

公開
ベトナム国

ベトナム国

流域水環境モニタリング能力向上の
ための簡易水質計測器の導入に係る

普及・実証事業
業務完了報告書

2021年10月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

オプテックス株式会社

関西セ
JR
21-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

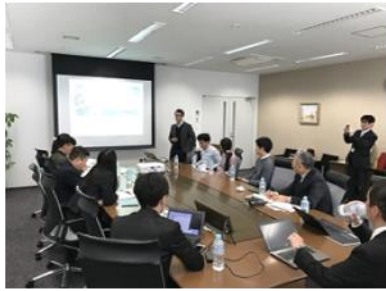
巻頭写真



VEA : Thuc 副局長への MM 引渡し
(左からオペテックス藤後、Thuc 氏、
JICA ベトナム高内氏)



本邦受入時の記念写真
(2019 年 3 月、オペテックス本社にて)



本邦受入時の京都大学による講義
(2019 年 3 月、オペテックス本社)



各組織代表者による記念写真
(2019 年 10 月、キックオフセレモニー)



オペテックス上村から VEA Mr.
Thin への機材引き渡し
(2019 年 10 月、キックオフセレモニー)



キックオフセレモニーでの JICA、
VEA、日本国大使館、オペテックス
の記念写真



DoNRE への研修様子
(2019 年 10 月、MoNRE)



DoNRE 研修時の CEM Mr. Thang
によるプロジェクト概要説明

目次

巻頭写真	ii
目次	iii
図表	v
略語表	viii
地図	ix
案件概要	x
要約	xi
第1章 事業の背景	1
1-1 開発課題の現状・ニーズの確認	1
1-1-1 政治・経済概況	1
1-1-2 本事業に関連する開発課題の現状	5
1-1-3 政策・法制度	15
1-1-4 ODA 事業の事例分析	28
1-2 製品・技術の概要等	31
1-2-1 製品の仕組み	31
1-2-2 製品のスペック	33
1-2-3 特許の取得状況	33
1-2-4 競合他社製品と比べた比較優位性	33
1-2-5 国内外の販売実績	35
第2章 普及・実証事業の概要	36
2-1 事業の目的	36
2-2 期待される成果	36
2-3 事業の実施方法・作業工程	37
2-3-1 事業実施の基本方針	37
2-3-2 事業実施の方法（各活動内容）	37
2-4 作業工程表	51
2-4-1 日本側投入	52
2-4-2 ベトナム側投入	53
2-5 事業実施体制	53
2-6 相手国政府機関の概要	54
第3章 普及・実証事業の実績	55
3-1 活動の結果	55
3-1-1 成果①「有用性及び優位性の実証」の活動結果	55
3-1-2 成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る活動結果	68
3-1-3 成果③「知識・技術の醸成」に係る活動結果	75
3-1-4 成果④「体制の検討」に係る活動結果	81
3-1-5 成果⑤「事業展開計画の策定」に係る活動結果	86

3-2	目的の達成状況	89
3-3	開発課題解決への貢献	89
3-4	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	90
3-5	ジェンダー配慮	90
3-6	事業後の相手国実施機関の自立的な活動継続	91
3-7	課題と対応策	91
第4章	本事業実施後のビジネス展開計画	92
4-1	今後のビジネス展開の方針・予定	92
4-2	マーケット分析	92
4-2-1	ベトナムにおける市場の概要	92
4-2-2	競合の状況	95
4-3	展開の仕組み・計画・スケジュール	98
4-3-1	ビジネス展開戦略	98
4-3-2	ビジネスモデル	98
4-3-3	ビジネス展開の可能性の評価	98
4-3-4	ビジネスの実施体制	98
4-3-5	原材料・資機材の調達計画	98
4-3-6	生産・流通販売計画	98
4-3-7	要員計画	98
4-3-8	人材育成計画	99
4-3-9	初期投資資金計画	99
4-3-10	収支計画	99
4-4	リスクと対応	99
4-5	開発効果	99
4-6	教訓と提言	100
4-6-1	今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓	100
4-6-2	JICA や政府関係機関に向けた提言	101
別添資料	Summary Report	102

図表

図表 1	GDP 年間成長率及びインフレ率.....	3
図表 2	人口	3
図表 3	一人当たり GDP.....	4
図表 4	GDP 推移と GDP 産業別構成比.....	4
図表 5	カウ川流域地図.....	6
図表 6	WQI の区分.....	7
図表 7	WQI 値に基づく水質改善状況（2011～2014 年）	8
図表 8	グーフンケ川とカウ川本流の合流地点における視察.....	9
図表 9	都市排水総排出量推計（～2030 年）	10
図表 10	都市排水総排出量推計（～2030 年）	10
図表 11	都市排水総排出量、工業団地総排出量、及び両者合計排出量推計（～2030 年）	11
図表 12	カウ川流域での MoNRE、DoNRE（一部）のモニタリング実施状況.....	12
図表 13	CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング拠点数の計画値、実績値、計画達成率（2010～2015 年）	13
図表 14	CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング頻度の計画値、実績値、計画達成率（2010～2015 年）	14
図表 15	CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング項目の計画値、実績値、計画達成率	14
図表 16	MoNRE の組織構造	16
図表 17	VEA の組織構造	17
図表 18	CEM North MoNRE の組織構造	18
図表 19	CEM Central MoNRE の組織構造.....	18
図表 20	CEM South MoNRE の組織構造	19
図表 21	環境管理に係るベトナムの主な政策・法規の構造	21
図表 22	環境保護法改正点の要点（水環境管理政策に関するものを抜粋）	22
図表 23	違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）	24
図表 24	違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）	24
図表 25	水環境管理に係る QCVN	25
図表 26	JICA の支援	28
図表 27	その他ドナーによる支援.....	30
図表 28	「WATER it」全体像.....	31
図表 29	ポータルが表示画面例.....	31
図表 30	データベースの表示例.....	32

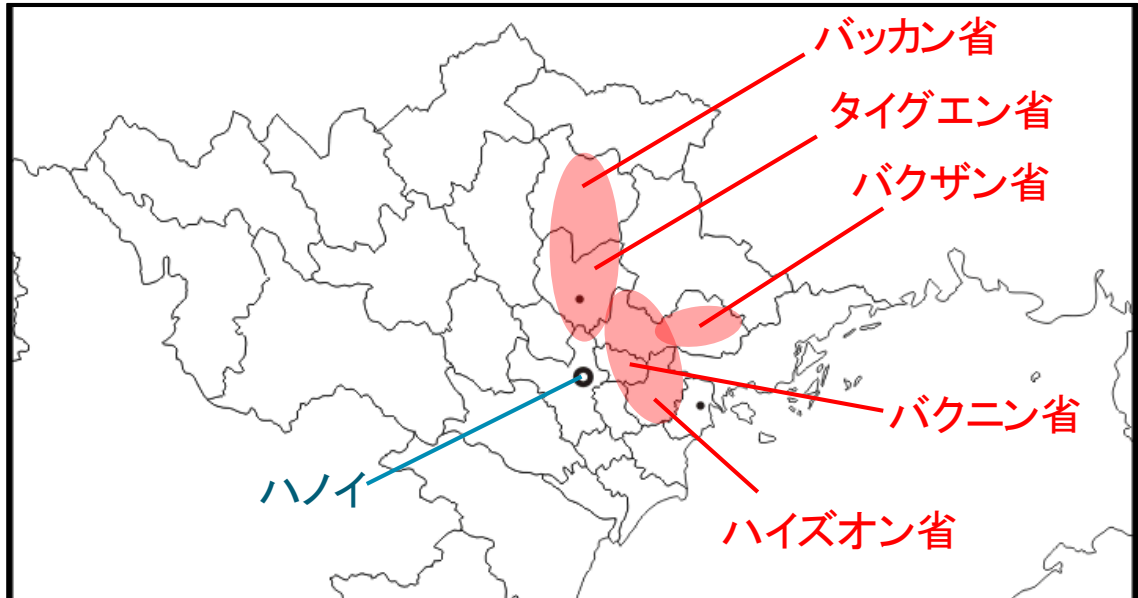
図表 31	テストキットの発色の様子(目視による判断)	32
図表 32	センサ (型番 WAE-M300)	33
図表 33	「WATER it」と他社製品の機能比較	34
図表 34	事業実施体制 (上) と業務従事者一覧 (下)	53
図表 35	成果①「有用性及び優位性の実証」に係る活動結果概要	55
図表 36	校正テスト実施の各ステップ	56
図表 37	校正テスト向け治具	56
図表 38	CEM PIC との打ち合わせの様子	56
図表 39	公定法と WATERit (WI) による水質分析結果	57
図表 40	分析対象項目、測定頻度、実施期間	58
図表 41	モニタリング対象地域及び各地域のサイト数	58
図表 42	モニタリングサイト一覧 (リスト)	59
図表 43	モニタリングサイト一覧 (地図)	61
図表 44	WATER it による各水質項目分析における測定許容濁度	62
図表 45	成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る進捗状況概要	68
図表 46	機材供与セレモニーの様子	69
図表 47	研修コンテンツ	70
図表 48	操作マニュアル (左: モニタリングフロー図、右: 具体的な操作ステップ)	70
図表 49	運営マニュアル (抜粋)	70
図表 50	研修の様子 (左) と修了証授与の様子 (右)	71
図表 51	HUST による産業排水を対象とした比較試験結果	72
図表 52	NoiBai Development Co. Ltd でのトライアルの様子	74
図表 53	成果③「知識・技術の醸成」に係る進捗状況概要	75
図表 54	滋賀県庁での意見交換時の様子	76
図表 55	パイロット実証試験体制図と役割分担	77
図表 56	京都大学による研修時の様子	77
図表 57	WATER it を用いた水質分析の様子	78
図表 58	CEM DoNRE マネジメント層への研修の様子	78
図表 59	CEM 及び HUST によるモニタリング地点でのフォローアップ研修の様子 ..	81
図表 60	成果④「体制の検討」に係る進捗状況概要	81
図表 61	モニタリング体制案	82
図表 62	現在のモニタリングにおける課題と将来のあるべき姿	83
図表 63	本事業で実証したモニタリング体制	84
図表 64	調査団より提示した将来に向けたロードマップ	85
図表 65	成果⑤「事業展開計画の策定」に係る進捗状況概要	86
図表 66	次年度導入に向けた CEM との協議の様子	87
図表 67	DoNRE 向けセミナー、研修の様子	88
図表 68	民間企業向け面談の様子	89
図表 69	ベトナム国における水質モニタリング市場の全体像	92

図表 70	Decree155 による罰則規定の例	93
図表 71	現在及び将来の水質モニタリング顧客セグメント	94
図表 72	今後の水質モニタリング市場の展望（民間企業）	95
図表 73	ベトナムにおける主要競合製品の比較	95
図表 74	各顧客セグメントの競合状況	96
図表 75	工業団地における水質モニタリング対象	97
図表 76	顧客における水質モニタリング関連サービスに対する声	98

略語表

#	略語	正式名称	和称
1	CEM	Center for Environmental Monitoring	環境モニタリングセンター
2	DoNRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境部（地方政府）
3	DMS	Data Management System	データマネジメントシステム
4	HUST	Hanoi University of Science and Technology	ハノイ理工科大学
5	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
6	MoNRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省（ベトナム中央政府）
7	NBIZ	Noi Bai Industrial Zone	ノイバイ工業団地
8	VEA	Vietnam Environment Administration	ベトナム環境総局

地図



出典：JICA 調査団作成

ベトナム国

流域水環境モニタリング能力向上のための 簡易水質計測器の導入に係る普及・実証事業 オプテックス株式会社(滋賀県)

案件概要

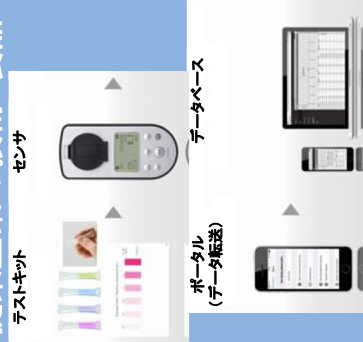
ベトナム国の開発ニーズ

- ▶ 近年都市化・工業化に伴い産業排水が増加しているが水質改善がなかなか見られない、または悪化している
- ▶ ベトナム政府はモニタリング体制の強化に取り組んでいるが、予算・人員不足により、政府の目標と実態に乖離が生じている

普及・実証事業の内容

- ▶ カウ川流域の水環境モニタリングにおいて、カウンタパーパート機関に追加予算を必要とすることなくモニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法(WATER itの活用)を実証
- ▶ 実証事業を通じて得た実証結果をもって他地域の行政機関・民間企業へ展開する普及活動を実施

提案企業の技術・製品



“WATER it”

日本で幅広く使われているテストキットを用い、当該キットで反応させた水の品質をセンサーで簡易に測定・数値化し、水質データの収集までを自動化する、一連のデータマネジメント技術

事業概要

相手国実施機関: 天然資源環境省
ベトナム環境総局
事業期間: 2018年12月～2021年5月(2年6ヶ月)
事業サイト: ベトナム国カウ川流域周辺等

ベトナム国側に見込まれる成果

- ▶ 多拠点・多項目・多頻度での水質モニタリングを低予算・省人員で増加することが可能
- ▶ 水質改善につなげるためのモニタリングが予算不足・人員不足によって不十分であるという社会課題を解決

日本企業側の成果

現状

- ▶ 既に総販売代理店は決定しておりベトナム語での製品パンフレットの作成・ベトナムでの一部販売など連携を開始済

今後

- ▶ 普及・実証事業を通じて得た中央政府・地方省関係機関における実証結果を基に、他省の水環境モニタリング行政のマーケティング、民間企業の遵法対応向けマーケティングへの参入を図りベトナムでの事業基盤を確立する

要約

I. 提案事業の概要

案件名	ベトナム国流域水環境モニタリング能力向上のための簡易水質計測器の導入に係る普及・実証事業
事業実施地	カウ川流域周辺等（5省：バクカン省、バクザン省、タイグエン省、バクニン省、ハイズオン省）並びにハノイ市やホーチミン市及びドンナイ川流域各省等
相手国 政府関係機関	ベトナム環境総局（VEA: Vietnam Environment Administration）並びに環境モニタリングセンター（CEM : Center for Environmental Monitoring）及び地方省天然環境資源部（DoNRE : Department of Natural Resources and Environment）
事業実施期間	2018年12月28日～2021年5月31日
契約金額	99,976,680円（税込）
事業の目的	ベトナムにおける適切な水環境モニタリング、排水処理を推進する為に、「WATER it」の有用性及び優位性が実証されるとともに、モニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法を整理し、ベトナムの行政機関における新たなモニタリングの仕組みを提案するとともに、「WATER it」を普及するための方法と課題が整理される。
事業の実施方針	カウ川流域の水環境モニタリングにおいて、カウンターパート機関に追加予算を要求することなくモニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法（WATER itの活用）を実証し、他行政機関等に普及させる。その結果、水質改善につなげるためのモニタリングが不十分であるという社会課題を解決する。 期待される成果は以下の通り。 【期待される成果】 成果①：ベトナムの対象地域において現状の分析方法と比較し「WATER it」の有用性及び優位性が実証される（ <u>有用性及び優位性の実証</u> ） 成果②：水環境モニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法を整理し、ベトナムの行政機関における新たなモニタリングの仕組みを整理する（ <u>新たなモニタリングの仕組みの整理</u> ） 成果③：「WATER it」に関する VEA、CEM MoNRE 及び CEM DoNRE の知識・技術が醸成される（ <u>知識・技術の醸成</u> ） 成果④：VEA、CEM MoNRE 及び CEM DoNRE が「WATER it」を活用していくための体制（予算・人員体制）が検討される（ <u>体制の検討</u> ） 成果⑤：ベトナムの対象地域において、「WATER it」の認知度が向上するとともに、「WATER it」を普及するための事業展開計画が策

定される（事業展開計画の策定）

【活動内容】

<成果①「有用性及び優位性の実証」に係る活動>

- 1-1 校正テストの実施
- 1-2 比較施行テストの実施
- 1-3 実証試験におけるモニタリングポイント等の素案検討
- 1-4 広範な濃度域における検証
- 1-5 ビッグデータを用いた測定方法の構築・検証
- 1-6 重金属簡易測定での検証
- 1-7 現地向け製品改良の実施

<成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る活動>

- 2-1 カウ川流域での実証試験
- 2-2 パートタイムスタッフへのトレーニング
- 2-3 産業排水を対象にした検証
- 2-4 産業排水モニタリングにおける活用可能性検討
- 2-5 水環境モニタリングの仕組み改善に関する協議
- 2-6 従来のモニタリング手法との比較・検証

<成果③「知識・技術の醸成」に係る活動>

- 3-1 滋賀県のノウハウを活かした研修・コンサルテーション
- 3-2 パートタイムスタッフの雇用
- 3-3 マネジメント人材向け研修
- 3-4 本邦受入活動
- 3-5 パートタイムスタッフへのトレーニング
- 3-6 実証事業の中間確認・フォローアップ

<成果④「体制の検討」に係る活動>

- 4-1 新モニタリング体制案の検討・提案
- 4-2 事業終了後のモニタリング体制協議

<成果⑤「事業展開計画の策定」にかかる活動>

- 5-1 普及のための政策的サポートの提案
- 5-2 他 ODA 案件との連携
- 5-3 普及のためのセミナー/研修の実施(行政機関向け)
- 5-4 普及のためのセミナー/イベントの開催(民間セクター向け)
- 5-5 市場分析
- 5-6 普及展開戦略の策定

実績

1. 実証・普及活動

カウンターパートと協力の上、パイロット実証試験開始に向けた準備を概ね完了。また、競合他社が寡占する水質モニタリング「機器売り（モノ売り）」ビジネスではなく、競合未参入の水質モニタリング業務全体を代行するビジネスへの参入を図るビジネス展開戦略を立案。

各成果に対する主な実績については下記の通り。

- 成果①「有用性及び優位性の実証」に係る活動とその結果
現状の分析方法と比べ、「WATER it」は操作面、結果取得・共有までのリードタイム面、およびコスト面で有意であることが実証された
- 成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る活動とその結果
パートタイムスタッフの研修プログラムの充実化、SNS等を利用した遠隔での現場でのトラブルシューティング対応、最適なモニタリング管理体制を構築したことで、7カ月のパイロット実証試験を通して15万以上の水質データをスケジュール通りに取得することができ、併せて新たなモニタリングの仕組みの整理を完了した
- 成果③「知識・技術の醸成」に係る活動とその結果
「WATER it」の利用方法に係る研修、パイロット実証試験の現場訪問等、CEMが積極的に「WATER it」の活用に係る知識・技術の習得に取り組んだことで、新たなモニタリングの仕組みを導入するにあたって十分な事前準備を完了した
- 成果④「体制の検討」に係る活動とその結果
本事業でのパイロット実証試験を通し、CEMよりオペテックスが提供予定のビジネスを活用したモニタリング体制の有効性を実感し、正式導入を見据えたトライアル導入を通じた体制の具体化について検討を開始する予定
- 成果⑤「事業展開計画の策定」に係る活動とその結果
本事業のカウンターパートであるVEA、およびCEM等の公的機関、および本事業の対象地域であるハノイ市周辺及び経済の中心であるホーチミン市周辺の工業団地・特区管理企業及び入居企業を主なターゲットとし、水質モニタリング業務を代行する新たなビジネスモデル(To-be)を主軸に展開する。その中でもまずはCEMおよびノイバイ工業団地を顧客として、ビジネスを開始する予定

2. ビジネス展開計画

現地の市場展開パートナー(Sakura Eco Tech 他)を通じて、市場へ展開していく予定である。新型コロナの感染拡大に伴いビジネスの展開に向けた準備が当初と比べ遅れているため、ビジネス開始時はWATER itの販売ビジネスから始め、並行してビジネスの立ち上げ準備を進める予定。

課題

		課題	対応
技術面	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> 顧客のニーズに適った（排水基準をカバーする）測定範囲での分析が可能となる測定方法を見出す必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 試薬の開発（COD_{Cr}測定向け、低濃度As向け） 高濁度向け測定手法の確立（ろ過、遠心分離等） 測定精度向上（他の測定項目を活用した濃度推定式の構築等）
	運営コスト	<ul style="list-style-type: none"> 運営側の利益分配を明確にする必要がある 導入を一層後押しできるよう、運営コストを低減する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 運営側のステークホルダーにおける役割分担の明確化 製品定価低減を達成可能な現地生産体制の構築 付帯サービスの充実、顧客ニーズに合ったカスタマイズオプションの設定
ビジネスモデル面	トラブル対応	<ul style="list-style-type: none"> トラブル発生時の対応方法を網羅的に準備する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> トラブル時の対策マニュアル、体制の整備 オペテックスベトナム、またはモニタリング代行企業にて、トラブル時の対応をするサービスを展開

事業後の展開

事業を通じて得た政府機関・自治体における実績を基に、他省の水環境モニタリング行政のマーケット、民間企業の遵法対応向けのマーケットへの参入を図る。特に民間マーケットについては、工業団地・特区内の企業を対象に水質モニタリング業務全体を代行するビジネスを展開していく予定。

調査団員構成

従事者名	担当業務	所属先
藤後 達也	業務主任者	オペテックス株式会社
上村 透	全社経営資源責任者／政府高官連携(実証事業キックオフ)	オペテックス株式会社
石井 誠治	測定試薬開発責任者	株式会社共立理化学研究所
長屋 寿	水質分析	株式会社テクノサイエンス
飯室 恵啓	開発部責任者／政府高官連携(新モニタリング体制協議)	オペテックス株式会社
藤村 直也	現地調査主担当／実証事業実施フォロー	オペテックス株式会社
立岡 功稔	製品・技術の現地対応／製品改良	オペテックス株式会社
春 優樹	製品・技術の現地対応／製品改良	オペテックス株式会社
坂本 孝	製品・技術の現地対応に向けた方針検討	オペテックス株式会社
桑原 享史	産業排水モニタリングへの製品展開／現地調査サポート	Sakura Eco Tech
原田 英典	分析機器品証試験	京都大学
加賀爪 敏明	研修コーディネート／水質データ活用アドバイス	公益財団法人 国際湖沼環境委員会
福山 周平	チーフアドバイザー	アクセンチュア株式会社
東 望	アクションプラン協議／実証事業管理／普及活動／本邦受入活動／報告書作成	アクセンチュア株式会社
葛西 翠	市場調査／ビジネス展開策定	アクセンチュア株式会社
Nguyen Linh Phuong	カウンターパート交渉／現地コーディネート	アクセンチュア株式会社

II. オプテックス株式会社の概要

企業名	オプテックス株式会社
企業所在地	滋賀県大津市雄琴 5-8-12
設立年月日	2017年(平成29年)1月1日
業種	製造業
主要事業・製品	各種センサの企画・製造、販売
資本金	350百万円
売上高	1,216百万円
従業員数	294名

第1章 事業の背景

1-1 開発課題の現状・ニーズの確認

1-1-1 政治・経済概況

(1) 政治状況

ア 概況

ベトナム社会主義共和国（以下、「ベトナム」と記す）の人口は、2017年時点で9,367万人であり、都市部に3,281万人(35%)、農村部で6,086万人(65%)である¹。ベトナムはインドネシア半島の東部に位置し、面積は、約33万km²である。ベトナムは、唯一の合法政党である共産党による一党体制の社会主義国となっている。

イ ベトナムの政治体制

ベトナムの政治体制において、最高職は党中央委員会書記長・国家元首であり、国家主席・首相・国会議長の計4人を中心とした集団指導体制となっている。現在の党書記長はグエン・フー・チョン氏、国家主席はチャン・ダイ・クアン氏、首相はグエン・スアン・フック氏、国会議長はグエン・ティ・キム・ガン氏である。書記長のグエン・フー・チョン氏以外は2016年に一新した²。

ウ ベトナムの外交方針

外交方針については、1995年の米国との国交正常化及びASEAN加盟を機に地域・国際社会との関係を強化している。1998年11月にAPECへ正式参加し、2006年にはAPEC議長を務めた。2008～2009年は、国連安全保障理事会非常任理事国、2010年はASEANの議長国を務め、2013年11月には国連人権理事会理事国（任期2014～2016年）に選出され、対外開放、地域・国際社会への統合も推進も実施している。

日越の2国間関係については、1978年末のベトナム軍によるカンボジア侵攻に伴い、1979年度以降の対越経済協力の実施を見合せてきたが、1991年10月のカンボジア和平合意を受け、1992年11月に455億円を限度とする円借款を供与した。その後、日越関係は順調に発展しており、2006年10月、ズン首相の日本公式訪問の際に、両国は「戦略的パートナーシップ」の実現に向けて2国間関係の強化を表明している。2009年4月のマイン書記長の公賓訪日の際、日越両国が戦略的な利益を共有し、アジアにおける平和と繁栄のためにも協力し合う戦略的パートナーシップを確立したことを内外に明示した。2013年1月には安倍総理が就任後最初の外遊先としてベトナムを訪問し、ズン首相との間で、地域的課題を共有し経済的に相互補完関係にある重要なパートナーとして、日越間の「戦略的パート

¹ベトナム総計総局「ベトナム統計年鑑」及びベトナム統計総務局WEB
https://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=18941 (2019/11 確認)

² 外務省「ベトナム社会主義共和国(Socialist Republic of Viet Nam) 基礎データ」
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html#section2> (2019/11 確認)

ナーシップ」を一層発展させていくことを確認した。更に、2017年1月、11月に、安倍総理は続けてベトナムを訪問し、グエン首相と首脳会談で50周年を迎えたASEANの平和と繁栄が維持されるよう、積極的に協力することを表明し、日越で緊密に連携していくことを確認した³。

(2) 経済状況

ア 概況

ベトナムは、1986年第6回共産党大会（5年毎に開催）に採択した「市場経済システムの導入」と「対外開放化を柱としたドイモイ(刷新)路線」を現在まで継続している。また、昨今は外資系企業の誘致に向けた構造改革や国際競争力の強化に取り組んでいる。2011年1月の第11回共産党大会では、共産党方針は維持しつつも、2020年までに近代工業国家に成長することを目指す方針が決定した。また、2016年1月には第12回共産党大会では、「独立・主権・領土保全」を堅持すると共に、ドイモイ路線を引き続き推進させ、国際経済への積極的な参入を進めるという目標を掲げている。

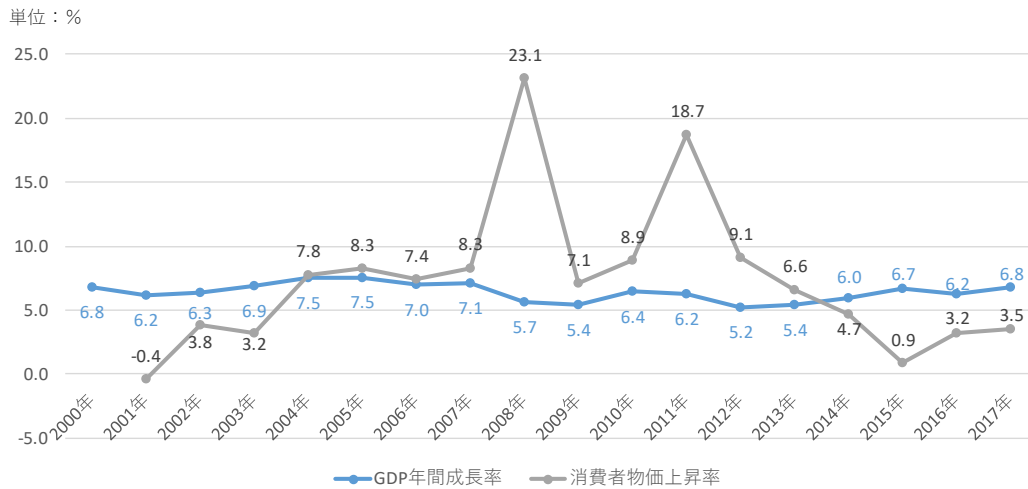
具体的には、ベトナム政府は自国製品の輸出拡大を期待し、環太平洋戦略的経済連携協定(TPP)、欧州連合(EU)、欧州経済領域(EEU)との自由貿易協定(FTA)に正式署名し、貿易の自由化を推進している。2015年12月、ベルギー・ブリュッセルにおいてベトナムEU・FTA(EVFTA)が正式に署名し、TPP協定には2016年2月に正式署名した。2019年6月時点では、EVFTAについてはベトナム政府の批准は完了、EU側の批准待ちの状況となっており、2019年第2四半期に発効の見込みとなっている⁴。ベトナム側は特にEUへの輸出額ベースで65%、品目ベースでは49%で自由化が実施される。ベトナム政府は、輸出拡大が予想される品目として、縫製品、履物、農水産品、木工製品、EU側が機械・設備、自動車、アルコール飲料、農産品などを挙げている。

イ 主要経済指標

以下に、GDP年間成長率及びインフレ率を示す。

³ 外務省「総理大臣の外国訪問一覧」http://www.mofa.go.jp/mofaj/kaidan/page24_000037.html(2019/11 確認)

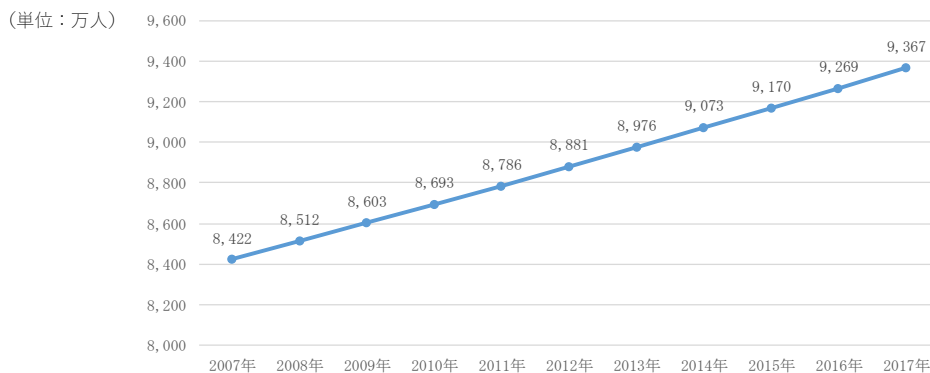
⁴ JETRO「ベトナム 世界貿易投資報告 2016年度版」<https://www.jetro.go.jp/biznews/2018/12/eb9754facdda9215.html>(2019/11 確認)



図表1 GDP年間成長率⁵及びインフレ率⁶

ベトナムの経済成長率は、世界経済危機を含む2000年～2010年においては、2008年のリーマンショックで鈍化した後に一旦回復し、海外直接投資が順調に増加したことにより、平均で約7.3%と高い水準を達成した。国内景気が上昇した一方で、2010年以降、インフレで消費者物価上昇率も急上昇したため、政府は不動産バブルとインフレに対応するため、引き締めへ転じ、2012～2014年は約5.7%と成長率が鈍化傾向になった。しかし、一時20%を超えていたインフレ率は2012年に10%を下回った。また、2017年の経済成長率は6.8%となり、政府目標の6.2%を上回った。消費者物価上昇率は2017年平均で3.5%と政府の当初目標である5.0%を下回り、着実に経済成長を遂げている⁷。

以下に人口及び一人当たりのGDPの推移を示す。



図表2 人口⁸

⁵ ベトナム総計総局「ベトナム統計年鑑」及びベトナム統計総務局 WEB

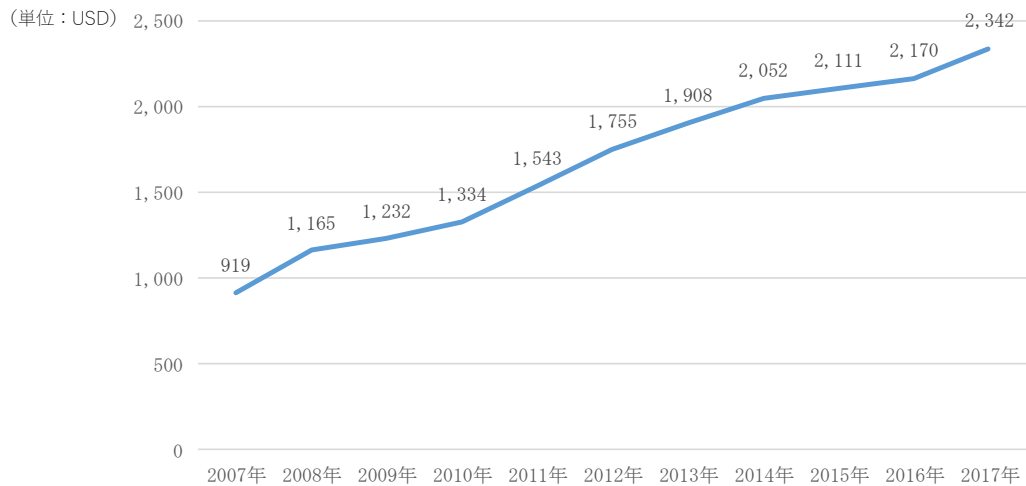
https://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=18941 (2019/11 確認)

⁶ 世界銀行「Inflation as measured by the consumer price index reflects the annual percentage」

<https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?end=2017&locations=VN&start=2007> (2019/11 確認)

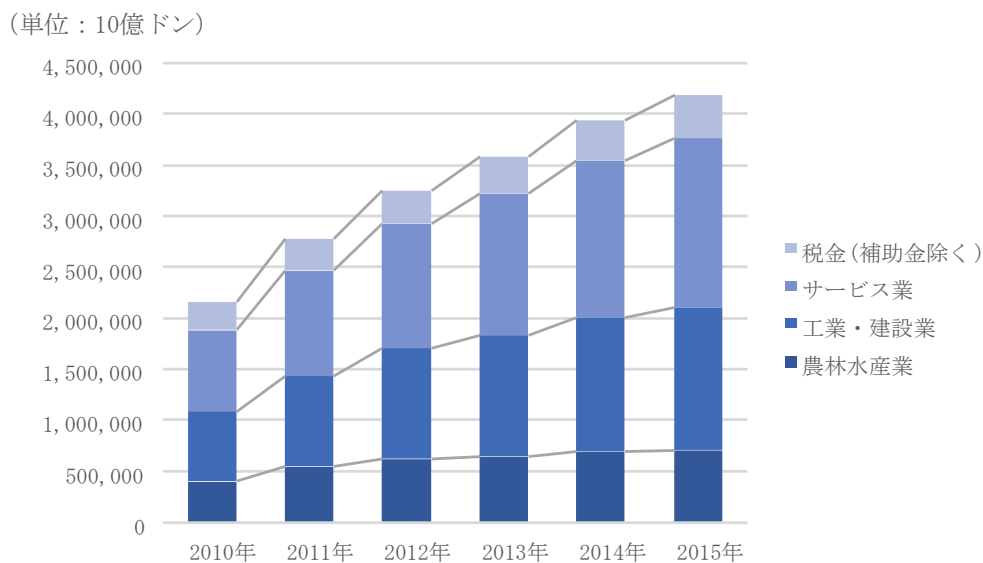
⁷ 世界銀行「Inflation CPI」 <http://data.worldbank.org/country/vietnam> (2019/11 確認)

⁸ 世界銀行データベース <http://data.worldbank.org/country/vietnam> (2019/11 確認)



図表 3 一人当たり GDP⁹

ベトナムの人口は増加しているが、経済成長もしているため、一人当たり GDP もここ 10 年で上昇している。一人当たり GDP は、2007 年に 919 米ドルであったが、2008 年には 1,000 米ドル、2014 年には 2,000 米ドルを超え、2017 年には 2,342 米ドルにまで上昇している。以下に、GDP 推移とその産業別構成比を示す。



図表 4 GDP 推移と GDP 産業別構成比⁹

産業別構成比においては、工業・建設業及びサービス業の成長が著しい。2015 年の実質 GDP 成長率は 6.7% で、政府目標の 6.2% を上回った。産業別では、工業・建設業が 9.6% 増、

⁹ ベトナム総計総局「ベトナム統計年鑑」及びベトナム統計総務局 WEB サイト https://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=18941 (2019/11 確認)

サービス業が 6.3%増、農林水産業が 2.4%増で、工業・建設業の伸びが最も大きい。

このように、ベトナムは政治も経済成長も安定しており、海外からの投資や自由貿易も歓迎しており、海外企業がビジネス展開する環境が整っている。

1-1-2 本事業に関連する開発課題の現状

(1) 水質汚染に係る課題

ア 概況

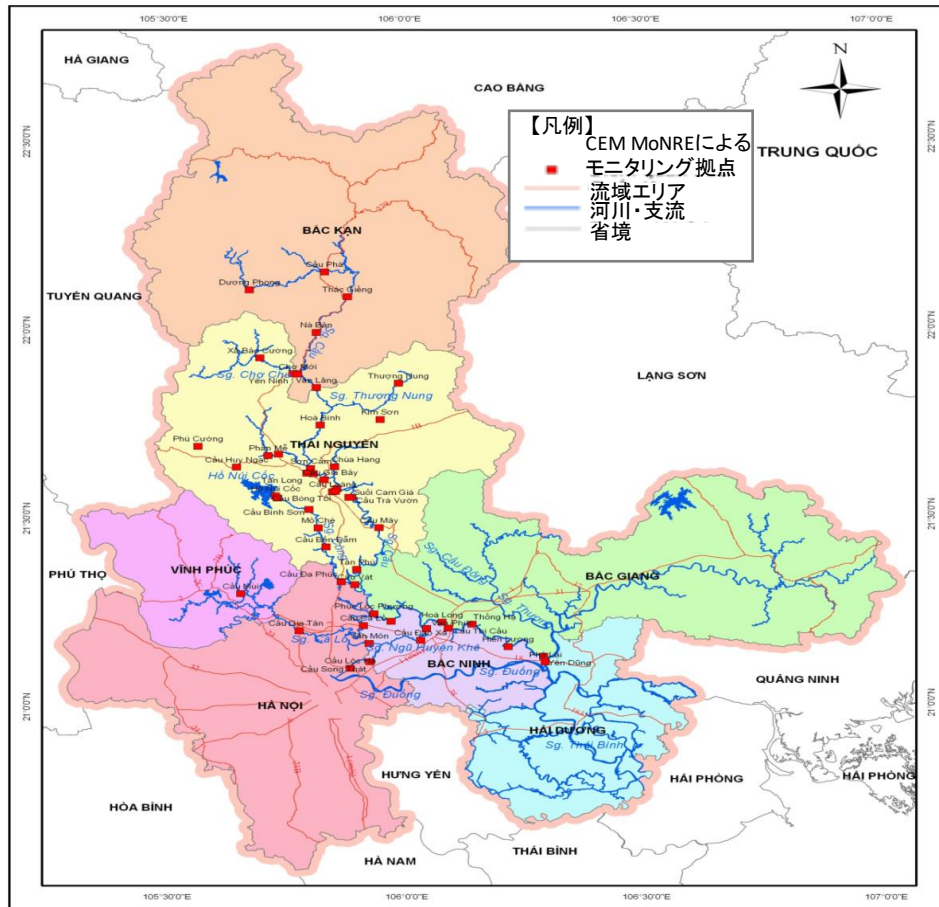
ベトナムにおいては、近年の飛躍的な経済成長に伴う工業化、都市化により、未処理の産業排水、生活排水等の流入による河川の汚染が深刻な問題となっている。

特に MoNRE では、2014 年より施行した改訂環境保護法に基づき、流域環境管理の強化が必要な地域として、3 つの重要流域（北経済水域（カウ川流域等）、ヌエ・ダイ川流域、ドンナイ川流域）において流域環境管理計画を策定している¹⁰。当該流域における水質汚染状況は警戒レベルに達しており、政府の定める汚染物質の基準値を大幅に上回る地点も存在する¹¹。以下に本事業の対象とするカウ川の地図と概要を示す。

- ・ 本流の全長：約 290km
- ・ 支流数：26
- ・ 支流も含めた全長：約 670km
- ・ 流域面積：6,000km²
- ・ 流域に含まれる省・市：7省市（バクカン省、タイグエン省、バクザン省、バクニン省、ハイズオン省、ヴィンフック省、ハノイ市）
- ・ カウ川に放流される年間排水量：48 億 m³

¹⁰ JICA「ベトナム社会主義民主共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書（2015年8月）」

¹¹ 環境省「ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術ニーズ（最終更新日 2016年4月1日）」（2019/11 確認）



図表 5 カウ川流域地図¹²

カウ川の水質汚染は、タイグエン省内の都市排水、鉱山活動からの排水、バクニン省とバクザン省の都市排水、流域地帯に点在する工業団地ならびに工芸村からの排水が主な原因である¹³。

カウ川流域では、以下のようなセクターが排水を行っており、これらのセクターからの排水は年間約 7,000 万 m³ となっている。

- ・ 工業団地 (Industrial Park 及び Industrial Zone) : 132
- ・ 工芸村 : 141
- ・ 医療関係施設 : 246
- ・ 工業団地・工芸村に属さない中小企業 : 3,500

カウ川流域の 6 省 1 市のうちの 1 つ、タイグエン省からカウ川へ放流される工業排水は

¹² CEM 「Overview of Water Monitoring Programs in Cau River Basin (2010-2015)」

¹³ JICA 「ベトナム社会主義民主共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書 (2015 年 8 月)」

2015年時点で年間1900万m³であるが、同省からの工業排水排出量の今後の年間増加率は年22%と予測¹⁴されており、今後もタイグエン省のみでなく、カウ川の流域全体で排水量が増加していくことが見込まれる。

イ 汚染状況

ベトナムでは、「Decision No. 879/QĐ-IDUs(2011年1月7日)」に基づき、WQI(Water Quality Indicator：水質基準)が設けられている。WQIでは、主要汚染物質の測定状況を総合し、河川の汚染度の概況が示される。以下に、WQI値を基にした5区分を示す。

図表6 WQIの区分¹⁵

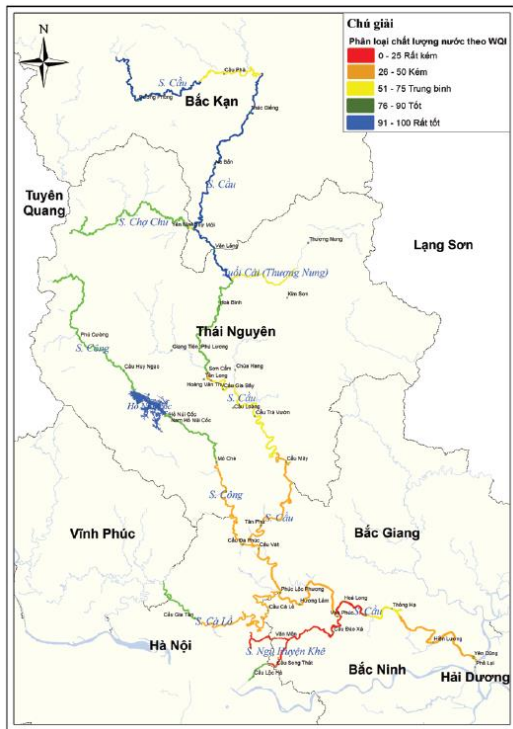
WQI 値	説明	表現色
91-100	非常に良質（処理がなくとも生活用水に利用可能）	青
76-90	生活用水に利用可能（しかし、適切な処理が必要）	緑
51-75	灌漑等農業用水として利用可能	黄
26-50	交通用水として利用可能	赤
0-25	利用不可能な汚染水（今後適切な処理が必要）	赤

上記WQI区分に基づいた、2011年～2014年のカウ川流域の水質汚染状況を以下に示す。

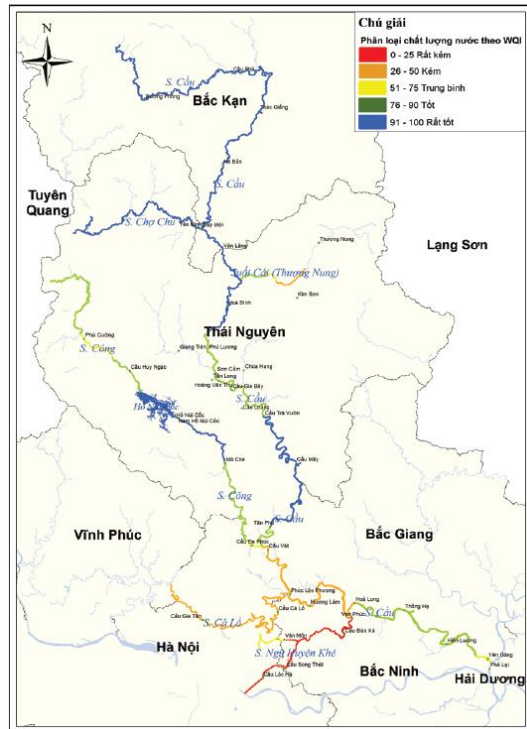
¹⁴ MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

¹⁵ MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

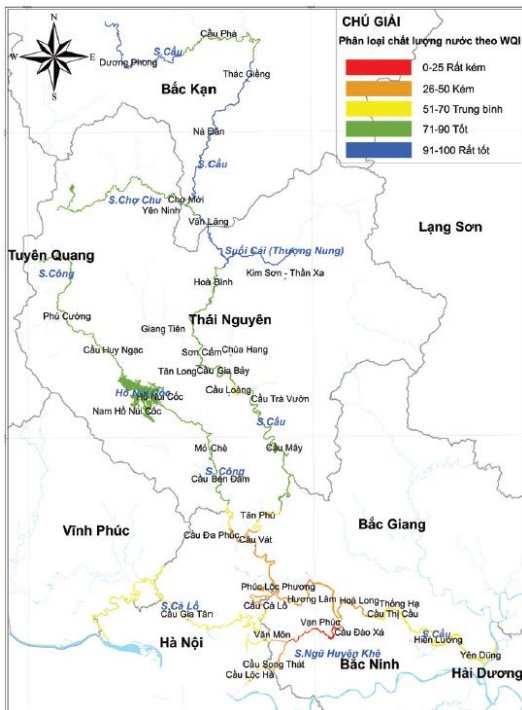
2011年



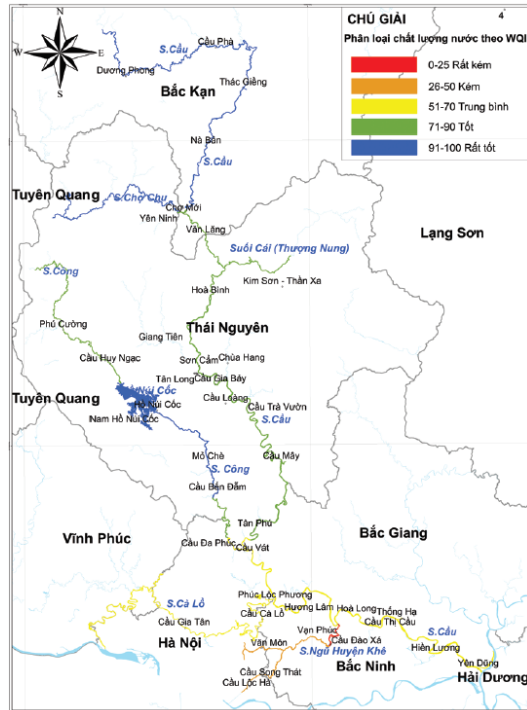
2012年



2013年



2014年



図表 7 WQI 値に基づく水質改善状況 (2011~2014 年) 16

16 MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

上~中流域では生活用水にも適する水準の水質まで改善を見せている地域もあるが、タイグエン省の一部では、2012年にWQI最上区分(WQI値91-100)まで改善した地域でも、その後1段階下の水質水準まで低下している。

バクザン省、バクニン省、ハイズオン省、ヴィンフック省、ハノイ市等下流域では、生活用水に適する水準に達している流域は極めて少ない。また、2014年までの4年間で、多くの流域において水質状況は過去の水準を維持、もしくは悪化させており、水質が改善傾向にあるとは言い難い。

カウ川で主に課題となっている汚染物質は、有機物(organic)、栄養素(nutrients)、浮遊物質(suspended solids)である。

特に、下流域の支流であるグーフインケ川(Sông Ngũ Huyện Khê)では、周囲の工芸村からの排水が適切に処理・管理されていないことが原因となって、汚染状況が特に深刻である。

以下に示す通り、グーフインケ川の色は黒に近く、固形廃棄物がそのまま川に投機されている箇所も存在し、悪臭を発している。



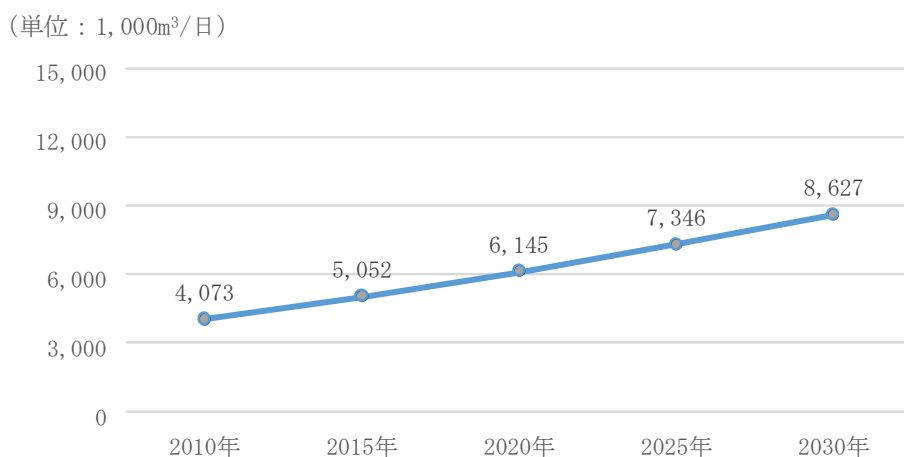
図表8 グーフインケ川とカウ川本流の合流地点における視察¹⁷

ウ 今後の見通し

今後の継続的な経済発展の可能性を背景に、ベトナムにおける都市排水、工業団地からの排水量は大幅に増加していく見通しである。

以下に、2030年までのベトナムの全都市での排水排出量の推計を示す。

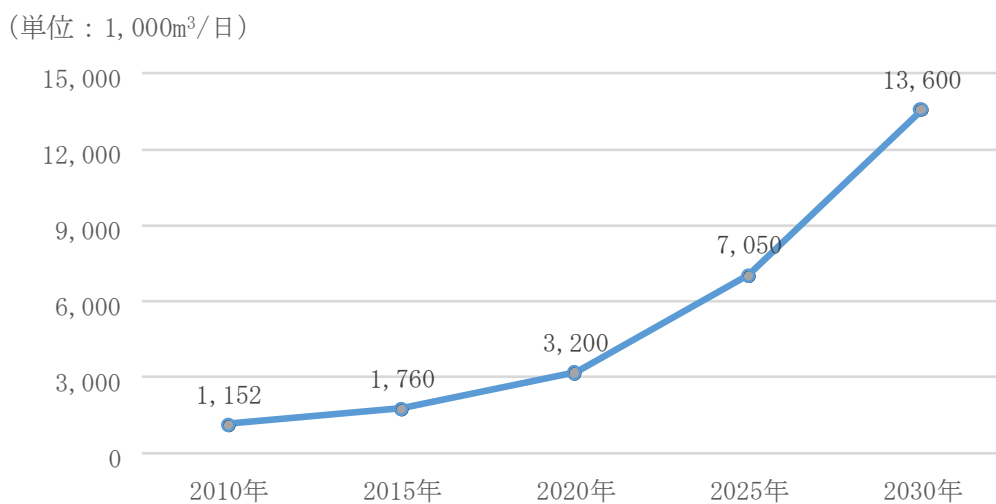
¹⁷ JICA 調査団撮影 (2016/11/15、2016/11/25)



図表 9 都市排水総排出量推計（～2030年）¹⁸

都市部での人口増加を背景に、都市部での排水は2015年と比べ、2020年には1.2倍、2025年には1.5倍、2030年には1.7倍となると推計されている。

都市排水以上に、急速な排水量の増加が見込まれているのが工業団地からの排水である。2013年時点でのベトナムの工業団地数は全国289ヶ所、総面積は81,000ha超¹⁹にのぼるが、2030年の推定工業団地総面積は200,000haと、2013年時点の2.5倍になると予測されている。以下に、2030年までのベトナムの全工業団地での排水排出量の推計を示す。



図表 10 都市排水総排出量推計（～2030年）²⁰

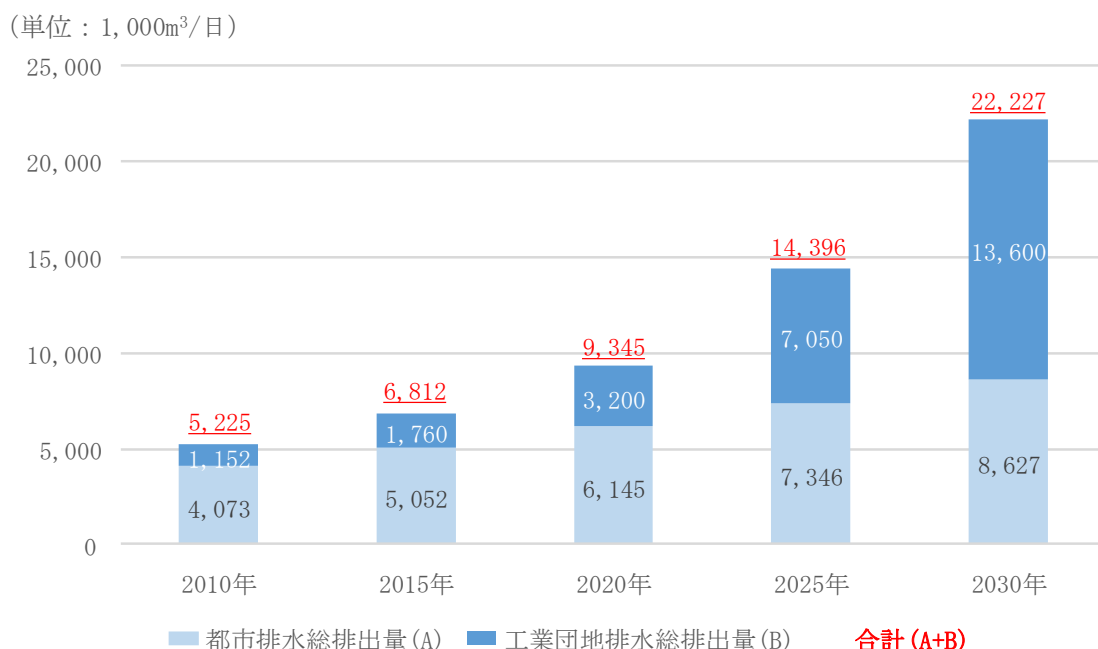
¹⁸ ベトナム商工省産業安全技術局「ベトナムにおける環境産業の発展と日本企業への期待」（環境省、関西・アジア 環境・省エネビジネス交流推進フォーラム、大阪商工会議所主催「ベトナムにおける日本の排水処理技術普及のためのセミナー（2013年2月20日開催）」におけるベトナム商工省産業安全技術環境局管理部長 Hoang Van Tam 氏発表資料）

¹⁹ 岡山県ベトナムビジネスサポートデスク「ベトナムにおける工業団地・外資系企業の排水処理の事情」

²⁰ 岡山県ベトナムビジネスサポートデスク「ベトナムにおける工業団地・外資系企業の排水処理の事情」を元に JICA 調査団作成

前述の通り、工業化の促進に向けた工業団地面積の拡大を背景に、工業団地からの排水は2015年と比べ、2020年には1.8倍に拡大する。2020年以降は、排水量の増大がさらに加速する見込みであり、2015年比で2025年には4.0倍、2030年には7.7倍となるとの推計になっている。

以下に示す通り、2015年時点では都市排水量が工業団地からの排水量の2.9倍となっているが、2025年にはその比率がほぼ同等となり、2030年には工業団地からの排水量が、都市排水量を大幅に上回る予測である。1-3-2に後述するが、この将来予測に則り、ベトナム政府では工業団地を含む民間セクターからの排水に対する基準の策定・強化、行政機関等に対する報告の義務化・報告頻度の増加、工場へのモニタリング機器の設置の義務付け、適切な排水処理・モニタリング・報告等がなされなかった場合の罰則の強化等を進めている。



図表 11 都市排水総排出量、工業団地総排出量、及び両者合計排出量推計（～2030年）²¹

工業排水の増加が主となり、合計の排水排出量も2020年以降、大幅に増加することが推定されている。2015年と比べ、2020年には1.4倍、2025年には2.1倍、2030年には3.3倍となると推計されている。

また、政府から認定を受けた工業団地以外にも、複数の工場が集積する準工業地区 (Industrial Complexes) が全国に660ヶ所以上、さらに小規模な工芸村が5,000ヶ所以上存在しており²²、

²¹ 岡山県ベトナムビジネスサポートデスク「ベトナムにおける工業団地・外資系企業の排水処理の事情」を元に JICA 調査団作成

²² Environmental Science Institute. VEA “Current Situation and Policies on Wastewater management in Vietnam” (Deputy

これらの工場集積地からの排水量に関する統計情報は現時点では得られていないため、ベトナム全土での現状の排水量及びその将来規模は、さらに大きなものであると推測される。これらの状況に鑑み、今後、適切な水管理計画の策定・施行、水処理施設の導入、水質モニタリングに係るニーズはさらに高まっていくと考えられる。

(2) 水質管理に係る課題

ア 概況

カウ川においては MoNRE 及び DoNRE による水質モニタリングが実施されている。MoNRE 及び主要な DoNRE では、モニタリング担当部署[環境モニタリングセンター (Center for Environmental Monitoring : CEM) 等が設置され、環境モニタリングを実施している。MoNRE は主に流域全体の水質を把握するためのモニタリングを実施しており、地方省の DoNRE では地方省毎にモニタリング計画を定めて実施している。一方で、流域環境管理の観点からのモニタリング面での連携や、組織間の情報交換は乏しい。そのため、モニタリングの頻度や実施時期、測定項目などは地方省によって異なっている。また、モニタリング計画は年ごとに定められており、年によって測定地点、頻度、項目も異なる場合がある²³。

以下に、カウ川流域での MoNRE、DoNRE (一部) のモニタリング実施状況を示す。

図表 12 カウ川流域での MoNRE、DoNRE (一部) のモニタリング実施状況²⁴

実施主体	モニタリング拠点数 (河川のみ)	モニタリング頻度 (年間)	測定項目
【中央省】 MoNRE	42	6	32
【カウ川流域】 DoNRE			
タイグエン省	63	2-6	23
バクザン省	50	2	21
バクニン省	52	4	19
ハイズオン省	46	4	26
バクカン省	39	3	17
ヴィンフック省	53	6	20

モニタリング頻度に着目すると、上記の中では最高でも年に 6 回程度のモニタリングしか実施できておらず、河川が工場の事故等、何らかの原因で著しい汚染状況に陥った際に迅速に状況の把握ができない状態にあると言える。

Director、 Bui Hoai Nam 氏 2016 年 7 月講演資料)

²³ JICA 「ベトナム社会主義共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書 (2015 年 8 月)」

²⁴ CEM へのヒアリングによる (2019 年 11 月)

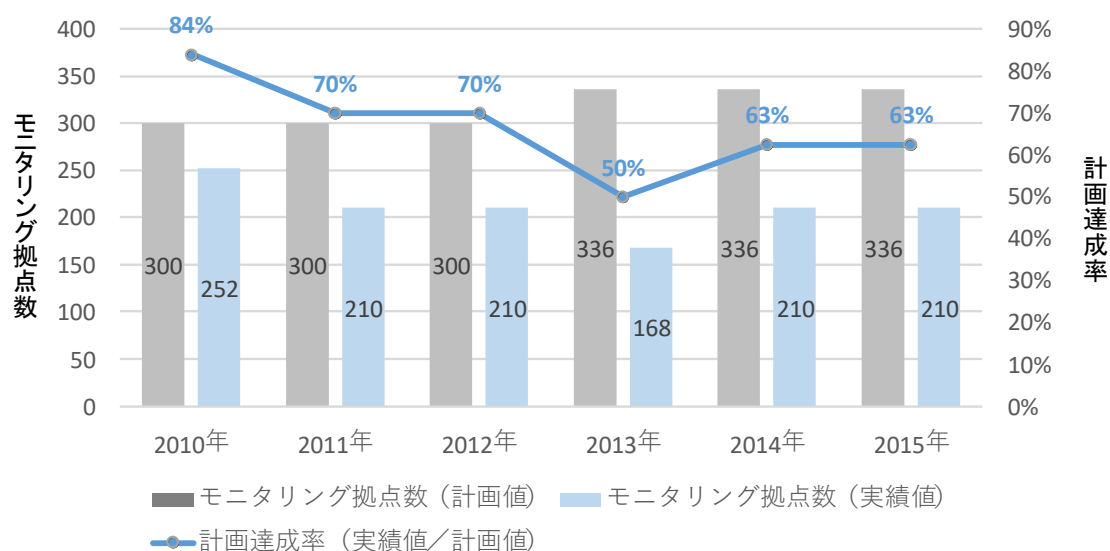
測定項目に関しては、詳細は後述するが、MoNRE は水質関係の環境基準としてベトナム国家基準（QCVN）を地表水、地下水、産業排水等のカテゴリ別に制定している。モニタリング行政が法制度に則って実施されていれば、全ての MoNRE、DoNRE において測定項目数・名称は同一となるはずだが、実態として基準が守られているとは言い難い。

また、ドンナイ省等、モニタリング拠点数が著しく少ない地域も存在する。

総じて、ベトナムにおける水質モニタリング行政においては、モニタリング頻度の低さ、測定項目のばらつき、基準の不統一や行政上の目標値と実態の乖離、モニタリング拠点数の不足、行政機関間の連携不足が課題となっていると言える。

イ モニタリング拠点数・頻度に関する目標と実態の乖離（カウ川）

以下に、CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング拠点数の計画値と実績値の比較を示す。

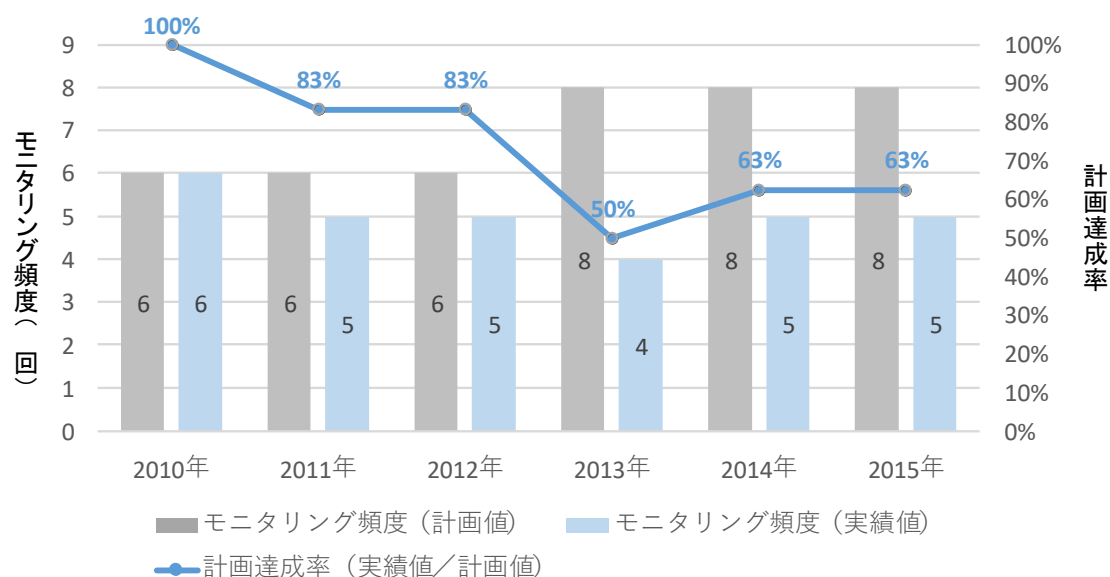


図表 13 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング拠点数の計画値、実績値、計画達成率（2010～2015年）²⁵

モニタリング拠点数の計画値は 2012 年までは 300 拠点、2013 年以降は 336 拠点に増加している。しかし、実際の拠点数は 2010 年から 2011 年の間に 42 拠点減少し、2011 年以降の拠点数は横ばいとなっており、（2013 年には 168 拠点に一時減少した。）計画達成率は減少の一途を辿っている。このことから、カウ川において、CEM MoNRE においてモニタリング拠点数を増やすというニーズがあるものの、実際には予算や人員が不足しており、実現が非常に難しい状況にあることがうかがえる。

²⁵ CEM ヒアリングにより JICA 調査団作成（2019/06）

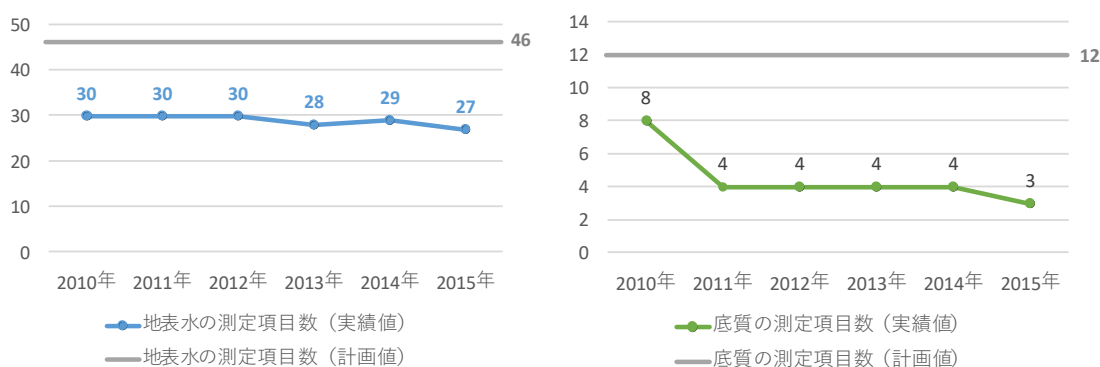
また、以下に示す通り、モニタリング頻度についても、計画値と目標値の乖離が発生しており、計画達成率が減少傾向にあるだけでなく、モニタリング頻度も過去 5 年で増加していない。



図表 14 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング頻度の計画値、実績値、計画達成率 (2010～2015 年) ²⁶

なお、以下に示す通り、2010 年～2015 年の期間において、測定項目数も減少しており、測定項目の増加がモニタリング拠点数・頻度の要因ではないと判断できる。

地表水、底質ともに、モニタリング項目においても、目標値に到達できていないという現状がある。



図表 15 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング項目の計画値、実績値、計画達成率 (左図：地表水、右図：底質) ²⁷

²⁶ CEM ヒアリングにより JICA 調査団作成 (2019/06)

²⁷ CEM ヒアリングにより JICA 調査団作成 (2019/06)

水質汚染の改善策を検討するには、広範囲でのモニタリングが前提となるが、予算不足・人材不足等により河川流域に十分な数のモニタリング拠点を設置できていない。

上記のカウ川流域の場合、モニタリング拠点は 325 地点[天然環境資源省 (Ministry of Natural Resources and Environment: MoNRE) 直轄 42 地点、地方省天然環境資源部 (Department of Natural Resources and Environment: DoNRE) 直轄 283 地点]存在し、それぞれ年に 1 回～6 回の頻度でしかモニタリングが実施されておらず、原因特定と改善策の検討が不十分な状況にある。

1-1-3 政策・法制度

(1) 国家による環境資源管理行政

ア 天然環境資源省 (Ministry of Natural Resources and Environment : MoNRE) ²⁸

2002 年 8 月の国会により、政府の省庁及び地方省レベルの機関の組織リストが公布され、国家環境管理機関は 1993 年に設立された科学技術環境省 (MoSTE) から新設された天然資源環境省 (MoNRE) に移管された。MoNRE は、土地利用管理局、水文気象局、国家環境庁、地質鉱物局、地質鉱物部、水資源管理・灌漑管理部局といったさまざまな部局、官庁が合併することによって設立された。現在の MoNRE は、政府の中央汚染管理組織と国家全体の環境維持のための主要な規制組織となっている。

水環境管理分野における MoNRE の現在の職務、権限は以下のように定められている。

- 1) 環境汚染の防止・管理、自然・生態系の保全、環境改善等の環境保護に関する法律の立案、政策の実施における指導、検証、組織化
- 2) 環境に関する国の技術基準、法律を基とした排水に関する国の技術基準の制定における指導、検証、省、部門、分野、地方ごとのマスタープランや開発計画における環境基準の制定に関する指導、検証
- 3) 国家環境報告書、環境テーマごとの報告書の作成、国レベルの環境状況の評価・予測、地域やエリアごとの環境負荷容量算出の体系化、中央省庁、部門、分野、地方省人民委員会、中核都市が作成する環境状況報告書、環境影響評価書の指導を目的とした環境指標や環境基準の制定、及び発布、国の関連機関への環境指標や環境基準の発布
- 4) 国全体における戦略的環境報告書、環境影響評価書、環境保護に対する責務の証明の登録における評価及び承認の指導、及び分析、戦略的環境アセスメント報告書の評価の体系化、環境影響評価書の評価・承認の体系化
- 5) 国または省をまたぐ汚染エリアを確定するための調査機関の管理・調整、環境影響の特定、環境汚染や劣化の改善の体系化の指導、環境の改善
- 6) 深刻な汚染施設のリストの作成、改訂、及び補完の指導、法に従った汚染被害に対する

²⁸ JICA 「ベトナム社会主義共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書 (2015 年 8 月)」

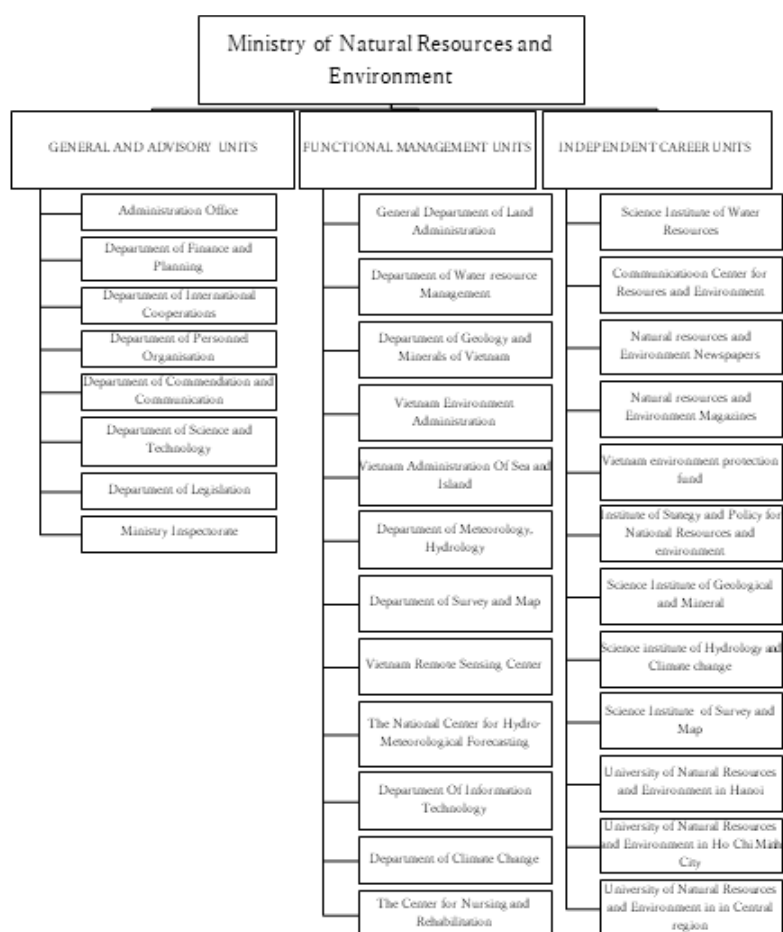
取り組み及び回復における責務の確認、及び査察

7) 国家環境モニタリングシステムのマスタープラン実施のための枠組みと組織の管理、環境モニタリング活動の指導・確認、環境モニタリング計画の検証の確認、環境モニタリングデータの統一、及び一元的管理

8) 法に従った環境に優しい施設や製品の登録・認定、環境に優しい活動の認証実施のための指導及び体系化

9) 環境保護に関連した普及メカニズム、政策、税金、料金、課金やその他の歳入の財源、その他優遇措置に係る権限の制定・発布、関連機関への提出のための調整、及び管理

以下に、MoNRE の組織構造を示す。



図表 16 MoNRE の組織構造²⁹

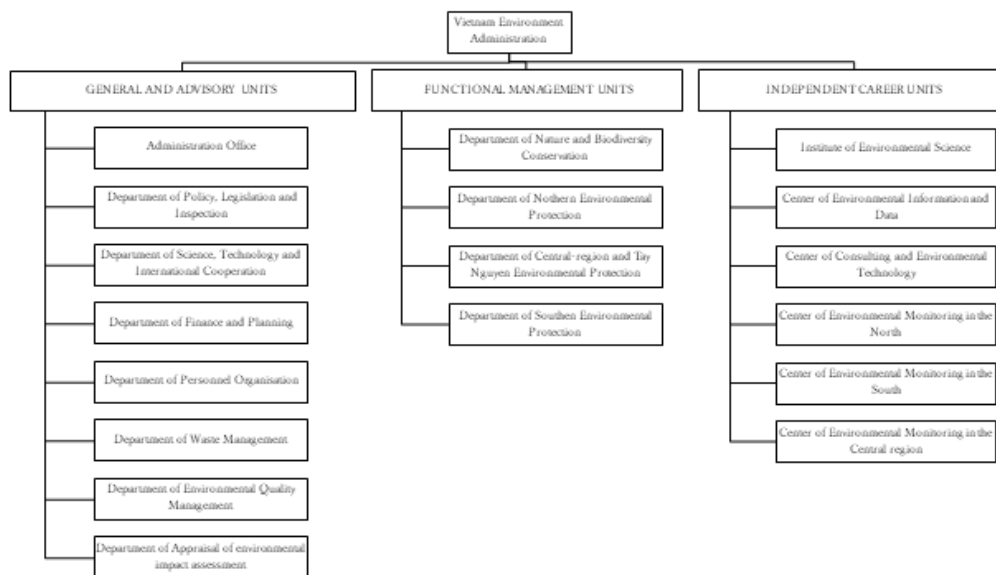
イ ベトナム環境総局 (Vietnam Environment Administration: VEA)

ベトナム環境総局 (VEA) は、2008 年に再編された組織であり、MoNRE の傘下に位置づ

²⁹ MoNRE Web サイトを元に JICA 調査団作成

けられている。VEA は、ベトナムにおいて国の環境管理、特に汚染の予防や汚染管理のための最も強い権限を持つ。VEA の最も重要な役割は、汚染の予防、環境改善、自然保護、環境技術の促進、環境意識の啓発等を含む包括的な国の環境管理活動の実施において MoNRE のリーダーシップを支援することである²⁸。

以下に、VEA の組織構造を示す。



図表 17 VEA の組織構造³⁰

ウ 環境モニタリングセンター (Center for Environmental Monitoring)³¹

CEM は VEA の傘下に設置された、VEA の業務のうちの 1 つである環境モニタリング行政の執行をサポートする実務機関である。(地方省にも環境モニタリングセンターが設置されているケースがあるため、それらとの区別のため、本稿では CEM MoNRE という略称を用いる。)

CEM MoNRE の役割は、環境モニタリング、環境品質評価、各種検査（環境計測に使用される、ベトナム国内で販売される製品の校正テスト等）、環境管理に係るデータの収集・分析、環境モニタリングに係る各種情報技術の活用、環境品質に係るレポートの作成である。国家レベルでの水質計測については、CEM MoNRE が実務機関として当該機関内のラボまたはモニタリング拠点に設置している連続自動計測器等を用い、実施している。

他にも、河川等のモニタリングだけでなく、民間セクターや研究機関等、様々な組織の求めに応じ、水質検査サービスを有料で提供している。

2019 年 1 月より、ベトナム各地における水質管理や異常への迅速な対応のため、CEM

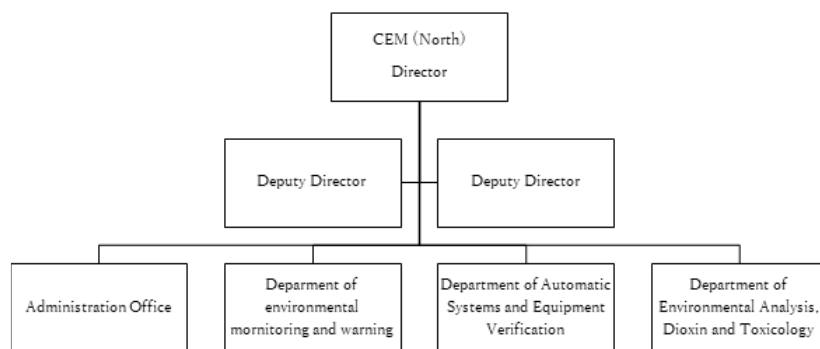
³⁰ VEA Web サイトを元に JICA 調査団作成

³¹ CEM MoNRE Web サイトより JICA 調査団作成

MoNRE は管轄する地域によりそれぞれ独立した 3 つの組織に分割された (CEM North MoNRE、CEM Central MoNRE、CEM South MoNRE)。以下に、それぞれの組織構造を示す。

➤ CEM North MoNRE

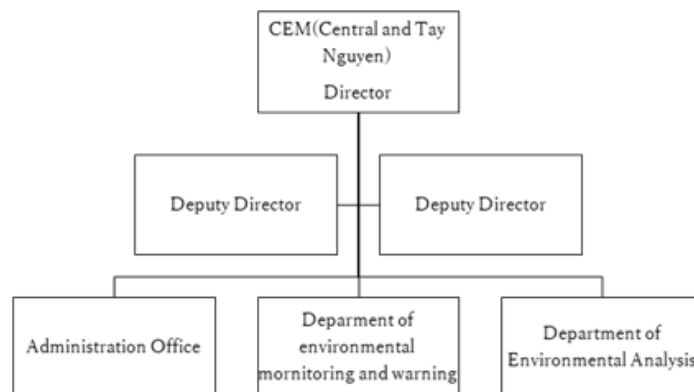
3 つの CEM MoNRE の中心的な役割を担い、ハノイ市を含むベトナム北部を管轄。国家レベルのプロジェクト、環境問題が発生した場合の主管はすべて CEM North MoNRE となる。また、環境計測に使用されるベトナム国内で販売される製品の校正テスト等の機器の各種検査についても、CEM North MoNRE が担う。



図表 18 CEM North MoNRE の組織構造³²

➤ CEM Central MoNRE

ダナン市を含むベトナム中部を管轄。環境モニタリング、環境品質評価（各種分析、レポートニング）を実施。



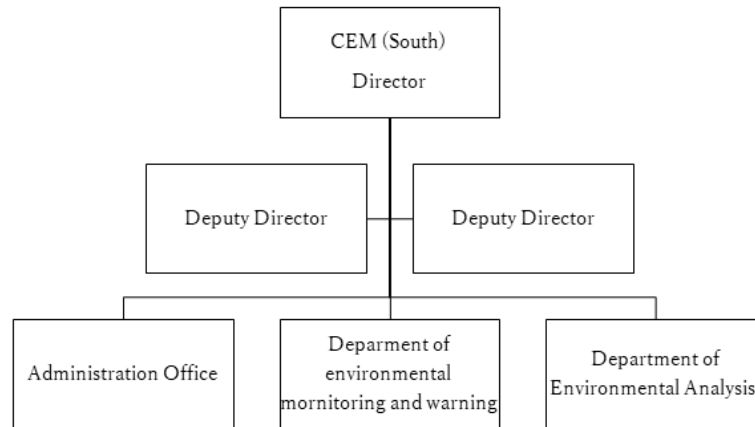
図表 19 CEM Central MoNRE の組織構造³³

³² CEM MoNRE Web サイト、CEM Northern MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

³³ CEM MoNRE Web サイト、CEM MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

➤ CEM South MoNRE

ホーチミン市を含むベトナム南部を管轄。環境モニタリング、環境品質評価（各種分析、レポートイング）を実施。



図表 20 CEM South MoNRE の組織構造³⁴

エ 環境警察（Police Department of Environmental Crime Prevention: C49）³⁵

2006 年に環境の違反に対する査察の実施や罰金などの行政処分の提案を目的として、公安省（MoPS）のもとに設立された環境管理警察機関である。環境警察は、中央省庁（公安省）のもとに設立された C49 と、地方省レベルの PC49 に分類される。

環境警察の主な役割は、環境の違反に対する査察の実施や罰金などの行政処分の提案である。環境保護法等、環境管理に係る法規違反が発覚した場合や容疑がある場合、住民からの通報を受けた場合等に、警察権を行使し、捜査を実施している。C49 は MoNRE/VEA と査察チームを結成し、立入検査を行うこともある。

(2) 地方レベルでの環境資源管理行政

ア 地方省人民委員会（Provincial People's Committee: PPC³⁶

2015 年に改訂された環境保護法において、PPC は地方省の管理機関として、中央政府の下、環境管理を直接的に執行する機関であると定められている。地方レベルの環境管理行政は、基本的に国家レベルのラインミニストリー（MoNRE－VEA－CEM）に沿った形で部局が設置されており、PPC は国家レベルにおける MoNRE に相当する。

PPC における役割と責務は、以下の通りである。

- 1) 環境保全に関する地方省の規制、メカニズム、政策、プログラム、計画を公布すること

³⁴ CEM MoNRE Web サイト、CEM MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

³⁵ 環境省「ベトナムにおける産業排水対策に係る現状、政策動向と課題」、ならびに工業団地、ディストリビューターへのインタビューによる

³⁶ CEM MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

- 2) 環境保全に関する戦略、プログラム、計画、職務の実施についての管理、及び組織化
- 3) 地方環境モニタリングシステムの構築、及び運営の管理
- 4) 環境状況の定期的な評価の管理
- 5) 省内の環境影響評価報告書（EIA）の審査、及び承認
- 6) 環境保全に関する法律の宣伝及び知識の組織化
- 7) 環境保全に関する法律の違反に対する監督、査察、及び対応、環境保全に関連する苦情、告発等の法律にのっとりた紛争、告発、陳情の対応、複数省にまたがる環境問題に対する他 PPC との調整

イ 天然環境資源部（Department of Natural Resources and Environment: DoNRE）³⁷

PPCのもと、実際の環境管理については DoNRE が大きな役割を担っている。2003 年 4 月の MoNRE 設立後、各地方省・市、環境管理分野を専門とする組織として DoNRE が設立された。実態の役割・位置づけとしては、DoNRE は国家レベルでの VEA に相当する。

地方省・市の人口、工業開発、経済規模の大小によって環境管理や環境保全に対する必要性が異なるため、DoNRE の構成や規模、組織、機能は各地方省・市によって異なっている。

以下に、DoNRE の一般的な機能、権限を示す。

- 1) 定期的な地域の環境状況の評価、環境汚染地域の調査及び特定、地域レベルの軽微、ないしは深刻な環境汚染の施設のリストの作成、法令で規定された PPC、及び MoNRE への定期的な報告、汚染施設から発生する環境事故処理の対策、立入検査の実施
- 2) PPC が任命する環境事故により生じる汚染処理や予防のための人員動員計画策定、及び実施に係る関連機関の調整・運営
- 3) 法令で規定された有害廃棄物の排出者、収集・運搬業者、処理施設所有者に対する免許の付与、更新、取消、廃棄物の輸入資格の条件に係わる指導、査察、証明書の付与
- 4) PPC が規定する権限内での戦略的環境アセスメント(SEA)評価書、環境影響評価(EIA)報告書、環境保護プロジェクト(EPP)、国立公園設立や生物多様性関連プロジェクトの審査、承認後実施段階における指導、検査
- 5) PPC が指定する環境的景観の改善や復元、保全に関するプログラムやプロジェクト実施に関する調整、及び運営、湿地の持続的開発、及び保全
- 6) 法令で規定する環境モニタリングシステムの指導、組織化、管理、地域レベルの環境統計データやインベントリーの作成、データの保管
- 7) DONRE 所掌内での環境保全に関する普及活動の実施
- 8) 法令で規定された環境影響評価報告書の審査費用、廃棄物に係る環境課徴金の徴収

³⁷ CEM MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

9) 地域の関連機関や施設の環境保全のための行政費用の調整、人民評議会へ報告する人民委員会と財務部との調整、省人民委員会が指定する環境保全の地方基金管理に係る財務部との調整、及び運営

ウ 地方環境警察 (PC49) ³²

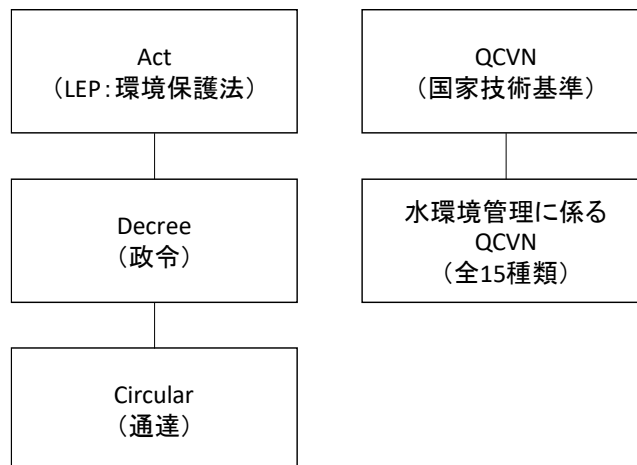
前述の通り、地方の省・県・直轄市にも環境警察組織が存在する。PC49 の役割は C49 と同様であり、環境の違反に対する査察の実施や罰金などの行政処分の提案である。環境保護法等、環境管理に係る法規違反が発覚した場合や容疑がある場合、住民からの通報を受けた場合等に、警察権を行使し、捜査を実施している。PC49 は、自省の DoNRE と協働し、立入検査を行うことがある。

エ 工業団地管理局 (Industrial Zone Management Board : IZMB) ³⁸

各地方省の工業地区等における環境管理は PPC 内の工業団地管理局 (IZMB) が一元的に行い、企業内の環境管理、環境活動、環境保全について、包括的な責任を負っている。IZMB の上部組織として工業団地管理委員会が設置され、DoNRE もそのメンバーである。IZMB の環境管理活動は、各工業団地等からの環境アセスメント報告書の審査、定期的な環境モニタリング、排水排出、排水処理、登録等である。併せて、企業の環境活動や管理について、DoNRE へ定期的に報告している。

(3) 環境管理・保護に関する政策・法規

ベトナムにおける環境管理・保護に関する政策・法規のうち、本事業において特に留意すべきもの、ならびに直近の動向について、以下に記す。



図表 21 環境管理に係るベトナムの主な政策・法規の構造³⁹

³⁸ CEM MoNRE へのインタビューにより JICA 調査団作成

³⁹ JETRO ハノイ事務所「改訂環境保護法 (2015/01/01 施行) 等の環境法規の動向について (2015 年 3 月)」より JICA 調査団作成

(1) - 1 環境保護法 (2014 年改訂、LAW No.55/2014/QH13) ⁴⁰

環境保護法 (Law on Environmental Protection : LEP) はベトナムにおける環境保護に係る基本規則を定めた重要な法律であり、ベトナムの環境政策のほとんどは、環境保護法を根拠法としている。環境保護法は水環境管理の基本的なガイドラインという性質を持っているため、当該法の施行のためには、多くの政令 (Decree)、通達 (Circular)、また決定 (Decision) が作成され、環境行政事務の実際の執行を指導するための細則が定められており、その全体像は複雑になっている。

LEP は 1993 年に初めて制定され、2005 年の改訂を経て、2015 年に 3 度目の改訂が行われた。最新の環境保護法の改正点のうち、水環境管理政策に関連するものを以下に記す。

図表 22 環境保護法改正点の要点 (水環境管理政策に関するものを抜粋) ⁴¹

対象	改正点
全体概念	環境保護が国民すべての義務であることを明確に定義
	グリーン成長、グリーン経済の概念の追加
対事業者	自動排水モニタリング装置設置義務の追加 [工場及び工業団地 (Industrial Zone : IZ)]
	工芸村の環境対策の義務化
	地下水汚染者の汚染対策の明確化
	環境保護公約 (EPC) の削除と、環境保護計画 (Environmental Protection Plan) の追加
	認証された環境管理システム導入及び登録の義務化
対行政機関	国、省レベルの環境保護計画立案の追加
	コミュニケーションレベルにおける環境保護住民管理ユニットの設立支援
	汚染事項防止対策及び除去に関する責任の明確化
	環境情報の公開 (Disclosure と定義) の強化
	中央省庁間の権限と責任の明確化
	地方省における上乗せ規制の承認

これらの改正点の実際の執行に向けては、Decree による施策実施に向けての具体的制度枠組みの設定、Circular の整備による実施細則が必要となる。

上記のうち、事業者向けの規制強化に該当する①自動排水モニタリング装置設置の義務化⁴²、②これまでに排水の処理や監視がほとんどなされてこなかった工芸村の環境対策の義

⁴⁰ JICA 「ベトナム社会主義共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書 (2015 年 8 月)」

⁴¹ MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

⁴² 水質モニタリング義務化の対象が現行の排水量 1,000m³/day 以上の工場から 500m³/day 以上の工場に引き下げられる法

務化については、本事業における水質モニタリングに関する需要の変化を生む可能性があると考えられる。また、行政機関においては、①国、省レベルの環境保護計画立案、②環境情報の公開強化が、ベトナムにおける水質モニタリング体制の強化の後押しとなる可能性がある。これらの改正点については、本事業後も引き続き調査を行い、関連 Decree、Circular の制定状況・予定について詳細に把握し、ビジネス展開計画を必要に応じ修正していく。

(1) - 2 環境保護の管理・運営に対する違反行為への罰則規定⁴³ (Penalties for Administrative Violations Against Regulations on Environmental Protection) (Decree 155/2016/ND-CP : Decree 155)

2015年に改正された環境保護法に基づく Decree、Circular の中でも、特に直近で重要な制度的変化をもたらしている Decree 155 について述べる。

Decree 155 は、2016年11月18日に発行された規定であり、工業団地、工場の行う環境保護に関連する諸管理義務を定めるとともに、それに違反した場合の罰則を仔細に定めている。

Decree 155 が制定された背景には、フォルモサ・ハティン・スチール社 (FHS 社、台湾系プラスチックグループであるフォルモサ・プラスチック・グループの傘下にある企業) が 2016年4月に起こした大規模な水質汚染事故がある。

ベトナムの北中部地方4省の沿岸一帯で、工業排水により魚の大量死が発生し、同年7月、ベトナム政府は事故の原因がハティン省キーアイン郡ブンアン経済区で展開する FHS 社の一貫製鉄所の排水システム試運転過程での違反と事故であるとの結論を公表した。FHS 社では、環境汚染を引き起こしたことに責任を負い、政府及びベトナム国民に謝罪すること、また経済損失を受けた漁民及び海洋環境汚染処理に対する賠償金として総額5億米ドルを支払うこと、再発防止策を講じることなどを公約した⁴⁴。

Decree 155 の制定に伴い、工業や工業団地の規模や業種に関わらず、全ての工場、工業団地への水質モニタリング機器の設置が義務付けられた。本 Decree は 2016年11月に発効されたのち、2019年6月までに大規模工場から町工場のような小規模工場を含め20件以上摘発されており⁴⁵、今後も監視が強化される見込みである。このことから、これまでに自社でのモニタリングを実施していなかった企業等は対応に追われている⁴⁶。

以下に、Decree 155 において示された主要な罰則規定を示す。

令改正が行われることが判明 (現在閣議承認プロセス中) (CEM へのインタビュー結果)

⁴³ Decree 155 の和文名称は、JICA 調査団仮訳

⁴⁴ VIET JO ベトナムニュース 2016/7/1 <http://www.viet-jo.com/news/social/160701012640.html>

⁴⁵ 政府関連機関へのヒアリングによる

⁴⁶ ハノイ市、ホーチミン市近郊に立地する工業団地内テナント企業、およびタイグエン省・バクニン省の企業複数社へのインタビューによる

図表 23 違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）⁴⁷

罰金額	違反事項
2,000 万～5,000 万ドン	環境水準を超えた汚染物質等を含む排水を放流した場合。 投資家、工業団地、輸出加工区、ハイテクパーク、準工業団地の投資家、建設業者、運営業者の定めた所定の関連規則が定めた水準を 10%以上超過した排水場合には、水準の超過度合（10%刻み）に応じて罰金が科される。
5,000 万～1 億ドン	違法に、処理されていない排水を工業団地、輸出加工区、ハイテクパーク、準工業団地の雨水処理システムに放流した場合。

図表 24 違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）⁴⁸

罰金額	違反事項
1,500 万～5,000 万ドン ※詳細には、1500 万～5000 万ドンの間で4段階に分かれて罰則規定が存在しているが、紙面の都合上割愛	環境アセスメントレポート、環境保護計画、または人民委員会及び人民委員会の認めた所定機関から求められる類似の環境管理に関する文書を提出する際に、排水の監視が不適切、定められた頻度に満たなかった、規則通りに行われなかった場合（測定項目、測定場所、測定頻度）。測定頻度については、3ヶ月に1度必ず実施すること。 定期的な排水モニタリング結果に関するレポートの提出を怠った場合（毎年1月31日を期限とする）、または環境に関するスタンダード、環境保護計画、または類似の環境環境管理に関する通達を満たすものとして登録され、認証を付与された DoNRE、工業団地・輸出加工区、経済特区の管理組合の行う検査に対し、不適切に対応した場合。 3ヶ月に1度必ず実施すべきモニタリングの測定項目、測定場所、測定頻度が不足していた、または不適切であった場合。または当局の規制や要請、類似の環境環境管理に関する通達や、その他 MoNRE や国家行政機関レベルによって認証された類似の環境管理に関する文書に基づく周辺環境の検査を行わなかった場合。
5,000 万～1 億ドン	連続自動モニタリングシステムの運用に失敗した場合、または同システムを不適切に運用した場合。 もしくは、排水のモニタリングデータの保持が適切にできていなかった場合、当局の要請に応じて、モニタリングデータを提出できなかった場合。
1 億～1.5 億ドン	当局の規制または要請により定められた測定項目のいずれかを連続自動モニタリングシステムによって測定していなかった場合。
1.5 億～2 億ドン	当局の規制または要請により定められた連続自動モニタリング装置を設置

⁴⁷ Decree 155/2016/ND-CP

⁴⁸ Decree 155/2016/ND-CP

	しなかった場合。
2億～2.5億ドン	当局の事前の承認なく、排水を放流するシステム内に、当局の立入検査等を妨げる配管等を設置した場合。 もしくは、規制値内に測定結果を改変するために、処理後の排水を希釈した場合。

(1) - 3 国家技術基準 (QCVN)

QCVN は、環境に関する基準だけでなく、ベトナム国内で適用されるあらゆる技術 (例：モーターバイク用のヘルメットの強度等) を定めるものである。

水環境管理に関する QCVN は、現在、以下の 15 種類が存在し、公的機関、第 3 セクター、民間セクターすべてに対し、この水質基準が適用されているが、QCVN はあくまで基準としての位置づけにとどまっている。QCVN 基準で定められた項目がモニタリングできていない場合や、QCVN 基準を超過した場合の罰則や是正措置は Decree 155 のように別途定められているか、または現状罰則等が存在していないこともある。

図表 25 水環境管理に係る QCVN⁴⁹

対象	測定対象項目数	QCVN 正式名称
地表水	36	QCVN 08-MT:2015/BTNMT
海水	25	QCVN 10-MT:2015/BTNMT
地下水	32	QCVN 09-MT:2015/BTNMT
生活排水	11	QCVN 14 : 2008/BTNMT
産業排水	33	QCVN 40:2011/BTNMT
天然ゴム製造における排水	6	QCVN 01-MT : 2015/BTNMT
パルプ・製紙業における排水	8	QCVN 12-MT : 2015/BTNMT
繊維業における排水	10	QCVN 13-MT:2015/BTNMT
バイオエタノール製造業における排水	6	QCVN 60-MT:2015/BTNMT
水産加工業における排水	10	QCVN 11-MT:2015/BTNMT
石油化学業における排水	4	QCVN 29:2010/BTNMT
鉄鋼業における排水	12	QCVN 52:2013/BTNMT
畜産業における排水	6	QCVN 62-MT: 2016/BTNMT
医療施設における排水	15	QCVN 28: 2010/BTNMT
固形廃棄物埋立場における排水基準	4	QCVN 25: 2009/BTNMT

⁴⁹ JICA 調査団作成

各 QCVN では、排水の放流先に応じて水利用のカテゴリが 4 つに分類されている。A 基準（生活用水）、B 基準（農業・交通用水）に大別され、そのうち A1 は処理なしでも生活用水として適切であるべき水源に放流する場合、A2 は適切な処理を行った後、生活用水となる水源に放流する場合、B1 は灌漑用水源に放流する場合、B2 は交通用水源に放流する場合と分かれる。

上記の QCVN15 種類のうち、9 種類は 2015 年～2016 年の間に部分的な改正が行われた。各 QCVN 基準の詳細については、紙面の都合上割愛する。

(4) 外資規制・奨励制度

ベトナムの外資規制と奨励制度は、「共通投資法」及びその施行細則などで規定されている。そのため、ベトナム政府が定めた一部の分野以外には外資 100%進出が認められている。

(2) - 1 外資規制⁵⁰

外資規制対象の事業として、国家の安全保障に係る事業、伝統文化・伝統に影響を与える事業、国民の健康に影響を与える事業、天然資材・環境に影響を及ぼす事業、国家や国民に損害を与える事業が指定されている。2017 年 1 月時点では、投資法における条件付き投資分野がリスト化されており、全 243 分野がその対象となっている。

オプテックスの簡易水質測定キットと自動データ収集技術「WATER it」の販売及び同製品を活用したサービスは、ベトナムでは「環境観測サービス事業」のカテゴリに属する可能性があるため、今後のビジネスプランの検討上、現地で企業設立、投資等が必要と判断される場合には、条件付き投資分野に該当するか否か、本事業後、引き続き精査する。

条件付き投資分野において投資活動を実施する際は、国防、国家の治安、社会の秩序、安全、社会道徳などの理由により、一定の条件を満たさなければならないとされている。具体的には各分野の法律、政令などの規定に従い、営業許可証、条件具備証明書、職業免許証などの各条件を満たす必要がある。

外国企業が条件付き投資分野で事業活動を行う場合には、投資法に基づく投資登録証明書（IRC）と企業法に基づく企業登録証明書（ERC）の取得に加えて、前述の条件を満たす必要があるため、対象外の分野と比べると事業の立ち上げまでより多くの手続きと時間を要することになる。

(2) - 2 奨励制度⁵¹

2009 年 1 月 1 日から適用されている法人税法（法人税率 25%）において、「環境保護に対する新規プロジェクト」に対する優遇税制が整備されている。オプテックスの「WATER it」

⁵⁰ JETRO Web サイト「会社設立時の外資規制、奨励制度の解説:ベトナム」<https://www.jetro.go.jp/world/qa/04J-010451.html> (2019/11 確認)

⁵¹ JETRO 2015 年 「税率に関する優遇措置」

の販売等に係る事業が当該認定を取得できれば、15年間は法人税率が10%まで引き下げられる。優遇措置を受けられる条件が企業の業績と所在地によるため、ビジネス開始時に当該プロジェクトに認定されうるかの検討、ならびに優遇措置を受けるための条件の精査を改めて行う。

(5) ビジネス開始に際する許認可

(5) - 1 水質モニタリング機器の販売に関する許認可

「WATER it」のようなモニタリング現場でのポータブル式簡易モニタリングシステムに対する公的な「認証制度」は存在しない。

一方で、同カテゴリの機器は年に1度、CEM MoNREによる校正テスト (Calibration Test) を受け、測定の際の数値の正確性を担保される必要がある。

(5) - 2 特許法等⁵²

特許については、オプテックスは特許協力条約 (PCT : Patent Cooperation Treaty) により国際調査を完了済みであり、ベトナムにおける特許権 (Invention Patents) は、今後申請予定である。特許権は、特許登録日に効力が発生し、出願日から20年をもって満了する。

また、販売時には商標登録が必要となる。商標登録証明書 (CTR: Certificate of Trademark Registration) に基づき商標の保護が与えられる。商標登録証明書は商標登録の日効力が発生し、出願日から10年をもって満了する。存続期間については、回数の制限なく10年間ずつ更新できる。

(5) - 3 輸出入許可、輸入税⁵³

ベトナムにおける輸出入取引では、企業形態別の輸出入許可申請が求められることはない。しかし、品目によっては、別途専門機関の検査や証明書が必要な場合がある。輸出入通関に必要な書類は、①電子輸入申告、② コマーシャルインボイス、③船荷証券 (B/L) もしくは同等の書類、④ 輸入ライセンス (要求された場合のみ) ⑤ 検査の免除通知もしくは専門機関による検査結果、⑥ 評価申告、⑦原産地証明書である。

輸入税について、日本はベトナムと EPA (Economic Partnership Agreement) を締結している。日本から輸出される産品が、EPA に基づく原産資格を満たしていることを証明すると、ベトナムの税関で EPA 税率 (通常関税率よりも低い関税率) の適用を受けることが可能となる。この「EPA に基づく原産資格を満たしていることを証明する」書類が「特定原産地証明書」である。

⁵² JETRO 「日系企業のためのベトナムビジネス法規ガイドブック」

⁵³ JETRO Web サイト「ベトナム：輸出入手続」https://www.jetro.go.jp/world/asia/vn/trade_05.html (2017年1月27日確認)

1-1-4 ODA 事業の事例分析

① 日本の ODA 事業の先行事例

我が国の「対ベトナム社会主義共和国 事業展開計画(2015 年 4 月)」において、「気候変動・災害・環境破壊等の脅威への対応」が重点分野の開発課題に挙げられており、当該課題への対応方針の 1 つとして、都市環境管理(水資源管理計画の策定と実施)が提起されている。その中に、「水環境汚染に対応するため、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及びその実施を支援（一部抜粋）」するとあり、現に国際協力機構（Japan International Cooperation Agency： JICA）の技術協力プロジェクトとして「流域水環境管理能力向上プロジェクト（実施期間 2015 年 11 月～2019 年 5 月）」が実施された。

「流域水環境管理能力向上プロジェクト」では、2015 年より、MoNRE/VEA を主要カウンターパートとし、ベトナム国における 3 重要流域のうち、VEA が主要アクターとなるカウ川、ドンナイ川の流域を対象に、水環境管理に治水や利水も含めた統合流域水環境管理メカニズムの制度化や、MoNRE と一部 DoNRE の流域水環境管理に関する行政執行能力の強化などを支援している。

ベトナムの水環境管理分野における日本の主な支援プロジェクトを以下に示す。

図表 26 JICA の支援⁵⁴

実施年度	案件名	概要
2003 年～ 2006 年	水環境技術能力向上プロジェクト（フェーズ 1）	水環境の保全に係るベトナム科学技術アカデミー（VAST）の研究者に対して、排水処理に必要な適正技術の開発と応用に関する技術移転などを実施することを通じ、VAST の機能の向上を図った。
2008 年～ 2012 年	水環境技術能力向上プロジェクト（フェーズ 2）	上記フェーズ 1 事業の実施地域であったハノイ市からさらに対象地域をダナン市、ホーチミン市局に拡大し、水環境技術のキャパシティ・ビルディング、技術マニュアルとガイドラインの整備、ラボへの最新機器の供与等を行った。
2007 年～ 2009 年	中部地区水道事業人材育成プロジェクト	中部地域のフエ省水道公社を対象として、水質管理、設備維持管理等安全な水供給に係る能力強化を行い、結果として、フエ省

⁵⁴ JICA「技術協力プロジェクト 国別取り組み：ベトナム」<https://www.jica.go.jp/project/vietnam/index.html>（2019/11 確認）

ODA 見える化サイト <https://www.jica.go.jp/oda/index.html>（2017/1/23 確認）、

JICA「ベトナム社会主義共和国 流域水環境管理能力向上プロジェクト 詳細計画策定調査報告書（2015 年 8 月）」

		水道公社の「水安全計画」が完成・実施され、ベトナム初となる「水安全宣言」（蛇口から直接水が飲めることを給水地域の住民に周知）を実現した。
2008年～ 2010年	河川流域水環境管理調査	カウ川流域の水環境管理を適切に実施するためのマスタープランの策定支援を実施するとともに、MoNRE/VEA やタイグエン省、バクカン省の DoNRE 内の人材の水環境管理に係るキャパシティ・ビルディング、ガイドライン・マニュアル・ハンドブックの整備を実施した。
2010年～ 2013年	中部地域 都市上水道事業体 能力開発プロジェクト	中部地域 18 水道事業体の能力を向上するための「実践的な訓練の枠組みづくり」を目的とし、(1)新設される中部水セクター研修センターの研修能力強化、(2)フエ省水道公社の技術・経験の普及、(3)関係機関（建設省、水道事業体、中部水セクター研修センター、都市建設大学等）の研修機関、ベトナム上下水道協会、省人民委員会等）のネットワークの強化を実施した。
2009年～ 2010年	ホーチミン市下水管理能力開発プロジェクト	下水道行政組織体制の最適化、洪水対策センターの下水道管理能力強化を目的として、洪水管理センターにおける人材、技術、機材、システム、連携等のキャパシティ・ビルディングを実施した。
2010年～ 2013年	全国水環境管理能力向上プロジェクト	MoNRE、DoNRE の水環境管理行政にかかる能力強化を図るため、水環境管理政策・政策手段のレビュー・課題整理、政策手段執行上のパフォーマンス評価、職員を対象とした研修や環境啓発活動の実施、水環境管理政策・政策手段の改善案の提案を行った。
2015年～ 2019年	流域水環境管理能力向上プロジェクト	ベトナム国内におけるモデル流域において、水環境管理に治水や利水も含めた統合流域水環境管理メカニズムの制度化や、

		MoNRE と一部 DoNRE の流域水環境管理に関する行政執行能力の強化などを支援している。
--	--	---

② 他ドナーの分析

VEA によれば、水資源管理・水質改善に関する分野において、2011 年から 2015 年までの間に、JICA を含め、世界のドナーによって 7 億 5500 万米ドル以上の拠出がなされ、30 以上のプロジェクトが実施された⁵⁵。

以下に、日本以外のドナーによる主な支援プロジェクトを示す。

図表 27 その他ドナーによる支援⁵⁶

期間	機関名	案件名	概要
2013 年～ 2018 年	世界銀行(World Bank: WB)	Vietnam Industrial Pollution Management Project ⁵⁷	工業団地の排水対策を対象としたキャパシティ・ディベロプメント、自動モニタリング装置の設置、集中排水処理施設へのツーステップローン等を行っている。
2014 年～ 2019 年	WB	Mekong Integrated Water Resources Management Project-Phase II ⁵⁸	MoNRE ベトナム国家メコン委員会等の水資源管理に関わる諸機関の間での連携を促すためのキャパシティ・ビルディングを実施している。具体的には、メコン川流域の水資源データ収集・管理能力、水質分析能力の向上、及び情報交換体制の整備を行っている。
2011 年～	アジア開発銀行 (Asia Development Bank: ADB)	Ho Chi Minh City Wastewater and Drainage System Improvement Project	排水及び下水システムに対する資金援助を行うとともに、集水域におけるデータ収集・組織体制の強化に資する支援を行っている。

⁵⁵ Environmental Science Institute. VEA “Current Situation and Policies on Wastewater management in Vietnam” (Deputy Director、 Bui Hoai Nam 氏 2016 年 7 月講演資料)

⁵⁶ MoNRE、VEA へのヒアリングを元に JICA 調査団作成

⁵⁷ 世界銀行「Project & Operations」

<http://projects.worldbank.org/P113151/vietnam-industrial-pollution-management-project?lang=en> (2019 年 11 月確認)

⁵⁸ 世界銀行「Project & Operations」 <http://projects.worldbank.org/P124942?lang=en> (2019 年 11 月確認)

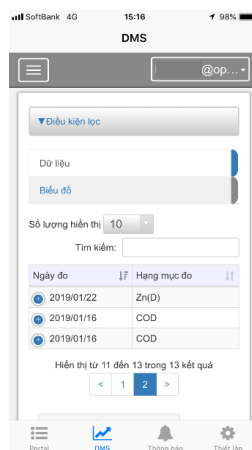
1-2 製品・技術の概要等

1-2-1 製品の仕組み

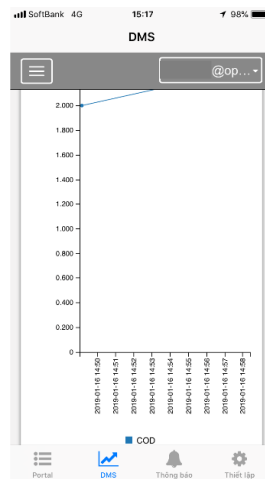
「WATER it」は、日本で幅広く使われているパックテスト（OEM 仕入。以下テストキットとする）と呼ばれる簡易水質測定キット（OEM 仕入）を用い、当該キットで反応させた水の水質をセンサで簡易に測定・数値化し、データ収集までを自動化する、一連のデータマネジメント技術を指す。



図表 28 「WATER it」全体像

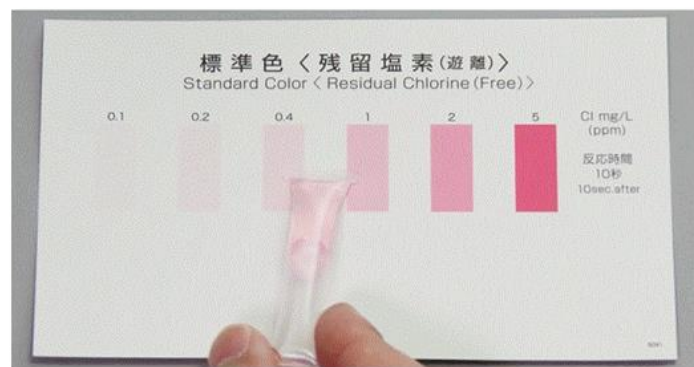


図表 29 ポータルの表示画面例



図表 30 データベースの表示例

水質を測定する現場担当者は、テストキットを用いて反応させた水をセンサに注入しボタンを押すだけで測定が可能であり、シンプルで誰にとっても使いやすいのが特徴である。テストキットは目視による判断となる為、人によってバラつきが出やすいが、「WATER it」のセンサは光の吸光度（透過率）から数値化して表示することからバラつきを回避することが出来る。



図表 31 テストキットの発色の様子(目視による判断)

本製品による測定は、スクリーニング（対応策を検討すべき拠点の特定）に優れており、時間のかかる公定法による測定の補完的役割を果たすものとして主に用いられている。

収集したデータは自動でクラウドサーバーに転送され、データベースが自動作成されるため、手入力による人的ミスや改ざんも発生しない。

また、センサは多項目吸光度計としては 2019 年時点で世界最小・最軽量であり、電池式のため、持ち運びに適し、場所を選ばず計測が可能である。



図表 32 センサ（型番 WAE-M300）

1-2-2 製品のスペック

現在日本国内で販売している製品のスペックは下記のとおりである。

- ✓ 自然環境でよく測定される項目（COD など）を中心に下水処理場の排水管理やメッキ排水管理向け（重金属など）に 30 項目の測定に対応。

- ✓ テストキットは 1 本あたり定価 80 円、センサは 1 台あたり定価 10 万円で販売。

ベトナムにおける販売価格、仕様変更等は、現地での連携候補企業の調査等を通して、本事業の結果を踏まえ、本事業後に検討していく。

1-2-3 特許の取得状況

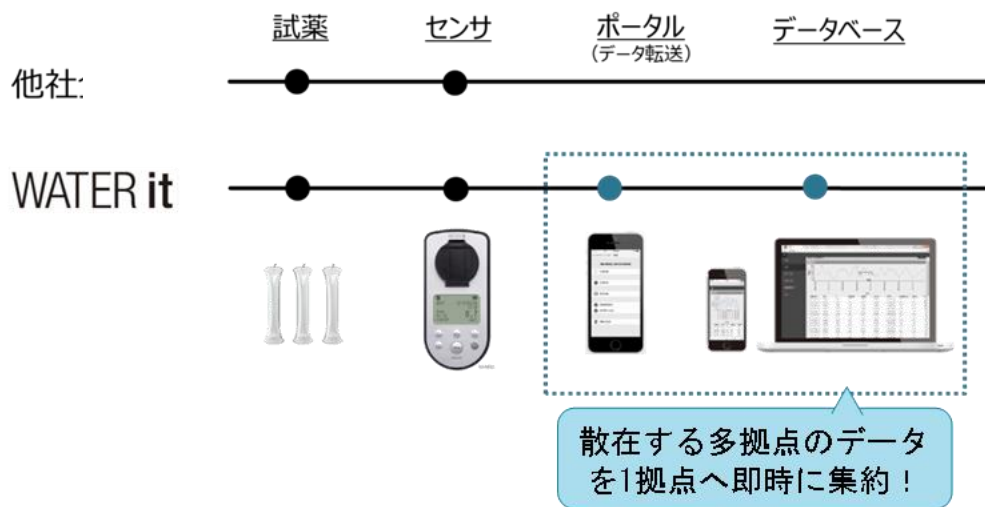
- ✓ 国内 出願中 1 件/検討中 2 件
- ✓ 海外 PCT もしくは優先権主張により出願済み

1-2-4 競合他社製品と比べた比較優位性

国内外の競合他社製品と比較した際の優位性は、主に以下の 2 点にある。

- ✓ データ転送及びデータベースの作成までの自動化

水質測定だけでなく、クラウドサーバーへのデータ転送及びデータベースの作成までを自動化した、業界初の技術である。



図表 33 「WATER it」と他社製品の機能比較⁵⁹

なお、他社のポータブル簡易水質計測機器では、センサでの測定後のデータ転送は手動で、パソコンにセンサを USB 接続するという手法が一般的である。また、データベースの作成については、製品メーカーが無料でデータベースの作成用ソフトウェアを提供している事例もあるが、ソフトウェアを用い、人力での作業が必要となるためデータ管理の時間も要する。

「WATER it」のデータベース作成までをすべて自動かつスピーディに行えるという点は、他社にはない優位性である。

- ✓ 誰でも・どこでも・いつでも、簡易に現場で水質測定が可能

「WATER it」は以下の比較優位性を有する、簡便な水質測定を可能とする装置・システムである。

- ◇ 試薬（テストキット）のチューブに対象水を吸ってセンサに入れ、センサが自動で計測を行うという仕組みであるため、測定技術・ノウハウを専門の分析官でなくとも取得可能である。
- ◇ センサが自動計測したデータは、自動で転送、データベース化され、複数モニタリング拠点での測定データを 1ヶ所に即時に集約可能であり、人為的ミスや改ざんを防止できるだけでなく、データの管理も容易である。
- ◇ 試薬は全ての項目で毒物・劇物を使用しておらず安全性が高い。
（例：COD 測定の場合、他社では一部クロム法等、廃棄時に特定の処理が必要な劇物を使用しているが、「WATER it」では一般廃棄物として廃棄可能なマンガン法を使用している）

⁵⁹ JICA 調査団作成

1-2-5 国内外の販売実績

テストキット（OEM 仕入）は、中国、台湾の工場排水管理を中心に現場の簡易計測として普及しており、2018 年の売上は海外 1 億円、国内 8 億円である。

なお、テストキットの製造元である共立理化学研究所は、国内簡易計測市場の 90%程度のシェアを有し、信頼性の高い製品である。

第2章 普及・実証事業の概要

2-1 事業の目的

ベトナムにおける適切な水環境モニタリング、排水処理を推進する為に、「WATER it」の有用性及び優位性が実証されるとともに、モニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法を整理し、ベトナムの行政機関における新たなモニタリングの仕組みを整理した上で、「WATER it」を普及するための方法と課題が整理される。

2-2 期待される成果

本事業実施にあたり期待される成果は以下の通り。

- ✓ 成果①：ベトナムの対象地域において現状の分析方法と比較し「WATER it」の有用性及び優位性が実証される（有用性及び優位性の実証）
- ✓ 成果②：水環境モニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法を整理し、ベトナムの行政機関における新たなモニタリングの仕組みを整理する（新たなモニタリングの仕組みの整理）
- ✓ 成果③：「WATER it」に関する VEA、CEM MoNRE 及び CEM DoNRE の知識・技術が醸成される（知識・技術の醸成）
- ✓ 成果④：VEA、CEM MoNRE 及び CEM DoNRE が「WATER it」を活用していくための体制（予算・人員体制）が検討される（体制の検討）
- ✓ 成果⑤：ベトナムの対象地域において、「WATER it」の認知度が向上するとともに、「WATER it」を普及するための事業展開計画が策定される（事業展開計画の策定）

以下に将来的に創出することを想定している開発効果と、それに基づく本事業内での目標を示す。主に成果①、②に向けた「WATER it」の有用性実証、③、④に向けたカウンターパートにおける活用方法の具体化に向けた活動を通し、開発目標の達成を目指す。

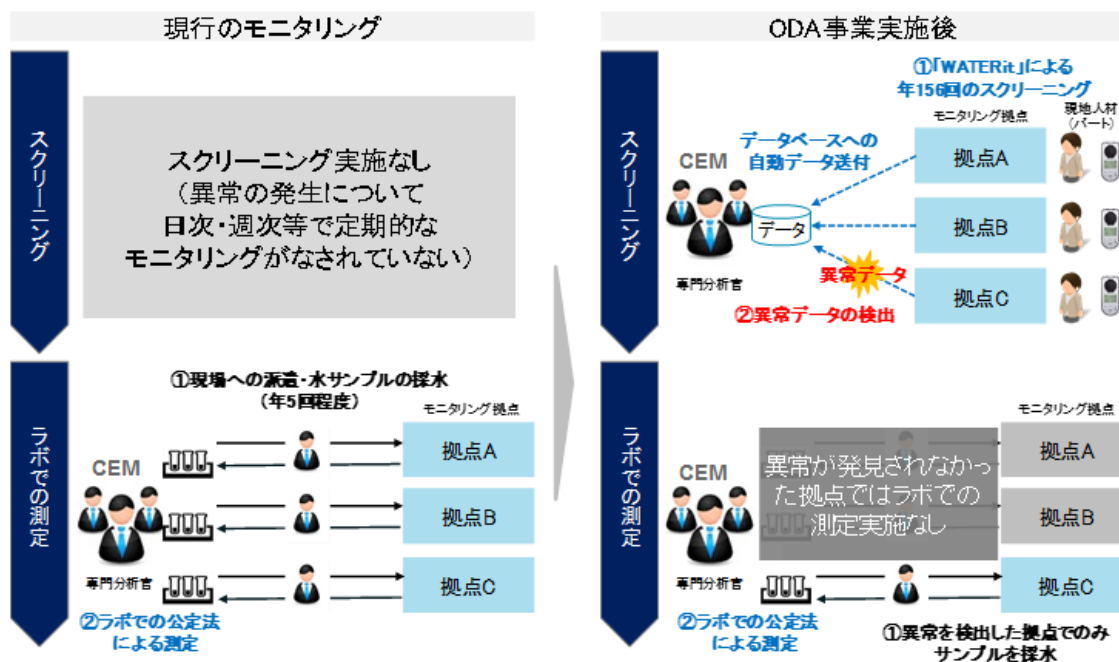
	開発課題	将来的な開発効果	KPI	ベースライン (ベンチマーク)	本事業での目標
A	モニタリングの強化 ✓ モニタリング実施計画に対して実績が大きく未達	✓ 河川内の水質の状況を定期的に把握できている	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング頻度・回数 ✓ モニタリング地点数 ✓ モニタリング項目数 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング頻度・回数：1回/2カ月、6回/年 ✓ モニタリング拠点数：210か所 ✓ モニタリング項目数：27項目 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング頻度・回数：3回/週、156回/年 ✓ モニタリング拠点数：336か所 ✓ モニタリング項目数：6項目
B	モニタリング費用の適正化 ✓ モニタリング1回あたりにかかる費用が高価	✓ 予算を増加させることなく、モニタリングを強化する	✓ 1回あたりのモニタリング費用	✓ 480,480VND	✓ 現在のモニタリング費用よりも大幅に減少
C	モニタリング結果のタイムリーな取得 ✓ モニタリング結果を得るまでの時間がかかる	✓ 河川水質をタイムリーに取得できる	✓ モニタリング結果の共有までの時間	✓ (水質項目によるが)平均3日間	✓ スクリーニング結果をモニタリング実施当日に獲得

出典：JICA 調査団作成

2-3 事業の実施方法・作業工程

2-3-1 事業実施の基本方針

「WATER it」を活用することで、先方政府に追加予算を要求せずにモニタリングの頻度・拠点数を大幅に向上させる手法を提案し、水質改善につなげるためのモニタリングが予算不足・人員不足によって不十分であるという社会課題の解決を目指す。



出典：JICA 調査団作成

2-3-2 事業実施の方法（各活動内容）

先に挙げた成果ごとの活動内容と実施方法は以下の通り。

【成果①「有用性及び優位性の実証」に係る活動】

1-1 校正テストの実施

実証試験に係る許認可の取得に向けた校正テストを実施する

➤ 校正テストの実施方針協議

CEM または科学技術省傘下のベトナム国家計量機関による年1回の校正テストの実施が法令で求められている。普及実証事業の開始直後にカウンターパート機関である CEM と校正テストの実施方針について協議を行う。

➤ 校正テストの実施準備(校正機器など)

合意された校正テストの実施方針に従ってオペテックス株式会社を中心に対応方

針を検討し、必要に応じて校正機器の準備等を行う。

➤ 校正テストの実施

CEM の校正テストラボにおいて校正テストを実施する。

➤ 実証試験に係る許認可の取得

校正テストの結果、最初の認可が下りるまでに 4 週間程度を要すると想定。他に取得すべき実証試験に係る許認可がないか確認し、必要に応じて許認可を取得する。

1-2 比較施行テストの実施

カウンターパートによる CEM 内で「WATER it」を使用した現場での測定値と同一現場での採水による公定法での試験の結果を用いた比較施行テストに協力をする。

➤ 機材、研修及びマニュアルの供与

CEM 内での比較施行テストの実施に必要な機材、研修及びマニュアルを準備し供与する。(輸送手続き等については 2-1 に記載)

➤ 比較施行テストの実施(CEM)

CEM または CEM の指定する外部業者によって比較施行テストが実施される。(必要期間 6 か月、検査数 6 項目を 10 サイトでの試行テストを検討しており、今後最終確定予定)

➤ 比較施行テストの結果集計(CEM)

CEM または CEM の指定する外部業者によって比較施行テストの結果が集計され、製品の有効性が確認されるとともに現地向け対応として必要な製品改良ポイントがリストアップされる。

➤ 製品改良ポイントの協議

CEM とオプテックス株式会社を中心に、比較施行テストの結果及び製品改良ポイントがフィードバックされ対応方針について協議を行う。

1-3 実証試験におけるモニタリングポイント等の素案検討

1-2 の結果を踏まえて、CEM との協議のもと、分析測定項目・測定頻度・分析拠点数並びに具体的箇所について検討をする。

➤ モニタリングポイント等の素案検討(CEM)

1-2の結果を踏まえて、CEMにおいて、既にCEM側より提案があった6測定項目、週3回の測定頻度、54の拠点や具体的箇所について、必要に応じ追加・修正が検討される。

- 現場視察を通じたモニタリング拠点の最終化
CEMにおいて検討されたモニタリング項目・頻度・測定拠点について協議を行う。

- 実証試験方法に対する承認取得(CEM)
VEAに対し実証試験方法に対する承認を取得する。オペテックス株式会社を中心とした調査団は承認取得に向けた必要な協力を行う。

1-4 広範な濃度域における検証

CEMによる試験の補強として、より広範な濃度域に渡るサンプル水での「WATER it」の水質計測の精度を検証する。

- 検証内容の方針協議
ハノイ理工大学 (HUST) ・オペテックス株式会社を中心とした調査団の間でキックオフを行い、サンプル水の取得ポイント・方法・測定項目等の検証内容について方針を協議する。

- 広範な濃度域に渡るサンプル水での検証実施
合意された方針に基づいて、ハノイ理工大学 (HUST) を中心として検証を実施する。

- 検証結果取り纏め(第1次)
ハノイ理工大学 (HUST) を中心に2018年10月時点で検証結果の中間的取り纏めを行い、必要な製品改良ポイントについてリストアップを行う。

- 製品改良ポイントの協議
ハノイ理工大学 (HUST) ・オペテックス株式会社を中心とした調査団の間で製品改良ポイントについて協議し、対応策を検討する。

- 検証方針の協議(第2次)
検証結果の中間的取り纏めの内容に基づき、第2次の検証事項について協議を行う。

- 第2次検証の実施
合意された方針に基づいて、ハノイ理工大学（HUST）を中心として検証を実施する。
- 検証結果取り纏め(第2次)
ハノイ理工大学（HUST）を中心に検証結果の最終取り纏めを行い、製品が普及していくにあたって必要な製品改良ポイントについて提案する。

1-5 ビッグデータを用いた測定方法の構築・検証

「WATER it」及びその他の簡易測定から得られた水質ビッグデータを用いて推測する水質基本項目に関する測定方法の構築・検証を行う。なお業務の進め方については1-4と同様とする。

1-6 重金属簡易測定での検証

重金属の簡易測定での「WATER it」の適用可能性を検証する。なお業務の進め方については1-4と同様とする。

1-7 現地向け製品改良の実施

1-2、1-4、1-5、1-6の結果を踏まえ、新たに現地向け対応が必要な事項があれば抽出し対応策の検討や製品の改良を実施する。

- 製品改良ポイントの取り纏め
オプテックス株式会社を中心に、1-2の結果、及び1-4、1-5、1-6の中間的取り纏め結果を踏まえ、現地向け対応として必要な製品改良ポイントについてリストアップする。
- 対応策の検討
オプテックス株式会社を中心に、製品改良ポイントに対する現地向け対応方針(ハードウェアの改良・ソフトウェアの改良・マニュアルの変更等)の検討を行う。
- 製品改良の実施
オプテックス株式会社を中心に、検討された対応方針を元に、製品の現地向け対応を行う。

【成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る活動】

2-1 カウ川流域での実証試験

CEM MoNRE を通じ、実証サイトの DoNRE において「WATER it」を用いたモニタリングの実証を行う。

➤ 免税手続き確認

CEM に対し機材の納入にあたっての免税手続きについて協力を要請し、調査団側で必要な事務手続きについて確認する。また通関にあたって CEM の校正テストラボでの認証を受けている必要があるか等、必要要件についても併せて確認する。

➤ オプテックス株式会社の機材製造

オプテックス株式会社において実証試験の実施等に必要な機材の製造委託を行う。

➤ オプテックス株式会社以外の機材の調達

実証試験の実施等に必要な機材のうちオプテックス株式会社以外から調達する機材について調達を行う。

➤ オプテックス株式会社の機材輸送

機材の輸送を行う。事業開始直後(カウンターパート機関での研修用に納入)と実証事業の開始前(カウンターパート機関の意見を反映し現地向け対応の進んだ製品を実証試験用に納入)の2回に分けて納入を行う。

➤ 通関準備

通関にあたって調査団側で必要な事務手続きを行う。

➤ カウンターパートへの機材の供与(セレモニー)

普及活動の一環として、JICA 関係者・カウンターパート機関・オプテックス株式会社の代表を集め、カウンターパート機関への機材供与セレモニーと実証試験のキックオフを行う。必要に応じてプレスも呼び込むこととする。

➤ 12 か月間のモニタリングの実証

CEM MoNRE を通じ、実証候補地のカウ川流域の DoNRE (5 省 54 拠点) において「WATER it」を用いたモニタリングの実証を行う。

現場での水質測定については CEM DoNRE が現地雇用・トレーニングを行ったパートタイムスタッフに必要数のセンサ・試薬を配布し、パートタイムスタッフが実施することを想定。

5 省各 3 人計 15 人のパートタイムスタッフ 1 人あたり 3 個を含め、計 53 個のセンサを配布し、正確性担保のために 1 回あたり 3 回×1 週間あたり 3 回、12 ヶ月間

合計で 156 回の水質測定を 54 拠点、6 項目で実施する。

2-2 パートタイムスタッフへのトレーニング

現場での水質測定を実施する為に CEM MoNRE が雇用するパートタイムスタッフへのトレーニングに必要な協力・支援を行ない、必要数のセンサ・試薬を配布し、水質測定の実施体制を構築する。

- パートタイムスタッフ向け研修及びマニュアルの作成
調査団において、パートタイムスタッフへのトレーニングに必要な研修内容を検討し、利用マニュアルを作成する。特に 1-7 で検討された改良後の製品(ハードウェアの改良・ソフトウェアの改良・マニュアルの変更等)について十分留意する。
- 技術熟度を確保するためのチェックリスト検討
実証事業の実施にあたってはパートタイムスタッフの技術熟達度が重要となるため、それを確保するためのチェックリストを検討・作成する。
- 機材、研修及びマニュアルの供与
CEM MoNRE に供与された必要機材が各省庁の CEM DoNRE を通じてパートタイムスタッフのもとに配布される。加えて、必要な研修及びマニュアルを供与し水質測定の実施体制を構築する。
- 技術熟度を確保するためのチェック項目確認
パートタイムスタッフへの研修終了後、技術熟度を確保するためのチェックリストを用いて熟達度を確保し、必要に応じてフォローアップ研修を行う。

2-3 産業排水を対象にした検証

CEM DoNRE を通じ、省内の工業団地、民間企業、水産養殖場等からの産業排水等を対象に、「WATER it」と公定法での測定方法の比較試験を実施する。

- モニタリングポイントの協議
CEM と協議のうえ、産業排水によって汚染されている河川など、当該検証に適切なモニタリングポイントを決定する。
- 比較試験の実施方針協議
「WATER it」と公定法での測定方法の比較試験を実施するにあたり、試験回数・測定項目等の方針について CEM と協議する。

➤ 比較試験の実施

合意された実施方針に従って、CEM または CEM の指定する外部業者によって比較試験が実施される。

➤ 比較試験の結果取り纏め

CEM によって比較試験の結果が取り纏められ、オプテックス株式会社を中心とした調査団に対しフィードバックされる。

2-4 産業排水モニタリングにおける活用可能性検討

2-3 の結果を基に、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性について検討する。

➤ 産業排水モニタリングにおける活用法検討

2-3 の結果を基に、CEM 及びオプテックス株式会社を中心とした調査団において、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性(活用可能な測定項目・対象産業等)について検討される。

➤ 産業排水モニタリングにおける活用法協議

CEM 及びオプテックス株式会社を中心とした調査団の双方が検討した、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性について協議される。

2-5 水環境モニタリングの仕組み改善に関する協議

実証実験の結果を CEM が取りまとめ、必要に応じて水環境モニタリングの仕組みの改善について協議を行う。なお実証試験の結果取り纏め及び協議については 3 か月おきに定期的に実施する。

➤ 実証試験結果取り纏め

CEM によって実証試験の結果（精度、利便性、課題、省コスト効果、データ利活用状況）が取り纏められ、オプテックス株式会社を中心とした調査団に対しフィードバックされる。

➤ 試験方法/モニタリングの仕組み検討

CEM よりフィードバックされた実証試験の結果を踏まえ、オプテックス株式会社を中心とした調査団において実証試験の実施にあたっての課題(試験方法変更の必要性有無)等を検討する。併せて、水環境モニタリングの仕組み改善について検討する。

- 試験方法/モニタリングの仕組み協議
特に実証試験の実施にあたっての課題(試験方法変更の必要性有無)について、CEMと十分なすり合わせを行い、実証試験が確実に遂行される。

2-6 従来のモニタリング手法との比較・検証

モニタリングを従来の手法で実施する場合と「WATER it」を活用した新手法の違いについて、特に低予算・省人員で高精度のモニタリングが実施できたかという観点で試算等を行う。なお実証試験の結果取り纏め及び協議については3か月おきに定期的実施する。

- 従来の試験方法との比較検討
CEMよりフィードバックされた実証試験の結果を踏まえ、従来の試験方法と比較した効果を、特に人員・金額の観点から試算し、CEMにフィードバックする。

【成果③「知識・技術の醸成」に係る活動】

3-1 滋賀県のノウハウを活かした研修・コンサルテーション

水環境モニタリング体制構築にかかる課題に対応するため、滋賀県による水環境モニタリング方法を紹介する等、研修やコンサルテーションを実施する。

- CEMにおけるモニタリングの実態把握
案件化調査実施時に把握していたCEMにおけるモニタリング実態についてアップデートがないか確認する。特に2019年5月に組織変更が予定されているため、モニタリングの体制面については十分に確認を行う。
- モニタリングにかかる課題検討
新モニタリング体制についての初期仮説(データマネジメント体制を含む)をVEA及びCEMに提示し、実現可能な人員配置、不足している能力等についてすり合わせを行う。
- 課題への対応策にかかる素案検討
上記の課題に対応するための素案について検討を行い、日本側のノウハウとして移転可能なものを検討する。
- 研修・コンサルテーションの実施
滋賀県による水環境モニタリング方法を紹介する等、研修やコンサルテーションを実施する。(3-3 本邦受入活動に併せて実施)

3-2 パートタイムスタッフの雇用

CEM MoNRE による現地パートタイムスタッフの活用にかかる協力を行なう。

- 必要人数・人材要件・業務プロセスの検討
実証試験の実施に必要なパートタイムスタッフの必要人数・人材要件・業務プロセスについて、調査団にて素案を検討する。
- パートタイムスタッフ雇用にあたっての必要要件協議
CEM MoNRE と調査団の間で、上記の必要要件について十分なすり合わせを行う。
- パートタイムスタッフの雇用(CEM)
CEM MoNRE を通じてパートタイムスタッフを雇用する。

3-3 マネジメント人材向け研修

現地パートタイムスタッフの実働が開始される前に、C/P のマネジメント人材の為の研修及びマニュアルの供与を行い、円滑に現場で水質測定を行う人材や機材を管理できる様に支援を行う。

マネジメント人材向け研修は 2 段階に分けて実施する。まずは本邦受入活動実施後に、CEM MoNRE 内のマネジメント人材を対象に研修を行い、CEM DoNRE へと活用範囲を広げていくうえで必要な研修内容の見直し等についてフィードバックをもらう。次に CEM MoNRE 内の研修を踏まえて CEM DoNRE 内のマネジメント人材を対象に研修を行う。なお業務の流れについては、2-2 と同様の流れで行う。

3-4 本邦受入活動

C/P からマネジメント層を日本に招聘し、滋賀県並びに公益財団法人国際湖沼環境委員会による本邦受入活動を実施する。

- 本邦受入活動計画の策定
3-1 で把握・検討した内容を基に、本邦受入活動において実施する研修内容を検討する。
- 本邦受入の対象人員選定にかかる調整
カウンターパート機関である VEA, CEM と、日本に招聘する人材について調整する。

- 本邦受入活動の実施
本邦受入活動計画に従って、滋賀県並びに公益財団法人国際湖沼環境委員会を中心に本邦受入活動を実施する。
- 本邦受入活動報告書の作成
実施した本邦受入活動の内容を報告書にまとめる。

3-5 パートタイムスタッフへのトレーニング

2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験の実施前に、パートタイムスタッフに対して「WATER it」の使用方法等を CEM のマネジメント人材と協働で指導を行なう。(活動 2-2 と同様)

3-6 実証事業の中間確認・フォローアップ

2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験の開始後、数回にわたってパートタイムスタッフの稼働状況、課題、「WATER it」が適切に利用されているか等の確認を実施するとともに、フォローアップの研修を実施する。

なお本活動については、実証試験の実施を確実にを行うため、3 か月おきに定期的に実施する。

- フォローアップ研修の検討
2-5 を通じて CEM よりフィードバックされた実証試験の結果を踏まえ、オプテックス株式会社を中心とした調査団において対応策を検討する。
- 実証試験の実施状況確認
実証試験を実施している各省を現場視察し、パートタイムスタッフの稼働状況、課題、「WATER it」が適切に利用されているか等の確認を行う。フォローアップ研修の内容について CEM と協議を行い、必要に応じてパートタイムスタッフに対してフォローアップ研修を実施する。

【成果④「体制の検討」に係る活動】

4-1 新モニタリング体制案の検討・提案

新モニタリング体制案（データマネジメント体制を含む）を VEA 及び CEM に提示し、C/P のマネジメント層の育成・体制検討及び 1-2 での試行テストの中間結果を受け、持続可能な実施体制の構築、実現可能な人員配置及び不足している能力等について協議・検討を行う。

本活動も 3-3 と同様、2 段階に分けて実施する。まずは本邦受入活動実施後に実施する

CEM MoNRE 内のマネジメント人材を対象とした研修後、次に CEM DoNRE 内のマネジメント人材を対象とした研修後に、それぞれの研修結果を踏まえて協議する。

4-2 事業終了後のモニタリング体制協議

2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験期間中のデータ活用状況の確認後、より良いデータ活用に向けたモニタリングの仕組みについて及び 2-5 の実証実験結果の取り纏め後、本事業終了後もより持続的に実行可能なモニタリング体制について協議・検討を行う。

本活動は、実証試験開始 3 か月後の中間協議と、12 か月後の最終協議の 2 回に分けて段階的に行う。

【成果⑤「事業展開計画の策定」に係る活動】

5-1 普及のための政策的サポートの提案

12 か月間のモニタリング実証事業が全て終了した後、「WATER it」の導入により得られる水環境モニタリング能力の改善効果を検証した上で、ベトナムにおける普及方法を、C/P を通じて関係する中央省庁等に提案する。

5-2 他 ODA 案件との連携

「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の担当者と「汚染源インベントリー」作成に向けた関連政策の検討・策定状況、「WATER it」の実証実験の経過・結果等について定期的に情報交換を行い、「WATER it」の活用可能性について検討する。

5-3 普及のためのセミナー/研修の実施(行政機関向け)

CEM と連携し、実証実験対象外の省市の DoNRE、関連公的機関に対し、普及・実証事業の現状共有を通じて「WATER it」を活用した新しいモニタリングの仕組みの利点等を PR するセミナー並びに研修等を開催する。

なお行政機関向けの普及活動は 2 回実施する想定。

➤ セミナー/研修の開催場所・対象者協議

CEM と連携し、セミナーの対象者（実証試験対象外の省市の DoNRE 等）や実施内容、開催場所等の方針について協議する。

➤ セミナー/研修準備

CEM と協議・合意した方針に基づき、調査団においてセミナー/研修の準備（開催場所の確保・タイムスケジュールの作成・対象者の募集等の各種アレンジ・発表

資料内容の作成)を行う。

➤ セミナー/研修の実施

実証事業の結果及び「WATER it」を活用した新しいモニタリングの仕組みの利点等をPRするセミナー並びに研修等を開催する。

5-4 普及のためのセミナー/イベントの開催(民間セクター向け)

実証サイトのDoNREと連携し、主に域内の民間セクターに対し、普及・実証事業の現状共有を通じて製品の魅力・利便性等をPRするセミナー、イベント等を開催する。

業務の流れについては5-3と同様とする。

5-5 市場分析

ビジネス展開におけるターゲットのより深い絞り込み、ターゲットにおける「WATER it」のニーズ、今後の水質モニタリングの計画等を確認するヒアリングを顧客候補等に対し実施する。

➤ 市場に関する文献調査

JETRO、国会図書館、カウンターパート機関から提供される文献等を通じて本事業に関連する経済・社会情勢の状況、水質分析市場の概況について調査する。

➤ 有望なヒアリング候補先(代理店等)の絞り込み

競合他社製品を取り扱う代理店を中心に、市場調査・競合調査を行うにあたって有望なヒアリング候補先のリストアップ・絞り込みを行う。

➤ 競合に関する文献調査

代理店等へのヒアリング等を通じて、競合他社製品のスペック(価格・機能等)や競合製品の推定マーケットシェア、主な販路、重点分野、経営戦略について詳細に調査する。

➤ パートナー候補の絞り込み

主にオプテックス株式会社の販売代理機能及び生産機能を補完し得るパートナー候補のリストアップ・絞り込みを行う。

➤ 投資環境・規制・許認可に関する文献調査

ベトナムでの投資環境・販売に関する許認可について、留意すべき点、遵守しなければならない法律などについて、詳細な調査を行う。

- 市場セグメンテーションの仮説検討
オプテックス株式会社がビジネス展開戦略を検討するベースとなる市場セグメンテーションについて仮説検討を行う。市場セグメンテーションはB to B、B to Gといった商流の差異はもちろん、業界や地域、企業規模などによっても分類することを想定。
- 想定市場規模の仮説検討
市場セグメンテーションの仮説及び市場文献調査の内容を基に、想定市場規模の試算方法について仮説検討する。
- 有望市場セグメントの仮説検討
将来顧客となりうる潜在的な市場について仮説検討を行う。業界や地域、企業規模などによるニーズの差異に着目し、セクターを分けた分析を行い、今後の重点を置くべき分野について仮説検討する。
- 市場ヒアリングを通じた仮説検証
市場セグメンテーション・想定市場規模の仮説について、JETRO、日系企業、水質分析機器を取り扱う代理店へのヒアリング等を通じて検証し、水質分析市場の概況を把握する。
- 販売パートナー/生産パートナーの検討
絞り込まれたパートナー企業候補に対し、実際にアポイントを取り面談を行う。マッチングを行い適正な代理店・生産パートナーを判断する。
- 有望市場セグメントの特定
立案した有望市場セグメント仮説を基に、現地での市場調査等を踏まえて仮説を検証し、有望市場セグメントの特定を行う。
- 有望市場セグメントにおけるビジネス機会検討
有望と特定された市場セグメントにおいて、オプテックス株式会社の事業進出を後押しする具体的なビジネス機会について検討する。

5-6 普及展開戦略の策定

5-5 のヒアリング結果を基に、今後のビジネス展開戦略を展開する。

- 海外進出時の法人形態/参入事例の収集
同業種の競合他社や、同程度の事業規模の企業がベトナム進出した際の法人形態や参入事例の収集を行う。
- 法人設立要件の検討
法人設立に関する規制等について、留意すべき点、遵守しなければならない法律などについて、詳細な調査を行う。
- ビジネス実施体制の検討
子会社や JV など、法人を設立する際にどのような形態とするかについての体制の比較検討を行う。代理店などの関与の方法についても体制の中で検討を行う。
- 生産体制の検討
将来的には現地生産することも視野に入れて検討しているため、どのようなスキーム・体制で「WATER it」のマルチメーターを現地生産するかについて具体的に検討する。また、生産量や供給の具体的な方法についても検討する。
- ビジネス展開戦略の立案
どのような市場に向けて製品をどのようなタイミングで参入していくべきかといった展開戦略及びマーケティング戦略を策定する。
- 収支計画の立案
資金調達の方法を含めた資金計画の立案や、実際の予想需要に基づいた売上予想、必要となる設備投資費用、人材の採用計画など加味し、各種財務シミュレーションを行う。また具体的な期間ごとの経営計画を策定する。計画の策定の際には、それぞれの期間ごとに、売上等の数値目標、注力すべき分野、具体的な想定するアプローチ等について計画を策定する予定。

2-4 作業工程表

調査項目	2018年度						2019年度												2020年度									
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
1 (技術・コスト面)導入効果の実証事業① 【ベトナムの対象地域において現状の分析方法と比較しWATER itの有用性及び優位性が実証される】																												
1-1 実証試験に係る許可の取得に向けた光学フィルターを使った校正テストを実施する																												
1-2 カウンターパートによるCEM内で「WATER it」を使用した現場での測定値と同一現場での採水による公定法での試験の結果を用いた比較施行テストに協力する																												
1-3 1-2の結果を踏まえて、CEMとの協議のもと、分析測定項目・測定頻度・分析拠点数並びに具体的箇所について検討をする																												
1-4 CEMによる試験の補強として、より広範な濃度域に渡るサンプル水での「WATER it」の水質計測の精度を検証する																												
1-5 「WATER it」及びその他の簡易測定から得られた水質ビッグデータを用いたCODCr及び案件化調査にて研究対象とした項目等を含めた水質基本項目に関する測定方法の構築・検証を行う																												
1-6 重金属の簡易測定での「WATER it」の適用可能性を検証する																												
1-7 1-2、1-4、1-5、1-6の結果を踏まえ、新たに現地向け対応が必要な事項があれば抽出し対応策の検討や製品の改良を実施する																												
2 (技術・コスト面)導入効果の実証事業② 【水環境モニタリングの頻度・拠点数を向上させる手法を整理し、ベトナムの行政機関における新たなモニタリングの仕組みを整理する】																												
2-1 CEM MoNREを通じ、実証サイトのDoNREにおいて「WATER it」を用いたモニタリングの実証を行う																												
2-2 現場での水質測定を実施する為に現地再委託するパートタイム労働者へのトレーニングに必要な協力・支援を行ない、必要数のセンサ・試薬を配布し、水質測定の実施体制を構築する																												
2-3 CEM DoNREを通じ、省内の工業団地、民間企業、水産養殖場等からの産業排水等を対象に、「WATER it」と公定法での測定方法の比較試験を実施する																												
2-4 2-3の結果を基に、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性について検討する																												
2-5 実証実験の結果をCEMが取りまとめ、必要に応じて水環境モニタリングの仕組みの改善について協議を行う																												
2-6 モニタリングを従来の手法で実施する場合と「WATER it」を活用した新手法の違いについて、特に低予算・省人員で高精度のモニタリングが実施できたかという観点で試算等を行う																												
3 C/Pの体制強化に係る実証活動① 【WATER itに関するVEA、CEM MoNRE及びCEM DoNREの知識・技術が醸成される】																												
3-1 水環境モニタリング体制構築にかかる課題に対応するため、滋賀県による水環境モニタリング方法を紹介する等、研修やコンサルテーションを実施する																												
3-2 現地パートタイム労働者の活用にかかる協力を行なう																												
3-3 現地パートタイム労働者の実働が開始される前に、C/Pのマネジメント人材のみの研修及びマニュアルの供与を行い、円滑に現場で水質測定を行う人材や機材を管理できる様に支援を行う																												
3-4 C/Pからマネジメント層を日本に招聘し、滋賀県並びに公益財団法人国際湖沼環境委員会による本邦受入活動を実施する																												
3-5 2-3並びに2-4のカウ川流域での約12か月のモニタリング実証実験の実施前に、パートタイム労働者に対して「WATER it」の使用法等をCEMのマネジメント人材と協働で指導を行なう																												
3-6 2-3並びに2-4のカウ川流域での約12か月のモニタリング実証実験の開始後、数回にわたってパートタイム労働者の稼働状況、課題、「WATER it」が適切に利用されているか等の確認を実施するとともに、フォローアップの研修を実施する																												
4 C/Pの体制強化に係る実証活動② 【VEA、CEM MoNRE及びCEM DoNREがWATER itを活用していくための体制(予算・人員体制)が検討される】																												
4-1 新モニタリング体制案(データマネジメント体制を含む)をVEA及びCEMに提示し、C/Pのマネジメント層の育成・体制検討及び1-2での試行テストの中間結果を受け、持続可能な実施体制の構築、実現可能な人員配置及び不足している能力等について協議・検討を行う																												
4-2 2-3並びに2-4のカウ川流域での約12か月のモニタリング実証実験期間中のデータ活用状況の確認後、より良いデータ活用に向けたモニタリングの仕組みについて及び2-5の実証実験結果の取り纏め後、本事業終了後もより持続的に実行可能なモニタリング体制について協議・検討を行う																												
5 普及展開案策定に係る普及活動 【ベトナムの対象地域において、WATER itの認知度が向上するとともに、WATER itを普及するための事業展開計画が策定される】																												
5-1 「WATER it」の導入により得られる水環境モニタリング能力の改善効果を検証した上で、ベトナムにおける新たなモニタリングの仕組みにかかる提案を、C/P機関に行なう																												
5-2 「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の担当者「汚染源インベントリー」作成に向けた関連政策の検討・策定状況、「WATER it」の実証実験の経過・結果等について定期的に情報交換を行い、「WATER it」の活用可能性について検討する																												
5-3 CEMと連携し、実証実験対象外の省市のDoNRE、関連公的機関に対し、普及・実証事業の現状共有を通じて「WATER it」を活用した新しいモニタリングの仕組みの利点をPRするセミナー並びに研修等を開催する																												
5-4 実証サイトのDoNREと連携し、主に域内の民間セクターに対し、普及・実証事業の現状共有を通じて製品の魅力・利便性等をPRするセミナー、イベント等を開催する																												
5-5 ビジネス展開におけるターゲットのより深い絞り込み、ターゲットにおける「WATER it」のニーズ、今後の水質モニタリングの計画等を確認すると同時に顧客候補等に対し実施する																												
5-6 5-5のヒアリング結果を基に、今後のビジネス展開戦略を展開する																												
報告書等提出時期 (△と報告書名により表示)																												
△業務計画書														△進捗報告書(案) △進捗報告書										△業務完了報告書(案) △業務完了報告書				

凡例 国内作業
 現地業務

出典：JICA 調査団作成

投入

2-4-1 日本側投入

本事業による合計投入要員（M/M、開始時の計画）は、**30.56 M/M** であり、導入機材は「Multi meter」53 台及び以下各種テストキットである。

品名	仕様	数量
テストキット (As)	(As) 20本/箱	1,641
テストキット (COD)	(COD) 50本/箱	705
テストキット (Cr6+)	(Cr6+) 50本/箱	143
テストキット (Cu)	(Cu) 50本/箱	143
テストキット (Fe)	(Fe) 50本/箱	143
テストキット (Fe(D))	(Fe(D)) 50本/箱	143
テストキット (NH4-N)	(NH4-N) 50本/箱	705
テストキット (Ni(D))	(Ni(D)) 50本/箱	143
テストキット (NO2-N)	(NO2-N) 50本/箱	705
テストキット (NO3-N)	(NO3-N) 50本/箱	705
テストキット (P04-P)	(P04-P) 40本/箱	239
テストキット (P04(D)-P)	(P04(D)-P) 40本/箱	881
テストキット (Mn)	(Mn) 50本/箱	143
テストキット (Zn(D))	(Zn(D)) 40本/箱	179

出典：JICA 調査団作成

2-4-2 ベトナム側投入

ベトナム側の投入人員は以下の通りである。

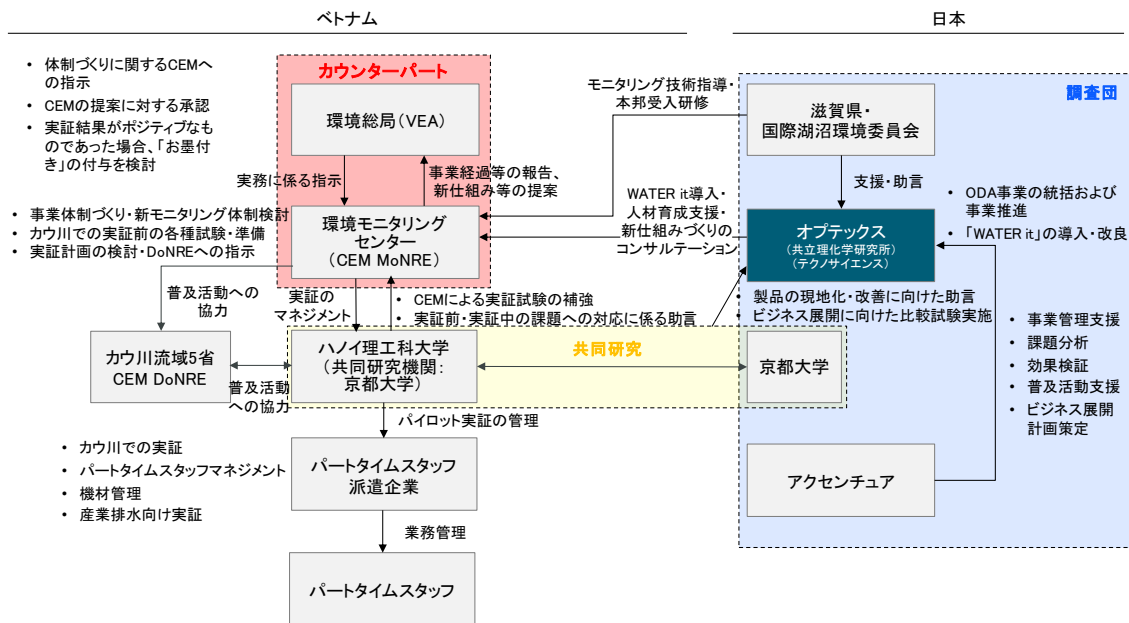
<VEA> 5名

<CEM>管理チーム：4名 技術担当チーム：2名

2-5 事業実施体制

以下に普及・実証事業の実施体制を示す。

図表 34 事業実施体制（上）と業務従事者一覧（下）



出典：JICA 調査団作成

従事者名	担当業務	所属先
藤後 達也	業務主任者	オブテックス株式会社
上村 透	全社経営資源責任者/政府高官連携(実証事業キックオフ)	オブテックス株式会社
石井 誠治	測定試薬開発責任者	株式会社共立理化学研究所
長屋 寿	水質分析	株式会社テクノサイエンス
飯室 恵啓	開発部責任者/政府高官連携(新モニタリング体制協議)	オブテックス株式会社
藤村 直也	現地調査主担当/実証事業実施フォロー	オブテックス株式会社
立岡 功稔	製品・技術の現地対応/製品改良	オブテックス株式会社
春 優樹	製品・技術の現地対応/製品改良	オブテックス株式会社
坂本 孝	製品・技術の現地対応に向けた方針検討	オブテックス株式会社
桑原 享史	産業排水モニタリングへの製品展開/現地調査サポート	Sakura Eco Tech
原田 英典	分析機器品証試験	京都大学
加賀爪 敏明	研修コーディネーター/水質データ活用アドバイス	公益財団法人 国際湖沼環境委員会
福山 周平	チーフアドバイザー	アクセンチュア株式会社
東 望	アクションプラン協議/実証事業管理/普及活動/本邦受入活動/報告書作成	アクセンチュア株式会社
葛西 翠	市場調査/ビジネス展開策定	アクセンチュア株式会社
Nguyen Linh Phuong	カウンターパート交渉/現地コーディネーター	アクセンチュア株式会社

出典：JICA 調査団作成

オペテックスが主導の下、MoNRE 配下の VEA をカウンターパートとし、その傘下にある CEM MoNRE を実務機関として実施する。カウ川における実証については、オペテックスと CEM MoNRE が協議の下で実証計画を検討し、現場でのモニタリングには人材派遣会社を通じてパートタイムスタッフを採用する。また、対象地域の CEM DoNRE とも情報交換を行い、協業可能性を検討する。

また測定試薬の改良等には株式会社共立理化学研究所から、水質分析には株式会社テクノサイエンスからそれぞれ補強要員を配置する。CEM MoNRE や CEM DoNRE のマネジメント層に対するモニタリング技術指導・本邦受入研修については、滋賀県及び国際湖沼環境委員会に、CEM による実証試験の補強や製品の現地化・改善に向けた助言、ビジネス展開に向けたより多くの測定項目での比較試験、セミナー等の普及活動にはベトナム国における水質分析・モニタリングのリーディング大学であるハノイ理工科大学 (HUST) の Dung 教授および京都大学の原田助教を配置する。現地の行政機関等との交渉・調整等や、事業管理支援、課題分析、事業計画策定等のサポートにはアクセンチュア株式会社を外部人材として活用する。

2-6 相手国政府機関の概要

カウンターパートとしては、VEA を選定し、実務機関としてその配下の CEM North MoNRE を選定した。以下に、カウンターパートの選出理由を下記に示す。

① 開発課題の解決・影響力の大きさ

環境政策全体を総括する MoNRE の傘下にある機関は複数存在するが、その中で水質汚染の予防や汚染管理のための最も強い権限を持つのが VEA である。VEA はベトナムの中央政府傘下の機関であり、本製品を使用した新しい仕組みについて VEA から公認されることによって、ベトナム全土への展開が期待できる。

② 同機関政策への適合性

VEA は国家の環境管理政策の管轄をしており、近年、ベトナムにおける環境汚染対策へのニーズの高まりを受け、所轄省庁である MoNRE の下、2014 年に改訂された環境保護法の施行や、排水に関する罰則を強化する Decree155 の施行等、様々な環境管理の責任範囲や執行権限を拡大・深化させている。水環境管理能力の強化は重要テーマの 1 つであり、人員、人材、予算、適切な環境管理に必要な経験・技術力が不足するという課題がある中、水環境管理行政機関を執行していく体制強化を打ち出している。

第3章 普及・実証事業の実績

3-1 活動の結果

活動内容ごとの結果を以下に記載する。

3-1-1 成果①「有用性及び優位性の実証」の活動結果

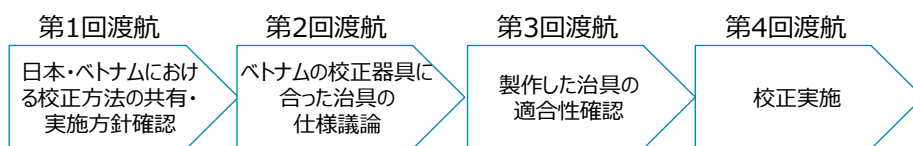
図表 35 成果①「有用性及び優位性の実証」に係る活動結果概要

活動の種類	ステータス	詳細
1-1 実証試験に係る許認可の取得に向けた光学フィルターを使った校正テストを実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年10月に完了し、認証を獲得
1-2 カウンターパートによるCEM内で「WATER it」を使用した現場での測定値と同一現場での採水による公定法での試験の結果を用いた比較施行テストに協力をする	完了	<ul style="list-style-type: none"> CEMと協議し、パイロット実証試験サイト54か所のうち10か所を抽出し、パイロット実証試験で測定した6パラメータ（COD、NO₂、NO₃、NH₄、PO₄、As）について計64回の比較施行テストを実施 公定法とWATER itでの測定結果は強い正の相関がみられ、かつほぼ全ての測定結果において、WATER itの測定値が公定法よりも低い値を示した WATER itでの測定結果がQCNVで定める排水水質基準を上回る地点は、実際に違法排水が排出されている可能性が極めて高く、WATER itによるスクリーニングにより公定法で分析すべき地点の見極めが可能となることが示唆された
1-3 1-2の結果を踏まえて、CEMとの協議のもと、分析測定項目・測定頻度・分析地点数並びに具体的な箇所について検討をする	完了	<ul style="list-style-type: none"> 事業開始後にCEMと協議の上、パイロット実証試験開始後に1-2を実施することで合意 案件化調査時より議論していたベトナムにおける水質汚染状況に照らし合わせた重点監視水質項目6項目、重点監視地点54サイトについてモニタリングを実施することで合意
1-4 CEMによる試験の補強として、より広範な濃度域に渡るサンプル水での「WATER it」の水質計測の精度を検証する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 測定可能濃度よりも高濃度の場合は希釈することで対応 低濃度の場合は試薬の改良が必要であり、現在開発に着手している（本事業ではAsのみが該当） WATER itの分析に許容できる水質サンプルの上限濁度は80NTUであることが判明
1-5 「WATER it」及びその他の簡易測定から得られた水質ビッグデータを用いたCOD _{Cr} 及び案件化調査にて研究対象とした項目等を含めた水質基本項目に関する測定方法の構築・検証を行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> 京都大学、HUSTと協議の上、WATER itで取得した水質ビッグデータをインプットデータとして、水質予測モデルを活用することで、将来的な流域内の水質の予測への利活用可能性について検討 水質データの量の取得については、本事業で構築したモニタリング体制により問題なく実現可能 本事業内で取得したWATER itの測定データのみでは水質予測モデルのインプットデータとしての品質は満たしておらず、今後他の項目の分析や1-7に記載の改良を実施することで改善予定
1-6 重金属の簡易測定での「WATER it」の適用可能性を検証する	完了	<ul style="list-style-type: none"> Ni、Cr(VI)について、ノイバイでの検証により、分析精度・分析操作面で、適用可能性が高いことを実証 本事業後、顧客候補のニーズに合わせて他の項目についても検証を進める予定
1-7 1-2、1-4、1-5、1-6の結果を踏まえ、新たに現地向け対応が必要な事項があれば抽出し対応策の検討や製品の改良を実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> パイロット実証試験の結果を踏まえ、CEMと協議の上、以下4点について本事業後に改良を進めていく予定 WATER itによる公定法の分析結果推定の精度向上 高濁度のサンプルの分析（80NTU以上） CODの分析（繰返し精度、COD_{Mn}の分析結果によるCOD_{Cr}の推定） Asの分析下限値の引き下げに向けた試薬の開発

出典：JICA 調査団作成

- ✓ 「1-1 実証試験に係る許認可の取得に向けた光学フィルターを使った校正テストを実施する」

ベトナム唯一の公的な校正テスト実施機関である CEM PIC において、マルチメータ 53 台の校正テストを実施し、2019 年 10 月に認証を獲得。現地調査の結果、日本における校正器具とベトナムにて使用しているものが異なることが判明したため、ベトナムの校正器具を利用できるよう治具を製作し、対応した。具体的な各ステップを以下に示す。



図表 36 校正テスト実施の各ステップ⁶⁰



図表 37 校正テスト向け治具



図表 38 CEM PIC との打ち合わせの様子

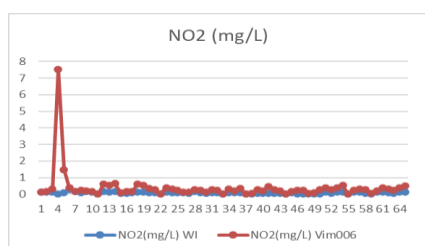
- ✓ 「1-2 カウンターパートによる CEM 内で「WATER it」を使用した現場での測定値と同一現場での採水による公定法での試験の結果を用いた比較施行テストに協力をする」

2020年8月から9月にかけて、CEM 主導のもと、MoNRE から法定水質分析機関の認定を受けた第3者機関（VIM006社）において、WATERit と公定法との比較試験を実施（10 サイト、6 週間、1 回/週）。

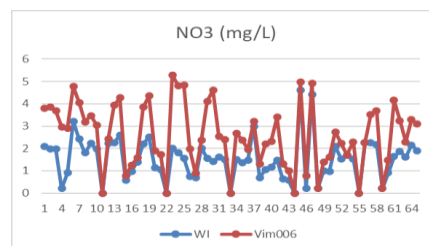
分析対象の6項目（COD、NH₄、NO₂、NO₃、PO₄、As）のうち、比較試験を実施し

⁶⁰ CEM PIC ヒアリングを元に JICA 調査団作成

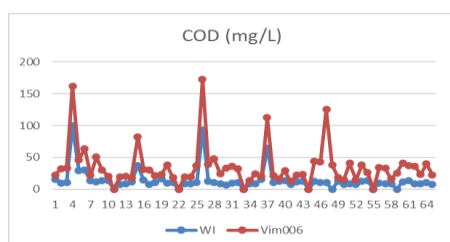
た水質サンプル全てにおいて WATERit の計測下限値以下であった As を除く 5 項目について、WATERit と公定法の分析結果を比較すると、両者間で強い相関がみられ、項目毎、分析サンプル間の分析値の差異の大きさは異なるものの、概ね公定法の方が高くなる傾向となった。この結果より、例えば WATERit での水質分析結果が排水水質基準を上回る濃度であった場合、公定法の結果はさらに高い濃度を示す可能性が極めて高いため、WATERit を利用したスクリーニングにより、排水水質基準を上回る地点を見極め、時間・コストのかかる公定法による水質分析を実施する対象を抽出するなどに活用できると示唆された。



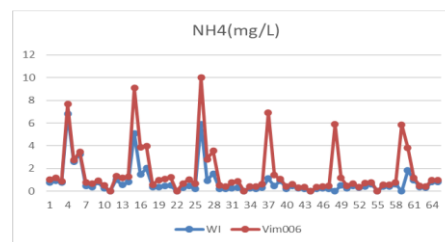
公定法の分析濃度がWIを上回った割合：96%



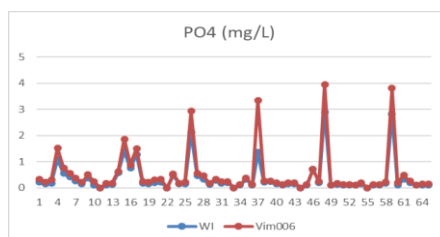
公定法の分析濃度がWIを上回った割合：98%



公定法の分析濃度がWIを上回った割合：98%



公定法の分析濃度がWIを上回った割合：100%



公定法の分析濃度がWIを上回った割合：96%

図表 39 公定法と WATERit (WI) による水質分析結果⁶¹

- ✓ 「1-3 1-2 の結果を踏まえて、CEM との協議のもと、分析測定項目・測定頻度・分析拠点数並びに具体的箇所について検討をする」

事業開始後に CEM と協議の上、案件化調査時より議論していたベトナムにおける水質汚染状況に照らし合わせた重点監視水質項目 6 項目、重点監視地点 54 サイトについて

⁶¹ JICA 調査団作成

て、モニタリングを実施することで合意した。具体的な測定期間、分析測定項目、測定頻度、分析拠点数並びに具体的な箇所については、下表の通りである。

図表 40 分析対象項目、測定頻度、実施期間⁶²

分析測定項目	COD、NH ₄ 、NO ₂ 、NO ₃ 、PO ₄ 、As (計6項目)
測定頻度	週3回
実施期間	2019年10月 – 2020年9月 (1年間)

図表 41 モニタリング対象地域及び各地域のサイト数⁶³

#	Province	No. of Site
1	Bắc Kạn	5
2	Thái Nguyên	28
3	Bắc Ninh, Bắc Giang	14
4	Hải Dương	1
5	Vĩnh Phúc	3
6	Hà Nội	3
	Tổng số	54

⁶² JICA 調査団作成

⁶³ JICA 調査団作成

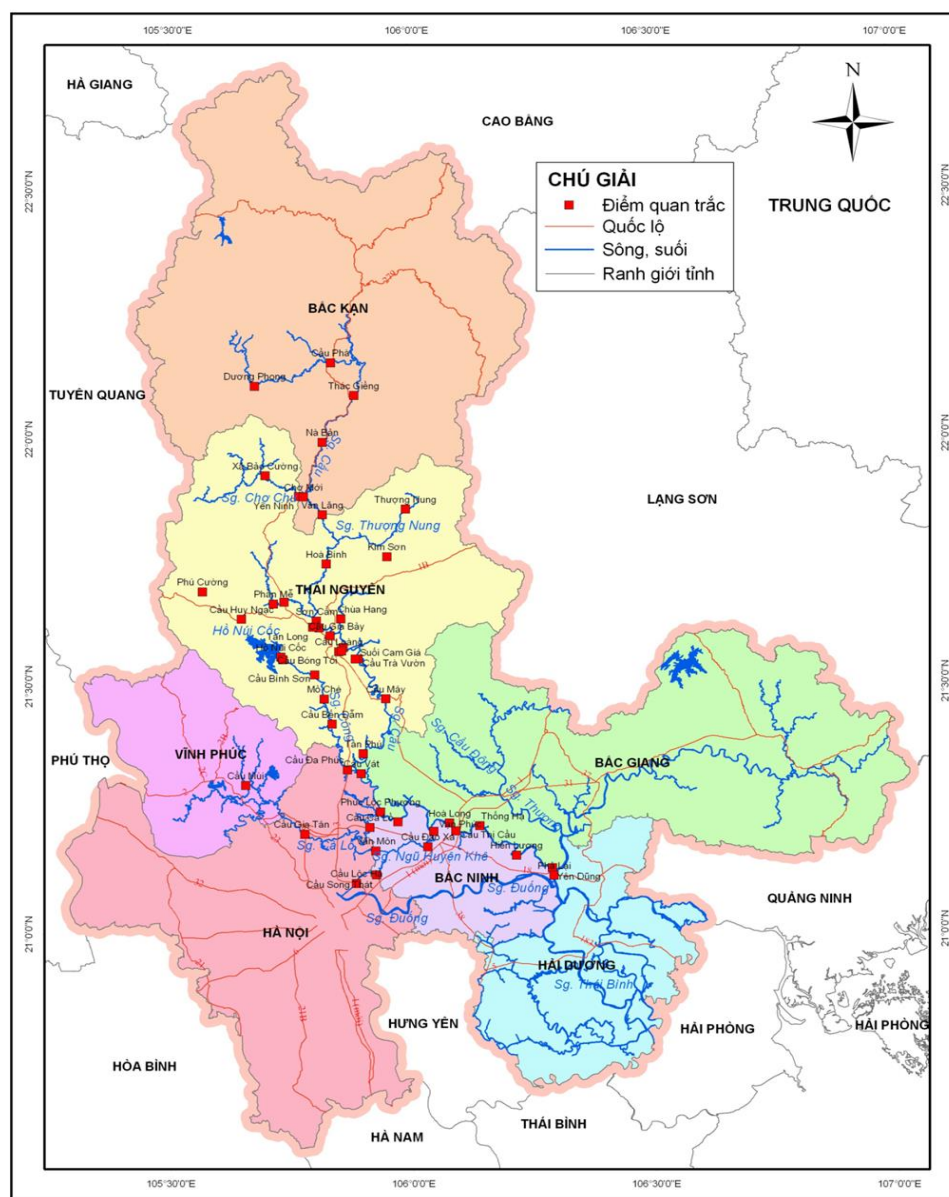
図表 42 モニタリングサイト一覧 (リスト) ⁶⁴

#	Name	River Basin	Distinct
1.	Yên Dững	Cầu	Yên Dững, Bắc Giang
2.	Cầu Thị Cầu	Cầu	Phường Thị Cầu, Bắc Ninh
3.	Vạn Phúc	Cầu	Vạn An, Yên Phong Bắc Ninh
4.	Hoà Long	Cầu	Hoà Long, Yên Phong, Bắc Ninh
5.	Cầu Đào Xá	-nt-	Phong Khê Bắc Ninh
6.	Hương Lâm	Cầu	Việt Yên, Bắc Giang
7.	Văn Môn	-nt-	Yên Phong, Bắc Ninh
8.	Cầu Song Thất	Ngũ Huyện Khê	Yên Phong, Bắc Ninh
9.	Cầu Lộc Hà	Ngũ Huyện Khê	xã Mai Lâm, Đông Anh, Hà Nội
10.	Phúc Lộc Phương	Cầu	Tam Giang, Yên Phong, Bắc Ninh
11.	Cầu Vát	Cầu	Hiệp Hoà, Bắc Giang
12.	Cầu Gia Tân	Cà Lò	Sóc Sơn, Hà nội
13.	Cầu Đa Phúc	Công	xã Thuận Thành Phố Yên, Thái Nguyên
14.	Cầu Bến Đầm	Công	Phố Yên, Thái Nguyên
15.	Mỏ Chè	Công	Thị xã Sông Công, Thái Nguyên
16.	Nam Hồ Núi Cốc	Công	Xã Phúc Trìu tp Thái Nguyên
17.	Hồ Núi Cốc	Công	Tân Thái Đại từ Thái Nguyên
18.	Cầu Mây	Cầu	Úc Sơn, Phú Bình, Thái Nguyên
19.	Cầu Trà Vườn	Cầu	Cam Giá, TP Thái Nguyên
20.	Cầu Loàng	Suối Loàng	Phường Gia Sàng Thái Nguyên
21.	Kim Sơn	Nghinh Tường	Thần Xa, Võ Nhai, Thái Nguyên
22.	Hoà Bình	Cầu	Đồng Hỷ Thái Nguyên
23.	Sơn Cẩm	Cầu	Xã Sơn Cẩm, Phú Lương
24.	Phú Cường	Công	Phú Cường, Đại Từ Thái Nguyên
25.	Cầu Huy Ngạc,	Công	thị trấn Hùng Sơn, Đại Từ, Thái Nguyên
26.	Cầu Phà	Cầu	Phường Đức Xuân, thị xã Bắc Cạn
27.	Thác Riêng	Cầu	thị xã Bắc Kạn
28.	Yên Ninh	Chợ Chu	Định Hoá, Thái Nguyên

⁶⁴ JICA 調査団作成

#	Name	River Basin	Distinct
29.	Chợ Mới	Cầu	Thị trấn Chợ Mới, Bắc Kạn
30.	Văn Lăng	Cầu	Xã Văn Lăng, Võ Nhai
31.	Giang Tiên,	Đu	Giang Tiên, Phú Lương
32.	Tân Long	Suối Phụng Hoàng	Tân Long tp Thái Nguyên
33.	Hoàng Văn Thụ	Cầu	Phường Quan Triều, tp Thái Nguyên
34.	Cầu Gia Bảy	Cầu	Trung Vương, tp Thái Nguyên
35.	Nà Bản	Sông Cầu	Bắc Kạn
36.	Dương Phong	Sông Cầu	Bắc Kạn
37.	Chùa Hang	Sông Linh Nham	Thái Nguyên
38.	Tân Phú	Sông Cầu	Thái Nguyên
39.	Thống Hạ	Sông Cầu	Bắc Ninh
40.	Hiền Lương	Sông Cầu	Bắc Ninh
41.	Phả Lại	Sông Thương	Hải Dương
42.	Cầu Cà Lò	Sông Cà Lò	Sóc Sơn, Hà Nội
43.	Nước sông Cầu tại xã Đông Viên	cầu treo Khâu Chú	Bắc Kạn
44.	Nước sông Cầu	cầu Dương Quang	Bắc Kạn
45.	Nước sông Cầu	cầu Bắc Kạn II	Bắc Kạn
46.	Nước sông Cầu	trạm KTTV Thác Giềng	Bắc Kạn
47.	Nước sông Cầu tại xã Nông Hạ	sau vị trí xả nước thải của nhà máy giấy Đé B&H	Bắc Kạn
48.	Nước sông Cầu tại xã Thanh Bình		Bắc Kạn
49.	Nước sông Cầu (tại cầu Yên Đĩnh)		Bắc Kạn
50.	Nước sông Cầu tại Đền Thắm		Bắc Kạn
51.	Nước sông Cầu tại Cổ Mễ	Đền Bà Chúa Kho	Bắc Ninh
52.	Cống Vạn An	Sông Ngũ Huyện Khê	Bắc Ninh
53.	Sông Cầu tại Đền Ký Thường Kiệt	Xã Tam Giang – Yên Phong	Bắc Ninh
54.	Nga My – Hà Châu		Thái Nguyên

図表 43 モニタリングサイト一覧 (地図) 65



- ✓ 「1-4 CEM による試験の補強として、より広範な濃度域に渡るサンプル水での「WATER it」の水質計測の精度を検証する」

2-1 で実施したパイロット実証試験の結果、十分な計測精度を担保できる測定濃度域は当初の仕様通りであり、測定濃度域を超過する高濃度域においてはサンプルの希釈で対応可能、測定濃度域を下回る低濃度域においては新規の試薬の開発が必要であることが示唆された。

⁶⁵ CEM 「Overview of Water Monitoring Programs in Cau River Basin (2010-2015)」

<高濃度域の場合>

測定可能領域よりも濃度が高いサンプルの場合、同時に濁度も高くなる傾向が示され、吸光度法を用いる WATER it においてその影響を受けやすい。ベトナムの河川水の平均濁度は 100NTU 程度⁶⁶と高く、実際に本事業内で分析したサンプルも 40-120NTU であった。そこで、WATER it で測定可能な濁度の上限値を見極めるため、異なる濁度の水質サンプルを用いて比較試験を実施した。その結果、WATER it の分析に許容できる水質サンプルの上限濁度は 80NTU であることがわかった。

したがって、高濃度の場合にはサンプルの濁度を 80NTU 以下とする必要があるため、現時点では希釈により濁度を低減すると同時に、対象水質の濃度を分析可能範囲内に調整して測定することで対応することが最適であると判断した。

図表 44 WATER it による各水質項目分析における測定許容濁度

Turbidity (NTU)	NH4	NO3	COD	NO2	Fe	Ni	PO4	Zn
40	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
60	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
80	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
84	ok	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error
90	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error
100	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error
110	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error
120	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error	Error

出典：JICA 調査団作成

<低濃度域の場合>

測定可能濃度よりも低濃度のサンプルにおいては、残念ながら現時点では代替策がなく、現行試薬の改良、新規試薬の開発を進めることで対応する予定である。(本事業で対象とした 6 項目のうち、As のみが該当)

- ✓ 「1-5 「WATER it」及びその他の簡易測定から得られた水質ビッグデータを用いた CODCr 及び案件化調査にて研究対象とした項目等を含めた水質基本項目に関する測定方法の構築・検証を行う」

モニタリング能力を向上することにより、水質汚染が発生している地点の把握や具体的な対策の立案をより効率よく実施できるようになると考えられるが、その際、WATER it を利用して取得した「その時点での」水質のみでは、既に発生した汚染にフ

⁶⁶ VEA、CEM からのヒアリング結果 (2020/1)

オーカスした「対症療法的な」対策が主となり、抜本的な水質環境の改善につなげることは難しい。そこで、**WATER it** で取得した水質ビッグデータをインプットデータとして、水質予測モデルを活用することで、将来的な流域内の水質の予測への利活用可能性について検討を行った。

活動 2-1 のモニタリング実証を開始する前に、調査団内で水質予測モデルを用いた水質予測を実現するための検証すべきポイントについて協議した結果、以下の 3 つのポイントが挙げられ、本事業内では①、②について検討を実施した。なお、一般的に水質予測モデルは水中における各物質の生物および化学反応式を基に構築されており、各項目の変動や相互への影響を考慮したものとなっているため、基本的にインプットデータとしては正確な水質データ（≒公定法の分析結果）が必要である。一方で **WATER it** は水質簡易計測手法であるため、公定法の分析結果との相関式を見出し、**WATER it** の測定データから公定法の分析結果を推定することで水質予測モデルのインプットデータとすることとした。

<検証すべきポイント>

- ① 十分な量の水質データを取得できるか（モニタリング体制、仕組み）、および獲得した水質データは水質予測モデルのインプットデータとして十分な品質であるか（**WATER it** での測定データによる公定法の分析結果の推定）
- ② 水質環境のさらなる改善に資する水質予測モデルの具体的な活用方法として何が有望か
- ③ 予測精度の高い水質予測モデルの構築は可能か（①、②を活用した最適な説明変数等の設定）

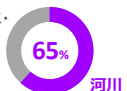


<本事業内での成果>

- ① 活動 2-1 で後述の通り、モニタリング実証を通して確立したモニタリング体制、仕組みにより、モニタリング実証前に設定したスケジュールの通り（頻度、地点数、項目数）にモニタリングを実施できた。その結果、約 15 万の水質データ（6 項目それぞれ 2 万データ以上）を獲得することができ、水質データの量の取得というポイントにおいては実現可能であることが検証された。また、活動 1-2 に記載した通り、**WATERit** と公定法の分析結果の比較試験の結果、両者間で強い相関がみられたものの、項目毎、分析サンプル間の分析値の差異に有意なばらつきが発生した。ばらつきの発生要因としては、測定時の気候条件や水温、濁度を含む他の共存物質の影響等が考えられた。得られたデータの解析を実施し、**WATER it** の測定データから公定法の分析結果が推定可能であるか（=相関式の構築）検討した結果、本事業内で測定した 6 項目だけでは水質予測モデルのインプットデータとしての品質を担保できるレベルの達成は難しいことが判明した。
- ② 本事業の現地活動を通して、ベトナムの水質汚染が引き起こす深刻な問題の一つ

として、汚染された河川水を水源とした水道水の利用による健康被害リスクが増加していることが判明した。

ベトナムにおける飲用等の生活用水の水源は 65%以上が河川であり、住民は浄水場で処理された河川水を水道水として利用している。しかしながら、浄水場の処理可能水量は都市部、農村部の住民の水需要量に対しそれぞれ最大で 70%、60% であり、かつ汚染された河川水が浄水場に流入した場合でも飲用に適さない水質レベルのまま水道水として住民へ送水しているケースも多く、量・質共に住民の需要に対して十分な能力を有していない。住民は水道水の水質を把握する術を持っていないため、水道水をそのまま利用するほかなく、その結果、汚染された河川水を水源とした水道水の利用による健康被害が年々増加しており、住民生活にとって懸念材料となっている。ベトナム国保健省（MOH）、天然資源環境省（MoNRE）によると、不衛生な水の飲用等による下痢等症状により、年間 25 万人以上が入院、9,000 人以上が亡くなっている。また、同国では年間約 20 万人ががんを発症しているが、その主要因の一つが取水源の汚染とされている。

このような状況に対し、住民は水質基準を超過した排水をする工場の操業停止や、政府による対策強化を求めるデモを各地で実施しており、同国における社会問題となっており、喫緊の対策が求められている。

ベトナムにおける汚染水飲用による健康リスクの増加	河川水質汚染による住民への影響例
<p>◆ ベトナムにおける飲用等生活用水の水源は 地下水・65%以上が河川であり、浄水場で処理を 雨水 経た水道水として住民へ送水</p>  <p>◆ 近年、河川の水質汚染による健康被害が年々増加</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 工場等からの河川への違法排水が頻発し、河川の水質汚染が深刻化。（年間30件以上） ✓ 保健省、天然資源環境省によると、不衛生な水の飲用等による下痢等症状により、年間25万人以上が入院、9,000人以上が亡くなっている。また、ベトナムでは年間約20万人ががんを発症しているが、その主要因の一つが取水源の汚染とされている。 <p>◆ 浄水場では、処理能力を超えた河川水が流入しても、飲用に適さないレベルのまま水道水として住民へ送水しており、住民は水質を把握する術を持っていないため、そのまま利用している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 浄水場の処理能力は、住民の水需要量に対し最大で70%（都市部）、60%（農村部）しかカバーできていない。 ✓ 天然資源環境省は、浄水場の処理能力向上に向けた投資や、河川の水質モニタリング頻度の向上・排水基準の引き下げ・違反企業への罰則厳格化等を進めているが、コストもかかるうえ、即効性のある施策となっており、喫緊の課題解決に直結していない。そのため、地域住民として安心して水を利用できる状況とはなっていない。 	<p>養豚場からの違法排水による生活用水水質悪化</p> <p>2015年から現在にかけて、ゲアン省にある養豚場からの違法排水が2,500人以上の地域住民の飲用水源に継続的に流入。浄水処理施設の敷設・処理能力も不十分なため、生活用水の水質悪化が常態化しており、下痢発症や、取水が不能等、日常生活に重大な影響を与えている。地域住民は操業停止に向け、毎月のようにデモを実施</p>  <p>操業停止を求めるデモの様子</p> <p>違法な廃油の投棄による水道の利用停止</p> <p>2019年、ハノイ市の住宅内の水道から異臭や汚れを含む水の利用により吐き気等の症状を訴える人が多発。調査の結果、上流のDal川へ廃油が違法投棄されたことが判明。汚染された河川水が下流域内の浄水場に流入したが、検知されず、処理不良によって配水管や貯水タンクの汚染、水道水質が悪化。長期的な水道の利用が不可能となり、10万人以上の住民の日常生活に大きな影響を与えた</p>  <p>政府が緊急手配した飲用水配給の様子</p>

出典：JICA 調査団作成

上記問題に対し、ベトナムでは政府や他国からの開発協力によって、浄水場の新設や増設による浄水能力の強化などインフラの建設等によるハード面からの支援が主流であるが、コストや効果発現までのリードタイムがかかるといった課題が存在する。また、本事業を通して確立したモニタリング体制の運用は水環境管理能力の向上につながるものの、先述の通り既に発生した汚染にフォーカスした対策が主となり、抜本的な水質環境の改善につなげることは難しいといった課題

が存在する。

そこで、本事業では水質予測モデルを活用し、水道水のエンドユーザーである住民が自らの利用する水道水をタイムリーに獲得できる“水質情報サービス”が、上記課題の解決策として有望ではないかと考えた。特に、水道水の用途によって警報機能と水質情報確認機能を具備する必要があると考えている。

- ✓ 警報機能：緊急回避用
水道水の飲用利用を速やかに停止することの勧告（ポップアップ、バイブレーション等）、代替手段の案内（政府が備蓄していた飲料水の配布地点・時間・家庭当たりの配布量）等
- ✓ 水質情報確認機能（水質予報）：水利用計画用
（1週間先までの）水道水の水質予報を用途別に色分けして表示（汚染度マップ）

水質情報サービスのイメージ（将来像）

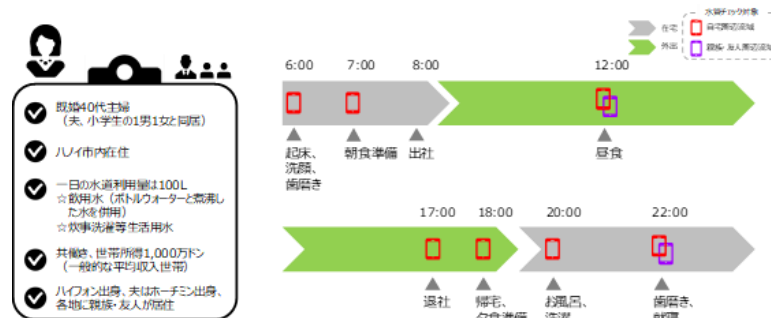


出典：JICA 調査団作成

ユーザーである住民は、アプリ等インターフェースを通じ、一目で自らの水道水の水質に係る情報をタイムリーに獲得することが可能となるため、健康被害リスクの高い水の飲用リスクの低減、または1週間の水利用計画（安全な水の備蓄等）の立案に活用することが可能となる。また、ユーザーが自身に係る個人情報を連携することにより、個人の特性（家族構成、居住地域、生活習慣等）に合ったパーソナライズされたサービス（用途に合わせた取水タイミングのリコメンド等）を利用することが可能となる。さらに、親族等の情報も連携することで、自らと離れて暮らす両親等の健康被害リスクの低減への活用も期待できる。

また、アプリの提供・利用を通して収集されるデータは、政府機関やサービスプロバイダにビッグデータとして蓄積され、そのデータを活用することでより細かなサービスの提供や補完しあう効果的な施策の立案が可能となり、より多くの住民の安全な水利用につなげることが期待される。

水質情報サービスの想定利用シーン（イメージ）



出典：JICA 調査団作成

上記①、②の結果を受け、今後以下に記載の方針で水質ビッグデータの利活用について、本事業後も引き続き CEM と継続して検討する予定である。

◇水質データの量の取得については、本事業で構築したモニタリング体制により継続的に取得し、蓄積していく。

◇“水質情報サービス”の具体化に向け、パイロット実験等を通して利用者ニーズを検討する。（必要な機能の有無、UI の設計など）

◇WATER it の測定データによる公定法の分析結果の推定については、1-7 で後述する 4 点に加え、気候条件、水温、濁度、および導電率や色度等、水質に係る一般項目を同時に測定することで、水質予測モデルのインプットデータとしての品質向上の可能性を本事業後も引き続き検討していく。

- ✓ 「1-6 重金属の簡易測定での「WATER it」の適用可能性を検証する」
重金属による環境汚染の中でも、特に人体や河川に生息する生物への影響の大きい Ni 及び Cr(VI)について、ハノイ市に立地するノイバイ工業団地内の工業排水を対象に適用可能性の評価試験を実施した。結果として、分析精度面では公定法と有意な相関が取れたことに加え、分析操作面でも現場の測定者によってスムーズに測定でき、適用可能であることが示唆された。（結果詳細は 2-3 に後述）本事業後、CEM や顧客候補における分析ニーズに応じて、他の重金属においても適用可能性の検討を行っていく予定である。
- ✓ 「1-7 1-2、1-4、1-5、1-6 の結果を踏まえ、新たに現地向け対応が必要な事項があれば抽出し対応策の検討や製品の改良を実施する」
1-2、1-4、1-5、1-6 及び 2-1 で実施したパイロット実証試験の結果を基に、CEM と協議した結果、現地での運用におけるさらなる利便性向上のため、以下 4 点について WATER it の性能を改良する必要があることがわかった。いずれの項目も本事業内では

十分な品質まで改良を進めるための時間・リソースの確保は困難なことから、本事業後もオプテックス株式会社が CEM と連携して改良を継続する予定である。

◇ WATER it による公定法の分析結果推定の精度向上

先述の 1-2 の結果より、WATERit と公定法の分析結果間では強い相関がみられるものの、項目毎、分析サンプル間の分析値の差異の大きさは異なる。1-5 でのビッグデータ利活用を含め、WATER it を用いたモニタリングにより公定法の分析結果を高い精度で推定することができれば、スクリーニングの効率・精度向上(=公定法で分析すべき対象をより少量に絞り込むことが可能)、水質予測モデルの精度向上につながり、モニタリング能力の一層の向上につながる。本事業後の実施方針としては、分析試薬、機器の性能向上に加え、他の水質項目(濁度、導電率、水温等)も併せて取得し、モデル式の構築等による対応をオプテックス株式会社と京都大学、HUST と共に進める予定である。

◇ 高濁度への対応

先述の 1-4 の結果より、ベトナムの河川水の平均濁度は WATER it の許容濁度を超過しているため、測定方法を改良する必要がある。現時点での対応策として、分析前のサンプルのろ過や遠心分離による濁度成分の除去等を想定しており、本事業後、分析操作面、コスト面含めて現地に即した最適な対応方法を検討する予定である。

◇ COD_{Cr} の分析

ベトナムの水質基準では COD に係る指標は COD_{Cr} が指定されているのに対し、現時点の WATER it では COD_{Cr} を測定する機能はなく、COD_{Mn} の測定のみが可能である。一般的に COD_{Cr} と COD_{Mn} は正の相関を持つため、COD の水質変化のトレンド等を見極める際にはどちらの項目も有用である。ただし、ベトナムにおける WATER it のユーザー目線に立った場合、水質測定は法令順守の観点が強いため、今後のビジネス展開のためにも、COD_{Cr} を直接測定できる試薬の開発、または COD_{Mn} の分析値から COD_{Cr} の値を推定できるモデル式の構築を本事業後において検討する予定である。

◇ 低濃度 As の分析

ベトナムの水質基準における As の許容濃度上限は、地下水で 0.05mg/L 以下、河川水を含む地表水では 0.01 mg/L 以下に設定されている⁶⁷。本事業で用いた WATERit による測定範囲は 0.2~3mg/L であり、上記水質基準の濃度範囲をカバーできていない。現在オプテックスでは、0.009~0.200 mg/L が測定可能となるよう製品改良に着手しており、本事業後には低濃度での分析にも対応可能とする予定である。

⁶⁷ QCVN 08-MT:2015/BTNMT

3-1-2 成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る活動結果

図表 45 成果②「新たなモニタリングの仕組みの整理」に係る進捗状況概要

活動の種類	ステータス	詳細
2-1 CEM MoNREを通じ、実証サイトのDoNREにおいて「WATER it」を用いたモニタリングの実証を行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年10月に機材の輸入を完了後、同月8日にVEA、CEM、JICAおよび在ベトナム日本国大使館同席のもと、MoNREにおいて機材供与セレモニーを実施 2020年1月から2020年8月にかけてパイロット実証試験を実施し、合計150,000以上の水質データを獲得した。
2-2 現場での水質測定を実施する為に現地再委託するパートタイムスタッフへのトレーニングに必要な協力・支援を行ない、必要数のセンサ・試薬を配布し、水質測定の実施体制を構築する	完了	<ul style="list-style-type: none"> CEMと協力し、動画を含む操作マニュアルを作成、パイロット実証試験における管理・報告体制を構築 2020年1月にHUSTと協力し、パートタイムスタッフに対するトレーニングを実施し、センサ・試薬を配布
2-3 CEM DoNREを通じ、省内の工業団地、民間企業、水産養殖場等からの産業排水等を対象に、「WATER it」と公定法での測定方法の比較試験を実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> ノイバイ工業団地において、研磨企業排水と鉄加工企業排水を対象に、HUST協力のもと重金属である六価クロムとニッケルについて公定法とWATER itでの測定方法の比較試験を実施 公定法とWATER itの測定結果は同等であり、WATER itが日常の水質モニタリングに利用可能な手法となりうる事が示された DMSによるデータ管理についても、スムーズにデータ転送、データ出力ができることを確認し、モニタリング管理の面で有効であることが示された
2-4 2-3の結果を基に、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性について検討する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2-3の結果を基に、ノイバイ工業団地の管理会社（NoiBai Development Co. Ltd）と排水モニタリングへの活用可能性に関してヒアリングを実施し、同社においてトライアルを実施 同社CEOのMr. John Auからは、自らが管理する団地内の各企業に導入し、モニタリングおよび指導に利用したい意向が示され、具体的な導入に向けたアクションプランの策定について現在検討中
2-5 実証実験の結果をCEMが取りまとめ、必要に応じて水環境モニタリングの仕組みの改善について協議を行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> 現地における利便性の面で機器面における改良は必要なものの、運営手法（トレーニング精度、トラブルシューティング等の機能面）を含むモニタリング体制について、前向きに導入検討を進めていきたい意向が示された
2-6 モニタリングを従来の手法で実施する場合と「WATER it」を活用した新手法の違いについて、特に低予算・省人員で高精度のモニタリングが実施できたかという観点で試算等を行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> 従来の手法と「WATER it」を活用した新手法における1データを取得するためのモニタリング費用の比較を行ったところ、従来の手法では約480,480VND（≒2,234.8円）であるのに対し、新手法では約113,417VND（≒527.5円）となり約1/4の費用負担でのモニタリングが可能となると推定

出典：JICA 調査団作成

- ✓ 「2-1 CEM MoNRE を通じ、実証サイトの DoNRE において「WATER it」を用いたモニタリングの実証を行う」

2019年10月に本事業に投入予定の機材の輸入を完了後、同月8日にVEA、CEM、JICA および在ベトナム日本国大使館関係者同席のもと、MoNRE において機材供与セレモニーを実施した。カウンターパートである VEA および実施機関の CEM、日本国大使館大使、JICA ベトナム事務所高内氏、オプテックス社長の上村から事業についての期待や計画について講演を行った。また、VEA の上位機関である MoNRE やメディアも同席し、プロジェクトへの期待とプロジェクト全体像についての共有、および機材の譲与式を実施した。

本セレモニー後、VEA の Deputy Director である Mr.Thinh より改めて本事業への期待について直接お言葉をいただき、全面的な協力をいただける旨の意向を示された。



図表 46 機材供与セレモニーの様子

(左上：オプテックス上村から VEA Mr.Thinh への機材引渡、右上：セレモニーの様子
 左下：オプテックス、JICA、VEA、日本国大使館の記念写真、
 右下：オプテックス藤後による WATER it の紹介)

2020年1月にパートタイムスタッフ向けトレーニングを実施し、2020年2月から8月までの7か月間モニタリング実証（パイロット実証実験）を実施した。パイロット実証実験は計画通り実施され、合計15万件以上の水質データを取得すると共に、モニタリング体制についての検証、ブラッシュアップを実施した。（モニタリングの各結果については、他の活動結果で詳述）

- ✓ 「2-2 現場での水質測定を実施する為に現地再委託するパートタイムスタッフへのトレーニングに必要な協力・支援を行ない、必要数のセンサ・試薬を配布し、水質測定の実施体制を構築する」

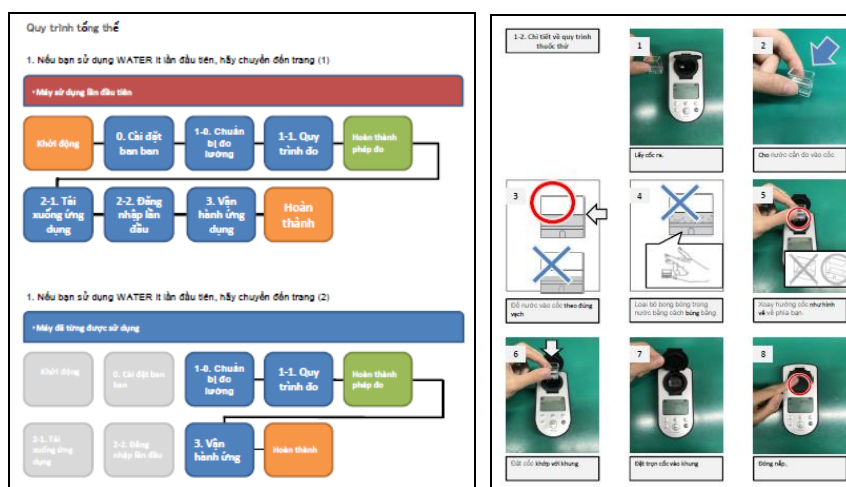
CEM と協力しパートタイムスタッフ向け操作マニュアル、及び報告やトラブルシューティング等パイロット実証試験実施に係るモニタリングチーム運営マニュアルを作成（詳細は3-5で後述）し、研修コンテンツ案を策定した。3-2で後述する通り、パートタイムスタッフのトレーニング、現場でのトラブル対応や進捗管理を実施するチームを設けることで、現地での水質計測を実施するパートタイムスタッフを管理し、円滑なモニタリング遂行ができる体制を構築した。

図表 47 研修コンテンツ

<p>研修 コンテンツ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリングの全体像の説明（目的、体制図、分析項目、分析頻度等） ✓ 機器・試薬・DMSの取扱い方説明 ✓ 水質分析の実施（OJT） ✓ 水質分析の実施（個人）、理解度チェック
---------------------	---

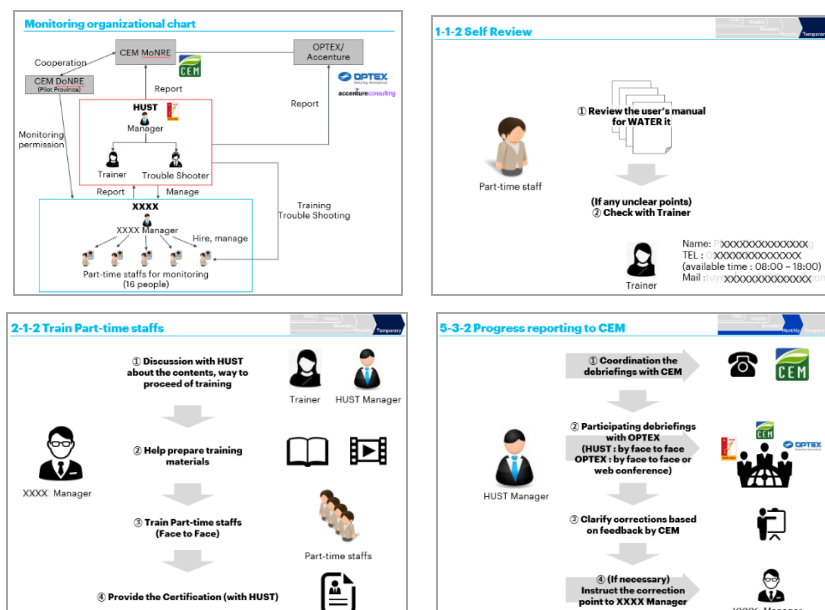
出典：JICA 調査団作成

図表 48 操作マニュアル（左：モニタリングフロー図、右：具体的な操作ステップ）



出典：JICA 調査団作成

図表 49 運営マニュアル（抜粋）



出典：JICA 調査団作成

2020年1月19日、パートタイムスタッフ15名を対象に、HUSTをトレーナーとして本操作マニュアル及び運営マニュアルを活用した研修及び機材・マニュアルの供与を実施した。研修の最後には実際に測定を実施してもらい習熟度を確認し、すべてのパートタイムスタッフが正しく機器操作を習得したことを確認でき、研修後に修了証を交付した。



図表 50 研修の様子（左）と修了証授与の様子（右）

参加したパートタイムスタッフは研修中に直接 HUST へ操作や日々の報告に関する質問をするとともに、パイロット実証試験期間中も、パートタイムスタッフより現地での測定トラブル等についてオペテックス及び HUST へ積極的にコミュニケーションが図られ、遅延なくモニタリング業務を遂行できた。

- ✓ 「2-3 CEM DoNRE を通じ、省内の工業団地、民間企業、水産養殖場等からの産業排水等を対象に、「WATER it」と公定法での測定方法の比較試験を実施する」

モニタリング対象地域であるハノイ市のノイバイ地区にあり、数多くの業種の工場が立地するノイバイ工業団地において、HUST 協力の下、団地内工場からの排水処理を実施している「NoiBai Development Co. Ltd」において、自社内に流入する研磨企業排水（Sample A）と鉄加工企業排水（Sample B）を対象に、重金属である六価クロムとニッケルについて公定法と WATER it での測定方法の比較試験を実施した。

週1回、計4週に渡り試験を実施した結果、公定法と WATER it の測定結果は同等であり、上記2種の分析項目において WATER it が日常の水質モニタリングに利用可能な手法となりうることが示唆された。また、DMS（データマネジメントシステム）によるデータ管理についても、スムーズにデータ転送、データ出力ができることを確認し、モニタリング管理の点で有効であることが示された。

図表 51 HUST による産業排水を対象とした比較試験結果⁶⁸
 (Sample A : 研磨企業排水、Sample B : 鉄加工企業排水)

第 1 回(2019/6/20)

#	Parameter	unit	Standard method	Data(2019/6/20)			
				Sample A	WATER IT Sample A	Sample B	WATER IT Sample B
1.	Crom (VI)	mg/L	TCVN 6658:2000	0.208	0.070	<0.007	<0.050
2.	Ni	mg/L	EPA Method 200.8	13.33	12.100	0.417	<0.30

第 2 回(2019/6/27)

#	Parameter	unit	Standard method	Data(2019/6/27)			
				Sample A	WATER IT Sample A	Sample B	WATER IT Sample B
1.	Crom (VI)	mg/L	TCVN 6658:2000	<0.02	<0.05	<0.02	<0.05
2.	Ni	mg/L	EPA Method 200.8	11.05	10.2	3.60	3.1

⁶⁸ JICA 調査団作成

第3回(2019/7/4)

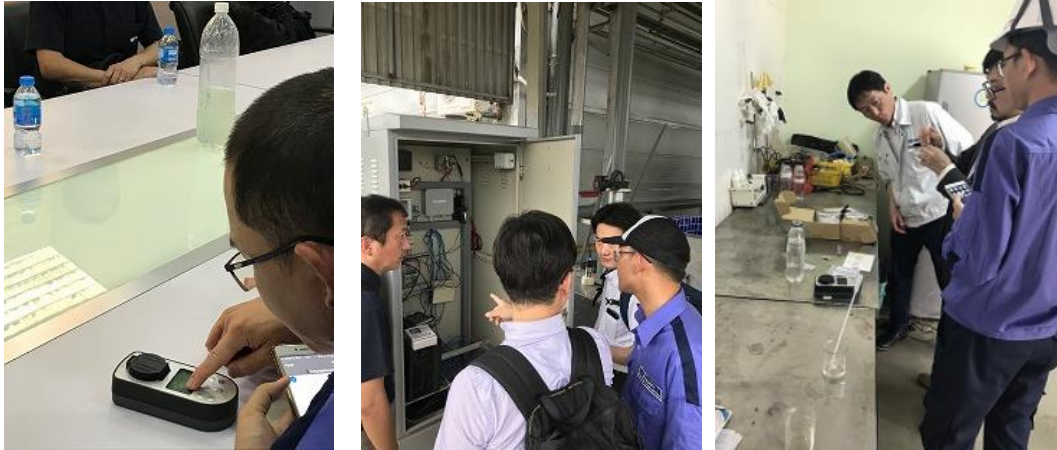
#	Parameter	unit	Standard method	Data(2019/7/4)			
				Sample A	WATER IT Sample A	Sample B	WATER IT Sample B
1.	Crom (VI)	mg/L	TCVN 6658:2000	<0.02	<0.05	<0.02	<0.05
2.	Ni	mg/L	EPA Method 200.8	0.394	<0.3	0.513	0.4

第4回(2019/7/11)

#	Parameter	unit	Standard method	Data(2019/7/11)			
				Sample A	WATER IT Sample A	Sample B	WATER IT Sample B
1.	Crom (VI)	mg/L	TCVN 6658:2000	<0.02	<0.05	<0.02	<0.05
2.	Ni	mg/L	EPA Method 200.8	0,355	0,6	0,145	<0,3

- ✓ 「2-4 2-3 の結果を基に、産業排水モニタリングにおける「WATER it」の活用可能性について検討する」

2-3 の実施結果を基に、ノイバイ工業団地における産業排水管理への WATER it の活用可能性について、NoiBai Development Co. Ltd にヒアリングを実施した。CEO である Mr.John Au より、自らが管理する団地内の各企業に導入し、モニタリング及び指導に利用したい意向が示され、トライアル導入をすることとなった。トライアルの結果、Mr.John Au からは、特に多大な労力（コスト、時間、人材育成等）を費やすことなく現在分析できない項目についても十分な精度で水質データを獲得することができ、かつモニタリング結果も速やかに関係者に共有できる点について評価をいただくことができ、同社の担当者に具体的な導入に向けたアクションプランの策定を指示いただいた。新型コロナの感染拡大に伴う同社の他の業務への集中等により進捗がいったんストップしたものの、同社とは現在も協議を継続しており、具体的な導入に向け、本事業後においても引き続き検討していく予定である。



図表 52 NoiBai Development Co. Ltd でのトライアルの様子

- ✓ 「2-5 実証実験の結果を CEM が取りまとめ、必要に応じて水環境モニタリングの仕組みの改善について協議を行う」

活動 1-7 に示した通り、CEM との定期的な実証結果に係る協議を通じ、現地における利便性の面で機器面における改良は必要なものの、運営手法（トレーニング精度、トラブルシューティング等の機能面）を含むモニタリング体制について、前向きに導入検討を進めていきたい意向が示された。本格導入にあたっては、もう少し長期のモニタリングにより課題の洗い出しやスクリーニングの実施方法の検討、データ収集によるデータ利活用方向性の検討が必要であり、次のステップとしては、本事業内で十分な精度を実証できた NH₄、NO₂、NO₃、PO₄ の 4 項目について、トライアルでの導入を前提に協議を進めている。

- ✓ 「2-6 モニタリングを従来の手法で実施する場合と「WATER it」を活用した新手法の違いについて、特に低予算・省人員で高精度のモニタリングが実施できたかという観点で試算等を行う」

活動 2-5 に記載の通り、本事業で実施したパイロット実証試験で十分な精度を実証できた NH₄、NO₂、NO₃、PO₄ の 4 項目について、従来の手法と「WATER it」を活用した新手法における 1 データを取得するためのモニタリング費用の比較を行ったところ、従来の手法では約 480,480VND (≒2,234.8 円)⁶⁹であるのに対し、新手法では約 113,417VND (≒527.5 円) となり約 1/4 の費用負担でのモニタリングが可能となると推定された。

⁶⁹ CEM からのヒアリングより

3-1-3 成果③「知識・技術の醸成」に係る活動結果

図表 53 成果③「知識・技術の醸成」に係る進捗状況概要

活動の種類	ステータス	詳細
3-1 水環境モニタリング体制構築にかかる課題に対応するため、滋賀県による水環境モニタリング方法を紹介する等、研修やコンサルテーションを実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年3月に実施した本邦受入活動時に並行して実施 水質モニタリングを梶子に水環境汚染を改善してきた滋賀県の事例紹介をカウンターパートに実施し、今後のベトナムにおける水質モニタリングのあるべき姿の具体的なイメージ、および事業終了後のプランについてカウンターパートが自ら考えるきっかけとなった
3-2 現地パートタイムスタッフの活用にかかる協力を行なう	完了	<ul style="list-style-type: none"> CEMと協力し、パートタイムスタッフに求められる要件を整理し、仕様書を作成 円滑なモニタリング遂行のため、現地パートタイムスタッフを管理するチームを設け、モニタリングの進捗管理、パートタイムスタッフの教育およびトラブルシューティング体制を備えた CEMと協力し、候補企業の選定・公示を実施した結果、HUSTに委託をすることとなった
3-3 現地パートタイムスタッフの実働が開始される前に、C/Pのマネジメント人材のための研修及びマニュアルの供与を行い、円滑に現場で水質測定を行う人材や機材を管理できる様に支援を行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> CEMのマネジメント層向けには2019年3月に実施した本邦受入活動時に並行して実施、各省のDoNREのマネジメント層向けには2019年10月8日にCEMと協力して実施 WATER itの概要説明・取扱い方について、CEMのマネジメント人材へ教授 ベトナムでの利活用促進のため、インターフェース・利用マニュアルのベトナム語化を完了
3-4 C/Pからマネジメント層を日本に招聘し、滋賀県並びに公益財団法人国際湖沼環境委員会による本邦受入活動を実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年3月23日-27日に実施 参加者は、CEM MoNREのHuong部長、管理責任者Quan氏、および技術責任者Thanh氏 各種講義・実習を通して、参加者よりモニタリング強化に向けてCEM内での変革に対するモチベーションの高まりを感じることができた
3-5 2-3並びに2-4のカウ川流域での約12か月間のモニタリング実証実験の実施前に、パートタイムスタッフに対して「WATER it」の使用方法をCEMのマネジメント人材と協働で指導を行なう	完了	<ul style="list-style-type: none"> CEM、HUSTと協力してWATER itの操作マニュアル、および一連の操作を見返すことができるような動画を作成 事業全体の運営マニュアルについてパートタイムスタッフ、管理者それぞれ向けに作成し、2020年1月にCEM、HUST協力のもと、パートタイムスタッフ向けに研修を実施
3-6 2-3並びに2-4のカウ川流域での約12か月間のモニタリング実証実験の開始後、数回にわたってパートタイムスタッフの稼働状況、課題、「WATER it」が適切に利用されているか等の確認を実施するとともに、フォローアップの研修を実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> パイロット実証実験中は、DMS及びSNSアプリであるZaloを用いて、モニタリングの進捗確認、及び課題の共有等を実施 オペテックス及びHUSTを中心に、現場で発生したトラブル等の状況に応じてWeb会議、現地訪問を組合せて対応 2020年5月から8月にかけて、CEM及びHUSTが直接モニタリング地点に赴き、実際のモニタリングの状況の確認及びフォローアップ研修を通じたパートタイムスタッフへのヒアリングを実施し、WATER itを活用したモニタリングの有効性について、理解を深めた。

出典：JICA 調査団作成

✓ 「3-1 滋賀県のノウハウを活かした研修・コンサルテーション」

現地におけるパイロット実証試験を開始する前に、水質モニタリングを梶子に水環境汚染を改善してきた事例を学習し、今後のベトナムにおける水質モニタリングのあるべき姿を具体的にイメージしてもらうため、滋賀県における事例の紹介をカウンターパートに実施した。具体的には、本邦受入活動（詳細は3-4で後述）の一環として本事業の実行責任者であるCEMのMs.Huongを含む3名が滋賀県庁を訪問し、滋賀県における水質モニタリングの歴史と実態についての学習、意見交換を実施した。

参加者からは、「琵琶湖の水質保全には、政府主導の法令制定だけでなく、水質データの公表によって地域住民が問題意識を持つことで保全へ積極的に関わったことが大きく貢献していることがよく理解できた。また、水質の改善により、水草の繁茂や生態系の変化等、別の問題も発生することを知ることができ、政策立案の際に考慮に入れるようにしたい。」「琵琶湖では過去にPCBやHg、富栄養化が問題視されていたが、

行政による水質データ公表が水質問題の改善につながったという事実は、ベトナムにとっても非常に参考になる。CEM としては、現在公表できるだけの十分量のデータを取得できていないため、本プロジェクトがその一助となることを期待している。」等の発言があり、本事業、及びその後のプランについて、カウンターパートと具体的に考えるきっかけとすることができた。

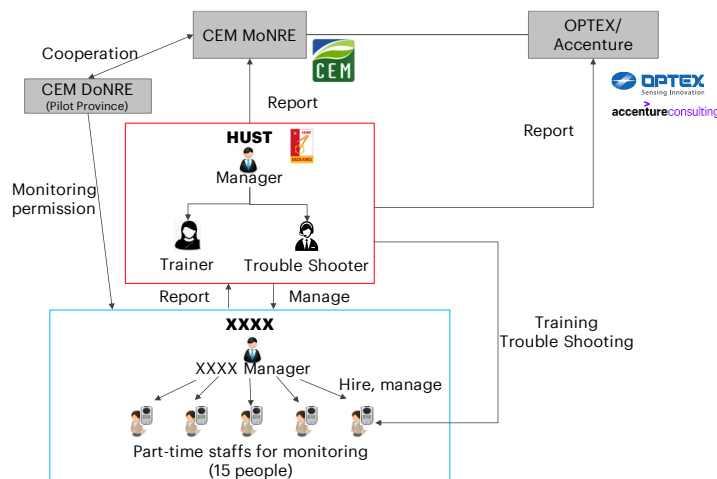


図表 54 滋賀県庁での意見交換時の様子

✓ 「3-2 現地パートタイムスタッフの活用にかかる協力を行なう」

CEM と協力し、パイロット実証試験で水質モニタリングを担当する現地パートタイムスタッフに求められる要件を整理して仕様書に落とし込み、2019 年 12 月に競争入札を実施した。特に実証試験開始後には、現地で様々な予期せぬトラブルの発生が想定されたため、実証試験の円滑な進捗をサポートするパートタイムスタッフのトレーニング、現場でのトラブル対応や進捗管理を実施するチームを設けることを要件として組み入れた。2019 年 12 月に 4 社に対し入札の公示を行い、開札の結果 HUST へ委託することとした。

委託先決定後、CEM と協議の上、以下の体制にてパイロット実証試験を進めることとした。



図表 55 パイロット実証試験体制図と役割分担⁷⁰

- ✓ 「3-3 現地パートタイムスタッフの実働が開始される前に、C/P のマネジメント人材の為に研修及びマニュアルの供与を行い、円滑に現場で水質測定を行う人材や機材を管理できる様に支援を行う」

CEM のマネジメント層に対し、WATER it を活用したモニタリングの管理・運営方法についてのイメージを持ってもらうため、本邦受入活動の一環として、WATER it の概要説明・取扱い方について、琵琶湖の水を対象に、下オプテックス本社にて京都大学による講義を含む研修を実施した。本研修に参加した CEM の技術責任者の Mr.Thanh からは、現場の担当者のマネジメントに DMS が非常に有用であり、DoNRE でも有用ではないかとの発言があった。ただし、ベトナムでの利活用促進のためには、インターフェースがベトナム語だけでなく、利用マニュアルについてもベトナム語である必要があるとのアドバイスをいただいたため、速やかにベトナム語版を作成した。



図表 56 京都大学による研修時の様子

⁷⁰ JICA 調査団作成



図表 57 WATER it を用いた水質分析の様子

モニタリング対象となる各省の CEM DoNRE への研修については、カウンターパートへの機材供与セレモニー実施後の 2019 年 10 月 8 日に各省のマネジメント層を招集し、CEM MoNRE の協力の下、上記にて作成したベトナム語版マニュアルを用いて、実際の操作も含めた研修を実施した。(活動 5-3 と併せて実施)



図表 58 CEM DoNRE マネジメント層への研修の様子

(左：CEM Mr. Thang からの説明 右：オペテックスによる操作指導)

- ✓ 「3-4 C/P からマネジメント層を日本に招聘し、滋賀県並びに公益財団法人国際湖沼環境委員会による本邦受入活動を実施する」

第 1 回渡航（2019 年 1 月）、第 2 回渡航（2019 年 3 月）において CEM と協議した結果、パイロット事業開始前に CEM が WATER it の技術・サービスを正しく理解しておく必要があること、パイロット事業期間中及び終了後において CEM における水質モニタリング体制の見直しが見込まれた事から、事業責任者である Ms.Huong 部長に加え、水質モニタリングの技術責任者である Mr.Thanh 、及び CEM 内の組織管理を担当する Mr.Quan の 3 名を対象に、本邦受入活動を実施した。「滋賀県における水質モニタリングの歴史と実態について学習し、本プロジェクトで用いる WATER it の利用方法を習得する」ことを目標に掲げ、2019 年 3 月 23 日—3 月 27 日の 5 日間実施した。実施内容、カリキュラム・日程表及び結果について以下に示す。

- 実施内容

- ① WATER it の測定原理と同製品を用いた水質測定・分析方法についての研修(オブテックス、京都大学)
- ② 滋賀県における水質モニタリングの歴史・取組に関する講義(滋賀県)
- ③ 水質モニタリング手法についての講義(国際湖沼環境委員会)
- ④ 琵琶湖における環境保全の歴史と水質改善維持における地域の関わり方についての学習(琵琶湖博物館)

- カリキュラム・日程表

日付	時刻	訪問先	講師/研修担当者	活動内容/移動
2019/3/23	0:45-6:40			ハワイ 関幸(VN330)
	8:00-11:30			移動(関幸 滋賀)
	14:00-16:00	琵琶湖博物館	加藤 爪 敬明 (国際湖沼環境委員会)	琵琶湖における環境保全の歴史と、水質改善維持における地域の関わり方についての学習
2019/3/24	10:00-12:00	オーバルオブテックス	山崎 秀輝 (オーバルオブテックス)	琵琶湖の見学および採水実施
	13:00-16:00	オブテックス	藤後 達也 (オブテックス)	WATER itを用いた水質分析①(上空で採水した自然環境のサンプルを対象)
2019/3/25	10:00-12:00	オブテックス	原田 英典 (京都大学)	WATER itの測定原理、測定したデータの利活用方法に関する講義
	14:00-16:00	滋賀県庁	大塚 広太 (滋賀県)	水質モニタリングの歴史・取組に関する講義
2019/3/26	9:45-11:45	国際湖沼委員会	加藤 爪 敬明 (国際湖沼環境委員会)	水質モニタリング手法に関する講義
	13:00-16:00	オブテックス	飯室 恵啓 (オブテックス)	WATER itを用いた水質分析②(主に産業排水サンプルを対象)
	16:00-19:00			移動(オブテックス・大阪)
2019/3/27	7:00-8:00			移動(ホテル 関幸)
	10:30-13:50			関幸 ハワイ(VN331)

出典：JICA 調査団作成

- 実施結果

参加者は本邦受入活動を通して、本事業内における水質モニタリングの具体的な実施方法の習得だけでなく、その先の目標である水環境保全に関する取り組み方や考え方について日本の具体的な事例を学習することで、本事業に対する具体的なイメージを持つことができたと感じられた。実施機関の責任者である Ms.Huong は、「ベトナムにおける水環境の改善に対して、本事業が大きく貢献できると感じた。一刻も早くモニタリングが開始できるように、一層協力体制を強化したい。加えて、モニタリング結果の民間への公表が効果的であることを知ったため、ベトナムでも同じような取り組みができるように CEM 及び VEA 内での検討も並行して進めていきたい。」と述べ、本事業により積極的に取り組む意欲を示した。また技術面の責任者である Mr.Thanh は、「WATER it の操作性、スペック等の特性については理解できたため、本格的なモニタリングが始まる前に、実際に数多くのサンプルを現場で分析し、スムーズなモニタリングを可能とする実施体制を構築していきたい。」と述べ、今後の具体的な活動についてイメージ出来た様子であった。CEM の組織管理を担う Mr.Quan は、「WATER it が他の水質モニタリング機器との大きな違いは、DMS によってモニタリング体制を大きく変えられる可能性を持つところだ。事業を通して、より効率的で実効性の高いモ

モニタリングの組織体系を見出していきたい。」と述べ、今後のモニタリング強化に向けた CEM 内の変革に取り組む意欲を示した。

- ✓ 「3-5 2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験の実施前に、パートタイムスタッフに対して「WATER it」の使用方法等を CEM のマネジメント人材と協働で指導を行なう」

3-4 の結果を踏まえ、本邦受入活動に参加していない CEM の職員を対象に、WATER it を使った水質モニタリングのトライアルを実施し、受講者の理解度を確認した。その結果、調査団の指導の下に実施した水質分析や DMS へのデータ転送等の作業に係る動作習得度は高かったものの、繰り返し分析を実施した際にいくつかの作業ステップの失念や作業順番の逆転等が生じた。そこで、問題点を洗い出し、習熟度をチェックすべきポイントを明らかにし、操作マニュアルを作成した。また水質分析操作面については、パートタイムスタッフが自ら習熟度向上のためのトレーニングができるように、同水質分析操作に熟練している HUST と協力して一連の動作を映像化した動画マニュアルも作成した。

併せて、事業全体の運営にかかわる運営マニュアルについても担当者、管理者それぞれ向けに作成し、パイロット実証試験全体で活用できるハンドブックに仕上げ、2020 年 1 月に CEM、HUST 協力のもと、パートタイムスタッフ向けに研修を実施した。(活動 2-2 に先述)

- ✓ 「3-6 2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験の開始後、数回にわたってパートタイムスタッフの稼働状況、課題、「WATER it」が適切に利用されているか等の確認を実施するとともに、フォローアップの研修を実施する」

パイロット実証実験中は、DMS 及び SNS アプリである Zalo を用いて、モニタリングの進捗確認、及び課題の共有等を実施した。実証実験開始初期においては、操作面での習熟度がそれほど高くなかったこともあり、実操作面での質問がパートタイムスタッフから寄せられたが、オペテックス及び HUST を中心に状況に応じて Web 会議、現地訪問を組合せて対応することで、実証実験全体を通してパートタイムスタッフは予定通り作業することができ、大きなトラブルなく実証実験を終えることができた。

加えて、2020 年 5 月から 8 月にかけて、CEM 及び HUST が直接モニタリング地点に赴き、実際のモニタリングの状況の確認及びフォローアップ研修を通じたパートタイムスタッフへのヒアリングを実施し、WATER it を活用したモニタリングの有効性について、理解を深めた。



図表 59 CEM 及び HUST によるモニタリング地点でのフォローアップ研修の様子

3-1-4 成果④「体制の検討」に係る活動結果

図表 60 成果④「体制の検討」に係る進捗状況概要

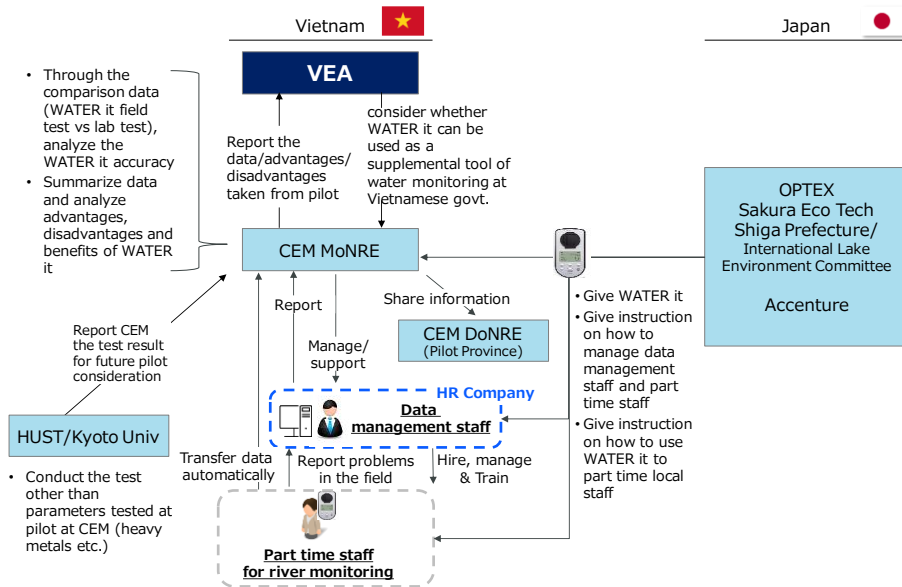
活動の種類	ステータス	詳細
<p>4-1 新モニタリング体制案（データマネジメント体制を含む）を VEA 及び CEM に提示し、C/P のマネジメント層の育成・体制検討及び 1-2 での試行テストの中間結果を受け、持続可能な実施体制の構築、実現可能な人員配置及び不足している能力等について協議・検討を行う</p>	完了	<ul style="list-style-type: none"> パイロット実証開始前に、体制案を VEA および CEM と協議し決定 CEM よりパイロット実証実験を通して、以下各項目に対する期待が示された <ul style="list-style-type: none"> ＜持続可能な実施体制の構築＞ 今後モニタリング地点数、頻度を向上させていく計画の中で、パートタイムスタッフを活用した遠隔で実施可能なモニタリング体制は、非常に拡張性が高い ＜実現可能な人員配置＞ 各地でパートタイムスタッフを雇用することで CEM において追加の人員の雇用なくモニタリング頻度を向上させることができる見込みがあるため、魅力的である ＜不足している能力＞ WATER it による水質モニタリングは、適切なトレーニングの実施、及び現場でのトラブルへの対応体制を整えることで、新規に雇用したパートタイムスタッフでもスムーズに実施できる可能性が高く、現時点では CEM を含むベトナム側関係機関では整備できていないため、導入可能性を検討したい
<p>4-2 2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 か月間のモニタリング実証実験期間中のデータ活用状況の確認後、より良いデータ活用に向けたモニタリングの仕組みについて及び 2-5 の実証実験結果の取り纏め後、本事業終了後もより持続的に実行可能なモニタリング体制について協議・検討を行う</p>	完了	<ul style="list-style-type: none"> 本事業を通して把握した現在のモニタリングにおける以下 2 つの課題について、CEM と認識を共有し、具体的な解決策の方向性について調査団より提示。 <ul style="list-style-type: none"> ＜取得した水質データから把握した課題と具体的な解決策の方向性＞ ✓ 課題 <ul style="list-style-type: none"> 短時間で水質が大きく変動するサイトにおいて、正しく水質変動特性が把握できていない ✓ 具体的な解決策 <ul style="list-style-type: none"> 特に短時間で水質変動が大きいサイトについては、「WATER it」によりモニタリング頻度を向上させることで、各サイトの水質変動特性を把握することのできるモニタリング頻度を設定できる ＜パイロット実証試験のモニタリングサイト訪問から把握した課題と具体的な解決策の方向性＞ ✓ 課題 <ul style="list-style-type: none"> 採水から測定結果獲得までに数日かかり、水質異常があった場合のタイムリーな対応ができるような住民の抱える課題の解決に資するサービスが欠如している ✓ 具体的な解決策 <ul style="list-style-type: none"> 喫緊度の高い飲用等の生活用水や農業・漁業用の水源から重点的に「WATER it」によるモニタリング強化を行うことで、タイムリーな水質情報共有体制を構築できる 調査団より提示した「WATER it」を活用した提案に対し、CEM は前向きな導入意思を示し、来年度でのトライアル導入を前提に今後詳細な実施プランについて協議を進めたい意向を示した 併せて将来に向けたロードマップについても調査団より CEM に提案。同内容は現在 CEM が MoNRE 主導のもと実施している「天然資源・環境モニタリングに係るデータベース構築プロジェクト（Xây dựng dữ liệu quản trắc linh vực môi trường）」との親和性が高く、CEM から長期的な視点での協力についてもぜひ進めたい意向を示した

出典：JICA 調査団作成

- ✓ 「4-1 新モニタリング体制案（データマネジメント体制を含む）を VEA 及び CEM に提示し、C/P のマネジメント層の育成・体制検討及び 1-2 での試行テストの中間結果を受け、持続可能な実施体制の構築、実現可能な人員配置及び不足している能力等について協議・検討を行う」

パイロット実証開始前に策定した体制案を基に、VEA 及び CEM と共にパイロット実証試験を実施した。

図表 61 モニタリング体制案



出典：JICA 調査団作成

以下、活動 1-2、2-1 を含めた CEM への中間報告、協議の結果を踏まえ、本事業終了後における持続的に実行可能なモニタリング体制について協議を実施することとした。

<持続可能な実施体制の構築に係る CEM によるコメント>

今後モニタリング地点数、頻度を向上させていく計画の中で、パートタイムスタッフを活用した遠隔で実施可能なモニタリング体制は、非常に拡張性が高く、スムーズな展開が可能であると考えられる。最終的にはコスト見合いの部分もあるが、残りのパイロット実証実験の結果を踏まえ、今後のコスト試算結果を基に導入可能性を検討していく。

<実現可能な人員配置に係る CEM によるコメント>

現在のモニタリングにおいては、ハノイに立地する CEM からモニタリングのたびに測定対象サンプルの取得のため担当者を現場に派遣し、ハノイに持ち帰り水質分析を実施している。本パイロット実証実験のように、各地でパートタイムスタッフを雇用することで CEM において追加の人員の雇用なくモニタリング頻度を向上させることができる見込みがあるため、魅力的である。

<不足している能力に係る CEM によるコメント>

本パイロット実証実験の途中経過の報告にて、WATER it による水質モニタリングは、適切なトレーニングの実施、及び現場でのトラブルへの対応体制を整えることで、新規に雇用したパートタイムスタッフでもスムーズに実施できる可能性

が示された。トレーニングの実施、現場でのトラブル対応体制はオプテックス独自のものであり、現時点では CEM を含むベトナム側関係機関では整備できていないため、事業終了時に改めてパイロット実証実験の全結果を確認し、導入可能性を検討していく。

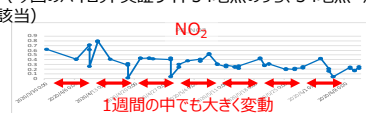
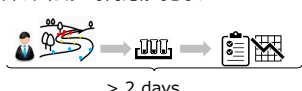
✓ 「4-2 2-3 並びに 2-4 のカウ川流域での約 12 ヶ月間のモニタリング実証実験期間中のデータ活用状況の確認後、より良いデータ活用に向けたモニタリングの仕組みについて及び 2-5 の実証実験結果の取り纏め後、本事業終了後もより持続的に実行可能なモニタリング体制について協議・検討を行う」

2020 年 12 月 1 日に本事業の活動結果を踏まえ、CEM と本事業終了後のモニタリング体制および協力体制について協議を実施した。調査団より本事業を通して把握した現在のモニタリングにおける以下 2 つの課題について CEM に共有し、CEM、調査団双方が同一の認識であることを確認した。そのうえで、将来のモニタリングのあるべき姿と直近の具体的な解決策の方向性について調査団より提示し、CEM は本事業で実証したモニタリング体制での「WATER it」を活用したモニタリングに前向きな導入意思を示し、その場で来年度でのトライアル導入を前提に今後詳細な実施プランについて協議を進めたい意向を示した。

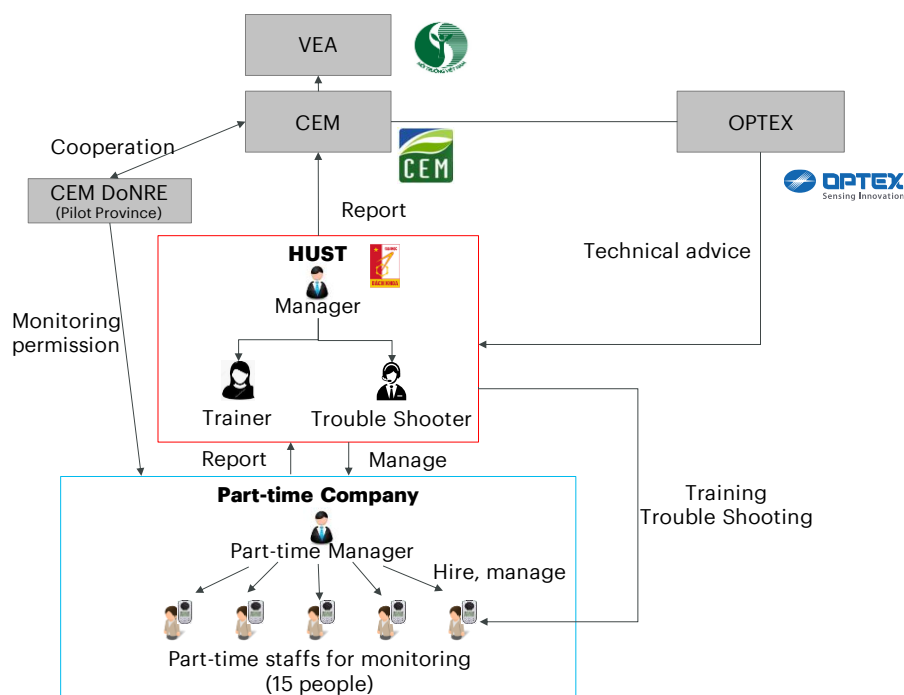
図表 62 現在のモニタリングにおける課題と将来のあるべき姿

現在のモニタリングに係るミクロな課題と将来のあるべき姿

モニタリングを通してタイムリーに水質の状況を把握し、流域住民や産業への影響を低減するためのソリューションが求められる

現状の課題 (As-is)		将来のあるべき姿 (To-be)
①取得した水質データから分かったこと	<p>正しく水質変動特性が把握できていない</p> <p>短期間で水質が大きく変動するサイトにおいては、2カ月に1度程度のモニタリングでは正しく水質変動を把握できない(今回のパイロット実証サイト54地点のうち、34地点※が該当)</p>  <p>※パイロット期間中、十分な測定精度を得られた4項目 (NH₄、NO₂、NO₃、PO₄) 全てについて、取得したデータの相対標準偏差 (RSD) が25%を上回っているサイト</p>	<p>✓ 各サイトの水質変動特性に応じて、必要なモニタリングの頻度となっている (= 短期間での水質変動が大きいサイトについては、WATER itによりモニタリング頻度を向上させる)</p>
②モニタリングサイト訪問から分かったこと	<p>住民の抱える課題の解決に資するサービスが欠如</p> <p>採水から測定結果獲得までに数日かかるため、飲用等の生活用水や農業・漁業用の水源において水質異常があった場合のタイムリーな対応ができない</p>  <p>> 2 days</p>	<p>✓ 水質汚染が流域住民へ与える影響を考慮したタイムリーな水質情報共有ができていない 特に影響が大きい水源例： ・ 飲用水等の生活用水の水源 ・ 農業・漁業用水の水源</p>

出典：JICA 調査団作成



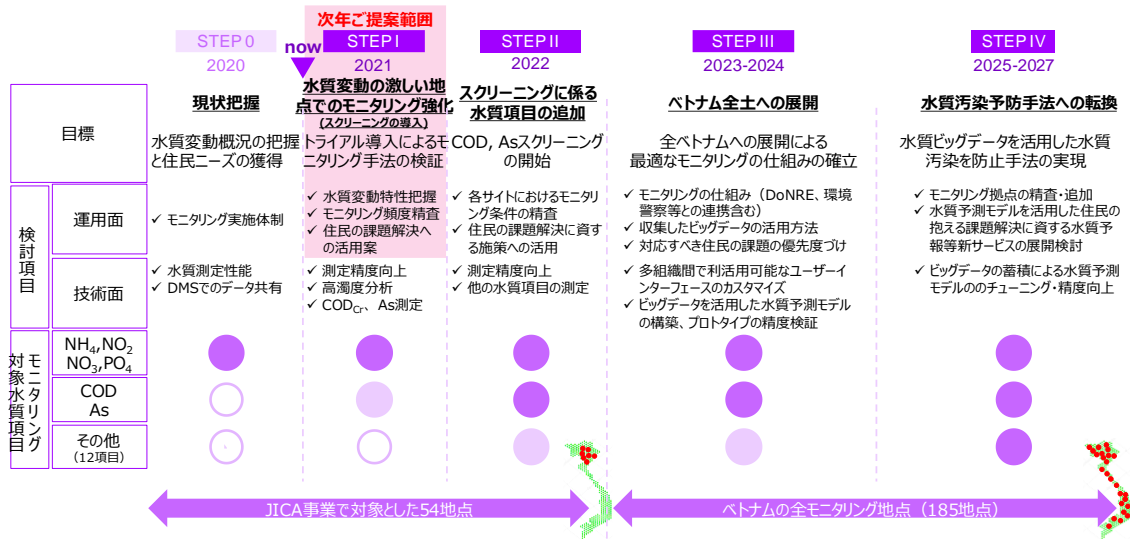
図表 63 本事業で実証したモニタリング体制⁷¹

加えて、調査団より将来に向けたロードマップについても CEM に提案したところ、現在 CEM が MoNRE 主導のもと実施している“天然資源・環境モニタリングに係るデータベース構築プロジェクト (XÂY DỰNG DỮ LIỆU QUAN TRẮC LĨNH VỰC MÔI TRƯỜNG)”⁷²との親和性が高い構想であり、CEM から長期的な視点での協力についてもぜひ進めたい意向を示した。特に同プロジェクトでは収集したデータの蓄積方法や利活用方法についての検討に軸足が置かれ、“どのように”データを収集すべきかという点については課題であるため、CEM より水質データの収集方法として「WATER it」は非常に有望なソリューションであり、トライアル導入を通して同プロジェクトの具体的な連携方法について検討したい旨、発言があった。また、将来的には蓄積した水質ビッグデータを用いた水質予測による水質汚染防止への展開についての提案についても高い関心を示し、具体化に向けて現在キックオフの日程調整を進めている。

⁷¹ JICA 調査団作成

⁷² MoNRE がモニタリング対象とする“天然資源”、“環境指標”の全てのデータを集積し、全国的なデータベースの仕組みの構築を目的としたプロジェクト

図表 64 調査団より提示した将来に向けたロードマップ



出典：JICA 調査団作成

3-1-5 成果⑤「事業展開計画の策定」に係る活動結果

図表 65 成果⑤「事業展開計画の策定」に係る進捗状況概要

活動の種類	ステータス	詳細
5-1 「WATER it」の導入により得られる水環境モニタリング能力の改善効果を検証した上で、ベトナムにおける新たなモニタリングの仕組みにかかる提案を、C/P機関に行う	完了	<ul style="list-style-type: none"> 本事業を通して検証された「WATER it」の活用によるモニタリング頻度の向上効果を基に、調査団よりCEMに対し新たなモニタリングのあるべき姿、および実現に向けたステップについてまとめたロードマップを提示。そのうえで次年度における導入に向けた提案を実施 提案内容の方向性については全面的に合意が得られた。具体的な進め方についてはMoNREの方針に沿った形で進める必要があるものの、一度提案内容を基に早急に次年度のCEMの実施計画・予算計画との突合を行い、トライアル導入の詳細スコープ検討することで合意
5-2 「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の担当者「汚染源インベントリー」作成に向けた関連政策の検討・策定状況、「WATER it」の実証実験の経過・結果等について定期的に情報交換を行い、「WATER it」の活用可能性について検討する	完了	<ul style="list-style-type: none"> JICAベトナム事務所、およびVEA、CEMへのヒアリングにより、2018年度で「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の終了を確認 第5回渡航時にJICAベトナム事務所の北村次長と面談し、本事業におけるモニタリングの取組みをベトナム全域へ展開していく後続案件の組成等についてディスカッションを実施 本事業終了後もJICAベトナム事務所と連携し、新規プロジェクトの組成も含めた連携可能性を探索、検討していく予定
5-3 CEMと連携し、実証実験対象外の省市のDoNRE、関連公的機関に対し、普及・実証事業の現状共有を通じて「WATER it」を活用した新しいモニタリングの仕組みの利点等をPRするセミナー並びに研修等を開催する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年10月8日に実証実験対象である各省に加え、ヴァンフック省、ハイフォン省のマネジメント層を招集し、WATER itを活用したモニタリングの仕組みの構想に係る説明、実際の操作も含めた研修を通じた利便性等利点についてのPRを実施（活動3-3と併せて実施） 2020年12月に、MoNRE開催の水質モニタリングに係る中央政府、地方政府間の情報交換会が開催され、会議内でCEMより本事業の成果の共有、導入可能性等についての討議が行われた
5-4 実証サイトのDoNREと連携し、主に域内の民間セクターに対し、普及・実証事業の現状共有を通じて製品の魅力・利便性等をPRするセミナー、イベント等を開催する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 2019年10月、12月、2020年3月の3回にわたり、ノイバイ工業団地内の企業及びモニタリング機器の販売を手掛ける企業向けに、普及・実証事業の進捗共有、及びWATER itの製品説明・実操作を含む面談を実施 工業団地管理企業からは、自社内での導入と共に、同工業団地内企業への導入要請、及び他の工業団地への紹介についても積極的な意向を示された
5-5 ビジネス展開におけるターゲットのより深い絞り込み、ターゲットにおける「WATER it」のニーズ、今後の水質モニタリングの計画等を確認するヒアリングを顧客候補等に対し実施する	完了	<ul style="list-style-type: none"> 競合・代理店・顧客候補にヒアリング実施し、ビジネス展開戦略の策定およびビジネスモデルの仮説立案、具体的な検証事項の洗い出しを実施
5-6 5-5のヒアリング結果を基に、今後のビジネス展開戦略を展開する	完了	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスモデルのブラッシュアップ及びビジネス展開戦略の可能性を評価した結果、VEA、CEMをはじめとした公的機関、及び民間企業においてビジネス展開の可能性は十分であると判断できた 特にCEMにおいては、次年度でのトライアル導入を前提に、今後具体的なスコープについて協議する予定 今後、本事業を通して構築したネットワークを一層強化し、CEMへの導入及びノイバイ工業団地内企業への導入をきっかけに、ビジネス展開を進めていく予定

出典：JICA 調査団作成

- ✓ 「5-1 「WATER it」の導入により得られる水環境モニタリング能力の改善効果を検証した上で、ベトナムにおける新たなモニタリングの仕組みにかかる提案を、C/P 機関に行う」

本事業を通して検証された「WATER it」の活用によるモニタリング頻度の向上効果を基に、調査団より CEM に対し新たなモニタリングのあるべき姿、および実現に向けたステップについてまとめたロードマップを提示した。(活動 4-2 に先述) その上で、活動 2-1 で実施したパイロット実証に費やしたコストを参考に調査団内でビジネスモデルの精査、プライシングの検討を実施し、次年度に「WATER it」導入に係る提案を実施した。

提案内容の方向性については全面的に合意が得られた。具体的な進め方については MoNRE の方針に沿った形で進める必要があるものの、CEM の Ms.Huong 部長より、まずは一度提案内容を基に早急に次年度の CEM の次年度のモニタリング実施計画・予算計画との突合を行い、トライアル導入の詳細スコープを検討するよう、CEM の担当者へ指示が出された。本事業後、引き続き CEM と詳細について協議の上、実導入に向けた準備を実施する予定である。



図表 66 次年度導入に向けた CEM との協議の様子

- ✓ 「5-2 「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の担当者と「汚染源インベントリー」作成に向けた関連政策の検討・策定状況、「WATER it」の実証実験の経過・結果等について定期的に情報交換を行い、「WATER it」の活用可能性について検討する」

JICA が MoNRE/VEA を主要カウンターパートとし 2015 年～2019 年に実施した「流域水環境管理能力向上プロジェクト」において、JICA ベトナム事務所主導で 2017 年 8 月、9 月に学生を対象とした環境保全意識向上のための啓発活動の一環として WATER it を活用した水質モニタリングを実施した。その結果として、参加者からは WATER it が多地点でのモニタリングの実施に非常に有用なツールとなるとのフィードバックをいただいた。

2019 年で「流域水環境管理能力向上プロジェクト」は終了し、現時点では残念ながら後続事業は実施されていないものの、第 5 回渡航において JICA ベトナム事務所の北村次長との協議の中でハノイ・ヌエ川の汚水処理プロジェクトが検討されており、今後処理施設建設に向け WATER it を用いた現状把握・基礎調査も検討されていることが判明している。本事業終了後も JICA ベトナム事務所と連携し、新規プロジェクトの組成も含めた連携可能性を探索、検討していく予定である。

- ✓ 「5-3 CEM と連携し、実証実験対象外の省市の DoNRE、関連公的機関に対し、普及・

実証事業の現状共有を通じて「WATER it」を活用した新しいモニタリングの仕組みの利点等をPRするセミナー並びに研修等を開催する」

CEMと連携し、2019年10月8日に実証実験対象である各省に加え、ヴィンフック省、ハイフォン省のマネジメント層を招集し、WATER itを活用したモニタリングの仕組みの構想に係る説明、実際の操作も含めた研修を通じた利便性等利点についてのPRを実施した。(活動3-3と併せて実施)参加者からは、特に操作が簡易で水質分析結果もスピーディに獲得、共有できることに関心を示され、本事業の最終的な成果を受け、CEMと連携して導入について検討していきたい意向を示された。

2020年12月に、MoNRE主催の水質モニタリングに係る中央政府、地方政府間の情報交換会を開催され、会議内でCEMより本事業の成果の共有、導入可能性等についての討議が行われた。



図表 67 DoNRE 向けセミナー、研修の様子

- ✓ 「5-4 実証サイトの DoNRE と連携し、主に域内の民間セクターに対し、普及・実証事業の現状共有を通じて製品の魅力・利便性等をPRするセミナー、イベント等を開催する」

2019年10月、12月、2020年3月の3回にわたり、ノイバイ工業団地内の企業及びモニタリング機器の販売を手掛ける企業向けに、普及・実証事業の進捗共有、及びWATER itの製品説明・実操作を含む面談を実施した。いずれの企業との面談においても、特に本事業がベトナム政府と共に実施している点、及び実操作を通じた利便性及びタイムリーにデータを獲得できる点について強い関心を示された。特にノイバイ工業団地内の排水管理を管轄する「NoiBai Development Co. Ltd」においては、自社内での導入と共に、同工業団地内企業への導入要請、及び他の工業団地への紹介についても積極的な意向を示しており、今後本事業の成果及びその後のCEMとの取り組みの共有を通して、導入に向けた協議を継続していく予定である。



図表 68 民間企業向け面談の様子

(左：ノイバイ工業団地内企業、右：モニタリング機器販売企業)

- ✓ 「5-5 ビジネス展開におけるターゲットのより深い絞り込み、ターゲットにおける「WATER it」のニーズ、今後の水質モニタリングの計画等を確認するヒアリングを顧客候補等に対し実施する」

競合他社、顧客候補、パートナー企業候補等へのヒアリングを通し、ビジネス展開戦略の策定及びビジネスモデルの仮説立案、具体的な検証事項の洗い出しを実施した。(詳細は第4章にて後述)

- ✓ 「5-6 5-5 のヒアリング結果を基に、今後のビジネス展開戦略を展開する」

5-5 の結果を受け、ビジネスモデルのブラッシュアップ及びビジネス展開戦略の可能性を評価した結果、VEA、CEMをはじめとした公的機関、及び民間企業においてビジネス展開の可能性は十分あると判断した。本事業を通して構築したネットワークを一層強化し、CEM への導入及びノイバイ工業団地内企業への導入をきっかけに、ビジネス展開を進めていく予定である。(詳細は第4章にて後述)

3-2 目的の達成状況

詳細な各活動に対する達成状況は、先述の「3-1 活動の成果」にて、各成果の図表に記載した通りであるが、新型コロナウイルスの感染拡大の影響もある中で、遠隔でのパイロット実証を円滑に進めることができ、当初の目的をすべて達成することができた。

3-3 開発課題解決への貢献

2-1 に記載の本事業の目的に即し、ベトナムにおける開発課題である「モニタリング能力の向上」の解決に際し、「モニタリングの強化」、「モニタリング費用の適正化」、および「モニタリング結果のタイムリーな取得」という3つの点を達成することで貢献可能と考えた。以下に示した本事業の達成状況の通り、一部水質項目の測定精度に改善が必要なものの、概ね本事業での目標を達成でき、今後継続的なビジネス展開により、さらなる開発課題解決への貢献が可能と考えられた。

	開発課題	将来的な開発効果	KPI	本事業での目標	本事業での実施結果
A モニタリングの強化	✓ モニタリング実施計画に対して実績が大きく未達	✓ 河川内の水質の状況を定期的に把握できている	✓ モニタリング頻度・回数 ✓ モニタリング地点数 ✓ モニタリング項目数	✓ モニタリング頻度・回数: 3回/週、156回/年 ✓ モニタリング拠点数: 54か所 ✓ モニタリング項目数: 6項目	✓ モニタリング頻度・回数: 3回/週、156回/年 ✓ モニタリング拠点数: 54か所 ✓ モニタリング項目数: 6項目*
B モニタリング費用の適正化	✓ モニタリング1回あたりにかかる費用が高価	✓ 予算を増加させることなく、モニタリングを強化する	✓ 1回あたりのモニタリング費用	✓ 現在のモニタリング費用よりも大幅に減少	✓ 現在のモニタリング費用と比べて約1/4
C モニタリング結果のタイムリーな取得	✓ モニタリング結果を得るまでの時間がかかる	✓ 河川水質をタイムリーに取得できる	✓ モニタリング結果の共有までの時間	✓ 測定完了と同時に共有	✓ 測定完了と同時に共有

*COD、AsIについては測定精度面で要改善

出典：JICA 調査団作成

3-4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業内でのパートナー及び地域団体との連携強化により、日本国内の活性化に貢献していくことを想定している。

- ✓ 滋賀県・公益財団法人国際湖沼委員会の協力を得て実施した本邦受入研修を通して、これまで琵琶湖の水質改善を実現してきた滋賀県の水管理に対する認知度・ブランド力の向上に貢献
- ✓ 京都大学との産学連携により、本事業を通して得られる有益で膨大な水質測定データを用いて、新たな学問的発見がなされることを想定
- ✓ オプテックスが所属する、近畿経済産業局が支援する企業フォーラムである **Team E-Kansai** は、日本の環境技術を海外に展開するという方針・コンセプトをもとに活動している。本事業において、オプテックスが積極的に海外展開を行うことで、環境技術を有する同会員企業の進出の際に知見等を提供し、海外進出の促進に一部貢献できることを想定
- ✓ 事業実施による、オプテックス株式会社が属する産業集積（クラスター）の活性化
水質測定機器と併せて、水処理装置の導入が進んでいない地域・企業がベトナム国内に多数存在する。水処理技術を有する日本の中小企業（滋賀県に所在する企業等）との連携を視野に、水処理装置と水質測定機器を同時並行的にベトナム国内に展開し、水処理技術を持つ中小企業の海外展開に貢献していくことを想定

3-5 ジェンダー配慮

本事業においては、カウンターパートである VEA、CEM に加え、モニタリング実証では HUST 及び各パートタイムスタッフと連携して、事業を推進した。各機関の主要な参画

者としては CEM の 3 名のうち 2 名が女性（Huong 部長、Anh 副部長）、HUST の 4 名すべてが女性であり、パートタイムスタッフにおいても 15 名中 7 名が女性と、ジェンダーの差なく男女バランスよく参画いただいた。また、本事業内で活用した WATER it は、誰でも・どこでも・いつでも測定可能なため男女間で平等に取り扱うことができ、モニタリング業務自体もジェンダーに関係なく従事可能であるため、今後のビジネス展開においてもジェンダー平等に配慮しながら推進していく予定である。

3-6 事業後の相手国実施機関の自立的な活動継続

CEM は、普及・実証事業後に WATERit を活用した新しい水質モニタリング方法のトリアル導入を検討する旨 MoNRE 及び VEA に対し報告済みであり、そのための新規予算の提案を検討中である。また、水質モニタリングの効率化に向け、本事業でモニタリングを実施した各省の DoNRE を訪問し、今後の同分野における連携強化の在り方について議論を始めている。CEM は、本事業終了後もオプテックスとの連携を継続し、WATERit を活用したモニタリングシステムの導入について協議を進めたいとの意向を示した。

VEA 及び CEM が継続したモニタリング活動をできるように、ビジネス展開後に設立予定のオプテックスベトナム（現地法人）が機材・試薬の万全な供給体制づくりやよりユーザーフレンドリーなインターフェースの作り込みをカウンターパートと協議して進めていく予定である。

3-7 課題と対応策

2020 年 12 月の事業終了時の課題とその対応を以下に示す。

		課題	対応
課題面	測定方法	<ul style="list-style-type: none"> 顧客のニーズに適った（排水基準をカバーする）測定範囲での分析が可能となる測定方法を見出す必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 試薬の開発（COD_{Cr}測定向け、低濃度As向け） 高濁度向け測定手法の確立（ろ過、遠心分離等） 測定精度向上（他の測定項目を活用した濃度推定式の構築等）
	ビジネスモデル面	<ul style="list-style-type: none"> 運営側の利益分配を明確にする必要がある 導入を一層後押しできるよう、運営コストを低減する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 運営側のステークホルダーにおける役割分担の明確化 製品定価低減を達成可能な現地生産体制の構築 付帯サービスの充実、顧客ニーズに合ったカスタマイズオプションの設定
	トラブル対応	<ul style="list-style-type: none"> トラブル発生時の対応方法を網羅的に準備する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> トラブル時の対策マニュアル、体制の整備 オプテックスベトナム、またはモニタリング代行企業にて、トラブル時の対応をするサービスを展開

出典：JICA 調査団作成

第4章 本事業実施後のビジネス展開計画

4-1 今後のビジネス展開の方針・予定

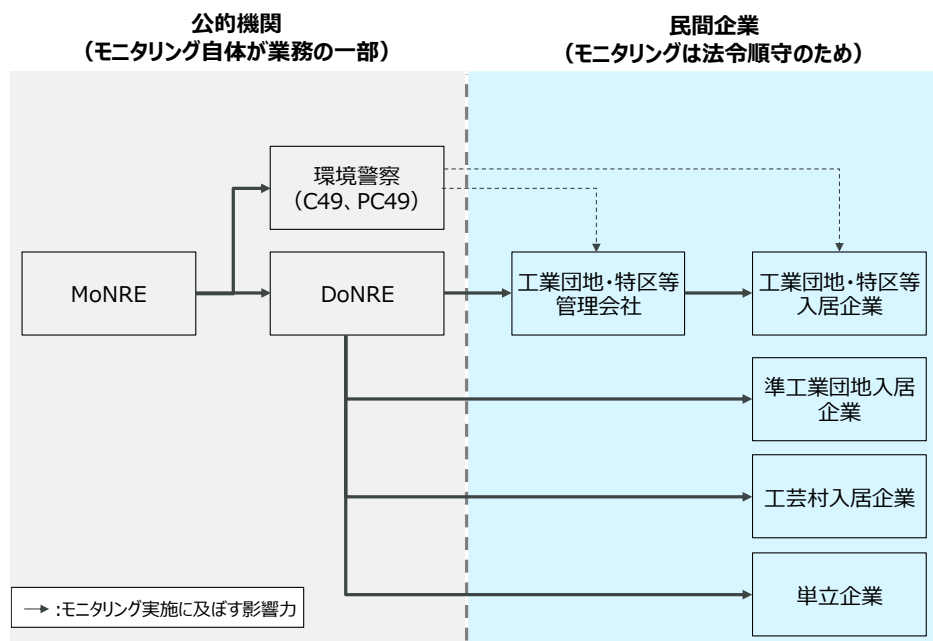
オプテックスは本調査結果をもとに、事業終了後の2021年に現地法人を設置することも視野に入れ、ビジネス展開を開始する予定である。

4-2 マーケット分析

4-2-1 ベトナムにおける市場の概要

ベトナム国では水質保全への意識の高まりから、公的機関、及び民間企業において水質モニタリングが実施されている。公的機関においては、2014年より施行された改訂環境保護法に基づき、MoNRE では流域環境管理の強化のため、新たな水質モニタリング施策を打ち出している。民間企業においては、法令による水質モニタリングの実施・結果報告が義務化されるとともに、排水水質基準を超過する排水放流が確認された場合に罰金の支払い・工場運営停止対象となるため、法令順守を目的として水質モニタリングの強化を図っている。

図表 69 ベトナム国における水質モニタリング市場の全体像



出典：JICA 調査団作成

加えて、先述の通り、2016年4月にフォルモサ・ハティン・スチール社が起こした大規模な水質汚染事故を契機に Decree 155 が制定され、排水水質基準を超過した工場を有す企

業に対する罰則が厳格化された。

図表 70 Decree155 による罰則規定の例

罰金額	違反事項
2,000 万～5,000 万ドン	環境水準を超えた汚染物質等を含む排水を放流した場合。 投資家、工業団地、輸出加工区、ハイテクパーク、準工業団地の投資家、建設業者、運営業者の定めた所定の関連規則が定めた水準を 10% 以上超過した排水場合には、水準の超過度合（10% 刻み）に応じて罰金が科される。
5,000 万～1 億ドン	違法に、処理されていない排水を工業団地、輸出加工区、ハイテクパーク、準工業団地の雨水処理システムに放流した場合。

出典：JICA 調査団作成

民間企業においては、2019 年 11 月現在、排水量が 1,000m³/day を超える工場についてのみ水質モニタリングが義務化されているが、これらの企業においてはすでに水質モニタリング用機器が導入されており、競合製品による寡占市場となっている。（4-2-2 にて後述）

一方で、現在閣議承認を待っているものの、近い将来水質モニタリング義務化の対象が現行の排水量 1,000m³/day 以上の工場から 500m³/day 以上の工場に引き下げられる法令改正が行われることが、本調査を通して判明している。⁷³その結果、今まで水質モニタリングを実施してこなかった排水量 500m³/day-1,000m³/day の工場を保有する企業も水質モニタリング義務化への対応を迫られることになり、競合未参入の新たな市場・顧客セグメントが創出される見込みである。また、自社が管理する工業団地・特区内の工場からの排水水質管理に責任を持つ工業団地・特区管理企業にとっては、新たに水質モニタリングの義務化対象工場が増えることにより、管轄域内における管理体制等の強化を求められることになる。

⁷³ CEM ヒアリング結果による。現時点では、2020 年中には施行される予定。（2019 年 1 月、3 月、6 月）

図表 71 現在及び将来の水質モニタリング顧客セグメント

顧客セグメント (現在)				顧客セグメント (将来)				
対象市場 <small>(水質モニタリング実施義務有)</small>	公的機関	環境行政	MoNRE	公的機関	環境行政	MoNRE		
			DoNRE			DoNRE		
		環境警察 (C49、PC49)			環境警察 (C49、PC49)			
	第3セクター				第3セクター			
	民間セクター	工業団地・特区内	管理会社		民間セクター	工業団地・特区内	管理会社	
			入居企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上			入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day
		その他	準工業団地入居企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上		準工業団地入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day	
			単立企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上		工芸村入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day	
	民間セクター	工業団地・特区内	入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	民間セクター	工業団地・特区内	入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)	排水量 500m ³ /day以下
			準工業団地入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満			準工業団地入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)	排水量 500m ³ /day以下
その他		工芸村入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	工芸村入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)		排水量 500m ³ /day以下		
		単立企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	単立企業 (排水量 500m ³ /day以下)		排水量 500m ³ /day以下		
第3セクター				第3セクター				
非対象市場 <small>(水質モニタリング実施義務無)</small>	公的機関	環境行政	MoNRE	公的機関	環境行政	MoNRE		
			DoNRE			DoNRE		
		環境警察 (C49、PC49)			環境警察 (C49、PC49)			
	第3セクター				第3セクター			
	民間セクター	工業団地・特区内	管理会社		民間セクター	工業団地・特区内	管理会社	
			入居企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上			入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day
		その他	準工業団地入居企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上		準工業団地入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day	
			単立企業 (排水量 1,000m ³ /day以上)	排水量 1,000m ³ /day以上		工芸村入居企業	排水量 500-1,000m ³ /day	
	民間セクター	工業団地・特区内	入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	民間セクター	工業団地・特区内	入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)	排水量 500m ³ /day以下
			準工業団地入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満			準工業団地入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)	排水量 500m ³ /day以下
その他		工芸村入居企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	工芸村入居企業 (排水量 500m ³ /day以下)		排水量 500m ³ /day以下		
		単立企業 (排水量 1,000m ³ /day未満)	排水量 1,000m ³ /day未満	単立企業 (排水量 500m ³ /day以下)		排水量 500m ³ /day以下		
第3セクター				第3セクター				
第3セクター				第3セクター				

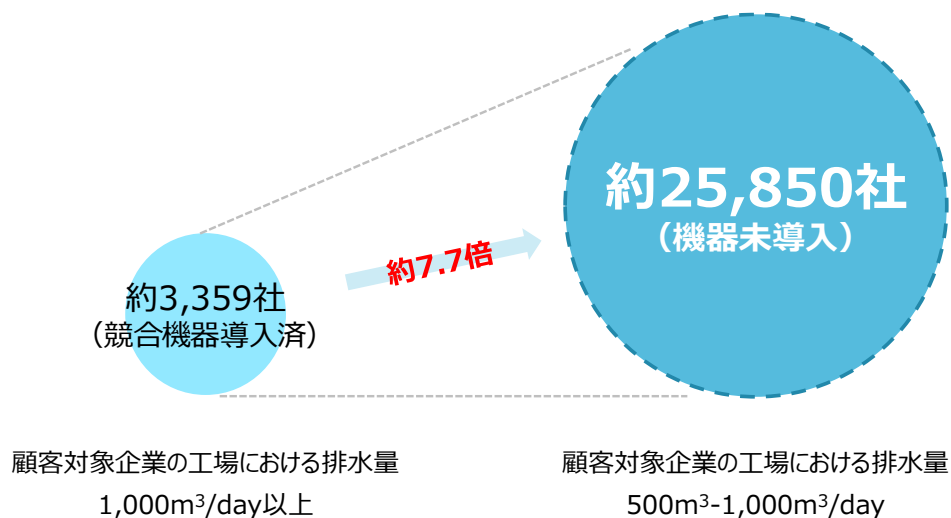
新規対象顧客セグメント
(モニタリング実施義務化)

出典：JICA 調査団作成

現在すでに水質モニタリング義務化の対象となっている排水量 1,000m³/day 以上の工場を有する企業数と比較し、新たに義務化される 500m³/day-1,000m³/day の工場を保有する企業数は約 7.7 倍も存在し、今後民間セクターにおける市場の広がりが期待される。⁷⁴

⁷⁴ Statistics book Vietnam 2018 より、製造業のうち、排水量が 1,000m³ を超える工場数から推定

図表 72 今後の水質モニタリング市場の展望（民間企業）



出所：Statistical Yearbook of Vietnam 2018
https://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=58&itemID=19299
 ※対象となる企業：製造業を想定

出典：JICA 調査団作成

4-2-2 競合の状況

水質モニタリング機器のベトナム国内における競合は約 38 社存在するが、ポータブル簡易モニタリング機器に限ると、以下 4 社が主要プレイヤーであり、寡占市場を形成している。これら企業はすでに水質モニタリング用機器市場でブランド力を有し、コスト競争力も高いため、実績のない企業の新規参入のハードルはかなり高いと考えられる。

図表 73 ベトナムにおける主要競合製品の比較

企業名	オブテックス	A社	B社	C社	D社
型番	WA-ME300	DR900	YSI Proplus	HI 9829-00042	U-50
測定項目数	24 (追加・変更可)	50	11	16	11
価格 (センサ)	1,000米ドル ※日本での参考販売価格	1,300米ドル	1,200米ドル	2,500米ドル	4,000米ドル
価格 (試薬、付属パーツ等)	1.0米ドル/本 (想定)	0.5~1.5米ドル/本	年間3000米ドル程度 ※付属ケーブル(要定期交換)、試薬の費用	年間1,500米ドル程度 ※付属品の内容に応じる	0.7-1.0米ドル/本
測定速度	1-10分	1-15分	1-10分	2-10分	2-15分
データ転送	自動 (スマホアプリ経由)	パソコンとのUSB接続	パソコンとのUSB接続	パソコンとのUSB接続	パソコンとのUSB接続
国際認証取得状況	ISO9001 ISO14001	ISO9001 ISO17025	ISO9001 ISO 14001 ISO 13485 European WEEE MCERTS EN46001	ISO9001 Field replaceable ISO 7027	ISO9001 ISO 14001 OHSAS 18001

出典：JICA 調査団作成

図表 74 各顧客セグメントの競合状況

顧客セグメント（現在）			競合参入状況 （現在確認できている範囲）		
水質計測を自ら実施中（実施義務有）	公的機関	環境行政	MoNRE	B社	
			DoNRE	B社、D社	
		環境警察（C49、PC49）		B社	
	第3セクター			A社	
	民間セクター	工業団地・特区内	管理会社		A社、B社、C社
			入居企業（排水量 1,000m ³ /day以上）		A社、B社、C社
		その他	準工業団地入居企業（排水量 1,000m ³ /day以上）		A社、B社、C社
			工芸村入居企業（排水量 1,000m ³ /day以上）		B社、C社
			単立企業（排水量 1,000m ³ /day以上）		B社、C社
	未実施（実施義務無）	工業団地・特区内	入居企業（排水量 1,000m ³ /day未満）		競合未参入
準工業団地入居企業（排水量 1,000m ³ /day未満）					
その他		工芸村入居企業（排水量 1,000m ³ /day未満）			
		単立企業（排水量 1,000m ³ /day未満）			

出典：JICA 調査団作成

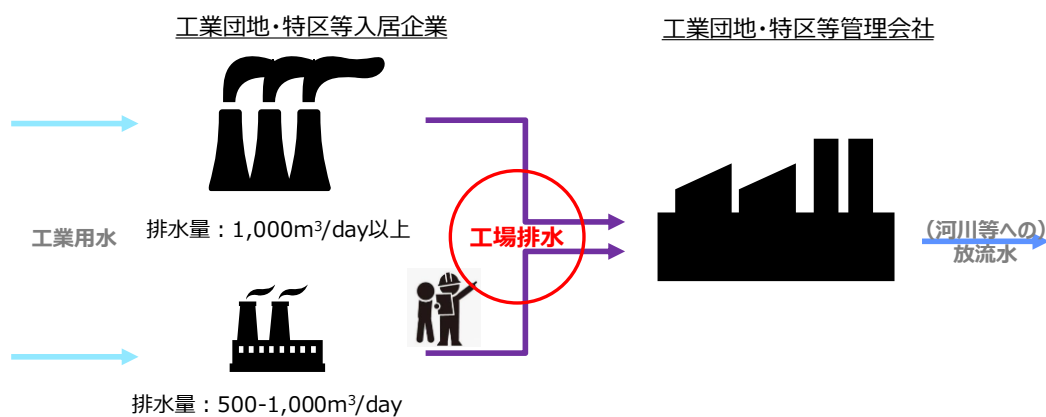
これら競合他社においては、機器の販売のみを提供する「機器売り（モノ売り）」を実施しており、メンテナンスやサービスデスク等のアフターサービスについては現地の販売代理店に委託しているケースがほとんどである。そのため、モニタリング機器の測定を担当する人材は各エンドユーザーが自ら手配し、トレーニング等についても機器操作マニュアル等に沿って自ら実施しているケースが多い。

上記のような状況を受け、顧客からは「機器売り（モノ売り）」を実施する競合他社に対する不満が出てきており、新たなニーズが確認されている。以下に、工業団地における具体例を示す。

- ✓ 工業団地における水質モニタリング対象
工業団地・特区内管理会社・入居企業のモニタリング対象となるのは入居企業の排水である。
- ◇ 工業団地・特区内管理会社
自社から河川への放流水が政府の定める排水基準を満たすことが必要不可欠であり、そのためには自社が処理する対象となる排水水質を把握し、自社水処理設備の排水処理条件を適正化する必要がある。したがって、モニタリングの対象は自社水処理設備へ流入する入居企業からの排水

◇ 工業団地・特区入居企業

自社工場からの排水が工業団地・特区管理会社が設定する排水基準を満たしているか確認できることが重要であり、モニタリングの対象は自社排水



図表 75 工業団地における水質モニタリング対象⁷⁵

✓ 「機器売り（モノ売り）」に対する不満

工業団地・特区管理会社・入居企業のいずれにおいても、継続的な工場運営が可能となるよう、排水水質監視機関（政府、工業団地・特区管理会社）からのモニタリング結果開示要求に対し、自社が排水基準を順守できていることを速やかに報告できるような水質モニタリングを求めている。しかしながら、競合他社が実施する「機器売り（モノ売り）」においては、下記に挙げられるような不満が出てきており、顧客がモニタリング結果を安心して開示できるレベルには至っていない。

◇ モニタリングを遂行するためのスキルを有す測定者の確保ができていない

◇ 機器が壊れやすい




◇ トラブルシューティングに膨大な時間がかかる

◇ モニタリング結果獲得までに時間がかかる

◇ 虚偽のモニタリング結果が報告されるケースがある

⁷⁵ JICA 調査団作成

図表 76 顧客における水質モニタリング関連サービスに対する声
(工業団地・特区等管理会社、入居企業からのヒアリング結果抜粋)

	モニタリング関連ニーズ (現時点ではベトナムでは入手困難なサービス)	(参考) 機器売りメーカーへの意見
管理会社 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 安定したモニタリングシステム <ul style="list-style-type: none"> ◆ 人材 モニタリングのためのスキルを保有する(できる)人材の獲得 ◆ タイムリーな水質把握 迅速な対応のため、受入先排水水質のタイムリーな獲得 ◆ 虚偽データの撲滅 (自社他社問わず、) 正確な報告データの獲得 ✓ データの統合管理 モニタリング結果・日報等の報告内容の一元管理ツールの獲得 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ アフターサービスがひどい(メーカー共通) <ul style="list-style-type: none"> ◆ メンテナンス・サービスデスク 代理店任せで適切な対応でないことも多い ◆ 修理対応 メーカー本国への送付によるリードタイムの長さ(数ヶ月) ◆ 現地ストックがない ベトナムにストックを持たず、故障や追加発注時の対応が遅い ✓ 壊れやすい(中国に生産拠点を移す等)
入居企業 排水量： 1,000m ³ /day 以上 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 迅速で労力のかからない結果報告手法の獲得 工業団地・特区等管理会社に結果提出を求められた際、速やかに簡単に結果を提出できるソリューションの獲得 	
入居企業 排水量：500- 1,000m ³ /day 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 安価な機器・試薬と人材の確保 どのような機器の導入、人材の採用・教育をしてよいか不明 	

9

出典：JICA 調査団作成

4-3 展開の仕組み・計画・スケジュール

4-3-1 ビジネス展開戦略

4-3-2 ビジネスモデル

4-3-3 ビジネス展開の可能性の評価

4-3-4 ビジネスの実施体制

4-3-5 原材料・資機材の調達計画

4-3-6 生産・流通販売計画

4-3-7 要員計画

4-3-8 人材育成計画

4-3-9 初期投資資金計画

新型コロナウイルスの感染拡大の影響より、現時点では現地法人の設立時期は未定であるが、初期投資としてオプテックス現地法人設立及びモニタリング代行企業の設立及び現地責任者派遣に係る人件費・経費を見込んでいる。

4-3-10 収支計画

4-4 リスクと対応

現時点で考えられるリスクとその対応策は以下の通りである。

	課題	対応
ビジネス模倣リスク	・パートタイムスタッフ、パートタイムスタッフ派遣企業、パートナー企業によるビジネス模倣リスクを低減する必要がある	・契約条件の厳格化 ・マルチメーター、試薬の入手ルートの限定 ・顧客に最適化したDMSのIFの作りこみ
試薬の輸入禁止リスク	・法規制の更改等による日本からの試薬輸入ができない場合にも事業を継続できるようにする必要がある	・現地での試薬調達手段の検討
安全管理リスク	・パートタイムスタッフが顧客工場内で事故等起こさないようにする必要がある	・安全管理マニュアルの策定 ・パートタイムスタッフ雇用時の教育の徹底

出典：JICA 調査団作成

4-5 開発効果

4-3で検討したビジネス計画を踏まえ、今後10年間のビジネス展開が2-2に記載した各開発課題へ与える開発効果を見積もった。計画通り事業展開が進めば、将来10年間で約1,200万以上の水質データを獲得できる見通しである。

	開発課題	10年間のビジネス展開による開発効果
A モニタリングの強化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング実施計画に対して実績が大きく未達 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 各地点における水質変動特性を踏まえたモニタリング条件が設定されたうえで、その状況を定期的に把握できている
B モニタリング費用の適正化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング1回あたりにかかる費用が高価 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1項目1回あたり現行の1/4以下となっている
C モニタリング結果のタイムリーな取得	<ul style="list-style-type: none"> ✓ モニタリング結果を得るまでの時間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 河川水質をタイムリーに取得できるのみならず、収集した水質ビッグデータを活用して水質予測が可能となっている

出典：JICA 調査団作成

4-6 教訓と提言

本事業を通して得られた教訓と提言を以下に記す。

4-6-1 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

- ✓ 現地パートナーに業務を委託する場合、各関係者への業務指示内容を明確にして正しく伝達することが、その後の業務進捗の円滑化に極めて重要である。本事業のモニタリング業務では、業務開始前にモニタリング進捗管理者、パートタイムスタッフの管理者、及びパートタイムスタッフ各々の役割分担を明確にしたうえで、各々の作業レベルまで落とし込んだ業務マニュアルを作成し、加えて業務マニュアルに則りトレーニングを実施することで業務が計画通り進むかどうか検証し、チューニングを実施した。その結果、業務開始後にトラブルが発生した際においても進捗への影響を最小限に抑えて業務を遂行することができた。
- ✓ 機器等の操作マニュアルは、詳細な取扱説明書よりも直感的に理解できるシンプルなイラスト等を用意したことで、実際の操作を行う方々の習熟度向上につながった。
- ✓ ベトナム人はまじめで勤勉な方々が多く、委託した業務を忠誠に実行していただいた。本事業のモニタリング業務実施のために雇用したパートタイムスタッフには、かなりタフな仕事をお願いしていたが、彼らが業務指示に従い精力的に協力してくれたため、予定していた膨大な水質データの取得、モニタリング実施体制の構築につながった。
- ✓ カウンターパートと目指すゴールの認識合わせを具体化することが、その後の活動を円滑に進めるために重要であることを改めて認識した。本事業では事業開始 3 か月後に実施した本邦受入活動により、導入予定機器の理解促進、日本におけるモニタリングの変遷と現状の教示を通して、ベトナムで目指すべきモニタリングの在り方のイメ

ージを共有したことで、その後のカウンターパートとの連携をスムーズに進めることができた。

- ✓ 本事業のようにベトナムで利用実績のない機器の導入を目指す場合、学術的な側面からの第 3 者的目線による機器性能の検証、現地化に向けたサポートが非常に重要になる。本事業では現地大学と細やかに連携し、モニタリングで取得した水質データの解析を実施したことで、機器性能の検証、取得データの確からしさ等について客観的な評価を獲得することができ、カウンターパートと情報共有することで、現地化に向けた課題を明確にすることができた。

4-6-2 JICA や政府関係機関に向けた提言

- ✓ 開発効果の継続的な発現のためには、本事業期間にとどまらないカウンターパートとの長期にわたる取り組みが必要不可欠である。本事業では、事業開始時からカウンターパートの実施機関である CEM と共に、将来像についての具体的な協議を積極的に継続して実施し、共有してきた。事業終了時には、事業内で明確になった課題や技術面やビジネスモデル面での展開可能性を基に、ベトナムにおける将来的な水質モニタリングのあるべき姿について調査団とカウンターパートの間で具体的な Next Step として明確に共有できていた。また、本内容については、CEM から上位機関である MoNRE や VEA に対してすでに説明済みであり、先方政府機関との今後の継続的な協力体制を構築することができた。他の事業においても、事業開始のタイミングから積極的にカウンターパートと共に長期的な目線での議論をしつつ、事業の位置づけを明確にすることを JICA がリードすることで、より効果的な事業とすることができるのではないかと考える。
- ✓ 事業実施のためにはカウンターパートや他の現地のステークホルダーとのコミュニケーションを密にとることが極めて重要である。そのため、現地渡航が予定通りに行えない場合などに備え、事前に Teams や Zoom などの Web 会議ツールを使用した代替コミュニケーション計画を業務計画に盛り込んでおくべきではないかと考える。そうすることで、予想外の事態が事業進捗へ与える影響を軽減し、カウンターパート等との継続したコミュニケーションを図ることができ、信頼関係の構築に貢献できると考える。

別添資料 Summary Report

Vietnam Environmental Administration

Summary Report

Socialist Republic of Vietnam

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for simple water monitoring equipment to
strengthen the capacity of water
environmental management

October, 2021

Japan International Cooperation Agency

OPTEX Co., Ltd.

1. BACKGROUND

Growing urbanization and industrialization of Vietnam in recent years has resulted in an increased amount of wastewater being discharged by the manufacturing, mining, and aquaculture industries, households, and other organizations. Despite this, inadequate development of suitable treatment facilities, underdeveloped water management administration, and the lack of facilities and technologies able to properly treat effluent have given rise to serious water quality issues that have either seen no improvement or continued to worsen.

Based on the 2014 amended Law on Environmental Protection, the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam (hereinafter referred to as “MoNRE”) as the department responsible for water environment administration, has focused on river basins as areas in need of improved environmental management, and is currently formulating an environmental management plan for three major basins (the northern economic zone (Cau River Basin), the Nhue-Day River Basin, and the Dong Nai River Basin). Water pollution in these basins has reached alarming levels, far exceeding pollution standards set by the government. Wastewater from industrial parks, recycling processing zones, and residential areas located in river basin areas has been found to contain 15 tons of TSS, 19.6 tons of BOD, and 76.9 tons of COD.

MoNRE has been working on revising and enforcing new legal systems, as well as strengthening environmental monitoring systems. One example of the ministry’s initiatives is Decree 155, which went into effect from February 2017. Under the law, heavy fines are imposed on companies which either discharge pollutants exceeding levels prescribed under the decree, or which are not properly managing and operating water treatment facilities, or reporting to administration. Under these circumstances, finding ways to improve water quality will need to begin with improving “monitoring”. By improving monitoring, it will be then become possible to understand the “where”, “how much”, and “how” of water pollution levels. However, insufficient budgets and shortages in human resources have resulted in a gap between the government’s monitoring targets and the reality. For example, targets were set to monitor 300 sites in the Cau River Basin (one of this project’s target regions) by 2012, and 336 sites from 2013 onwards. However, these numbers have been reduced and as of 2015, only 63% of the targets have been reached. Additionally, the frequency of monitoring has also fallen far below originally planned figures.

To resolve the development issues described above, OPTEX CO., LTD. carried out the “Feasibility Survey for Introducing Simple Monitoring Kits and Data Management Service to Strengthen Capacity of Water Environmental Management in Vietnam” and utilized its proposed product, “WATER it”. Through this, OPTEX CO., LTD. was able to determine

the ability of its product to significantly improve the frequency of monitoring and the number of sites monitored without needing to request any further budget from the counterpart government. For the Survey, the objective will be to install “WATER it” at the Cau River Basin to verify its usefulness and superiority, as well as to expand its use to other areas.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

To promote proper water environmental monitoring and wastewater treatment in Vietnam, the Survey will aim to verify the usefulness and superiority of “WATER it”, and after compiling methods for increasing the frequency of monitoring and number of sites, forming the new monitoring method for Vietnamese administrative agencies, will and to summarize methods and issues involved for disseminating the use of “WATER it”

Expected outputs:

- ✓ Output #1: Verify usefulness and advantages superiority of “WATER it” over current analysis methods used at the target regions in Vietnam. [Verification of effectiveness of implementation #1 (Verification of technical and cost superiority)]
- ✓ Output #2: Compile methods for increasing the frequency of water environment monitoring and number of sites and form the new monitoring method for Vietnam’s administrative agencies. [Verification of effectiveness of implementation #2 (Verification of technical and cost superiority)]
- ✓ Output #3: Build knowledge on “WATER it” and its technology among VEA, Northern CEM MoNRE, and Northern CEM DoNRE. [Strengthening of organizational structure of C/P #1]
- ✓ Output #4: To be considered by VEA, Northern CEM MoNRE, and Northern CEM DoNRE on a system utilizing “WATER it” (budget and human resources). [Strengthening of organizational structure of C/P #2]
- ✓ Output #5: Along with raising awareness of “WATER it” in target regions in Vietnam, a business development plan will be formulated for disseminating the use of “WATER it”. [Formulation of dissemination plan]

(2) Activities

✓ Activities related to Output 1

1-1 A calibration test will be carried out in order to obtain relevant calibration certificate for the verification test.

1-2 Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is

recommended by Northern CEM, using measurement results from a site where “WATER it” is utilized, and results from water samples collected at the same site but measured using existing official methods.

1-3 Based on results from 1-2, and upon consultation with Northern CEM, items to be analyzed and measured, the frequency of measurements, the number of sites to be analyzed, and other specific areas will be considered.

1-4 To bolster tests by Northern CEM, the accuracy of “WATER it” in measuring water quality in samples with wider concentration ranges will be tested.

1-5 Measurement methods will be formed and tested for basic water quality items, including COD Cr using big data gathered from “WATER it” and other simple measurements, and target research items in the feasibility survey.

1-6 Verify the applicability for quick measurement of heavy metals.

1-7 Based on findings from 1-2, 1-4, 1-5, and 1-6, measures and product improvements will be explored if any new matters arise which need to be addressed.

✓ Activities related to Output 2

2-1 Through the JICA Survey Team and Northern CEM MoNRE, a verification test on “WATER it”-based monitoring will be carried out at the DoNRE verification site.

2-2 In order to carry out the water quality on-site, any necessary cooperation and support will be provided to part-time employees, the required number of sensors and reagents supplied, and an implementation system formed for water quality measurements.

2-3 Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is recommended by Northern CEM will be carried out between “WATER it”-based measurement and official measuring methods for industrial wastewater, etc., discharged from the sites will be selected by Northern CEM/VEA.

2-4 Based on results from 2-3, usefulness of “WATER it” in industrial wastewater monitoring will be examined.

2-5 The JICA Survey Team will summarize the results from the verification test which is conducted through the JICA Survey Team and Northern CEM, MoNRE and hold discussions on improving water environmental monitoring processes if needed.

2-6 Preliminary calculations, etc., will be carried out (particularly in terms of the highly accurate monitoring that has been achieved with a small budget and small number of personnel) on the differences between monitoring based on conventional methods, and the new monitoring method utilizing “WATER it”.

✓ Activities related to Output 3

3-1 In order to address issues involved with developing a water environmental monitoring system, water environmental monitoring methods used by Shiga Prefecture will be

introduced, and training and consultations also provided.

- 3-2 Cooperate with Northern CEM MoNRE for utilizing local part-time employees.
- 3-3 Before local part-time employees begin project work, training and manuals will be provided to C/P managers to ensure smooth on-site management of equipment and personnel carrying out water quality measurements.
- 3-4 C/P will be invited to Japan for the technical seminars and sessions with Shiga Prefecture and the International Lake Environment Committee Foundation (ILEC) serving as hosts.
- 3-5 Before conducting the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), guidance will be provided to part-time personnel on how to use “WATER it”, etc., in cooperation with Northern CEM managers.
- 3-6 After the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4) has begun, numerous checks will be carried out over the test period to confirm the working situation of part-time personnel, any issues that have arisen, and whether “WATER it” is being used properly. Follow-up training will also be provided.

✓ Activities related to Output 4

- 4-1 A proposal for the new monitoring method (including a data management system) will be presented to both VEA and Northern CEM, and discussions held on the training and management systems of C/P managers. Also, following interim results from the trial test in 1-2, discussions will be held on the building of a sustainable implementation system, feasible assignment of personnel and any insufficient abilities among said staff.
- 4-2 After confirming how data is being utilized during the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), discussions will be held on monitoring processes that can better use data, as well as compiling verification test results from 2-5 and holding talks on a monitoring method that can be implemented on an ongoing basis after the completion of the project.

✓ Activities related to Output 5

- 5-1 After verifying “WATER it”'s water environmental monitoring capabilities and ability to improve existing systems, methods for disseminating the product will be presented through the C/P to the relevant central government ministries.
- 5-2 Information will be regularly shared with the supervisor of the “The Project for Strengthening Capacity of Water Environmental Management in River Basin” and talks held on the possibility of utilizing “WATER it”. Such information will include the status of discussions and planning of relevant policies for the “Pollution Source Inventory”, and progress and results from “WATER it”'s demonstration test.

5-3 In cooperation with Northern CEM, information from the Survey will be shared, and seminars, training, and other activities held to promote a new “WATER it”-based monitoring process to the Northern CEM DoNRE of provincial cities not selected as test sites and associated public bodies.

5-4 In cooperation with the verification site of Northern CEM DoNRE, information from the Survey will be shared, and seminars and events, etc., will be held to promote “WATER it”’s benefits and user-friendliness to the region’s private sector.

5-5 For future business development, targets will be further narrowed down, and interviews held to understand their “WATER it” needs, as well as interviews with potential customers to determine their future water quality monitoring plans.

5-6 Based on the results of interviews carried out in 5-5, a strategy will be developed for future business development.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

“WATER it” utilizes Japan’s widely used quick water quality analysis monitoring kit called “Pack Test”. “WATER it” analyses and digitalizes the water quality from “Pack Test” and collects data automatically. “WATER it” is the world's smallest and lightest “Multi-project Luminance Meter”. The technology of automatically transferring collected data to cloud server is the first in the industry.

There are three distinct features. Firstly, the monitoring kit can measure up to 30 chemicals and the choices are based on standardized list for measuring natural environment, such as sewage treatment plants. Secondly, the monitoring kit is accurate and consistent. For other usual “Pack Test”, examiner has to look at outcome of the color and compares the result individually with standardized list. Thus, the test result may vary according to different examiner’s standard. However, by using “WATER it” sensor, it analyses water quality with light absorbance rate and transmit its data to cloud server, hence, it avoids inconsistency result by examiner. Thirdly, as database is automatically created, it also avoids falsification and human errors. Based on these features, “WATER it” can play a complementary role to official measurements since this product can collect and measure the river pollution level accurately, automatically in cost-effective way. It is useful in understanding overview and screening areas to decide which area is in dire need of improvement.

“WATER it” can improve the capacity of water environmental management. By installing “WATER it”, developing the capacity of water monitoring staff, and building a new water monitoring organization structure and cooperation, it can resolve challenges such as low budget, lack of human resources, and inconsistent data of river pollution. Hence, it is expected to contribute to an increase in number of water quality monitoring system in river basins. As a result, by understanding the whole picture, it can move to the next step of

deciding solution and direction to improve water environment in Vietnam.

(4) Counterpart Organization

- ✓ Vietnam Environment Administration
- ✓ Northern Center for Environmental Monitoring
- ✓ DoNRE selected by the Northern Center for Environmental Monitoring (Bac Ninh, Thai Nguyen, Bac Giang, Bac Kan, Hai Duong)

(5) Target Area and Beneficiaries

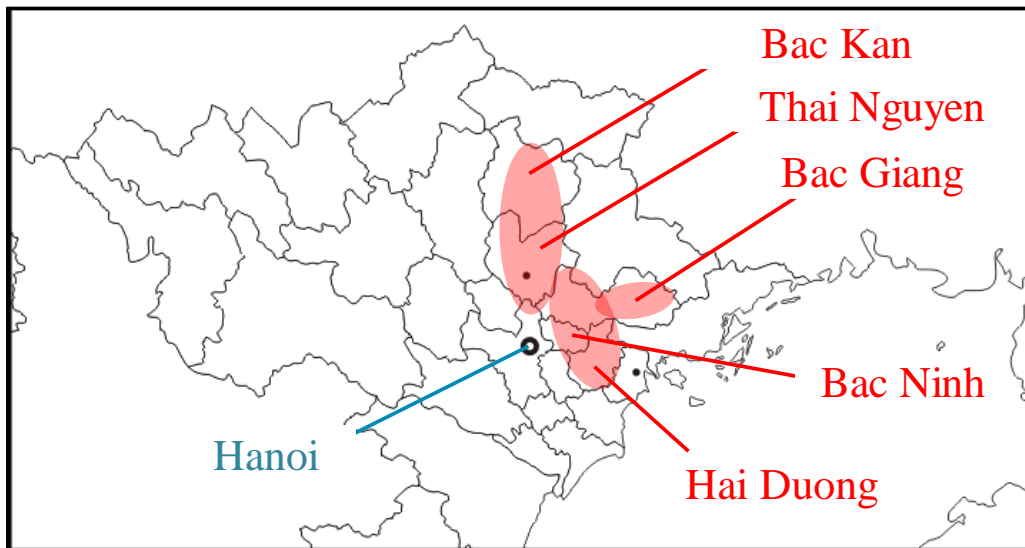


Figure 1: Project site map

- ✓ Target areas : Cau River Basin area (the five provinces of Bac Kan, Bac Giang, Thai Nguyen, Bac Ninh, and Hai Duong)
- ✓ Beneficiaries: Water environmental administrative agency in Vietnam, population in the Cau River Basin, and Vietnamese citizens

(6) Duration

December 2018 to February 2021 (2 years and 2 months from the day of the signing of the contract between OPTEX CO., LTD. and JICA)

(7) Progress Schedule

Please see Appendix 2

(8) Manning Schedule

Please see Appendix 3

(9) Implementation System

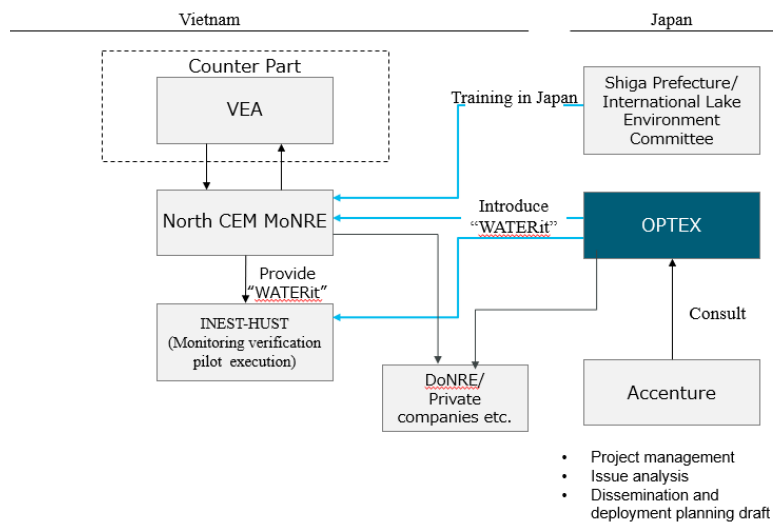


Figure 2: Implementation system

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

✓ Outcome 1 Activities and Results

1-1 A calibration test will be carried out in order to obtain relevant calibration certificate for the verification test.

- On December 2019, NCEM calibration team completed calibration for 53 “WATER it” multimeter. A certificate and report were issued successfully.

1-2 Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is recommended by Northern CEM, using measurement results from a site where “WATER it” is utilized, and results from water samples collected at the same site but measured using existing official methods.

- In August-September 2020, A comparison test between “WATER it” and official standard method was conducted by a MONREs - certified laboratory (VIM006) for 10 location sites and 6 parameters (6 weeks, 1 time/week)
- Most of the analytical results in laboratories are higher than “WATER it”. However, the trends in two measurements were quite similar and it was suggested that “WATER it” could be used to estimate the results of the official method.

1-3 Based on results from 1-2, and upon consultation with Northern CEM, items to be analyzed and measured, the frequency of measurements, the number of sites to be analyzed, and other specific areas will be considered.

- 54 locations sites, 3 monitoring times/week, 6 parameters (COD, NO2, NO3, PO4, NH4, As)

- 1-4 To bolster tests by Northern CEM, the accuracy of “WATER it” in measuring water quality in samples with wider concentration ranges will be tested.
- For all 5 parameters (COD, NO₂, NO₃, PO₄, NH₄), “WATER it” can measure smoothly. For As, “WATER it”’s measurement range is higher than measurement range requirement in Vietnam and recognizing the need for product improvement for local application in the next step after this survey.
- 1-5 Measurement methods will be formed and tested for basic water quality items, including COD Cr using big data gathered from “WATER it” and other simple measurements, and target research items in the feasibility survey
- Survey team has obtained more than 50,000 water quality data. It was suggested that there is a high possibility that these data can be applied to the "water quality forecast model by utilizing the actually measured water quality data" that Kyoto University is conducting research. In the next step, we plan to incorporate it into the prediction model and study improving accuracy.
- 1-6 Verify the applicability for quick measurement of heavy metal
- In October-November 2019, “WATER it” measurement tests for Chromium and Nickel were carried out with wastewater (at Noi Bai Industrial Park) that successfully demonstrates “WATER it” applicability for heavy metal
 - In July and August 2020, a number of tests carried out in 3 locations picked up from 54 locations sites for Fe, Cu, Zn.. measurement by “WATER it”, which also demonstrated “WATER it” applicability for heavy metal
- 1-7 Based on findings from 1-2, 1-4, 1-5, and 1-6, measures and product improvements will be explored if any new matters arise which need to be addressed.
- There are 4 key matters addressed as followings
 - Accuracy: Most of the analytical results in laboratories are higher than “WATER it”. However, the trends in two measurements were quite similar. So, depending on further purpose of “WATER it” application, an interrelation formulation can be researched further to generate.
 - Turbidity: River in Vietnam has high turbidity. Current acceptable turbidity of “WATER it” is about 80, while the recommended turbidity in Vietnam is 120. Since optical measurement is physically impossible when the turbidity is corrected up to 120, so we can consider pretreatment such as filtration and dilution before measurement for high-turbidity sample.
 - COD: Vietnam uses Cr method while “WATER it” is following KMNO₄. OPTEX is considering developing as Cr Method. (However, longer measurement time and harmful impact on the environment should be taken

into consideration)

- As: “WATER it” Measurement range for As in Vietnam wastewater and underground water < 0,05 mg/L, Surface < 0,01 mg/L. OPTEX is developing the low range of As from 0.009~0.200 mg/L. (The current model is 0.2 ~ 3 mg/L) .

✓ Outcome 2 Activities and Results

2-1. Through the JICA Survey Team and Northern CEM MoNRE, a verification test on “WATER it”-based monitoring will be carried out at the DoNRE verification site.

- The verification pilot was successfully executed in 54 locations site (5 DoNREs) from January-August 2020 to meet the initial requirements of the project. All required data were collected and analyzed.



Figure 3: Implementation of on-site monitoring

2-2. In order to carry out the water quality on-site, any necessary cooperation and support will be provided to part-time employees, the required number of sensors and reagents supplied, and an implementation system formed for water quality measurements.

- In December 2019- January 2020, 15 part-timers were recruited and trained how to use sensors and reagents. As well as an implementation system were formed and executed completely to ensure daily jobs to be delivered



Figure 4: Training session and certificate of completion at HUST

2-3. Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is recommended by Northern CEM will be carried out between “WATER it”-based measurement and official measuring methods for industrial wastewater, etc., discharged from the sites will be selected by Northern CEM/VEA

- In October-November 2019, “WATER it” measurement tests for Chromium and Nickel were carried out with wastewater (at Noi Bai Industrial Park) and compared with official method in laboratory (by Hanoi University of Science and Technology, HUST) that successfully demonstrates “WATER it” applicability for industrial wastewater
- 2-4. Based on results from 2-3, usefulness of “WATER it” in industrial wastewater monitoring will be examined.
- After the comparison test with industrial wastewater, the result shows a high similarity between results of two methods.
 - Noi Bai Industrial Park Management Board showed a strong interest with “WATER it” quick monitoring method, which can support them for screening water output in the industrial park, and plans to take in consideration for introducing “WATER it” and manage the companies that located in the industrial park
- 2-5. The JICA Survey Team will summarize the results from the verification test which is conducted through the JICA Survey Team and Northern CEM, MoNRE and hold discussions on improving water environmental monitoring processes if needed.
- The obtained results meet initial pilot target for both collected data and monitoring sites. “WATER it”’s repeatability meets requirements.
 - These results demonstrate the capability of this new monitoring method using “WATER it” can enhance the current monitoring method in term of sites expansion, frequency and workforce.
- 2-6. Preliminary calculations, etc., will be carried out (particularly in terms of the highly accurate monitoring that has been achieved with a small budget and small number of personnel) on the differences between monitoring based on conventional methods, and the new monitoring method utilizing “WATER it”.
- It was confirmed that the new monitoring method utilizing “WATER it” is cheaper and more feasible than the conventional monitoring method.
- ✓ Outcome 3 Activities and Results
- 3-1. In order to address issues involved with developing a water environmental monitoring system, water environmental monitoring methods used by Shiga Prefecture will be introduced, and training and consultations also provided.
- In March 2019, Northern CEM and VEA delegation visited Shiga Prefecture. Shiga prefecture had a presentation to introduce their water environmental monitoring methods including essential consultation and training.
 - Through this training, participants were able to understand the necessity of

frequent water quality grasping and management by the government by teaching about the transition of water pollution in Japan and efforts for improvement through monitoring.

3-2. Cooperate with Northern CEM MoNRE for utilizing local part-time employees.

- In order to smoothly promote the actual measurement work at the monitoring site, we have divided the monitoring system as two teams, a management team and an execution team.
- In addition to managing the progress of work, the management team has a function to teach the operation of equipment, deal with troubles associated with measurement, and judge whether there is any abnormality in the obtained data.
- The execution team should have the ability to hire and manage local part-timers at each monitoring site to minimize costs and facilitate efficient measurements.

3-3. Before local part-time employees begin project work, training and manuals will be provided to C/P managers to ensure smooth on-site management of equipment and personnel carrying out water quality measurements.

- After training for C/P managers of Northern CEM during the visiting in Japan on March 2019, a guideline manual was provided to in-charged C/P managers of Northern CEM

3-4. C/P will be invited to Japan for the technical seminars and sessions with Shiga Prefecture and the International Lake Environment Committee Foundation (ILEC) serving as hosts.

- The visiting was executed successfully in March 2019. C/P participants are three from Northern CEM, including the Director Ms. Huong.
- Through this visit, participants carried out actual measurement of water quality by using “WATER it”, checking data, and received advice and idea on future utilization methods.



Figure 5: Seminars and technical sessions by Shiga Prefecture and ILEC

3-5. Before conducting the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), guidance will be provided to part-time personnel on how to use “WATER it”, etc., in cooperation with Northern CEM managers.

- In January 2020, A full guidance was not only provided to all part-time personnel(s) but all related people including Northern CEM



Figure 6: Guidance for part-time personnel

3-6. After the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4) has begun, numerous checks will be carried out over the test period to confirm the working situation of part-time personnel, any issues that have arisen, and whether “WATER it” is being used properly. Follow-up training will also be provided.

- In addition to direct on-the-job instruction, continuous remote instruction using web conferencing tools such as Zoom, Skype, and Zalo etc..
- From May to August 2020, Northern CEM had numerous inspections and follow-ups over the test period to confirm the part-time personnel(s) work. JICA Vietnam also participated 2 times.



Figure 7: Inspections and follow-ups by Northern CEM

✓ Outcome 4 Activity and Result

4-1. A proposal for the new monitoring method (including a data management system) will be presented to both VEA and Northern CEM, and discussions held on the training and management systems of C/P managers. Also, following interim results from the trial test in 1-2, discussions will be held on the building of a sustainable implementation system, feasible assignment of personnel and any insufficient abilities among said staff.

- In June and October 2019, Interim meeting and discussions held on the training and management systems of C/P managers.
- Also, following interim meeting results, the monitoring implementation system was examined based on the system indicated by the survey team in the draft at the

start of the pilot test. C/P decided to re-examine based on the monitoring results obtained through the pilot test.

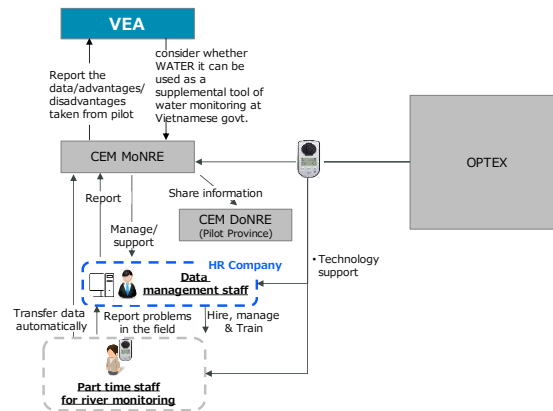


Figure 8: The new monitoring organization and support system

4-2. After confirming how data is being utilized during the 12 months monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), discussions will be held on monitoring processes that can better use data, as well as compiling verification test results from 2-5 and holding talks on a monitoring method that can be implemented on an ongoing basis after the completion of the project.

- The survey team had made a proposal for the introduction of a new monitoring system for CEM, CEM has started to consider a concrete implementation plan for the introduction of a trial at CEM in the next fiscal year.

✓ Outcome 5 Activities and Results

5-1. After verifying “WATER it”’s water environmental monitoring capabilities and ability to improve existing systems, methods for disseminating the product will be presented through the C/P to the relevant central government ministries.

- In November 2020, Northern CEM reported to MoNRE and VEA about the results of discussions at Outcome4-2, and survey team and Northern CEM will continue discussions on the introduction of “WATER it”.

5-2. Information will be regularly shared with the supervisor of the “The Project for Strengthening Capacity of Water Environmental Management in River Basin” and talks held on the possibility of utilizing “WATER it”. Such information will include the status of discussions and planning of relevant policies for the “Pollution Source Inventory”, and progress and results from “WATER it”’s demonstration test.

- As of October 2020, there are currently no ODA projects implemented by JICA that can be collaborated (or highly compatible with this survey). In the future, we will continue discussions with JICA and C/P to explore the possibility of cooperation.

5-3. In cooperation with Northern CEM, information from the Survey will be shared, and seminars, training, and other activities held to promote a new “WATER it”-based monitoring process to the Northern CEM DoNRE of provincial cities not selected as test sites and associated public bodies.

- In October 2019, representatives of 5 DoNREs have gathered in MONREs to attend introduction of monitoring methods using “WATER it” as well as proper training on how to use “WATER it” was carried out.
- From December 2019 till end of the project, Northern CEM had several trips to visit each DoNREs and holding the seminar and meeting for further training and discussion on this monitoring method as well as additional instructions to DoNREs staff of how to use “WATER it”



Figure 9: Seminar and training for CEM DoNRE

5-4. In cooperation with the verification site of Northern CEM DoNRE, information from the Survey will be shared, and seminars and events, etc., will be held to promote “WATER it”’s benefits and user-friendliness to the region’s private sector.

- In October, December 2019 and March 2020, the project team had continuous meeting events and seminars to region’s private sector: Noi Bai Industrial Park, VIM006 to introduce and promote “WATER it” benefits and applicability.



Figure 10: Meeting events with private sector

5-5. For future business development, targets will be further narrowed down, and interviews held to understand their “WATER it” needs, as well as interviews with potential customers to determine their future water quality monitoring plans.

- Completed selection of promising markets, discovery of partner companies, negotiations for collaboration, and formulation of business development strategies

5-6. Based on the results of interviews carried out in 5-5, a strategy will be developed for

future business development.

- The strategy for business development including future business model has been almost completing and ready to verify the feasibility of the business model through the proposing to related partners.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

- ✓ Northern CEM is considering proposing new budget for applying new monitoring method using “WATER it”. Therefore, Northern CEM has indicated that would like to continue cooperation with OPTEX after the end of this project and proceed with discussions on the implementation of a monitoring system utilizing “WATER it”.
- ✓ Northern CEM has organized separate trips to each DoNREs explained to staff and management levels during this project period. And Northern CEM plans to keep in touch with each DoNREs to find how to collaborate to make monitoring more effective and efficient by utilize “WATER it”.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Through this project, OPTEX Co. Ltd. anticipates that its upcoming business expansion in Vietnam will help address the following development issues:

- ✓ Regularly grasp the status of water quality in the river
- ✓ Strengthen monitoring without increasing budget
- ✓ Obtain the river water quality in a timely manner

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Lessons;

- ✓ When outsourcing work to a local partner, it is extremely important to clarify and correctly convey the contents of work instructions to each person concerned in order to facilitate the subsequent work progress. In the monitoring work of this project, after clarifying the division of roles of the monitoring progress manager, part-timer manager, and part-timer before the start of work, a work manual that is reduced to each work level is created and added. By conducting training in accordance with the work manual, we verified whether the work proceeded as planned and tuned it. As a result, even if a trouble occurs after the start of the work, the work can be carried out with the minimum influence on the progress.

- ✓ For those who actually handle the equipment, the manual with simple illustrations that can be intuitively understood is more useful than the detailed instruction manual in text.
- ✓ Many Vietnamese were serious and hard-working, and they were able to loyally carry out the outsourced work. We've asked the part-timers who are hired to carry out the monitoring work of this project to do even quite a fairly tough job, they cooperated vigorously according to the work instructions, so we could get the expected water quality data and built a monitoring system through this project.
- ✓ It is important to embody the recognition of the counterparts and the goals to be aimed at in order to proceed smoothly with the subsequent activities. In this project, by accepting activities in Japan three months after the start of the project, we shared the image of what monitoring should be aimed at in Vietnam through promoting understanding of the equipment to be introduced, transition of monitoring in Japan and teaching the current situation. We were able to smoothly proceed with the cooperation with our counterparts.

Recommendations;

- ✓ For the continuous manifestation of development effects, long-term efforts with counterparts that are not limited to the project period are indispensable. In this project, since the start of the project, we have been actively continuing and sharing concrete discussions on the future image with CEM, the executing agency of the counterparts. At the end of the project, the survey team and the counterparts have concretely discussed the ideal future water quality monitoring system in Vietnam and clarified the next step based on the issues clarified within the project and the possibility of development in terms of technology and business model. This content has already been explained by CEM to the superior authority MoNRE and VEA, and we were able to build a continuous cooperation system with the government agencies of the other party. In other projects as well, it is possible to make it a more effective project by clarifying the position of this project while actively discussing with the counterparts from a long-term perspective from the timing of the start of the project.
- ✓ It is preferable to prepare an alternative communication plan by using Web communication tools such as Teams and Zoom in advance (in case the business travel cannot be done as planned). It will contribute to the continuous building of a relationship of trust without reducing the impact on business progress and without delay in communication with counterparts or the other local stakeholders.

ATTACHMENT 1 : OUTLINE OF THE SURVEY

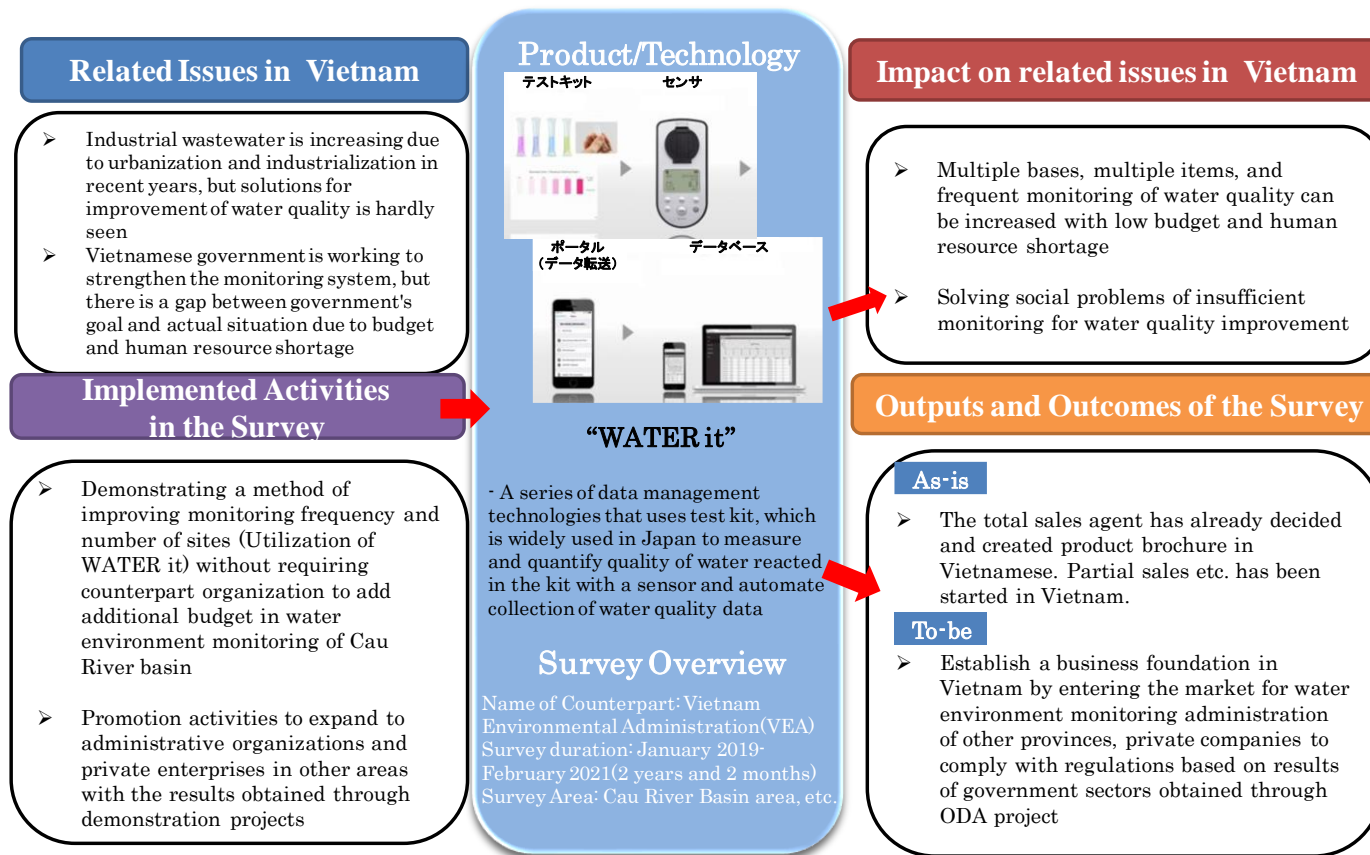
ATTACHMENT 2 : PROGRESS SCHEDULE

ATTACHMENT 1 : OUTLINE OF THE SURVEY

Socialist Republic of Vietnam

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for simple water monitoring equipment to strengthen the capacity of water environmental management

OPTEX Co., Ltd



ATTACHMENT 2 : PROGRESS SCHEDULE

		Progress Schedule																												
		FY2018												FY2019																
Survey Basin		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
A C I L I W A	1. Verify usefulness and advantages superiority of "WATER IT" over current analysis methods used at the target regions in Vietnam. (Verification of effectiveness of implementation #1 (Verification of technical and cost superiority))																													
	1-1 A calibration test will be carried out in order to obtain relevant calibration certificate for the verification test.																													
	1-2 Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is recommended by Northern CEM, using measurement results from a site where "WATER IT" is utilized, and results from water samples collected at the same site but measured using existing official methods.																													
	1-3 Based on results from 1-2, and upon consultation with Northern CEM, items to be analyzed and measured, the frequency of measurements, the number of sites to be analyzed, and other specific areas will be considered.																													
	1-4 To bolster tests by Northern CEM, the accuracy of "WATER IT" in measuring water quality in samples with wider concentration range will be tested.																													
	1-5 Measurement methods will be formed and tested for basic water quality items, including CDDO using big data gathered from "WATER IT" and other simple measurements, and target research items in the feasibility survey.																													
	1-6 Verify the applicability for quick measurement of heavy metals.																													
	1-7 Based on findings from 1-2, 1-4, 1-5, and 1-6, measure and product improvements will be explored if any new matters arise which need to be addressed.																													
	2. Complete methods for increasing the frequency of water environment monitoring and number of sites, and form the new monitoring method for Vietnam's administrative agencies. (Verification of effectiveness of implementation #2 (Verification of technical and cost superiority))																													
	2-1 Through the JICA Survey Team and Northern CEM HUNEI, a verification test on "WATER IT"-based monitoring will be carried out at the DoMEC verification site.																													
	2-2 In order to carry out the water quality on-site, any necessary cooperation and support will be provided to part-time employees, the required number of sensors and reagents supplied, and an implementation system formed for water quality measurements.																													
	2-3 Cooperate with VEA to conduct a comparative test in the agency/laboratory which is recommended by Northern CEM will be carried out between "WATER IT"-based measurement and official measuring methods for industrial wastewater, etc., discharged from the sites will be selected by Northern CEM/VEA.																													
	2-4 Based on results from 2-3, usefulness of "WATER IT" in industrial wastewater monitoring will be examined.																													
	2-5 The JICA Survey Team will summarize the results from the verification test which is conducted through the JICA Survey Team and Northern CEM HUNEI, and hold discussions on improving water environmental monitoring processes if needed.																													
	2-6 Preliminary calculations, etc., will be carried out (in particular, in terms of the highly accurate monitoring that has been achieved with a small budget and small number of personnel) on the differences between monitoring based on conventional methods, and the new monitoring method utilizing "WATER IT".																													
	3. Build knowledge on "WATER IT" and its technology among VEA, Northern CEM HUNEI, and Northern CEM DoNRE. (Strengthening of organizational structure of C/P #1)																													
	3-1 In order to address issues involved with developing a water environmental monitoring system, water environmental monitoring methods used by Shiga Prefecture will be introduced, and training and consultations also provided.																													
	3-2 Cooperate with Northern CEM HUNEI for utilizing local part-time employees.																													
	3-3 Before local part-time employees begin project work, training and manuals will be provided to C/P managers to ensure smooth on-site management of equipment and personnel carrying out water quality measurements.																													
	3-4 C/P will be invited to Japan for the technical seminars and sessions with Shiga Prefecture and the International Lake Environment Committee Foundation (ILECF) working as hosts.																													
	3-5 Before conducting the 12 month monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), guidance will be provided to part-time personnel on how to use "WATER IT", etc., in cooperation with Northern CEM managers.																													
	3-6 After the 12 month monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4) has begun, numerous checks will be carried out over the test period to confirm the working situation of part-time personnel, any issues that have arisen, and whether "WATER IT" is being used properly. Follow-up training will also be provided.																													
	4. To be considered by VEA, Northern CEM HUNEI, and Northern CEM DoNRE on a system utilizing "WATER IT" (budget and human resources). (Strengthening of organizational structure of C/P #2)																													
	4-1 A proposal for the new monitoring method (including a data management system) will be presented to both VEA and Northern CEM, and discussions held on the training and management systems of C/P managers. Also, following interim results from the trial test in 1-2, discussions will be held on the building of a sustainable implementation system, feasible assignment of personnel and any transferred abilities among staff.																													
4-2 After confirming how data is being utilized during the 12 month monitoring verification test at the Cau River Basin (2-3 and 2-4), discussions will be held on monitoring processes that can better use data, as well as compiling verification test results from 2-5 and holding talks on a monitoring method that can be implemented on an ongoing basis after the completion of the project.																														
5. Along with raising awareness of "WATER IT" in target regions in Vietnam, a business development plan will be formulated for disseminating the use of "WATER IT". (Formulation of dissemination plan)																														
5-1 After verifying "WATER IT"'s water environmental monitoring capabilities and ability to improve existing systems, methods for disseminating the product will be presented through the C/P to the relevant central government ministries.																														
5-2 Information will be regularly shared with the supervisor of the "The Project for Strengthening Capacity of Water Environmental Management in River Basin" and talks held on the possibility of utilizing "WATER IT". Such information will include the status of discussions and planning of relevant policies for the "Pollution Source Inventory", and progress and results from "WATER IT"'s demonstration test.																														
5-3 In cooperation with Northern CEM, information from the Survey will be shared, and seminars, training, and other activities held to promote a new "WATER IT"-based monitoring process in the Northern CEM DoMEC of provincial (other not selected as test site and associated public bodies).																														
5-4 In cooperation with the verification site of Northern CEM DoMEC, information from the Survey will be shared, and seminars and events, etc., will be held to promote "WATER IT"'s benefits and user-friendliness to the region's private sector.																														
5-5 For future business development, targets will be further narrowed down, and interviews held to understand their "WATER IT" needs, as well as interviews with potential customers to determine their future water quality monitoring plans.																														
5-6 Based on the results of interviews carried out in 5-5, a strategy will be developed for future business development.																														

Legend: ■ Off-site operations
■ On-site operations