できると考えられる。

別添資料1: メッサ島・セラヤベサル島における島民アンケート調査報告

別添資料2: PERATURAN RESMI TARIF DASAR AIR DI PULAU MESA メッサ島における水道料金規程

別添資料 1

**JICA基礎調査**  
**「現地調査・市場調査」**  
**メッサ島・セラヤベサル島における島民アンケート**  
**調 査 報 告**

2018年1月

J I C A

環水工房有限公司

フォーバル株式会社

## 1 アンケート調査の目的と内容

業務計画書で計画した二島間の島嶼に対して水利用などの違いがあるか、調査対象島のメッサ島、スラヤベサル島においてヒヤリング調査を行った。

島民に対するヒヤリングの主たる内容は、飲料水、生活用水など、いわゆる「真水」がどのように供給を受けているか、供給環境やその他関連する事項について島民からヒアリングを行って調査を実施した。

- 1 島民が飲み水（以下飲料水という）として利用している「源となる水」は何か。
- 2 島民が洗濯水や食器洗浄水などの水（以下生活用水という。）として利用している「源となる水」は何か。
- 3 住民はどのようにして飲料水、生活用水の「源となる水」の入手するか。
- 4 飲料水・生活用水を入手するための費用はいくらか、単位当たりの費用はいくらか。
- 5 島民は入手した飲料水や生活用水、又は井戸水の影響で健康被害にあったかどうか。

以上の質問内容について、メッサ島及びセラヤベサル島の島民に対して各家に訪問し、アンケート形式により調査を実施した。

## 2 調査行程

島民に対するアンケート調査は、JICA 職員、西マンガライ県職員らの意見や要望を反映することを念頭に置き、表に示す行程により行った。

表 調査行程

調査方法	調査行程(訪問先)	調査内容	10月				
			23日	24日	25日	26日	27日
現地調査	インドネシアJICA事務所	本調査の実施における注意点のアドバイス	■				
	インドネシア公共事業省に出向しているJICA専門家	インドネシア国の開発方針・課題の確認。本調査の実施における注意点・アドバイス	■				
	西マンガライ県PDAM社管理者	県土の水道施設整備の事態確認、地先島々の水道整備		■			
	西マンガライ県副知事	西マンガライ県の開発方針・課題確認		■			
	メッサ島・セラヤベサル島の水質調査及び島民ヒヤリング	島における水質調査、島民に対する生活水、飲料水環境の聞き取り・事態調査			■	■	
	西マンガライ県知事	表敬訪問とアンケート調査結果と今後の本調査に対する協力依頼					■
	インドネシアパートナー企業TWA社	島嶼に対する水道整備の両社間のビジネス方向性を確認					■

### 3 メッサ島における調査結果

#### (1) 飲料水や生活用水の「源となる水」の供給方法

メッサ島は、直径200m 程度の小島であり、人口2,300 人で住宅が400 世帯と極めて人口密集地帯である。

島内には各所に井戸が点在している。水質調査の結果、井戸水の塩分が0.7～2% あり、淡水と海水が混じった汽水である。これらの井戸水は塩分が混入していることからもっぱら飲料水に用いることはできず、生活用水として用いるにしても購入の生活用水と併用して用いている。

そのため井戸水に頼ることができないことから、真水の飲料水や生活用水は、本島のラブアンバジョーから船で運ばれ、各所に設けられた約5m<sup>3</sup> 程度のタンクに補給されている。補給された水は、「水小売人」から住民に供給するといった仕組みとなっている。

また、もっぱら飲用に供される飲料水は、ガロン瓶、やペットボトルに詰められたいわいるミネラルウォーターが本島のラブアンバジョーから運び込まれている。

#### (2) 飲料用又は生活用水料金

料金は、「水小売人」から販売される飲料水や生活用水が20ℓ当たり2500 ルピア（約20 円）で島民に販売されている。m<sup>3</sup> 当たりに換算すると、1,000 円となる。生活用水等としては極めて高い金額である。我が国の水道単価の10 倍である。

飲料水は、ガロン瓶のミネラルウォーターを用いており、料金は500mL 当たり2500 ルピア（約20円）でラブアンバジョーから船でガロン瓶やペットボトル容器で運ばれている。

#### (3) 購入した生活用水の利用方法

メッサ島の島民は、購入した生活用水を次の順序で利用している。

洗濯用水は、購入した生活用水で石鹼洗濯→井戸水の汽水ですすぎ→購入した生活用水で最終すすぎ、を行っている。

身体シャワーは、井戸水の汽水で洗い、購入した生活用水タライ一杯ですすいでいる。（洋服も傷むため、なるべく海水を使わないようにしているが、少しでも購入の生活用水を節約するために用いている）→洗剤を使った後の第1 回のすすぎは海水を利用するようにしている。

最後のすすぎに、また淡水を利用する。淡水+洗剤→海水→淡水という流れになる。食器洗いやシャワーに関しては最後のすすぎだけ淡水を利用し、その前の工程は海水を利用している。食器の洗浄も同様な工程である。

生活用水を節約するため、衣服の洗濯については、衣服が傷むと意識しながら、洗濯のすすぎは井戸水の汽水を用い、また、身体シャワーや、食器の洗浄についても井戸水の汽水を用いている。

#### (4) 飲料水や生活用水にかかる1ヶ月当たりの費用

1ヶ月当たりの飲料水と生活用水にかかる費用について、35世帯からアンケートした。その結果、家族構成にもよるが、飲料水と生活用水にかかる1世帯当たりの月間使用量は約2,000リトルから3,000リトル前後で、1日あたりにすると70L～100Lあった。また、その費用は200,000ルピア～500,000ルピアで日本円換算すると1,500円～3,900円であった。35世帯に対する費用の内訳を円グラフに示す。月間の飲料水と生活用水にかかる費用は、300,000～400,000ルピア日本円にして2,500円から3,000円で最も多く、率として35%、世帯数として12世帯が該当した。

#### (5) 健康被害について

本調査における健康被害についても、聞き取り調査を行った。

皮膚や、下痢、マラリア感染等のような住民に対して健康被害が出ていると想定して聞き取り調査を行った。その結果、明らかに健康被害が起きていると断定するには至らなかった。このことは島民が健康障害に対して意識が低いとの印象を受けた。下痢や腹痛などの症状を訴える住民も多数いたが、年に1回から2回の頻度で、あまり気にしないと回答を得たことから、健康状態に対する意識の低さがうかがえた。

また、蚊などが媒介して起こる水系の伝染病の Dengue 熱やマラリアについても発症は少ないと回答された。

メッサ島における聞き取り調査状況写真及び費用グラフ



受水タンク



事前打合



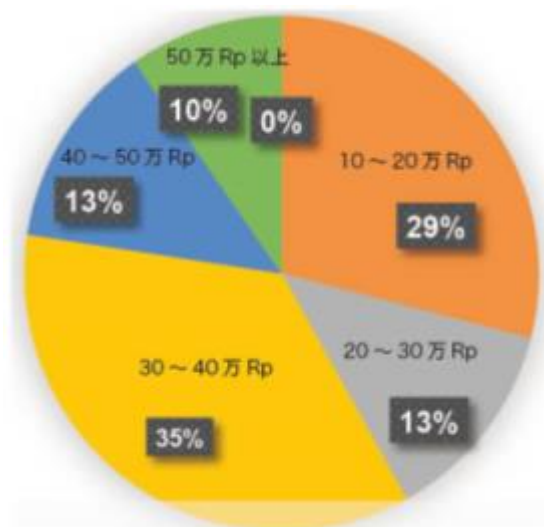
現地簡易水質検査



聞き取り調査状況1



聞き取り調査状況2



生活用水かける費用グラフ

## 4 セラヤベサル島聞き取り調査結果

### (1) 飲料水や生活用水の「源となる水」の供給方法と利用方法

セラヤベサル島は、長さ1000m～1500mの比較的大きい島である。集落は本完了報告書図7のとおり1カ所に100戸程度の居宅が密集し、他に集落は存在しない。島のごく一部に集落が形成されている。集落を形成している島で最も明らかなことは井戸があることであり、集落内のいたるところに井戸が存在している。水量の多い井戸水は集落から400m離れた山腹にあり、湧き水が湧出している。この井戸水は村の共有使用となっている。小規模な井戸は集落内の各所に有り、たとえば小学校近くの平坦なところに地下8mで地下水が湧出している。

これは、個人使用の井戸である。これらの井戸水は0.1～0.2%の塩分があり、熱すると白い結晶が生じることから、温めて塩を析出させた後飲用しているとのことであった。

これらの井戸水は主として洗濯や身体のシャワーに使用されている。

地下水は結晶が生じることから、飲料水や煮炊き水は、ラブアンバジョーから船で運ばれてきたガロン瓶やペットボトル入りのミネラルウォーターを用いている。これらのミネラルウォーターは500mL当たり2,500～3,500ルピア、日本円で20～30円で購入している。

生活用水は島内供給が可能であることから、この点がセラヤベサル島はメッサ島と大きく異なる。

### (2) 井戸水の具体的供給方法

山腹の共同井戸は、井戸に供給ポンプが設置されいないため電気代が発生しない反面、各自山腹の共同井戸まで行って水をくみ運ばなければならない。

一方、個人所有の井戸にはポンプを付けられており、自宅までのパイプが敷設され、各戸に供給されている。

井戸を所有していない住民は、井戸所有者から井戸水をパイプを自宅に敷設して供給を受けているところもあった。供給頻度は週2回から3回程度で生活用水として用いている。

聞き取り調査では明らかではなかったが、井戸所有者に相応の対価を払っているとのことであった。

### (3) 飲料水と生活用水の購入費用について

1ヶ月当たりの飲料水と生活用水かかる費用について、24世帯からアンケートした。その結果、飲料水は一人当たり1ヶ月に24～36Lを飲用し、その費用は平均84,000ルピア～144,000ルピア(656円～1,125円)であった。

生活用水は井戸水によることから、各戸井戸ポンプにかかる電気代として1世帯当たり平均100,000ルピア(781円)であった。この他、人力で山腹の共同井戸から運んでおり、人件費の算定を行って、生活用水の代金を算定する必要があるが、人件費は極めて安い。

セラヤベサル島の島民は雨水を溜めて、生活用水として利用していない。セラヤベサラ島の1世帯当たり飲み水・生活用水にかかっている費用を1月の割合になる。世帯に対する費用の内訳を円グラフに示す。月間の飲料水と生活用水にかかる費用は、300,000～400,000ルピア日本円にして2,500円から3,000円で最も多く、率として35%、世帯数として8世帯が該当した。

#### (4) 健康被害について

セラヤベサル島の住民もメッサ島の住民と同じように、現地調査を実施する前に想定していた水が原因でデング熱、マラリア等の感染症の被害はほとんどない。

下痢等どの腹痛を訴える住民は多数いるが、病状等ははっきりしない。

#### セラヤベサラ島機器地理調査写真及びグラフ



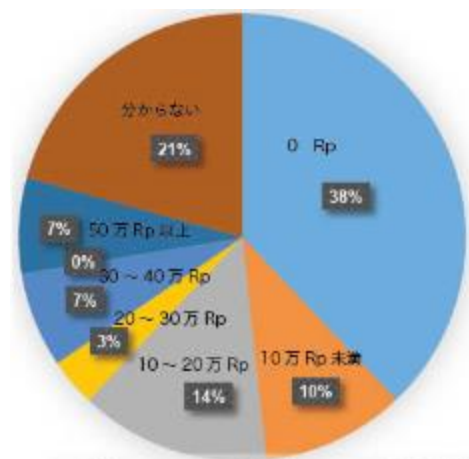
セラヤベサラ村事務所看板



共同井戸



学校専用井戸



生活用水にかかる費用



別添資料 2

**PERATURAN RESMI TARIF DASAR AIR DI PULAU MESA**

**メッサ島における水道料金規程(案)**

2018/1/ ~



**PDAM**

**Kabupaten Manggarai Barat**

西マンガライ県

水道公社

## **Pasal 1 Tujuan**

Peraturan ini bertujuan untuk mengatur tarif dasar air resmi bagi warga pulau, mengatur pengelolaan serta pemeliharaan fasilitas pemurnian air serta jaringan pipa, sehingga dapat menjamin ketersediaan air bersih yang terjangkau dan berkesinambungan.

### **第1条 目的**

島民の公正な水道料金の支払いと、浄水装置及び管路などの維持管理を定め、恒久的な水道供給を図り、豊富で低廉な水道を供給することを目的とする。

## **Pasal 2 Pengguna**

Seluruh penduduk pulau Mesa berhak mendapatkan pasokan air bersih dengan membayar tarif dasar air.

### **第2条 利用者**

メッサ島の島民は、水道料金の支払うことにより、だれでも水道水の供給を受けることができる。

## **Pasal 3 Pembayaran Tarif Air**

Pembayaran tarif air dilakukan sebulan sekali berdasarkan perhitungan penggunaan air melalui meteran yang terpasang di rumah masing masing.

### **第3条 水道料金の支払い**

水道料金の支払いは、各戸に設けた水道メーターにより1ヶ月毎に代金を支払う。

## **Pasal 4 Penarikan Tarif Air**

Penarikan tarif air akan dilaksanakan setiap bulannya oleh **PDAM Kabupaten Manggarai Barat**.

### **第4条 水道代の徴収**

水道代の徴収は、1ヶ月ごとに西マンガライ県 PDAM が行うものとする。

## **Pasal Pasal 5 Penarikan Tarif oleh Perwakilan PDAM**

**PDAM Manggarai Barat** berhak menunjuk warga pulau yang akan menjadi perwakilan PDAM untuk menarik tarif air.

(2) Perwakilan yang ditunjuk harus menjaga keadilan dalam penarikan tarif air

### **第5条 PDAM が定めた者による徴収**

西マンガライ県 PDAM は、島民の中から水道代金を徴収する者を定めることができる。

(2) 選任された者は、公正な立場で水道代金を徴収する。

## **Pasal Pasal 6 Tarif AIR**

Tarif air adalah Rp 240,000 per 1 m<sup>3</sup>.

(2) Harga ini dapat berubah sewaktu waktu dengan keputusan PDAM.

### **第6条 水道代金**

水道代金は、1m<sup>3</sup> 当たり Rp240,000 とする。

(2) この価格は、PDAM の決定により変更することができる。

## **Pasal 7 Publikasi Biaya Pemeliharaan Serta Jumlah Tarif Yang Terkumpul Tahun**

**PDAM Kabupaten Manggara Barat** satu kali dalam setahun, akan mempublikasikan kepada warga mengenai jumlah biaya pemeliharaan serta jumlah tarif yang telah berhasil dikumpulkan selama setahun tersebut.

### **第7条 1年間に徴収した水道代と維持管理費の公示**

西マンガライ県 PDAM は、1年に1回、徴収した水道代とメンテナンス費用を島民に公表する。

## **Pasal 8 Pemeliharaan Fasilitas Pemurnian Air**

Pemeliharaan dan pengelolaan fasilitas pemurnian air dibawah tanggung jawab **PDAM Kabupaten Manggarai Barat**.

### **第8条 浄水施設の維持管理**

西マンガライ県 PDAM は、水道施設の維持管理を行うものとする。

## **Pasal 9 Pemeliharaan Fasilitas Air Oleh Perwakilan yang Ditunjuk**

PDAM dapat menunjuk salah satu penduduk pulau untuk memelihara dan mengelola fasilitas air.

(2) Orang yang ditunjuk harus menerima pendidikan dan pelatihan.

(3) Orang yang ditunjuk harus melaporkan isi dan jumlah jam kerja kepada PDAM.

(4) PDAM membayar iuran kerja berdasarkan laporan.

### **第9条 選任された者による水道施設の維持管理**

西マンガライ県 PDAM は、島民の中から水道施設の維持管理を行うものを選任することができる。

(2) 選任された者は、教育訓練を受けるものとする。

(3) 選任された者は、作業を行った内容と時間を PDAM に報告する。

(4) PDAM は、報告に基づき作業代金を支払う。

## **Pasal 10 Pembaharuan Fasilitas dan Sarana Air**

PDAM Kabupaten Manggarai Barat akan merumuskan rencana pembaruan sarana air bersih.

(2) PDAM menetapkan anggaran untuk pembaharuan fasilitas air bersih.

(3) PDAM memperbarui pembaharuan fasilitas air sesuai dengan anggaran pengeluaran.

### **第 10 条 水道施設の更新**

西マンガライ県 PDAM は、水道施設の更新計画を策定する。

(2) 西マンガライ県 PDAM は、水道施設の更新に対し予算を立てる。

(3) 西マンガライ県 PDAM は、計画に従って水道施設の更新を更新し、費用を支出する。

## **Pasal 11 Pelayanan Darurat Akibat Kerusakan Fasilitas Air**

PDAM Kabupaten Manggarai Barat segera menyelidiki penyebab dan memperbaiki apabila terjadi kerusakan fasilitas air.

(2) PDAM Provinsi Manggarai Barat harus membayar biaya perbaikan dengan menggunakan anggaran cadangan.

### **第 11 条 水道施設の故障による緊急時対応**

西マンガライ県 PDAM は、水道施設が故障した場合、原因を究明し、すみやかに故障を直すものとする。

(2) 西マンガライ県 PDAM は、予備費から故障時の費用を支出するものとする。

Lampiran

Aturan ini akan mulai berlaku pada bulan April 2018.

付則

この規程は、2018 年 月から施行するものとする。