

ベトナム国

ベトナム国
ハイフォン市における高濃度有機
排水を対象とした高性能排水処理
システム案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 4 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 ジェー・フィルズ

国内
JR (先)
17-026

目次

	ページ
巻頭写真	3
略語表	5
図・表・写真リスト	6
要約	9
はじめに	18
第1章 対象国・地域の現状	
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	23
1-1-1 ベトナム国の概要	23
1-1-2 政治状況	24
1-1-3 経済・社会状況	24
1-1-4 調査対象地域の概要	25
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	26
1-2-1 ベトナムにおける環境問題	26
1-2-2 ベトナムの水質汚濁に対する対応と現状及び課題	27
1-2-3 ハイフォン市における水質汚濁の現状と課題	27
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	32
1-3-1 ベトナムにおける環境関連法制度の現状	32
1-3-2 ベトナムにおける水質汚濁に対する政策と開発計画	33
1-3-3 ハイフォン市における水質汚濁に対する政策と開発計画	34
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	39
1-5 対象国のビジネス環境の分析	42
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	44
2-1-1 提案技術の特徴	44
2-1-2 提案技術の同業他社比較、類似技術との比較優位性	46
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	49
2-2-1 提案技術の事業展開方針	49
2-2-2 海外事業展開に対する取り組み状況	49
2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	49
2-3-1 現時点での地元経済・地域活性化への貢献	49
2-3-2 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化	50

第3章	活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性検討結果	
3-1	製品・技術の検証活動	50
3-1-1	現地適合性試験実施サイトの選定	50
3-1-2	現地適合性試験の実施要領	52
3-2	製品・技術の現地適合性検証	55
3-2-1	現地適合性試験結果及び試験結果の評価（非公開部分につき非開示）	55
3-3	製品・技術のニーズの確認	57
3-3-1	高濃度有機排水排出企業の調査結果	57
3-3-2	技術セミナーの開催及びデモンストレーション実施結果	66
3-4	製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	73
第4章	ODA 案件化の具体的提案	
4-1	ODA 案件概要	77
4-2	具体的な協力計画及び開発効果	78
4-2-1	案件形成の背景	78
4-2-2	具体的な事業計画	82
4-2-3	事業とビジネス展開の関連	84
4-3	対象地域及びその周辺状況	86
4-4	他 ODA 案件との連携可能性	86
4-5	ODA 案件形成における課題と対応策	87
4-6	環境社会配慮にかかる対応	89
第5章	ビジネス展開の具体的計画	
5-1	市場分析結果（非公開部分につき非開示）	93
5-2	想定する事業計画及び開発効果（非公開部分につき非開示）	95
5-3	事業展開におけるリスクと対応策	99
第6章	その他	
6-1	その他参考情報	100
6-1-1	環境チェックリスト：19 その他インフラ整備	100
別添資料（現地調査報告書）	（非公開部分につき非開示）	107
英文要約		163

巻頭写真

第1回現地調査 (2016年6月)



外務局、天然資源環境局等とのキックオフ会議



ナム・ハイ地区人民委員会での試験内容説明

第2回現地調査 (2016年9月)



ナム・ハイ魚市場に設置した排水処理試験装置



制御盤内の設定作業



天然資源環境局での企業を含めた
ヒアリング調査



都市環境公社でのヒアリング調査

第3回現地調査（2016年10月）

技術セミナー



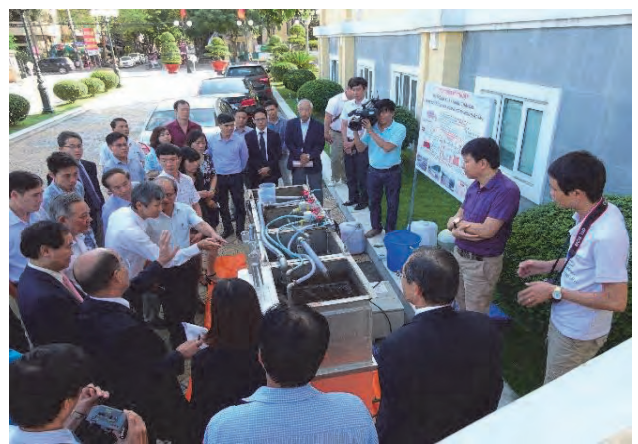
Son 副市長の開会挨拶、右は JICA ベトナム事務所
増田次長



ハイフォン市コンベンション・センターでの技術セミナーの様子



技術説明とナム・ハイ魚市場での試験結果報告（谷）



試験設備見学の様子

第4回現地調査（2016年12月）



実証試験設置の有力候補地
DO SON Ngoc Hai Fish Port



調査した実証試験候補地の一つ
Le Chan 病院

略語表

略語	欧文	和文
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CM	Catalysis and Microorganism System	J-Fils 社の排水処理システム
CMS	Catalysis, Microorganism and Support	J-Fils 社の排水処理システム
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DARD	Department of Agriculture and Rural Development	農業農村開発局
DOC	Department of Construction	建設局
DOFA	Department of Foreign Affairs	外務局
DOIT	Department of Industry and Trade	商工局
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境局
DOST	Department of Science and Technology	科学技術局
DPI	Department of Planning and Investment	計画投資局
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護局
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
HACEM	Hai Phong Center for Environmental Monitoring	ハイフォン市環境 モニタリング・センター
Hs	n-Hexane Soluble	ヘキサン可溶分
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solid	活性汚泥浮遊物
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
N	Content of Nitrogen	窒素分
P	Content of Phosphorus	磷分
pH	Potential of Hydrogen	水素イオン指数
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理組織
PPC	Provincial People's Committee	地方人民委員会
QCVN	Vietnam National Technical Regulation	ベトナム国家技術基準
SS	Suspended Solid	浮遊物質
TCVN	Vietnam Standard	ベトナム政府基準
URENCO	Hai Phong Urban Environment One Member Limited Company	ハイフォン市都市環境公社

図・表・写真リスト

	タイトル	ページ
図 1-1	ベトナム国とハイフオンの位置	23
図 1-2	ベトナムの大都市主要河川の BOD (mg/L) の推移	28
図 1-3	ハイフオン市内の河川・運河の状況	29
図 1-4	ベトナム国に対する ODA における各援助機関の割合	39
図 1-5	日本の ODA 累積援助額 (1992～2011 年度) の分野別割合	40
図 2-1	CM システムの特徴	45
図 2-2	標準活性汚泥法、CM システムのフロー比較	46
図 2-3	CM システムの優位性	47
図 3-1	魚市場の排水経路、試験設備配置位置、試験設備	54
図 3-2	実機の想定図 (平面、立面図)	73
図 4-1	普及・実証設備の配置構想	78
図 4-2	ドーソン海産物卸売市場見取り図	80
図 4-3	実施体制と役割	82
図 4-4	設備配置と設置設備想定図	83
図 4-5	ドーソン地区地図	86
図 4-6	ODA 案件との連携可能性	87
図 5-1	ビジネス実施体制図	95
図 6-1	ドーソン市場の見取り図	157
表 1-1	Re 川流域における潜在的汚染源	30
表 1-2	ハイフオン市の数値目標及び評価指数設定	37
表 1-3	上下水・雨水排水分野の具体的施策内容	38
表 1-4	日本による対象分野の ODA の例	40
表 1-5	ベトナム国における上下水道セクターの主要ドナー支援実績	41
表 1-6	MONRE 通達の重点環境対策技術	42
表 1-7	ベトナムの投資環境上のリスク上位 5 項目	43
表 2-1	国内養豚排水でのコスト比較	47
表 2-2	CM システムが適している業種	48
表 2-3	CM システムでの処理実績の例	48
表 3-1	試験設備のセッティング	52
表 3-2	試験設備の立ち上げ手順	53
表 3-3	原水の挿入量の推移	53
表 3-4	試験設備処理状況の確認項目	54
表 3-5	試験結果	56
表 3-6	調査したハイフオン市の工業排水の実態	57
表 3-7	缶詰会社の水質	59

表 3-8	ビール工場の排水量と水質	60
表 3-9	ゼリー製造会社の排水量と水質	61
表 3-10	小規模ビール会社の排水量と水質	62
表 3-11	URENCO の原水及び処理水質	63
表 4-1	普及・実証試験候補地の評価表	81
表 4-2	プロジェクト実行スケジュール	83
表 4-3	普及・実証事業で想定している具体的な活動内容	84
表 4-4	普及・実証事業とその後のビジネス展開	85
表 4-5	環境社会配慮にかかる対応	91
表 5-1	想定されるニーズと CM システムの導入可能性	93
表 5-2	想定事業規模	93
表 5-3	事業計画案	96
表 5-4	具体的なビジネス展開の考え方	96
表 5-5	対象顧客層の想定	97
表 5-6	「CM システム」と「標準活性汚泥法」のライフサイクルコスト比較	97
表 5-7	ハイフォン市の水環境改善数値目標	98
表 5-8	水環境改善の具体的施策内容	98
表 6-1	環境チェックリスト (19. その他インフラ整備)	101
表 6-2	普及・実証試験候補地の評価表	158
写真 1-1	ベトナム中部ハティン省の海岸に打ち上げられた魚の死骸	42
写真 2-1	CM システムの実例	48
写真 3-1	ナム・ハイ魚市場周辺の地図と航空写真	51
写真 3-2	ナム・ハイ魚市場の商いの模様	51
写真 3-3	魚市場の排水が放出されている川の状況	52
写真 3-4	試験設備詳細	55
写真 3-5	処理過程の水の観測写真	55
写真 3-6	建設中の排水処理システム (製紙会社)	59
写真 3-7	缶詰会社の排水処理施設	60
写真 3-8	ビール工場の処理施設	61
写真 3-9	ゼリー製造会社の排水処理施設の設計図	62
写真 3-10	小規模ビール会社の排水処理施設	63
写真 3-11	Tran Cat 処分場の水処理施設	64
写真 3-12	ドーソン地区 Ngoc Hai 海産物卸売市場	65
写真 3-13	Tran Quang Khai 市場	65
写真 3-14	コンベンション・センターとセミナーの看板	66
写真 3-15	セミナー会場風景	67

写真 3-16	来賓挨拶	67
写真 3-17	谷 業務主任者	68
写真 3-18	デモ展示見学の様子	69
写真 3-19	麻原ファクトリー	69
写真 4-1	実証試験候補地	80
写真 6-1	DO SON Ngoc Hai 海産物卸売市場	159
写真 6-2	TAN LIEN 工業団地	160
写真 6-3	Hai An 病院	161
写真 6-4	Le Chan 病院	162

要約

第1章 対象国・地域の現状と対象分野における当該課題克服の必要性

ベトナム国は人口約9,000万人を有する社会主義共和国（Socialist Republic of Vietnam）である。1986年に開始されたドイ・モイ政策のもとで、経済及び政治が革新され、著しい発展を遂げた。その結果、ベトナムは世界の最貧国の一つから中所得国となった。1990年以來、着実な経済成長を達成し、2000年代におけるGDPの平均成長率は6.4%で、その後も着実な経済成長を継続し、2015年のGDP成長率は6.7%であった。

しかし、最近の急速な工業化と都市化が環境問題を惹起した。特に、ハノイ、ホーチミン、ハイフオンなどの大都市では環境問題は深刻になっている。工業団地等からの排水は未処理のまま排出され、そのため、多くの河川は汚染され、BODやCODの濃度はベトナム基準（B基準）の2~3倍、窒素やリンは2~20倍にも達している。

こういう事態に対してベトナム政府は着実に対応策を実施してきた。

1994年 「環境保護法」施行（2003年第1回改訂、2014年第2回改訂）

・大気、水質、廃棄物に係る環境基準を整備

2002年 「天然資源環境省（MONRE）」設置

2012年 「グリーン成長戦略」策定

2014年 「グリーン成長アクションプラン」策定を首相決定

更に2015年、ベトナム政府は国土の持続的発展を目指して水質汚濁防止に関する特別法を制定した。

併行してベトナム政府は工場への立ち入り調査を強化するとともに、都市内河川の改修、海外諸国からの技術や人的援助による下水道施設の建設に取り組んでいるが、排水量の増大に追い付けず、大きな成果を挙げるには至っていない。

今回対象地域としたハイフオン市は、首都ハノイから100km離れた北部に位置している人口約190万人を抱える大都市で、工業都市として発展した。同市には大型工業団地があり、その中には多くの日本企業も存在する。また、ハイフオン市は北部港湾都市・水産都市としても有名である。このようにハイフオン市は工業都市、港湾・水産都市の両面で発展してきた。しかし、同時に、この発展が公害問題を引き起こすことになった。ハイフオン市には多くの河川がある。このうち、Re、Gia、Da及びChanh川は水道、農業、工業用の水源になっている。HACEMによる河川の水質調査によると、Re川は有機物、アンモニア、重金属に汚染されており、その濃度は許容範囲をはるかに超えている。例えば、Phung Dung地区ではSSが基準値の2.3倍、窒素化合物が1.3倍、アンモニアが3.8倍、フェノールが5.8倍等非常に高い値になっている。その他の観測地点でも汚染が顕著である。この汚染物質をタイミングよく除去しないと、ハイフオン市の水源の汚染が危惧される。主な汚染源は工場排水、魚市場、市内マーケット、屠殺場、病院等である。

このような状況にあるハイフオン市としても、国の決定に基づいて環境政策を策定し、積極的に環境対策を推進しようとしている。

具体的には2015年に「ハイフオン市グリーン成長推進計画」（表0-1）を策定した。

これには北九州市が策定に協力しており、水質改善に関しては、中期・長期の数値目標を設定している。また、法令順守への取り組みを厳格化しており、遵守できていない企業からは罰金の徴収も行

なっているが、実態としてはなかなか進展していないのが実情である。

表 0-1 グリーン成長計画におけるハイフォン市の水環境改善数値目標

	2011-2020 年	2030 年	2050 年
地表水環境基準達成率(%)	50%以上	90%以上	100%
汚水処理率(%)	生活系 5% 産業系 10%以上	生活系 40% 産業系 70%以上	生活系 75% 産業系 100%以上

(出所：ハイフォン市グリーン成長推進計画に基づき JICA 調査団が作成)

今回の調査により、ハイフォン市には最大の汚染源である工場が約 18,000 あることが判明した。このうち約 17,000 の工場は排水処理設備を持っていない。これらの工場は殆どが中小企業なので、財政的に弱く、排水処理設備を建設する経済的な余裕がない。従って、ハイフォン市の工場が排水処理設備を設置する場合、初期投資が小さい事及び運転費 (Running Cost) が低い事が必須である。しかし、現在知られている技術は、ラグーン処理方式や標準活性汚泥処理方式のみであり、設備設置面積、初期投資費、運転費など、いずれをとってみても市街地に散在する高 BOD 排水排出企業に対応できる技術ではない。

また、将来下水道が整備された時点でも、高 BOD 排水排出企業は排水基準値以下に一次処理することが必須であり、対応できる新しい排水処理技術が求められている。

直近の環境変化としては、2016 年 4 月にベトナム中部ハティン省の海岸に大量の魚の死骸が打ち上げられ、国民の間に不安を招くとともに、地元の漁業に大打撃を与える事件が発生した。調査の結果、建設中の製鉄所の廃水が原因であることが判明したが、これを契機に全国的に住民の排水対策に対する意識が目覚めた。企業経営者の意識も、積極的に設備対策を実施しようという思考に変化している。

第 2 章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の活用可能性

ベトナムに排水処理設備を設置する場合、考慮すべき観点は、初期投資が少ないことと、運転費用が低いことである。更に、運転が容易で保全費用が掛からないことも重要な要素である。

当社が独自に開発した排水処理方法は、酵素の触媒作用 (Catalysis) を活用し、活性汚泥菌 (Microorganism) を用いて有機物質を分解する方法で、「CM システム」と呼んでいる。つまり、通常の活性汚泥菌による有機汚染物質の分解速度及び分解量を酵素の作用で促進させるシステムである。CM システムの発展型として、CMS システムも開発している。S は担体 (Support) の S であり、汚泥菌の担持効果が優れているので、処理能力が更に大きく向上する。CM システムは既に日本国内では広く採用され、高い評価を得ている。

活性汚泥法は有機物で汚染された排水の処理に広く採用されているが、この方法には欠点がある。この欠点を克服した CM システムには次の特長がある。

- ① 広範囲の BOD 濃度排水が処理できる⇒安定操業の達成。
- ② 余剰汚泥の発生が微量⇒運転費用が安い。通常の活性汚泥法の 20~40%。
- ③ 優れた脱臭効果⇒近隣住民からの臭気苦情の解消。

④ 高 BOD 排水の処理が可能⇒初期投資額が小さい。通常の活性汚泥法の 65～80%。

⑤ 水質に柔軟な対応が可能⇒水質が変化しても安定した操業が可能。

特に、BOD 処理能力の向上、余剰汚泥の発生抑制に酵素が有効に作用し、その結果、初期投資や汚泥処理費（ランニングコスト）の低減が図られる。このため、ベトナムで主に採用されている通常の活性汚泥法と比較して、財政力が脆弱なベトナムの中小企業に適したシステムである。

また、市街地にある工場にとっては、排水処理設備からの臭いに悩ませられることから開放されることは、大きなメリットである。

2-2 海外事業展開の方針

海外事業展開は基本的に当社が主体となって進めていく計画であるが、当社独自の海外事業展開では限界があることから、国内の有力脱水機メーカーとベトナム国内で協業していく方針である。具体的には、①機器などの現地調達、②ベトナム国内企業への営業活動、③現地協力企業の発掘等での協業を考えている。

北九州市はアジア国際戦略特区に認定され、「アジア」と「環境」をキーワードに地域経済の活性化に取り組んでいる。その活動に当社も加わり、本システムの有用性を国内外に PR するとともに、販路開拓に積極的に取り組んでいく。このように、地方自治体とも連携し、地域経済の振興にも貢献していく。具体的には、①事業実施による雇用の創出、国内関連企業の売上げが期待できる、②ベトナム企業との良好な関係が構築できる、等が考えられる。

第 3 章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

製品・技術の活用可能性調査のため、下記三つの活動を実施した。

3-1 製品・技術の検証活動

本調査では、排水の水質改善効果を確認するため、CM システムのパイロットプラントを用いた現地検証実験を実施した。実験は、日本から運び込んだ設備を用い、ハイ・アン地区のナム・ハイ魚市場で行った。この市場では、カニ、エビ、魚を取り扱っており、これらの商品をドラム缶に入れ、市場に運び込む。このドラム缶中の水が高 BOD 水であり、競（セリ）が終了後、ドラム缶をひっくり返すので、水が排出される。これが汚染排水であり、現状では未処理のまま小河川に排出されるので河川は汚染されており、改善が望まれている。

実証実験中、操作は現地のスタッフに委託し、メールで報告を受けるとともに、作業指示を行ったが、その間、全くトラブルはなかった。つまり、素人でも容易に操作を習熟できる事が分かった。

実験の目的及び結果等を表 0-2 及び 0-3 下記に示す。

表 0-2 実験目的、期間、条件

目的	CM システムによる水質改善の効果確認
	操業の容易さ、保全のし易さ
	検証調査に移行するための可能性確認
実験期間	2016 年 9 月 8 日～10 月 24 日（46 日間）
実験条件	流量 150 リットル/日（定常状態で）
	酵素資材投入量（実験開始時、1 回のみ）50 リットル

（出所：JICA 調査団作成）

表 0-3 実験結果

項目	10/24 原水	10/24 処理水	ベトナム基準 QCVN11-MT 2015/BTMNT (B 類)
BOD ₅	1,620.0	32.4	50
COD	2,276.4	248.5	150
SS	301.0	15.8	100
Hs	48.2	4.5	20
N	225.7	49.0	60
P	11.7	21.2	20
臭気	強臭気	無臭	

(出所：JICA 調査団作成)

表 0-3 のように、BOD は確実に減少している。試験開始後約 1 ヶ月を経過し馴致・安定化した 10 月 24 日の分析結果によると、1,620mg/L の BOD が 32mg/L まで減少するとともに、SS や Hs も基準値以下になった。更に、原水の悪臭は完全に除去され、処理水は無臭になっている事が確認できた。この結果、CM システムの優秀性が証明された。しかし、COD, P が基準値以下になっていない。

上記の結果は、今回の試験が既存の試験装置を使った試験であったため、必ずしも市場の原水性状に完全にマッチしていない事が大きな要因である。COD は CMS システムの導入で制御可能であり、P も沈殿槽手前に小型の凝集設備を設置することで制御できる。

3-2 技術セミナーの開催

CM システムの優秀性、ハイフォン市での適合の可能性を周知するため、技術セミナーの開催とデモ展示を実施した。

セミナー名：Technical Seminar “CM (Catalysis Microorganism) System”
 主催：ハイフォン市人民委員会、JICA、J-Fils、北九州市、KITA
 日時：2016 年 10 月 27 日 13：50～16：40
 場所：ハイフォン市コンベンション・センター
 出席者：ハイフォン市側 Dr. Le Thanh Son 副市長他 82 名
 日本側 9 名（JICA ハノイ事務所、J-Fils、KITA、北九州市）

試験設備の見学では、ナム・ハイ魚市場で使用した試験装置を会場に運搬し、デモンストレーション運転した。この運転により、原水の臭気が完全に脱臭されたことを参加者に実感してもらった。

結果として、セミナーに参加されたハイフォン市の環境対策責任者である Son 副市長からは CM システムの優秀性を高く評価していただくことが出来、関係部署に対し CM システムを活用する体制を早急に整備するよう指示があった。また、時間をおかず、Son 副市長名で人民委員会第 400 号決議文が出された。

3-3 製品・技術ニーズの確認活動

ハイフォン市において、CM システムを普及するため、候補企業を訪問し、排水処理の実態を調査した。

- 企業 5 社、廃棄物埋立地、市内食品市場 2 箇所、魚市場 2 箇所を調査した。
- 企業については、5 社中 3 社が排水処理設備を設置済み、2 社が建設中であるが、処理方式はいずれも典型的な活性汚泥処理法（嫌気、好気の組み合わせ）である。
- 設置済み企業からは、「BOD が高くなると処理が不安定になる」、「近隣住民から臭気に対する苦情があり困っている」、「排水量が季節により変動するので操業が不安定である」といった活性汚泥処理法特有の問題を抱えていることが解った。
- 処理不安定化の要因は、排水量や排水水質から見て建設時の能力不足も一因と考えられる。建設中の企業の設計図からも同様な点が見受けられ、ベトナム地場エンジニアリング企業の設計能力が弱いことも判明した。
- 廃棄物埋立地浸出水の処理設備は、スウェーデンの ODA により建設された嫌気処理とラグーンの組み合わせ方式である。敷地が広大であることから、処理方式としての問題はない。今後、浸出水中の難分解性成分濃度が上昇してきた場合は、CM システムの出番が出てくると思われる。
- 市内食品市場の排水は、雨水と合流して未処理で河川に放流されている。肉や魚を捌いていることから相当に BOD は高いと想定されるが、いずれも狭矮な市街地に立地しており、処理設備を設置することは無理である。地域ごとに生活排水と共同の下水処理場を建設することを考えるべきである。
- 魚市場の排水は未処理で海に放流されている。敷地に余裕があるとはいえないが、処理設備設置は可能である。

第 4 章 ODA 案件化の具体的提案

今回調査を通して、対象地域としたハイフォン市が抱えている水質課題と、汚濁の発生源となっている事業所の実態を具体的に把握することが出来た。この課題解決と CM システムの普及促進を支援するために有効な ODA スキームとしては、以下が考えられる。

- (1) 民間提案型普及・実証事業
- (2) 草の根技術協力事業 ～ (例)排水処理設備の運転管理技術向上支援
- (3) シニアボランティアによる技術協力事業 ～ (例) 排水処理設備の運転管理技術指導
- (4) 円借款事業 ～ (例) ハイフォン市の市街にある市場排水の処理場整備プロジェクト

パイロットプラントによる性能確認試験と技術セミナーを実施した結果、水質汚濁源の出口対策として CM システムの技術優位性が評価され、普及のための速やかな実機設備の設置を強く要請されていること、当社の事業展開にも現地実機プラントの存在は必要不可欠であることから、各種 ODA スキーム中「民間提案型普及・実証事業」が最適と考え、具体的案件として提案する。

ハイフォン市とは、普及・実証事業の実施サイトについての協議を重ねて合意に達し、実行に当たっての実施機関との間で MOU を締結した。

想定している普及・実証事業活動計画を表 0-4 に示す。

表 0-4 普及・実証事業で想定している具体的な活動内容

目的: 「CM システム」が高濃度有機排水の浄化技術として有効であることが実証され、その優位性・有効性が認知されてハイフォン市企業での採用を契機としてベトナム全土に広く普及が進む。	
成果	活動
成果1 「CM システム」がベトナムの高濃度有機排水の浄化に有効であることが実証される。	1-1 普及・実証事業実施サイトに「CM システム」実機設備を設置して排水浄化効果を実証する。
	1-2 排水処理結果の分析と効果検証を行う。
	1-3 設備を継続的に維持・管理する運転管理体制を確立する。(作業標準書作成、OJT など)
成果2 「CM システム」の有効性・優位性が認知され、「ハイフォン市グリーン成長計画」の排水処理に関する具体的手段と位置づけられ、普及が図られる。	2-1 環境政策に関わる行政官や工業排水を排出する事業者等に対し、「CM システム」の有効性・優位性の認知度向上を図る。 ・普及・実証事業実施サイトにおける現地設備見学会を開催する ・上記有効性検証結果を踏まえ、適切な排水処理に関するセミナーを開催する。
	2-2 本邦受入れ活動を通じて関係者への「CM システム」の有効性・優位性の認知度向上を図る。 (対象：ハイフォン市行政部門、要排水対策事業者)
成果3 「CM システム」の普及・全国展開に向けた事業計画が策定される。	3-1 現地パートナー候補企業との技術提携を図る。
	3-2 「CM システム」の現地製作化の体制を構築する。
	3-3 運転・保守管理に対するサポート体制を確立する。
	3-4 ベトナム国内向け営業体制を構築する。

(出所：JICA 調査団作成)

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

調査の結果、多くの分野で CM システム導入の可能性を確認できた（表 0-5）。

表 0-5 想定されるニーズと CM システム導入の可能性

分野	想定されるニーズ	CM システム導入の可能性
全般	<ul style="list-style-type: none"> 工業地域の集中排水処理施設の整備（新設）と既設のオペレーション改善 排水処理施設の処理効率の改善 水使用量原単位の低減 低電力消費型の排水処理システム 	<ul style="list-style-type: none"> 調査の結果、既設設備の改善が必要な企業が多いことが判明した。既に設備を建設しており、資金的にも対応できる可能性が高い。 工業団地でも未整備箇所がある。
食品加工	<ul style="list-style-type: none"> 高濃度の有機物を含む排水の処理 窒素除去 	<ul style="list-style-type: none"> 魚開き、カニ加工などは特に BOD が高く、ベトナムで汎用となっている好気性生物処理では処理が難しい
紙パルプ	<ul style="list-style-type: none"> 黒液の回収・利用 汚泥量の発生が少ない、コンパクトな排水処理設備 	<ul style="list-style-type: none"> 対策が最も遅れている業界で、30%の企業が基準を満足しない排水を流しているといわれる。
繊維染色	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥量の発生が少ない、コンパクトな排水処理設備 染着率の低い天然繊維に用いられる染料の分解技術 	<ul style="list-style-type: none"> 排水中の BOD や COD が共に高く、汎用技術では処理が難しい。CM システムの導入が期待できる業種である。

（出所：ヒアリング・調査により JICA 調査団が作成）

対象地域ハイフォン市における具体的なニーズ

第 1 章で触れたとおり、対象地域としたハイフォン市ではベトナム政府の決定に基づいて、積極的に環境対策を推進しており、「グリーン成長推進計画」では表 0-6 のような具体的実行計画を立て既に一部は着手している。

表 0-6 水環境改善の具体的施策内容

事業内容	実施主体	実施時期	評価指標
市内 15 個所の病院を対象に、世銀の支援を受け、排水処理設備を整備する	保険局	短期	汚水処理率 エネルギー削減率
既存工業団地や中小企業群からなるクラスターにおいて、 <u>産業排水の適正処理を</u> 図るため、 <u>既存の排水処理設備の適正な管理運営の実施</u> 、 <u>処理設備未整備の場合は整備を促進する</u>	排水公社 民間企業		

（出所：ハイフォン市グリーン成長計画に基づき JICA 調査団が作成）

病院については、計画通り世銀の支援を受けて排水処理設備の整備に着手している。
 一方産業排水については、高濃度排水排出事業所が多く技術的に手詰まりの状況にある。

今回の調査結果によれば、高 BOD 排出企業 190 箇所中設備対策済みはわずか 30 箇所という状況である。

また、排水処理設備を設置済みの事業所でも、臭気問題や仕様のアンマッチによる操業制約の発生など、課題を抱えているところが多いことも明確になった。

5-2 想定する事業計画及び開発効果

現時点では表 0-7 のような事業展開を考えている。

表 0-7 事業計画案

	2016	2017～2019	2020～
ODA	案件化調査	普及・実証事業	(別途 ODA 案件の受注)
ビジネス展開	現地提携企業の探索	事業実施サイトを橋頭堡として、セミナー・設備見学会等による PR 活動を展開	・ハイフォン市内の個別排水対策案件の受注拡大 (既設排水処理設備の改造と新設の二つの市場ニーズに対応する事業展開を指向する)
事業計画		・パートナー企業の確定、技術提携や合弁契約の締結 ・現地サポート体制の確立	・ベトナム全土への本格事業展開

(出所：JICA 調査団作成)

- 現地パートナー企業を開拓して技術提携の上、現地製作を前提に事業展開する。
- 所要の原材料、資機材類は大半が現地調達できることなどから、自前での要員準備や資金準備も抑えることが可能で、現地ビジネスには入りやすいと考えている。
- これまでの調査結果から、設備納入後の設備の運転管理・維持管理が課題であることから、現地でのサポート体制を確立する。これには既にベトナムに営業拠点を構えている日本企業との協業をベースに進めていく考えである。
- まだ体力が弱いベトナム企業にとって、排水処理設備に対する多額の投資はハードルが高い。これに対しては、行政部門の訪日研修などを通して、過去の公害克服のための日本の補助金制度や利子の優遇制度などを紹介することも検討したい。

ベトナム国 ハイフォン市における高濃度有機排水を対象とした 高性能排水処理システムにかかる案件化調査

企業・サイト概要

* CM (Catalysis Microorganism)システム

- 提案企業：株式会社 ジェー・フィルズ
- 提案企業所在地：福岡県北九州市
- サイト・C/P機関：ハイフォン市ナム・ハイ海産物卸売市場
ハイフォン市ゴック・ハイ海産物卸売市場
ハイフォン市人民委員会



ベトナム国の開発課題

- 工業化、都市化の進展に伴い工業排水量・生活排水量が急増し、深刻な水質汚染問題が発生
- 下水処理場の整備が追いつかず、汚水が未処理のまま河川等に放流されている
- 使いやすく安価な高濃度有機排水の浄化が可能な排水処理設備が求められている

中小企業の技術・製品

- 活性汚泥菌と酵素の触媒作用による高性能で使いやすい排水処理システム
- 高濃度排水の処理が可能で、かつ臭いの発生を抑制できる画期的な排水処理システム
- 汚泥発生量が少なく運転コストが安いシステム

調査を通して提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及・実証事業によりハイフォン市ドーンソン地区のゴック・ハイ海産物卸売市場にCMシステムを設置する
- 市場からの高濃度有機排水が浄化され、入江の汚染源が解消される
- 普及・実証事業の実施に伴い市場周辺の環境改善が進展し、観光・水産都市としての振興にも貢献する

日本の中小企業のビジネス展開

- 建設された排水処理設備を橋頭堡として活用し、当社排水処理システムの拡販を目指す
- 現地パートナー企業を開拓し、技術提携・合弁企業設立などにより、ベトナム全土への事業展開を図る

はじめに

1. 調査の背景

ベトナムでは 1986 年度のドイモイ政策導入以降、急速な経済発展と都市化・工業化が進展している。国際通貨基金のデータによると、近年の経済成長率は 5.25% (2012 年)、5.42% (2013 年)、5.98% (2014 年)、6.68% (2015 年) と、高い経済成長率を達成しているが、それに伴い都市部への人口集中や産業構造の変化により環境負荷が増大している。特に、污水处理施設の整備が不十分なことに起因する都市部の河川・運河・湖沼の水質汚濁は深刻であり、ベトナム政府は 2014 年に「グリーン成長アクションプラン」を策定するなど積極的に環境対策を推進しようとしているが、同政府としては、財政的・技術的に脆弱なため対策の実施までは取り組めていない。国際協力銀行によると、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、生活排水・工業排水ともに急増しているが、一方で、下水処理場の整備が遅れており、市内で発生する汚水は未処理のまま河川に放流されている。天然資源環境省 (MONRE) が取りまとめている全国の主要河川の水質モニタリング結果によると、BOD 及び有害物質含有量が排出基準 (ベトナム産業排水基準 (TCVN5945:2005) の B 類) の 1.5~2.05 倍となっている。ハイフォン市における工場排水中の BOD 濃度は、例として、蒸留酒製造工場では排出基準の 4.6 倍、織物工場では 10.4 倍、海産物卸売市場では 26 倍となっている。排水を未処理のまま排出している例が多く、河川の水質汚濁の大きな要因になっており、早急な対策が求められている。

2. 調査の目的

当社は、酵素の触媒作用を活かした活性汚泥菌を用いて有機成分を分解する「CM システム」という排水処理技術を開発した。この技術は他の処理システムに比して、①処理可能な BOD 濃度の範囲が広い、②余剰汚泥や臭気の抑制、③曝気槽の容量を半減できる、④イニシャルコスト及びランニングコストの軽減、等の優位性がある。CM システムにより工場等からの排水の水質が改善されれば、ハイフォン市内を流れる河川の浄化に繋がるとともに、ベトナムにおける産業排水基準値クリアに貢献することが可能となる。

以上のことから、ベトナム国ハイフォン市において、当社が開発した排水処理技術・システムの活用を通じて、深刻な河川水質汚染の原因となっている工場・施設の排水浄化に貢献するため、製品の活用可能性について検討するとともに、ビジネス計画立案に必要な諸条件について調査する。

3. 調査対象国・地域

ベトナム社会主義共和国ハイフォン市

4. 団員リスト

氏名	担当業務	担当業務 内容詳細	所属先
谷 一身	業務主任者 (全体統括)	市場・事業性調査 ODA 案件化検討	(株)ジェー・フィルズ
藤野 憲行	技術支援	試験計画支援 技術評価	(株)ジェー・フィルズ
平石 義高	試験管理	試験装置管理 運転指導	(株)ジェー・フィルズ
麻原 伴治	チーフアドバイザー (全体企画運営)	ODA 案件化検討 市場・事業性調査	(公財) 北九州国際技術 協力協会
宮田 利勝	プロジェクト進捗 管理	進捗管理、セミナー・デモ 運営、報告書作成	(公財) 北九州国際技術 協力協会
藤本 研一	技術支援	試験計画支援 技術評価 報告書作成	(公財) 北九州国際技術 協力協会
石川 精一	技術支援	環境社会配慮調査 報告書作成	(公財) 北九州国際技術 協力協会
亀田 尚子	業務調整	業務調整・手続き 会計処理支援	(公財) 北九州国際技術 協力協会
八田 浩一	現地行政折衝	現地行政機関との折衝 ODA 案件化検討	北九州市 産業経済局
池田 志穂	法制度等調査	法制度・特許問題調査	北九州市 産業経済局

5. 現地調査工程

第1回現地調査

出張目的	キックオフ会議、試験実施場所調査、市場調査
出張期間	2016年6月28日(火)～2016年7月2日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国ハイフォン市
調査団員	株式会社ジェー・フィルズ：谷 一身 北九州国際技術協力協会：麻原 伴治、宮田 利勝、藤本 研一、 石川 精一 北九州市役所：八田 浩一
旅 程	
月 日	訪 問 先
6月28日	ジェトロ・ハノイ事務所
6月29日	ハイフォン市関係者との打ち合わせ 外務局、科学技術局、天然資源環境局、計画投資局、 ハイ・アン地区人民委員会、ナム・ハイ地区人民委員会 環境モニタリング・センター
6月30日	ナム・ハイ海産物卸売市場 ハイ・アン地区人民委員会 商工局
7月1日	エンジニアリング会社 (Duc Think 社) ハイフォン市関係者との打ち合わせ JICA ハノイ事務所

第2回現地調査

出張目的	試験装置の搬入と試験開始、高濃度排水排出企業等の訪問調査
出張期間	2016年9月5日(月)～2016年9月17日(土)
場所	ベトナム社会主義共和国ハイフォン市
調査団員	株式会社ジェー・フィルズ：谷 一身(～12日)、 藤野 憲行(～9日)、 平石 義高(～16日) 北九州国際技術協力協会：麻原 伴治、宮田 利勝、藤本 研一、 (～12日) 北九州市役所：池田 志穂(～9日)
旅 程	
月 日	訪 問 先
9月6日	ハイフォン市関係者との打ち合わせ 外務局、天然資源環境局、計画投資局、 ハイ・アン地区人民委員会、ナム・ハイ地区人民委員会

9月7日	ナム・ハイ海産物卸売市場
	ヒアリング・調査（製紙会社、缶詰製造会社）
9月8日	試験装置設置（ナム・ハイ海産物卸売市場）
	ヒアリング・調査（ビール製造会社①）
	ヒアリング・調査（URENCO）
9月9日	試験装置立ち上げ調整（ナム・ハイ海産物卸売市場）
	ヒアリング・調査（ビール製造会社②）
	ヒアリング・調査（ゼリー製造会社）
9月10日	試験装置立ち上げ調整（ナム・ハイ海産物卸売市場）
	ヒアリング・調査（エンジニアリング会社）
9月12日	試験装置運転確認・運転指導（ナム・ハイ海産物卸売市場）
	ハイフォン市関係者との打ち合わせ 外務局、天然資源環境局、計画投資局、ナム・ハイ地区人民委員会
9月13日	試験装置運転確認・運転指導（ナム・ハイ海産物卸売市場）
9月14日	試験装置運転確認・運転指導（ナム・ハイ海産物卸売市場）
9月15日	試験装置運転確認・運転指導（ナム・ハイ海産物卸売市場）
9月16日	試験装置運転確認・運転指導（ナム・ハイ海産物卸売市場）

第3回現地調査

出張目的	試験結果の確認と技術セミナー開催、試験装置の撤収
出張期間	2016年10月24日（月）～2016年10月29日（土）
場所	ベトナム社会主義共和国ハイフォン市
調査団員	株式会社ジェー・フィルズ：谷 一身、平石 義高 北九州国際技術協力協会：麻原 伴治、宮田 利勝、藤本 研一 北九州市役所：八田 浩一
旅 程	
月 日	訪 問 先
10月24日	JICA・ハノイ事務所
10月25日	ハイフォン市関係者との打ち合わせ 外務局、天然資源環境局、計画投資局、農業農村開発局、 商工局、ハイ・アン地区人民委員会、ナム・ハイ地区人民委員会
	農業農村開発局及びヒアリング・調査（ドーソン魚市場）
10月26日	試験装置の状況確認とセミナー会場への移送
	ヒアリング・調査（エンジニアリング会社①）
	ヒアリング・調査（市内小売市場）
10月27日	技術セミナー及びデモンストレーション開催
	ハイフォン市関係者との打ち合わせ
	試験装置のセミナー会場からの撤去

10月28日	ハイフォン市関係者との打ち合わせ
	ヒアリング・調査（エンジニアリング会社②）
	試験装置輸送のための清掃・梱包立会い

第4回現地調査

出張目的	調査活動の総括打ち合わせおよび普及実証事業に向けての協議
出張期間	2016年12月20日（火）～2016年12月24日（土）
場所	ベトナム社会主義共和国ハイフォン市
調査団員	株式会社ジェー・フィルズ：谷 一身 北九州国際技術協力協会：麻原 伴治、宮田 利勝、藤本 研一 石川 精一 北九州市役所：池田 志穂
旅 程	
月 日	訪 問 先
12月20日	CNC-VINA 社 訪問
12月21日	ハイフォン市外務局との打合せ Duc Thinh Marine Mechanical 社 訪問
	Tan Lien 工業団地訪問
12月22日	Hai An 総合病院訪問 Do Son 地区 Ngoc Hai 海産物卸売市場訪問
	Halong Export Seafood Processing JCS 訪問
	Le Chan 総合病院訪問
12月23日	Wrap up ミーティング

第5回現地調査

出張目的	普及実証事業に関する詳細協議および MOU 締結
出張期間	2017年2月15日（水）～2017年2月18日（土）
場所	ベトナム社会主義共和国ハイフォン市
調査団員	株式会社ジェー・フィルズ：谷 一身 北九州国際技術協力協会：麻原 伴治
旅 程	
月 日	訪 問 先
2月16日	ハイフォン市外務局、農業農村開発局との打合せ 普及実証事業実施候補地詳細確認調査（Do Son 地区 Ngoc Hai 市場）
	ハイフォン市外務局、農業農村開発局、財政局、天然資源環境局などとの打合せ（普及実証事業実行体制など） 農業農村開発局との MOU 締結 JICA ベトナム事務所訪問