

ベトナム国

ベトナム国
天然鉱物を使用した
高濃度有機性排水・
高塩分排水等の
水質浄化に関する案件化調査
業務完了報告書

平成 29 年 8 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社屋部土建

国内
JR (先)
17-106

目次

目次	i
巻頭写真	v
略語表	vi
表一覧	vii
図一覧	vii
要約（和文）	ix
はじめに	xiv
第1章 ベトナム汚水処理分野の現状	1
1-1 ベトナムの政治・社会経済状況	1
1-2 ベトナム汚水処理分野の現状	2
1-2-1 政府資料に見るベトナム汚水処理分野の現状	2
1-2-2 報道等に見るベトナム汚水処理分野の現状	5
1-3 ベトナム汚水処理分野の政策・法制度	9
1-3-1 ベトナム汚水処理分野の主要政策方針と提案技術との関係	9
1-3-2 ベトナム汚水処理分野の法制度	11
1-4 ベトナム汚水処理分野における ODA 事業の先行事例と他ドナーの分析	12
1-4-1 日本の対ベトナム支援政策	12
1-4-2 日本の ODA 事業の先行事例	14
1-4-3 他ドナーの分析	18
1-5 ベトナム汚水処理分野のビジネス環境	20
第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針	22
2-1 提案企業の製品・技術の特徴	22
2-1-1 製品・技術の特徴	22
2-1-2 製品・技術のスペック・価格	23
2-1-3 製品・技術における特許の有無	24
2-1-4 国内の販売実績	24
2-1-5 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性	24
2-1-6 その他	25

2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置付け	25
2-2-1	海外進出の目的	25
2-2-2	海外展開の方針	26
2-2-3	海外展開を検討中の国・地域・都市	26
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	26
2-3-1	現時点での提案企業の地元経済への貢献	26
2-3-2	ODA 案件実施・海外展開による地元経済への貢献	27
第3章	活用が見込まれる製品・技術に関する現地調査と活用可能性の検討	28
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法	28
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果	28
3-2-1	案件化調査以前の現地調査	28
3-2-2	第1回現地調査	29
3-2-2-1	ビントウアン省の共同排水処理場	29
3-2-2-2	カントー市工業団地排水処理場	30
3-2-2-3	ホーチミン市の公共水空間	32
3-2-2-4	環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業	33
3-2-2-5	ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所	34
3-2-2-6	ハノイ市計画投資局	34
3-2-3	第2回現地調査	35
3-2-3-1	ビントウアン省での採水と事業実施の意思確認	36
3-2-3-2	カントー市での採水と事業実施の意思確認	37
3-2-3-3	ソクチャン省のエビ養殖場	38
3-2-3-4	国家大学ホーチミン市校 環境資源研究所	38
3-2-3-5	ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所	39
3-2-3-6	JETRO ハノイ事務所	40
3-2-3-7	計画投資省外国投資庁	41
3-2-3-8	環境専門家、ジャーナリスト等からの聞き取り、文献調査	41
3-2-4	第3回現地調査	41
3-2-4-1	カントー市工業団地基盤建設社	42
3-2-4-2	国家大学ホーチミン市校 環境資源研究所	42
3-2-4-3	環境技術研究所との協議、池の視察	42

3-2-5	第4回現地調査	43
3-2-5-1	ワークショップ	44
3-2-6	提案技術の現地適合性実験	45
3-2-7	現地適合性検証結果のまとめ	46
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認	46
A.	高塩分産業排水	47
B.	高リン産業排水	47
C.	公共水空間	47
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	48
A.	高塩分産業排水	48
B.	高リン産業排水	48
C.	公共水空間	48
第4章	ODA 案件にかかる具体的提案	49
4-1	ODA 案件概要	49
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	49
4-2-1	カウンターパート候補	50
4-2-2	ODA 案件の実施体制	51
4-2-3	期待される開発効果	51
4-3	他 ODA 案件との連携可能性	52
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策	53
4-4-1	カウンターパートの課題と対応策	53
4-4-2	技術面の課題と対応策	54
4-4-3	情報普及の課題と対応策	54
4-5	環境社会配慮にかかる対応	55
4-5-1	環境社会配慮	55
4-5-2	ベトナムの環境社会制度	57
4-6	ジェンダー配慮	58
第5章	ビジネス展開の具体的計画	59
5-1	市場分析結果	59
5-1-1	市場の構造	59
5-1-2	価格からみた市場性	59

5-1-3 潜在市場.....	59
5-2 想定する事業計画及び開発効果.....	60
5-2-1 事業戦略.....	60
5-2-2 海外ビジネス展開の実施体制.....	60
5-2-3 ビジネス展開の計画.....	60
5-2-4 事業展開した場合の開発効果.....	60
5-3 事業展開におけるリスクと対応策.....	61
別添.....	62
ベトナム汚水処理関連の ODA 案件.....	62
環境チェックリスト.....	73
Summary.....	79

巻頭写真



ファンティエット工業発展センター共同
排水処理場での採水



チャノック工業団地共同排水処理場の沈降槽



採水サンプル水に対する
ルミライトシステム適用実験



環境技術研究所凝集沈殿の実演
右側がルミライト粉を入れた状態



カントー市 カウンターパート候補の
工業団地基盤建設会社との意見交換



ハノイ市 カウンターパート候補の
環境技術研究所での協議



環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業
からの聞き取り



ルミライトシステムについて説明する本調査団

略語表

略語	正式名称	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AEC	ASEAN Economic Community	ASEAN 経済共同体
AFD	Agence Francaise de Developpement	フランス開発庁
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力会議
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
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	地方省天然資源環境局
DOST	Department of Science and Technology	科学技術局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EPA	Economic Partnership Agreement	二国間経済連携協定
FIA	Ministry of Planning and Investment FOREIGN INVESTMENT AGENCY(FIA)	ベトナム計画投資省外国投資庁
FDI	Direct Investment	外国直接投資
GIZ	Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
HSDC	Hanoi Sewerage and Drainage Company	ハノイ下水排水公社
IER	Vietnam National University, Ho Chi Minh City Institute for Environment and Resources	国家大学ホーチミン市校 環境技術研究所
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	ベトナム天然資源環境省
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
NLU	Nong Lam University	ホーチミン農業大学
PAC	Poly Aluminium Chloride	ポリ塩化アルミニウム
POP	Persistent Organic Pollutants	難分解性有機汚染物質
SCFC	Steering Center of Urban Flood Control Program	人民委員会 洪水管理センター
SS	Suspended Solid	浮遊物質
STPP	Sodium Tripolyphosphate	トリポリリン酸ナトリウム
TSS	Total Suspended Solid	総浮遊物質
VAST	Vietnam Academy of Science and Technology	ベトナム科学技術アカデミー
WB	World Bank	世界銀行

表一覧

表 1	都市の生活排水における汚水の推移	5
表 2	2015 年の改正環境保護法	10
表 3	水質汚濁関連の法令	11
表 4	日本の対ベトナム援助方針	13
表 5	日本の対ベトナム ODA 供与規模・実績	13
表 6	ハノイ市の下水処理場の処理容量と財源	15
表 7	ホーチミン市の下水処理場の処理容量と財源	16
表 8	ベトナム水質改善・汚水処理分野における ODA 事例	17
表 9	主要ドナーの水資源、汚水処理関連プロジェクト	19
表 10	伊江島具志排水浄化システムの成果	22
表 11	ルミライトシステムのスペック、価格	24
表 12	ルミライトシステムの国内販売実績	24
表 13	第 1 回現地調査の行程	29
表 14	チャノック工業団地排水処理場排水の水質	31
表 15	第 2 回現地調査の行程	35
表 16	第 3 回現地調査の行程	41
表 17	普及実証事業候補の 3 つの池の水質	43
表 18	第 4 回現地調査の行程	43
表 19	普及実証事業の具体的な協力内容	49
表 20	汚水処理関連の日本の ODA 案件	52
表 21	普及実証事業実施予定候補地	55
表 22	モニタリング計画	57
表 23	産業排水に関する国家技術規則（抜粋）	57
表 24	地表水質基準に関する国家技術基準（抜粋）	58

図一覧

図 1	主要河川の BOD の年間推移（2005-2009 年）	3
図 2	都市の川・池・水路の BOD の年間推移（2005-2009 年）	3
図 3	ベトナム北部カウ川と又工川	4
図 4	全汚水に対する BOD と総浮遊物質（TSS）の産業別内訳	4

図 5	国の環境基準を超えるドンナイ川の汚染度合いの推移	5
図 6	観測地点ごとのサイゴン川（BOD）の推移.....	5
図 7	ルミライトシステムを適用する前の伊江島具志排水池（左）と適用後	22
図 8	自動散布装置.....	22
図 9	浄化剤の働き	23
図 10	当面と将来のビジネススキーム	26
図 11	ファンティエット工業発展センター共同排水処理場の平面図.....	30
図 12	カントー市チャノック工業団地共同排水処理場の平面図	32
図 13	チャノック工業団地位置図.....	55
図 14	公共水空間サイト位置図	56

要約（和文）

第1章 ベトナム汚水処理分野の現状

ベトナムは、1986年からのドイモイ政策が継続されており、2020年までの国家戦略として「近代化・工業化」政策を掲げている。近年の経済成長に伴うインフラ整備や環境汚染対策は大きな課題であり、特に大気汚染・水質汚染・土壌汚染などの環境問題は、経済活動・市民生活・健康維持への影響を与える深刻な状況にあり、法整備や政策、企業の環境対策と責任、そして市民の環境意識の高まりも求められている。日本はベトナムへの最大の援助国であり、水関連分野、汚水処理分野におけるODA事業が多く実施されている。

経済成長に伴う高い水需要により、水資源は減少しており、有機物などによる汚染が多くの川や都市部の池に影響を与え、深刻なレベルに達している。経済の持続的発展と環境保護の観点から、水汚染対策は国の大きな課題である。河川の汚染は、産業排水が最大の汚染源であり、大都市を流れる川など地域によっては生活排水による汚染もあり、産業排水・生活排水ともに改善の必要がある。

ベトナムでは水質汚染をめぐる大きな事件が二つある。一つは2008年にベトナム南部ドンナイ省で起こった食品加工企業ベダン社による違法排水事件である。この事件をきっかけに、環境問題・水質汚染問題への関心がベトナム全体で急激に高まり、汚染企業が摘発されるようになった。もう一つは2016年に再び起こったのが北中部地域での製鉄所フォルモサ社による魚の大量死事件で、高まっている環境問題や水汚染問題への関心がさらに高まることとなった。これら全国的に大問題となった2大事件以外にも、産業排水による水汚染事件・訴訟は全国各地で数多く起こっている。ベトナムでは、環境保護の基本規則は環境保護法で定められている。水、土、大気的环境保全と廃棄物管理に分けられ、新たに気候変動対応に関する規定が盛り込まれるようになっている。

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

株式会社屋部土建は完工高沖縄県3位の建設企業として、創業以来、沖縄の各種建築、インフラストラクチャー整備等に貢献してきたが、経営多角化の一環として環境事業に進出し、その中核的技術の一つとしてルミライトシステムの事業を展開している。ルミライトシステムは、天然鉱物の浄化剤を活用した汚水浄化システムである。特に、浄化難度が高い高塩分濃度の排水などでも浄化の効果を発揮する特長がある。浄化剤ルミライトは、厳選された17種類の天然鉱物を数回の焼成処理過程を通じて、高いイオン置換能力を恒久的に維持するよう加工されたものである。少量の適用で汚染物質の凝集・沈殿・溶出抑制

などの処理ができ、材料が自然鉱物由来のため、安全性に優れており、河川やダムなどに直接投入できる。ルミライトシステムの比較優位性は、添加設備と攪拌設備の導入だけでよく、既存のラグーンや曝気槽、沈殿槽などの設備を利用できるため、新たな用地の確保、設備投資が不要となることが挙げられる。排水を止めずに施工可能であるから、操業停止によるデメリットも少ない。システムの構造は比較的単純であり、ポンプ、攪拌機等はメンテナンスが容易で、現地で入手可能な機器で代用でき、技術移転も容易である。

屋部土建の海外展開方針として、長期的な視野で新たに立ち上げた環境対策室による環境分野において、急速に都市化・工業化が進む中で水質改善が深刻な問題となっているベトナム市場を開拓し、拠点設立を検討している。現地企業や行政機関を対象に水処理機材（システムプラント）の製造・販売及びメンテナンスを想定している。ベトナムでの事業展開が達成できれば、経済発展に伴い環境汚染が深刻な問題である東南アジア隣国への水平展開も視野に入れている。また、屋部土建の海外進出による沖縄地域経済への貢献として、沖縄建設業の海外展開の起爆剤になること、沖縄県のアジアゲートウェイ構想の先駆けになること、関連企業の売上増、新規雇用の創出、新規分野である水質調査事業への進出に伴う経済効果などへの期待もされる。

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する現地調査と活用可能性の検討

本案件化調査では、数回の予備調査により「高塩分産業排水」「高リン産業排水」「池などの公共水空間」での汚水処理の三つの現地ニーズの仮説を立て、第1回（2016年12月）、第2回（2017年2、3月）、第3回（2017年4月）の現地調査と、第4回（2017年5月）の現地ワークショップを実施した。

第1回から第3回での調査実施で、仮説の一つである「高塩分産業排水」の調査対象として、ベトナム有数のイワシ加工品産地ビントゥアン省ファンティエット工業発展センターの共同排水処理場への訪問と協議を実施した。塩分濃度の高い産業排水は、汚泥中の微生物活性が落ちるなど、通常の処理プロセスで期待される機能が十分に働かないとみられている。工業発展センター長からルミライトシステムへの期待が示された。屋部土建は、ルミライトシステムでの素材の組み合わせや適用方法を工夫することにより、高塩分排水の各環境指標について目標値の実現が可能になると考えている。ビジネスの広がりという視点に立った場合、加工企業の多くが零細企業であるために排水処理設備の導入は難しい点や、共同で排水処理している施設は他省市にはあまり例がない点などが検討課題となることが判明した。

二つ目の仮説である「高リン産業排水」の調査対象として、カントー市チャノック工業

団地での調査を実施した。エビ加工企業の工場（95%が日本向けに輸出）では、排水のリンがベトナムの環境基準をクリアできない課題の確認ができた。また工業団地全体の共同処理をしている処理場（大部分は海産物加工、飼料製造関連企業からの排水）でも高いリンが落とせないことが第一の課題であった。これら現地調査の結果により、好気嫌気活性汚泥法による一般的な排水処理プロセスではリンの数値がなかなか下げられず、大きな課題となっていることが確認され、この処理場は有力な普及実証事業の対象候補となった。

三つ目の仮説である「公共水空間」の調査対象として、まずホーチミン市内の池や水路など、市民生活に身近な公共水空間でルミライトシステムの実演場所について調査したが、市内中心部には池や湖沼の数が少なく、汚水の程度もそれほどひどくないことがわかった。対照的に、ハノイ地域には大小さまざまな湖沼が多数あり、浄化ニーズが大きいことがベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所やハノイ市計画投資局での聞き取りによって確認された。普及実証事業における予算面の制約は小さめの湖沼を選ぶことによって解決できそうであることも明らかになり、有力な対象候補となった。

一方、調査していく中で、エビ養殖でのエビの致死率が高く、主幹輸出品であるエビ産業が打撃を受けているとの情報を現地で得たため、メコンデルタ地方沿岸部ソクチャン省のエビ養殖場と企業を訪問した。決定的な病気対策は見つからずに困っており、事態を改善するうえでルミライトシステムの可能性について関心が表明された。また、国家大学ホーチミン市校環境資源研究所の環境微生物ラボ責任者からも、ルミライトを投入することにより底質付近でもプロバイオティクスが十分に機能するのではないかと仮説に基づく相談と適用実験の提案を受け、必要な実験資材のセッティングなどの対応も実施した。

ホーチミン市にある環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業 3 社への訪問では、製造業の多くは環境関連技術を持っていないためこのような環境エンジニアリング企業に頼らざるを得ず、屋部土建にとってこれら企業が、事実上の顧客であり、将来のパートナー候補でもあることの確認がとれた。

また、実験によるルミライトシステムの現地適合性確認では、産業排水処理については、処理難度の高い高塩分産業排水、高リン産業排水に対するルミライトシステムの適合性がおおむね確認された。池や湖沼の浄化については、簡易な実験で浮遊物質を短時間のうちに凝集沈殿させ、沈殿後の底質内での有機質分解促進による浚渫頻度の低減というルミライトシステムの特長がベトナムでも有効であることが強熱減量実験により裏付けられた。

第4回現地調査（2017年5月）では、ワークショップをホーチミン農大で開催し、本調査団総括を中心に、ルミライトシステムの機能や事例、コストなどについて、事例を挙げながら説明した。会場からの質問や意見は多くが環境エンジニアから出され、新素材としてのルミライトの基本性能や作用機序を問う質問など、関心の高さをうかがわせた。

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

ODA 案件として、普及実証事業「天然鉱物を使用した処理難度の高い産業排水ならびに湖沼等の水質浄化に関する普及・実証事業」の提案を検討している。現地ニーズが大きくかつニーズの広がりが見込まれる「カントー市の高リン産業排水」、および、現地ニーズが大きく市民生活に密着した水の浄化である「ハノイ市の池の浄化」の2つを想定している。それぞれ、カントー市工業団地基盤建設会社、ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所をカウンターパートと想定している。

普及実証事業の主な目的は、実際のスケールでルミライトシステムを導入することにより、処理難度の高い産業排水や市民に身近な公共水空間の水質を改善することで開発課題の解決に貢献することと、各地の汚水処理現場を担っている環境技術者、環境行政に携わる人々、一般市民にその成果を広く知らせることにある。そこで、ホーチミン市、ハノイ市、カントー市など、環境技術者や主だった環境行政官が集まりやすい場所で成果を発表することや、環境問題を取り扱っている記者による記事や、テレビ局にテレビ番組化してもらうよう働きかけること、カウンターパートとともにインターネットのHPによる情報発信などの対応策も考えていく。

他 ODA 案件との連携可能性については、既に運転段階に入っている下水処理場建設での処理効率を高めるため、あるいは処理難度の高い処理水を適切に処理するためにプロセスの一部にルミライトシステムを組み込む連携可能性が考えられる。また、汚水処理技術や管理ノウハウの能力強化、人材育成支援では、特に処理難度の高い汚水の処理技術の一つとして、研修内容などにルミライトシステムによる処理とその原理を含める連携可能性が想定される。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

各製造業企業は排水処理技術の専門能力を欠いていることが多く、それらを技術的に担える環境専門家である環境エンジニアを擁する環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業に委ねるのが一般であり、屋部土建が、ルミライトシステムの有効性をアピールし、新たな排水処理技術として市場開拓を進めるためにはこのような環境エンジニアに働きかけることが重要になる。競合や市場性について、ルミライトシステムの機能の一部を満たすものや、対処する汚濁物質が共通である技術は存在するが、これらと比較しても低コストで対応でき一定の市場性が確認できた。事業戦略として3つの戦略を立て、事業展開の段階ごとに事業実施体制を強化していく。また潜在市場として視野を広げておくことも考えている。

案件化調査

ベトナム 天然鉱物を使用した高濃度有機性排水・高塩分排水等の水質浄化に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業 : 株式会社屋部土建
- 提案企業所在地 : 沖縄県名護市
- サイト・C/P機関 : カントー市工業団地基盤建設会社
ベトナム科学アカデミー環境技術研究所



ルミライトシステムを適用する前の伊江島具志排水池（左）と適用後

ベトナムの開発課題

ベトナムでは都市排水問題が深刻で、特に高濃度有機性排水・高塩分排水など処理難度の高い産業排水の処理が不十分なため、水路・河川・池など公共の水環境を悪化させている。

中小企業の技術・製品

ルミライトシステムは天然鉱物の浄化剤を活用した汚水浄化システム。浮遊物質を凝集沈降させる浄化剤と自動散布機能、ナノバブル、プラズマイオン等を組み合わせ、ニーズに適合した処理効果を実現する。

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

天然鉱物を使用した処理難度の高い産業排水ならびに湖沼等の水質浄化に関する普及・実証事業。これにより、ルミライトシステムに関して、カウンターパート組織や環境エンジニアに技術が移転され、ひいては、高濃度有機排水・高塩分排水等の悪影響を被っている一般市民の生活が改善される。

日本の中小企業のビジネス展開

公的機関の認知が販売促進に大きな影響を与える環境関連製品では、上記の普及・実証事業を通じた現地側の認識レベルの向上が不可欠。これをふまえ、産業排水処理施設への導入、河川・水路などの公共水空間の浄化などに提案製品の採用が増えることが期待される。この推進のため、現地パートナーを見つけて事業を開始する。

はじめに

1. 調査名

ベトナム国 天然鉱物を使用した高濃度有機性排水・高塩分排水等の水質浄化に関する案件化調査

2. 調査の背景

国家目標として「2020年までの工業化」を目指しているベトナムでは急速な経済成長と都市化により、大気汚染、水質汚染、廃棄物増加などによる環境問題が深刻化しており、特に汚水処理の整備は不十分である。各都市・省の下水処理能力が増大する生活排水・工業排水に対応しきれず、汚水処理施設が整備不十分なために都市部の河川・運河・湖沼の激しい水質汚濁がおこり、併せて排水設備が整備不十分であるために洪水時には汚水が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されている。近年、上下水道については整備が進んできてはいるが、人口増加や工業化の更なる進展に伴う生活排水・工業排水への対応はまだ不十分であり、公共下水処理場整備や汚水処理技術等の急速な対策は喫緊の課題である。また違法排水による水質汚染事件などの社会問題も数多く発生しており、汚水問題に対する世論の高まりを背景に違法排水を流している工場の摘発も増え、環境基準順守の意識が高まってきている。

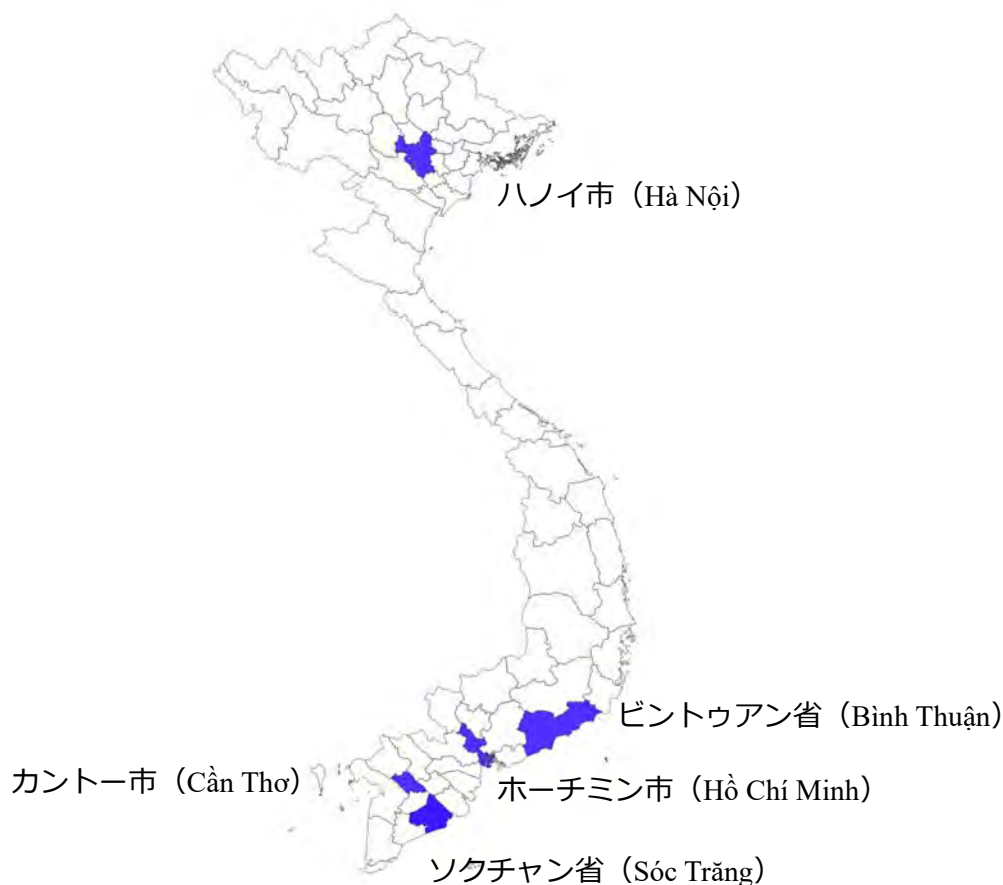
ベトナム政府は「第9次社会経済開発5か年計画(2011-2015)」で都市下水道の整備を重要課題と位置付けており、「2025年までの都市域及び工業団地の下水道整備方針及び2050年に向けてのビジョン」に係る首相決定で、2025年までに70～80%以上に下水道施設を整備することが目標とされている。

3. 調査の目的

特に浄化難度の高い排水で浄化効果を発揮する「ルミライトシステム」のベトナム市場における適合性を、(1)高塩分排水・高濃度有機性排水産業排水と(2)水路・池などの公共水空間一帯の汚水の現状を調査する。また、サンプルを採取し実験室レベルで実効性を確認する。汚水調査に加え、提案製品の市場調査、パートナー候補調査、投資環境調査を実施する。これら一連の調査を通じて、提案製品の適用可能性を確認し、ODAを通じた提案製品の現地活用可能性とビジネス展開に関する検討を行うことと、環境改善に貢献することを本調査の目的とする。

4. 調査対象国・地域

案件化調査による調査対象地域は、ベトナムの南部（ホーチミン市、カントー市、ソクチャン省）、南東部（ビントゥアン省）、北部（ハノイ市）とした。



5. 団員リスト

案件化調査の調査団員は以下の通りである。

氏名	担当	所属
仲田 康彦	総括／事業計画／施工技術 2	(株) 屋部土建
上間 義之	施工技術 1	(株) 屋部土建
石川 裕崇	水質試験	(株) 屋部土建
八田 恒平	チーフアドバイザー	アイ・シー・ネット (株)
小山 敦史	ビジネス展開	(株) 万鍾
大森 禎之	開発課題／案件化	アイ・シー・ネット (株)

6. 現地調査工程

案件化調査において実施した現地調査日程は以下の通りである。

現地調査回	日程	活動内容
第1回 現地調査	2016年12月11日 ～12月23日	<ul style="list-style-type: none"> ・排水処理場の調査・採水（課題把握、設備把握、サンプル採水／ビントゥアン省、カントー市） ・市内公共空間視察（公園、河川、池／カントー市、ホーチミン市） ・水産加工企業/環境エンジニアリング企業と協議 ・ハノイ市計画投資局への規制等の聞き取り ・ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所への水質浄化技術やニーズに関する聞き取りと協議 ・JICA ベトナムと協議 ・ホーチミン農大における実験環境と協力体制の確認
第2回 現地調査	2017年2月19日 ～3月15日	<ul style="list-style-type: none"> ・排水処理場の調査・採水（ビントゥアン省、カントー市） ・ホーチミン農大における実験 ・水産加工企業/環境エンジニアリング企業と協議 ・環境省、JETRO ハノイ、環境技術研究所、計画投資省海外投資庁への聞き取り ・ワークショップ準備
第3回 現地調査	2017年4月16日 ～4月21日	<ul style="list-style-type: none"> ・ホーチミン農業大学資源環境学部と協議 ・国家大学ホーチミン市校環境資源研究所と協議 ・排水処理場（カントー市）での追加再実験（調査）、今後の協議 ・環境技術研究所と協議 ・ハノイ市内公共空間視察（3池） ・JICA ベトナム事務所、南部出張所訪問
第4回 現調査	2017年5月19日 ～5月27日	<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果報告のワークショップ開催 (来場者：C/P 候補、環境エンジニアリング企業、大学、その他)

現地調査日程：

氏名	第1回現地調査	第2回現地調査	第3回現地調査	第4回現地調査
仲田 康彦	12/11-12/23	2/22-3/8	4/16-4/21	5/23-5/27
上間 義之	12/11-12/18	-	-	5/23-5/27
石川 裕崇	12/11-12/21	2/19-3/4	-	5/23-5/27
八田 恒平	12/11-12/18	-	-	5/23-5/27
小山 敦史	12/11-12/23	2/19-3/12	4/16-4/21	5/21-5/27
大森 禎之	12/11-12/21	2/19-3/15	-	5/19-5/27

主要訪問先リスト：

主要視察先	ビントゥアン省 ファンティエット工業発展センター 共同排水処理場 カントー市 チャノック工業団地共同排水処理施設(海産物加工排水処理) ホーチミン・ハノイ市内・近郊 公共空間 (池、公共水路、運河)
主要関係機関	カントー市 チャノック工業団地基盤建設会社 (管理運営) ホーチミン農業大学 資源環境学部 (NLU) ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所 (VAST) 国家大学ホーチミン市校 環境資源研究所 (IER) ビントゥアン省資源環境局 ベトナム 計画投資省外国投資庁 (FIA)
企業	ビントゥアン省 魚醬企業 環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業 (3社) カントー市 エビ加工工場 ソクチャン省 エビ養殖場
新聞社	TUOI TRE 新聞社
JETRO	JETRO ハノイ事務所
JICA	JICA ベトナム事務所 (ハノイ) JICA ベトナム事務所 南部出張所 (ホーチミン)

第1章 ベトナム汚水処理分野の現状

1-1 ベトナムの政治・社会経済状況

ベトナムは、1986年からのドイモイ政策が継続されており、計画経済から市場経済化・対外開放政策を推進している。2016年の第12回共産党大会では現職書記長の留任と2020年までの党中央指導部の人事が決まり、社会主義体制下での資本主義経済・民主的要素を取り入れた安定的政権運営が続いている¹。2020年までの国家戦略として掲げている「近代化・工業化」政策の一つとして、長年の課題であった国有企業改革として国有企業の株式化（民営化）への着手も発表された²。2017年11月には議長国としてのAPEC開催を控えており、ハノイ（北部）、ダナン（中部）、ホーチミン（南部）を中心にベトナム全国各地で各会合・作業部会が予定されている。また、対日関係重視の政策姿勢は引き続き明確にされており、ベトナムにおいて日本の役割や期待は大きい。

JETROなどの統計によると、ベトナムの人口は9,345万人（2015年）で、ASEANではインドネシア、フィリピンに次ぐ第3位であり、2025年には1億人を超えると予測されている。ドイモイ政策後の右肩上がりのGDP（名目）成長で、2014年では1,853億ドルに達し、ASEAN域内6位として、存在感を示している。GDP全体の79.9%を工業・サービス部門が占め、農業労働者の割合が全労働者の44.3%まで減少している。工業化が進んでおり、2020年までの発展目標の重点産業として、エネルギー、冶金、石油化学、ハイテク化学、機械、電子、情報通信、ソフトウェア、農産物加工、農業機械、それらに加えて各種裾野産業の育成が挙げられている。また、2015年末に発足したASEAN経済共同体（AEC）は今後のベトナムの経済活動に大きな影響を与えるとみられている。

経済成長指標となる輸出入額は年々増加しており、2014年では総輸出額1,500億ドル、総輸入額1,480億ドルとなっている。主要な輸出品目は、電話機・コンピュータなどの部品、縫製品、履物、水産物などで、輸出先国はアメリカが19.1%（2014年）と最も多く、中国・日本・韓国・香港が続く。この上位5カ国で50%近くを占めている。輸入は主に原材料や部品が多く、輸入先国は中国が29.4%（2014年）と最も多く、中国への依存度が高い。これに続く韓国（14.7%）・日本（8.7%）・台湾（7.5%）を含めた上位4カ国の東アジアからの輸入が60%を越す³。

一方、経済成長に伴うインフラ整備や環境汚染対策は大きな課題であり、こうした分野

¹ JETRO「ベトナム共産党第12回党大会：2016-2020年の経済政策の方向性」（2016年4月）

² JICA「国営企業改革実施に向けた企業金融管理能力向上プロジェクト（2014年3月~2017年2月）案件概要表」

<http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWVDocSearchX/8eb256bed9f6c9a749257c690079e37f?OpenDocument&ExpandSection=6-Section6>

³ JETRO「ベトナム経済情勢と進出日系企業動向」（2016年1月）

に関する海外からの投資、技術支援などは引き続きベトナムの経済成長にとって重要な役割を果たしている⁴。特に大気汚染・水質汚染・土壌汚染などの環境問題は、経済活動・市民生活・健康維持への影響を与える深刻な状況にあり、法整備や政策、企業の環境対策と責任、そして市民の環境意識の高まりが求められている。

1-2 ベトナム汚水処理分野の現状

1-2-1 政府資料に見るベトナム汚水処理分野の現状

ベトナムには3,450の河川があり、約11.67億km²の流域面積を持ち、約8,300億m³の地表水を有している。この地表水の水量の約10%、約80.6億m³の水が利用されている。その80%以上は農業用利用であり、南部のメコンデルタと北部の紅河デルタで70%を占めている。地表水は、農業以外に、エネルギー・水産業・工業・観光・生活用水としても利用されている。傾向として、工業用水・水産業用水・生活用水の利用が増加している。近年の経済成長に伴う工業・農業・水産業・水力発電、各地方の工芸村での高い水需要により、水資源は減少している。農業開発、工業・インフラ建設などによる森林伐採で河川流域の生態系も大きく影響を受けている。

このように水の国内需要が増加している中で、以下に述べるように、多くの河川の水質汚染は進んでいる。経済の持続的発展と環境保護の観点から、水汚染対策は国の大きな課題である。

主要河川や都市部の池の有機物汚染

有機物による汚染が多くの川や都市部の池に影響を与えており、深刻なレベルに達している。大河川の下流域に限らず、汚染は小さな川や池や湖、都市の運河にもみられる。図1⁵・図2⁶に示すように、全国の主要河川や池・水路で環境基準（生物化学的酸素要求量、BOD）をクリアしておらず、特に南部のホーチミン市などを流れるドンナイ川・サイゴン川は汚染がひどい。

⁴京都大学大学院経済学研究科植田和弘研究室「中国およびマレーシア、ベトナムの経済成長、環境問題、環境政策と日本の関与（過去の状況）に関する研究」（2016年3月）

⁵ NATIONAL STATE OF ENVIRONMENT 2010 / CEM/VEA,2010; Tien Giang and Can Tho DONRE

⁶ NATIONAL STATE OF ENVIRONMENT 2010 / CEM/VEA,2010; Report on state of the environment in Ho Chi Minh city in 2010)

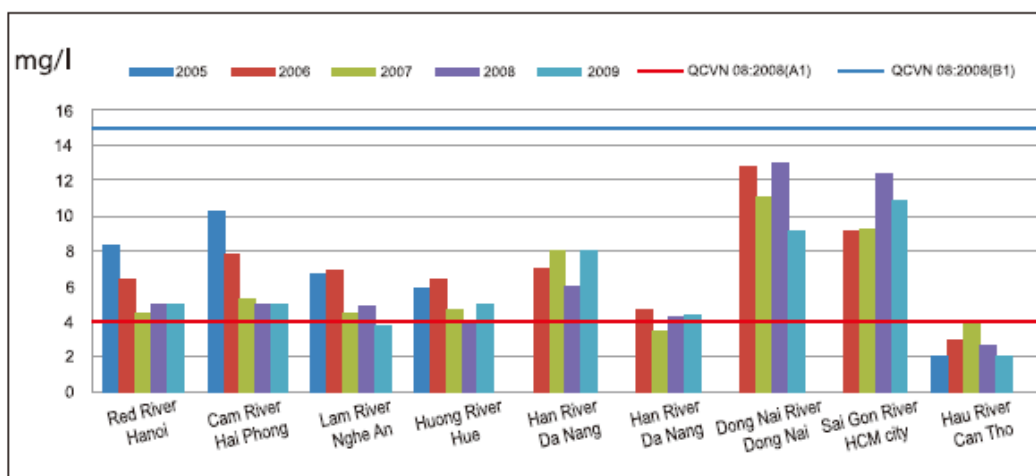


図1 主要河川のBODの年間推移（2005-2009年）

出所 環境白書 2010

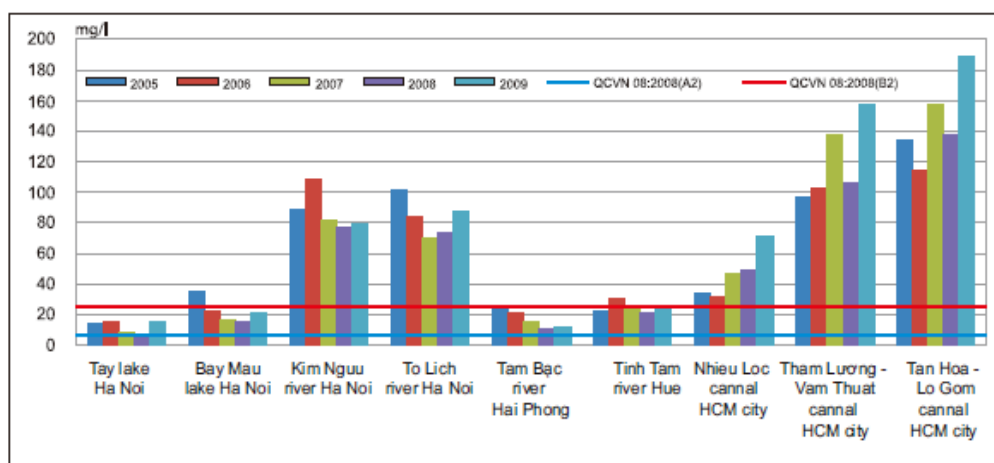


図2 都市の川・池・水路のBODの年間推移（2005-2009年）

出所 環境白書 2010

河川の水質汚濁の産業別内訳

河川の汚染は、産業排水が最大の汚染源である⁷（図3）。大都市を流れる川など地域によっては生活排水による汚染も問題となり、産業排水・生活排水ともに改善の必要がある。

産業排水は各産業から出されているが、例えば生物化学的酸素要求量（BOD）については、食品飲料産業・製紙産業・印刷産業が総排出量の90%以上を占め、同様に総浮遊物質（TSS）は、食品飲料産業・製紙産業・非金属鉱物産業・木材産業が80%以上を占めている（図4⁸）。

⁷ NATIONAL STATE OF ENVIRONMENT 2010 / Industrial Pollution Projection System was used with pollution co-efficient adjusted for Vietnam

⁸ NATIONAL STATE OF ENVIRONMENT 2010 / Survey on the exploitation and use of water resources and waste water discharge into the water source in Cau river basin, conducted by the Department of Water Resources

生活排水による水質汚濁

都市部や都市郊外における水質汚濁は生活排水が主な原因になるが、生活排水の増加とともに汚水の総量は年を追うごとに増加し続けている（表 1⁹）。

南部ドンナイ川における水質汚濁

河川の中でも特に汚染が激しいとされるドンナイ川は、多くの省を流れ、大都市ホーチミンに流れ着く川である。近隣省からの産業排水、ホーチミン市内郊外の工業団地からの産業排水、そして生活排水が汚染源である。

国の環境基準を大きく超過しており、特に溶存酸素（DO）については基準値を 90% 上回っており、年を追って悪化する傾向にある。化学的酸素要求量（COD）や BOD も環境基準を 30% 近く超えている（図 5）。ホーチミン市内を流れるドンナイ川であるサイゴン川での地点別調査によると下流に向かうほど汚染が強くなっていき、環境基準の B 基準を超える場所もある（図 6）。

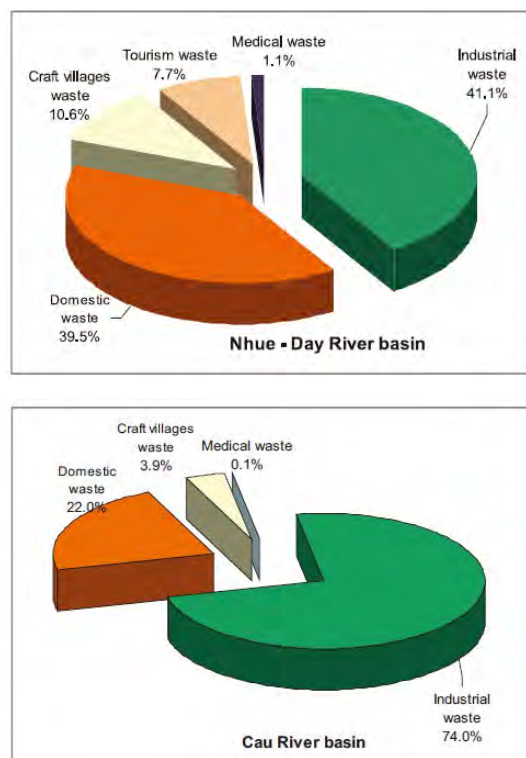


図 3 ベトナム北部カウ川とヌエ川
の汚水源の産業別内訳
出所 環境白書 2010

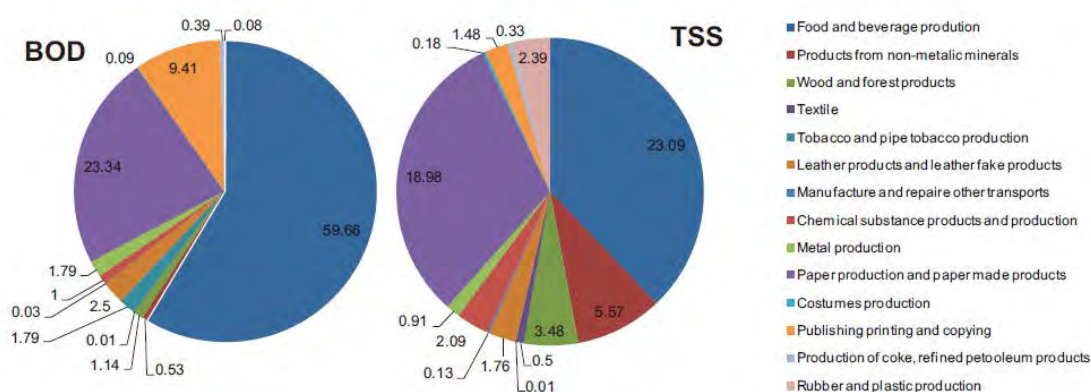


図 4 全汚水に対する BOD と総浮遊物質（TSS）の産業別内訳
出所 環境白書 2010

Management, 2010; Report by the Environment Protection Committee for Nhue-Day river basins, 2010.)
⁹ NATIONAL STATE OF ENVIRONMENT 2010 / The calculation was based on WHO's waste discharge coefficient (WHO, 1993)

表1 都市の生活排水における汚水の推移

Year	Flow of urban domestic waste water (cu.m/day)	Total quantity of waste matter (kg/day)		
		TSS	BOD	COD
2006	1,823,408	2,450,205	1,128,234	2,131,108
2007	1,871,912	2,515,382	1,158,246	2,187,797
2008	1,938,664	2,605,080	1,199,548	2,265,814
2009	2,032,000	2,730,500	1,257,300	2,374,900

出所 環境白書 2010

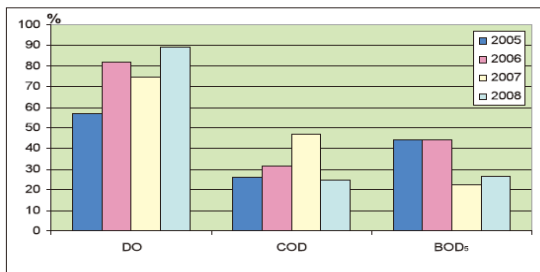


図5 国の環境基準を超えるドンナイ川の汚染度合いの推移

出所 環境白書 2010

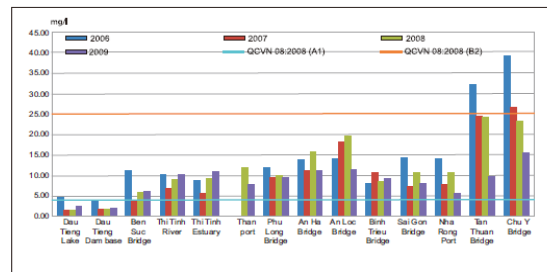


図6 観測地点ごとのサイゴン川 (BOD) の推移 (オレンジ線が環境基準)

出所 環境白書 2010

1-2-2 報道等に見るベトナム汚水処理分野の現状

ベトナム社会に大きな影響を与えた2大水質汚濁事件

ベトナムの有力新聞の一つであるトゥオイチェ紙 (TUOI TRE) によると、水質汚濁をめぐるとの大きな事件は、2008年にベトナム南部ドンナイ省で起こった食品加工企業ベダン (VEDAN) 社による違法排水事件である。5,000 m³/日に上る汚水を14年にわたって垂れ流し続け、ティバイ川は「死の川」と呼ばれた。ベダン社の排水処理システムでは、処理後でも汚染レベルは非常に高く、有毒物質シアン化合物は環境基準の5,600倍超、BODやCOD、アンモニアなどの汚染物質は基準の数十から数百倍を超えており、病原微生物は環境基準の1,460倍を超えていた。そのような汚水を長年垂れ流していたことが発覚し、大きな社会問題となった¹⁰。

¹⁰ <http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20080915/vedan-giet-song-thi-vai/278294.html>
<http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20080916/vu-vedan-giet-song-thi-vai-thanh-cong-suot-14-nam/278743.html>



ベダン社が川に流している処理されていない汚水



ベダン社での汚水処理後の水が出てくる配管



ベダン社の工場からティバイ川へ排水される汚水

この事件をきっかけに、環境問題・水質汚染問題への関心がベトナム全体で急激に高まり、汚染企業が摘発されるようになった。その後も多くの汚水排出事件は起こっているが、2016年に再び起こったのが北中部地域での魚の大量死事件だった。これが2件目の大事件である。

製鉄所フォルモサ社による重金属を含んだ大量排水が汚染原因とみられており、全国規模での抗議デモが起こった(囲み参照)。賠償総額は5億ドルに上った。ベトナム国民は2008年の事件を思い出し、高まっている環境問題や水汚染問題への関心がさらに高まることとなった¹¹。



フーロク地区で、フォルモサ事件で死んだ魚を指さす住民



禁止されている酸を使って洗浄していた汚水処理プラントとフォルモサ社の責任者



フォルモサ社から補償金を受け取るドンホイ市フーハイ地区の住民

¹¹ <http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20170222/cong-bo-ket-luan-tap-the-ca-nhan-sai-pham-lien-quan-formosa/1269097.html>
<http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20160426/ba-thang-dau-nam-2016-formosa-xa-931830m3-nuoc-thai-ra-bien/1090708.html>
<http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20161117/quang-binh-chi-tra-tien-boi-thuong-tu-formosa-cho-nguoi-dan/1221004.html>

全国各地で起こっている水質汚染の事件や訴訟

全国的に大問題となった 2 大事件以外にも、産業排水による水汚染事件・訴訟は全国各地で数多く起こっている。この数年を見るだけでも、例えば、製紙工場による汚染事件が目立つ。2016 年には、南部ティエンザン省で製紙工場によるダイオキシンの排水問題が、同ハウザン省でも製紙工場による苛性ソーダの排水問題がそれぞれ起き、メコンデルタ地方の養殖産業に悪影響を与えた。漁業・養殖業を中心に、既存の工場排水への懸念や新設の製紙工場建設に反対する声が上がった。

南部に多い水産加工業による汚水排水問題も、規模は大きくないが、数多くのニュースになっている。例えば、チャビン省では 2016 年に、水産加工工場が環境基準の 10 倍の排水を出し、400 万円の罰金が課された。2015 年には、カマウ省にある 1 万 3,000 以上の中小水産加工工場が排水を川にそのまま流していることが問題になり、水産加工業の排水が、その原材料を生産している養

殖業に打撃を与える結果となった。また、2016 年には、バリアブントウ省の 22 の水産加工企業のうち 14 社は自社で水処理施設を持っているが、実際は環境基準をクリアしていない汚水を川へ排出しており、近隣農家による訴訟が起きた。北部ホアビン省では 2016 年、製糖工場の排水による河川での魚の大量死が発生、養殖業への影響が懸念され、訴訟が提起されたとのニュースも見られた¹²。

2016 年フォルモサ事件の経緯

4/06	中部ハティン省の海岸で魚が大量に死んでいるのが見つかる
4/18	中部クワンビン、クワンチ、トゥアティエンフエの各省でも魚が死んでいることが判明
4/21	クワンビン省でのパーティーで、海産物を食べた 200 人近くが腹痛や下痢を訴え
4/26	海水を分析したトゥアティエンフエ環境局が、アンモニアとクロムが基準値を超えていたと発表
4/27	ベトナム政府、フォルモサ社の責任との証拠はないと表明
4/27	環境省、赤潮または毒物の両方が考えらえると表明するも、ベトナム水産学会が赤潮説を否定
4/29	打ち上げられた魚の死体は、この時までに 4 省で総量 80 トンに上った
5/01	全国で環境浄化と透明な環境行政を求める市民デモ
5/03	「フォルモサ社が原因」と一部の科学者が指摘
5/03	環境省、付近の魚は安全基準値を超えていないと表明
5/04	フック首相、本件がベトナムが経験した最大の環境問題であると言明
5/04	環境省、付近の 32km にわたる海で獲れた魚の加工・販売を禁止
5/06	打ち上げられた魚の死体は、この時までに 4 省で総量 100 トンを超えた
5/08	ホーチミン市などで環境改善と情報の透明化を求める市民デモ
5/15	ホーチミン市、ハノイ市、ゲアン省、バリアブントウ省などで市民デモ
6/30	環境省、原因はフォルモサ社にあると表明
6/30	フォルモサ社が責任を認める

¹² <http://tuoitre.vn/tin/can-biet/20150817/o-nhiem-nghiem-trong-tai-khu-vuc-cua-bien-song-doc/953421.html>
<http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20160512/diem-mat-doanh-nghiep-xa-thai-lam-ca-chet-tren-song-cha-va/1099339.html>
<http://tuoitre.vn/tin/chinh-tri-xa-hoi/20160513/ca-chet-tren-song-buoi-nha-may-xa-thai-boi-thuong-14-ti-dong/1099903.html>



カマウ省の水産加工工場からの汚水により汚染されている河川



赤く悪臭漂う淡水魚加工企業からの排水と汚水池、枯れた植物



補償金を受け取る住民

生活排水による汚染と排水処理場建設計画

ホーチミン市周辺では、特に、排水処理場などの整備がほとんどなされていない郊外の水質汚染問題が大きな問題とされている。BOD・COD・浮遊物質（SS）・重金属など環境基準を数十倍～千倍まで超えている場所があり、腸疾患や皮膚疾患などの健康被害も報告されている。現在、ホーチミン市には公共下水処理場は1カ所だけであり、生活排水全体の20%程の処理能力しか持っていない。市内に7カ所の浄水場を作る計画があり、JICAの有償資金協力資金と世界銀行資金による施設の建設がそれぞれ1カ所ずつ始まっているが、残りの計画はまだ具体化されていない¹³（4-3の表20および別添の関連ODA案件一覧を参照）。

ホーチミン市は水環境改善と生活改善策として、水路の改修・浚渫を進めている。しかし、きれいな水路の中へ生活排水の汚水が流れ込んでしまう状況は変わらず、水上生活者の移転を含めた都市計画で水環境の回復には20年以上かかると見られている。市では6,200世帯の移転プロジェクトを計画しているが、資金とともに移転後の生活・仕事の整備も併せて行っていく必要があるため、移転作業は時間のかかるプロセスとなっている¹⁴。



ホーチミン市郊外を流れる悪臭の強い黒い水の水路



ホーチミン市の浄水場

¹³ <http://tuoitre.vn/tin/can-biet/20141126/tphcm-se-xay-dung-12-nha-may-xu-ly-nuoc-thai-tap-trung/676740.html>

<http://tuoitre.vn/tin/can-biet/20141211/bao-dong-tinh-trang-o-nhiem-nuoc-o-vung-ven-tphcm/683589.html>

<http://tuoitre.vn/tin/can-biet/20141126/tphcm-se-xay-dung-12-nha-may-xu-ly-nuoc-thai-tap-trung/676740.html>

¹⁴ <http://tuoitre.vn/tin/ban-doc/20160201/tphcm-co-5000km-kenh-rach-chi-moi-cai-tao-nao-vet-80km/1047604.html>

1-3 ベトナム汚水処理分野の政策・法制度

1-3-1 ベトナム汚水処理分野の主要政策方針と提案技術との関係

日本環境省¹⁵によると、ベトナムにおける環境保護の基本規則は、環境保護法（表 2）で定められている。同法は 1994 年から施行されていたが、2005 年 11 月及び 2014 年 6 月に改正された（2015 年 1 月発効）。新しい環境保護法においては各分野の環境汚染対策に関する理念がそれぞれ以降の章に盛り込まれている。

以前の環境保護法では大気汚染や排水、騒音・振動の対策も「廃棄物管理」に含まれていたが、新しい環境保護法においては、水、土、大気的环境保全と廃棄物管理に分けられた。また新たに気候変動対応に関する規定が盛り込まれた。

関連法令の詳細は次項に掲げるが、日本環境省によると、ベトナムの環境保護政策は、首相決定第 64 号と排水課徴金に代表されるという。特に、深刻な汚染施設に対する徹底した対策をとっている首相決定第 64 号 2003/QD-TTg、および政令第 67 号 2003/ND-CP による排水課徴金により、企業からの排水に含まれる汚染成分の抑制に取り組んでいる。しかしながら、環境管理当局によるモニタリングや環境行政の執行が十分になされておらず、環境管理政策は十分な効果は得られていない、と日本環境省はみている。

一方、本案件化調査を通じて、各工場の産業排水処理プラントを設計し、建設後の運転管理も任されている現場の環境エンジニアなどから得られた情報によると、前節で述べたように、汚水問題に対する世論の高まりを背景として、違法排水を流している工場が摘発されるなどの動向が見られ、工場主は摘発を避けようとして、以前に比べると、環境基準の順守を意識するようになっている。しかしながら、汚水浄化に関する技術力の限界のために環境基準をクリアできないでいるケースがしばしばあるという。特に処理難度の高い高塩分排水や高リン排水はその典型的な例であり、ベトナムで現在広く普及している産業排水処理技術では安定的に環境基準値以下に数値を下げるのが難しい、あるいは先進国からもたらされる新技術の中にはこれら処理難度の高い排水に有効なものがあるものの、それらは総じて価格が高いために導入することが困難、と多くの環境専門家が考えていることが判明した。

本提案技術が、高い処理能力と現地で受け入れ可能な適切な価格の提示によって、これらの課題を解決できれば、技術的に環境基準を満たすことは可能になると考えられる。

<http://tuoitre.vn/tin/ban-doc/20160311/6200-ho-dan-sai-gon-vo-cuoc-dai-doi-doi/1065184.html>

¹⁵ <https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/indexVT.html>
<https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/OsenVT.html>
<https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/SeidoVT.html>

表2 2015年の改正環境保護法

第1章	総則
第2章	環境保護基本計画、戦略環境評定、環境影響評定と環境保護計画
	第1節 環境保護基本計画
	第2節 戦略環境評定
	第3節 環境影響評定
	第4節 環境保護計画
第3章	天然資源の開拓と使用における環境保護
第4章	気候変動対応
第5章	海洋と島しょの環境保護
第6章	水、土、大気環境保護
	第1節 河川水環境保護
	第2節 その他の水源環境保護
	第3節 土壌環境保護
	第4節 大気環境の保護
第7章	生産、経営、サービス活動における環境保護
第8章	都市、住宅区の環境保護
第9章	廃棄物管理
	第1節 廃棄物管理に関する共通規定
	第2節 有害廃棄物の管理
	第3節 一般固形廃棄物の管理
	第4節 廃水管理
	第5節 粉塵、排気ガス、騒音、振動、光線、放射能の管理及び検査
第10章	環境汚染処理、回復、改善
	第1節 重大な環境汚染を引き起こす事業所の処分
	第2節 環境汚染エリアへの処理及び環境回復
	第3節 環境事故の防止、対応、克服及び処理
第11章	環境に関する国家技術基準、環境規格
第12章	環境観測
第13章	環境に関する情報、環境指標、環境統計及び環境報告
	第1節 環境に関する情報
	第2節 環境指標及び環境統計
	第3節 環境報告
第14章	国の環境保護管理機関の責任
第15章	ベトナム祖国戦線、社会・政治組織、社会・職業組織及び住民コミュニティの環境保護の責任
第16章	環境保護の財源
第17章	環境保護に関する国際協力
第18章	環境に関する違反行為の監査、検査、処分、及び紛争、提訴並びに告訴の解決
第19章	環境損害賠償
第20章	施行規則

出所 日本環境省 HP

1-3-2 ベトナム汚水処理分野の法制度

水質汚濁関連のベトナムの法令は表3の通り。

表3 水質汚濁関連の法令

年	名称	記号
2006	水資源の探査、採取、利用及び水源への排水に関する許可に当たっての使用量及び費用の収集、送金、管理、利用及び水準に関する決定第59号	Decision No. 59/2006/QD-BTC
2008	地表水質基準に関する国家技術基準	QCVN 08: 2008/BTNMT
2008	繊維産業排水に関する国家技術基準	QCVN 13: 2008/BTNMT
2008	天然ゴム産業排水に関する国家技術基準	QCVN 01: 2008/BTNMT
2008	水産物加工排水に関する国家技術基準	QVCN 11: 2008/BTNMT
2008	紙パルプ産業からの排水基準に関する国家技術基準	QCVN 12: 2008/BTNMT
2008	生活排水基準に関する国家技術基準	QCVN14: 2008/BTNMT
2011	産業排水に関する国家技術規則	QCVN 40:2011/BTNMT
2010	排水への環境保護料金に関する政令第67号(2003年)の実施ガイドラインに関する省庁間通達 ※改訂・補足通達 省庁間通達	Joint Circular 125/2003/TTLT-BTC-BTNMT Joint Circular No.107/2010/TTLT-BTC -BTNMT
2013	排水への環境保護料金に関する政令第25号	Decree No. 25/2013/ND-CP
2015	高地や水不足地域における生活用水供給のための地下水の調査、探査のプログラムを承認する2015年3月2日付の決定264号	Decision No 264/2015/QD-TTg
2015	水資源の監視および予測のための経済的、技術的な規範を公布する2015年1月9日付の通達1号	Circular No. 01/2015/TT-BTNMT
2015	環境に関する国家技術基準を公布する2015年3月31日付の通達11号	Circular No. 11/2015/TT-BTNMT
2015	環境に関する国家技術基準を公布する2015年3月31日付の通達12号	Circular No. 12/2015/TT-BTNMT
2015	環境に関する国家技術基準を公布する2015年3月31日付の通達13号	Circular No. 13/2015/TT-BTNMT
2015	水資源計画の技術基準に関する2015年9月29日付の通達42号	Circular No. 42/2015/TT-BTNMT
2015	水源保護コリドー(回廊)の設立と管理に関する2015年5月6日付の政府の政令第43号	Decree No. 43/2015/ND-CP
2015	経済的かつ効率的な水利用活動のための融資優遇措置、税金の免除および軽減に関する2015年6月8日付の政府の政令第54号	Decree No. 54/2015/ND-CP

出所 日本環境省 HP の情報に基づき本案件化 JICA 調査団作成

1-4 ベトナム汚水処理分野における ODA 事業の先行事例と他ドナーの分析

1-4-1 日本の対ベトナム支援政策

日本のベトナムに対する支援は、1959 年の有償資金協力から始まり、技術協力、無償資金協力の供与実績があり、1995 年以降一貫してベトナムにとっての最大の援助国である。日本の ODA は、大規模なインフラ案件、教育・医療施設の改修・改善、市場経済への移行に向けた人材育成など様々な分野で活用され、ベトナムの発展に大きく寄与している。2003 年以降は投資環境改善のための官民合同の枠組みである「日越共同イニシアティブ」が開始され、ベトナムにとって初めての二国間経済連携協定（EPA）である日・ベトナム EPA も発効し、両国のつながりは急速に強化された。日本からの ASEAN・メコン地域との貿易・投資拡大の観点からベトナムは重要な経済活動のパートナーとなっており、多くの日系企業がベトナムへ進出している。

他方、ベトナム国内のインフラ整備は不足しており、大規模な開発ニーズや各種経済制度を含むビジネス環境改善が求められ、都市部と農村部の所得格差の存在や、環境汚染・破壊、地域間格差、保健医療・社会保障分野の体制の未整備等の問題も顕在化している。これら数多い課題の解決に日本が積極的に支援していくことは、ベトナムの持続的経済成長を下支えし、二国間関係のさらなる強化につながるとともに、メコンや ASEAN 地域全体の連結強化や経済発展にも資する意義がある。

日本の対ベトナム援助方針は、「ODA 国別開発協力方針」（2012 年発行）において基本方針「2020 年までの工業国家の達成に向けた支援」（大目標）と、3 つの重点分野（中目表）を定めている（表 4）。重点分野の 1 つ目の「成長と競争力強化」は、国際競争力の強化を通じた持続的成長の達成に向けて、市場経済システムの強化や産業開発・人材育成の支援、幹線交通および都市交通網の整備、エネルギーの安定供給および省エネルギーの推進等の支援である。2 つ目の「脆弱性への対応」では、成長の負の側面に対応すべく、環境問題や災害・気候変動等の脅威への対応を支援するほか、保健医療・社会保障分野における体制整備や農村・地方開発を支援している。3 つ目の「ガバナンス強化」は、ベトナム社会全般に求められているガバナンスの強化を図るため、法制度の整備・執行能力の強化や司法・行政能力強化のための取り組み支援である¹⁶。

下水・排水セクターの汚水処理分野においては、ベトナム政府は「第 9 次社会経済開発 5 か年計画（2011-2015）」で都市下水道の整備を重要課題と位置付けており、「2025 年までの都市域および工業団地の下水道整備方針および 2050 年に向けてのビジョン」に関する首相

¹⁶ ODA 国別開発協力方針（旧国別援助方針）・事業展開計画 「対ベトナム社会主義共和国 国別援助方針」（2012 年 12 月）

表 4 日本の対ベトナム援助方針

基本方針 (大目標)	2020年までの工業国家の達成に向けた支援	
	成長と競争力強化	<ul style="list-style-type: none"> ・市場経済システムの強化 ・産業開発・人材育成の支援 ・幹線交通及び都市交通網の整備 ・エネルギーの安定供給及び省エネルギーの推進等の支援
重点分野 (中目標)	脆弱性への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・環境問題や災害・気候変動等の脅威への対応を支援 ・保健医療・社会保障分野における体制整備や農村・地方開発を支援
	ガバナンス強化	<ul style="list-style-type: none"> ・法制度の整備 ・執行能力の強化 ・司法・行政能力強化のための取組を支援

出所 外務省 ODA 国別開発協力方針（旧国別援助方針）・事業展開計画「対ベトナム社会主義共和国 国別援助方針」（2012年12月）より JICA 調査団作成

決定で、2025年までに70～80%以上に下水道施設を整備することが目標とされている¹⁷。

日本は、重点分野（中目標）の「脆弱性への対応」において「都市環境管理」「気候変動対策」「防災」「自然環境保全」の4つを挙げ、上下水道不足による公衆衛生の悪化、水質汚濁、廃棄物や大気汚染等の都市環境問題に対して、グリーン ICT 等の日本の経験・技術・ノウハウを活用した支援の継続を行い、水需要の増加、自然災害、水環境汚染に対するために、利水・治水・水環境保全を包括した統合水資源管理の視点に立った管理計画策定およびその実施の支援を行うことを方針とし、都市環境管理に取り組むこととしている¹⁸。

ベトナムにとって最大の援助国である日本のベトナムへの ODA 供与は特に 2011 年度以降、年間の援助供与額が 2,000 億円を超える規模となっており、ベトナムの経済社会インフラ開発等に大きく貢献している（表 5）。日本の支援は、交通、環境（上下水道、廃棄物）、

表 5 日本の対ベトナム ODA 供与規模・実績（単位：億円）

年度	2011	2012	2013	2014	2015
円借款	2,700.38	2,029.26	2,019.85	1,124.14	1787.61
無償資金協力	55.2	17.2	14.65	14.81	38.6
技術協力	104.86	85.15	82.71	76.67	101.42

出所 外務省 WEB サイト 最近のベトナム情勢と日ベトナム関係（平成 29 年 4 月 13 日）

¹⁷ JICA 事業事前評価表「第 2 期ホーチミン市水環境改善事業(I)(II)」

¹⁸ ODA 国別開発協力方針（旧国別援助方針）・事業展開計画 「対ベトナム社会主義共和国 国別援助方針」（2012 年 12 月）

工業開発等幅広い分野において実施されているが、従来の個別分野ごとに対応策を図るより、包括的に問題解決に取り組み、個々の協力効果を有機的に統合していくように、将来の都市機能を十分に念頭に置いた都市計画（上位計画）を策定し、同計画を基礎とし、併せて交通計画、住宅政策、環境政策、社会インフラ整備計画等の各分野の計画を総合的に策定していくことを重視している¹⁹。JICAは都市の水環境改善事業や下水道整備事業や維持管理体制の構築・能力強化支援を実施している。

1-4-2 日本の ODA 事業の先行事例

日本はベトナムにとっての最大の援助国であり、水関連分野、汚水処理分野における ODA 事業も多く実施している。都市インフラ整備事業としてハノイ、ホーチミン、ハイフォン、フエ、ビンズオン省を中心とする主要都市部における都市上下水整備、下水処理施設、工業団地での排水処理設備等の水環境改善事業をコアとした協力を展開している（表 8）。

急速な都市化に対し上下水道の基本インフラや交通システムの整備が追い付いていないベトナムは、都市部に住む人口の半数以上がハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナンの 4 都市に居住しており、当該都市とその周辺部の都市環境管理の課題として大気汚染、水質汚濁、廃棄物問題が深刻化している。各都市・省の下水処理能力が、増大する生活排水・商工業排水に対応しきれない現状で、汚水処理施設が整備不十分であるために都市部の河川・運河・湖沼の激しい水質汚濁があり、排水設備が整備不十分であるために洪水時には汚水が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されており、公共下水処理場整備等の環境汚染防止のための施設の急速な対策が喫緊の課題となっている。

JICA による支援は、「ハノイ市水環境改善事業」「ハノイ市エンサ下水道計画」「ホーチミン市水環境改善事業」「南部ビンズオン省水環境改善事業」「ドンナイ省水インフラ整備計画」「フエ市水環境改善事業」などの水環境改善事業（円借款）で、排水・下水道整備、処理場整備による生活衛生環境改善や水環境改善を進めている。また技術協力プロジェクトで、環境管理の責任機関や水環境保全に関わる天然資源環境省（MONRE）や各地方省天然資源環境局（DONRE）等を対象とした水環境管理能力や水環境保護能力を向上させる「水環境技術能力向上プロジェクト」や「下水道計画・実施能力強化支援」などを実施している。さらに、日本の市民と相手国地域住民との間の草の根レベルのきめ細かい協力を想定した「草の根技術協力事業」も 11 件以上実施している。「ハノイ市環境改善理解促進事業」

¹⁹ JICA ナレッジサイト ベトナム「ハノイ市総合都市開発計画」（開発調査、2012/01/05）

や「ホーチミン市における都市排水管理技術向上プロジェクト」など住民や職員の意識改革や人材育成などにも貢献している。

ハノイ市における事例

ハノイ市は、長らく下水処理場を持っておらず、セプティックタンク（腐敗槽）による簡易処理がされる程度で、産業排水及び生活排水などの汚水が直接河川に放流されることによる深刻な水質汚濁、また排水施設が整っていないことによる洪水時の被害が大きな課題であった。1995年からの「ハノイ水環境改善事業」（円借款、1995-2009）、「ハノイ市環境保全計画調査」（開発調査、1998-1999）、「ハノイ市総合都市開発計画調査」（開発調査、2004-2006）などを通して、ハノイ市の排水システム整備・下水道システム整備（下水管網、下水処理場、ポンプ場、洪水調整池等）が実施された。キムリエン下水処理場、チュックバック下水処理場、北タンロン下水処理場、バイマウ下水処理場の4つの下水処理場が整備され、ハノイ市住民の生活衛生環境改善、水環境改善が進められてきた。処理場は現在、ハノイ下水排水公社（HSDC）が管理している。2013年からの「ハノイ市エンサ下水道計画」（円借款、2013-2020）はハノイ市内広域の汚水処理を目的としたハノイ市最大の大型下水処理場を建設する事業であり、ハノイに8つある下水処理場の5つを日本の支援で整備することになる。その他3つは諸外国企業の投資による建設となっている（表6）。

表6 ハノイ市の下水処理場の処理容量と財源

下水処理場	処理容量 (m ³ /日)	財源	完成時期
チュックバック	3,000	円借款	2005年
キムリエン	4,800	円借款	2005年
北タンロン	42,000	円借款	2009年
エンソ	200,000	諸外国企業投資(BTスキーム)	2012年
ホータイ	15,000	諸外国企業投資(BTスキーム)	2013年
バイマウ	13,300	円借款	2014年
フドー	84,000	諸外国企業投資(BTスキーム)	2015年
エンサ	270,000	円借款	2018年
合計	632,100 うち円借款 333,100		

出所 ハノイ市エンサ下水処理場整備事業準備調査(PPPインフラ事業)最終報告書 国際協力機構 2013年3月)

ホーチミン市における事例

ホーチミン市では、排水施設が1870年代からフランスにより整備され、その後米国の援助により拡張整備されてきたものの、近年の人口増加による対応規模の問題や施設の老朽

化が著しく、処理能力が大幅に不足している。ハノイ市と同様に、下水道の処理施設が未整備のため、汚水が未処理のまま運河や排水路へ流されている現状があり、水因性疾病による住民の健康被害なども懸念されており、下水・排水システム整備による水質改善と浸水被害軽減は同じく喫緊の課題となっている²⁰。1997年から、「ホーチミン市排水・下水道整備計画調査」（開発調査、1997-1999）を踏まえて「ホーチミン市水環境改善計画」（円借款、2001-）が開始され、下水処理場拡張、ポンプ場建設・拡張、下水管施設、運河改修など下水道・排水システムの整備で市の汚水処理能力の向上と浸水被害の軽減を通じて、都市・生活衛生環境の改善の支援を実施中である。

ホーチミン市の下水処理場は、ベルギーの援助でパイロット的に建設され2005年に完成したビンフンファ下水処理場と日本の援助による「ホーチミン市水環境改善計画」で2009年に完成したビンフン下水処理場の2カ所にあり、ホーチミン市洪水管理センターが維持管理している（表7）。しかし両処理場の処理能力では下水道普及率10%に満たず、今後、日本の支援によりビンフン処理場の処理能力を469,000 m³/日まで拡張し、2020年までに普及率80%を目指している。ビンフン下水処理場はベトナム最大の近代下水処理場である。ホーチミン市人民委員会洪水管理センター（SCFC）の下水道行政・組織体制の能力強化のために「ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト」（2009-2010）の技術協力プロジェクトも実施している。

表7 ホーチミン市の下水処理場の処理容量と財源

下水処理場	処理容量 (m ³ /日)	財源	完成時期
ビンフンファ (Binh Hung Hoa)	30,000	ベルギー政府援助	2005年
ビンフン (Binh Hung)	141,000 (469,000 まで拡張予定)	円借款	2009年
合計	171,000 (499,000 まで拡張予定)		

出所 ASEAN水関連計画(タイ・ベトナム・インドネシア・マレーシア)市場動向調査
2017年3月、日本貿易振興機構

ホーチミン市の北東側に位置して外国直接投資の積極的な誘致による大規模工業団地が集積するビンズオン省では「南部ビンズオン省水環境改善事業」（円借款、2012-2018）、ベトナムで4番目に外国直接投資が多いドンナイ省では「ドンナイ省水インフラ整備事業」（円借款、2015-2021）や「ビエンホア市下水処理施設計画」（円借款、2016-）など、経済成長

²⁰ JICA 事業事前評価表「ホーチミン市水環境改善事業(III)」

著しく都市・生活衛生環境の改善が急務な南部における水環境整備の支援事業が実施されている。

表 8 ベトナム水質改善・汚水処理分野における ODA 事例

スキーム	エリア	プロジェクト	期間	金額 (億円)	
技術協力 プロジェクト	全国	水環境管理技術能力向上プロジェクト	2003-2006	7.09	
		水環境管理技術能力向上プロジェクト フェーズ2	2008-2012	(N/A)	
		下水道計画・実施能力強化支援技術協力プロジェクト	2016-2019	(N/A)	
		水環境技術能力向上プロジェクト	2003-2006	7.09	
		全国水環境管理能力向上プロジェクト	2010-2013	6.4	
		中部	中部地区水道事業人材育成プロジェクト	2007-2009	1.5
南部	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト	2009-2010	(N/A)		
有償資金 協力 (円借款)	北部	ハノイ市インフラ整備事業(北タンロン下水処理場)	1995-2009	114.33	
		ハノイ市「水環境改善事業」	1995-2005 2006-2011	1期 30.44 2期 292.89	
		ハノイ市エンサ下水道計画	2013-2020	284.17	
		ビンフック省投資環境改善計画	2007-2014	117.18	
		ハイフォン都市環境改善計画	-2015	228.23	
		ハロン市水環境改善計画	2010-2013	10.61	
		中部	フエ市「水環境改善事業」	2008-2016	208.83
		南部	ホーチミン「市水環境改善事業」	2001-2019	1期 43.27 2期 356.93
			南部ビンズオン省「水環境改善事業」	2012-2018	1期 77.7 2期 199.01
			ドンナイ省水インフラ整備計画	2015-2021	149.10
ドンナイ省ビエンホア市下水排水処理施設計画 (第1ステージ)	2016-		247		
無償資金 協力	北部	ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画	2016-2019	21.96	
		ホイアン市日本橋地域水質改善計画	2015-2020	11.1	
		北部地下水開発計画	2002-2006	20.5	
		中部	中部高原地域地下水開発計画	2007-2010	20.1
		南部	ハイズオン市上水道拡充計画	1999-2002	28.26

出所 JICA 調査団作成

その他都市における事例

ベトナム第3位の人口を持つ北部港湾都市のハイフォン市においては、「ハイフォン市都市環境整備計画調査」（開発調査、1997-1999）、「ハイフォン都市環境改善事業」（円借款、2005-）、市最大規模の浄水場の浄水処理能力を向上させる「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画」（無償資金計画、2016-2019）などが実施されている。

その他では、景勝地ハロン湾で有名な北部のハロン市での「ハロン湾環境管理計画調査」（開発調査、1997-1999）や「ハロン市水環境改善事業」（円借款、2010-2013）により、公衆衛生の改善とハロン湾海域の水質保全、同湾周辺地域の持続的可能な発展への寄与を目的とした支援が実施されている。また、第6の都市であり世界文化遺産を持つフエ市での「フエ市水環境改善事業」、同じく「古い街並み」として世界文化遺産に指定されている「日本橋」で名高いホイアン市での「ホイアン市日本橋地域水質改善計画」など住民の生活・衛生環境の改善と観光都市としての魅力向上の寄与を目指した支援（円借款）を実施している。

1-4-3 他ドナーの分析²¹

多国間援助では世界銀行（WB）とアジア開発銀行（ADB）による支援が続いており、中央処理施設に関するプロジェクトが進められている。日本の円借款がハノイ・ホーチミンの南北都市に集中している一方で、世界銀行やアジア開発銀行（ADB）の援助は中部ベトナムで事業を展開する傾向がある。2国間援助ではベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ等の国際協力機関がベトナムにおける水資源や污水处理分野を支援している（表9）。

世界銀行は「天然資源及び環境管理の強化」を対ベトナム支援重点4本柱の一つとし、ダナン、ハイフォン、ハロン・カンファ（クアンニン省）を対象とする「3都市衛生環境改善事業」（1997-2004）で都市環境改善に対して取り組み、污水处理・廃棄物収集の改善、大気と水質汚染の軽減、クリーンプロダクションの拡大、PCB対応、環境配慮の計画への統合、エネルギー効率の改善、再生可能エネルギーのシェア拡大、最終処分場施設の整備を支援してきた。ダナン市での「ダナン市・優先インフラ投資事業」（2008-2013）、ホーチミン市での「ホーチミン市環境衛生プロジェクト」（ホーチミン下水整備プロジェクト、2015-2021）なども実施している。また、世界銀行の年次報告書（2016）で2015年の注目すべき成果のひとつとして「ベトナム都市環境改善プロジェクト」が挙げられており、カン

²¹ 本節は次の報告書を参考にまとめた。

- JICA ナレッジサイトベトナム「都市環境（下水道）政策アドバイザー」（有償技術支援、2015/04/07）
- 「ベトナム国 水ビジネス市場調査報告書」平成27年11月 日本貿易振興機構 ハノイ
- 「平成27年度 インフラシステム海外展開促進調査等事業（東南アジア地域への日本の下水道技術の展開支援に係る基礎情報収集調査）調査報告書」平成28年 経済産業省 委託先:株式会社日本総合研究所

トー、ハイフォン、ホーチミン市、ナムディンの200の低所得地区に住む200万人を含む住民750万人の生活向上を10年間にわたり支援してきたプロジェクトで、上下水道設備が改善されたほか、道路、下水設備、湖、水路、橋なども整備されたと報告している。

2016年には、ベトナム計画投資庁と世界銀行が共同でベトナムの20年後の近代工業国家となるための方向性を探る報告書「ベトナム2035年：繁栄、創造、公平、民主主義を目指す

表9 主要ドナーの水資源、汚水処理関連プロジェクト

ドナー	プロジェクト	期間	金額 Million US\$
世界銀行 (WB)	Vietnam Urban Water Supply and Wastewater Project	2016-	142.0
	HCMC Environmental Sanitation Project (運河流域において、遮集管・排水管・ポンプ施設の整備等)	2014-2021	495.0
	URBAN WATER SUPPLY AND WASTEWATER	2011-2019	236.2
	Vietnam Coastal Cities Environmental Sanitation Project	2007-2015	185.5
	ダナン優先インフラ開発事業 (Danang Priority Infrastructure Investment Project)	2008-2013	218.4
	Vietnam Water Supply Development Project	2004-2013	135.0
	Water Supply Project for 3 cities (Hai Phong, Hanoi, Quang Ninh)	1997-2004	142.6
アジア開発銀行 (ADB)	Water Sector Investment Program	2011-2021	1000.0
	Viet Nam Central Region Small and Medium Towns Development Project	2007-2014	53.2
	Preparing the Ho Chi Minh City Water Supply Project	2008-2013	1.5
	Preparing the Da Nang Water Supply Project	2008-2-13	1.5
	Technical Assistance : Hue Water Supply Project	2008-2013	1.5
ベルギー政府支援	Ho Chi Minh City Wastewater and Drainage System Improvement Project	2016-2019	5
	Tan Hoa-Lo Gom Canal Sanitation and Urban Upgrading Project (運河流域において、衛生設備等の改善)	2006-	(N/A)
フランス開発庁 (AFD)	ブンタウ下水排水プロジェクト	2009	20.8
	ホイアン市都市衛生事業	2001-2010	1.5
	タイグエン市排水下水プロジェクト	1998-2011	20.6
ドイツ国際協力公社 (GIZ)	下水道政令の改定に係る技術協力	2010~2012	(N/A)
	バックニン省下水・廃棄物処理プロジェクト	2005-2013	20.8
カナダ国際開発庁 (CIDA)	ベトナム-カナダ環境プロジェクト	1996-	(N/A)
	地方省の工業団地における環境改善支援	(N/A)	(N/A)
オランダ	Unility support Program	2008-	(N/A)
デンマーク国際開発 援助活動	Water Sector Program Support (バンメトート、ダラット、ハロンの3都市)	2001-2005	101.1
韓国国際協力団 (KOICA)	ロンセン汚水排水建設プロジェクト	2011	46.0
	ヒュンユエン下水管下水処理場プロジェクト	2012	23.12

出所 各ドナーのHPなどに基づき JICA 調査団作成

して（Vietnam 2035: Towards Prosperity, Innovation, Equity, and Democracy）」を公表し、環境の持続性と均衡を保った経済繁栄、公平性と社会的包摂の促進、行政の処理能力と説明義務の強化という3つの柱を掲げており、引き続き「環境」を重要な支援対象としている。

アジア開発銀行は、「急速な経済成長が天然資源の賦存状況や都市環境にもたらす悪影響への対応」を対ベトナム支援重点3本柱の一つとしている。都市環境改善に対する取り組みとしてホーチミンへの排水・下水道設備整備、産業排水対策の支援も行っているが小規模なものに留まっており、中部地域とメコン地域経済回廊沿いの中小都市のインフラ整備に重点をおいている。日本が支援したハイフォン市アンズオン浄水場（無償資金援助）は、ADBが処理能力拡張と管網整備を支援している。

ベルギー政府は2006年にパイロット的に「ビンフンホア下水処理場」の建設援助を実施しており、現在ホーチミンに2つある下水処理場の1つとなっている。もう1つは日本の円借款によるビンフン下水処理場である。

その他2国間援助事例として、ドイツ国際協力公社（GIZ）が「環境」をベトナム支援の三本柱の一つとしカントー市、ソクチャン省、チャビン省、ビン市（ゲアン省）、バクニン省等の地方都市における排水・下水道の整備・管理能力向上を支援している。フランス開発庁（AFD）は「ホイアン市都市衛生事業」（2010年）で下水道を建設しており、日本の支援「ホイアン市日本橋地域水質改善計画」（円借款）と連携してホイアン市中心部の水環境改善が図られている。韓国国際協力団（KOICA）は、ベトナム天然資源環境省と協力し、有害廃棄物の電子マニフェストシステムを導入し、有害廃棄物の適正管理の能力向上を目的とした支援（2013）などを実施している。

1-5 ベトナム汚水処理分野のビジネス環境

ベトナムへの外国直接投資（FDI）を監督している計画投資省外国投資庁（FIA）によると、環境関連の外国直接投資案件は現在54件ある。内容は、コンサルティングやエンジニアリングサービスを提供する事業が35件で最も多く、次いで環境管理関連機器の製造業が11件、プラント建設業が8件となっている。投資元の国別では、シンガポールが10件で最多、これに続いて日本9件、台湾8件、米国と韓国がそれぞれ6件などである。投資先の都市ではホーチミン市が23件で圧倒的多数を占め、これにハノイ9件、ホーチミンに隣接するドンナイ省6件が続く。

投資優遇措置について、外国投資庁の説明によると、ベトナム政府は、環境分野の外国投資を促進するため、税の減免などの優遇措置を講じている。法人所得税法は、通常の法人所得税率を20%と定めているが、環境分野については、最大で最初の4年間は0%、次の9年間は5%、その次の2年間は10%になる。15年経過後は20%になる。ただし、これらの

優遇措置は、ベトナム国内に製造拠点を設け、環境関連製品をベトナムで製造する場合に適用される。日本で製造した物品を輸入して販売するだけの場合は適用されない。なお、科学技術省が技術を「ハイテク」と認定した場合は、法人所得税は 10%の税率がその後も適用される。

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特徴

2-1-1 製品・技術の特徴

株式会社屋部土建は完工高沖縄県3位の建設企業として、創業以来、沖縄の各種建築、インフラストラクチャー整備等に貢献してきたが、経営多角化の一環として環境事業に進出し、その中核的技術の一つとしてルミライトシステムの事業を展開している。

ルミライトシステムは、天然鉱物の浄化剤を活用した污水浄化システムである。浮遊物質を凝集沈降させる浄化剤と自動機能・循環装置・ナノバブル・高周波電磁場などを組み合わせて、その機能を最大限に発揮させ、ニーズに適合した処理効果を効率的に実現できるシステムである。河川・湖沼・農業用水・生活排水・工場排水・水産養殖などの様々なニーズに対応する。特に、浄化難度が高い高塩分濃度の排水などでも浄化の効果を発揮する特長がある。各種試験の後に個別に設計・施工する水質浄化システムであり、対象とする污水の質と量、排出される状況に応じて柔軟にシステムを組むことができる。



図7 ルミライトシステムを適用する前の伊江島具志排水池（左）と適用後



図8 自動散布装置

表10 伊江島具志排水浄化システムの成果

成果	SS	BOD	COD	クロロフィルa
	25→1.3	10→0.5	14→3.2	98→2

伊江島具志排水浄化システムの仕様

浄化剤	ルミライトパウダー ルミライトチップ
システム	浄化剤自動散布装置
構成	水域循環装置
対象	生活排水
水量	2500トン



図9 浄化剤の働き

浄化剤ルミライトは陽イオン交換能によって汚染物質と物理的に結合し沈降する。底泥の栄養塩類の溶出を抑える遮蔽材として機能するのに加え、底泥中の細菌の活動促進により底泥の自然分解を促し、しゅんせつ頻度の軽減など長期的な底質・水質改善に役立つ。

例えば、沖縄県・伊江島の生活排水池における事例では、代表的な環境指標である浮遊物質（SS）、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）とも大幅に下がった。クロロフィルの減少はアオコなど藻類が大幅に減少したことを示している。自動散布装置が定刻に定量の浄化剤を散布するのに加え、浄化剤を仕込んだタンクに池の水を常時循環させる水域循環装置によっても浄化効果が高められている。

浄化剤ルミライトは、厳選された17種類の天然鉱物を数回の焼成処理過程を通じて、高いイオン置換能力を恒久的に維持するよう加工されたものである。少量の適用で汚染物質の凝集・沈殿・溶出抑制などの処理ができる。材料が天然鉱物由来のため、安全性に優れており、河川やダムなどに直接投入できる。

2-1-2 製品・技術のスペック・価格

ルミライトシステムは、現地の状況をふまえて、対象とする汚水の質と量により、浄化剤の自動散布機能・循環機能・ナノバブル・高周波電磁場などの技術を組み合わせてシステム設計するものであるため、ここでは一例として、前述の伊江島具志排水池のケースを表11に示す。生活排水という汚水の水質と2,500トンの水量に対するシステムの価格例として理解されたい。

表 11 ルミライトシステムのスペック、価格

システム構成	浄化剤自動散布機能・循環機能・ナノバブル・高周波電磁場等をニーズに合わせて設計・製作・施工
浄化剤	ルミライトパウダー・ルミライトチップ
用途	汚濁処理・赤潮処理・アオコ・フミン質処理・工場排水処理・土壌汚染処理・畜産排水処理・海水汚染処理など
価格例	900 万円 注) 伊江島具志生活排水システムの例。2500 トンの生活排水に対するシステム一式。システムのみで据付施工費は含まない（うち浄化剤は 10 トン使用し、300 万円）。

出所 屋部土建

2-1-3 製品・技術における特許の有無

【日本】 特許 第 4822369 号

【日本】 国土交通省『新技術活用システム (NETIS)』QS-070011-A

【韓国】 特許 第 10-0915958 号

2-1-4 国内の販売実績

表 12 ルミライトシステムの国内販売実績

	施工費(円)	発注者	用途	備考
1	15,000,000	伊江村	生活排水・農業用水の水質浄化	助成金採択活用
2	5,000,000	北大東村	農業用水の水質浄化	実証施工
3	300,000	沖縄市	下水道処理場の硫化水素処理	実証実験
4	450,000	北谷町	観賞用池の水質浄化	委託受注
5	1,500,000	観光施設	観賞用池の水質浄化	委託受注

出所 屋部土建

2-1-5 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性

ルミライトシステムと競合する製品には、ポリ塩化アルミニウム等の凝集剤や水中を機械的に曝気・循環するような機器がある。ポリ塩化アルミニウムを使用して凝集沈殿効果を十分に発揮させるためには、薬剤の添加設備、急速攪拌機+水槽、フロック形成設備、沈殿槽の設備の導入、敷地の確保が必要となる。加えて、水上、水中での設置作業や、工場などの排水を一時停止して排水がない状態で施工が必要など、施工性に課題がある。

これに対して、ルミライトシステムの場合、添加設備と攪拌設備の導入でよく、既存のラグーンや曝気槽、沈殿槽などの設備を利用できるため新たな用地の確保、設備投資が不

要となる。排水を止めずに施工可能であるから、操業停止によるデメリットも少ない。システムの構造は比較的単純であり、ポンプ、攪拌機等はメンテナンスが容易で、現地で入手可能な機器で代用でき、技術移転も容易である。

加えて、ルミライトシステムは、塩分濃度が高い汚水などでの浄化能力が高い。食品加工や原油精製、埋立処分場などからは、塩分濃度の高い排水がしばしば発生し、塩分による微生物活性の低下から十分な浄化ができないことがベトナムでは問題になっている。この場合、高価な化学的処理の投入を迫られるケースが多いが、ルミライトシステムでは、基本的な微生物による有機物分解の能力を高めることを通じて十分な浄化効果をもたらすことができ、コスト面でも有利である。



RBC テレビの広報画像 (2014.11)

2-1-6 その他

平成 26 年度沖縄県中小企業課題解決・地域連携プロジェクト推進事業で屋部土建の『水質改善技術を導入し、産業界への事業拡大プロジェクト』が補助金採択された。これは建設企業が新たな環境分野に進出することによって雇用を生み出す可能性が評価されたものである。生活排水溜池と農業用水溜池を実証施工し、その経緯が RBC 琉球放送の 30 分番組として放映された。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置付け

2-2-1 海外進出の目的

会社設立から建設業として 66 年間、民間や公的機関から依頼を受け、沖縄県内建設業売上げランキング 3 位の企業として現在に至っている。アベノミクスによる公共事業の復調、東京オリンピック開催、辺野古移設など追い風が続く中で経営は安定しているが、民間工事では激しい競争が繰り広げられ、労務費や材料費の高騰に伴い、利益率は他の業界に比べると高くない。また、長期的な視野で見ると、建設業のみでの事業展開は行き詰まる可能性が高い。そこで新たに環境分野を視野に入れ、高度な専門分野の技術を導入して環境対策室を立ち上げた。しかし、日本では水質改善の対策が既にかかなり進んでおり、国内市

場は飽和点に近づきつつある。そこで、海外に新たな市場を求め、急速に都市化、工業化が進む中で、水質改善が深刻な問題となっているベトナム市場を開拓し、環境改善に貢献することを目的として、拠点の設立を検討している。

2-2-2 海外展開の方針

屋部土建のビジネスとして、現地企業や行政機関を対象に水処理機材（システムプラント）の製造・販売及びメンテナンスを想定している。当初は、日本で製造し、現地に輸送して販売・設置を行うが、将来、現地製造の可能性が見られた際には現地企業とパートナーシップを構築し、製造拠点をベトナムに設置したいと考えている。さら

に、水処理に不可欠な水質調査分析の拠点も設置し、水質調査ビジネスも視野に入れている（図10）。

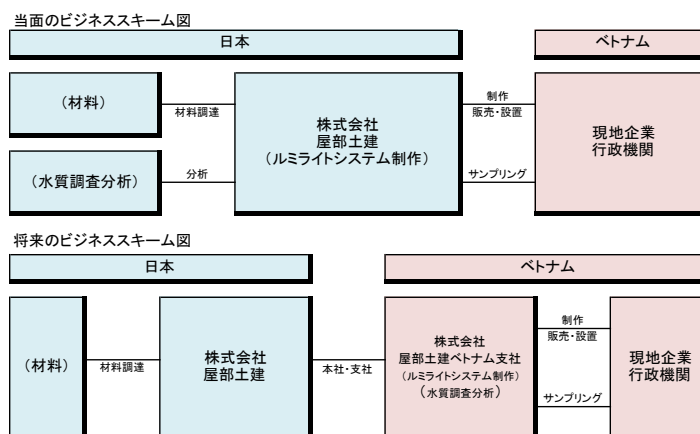


図10 当面と将来のビジネススキーム

2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

ベトナムでのビジネスが達成できれば、経済発展に伴い環境汚染が深刻な問題である東南アジア隣国への水平展開を行いたい。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

2-3-1 現時点での提案企業の地元経済への貢献

屋部土建は昭和8年に創業し、戦後の荒廃の中で戦禍によって破壊された橋梁、家屋の改新築等の監理・監督・施工を手掛け、以後、順調に業績を伸ばし、昨年の完工高は沖縄県3位となった。地元沖縄県出身者を中心に、約230人の従業員を擁する。

平成6年度優良業者として県知事表彰を受賞。平成8年には、施工した沖縄県公文書館が建築業協会賞（BCS賞）に輝いた。建設業協会、建災防沖縄県支部、道建協沖縄支部等の建設関連団体の理事、役員として業界組織の拡充強化に努め、技術向上、雇用改善、労働環境整備に尽力、県内建設業界の地位向上と発展に貢献してきた。建設退職金制度の加入

促進に努め、沖縄県入札参加資格申請に際し、建設業退職金共済事業加入を条件にすることを陳情する等、建設労働者の福祉に貢献しており、平成3年11月に労働大臣から会社表彰を受けた。また、労働者の雇用改善に取り組み、作業環境整備、安全対策徹底を図るとともに、企業の成長、技術継承という視点から若年層の育成・確保についても強く推進してきた。平成11年に沖縄県知事から、平成13年に厚生労働大臣からそれぞれ表彰を受けた。

平成26年度に環境対策室を立ち上げ、水質浄化事業に進出した。同事業は、沖縄県の「平成26年度 中小企業課題解決・地域連携プロジェクト推進事業」に採択され、関連する地域企業とともに、島嶼部における水質浄化実証実験をはじめ問題解決に取り組んでいる。

地域への貢献として、毎月第一土曜日を「屋部土建クリーンデー」とし、社屋や現場周辺のゴミ拾い、草刈りを継続して行っている。平成20年からはドクターヘリ MESH サポートに参加し、地域の医療体制を支援している。

2-3-2 ODA 案件実施・海外展開による地元経済への貢献

屋部土建による ODA 案件の実施ならびに海外展開を通じて、以下に述べるさまざまな地元経済へのインパクトが見込まれる。

第1に、沖縄建設業の海外展開の起爆剤になることが想定される。沖縄建設業界完工高3位である屋部土建の環境事業部門のベトナム進出が成功すれば、県内同業他社が追随することが見込まれる。

第2に、沖縄県のアジアゲートウェイ構想の先駆けになる。建設業のみならず、まだ数少ない海外進出沖縄企業の先駆けとなり、沖縄県および我が国政府の長年の戦略である「アジアゲートウェイ沖縄」実現の一步が築かれる。

第3に、関連企業の売上げが期待される。ルミライトシステムは、浄化剤、自動制御装置、ナノバブル等の組み合わせで最適の処理技術を構築していくもので、ポンプ等の機械類、計装関係類、水質監視機器類の関連企業との取引増が見込まれ、関連企業にとっては、メンテナンス等を実際に現地で指導するビジネスチャンスの創出となる。

第4に、新規雇用の創出が見込まれる。ルミライトシステムでは、水質検査とルミライトの選定・量の調整など処理計画策定に加え、施工中の水質を監視し、状況に合わせた運転管理が必要で、その作業に従事し、監督に当たる人材を確保・育成しなければならない。

第5に、新規分野である水質調査事業への進出に伴う経済効果が期待される。水処理事業の効率化・迅速化に水質調査事業は不可欠で、同分野の設備投資、人材育成増が見込まれる。

第6に、語学人材の雇用が考えられる。海外進出により、技術人材のみならず、外国語ができる営業人材も必要になる。外国語人材育成で沖縄県が推進してきた施策の受け皿が作られる。

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する現地調査と活用可能性の検討

2016年12月に第1回現地調査を、2017年2、3月に第2回、4月に第3回、5月に第4回現地調査をそれぞれほぼ予定どおりの日程で実施した。まず案件化調査以前の調査と、案件化調査の4回の現地調査の実施内容をまとめる。その結果、得られた新たな情報とそれに基づく認識について、本節の最後でまとめて述べる。

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

提案技術の検証方法は以下の通り。

- 1) ルミライトシステムは、日本などでの実績はあるが、自然条件が異なるベトナムでの適合性、再現性を確認するため、ホーチミン農大などのラボでルミライトシステムを産業排水等に適用する実験を行う
- 2) 事前に立てた仮説に基づいて選択した場所の排水処理場の管理責任者らから話を聞き、技術上の課題、すなわち現地ニーズを確認する
- 3) 併せて、提案技術がベトナム環境関連市場に受け入れられるかどうかについて、環境技術の現場での採否を事実上決めている環境エンジニアリング・コンサルタンツ等の意見を聞くとともに、大学や研究機関の環境専門家等の意見を聞く

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

3-2-1 案件化調査以前の現地調査

案件化調査に応募した2016年3月以前に、数回にわたって、ベトナム現地に渡航し、ベトナムの水質汚濁問題の実態を探るとともにルミライトシステムの潜在需要などを予備的に検討した。主な活動内容は以下の通り。

- ・ ホーチミン市の水質汚濁の現地視察と実態把握
- ・ 排水処理技術ニーズに関するベトナム環境専門家の意見聴取
- ・ 産業排水処理場の現地視察と実態把握
- ・ 案件化調査とビジネス展開に関する現地協力者候補との面談

3-2-2 第1回現地調査

案件化調査第1回現地調査は2016年12月に表13の日程で実施した。

表13 第1回現地調査の行程

		午前	午後
12 月	11 日	仲田、上間、石川、八田、小山、大森、日本からベトナムへ移動	
	12 月	ホーチミン農大資源環境学部と協議	ビントゥアン省へ移動
	13 火	同省環境局訪問、工業団地排水処理場訪問	
	14 水	ホーチミンへ移動	
	15 木	カントー市へ移動	海産物加工工場訪問
	16 金	工業団地排水処理場訪問	
	17 土	ホーチミンへ戻る	
	18 日	上間、八田は帰国	
	19 月	A班: ホーチミン農大資源環境学部で実験の準備 B班: 環境エンジニアリング企業と面談	
	20 火	情報整理、団内会議	
	21 水	仲田、小山ハノイへ移動 石川、大森帰国移動	JICA ベトナム事務所訪問
	22 木	環境技術研究所訪問	
	23 金	仲田、小山帰国移動	

3-2-2-1 ビントゥアン省の共同排水処理場

現地コーディネーターの役割を担うホーチミン農大環境資源学部との協議で、高塩分産業排水は、当初計画していたニントゥアン省よりもビントゥアン省の方が適切な対象候補があるとの助言を受け、訪問先をビントゥアン省に変更することとした。ビントゥアン省では、同省資源環境局を訪問し、ルミライトシステムおよび今回の調査目的を説明した。そのうえで、ビントゥアン省ファンティエット工業発展センターの共同排水処理場を訪問した。同省は、ベトナム有数のイワシ加工品産地であり、魚醤生産量は全国トップとされる。これらのイワシ加工工場はいずれも規模が小さく、個別に汚水処理をすることが難しい。そのため、



ファンティエット工業発展センター共同排水処理場で採水

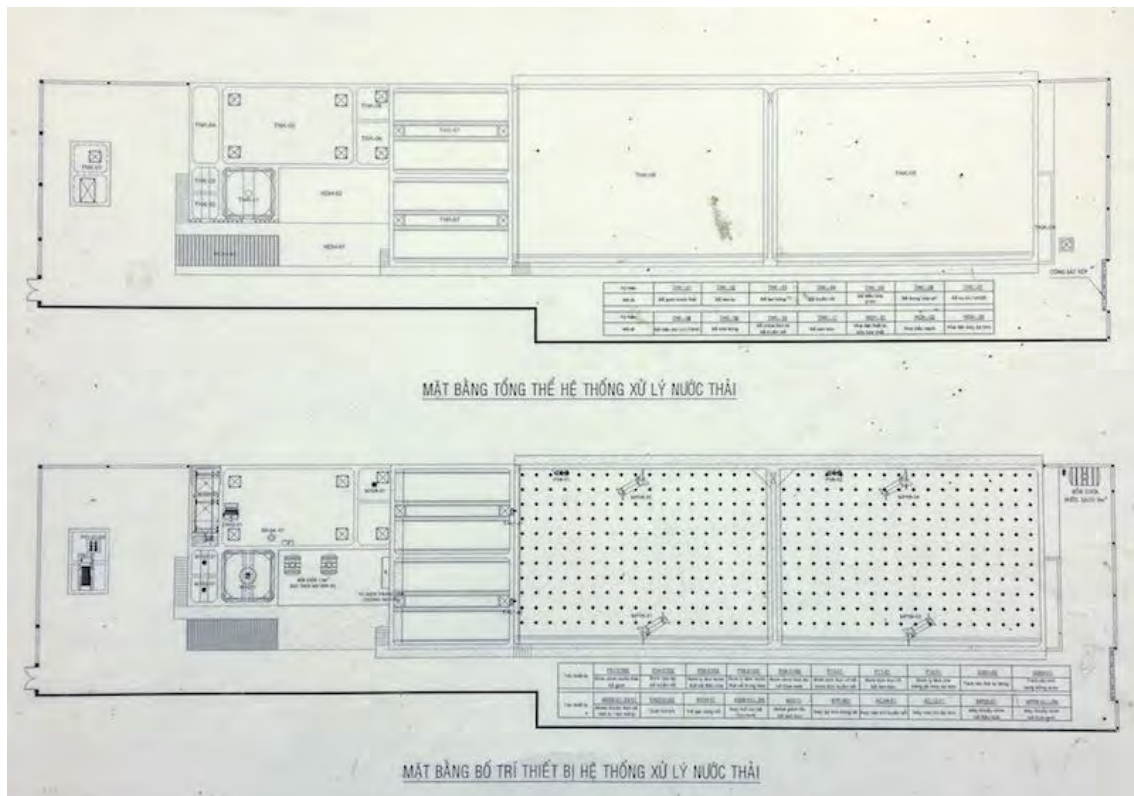


図 11 ビントウアン省ファンティエット工業発展センター共同排水処理場の平面図

かつては未処理の排水がそのまま水路や海に流出していた。同排水処理場は、このような小規模の加工施設から出る産業排水を集めて共同処理するために公的施設として建設された。ピーク時には、64の水産物加工工場から、平均日量は500トンがこの処理場に流れ込んでいるという。

汚水は、初めに大きな異物と小さな異物を網で除去した後、A.ポリ塩化アルミニウム（凝集剤）の投入と攪拌→B.凝集促進のための攪拌→C.嫌気槽→D.曝気槽1→E.曝気槽2→F.排水一の流れで処理される。曝気槽2の最終部分で採水し、その場で計測したところ、塩分2.3%、水温28.7度、pH7.9だった。色はやや緑色を帯びた茶色で、悪臭が残っていた。

施設の図面を入手するとともに、ルミライトシステムを導入するとしたらどこにするべきかを検討した。処理結果の各指標分析はその場ではできないが、塩分濃度が2.3%あり、微生物活性に悪影響を与えている可能性が示唆された。

3-2-2-2 カントー市工業団地排水処理場

カントー市では、まずチャノック工業団地に入っているエビ加工企業の工場を訪問した。この企業では、ピーク時には日量50トンの原料エビを使い、すしエビ、のぼしエビ、エビフライ、むきエビなどに加工している。4-11月が生産期間で、この間、従業員は1,500人になる。製品の95%が日本向けに輸出されている。排水処理場は2012年に設置したが、工業

団地の共同処理施設が今年から稼働したため、そちらに流すようになった。

課題であるリンについては (1) エビの肉やせを防ぐために用いるリン酸塩「トリポリリン酸ナトリウム (STPP)」(2) エビの脳に含まれるリン (3) 洗剤に含まれるリン—などが複合的に排水のリン源になっているとの説明を受けた。これまでの同社の分析では、原排水の総リンは 30-60 mg/l だが、これを処理しても 10-12 mg/l くらいまでしか落とせず、ベトナムの環境基準をクリアできないことがあるという。

続いて、前記工場を含むチャノック工業団地全体の排水を共同処理している処理場を訪問した。同工業団地は 1995 年に設立され、300ha の敷地に現在 128 社が入居している。その大部分は海産物加工、飼料製造関連企業である。2013 年に団地の排水処理場が着工し、2016 年 1 月に稼働を開始した。



チャノック工業団地共同排水処理場の曝気槽

工程は、浮遊物を網で除去した後、A. 空気を送って SS の一部を水表面に浮かせて除去 (TK03) → B. 凝集剤 PAC を投入して凝集沈殿 (TK04) → C. 嫌気槽での脱窒工程前半 (TK05) → D. 曝気槽での脱窒工程後半および有機物分解 (TK06) → E. 嫌気槽での再度脱窒工程前半 (TK07) → F. 曝気槽での再度脱窒工程後半および再度有機物分解 (TK08) → G. 沈降槽 (TK09) → H. 消毒槽 (TK10)。処理場の設計はリン 10 mg/l をターゲットとして設計していたが、実際にはそれをオーバーした排水が流れてくるため、処理能力が不足している、との説明を受けた。施設内の 3 カ所で測定した塩分、pH、水温、EC は以下の通り。

表 14 チャノック工業団地排水処理場排水の水質

採取地点	TK04 に入る前	TK09 に入る前	TK10 に入る前
塩分%	0.14	0.14	0.14
pH	7.67	7.19	7.34
水温℃	30.1	29.6	30.3
電気伝導度 s/m	0.276	0.280	0.282
性状	黒っぽい	茶色汚泥混	透明

出所 JICA 調査団作成

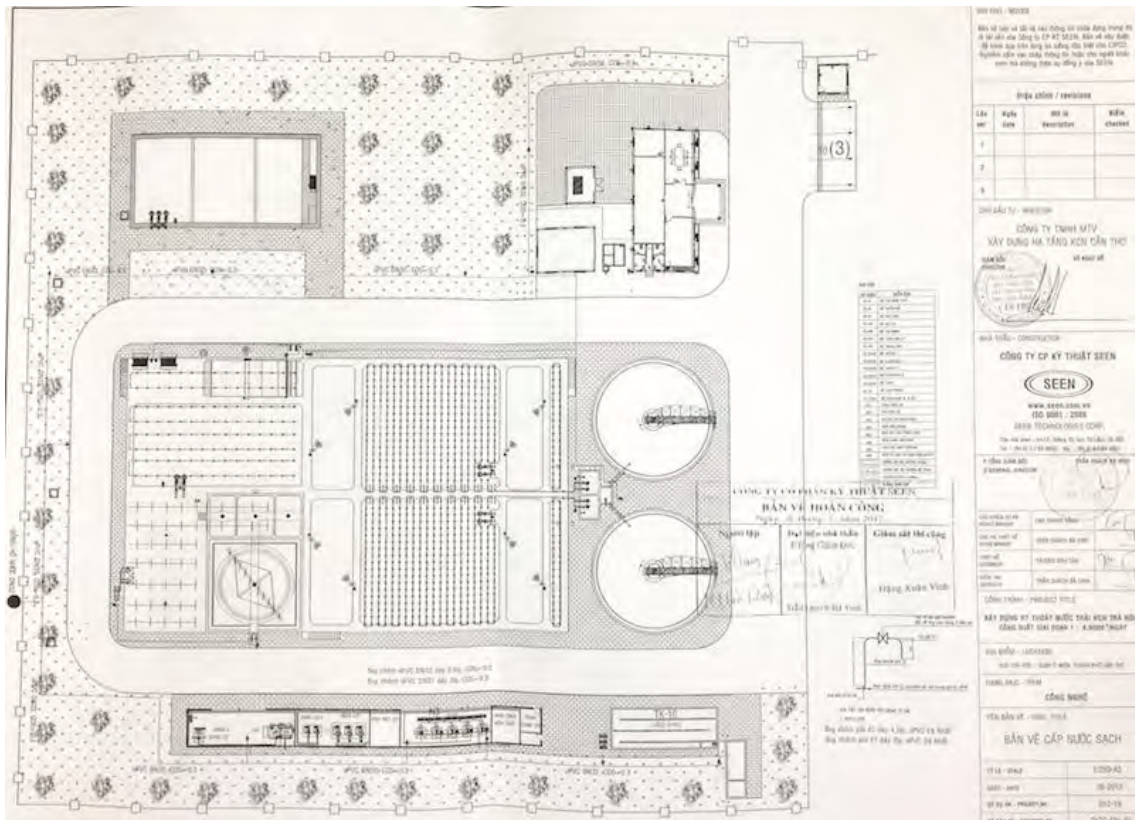


図 12 カントー市チャノック工業団地共同排水処理場の平面図

3-2-2-3 ホーチミン市の公共水空間

ホーチミン市内の池や水路など、市民生活に身近な公共水空間でルミライトシステムの実演ができる場所がないかどうかについて調査した。その結果、耳目が集まりやすい市内中心部に位置する池は、ホーチミン市 1 区の通称「亀の池」のみとみられた。ここを視察した結果、汚水の程度はそれほどひどくないため、ルミライトシステムの効果が明確に示せず、実演効果に乏しい結果になる可能性があることが判明した。加えて、面積がかなり大きく、水量が多いため、ここで実施するとなると大がかりなルミライトシステムを投入せざるをえず、普及実証事業で想定される予算枠に収められるかどうかについても困難が予想された。

一方、ホーチミン市内各地を走る公共水路（運河）については、いずれも全般に汚染がひどいことは明らかで、水路幅が狭くなる場所など、汚染が激しい部分では悪臭が立っていることが確認された。しかしながら、水路は、いずれも水量が多く、かつ流水であるために一部を区切った実験が困難なため、普及実証事業の予算の枠内で事業を実施することは難しいとの認識に至った。

3-2-2-4 環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業

市場調査ならびにパートナー候補調査の一環として、ホーチミン市にある環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業 3 社を訪問した。産業排水を出す企業は、排水処理施設の設計・施工、完成後の運転管理を、専門の環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業に任せているケースが多い。製造業の多くは、環境関連技術を持っていないため、環境専門技術者に頼らざるをえない。このため、ルミライトシステムという新しい技術に関心を持ち、それを採用するしないを事実上決めるのは、このような環境エンジニアリング企業の技術者になると考えられる。したがって、屋部土建にとって、これら現地の環境エンジニアリングコンサルタンツ企業は、事実上の顧客であり、将来のパートナー候補でもある。



環境エンジニアリング・コンサルタンツ企業から聞き取

A社はスタッフ 60 人、年商 5 億円で、南部ベトナムでは最大規模の環境エンジニアリング企業である。産業排水は (1) 畜産 (2) 製紙 (3) 染色 (4) 病院、アパート、ショッピングセンター、ホテルなど大きなビル群の下水処理 (5) 製糖 (6) 水産加工 (7) 工業団地の共同排水処理場などを手がけている。高濃度の有機性排水を出す大規模畜産施設排水で窒素やリンがなかなか基準値以下に落ちないことなどが課題、とのことだった。

B社はスタッフ 12 人、年商 5000 万円。これまでの排水処理の実績は、生ゴム製造 7、機械製造・鋳物 20、潤滑油製造 2、皮革 5、染色・縫製 14、ビル下水 19、製紙・包装材印刷 13、化学 9、海産物・食品加工 9、工業団地 15、木材・家具 29 などである。課題として、アゾ染料を使う染色工場排水や、リグニン、キチンなど難分解性有機物を含むアルコール工場排水の処理が難しく、COD がなかなか下げられない、との指摘があった。

C社はスタッフ 10 人、年商 5,000 万円。事務機器工場や染色工場排水の COD が下がらない問題があるが、対策として想定される技術は高価なものが多く、なかなか採用できないとの声が聞かれた。ルミライトシステムが適切な価格で提供されるのであれば試してみたいとの反応だった。

3-2-2-5 ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所

ハノイで、首相府下の「ベトナム科学技術アカデミー(VAST)」内に 33 ある研究機関の 1 つ、環境技術研究所を訪問した。環境関連機関ではあるが、天然資源環境省 (MONRE) との組織的な関係はない。環境技術研究所は 2002 年の設立で、スタッフは 170 人強。環境技術開発や応用研究、教育のほか、企業を顧客とする環境技術コンサルティングを手がけており、2015 年の契約件数は 564 件、売上は 524 億ドン (2 億 6200 万円) に上る。

訪問時には、所長、環境微生物部長ら 6 人が対応し、ルミライトシステムへの関心の高さをうかがわせた。ルミライトシステムの概要について説明した後、出席者から「凝集沈殿効果があるものが同時にバイオメディアとなって微生物の繁殖を促すというルミライトシステムのような技術は聞いたことがないし、ベトナムには全くない」との発言があった。所長から (1) ハノイでは湖沼や河川の汚染が問題になっているが、これにルミライトシステムを活用できないか (2) 非常に面白い技術なので、ぜひわれわれの研究室で実験させてもらいたい—との提案、依頼があった。

3-2-2-6 ハノイ市計画投資局

投資環境調査の一環として、ハノイ市の計画投資局を訪問した。まず、ルミライトシステムの製品を日本から輸入してベトナム国内で販売する場合は、商法に基づく条件をクリアできればよいが、ベトナム国内でシステムの一部を製造するようになった場合は、立地や環境影響、工場建設許可などが必要になる。ただし、合弁するベトナム企業が既に工場認可などを得ていてそこが製造するような場合には新たに許可を得る必要はないとのことだった。環境技術、環境商品についての投資規制や投資優遇策は特にないが、汚水処理場を経営する場合は土地の賃料が安くなるという優遇策はあるという。加えて、科学技術省 (Ministry of Science and Technology、MOST) が管轄しているハイテク法に基づいて、ルミライトシステムがハイテクであると認証されれば、税制面の優遇措置などを受けることができるとのことだった。

一般に、外国企業が進出する場合は (1) 投資登録承認 Investment Registration Certificate をしたうえで、(2) 事業登録承認 Business Registration Certificate を得ると会社が設立できる。さらに工業省から事業認可 Business Approval を得たうえで、ハノイ市人民委員会から事業承認 Business License を得ると、事業が始められるとのことだった。

さらに、ハノイ市内には 300 を超す湖沼があり、水の汚染が問題になっているとの説明を受けた。各湖沼はそれぞれの地区人民委員会が管理者となっているが、複数の地区にまたがるような大きな湖は、湖ごとに管理者が設置されている。現在は一部の湖の浄化についてドイツの技術が導入されているが、もしルミライトシステムが有効ならばそれに採用してもらいたい道がある。最終的には公開入札になる場合が多い。流れは次の通り。

- ・ 各湖沼の管理者が、浄化についてハノイ市人民委員会に申請する
- ・ 市人民委員会が浄化の必要性について判断する
- ・ 浄化に有益な技術について、環境局が市人民委員会に推薦する
- ・ 市人民委員会が財務局に予算確保を指示する
- ・ 公開入札で採用技術が決まり、その技術が導入される

3-2-3 第2回現地調査

第2回現地調査は2017年2、3月に表15の日程で行った。

表15 第2回現地調査の行程

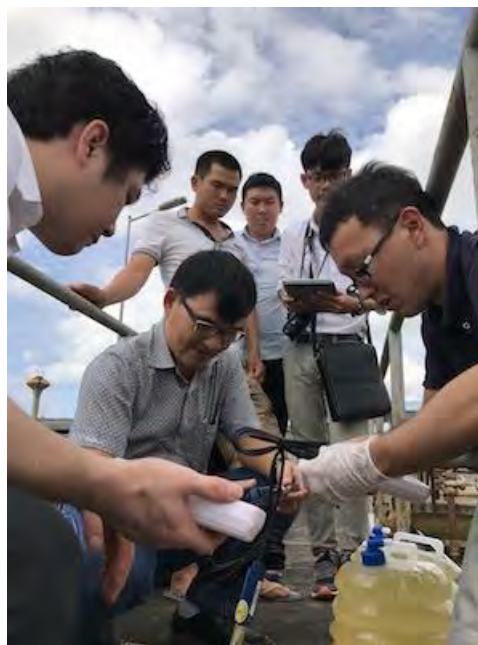
		午前	午後	
2 月	19 日	仲田、石川、小山、大森、日本からベトナムに移動		
	20 月	ホーチミン農大資源環境学部と協議	ビントゥアン省へ移動	
	21 火	環境局で関係機関と協議	水産加工排水処理場で採水	
	22 水	ホーチミンへ戻る		
	23 木	A班：ホーチミン農大資源環境学部で実験 B班：環境エンジニアリング企業等と面談		
	24 金	A班：ホーチミン農大資源環境学部で実験 B班：環境エンジニアリング企業等と面談		
	25 土	資料整理		
	26 日	資料整理		
	27 月	カントー市へ移動	海産物加工排水共同処理場で協議	
	28 火	ソクチャン省へ移動、エビ養殖場を訪問	ホーチミンへ戻る	
	3 月	1 水	資料整理、団内会議	
		2 木	A班：ホーチミン農大資源環境学部で実験 B班：国立ホーチミン大環境資源学部を訪問	
		3 金	A班：ホーチミン農大資源環境学部で実験 B班：ジャーナリストと面談	
		4 土	石川帰国移動	
		5 日	仲田、小山ハノイへ移動	
6 月		ハノイで湖沼を視察、採水	JETRO ハノイ事務所を訪問	
7 火		環境技術研究所を訪問	計画投資省外国投資庁を訪問	
8 水		仲田帰国移動、小山ハノイ市投資計画局を訪問	小山ホーチミンへ移動	
9 木		資料整理、団内打ち合わせ		
10 金		国立ホーチミン大環境資源研究所を訪問		
11 土		資料整理		
12 日		小山帰国移動		
13 月		大森、ワークショップ準備、実験のフォロー		
14 火		大森、ワークショップ準備、実験のフォロー		
15 水		大森帰国移動		

3-2-3-1 ビントゥアン省での採水と事業実施の意思確認

ビントゥアン省ファンティエット工業発展センター排水処理場については、まず同省環境局内で会議の場をもった。会議には、環境保護局副局長のほか、当事者であるファンティエット工業発展センターの責任者、ファンティエット漁港管理事務所、農村開発局の担当者ら 8 人が出席した。冒頭、環境保護局副局長が「ビントゥアン省では魚加工の排水処理が大きな課題。省内 3 カ所に排水処理場があるが、処理効率は極めて低い」と発言した。

出席者によると、ビントゥアン省には魚醤企業が 70 社、魚粉企業が 5 社ある。排水処理場はファンティエット市に 1 カ所、北東方向にあるトゥイ・フォン郡に 1 カ所あり、さらにムイネーに 1 カ所建設が進んでいる。処理能力はそれぞれ 300 m³/日、500 m³/日、300 m³/日。ファンティエットとトゥイ・フォンの 2 カ所はそれぞれのコミュニティが所有管理している。ムイネーの 1 カ所は地元民間企業の投資によって建設中という。

汚水処理場の管理責任者であるファンティエット工業発展センター長が、3つの課題を説明した。それによると、第1の課題は、排水が完全には集められないこと。各魚醤工場が先にあり、後から排水処理場を作ったため、構造的に回収が難しい工場がある。集められるのは排水全体の 8 割にとどまり、2 割は無処理のまま海に放流されている。第2の課題は、イワシの水揚げは 6-8 月がピークで、それ以外の時期は非常に少ない。6-8 月は日量 120 トンもの排水が出るが、それ以外の季節にはわずかしか出ない。第3の課題は、夏場の高気温と塩分。塩分は、魚を洗浄する際に出る排水に含まれる。高い気温と塩分により、微生物が十分に働かない。以上の課題を解決するために「ルミライトシステムのパイロット事業をビントゥアンでやってもらえたらありがたい」と述べ、普及実証事業に期待を示した。



ファンティエット工業発展センター共同排水処理場での採水



ビントゥアン省のカウンターパート候補との意見交換

3-2-3-2 カントー市での採水と事業実施の意思確認



カントー市のカウンターパート候補との意見交換



チャノック工業団地共同排水処理場の沈降槽

第1回現地調査に続いて、チャノック工業団地の共同排水処理場を再訪した。場長と主任技師が対応した。場長によると、団地に入居している各会社はそれぞれの排水処理場を持っており、当初は、1次処理した排水を団地の共同処理場で2次処理する計画だったが、実際にやってみると、有機物が少なくなりすぎて、共同処理の際に微生物が動かず、新たに有機物の餌を投入せざるをえなくなった。同時に、各工場も自社で1次処理して、2次処理にまた処理料を支払うことによってコストがかさむという問題も生じた。そこで、各工場での1次処理はやめて、原水をそのまま送ってもらうことにした。これにより、各工場は、自社での処理コストを節約できると同時に、共同処理場にすべて任せることで自らの処理責任を免れられるメリットがある。

場長らの話では、エビ加工排水などが含む高いリンがなかなか落と

せず、これを落とすことが第一の課題である。最大処理能力は6,000 m³/日だが、現在、入ってくる排水は3,000 m³/日。7月から11月までのピーク期には6,000 m³/日を超える排水を引き受けることになる。昨年の経験から、この段階では原水のCODは1,200mg/lとなるが、共同処理場の能力は、当初は1次処理後の水を入れる計画だったため、CODは600 mg/lで設計されている。したがって、CODを下げることも重要な課題といえるという。

その上で場長は「ルミライトシステムによってリンやCODを下げられるのであれば、大いに関心がある」と述べた。チャノック工業団地は、カントー市人民委員会の一機関である工業団地管理局の下にあったが、この工業団地管理局がカントー市工業団地基盤建設社（Joint Stock Company）になったため、現在はここが管理主体になる。基本的な機能は民営

化以前と同じとのことだった。なお、今回の協議に出席した共同排水処理場の場長は「この管理主体を代表してこの場に臨んでいる」と自らの立場を説明した。

3-2-3-3 ソクチャン省のエビ養殖場

エビ養殖池の過剰な有機質やリンなどがエビの生育を阻害している事態を改善するうえでルミライトシステムが生かせる可能性について、業務計画書で触れた。業務計画書の調査日程には含めていなかったが、エビの致死率が高く、主幹輸出品であるエビ産業が打撃を受けているとの情報を現地で得たため、メコンデルタ地方沿岸部ソクチャン省のエビ養殖場を訪問した。この養殖場はカントー市にあるエビ加工企業が経営し



ソクチャン省のエビ養殖場

ており、3,000 m²から1万m²ほどの養殖池がおおよそ45ある。年間2回転でバナメイエビを生産しているが、訪問時にエビが入っていたのはわずか4つの池だった。これについて、養殖場の責任者は、昨年度、6割近くが病気で死んだため、今年は病気の推移を見守るため、稚苗の投入を4つの養殖池に限っている、今後、順調に生育すれば投入を増やす予定、と説明した。この責任者は、いろいろな情報を収集しているものの、決定的な病気対策は見つからないで困っていると話していた。

この視察には、屋部土建の自社負担で渡航したナノバブルの専門家も同行し、ナノバブルを入れるとしたらどのように入れるべきかについても現場で検討した。

3-2-3-4 国家大学ホーチミン市校 環境資源研究所

ルミライトシステムの市場調査、パートナー調査の一環として、国家大学ホーチミン市校環境資源研究所を訪問した。ハノイのベトナム科学技術アカデミー（VAST）環境技術研究所と同様に、同大学環境資源研究所もビジネス部門を持ち、研究活動とともに、現場の環境技術改善を担う環境エンジニアリング・コンサルタントとして大きな役割を果たしているとの情報を得たため訪問し、2人の副所長、環境微生物ラボ責任者、環境技術センター環境管理部長らに面会した。

副所長によると、国家大学ホーチミン市校は、6つの大学と同研究所が統合されてできた。北部の国家大学ハノイ市校とともにベトナムの最高学府といわれ、優秀な人材が集まるという。同研究所は6つの大学と同格の位置付けになる。全スタッフで200人前後、技術を持った専門スタッフはそのうち100人ほどいる。ラボを見学したところ、高度な分析が可能な実験機器類が揃っており、研究水準の高さが示唆された。



ホーチミン国立大環境資源研究所のラボ

内部に「環境技術センター²²」を持ち、コンサルタント業務を行っている。ここの年間売り上げは、年によってかなり上下するが、2億円から4億円の間くらいとの説明を受けた。

この訪問の後に、同研究所の環境微生物ラボ責任者から、病気で大きな打撃を受けているエビの養殖池にルミライトシステムを応用できないかとの相談を改めて受けた。ベトナムの輸出産品として大きな位置にあるエビは、現在、病気の多発という深刻な問題に悩まされており、ラボ責任者はこれを解決するための研究に取り組んできた。これまで、病気対策として偏性好気菌のプロバイオティクスを投入してきたが、これが表層に移動して十分に機能しないため、バイオメディアとして、好気性微生物の繁殖促進効果が高いルミライトを投入することにより、底質付近でもプロバイオティクスが十分に機能するのではないかとの仮説に基づく提案であることが分かった。

3-2-3-5 ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所

第1回に続いてベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所を訪問した。所長、2人の副所長、技術部長ら10人ほどが対応した。この席には、本調査総括の屋部土建環境対策室長に加え、自社負担で渡航した同社専



環境技術研究所での協議

²² Center of Environmental Technology

務取締役および総務本部部長も同席した。

前回訪問時に示された同研究所側の要望に基づいて、屋部土建環境対策室長が、ハノイの池から汲んだ水にルミライトパウダーを混ぜ、凝集沈殿がわずか 2 分程度の間に進むことを出席者の前で実演し、併せて、簡易テストキットを用いて COD が 50 mg/l から 5 mg/l 程度まで落ちたこと示した。



凝集沈殿の実演。右側がルミライト粉を入れた状態

協議の中で、同研究所側からは引き続きルミライトシステムに対する強い関心が示された。所長からは、仮に JICA 普及実証事業が採択されてハノイの湖沼で事業を実施することになった場合はカウンターパートとしてこれに参画したいとの意思が表明された。併せて、所長から、同研究所が全国の地方自治体（省市）の科学技術局（DOST）とともに実施しようとしている汚水の浄化研究プロジェクトの提案書にルミライトシステムを入れたいので協力してもらいたいとの求めがあった。これに対して屋部土建は「まずは具体的な計画を示してほしい。それに基づいて検討する」と答え、所長は、覚書案を近く屋部土建側に送ることを約束した。

3-2-3-6 JETRO ハノイ事務所

JETRO ハノイ事務所では、日本企業の優れた製品・技術の多くが、高価格のためにベトナム市場での敗退を余儀なくされているとの説明を受けた。よほど思い切ったコストダウンを実現できない限り、資金力に乏しいベトナム市場でのビジネスは困難とのことだった。ベトナム政府には資金がなく、ドナーが絡まないベトナム政府の公共事業に期待することはできないとの助言を受けた。

もう一つの指摘は、円滑な支払いを期待して日系企業を顧客ターゲットにすることは一つの方法であるが、そのためには、ベトナム国内で会社の知名度を上げ、存在感を高めていくことが求められるということだった。それにはどうしても時間がかかるため、長期的な視点でベトナム進出を位置付ける必要があるとの助言を受けた。現在、ベトナムで存在感を得ている日系企業の多くは 15 年とか 20 年といった長い年月を費やして、そのような存在になっているとの話だった。

3-2-3-7 計画投資省外国投資庁

投資環境調査の一環として、計画投資省外国投資庁（FIA）を訪れた。同庁担当者によると、ベトナム政府は、環境分野の外国投資を促進するため、税の減免などの優遇措置を講じている。例えば、法人所得税法は、通常の法人所得税率を 20%と定めているが、環境分野については、最大で最初の 4 年間で 0%、次の 9 年間は 5%、その次の 2 年間は 10%になる。15 年経過後は 20%になる。ただし、これらの優遇措置は、ベトナム国内に製造拠点を設け、環境関連製品をベトナムで製造する場合に適用される。日本で製造した物品を輸入して販売するだけの場合は適用されないという。

科学技術省が技術を「ハイテク」と認定した場合は、10%の税率が 15 年を過ぎてもさらに適用される。ハイテク法があるので、まずはそれを見て、技術が該当しそうかどうか検討するとよいとの話だった。

駐在員事務所の設立は各省市の商工局、法人登記は各省市の計画投資局がそれぞれ窓口になるとの説明を受けた。

3-2-3-8 環境専門家、ジャーナリスト等からの聞き取り、文献調査

主に開発ニーズに関して情報を収集するため、ホーチミン農大、国立ホーチミン大環境資源研究所、環境技術研究所等の環境専門家、新聞社のジャーナリストなどから聞き取りを実施した。併せて、ベトナムのニュースサイト等を調査し、ベトナムで社会問題になった環境問題、特に汚水が環境にマイナスの影響を与えた事例などについて情報を収集した。

3-2-4 第 3 回現地調査

第 3 回現地調査は 2017 年 4 月に表 16 の日程で実施した。

表 16 第 3 回現地調査の行程

		午前	午後
	16 日	仲田、小山、日本からベトナムへ移動	
	17 月	ホーチミン農大資源環境学部と協議	ホーチミン国立大環境資源研究所と協議、適用実験
4 月	18 火	カントー市へ移動	カントー市工業団地基盤建設社と協議、ホーチミン戻り
	19 水	ハノイへ移動	JICA ベトナム事務所訪問
	20 木	環境技術研究所と協議	実証実験の対象候補の 3 池を視察
	21 金	仲田、小山、ベトナムから日本へ帰国移動	

3-2-4-1 カントー市工業団地基盤建設社

前回までの段階で、実証事業の対象候補として絞り込みつつあるカントー市のチャノック工業団地共同排水処理場を管理運営している同市工業団地基盤建設社を訪問し、社長と協議した。

同社はかつて国営企業だったが、2009年に Limited Company となり、民営化の方針により、2016年には Joint Stock Company となった。ただ、株式の民間の引き受け手はほとんどなく、99%は政府が保有する状態が続いている。その意味では事実上、国営企業の状態が続いているといえる。工業団地の民営化も進める方針になっているが、引き受け手がほとんどいないため、市内の工業団地の95%は同社が管理している。

席上、先方の社長からはルミライトシステム一般や普及実証事業における施工方法などに関する質問がいくつか出され、屋部土建側からこれらに回答して理解を得た。

3-2-4-2 国家大学ホーチミン市校 環境資源研究所

同研究所環境微生物実験室から、エビ養殖へのルミライトシステム適用実験の提案があったため、必要な実験資材のセッティングなどを行った。時間節約のため、同ラボを借りる形で、ホーチミン農大環境資源学部スタッフを中心に、第2回の現地渡航と同様に、ルミライトシステムの現地適用実験を継続した（詳細は 3-2-6 を参照）。自社負担で渡航したルミライトジャパン社のスタッフが実験を主導した。

3-2-4-3 環境技術研究所との協議、池の視察

ハノイの環境技術研究所を訪問し、実証実験について協議した。(1) 文廟の池、(2) カウザイ公園の池、(3) メ池について意見交換した。この3池の水質検査を同研究所の負担で実施することで合意した。

その後、3つの市内の池を視察した。いずれもアオコが繁茂しており、水質については(3)



普及実証事業候補の文廟の池、カウザイ公園の池、メ池（左から。いずれもハノイ市内）

のメ池の汚れが特に激しいように観察された。改善効果を示すという意味ではメ池が最も効果的であるものの、同池は、周囲の陸上部にゴミが投棄されるなど、全体として適切に管理されておらず、水質のみを改善しても十分にアピールできない可能性が懸念された。逆に(1)と(2)はそれぞれ庭園、公園内にあって、いずれも管理が行き届いており、ルミライトシステムで水質を改善しさえすれば全体の景観価値が高まることが十分に予想された。施工に必要な電源の位置なども現場で確認し、3つの池とも特に問題ないことが分かった。

環境技術研究所が実測した3池の水質データを表17に示す。これによると、メ池のCOD値やSS値が高く、3つの中では水質に最も問題があることが分かる。3つのいずれの池についてもルミライトシステムの適用で十分に浄化できる水質、レベルといえる。

表17 普及実証事業候補の3つの池の水質

	pH	DO mg/l	EC μs/cm	水温 °C	COD mg/l	N-NH4 +mg/l	SS mg/l	T-P mg/l
(1) 文廟の池	7.3	0.8	422	25.8	48.4	1.80	10	0.32
(2) カウザイ公園池	7.25	0.7	446	25.4	61.6	1.30	20	0.3
(3) メ池	8.12	0.98	263	25.4	260.0	1.84	75.0	1.32

出所 環境技術研究所による2017年4月の実測値に基づき JICA 調査団作成

3-2-5 第4回現地調査

第4回現地調査は2017年5月に表18の日程で実施した。

表18 第4回現地調査の行程

		午前	午後
5 月	19 金	大森、日本からベトナムへ移動	
	20 土	ワークショップ準備	
	21 日	小山、日本からベトナムへ移動	
	22 月	環境エンジニア企業に追加聞き取り	ワークショップ準備
	23 火	仲田、上間、石川、八田、日本からベトナムへ移動、ワークショップ準備	
	24 水	団内会議	ワークショップ準備
	25 木	ホーチミン国立大で協議	ワークショップ準備
	26 金	ホーチミン農大でワークショップ	
	27 土	全員、日本へ帰国移動	

3-2-5-1 ワークショップ



ルミライトシステムについて本調査団が発表した

これまでの調査から得られた情報をとりまとめて発表し、意見交換するワークショップをホーチミン農大で開催した。

ワークショップでは、本調査団総括を中心に、ルミライトシステムの機能や事例、コストなどについて、事例を挙げながら説明した。そのうえで、ルミライトシステムの現地適用実験に参加してきたホーチミン農大講師が実験結果とその解釈について発表した。これとは別に、汚水処理分野以外のルミライトシステムの応用可能性としてホーチミン国立大環境

微生物実験室長が、エビ養殖への応用実験を始めたことを紹介した。一連の発表をふまえて、会場から質問や意見を出してもらった。会場から出た主な質問は次の通り。

- ・ ルミライトシステムを入れた後の汚泥はどう処理するのか。
- ・ ルミライト粉やチップが汚濁物質でいっぱいになり、これ以上、汚濁物質を吸収できない状態になったらその後はどうするか。
- ・ ルミライトシステムは底質を分解でき、その結果、バイオマスは減少するだろう。バイオマスは有機物だから、この場合、どのようにして有機物が減っていくのか。
- ・ 池でルミライトを散布した際に、対照区は設けたか。
- ・ 生物分解性に抵抗する COD をどう処理するのか、その仕組みを知りたい。
- ・ 1kg のルミライトが何キロの COD、N、P をそれぞれ処理できるのか。
- ・ 散布後に効力を維持する時間が PAC とルミライトでは違うと思う。PAC の場合は数時間程度で、1 日までは保持できない。ルミライトシステムの場合、24 時間か。タンクの大きさは大きいのか。
- ・ ルミライトチップを洗浄するとの説明だったが、どのように洗浄するのか。
- ・ ルミライトチップは酸やアルカリ



参加者から活発な質問が出された

に溶けるか。

- ・ 難分解性有機物を吸収したルミライト汚泥は土壌還元できないが、どう処理するか。

ワークショップでこれらの質問をした参加者の多くは環境エンジニアであった。これまでに経験したことのない新素材としてのルミライトの基本性能や作用機序を問う質問が多く、関心の高さをうかがわせた。ワークショップには、素材メーカーであるルミライトジャパン社のスタッフが参加していなかったこともあり、技術的な質問のすべてに十分に回答することはできなかったが、今後、会場で出た質問への具体的で分かりやすい回答を準備することが、特に現場を担う環境エンジニアに対してアピールしていくうえで不可欠と認識している。

例えば「底質内でどのようにして有機物が減っていくのか」という質問には「好気性微生物による有機物の分解作用によって減っていく」と回答できる。あるいは「ルミライトチップをどのように洗浄するのか」という質問には「ルミライトパウダーを使ってチップを洗浄する技術がある」と回答できる。しかしながら「1kgのルミライトが何キロのCOD、N、Pをそれぞれ処理できるのか」の質問に回答することは容易ではない。汚水の程度や汚染物質、気温などの環境に加えて、投入するルミライトの種類も一つではないためである。しかしながら、潜在的な顧客にルミライトシステムのよさを理解してもらうためには、COD、N、Pといった汚濁物質の種類ごとに、ルミライトの作用機序をパターン化して定性的に説明するとともに、定量的な処理期待値を可能な限り示すことが必要であると認識している。ルミライトは単体物質ではなく、対処する汚濁の種類や程度に応じて、複数の素材を組み合わせ、実験を繰り返しながら組み合わせの最適化を図ることを基本としているため、例えば、ポリ塩化アルミニウム（PAC）のように、単体としての処理能力を単純に定量的に示すことは難しい。しかしながら、環境エンジニアの理解を得やすい具体的な説明資料を作成することは、商品特性の理解を広げていくうえで必須であると認識している。

3-2-6 提案技術の現地適合性実験

非公開

3-2-7 現地適合性検証結果のまとめ

3-1 で述べた現地適合性の検証方法に即した結果のまとめは以下の通りである。

1) 実験によるルミライトシステムの現地適合性の確認

産業排水処理については、処理難度の高い高塩分産業排水、高リン産業排水に対するルミライトシステムの現地適合性がおおむね確認された。一部の環境指標を目標値以下にすることができなかったが、これはルミライトの素材の組み合わせや処理方法について、多様なサンプルを用いて時間をかけて最適化する通常のプロセスが、今回の限られた日程と予算ではできなかったため、と考えている。

池や湖沼の浄化については、簡易な実験で浮遊物質を短時間のうちに凝集沈殿させた。沈殿後の底質内での有機質分解促進による浚渫頻度の低減というルミライトシステムの特長がベトナムでも有効であることは、強熱減量実験により裏付けられた。

2) 技術上の課題、現地ニーズの確認

次項で詳しく述べるが、産業排水処理について、処理技術が不十分なために環境指標の数値を下げられないでいるベトナムの実態と、ルミライトシステムに対する潜在的なニーズが確認された。池や湖沼については、富栄養化してアオコなどが繁殖している池がハノイ市には多数あり、これらの浄化ニーズが高いことが判明した。

3) 提案技術がベトナム環境関連市場に受け入れられるかどうか

ベトナムの環境技術者たちの理解を得るにはまだ屋部土建側の説明が不足している面があるが、ベトナムにこれまでなかった新しい技術であるルミライトシステムに対する環境技術者の関心はおおむね高く、今後、さらに分かりやすい説明と実績を重ねる中で十分な理解を得られると考えている。コスト面では、製品のキログラム単価だけでなく、中長期にわたるトータルコストを示すことにより、ルミライトシステムの価格面での優位性について一定の理解を得ることができた。

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

調査開始前に仮説を立てた A. 高塩分産業排水、B. 高リン産業排水、C. 池などの公共水空間に関する現地ニーズは、いずれも基本的に高いことが確認されたが、ニーズの広がりについて濃淡があることが判明した。以下、それぞれの現地ニーズについて述べる。

A. 高塩分産業排水

塩分濃度の高い産業排水は、汚泥中の微生物活性が落ちるなど、通常の処理プロセスで期待される機能が十分に働かないとみられている。ビントゥアン省のイワシ加工排水の処理施設では、関係者が環境基準をクリアできず、技術的に解決が難しいとの説明があった。実際、数回にわたるサンプル採取はいずれも最終槽で実施したが、ラボで分析したところ、窒素やCODなどの値について環境基準をクリアできていないケースが目立った。

一方、ニーズの広がりという視点に立った場合、ビントゥアン省のようにイワシ加工企業が共同で排水処理している施設は他省市にはあまり例がないとされ、共同処理していない他地域では、加工企業の多くが零細企業であるために排水処理設備の導入は難しいのではないかと、この情報を得た。

B. 高リン産業排水

カントー市などで課題になっているエビ加工工場などから出る高リン排水の処理については、好気・嫌気活性汚泥法による一般的な排水処理プロセスではリンの数値がなかなか下げられず、現場を管理している環境技術者にとって大きな課題となっていることが、現地調査の結果、確認された。実際、数回にわたって採取したサンプル水は処理施設の最終部分から採取したにもかかわらず、ラボで分析したところ、リン値は依然として環境基準を上回っていることが分かった。

エビ加工工場ではリン酸塩を使うため、排水中のリン値が高く、これが処理場でも落とせないでいるが、エビ加工は、ベトナムの主力輸出品として、メコンデルタ各地を中心に広く行われている。リン酸塩は、製品の保水力を高めるためなどの目的で、日本では食肉加工品や小麦粉製品などに広く使われており、ベトナムでもエビ以外の食品加工にも使われている可能性が高い。またリン酸塩は、ディスプレイ製造など電子産業でもしばしば用いられている。以上から、高リン排水の処理ニーズは、エビ加工以外にもベトナム各地に広がっているとの見方を示す現地環境専門家が多かった。

C. 公共水空間

ホーチミン市内の公共水空間のうち、池や湖沼は数が少ないことが分かった。水路、河川については汚染がひどく、開発ニーズは大きいものの、普及実証事業の予算規模では実施が難しいことが判明した。これと対照的に、ハノイ地域には大小さまざまな湖沼が多数あり、これらの浄化ニーズは大きいことがベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所やハノイ市計画投資局での聞き取りによって確認された。普及実証事業における予算面の制約は小さめの湖沼を選ぶことによって解決できそうであることも明らかになった。

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

A. 高塩分産業排水

予備実験では COD、窒素、リンとも数値をかなり落とすことができたが、第 2 回現地調査での実験では、あまり成果が上がらなかった。第 3 回現地調査では素材の組み合わせを変えることにより、窒素は大きく下がったが、COD については下がったものの環境基準をクリアするレベルには至らなかった。ルミライトシステムは通常、同じ水源から 20 程度の多様なサンプルを採取し、素材の組み合わせや適用方法を変えながら技術の最適化を図るのであるが、本調査では、日程と予算の制約により、そこまでの作業は難しかった。今後、さらに素材の組み合わせや適用方法を工夫することにより、高塩分排水の各環境指標について、目標値の実現が可能になると屋部土建は考えている。

B. 高リン産業排水

第 1 回現地調査におけるサンプル採水および第 2 回現地調査で行ったルミライト適用実験では、リン処理に関するルミライトシステムの効果が示された。第 2 回現地調査でもリン値は落ちた。第 3 回現地調査でも、ルミライト粉、ルミライトチップ循環のいずれの方法でも 6 mg/l 以上あった数値を 1 以下に下げることができた。リン処理については、ベトナムにおいても提案技術が十分有効であることが検証された。

C. 公共水空間

湖沼の浄化はルミライトシステムの中でも、比較的簡易な循環器など、基本的なシステム構成で取り組める対象である。本調査では、簡易な方法により、現地でのルミライトシステム適用実験で順調な成果を示すことができた。なお、ルミライトシステムの機能を知ったベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所からは、同研究所が省市科学技術局に送る予定の研究プロジェクト提案書案にルミライトシステムを採用したいので協力してほしいとの依頼があったため、これに参加する予定である。

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

提案 ODA 案件を提案するにあたり、本調査の以上の結果をふまえて、現地ニーズが大きく、かつニーズの広がりが見込まれる 1) カントー市の高リン産業排水、および、現地ニーズが大きく、市民生活に密着した水の浄化である 2) ハノイ市の池の浄化の 2 つについて普及実証事業を実施することを提案する。

4-1 ODA 案件概要

提案する ODA スキームは、普及・実証事業。案件名は「天然鉱物を使用した処理難度の高い産業排水ならびに湖沼等の水質浄化に関する普及・実証事業」を想定している。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

ODA 案件の目的、期待される成果、そのために必要な活動、その活動時期を表 19 にまとめた。

表 19 普及実証事業の具体的な協力内容

成果	活動	時期
目的：処理難度の高い産業排水や湖沼の水質浄化にルミライトシステムが有効であることを実証することにより、ルミライトシステムをベトナムで普及させ、河川や湖沼の水質改善に貢献すること	1-1 効果の高いシステムを詳細設計する	2018 年前半
	1-2 対象施設にルミライトシステムを施工・設置する	2018 年後半
	1-3 運転方法を現場管理者に研修する	2018 年後半
成果 1 高リン産業排水を処理している対象施設にルミライトシステムを導入する	2-1 導入後、定期的に汚水をサンプリングし、環境指標を測定する	2018 年後半から 2019 年後半
	2-2 それらを過去の実績データと比較する	同上
成果 2 ルミライトシステム導入後の汚水レベルが測定され、高リン排水処理におけるルミライトシステムの優位性が明らかになる	3-1 効果の高いシステムを詳細設計する	2018 年前半
	3-2 対象施設にルミライトシステムを施工・設置する	2018 年後半
	3-3 運転方法を現場管理者に研修する	2018 年後半
成果 3 池などの公共水空間にルミライトシステムを導入する	4-1 導入後、定期的に汚水をサンプリングし、環境指標を測定する	2018 年後半から 2019 年後半
	4-2 それらを過去の実績データと比較する	同上
成果 4 ルミライトシステム導入後の汚水レベルが測定され、公共水空間浄化におけるルミライトシステムの優位性が明らかになる		

成果 5 ルミライトシステム普及のための広報活動が実施される	5-1 ルミライトシステムの普及方法について、カウンターパート等と協議し、計画を立てる	2019 年前半
	5-2 前項で立てた普及計画を実施する	2019 年後半

出所 JICA 調査団作成

4-2-1 カウンターパート候補

当初はカウンターパートとして、普及実証事業を実施する省市の天然資源環境局（Department of Natural Resource and Environment、DONRE）を想定していたが、本調査の結果、絞り込んだ高リン産業排水ならびに公共水空間での取り組みについて、それぞれ以下のカウンターパートが想定できることが判明した。

A. 高リン産業排水

→カントー市工業団地基盤建設会社

カントー市工業団地基盤建設会社は、チャノック工業団地をはじめとするカントー市の公的工業団地の基盤整備ならびにその維持管理を担う管理会社である。

かつてはカントー市人民委員会内の政府機関であったが、ベトナム全土で進んでいる現業部門の政府機関を対象とした民営化促進政策において、同機関は民営化された。

しかしながら（1）現在も株式の99%は政府が保有している（2）カントー市内の公営工業団地のすべてを管理している一などから、実質的に公社として機能しており、カウンターパートとしての公共性を十分に有している。

加えて屋部土建は、普及・実証事業における関係機関の役割に関し、同社の上位政府機関であるカントー市人民委員会建設局等の関与についても今後協議していく予定である。

なお、チャノック工業団地共同排水処理場に流れ込む高リンの排水量は将来さらに増え、リン処理のニーズが高まる可能性があるため、普及・実証事業終了後についても設備は継続的に活用されると考えられる。

B. 公共水空間

→ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所

公共水空間については、ハノイの湖沼に浄化ニーズがあり、予算的にも実施可能な規模が選択できそうであるため、これを主なターゲットとして引き続き調査していく。カウンターパートとしては、国家機関であるベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所を想定している。同研究所とは、現地調査のたびに所長、副所長以下スタッフが出席して会合を持ち、普及実証事業への参加について、所長がその意思があることを表明した。湖沼の浄化については、移設できる簡易な循環器程度の設備で対応可能であり、数多くの浄化現場

を持つ同研究所が普及実証事業当事者として参加することは、事業終了後の設備の有効活用の観点からも問題はないと考えている。

4-2-2 ODA 案件の実施体制

株式会社屋部土建が、現地調整支援を行うアイ・シー・ネット株式会社、株式会社万鐘とともに、カウンターパート機関等の関係者に技術指導する。加えて、ルミライトシステムの浄化剤メーカーであるルミライトジャパン社スタッフを実施メンバーとすることを検討している。ルミライトシステム導入と運転を以上の体制で実施した後、屋部土建とカウンターパートが協議して、その成果の普及計画を策定し、普及活動の実施を開始する。普及活動により、ルミライトシステムの存在と有用性を知った汚水処理施設管理者などがルミライトシステムの顧客となり、導入が広がっていく。これにより、ルミライトシステム導入先汚水源が直接受益者になり、環境汚染の悪影響を直接、間接に受けていた周辺住民が間接受益者となる。ルミライトシステムの全国普及により、広く国民一般が間接受益者になる。

4-2-3 期待される開発効果

A. 高リン産業排水

ODA 案件でカントー市の産業排水処理施設にルミライトシステムを導入することにより、高リン産業排水が適切に処理され、その結果、排出先の公共水空間の汚染、富栄養化が抑えられて水質が向上し、市民の生活水準が向上するという開発効果が期待される。リン酸塩はエビ加工、食肉加工などの食品分野をはじめとして、電子産業などにも広がっているため、ルミライトシステムがベトナム各地に広まることで各地の排水中のリン値を適正なものにすることにより、全国的に公共水空間のリン値が適正なものになり、水質の向上が期待される。

B. 公共水空間

ハノイ地域には大小さまざまな湖沼が多数あり、これらが汚水の流入により富栄養化するなど、浄化ニーズは大きいとの指摘を環境技術研究所やハノイ市投資計画局から受けた。湖沼などの公共水空間には下水処理場や産業排水処理場のような処理システムがない。このような公共水空間にルミライトシステムを導入することにより、公共水空間の水質が改善し、悪臭やアオコの発生といった現象が解決されて市民生活が向上するという開発効果が期待される。

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

表 20 は、これまで日本が取り組んできた関連 ODA 案件のうち、ルミライトシステムとの連携を想定しうるものである（内容を含めた関連案件の詳細情報は別添に記載した）。既に終了した案件も含まれているが、(1) 既に運転段階に入っている下水処理場などにもルミライトシステムは必要に応じて付加的に適用できる (2) これらと類似内容の案件が先々出てくる可能性があるため、過去の実績に基づいて連携可能性を検討すべき—と考えた。

これら污水处理分野の ODA 案件は (1) 下水処理場などのインフラストラクチャー建設と、(2) 污水处理技術およびその管理ノウハウの能力強化—の 2 つに大別される。前者は有償資金協力（円借款）が中心で、後者は有償附帯の技術支援プロジェクト、技術協力プロジェクト、草の根技術協力などの支援制度が活用されている。

(1) の下水処理場建設については、処理効率を高めるため、あるいは処理難度の高い処理水を適切に処理するためにプロセスの一部にルミライトシステムを組み込む連携可能性が考えられる。組み込むルミライトシステムの構成内容は処理ニーズに応じて設計できる。

(2) の污水处理技術や管理ノウハウの能力強化、人材育成支援では、特に処理難度の高い汚水の処理技術の一つとして、研修内容などにルミライトシステムによる処理とその原理を含める連携可能性が想定される。この案件化調査でも、処理難度の高い污水处理について、基準をクリアできずにいる実情が判明した。ルミライトシステムの導入によってこれらの課題を解決できれば、ベトナムの環境技術者の質の向上と処理後水の水質改善に直結すると考えられる。

表 20 污水处理関連の日本の ODA 案件

スキーム	事業案件名	分野	期間	相手国機関名
円借款(有償)	ハノイ市エンサ下水道整備事業	環境管理-水質汚濁	2013/03～ 2020/12(I)	ハノイ市建設局 ハノイ下水排水公社
円借款(有償)	ハノイ水環境改善事業(I-1)(I-2)		2005年	ハノイ市人民委員会
円借款(有償)	ハノイ市インフラ整備事業		2006年 2007年	
円借款(有償)	ホーチミン市水環境改善事業	環境管理-水質汚濁	2001/03/～ 2013/08/(III)	ホーチミン市人民委員会
円借款(有償)	第2期ホーチミン市水環境改善事業(III)	環境管理-水質汚濁	2016/05/～ 2019/10/(III)	ホーチミン市人民委員会
円借款(有償)	南部ビンズオン省水環境改善事業	環境管理-水質汚濁	2012/03～ 2018/04(II)	ビンズオン省人民委員会 下水処理事業会社(ビンズオン上下水環境公社)
円借款(有償)	ビンフック省投資環境改善事業		2007年	
有償技術支援— 附帯プロ	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2009/05/11～ 2010/11/11	ホーチミン市人民委員会 洪水管理センター(SCFC)
有償技術支援— 附帯プロ	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクトフェーズ2	環境管理-水質汚濁	2011/09/15/～ 2014/09/14	ホーチミン市人民委員会 洪水対策センター

有償技術支援 - 附帯プロ	ドンナイ省水インフラ整備事業	水資源・防災-地方 給水	2015/07/ ~ 2021/07 月	ドンナイ省上水道公社 (DOWACO)
有償技術支援 - 附帯プロ	ハロン湾環境保全プロジェクト	環境管理-環境行政 一般、民間セクター 開発-観光	2010/03/01/~ 2013/02/28	クアンニン省天然資源環境 局
有償技術支援 - 附帯プロ	都市環境(下水道)政策アドバイザー	都市開発・地域開発 -都市開発	2010/05/11/~ 2013/06/30	建設省技術インフラ局
有償技術支援 - 附帯プロ	都市環境政策アドバイザー(下水道政策)	環境管理-環境行政 一般	2013/05/29/~ 2015/05/28	建設省技術インフラ局
有償技術支援 - 附帯プロ	全国水環境管理能力向上プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2010/06 ~ 2013/06	MONRE ならびに対象各 DONRE
無償資金協力	ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画	環境管理-水質汚濁	2016/02/26/~ 2019/05/31	ハイフォン市水道公社
無償資金協力	ホイアン市日本橋地域水質改善計画	水産-水産増養殖	2015/12/21/~ 2020/12/31	クエンナム省人民委員会及 びホイアン市人民委員会
開発調査	ベトナム国河川流域水環境管理調査	環境管理-水質汚濁	2008/05/11/~ 2010/02/11	天然資源環境省 (MONRE)、省市資源環境 局(DONREs)
技術協力プロジェクト	水環境技術能力向上プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2003/11/01/~ 2006/10/31	ベトナム科学技術アカデミー 環境技術研究所
技術協力プロジェクト	水環境管理技術能力向上プロジェクトフェーズ2	環境管理-水質汚濁	2008/01/07/~ 2012/07/06	ベトナム科学技術アカデミ ー環境技術研究所
技術協力プロジェクト	下水道計画・実施能力強化支援 技術協力プロジェクト	環境管理-その他環 境管理	2016/01/25/~ 2019/02/28	建設省
技術協力プロジェクト	ベトナム上水道技術訓練プログラム	水資源・防災-水資 源開発(旧)	2000/01/13/~ 2003/01/12	建設第二大学校 建設省
草の根技協(地 域提案型)	ベトナム国ホーチミン市における都 市排水管理技術向上プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2013/06 ~ 2016/03	ホーチミン市都市排水公社ホー チミン市洪水対策センター
草の根技協(地 域提案型)	ハノイ市水環境改善理解促進事業	環境管理-水質汚濁	2007/06/ 20~ 2010/03/ 31	ハノイ下水排水公社
草の根技協(地 域提案型)	ハノイ市水環境改善理解促進事業	環境管理-水質汚濁	2010/07 ~ 2012/03(II)	ハノイ下水排水公社
草の根技協(地 域提案型)	ハノイ市における下水道事業運営 に関する能力開発計画	環境管理-水質汚濁	2014/02/15 ~ 2017/02/28	ハノイ下水排水公社
草の根技協(地 域提案型)	有機物に対する浄水処理向上プロ グラム	水資源・防災-総合 的水資源管理	2010/06/30/~ 2012/09/10	ハイフォン市水道公社
草の根技協(地 域提案型)	ベトナム国ハイフォン市水道公社 における配水管網管理の能力向上 事業	水資源・防災-都市 給水	2013/04/25/~ 2016/03/31	ハイフォン市水道公社
草の根技協(地 域提案型)	ハイフォン市下水道維持管理能力 向上プロジェクト	都市開発・地域開発 -都市開発	2014/11/20/~ 2017/03/31	ハイフォン下水道排水公社
草の根技協(地 域提案型)	キエンザン省における水環境改善 のための人材育成プログラム	水資源・防災-総合 的水資源管理	2013/05/15/~ 2016/03/31	キエンザン省人民委員会、 キエンザン省上下水道公社

出所 JICA の HP 等に基づき JICA 調査団作成

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

4-4-1 カウンターパートの課題と対応策

各対象候補で想定されるカウンターパートについては4-2-1で説明した。これらの中には、普及実証事業への強い関心を既に明らかにしている機関もあるが、普及実証事業の担い手

が具体的にどのような役割を担うのかについての理解は必ずしも十分とは言えない。この課題を乗り越えるための対応策としては、具体的な計画を先方によく説明する中で、カウンターパートに求められる役割を明確にし、合意した事項を文書に残して、事業開始後の役割理解をめぐる混乱が起きないようにすることが重要と考えている。

4-4-2 技術面の課題と対応策

産業排水については、汚濁の内容や程度が日々変化する中で安定した処理成果を出すために（1）どのようなシステム設計とするか、（2）どのように運転管理するか（3）なんらかの理由で処理効果が上がらない時にどのように対処するか—が課題になる。対応策としては、過去の原水データを解析し、汚濁の内容とその幅を確認したうえで（1）それに対処できるシステム設計とする、（2）それに対処できる運転方法をカウンターパートに指導する（3）これまでのルミライトシステムの経験に照らして、処理効果が上がらない原因をあらかじめパターン化し、それぞれの事態に対する対処法を案件形成段階で定めておく—こととする。

4-4-3 情報普及の課題と対応策

普及実証事業の主な目的は、実際のスケールでルミライトシステムを導入することにより、処理難度の高い産業排水や市民に身近な公共水空間の水質を改善し、各地の汚水処理現場を担っている環境技術者、環境行政に携わる人々、一般市民に、その成果を広く知らせることにある。特に環境技術者は、さまざまな産業排水処理技術の採否を事実上決定しており、ビジネス展開上の直接の潜在顧客になるため、彼らにどのようにして効果的にアプローチしていくかは大きな課題である。情報普及のためには現地検討会などで実物を見せることが最も有効であるが、地理的な制約から、すべての環境技術者に現場まで来てもらうことは難しい。そこで（1）ホーチミン市、ハノイ市、カントー市など、環境技術者や主だった環境行政官が集まりやすい場所で成果を発表する場をカウンターパートとともに設ける（2）環境問題を取り扱っている記者に記事を書いてもらったり、テレビ局にテレビ番組化してもらいよう働きかける（3）カウンターパートとともにインターネットのHPを設けて、情報がどこからでも見られるようにする—などの対応策が必要になると考えている。これらを通じて、環境技術者のみならず、環境行政官、一般市民にとっても、普及実証事業の成果に触れる機会が増すことが期待される。加えて、3-2-5-1でも述べたように、ルミライトシステムの性能について、このような素材を取り扱ったことのない環境エンジニアにとって理解しやすい説明内容、説明方法をさらに工夫する必要がある。

4-5 環境社会配慮にかかる対応

4-5-1 環境社会配慮

本案件で提案するルミライトシステムをベトナムに導入するに当たり、幾つかの環境社会配慮が必要になる。環境社会配慮にかかる概要を別添の環境チェックリストにまとめた。

ルミライトシステムで使用される浄化剤ルミライトは加熱加工した数種の天然鉱物の混合物であり殺菌・滅菌といった生物に対し阻害となる物質は含まれていない。また、微生物資材と異なり外部から生物を導入しておらず恣意的に生態系バランスを大きく改変するものではない。システムを構成する動力となる機器もナノバブルの生成、ルミライトの散布に必要なポンプであり、周辺に及ぼす騒音影響もほとんど発生しない。表 21 に普及・実証事業で実施予定地を示す。提案する A. 高リン産業排水、B. 公共水空間ともにカウンターパートの保有・管理する敷地・施設を使用する。

表 21 普及実証事業実施予定候補地

A. 高リン産業排水	チャノック工業団地協同排水処理場内	
B. 公共水空間	カウザイ公園池、または文廟の池	(ハノイ市下水排水公社 管理)

出所 JICA 調査団作成

A. 高リン産業排水

実施対象地は、カントー市のチャノック工業団地内に整備された共同排水処理場である(図 13)。同工業団地は 1995 年に設立され、300ha の敷地に現在 128 社が入居している。その大部分は海産物加工、飼料製造関連企業である。共同排水処理場では、食品・飼料の加



図 13 チャノック工業団地位置図

工の際に排出される汚水のみを受け入れており、その性状は、高懸濁物質、高有機物、高窒素・リンが特徴である。活性汚泥法により処理を行っている為、微生物を阻害する物質（重金属、有害物質）を含む排水は受け入れていない。共同排水処理場の設備、運転管理は十分になされており処理水質は安定しているが、設計を大きく超過する負荷が流入するリンの基準を満たすことができていない。共同排水処理場内の敷地には十分余裕があり、ルミライトシステムのプラントを導入しても、施設の運営に支障をきたすものではない。

B. 公共水空間

公共水空間の実証は、ハノイ市内にあるカウザイ公園及び文廟の池で実施する（図 14）。両池とも、ハノイ市下水排水公社が管理している。アオコが繁茂しており、水質の特徴としては高 COD、高アンモニア態窒素、低度 DO があげられる。池の周囲には「ルミライトシステム」を設置するスペースがあり、用地取得・住民移転の必要はない。

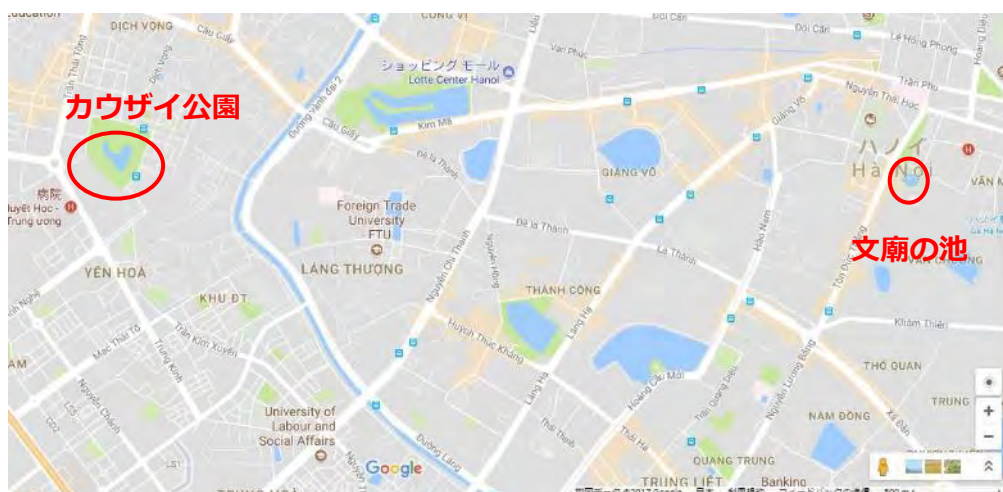


図 14 公共水空間サイト位置図

ルミライトシステムは、前述のように、環境に悪影響を及ぼすものではなく、自然公園・遺産地域外での事業及び重金属等の有害物を排出しないことから、処理水質のモニタリングを適切に行うことで環境社会配慮は満たされるものと判断される。モニタリング計画を表 22 に示す。

表 22 モニタリング計画

環境項目	区分	モニタリング項目	地点	検査方法及び頻度	責任機関
水質	実証開始時 (供用開始 1 週間を目途)	TSS,BOD,COD, T-N,NH ₃ -N,NO ₃ -N, T-P,PO ₄ -P	プラント流入、 及び流出	簡易検査キット	提案企業
				: 1回/日	
				公定法: 1回/週	
水質	実証期間中 (供用 1 年間)	TSS,BOD,COD, T-N,NH ₃ -N,NO ₃ -N, T-P,PO ₄ -P	プラント流入、 及び流出	簡易検査キット	カウンター パート
				: 1回/週	
				公定法: 1回/月	

出所 JICA 調査団作成

4-5-2 ベトナムの環境社会制度

ベトナムにおける環境アセスメント (EIA) に関する条文は、環境保護法に定められており、具体的な事業リストは政令で定められている。

ルミライトシステムを導入するに当たり、調査の中で聞き取ったところによると EIA は不要という旨の回答を得ているが、管轄する人民委員会に確認したものではないので、今後明らかにする必要がある。

汚水処理分野に係る法令は、1-3-2 の表 3 に示されている。この中で、ルミライトシステム導入に係るものとして、A. 高リン産業排水には「産業排水に関する国家技術規則 (QCVN 40:2011/BTNMT)」、B. 公共水空間には「地表水質基準に関する国家技術基準 (QCVN 08:2008/BTNMT)」が該当する。表 23、24 にルミライトシステムに係る項目の基準値を抜粋した。

A. 高リン産業排水

表 23 産業排水に関する国家技術規則 (抜粋)

項目	単位	C 値	
		A	B
BOD ₅ (20°C)	mg/l	30	50
COD	mg/l	75	150
総浮遊物質	mg/l	50	100
アンモニア態窒素	mg/l	5	10
全窒素	mg/l	20	40
全リン	mg/l	4	6

備考

－ A : 生活用水に利用される水域に排出する産業排水に適用

－ B : 生活用水以外に利用される水域に排出する産業排水に適用

出所 環境省 HP 「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術二一ズ」
産業排水に関する国家技術規則 (QCVN 40:2011/BTNMT)

B. 公共水空間

表 24 地表水質基準に関する国家技術基準（抜粋）

項目	単位	濃度			
		A1	A2	B1	B2
溶存酸素	mg/l	≥6	≥5	≥4	≥2
浮遊物質	mg/l	20	30	50	100
CODcr	mg/l	10	15	30	50
BOD5 (20°C)	mg/l	4	6	15	25
アンモニア態窒素	mg/l	0.1	0.2	0.5	1
亜硝酸態窒素	mg/l	0.01	0.02	0.04	0.05
硝酸態窒素	mg/l	2	5	10	15
リン酸塩	mg/l	0.1	0.2	0.3	0.5

備考

- A1：生活用水、及びA2、B1及びB2のその他目的
- A2：(1) 適切な処理技術による生活用水、(2) 水生生物の保護、及び(3) B1及びB2のその他目的
- B1：灌漑、又は同等の水質が要求されるその他目的、又はB2のその他目的
- B2：水運及び水質において低い要求で良いその他目的

出所 環境省 HP「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術二ーズ」
地表水質基準に関する国家技術基準（QCVN 08: 2008/BTNMT）

4-6 ジェンダー配慮

本提案技術は、本質的にジェンダー中立なものである。環境が改善されることによる受益効果では、ジェンダーによる違いが生じる可能性はあるものの、配慮事項の前提となる負の影響は考えにくい。その意味において、新しい技術を導入する際の配慮事項としてのジェンダー配慮は不要と判断する。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

5-1-1 市場の構造

非公開

5-1-2 価格からみた市場性

非公開

5-1-3 潜在市場

非公開

5-2 想定する事業計画及び開発効果

5-2-1 事業戦略

非公開

5-2-2 海外ビジネス展開の実施体制

非公開

5-2-3 ビジネス展開の計画

非公開

5-2-4 事業展開した場合の開発効果

非公開

5-3 事業展開におけるリスクと対応策

法制度変動リスク・・・ベトナムの法制度は変化が激しい。カウンターパートを通じ、体制を常にモニターすることで対応の遅れを防ぐ。

電力不足リスク・・・地域によっては必ずしも電力供給が安定的ではない。普及・実証事業の実演先候補選定に向けて、電力供給の問題が少ない場所を調査する。

環境人材不足リスク・・・案件化調査、その後に想定する ODA 事業については問題ないが、将来のビジネス展開では不足の恐れがある。自社で育成する方向で検討する。

知的財産権リスク・・・財産権が十分に保護されていない面があるため、販売契約等の中に罰則規定を設けるなどの保護策を検討する。

完工遅延リスク・・・施工業者との間で責任の所在を明確にしたうえで、期間をやや細く区切るなどし、現地事情をふまえた建設工程とする。

債務不履行リスク・・・ベトナムの商慣行をふまえ、支払い方法を契約に明記するなどして、リスクの軽減を図る。

別添

ベトナム汚水処理関連の ODA 案件

スキーム	事業 案件名	分野	期間	相手国 機関名	概要
円借款 (有償)	ハノイ市 エンサ下 水道整備 事業	環境管 理-水 質汚濁	2013/03～ 2020/12 (I)	ハノイ市 建設局 ハノイ下 水排水公 社	<p>(1)事業の目的 本事業は、ベトナムの首都ハノイ市において下水道システムを整備することにより、同市の汚水処理量の増加を図り、もって同市とその下流域の公衆衛生の改善、持続可能な発展に寄与するもの。</p> <p>(2) プロジェクトサイト/対象地域名 ハノイ市タインチ県(下水処理場建設予定地) タインスアン区、ドンダー区、バーディン区、ホアンマイ区、ハドン区、トゥーリエム県、タインチ県(以上、汚水収集対象地域)</p> <p>(3)事業概要 1) 下水道システムの整備(国際競争入札):①下水処理場(270,000m³/日)、②下水管網 2) コンサルティング・サービス:詳細設計、入札補助、施工監理、運営・維持管理支援 等</p>
円借款 (有償)	ハノイ水 環境改善 事業 (I-1) (I-2)		2005 年	ハノイ市 人民委員 会	<p>(1)事業の目的 本事業は、ハノイ市内の排水路、湖沼及び河川を改修、浚渫し、また調整池、ポンプ場及び下水処理施設を建設することにより、洪水の改善、及び湖沼、河川、調整池の水質を改善し、もって同市の環境及び住民の生活・保健状況の改善に寄与する。</p> <p>(2)事業概要 1. イェンソーポンプ場建設 2. 河川の改修 3. 洪水調整ゲートの設備 4. 湖沼の浚渫 5. 市街排水路狭窄部分の拡張 6. 下水管、雨水管の整備 7. 下水処理パイロットプラントの設置 8. 下水管、排水路浚渫建材の調達 9. 移転地区の整備 10. 研修</p>
円借款 (有償)	ハノイ市 インフラ 整備事業		1997 年～ 2006 年 2007 年	ハノイ市 人民委員 会	<p>(1)事業の目的 タンロン北地区におけるハノイ市総合インフラ整備計画の第 I 期事業として、給水、道路、排水、汚水処理、送電の施設をパッケージで整備することにより、工業団地開発・住宅整備などの地域開発を図り、もって工業生産増、雇用拡大、輸出増加、外貨獲得、ハノイ中心部の過密化緩和に寄与する。</p> <p>(2)事業概要 1. 道路整備 :ハイウェイ交差道路、インターチェンジ、ハイウェイ側道、灌漑用水路側道、ハイウェイ東側道路 2. 給水施設 :浄水場(北タンロン浄水場 2006 年)、貯水場、井戸、水道管 3. 雨水排水施設 :ポンピングステーション、排水路、排水路盛土 4. 汚水処理施設 : 汚水処理場(北タンロン下水処理場 2007 年) 5. 送電施設 : 変電所、既存送電網、送電線新設、電圧調整施設</p>

円借款 (有償)	ホーチミン市水環境改善事業	環境管理-水質汚濁	2001/03/～ 2013/08/ (Ⅲ)	ホーチミン市人民委員会	<p>(1)事業の目的 本事業は、ホーチミン市の中心地区において、下水道整備、排水能力強化を行うことにより、浸水被害の軽減及び運河の水質の改善を図り、もって、衛生環境を含む地域住民の生活環境の改善に寄与するものである。</p> <p>(2)事業概要 ホーチミン市中心部の排水網のリハビリ及び増設、遮集管・下水中継ポンプ場・導水管・下水処理場の建設、市の中心部を流れるタウフ・ベンゲ運河の改修、浸水被害の頻発する地域(タンダ、ベンメコク両地区)におけるポンプ排水施設を建設するもの。</p> <p>1) 土木工事・調達機材等(タウフ・ベンゲ運河改修、浸水頻発地域(タンダ、ベンメコク両地区)におけるポンプ排水整備、市中心部の排水網のリハビリと増設、遮集管・下水中継ポンプ場・導水管・下水処理場の建設)</p> <p>2) コンサルティング・サービス(詳細設計、入札補助、施工管理等)</p>
円借款 (有償)	第2期ホーチミン市水環境改善事業	環境管理-水質汚濁	2016/05/～ 2019/10/ (Ⅲ)	ホーチミン市人民委員会	<p>(1)事業の目的 本事業は、ホーチミン市の下水道・排水システムの整備を行うことにより、汚水処理能力の向上及び浸水被害の軽減を図り、もって同市の都市・生活衛生環境の改善に資するもの。</p> <p>(2)事業概要</p> <p>1) 下水処理場拡張(1カ所、328,000 m³/日(拡張分)、国際競争入札)</p> <p>2) ポンプ場建設・拡張(国際競争入札)</p> <p>3) 下水管敷設(国際競争入札)</p> <p>4) 運河改修等(国際競争入札)</p> <p>5) コンサルティング・サービス(詳細設計、入札補助、施工監理等)(ショートリスト方式)</p>
円借款 (有償)	南部ビンズオン省水環境改善事業	環境管理-水質汚濁	2012/03～ 2018/04(フェーズ2)	ビンズオン省人民委員会 下水処理事業会社 (ビンズオン上下水環境公社)	<p>(1)事業の目的 本事業は、ベトナム南部のビンズオン省において、下水道システムの整備・拡張を行うことにより、同地域の下水道普及率の増加とサイゴン河流域の水質悪化抑制を図り、もってホーチミン市及びその周辺地域の生活環境の改善、上水道水源の保全に寄与するもの。</p> <p>(2)事業概要</p> <p>1) 下水道システムの整備・拡張</p> <p>2) 運営・維持管理機器の調達</p> <p>3) コンサルティングサービス(詳細設計、施工監理等)</p>
円借款 (有償)	ビンフック省投資環境改善事業		2007年	ビンフック省人民委員会 ビンフック道路管理公社 ビンフック上下水道環境公社 ビンフック電力公社	<p>(1)事業の目的 本事業は、ビンフック省工業地域周辺の道路、上下水道、電力等のインフラ整備と同省の投資受入体制の強化を行うことにより、同省における投資の促進を図り、もって地域の経済活性化及びハノイ大都市経済圏の社会経済発展に寄与するものである。</p> <p>(2)事業概要</p> <p>1) 道路整備</p> <p>2) 上水道施設整備</p> <p>3) 下水道施設整備</p> <p>4) 配電用変圧器増設、配電線リハビリ</p> <p>5) コンサルティング・サービス(詳細設計・入札及び契約補助・施工監理、省政府の投資家支援体制強化、省政府内に設置されるPMU(Project Management Unit)の組織強化及び運営・維持管理機関の組織制度強化等)</p>

有償技術支援-附帯プロ	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2009年05月11日～2010年11月11日	ホーチミン市人民委員会洪水管理センター(SCFC)	<p>(1) 事業目標 上位目標 :ホーチミン市の水環境が改善される。 プロジェクト目標 :ホーチミン市の下水道管理能力が向上する。</p> <p>(2) 背景 急速な都市化と工業化に伴い、未処理の家庭排水及び工場排水の流入による河川や水路の水質汚濁が深刻化している。ホーチミン市の合流式排水施設は、1870年代にフランスにより建設され、1975年までにかけて米国等によって改修が行われているが、当初の設計人口は150万人を想定しており、処理能力は大幅に不足している。また、雨季には満ち潮と降雨が重なると市街地が冠水し、市民の健康や生活に悪影響を与えている。</p> <p>(3) 事業概要 1 現状把握と評価、関連報告書の再検討などを通して、課題を抽出し、それに対する対策を提案する。 2 日本での研修(下水道施設の維持管理に必要な行政機能を学び特定する/下水道施設の管理面の実務や下水道施設設計についての考え方を学ぶ。) 3 必要となる行政組織(人員数と配置を含む)の提案 4 下水道行政に不可欠な管理面の実務(財務、資産管理、制度、PR等)OJT実施。 5 下水道施設の維持管理委託先の監督。必要な監督ガイドラインを策定・更新。</p>
有償技術支援-附帯プロ	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクトフェーズ2	環境管理-水質汚濁	2011/09/15/～2014/09/14	ホーチミン市人民委員会洪水対策センター(SCFC)	<p>(1) 事業目標 上位目標 :ホーチミン市の水環境が改善され、水質汚濁の防止が強化される。 プロジェクト目標 :SCFCの下水管理能力が向上する。</p> <p>(2) 背景 ホーチミン市の合流式排水施設は、1870年代にフランスにより建設され、1975年までにかけて米国等によって改修が行われているが、処理能力は大幅に不足している。JICAや世界銀行やベルギー国等の支援もあり、下水・排水インフラ整備は進みつつある一方で、ホーチミン市人民委員会下で下水道関連施設の管理を担当する洪水管理センター(Flood Prevention Center)のキャパシティは、人材、技術、機材、システム、連携等の面で不足しており、下水・排水インフラのハード整備に、組織としての能力が追いついていない状況にある。洪水管理センターの能力向上を目的に2009年から10年にかけて、「ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト」(フェーズ1)(フェーズ2)の実施について先方関係機関と合意した。本プロジェクトは、円借款事業「ホーチミン市水環境改善事業(第1期・2001年～建設中)(第2期・2006年～建設中)」の開発効果増大を目的とし、ホーチミン市の下水道分野の運営や維持管理体制の改善に係る技術支援を目的としたプロジェクトである。</p> <p>(3) 事業概要 1. SCFCの組織の強化 2. タウファー・ベンゲー・ドイ・テ排水区における適切な資産管理/設備機器管理システム構築 3. 人材育成能力の向上 4. 広報計画(環境教育含む)の作成 5. 水質管理能力の強化 6. 現在の運営・維持管理監督ガイドラインの改訂 7. 下水施設の運営・維持管理委託契約の年間レビュー 8. UDCによる運営・維持管理活動に係る報告業務の品質管理 9. ホーチミン市における下水整備プロジェクト実施に関するロードマップの計画立案</p>

有償技術支援—附帯プロ	ドンナイ省水インフラ整備事業	水資源・防災-地方給水	2015/07/～ 2021/07月	ドンナイ省上水道公社 (DOWACO)	<p>(1) 事業の目的 本事業は、ドンナイ省国道 51 号線沿いの上水道システムを拡張することにより、同地域の工業・生活用水需要への対応を図り、もって住民の生活環境の改善及び海外投資を含む工業開発の促進等を目指すもの。</p> <p>(2) 事業概要</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 取水ポンプ場拡張 2) 導水管・送水管 3) 浄水場拡張 4) 中継ポンプ場拡張 5) 送水支線整備 6) コンサルティング・サービス(詳細設計・施工管理)
有償技術支援—附帯プロ	ハロン湾環境保全プロジェクト	環境管理-環境行政一般民間セクター開発-観光	2010/03/01/～ 2013/02/28	クアンニン省天然資源環境局	<p>(1) 事業目標 上位目標 : 世界遺産であるハロン湾とその近郊(ハロン市、カムファ町、ホアンボ郡)において環境汚染と天然資源の破壊が防止される。 プロジェクト目標 : ハロン地域における持続可能な観光に向けて、クアンニン省関係機関の環境管理実施能力が強化される。</p> <p>(2) 背景 世界遺産に登録され、毎年 150 万人以上の観光客を迎えるベトナム国随一の観光地であるハロン湾は、有数の石炭の産地であり交通の要衝であることから主要な工業開発地域に指定されており、急激な工業化及びそれに伴う都市域の拡大が進んでいる。また、炭鉱や工場からの排水・廃棄物、都市化や観光施設の増加による生活排水・廃棄物、マングローブの伐採、海域への土砂堆積、無秩序な埋め立て、船舶からの排水・油・廃棄物投棄などがハロン湾の環境汚染源となっている。自然環境と経済開発の調和を図ることを目的とした開発調査「ハロン湾環境管理計画調査」(1998 年)に実施してきたが、環境と開発を両立させ、世界遺産であるハロン湾を保全し、この地域において持続可能な観光産業を興すべく 2007 年に JICA に本案件の要請を行った。本案件はクアンニン省の環境汚染改善にかかる実施体制を構築し、人材育成等により対策実施に向けた取り組みを支援するものであることから、下水・排水処理施設や廃棄物管理施設建設等の円借款事業の実施体制強化に貢献するものであり、円借款事業を中心とした我が国の協力の開発効果を増大させることを目的とするものである。</p> <p>(3) 事業概要 「ハロン地域における持続可能な観光のための環境管理の実施能力が強化される」ことを目的に、クアンニン省天然資源環境局(DONRE)が中心となる関係部局の連携体制を構築し下記を実施。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) モニタリング、インスペクション、行政指導の強化 2) 環境と開発のバランスを保った適切な土地利用のための施策の実施 3) ハロン地域の持続可能な観光のための施策の立案能力の強化 4) 環境教育・広報活動の実施を行うもの。

有償技術支援—附帯プロ	都市環境(下水道)政策アドバイザー	都市開発・地域開発-都市開発	2010/05/11/～ 2013/06/30	建設省技術インフラ局	<p>(1)事業目標 上位目標 :ベトナムにおける下水道の管理能力が向上する。 プロジェクト目標 :建設省技術インフラ局(TID)の下水道管理能力が向上する。</p> <p>(2)背景 ベトナムにおいては、過去10年間の平均で7%を超える急速な経済成長と都市化(現在の都市人口率:25%)により、深刻な環境問題が生じている。未処理の生活・産業排水流入による都市部の河川・運河の水質汚濁は著しく、大気汚染は、都市の中心部のみならず、居住地域でも環境関連基準値を超えている。ベトナムの都市部に住む人口の半数以上が4都市(ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン)に居住しており、当該都市とその周辺部の環境汚染がとりわけ深刻である。さらなる急速な経済成長、高い人口増加率(年率1.3%)、周辺国と比べて進んでいない都市化の進展により、今後、環境問題の悪化の懸念がある。</p> <p>こうした状況下、ベトナム政府は、近年、公共下水処理場等の環境汚染防止のための施設を急速に整備するなど、環境問題への取り組みを強化している。また、法制度整備面においても2010年までの戦略と2020年に向けた方向性を含む「環境保全戦略」を2003年に策定したほか、2006年には環境保護法を改訂し、付随する実施細則や罰則規定の整備も進めている。他方、急速に整備されてきている環境汚染防止施設、特に下水処理場の維持管理や、維持管理が適切かつ持続的に行われるための制度枠組み等については、今後の課題として残されている。このような状況下、今後の下水道維持管理体制を整えるために本政策アドバイザー派遣の要請が出された。</p> <p>(3)事業概要</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 下水道管理に係る制度的課題抽出。 2) 下水道管理に係る法令の作成・修正・施行支援。 3) 下水道分野におけるNGO・ドナーの支援実績や方向性調査。 4) 下水道管理に係る課題や各ドナーの支援実績・方向性踏まえたJICAの支援方針検討。 5) 技術協力等の案件形成・実施支援。
有償技術支援—附帯プロ	都市環境政策アドバイザー(下水道政策)	環境管理-環境行政一般	2013/05/29/～ 2015/05/28	建設省技術インフラ局	<p>(1)事業目標 上位目標 :適切な下水道事業の監理により都市における衛生環境が改善される。 プロジェクト目標 :ベトナムの現状に即した下水道政策が導入され、下水道事業が適切に実施される。</p> <p>(2)背景 ベトナムにおいては、上下水道や廃棄物処理等の都市環境施設の整備が都市化のスピードに追いついておらず、各都市・省の下水処理能力は、増大する生活排水・商工業排水に対応しきれないのが現状であり、JICAは円借款による下水道整備事業を進めている。今後大型の下水処理場が次々と完成していくなか、下水処理場運営維持管理の経験者は不足しており、大きな課題となっている。他方、ベトナム政府は下水道事業実施のため、2004年1月に環境保護費の課金制度(水道料金の10%以下)を導入し、50%を地方予算に配賦、新規投資事業や下水・排水システムの維持管理等に使用することとしたが、実際は地方省・市は環境保護費の徴収に苦労している。さらに、下水道政令(Decree No.88/2007/ND-CP)において、下水・排水システムに接続している世帯・施設より水道料金の10%以上の水準で、環境保護費と別の下水道料金を徴収することが規定されているが、実際にはこれら徴収も開始されていない。下水道事業への民間企業の参入も進んでおらず、各省市人民委員会は下水道施設整備のために、多額の補助金を投入している。2013年3月現在、建設省は下水道政令の見直しを図っていることから、本事業を通じて、下水道政策のレビュー、さらには下水処理場運営維持管理能力の向上を図り、もって、後述する我が国の協力による円借款事業(ハノイ市を中心とした下水道整備事業)が効率的に運営され、開発効果を増大させることが期待される。</p> <p>(3)事業概要</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 下水道政策の現状を分析、課題を抽出、政策提言。 2) 民間企業が下水道事業に参画する際の課題や強みを抽出(料金徴収の仕組み、推進工法に係る規定等)。 3) 下水道分野における他ドナーの動きを把握、JICAの支援分野について発表する。 4) ハノイ市を中心とした、下水処理場の運営維持管理の現状分析、課題抽出、支援実施。 5) 政策レビュー、ハノイ市を中心とした下水処理場の運転維持管理等、下水道事業マネジメント向上に資する研修計画案策定。 6) 上記を踏まえ、JICA支援の方向性について提言を行う。

有償技術支援－附帯プロ	全国水環境管理能力向上プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2010/06～2013/06	MONRE ならびに 対象各 DONRE	<p>(1) 事業目標 上位目標 : MONRE 及び全国の DONRE の水環境管理にかかる行政執行能力強化。 プロジェクト目標 : MONRE 及び対象 DONRE の水環境管理にかかる行政執行能力強化。</p> <p>(2) 背景 近年の飛躍的な経済成長に伴う工業化、都市化により、ハノイ、ホーチミン等の主要都市ならびに地方都市において、未処理の産業排水、生活排水等の流入による河川、湖、運河等の汚染が深刻な問題となっている。環境管理の責任機関である MONRE (中央政府) が、法制度執行の現場である地方の環境問題の特質、地方政府の環境部門の力量を十分把握せず理想的・理論的な制度を策定する傾向があること、また法制度の執行に必要な実施細則の整備が不十分で実際の執行につながっていないという状況がある。このような急速な制度整備に起因する諸問題も顕在化しつつあり、水環境管理政策の効果的な実施が困難な状況である。さらに、地方省のトップ、企業経営者は短期的な経済的利益を追求しがちで、環境保全及び法律遵守への認識が十分でないという根本的な問題がある中で、DONRE (地方省レベル) は、一般的に、人員、人材、予算の不足、適切な環境管理に必要な経験、技術力が不足しているなど、水環境管理行政を執行していく上での能力の強化が遅れており、政策の実施が困難な状況となっている。こうした背景からベトナム国政府は我が国に対し、MONRE、DONRE の水環境管理行政にかかる能力強化について技術協力の支援を要請した。</p> <p>(3) 事業概要 MONRE 及び対象 DONRE の水環境管理にかかる行政執行能力強化。 1) MONRE における政策・制度立案能力ならびに情報管理・活用能力 2) 対象 DONRE における水汚染対策執行能力、対策策定能力、環境啓発活動実施能力、情報管理・活用能力</p>
無償資金協力	ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画	環境管理-水質汚濁	2016/02/26/～2019/05/31	ハイフォン市水道公社	<p>(1) 事業の目的 本事業は、ハイフォン市アンズオン浄水場において、U-BCF 及び関連施設を建設することにより、原水中に含まれるアンモニア態窒素濃度を低減し、同浄水場の運転の安定化及び塩素注入量の低減を図り、もって安全な飲料水の配水に寄与する。(2) 事業概要 1) 土木工事、調達機器等の内容 :【施設】U-BCF (10 万 m³/日)、取水ポンプ設備 (4 台)、各種配管 (導水管:216m、場内配管:340m)、電気棟 (104 m²)、受電設備、制御盤、監視制御設備、計装設備。2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容 :【コンサルティング・サービス】詳細設計、調達・施工監理【ソフトコンポーネント】U-BCF の運転維持管理に関する技術指導、及び水質管理に関する技術指導</p>
無償資金協力	ホイアン市日本橋地域水質改善計画	水産-水産増養殖	2015/12/21/～2020/12/31	クアンナム省人民委員会及びホイアン市人民委員会	<p>(1) 事業の目的 本事業はホイアン市において下水処理施設の整備と水路の改修を行うことにより、日本橋周辺の水質改善を図り、もって同市の生活・衛生環境の改善と観光都市としての魅力向上に寄与する。</p> <p>(2) 事業概要 1) 土木工事、調達機器等の内容 :【施設】下水処理場 (処理能力 2,000 m³/日、前ろ過散水ろ床法)、管理棟 (床面積約 284 m²)、日本橋水路の改修 (約 1.7km)。【機材】天蓋付きダンプトラック1台 (下水汚泥搬出用) 2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容 :【コンサルティング・サービス】実施設計、調達監理、【ソフトコンポーネント】下水処理施設及び下水排水施設の運転維持管理指導、下水道事業の財務計画の立案支援</p>

開発調査	ベトナム 国河川流域水環境 管理調査	環境管 理-水 質汚濁	2008/05/11/ ～ 2010/02/11	天然資源 環境省 (MONRE)、地方 省天然資源環境部 (DONREs)	<p>(1) 事業目標 上位目標 : MONRE の水環境管理計画の策定に係る指導、調整能力強化。 プロジェクト目標 : カウ川モデル水域での水環境管理計画の策定を通して、天然資源環境省(MONRE)、地方省天然資源環境部(DONREs)の水環境管理計画の策定能力強化。</p> <p>(2) 背景 ハノイ、ホーチミン等の主要都市とその周辺地域において、未処理の産業排水、生活排水等の流入により河川、湖、運河等の汚染が深刻な問題となっている。 ハノイ近郊を流れるカウ川及びヌエ・ダイ川、ホーチミン近郊のサイゴン・ドンナイ川は水質汚濁が著しく進んでおり、「環境保全戦略」においてこれら河川流域の環境改善が最優先課題として MONRE が主管組織となって取り組むこととされている。カウ川流域については、包括的な到達目標が明示されている「環境保護と持続的開発マスタープラン」が策定され、2006年7月にベトナム政府より承認されており、その中で年間及び5年毎の活動計画を策定することが規定されている。しかし、活動計画の策定に必要な汚濁状態の詳細な分析に基づく汚染メカニズムが十分に解明されておらず、また流域水環境管理に係わる関係機関の役割が整理・調整されていないため、効果的な施策の策定とその実施に支障を来している。</p> <p>(3) 事業概要 1) 河川流域レベルでの水質モニタリングシステムをデザインするための技術マニュアルとガイドラインの開発 2) 汚染排出インベントリー作成・利用に関するガイドラインの開発 3) 河川流域の水環境管理のための多様な汚染抑制アプローチ方法の検討 4) カウ川モデル水域の水環境管理計画の策定 5) 河川流域の水環境管理計画策定に関するハンドブックの開発</p>
技術プロジェクト	水環境技術能力向上プロジェクト	環境管理-水質汚濁	2003/11/01/ ～ 2006/10/31	ベトナム 科学技術アカデミー/環境 技術研究所	<p>(1) 事業目標 上位目標 : ベトナムにおける水環境保護に係る能力が向上する プロジェクト目標 : 水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミー(VAST)の機能が向上する。</p> <p>(2) 背景 環境問題の中でも水質汚濁に関しては、特に都市部の急激な人口集中による生活排水の増加や、未処理の産業排水の増加により、生活用水源の地下水が汚染されたり、洪水時に汚水が水路より溢れ出て、衛生状態の悪化をもたらすなど深刻な問題を引き起こしている。河川汚染度の指標である BOD 値は、例えばハノイでは 25～45 mg/l、ホーチミンでは 20-150mg/l という非常に高い値を示し(日本で最も汚染度が高いと言われる綾瀬川でも平均 6.4 mg/l である)、深刻な汚染状況が明らかになっている。これに対し政府は、1993年に環境保護法を整備、1995年に環境基準を再整備したが、モニタリングを行うための技術や施設等が不足している。かかる背景のもと、ベトナム政府は水質をはじめとした環境保全分野の経験が豊富な日本に対し、水質分析・汚水処理分野の技術向上及び環境管理能力向上を目的とした技術協力を要請してきた。</p> <p>(3) 事業概要 1) 水質モニタリングの実施及び分析手法の開発に係る VAST 研究者の能力向上。 2) 排水処理に必要な適正技術の開発と応用に関係する VAST の研究者の能力向上。 3) 中央及び地方の組織に対して水質モニタリング・排水処理に係るトレーニングを実施する VAST スタッフの能力向上。 4) VAST 研究者が MONRE 及び関係組織の環境保護活動に対する貢献</p>

技術プロジェクト	水環境管理技術能力向上プロジェクトフェーズ2	環境管理-水質汚濁	2008/01/07/～ 2012/07/06	ベトナム科学技術アカデミー/環境技術研究所	<p>(1) 事業目標 上位目標 : ベトナムの関係機関における水環境保護に係る能力が向上する。 プロジェクト目標 : 水環境改善に係る VAST (IET) の科学技術基盤が更に強化される。</p> <p>(2) 背景 高成長率を支える急激な第二次産業及び第三次産業の成長及び急激な都市部の開発は、工業排水・生活排水による水環境の汚染、固形廃棄物の増加、大気汚染等として社会問題化している。このため、ベトナム政府は、1994年に制定した環境保護法を改正(2006年7月施行)し、同時に環境関連法制度の整備・改善を図るなどの取組みを進めているが、中央官庁及び地方行政組織における環境管理機能ともに、予算、人材、インフラ等が十分ではなく、実効的な環境管理体制が構築されているとはいえない状況にある。 JICAは2003年10月から、「水環境技術能力向上プロジェクト」をベトナム科学技術アカデミー(VAST)環境技術研究所(IET)をカウンタートパート機関として実施し、水環境管理分野においてモニタリング能力、水処理能力を始めとする基礎的な水環境管理能力の向上を図り、天然資源環境省(MONRE)及び関係組織への環境保護活動に対する多くの貢献を行ってきた。</p> <p>(3) 事業概要 1) 総合ネットワークシステムで提供する科学技術サービスの品質を十分に考慮した同システム内部運用マニュアル作成。支部へのトレーニングを含む支援活動。 2) 既存モニタリングマニュアルのアップグレード実施。 3) VAST (IET)職員のトレーニングを行い、標準ラボラトリーとしての管理体制を整備、微量物質の高度分析能力を強化、認証登録を促進する。 4) 既存排水処理ガイドラインのアップグレード。排水処理適正技術マニュアル作成。 5) 政府機関やその他機関に対する科学技術サービス実行計画を作成。 6) 科学・技術サービスに係る VAST(IET)の制度体制を構築。</p>
技術プロジェクト	下水道計画実施能力強化技術協力プロジェクト	環境管理-その他環境管理	2016/01/25/～ 2019/02/28	ベトナム国建設省	<p>(1) 事業概要 ベトナムでは、急速な経済成長に伴い、河川や運河の水質汚濁など環境問題が深刻になり、各地で公共下水処理場などの整備が進んでいる一方、下水道事業運営を適切に行う人材は限られており、知識や技術が乏しい状況にあります。また、下水道事業を持続させるために必要な施設の維持管理、施設維持のための財政計画の立案や投資計画の策定、これらを実施するための組織・制度の構築など、下水道経営能力は限られています。この協力では、下水道人材を育成する体制の構築を支援します。これにより、同国の下水道計画・実施能力の強化に寄与します。</p> <p>(2) 事業内容 1) 下水道人材育成ニーズの明確化 2) 下水道センターの機能、組織体制、ビジネスプラン(案)作成 3) 研修計画策定、研修教材作成、パイロット研修の開始 4) 事業実施支援の中長期計画作成とパイロット事業の選定 5) 研修開発機能の中長期計画作成</p>
技術プロジェクト	ベトナム上水道技術訓練プログラム	水資源・防災-水資源開発(旧)	2000/01/13/～ 2003/01/12	建設第二大学校建設省	<p>(1) 事業目標 プロジェクト目標 : 無収水量を減少させ、かつ独立採算的な経営的な手法、或いは技術の導入を通じて、効率的な上水道整備・運営を図る。</p> <p>(2) 背景 安全な飲料水の安定供給は国民にとって、不可欠な生活条件であるが、越国においては一部の都市を除いて上水道の普及が不十分な状況にある。加えて、その普及に不可欠な上水道分野の技術者が不足しているため、当該分野の人材育成が緊急の課題になっているが、訓練機関が無いに等しい状態であり、人材育成を行う機関の整備が要望されている。 本件は、越国南部地域を対象に水道技術者養成の研修を実施している建設第二大学校にて、研修実施能力向上のための技術移転を行うことによって、対象地域の技術レベルが向上されることを目的としてチーム派遣が要請された。</p>

草の根技協(地域提案型)	ハノイ市水環境改善理解促進事業	環境管理-水質汚濁	2007/06/20 ～2010/03/31	ハノイ下水排水公社	<p>(1)事業目標 上位目標 :本事業の成果がベトナムのモデル事業となり、他都市にも波及すること。 プロジェクト目標 :ベトナム・ハノイ市において、下水処理に係る理解普及、施設の維持管理運営、水環境保全に対する意識啓発に関し、自立的な運営や施策の立案・実施ができるようにするため、千葉県の実験を生かしたノウハウを伝こと。</p> <p>(2)背景 インフラ整備が進む中、維持管理を担当とする下水・排水部門においては、研修機関がなく、十分な能力を有さないまま運転を任されているのが現状であるなど、ソフト面での強化が追いついていない。また、そもそも水質保護に係る住民意識が高いとはいえず、水質保護の必要性が理解されないために起こる河川へのゴミ投棄が散見され、このような状況が処理場や排水渠等でのトラブルに起因しているとも言われている。また、下水処理場の建設自体の住民の理解も低く、下水料金の徴収にも困難をきたしていると言われている。かかる状況を踏まえ、本事業では県の知見を生かしつつ、ハノイ市の下水道維持管理体制、理解の向上及び教育現場を主とした水環境保全に対する理解向上を図るものである。</p>
草の根技協(地域提案型)	ハノイ市水環境改善理解促進事業	環境管理-水質汚濁	2010/07/05 ～2012/03/31 (フェーズ2)	ハノイ下水排水公社	<p>(1)事業目標 上位目標 :ハノイ市がベトナム国内の下水道整備のモデルとなり、ハノイ下水排水公社が、国内各都市からの視察や研修生受入が可能な機関となること。 プロジェクト目標 :今後ハノイ市内で建設が予定されている本格的な大規模下水処理場の稼働に備えて、ハノイ下水排水公社が、必要とされる組織管理及び事業運営体制を整えつつも、効率的な施設の運転・維持管理に向けた能力向上を図ること、及び既に策定した「水環境教育実施計画」を効果的に推進すること。</p> <p>(2)背景 ハノイ市内の下水処理場の運転・維持管理を担うハノイ下水排水公社においては、下水処理場運営はベトナム国内でも初めてのケースとなることもあり、十分な能力を有さないままにその管理を任されているのが実情であった。また、下水処理場の意義そのものが認識されていないなど、地域住民の水環境保全に関する理解度は低く、今後本格的な施行が予定されている下水道料金徴収への理解を得るためにも、地域住民への水環境教育の推進が求められていた。 下水処理に係るインフラ整備は、公社の歩みを追い越す勢いで進んでおり、既に建設された大規模処理場の全稼働、更には、ハノイ市内で日平均処理量10,000M3規模の新たな下水処理場の建設が予定されているところである。これらの大規模下水処理場の管理運営についても公社が一手に担うこととなるが、大規模処理場運営に対応するだけの組織管理体制がまだ未整備であるうえ、この体制を構築するための人材育成機能も大幅な強化が必要な状況である。</p>
草の根技協(地域提案型)	ハノイ市における下水道事業運営に関する能力開発計画	環境管理-水質汚濁	2014/02/15 ～2017/02/28	ハノイ下水排水公社	<p>(1)事業目標 上位目標 :ハノイ市における水衛生環境が改善される。横浜水ビジネス協議会会員企業の現地ビジネス展開が図られる。 プロジェクト目標 :ハノイ下水排水公社の管轄する大規模下水処理場の運転維持管理・事業運営に携わる人材が育成される。</p> <p>(2)背景 ベトナム国では近年急速に都市化及び工業化が進行し、ハノイ市においては河川や湖沼の水質汚濁が生じている。同市では、比較的小規模の下水処理場が円借款事業を通じて複数建設され、それら処理場が稼働しており、今後、大規模下水処理場の建設及び稼働が予定されている。ハノイ下水排水公社は、下水処理場を含む下水道施設の運転・維持管理を担っているが、下水道施設の運営管理のため、同公社の組織体制の強化や人材育成を図る必要がある。 ハノイ市は紅河沿いの低地にあるので、台風が上陸する5月から9月にかけて洪水が例年発生する。円借款事業を通じて整備された排水施設により、洪水による被害は軽減されたものの、河川及び雨水排水施設に係るハノイ下水排水公社の運営管理能力は未だ十分ではない。加えて、大規模下水処理場の稼働及び建設が今後進むので、下水汚泥の量の増加が見込まれる。下水汚泥の埋め立て処分場が将来的に不足すると予測されることから、下水汚泥の減量化・資源化も含めた汚泥処理に係る計画策定が必要とされる。かかる背景をうけ、本草の根技術協力事業が横浜市から提案され、採択された。</p>

草の根技協(地域提案型)	有機物に対する浄水処理向上プログラム	水資源・防災-総合的水資源管理	2010/06/30/～ 2012/09/10	ハイフォン市水道公社	<p>(1)事業目標 上位目標 ①水道原水となる河川の汚染に対する監視体制(水質分析技術)が確立される ②水道原水となる河川の汚染に対する対策(除去又は水源の変更)が確立される プロジェクト目標 ①原水水質のうち、有機物に対する監視体制(分析を含む)の強化 ②An Doung 浄水場の処理施設を用い THM を低減化する ③原水水質のうち重金属及び農薬に関する監視(分析)知識の向上 ④原水水質に応じた高度処理施設に関する知識の向上</p> <p>(2)背景 紅河(ソンコイ河)水系の河口に位置するハイフォン市は、身近で豊富な河川を水源として 1905 年から水道事業を行なっているが、近年の急速な都市化と工業化が招く河川の汚染が新たな問題としてクローズアップされている。人体に有害なトリハロメタン (THM) は、原水中の有機物と塩素注入量に応じて生成されることから、高濃度のアンモニア性窒素を処理するために多量の塩素注入をおこなっているハイフォン市水道公社にとつては、より深刻な問題である。しかし、原水中の有機物に対する監視体制及びその浄水処理等の対策については、具体化されていない。</p> <p>(3)事業概要 1)研修受入:北九州市での各種研修 2)専門家派遣 (有機物に対する水質分析の指導/BCF 導入のための設計に対する技術的支援/BCF 導入工事に対する技術的支援/BCF の運転に対する技術指導)</p>
草の根技協(地域提案型)	ベトナム国ハイフォン市における下水道事業推進のための人材育成支援事業	環境管理-環境行政一般環境管理-水質汚濁事業	2012/05/15/～ 2014/03/31	ハイフォン下水道排水公社	<p>(1)事業目標 上位目標 :ハイフォン市中心市街区(4区)の下水道事業を担うハイフォン下水道排水公社 SADCO のマネジメント能力が向上し、その成功モデルが市内他区の運営会社さらにはベトナム国の他地域へ展開されることにより、ベトナム国の下水道事業運営が進み、水環境が改善される。 プロジェクト目標 :ハイフォン下水道排水公社 SADCO の下水道事業運営能力が向上し、ハイフォン市内の他の関連会社の規範となる。併せて、水環境改善に向けた市民意識が向上する。</p> <p>(2)背景 ハイフォン市は、sは急速な工業化、都市化が進み、家庭や工場等からの下水排水量が急増しているが、下水処理場が整備されていないため、市内で発生する下水は未処理のまま放流されており、川や海の水質悪化が懸念されている。ハイフォン市は紅河デルタ地帯の河口付近に位置しており、外水位の影響を受けやすいため、集中豪雨の多い雨季には浸水被害が起きやすく、雨水排水対策も課題の一つに挙げられる。加えて、下水管網についても、仏植民地時代に整備されたものが大部分で、古くなった管の改修や都市の規模に見合った増設が求められるなど、ハイフォン市では、下水道事業の必要性が顕在化している。こうした状況の中、下水道施設が徐々に整備されつつある。とりわけ、ハイフォン市で最初の下水処理場の建設工事も入札・契約段階に進んでおり、数年後には供用開始の見込みである。これらの施設の運転操作や維持管理、将来計画へのフィードバック等を担うハイフォン下水道排水公社 SADCO 職員の能力向上、人材育成も喫緊の課題となっている。</p> <p>(3)事業概要 1)ハイフォン市に北九州市職員を派遣し、SADCO 職員に対しハイフォン市の下水道事業運営の基礎となるオリエンテーションの作成に必要な事項や、ポンプ場等の適切な運転・維持管理に係る指導を行い、ドキュメント作成を支援する。 2)SADCO 職員 2 名を約 2 週間、計 2 回北九州市に受け入れ、下水道研修を実施し、事務改善アクションプラン作成を指導する。 3)SADCO 職員及び他の関連会社のスタッフを集めたワークショップ開催を支援し、検討の意義や狙い、進捗状況等の情報共有を図る。 4)パンフレット作成や周知方策など、市民向けの啓発活動計画の素案づくりを指導し、市民向けセミナー開催を支援する。</p>

草の根技協(地域提案型)	ハイフォン市下水道維持管理能力向上プロジェクト	都市開発・地域開発-都市開発	2014/11/20/～ 2017/03/31	ハイフォン下水道排水公社	<p>(1)事業目標 上位目標：ハイフォン市の下水道維持管理能力が向上し、円滑かつ効率的な事業運営が持続的に行われる。 プロジェクト目標：ハイフォン市の下水道管路施設が適切かつ効率的に維持管理される。</p> <p>(2)背景 ハイフォン市は、近年の急速な工業化、都市化の進展に伴い、家庭や工場等からの下水排水量が急増しているが、下水処理場が整備されていないため、市内で発生する下水は未処理のまま海や河川に放流されており、水環境の悪化が懸念されている。特に、水道の原水を河川から取水しているハイフォン市では、河川の水質悪化は早急に改善すべき課題である。紅河デルタ地帯の河口付近に位置し、高低差も少ないことから、外水位の影響を受けやすく、集中豪雨の多い雨季には度々浸水被害が発生しており、雨水排水対策も課題となっている。加えて、下水管渠網については、仏植民地時代に整備されたものが大部分であるが、メンテナンスの技術やノウハウが乏しいため、適切に維持管理されておらず、管渠の閉塞や老朽管の改修などの課題を抱えている。こうした状況の中、円借款で整備中の幹線管渠やハイフォン市初の下水処理場(処理能力：54000 m³/日)が、2017年には供用開始予定であり、ハード整備が着実に進められる一方で、増大する下水道施設の維持管理を担う人材の育成が喫緊の課題となっている。</p> <p>(3)事業概要 1)ハイフォン市に管路施設維持管理の専門家を派遣し、ハイフォン下水道排水公社の実務者を集めたワークショップ形式で技術指導を行い、管路施設維持管理ガイドラインをとりまとめる。 2)ハイフォン市から3名を20日間、計3回北九州市に受入れ、講義や現場視察を通じ、効率的な維持管理の実践例を学習する。 3)管路施設維持管理を円滑に行う上で必要となる市民の協力を得るために、市民の理解促進に向けた広報活動の指導を行いその実践の場としてセミナーを開催する。 4)ハイフォン市政府、市民など関係者が参加のもと、活動成果を共有するための成果発表会を開催する。</p>
草の根技協(地域提案型)	キエンザン省における水環境改善のための人材育成プログラム	水資源・防災-総合的水資源管理	2013/05/15/～ 2016/03/31	キエンザン省人民委員会、キエンザン省上下水道公社	<p>(1)事業目標 上位目標：住民、キエンザン省及び KIWACO 職員が水環境改善に関して必要な知識を備えることにより、住民参加型の下水道事業が促進されて、キエンザン省内の水環境が改善に向かう。 プロジェクト目標：下水道を含む水環境改善方策および住民への広報・啓発活動等に関する必要な知識を備えている人材が育成される 指標：プロジェクトチームが、本事業により備えた知識・経験を、研修等の手法により組織内に伝えることが出来る。</p> <p>(2)背景 キエンザン省では、工業団地の造成などにより工業化が急速に進展をしており、国際的な観光リゾート地を目指すフーコック島を中心とした観光業の進展も目ざましい状況である。これらの経済発展に伴う工場排水や生活排水の増加、それらの排水が十分な処理をされことなく公共用水域に放流されていることによる河川・湖沼などの水質悪化は急激に進んでおり、このままの状況が続けば、同省が推奨している観光業への影響はもとより主要産業である水産加工、農業、ひいてはこれらの悪影響に起因する雇用への影響など、住民生活にも波及することが危惧され、早急な対策が必要となっている。キエンザン省内のラックザー市、ハティエン町、フーコック島では下水道の整備計画が2010年に作成されており、一刻も早い下水道整備の実現が望まれる。</p> <p>3)事業概要 1)水質汚濁度の指標となる BOD・COD 等の水質調査実施。 2)水環境改善計画立案についての研修会開催。 3)本邦研修に参加し神戸市の水環境改善計画の考え方を学ぶ。 4)キエンザン省水環境改善計画(案)作成。 5)モデル地区(ラックザー市内を想定)を対象とした水環境に関する住民の意識調査実施。 6)住民への環境教育内容決定。 7)住民啓発、学校教育等の重要性理解と教育関連部局との協議。 8)教育に用いるパンフレット(案)作成と活用方法協議。 9)教材作成。</p>

環境チェックリスト

A. 高リン産業排水

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) 今後、確認が必要。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上
	(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	(a) 政府関係者、カウンターパート、環境エンジニアリング関係者に事業内容を説明した。特段の反対はなかった。 (b) 住民に及ぼす負の影響は想定されないため、住民等への説明は実施していない。
	(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) Y	(a) 既設サイトには設計を超えるリン負荷が流入しており、排水基準を満足させるためには、反応槽の増設を含む大規模な施設改修を伴うが、本事業ではプラントの設置で済み、施設整備期間・コストの削減が期待できる。
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) 産業排水に関する国家技術規則 (QCVN 40:2011/BTNMT) を遵守する。 (b) 処理対象水に重金属は含まれていない。
	(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) 既存サイト内の汚泥処理設備を利用する。
	(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	(a) 処理対象水に重金属を含まないため、汚泥等も重金属の含有は想定されない。
	(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) 工業団地内であり、騒音・振動は問題にならない。
	(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) N/A	(a) 本事業による追加的な悪臭発生は生じない。
3 自然	(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) 保護区域外

	(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) N/A (d) N	(a) サイトおよび放流先に生態学的に重要な生息地は含まない。 (b) サイトは貴重種の生息域を含まない。 (c) 生態系への重大な影響は想定されない。 (d) 水域環境への影響は想定されない。
4 社会 環境	(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。 (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。 (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。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (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。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (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。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N/A (e) N/A (f) N/A (g) N/A (h) N/A (i) N/A (j) N/A	(a) 既存の処理場内に設置されるため、用地取得および非自発的住民移転は生じない。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上 (e) 同上 (f) 同上 (g) 同上 (h) 同上 (i) 同上 (j) 同上
	(2)生活・生計	(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。 (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。	(a) N (b) N	(a) 既存の処理場内に設置されるため、土地利用、水域利用は変化しない。 (b) 既存の処理場内に設置されるため、住民への悪影響は想定されない。
	(3)文化遺産	(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。	(a) N/A	(a) 既存のサイトには貴重な遺産、史跡などは含まれていない。
	(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	(a) 既存のサイトには特に配慮すべき景観は存在しないため、影響は想定されない。
	(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/A (b) N/A	(a) 既存の処理場内に設置されるため、少数民族・先住民族への影響は想定されない。 (b) 同上

	(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) Y (c) Y (d) N/A	(a) 該当する法を順守する。 (b) 必要に応じ設備を導入する。 (c) 必要に応じ計画を策定する。 (d) 警備要員の配置予定無。
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	(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。 (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。 (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。 (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。	(a) N/A (b) N/A (c) N/A (d) N	(a) 既存サイトは排水処理場として整備されており、工事は不要である。また、プラント搬入・据付作業は、排水処理場の管理（薬品搬入、汚泥搬出、機器整備、等）と同等の規模であることから、特段の影響は想定されない。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上
	(2) モニタリング	(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。 (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。 (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。 (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。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a) 水質のモニタリングを計画、実施する。 (b) 処理対象項目（懸濁物質、有機物、窒素、リン）に応じて検査を実施。実証立ち上げ及び月1回は、国家規則に乗っ取った検査を行い、日常的には簡易検査キットにて処理効果を測定する。 (c) カウンターパート、現地再委託などでの対応を想定しているが、予算措置を含めた詳細今後の検討項目である。 (d) 今後、要確認。
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	(a) 既存の処理場内に製品が設置される事業のため、本事業による越境汚染は想定されない

B. 公共水空間

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) 今後、確認が必要。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上
	(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	(a) 政府関係者、カウンターパート、環境エンジニアリング関係者に事業内容を説明した。特段の反対はなかった。 (b) 住民に及ぼす負の影響は想定されないため、住民等への説明は実施していない。
	(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) Y	(a)浄化の対象は富栄養の池であり、水質のみならず底質の改善も行わなければ底質からの溶出・内部負荷により浄化の効果が持続しない。本事業で使用するルミライトは、吸着・凝集効果で水質を改善させるだけでなく、バクテリアを活性化させ底質に堆積した有機物の分解を促進することにより、底質環境の改善の効果がある。
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) 地表水質基準に関する国家技術基準 (QCVN 08:2008/BTNMT) (b) 処理対象水に重金属は含まれていない。
	(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) N/A	(a) 本事業では、底質環境中における有機物分解の促進を目的としており、汚泥は発生しないと想定している。
	(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	(a) 処理対象水に重金属を含まないことから、汚染は想定されない。
	(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) N/A	(a) 本事業による騒音・振動の発生を想定していない。
	(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) N/A	(a) 本事業による追加的な悪臭発生は生じない。
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) 保護区域外

	(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) N/A (d) N	(a) サイトおよび放流先に生態学的に重要な生息地は含まない。 (b) サイトは貴重種の生息域を含まない。 (c) 生態系への重大な影響は想定されない。 (d) 水域環境への影響は想定されない。
4 社会 環境	(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。 (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。(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。(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。(e) 補償方針は文書で策定されているか。(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。(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。(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。(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N/A (e) N/A (f) N/A (g) N/A (h) N/A (i) N/A (j) N/A	(a) 対象池の公園内を使用することから、用地取得および非自発的住民移転は生じない。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上 (e) 同上 (f) 同上 (g) 同上 (h) 同上 (i) 同上 (j) 同上
	(2) 生活・生計	(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。 (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。	(a) N (b) N	(a) 本事業による土地利用・水域利用の変化による生活への悪影響は想定されない。 (b) 本事業による住民への悪影響は想定されない。
	(3) 文化遺産	(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。	(a) N/A	(a) 既存のサイトには貴重な遺産、史跡などは含まれていない。
	(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	(a) 既存のサイトには特に配慮すべき景観は存在しないため、影響は想定されない。
	(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/A (b) N/A	(a) 既存の公園内に設置されるため、少数民族・先住民族への影響は想定されない。 (b) 同上

	(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) Y (c) Y (d) N/A	(a) 該当する法を順守する。 (b) 必要に応じ設備を導入する。 (c) 必要に応じ計画を策定する。 (d) 警備要員の配置予定無。
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	(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。 (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。 (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。 (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。	(a) N/A (b) N/A (c) N/A (d) N	(a) 既存サイトは公園として整備されており、工事は不要であることから特段の影響は想定されない。 (b) 同上 (c) 同上 (d) 同上
	(2) モニタリング	(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。 (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。 (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。 (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。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a) 水質のモニタリングを計画、実施する。 (b) 処理対象項目（懸濁物質、有機物、窒素、リン）に応じて検査を実施。実証立ち上げ及び月1回は、国家規則に乗っ取った検査を行い、日常的には簡易検査キットにて処理効果を測定する。 (c) カウンターパート、現地再委託などでの対応を想定しているが、予算措置を含めた詳細今後の検討項目である。 (d) 今後、要確認。
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	(a) 既存の公園内に製品が設置される事業のため、本事業による越境汚染は想定されない

Summary

Chapter 1 Present Status of Water Pollution in Vietnam

Environmental pollution because of rapid economic growth is one of the most serious issues in Vietnam. Water and air pollution has negative impact on economic activities and the health status of Vietnamese masses. Effective regulations, policy arrangements, countermeasures by companies that emit polluted wastewater/air and advocacy for enhancement of consciousness on environmental protection are demanded.

Much amount of wastewater with organic and inorganic pollutants is flowing into public canals and rivers. Industrial wastewater is the largest source of pollution in public water areas and for some rivers domestic wastewater also has a strong negative impact.

Recently there were 2 incidents on water pollution in Vietnam. Bedan Company, a food processor in Dong Nai Province, emitted illegal wastewater for a long time and Formosa company, ironworks from Taiwan, emitted poisonous wastewater to kill many fish in the Central Region. Including these 2 famous cases, many lawsuits have been filed due to serious water pollution problems.

Chapter 2 Proposed Technology and Business Development Policy

Yabu Construction Co., Ltd., the third largest construction company in Okinawa, Japan, has been committed to many architectural projects and infrastructure construction projects in Okinawa. Under business diversification policy, Yabu Construction started the businesses in environmental protection sector recently with the emphasis on Lumilite System promotion. Lumilite System is a water-purification technology with porous natural minerals and has strong effectiveness on purification of "difficult wastewater" such as high saline wastewater. The natural minerals are very safe and can be applied to rivers and dams as well as industrial wastewater treatment plants. System designs are simple and machinery such as pump and mixer are easily maintained.

Under the business development policy with the emphasis on environmental sector, Yabu Construction is planning to establish an office in Vietnam where water pollution is being serious issue. After business development in Vietnam, Yabu Construction is considering to develop its businesses in other Southeast Asian countries where environmental pollution has been serious.

Chapter 3 Feasibility Survey Results

Yabu Construction set the hypothesis of possible demands on Lumilite System in "high saline industrial wastewater", "high phosphorous wastewater" and "public water areas such as ponds." In the Feasibility Survey,

Yabu Construction conducted 4 field activities in December in 2016, February/March in 2017, April in 2017 and May in 2017, respectively.

For the hypothesis of "high saline industrial wastewater," Yabu Construction went to the Economic Development Center in Binh Thuan Province where is a famous anchovy processing area. The responsible person of the Center expressed interest in Lumilite System. However, it suggested the possible difficulty in business development in the hypothesis because most anchovy processors are very small businesses to have the limitation in new investment in environmental protection and anchovy-processing area is limited to some places in Vietnam.

For the hypothesis of "high phosphorus industrial wastewater," Yabu Construction went to Tra Noc Industrial Park in Can Tho City. A shrimp-processing factory in Tra Noc Industrial Park faced to the difficulty in meeting the environmental standard in phosphorus and the collective wastewater treatment plant in Tra Noc industrial park also had a problem in phosphorus treatment. It was found that the collective WWTP with aerobic anaerobic activated sludge process could not treat phosphorus properly. This suggests that the WWTP could be a candidate for the possible Verification Survey funded by JICA.

For the hypothesis of "Public water area such as river and pond," Yabu Construction check ponds in Ho Chi Minh City but there were not so many public ponds in the center part of the City and the pollution was not so heavy. In contrast, in Hanoi, there are many ponds and lakes, small to large, and purification demands were also strong according to the Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology and Hanoi Department of Planning and Investment. Ponds/lakes in Hanoi became a candidate site for the Verification Survey.

Yabu Construction knew that the mortality in shrimp culture in Vietnam recently went up and the industry, which is the primary exporting sector for Vietnam, is heavily damaged. The managing director of a shrimp culture company in Soc Trang Province suggested that Lumilite System could be useful for culture pond water purification. Yabu Construction visited the shrimp culture site in Soc Trang Province to see the damage. On the other hand, the head of microbiology laboratory in the Institute of Environment and Resources, National University Ho Chi Minh City proposed an experiment. She had a hypothesis that Lumilite System could be a good bio media for accelerating the activities of aerobic probiotics near the sedimentation because of oxygen holding capability of Lumilite System. Yabu agreed to conduct the experiment.

Yabu Construction visited 3 major environmental engineering consultancies in Ho Chi Minh City. It was confirmed that most manufacturing factories do not have environmental engineers and are heavily depending on these environmental consultancies on their industrial wastewater treatment.

Yabu Construction conducted adaptability experiments. It was mostly verified that Lumilite System is effective for high saline and high phosphorus industrial wastewater under tropical environment. For public water such as pond, the ignition test successfully indicated that Lumilite System decomposes more organic matter in the sedimentation than the control and suggested that the frequency of dredging could be reduced because of the rapid decomposition

of organic matter in the sedimentation when Lumilite System is applied.

In the last mission in May 2016, Yabu Construction offered a workshop at Nong Lam University, Ho Chi Minh City. Yabu Construction Team and staff of Nong Lam University, where most experiments were conducted, presented when they found during the Feasibility Survey. Many questions were raised from the participants, most of whom were environmental engineers. Most questions were about functions and mechanisms of Lucite System, suggesting that strong interest in the new material and method for water purification in Vietnam.

Chapter 4 Proposal of an ODA Project

Yabu Construction is planning to propose "Verification Survey for Difficult Industrial Wastewater Treatment and Public Pond Water Purification with Natural Minerals." In the Verification Survey, Yabu Construction would like to (1) treat high phosphorus industrial wastewater in Can Tho and (2) purify a public pond in Hanoi. High phosphorus wastewater treatment is one of the most difficult targets to be treated and there seems to be many similar cases in Vietnam. Local demands for public water purification is strong because there are many ponds and lakes in Hanoi area and water purification is highly prioritized there.

Primary objectives of the Verification Survey are to contribute to solving environmental problems for further development as well as to share the potential of Lumilite System with the public including environmental engineers and environmental officials through the demonstration of Lumilite System in actual scale of operation.

In terms of the possibility of collaboration with other finished and on-going ODA projects, there is a potential to incorporate Lumilite System in operating public wastewater treatment plants. For human resource development in wastewater treatment sector, Yabu Construction can offer training courses on Lumilite System from its rationale to practical operating know-how.

Chapter 5 Business Development Scenario

In Vietnam, most manufacturers lack environmental knowledge and know-how how to treat the wastewater and are heavily relying on environmental engineering consultancies. Therefore, it is effective for Yabu Construction to approach the environmental engineering consultancies to appeal the advantage of Lumilite System and to get into Vietnamese market of environmental protection technology.

There is no rival that have same function as Lumilite System but there are some materials that cover a part of Lumilite System and that have common target pollutants. However even if Lumilite System is compared with these competitors, you can process them at a lower cost than other companies.

Yabu Construction set 3 strategies for business development in Vietnam, and plans the stepping-up process in the business in Vietnam. Yabu Construction is considering about potential market also.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects
Vietnam,
Feasibility Survey for Highly Concentrated Organic Wastewater and High Salinity Organic Wastewater Treatment with
Natural Minerals

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Yabu Construction Co., Ltd.
- Location of SME: Nago, Okinawa, JAPAN
- Survey Site · Counterpart Organization: 1) Can Tho, CIPCO and 2) Hanoi IET/VAST



Before (Left) and after of Lumilite System application for a pond in Okinawa

Concerned Development Issues

- Wastewater is a serious issue in Vietnam
- Difficult wastewater such as highly concentrated organic wastewater and high salinity organic wastewater is not treated properly due to technical limitation
- As a result the quality of public water such as lake, river, canal and sea is low

Products and Technologies of SMEs

- Lumilite System is a water purification technology by natural minerals
- LS is the combination of natural minerals and engineering technologies such as automatic broadcaster and nano-bubble to maximize the functions of the mineral

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Verification Survey for Difficult Industrial Wastewater Treatment and Public Pond Water Purification with Natural Minerals
- Through the verification survey, Lumilite System technologies will be transferred to the counterpart and environmental engineers that are handling wastewater treatment and public water purification to enhance the quality of life of the masses in Vietnam.