

ベトナム国

ベトナム国

高効率・環境配慮型下水汚泥濃縮・

脱水装置導入に向けた

ニーズ確認調査

調査完了報告書

2024年3月

株式会社研電社

## **I. 事業計画書**

本報告書冒頭に記載の調査を実施した結果として当社が作成した事業計画書を以下に示す。

- 1. 自社戦略における本調査の位置づけ**
- 2. 市場環境**
  - 2.1 市場規模・推移
  - 2.2 競合動向
- 3. ターゲット顧客・ニーズ**
  - 3.1 ターゲット顧客
  - 3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）
- 4. 製品・サービス概要**
- 5. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）**
  - 5.1 技術・価格の現地適合性
  - 5.2 市場性
  - 5.3 法規制・その他障壁
- 6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ**
  - 6.1 事業規模のイメージ
  - 6.2 進出形態・実施体制のイメージ
  - 6.3 事業化に向けたスケジュール
  - 6.4 事業化の条件・課題・リスク



Tan Uyen 下水処理場



Vung Tau 下水処理場



ホーチミン下水道公社 (UDC)



Green Sigon 処理場(TRIBAT)



Pho My3 工業団地 排水処理施設



ダナン下水道公社

## 1. 自社戦略における本調査の位置づけ

ベトナム国では、人口増加と都市化、経済発展に伴う工業化が進み、生活及び産業排水が増加しているが、適切な排水処理が行われておらず、未処理の排水が河川に放流されていることによって、水・環境汚染が引き起こされている。さらに今後、下水道汚泥発生量は長期的に急増する見通しとなっている。

この課題解決に貢献すべく、下水道処理の過程において必要となる固液分離・汚泥脱水及び汚泥処理におけるの効率化と運用コストの削減に資する汚泥濃縮・固液分離装置「スリットセーバー」に係るニーズ確認調査を行なう。

本調査を通じて、提案製品の適合性を検証した上で、初期的な事業計画及びロジックモデルを策定する。本調査後にビジネス展開を図り、同国における排水水質の向上及び産業廃棄物の抑制を目指す。

## 2. 市場環境

### 2.1 市場規模・推移

#### a. 排水発生量や、集中排水処理システムの普及率

ベトナム天然資源環境省の統計によれば、2030年にかけて、生活排水と産業排水の発生量はともに増加を続ける見通しであるが、特に産業排水の増加が顕著であると予測されている。2020年時点、1日当たりの産業排水の発生量は3,200千 $\text{m}^3$ /日とみられているが、2030年には13,600千 $\text{m}^3$ /日となる見込みで、これは現在と比較して約4.3倍に増加する。

ベトナム商工省の発表によれば、2019年時点、ベトナム全国に存在する工業団地の88.3%に集中排水処理システムが導入されており、導入済みの工業団地から発生する1日当たりの産業排水の量は635,000 $\text{m}^3$ /日にのぼるといふ。一方で、処理能力は僅か450,000 $\text{m}^3$ /日に留まっており、システムが導入されていても、処理能力が不足している。また、地方政府は中央政府と比較して、環境規制を重視せず、環境に対する意識が高くない傾向も一部ではみられる。

近年ではODAを通じて、都市部を中心に下水道インフラの整備が進んでいる。現在、ベトナムでは20の都市に集中型の下水処理場が40箇所程度存在しており、建設工事中・投資準備中のものは50箇所程度存在している。2020年以降、ベトナムでは都市部を中心に新設の下水処理場が運転開始を行う計画である。

これに伴い、新たな問題となっているのが、下水処理に伴って発生する汚泥の増加であり、下水道インフラの整備が進むにつれて、汚泥の発生量も付随して増加していく。ベトナムの都市部では、一部ではあるが、公共下水道にて排水処理される。その他世帯に関しては、トイレはセプティックタンク（浄化槽）で汚泥の引き出し、収集、運搬はされるものの、処理されずに川や湖に排出されるか、一般廃棄物と共に処分場で埋め立てされる。こうした状況が続けば、既にひっ迫している廃棄物の処理場を更に逼迫させる恐れもある。都市部で発生する汚泥は主に、セプティックタンクからの汚泥、排水システム（下水溝、排水管に繋が

る湖)からの汚泥、下水道インフラ場からの汚泥の3つに分類されるが、いずれも大部分が管理されておらず、脱水処理をして、埋め立て処理をするのが現状である。

ベトナム建設省技術インフラ局の試算によれば、ホーチミン市における下水道汚泥発生量は長期的に急増する見通しで、現在は1日当たりの数百トンの汚泥であるが、2050年にかけて汚泥発生量は1日2,000トン以上まで増加すると予測されている。

## b. 国の方針

都市部・地方部にはそれぞれロードマップが存在する。国家戦略の課題の1つとして、排水処理を強化し、水環境と河川流域の制御、管理、保護を促進することを明確にしている。国を挙げて汚泥処理を進めていきたい方針で高度で省エネな技術が必要とされている。

## 2.2 競合動向

### 競合製品と製造国ごとの特長

The Products	Belt press, Screw press (Multi-disk type), Decanter Centrifuge	Filter press, Belt press and Screw press (Multi-disk type)	Belt press, Decanter Centrifuge, Screw press (Multi-disk type), Filter press
Country of origin of Equipment	FRANCE	VIETNAM	VIETNAM
Product's standard	G7	VIETNAM	VIETNAM
Price	Expensive	Cheap	Cheap
Strengths	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The products are imported</li> <li>- The product is suitable for projects with large capacity</li> <li>- The number of large scale project in Vietnam is largest.</li> <li>- It takes a long time to order and ship to Vietnam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Factory in Vietnam</li> <li>- The product is suitable for projects with small and medium capacity</li> <li>- The number of small scale project in Vietnam is largest.</li> <li>- Easy to order and delivery to construction site.</li> <li>- Easily replace spare parts when problems arise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Factory in Vietnam</li> <li>- The product is suitable for projects with small and medium capacity.</li> <li>- Easy to order and delivery to construction site.</li> <li>- Easily replace spare parts when problems arise</li> </ul>

<b>The Products</b>	Belt press, Screw press (Multi-disk type),	Filter press and Belt press	Filter press and Belt press	Filter press and Belt press
<b>Country of origin of Equipment</b>	GERMANY	TAIWAN	TAIWAN	TAIWAN
<b>Product's standard</b>	G7	TAIWAN	TAIWAN	TAIWAN
<b>Price</b>	Expensive	Medium	Medium	Medium
<b>Strengths</b>	- The products are imported - The product is suitable for projects with large capacity - It takes a long time to order and ship to Vietnam	- The products are imported. - The product is suitable for projects with small and medium capacity	- The products are imported. - The product is suitable for projects with small and medium capacity	- The products are imported. - The product is suitable for projects with small and medium capacity

主な競合は、ドイツ 1 社・フランス 1 社・ベトナム 2 社・台湾 3 社。独製・仏製は高価で、大きな WWTP に導入される傾向。ベトナム製が最も安く、台湾製は欧州製との中間のポジションを取る。ベトナム・台湾製が主に小～中規模の WWTP に導入される。

ベトナム製の製品では DaiDongTienPhat Co., Ltd がシェア最大とされる。

### 3. ターゲット顧客・ニーズ

#### 3.1 ターゲット顧客

##### a. 政府系の下水処理施設

政府機関保有の下水処理施設を中心に行った調査を通じて、特に 2000 m<sup>3</sup>以下の施設での導入が有望と判断。本件調査ヒアリングより、ベトナムでは下水道データは公表されていないものの、2000 m<sup>3</sup>以下の小規模下水処理場は各地に点在するとのこと。しかし、本調査では小規模下水処理場での現地調査に至らなかったため、今後更なる調査が必要である。

##### b. 官民連携施設

また、下記に記載する官民連携で出資される施設なども対象となる。

- ・ 住宅地、新興市街地、高層マンション、リゾート地
- ・ 工業団地と輸出加工区
- ・ 従業員数が 1000 人を超える大規模工場

これらは極力人口が集中する都市部にあるが、大規模な集中型排水処理施設（例えば、ホーチミンの Binh Hung やハノイの Yen Xa 排水処理場）や小規模排水処理施設さえない地域もある。

建設業や住宅分譲の許可手続きを行うための、小規模下水処理場や設備はあるとのことだが、適切に運営されているかどうかは懸念されていた。

### 3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）

#### a. 大規模な政府系の下水処理施設

本調査においては、ホーチミン市やダナン市の下水道処理施設を訪問しニーズを検証した。



#### ダナン市の下水道処理機関との会議状況（2023年10月16日）

議論の中で大規模処理場では下水道処理のキャパが下水量に対し、大きく不足しており、処理施設の規模拡大・効率処理のニーズがあることが窺えた。特にストリットセーバーを既存のプロセスの前処理として組み込むことで、既存の施設の容量を変えずに処理量が増えることに対しては特に高いニーズが窺えた。一方、大規模な下水道施設は基本 ODA での建設されており、既存設備の交換等に自治体予算を付けることが困難との見立てをいただき、新規建設の際の ODA の座組に加わるのが良いとの示唆を得た。

#### b. 小規模な政府系の下水処理施設

本調査においてはファンティエット省の下水処理施設を訪問するとともに、MARD の専門家の方との議論を通じてニーズの検証を行った。結果として、地方ではいまだ上水道が普及していないこともあり、ようやく地方部で小規模下水処理施設の建設が進み始めた段階であり、現時点でのニーズは限定的であることが窺えた。一方で、今後上水道の普及に伴い、下水処理のニーズも高まることは予測されるため、当社の技術について引き合いが高くなることが予測される。特に今回訪問したファンティエットの下水処理施設ではまさに下水処理施設の建設が計画されており、その際にコスト面での優位性を示せば導入に至る可能性が示唆された。

ただし、特に地方部において、下水処理施設の建設許可権限がどのような機関にあるのかは、地域ごとに異なるため正確な情報を把握することが困難であり、各自治体を当社自ら開拓していくことは極めて難しいことが明らかになった。

加えて、機械の販売に関しては、投資方針と建設許可を申請するための、設

計、コンサルティング段階で、下水処理システム内にスペックインされていることが条件となりそうであることが判明した。

そのため、自社のみで本市場に取り組むことは現実的には困難であり、政府機関とのネットワークや、総合的な下水処理システムを設計することのできる企業との連携が極めて重要であることが窺えた。

### c. 官民連携施設

本調査において IWEM (Institute for Water Resources Economics and Management) に訪問し、ベトナム農村部の排水処理についての説明を受けた。家庭の生活排水、畜産排水を嫌気処理し、ろ過して河川へ排水している。約 63 の農村部、670 県、8000 以上のコミュニティーにて、6000 万人分の規模で排水処理が完璧には行われていない。ベトナム政府は、2030 年までに上記に対して 75%まで対応する設備を施工することを目標としており、官民連携の排水処理施設の必要性を説明された。IWEM では目標設定と調査は行うが、ここからどういった機関が主導して資金、計画をおこなうかは対象外。農村部のセプティックタンクはほとんど処理されておらず汚泥は垂れ流しになっており、農村部での課題とされる。農村部の開発地域では個別でなく村、省と共に集会的処理（合併浄化槽）が必要。例を出された村部では、1 日の排水量は 580 m<sup>3</sup>、畜産汚水は 200 m<sup>3</sup>、合計約 800 m<sup>3</sup>/日の排水処理が必要。廃棄物処理にも課題が多いが汚泥を引き抜くニーズと技術の必要性は存在する。

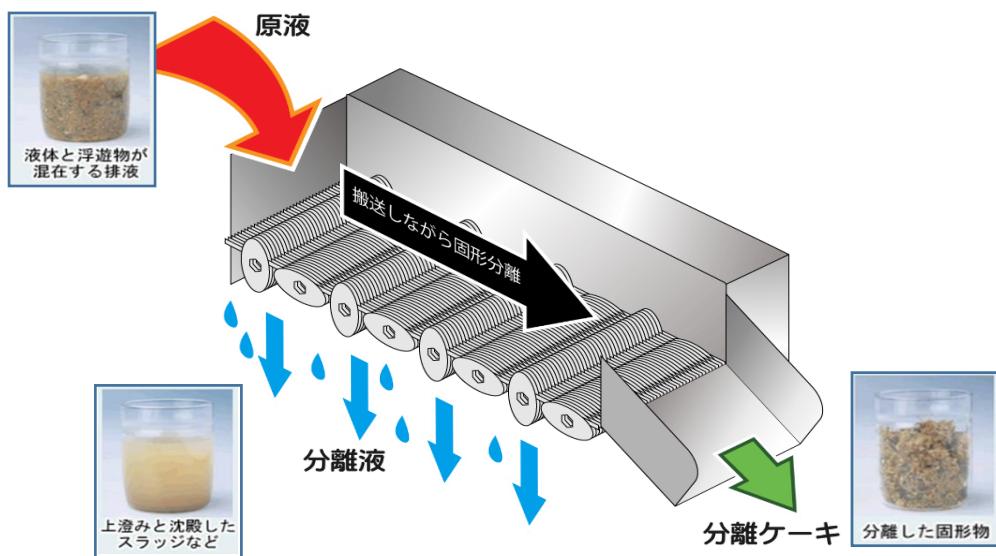


## 4. 製品・サービス概要

### ■製品：スリットセーバー

従来の固液分離装置は濾過部が目詰まりしやすく、運用やコストの面で大きな問題となっていた。スリットセーバーは独自のセルフクリーニング機構により、逆洗浄無しでも目詰まりしない構造である。また、スリットセーバーは固液分離、「濃縮」だけでなく、出口汚泥排出部に圧搾板を敷設することで「脱水機」としても活用可能である。

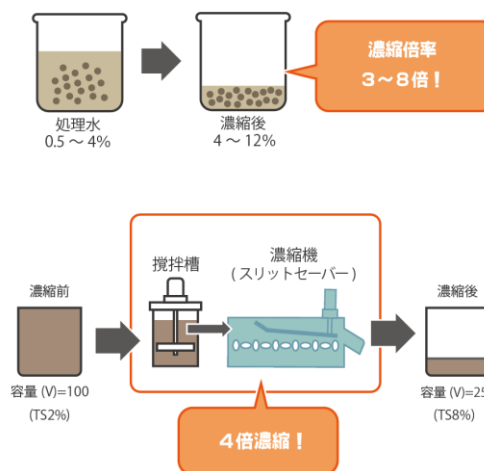
### 固液分離機構



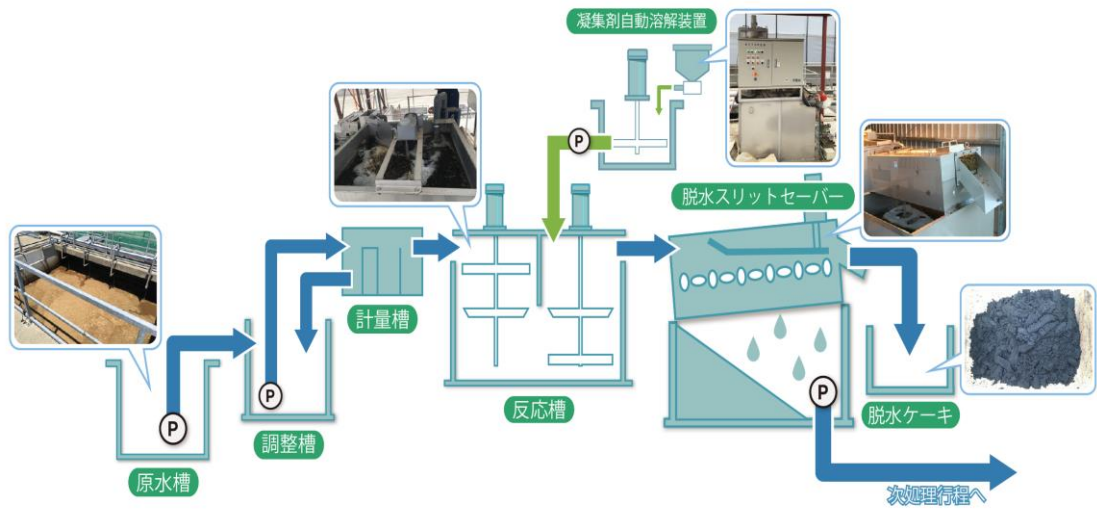
#### ◆濃縮機の効果

- 含水率の低減
- 脱水機処理量の増加
- 脱水機の小型化
- 発酵槽の小型化・効率化

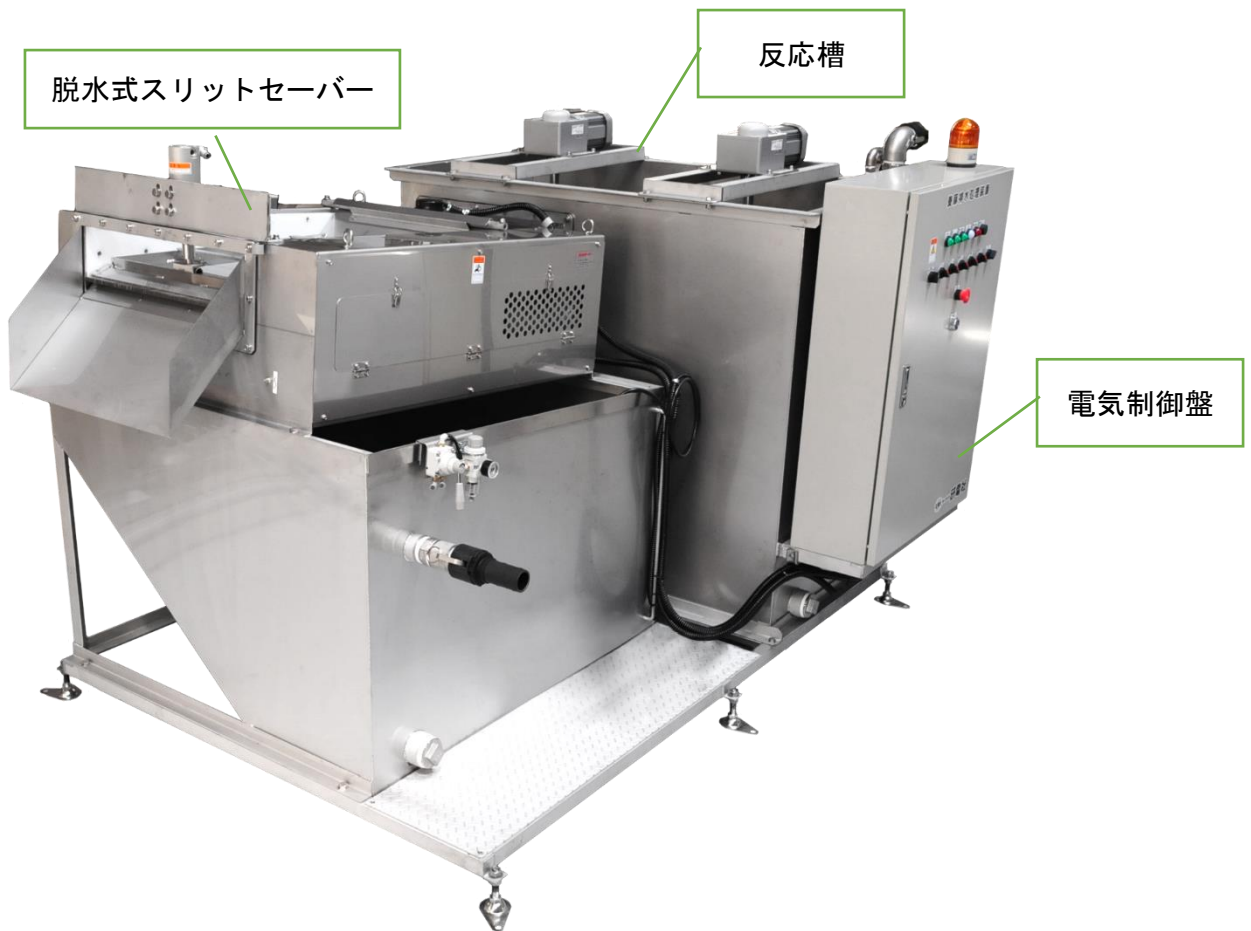
#### ◆固形物濃度



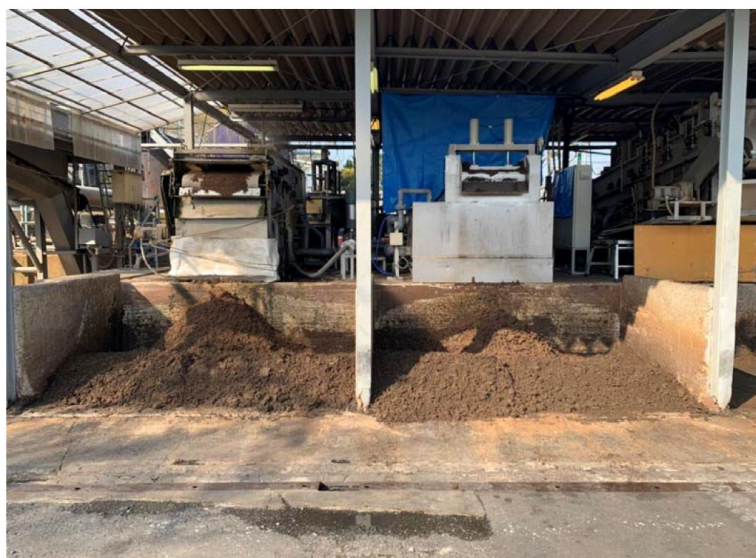
## 凝集剤を併用した汚泥脱水処理フロー



## 汚泥脱水機 スリットセーバーシステム



## 国内の活用事例



【脱水機比較】
写真右：SS-811DK 凝集剤使用量対DS1.5% 含水率：85.3% 水使用量：無
写真左：ベルトプレス 凝集剤使用量対DS1.0% 含水率：87.6% 水使用量：10 m <sup>3</sup> /日

使用先	茨城県取手市 食肉加工業 総排水量：600 m <sup>3</sup> /日(最大)
対象排水	排水処理 余剰汚泥 汚泥量：60 m <sup>3</sup> /日
導入経緯	既設ベルトプレス老朽化・処理量不足・含水率改善
スリットセーバー型式	SS-811DK エアシリンダー式脱水 目開き1.0mm 3φ200V0.75kw
KDS 推奨処理能力	80kgds/h

【運転データ】 ※2020年4月4日

計量対象	単位	原水	余剰汚泥	脱水ろ液（濃縮）	脱水ろ液（脱水）
SS	mg/L	1300	9200	62	8700
BOD	mg/L	1600	4800	6.1	3400
CODMn	mg/L	910	2500	22	970
ノルマルヘキサン （動物性）	mg/L	350	200	2.0	210
窒素	mg/L	350	—	—	—
水素イオン濃度	PH	7.1	7.2	7.2	7.1

【現状処理能力】

処理流量 [m <sup>3</sup> /day]	固形分濃度 [%]	処理量 [kgds/h]	凝集剤使用量 [原水に対して [mg/L]	脱水ケーキ含水率 [%]
5.0 (計量槽)	0.93	46.5	300	85.3

※稼働時間：8~10時間

## 5. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）

### 5.1 技術・価格の現地適合性

現地の競合企業に比べ、トータルコストでは大きく劣後しておらず適合性がある。ベトナム主要企業製が安価にはなるが、提案製品の導入によるオペレーションにかかる労働人件費や電動機動力、洗浄水使用量削減によるランニングコストを低減できる強みとイニシャルコストを相殺できる部分も見えた。

#### 本事業で訪問した現場のヒアリング結果とスリットセーバーでの簡易試験結果

実施日	プラント名/汚泥種/脱水機	含水率 [%]		ランニングコスト [VND/m <sup>3</sup> ]		脱水ケーキ汚泥処分費 [VND/m <sup>3</sup> ]	
		スリットセーバー	既設脱水機	スリットセーバー	既設脱水機	スリットセーバー	既設脱水機
2023-08-22	Tan Uyen STP (Biwase)/ Sewage/ Decanter Flottweg	81.8%	82.0%	6,260	22,767	11,868,132	12,000,000
2023-08-29	KOA/ Paper/ Belt Press Bellmer	74.7%	82.2%	—	—	177,514,793	252,808,989
2023-08-29	Phu My 3/ IP/ Belt Press Mega	80.7%	85.0%	5,224	24,433	2,790,698	3,600,000

ランニングコストには、凝集剤使用量と機器の電気代を含む。脱水ケーキは産業廃棄物処分費として収集運搬のライセンスを持つ企業によって引き取られる。1日に排出される脱水ケーキが多量になればなるほど、含水率は優位性が出るため、含水率は低ければ低いほど良い。

ベトナムで今回調査した機関でのヒアリングより、平均して 1t あたりの汚泥処分費は 10000～15000 円程度であった。

### 5.2 汚泥脱水機市場性

排水処理に欠かせない汚泥脱水機の市場は成長と進化を遂げている。ベトナムにおける工業用水および排水処理の推進は、厳しい環境規制と、社会にとっての水処理の利点に対する意識の高まりに後押しされている。これは、同国が産業開発目標の達成と、清潔な水と衛生に関する目標を含む 2030 年持続可能な開発目標（SDGs）の達成を目指していることから、特に関連性が高い。同市場は、Mordor Intelligence によると、2027 年には 2 兆 1,000 億ドンとなり、2022 年から 2027 年までの年間平均成長率（CAGR）は 9.5% と予測されている。

また、Technavio によると、市場は 2027 年までに 2 兆 2,400 億ドンとなり、2022 年から 2027 年の CAGR は 9.7% と予測されており、いずれもプラス成長を記録することが期待されている。

汚泥脱水機に関しては、デカンタ遠心分離機、スクリュープレス、ベルトプレス、フィルタープレスなど、ベトナムの産業排水処理分野で人気の高いタイプが

いくつかある。これらのタイプは、様々な産業で使用でき、能力に応じた機種と価格帯のラインナップがある。例えば、スクリーンプレスは、高粘度タイプを含む様々な汚泥に適しており、様々な価格のモデルがある。一方、ベルトプレスは、洗浄に多くの水を必要とするが、導入コストが低く選ばれている。

本調査では訪問した大都市下水道公社（ホーチミン、ダナン、ハノイ）において、既設機器は、ODA での建設となり、自治体予算で既存の設備と入れ替える形での導入は難しい。

今後大きく伸びていく想定であるが、特に提案製品がメインターゲットとするような規模感の処理においては、処理場の設置まで時間を要する。

### 5.3 法規制・その他障壁

政府は官民パートナーシップ（PPP）の形で排水処理への投資を呼び掛けている。ベトナムの下水道事業は政令 80 号（2014 年）に基づき実施されており、同令は排水・汚水処理に関する政令 88 号（2007 年）を基に、MOC が所管する都市計画法と建設法、天然資源環境省が所管する環境保護法と水資源法、計画投資省が所管する計画法など、少なくとも 5 つの法を根拠として改正され、下水道への接続義務や下水道料金に関する規定等、下水道事業を実施する上で必要な基本要件が定められている。一方、同令には罰則規定がないため遵守が義務とはなっておらず、また、下水道事業を実施する上で、政令 80 号の根拠としている法律に紐づく様々な関連規定からの影響を受けることになる。さらに、世界銀行、アジア開発銀行、GIZ といったドナーによる下水道整備や処理施設の建設も多く、国家技術基準の多くはそれらドナーの技術的規則・基準に準じているものの、先進国の基準であるため、実情と合っておらずメンテナンスも容易ではない等、下水道事業を促進する上での障壁となっている。今後も高い経済成長率や都市人口の増加等が続くことが見込まれているベトナムにおいて更なる環境汚染や浸水被害を防ぐためにも、持続可能な下水道事業を円滑かつ効率的に推進するために一元的な法体系の整理が求められている。

## 6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ

### 6.1 事業規模のイメージ

本調査を行ったうえの所感として、更なる技術開発が必要である。革新的でなくとも、ベトナム市場に適した汚泥脱水技術へ改良することが重要である。機器重量を軽量化し省エネルギーで、環境に優しく、コスト効率の良い製品改良を行う。また、パートナーシップの構築も重要である。ベトナムの地元企業や政府機関との協力関係を築くことで、市場への参入障壁を低減し、現地でのビジネス展開を促進したい。

当然のことながら、ベトナムでの規制を順守する必要がある。水処理業界の法規制や基準を把握し、これらに適合する製品を提供することが不可欠である。

販売とマーケティングに関しては、「スリットセーバー」という多重円板型脱

水機のブランド認知度を高め、ベトナム市場における製品の利点と価値を明確に伝えるマーケティング戦略を策定していく必要がある。同時に長期的な顧客関係を構築するために、高品質な顧客サポートとアフターサービスを提供できる体制が必要である。現地でのオペレーションに必要な人材を育成し、専門知識を持つスタッフを確保するためのトレーニングプログラムを実施する。

Technavio の市場予測では 2027 年までに 2 兆 2,400 億ドン(日本円で約 1300 億円)と予測している。現状でもマーケットシェアの約 10%をとるベトナム企業が存在する。自社でも設立 5 年以内で約 1% (約 2 億円)の売上目標を立てる。その為には、設立当初は民間の汚泥処理を中心とし実績を作り、現地製造を試みながらローカライズしていく。市場性を鑑みながら、将来的には BtoG 向けの事業拡大を検討したい。

## 6.2 進出形態・実施体制のイメージ

本調査において、専門家の意見も伺へ、ベトナムでの汚泥濃縮・脱水技術の必要性を感じた。特に下水はじめとした、生活排水や産業排水での処理ニーズが高く、今後環境規制がさらに厳しくなるとともに需要が増加する可能性を実感した。6.1 のイメージを実行に移す為には、単独出資による「現地法人」を設立し、技術的・ベトナム国市場的なノウハウを蓄積していく必要がある。文化的規範や期待に合致したビジネスを行うため、現地人材の雇用やトレーニングを含む現地化戦略の検討を行う。

## 6.3 事業化に向けたスケジュール

2025 年 6 月を目途に独資での現地法人を設立する。

それまでに、ベトナム市場に適した汚泥脱水技術への改良や、現地人材の雇用やトレーニングを含む現地化戦略の検討を行う。現地法人設立後は、民間ベースでの事業展開を通じて、実績を積み上げ、ベトナムの地元企業や政府機関との協力関係を築く。将来的には、政府系の下水処理施設への提案製品の導入についても検討していきたい。

## 6.4 事業化の条件・課題・リスク

### a. 参入条件

ベトナム市場は外資に対して開放的であり、完全外資企業の設立も可能である。ただし、製造業者は環境保護と投資に関する現地の規制を遵守する必要がある。現地法人の役割としては営業、貿易、アフターサービスを主とし、現地の製造パートナーと協業することでベトナム市場での価格競争にも参入できるようにする。

## b.課題・リスク

規制が複雑である。ベトナムの規制体制は発展途上にあり、重複する管轄権や政府方針の透明性の欠如により、プロジェクトのスケジュールや業務の明確性に影響を及ぼす可能性があると感じる。

その他には、特にロジスティクスやユーティリティの分野で、不十分なインフラが生産と流通に影響を与える可能性がある。

ベトナムの機械・設備分野に影響を与える可能性のある貿易協定や経済政策の最新動向を常に把握しておくことも重要である。

## II. ロジックモデル

事業目標：

廃水処理の効率化を行う製品の販売を通じて、ベトナム国自らが下水道インフラの改善と同時に採算性を確保することが可能となる。

裨益者	裨益の種類	裨益者の種類	ロジックモデル上の表現
下水道処理施設を持つ事業者	直接	組織	下水道処理施設
ベトナムに住む人々	間接	社会	住民

