

ベトナム国

ベトナム国
省エネルギーと排水処理能力アップ
を実現する産業排水処理装置普及の
ための案件化調査
業務完了報告書

平成 28 年 5 月

(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社アイエンス

国内
JR(先)
16-028

目次

巻頭写真	i
地図	iii
案件概要（ポンチ絵）	ii
略語表	iii
報告書要約	v
第1章 ベトナム国の現状	1
1-1 政治・社会概況	1
1-2 経済概況	3
1-3 排水処理分野の開発課題	8
1-4 開発計画・開発政策・法制度	12
1-5 排水処理分野における ODA 事業の先行事例や他ドナーの動向	13
1-6 ビジネス環境	15
1-6-1 一般	15
1-6-2 排水処理事業環境	17
1-6-3 許認可制度	19
1-6-4 排水処理関連機器販売業者	19
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	21
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長	21
2-1-1 業界分析、提案企業の実績、業界における位置づけ	21
2-1-2 活用が見込まれる製品・技術の特長	23
2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況	27
2-2 事業展開における海外進出の位置づけ	30
2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	31
2-3-1 雇用や地元産業界への影響	31
2-3-2 事業実施によるパートナーとの連携強化	31
第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討	33
3-1 製品・技術の検証活動の概要	33
3-2 製品・技術の現地適合性検証結果	35
3-3 製品・技術に関し現地で確認されたニーズ	39
3-4 現地ワークショップ	43
3-5 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	46
3-6 事業展開や ODA 案件化における実現可能性	47
第4章 ODA 案件化の具体的提案	48
4-1 ODA 案件概要	48

4-2	事業方針と具体的な協力計画	48
4-3	実施パートナーとなる関連公的機関	50
4-4	カウンターパートとの協議状況	50
4-5	普及・実証事業の実施体制とスケジュール	52
4-6	協力額概算	53
4-7	具体的な開発効果	53
4-8	対象地域と実証先	54
4-9	他 ODA 案件との連携可能性	56
4-10	ODA 案件形成における課題と対応策	56
4-11	環境社会配慮にかかる対応	57
第 5 章	ビジネス展開の具体的な計画	65
5-1	市場環境、競合、市場規模等	65
5-2	想定する事業計画と開発効果	68
5-2-1	事業戦略	68
5-2-2	販売方法・販売網の構築	69
5-2-3	体制や普及に向けたスケジュール	70
5-2-4	現地パートナーの見通し	70
5-2-5	調達・生産に関する具体的な計画	71
5-2-6	事業展開した場合の開発効果	72
5-3	事業展開において想定されるリスクと対応方法	72
SUMMARY		73

巻頭写真



クアンチュンソフトウェアシティ (QTSC)
でのヒアリング



QTSC の集中排水処理施設



サイゴンハイテクパークでのヒアリング



サイゴンハイテクパークの集中排水処理施設



ホーチミン市輸出加工区・工業団地管理委員会 (HEPZA) でのヒアリング



Coastal Fisheries Development Corporation (水産加工工場)での同排水処理施設の設計確認



Vinh Loc 工業団地の集中排水処理施設



Hiep Phouc 工業団地でのヒアリング



Hiep Phouc 工業団地の集中排水処理施設



ワークショップ



ワークショップ



ワークショップ



VINH PHU 製紙工場の排水処理施設



V.R.G SA DO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY の排水処理施設

地図



出典 : http://www2m.biglobe.ne.jp/ZenTech/world/infomation/q041_map_vietnam.htm
http://www.mapsguides.com/m/vietnam_detailed_map_jp.php

案件概要（ポンチ絵）

案件化調査

ベトナム国 省エネルギーと排水処理能力アップを実現する 産業排水処理装置普及のための案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社アイエンス
- 提案企業所在地：兵庫県神戸市中央区
- サイト・C/P機関：東南部ドンナイ・サイゴン川流域・サイゴン工業公社（CNS）



ベトナム国の開発課題

- ・ 工業化の進展による水環境汚染
- ・ 水質汚染対策に関わる行政能力の向上
- ・ 排水処理施設の未整備
- ・ 技術上の基準を満たしていない排水処理施設
- ・ 排水処理施設の設計や運転方法に関する知識を有する環境技師の育成

中小企業の技術・製品

- ・ 激しい水流で高い酸素溶解効率と強力な攪拌対流を両立させることで水中の有機物を分解する微生物を活性化させ、水処理能力を飛躍的に高めることができる（特許番号：第4749961号）
- ・ 活性汚泥や加圧浮上装置などを使用せずに曝気とバイオだけで油分やSSを消化できる
- ・ 10年間無交換、電気代45%削減、汚泥処理費用削減によりランニングコストを大幅に削減できる

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

アクアプラスターを実証先のゴム加工工場の排水処理施設に設置し、一般的に排水処理が難しいとされるゴム加工工場の排水を安定的にベトナムの排水処理基準（B基準；BOD50mg/L、COD150mg/L）を満たすまで処理できることと、その処理にかかるランニングコストの削減を実証する。また、施設管理者や排水処理事業者に対して適切な施設運営や排水処理設計ができるよう講習会も実施する。提案製品の普及、適切な排水処理設計と施設運営の啓蒙などにより排水処理基準を満たす工業団地や工場が増加することで深刻な河川汚染の改善が期待できる。

提案企業のビジネス展開

- ✓ 東南部主要都市／省の市場規模は、日本円にして約35.2～61.6億円と推計される。環境ビジネスは政府とのかかわりが重要であるため、本事業後もC/Pと連携しながらアクアプラスターの性能や費用対効果の優位性を訴求していく。
- ✓ C/Pやビジネスパートナーが有する政府系ネットワークを介して国営の工業団地や国営企業などを紹介してもらいターゲットを絞って入札に参加する、あるいはBOT方式の提案営業を行う。
- ✓ 中・長期的には、製品パーツの現地調達と製品組み立ての現地化により、製品単価を抑え、価格競争力を高めることによって、市場拡大と他国への展開を図る。

略語表

略語	英語	日本語
AEC	ASEAN Economic Community	ASEAN 経済共同体
ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOT	Build Own Transfer	建設・所有・譲渡
CITENCO	Hochiminh City Urban Environment Company	ホーチミン都市環境公社
CNS	Saigon Industry Corporation	サイゴン工業公社
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
COFIDEC	Coastal Fisheries Development Corporation	沿岸漁業開発公社
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境局
EPA	Economic Partnership Agreement	二国間経済連携協定
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
HDI	Human Development Index	人間開発指数
HEPZA	Ho Chi Minh City Export Processing Zone Authority	ホーチミン市輸出加工区庁
IMECO	Mechanical & Industrial Construction Joint Stock Company	機械工業建設株式会社
IP	Industrial Park	工業団地
IZ	Industrial Zone	工業区
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JV	Joint Venture	共同企業体
LC	Letter of Credit	信用状
LEP	Law on Environmental Protection	環境保護法
MBR	Membrane Bioreactor	膜分離活性汚泥法
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ
QTSC	Quang Trung Software City	クアンチュンソフトウェアシティ
SEDS	Socio-Economic Development Strategy	社会経済開発戦略

略語	英語	日本語
SS	Suspended Solids	浮遊物質
TPP	Trans-Pacific Strategic Economic Partnership Agreement	環太平洋戦略的経済連携協定
TSS	Total Suspended Solids	総浮遊物質
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
VEPA	Vietnam Environment Protection Agency	環境保護庁
VIHEMA	Health Environment Management Agency	健康環境管理局
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

報告書要約

本報告書は 2015 年 9 月より開始されたベトナムにおける「省エネルギーと排水処理能力アップを実現する産業排水処理装置普及のための案件化調査」に関して、2016 年 5 月までの調査・分析結果を取りまとめたものである。この期間、2015 年 9 月、11 月、2016 年 2 月の計 3 回、現地調査を行った。これらの現地調査において現地政府機関、カウンターパート候補、ビジネスパートナー候補との協議、ベトナムにおける産業排水の現状や課題の調査、提案製品の市場調査、簡易実験機による排水処理実験、技術紹介ワークショップなどを実施した。

第 1 章 ベトナム国の現状

ベトナムの「社会経済開発 10 ヶ年戦略 (2011-20 年)」では、開発方針として「持続的な開発」、環境指標として「全国民の清潔かつ安全な水へのアクセス普及」、「企業の環境基準遵守の徹底・普及」などが掲げられている。また、わが国の国別援助方針では、ベトナムに対する ODA の重点分野の一つとして「環境保全」が取り上げられており、水質管理、上水道、排水・汚水処理などの環境汚染対策に関する施設の新設・改善、それらに関わる行政能力の向上を含む都市環境管理の支援、水資源管理などを積極的に推進するとされている。

ベトナムの環境政策に関し国家レベルの環境政策立案を担当している天然資源環境省 (MONRE : Ministry of Natural Resources and Environment) は水環境汚染対策を強化しており、地方の環境行政機関である天然資源環境局 (DONRE : Department of Natural Resources and Environment) の人員増強、環境警察¹の創設、違反に対する課徴金の大幅な増額など実施している。排水処理規制違反に対する罰則を定める政令 (117/2009/ND-CP 号) によると、①罰金：最大 4~5 億ドン、②違法行為で汚染された現状に対する改善措置の強制的実施、③違法行為の程度により、処理対策が完了するまで投資証明書や業務証明書などの一時停止措置がとられる。また、産業排水処理基準に関しては、以下のとおり厳しい内容になっている (表 1)。

表 1 ベトナムの産業排水処理基準

主な水質検査項目	単位	A 基準 (注 1)	B 基準 (注 2)	(参考) 神奈川県 (注 3) (新設/新設以外)
BOD ²	mg/L	30	50	15/25
COD ³	mg/L	75	150	15/25
SS ⁴	mg/L	50	100	35/70

(注 1) A 基準は、生活用水に利用される水域に排出する産業排水基準 (QCVN40/2011/BTNMT)

(注 2) B 基準は、生活用水以外に利用される水域に排出する産業排水基準 (同上)

(注 3) 水質汚濁防止法第 3 条第 3 項の規定による排水基準を定める条例

しかしながら、急速な都市化・工業化の進展に伴い、生活排水や産業排水などの汚染排水量の増加、処理施設整備の遅れ、不十分や維持管理など、未処理排水量の増加により放流先河川の水質汚濁 (主

¹ 環境警察は公安省や各省/市の公安局に属しており、環境違反に関する強制捜査を実施する権限を有している

² 生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand) は、生物化学的酸素消費量とも呼ばれる最も一般的な水質指標のひとつであり、主に略称の BOD が使われる。水中の有機物などの量を、その酸化分解のために微生物が必要とする酸素の量で表したものである。BOD の値が大きいくほど、その水質は悪い。

³ Chemical Oxygen Demand : 水中の有機物を酸化剤で酸化するのに消費される酸素の量

⁴ TSS→SS (suspended solids) : 水中に浮遊する粒子径 2 mm 以下の不溶解性物質の総称であり、水質汚濁の有力な指標の一つ。

要河川の多くで BOD 基準値 4mg/L⁵を超過している) や大腸菌濃度 (主要河川の多くで大腸菌濃度基準値 5000MPN/100m³ を超過している) の高まりなど経済・社会環境に深刻な問題を引き起こしている。

調査対象地域の主要河川であるドンナイ・サイゴン川は上水源としても極めて重要である。そのため水質汚染が進めば経済・社会に大きな悪影響を与えることになり、水環境管理の潜在ニーズは極めて高い。同河川の水質汚染は環境基準の 4mg/L を大幅に上回っている。特に汚染が深刻なのはホーチミン市を流れるサイゴン川流域であり、BOD 濃度は 10mg/L を超えている。水質汚染の原因となる排水を出している主な産業は、食品・飲料加工、製紙などである。東南部に多いこれらの産業排水の汚染物質は、主に BOD や COD などの有機性物質、全浮遊物質 (TSS) などであり、同河川の汚濁負荷を高めている。

第 2 章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

提案製品 (アクアブラスター) は、圧縮空気を気泡にする散気管である。同製品は、円筒形の筒に特殊な羽根と空気ノズルを組み合わせたシンプルな構造であるが、激しい水流で高い酸素溶解効率と強力な対流攪拌を両立させることで微生物を最大限に活性化させ、水中の有機物を短時間で分解し、水処理能力を飛躍的に高めることができる (特許番号: 第 4749961 号)。

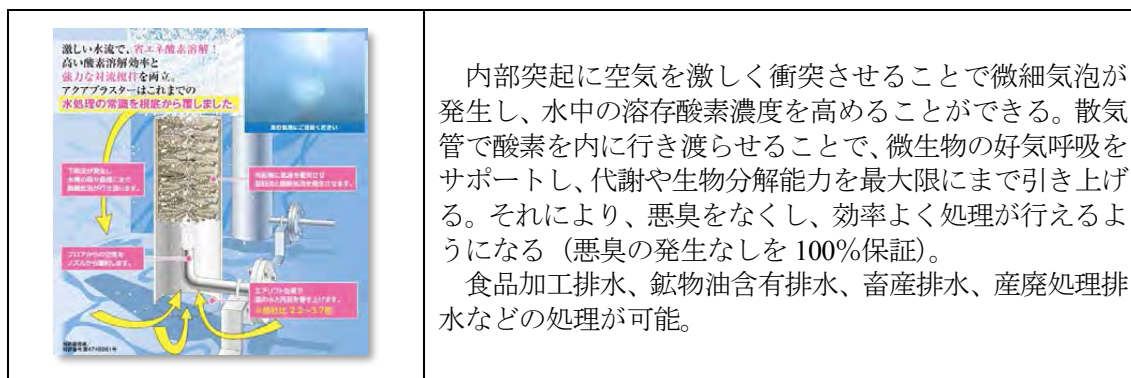


図 1 アクアブラスターの特長

(出典) アイエンス

日本国内では円筒型散気管が普及しており、ベトナムではディスク型散気管が普及している。各散気管とアクアブラスターの性能を比較すると以下のとおりである (表 2)。アクアブラスターは、10 年間無交換、省電力、メンテナンス容易性に加え、微細気泡を発生させ水中の溶存酸素濃度を高めることで微生物の働きを最大限に高めることができる。

⁵ QCVN08 : 2008/BTNMT (地表水の水質環境基準) における A1 基準 (生活用水基準)

表2 性能比較

比較項目	アクアブラスター	ディスク型散気管	円筒型散気管
電気消費量	少ない	標準	多い
水の攪拌力（底の水のくみ上げ）	あり	なし	なし
性能劣化年数	10年以上性能維持	2年以降性能低下	2年以降性能低下
メンテナンス性	目詰まりによる装置の修理や取り換えがほとんど発生しない	1～2年ごとに目詰まりや破損による装置の修理や取り換えが必要	1～2年ごとに目詰まりや破損による装置の修理や取り換えが必要
電気消費量に対する処理効率	高い	標準	低い
酸素溶解効率	高い	標準	標準
微生物活性度	高い	標準	標準
圧力損失	ゼロ	150～200mmAq	600～700mmAq
備考（製品形状）			

（出典）アイエンス

消費電力に関し、韓国の研究機関でディスク型散気管との比較実験を行った結果、約45%の電力コスト削減が確かめられた。また、ディスク型散気管では、底部に汚泥がたまるが、アクアブラスターは汚泥が堆積しない（図2）。

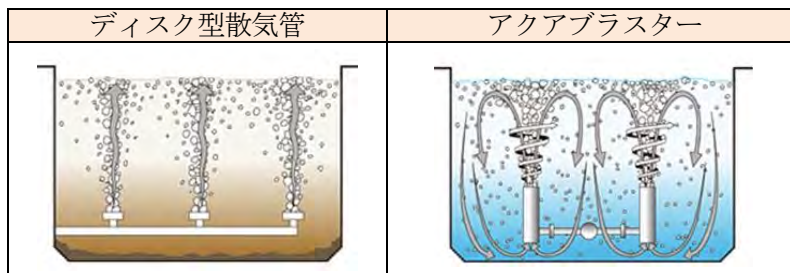


図2 汚泥発生比較

（出典）アイエンス

ベトナムにおけるディスク型散気管の販売価格は、台湾製など安価なもので9～15ドル、アメリカ製で20ドル、その他25ドルほどである。アクアブラスターの価格はディスク型散気管と比べてAS型の場合32～88倍、現地生産した場合のAL型と比べても24～66倍であるが、**処理能力はディスク型散気管の約4倍**（ディスク型4台をアクアブラスター1台で代替可能）、**耐久性は約5倍**（ディスク型は1～2年で故障するがアクアブラスターは10年間性能を維持する）、**電気代は約半分**（ディスク型と比べて45%ほど削減可能）で済む。

ディスク型散気管を用いた場合の総コスト（初期投資と年間電力料）とアクアブラスターを用いた総コストの差が逆転する時期は以下のとおりである（図3）。工業団地の集中排水処理施設で用いられているブロワー出力は55kw以上が多い。この場合下図のとおり1～4年目でコスト差が逆転する。ブロワー出力が大きいほど、アクアブラスターの費用対効果が高まり、コスト面で優位になる。

プロワー出力 (kw/台)	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
3.7										
5.5						AL型(600USドル)				
7.5										
11						AS型(800USドル)				
15										
18.5										
22								AL型(1,400ドル)		
30										
37										
45										
55										
75										
90										
110										

図3 コスト差逆転年数

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討

産業排水未処理の要因とその背景、それに対する提案企業の解決策は以下のとおりである（表3）。

表3 産業排水未処理の要因と背景に対する提案企業の解決策

河川汚染の要因	背景	解決策
<ul style="list-style-type: none"> ・ ドンナイ・サイゴン川流域の工業団地の70%は排水処理施設がない ・ 工業団地外に所在する工場のはほとんどは排水処理施設がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水処理施設の設備投資やランニングコストを負担できる資金力に乏しい ・ 排水処理システムのランニングコストは月間5,000USドル以上かかり、経費削減のため形式的に排水処理施設⁶を設置している工場が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 提案製品の導入により現行のランニングコストが半分以下になる（ランニングコストの最たるものは電気代であり、仮に現行のランニングコストが月間5,000USドルの場合、電気代45%削減、その他薬品投入や汚泥処理費用、散気管の交換・メンテナンス費用なども削減できるため少なくとも月間2,500USドル以下になると見積もられる）
<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術上の基準を満たしていない排水処理施設を設置している ・ 排水処理システムの効率が悪く、排水量に確実に対応できていない ・ 排水処理施設を正しい方法で稼働させていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大卒の環境技師でさえ排水処理施設の設計や運転方法に関する知識がないことがある ・ 排水処理設計で一般的に使われている計算式だと微生物の代謝に必要な溶存酸素濃度が過少に見積もられ、結果として、処理能力が低くなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水施設の設計事業者に対して適切な計算式を用いた設計手法、産業排水の種類や特性に応じた処理方法のコンサルテーション ・ 提案製品はシンプルな構造で耐久性が高く、メンテナンスが容易であるため維持管理にかかる労務費や機材費が削減される ・ 提案製品の導入により加圧浮上装置や薬品などが不用になるため、専門的な人員を必要としない

産業排水処理に対する規制や取り締まりにかかる政府機関の組織体制整備や能力強化、など実施されているが、現場レベルの工業団地や工場では遵守されていないというのが現状である。その背景として、排水処理施設のランニングコストが高い、設計事業者や施設管理者の知識・能力が不足しており適切に排水処理できないという根本的な課題がある。それ故、現場に目を向け、排水処理事業者や施設管理者の育成を行うとともに、費用対効果の高いアクアブラスターの導入を促すことに意義がある。中長期的にアクアブラスターの導入が進むことで、深刻な河川汚染の改善につながると期待される（表

⁶ 形式的な排水処理施設とは、環境に関する監督官庁の監査時に限って対応する意図で設置され、通常はほとんど使用されない

4)。

表4 短期・中期・長期的な開発効果

短期（普及・実証事業期間）	中期（2018～2021年）	長期（2022年以降）
排水処理が難しいとされるゴム加工工場 で安定的に排水処理基準を満たすととも に、ランニングコストも削減できるなど、 費用対効果の比較優位性が確認される。 排水処理に課題を抱えている工業団地や 食品・飲料加工工場へのプロモーション により導入機会が高まる。	アクアブラスターの有効性に関する 認知度が高まり、工業団地やゴム 加工工場、食品・飲食加工工場など への新規導入や代替導入が進む。そ れにより、A基準またはB基準を満 たす工業団地の割合が全体の70% 以上、産業クラスターの割合が全体 の50%以上になる。	A基準またはB基準を満たす 工業団地や産業クラスターの 割合が共に80%以上となり、 ドンナイ・サイゴン川のBOD、 COD、TSS濃度が低下し、当該 河川の水質改善につながる。

第4章 ODA 案件化の具体的提案

本調査後に計画している ODA 事業は普及・実証事業である。アクアブラスターをカウンターパート (C/P) であるサイゴン工業公社 (CNS) 所管のゴム加工工場の排水処理施設に設置する。ゴム工場の排水は環境負荷が大きく、いまだに最適な処理方法が確立されていない。大規模工場では排水処理施設を設置しているが、ランニングコストが高くなるため実際には稼働していないところもある。実証先のゴム加工工場の排水（原水の BOD 濃度：2800mg/L 以上、COD 濃度：4600mg/L 以上、高濃度排水）を安定的に排水処理基準（B 基準、BOD 濃度：50mg/L、COD 濃度：150mg/L）を満たすまで処理できることと、その処理にかかるランニングコストの削減を確かめる。また、施設管理者や排水処理事業者に対して適切な施設運営や排水処理設計ができるようトレーニングも実施する。本事業においてゴム加工工場の排水処理モデルを確立し、ベトナムに普及させたいと考えている。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

本事業の対象地域であり、ビジネス展開地域でもある東南部の主要都市・省の工業団地からの排水量（2012年）に基づき推計すると、市場規模は少なくとも約3200～5600万USドル（日本円にして約38.4～67.2億円⁷⁾と見積もられる（表5）。

表5 市場規模

都市／省	排水量合計	台数 ^(注1)	市場規模 ^(注2)
ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズン省、ロンアン省、バリアーブントウ省	401,600 (m ³ /日)	40,160	約32～56 (百万USドル)

(注1) 10トン当たりのアクアブラスターの台数として算出

(注2) AS-250：800USドル～AL-750：1,400USドルを基に算出

環境ビジネスは政治とのかかわりが重要で、政府が認める製品でないとビジネス展開が難しい。したがって、C/Pと協力して実施する普及・実証事業が極めて重要である。本事業後もCNSと連携しながらプロモーションを行い、アクアブラスターの性能やランニングコストの削減効果などの優位性を訴求していく。他製品と製品単体での価格競争はせず、ビジネスパートナーとともにアクアブラスターを用いた排水処理システム全体の設計と提案により差別化を図る。販路開拓の手段として、ビジネスパートナーやCNSが有する政府系ネットワークを介して国営の工業団地や国営企業などを紹介してもらいターゲットを絞って入札に参加したり、BOT方式の提案営業を行う。2020年までにベトナム

⁷⁾ 1USドル=120円として推計

での売上1億円を目指す。中・長期的には、製品パーツの現地調達と製品組み立ての現地化により、製品単価を抑え、価格競争力を高めることによって、市場拡大と他国への展開を図る。

第1章 ベトナム国の現状

1-1 政治・社会概況

ベトナムの国土は約 33 万 2 千平方キロメートル（日本の約 0.88 倍）、北部の首都ハノイと南部商都ホーチミンの間は約 1,800 キロメートル離れており、縦に長い地形である。地方行政は、ハノイ、ハイフォン、ダナン、ホーチミン、カントーの 5 つの中央直轄市と 58 の省が存在し、その下に県、市、郡、町、村が置かれている。地域は、北部山岳地域（15 省）、紅河デルタ（8 省、ハノイ市、ハイフォン市）、北中部沿岸地域（6 省）、南中部沿岸地域（5 省、ダナン市）、中部高原（5 省）、東南部（7 省、ホーチミン市）、メコンデルタ（12 省、カントー市）の 7 つに分割される。紅河デルタに位置するハノイは行政機関などが集中する政治の中心地であり、東南部に位置するホーチミンはベトナム最大の商業都市である（図 1.1）。



図 1.1 ベトナム地図

(出典) DTAC アジア観光情報局、日本・ベトナム交流促進センター

ベトナムは社会主義共和国であり、共産党一党体制の下、共産党書記長、国家主席、首相の 3 人を中心とした集団指導体制をとっている。国会議員選挙は 5 年ごとに行われ、2016 年は選挙の年である。2016 年 1 月 28 日に閉幕した党大会で、2016～20 年の新指導部を決定した。グエン・フー・チョン党書記長は留任し、TPP 参加や外資規制緩和など経済改革を推進したグエン・タン・ズン首相は交代した。

ベトナム政府は 2020 年までに近代的工業国家⁸になる目標を掲げている。社会経済開発戦略 2011-2020 (Socio-Economic Development Strategy : SEDS) では、安価な労働力を基軸とした現状の経済モデルから脱し、経済成長の中核として効率性、生産性の向上と競争力強化に向けた集中的な投資の必要性が強調されている。

人口は約 9,200 万人であり、そのうちハノイの人口は 709 万 6 千人、ホーチミンの人口は 798 万 2 千人ほどである⁹。ベトナムの人口ピラミッド (人口構成) を見ると、20 歳代の人口が最も多く、平均年齢は 28 歳ほどであり、若年労働者が多い。人口成長率は年 1.1% (2014 年) ¹⁰であり、2020 年には約 9,800 万人に達すると予測される (図 1.2)。

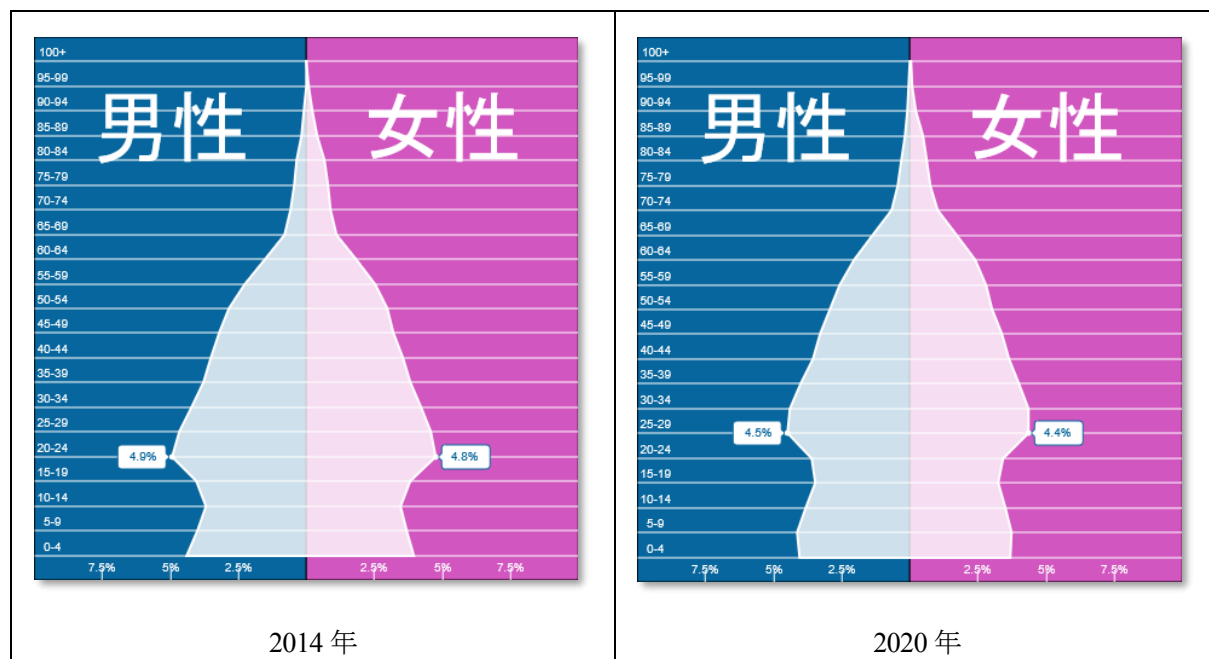


図 1.2 人口ピラミッド

(出典) URL : <http://populationpyramid.net/ja/ベトナム/>

UNDP の人間開発指数 (HDI : Human Development Index) ¹¹によると 2014 年のベトナムの HDI 値は 0.666 であり、188 カ国中 116 番目である。1980 年以降一人当たり GNI の成長とともに、平均余命や教育水準などの社会指標も向上している (表 1.1)。

⁸ 世界銀行によると、近代工業国とは、国内総生産のうち農業の割合が 10%未満、一人当たり GNI US ドル 1,916 以上 3,975 以下の中所得国などとされている。

⁹ ベトナム統計総局、2014 年

¹⁰ “Key indicator 2015” ADB

¹¹ 開発援助の目的を、1 人でも多くの人々が人間の尊厳にふさわしい生活ができるよう手助けすることであると定義し、その上で国の開発の度合いを測定する尺度として、1 人当たりの所得水準、平均余命、就学状況などを基本要素として、これらを独自の数式に基づき「人間開発指数」として指数化したもの。ちなみに、2014 年の日本の HDI 値は 0.961 で、188 カ国中 20 番目であり、最も高いのがノルウェーで 0.996 である。

表 1.1 社会開発状況

項目	1980年	1990年	2000年	2010年	2014年
平均余命（歳）	67.6	70.5	73.3	75.1	75.8
5歳の子どもの生涯のうちに受けられるであろう正規教育年数	8.6	7.7	10.4	11.9	11.9
25歳以上の成人が過去に受けた教育年数	4.2	3.9	5.4	7.5	7.5
一人当たり GNI（購買力平価 2011年基準）（USドル）	1,080	1,410	2,615	4,314	5,092
HDI	0.463	0.475	0.575	0.653	0.666

（出典） Human Development Reports 2015, UNDP

ベトナムの教育制度は、5・4・3・4制である。中等教育は、前期4年、後期3年で構成されており、初等教育の5年間と前期中等教育の4年間が義務教育である。後期中等教育機関としては、普通中等学校（高等学校）と中等技術・職業学校がある。高等教育機関としては大学院・大学・短大（カレッジ）などがある。

ベトナムは仏教徒が約80%を占め、日本と同様に大乘仏教を信仰している。わが国との関係では、1973年に外交関係が樹立され、これまでに総額約2兆円を超える政府開発援助（Official Development Assistance : ODA）が実施されている。その結果、わが国はベトナムに対するトップドナーとなっている。

2000年代に入ると「チャイナ・プラス・ワン」の投資先として日系企業の進出が増加している。ベトナムにはハノイ、ダナン、ホーチミンにそれぞれ日本商工会があり、会員企業数はトータルで1,511社（2015年11月現在）である。在留邦人は届け出ベースで1万3,547人であり¹²、そのうちホーチミン市内在留邦人は約6,800人である。

日・越間の人的交流も盛んである。2005年に2万2,000人ほどであった日本への入国者数は、2014年には5倍の12万4,000人ほどに増加している。在留ベトナム人も増加しており、2005年の約2万8,000人から2014年には約10万人と約3.5倍になっている。高等教育機関へのベトナム人留学生も増加しており、2014年には約1万1,000人となっており、国別順位では、中国、韓国に次いで3番目に多い。日本語教育機関も含めると留学生は約2万6,000人おり、中国に次いで2番目に多い。「日本語能力試験」の最難関であるN1応募者はASEAN諸国の中で一番多く、2014年は1,441名であった。中国、韓国からの応募者が減少傾向にある中、ベトナムからの応募者は毎年増加している。ベトナム日本商工会によると、「日本語能力試験N2を取得しているベトナム人は9,000人おり、日本語のできるベトナム人は多く、人材募集をすると容易に集まる」とのことである。

1-2 経済概況

1986年の第6回党大会で市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）政策が採択され、以下のとおり市場統合や自由貿易体制が進展している。

- 1995年：ASEAN加盟

¹² 外務省「海外在留邦人数調査統計（平成27年要約版）」

- 2007年：WTO（World Trade Organization）正式加盟
- 2009年：ベトナムにとって初めての二国間経済連携協定（Economic Partnership Agreement：EPA）である日・ベトナム EPA 発効¹³
- 2015年：TPP（Trans-Pacific Strategic Economic Partnership Agreement：環太平洋戦略的経済連携協定）全参加国との二国間協議を終了し2016年中に批准手続き予定
- 同年12月末：ASEAN 経済共同体（ASEAN Economic Community：AEC）加盟

ベトナムにおける2015年の実質GDP成長率は6.5%、直近3年間（2013年から2015年）の年平均成長率は6.2%である（図1.3）。

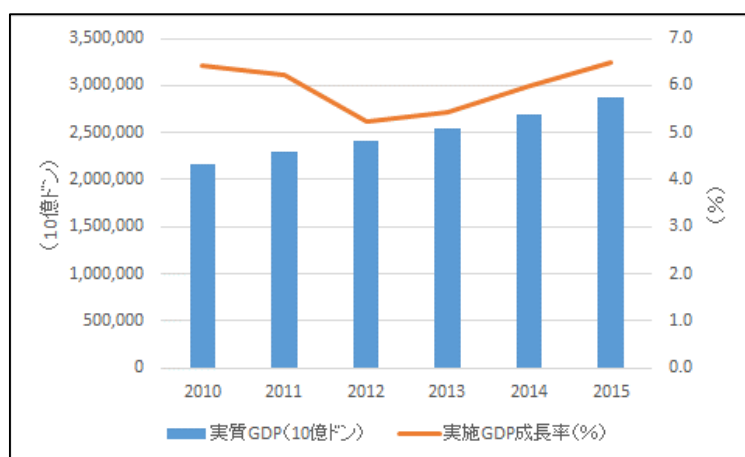


図1.3 経済成長の推移

（出典）National Statistics Office Latest actual data: 2013 National accounts manual used: System of National Accounts (SNA) 1993 GDP valuation

一人当たり国民所得（Gross domestic product per capita, current prices）は約2,170USドル（2015年）であるが、物価水準を考慮した購買力平価に基づく約6,020USドルになる¹⁴。これを都市部と農村部の人口比率¹⁵で推計しなおすと、都市部での一人当たり平均所得は約1万2,000USドル、農村部は約3,000USドルである。経済産業省（2012）¹⁶によれば、世帯の年間可処分所得が5,000USドルを超えると、洗濯機や冷蔵庫など各種家庭製品の保有率が急速に上昇し、7,000～1万USドル辺りから外食や教育、レジャーなど各種サービスへの消費性向が急速に上昇、1万2,000USドルを超えるとヘルスケア分野への消費性向が高まるという。したがって、今後ベトナムは農村部においても各種家庭電化製品の保有率の上昇、都市部におけるサービス消費の拡大が予想される。

¹³ 外務省 対ベトナム社会主義共和国 国別援助方針国別援助方針（2012年12月）

¹⁴ IMF 2015

¹⁵ “Key indicator 2015” ADBによると都市部の人口割合は、33.1%（2014年）である。

¹⁶ 経済産業省 通商白書2013

表 1.2 所得層の定義

所得層	世帯年間可処分所得
富裕層	35,000US ドル以上
上位中間層	15,000US ドル以上～35,000US ドル未満
下位中間層	5,000US ドル以上～15,000US ドル未満
低所得層	5,000US ドル未満

(出典) 経済産業省「通商白書 2013」

産業構造の割合と変化の推移は下表のとおりであり、工業化とサービス産業化が進展していることがわかる (表 1.2)。

表 1.2 産業構造の変化

産業	1990 年	2000 年	2010 年	2014 年
農業 (%)	38.7	24.5	18.9	18.1
工業 (%)	22.7	36.7	38.2	38.5
サービス業 (%)	38.6	38.7	42.9	43.4

(出典) Key indicator 2015, ADB

インフレ率は安定している。2014 年は 4.1%、2015 年は 2.2%と推移し、2016 年は 3.1%と見込まれている¹⁷。為替レートも安定しており、2012 年から 2014 年の US ドルレートや円レートは以下のとおりである (表 1.3)。

表 1.3 為替レート

年	1US ドルあたり (ドン)	1 円あたり (ドン)
2012	20,828	261
2013	20,933	214
2014	21,148	200

(出典) UNCTAD

貿易収支は慢性的に赤字であったが、近年は輸出が好調で 2012 年に黒字に転換している (図 1.4)。

¹⁷ IMF 2015



図 1.4 貿易動向

(出典) ベトナム統計総局

主な輸出品は、農林水産物の一次産品や労働集約型の軽工業品であり、付加価値が低い製品である。輸入品は付加価値の高い中間財や資本財が多い。

ベトナムは1億人近い人口と中間所得層や富裕層の拡大、人件費が中国やタイに比べて割安な点など、消費市場と生産拠点という両方の利点から外国企業による直接投資を呼び込んでいる (図 1.5)。



図 1.5 海外からの直接投資の推移

(出典) ベトナム統計総局

直接投資の分野別累計額 (認可額、2013年12月31日時点) では、製造業分野が全体の56%を占め、最も多い。海外からの直接投資累計額 (認可額、2013年12月31日時点) が最も多い都市は、東南部地域のホーチミン (382億7,600万USドル)、次いで同地域のバリア・ブンタウ省 (268億1,000万USドル)、北部紅河デルタ地域のハノイ (238億2,500万USドル) である。

表 1.4 地域別直接投資累計額

No.	都市/省	投資累計額 (百万 US ドル)	地域
1	ホーチミン市	38,276	東南部
2	バリア・ブンタウ省	26,810	東南部
3	ハノイ市	23,825	紅河デルタ
4	ドンナイ省	21,645	東南部
5	ビンズン省	20,086	東南部

(出典) ベトナム統計総局

(注) 認可額 (2013 年 12 月 31 日時点)

直接投資の国別累計額 (認可額、2014 年 12 月 31 日時点) で最も多いのは韓国 (377 億 2,600 万 US ドル)、次いで日本 (373 億 3,500 万 US ドル) である (表 1.5)。

表 1.5 国別直接投資累計額

No.	国	投資件数	投資額 (百万 US ドル)
1	韓国	4,190	37,726
2	日本	2,531	37,335
3	シンガポール	1,367	32,937

(出典) ベトナム統計総局

(注) 認可額 (2014 年 12 月 31 日時点)

地域別工業生産額 (2012 年) の割合を見ると、ホーチミン市が全体の 17.3%、ホーチミン市を除く東南部地域が 28.9%、メコンデルタが 10.0%であり、南部だけで 56.2%を占めている (図 1.6)。

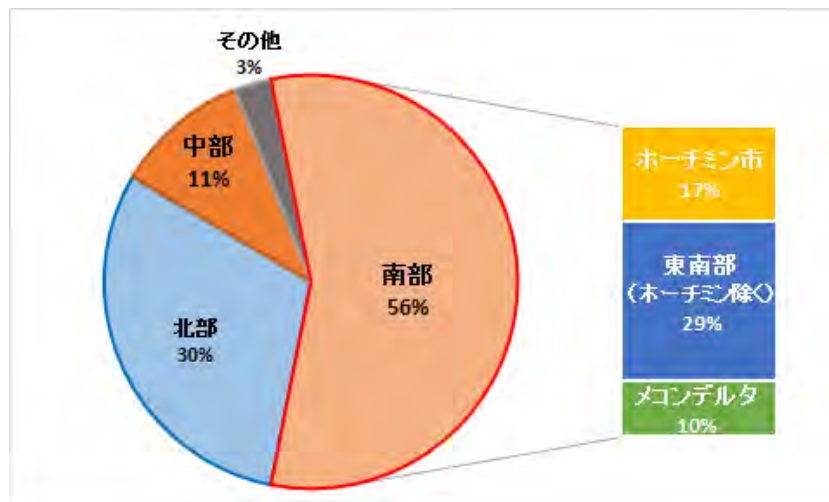


図 1.6 工業生産額割合 (2012 年)

(出典) ベトナム統計総局

企業数（2013年12月31日時点）は、ベトナム全土で37万3,213社あり、そのうち、国有企業は3,199社（約0.9%）、民間企業は35万9,794社（約96.4%）、外資系企業（合弁含む）は1万220社（約2.7%）である。分野別では、自動車・オートバイ修理工場が最も多く14万8,481社（約39.8%）、次いで製造業5万8,688社（約15.7%）、建設業5万2,147社（約14.0%）である。地域別では、ホーチミン市を含む東南部が全体の40.2%（15万27社）を占め最も多く、次いでハノイ市を含む紅河デルタ地域が32.3%（12万677社）を占める。都市別では、ホーチミン市の企業数が最も多く12万724社、次いでハノイ市8万6,014社、ビンズン省1万1,101社の順である¹⁸。

企業進出における外部環境は、以下のとおり良好であるといえる。

政治・政策	<ul style="list-style-type: none"> 政治的に安定しており、政策的なブレが少ない。 AEC加盟やTPP合意など、貿易促進、国内経済社会開発の促進、国際的で透明性の高いルールづくりの進展、海外からの直接投資の増加が予想される。
経済・社会	<ul style="list-style-type: none"> 教育や医療水準の向上により労働者の質が改善してきている。 人口構成は20歳代が最も多く、平均年齢は28歳ほどであり、若年労働者が多い。 人口は9,000万人を超えており、現状の1.1%成長が続くと9年後に1億人を超え、消費市場として有望である。 親日的な国であり、日・越関係は官民ともに強化されてきている。 日本はベトナムにおけるODAのトップドナーであるとともに、ベトナムにおける海外からの直接投資の累計額は、韓国に次いで2番目に多い。

1-3 排水処理分野の開発課題

ベトナムでは、急速な都市化や工業化の進展に伴い、生活排水や産業排水などの汚染排水量の増加、処理施設整備の遅れ、不十分な維持管理などから排水による汚染が深刻な問題を引き起こしている。政府に認可された工業団地（IP：Industrial Park）は2013年9月時点で全国に約300カ所あり、そのうち約7割はすでに運営が開始されている。しかしながら、集中排水処理施設を備えたIPはそのうち7割ほどしかない。

ベトナムの工業団地や工場の多くは川の近くに立地しており、排水処理基準に達していない排水を違法に放流しているケースもある。過去には、グルタミン酸ナトリウム¹⁹の製造会社「ベダン（Vedan）」社²⁰の違法排水事件が起こった。これは、ドンナイ省を流れる「チバイ（Thi Vai）」川への長年にわたる違法排水により、ドンナイ省、バリア・ブンタウ省、ホーチミン市の7,000戸の住民に大きな被害を及ぼし、また、多くの漁師が自主的に廃業せざるを得なくなるなど、ベトナム政府が環境保護政策を見直すきっかけになった事件である²¹。

¹⁸ ベトナム統計総局 “Statistical Yearbook of Vietnam 2014”

¹⁹ アジア諸国の料理や加工食品に広く使用されているうまみ調味料

²⁰ 台湾法人の食品加工子会社

²¹ 裁判所は同社に対し、賠償金として600億ドンを支払うよう判決を下した。

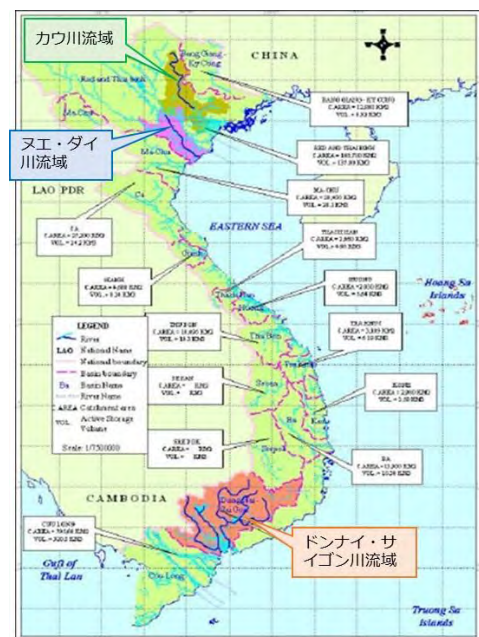
ハノイ近郊を流れるカウ川、ヌエ・ダイ川、ホーチミン近郊のドンナイ・サイゴン川はベトナムの三大流域であるとともに水質悪化が著しく進んでおり、水環境管理が重要な地域になっている。これら三大重点流域の概要は以下のとおりである（表 1.6）。

表 1.6 三大重点流域の概要

重点流域	流域に含まれる省と市	流域面積	年間流量
カウ川	バックアン省、タイグエン省、ビンフック省、ハイズオン省、バクニン省、バクザン省、ハノイ市	6,030km ²	45 億 m ³
ヌエ・ダイ川	ハノイ市、ホアビン省、ハナム省、ナムディン省、ニンビン省	7,665 km ²	288 億 m ³
ドンナイ・サイゴン川	ダクノン省、ラムドン省、ビンフック省、ドンナイ省、ビントゥアン省、ニントゥアン省、タイニン省、ビンズン省、ホーチミン市、バリア・ブンタウ省、ロンアン省	37,400km ²	366 億 m ³

ドンナイ・サイゴン川は上水源としても極めて重要であり、カウ川、ヌエ・ダイ川と比較して流域面積や流量が大きく、事業数や経済規模なども桁はずれに大きい。そのため水質汚染が進めば社会経済に大きな影響を与える事になり、水環境管理の潜在ニーズは極めて高い。

2012 年時点で南部ドンナイ川流域の主要な経済圏（ビンズン省、ドンナイ省、ホーチミン市、バリア・ブンタウ省）における工業団地は 114 カ所ある。114 の工業団地のうち、排水処理システムを導入しているのは約 70%ほどである（79/114）²²。当該地域の工業団地から排出される産業排水量は毎年増加しており（表 1.7）、排水量とその増加率は全国で最も高い²³。ホーチミン市には輸出加工区（EPZ：Export Processing Zone）が 3 カ所、工業団地が 10 カ所あり、そこから排出される排水量は 1 日当たり 5 万 7,700m³ と推計されている。ホーチミン市輸出加工区庁（HEPZA：Ho Chi Minh City Export Processing Zone Authority）によると、ホーチミン市内の EPZ や IP は 2011 年以来排水処理施設を整備してきており、総設計容量は 7 万 300 m³/日、1 日平均約 4 万 4,000 m³ 処理している。



（出典）MoNRE（2006）を基に調査団作成

²² Viet Nam Environment Administration - VEA, 2012

²³ Ministry of Natural Resources and Environment, 2012

表 1.7 南東部の主要な市／省の工業団地から排出される排水量

市／省	2012 年排水量 (m ³ /日)	2020 年排水量予測 (m ³ /日)
ホーチミン市	57,700	138,192
ドンナイ省	79,066	136,937
ビンズン省	45,900	258,730
ロンアン省	25,384	178,506
バリアーブントウ省	93,550	154,958

(出典) Ministry of Natural Resources and Environment, 2012

都市化や工業化の進展とともに排水量が増加しているが、その排水を効率的で効果的に処理できる施設や処理方法が不十分であり、健康被害や水環境の破壊が懸念されている。ホーチミン市天然資源環境局が実施した最新の調査によると、調査地点における地下水の全有機炭素 (Total Organic Carbon)²⁴含有量は 31-86mg/L である。また、主要な河川の生物化学的酸素要求量 (BOD : Biochemical Oxygen Demand)²⁵は 5mg/L 以上であり、環境基準の 4mg/L²⁶を上回っている。特に汚染が深刻な地域はホーチミン市を流れるサイゴン川流域であり、BOD の値は 10mg/L を超えている (図 1.7)。

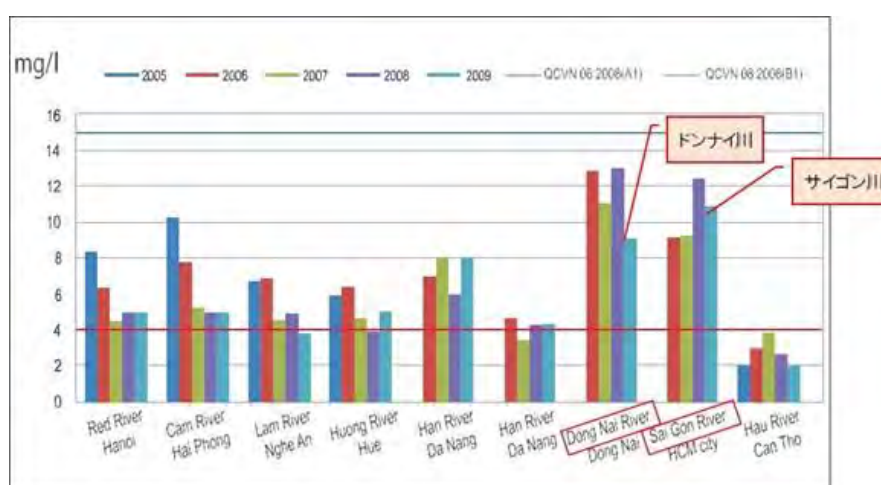


図 1.7 主要河川の年平均 BOD (2005–2009 年)

(出典) National State of Environmental Report 2010

今後も工業団地の増加や入居企業数の増加に伴いドンナイ・サイゴン川流域のホーチミン市や各省の工業団地からの排水量は増加し、総排水量は 2020 年に 2012 年の 2 倍に増加すると予想されている (図 1.8)。

²⁴ 水中の有機物質濃度を有機性炭素に注目して測定した値。この数値が大きくなれば、水中には有機物が多く、水質が汚濁していることを意味する。日本では平成 16 年 (2004 年) 4 月の水道法の一部改正により、水道水の水質基準項目として採用されており、基準値は 3mg/L 以下と定められている。

²⁵ 生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand) は、生物化学的酸素消費量とも呼ばれる最も一般的な水質指標のひとつであり、主に略称の BOD が使われる。水中の有機物などの量を、その酸化分解のために微生物が必要とする酸素の量で表したものである。一般に、BOD の値が大きいくほど、その水質は悪い。

²⁶ QCVN08 : 2008/BTNMT (地表水の水質環境基準) における A1 基準 (生活用水基準)

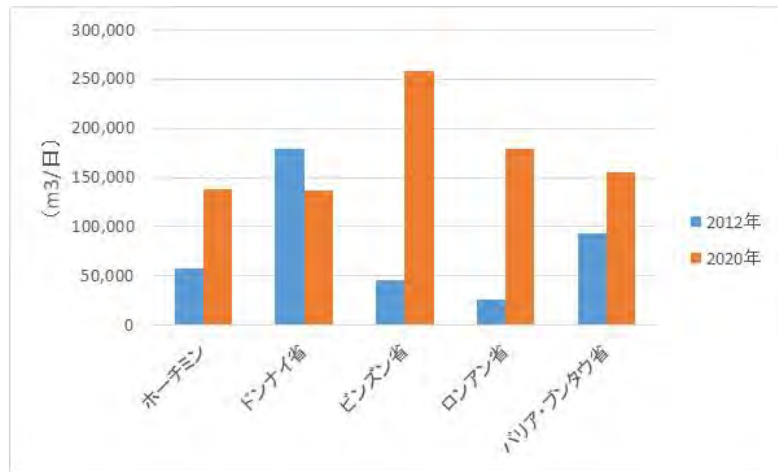


図 1.8 ホーチミン市と周辺の省の工業団地からの排水量
(出典) MONRE

工業団地では、各工場が自ら 1 次処理した排水を集中排水処理施設で 2 次処理して河川に放流しており、入居している各工場は工業団地が定める基準値まで処理する必要がある。ベトナムの環境基準や排水基準は、政令により規定されており、例えば、生活用水に利用する河川に排水を放流する工業団地は、BOD を 30mg/L 以下まで処理する必要がある²⁷。

排水によって水質汚染を引き起こしているベトナムの主な産業は、食品・飲料加工、製紙などである(図 1.9)。東南部に多いこれらの産業の排水の汚染物質は、主に BOD や COD²⁸などの有機性物質、全浮遊物質(TSS²⁹)などであり、ドンナイ・サイゴン川の汚濁負荷を高めている。有機物を多く含む排水は、河川や養殖池の水中溶存酸素量を減少させ、酸素欠乏による水産生物(魚・エビなど)の大量死を引き起こすなど³⁰、生態系や経済活動への悪影響が懸念されており、河川の水質改善は喫緊の課題となっている。

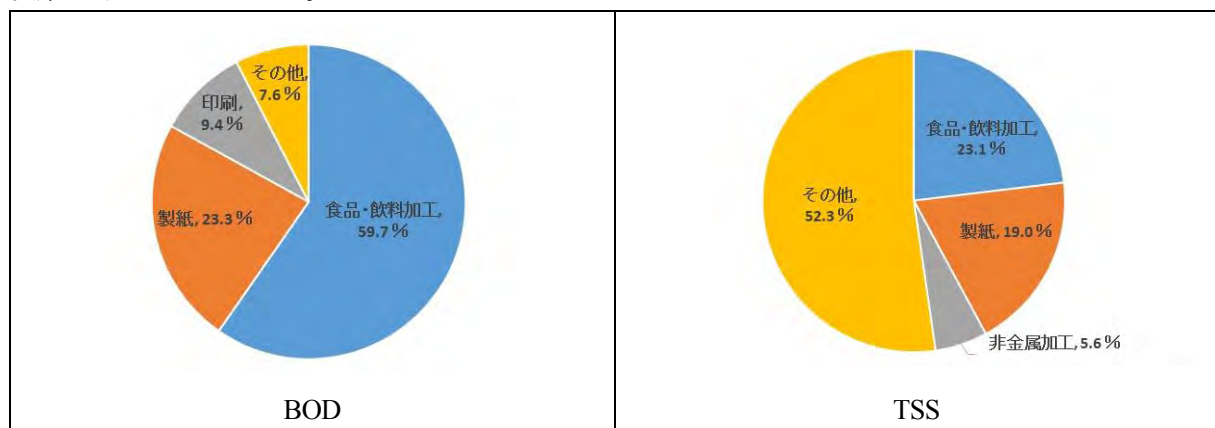


図 1.9 産業排水中の BOD と TSS の産業別寄与度

(出典) Ministry of Industry and Trade, 2010

²⁷ QCVN : 2009/BTNMT (産業排水基準) における A 基準 (生活用水に利用される水域に排出する産業排水基準)

²⁸ COD (Chemical Oxygen Demand) : 水中の有機物を酸化剤で酸化するのに消費される酸素の量

²⁹ TSS→SS (suspended solids) : 水中に浮遊する粒子径 2 mm 以下の不溶性物質の総称であり、水質汚濁の有力な指標の一つ。

³⁰ 社団法人 産業環境管理協会「経済産業省委託 平成 22 年度アジア産業基盤強化等事業 (ベトナムにおける公害防止管理者制度の構築支援に係る調査事業)」平成 23 年 3 月

1-4 開発計画・開発政策・法制度

ベトナム政府は、「社会経済開発 10 ヶ年戦略 (2011-20 年)」³¹において「持続的な開発」を方針としている。その中で、環境指標として、「全国民の清潔かつ安全な水へのアクセス普及」、「企業の環境基準遵守の徹底・普及」などが示されている。また、当該 10 ヶ年戦略を具体化するための「社会経済開発 5 ヶ年計画 (2011-15 年)」³²では、全体目標として「急速かつ持続可能な発展」を掲げ、環境指標として「環境汚染を引き起こす生産施設の 86%に対応を施す」と明示されている。2012 年には、「国家環境保全戦略」を再編し、2020 年までの重要戦略の一つとして環境汚染源対策と汚染管理を掲げている。そのうち水環境管理については、流域レベルでの水質管理と治水・利水なども含めた水資源の総合的な管理を進めていくことを目指している。

ベトナムの環境政策に関し、国家レベルの環境政策立案を担当しているのが天然資源環境省 (MONRE : Ministry of Natural Resources and Environment) の中にある環境保護庁 (VEPA : Vietnam Environment Protection Agency) であり、政策立案、環境保護法の遵守状況の検査、環境保全地方機関に対する指導などを行っている。地方レベルでは、省と中央管轄市の環境行政機関である天然資源環境局 (DONRE : Department of Natural Resources and Environment) が所管している。DONRE は工業に対する環境ライセンスの発行、河川や大気などのモニタリングを実施するとともに、工場から排出される排水、排ガス、廃棄物を実際に規制し、立ち入り検査などによって違反が判明した場合には摘発する役目を負っている。その他、国有企業の産業公害対策を管轄する商工省、建設省、科学技術省などの省庁が環境行政に関係している³³。

2014 年に改訂された環境保護法 (LEP : Law on Environmental Protection) は、環境保護にかかる基本規則を定めた重要な法律であり、ベトナムの環境政策は同法を根拠にしている。

水資源管理に関する主な法律は以下のとおりである (表 1.8)。

表 1.8 水資源管理に関する主な法規制

No.	記号	主内容/タイトル	成立年
1	55/2014/QH13	改定環境基本法 (Law on Environmental Protection)	23/06/2014
2	17/2012/QH13	水資源基本法 (Law on Water Resource)	21/06/2012
3	201/2013/NĐ-CP	水資源基本法実施細則 (Detailing the implementation of some articles in the Water Resources Law)	27/11/2013
4	25/2013/NĐ-CP	排水課徴金規制 (Regulations on environmental protection charges for wastewater)	29/03/2013
5	63/2013/TTLT-BTC-BTNMT	排水課徴金規制の実施ガイドライン (Guiding the implementation of Decree No. 25/2013/NĐ-CP on environmental protection charges for wastewater)	15/05/2013

以下のとおり産業毎に排水処理の技術基準も規定されている。

³¹ 2011 年 1 月の第 11 回共産党大会で採択された共産党文書であり、今後 10 年間の社会経済開発に関する指針を示す重要な文書である。

³² 2011 年 11 月の第 13 期国会で承認された政府文書であり、「社会経済開発 10 ヶ年戦略 (2011-20 年)」をより具体化する文書である。

³³ JBIC 「ベトナムの投資環境 2014」

- 天然ゴム製造業排水の国家技術基準 (QCVN 01-MT:2015/BTNMT)
- パルプと製紙工場排水の国家技術基準 (QCVN 12-MT:2015/BTNMT)
- 繊維産業排水の国家技術基準 (QCVN 13-MT:2015/BTNMT)
- 産業排水の国家技術基準 (QCVN 40:2011/BTNMT)
- 医療排水の国家技術基準 (QCVN 28:2010/BTNMT)
- 水産加工業排水の国家技術基準 (QCVN 11:2008/BTNMT)
- 家庭排水にかかわる国家技術基準 (QCVN 14:2008/BTNMT)

「国家環境保全戦略(2012)」を踏まえ、MONRE は水環境汚染対策を強化しており、DONRE の人員増強、環境警察³⁴の創設、違反に対する課徴金の大幅な増額など実施している。

排水処理規制違反に対する罰則を定める政令(117/2009/ND-CP 号)によると、違反をした場合には、①罰金：最大 4～5 億ドン、②違法行為で汚染された現状に対する改善措置の強制的実施、③違法行為の程度により、処理対策が完了するまで投資証明書や業務証明書などの一時停止措置がとられる。

ベトナムの産業排水基準は、以下のとおりである(表 1.9)。例えば神奈川県が条例で定めている排水基準と比べると同程度の厳しい基準が適用されている。

表 1.9 産業排水処理基準

主な水質検査項目	単位	A 基準 (注 1)	B 基準 (注 2)	神奈川県 (注 3)
BOD	mg/L	30	50	5～60
COD	mg/L	75	150	5～60
SS (懸濁浮遊物質)	mg/L	50	100	15～90
pH (水素イオン濃度)	—	6～9	5.5～9	5.8～8.6

(注 1) A 基準は、生活用水に利用される水域に排出する産業排水基準 (QCVN40/2011/BTNMT)

(注 2) B 基準は、生活用水以外に利用される水域に排出する産業排水基準 (同上)

(注 3) 水質汚濁防止法第 3 条第 3 項の規定による排水基準を定める条例

工業団地内の工場は、工業団地が独自に定めた排水基準に従うことになり、工業団地内の集中排水処理施設で上記 A または B 基準まで処理してから、団地外に排出される。

工業団地外の工場は、直接、河川に放流するため、法律で定められている基準に従うことになる。当該基準にはいくつかランクがあり、生活用水に利用される水域に排出する場合、最も厳しい基準が適用される。

1-5 排水処理分野における ODA 事業の先行事例や他ドナーの動向³⁵

カナダ国際開発庁は、ベトナム・カナダ環境プロジェクト (Vietnam-Canada Environment Project) において“Industrial Pollution Management (IPM)”を目標にモニタリングや管理能力の強化を行っている。

ベルギー政府は、北部タイグエン省の排水処理事業 (事業規模 4,390 億ベトナムドン) に対して政府開発援助 2,520 億ベトナムドン (1,100 万 US ドル相当) を拠出した。同事業にかかる機材供与やコ

³⁴ 環境警察は公安省や各省／市の公安局に属しており、環境違反に関する強制捜査を実施する権限を有している

³⁵ JICA

ンサルテーションサービスに関する契約がベルギーの企業とタイグエン省上下水道都市インフラ開発公社との間で調印されている。

世界銀行は工業団地の排水対策を対象とした行政機関の能力向上、排水の水質自動モニタリング装置の設置、集中排水処理施設へのツーステップローンなどを実施している。

わが国環境省は 2011 年度から「アジア水環境改善モデル事業」を実施し、①省エネ型有機性産業排水処理による水環境改善、②染色産業における排水処理適正化の推進、③水産加工工場における排水処理の水質と施設運営の改善事業などを実施している。

JICA は海外投融資事業において「ベトナム国ロンアン省環境配慮型工業団地関連事業」を対象に、2013 年 1 月 30 日、ベトナム最大の商業銀行の一つであるベトナム産業貿易商業銀行（Vietnam Joint Stock Commercial Bank for Industry and Trade）との間で融資契約に調印した。当該事業の概要は以下のとおりである。

背景	ベトナムは 2020 年までに工業国となることを政策目標に掲げており、近年の急速な経済成長に伴う海外直接投資の増加も手早い、国家の工業化に向けて急速に工業団地の整備が進められている。しかしながら、現在認可されている 200 以上の工業団地の内、排水設備を所有するものは全体の 60 パーセント以下で、未処理で河川などに排出される工業排水は全排出量の 70 パーセントにも及ぶとされ、工業排水による公害問題が深刻化している。また、工業用水需要の急激な増加により、地下水の枯渇も問題視されており、経済成長と環境保全の両立といった、持続可能な経済発展に向けた大きな課題に直面している。こうした状況の中、ホーチミンの南西に隣接するロンアン省では、産業開発を重点政策分野としつつ、環境に十分配慮した工業団地の整備を積極的に進めている。特に、日本企業を中心とした外資の誘致に意欲的であり、その投資環境整備として環境配慮を行った工業団地の整備を推進している。
事業体制	ベトナムにおいて、環境配慮型工業団地に対するユーティリティの提供および表流水を利用した上水施設の整備・運営維持管理を実施する合計 3 つの特別目的会社（Thuan Dao Utility Management Company Limited, Phu An Thanh Utility Management Company Limited, Ben Luc Water Supply Company Limited.）に、施設整備費用などの必要資金を、JICA が海外投融資を通じて支援する。
事業内容	ロンアン省が目指す環境配慮型の工業発展を民間企業のインフラ事業への取り組みを通じて支援する。同省内のタンダオ工業団地、フー・アン・タン工業団地に対して（株）神鋼環境ソリューション、神鋼商事（株）がその技術・ノウハウを活用し、工業団地内で排出される排水処理、および給電関連の整備・運営維持管理のサービスを提供する。また、工業用水の増加に伴う過剰な地下水依存を緩和するため、両日本企業、両工業団地および同省給水公社が共同出資し、給水事業を行う。
期待	<ul style="list-style-type: none"> 本事業が、工業化の進むベトナムにおける持続可能な開発に寄与する一つのビジネスモデルとなること、また、今後の官民連携（PPP）案件のモデルケースとなることを通じ、インフラ分野での官民連携が進展することが期待される。

	<ul style="list-style-type: none"> • 日本の中小企業を始めとする企業のベトナムへの事業展開を促し、進出した日本企業の活動を通じて、ベトナムの産業発展に寄与することが期待される。 • 日本の地方自治体がベトナムにおいて企業と連携する形で水インフラ事業に参画する初の取り組みとなり、日本国内の官民連携によるパッケージ型インフラ輸出の先鞭を着ける事業となることが期待される。
--	--

(出典) JICA ホームページ「海外投融資事業、本格再開後初のインフラ案件に調印」2013

1-6 ビジネス環境

1-6-1 一般

日本法人（外国企業³⁶）が、ベトナム国内へ進出する形態としては主に3つ考えられる；①ベトナムの別会社との契約締結（外国企業自体の拠点は設置しない）、②駐在員事務所（情報収集活動のみで、営業活動は行わない）、③ベトナム現地法人（日本でいう以前の有限会社や株式会社に該当する法人格があり、通常、有限責任の法人格が選択されることが多い）。各形態のメリット、デメリットは以下のとおりである（表 1.10）。

表 1.10 進出形態別メリット、デメリット

進出形態	主なメリット	主なデメリット	備考
代理店契約	<ul style="list-style-type: none"> • 初期投資が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> • 営業、販売は代理店次第 • 運営管理が難しい • 在庫管理が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> • 広告を含め営業、販売への支援が必要
駐在員事務所	<ul style="list-style-type: none"> • 現地法人に比べて設立が容易であり、初期コストが少ない • 自社方針の徹底が行いやすい 	<ul style="list-style-type: none"> • 営業ができない 	<ul style="list-style-type: none"> • 現地情報など入手しやすい
現地法人	<ul style="list-style-type: none"> • 各種コントロールやガバナンスが最も発揮できる 	<ul style="list-style-type: none"> • 初期投資は上記2形態では一番大きく、リスクがより高い 	<ul style="list-style-type: none"> • 事業目的の定義を慎重に行う必要がある

代理店契約の場合、日本企業はベトナム国の別会社³⁷と代理店契約を締結する。その後、当該代理店が小売店とさらに製品の売買契約を締結することになる（あるいはその代理店が直接小売も行う）。与信リスクを取り難い代理店も多くみられるため、取引の際は、ベトナム側の銀行からの LC 発行や 50% 振込後に輸出といった条件をつけることが重要である。

駐在員事務所の場合、まず設立の申請手続を行うこととなる。手続はそれほど難しくない。ただし、駐在員事務所は法的に営業活動ができない、銀行口座への売買代金の入金もできない、という制約があるため、製品の売買契約については、買い手会社が日本の親会社と直接締結することになる。

³⁶ 外国企業：外国企業がベトナムで事業活動を行う場合、ベトナム国での共通投資法および統一企業法等に基づき、投資ライセンス証（商業活動の許可・登録）の取得申請を行わなければならない。

³⁷ ベトナム国の別会社：当該ベトナム法人はベトナムのローカル企業でも外資企業でも問題ない。ただし、ローカル企業ならば営業ライセンス証、外資企業ならば投資ライセンス証にて、当該製品の卸売あるいはまたは小売の活動ができること確認しておく必要がある。

ベトナムで初めて投資を行う外国人は、投資法の手続に従い、投資に関する国家管理機関（本店所在予定地の省または中央直轄市の地方人民委員会の計画投資局）において、投資対象とするプロジェクトのための登録手続または審査手続を経て、投資ライセンス証の発行を受けなければならない³⁸。投資ライセンス証の申請時には必ず具体的な投資プロジェクトを定める必要がある。また、投資ライセンス証における事業目的は明示されるため注意が必要である。

政治・経済・社会と地域別観点からビジネス展開における外部環境を以下のとおりまとめた(表 1.11)。

表 1.11 ビジネス環境

観点	機会	脅威
政治・経済・社会	<ul style="list-style-type: none"> 政治的に安定しており、政策運営に大きな振れがない 治安が良い 特権階級や宗教的対立などなく、社会的に安定している 親日的である 外国投資受入に関する許可手続きの迅速化、各種規制の緩和、外資系企業の非国有化、外国投資家の資産も没収されない AEC 加盟や今後の TPP 批准などにより市場開放の進展や更なる投資受入体制の改善が期待される 	<ul style="list-style-type: none"> 突然の政策変更と頻繁な法改正がある 法律の運用細則がなく、解釈が担当者により異なることがある インフラの未整備（特に、電力については、近年の急速な経済発展に伴い需要が急増しており、各地で停電が発生している） 公的部門（特に税関窓口）では、正規料金以外にも不透明な支出が発生することがある 裾野産業が未発達 AEC や TPP など国際経済への統合に伴う関税引き下げや非関税障壁撤廃により、分野によっては、近隣諸国からの低価格品との厳しい競争に直面する可能性がある
北部	<ul style="list-style-type: none"> 日系自動車メーカーや事務機器メーカーの進出に伴い、関連部品メーカーの進出を誘引している 南部と比較してワーカーの供給や工業団地に進出余地がある 中央政府との交渉を要する場合、政府窓口へのアクセスが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> 幹線道路に二輪車が多く、トラック輸送の妨げになっている（特に、ハノイ市内中心部の交通渋滞は深刻） 渇水時は電力不足が懸念される 南部と比較すると、裾野産業の集積が遅れている
中部	<ul style="list-style-type: none"> ダナンには 4.5 万トン級の入船が可能な良港がある ダナンーハノイ間の陸上輸送の大幅改善 	<ul style="list-style-type: none"> 特に電力インフラが不十分である 日本語ができる人材が不足している
南部	<ul style="list-style-type: none"> 陸上輸送や海上輸送など ASEAN 市場へのアクセスがよい ベトナムにおいて最も産業集積が進んだ地域であり、部品調達先の選択肢が多い ベトナムで最大の経済都市ホーチミンを中心とした地域であり、多くの日本企業も投資しており、工業団地も多い ホーチミン周辺のドンナイ省、ビンズオン省などの周辺地域の開発が急速に進んでいる 	<ul style="list-style-type: none"> 交通事情やマナーが悪く、交通事故が多い 労働力確保が容易でなくなりつつあり、賃金上昇が続いている

(出典) JBIC 「ベトナムの投資環境 2014」ほか

³⁸ 投資ライセンス証の取得：現地法人の設立と同義（ベトナムには商業登記簿制度はない）。なお、法的には届出に該当する申請についても、実質的には審査がなされている。つまり、日本でいう「許認可業」とほぼ同じ意義である。

ベトナム政府は外資に対し、2006年に内資企業と外資企業が同一環境下で事業展開できることを目的とした共通投資法と統一企業法を発効した。今後も引き続き外資を受入れ、活用していくことを開発戦略の最優先課題としている。そのため例えば、投資許可証発給までの期間は15営業日以内とすることが定められており、10日間前後の迅速な対応が可能である。

ベトナムに進出した外資系企業には、内資企業と同様に、法人所得税、付加価値税、特別消費税などが課税されるが、政策的な配慮から法人所得税や付加価値税などへの各種の減免措置が設けられている。また、外資系企業は外国から機械設備や部品・原材料などを輸入する場合、政策的な配慮から輸入関税の減免措置が準備されている³⁹。輸入関税の免税・減税の対象となる物品や投資の例は以下のとおりである。

- 貿易フェアや展示会目的であって一定の条件を満たす物品
- 委託加工契約により輸出加工用に輸入された物品⁴⁰
- 「特別奨励投資分野」、「奨励投資分野」または「特に社会的・経済的条件が困難な地域」、「社会的・経済的条件が困難な地域」への投資や、ODAプロジェクトに対して固定資産形成のために輸入された物品⁴¹

ベトナムは知的財産保護に関し、工業所有権保護に関するパリ条約、標章の国際登録に関するマドリッド協定、特許協力条約、文学・芸術作品の保護に関するベルヌ条約などの国際条約に加盟しており、知的財産権の保護に関する義務を負っている。2006年7月に知的財産権法が施行され、著作権、著作権に関連する権利、工業所有権、植物品種にかかる権利や権利保護が規定されている。所轄官庁は、科学技術省・国家知的財産庁であり、文化情報省、農業農村開発省が協力して国家レベルでの管理を実施することと規定されている。各権利の登録には所轄官庁への申請書を出願し認定されることが要件となる。この要件を満たしたもののだけが、権利侵害のあった場合に、当該権利が自己の所有であることを証明することなく、保護される。一般的に、登録出願については、先願主義が認められている⁴²。工業所有権に関する規定は以下のとおりである（表1.12）。

表 1.12 ベトナムにおいて保護される知的財産権

知的財産権	保護対象	認定手続き	保護期間
工業所有権	創作または所有する発明、工業意匠、半導体集積回路の回路配置、営業秘密、商標、商号、地理的表示	出願、審査、登録、官報掲載	<ul style="list-style-type: none"> ・工業意匠権：出願日から 5 年（5 年ずつ 2 回更新可） ・商標権：出願日から 10 年（10 年ずつ更新可）

（出典）知的財産権法

1-6-2 排水処理事業環境

2014年における産業排水処理関連の世界市場規模は220億USドルであり、2018年には250億US

³⁹ 優遇輸出入関税リストに掲載されている物品の優遇関税率は、標準関税率より50%低く設定されている。

⁴⁰ 原材料、生産や加工工程での必需品、加工品サンプルとして使用されるもの、加工のため使用される機械・設備など。

⁴¹ 設備・機械、科学技術省より認可を受けた技術ラインなどで使用される特殊な輸送用手段、労働者の移動用機器、それら設備・機械の部品・原材料、ベトナムで生産できない建設資材など。

⁴² 知的財産権法（JBIC「ベトナムの投資環境2014」）

ドルに拡大すると推計されている。産業別では、食品・飲料加工分野の市場規模が最も大きく（約 40 億ドル超、2014 年）、同分野の地域別では、アジア大洋州地域が最も大きな市場である⁴³。

ベトナムの排水処理投資規模は、2014 年以降急拡大している（図 1.11）。その背景として排水処理施設の PPP（Public-Private Partnerships）⁴⁴や BOT（Build Own Transfer）⁴⁵ニーズがある⁴⁶。



図 1.11 ベトナムにおける排水処理投資額の推移

（出典）“Overview of the global water market” 2014, Media Analytics Ltd., Global Water Intelligence

ベトナムにおける産業用水関連機器、設備、運営などの需要をみると、発電プラント（6,270 万 US ドル）に次いで、食品加工・飲料プラントでの需要が大きい（3,460 万 US ドル）（図 1.12）。

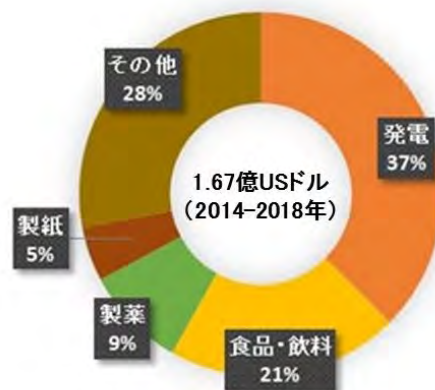


図 1.12 ベトナムにおける産業用水関連需要

（出典）“Overview of the global water market” 2014, Media Analytics Ltd., Global Water Intelligence

⁴³ “Overview of the global water market”, 25th of September 2014, Media Analytics Ltd., Global Water Intelligence

⁴⁴ 官と民がパートナーを組んで行う事業。従来自治体が公営で行ってきた事業に、民間事業者が事業の計画段階から参加して、設備は官が保有したまま、設備投資や運営を民間事業者に任せる民間委託などを含む手法。

⁴⁵ 施設建設だけでなく、一定期間の操業まで投資企業が請負い、その間の収益で投下資本を回収し、その後に当該施設を相手企業に引き渡す方式。

⁴⁶ “Overview of the global water market” 2014, Media Analytics Ltd., Global Water Intelligence

ビジネス環境に関し、在ホーチミン日本国総領事館から以下のコメントをいただいた。

- 工業団地外の工場からの排水処理が課題となっており、基準を満たす処理ができない工場は立ち退きを余儀なくされている。
- 南部地域には食品加工工場が多い。
- ベトナムでは法律ができていてもそれを施行するための細則が出てこないため、施行が進まない。また、法律を守るという意識が弱い。
- ベトナム人は性能よりも価格を重視する。高価で 10 年持つ製品よりも、安価で 3 年持つ製品の方を好む。スペックを落として価格を下げるなどの対応が必要。
- 川の汚染が深刻であり、滋賀県知事がホーチミンを訪問し、水環境分野で今後ホーチミン市を支援していくことになった。
- 生活排水や工業排水など効率的で効果的な排水処理ができていないので、ビジネスチャンスはある。

1-6-3 許認可制度

外国投資家が工場建設などによってベトナムに投資する場合、投資許可申請手続きの際に環境影響評価報告書を提出し、環境ライセンスを取得する必要がある。ただし、工業団地、輸出加工区、ハイテク区内などに投資し、当該工業区などの造成時に環境影響評価の手続きを実施済みの場合は、環境基準保証登録を提出する簡易な手続きで済む。環境ライセンスを取得した企業は、年に数回、環境モニタリング報告を提出する義務を負う。地方または中央の環境部局の立入検査を受けることもある。

また、工場敷地内に排水処理施設または廃棄物処理施設を建設する場合、操業開始後 6 ヶ月以内に地方または中央の環境部局に汚染なし証明を提出し、汚染なし証明書並びに環境証明書を取得する必要がある。これらの証明書には有効期限があり、更新手続きが必要である。環境基準や規制については、ベトナム企業にも外資系企業にも同一の基準が適用される⁴⁷。

環境保護事業に関しては、一定の環境保護事業を営む企業に対して、活動期間中法人税率は 10%とし⁴⁸、僻地での活動の場合には 4 年間免税、次の 9 年間は当初税率からの 50%減税、僻地でない場合には 4 年間免税、次の 5 年間は当初税率からの 50%減税となっている⁴⁹。そのほか、環境保護事業を営む個人または企業が科学研究、技術開発のためにベトナム国内で生産不可能な機械設備や原材料を輸入するときは、付加価値税が免除される⁵⁰。

1-6-4 排水処理関連機器販売業者

排水処理関連機器（フィルター、ポンプ、ディフューザー、エアブローワーなど）の販売業者は以下のとおりである（表 1.13）。

⁴⁷ JBIC 2014

⁴⁸ 2009 年 1 月 14 日付 Decree No.04/2009/ND-CP とその施行ガイドラインである 2009 年 12 月 8 日付 Circular No.230/2009/TT-BTC

⁴⁹ 2008 年 12 月 11 日付 Decree No.124/2008/ND-CP 付録

⁵⁰ Circular No.130 第 G 章第 II 節、第 III 節

表 1.13 ホーチミン市における主な排水処理関連機器販売業者

No	社名	住所
1	Environmental Technology ENVICO CO., LTD	199/14 Dang Van Bi St., Ward Truong Tho, Thu Duc District, <i>Ho Chi Minh City</i>
2	Technology and Environment Tường Phát CO., LTD	16/1 Huynh Tan Phat street, Phu Thuan ward, 7 district, <i>Ho Chi Minh city</i>
3	A Chau environment services trade CO., LTD	404 street Tan Son Nhi, Tan Quy ward, Tân Phú district, <i>Ho Chi Minh city</i>
4	Thien Ha Xanh environment CO., LTD	118/22/10 Phan Huy Ich street, 15 ward, Tan Binh district, <i>Ho Chi Minh city</i>
5	Technology science treatment water Diep Tin	1232 10 Provincial Highway, Tan Tao ward, Binh Tan district, <i>Ho Chi Minh city</i>
6	Design Consultant and Environmental Engineering Tri Viet	290/54 No Trang Long street, 12 ward, Binh Thanh district, <i>Ho Chi Minh city</i>
7	Nuoc Trong technology	60 Bui Thi Xuan, 1 district, <i>Ho Chi Minh city</i>
8	Le Huynh Environment	113/37/14 Tan Chanh Hiep street, Tan Hiep Chanh district, 12 ward, <i>Ho Chi Minh city</i>
9	Yec Xanh environment CO., LTM	E1/2C8 Quach Dieu street, 5, Vinh Loc A commune, Binh Chanh district, <i>Hồ Chí Minh city</i>
10	Truong Thanh Lap CO., LTM	47 Tran Mai Ninh street, 12 ward, Tan Binh district, <i>Ho Chi Minh city</i>
11	Cat Tan CO., LTM	49/64/41 51 street, 14 ward, Go Vap district, <i>Ho Chi Minh city</i>

(出典) 調査団

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

2-1-1 業界分析、提案企業の実績、業界における位置づけ

産業排水処理は、大きく、食品加工工場などから出る有機物を多く含んでいる排水処理と、メッキ工場などから出る無機物を多く含んでいる排水処理に分類される。後述する提案企業の散気装置「アクアブラスター」は前者の有機排水処理に利用される。有機排水処理は、これまで加圧浮上装置⁵¹と活性汚泥法⁵²が主流であり（図 2.1）、最近ではその後処理として液中膜ろ過処理、いわゆる MBR（Membrane Bioreactor）処理⁵³が主流になりつつある。

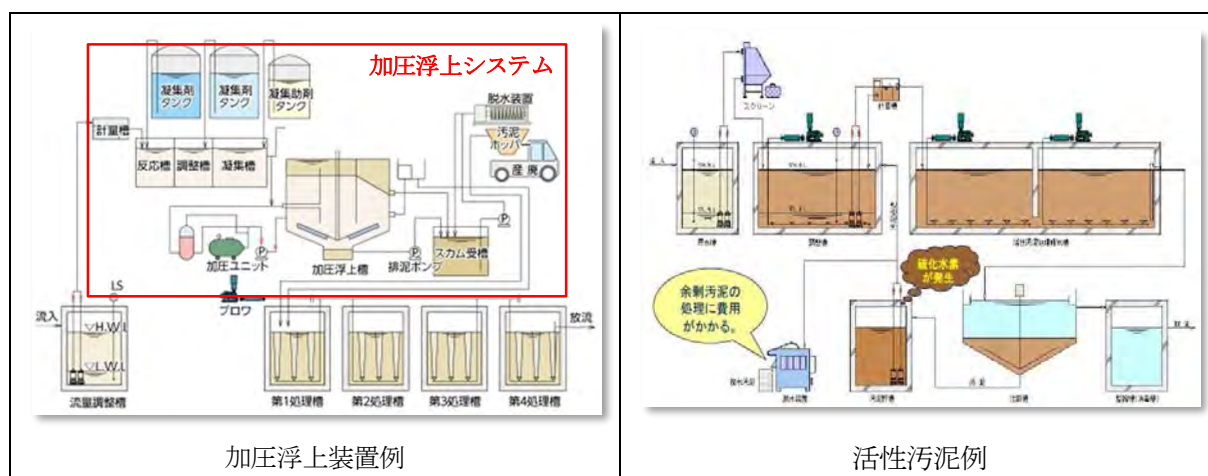


図 2.1 従来型の有機排水処理事例

（出典）アイエンス

従来型の処理方法では、以下のような問題点がある。

- 加圧浮上装置と薬剤で油脂分を除去してから活性汚泥槽に送り込むことが多いため、汚泥が凝集しやすくなり、凝集汚泥から悪臭が発生する。
- 活性汚泥の処理計算式は 50 年近く前から使われており、かつ、異なった排水条件下でも同一の計算式を用いることが多いため、適切な排水処理ができない、悪臭が発生するなど数々の問題が発生している。
- 分解できない有機分は汚泥となるため、その処理が必要になってくる。

活性汚泥、加圧浮上装置、アクアブラスターの特長や性能を比較すると以下のとおりである（表 2.1）。

⁵¹ 水の比重との差が非常に小さい物質に空気を加圧して浮上させる装置。

⁵² 排水中の有機物を中心とした汚濁物質に対し、排水に空気を吹き込んで大量に繁殖させた微生物の代謝によって分解し、浄化する方法。

⁵³ 活性汚泥法の一つで、処理された水と活性汚泥との分離を従来の沈殿池に代えて、ろ過膜を使って行う方法。

表 2.1 有機排水処理方法の比較

比較事項	活性汚泥	加圧浮上装置	アクアブラスター
設置スペース	広い敷地が必要	機会と設置スペースさえあれば設置可能	活性汚泥の 1/3 から 1/4 のスペースで設置可能
イニシャルコスト	大きな水槽と汚泥処理設備が必要になる	加圧浮上装置と汚泥脱水機だけのコスト	ある程度の処理水槽が必要
ランニングコスト	汚泥処理費、運転管理費用がかさむ	汚泥処理費、薬剤費、運転管理費用がかさむ	電気代だけである
悪臭の発生	汚泥貯槽から硫化水素や腐敗臭が発生する	構造上、硫化水素や腐敗臭が発生する	硫化水素などの悪臭物質は発生しない
処理能力	河川法流基準値まで処理可能	BOD の処理に問題が残る	下水道放流基準値まで処理可能
運転管理	汚泥濃度管理など専門人員の配置が必要	薬注、汚泥の管理など非常に手間がかかる	ほぼ機械の稼働確認だけである

(出典) アイエンス

提案企業は、排水処理方法に悩む大手企業からも数多く相談を受けるが、それに対して適切な空気量計算とアクアブラスターを使った特殊な曝気方法でそれらを解決してきている。散気装置⁵⁴メーカーとして大手プラント会社にも提案と製品販売を行いながら、自社で排水処理設備も請け負えるという独特のポジションを確立している。

アクアブラスターの導入先は大手プラント会社、食品加工工場、ホテル、自動車メーカーなどであり、国内で 100 件以上の納入実績がある（表 2.2）。直近の売上高は 1 億 7,000 万円（2014 年 9 月期）ほどであり、今期はさらなる増収増益が見込まれている。海外では、タイ公共下水処理場パタヤに 120 台、韓国公共下水処理場ヨンインレスピアに 308 台の納入実績がある。

表 2.2 主な取引先

主な代理店	主な納入先
・ 旭化成商事株式会社	・ 王子製紙株式会社
・ オーウェル株式会社	・ 関東自動車工業株式会社
・ 小浦石油株式会社	・ キャタピラージャパン株式会社
・ 大塚刷毛製造株式会社	・ 株式会社コープフーズ
・ サラヤ環境デザイン株式会社	・ 株式会社小松製作所
・ サンエス工業株式会社	・ 株式会社島津製作所
・ 島津システムソリューションズ株式会社	・ ダイハツ工業株式会社
・ 株式会社島津製作所	・ 株式会社豊田自動織機
・ 東京産業株式会社	・ トヨタ自動車株式会社
・ 日工株式会社	・ 日工株式会社
・ 日本空調サービス株式会社	・ 日産車体株式会社

⁵⁴ 圧縮した空気を気泡にする装置のことで、ディフューザーともいう

<ul style="list-style-type: none"> ・株式会社日立プラントサービス ・日立プラントテクノロジー株式会社 ・富士電機株式会社 	<ul style="list-style-type: none"> ・ホテルオークラ神戸 ・三菱電機株式会社 ・三菱ふそうトラック・バス株式会社 ・ヤマハ発動機株式会社
---	---

(出典) アイエンス

アクアブラスターは、有機排水処理以外でも自動車工場の循環水の処理や廃プラ洗浄水の浄化などにも使用されており、経済的効果が認められている現場が数多くある (図 2.2)。



図 2.2 導入事例

(出典) アイエンス

2-1-2 活用が見込まれる製品・技術の特長

アクアブラスターの特長は、曝気と微生物だけで産業排水を効率的かつ省エネルギーで処理できることにある。特許を取得済 (特許番号: 第 4749961 号) で、近畿経済産業局主催ニュービジネス協議会 (2005 年) での受賞歴もある。

アクアブラスターは、円筒形の筒に特殊な羽根と空気ノズルを組み合わせたシンプルな構造であるが、激しい水流で高い酸素溶解効率と強力な攪拌対流を両立させることで水中の有機物を分解する微生物を活性化させ、水処理能力を飛躍的に高めることができる (図 2.3)

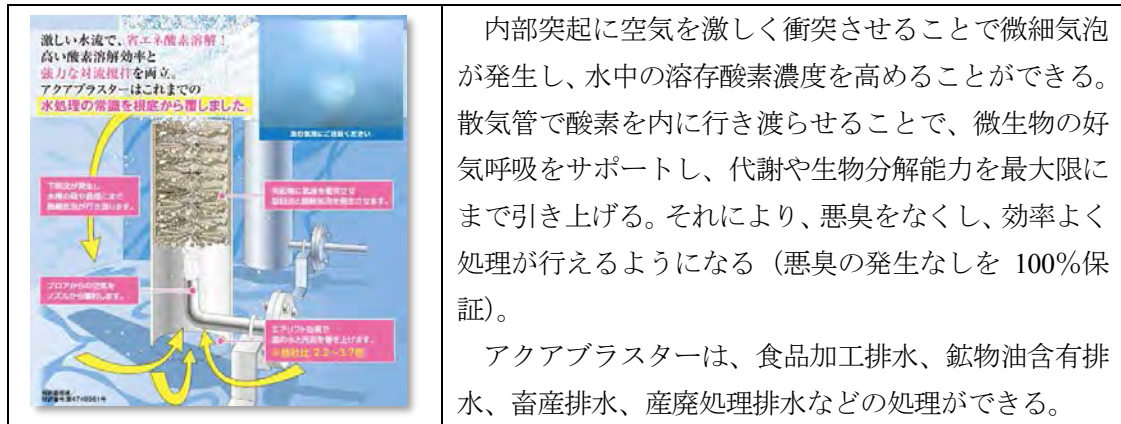


図 2.3 アクアブラスターの特長

(出典) アイエンス

アクアブラスターは、設置する処理槽の水深により 2 つのタイプ (AL 型、AS 型) がある。タイプ別形状と寸法は下図のとおりである (図 2.4)。

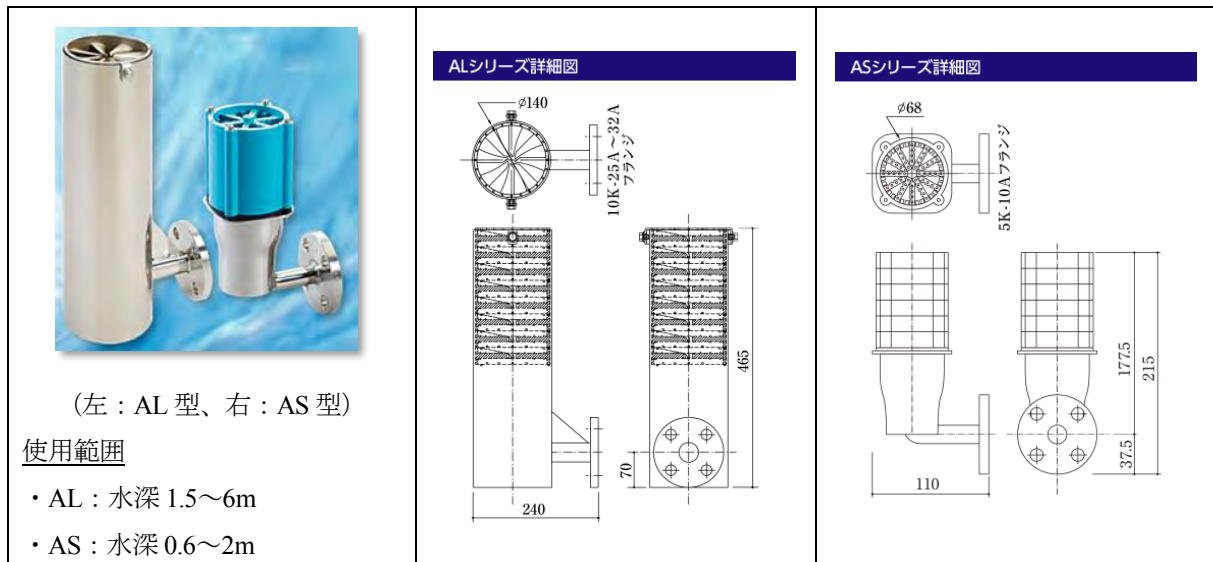


図 2.4 アクアブラスターのタイプ

(出典) アイエンス

各タイプの規格と販売単価は、下表のとおりである (表 2.3)。

表 2.3 タイプ別規格と販売単価

品番	適応風量	サイズ	販売単価
AL-750	600~900m ³ /min	W240×H465	1,400US ドル
AS-250	175~275m ³ /min	W110×H215	800US ドル

(出典) アイエンス

AL-750 に関しては円筒形の筒やパイプなどを現地調達し、コア部分の特殊な羽根と合わせて現地組

み立てすることで製品価格を 600US ドルほどにしたいと考えている。

設置例は下図のとおりである (図 2.5)。AL 型の推奨水深は、1,500~6,000mm であり、エア噴射角が約 30 度になるよう配置する。AS 型の推奨水深は 600~2,000mm であり、エア噴射角は AL 型と同様に約 30 度になるよう配置する。一般的に水面で噴出波が交わるように配置する。

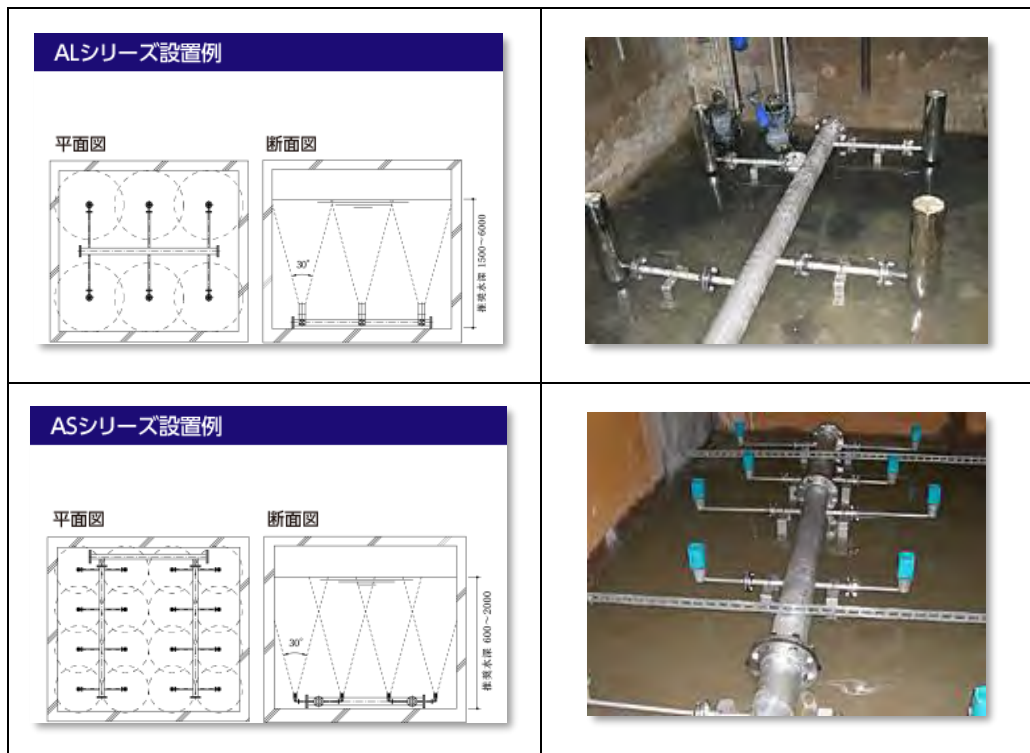


図 2.5 アクアプラスターのタイプ別設置例

(出典) アイエンス

基本的な排水処理フローは下図のとおりである (図 2.6)。調整槽や曝気槽の水深、サイズ、水量に応じて最も効率的に処理できるようアクアプラスターのタイプ (AL 型/AS 型)、配置、台数、空気量などを設計する。

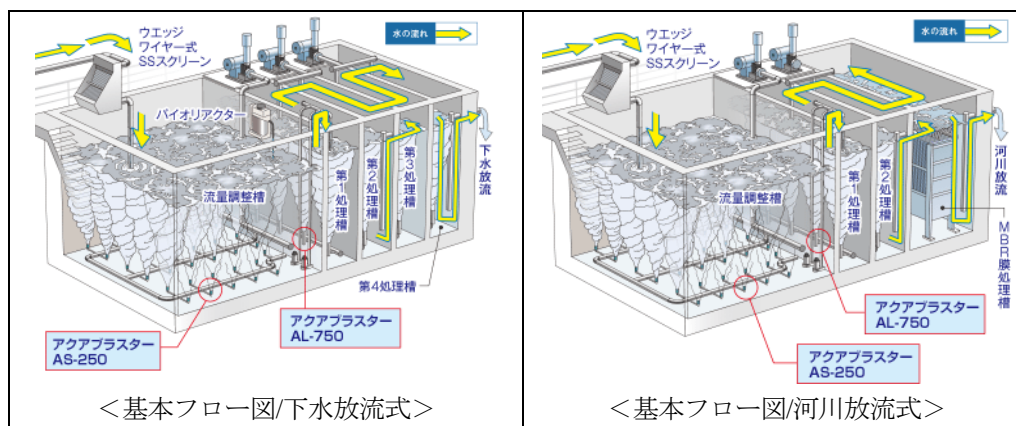


図 2.6 排水処理フロー

(出典) アイエンス

アクアブラスターの導入による排水の水質変化とランニングコストの削減事例は以下のとおりである。

(1) 排水の水質変化事例

鶏肉加工工場の地下の排水処理施設にアクアブラスターを導入したケースであり、アクアブラスター稼働後2日半、活性汚泥、加圧浮上装置などの設備や凝集剤、pH調整剤などの薬品を一切使用せず、排水処理処理基準を満たした(表2.4)。



表 2.4 水質変化の推移

指標	原水	調整槽	第1曝気	第2曝気	第3曝気	第4曝気	第5曝気	第6曝気	第7曝気	放流槽
BOD (mg/L)	4800	1600	1200	1100	740	470	240	220	210	24
COD (mg/L)	1100	880	900	850	720	780	380	340	330	120
SS (mg/L)	3200	1700	1300	1500	1200	1200	430	450	390	47
n-hex ⁵⁵ (mg/L)	2000	200	97	41	19	7	3	5	3	1<
T-N ⁵⁶ (mg/L)	320	130	150	160	150	130	89	82	83	47

(出典) アイエンス

(2) ランニングコスト削減事例

毎日1万2,000食を製造し、1日に220~250m³の排水が流される日本国内の弁当工場にアクアブラスターを導入したところ、導入前の悪臭が消えるとともに、下水道基準を守れなかったことによる追徴料金、汚泥回収費用、薬品使用料などのランニングコストが激減し、年間1,200万円の経費を削減することができた(表2.5)。

⁵⁵ n-hex (ノルマルヘキサン抽出物質含有量)：水中の「油分」を表わす指標。動植物油脂、脂肪酸、ワックスグリースなどの総称

⁵⁶ T-N (全窒素)：水の富栄養化の程度を表す指標

表 2.5 年間のランニングコスト削減事例

項目	導入前	導入後	差額
下水道追徴料金 (円)	9,900,000	2,100,000	- 7,800,000
汚泥回収費用 (円)	3,600,000	0	- 3,600,000
薬剤使用料 (円)	1,200,000	0	- 1,200,000
電気消費料 (円)	3,000,000	4,000,000	1,000,000
差額合計			12,100,000

(出典) アイエンス

2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況

日本国内で一般的に使われている円筒形ディフューザーの価格と比較すると、販売単価は、8～10倍である。また、ベトナムで一般的に使われているディスク型ディフューザーの販売価格は、台湾製など安価なもので9～15ドル、アメリカ製で20ドル、その他25ドルほどである。アクアブラスターの価格はディスク型ディフューザーと比べてAS型の場合32～88倍、現地生産した場合のAL型と比べても24～66倍であるが、**処理能力はディスク型の約4倍**（ディスク型4台をアクアブラスター1台で代替可能）、**耐久性は約5倍**（ディスク型は1～2年で故障するがアクアブラスターは10年間性能を維持する）、**電気代は約半分**（ディスク型と比べて45%ほど削減可能）で済む。

消費電力に関し、韓国ヨンイン市の研究機関で90日間連続2塔同時比較実験を行った結果、ディスク型ディフューザーと比較して、約45%の電力削減ができることが確認されている（図2.9）。



図 2.9 消費電力（ディスク型ディフューザー比）

(出典) アイエンス

初期投資額とランニングコストを含む費用対効果を以下のとおりシミュレーションした。

ディフューザー導入の場合	<ul style="list-style-type: none"> 200 台のディスク型ディフューザー（15US ドル/台）を設置している処理槽において当該ディフューザーを毎年交換 初期投資額：3,000US ドル（200 台×15US ドル）
アクアブラスターへの代替ケース 1	<ul style="list-style-type: none"> AL タイプの部品の一部を現地生産し、現地組み立てした場合の製品単価：600US ドル 設置台数：50 台（ディスク型ディフューザー4 台をアクアブラスター1 台で代替可能であるため、200 台/4） 初期投資額：30,000US ドル（50 台×600US ドル）
アクアブラスターへの代替ケース 2	<ul style="list-style-type: none"> AS タイプの現行価格：800US ドル 設置台数：50 台（同上） 初期投資額：40,000US ドル（50 台×800US ドル）
アクアブラスターへの代替ケース 3	<ul style="list-style-type: none"> AL タイプの現行価格：1,400US ドル 設置台数：50 台（同上） 初期投資額：70,000US ドル（50 台×1,400US ドル）

年間消費電力は、ブロワー（送風機）の出力に応じて表 2.6 のとおりである。アクアブラスターはディスク型ディフューザーと比べて最大 45%消費電力を削減可能であるため、ベトナムにおける年間の電力消費削減料は 1,167～3 万 4,690US ドルと見積もられる。

ブロワー出力 (kw/台)	年間消費電力 (kw)	電気代 (セント/kw)	年間電力費 (ドル)	50%削減	45%削減	40%削減	35%削減	30%削減
3.7	32,412	8	2,593	1,296	1,167	1,037	908	778
5.5	48,180		3,854	1,927	1,734	1,542	1,349	1,156
7.5	65,700		5,256	2,628	2,365	2,102	1,840	1,577
11	96,360		7,709	3,854	3,469	3,084	2,698	2,313
15	131,400		10,512	5,256	4,730	4,205	3,679	3,154
18.5	162,060		12,965	6,482	5,834	5,186	4,538	3,889
22	192,720		15,418	7,709	6,938	6,167	5,396	4,625
30	262,800		21,024	10,512	9,461	8,410	7,358	6,307
37	324,120		25,930	12,965	11,668	10,372	9,075	7,779
45	394,200		31,536	15,768	14,191	12,614	11,038	9,461
55	481,800		38,544	19,272	17,345	15,418	13,490	11,563
75	657,000		52,560	26,280	23,652	21,024	18,396	15,768
90	788,400		63,072	31,536	28,382	25,229	22,075	18,922
110	963,600		77,088	38,544	34,690	30,835	26,981	23,126

表 2.6 電力コスト削減

(注) ベトナムの平均電気料金：8 セント/kw

ディスク型ディフューザーを用いた場合の総コスト（初期投資

と年間電力料）と上記各ケースのアクアブラスターを用いた総コストの差が逆転する時期は以下のとおりである（図 2.10）。例えば、ケース 1 の場合、ブロワー出力 37kw 以上で 2 年目、90 kw 以上で 1 年目にコスト差が逆転する。ケース 2 の場合、ブロワー出力 55kw 以上で 2 年目、110kw で 1 年目にコスト差が逆転する。ケース 3 の場合、ブロワー出力 110kw で 2 年目にコスト差が逆転する。

ブロワー出力 (kw/台)	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
3.7										
5.5						AL型(600USドル)				
7.5							AS型(800USドル)			
11										
15										
18.5										
22								AL型(1,400ドル)		
30										
37										
45										
55										
75										
90										
110										

図 2.10 ライフサイクルコスト逆転年数

ディスク型ディフューザーでは、底部に汚泥がたまり嫌気となるが、アクアブラスターは高い酸素溶解効率と強力な攪拌対流により水槽全体に酸素が行き渡り、底に汚泥が堆積しない（図 2.11）。それにより、汚泥回収費用も大幅な削減（最大ゼロ）が見込まれる。

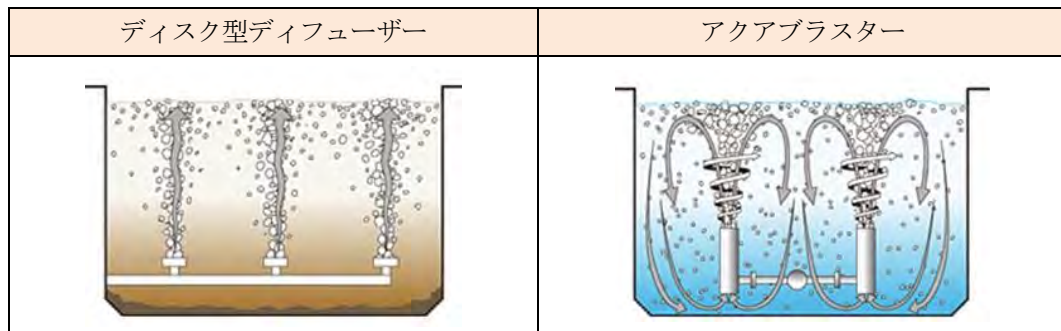


図 2.11 汚泥発生対比

（出典）アイエンス

工業団地の集中排水処理施設のブロワー出力は 1 台あたり 30kw 以上のものを 2 台、または 55kw 以上のものを 1 台導入しているケースが多い。工業団地 1 カ所当たり平均的に 55kw 出力のブロワーが導入されているとすると、図 2.10 のとおり初期投資とランニングコスト（電気料金、取り換え費用）を合わせたライフサイクルコストは、2~4 年で逆転する。ランニングコストに汚泥回収費用も加えると、アクアブラスターの費用対効果がさらに高まり、ライフサイクルコストは 1~3 年で逆転すると推測される。

以上、アクアブラスターの特長と他の製品との性能比較(表 2.7)をまとめると以下のとおりである。

- 内部突起に空気を激しく衝突させることで微細気泡が発生し、高負荷の排水や循環水中の**溶存酸素濃度を高める**。ディフューザー型と比べて、酸素溶解効率は約 2 倍である（図 2.12）。
- 散気管で酸素を内に行き渡らせることで、微生物の好気呼吸を促し、**代謝や生物分解能力を最大限にまで引き上げる**。それに伴い、**発生汚泥が減少するとともに、硫化水素や腐敗臭が発生しなくなる**（図 2.13）。腐敗臭が出るということは処理ができていない証拠であり、アクアブラスターは 100%悪臭がないことを保証する。

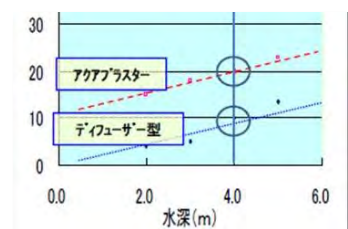


図 2.12 酸素溶解効率

（出典）アイエンス

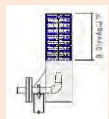




図 2.13 悪臭と排水処理との関係

（出典）アイエンス

- 活性汚泥や加圧浮上装置などを使用せずに曝気とバイオだけで **BOD・SS・油分を大幅に削減**できる。
- 製品内部の圧力損失がほぼゼロなので、200～700mmAq⁵⁷もある他の散気装置より電気代が安くなる。例えば、ベトナムで広く導入されているディスク型ディフューザーと比べて電気代を45%削減できる。
- AL-750の場合20mmの異物を通過させることが可能であり、目詰まりしない。
- 耐久性があり、メンテナンスが簡単で専門的な人員を必要としない。

表 2.7 性能比較

比較項目	アクアブラスター	ディスク型ディフューザー	円筒型ディフューザー
電気消費量(注)	少ない(0.55)	一般的(1.0)	多い(3.7)
水の攪拌力(底の水のくみ上げ)	あり	なし	なし
性能劣化年数	10年以上性能維持	2年以降性能低下	2年以降性能低下
メンテナンス性	目詰まりによる装置の修理や取り換えがほとんど発生しない	1～2年ごとに目詰まりや破損による装置の修理や取り換えが必要	1～2年ごとに目詰まりや破損による装置の修理や取り換えが必要
電気消費量に対する処理効率	高い	一般的	低い
酸素溶解効率	高い	一般的	一般的
微生物活性度	高い	一般的	一般的
圧力損失	ゼロ	150～200mmAq	600～700mmAq
備考(製品形状)			

(出典) アイエンス

(注) ディスク型ディフューザーの電力消費を「1」とした場合の比率

2-2 事業展開における海外進出の位置づけ

提案企業は、会社設立から今まで15年間にわたり国内実績を積み重ね、納品先から高い評価を得てきた。タイでは、現地日系企業への導入効果が口コミで伝播し、ローカル企業からの引き合いがきている。また上述したとおり、韓国では、研究機関においてアクアブラスターと他製品との90日間連続運転による性能比較実験が行われ、他製品と比較して消費電力を約45%削減できることが確認された。このように、海外でもアクアブラスターの処理性能やコストパフォーマンスの良さが評価され始めている。

国内販売は好調であるが、長期的には市場が飽和状態になると思料されるため、好調な時期にさらなる飛躍を目指す次の一手として本格的な海外展開を考えている。

⁵⁷ AqはAquaの略。圧力の単位。

海外展開を目指している地域は、工業国化の進展とともに排水処理問題が顕在化してきているアジア地域である。重点国は、日本国内の実績をアピールしやすい親日的で日系企業の進出が増えている開発途上国であり、まずは、ベトナムで事業展開する方針である。

ベトナムへの進出は、提案企業の企業理念である「地球に優しい環境づくり」にも合致している。下水処理のプロフェッショナルとして、汚染浄化に対応し、持続可能な社会の構築をサポートしながら事業展開したいと考えている。進出方法は、当面現地代理店へ製品を卸すとともに、店内に小型のデモ機を設置し、来店客の関心を高める。その後、販売計画と実績状況に応じて、現地企業と合弁で製品のコア部分以外を現地で生産、組み立てる体制とし、製品単価を引き下げ、競争力を高める。また、ベトナムや近隣国で展示会の機会があれば、積極的に出展し、認知度を高め、潜在顧客を開拓する。

2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

2-3-1 雇用や地元産業界への影響

ベトナムでの事業展開を契機として売上が増加していくことで、採用者数を増やす計画である。また、関西地域の部品製造にかかる下請け企業との取引拡大や新たな販路開拓など地域経済の活性化にも資する。提案企業のように会社の規模は小さいが、強みのある製品を開発している会社が海外展開することになれば、地元の兵庫県や事業所のある大阪府の中小企業の励みとなり、地域経済の活性化も期待できる。そのため本調査の経験や海外展開に関する取組について地元の商工会議所を通じて積極的に情報発信していく。

2-3-2 事業実施によるパートナーとの連携強化

島津製作所ライフサイエンス研究所と共同でアクアプラスターを使い、微生物の代謝メカニズムを考察したところ、エアレーションにより微生物の代謝が促され、それが排水浄化を強化することが確認された。この実績に基づき、島津製作所と水浄化事業に関する業務提携に至った。



(出典) 島津環境・社会報告書 2006 年

ベトナムでの事業展開においても、同社と連携したいと考えている。また、兵庫県立大学と排水処理技術に関する共同研究にも取り組んでおり、産学連携の強化を通じて海外仕様の製品開発を進めたいと考えている。

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討

3-1 製品・技術の検証活動の概要



アクアブラスターの実験機（ポリドラム）をベトナムに持ち込み、簡易的な実証実験を行った。実験目的は、排水の原水を実験機で処理した後の水質変化を確認することである。

ポリドラムは、国内でも使用しており、その目的は、原水が簡易的な処理タンクでも処理されることを確かめることと、実際の調整槽や曝気槽などの処理槽におけるアクアブラスターの導入台数や配置などをデザインするためである。

実際の排水処理施設は原水を調整槽、曝気槽、沈殿槽など多重処理工程を経て処理し、排水処理基準を満たすよう設計されている。ポリドラムで原水を処理し、効果が確認できればアクアブラスターで処理可能な排水であるという証左になる。

実験手順は以下のとおりである。

ポリドラムにおける実験手順

実験機（ポリドラム）	実験手順（①→⑧）
 	<ol style="list-style-type: none"> ① アクアブラスターユニットをポリドラムの底の中央に設置する ② スクリーンで濾した原水をポリドラムに入れる（80L、ポリドラムの約2/3） ③ エアポンプとアクアブラスターまでの付属の配管を接続する ④ エアポンプのプラグをコンセントに差し込む ⑤ 試運転を行い、配管のつなぎ目などからエアが漏れていないことを確認する ⑥ 20秒ほど攪拌し、原水データ分析用に採水。視覚変化確認用に小瓶にも取り置きする ⑦ 実験を開始する ⑧ 連続曝気時間が経過したらエアポンプを停止し、処理水としてデータ分析用に採水、小瓶にも取り置きする

実験は、ホーチミン市内の工業団地の集中排水処理施設（2カ所）、個別工場（2カ所）、計4カ所において、①原水、②処理24時間後、③処理48時間後の変化の状況を観察し、その後各サンプル水を専門機関へ持ち込み、水質検査を行った。水質検査は、国立科学大学の環境分析研究所（UNIVERSITY OF SCIENCE, ENVIRONMENTAL ANALYSE LABORATORY）に依頼した。結果概要は以下のとおりである（表3.1）。

表 3.1 実験結果概要

実験場所	施設概要	排水処理の現状	課題	実験結果	アクアブラスター単体での導入可能性
クアンチュンソフトウェアシティ	ベトナムで最も大きな国営のソフトウェアパーク	<ul style="list-style-type: none"> 集中排水処理している排水量は1日 600 トン 処理槽にはディスク型ディフューザーを導入している 	悪臭除去	<ul style="list-style-type: none"> TSS、BOD、COD、アンモニア性窒素、油脂などの水質検査項目の濃度が原水と比べて 60～80%ほど減少 原水の悪臭軽減 	あり (ディスク型ディフューザーを使用しているため、アクアブラスターを導入すれば電気代の削減も可能)
Vinh Loc 工業団地	ホーチミン市輸出加工区・工業団地管理委員会の下の方営工業団地	<ul style="list-style-type: none"> ディスク型ディフューザーの下に汚泥をかき混ぜる装置を設置している 3000t の水槽で B 基準まで処理 ディフューザー (850 台) は USA 製、エアブローは日本製 	汚泥処理費用と電気代などのランニングコスト削減	<ul style="list-style-type: none"> TSS、BOD、COD、アンモニア性窒素、油脂などの水質検査項目の濃度が原水と比べて 40～80%ほど減少 原水の悪臭軽減 	あり (ディスク型ディフューザーと汚泥拡散装置を使用しているため、アクアブラスターを導入すれば汚泥拡散装置不要、当該装置とディスク型ディフューザーの電気代削減、汚泥処理費用削減など可能)
台湾資本の靴工場	工場の排水処理施設は現地の水処理事業会社が BOT 方式で建設・運営している	<ul style="list-style-type: none"> 排水処理施設は工場の敷地内に 2 カ所あり、1 カ所当たりの処理量は 400t/日 ディスク型ディフューザーを使用 	排水処理の過程で出る油脂分が多い汚泥処理費用削減	実験過程で排水濃度が濃縮されたため適正な実験数値を得られなかったが、油脂の減少と油分と汚泥との分離が確認できた。	原水における COD 濃度が BOD の約 3 倍である。2 倍を超えるとアクアブラスターだけの処理は困難であるため、嫌気処理装置や薬品も必要になる。
サイゴン工業公社所管のゴム加工工場	2015 年 9 月に工場が稼働。施設整備は第 1 フェーズであり、今後事業が拡大していけば第 2 フェーズで処理容量を 700 トン/日にする計画	<ul style="list-style-type: none"> 処理容量は 350 トン/日、現状の処理量は 220 トン/日 工場側で B 基準まで処理してから工業団地の集中排水処理場へ放流 ディスク型ディフューザー (アメリカ製) 140 台導入 	<ul style="list-style-type: none"> 安定的に B 基準まで処理 可能なら A 基準まで処理 	COD や BOD 濃度はほとんど変化がなかったが、油脂は原水から 88%削減された。	原水の COD 濃度が BOD の約 1.7 倍あるため、アクアブラスターのみでの処理が難しい排水といえるが、アクアブラスターを導入する処理槽の選定、処理フローの一部変更、生ゴム排除槽でのゴム排除を徹底することで安定的に B 基準を達成できると考えられる。

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

ポリドラムによる4カ所の実験結果の詳細は以下のとおりである。

(1) クアンチュンソフトウェアシティ (QTSC)

概要	<ul style="list-style-type: none"> • 2001年に設立されたベトナムで最も大きな国営のソフトウェアパーク • 43ヘクタールの土地にIT企業、トレーニングセンター、銀行、レストラン、住宅などがある • 入居しているIT企業は118社（うち、日本企業13社、ベトナム企業67社、その他アジア企業10社など） • パーク内にIT教育施設が5カ所あり、生徒数は1万6000人 • パーク内の労働者数は1000人ほどである • ベトナムで一番大きなソフトウェアパークである
排水処理状況	<ul style="list-style-type: none"> • 現状集中排水処理している排水量は1日600トン • 微生物を増やしたり、曝気槽も増やしたりしたが、期待どおり処理できず困っている • 処理工程：原水→調整槽→曝気槽 • 2007年に現在の集中排水処理施設を建てた。当時の初期投資は80億ドン（現在のレートで約4200万円）。現状のランニングコストは、月間1億ドン（約50万円、年600万円）である • 排水処置施設の整備は現在が第1フェーズであり、今後第2フェーズとして処理施設を増設する計画である • 処理槽にはディスク型ディフューザーを入れている

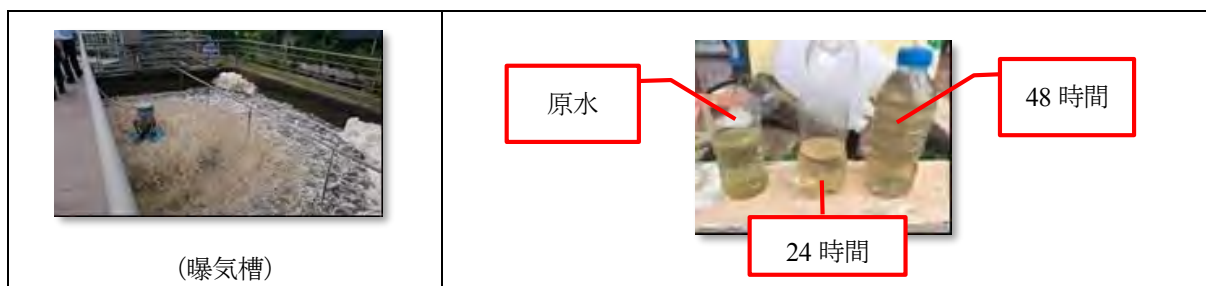
実験結果は以下のとおりである（表3.2）。主要な検査項目において原水からの処理効果が確かめられた。排水の色の変化は確認できなかった。

表3.2 QTSCにおける実験結果

No.	検査項目	原水	24時間後	48時間後
1	pH ⁵⁸	7.4	8.6	8.4
2	TSS (mg/L)	109	68	42
3	BOD (mg/L)	20	12	6
4	COD (mg/L)	30	17	7
5	アンモニア性窒素 ⁵⁹ (mg/L)	96.5	42.3	18.5
6	油脂 (mg/L)	5.0	3.1	1.9

⁵⁸ 溶液中の水素イオン濃度を示す尺度。pH7.0が中性、それより低いと酸性、高いとアルカリ性を示す。

⁵⁹ 水質汚染の有力な指標の一つ。できるだけ低い方が望ましい。



(2) Vinh Loc 工業団地

概要	<ul style="list-style-type: none"> • ホーチミン市輸出加工区・工業団地管理委員会の下での国営工業団地 • 入居企業数は 104 社ほどであり、日系企業も入居している • 食品加工、機械加工、縫製、プラスチック・ゴム製品製造工場が多い
排水処理状況	<ul style="list-style-type: none"> • ディスク型ディフューザーの下に汚泥をかき混ぜる装置を設置している • 入居している工場側で C 基準に達するまで一次処理を行い、その後その排水を集中排水処理施設で B 基準まで処理している • C 基準は工業団地が独自に設定している (COD : 400mg/L、BOD : 100mg/L、TSS : 200mg/L) • 3000t の水槽で処理しており、ディフューザーは USA 製、エアブローワーは日本製、排水処理施設の設計、施工はベトナム企業が行った • ディフューザーは曝気槽に 850 台 (2 槽分、425 台/槽)、調整槽に 180 台入っている • 曝気槽と調整槽の高さは各 6.5m、水深は各 6.0m • ランニングコストは、汚泥処理に年間 1,500 万円 (約 4 万円/日)、電力費は月 50 ~60 万円かかっている • 自動モニタリング装置を導入し、基準値を達成しているか日々確認している

実験結果は以下のとおりである (表 3.3)。主要な検査項目において原水からの処理効果が確かめられた。原水は臭かったが、処理後は臭気が無くなるとともに、排水の色の変化も確認できた。

表 3.3 Vinh Loc 工業団地における実験結果

No.	検査項目	原水	24 時間後	48 時間後
1	pH	8.0	8.3	8.4
2	TSS (mg/L)	1895	430	314
3	BOD (mg/L)	229	124	121
4	COD (mg/L)	386	269	204
5	アンモニア性窒素 (mg/L)	21.4	7.3	5.6
6	油脂 (mg/L)	154.0	42.2	31.0



(3) 台湾資本の靴工場

概要	<ul style="list-style-type: none"> 排水処理施設はビジネスパートナー候補である排水処理事業会社（Tien Nam Phat 社）が台湾資本の履物工場に対して BOT 方式で運営している施設である 排水処理施設は工場の敷地内に 2 カ所あり、1 カ所当たりの処理量は 400t/日 Tien Nam Phat 社のスタッフ 2 名が常駐して運営管理している 排水施設のレンタル料は 1 カ所当たり月額 25 万円（×2 カ所＝50 万円） 1 カ所あたりの施設建設費は 30 億ドン（約 1,500 万円、うち施設の機材費は 500 万円）、Tien Nam Phat 社が自己資金で建設した 電気代はレンタル先の企業が負担している 排水処理の過程で出る油を毎日 2 名のスタッフが取り除き、1 カ月ごとに収集業者に取りに来てもらう。そのコストは、Tien Nam Phat 社が負担しており、1 回あたりのコストは、1,500 万ドン（約 7 万 5,000 円）である 処理槽ではディスク型ディフューザーを使用している
----	---

実験結果は以下のとおりである（表 3.4）。本実験に関しては、エアレーションによる発泡が生じ、実験機の中のサンプル水が流出した結果、排水が濃縮されたため適正な数値を得られなかった。そのため、TSS、BOD、COD の各値は意味のないものとなったが、油脂の減少と油分と汚泥との分離は確認できた。しかしながら、原水における COD 濃度が BOD 濃度の 2 倍を超えると、微生物が活発に活動しにくくなるため、微生物だけで有機物を分解することが難しくなる。したがって、微生物の働きを活性化するアクアブラスターのみでの処理では不確実性が増すため、嫌気処理用の装置や薬品も必要になる。

表 3.4 靴製造工場における実験結果

No.	検査項目	原水	24 時間後	48 時間後
1	pH	6.1	6.7	6.8
2	TSS (mg/L)	2470	5815	6698
3	BOD (mg/L)	935	1022	1033
4	COD (mg/L)	2943	6151	8022
5	油脂 (mg/L)	50.1	34.7	8.1



(4) サイゴン工業公社所管のゴム加工工場

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ドンナイ省「V.R.G SA DO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY」 • 2015年9月に工場が稼働。施設整備は第1フェーズであり、今後事業が拡大していけば第2フェーズの工事で処理容量を700トン/日にする計画 • 処理基準はB基準であるが、安定していない • 曝気槽が2槽あり、それぞれディスク型ディフューザーが入っている • ディフューザーはアメリカ製で合計140台導入している • 排水施設の設計と施工は、シンガポールの投資会社がベトナムで設立した産業排水処理事業会社「Koastal-eco」社が請け負った。当該処理施設の建設費は合計140億ドン（約7,000万円） • 処理容量は350トン/日、現状の処理量は220トン/日 • 工場側でB基準まで処理してから工業団地の集中排水処理場へ放流している • 処理フローは次のとおり：生ゴム排除槽→原水槽→調整槽→第1処理槽（薬品を使用し亜鉛を除去）→第2処理槽（薬品を使用）→第1沈殿槽→Ph調整槽→第1嫌気処理槽（メタンガスが発生するのでその場合は発火させてメタン処理している）→第1曝気槽（ディスク型ディフューザー100台：アメリカ製（EDI））→第2嫌気処理槽→第2曝気槽（ディスク型ディフューザー40台：アメリカ製（EDI））→沈殿槽→殺菌槽→排水 • 原水には工場内の生活排水も含まれている • 調整槽ではパイプに穴をあけて曝気している • エアブローは2台あり（各出力30kw）、それぞれ日本製（ShinMaywa） • 施設のランニングコストは、6,000ドン/m³（約30円/m³） • 当該工場から工業団地の集中処理施設への排水にかかる処理費用は7,500ドン/m³（約33円/m³）
-----------	--

実験結果は以下のとおりである（表3.5）。本実験先も原水のBOD濃度とCOD濃度の差が2倍弱あるため、アクアブラスターのみでの処理が難しい排水といえる。そのため、原水からの水質変化の値は僅かであった。また、排水の色の変化は確認できなかった。

しかしながら、本施設を視察し、排水処理フローを確認した結果、調整槽や曝気槽だけでなく生ゴム排除槽や原水槽でもアクアブラスターを導入するとともに、処理フローの一部変更、生ゴム排除槽でのゴム排除を徹底することで安定的にB基準を達成できる可能性はあると考えている。


表 3.5 ゴム加工工場における実験結果


No.	検査項目	原水	24 時間後	48 時間後
1	pH	4.6	4.7	4.8
2	TSS (mg/L)	4.4	7.6	10.1
3	BOD (mg/L)	2722	2581	2429
4	COD (mg/L)	4615	4489	4289
6	油脂 (mg/L)	55.0	14.3	6.3


 (曝気槽)	 原水 24 時間 48 時間
--	--

3-3 製品・技術に関し現地で確認されたニーズ

工業団地や個別工場での視察や政府機関でのヒアリングの結果、以下のとおり製品・技術ニーズが確認された。

場所	ニーズ
クアンチュンソフト ウェアシティ (QTSC)	<ul style="list-style-type: none"> 工業団地内の生活排水を集中排水処理施設で処理しているが、今後入居企業が増えてくると処理能力を超えるため、能力強化とともに効率的に処理できるようにしたい 悪臭軽減やランニングコストを削減したい <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
VINH PHU PAPER Co., LTD (ビンズン省人民委員会管轄のビンズン省輸出輸入開発公社傘下の国営製紙工場)	<ul style="list-style-type: none"> ビンズン省から定期的に水質検査を受けている。工業団地外の工場は自ら A 基準を満たす必要があるが、その基準を満たすことが難しく、合格しない場合、ベトナム政府が定めている罰金を支払うことになる 特に COD 基準を満たすことが難しく、安定的に A 基準を満たすようにしたい 処理用の薬品代を抑えたい 新工場での排水処理施設の初期投資額は多少高くてもいいので、ランニングコストや処理槽の数を減らしたい

		
<p>排水処理事業者 (Tien Nam Phat 社) がレンタル処理施設を運営管理している台湾資本の靴製造工場</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 食堂からの油が多く出ているので、油の処理効率を上げたい • 油回収費用や処理にかかる人件費を減らしたい 	
<p>Cat Lai 工業団地</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 各工場から排水処理費用として 7,000 ドン/m³ 徴収しているが、集中排水処理にかかる実際には 7,600 ドン/m³ であるため、赤字になっており、排水処理施設のランニングコストを削減したい • 導入しているディスク型ディフューザーは 1 年ごとに交換しており、1 台当たり 60 万ドン/台 (約 3,000 円/台)。耐用年数のあるディフューザーに切り替え、交換費用を抑えたい • 処理後の水質は、BOD150mg/L、COD200~300mg/L で B 基準を超えており、安定的に処理できていないため改善したい 	
<p>Hiep Phuoc 工業団地</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 一番の課題はたんぱく質処理と塩分濃度が高いこと。塩分濃度は水産加工工場の原料から出ており、機材がさびる原因となっている • 臭気が強く、曝気槽の端に汚泥が固まっている • 特に臭気と汚泥の排出量を減らしたい 	

	
<p>HO CHI MINH URBAN ENVIRONMENT COMPANY LIMITED (CITENCO) (一般・医療・建設廃棄物の収集と処理を行っている国営会社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 一般ごみは埋め立て処理しており、排水が出る。既存の排水処理施設を拡張する計画であり、その際にアクアブラスターの導入を検討したい • 医療廃棄物を入れて運搬してくる容器の洗浄を行う際に出る排水を処理している施設を拡張する計画もあるので、そこでもアクアブラスターの導入を検討したい • 排水の水質改善と電気代や薬品代などのランニングコストを削減したい
<p>ロンアン省 フック ロン工業団地</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本製の性能の高い散気管で処理を行っていることを PR することで日系企業の誘致も促進できると思うので、導入を前向きに検討したい • アクアブラスターの特長や性能などに関する資料を大学の先生に既に確認してもらったところ、すばらしいものであると理解している • アクアブラスターは単価が高いが、ランニングコストを現状よりも抑えることができれば、入居企業の徴収料を抑えることができ、工業団地への入居を PR できる • 既存の施設でも費用対効果のメリットがあればアクアブラスターと交換したい
<p>ブンタウ省 環境保護基金</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ブンタウ省は水産加工工場が 165 カ所あり、その多くが排水基準を満たしていない。基準を満たしていない水産加工工場を移転させるための工業団地を 3 カ所整備した。今後各団地に 40 社集めて、集中処理施設で処理する。水産加工工場の排水は塩分を多く含んでいる。塩分濃度が高い排水を B 基準まで処理することが難しい。アクアブラスターで対応できるか実証してほしい • 環境保護基金⁶⁰は 2 つのタイプがある；①ブンタウ省の基金、②ベトナム政府の基金。ブンタウ省の基金では同省内の 20 社に貸し付けをしており、貸付金額の合計は 2 億円ほどで、金利は年 3.5%。ベトナム政府の基金は大型案件のみの貸付であり、貸付合計は 2.5 億円ほど。排水処理施設整備のための貸付をしても不適切な設計や安価であるが能力不十分な排水処理装置を導入しているため排水基準を満たす処理ができる施設

⁶⁰ 公害防止施設に対する資金支援を目的とする公的資金

	<p>を建設できていない</p> <ul style="list-style-type: none"> • アクアブラスター単体よりも排水処理システム全体での費用対効果を提案する方が効果的だと思われる
<p>ドンナイ省 TINNGHIA 工業団地</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 使用しているディフューザーは、エアブローの出力が強すぎることで、エアブローを止めている間にスラッジがディスク周辺の隙間に詰まったり、ゴムの伸縮が繰り返されたりすることで壊れやすいため、耐久性のあるディフューザーに切り替えたい • アクアブラスター単体での提案だとディスク型ディフューザーと比べて価格差が大きすぎるので、排水処理施設全体での提案の方がよいと思われる <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p>MONRE, Pollution Control Department</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ベトナム政府は産業排水処理問題の改善を重視し、これまでに政策、制度、必要な組織を整備してきたが、処理技術や費用面が課題で取り組みは十分ではないため、費用対効果の高い製品・技術を望む
<p>保健省 Health Environment Management Agency (VIHEMA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ベトナム全土で 1000 病院ある。そのうち 60%は排水処理設備があるが、40%の病院にはない。病院も工業排水と同様に排水基準が規定されており、それを遵守しなければならない。基準値に満たない病院は罰金を支払っている。排水処理施設がある病院でもランニングコストの高さや故障部品を交換ができないなど維持管理に問題を抱えている • 国際機関やドナーから投資資金や施設を支援してもらっても維持管理費用は支援してもらえず、病院自ら負担しなければならない。その費用負担が高く持続的ではない • 初期投資とランニングコスト、ともに安価な製品を望む
<p>ドンナイ省 V.R.G SA DO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ゴム製品の輸出はマレーシアやタイなどとの競争のため、製造コストを徹底的に削減し、価格競争力を高めたい • アクアブラスターの導入により、電気代、汚泥処理コスト、薬品使用料などランニングコスト全体がどれくらい削減できるのか知りたい • 現状 B 基準まで処理しているが、アクアブラスターの導入により A 基準まで処理できるようなら処理手数料削減のために工業団地に働きかけるとともに、ドンナイ省にもアクアブラスターの有効性を PR する • ゴム加工工場の排水は負荷が大きいため、この工場でのパイロット事業で好結果が出れば宣伝効果になるため、実証先にしてほしい



3-4 現地ワークショップ

2016年2月25日にホーチミン市内で関係者向けワークショップを開催した。ホーチミン市内や周辺の省の政府機関、大学・研究機関、民間・国営企業、JICA ベトナム南部連絡所（ホーチミン）などから47名の参加があった。本ワークショップの目的は以下の5点である。

- ① 排水処理分野の関係者にアクアブラスターの特長や有効性をアピールする。
- ② 案件化調査の調査結果を報告する。
- ③ 提案企業の今後の事業計画を説明する。
- ④ 参加者との質疑応答によりアクアブラスターの理解を深めてもらう。
- ⑤ 参加者からの意見を今後の事業計画に反映させる。

ワークショップのスケジュールとその時の様子は以下のとおりである。

時間	次第	講演者
13:00-13:20	来賓挨拶	・サイゴン工業公社副社長兼ゴム加工工場社長 Mr. Nguyen Van Tho ・JICA ベトナム南部連絡所（ホーチミン）酒井所長
13:20-14:00	アクアブラスターの説明	アイエンス社長 吉田
14:00-14:40	案件化調査報告	調査団 加藤
14:40-15:00	休憩	
15:00-15:20	事業計画説明	アイエンス社長 吉田
15:20-15:40	FAQ	
15:45-15:55	閉会の辞	アイエンス社長 吉田

(注) 日越逐次通訳にて進行



質疑応答内容は以下のとおりである。アイエンス社長吉田が回答した。

質問者	質問事項
<p>Mr. Dinh Tien Phong, Saigon Green Environment & Construction Co., Ltd, Deputy Director</p>	<p>1.1 アクアブラスターの使用により活性汚泥が完全に不要になるか。 ⇒ (回答) 処理水によって異なる。これまでの実績の多くは、アクアブラスター導入により活性汚泥が不要になったケースが多い。</p> <p>1.2 アクアブラスターは急速に空気を噴き上げるが、砕かれたスラッジは沈殿できなくなるのではないか。 ⇒ (回答) ご理解のとおり。</p> <p>1.3 高速で処理しているので、流動担体が砕かれるのではないか。 ⇒ (回答) アクアブラスターを使用する場合、アクアブラスターより上部に流動担体を置いて、洗浄可能にすることを勧めている。流動担体は近年日本では使用しなくなっている。</p> <p>1.4 アクアブラスターを使用する場合、特別なブロワーが必要か。 ⇒ (回答) 必要な場合が多い。産業排水処理設計に関しベトナムでは日本と同様の計算式を使用していると思われるが、同計算式で算出される空気量は過少であるため修正が必要。正しく計算すると大抵の場合、既存のブロワー容量は過少となるため、より容量の大きいブロワーが必要になる。</p> <p>1.5 アクアブラスターを導入する場合、アイエンス社から新しいブロワーの供給は可能か。ベトナム製のエアブロワーで問題ないのか。 ⇒ (回答) これまでベトナムで視察した例だと日本製（新明和工業製）のブロワーが多い。同社製のブロワーは日本の現場でも使用している。ベトナムでも購入できるはずである。</p> <p>1.6 アクアブラスターは酸素を多く供給するが、アンモニア窒素の分解は酸素があると進まないのではないか。 ⇒ (回答) 好気処理でもアンモニア窒素は約 20%減少する。ただし、アンモニア窒素を減らすためには嫌気処理が必要であり、アクアブラスターの好気処理のみではアンモニア窒素の処理は難しい。</p>
<p>Mr. Tran Quang Nih, Tien Nam Phat 社, Director</p>	<p>2.1 排水処理工程の中でアクアブラスターは調整槽と曝気槽で使用されているが、ベトナムで多い円盤型ディフューザーと取り換えることで期待どおりの効果が得られるか。 ⇒ (回答) これまでの事例だと、期待どおりの効果を得ている。より確実にするには、アクアブラスターでの処理の前段で SS 除去のスクリーンを使用したほうがよい。</p> <p>2.2 実験機を用いた Vinh Loc 工業団地での結果は 24、48 時間後の水質はあまり変化しておらず、変化したのは SS の値のみだがどう解釈しているのか。 ⇒ (回答) 今回は微生物をほとんど投入せずに処理しているためと解釈している。</p>

	<p>2.3 水質検査はどこで実施したのか。信頼に足る機関か。 ⇒ (回答) 信頼に足る検査機関 (国立科学大学の環境分析研究所、University of Science, Environmental Analyse Laboratory) で検査した。</p> <p>2.4 QTSC での水質検査の結果では pH が上昇しているが、どう解釈しているか。 ⇒ (回答) アンモニアが処理される過程で pH が上昇するケースがある。</p> <p>2.5 ベトナムではセミナーで説明しても実物を確認しないと購入しない。50%費用負担するのでパイロット事業を実施してもらいたい。 ⇒ (回答) 規模にもよるが、できる限り協力する。またよければ、日本にきて日本の事例を見てほしい。</p> <p>2.6 処理槽 20t、水深 4m であればアクアブラスターは何台必要か。 ⇒ (回答) 原水の BOD 値にもよるが、2~4 本必要。</p> <p>2.7 QTSC での実験機の結果だが、曝気するだけで A 基準に達するのは信じがたい。基準が達成できるのであれば費用を出す、処理できない場合は費用を返却してほしい。また、ベトナムで製品単価は非常に重要。 ⇒ (回答) 日本でも同様のことを言われて成長してきた。</p> <p>2.8 塗装工程の排水だが、薬品や活性汚泥を使わずに曝気だけで処理可能か。 ⇒ (回答) 日本でも塗装関連の排水はほぼ産業廃棄物で処理されている。ただし、産業廃棄物の排水処理費は高いので日本でもアクアブラスターで循環水にするシステムをトヨタで導入している。また、コベルコの塗装ピットにもアクアブラスターが導入されている (1 カ月に 1 回の水交換を 1 年に 1 回に変更した)。</p> <p>2.9 今回のプレゼンテーションで、日本の排水基準はベトナムより厳しくないという言及があったが、ベトナムで製品の導入に問題ないのか。 ⇒ (回答) その点は誤解がある。提案企業の事例 (甲南ユーティリティー) では、ベトナムの A 基準よりも厳しい基準 (BOD、COD は 5 以下、油は 0) を守っている。日本の基準が厳しくないというのは、あくまで内陸部での一般的な基準であり、日本でも海に排水する場合は BOD、COD ともに 10 以下と定められている。</p>
<p>Mr. Tran Van Nho, VINH PHU PAPER Co., LTD, Director</p>	<p>3.1 製紙工場を運営しているが、COD が高くて困っている。アクアブラスターで解決可能か。 ⇒ (回答) 日本でも製紙工場の処理は難しい。ただ、日本でも製紙関係会社 3 社にアクアブラスターを導入しており、うち 1 社は日本大手の王子製紙である。</p>
<p>Mr. Dang Quoc Trung, CNS</p>	<p>4.1 アクアブラスターはどういう排水であれば処理可能か。 ⇒ (回答) 腐りやすい排水は処理しやすい。腐りにくい排水ほど COD が高いので処理が難しい。ただし、処理が難しい日本の化学工場でも汚泥を 20%削減したケースがある。</p>

3-5 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

ベトナムでは急速な都市化や工業化の進展に伴い生活排水や産業排水などが増加しているが、排水処理施設整備の遅れ、不適切な排水処理設計、能力が不十分な処理施設、不十分な維持管理、違法排水などにより、河川汚染が社会問題化している。それに対しベトナム政府は、監督機関の組織体制整備や能力強化⁶¹、取り締まり強化、厳しい排水基準の設定などしているが、現場レベルの工業団地や工場では遵守されていないというのが現状である。視察した工場の中には、現状の排水処理施設で排水基準（A または B 基準）に達していないケースがあるなど、排水処理施設の設計や排水処理装置の妥当性、有効性を再検討すべきであると思われるケースもあった。その背景として、ランニングコストが高い、施設設計事業者や施設管理者の知識・能力が不足しているなど、適切に排水処理できない根本的な問題がある。

産業排水未処理の要因と背景、それに対する提案企業の解決策は以下のとおりである（表 3.6）。

表 3.6 産業排水未処理の要因と背景に対する提案企業の解決策

河川汚染の要因	背景	解決策
<ul style="list-style-type: none"> ・ ドンナイ・サイゴン川流域の工業団地の 70%は排水処理施設がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水処理施設の設備投資やランニングコストを負担できる資金力に乏しい ・ 排水処理システムのランニングコストは月間 5,000US ドル以上かかり、経費削減のため形式的に排水処理施設⁶²を設置している工場が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクアプラスターの導入により現行のランニングコストが半分以下になる（仮に現行のランニングコストが月間 5,000US ドルの場合、電気代 45%削減、その他薬品投入や汚泥処理費用、散気管の交換・メンテナンス費用なども削減できるため少なくとも月間 2,500US ドル以下になると見積もられる）
<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術上の基準を満たしていない排水処理施設を設置している ・ 排水処理システムの効率が悪く、排水量に確実に対応できていない ・ 排水処理施設を正しい方法で稼働させていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大卒の環境技師でさえ排水処理施設の設計や運転方法に関する知識がないことがある ・ 排水処理設計で一般的に使われている計算式だと微生物の代謝に必要な溶存酸素濃度が過少に見積もられ、結果として、水処理能力が低くなっている 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水施設の設計事業者に対して適切な計算式を用いた設計手法や産業排水の種類や特性に応じた処理方法のコンサルテーション ・ アクアプラスターの導入により加圧浮上装置や薬品投入が不用になる ・ 施設管理者に施設運営、メンテナンス方法などの教授

（出典）岡山県「ベトナムにおける工業団地・外資系企業の排水処理の事情」を基に作成

以上の開発課題と産業排水の未処理要因に対する提案企業の製品・技術の有効性を以下にまとめた（図 3.1）。省エネで高効率な排水処理を実現できるよう、アクアプラスターの導入にかかる設置台数や設置レイアウトは、有機物を分解する微生物の代謝や分解能力を最大限に引き出すための計算式に基づいている。また、稼働後のランニングコスト削減効果は第 2 章で述べたとおりである。アクアプラスターの導入は開発課題と整合性があり、産業排水対策上有効でもあるが故に、開発課題の解決に貢献できると考えている。

⁶¹ 政府機関の組織能力強化に関しては、世界銀行が工業団地の排水対策を目的とした行政機関の能力向上、排水の水質自動モニタリング装置の設置、集中排水処理施設へのツーステップローンなどを実施している。

⁶² 形式的な排水処理施設とは、環境に関する監督官庁の監査時に限って対応する意図で設置され、通常はほとんど使用されない

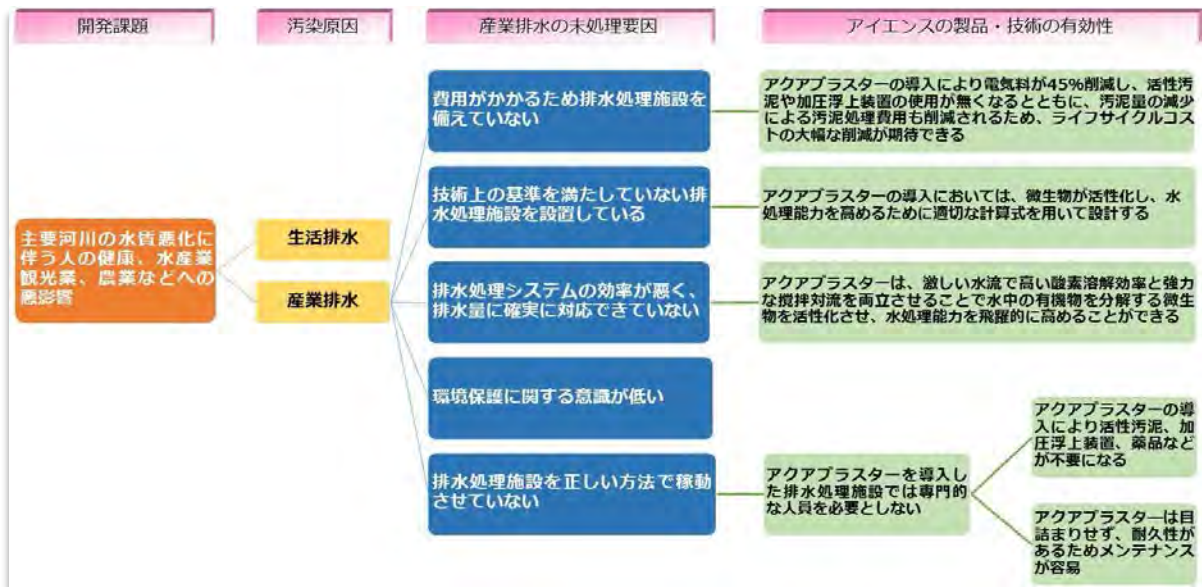


図 3.1 アクアブラスターの導入と開発課題との整合性・有効性

3-6 事業展開や ODA 案件化における実現可能性

次章で述べる普及・実証事業において、カウンターパート機関のサイゴン工業社（CNS）所管のゴム加工工場での実証を計画している。CNS から実証結果がよければ、ホーチミン市内にある 15 カ所の工業団地や輸出加工区へのプロモーションにも協力すると期待されている。また、ゴム加工工場からは、「アクアブラスターの導入により A 基準まで処理できるようなら処理手数料削減のために工業団地に働きかけるとともに、ドンナイ省にもアクアブラスターの有効性を PR する」と期待されている。ゴム加工工場の排水は一般的に負荷が高く、処理方法がまだ確立されていないため、当該工場でのパイロット事業で好結果が出ればアイエンスの製品・技術の PR になるとともに、ゴム加工工場の排水処理モデルを横展開することでベトナムの抱える産業排水処理の課題の一端を解決できると考えている。

視察した工業団地の排水処理施設の運営管理者やビジネスパートナー候補から、ベトナムはランニングコストよりも初期投資額を重要視するため、製品単体での価値の訴求よりも処理システム全体での費用対効果の優位性を訴求した方が得策であるとの指摘があった。事業展開については、CNS との協業だけでなく、提案企業と共に排水処理事業を展開したいと申し出のあった現地の水処理事業者と協働する形で、以下の方法も検討している。

- アクアブラスターを含む排水処理施設を設計し、当該事業者が応札し、受注した場合にアクアブラスターを当該事業者へ納品する
- 協力して工業団地の集中排水処理や外資系工場の排水処理施設を設計し、当該事業者が施工、そして共同運営して投資資金を回収する BOT 方式で営業展開する。

第4章 ODA 案件化の具体的提案

4-1 ODA 案件概要

本調査後に実施する ODA 案件として、普及・実証事業を提案したい。カウンターパートは国営のサイゴン工業公社（CNS）である。CNS 所管のゴム加工工場の排水処理施設にアクアブラスターを据え付け、処理性能やランニングコストの削減効果などを実証する。実証とともに、排水処理施設管理者に対して維持管理に関する講習、本邦受入活動、水処理事業者に対する施設設計手法の技術指導、問題を抱えている排水処理施設でのコンサルテーションなど計画している。また、幅広く参加者を集めて実証結果に基づくセミナーを開催し、提案製品・技術のプロモーションを図る。事業実施期間は約 1 年を予定しており、事業実施後は CNS や現地ビジネスパートナーと合弁でビジネス展開する計画である。

ベトナムの社会経済開発に関する指針を示す「社会経済開発 10 ヶ年戦略（2011-20 年）」では、「持続的な開発」があげられており、環境指標として「全国民の清潔かつ安全な水へのアクセス普及」、「企業の環境基準遵守の徹底・普及」などが示されている。わが国外務省の国別援助方針では、ベトナムに対する ODA の重点分野の一つとして「環境保全」が取り上げられており、水質管理、上水道、排水・汚水処理、廃棄物管理、大気環境管理などの環境汚染対策に関する施設の新設・改善、それらに関わる行政能力の向上を含む都市環境管理の支援、水資源管理などを積極的に推進すると示されている。

産業排水処理分野における国内での豊富な実績と高い評価を得ているアクアブラスターの普及を図ることは、ベトナムの開発計画やわが国援助方針にも合致し、ベトナムの開発課題の解決に貢献できると考えている。

4-2 事業方針と具体的な協力計画

ゴム工場の排水は環境負荷が大きく、いまだに最適な処理方法が確立されていない。大規模工場では排水処理施設を設置しているが、ランニングコストが高くなるため実際には稼働していないところもある。本事業を通じてゴム加工工場の排水処理モデルを確立し、ベトナムに普及させたいと考えている。また実証期間中、最も得意とする有機性排水処理にかかる顧客開拓のためにハノイ市、ダナン市、カントー市周辺に所在する工業団地や食品・飲料加工工場などを訪問し、課題やニーズを確認するとともに、小型実験器による排水処理実験も行う。人材育成については、汎用性のある研修内容にするとともに、処理施設の運営管理マニュアルを作成する。

普及・実証事業の目的、成果、活動など協力計画は以下のとおりである（表 4.1）。

表 4.1 普及・実証事業の目的・成果・活動（案）

プロジェクト目的：排水処理施設にアクアブラスターを設置し、排水処理基準値以下まで処理できることを実証するとともに、ランニングコストの削減効果も確かめる。また、当該施設の維持管理や適切な排水処理のための設計手法などの技術移転を行う。費用対効果の優位性を PR し、普及・実証事業後のビジネス展開につなげる。		
成果	主な活動	
成果 1: アクアブラスターによる産業排水処理の技術適合性が実証される	1-1	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクアブラスターと関連の資機材を日本から輸送 ・ 実証先であるゴム加工工場の排水槽内に据え付け ・ 動作テスト（試運転）
	1-2	<ul style="list-style-type: none"> ・ アクアブラスターの常時稼働 ・ 水質状況の定性的かつ定量的モニタリング
	1-3	<ul style="list-style-type: none"> ・ ランニングコストの定量的モニタリング
成果 2: 排水処理施設管理者に対して排水処理施設の運用・保守に関する技能が移転される	2-1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用・保守マニュアル作成
	2-2	<ul style="list-style-type: none"> ・ カウンターパートの排水処理管理者に対して日本とベトナムで研修実施
	2-3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工業団地や個別工場の排水処理施設管理者に対する研修実施
	2-4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用・保守マニュアル最終化
成果 3: 排水処理施設の設計や施工をしている排水処理事業者に対して適切な排水処理のための設計手法が移転される	3-1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水処理事業者向けに研修実施
	3-2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研修受講者と共に問題を抱えている排水処理施設の視察と改善提案
成果 4: 事業終了後のビジネス展開に向けた準備が完了する	4-1	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハノイ、ダナン、カントー地域の工業団地、個別工場（食品・飲料加工工場、水産加工工場など）の視察、課題やニーズの確認
	4-2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証結果や技術移転に関するセミナー開催
	4-3	<ul style="list-style-type: none"> ・ カウンターパートやビジネスパートナーと事業展開に関する協議実施 ・ 事業戦略と事業計画の策定

アクアブラスターの実証におけるモニタリング・評価指標は 2 種類ある。一つは、排水処理の最終工程槽における処理水がベトナムの排水処理基準（A または B 基準）を満たしているか（表 4.2）。もう一つは、電気料、汚泥処理費用、その他ランニングコストがアクアブラスター導入前と後でどれくらい削減されたかである。

表 4.2 産業排水処理にかかるモニタリング指標と基準値

No.	モニタリング指標	A 基準	B 基準
1	pH	6-9	5.5-9
2	SS (mg/L)	50	100
3	BOD (mg/L)	30	50
4	COD (mg/L)	75	150
5	アンモニア性窒素 (mg/L)	5	10

4.3 実施パートナーとなる関連公的機関

カウンターパートの CNS はホーチミン市人民委員会による国営会社の整理と構造改革政策に基づき、ホーチミン市工業局傘下の工業生産部門（8 つの子会社、3 つの協力企業、4 つの提携工場）を統合する形で 2006 年 3 月に設立された国営公社である。CNS は 20 の子会社と 4 つの提携工場、7000 人の従業員を有する。事業分野は、化学、電子、情報技術、食品、不動産などである。そのうち、主力工場はゴム加工工場とタバコ工場である。

資本金	1,585 億ドン
グループ全体の年間平均収入	6 兆 3,920 億ドン
平均成長率	16.8%
年間予算	2 兆 4,610 億ドン（ホーチミン市で 4 番目に大きい規模）
導入している主なマネジメントシステム	ISO 9001:2008: Management System ISO 14001:2009: Environment Management System OHSAS 18001:2007: Vocational Health and Safety Management System ISO/TS 16949:2009: Management System (requirements for the application of ISO 9001:2008 for organizations producing and providing services related to components for the automobile industry) HACCP: Standard for food sanitation and safety

（出典）CNS

4.4 カウンターパートとの協議状況

第 2 回目の現地調査（2015 年 11 月）において、CNS から以下の言及があった。

- 産業開発における環境問題を重視している。産業排水処理も重要な分野であり、カウンターパートとして協力したい。
- 今後ますます環境分野のビジネスチャンスが拡大してくると思われる。ODA 事業後のビジネス展開でも協力したい。アクアブラスターの筒の部分傘下の工場で製造することが可能である。コアの羽の部分は日本で製造し、ベトナムで製造した筒との組み立てをベトナムで行ってはどうか。
- 実証先は、所管の工業団地の集中排水処理施設、タバコ工場、ゴム加工工場などが考えられる。
- ODA 事業のカウンターパートとしての費用負担（アクアブラスターの設置費用や電気代などの運転費用）などは承知した。

- CNS 側の窓口は、Mr. DANG QUOC TRUNG, Deputy Manager of Investment Specialist とする。

第3回目の現地調査（2016年2月）において提案企業、CNS、かいはつマネジメント・コンサルティング（以下、KMC）間で普及・実証事業に関するMOUを締結した。合意した各役割は以下のとおりである。

提案企業の役割	CNS の役割	KMC の役割
<ul style="list-style-type: none"> • アクアブラスターと関連資機材のベトナムへの輸送 • アクアブラスターの設置にかかる設計 • アクアブラスター設置後の動作確認 • 実証に伴う水質分析 • CNS の排水処理管理者に対して日本とベトナムで研修実施 • アクアブラスターの運用や保守管理に関するマニュアル作成 • 適切な排水処理のための設計手法に関する講習 • 問題を抱えている排水処理施設への改善提案 • アクアブラスターによる排水処理実証結果や技術移転に関するセミナー開催 	<ul style="list-style-type: none"> • アクアブラスターを設置する実証サイトの使用手続 • アクアブラスターと関連資機材の輸入（含無税措置）・設置・使用にかかる必要な行政手続 • アクアブラスターと関連資機材の荷受と実証先への輸送 • アクアブラスターの水槽内への据え付け工事 • 排水処理管理者と運営スタッフの選定と配置 • アクアブラスターの稼働状況モニタリング、維持管理 • 講義やセミナー開催にかかる準備とロジスティクス 	<ul style="list-style-type: none"> • 事業実施の工程と進捗管理 • 排水処理管理者育成状況にかかるモニタリング・評価 • 講習やセミナーの案内 • 講習やセミナーの有効性評価 • セミナー内容に関する要望調査 • 業務調整 • 報告書作成 • 契約・精算

本事業における日本側（JICA または提案企業）とベトナム側の事業経費負担は以下のとおりである。

日本側の費用負担	ベトナム側の費用負担
<ul style="list-style-type: none"> • アクアブラスターの製造と関連資機材の調達 • 日本からベトナムへの輸送費 • 水質検査費用 • 排水処理管理者に対する研修費用 • 運営管理マニュアル作成費用 • セミナー開催にかかる費用 • アクアブラスターの販売促進費 • プロジェクト管理、ビジネス展開などにかかるコンサルタント費用 	<ul style="list-style-type: none"> • アクアブラスターと周辺機材の設置にかかる費用 • 本事業にかかる人員の手配や配置にかかる費用 • アクアブラスターの運転、保守管理費用 • 本事業にかかるロジスティクス費用

CNS からホーチミン人民委員会に本事業計画について報告済みであり、同委員会から CNS に対しては事業承認と事業実施に対する期待が表明されている。今回の CNS での実証事業を産業排水処理のモデルケースとし、その結果をもって工場や工業団地が適切かつ確実に基準値を満たす処理をするよう監督を強化するとのことである。

4.5 普及・実証事業の実施体制とスケジュール

実施体制は以下のとおりである（表 4.3）。提案主体である提案企業の補強として、マーケティング担当の「センチュリー山久」、排水処理施工管理・技術指導担当の「エアテクノス」、膜ろ過設計施工管理・技術指導担当の「e ウェーブ」、膜ろ過設備運転管理担当の「サラヤ環境デザイン」が協力する。カウンターパートの CNS と実証先の工場は、アクアブラスターの設置工事や排水処理施設の運営管理など責任をもって対応する。事業全体の運営に関しては現地での事業実施に関する経験と知見を有する KMC が担う。通訳、翻訳、トレーニングやセミナー案内、アンケート調査補助などの再委託先として現地企業の「有限会社日心」を予定している。

表 4.3 普及・実証事業における実施体制と役割分担

実施事項	実施者	アイエンス &補強	CNS	ゴム加工 工場	KMC
実証活動（「○」は主担当を意味する）					
システム設計		○	-		-
アクアブラスターの設置、担当職員の選定と配置		-	○	○	-
排水処理状況モニタリング		-	-	○	-
水質分析		○	-	-	-
施設管理者や排水処理業者育成		○	-	-	-
実証や人材育成にかかるモニタリング、評価		-	-	-	○
普及活動					
ニーズ調査（ハノイ、ダナン、カントー地域における工業団地、食品・飲料加工工場、水産加工工場など）		-	-	-	○
小型実験機による排水処理実験		○	-	-	-
セミナー開催（ホーチミン、ハノイ）		○	-	-	○
プロジェクト管理					
月報、進捗報告書、業務完了報告書などの作成		-	-	-	○

実施スケジュールは以下のとおりである（表 4.4）。実施期間は、2016 年 10 月～2017 年 9 月（JICA との契約を 2016 年 9 月に想定）の 1 年間を予定している。

表 4.4 普及・実証事業スケジュール

	2016年度						2017年度					
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
アクアプラスターと関連の資機材を日本から輸送し、実証先の排水槽内に据え付け、試運転する		■										
試運転とCNS、実証先での実施協議(実証工程、トレーニングやセミナー実施などに関する協議を行い、工程表を作成する)			■									
アクアプラスターによる産業排水処理の技術適合性実証: ①水質状況を定性的・定量的にモニタリング・評価する ②電気代などのランニングコストを定量的にモニタリング・評価する					■	■						
アクアプラスターを用いた排水処理施設の運用・保守に関する技能移転: ①カウンターパートの排水処理管理者を日本とベトナムで研修する ②運用・保守マニュアルを作成する ③本活動に対するモニタリング・評価							■	■				
適切な排水処理のための設計手法を移転: ①排水処理事業者向けに研修を実施する ②研修受講者と共に問題を抱えている排水処理施設を視察し、改善提案する ③本活動に対するモニタリング・評価									■	■		
事業終了後のビジネス展開に向けた準備: ①ハノイ、ダナン、カントーの工場や工業団地を視察し課題とニーズを調査する ②実証結果や技術移転に関するセミナーを開催し、アイエンスとアクアプラスターの認知を図る(ホーチミン、ハノイ) ③カウンターパートやビジネスパートナーと事業展開に関する協議を行ない、戦略と事業計画を策定する					■	■		■			■	
報告書作成、精算報告書作成、提出							■				■	■
報告書等提出時期(△と報告書名により表示)												
月報		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
進捗報告書						△						
業務完了報告書(案)											△	
業務完了報告書												△

凡例 ■ 現地業務 ■ 国内作業

4-6 協力額概算

普及・実証事業にかかる費用は約1億円を想定している。そのうち機材や輸送費の概算額は以下のとおりである。

実証先	機材・輸送費目	概算額(万円)
ゴム加工工場の排水処理施設の原水槽、調整槽、曝気槽などへの設置	原水槽用機材	1,537
	調整槽用機材	316
	曝気槽①用機材	818
	曝気槽②用機材	589
	MBR 水中ろ過膜関連費	878
	ウェッジワイヤー式スクリーン	380
	輸送費	220

4-7 具体的な開発効果

開発効果は短期、中期、長期の観点から考えられる。普及・実証事業による開発効果は短期的であり、同事業後のビジネス展開によって中・長期的な開発効果が期待できるようになる(図4.1)。したがって、中・長期的な開発効果は第5章で述べることとし、本節では、主に短期的な開発効果について述べる。

普及・実証事業における開発効果は以下のとおりである。

- カウンターパートが産業排水処理に関する処理設計と維持管理ノウハウを身に付け、所管の工場や工業団地において安定的に A/B 基準を達成できるようになる。
- 民間/国営の工業団地や食品・飲料加工工場の経営者、排水処理管理者（50 社、計 100 名ほど）に対して適切な排水処理施設の必要性や運用、維持管理に関するセミナーをホーチミンとハノイで実施することで、アクアブラスターの導入によって費用対効果の高い施設整備や運営管理ができることが認知され、排水基準やランニングコストなどで課題を抱えている工業団地や個別工場への導入機会が高まるとともに、環境意識が向上し、違法排水が減少する。
- 排水処理事業者に適切な排水処理設計手法を指導することで（10 社、計 20 名ほど）、安定的かつ持続的に A/B 基準を満たす施設設計ができるようになる。
- プロモーション活動によって、排水基準やランニングコストなどで課題を抱えている工業団地や個別工場にアクアブラスターが認知され、導入機会が高まる。

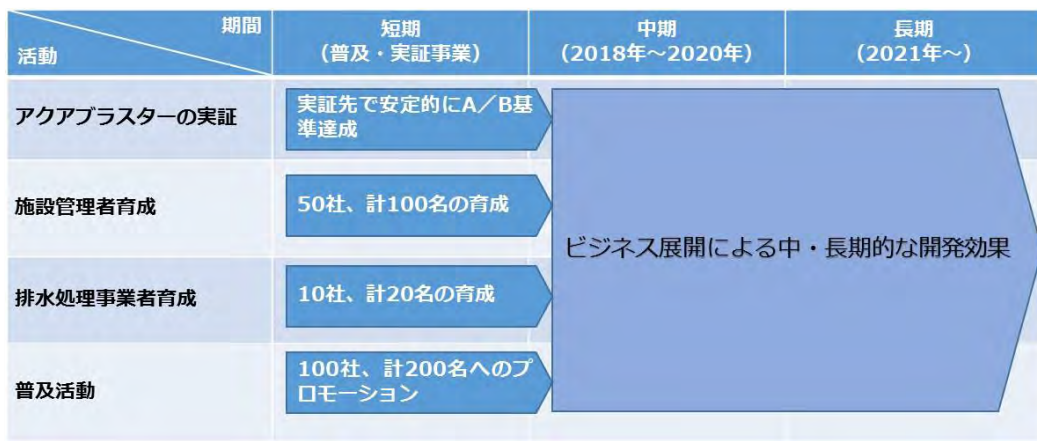




図 4.1 短期的な開発効果

4.8 対象地域と実証先

対象地域はベトナムで最も経済規模が大きく、工場集積が進んでおり、水環境管理の潜在的ニーズが極めて高いドンナイ・サイゴン川流域である。

実証サイトは CNS 所管のゴム加工工場 (V.R.G SADO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY) の排水処理施設である。当該施設は、2015 年 9 月より稼働しており、工場内で B 基準まで処理して排水することとされているが、達成できていない。施設の概要は第 3 章 (p.37) に記載したとおりである。

<p>処理槽</p>	<ul style="list-style-type: none"> 調整槽のサイズ：7m×4.8m、水深 4.5m 第1曝気槽のサイズ：15.2m×8.4m、水深 4.5m 第2曝気槽のサイズ：11.8m×6.4m、水深 4.5m 原水槽のサイズ：6.8m×2m、水深 0.7m <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p>ニーズ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電気代、汚泥処理コスト、薬品使用料などのランニングコストを削減したい 安定的に B 基準まで処理したい A 基準まで処理できるようなら排水処理手数料の削減を工業団地に働きかけたい
<p>アクアブラスター導入による期待効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現行のランニングコスト（6,000 ドン/m³）が 3,000 ドン/m³ 以下になる 現状 220 トン/日、最大 350 トン/日の排水が安定的に B 基準を満たすようになる

現状の排水処理工程と実証での処理工程は以下のとおりである（図 4.2）。現状の原水の COD 濃度は BOD 濃度の 2 倍弱ある。一般的に COD 濃度が BOD 濃度の 2 倍を超えると微生物が活発に活動しにくくなるため、微生物だけで有機物を分解することが難しくなる。したがって、微生物の働きを活性化するアクアブラスターのみでの処理では不確実性があるため、普及・実証事業では、アクアブラスターの能力を補完する役割として SS スクリーン⁶³や MBR 水中ろ過膜⁶⁴なども用いる。それにより確実かつ安定的に処理し、ベトナムにおけるゴム加工排水の処理方法を確立したいと考えている。

⁶³ 排水中に含まれる SS や浮遊固形物を効率的に分離し除去するためのスクリーン

⁶⁴ 「活性汚泥法」の一種で、処理水と活性汚泥との分離を従来の沈殿池に代えてろ過膜を使って行う方法

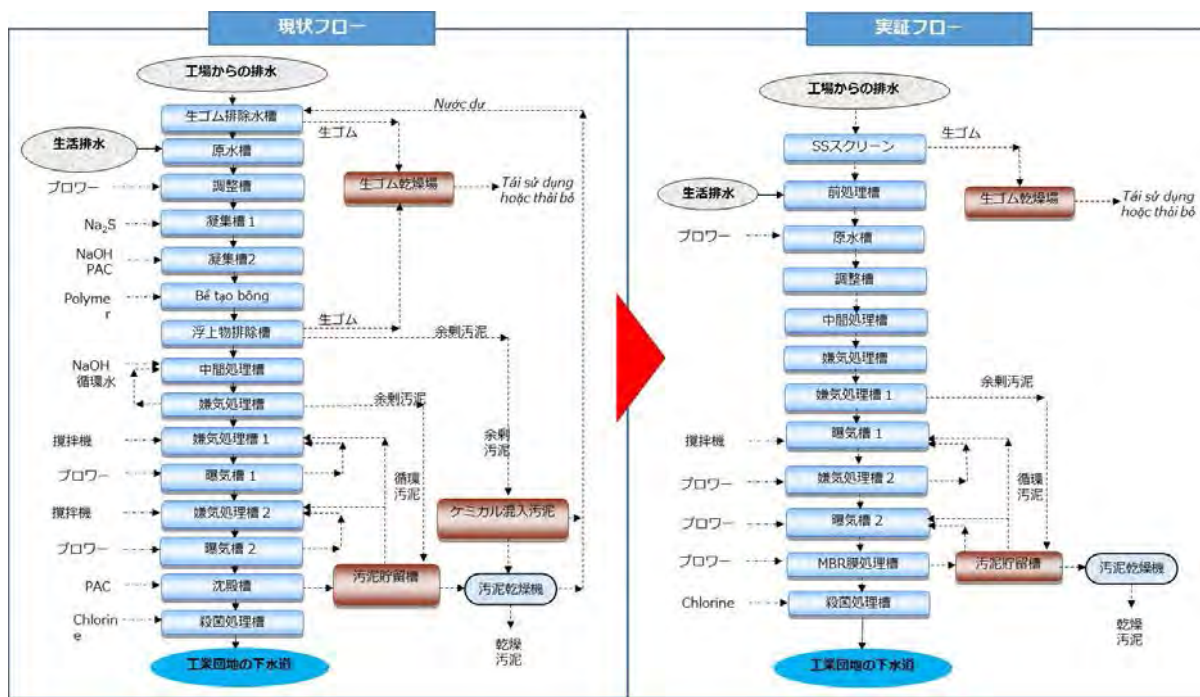


図 4.2 排水処理フロー

上記実証フローで使用するアクアブラスターの本数は以下のとおりである。

設置槽	処理槽サイズ (mm×mm)	タイプ・台数
原水槽 (12 槽)	6800×2000	AS-250・144 本
調整槽 (1 槽)	7000×4800	AL-750・12 本
曝気槽① (1 槽)	15200×8400	AL-750・40 本
曝気槽② (1 槽)	11800×6400	AS-250・24 本

4-9 他 ODA 案件との連携可能性

ODA 案件は浄水場や上下水道の整備・改善が主であり、産業排水処理は ODA よりも民間ベースでのプロジェクトが主である。ODA 案件との連携可能性については、JICA 本部や現地事務所と適時情報交換し、その可能性を検討していきたい。

4-10 ODA 案件形成における課題と対応策

課題と対応策は以下のとおりである。

想定リスク	対応策
製品の不具合や故障	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業中に発生した製品の不具合や故障に対しては提案企業が修理する ・ 施設管理者に保守管理方法を教える
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原水や汚泥に重金属などの有害物質が含まれていないことを確認 ・ 送風機（ブロワー）から騒音が発生するが、既存の施設でもブロワーは導入されており、騒音・振動問題は発生していないことを確認

4-11 環境社会配慮にかかる対応

(1) 普及・実証事業の実施段階で発生する負の影響の確認

アクアブラスターは、排水中の微生物を最大限に活性させることで有機性排水を効率的に処理することができる製品である。そのため、重金属を含む排水処理は想定していない。

普及・実証事業における実証サイトは CNS 所管のゴム加工工場である。当該工場の排水処理施設は、2015 年 9 月より稼働を開始しており、工場内で B 基準まで処理して排水することとされているが、それが達成できていない。

処理対象の排水は、ゴム加工工場から排出される産業排水および同工場内の生活排水であり、重金属を含んでいない。本調査中に実験機による簡易実験を実施し、原水の水質やアクアブラスターによって有効に処理できる可能性を確認した（詳細は第 3 章参照）。

(2) 緩和策・モニタリング計画の立案

普及・実証事業実施にあたっては、ベトナムの産業排水処理基準（A 基準／B 基準）に基づき、排水処理の結果を確認する。

(3) 「環境チェックリスト」の作成

「環境チェックリスト：15.下水道（1）」を以下のとおり作成した。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 「環境保護計画立案、戦略的環境影響評価(SEA)、環境影響評価(EIA)、環境保全計画(EPP)に関する政令(Decree No.29/2011/ND-CP)」にて規定されている EIA 対象事業に該当しないため、EIA 作成の必要はない。 (b) - (c) - (d) 既存の排水処理施設の設備の入れ替えとなるため、新たな許認可は必要ない。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) N	(a) CP となるサイゴン工業公社および事業実証サイト (①QTSC、②ゴム加工工場) の関係者に対して、事業内容の説明を実施し、合意事項を記載した MOU に署名済みである。 (b) 対象となる工業団地及び工場に対して説明を実施している。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) N	(a) -
2 汚染対策	(1)水質	(a) 下水処理後の放流水中の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a) Y (b) N	(a) ①QTSC は実験機によるチェックで排水処理基準を満たすことを確認している。②ゴム加工工場は再度実験機による処理試験を行い確認する。 (b) 未処理水に重金属が含まれない工場を対象にする。
	(2)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) ベトナム国の規定「廃棄物及びスクラップ管理(排水、排ガスを含む)に関する政令 (Decree No: 38/2015/ND-CP)」に従って処理する。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	(3)土壌汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) N	(a) 原水に重金属等の含有はされていない。
	(4)騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) ブロワーから騒音が発生するが、既存の施設でもブロワーは導入されており、騒音・振動問題は発生していないことを確認している。
	(5)悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a) Y	(a) 提案製品の使用により悪臭は発生せず、悪臭を減少させる効果がある。
3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) プロジェクト対象地は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地しない。
	(2)生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) - (d) Y	(a) プロジェクト対象地は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地を含まない。 (b) プロジェクト対象地は当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 (c)- (d) プロジェクトの実施によりベトナムの排水基準に合致した排水が河川へ排出されるため、水生生物への悪影響は生じない。
4 社 会	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。	(a) N (b)- (c)-	(a) 住民移転は発生しない(以下の項目は対象外)。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		<p>(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(d)-</p> <p>(e)-</p> <p>(f)-</p> <p>(g)-</p> <p>(h)-</p> <p>(i)-</p> <p>(j)-</p>	
	(2)生活・生計	<p>(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。</p> <p>(b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p>	<p>(a) プロジェクトは CP 敷地内で実施し、既存の排水基準に従った処理水が排出されるため、住民の生活に悪影響は発生しない。</p> <p>(b) 同上</p>
	(3)文化遺産	<p>(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	<p>(a) N</p>	<p>(a) プロジェクトは CP 敷地内で実施し、既存の排水基準に従った処理水が排出されるため、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはない。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) プロジェクトは CP 敷地内で実施するため、景観への悪影響は生じない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b)-	(a) プロジェクトは CP 敷地内で実施するため、当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響は生じない。 (b)-
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b)- (c)- (d)-	(a) ベトナム側に労働環境を順守する責任がある。 (b)- (c)- (d)-

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	<p>(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>(b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) N</p> <p>(c) N</p> <p>(d) N</p>	<p>(a) ベトナム側（サイゴン工業公社および QTSC、ゴム加工工場）に工事中の汚染に対応する責任がある。ただし、実施中はベトナム側から日本側へ適宜報告や相談を行う体制とし、排水基準が満たせない状態になる可能性がある場合には日本側から助言することとする。</p> <p>(b)-</p> <p>(c)-</p> <p>(d)-</p>
	(2) モニタリング	<p>(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>(b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。</p> <p>(c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) Y</p> <p>(d) N</p>	<p>(a)ベトナム側（QTSC およびゴム加工工場）が主体的に、排水処理基準が達成されるかどうかモニタリングを行う。基準が達成されない恐れがある場合は日本側から助言をする。</p> <p>(b)ベトナムの排水処理基準に従い、処理後の排水の水質検査項目を決める。方法、頻度はベトナム側（QTSC およびゴム加工工場）と協議の上、日本側が助言し正しい結果が得られる手順となるようにする。</p> <p>(c)ベトナム側（サイゴン工業公社、QTSC およびゴム加工工場）から、事業実施における必要な人員の手配に関して MOU にて合意を得ている。日本側は適切に機材が使用され、排水処理がなされるよう技術指導を行う。</p> <p>(d)日本側ではなくベトナム側（QTSC およびゴム加工工場）が既存の方法で所管官庁へ排水処理結果を報告する。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
6 留意点	環境チェック リスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a)-

(4) 環境影響評価（EIA）の要否の確認

ベトナムにおける EIA 対象事業は、2005 年の環境保護法改正により明確にされている（第 18 条 1）⁶⁵。現行の 2015 年改正の環境保護法では、第 18 条 1 項において以下のとおり、対象事業が規定されている。

- ① 国会、政府、政府首相の承認が必要な事業
- ② 認定されている自然保全地域、国立公園、歴史・文化遺跡区、世界遺産、生物圏保護区、景勝地を使用する事業
- ③ 環境に悪影響を及ぼす恐れのある事業

政府は上記②、③の EIA 対象事業を政令にて具体的に規定することになっており、「環境保護計画立案、戦略的環境影響評価(SEA)、環境影響評価(EIA)、環境保全計画(EPP)に関する政令(Decree No.29/2011/ND-CP)」の AppendixII において 146 種類のプロジェクト概要と規模が規定されている。本実証事業は既存の排水処理施設に装置を設置して処理能力改善を図るものであり、EIA 対象事業とはならない。

(5) 用地取得・住民移転の有無の確認

CP である CNS から普及・実証事業対象地の使用に関する合意を MOU にて得ている。用地は MOU の II. Project framework において”Project Area”として V.R.G SA DO Rubber Thread Joint Stock Company の敷地内であることが規定されている。そのため、用地取得や住民移転は発生しない。

⁶⁵ 「ベトナムにおける企業の環境対策と社会的責任」 http://www.env.go.jp/earth/coop/oemjc/H18_csr_asia/H18_all.pdf

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場環境、競合、市場規模等

増加する産業排水を適切に処理できる処理施設や処理能力が不足しており、河川の水質が悪化してきている。ベトナム政府も持続的開発のために排水基準の強化や取り締まりを強化しており、それに対してわが国を含むドナーや国際機関も、当該分野に対して施設整備や機材供与、政府機関の組織能力強化などの支援を実施してきている。

2015年11月にハノイ市で国内最大の水処理展示会「VIETWATER 2015」が開催された。JETROはジャパン・パビリオンを設置し、わが国の水処理製品・技術を持つ中小企業16社の出展支援を行った。日本以外にも35カ国380社が出展し、会期中8,857人が来場するなど、大いに活況を呈したとのことで、水処理への関心の高さを表しているといえる⁶⁶。排水処理は官民ともに関心が高まっており、それとともに事業機会も高まっている。

排水処理施設がある工業団地の集中排水処理施設や個別工場の排水処理施設にある処理槽（調整槽や曝気槽）に導入されている散気管（ディフューザー）のほとんどが以下のような円盤型（ディスク型）である。





（出典）調査団

ホーチミン市内でディスク型ディフューザーを取り扱っている主な業者は以下のとおりである（表5.1）。

⁶⁶ JETRO 2015

表 5.1 ディスク型ディフューザーの市場価格

No	社名	製品写真	仕様	価格 (税抜き)
1	Go green Environmental Technology		型式: MT235 (9インチ) 製造元: XYFLEX - ドイツ 直径: 280mm 設計流量: 0~6m ³ /時 最大流量: 0~12 m ³ /時	小売価格: 12.0USドル/台 (割引価格) -100台以上: 11.6 USドル/台 - 300台以上: 11.4 USドル/台 - 500台以上: 11.2 USドル/台
			型式: MT-300 (12インチ) 製造元: XYFLEX - ドイツ 直径: 350mm 設計流量: 0~10 m ³ /時 最大流量: 0~20 m ³ /時	小売価格: 15.7 USドル/台 (割引価格) -100台以上: 15.2USドル/台 -300台以上: 14.7 USドル/台 -500台以上: 14.3 USドル/台
2	THUAN LAMPHAT TRADING SERVICE ENVIRONMENT JOINT STOCK COMPANY		型式: RSD - 270 製造元: AEROFLOW- HEYWEL 台湾 直径:10インチ 設計流量:1-7.2 m ³ /時	小売価格: 9USドル/台
3	Quang Minh Co., Ltd		型式: HD 270 直径: 268 mm 設計流量: 2-6 m ³ /時 最大流量: 10 m ³ /時	小売価格:10.8USドル/台 (税込み)
4	KIEN HUNG CO.,LTD		製造元: Kaishing-台湾 流量: 20 ~ 最大150 m ³ /分	小売価格: 7.6 USドル/台
5	Nam Hung Phu Technology and Trading Co., Ltd		型式: RSD 270 製造元:台湾 直径: 270mm	小売価格: 9USドル/台

(出典) 調査団

ディスク型ディフューザーの1台当たりの価格は、台湾製など安価なもので9~15USドル、アメリカ製で20USドル、その他25USドルほどであり、工業団地のディベロッパーや工場などが一般的に導入している。しかしながら、ヒアリングした工業団地や工場からは、以下のような問題点や要望が聞かれた。

- 微生物を増やしたり、曝気槽も増やしたりしたが、期待どおりに排水処理ができず困っている (QTSC)。
- ディスク型ディフューザーの下に汚泥をかき混ぜる装置を別途設置しており、その維持管理費を削減したい。(Vinh Loc 工業団地)。
- 導入しているディスク型ディフューザーは毎年交換しているが、その手間と費用を削減したい (Cat Lai 工業団地)。
- 処理後の水質は B 基準を超えており、安定的に処理できていない (Cat Lai 工業団地)。
- アクアブラスターの単価は高いが、ランニングコストを現状よりも抑えることができれば、入居企業の徴収料を抑えることができ、工業団地への入居を PR できる (フックロン工業団地)。
- ブンタウ省の数カ所の水産加工工場で排水処理実験をしているが、望ましい結果が得られていない (Trung Tam Phan Tich & Do Dac Moi Truong)。
- 水産加工工場において B 基準を達成するのは大変難しい (Trung Tam Phan Tich & Do Dac Moi Truong)。
- 使用しているディフューザーは、エアブロワーの出力が強すぎることで、エアブロワーを止めている間にスラッジがディスク周辺の隙間に詰まったり、ゴムの伸縮が繰り返し替えされたりすることで壊れやすい (TINNGHIA 工業団地)。
- ゴム製品の輸出はマレーシアやタイなどとの競争のため、製造コストを下げ、価格競争力を高めたい。アクアブラスターの導入により、電気代、汚泥処理コスト、薬品使用料などランニングコストがどれくらい削減できるのか知りたい (V.R.G SA DO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY)。
- 現状 B 基準まで処理しているが、アクアブラスターの導入により A 基準まで処理できるようなら、処理手数料削減のために工業団地に働きかけるとともに、ドンナイ省にもアクアブラスターの有効性を PR する (V.R.G SA DO RUBBER THREAD JOINT STOCK COMPANY)。

本調査の対象地域であり、ビジネス展開の優先対象地域である東南部の主要都市／省の工業団地 (IP) からの産業排水量は以下のとおりである (表 5.2)。

表 5.2 東南部主要都市／省の工業団地からの産業排水量 (2012 年)

No	都市／省	排水量 (m ³ /日)
1	ホーチミン市	57,700
2	ドンナイ省	179,066
3	ビンズン省	45,900
4	ロンアン省	25,384
5	バリアーブンタウ省	93,550
合計		401,600

(出典) MONRE (2012)

上記の都市／省の工業団地の既存の処理施設に導入されているディフューザーをアクアブラスターに切り替える、また、処理施設が未整備の工業団地にアクアブラスターを用いた処理施設を建設する

と仮定した場合の排水処理に必要なアクアブラスターの台数と市場規模は以下のとおりである（表 5.3）。東南部主要都市／省の市場規模は、日本円にして約 35.2～61.6 億円と推計される⁶⁷。

表 5.3 市場規模

都市／省	排水量合計 (m ³ /日)	台数 (注1)	市場規模 (百万 US ドル) (注2)
ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズン省、ロンアン省、バリアーブントウ省	401,600	40,160	約 32～56

(注1) 10 トン当たりのアクアブラスターの台数として算出

(注2) AS-250 : 800US ドル～AL-750 : 1,400US ドルを基に算出

中長期的な売上利益計画（2018～2022 年）は以下のとおりである（表 5.4）。まずは 2020 年にベトナムでの売上 1 億円を目指している。

表 5.4 中長期売上利益計画

	2018年		2019年		2020年		2021年		2022年		備考
	試算根拠	試算根拠	試算根拠	試算根拠	試算根拠	試算根拠	試算根拠	試算根拠			
売上	30,000,000	200本	50,000,000	333本	100,000,000	666本	170,000,000	1133本	250,000,000	1666本	
売上原価	13,500,000		22,500,000		43,000,000		68,000,000		95,000,000		
売上総利益	16,500,000		27,500,000		57,000,000		102,000,000		155,000,000		
販売費及び一般管理費	2,400,000		3,600,000		7,200,000		14,400,000		21,600,000		
（うち人件費）	1,200,000		1,800,000		3,600,000		7,200,000		10,800,000		
（うちその他経費）	500,000		1,000,000		1,500,000		2,000,000		3,000,000		
営業利益	12,400,000		21,100,000		44,700,000		78,400,000		119,600,000		
参考											
営業利益率 (%)	41		42		45		46		48		

5-2 想定する事業計画と開発効果

5-2-1 事業戦略

現地の排水処理事業者によると、環境ビジネスは政治とのかかわりが重要で、政府が認める製品でないとビジネス展開が難しいとのことである。したがって、CNS との普及・実証事業が極めて重要である。本事業後も CNS と連携しながらプロモーションをする、つまりアクアブラスターの性能やランニングコストの削減効果などの優位性を訴求していく。

他製品と製品単体での価格競争はせず、ビジネスパートナーとともにアクアブラスターを用いた排水処理システム全体の設計と提案により差別化を図りたい。販路開拓の手段として、ビジネスパートナーや CNS が有する政府系ネットワークを介して国営の工業団地や国営企業などを紹介してもらいターゲットを絞って入札に参加する、あるいは BOT 方式の提案営業を行う。中・長期的には、製品パーツの現地調達と製品組み立ての現地化により、製品単価を抑え、価格競争力を高めることによって、市場拡大と他国への展開を図る（図 5.1）。

国内における島津製作所との業務提携、代理店や顧客企業を通じた口コミや展示会への出展協力などベトナムでの販路開拓に資する協力を依頼する。ベトナム国内では、現地ビジネスパートナーとの協

⁶⁷ 1US ドル=110 円として推計

業で営業・マーケティング、共同入札、BOT 方式による提案営業などを行い、顧客を開拓する。また、CNS と連携してセミナーを開催し、認知度を高めるとともに、工業団地や個別工場など紹介してもらいビジネスパートナーと共に提案営業を行う。長期的には、現行の製品単価の半減を目標に製品のコア部分以外を現地で調達し、組み立てを行い、ベトナムから ASEAN 各国へ輸出する。

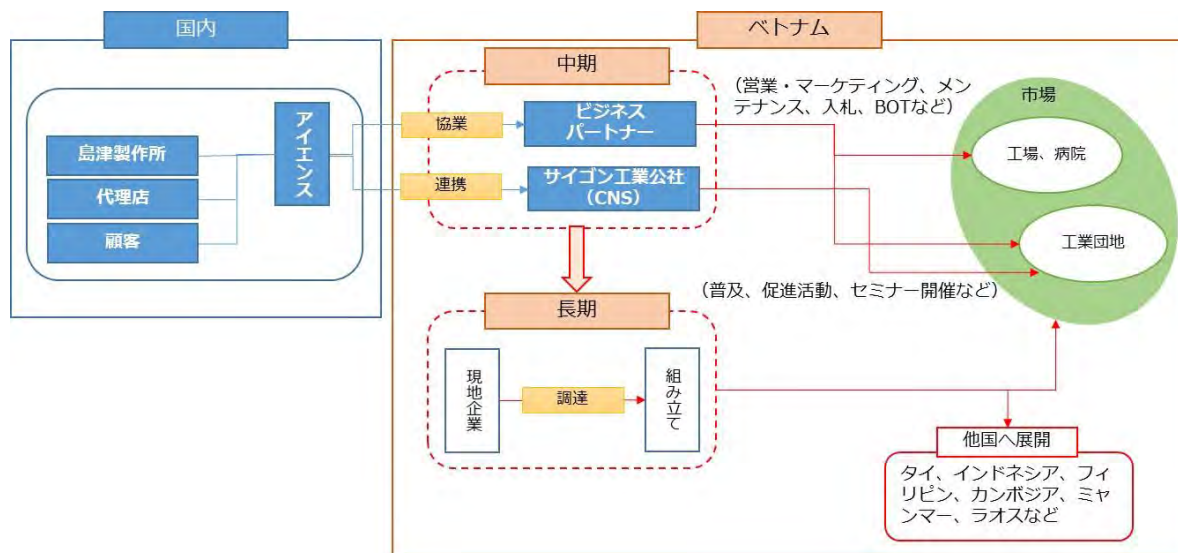


図 5.1 事業体制と事業展開

5-2-2 販売方法・販売網の構築

ベトナムで広く導入されている安価なディスク型ディフューザーと比べて、製品単価の価格差は現行のままでは 40～70 倍の差がある。製品単価の価格差に関し、ヒアリング先からも「いくら性能が良く、ランニングコストが削減されるといっても、ベトナム人は初期投資額を重要視するため、高価で 10 年間性能が持続する製品よりも、安価で 1～2 年で取り換える方を選ぶ」との指摘があった。製品単価については、コア部分以外（ステンレスの円筒形カバー、接続部品、パイプなど）はベトナムで製造し、組み立てることにより、AL タイプで（ステンレスの円筒形カバーをプラスチックにした場合）、現行の 1,400US ドルを 600US ドルほどにすることができる。ただ依然として製品単体での価格差は大きい。そのため製品単体での訴求よりも排水処理システムとして効率的で確実な処理、第 2 章で述べたライフサイクルコスト削減効果（1～3 年で当初の価格差が逆転する事例）などを訴求した方が得策であると考えている。この点に関し、ヒアリング先からも、「排水処理施設全体での提案の方がよいと思われる」、「工業団地内にアイエンスとベトナムのビジネスパートナーが JV でレンタル処理施設を建設し、各企業から排水処理費用を徴収しながら投資コストの回収と利益を得ていくようなモデルを提案する方がよい」などのコメントがあった。そのため、現地の水処理事業者で処理施設全体の設計と施工を行っている会社との共同入札や BOT 方式のビジネス展開も検討している。

タイでの事例では、アクアブラスターを導入したことのある日系企業からの口コミで新規顧客につながった。ベトナムでも日系企業が多く進出しており、アクアブラスターを設置している日本本社への営業や日本の代理店を通じてのプロモーションにも取り組んでいく。

2014 年にベトナム最大の水処理展示会（VIETWATER 2014）がホーチミンで開催され、35 カ国 365 社の企業・団体が出品、約 1 万人が来場し、多数の商談が行われたとのことである。2015 年 11 月にはハノイで開催され（VIETWATER 2015）、35 カ国 380 社の出展があり、会期中 8,857 人が来場し

た。JETRO はジャパンプースを設置し、優れた水処理技術を有する日本企業の出展支援を行っており、2015 年は日本の中小企業 16 社の出展支援を行った⁶⁸。来場者の多さは、近年の水処理への関心の高さを表しているとともに、急速な工業化の進展に伴い、産業排水処理に対する需要が高まっている証左でもある。2016 年以降も同様な水処理展示会が予定されており、当該展示会への出展をきっかけにして顧客やビジネスパートナーとの商談につなげたい。

5-2-3 体制や普及に向けたスケジュール

カウンターパートである CNS 曰く、「普及・実証事業後のビジネス展開でも協力したいと考えており、アクアブラスターの筒の部分傘下の工場で製造することも可能」とのことである。また、アクアブラスターの実証予定先であるドンナイ省のゴム加工工場からは、同製品の導入により安定的に B 基準を満たすことができるよう期待されており、A 基準まで処理できるようならドンナイ省の人民委員会に同製品の有効性を PR し、プロモーションに協力するとの申し出を受けている。このように普及・実証事業を通じてベトナム政府機関にアクアブラスターの性能や有効性、ライフサイクルコストの優位性を認知してもらい、カウンターパート機関の協力を得ながら普及を図る考えである。今後のスケジュールは以下のとおりである（表 5.5）。

表 5.5 今後の普及に向けたスケジュール

短期（2016～2018 年）	中期（2019～2021 年）	長期（2022～2025 年）
<ul style="list-style-type: none"> 普及・実証事業 ビジネスモデル確定 事業計画策定 事業パートナー確定 	<ul style="list-style-type: none"> 事業パートナーと合弁事業契約締結 事業パートナーとの営業・マーケティング、共同入札、BOT 	<ul style="list-style-type: none"> アクアブラスターの現地生産、組み立て 販路拡大 他国への展開

5-2-4 現地パートナーの見通し

ビジネスパートナーの要件として、各省の環境部局と強いパイプがあることも重要である。本調査において、現地パートナー候補 2 社とすでに面会し、今後協力の方向性や体制など協議をしていくことにしている。各社の概要は以下のとおりである（表 5.6）。各社ともアイエンスをビジネスパートナーとして環境ビジネスを拡大させたい意向である。


⁶⁸ JETRO 2015

表 5.6 ビジネスパートナー候補

社名	概要
1. Tien Nam Phat Co., Ltd.	産業排水処理を専門としており、排水処理施設の設計、施工、コンサルティングなどを行っている。クライアントは 500 社で、特にビンズン省環境局との関係性が強い。ベトナムでは各省の環境局から排水処理施設の建設前後で承認を得る必要があるため、環境局との関係をよくしておくことが重要とのこと。
2. Trung Tam Phan Tich & Do Dac Moi Truong	排水処理施設の設計、環境検査（水質、大気、食品）などを行っている。設立してから 5 年。クライアント数は 200 社。ダラット以南の 8 つの省に支店があり、南部地域で広いネットワークを有する。労働環境分析、水質・大気分析、農薬残渣分析に関してベトナム政府公認の資格を有している。各企業は環境報告書を年 2 回政府に提出する必要があるが、それにかかる分析は上記認証を有する機関でなければ実施できない。当該認証を有する多くは公営の研究機関や国営会社であり、民間企業でその資格を有する会社は少ない。

5-2-5 調達・生産に関する具体的な計画

アクアブラスターの円筒形カバー、接続部品、パイプなどを現地生産し、現地組み立てする場合の委託先として以下の企業が可能である。

会社名	概要
<p>Mechanical & Industrial Construction JS Company (IMECO)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 1979 年設立。従業員数 450 名（内、溶接技術者 75 名、作業員 279 名） • ホーチミン市内に 2 カ所の工場あり • ISO9001 取得 • 製造しているのは主に鉄骨加工製品（各種タンク、パイプ、橋、ボイラーなど） • 溶接技術力に強みがある。スチールだけでなく、ステンレス加工もできる • 製品の輸出国は、EU、米国、韓国、日本、ロシア、タイ、中国、中東諸国など • 高い品質、短納期、コスト競争力、環境に配慮した生産供給体制を構築している • 日本企業では日立や味の素と取引がある

カウンターパートの CNS でも金属加工工場を有しているため、今後の普及・実証事業期間中に現地生産と組み立てについて協議していく。

5-2-6 事業展開した場合の開発効果

本事業の実施により期待される開発成果を短期、中期、長期の観点から述べる（図 5.2）。短期的な開発効果は普及・実証事業によるものであり、実証先における排水基準（A または B）の達成、施設管理者 100 名育成、排水処理事業者 20 名育成、その他プロモーション活動によって、排水基準やランニングコストなどで課題を抱えている工業団地や個別工場にアクアブラスターの導入を図る。事業展開後の中・長期的には、排水処理施設が未整備、あるいは基準に満たない排水を排出している工業団地や個別工場へのアクアブラスター導入が進むことで、河川の BOD、COD、TSS 濃度などの低下と水質改善に貢献する。

活動	短期 (普及・実証事業)	中期 (2018年～2020年)	長期 (2021年～)
アクアブラスターの実証	実証先で安定的にA/B基準達成	口コミや排水処理事業者を通じてA基準/B基準に満たない、またはランニングコストの削減を希望する工業団地や個別工場へアクアブラスターが導入される（工業団地と個別工場合わせて10カ所目標）	排水基準に満たない、またはランニングコストの削減を希望する工業団地や個別工場へのアクアブラスター導入が進展することで、安定的かつ持続的にA基準/B基準を満たす施設が増加する。それにより河川のBOD、COD、TSS濃度などが低下し、水質汚濁の改善に貢献する。
施設管理者育成	50社、計100名の育成		
排水処理事業者育成	10社、計20名の育成		
普及活動	100社、計200名へのプロモーション		

図 5.2 事業展開した場合の開発効果

5-3 事業展開において想定されるリスクと対応方法

ベトナム進出に伴い想定されるリスクと対応策は以下のとおりである（表 5.7）。

表 5.7 想定されるリスクと対応策

リスク	対応策
英語とベトナム語の二言語で作成した契約書の内容相違	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム企業と日系企業との契約書ではベトナム語に英語を併記するのが通常である。その文面に2つの契約書の内容、解釈に齟齬があった場合は英文の方を優先するという「契約言語」条項を規定しておく。それにより仮にベトナム国内で裁判となった場合でもベトナムの裁判所はその条項を認めてくれる
価格競争	<ul style="list-style-type: none"> ベトナムでは人的関係がビジネスに生きる場合が多いため、ビジネスパートナーを通じて人脈形成と人脈活用を心がける 製品特性、性能、費用対効果、ライフサイクルコストにおける優位性を実証し、セミナーや展示会で製品価値を訴求する
ビジネスパートナーのチェック不足	<ul style="list-style-type: none"> 経営方針、実績、顧客層、人脈、政府機関とのパイプ、また特に BOT 方式の場合、投資コストが立て替えになるので、資金力などを業務提携契約前に確認し、客観的に評価する
製品の模倣品被害	<ul style="list-style-type: none"> ベトナムでの特許申請やコア技術については日本から出さないようにする

SUMMARY

INTRODUCTION

The ‘Socio-Economic Development Strategy 2011–2020’ (SEDS) highlights ‘sustainable development’ as the development policy and lists “full access to clean and safe water for all nations” and “thorough compliance with environmental standards for companies” as environmental indicators.

According to the country assistance strategy for Vietnam by the Ministry of Foreign Affairs of Japan, ‘environmental protection’ is one of the priority areas of ODA (Official Development Assistance) to Vietnam. Japan’s ODA targets in environmental protection are: water quality management, water supply, drainage and sewage treatment, waste management, improvement of pollution measures, support of urban environmental management, and improvement of administrative capacity.

Dissemination of the ‘Aquablaster’, which has a wealth of experience and a good reputation, can contribute towards solving Vietnam’s development challenges in industrial wastewater treatment, and is consistent with the development plans of Vietnam and Japan's ODA policy.

I. OVERVIEW OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT

Vietnam is governed by collective leadership under the Communist one-party regime. National Assembly elections are held every five years. There is an election in 2016.

The population is about 92 million; approximately 7.1 million residents in Hanoi, and approximately 8.0 million residents in Ho Chi Minh. The total population is estimated to reach about 98 million people in 2020.

The real GDP growth rate was 6.5% in 2015. The average annual growth rate over the last three years (2013 to 2015) was 6.2%. National income per capita is about 2170 USD (2015), and based on purchasing power parity is about 6020 USD (per capita urban income is about 12000 USD, compared to about 3000 USD on average in rural areas).

The Human Development Index (HDI) by UNDP shows Vietnam's HDI was 0.666 in 2014 (116th of 188 countries). Life expectancy and education levels have been improving concurrently with economic growth.

II. DEVELOPMENT CHALLENGES

It is predicted that rapid industrialization and urbanization will cause concentration of the population in urban areas and the impoverishment of rural areas, and an increase in the income gap will result in various difficulties in the lives of the Vietnamese people. Addressing these urban, environmental, and energy problems is important for Vietnam, as it undergoes major economic development.

Environmental pollution caused by industrialization and urbanization is becoming a serious social problem in Vietnam. Wastewater discharge is one source of serious environmental pollution in Vietnam. The background and magnitude of wastewater discharge are summarized as follows:

Urbanization and the rapid formation of industrial zones have caused rivers and waterways, and their surrounding basins, to become polluted to alarming levels. In the south, the Sai Gon–Dong Nai river, which runs through Ho Chi Minh City (HCMC), and its tributaries, including the Thi Vai, receives nearly

half a million cubic litres of wastewater from more than 50 industrial zones each day. Lack of efficient treatment of industrial and urban domestic wastewater makes water contamination a major health threat, and aquatic ecosystems are threatened by the high amounts of untreated sewage and industrial wastewater generated in urban centres. Urban water pollution in Vietnam has become a serious problem. Most factories in Vietnam are located near rivers, so these industries can illegally dispose of their waste by discharging it into rivers. Vedan is an example of a company that for a long time has been illegally discharging waste into Thi Vai River in Dong Nai Province. The Vedan scandal has forced the Vietnamese government to review its environmental protection policy.

Pollution levels in surface water and groundwater are of critical concern to the government. According to new research by the Department of Natural Resources and Environment in Ho Chi Minh City, total organic carbon (TOC) content of groundwater in some places is 31–86 mg/L. Although the maximum value of biochemical oxygen demand (BOD) allowed according to regulations is 4 mg/L, BOD concentration of the Sai Gon–Dong Nai river is higher than 8 mg/L (see Figure 1).

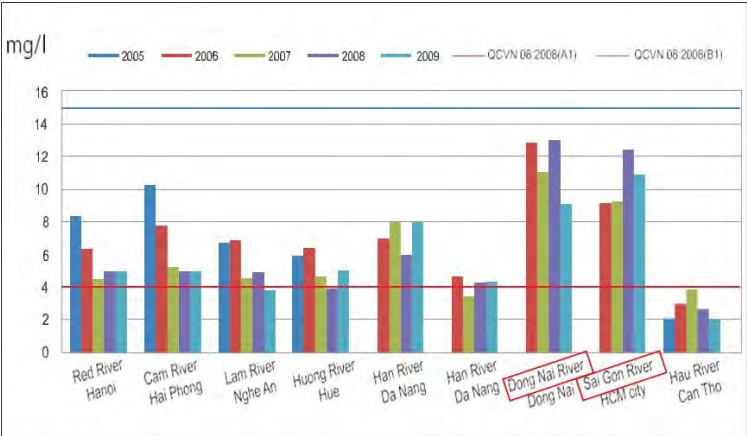


Fig.1 BOD in main rivers (2005–2009)
(Source: National State of Environment Report 2010)

III. POLICY AND REGULATION RELATING TO INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT

The Vietnam Environment Administration, a branch of the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), is responsible for environmental issues in Vietnam. At the provincial level, the Departments of Natural Resources and the Environment (DONRE) bear responsibility. Many institutes and non-governmental organisations also play a role.

In 2012, Parliament passed the Law on Water Resources to manage and use water resources efficiently and contribute to minimising the challenges associated with their use. This document has the highest legal validity in the system of literature regulating control of the pollution and degradation of water resources.

Some important documents regulating control of the pollution and degradation of water resources are given in Table 1:

Table 1. Regulations on control of the pollution and degradation of water resources

No.	Notation	Description	Date of signature
1	55/2014/QH13	Environmental Protection Law	23/06/2014
2	17/2012/QH13	Water Resources Law	21/06/2012
3	201/2013/NĐ-CP	Detailing the implementation of some articles in the Water Resources Law	27/11/2013

No.	Notation	Description	Date of signature
4	25/2013/NĐ-CP	Regulations on environmental protection charges for wastewater	29/03/2013
5	63/2013/TTLT-BTC-BTNMT	Guiding the implementation of Decree No. 25/2013/NĐ-CP on environmental protection charges for wastewater	15/05/2013

In addition, there are many regulations and technical standards for control of pollution and water resource degradation:

- QCVN 01-MT:2015/BTNMT National Technical Regulation on the effluent of the natural rubber processing industry
- QCVN 12-MT:2015/BTNMT National Technical Regulation on the effluent of pulp and paper mills
- QCVN 13-MT:2015/BTNMT National Technical Regulation on the effluent of the textile industry
- QCVN 40:2011/BTNMT National Technical Regulation on industrial wastewater
- QCVN 28:2010/BTNMT National Technical Regulation on healthcare wastewater
- QCVN 11:2008/BTNMT National Technical Regulation on the effluent of the aquatic products processing industry
- QCVN 14:2008/BTNMT National Technical Regulation on domestic wastewater

Vietnam's industrial wastewater standards are given in Table 2. Strict standards similar to those of Kanagawa Prefecture have been applied.

Table 2. Standards of industrial wastewater treatment

Component	Unit	A ¹	B ²	Kanagawa Prefecture ³
BOD	mg/L	30	50	5–60
COD ⁶⁹	mg/L	75	150	5–60
SS ⁷⁰	mg/L	50	100	15–90
pH	—	6–9	5.5–9	5.8–8.6

(Note 1) ‘A’ standards apply in the case of discharging to water bodies to be used for domestic water supply

(Note 2) ‘B’ standards apply in the case of discharging to water bodies not used for domestic water supply

(Note 3) Source: QCVN40/2011/BTNMT and the ordinance of Kanagawa Prefecture

IV. APPLICABILITY OF AIENCE'S PRODUCTS AND TECHNOLOGY

Aquablaster is an aeration diffusion apparatus that combines high oxygen solubility with powerful convective stirring (see Figure 2). Powerful air bombardment of internal protrusions produces microscopic

⁶⁹ Chemical Oxygen Demand

⁷⁰ Suspended Solids

air bubbles, boosting the dissolved oxygen content of high-load wastewater or circulating water. The infusion of the entire tank with oxygen promotes the aerobic respiration of microorganisms, maximizing their metabolic performance and biodegradation capacity. Operating costs are low as the unit can be used for 10 years without replacement of diffusion pipes and with low electricity consumption (see Figure 3).

In the past, our claims have been considered far-fetched according to the conventional wisdom surrounding water treatment. Nevertheless, we have built up a track record of over 10 years and have made over 60 deliveries of entire systems to customers including major plant operators, major baked goods plants, and automakers.

Stirring convection of micro-bubbles is the key to wastewater purification. Micro-bubbles are distributed throughout the entire water tank which results in minimal sludge accumulation on the tank bottom (see Figure 4).

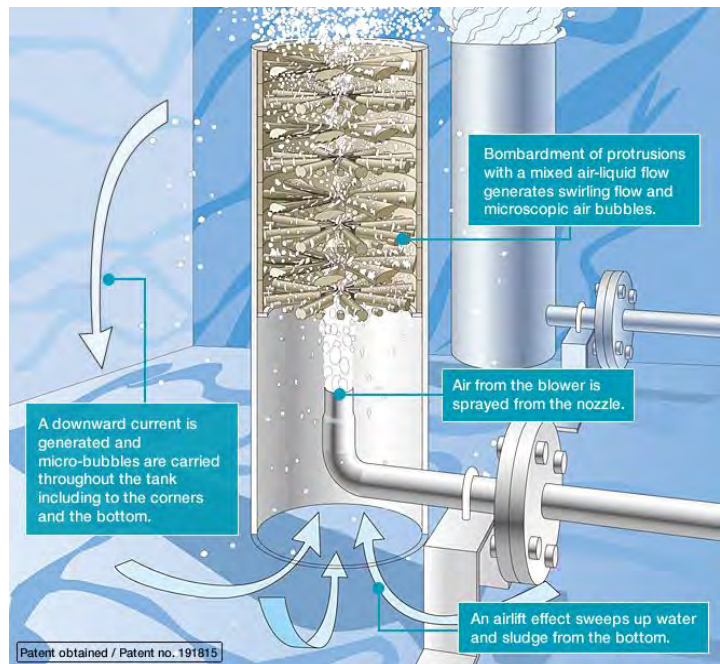


Fig. 2 System Overview

(Source) Aience

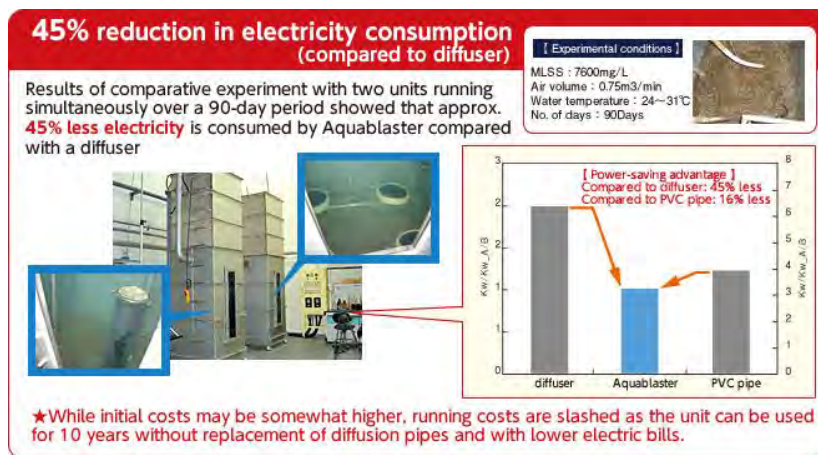


Fig. 3 Reduction in electricity consumption

(Source) Aience

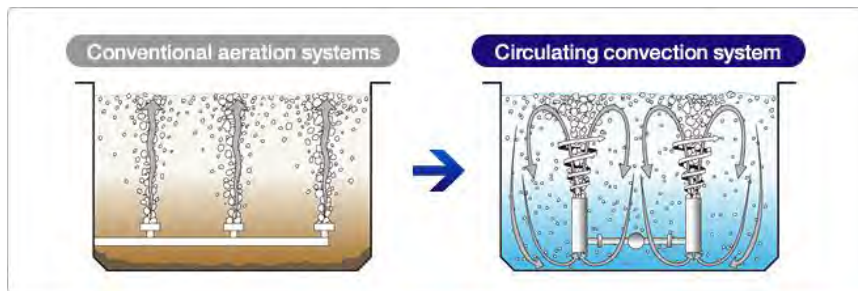


Fig. 4 Circulating convection system

(Source) Aience

As shown above, Aquablaster can reduce power consumption by up to 45% compared with a disc-shaped diffuser. The annual saving in Vietnam resulting from such a reduction in power consumption is estimated to be 1167 to 34 690 USD.

Disc-shaped diffusers introduced to centralized wastewater treatment facilities at industrial parks typically use a 55 kW blower. If the disc-shaped diffusers were replaced with Aquablaster, it is estimated that the life cycle cost (including electricity charges, replacement cost, and sludge treatment cost) could be reversed in one to three years. Specifically, the life cycle cost of Aquablaster is less than that of disc-shaped diffusers.

V. PROPOSAL FOR AN ODA PROJECT

A Memorandum of Understanding (MOU) was entered into by and among Aience Co., Ltd. (Aience), Kaihatsu Management Consulting, Inc., (KMC), and Saigon Industry Corporation (CNS).

The Parties agreed to work closely on the preparation of the ODA project proposal and submit it to JICA for the relevant scheme in 2016, according to the framework described below (see Table 3).

Table 3. Outline of the proposed ODA project

The project purposes	A) To demonstrate the effectiveness of ‘Aquablaster’, manufactured by Aience (‘the Product’), for industrial wastewater treatment B) To transfer the knowledge and technology to manage industrial wastewater treatment C) To disseminate the Product in Vietnam
Expected project period	One year (tentatively starting from October 2016)
Expected project cost (Japanese side)	100 million Yen at maximum
Counterpart agency	CNS
Project area	V. R. G. Sa Do Rubber Thread Joint Stock Company (SADO)
Implementing company	Aience
Consulting firm	KMC

CNS agreed that SADO would be the representative office to work as the counterpart organization of the Project, in collaboration with Aience, KMC and other stakeholders. The main role of CNS shall include: 1) selecting the appropriate organizations for conducting the Project, and 2) assisting Aience to disseminate the Product to the private and public sectors of Vietnam through seminars.

The main role of SADO shall include: 1) installation of the Product Aquablaster and electric air blower (if any), 2) assignation of appropriate persons to operate the product and monitor the operation with Aience, 3) conducting an operating test of the product with Aience and KMC, and 4) summarising the results of the test and making a presentation to the stakeholders when a seminar is held by Aience.

Aience and CNS shall further discuss the details on project implementation and conclude a contract when the Project proposal is granted by JICA.

Aience agreed, with the strong will of establishing the business in Vietnam, to commit to provide a qualified product and technology on wastewater treatment, and transfer these technologies on operation and maintenance to the counterparts to contribute to sustainable wastewater treatment in the country. The main role of Aience shall include: 1) shipping Aquablaster and electric air blower (if necessary) from Japan to Vietnam, 2) designing the placement of Aquablaster in selected treatment tanks, 3) training staff for the maintenance of Aquablaster in Vietnam and Japan, 3) holding seminars or other events in HCMC and Hanoi to introduce Aquablaster, and 4) assisting with provision of a solution of industrial wastewater treatment to the public and private sectors in collaboration with CNS.

VI. PROSPECTS FOR FUTURE BUSINESS DEVELOPMENT

The amount of industrial wastewater from the industrial parks in the major cities and provinces in the southeast, the priority area for business development, are given in Table 4:

Table 4. Amount of industrial wastewater (in 2012)

No	City and provinces	Amount of industrial wastewater(m ³ /day)
1	Ho Chi Minh City	57 700
2	Dong Nai Province	179 066
3	Binh Duong Province	45 900
4	Long An Province	25 384
5	Ba Ria–Vung Tau Province	93 550
Total		401 600

(Source) MONRE (2012)

The market size of Aquablaster in the above area can be estimated to be 32 to 56 million USD (approximately 3.5 to 6.2 billion Yen) based on the above total amount of industrial wastewater (see Table 5).

Table 5. Market size

City/province	Amount of industrial wastewater (m ³ /day)	Estimated number of Aquablasters ^(*1)	Market size (million US dollars) ^(*2)
Ho Chi Minh City, Dong Nai Province, Binh Duong Province, Long An Province, Ba Ria–Vung Tau Province	401 600	40 160	32–56

(*1) estimation by number of Aquablasters per 10 t

(*2) estimation by the market price of AS-250: 800 USD to AL-750: 1400 USD

Initially, we are aiming for sales of 100 million Yen in Vietnam by 2020. We understand that political involvement is very important for environmental businesses, and business expansion is very difficult if the business' products are not recognised by the government. Therefore, market promotion with CNS is extremely important. We will continue to carry out a promotion in cooperation with CNS after the ODA project, and will highlight the superiority of Aquablaster in terms of performance and cost effectiveness. We avoid price competition with other products; instead we will differentiate the product by proposing an entire design for a wastewater treatment system using Aquablaster with other business partners. As a means of market development, we will participate in the bid through the government-based network with business partners and CNS, or carry out the proposed BOT (build–operate–transfer) method. In the medium to long term, we aim to reduce the unit price of Aquablaster through local procurement and assembly onsite, in order to increase price competitiveness, followed by the enlargement of internal and external markets. The business development plan is given in Table 6:

Table 6. Business development plan

Short term (2016 to 2018)	Mid term (2019 to 2021)	Long term (2022 to 2025)
<ul style="list-style-type: none"> *Execution of ODA project *Formulation of business model *Formulation of business plan *Confirmation of business partners 	<ul style="list-style-type: none"> *Conclusion of a contract on joint venture agreement with business partners *Sales promotion, marketing, consortium, and BOT with business partners 	<ul style="list-style-type: none"> *Localization of Aquablaster *Enlargement of Vietnam market *Expansion to other countries

Vietnam
Feasibility Survey for the dissemination of industrial wastewater treatment facility
which can realize the energy conservation and improvement of waste water treatment capacity

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Aience Co., Ltd.
- Location of SME: Hyogo Prefecture, Japan
- Survey Site/Counterpart Organization: Ho Chi Minh City/SAIGON INDUSTRY CORPORATION



Concerned Development Issues

- Water pollution associated with the progress of industrialization
- Improvement of administrative capacity related to water pollution measures
- Insufficient wastewater treatment installations
- Lack of technical standards
- Development of environmental engineers with knowledge of the design and operation of wastewater treatment facilities

Products and Technologies of SMEs

- 'Aquablaster' is an aeration diffusion apparatus that combines high oxygen solubility with powerful convective stirring.
- Powerful air bombardment of internal protrusions produces microscopic air bubbles, boosting the dissolved oxygen content of high-load wastewater or circulating water.
- Running costs are slashed as the unit can be used for 10 years without replacement of diffusion pipes and also uses electric power more economically.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Establish Aquablaster at wastewater treatment facilities located at the rubber processing factory. It is generally very difficult to meet the wastewater treatment standards (e.g. B criteria: BOD 50 mg/L, COD 150 mg/L) when treating wastewater from rubber processing.. We will ensure the performance of Aquablaster is suitable for stable treatment to meet the above standards whilst resulting in a reduction of operating costs. In addition, we will carry out training sessions in order to transfer technical knowledge in designing suitable facilities, and management skills for facility operations. Dissemination of Aquablaster and technology transfer will lead to an increase in the number of industrial parks and factories which can meet the wastewater treatment standards. The results can be expected to contribute to mitigation of serious river pollution.