

ベトナム国

ベトナム国  
流域水環境管理能力向上のための  
簡易水質計測キットと自動データ収  
集技術導入にかかる案件化調査  
業務完了報告書

平成 29 年 5 月  
(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

オプテックス株式会社

国内
JR (先)
17-056



## 巻頭写真

	
<p>カウ川及び Ngu Huyen Khe 川の合流地点における水質汚濁の様子</p>	<p>実施サイト候補の1つであるカウ川流域(タイグエン省)での採水の様子</p>
	
<p>実施サイト候補の1つであるカウ川流域(バクニン省)での採水の様子</p>	<p>業務主任者による「WATER it」の活用方法についての説明</p>
	
<p>「WATER it」の製品を試すハノイ理工科大学の学生の様子</p>	<p>普及実証事業時の実施機関として想定する CEM 担当者によるモニタリング現状の説明</p>
	
<p>本事業のキックオフセレモニー出席者の集合写真</p>	<p>カウンターパート候補である VEA Deputy Director General の Dr. Tung と業務主任者</p>

## 目次

巻頭写真.....	1
目次.....	2
略語表.....	4
図表リスト.....	5
要約.....	7
はじめに.....	15
調査名.....	15
調査の背景.....	15
調査の目的.....	15
調査対象国・地域.....	16
団員リスト.....	16
現地調査工程.....	17
第1章 対象国の現状.....	21
1-1 対象国の政治・社会経済状況.....	21
1-1-1 ベトナムの政治状況.....	21
1-1-2 ベトナムの経済状況.....	22
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題.....	25
1-2-1 水質汚染に係る課題.....	26
1-2-2 水質管理に係る課題.....	35
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び 法制度 39	
1-3-1 本調査に関連するベトナムの行政機関.....	39
1-3-2 水環境管理に係る開発計画、政策、法制度.....	44
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析.....	49
1-5 対象国のビジネス環境の分析.....	52
1-5-1 許認可.....	52
1-5-2 外資規制・奨励制度.....	53
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針.....	54
2-1 提案企業の製品・技術の特長.....	54
2-1-1 活用が見込まれる製品・技術の特長.....	54
2-1-2 提案企業の実績.....	56
2-1-3 業界分析、業界における位置づけ.....	56
2-1-4 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性.....	57
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....	58

2-2-1 自社の経営戦略における海外事業の位置付け.....	58
2-2-2 海外展開を検討中の国・地域・都市.....	59
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国地域経済への貢献.....	59
2-3-1 水管理に関する滋賀県の認知度・ブランド力の強化.....	59
2-3-2 事業実施によるパートナーとの連携及び連携強化（経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等）.....	59
2-3-3 国内関連企業の売上増.....	60
第3章 ODA 事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の 検討結果	61
3-1 製品・技術の現地適合性検証方法.....	61
3-1-1 技術的適合性.....	61
3-1-2 法的適合性.....	63
3-1-3 社会・経済的適合性.....	63
3-2 対象国における製品・技術のニーズの確認.....	63
3-2-1 公的機関.....	64
3-2-2 第3セクターへの適合性.....	67
3-2-3 民間セクターへの適合性.....	67
3-3 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認.....	69
3-3-1 公的機関.....	69
3-3-2 第3セクター.....	69
3-3-3 民間セクター.....	69
第4章 ODA 案件化の具体的提案.....	71
4-1 ODA 案件概要.....	71
4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果.....	72
4-2-1 活動内容.....	72
4-2-2 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）.....	76
4-2-3 カウンターパートへ期待する役割.....	77
4-2-4 実施体制及びスケジュール.....	77
4-2-5 協力額概算.....	79
4-2-6 具体的な開発効果.....	80
4-2-7 候補サイト.....	81
4-3 他 ODA 案件との連携可能性.....	81
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策.....	82
English Summary.....	84

## 略語表

#	略語	正式名称	和称
1	ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
2	C49	Police Department of Environmental Crime Prevention	環境警察
3	CEM	Center for Environmental Monitoring	環境モニタリングセンター
4	CEM DoNRE	Center for Environmental Monitoring Department of Natural Resources and Environment	環境モニタリングセンター 地方省天然環境資源部
5	CEM MoNRE	Center for Environmental Monitoring Ministry of Natural Resources and Environment	環境モニタリングセンター 天然資源環境省
6	Cr法/CODCr	Chemical Oxygen Demand Chromium	ニクロム酸カリウム
7	CTR	Certificate of Trademark Registration	商標登録証明書
8	DoNRE	Department of Natural Resources and Environment	地方省天然環境資源部
9	EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価報告書
10	EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
11	EPC	Environmental Protection Plan	環境保護公約
12	GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
13	HSDC	Hanoi Sewerage and Drainage Company	ハノイ市下水公社
14	IoS	Internet of Sensing solutions	インターネット センシング ソリューション
15	IZ	Industrial Zone	工場及び工業団地
16	IZMB	Industrial Zone Management Board	工業団地管理局
17	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
18	LEP	Law on Environmental Protection	環境保護法
19	Mn法/CODMn	Chemical Oxygen Demand Manganese	過マンガン酸カリウム
20	MoNRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
21	MoSTE	Ministry of Science, Technology and Environment	科学技術環境省
22	ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
23	PCT	Patent Cooperation Treaty	特許協力条約
24	PPC	Provincial People's Committee	地方省人民委員会
25	PTテスト	Proficiency Testing	検定試験
26	QCVN	National Technical Regulations	ベトナム国家基準
27	VAST	VietNam Academy Of Science And Technology	ベトナム科学技術アカデミー
28	VEA	Vietnam Environment Administration	ベトナム環境総局
29	VMI	Vietnam Metrology Institute	ベトナム国家計量機関
30	WB	World Bank	世界銀行
31	WI法	WATER it	WATER itを用いた分析方法
32	WQI	Water Quality Indicator	水質基準

## 図表リスト

図 1	実施サイト候補地図.....	21
図 2	GDP 年間成長率及びインフレ率.....	23
図 3	人口.....	24
図 4	一人当たり GDP.....	24
図 5	GDP 推移と GDP 産業別構成比.....	25
図 6	ベトナムにおける主な流域.....	26
図 7	カウ川流域地図.....	28
図 8	WQI 値に基づく水質改善状況 (2011～2014 年).....	30
図 9	グーフインケ川とカウ川本流の合流地点における視察.....	31
図 10	ドンナイ川流域地図.....	32
図 11	都市排水総排出量推計 (～2030 年).....	33
図 12	都市排水総排出量推計 (～2030 年).....	34
図 13	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) .....	35
図 14	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).....	37
図 15	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).....	38
図 16	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	38
図 17	MoNRE の組織構造.....	40
図 18	VEA の組織構造.....	41
図 19	CEM MoNRE の組織構造.....	42
図 20	環境管理に係るベトナムの主な政策・法規の構造.....	44
図 21	「WATER it」全体像.....	54
図 22	テストキットの発色の様子(目視による判断).....	55
図 23	センサ (型番 WA-ME300).....	55
図 24	「WATER it」と他社製品の機能比較.....	57
図 25	試料採取地点.....	62
図 34	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) ※再掲.....	64
図 35	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) ※再掲.....	65
図 36	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	65

図 37	民間セクターの分類案.....	68
図 38	ODA 事業実施後のモニタリング体制の変化（案） .....	71
図 39	普及・実証事業の実施体制（案） .....	77
図 40	ODA 案件のスケジュール .....	79
図 41	想定する ODA 案件化計画と、その後の展開プラン（概要） .....	80
表 1	調査団員リスト.....	16
表 2	現地調査工程表.....	17
表 3	現地訪問日程.....	19
表 4	WQI の区分 .....	29
表 5	カウ川及びドンナイ川流域での MoNRE、DoNRE（一部）のモニタリング実施状況 s .....	36
表 6	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） .....	45
表 7	違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）.....	46
表 8	違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳） .....	47
表 9	水環境管理に係る QCVN .....	48
表 10	JICA の支援 .....	49
表 11	その他ドナーによる支援.....	51
表 12	本調査で対象とする水質項目.....	63



## 要約

### <第1章 対象国の現状>

ベトナムは、人口 9,171 万人を擁し、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。1986 年第 6 回共産党大会において採択した「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ており、堅調な経済発展を遂げている。

ベトナムの公的機関の中で特に本調査に関連する行政機関は、国家行政では環境政策全般を担う MoNRE (Ministry of Natural Resources and Environment)、その傘下で特に環境管理、汚染の予防や汚染管理に係る最も強い権限を持つ VEA (Vietnam Environment Administration)、VEA の傘下で、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 CEM (Center for Environmental Monitoring) である。また、地方レベルでは DoNRE (Department of Natural Resources and Environment) が実務を担当している。

ベトナムにおいては、近年都市化・工業化に伴い、工業、鉱業、養殖水産業、家庭等からの排水が増加しているが、適切な処理施設の整備、発展途上の水管理行政、適切に排水処理を行える施設・技術の不足等により、水質について改善が見られない、または悪化傾向にあるという課題が深刻化している。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)、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。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。

2016 年には台湾系のフォルモサ・ハティン・スチール社がベトナム北中部地方 4 省の沿岸一帯で、工業排水の不適切な管理により魚の大量死事故を起こし、ベトナム国内で大きな社会問題となった。こうした事故の影響もあり、天然環境資源省は、多くの法制度の改定・新規施行や、モニタリング体制の強化に取り組んでいる。例として、2017 年 2 月に施行された基準値以上の汚染物質を排出する、または適切に水処理施設の管理・運用や行政への報告がなされていない企業に対し、多額の罰金を科すことを定めた Decree155 等が挙げられる。

しかしながら、予算と人員の不足により、政府の意図・目標と実態に乖離が生じてしまっている。カウ川流域を例にとると、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、計画達成率も減少の一途を辿り、2015 年時点では 63%に留まって

いる。また、モニタリング頻度も目標値を大幅に下回っているという課題が存在する。

## <第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針>

「WATER it」は、日本で幅広く使われている「テストキット」と呼ばれる簡易水質測定キットを用い、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。

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。

同様の分析機器は他にも見られるが、サーバーへのデータ転送とデータベースの作成までを自動化したサービスは他に存在せず、離れた水質計測地点から即時に正確なデータを、データ管理拠点まで転送する技術は、業界初である。

また、「WATER it」のセンサは多項目吸光度計としては2016年時点で世界最小・最軽量である等の特徴を有し、他社に比べ、本製品は誰でも・どこでも・いつでも、簡易に現場で簡易に水質測定が可能である。

我が国においてはモニタリング体制が十分に整備されていることから、「WATER it」のような簡易測定の需要は一部存在しても、今後市場が大きく成長することがない。そのため、オプテックス株式会社では、海外での市場参入・拡大を推進しており、既に企業の海外売上高比率は全体のおよそ3分の2を占め、今後も特に新興国を中心にビジネスを展開する方針である。「WATER it」単独では、海外売上高10億円の達成を、中長期事業戦略内の目標として掲げている。

また、企業方針として、IoS（Internet of Sensing solutions）を掲げており、ハードウェアの販売から、システムソリューション、サービス提供へとビジネスモデルの転換を目指しており、「WATER it」のビジネスは、オプテックス株式会社のビジネスモデル転換の試金石と位置付けている。

オプテックス株式会社では、将来的なビジネス展開を見据えた際、水質現場測定の製品が市場に受け入れられるためには、製品に対する「品質保証」が重要なポイントとなると認識し、製品を環境モニタリング行政に利用してもらい、すなわち「官需」に入り込むことが重要であると考えた。

環境モニタリング行政が十分に整っていない国の中でも、現在JICAの技術協力プロジェクト等を通じ、流域水の管理能力の向上を政府が積極的に進めているベトナムでは、「WATER it」がモニタリング拠点・頻度の増加に寄与できる可能性が高いと考え、対象国として選定した。

「WATER it」のベトナム展開を通じ、オプテックス株式会社の立地する滋賀県からの協力も得ることから、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・ブランド力が向上することに貢献できると考えている。

また、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と連携し、水処理装置と水質測定機器を同時並行的に展開し、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も検討している。

### <第3章 ODA 事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果>

製品・技術の現地適合性について、①技術的適合性、②法的適合性、③社会・経済的適合性の3つの観点から検証を行った。

①技術的適合性については、本事業の協力機関である京都大学とハノイ理工大学環境理工学部との共同調査研究を行った。2016年11月～2017年3月にかけてカウ川流域の4地点及びハノイ市内の6湖沼から計32試料を採取した上で、これらを公定法と「WATER it」を用いた分析方法で測定し、両者の結果の比較検証を実施した。対象測定項目は、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P (Total)、COD<sub>Mn</sub>の5項目である。

結論として、「WATER it」による測定法の正確性、再現性に鑑み、公定法を補完する簡易分析法として、一定程度の現地適合性を持つことが明らかとなった。特に硝酸性窒素測定(NO<sub>3</sub>-N)は十分な精度・正確度であり、ベトナム国の公定法を代替できる水準にあると言える。また、CODについても「WATER it」による測定法と公定法とは有意な相関関係にあった。

②法的適合性については、「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 または科学技術省傘下のベトナム国家計量機関(VMI: Vietnam Metrology Institute)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。「WATER it」は機器の内部で自動校正を行う機能が標準装備されており、CEM MoNRE のような第三者機関によって数値の校正を受けることが難しい仕様となっている。そのため、CEM MoNRE 及び VMI の校正テストラボと協議を実施し、光学フィルターによる校正テスト対応を取ることで合意した。

また、公的な製品の「認証制度」が存在しない代わりに、現実的には、行政機関、第3セクター、民間セクターを問わず、「第三者機関からの何らかの品質保証」が求められている。この「品質保証」の証明方法は各ユーザーの求めに応じて異なるが、一般的には以下に分類

される

- 1) 権威ある研究所・試験所でのテストによる、測定結果の正確性の保証
- 2) 1)を複数の研究所・試験所で実施することによる、再現性の保証
- 3) ISO17025 の取得（製品を製造するメーカーの自社ラボに対する認証）
- 4) ベトナム国内での公的機関、権威ある研究所・試験所での使用実績
- 5) 海外での公的機関、権威ある研究所・試験所での使用実績

③社会・経済的適合性については、現状、ベトナムの行政機関が主に採用しているラボでの水質計測では、ラボから専門の人材を派遣し、水サンプルを特定のモニタリング拠点において採取し、ラボに持ち帰り、公定法に則って測定・分析している。

ポータブル式かつデータ転送・収集が容易な「WATER it」はラボからの人材の派遣は不要であり、専門性のあまり高くない現地のパートタイムスタッフ等にも計測が可能である。ラボでの測定に比べ、ラボからモニタリング拠点までの移動コストが下がること、専門性の低い人材の登用により、人件費が下がることから、1 測定項目あたりの測定費用は非常に安価となる。

「WATER it」によるモニタリング技術・システムは、ベトナムにおける水環境モニタリング行政（公的機関）、第 3 セクター、ならびに民間セクターでの活用可能性が高い。

公的機関（VEA/CEM MoNRE、DoNRE）においては、モニタリング拠点数・頻度・測定項目を増加させたいというニーズを明確に確認できている。そこで、上述の通り「WATER it」を水質のスクリーニングに活用し、既存のラボ等での測定手法と組み合わせることで水質モニタリング体制を強化できると考えられる。

第 3 セクターは水質検査機器の正確性を非常に重要視することが調査により明らかになったため、それぞれの機関の求めに応じた正確性を担保することが第一に必要となる。その上で、第 3 セクターにおいても公的機関と同様に、ラボ等での既存の水質測定手法と「WATER it」を組み合わせた水質モニタリング体制の強化を提案することが考えられる。

民間セクターにおいては、前述の Decree 155 の施行に向け、安価かつ簡易なモニタリングシステムのニーズは急速に高まっている。一方で、民間企業においては、水質検査機器の導入を検討する際に、何らかの「品質保証」が必要になる。そこで、公的機関での使用実績を積んだ後に、当該公的機関が排水モニタリングを請け負う工業団地・民間企業に製品を推奨してもらい、モニタリングの質や頻度が低い、またはモニタリングを全く実施していない民間セクターにも「WATER it」を普及させるというプランも考えられる。このことにより、官だけでなく、民でも広範囲で水質モニタリング体制が強化されることが期待される。

#### <第 4 章 ODA 案件化の具体的提案>

普及・実証事業のスキームを利用した ODA 事業の実施を想定している。

第1章・第3章で述べたとおり本事業の提案製品である「WATER it」はベトナムの開発課題に合致しており、各省庁・自治体・民間企業からのニーズも確認ができた。

そこで、都市化・工業化の進展等による水質汚染が深刻であるにも関わらず、モニタリング体制が不十分であるカウ川流域を対象に、「WATER it」を活用し、高頻度でのスクリーニングと、現行の公定法による測定を組合せ、さらにこれまでになかった現地パートタイマー人材やデータマネジメントシステムを活用した新しい水質モニタリングの仕組みを低予算・省人員で実行可能であることを実証する。さらに、より多くの地方行政機関や民間企業でのモニタリング体制の強化に資するべく、ビジネス展開に備え、普及活動・政策提言等を通じ、「WATER it」の導入に繋がる計画や支援策の策定を促す ODA 案件を計画している。

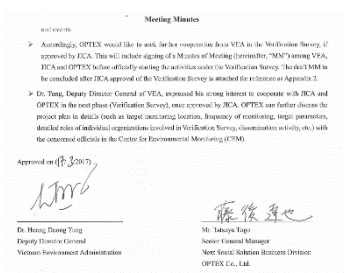
具体的なカウンターパート候補は VEA、その実務機関として CEM MoNRE 及び CEM DoNRE を想定している。

VEA の選出理由は①開発課題の解決・影響力の大きさ、②同機関政策への適合性、③本事業への積極的な姿勢の3点である。

①については、MoNRE 傘下の組織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 はベトナムの中央省庁であり、本製品を使用した新しい仕組みについて VEA から公認を得ることが出来れば、ベトナム全土への展開が期待できる。

②については、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、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。

③について、既に、VEA Deputy Director General の Dr. Tung とは本事業内で3度会談し、事業の内容や役割分担に向けた具体的な協議を進め、ODA 案件化の提案に関する賛同と強い期待を頂いている。2017年3月に協議議事録のドラフトを提示した上で会合を実施



サインされた議事録  
(抜粋)



サイン者である VEA Dr. Tung(左)  
と業務主任者オプテックス社藤後

し、Dr. Tung より、「普及・実証事業にオプテックス社が採択されれば、JICA、オプテックス社と協働していくことに強い関心があり、傘下の CEM の関係者と案件内容について詳細な協議を進めてよい」という内容の議事録にサイン頂いている。

ODA 案件では、以下 3 つの成果を達成することを想定している。

- WATER it の導入により低予算・省人員かつ正確に測定可能なことを「実証」する
- ベトナムの行政機関において、新たな水質モニタリングの仕組みが構築されるとともに人員への技術供与が行われ、WATER it を本事業終了後も継続的に使用できる体制を形成する
- 普及活動によって、官民における WATER it の技術や有用性に関する理解が醸成され、現地でのビジネス化の動きが進展される

カウンターパートの役割としては、①日本政府に対する ODA 案件の要請、②WATER it を使用した実証実験に必要な人員の配置・内部プロジェクトチーム形成、③WATER it の実証実験（比較試験、モニタリング、データ利活用等）への協力、④WATER it を活用した新しいモニタリング体制・仕組みづくりへの協力、⑤WATER it 及び当製品を活用した新しいモニタリングの仕組みに関する普及活動への協力の 5 点を想定している。

ODA 案件実施の際には、オプテックス株式会社が主導の下、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、オプテックス社と CEM MoNRE が協議の下で実証計画を検討し、CEM MoNRE から対象地域の CEM DoNRE へ指示を行い、マネジメントする体制をとる。なお、本体制については、CEM MoNRE の Vice Director から提案を受けたものである。

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ハノイ理工大学・京都大学に協力を要請する。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コンサルタントを活用する想定である。

普及・実証事業に採択されれば、2017 年度はカウ川流域の中でこれまでモニタリングを実施できていなかった拠点を中心に「WATER it」を導入・活用してもらい、低予算・省人員で測定拠点数を増やしつつ、水質計測可能であることについての理解を醸成する。また既存の公定法による測定結果との相関性をカウンターパートの実務機関内または外部研究機関の協力を得て確認し、「WATER it」が正確に測定可能なことを実証する。

2018 年度は官民向けデモンストレーションの実施、「WATER it」導入促進のための政策の提案、水質測定の高精度性、省コスト効果等の広報活動を実施し、官民における技術に対する理解が醸成され、現地でのビジネス化が進展することを期待している。

2018 年度後半から 2019 年度前半は実証活動を通して明らかになった課題を踏まえ、現

地に即したビジネスモデルやビジネスパートナー・販売価格（粗利率）のベトナムにおけるあるべき姿を定め、事業計画を策定する。

候補サイトは、CEM MoNRE との協議の下、先方から既に実施希望サイトとしてカウ川およびその支流の 54 拠点を提示された。

本事業の実施による具体的な開発効果として、実証対象のカウ川流域の測定頻度については現行の年 5 回から週 3 回（＝年 156 回）まで増加させる。さらに、前述の通り、スクリーニングと公定法を組合せた新しいモニタリングの仕組みを導入し、測定データをデータベースにて一括で管理することで、水質モニタリング行政の質全般を向上させ、河川等での異常が発生した際に迅速かつ的確に汚染箇所を特定し、対応策を講じることが可能となる。

当初想定している ODA 事業等では公的機関への導入を図る方針だが、将来的には民間企業の遵法対応への普及を狙っている。それにより公的機関だけでなく、民間による広範囲でのモニタリング・水質汚染の原因特定と改善等の検討が広がり、ベトナムにおける水環境汚染を改善することが可能となる。

また、オペテックス株式会社はモニタリング体制の整備が不十分なミャンマー・カンボジア等の東南アジア諸国への導入も視野に入れており、「WATE.

R it」の普及を通じて、予算不足・モニタリング人材不足で悩む他の途上国の開発課題解決に貢献することを目指す。

さらに、JICA「流域水環境管理能力向上プロジェクト（主要カウンターパート：MoNRE/VEA）」と本事業が相互補完的な役割を担うことを検討している。具体的には、情報連携等を通じ、当プロジェクト内で作成予定の「汚染源マップ」作成、関連政策の策定等の流域河川環境管理強化に向け、簡易計測機器活用の可能性、有用性を検討し、その有用性が認められた場合にはガイドラインに簡易計測機器の活用を提案するような文言を盛り込む可能性がある旨、同プロジェクトの JICA 専門家チームと協議を進めた。

## 案件化調査

### ベトナム国 流域水環境管理能力向上のための 簡易水質計測キットと自動データ収集技術導入にかかる案件化調査

#### 企業・サイト概要

- 提案企業：オプテックス株式会社
- 提案企業所在地：滋賀県大津市
- サイト・C/P機関：カウ川・ドンナイ川流域・  
天然環境資源省



#### ベトナム国の開発課題

- 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
- 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

#### 中小企業の技術・製品

- 「WATER it」は、日本で幅広く使われているパックテストと呼ばれる簡易水質測定キットを用い、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製品・技術

#### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 天然環境資源省をカウンターパートとし、モニタリングが十分に実施できていないカウ川・ドンナイ川流域の省境において、「WATER it」をパイロット導入する。低予算・省人員で測定可能なことを『実証』し、パイロット事業での結果をもって他流域へ『普及』させる普及・実証事業の形成を目指す
- 本技術の導入により、特に水質を管理すべき拠点の絞り込み(＝スクリーニング)を実行することが容易となり、ベトナム主要河川流域の水環境管理能力が向上する

#### 日本の中小企業のビジネス展開

- 上記ODA事業を通じ、「WATER it」を用いた水質測定に対する政府の品質保証を得たうえで、工業団地内に属する企業が簡易的に水質を測定するための手法として「WATER it」が導入されることを目指す。



## はじめに

### 調査名

流域水環境管理能力向上のための簡易水質計測キットと自動データ収集技術導入にかかる案件化調査

### 調査の背景

ベトナム社会主義共和国（以下ベトナム国、ベトナム）では、1986年に始まったドイモイ（刷新）改革後、高い経済成長を続けており、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%を達成し、2020年までの工業国化達成を目標に掲げている。他方、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。かかる状況を受け、利水・治水・水環境保全の3要素を包括した、統合的水資源管理の考え方を導入した議定第120号が2008年に、改正水資源法が2012年に制定され、天然資源環境省（MoNRE）が中心となり、水環境保全も含めた流域単位での統合河川管理を進めている。

JICAでは、2015年からカウ川・ドンナイ川流域において、技術協力プロジェクト「流域水環境管理能力向上プロジェクト」を実施している。同プロジェクトにおいて、水質汚染の改善策を検討するには広範囲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。なかでもカウ川・ドンナイ川においては、省境でのモニタリングが手薄な状態にあり、汚染の原因特定と改善策の検討が不十分な状況であることが課題となっている。

### 調査の目的

ベトナムの河川の汚染に係る現状についての情報収集、簡易水質計測キットに対する官民のニーズおよび現地の提携企業の調査、製品の提供・試験運用を通じたベトナムにおける製品の技術適合性検証等通じて提案技術の適用可能性の確認を行い、ODAを通じた提案技術の現地活用可能性及びビジネス展開に係る検討を行うことを目的とする。

## 調査対象国・地域

調査は全て、ベトナム国ハノイ、カウ川流域、ホーチミン及びその近郊にて行った。

## 団員リスト

本調査の調査団員は以下の通りである。

表 1 調査団員リスト

担当業務	名前	所属先
業務主任者	藤後 達也	オプテックス株式会社
全社経営資源責任者／政府高官連携（案件化調査開始）	上村 透	オプテックス株式会社
測定試薬開発責任者	石井 誠治	株式会社共立理化学研究所
水質分析担当	長屋 寿	株式会社テクノサイエンス
開発部責任者／政府高官連携（普及実証に向けた）	飯室 恵啓	オプテックス株式会社
現地調査主担当／製品・技術の現地試験・調査	藤村 直也	オプテックス株式会社
現地調査補佐／製品・技術の現地試験・調査補佐	肥後 良介	オプテックス株式会社
調査結果まとめ／製品・技術の改良及び企画へ反映	坂本 孝	オプテックス株式会社
分析機器品証試験	原田 英典	京都大学
分析機器品証試験補助・環境政策調査	Wutyi Naing	京都大学
水質データ活用アドバイス	加賀爪 敏明	公益財団法人 国際湖沼環境委員会
チーフアドバイザー	平林 潤	アクセンチュア株式会社
ODA 案件化調査・報告書作成	福山 周平	アクセンチュア株式会社
各種調査・分析/報告書作成補助	羅 翔	アクセンチュア株式会社
カウンターパート交渉・現地ニーズ・代理店候補企業調査・開発課題調査	Dinh Thi Tuyet Mai	アクセンチュア株式会社
対象国現状・市場調査	葛西 翠	アクセンチュア株式会社
対象国現状・市場調査（途中交代）	石橋 菜由子	アクセンチュア株式会社

現地調査工程

現地調査工程は下記のとおりであった。

表 2 現地調査工程表

活動内容	調査内容
<p>&lt;第1・2回現地調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパート交渉</li> <li>・共同研究体制の立ち上げ</li> <li>・現地モニタリング実態の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパート候補である VEA(天然環境資源省傘下のベトナム環境総局)の Tung 副局長に製品技術の優位性・本事業の概要について紹介</li> <li>・ODA 想定実施協力機関である CEM(モニタリングセンター)によるモニタリング実態を把握するとともに、想定 ODA 案件の具体的なイメージについて協議</li> <li>・京都大学=ハノイ理工科大学間での共同研究体制が立ち上がり、具体的な共同研究内容について合意。キックオフセレモニーを開催</li> <li>・CEM MoNRE が直面する開発課題(モニタリング計画(拠点・頻度等)と実態との乖離)の概要を把握</li> <li>・カウ川流域、ドンナイ川流域でのモニタリング状況の視察</li> </ul>
<p>&lt;第3回現地調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の現地化検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CEM MoNRE の自動測定装置と、採水方法等の現状確認を把握</li> <li>・京都大学=ハノイ理工科大学間の共同研究により、水質測定における公定法と WATER it での測定法の相関を分析</li> <li>・カウンターパート候補機関に正式な品証評価を依頼するにあたり、「WATER it」の現地活用に向けて必要な対応策を検討、交渉</li> </ul>
<p>&lt;第4回現地調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパート交渉準備</li> <li>・公的機関・第3セクター・民間セクターのニーズ・課題・事業機会把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CEM MoNRE に、2月に実施予定の VEA Tung 副局長との会合・協議に向け必要な事項を聞き取った上で、協力を依頼</li> <li>・2月に実施予定の VEA との会合に向け、共同研究実施先であるハノイ理工科大学の Dung 教授に、会合への同行、WATER it の品質保証に係る研究結果の説明、円滑なアポイントメント取得に向けた協力を取り付け</li> <li>・一部公的機関・第3セクター・民間セクター（工業団地管理会社、入居企業等）の水質モニタリングの現状・課題・ニーズを把握</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上記セクターにおける WATER it の活用パターンの見出し</li> <li>・ 水質モニタリングに係るマクロ環境（最新の法改正、民間企業等からのレポーティングライン）の把握</li> <li>・ 各セクターにおいて求められる品質保証を概要レベルで把握</li> </ul>
<p>＜第5回現地調査＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カウンターパート交渉</li> <li>・ JICA 技術協力プロジェクトとの補完可能性に関する協議</li> <li>・ 公的機関・第3セクター・民間セクターのニーズ・課題・事業機会把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「WATER it」の技術の妥当性・現地適応性、誤差範囲、公定法との相関分析結果、現地化に必要な要素とその対応策、導入によるコスト試算結果を提示。非常にポジティブな評価を得、オプテックス社が普及・実証事業に採択された場合にカウンターパートとなることを積極的に検討したいというコメントを得た</li> <li>・ ODA 案件化に向けた CEM MoNRE、CEM DoNRE との協議</li> <li>・ JICA「流域水環境管理能力向上プロジェクト」との意見交換、本案件との相互補完可能性に関する協議</li> <li>・ DoNRE、環境警察のモニタリングの現状・課題・競合製品利用状況を把握</li> <li>・ 民間展開にあたって DoNRE や環境警察がハブとなりうる可能性があることを確認 (DoNRE 主催のセミナーでの製品紹介等)</li> <li>・ 排水量の多い日系企業複数社へのニーズ聴取</li> </ul>
<p>＜第6回現地調査＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ODA 案件化に向けたカウンターパートとの具体的な交渉</li> <li>・ 許認可（校正試験）対応に係る情報収集・協議</li> <li>・ 民間セクターのニーズ・課題・事業機会把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ VEA の Tung 副局長、実務機関候補の CEM MoNRE Anh 副局長等に対し、次フェーズに向けた ODA 案件実施のための、役割分担案、具体的な計画を共有し、合意を得るとともに、候補サイトや実証試験の内容等について詳細にニーズを確認。</li> <li>・ ベトナムの法令により義務付けられている年1回の校正試験への対応方法について、試験実施方法や費用・期間に関する詳細情報を確認するとともに、「WATER it」ではどのような対応をとるべきか、すり合わせ。</li> <li>・ 民間企業へのヒアリングを行い、ビジネスモデル・価格モデルの検討に必要な情報を深堀調査し、事業化計画を具体化。</li> </ul>
<p>＜第7回現地調査＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品の技術適合性検証結果の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ハノイ理工科大学を訪問のうえ、京都大学=ハノイ理工科大学間の共同研究による水質測定における公定法と WATER it での測定法の相関分析結果を確認し、</li> </ul>

今後の対応を検討
----------

また、現地での訪問日程・内容は下記のとおり。

表 3 現地訪問日程

渡航回数	日付	省・都市	訪問先
第1回	2016/11/8	ドンナイ省	ドンナイ川流域
	2016/11/9	ドンナイ省	ドンナイ川流域
	2016/11/10	ホーチミン市	VIET WATER (展示会)
	2016/11/11	ホーチミン市	ドンナイ川流域
		ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/11/14	ハノイ市	JICAベトナム事務所
			CEM MoNRE
2016/11/15	バクニン省	カウ川流域	
2016/11/16	タイグエン省	カウ川流域	
第2回	2016/11/22	ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/11/23	ハノイ市	Noi Bai工業団地 入居企業 (Rhythm Precision Vietnam社)
		ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/11/24	ハノイ市	ハノイ理科大学 (キックオフセレモニー)
		ハノイ市	日本大使館
	2016/11/25	バクニン省	カウ川流域 (支流のグーフンケ川)
		ハノイ市	VEA
第3回	2016/12/12	ハノイ市	CEM MoNRE
		ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/12/13	バクニン省	カウ川流域
		ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/12/14	トゥエンクアン省	カウ川流域
		ハノイ市	ハノイ理科大学
	2016/12/15	ハノイ市	ハノイ市内湖
			ハノイ理科大学
	2016/12/16	ハノイ市	CEM MoNRE
			JICAベトナム事務所
2016/12/19	ホーチミン市	JICA安達専門官オフィス	
		ハノイ市下水道公社	
2016/12/20	ホーチミン市	Nguon Song Environment社	
第4回	2017/1/6	ハノイ市	Bien Hoa 1 Industrial Zone工業団地入居企業 (Bien Hoa Sugar社)
	2017/1/10	ホーチミン市	ハノイ理科大学
	2017/1/11	ドンナイ省	Sakura Eco Tech社
			アマタ工業団地管理会社 (AMATA Vietnam社)
			Long Binh工業団地管理会社 (THE LONG BINH INDUSTRIAL ZONE DEVELOPMENT社)
	2017/1/12	バクニン省	Tinn Ghia工業団地管理会社 (Thin Nghia Corporation)
			バクニン省CEM DoNRE
	2017/1/13	ハノイ市	CEM MoNRE
			Noi Bai工業団地管理会社
	2017/1/16	ドンナイ省	Noi Bai工業団地 入居企業 (日系企業2社: Rhythm Precision Vietnam社, Honest Vietnam社)
Nhon Trach 1工業団地管理会社 (IDICO Corporation)			
2017/1/17	ハノイ市	Long Thanh工業団地入居企業 (HOANG HUNG ELECTROMECHANIC社)	
		ハノイ市下水公社	
第5回	2017/1/17	ハノイ市	ハノイ理科大学
			代理店 (Phan Le Consultancy and Technology社)
	2017/2/15	ハノイ市	JICAベトナム事務所
			ハノイ理科大学
	2017/2/20	ハノイ市	CEM MoNRE
			代理店 (Phan Le Consultancy and Technology社)
	2017/2/21	ハノイ市	代理店 (Indochina社)
			代理店 (HUST VN社)
	2017/2/22	ハノイ市	JICAベトナム事務所
			Noi Bai工業団地入居日系企業 (KISHIRO社)
2017/2/23	ハノイ市	代理店 (CUONG THINH社)	
		代理店 (EMIN社)	
2017/2/24	ハノイ市	代理店 (VINACOMM社)	
		ハノイ理科大学	
2017/2/27	バクニン省	VEA	
		JICA若公専門官オフィス	
2017/2/27	タイグエン省	JICA安達専門官オフィス	
		代理店 (GREEN TECH ENVIRONMENTAL社)	
2017/2/27	タイグエン省	分析会社 (Institute of Public Health社)	
		JICAベトナム事務所	
2017/2/27	タイグエン省	Noi Bai工業団地内OPTEX社生産設備 (リズムプレジション社内)	
		WSIPハイフォン工業団地管理会社	
2017/2/27	タイグエン省	WSIPハイフォン工業団地内入居日系企業 (Nipro Phama Vietnam社)	
		WSIPハイフォン工業団地内入居日系企業 (最上電機ベトナム社)	
2017/2/27	タイグエン省	都市排水公社 (Urban Drainage Company)	
		SCFC (洪水対策センター)	
2017/2/27	タイグエン省	代理店 (Nam Viet Environment Construction Trading社)	
		C49 (公安省直下の環境警察)	
2017/2/27	タイグエン省	CEM MoNRE校正試験ラボ	
		ホーチミン市工業大学	
2017/2/27	タイグエン省	ホーチミン市工業大学	
		バクニン省DoNRE	
2017/2/27	タイグエン省	バクニン省環境警察 (PC49)	
		タイグエン省環境警察 (PC49)	
2017/2/27	タイグエン省	タイグエン省DoNRE	
		タイグエン省DoNRE	

渡航回数	日付	省・都市	訪問先
第6回	2017/3/3	バリアン省	バリアン省ジャパンデスク (PM3工業団地)
	2017/3/10	ハノイ市	CEM MoNRE
	2017/3/14	ハノイ市	VEA
	2017/3/15	ハノイ市	IICA安達専門官オフィス
			C49 (公安省直下の環境警察)
	2017/3/16	バクニン省	VEA
			ハノイ理科大学
			バクニン省DoNRE
	2017/3/17	ハノイ市	カウ川流域
			カウ川流域
2017/3/21	ハノイ市	CEM MoNRE	
		CEM MoNRE校正試験ラボ	
		VEA	
第7回	2017/4/17	ハノイ市	VMI
	2017/4/17	ハノイ市	MoNRE主催ワークショップ「Safety treatment, wastewater recycle for using - Sustainable solution for protection of the water resource」
	2017/4/18	ハノイ市	ハノイ理科大学
	2017/4/19	ハノイ市	CEM MoNRE
	2017/4/20	ハノイ市	C49
2017/4/21	ハノイ市	C49	
	2017/4/21	ハノイ市	ハノイ理科大学

## 第1章 対象国の現状

### 1-1 対象国の政治・社会経済状況

#### 1-1-1 ベトナムの政治状況

##### (1)ベトナムの基本情報<sup>1</sup>

ベトナム社会主義共和国（以下、「ベトナム」と記す）の人口は、2015年時点で9,171万人であり、都市部に3,113万人(33%)、農村部で6,058万人(66%)である<sup>2</sup>。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km<sup>2</sup>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。

以下に、本事業における実施サイト候補を示す。



図 1 実施サイト候補地図

実施サイト候補は、水質汚染が深刻かつ、水質モニタリングの拡充ニーズの強いカウ川、ドンナイ川流域を想定している。カウ川は首都ハノイ市、ドンナイ川は南部の大都市であるホーチミン市を流域に含む。両サイトの詳細については、1-2 において詳述する。

<sup>1</sup> 世界銀行「Population, Urban and Rural population」<http://data.worldbank.org/country/vietnam>(2017/01/26 時点)及び 世界と地域の統計(KNOEMAE)「ベトナムの農業統計・Agriculture Statistics of Vietnam 2014」<https://jp.knoema.com/dpswrwb/agriculture-statistics-of-vietnam-2014> (2017/01/26 確認)

<sup>2</sup>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 [http://www.gso.gov.vn/default\\_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052](http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052) (2017/01/26 確認)

## (2)ベトナムの政治状況

### ア 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<sup>3</sup>。

### イ 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 月に、安倍総理はベトナムを訪問し、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<sup>4</sup>。

## 1-1-2 ベトナムの経済状況

### (1)経済方針

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

<sup>3</sup> 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>(2017/01/26 時点)

<sup>4</sup> 外務省「総理大臣の外国訪問一覧」[http://www.mofa.go.jp/mofaj/kaidan/page24\\_000037.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/kaidan/page24_000037.html)(2017/01/26 時点)



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。ベトナム政府は EVFTA の発効を早くて 2018 年初めとしている<sup>5</sup>。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。

## (2) 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。

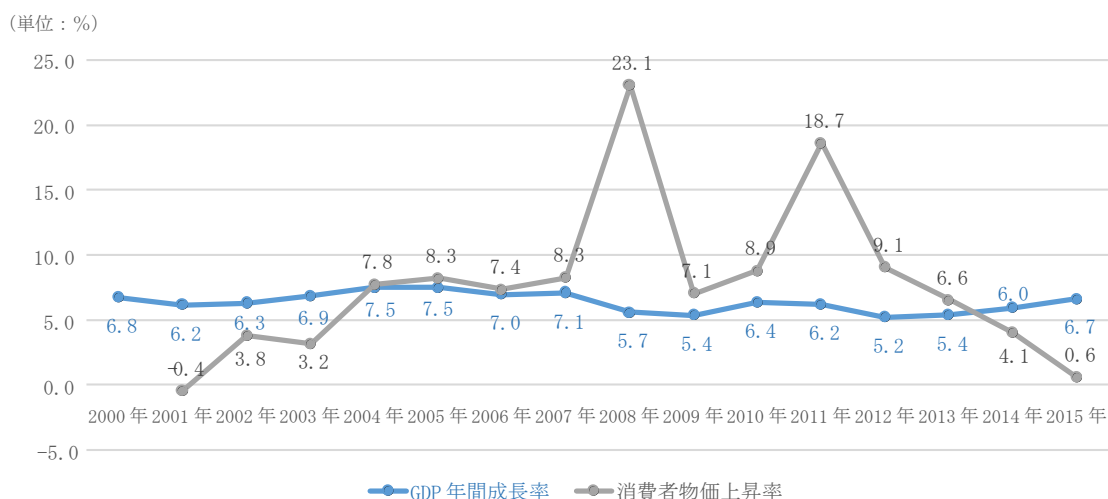


図 2 GDP 年間成長率<sup>6</sup>及びインフレ率<sup>7</sup>

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、2015 年の経済成長率は 6.7% となり、政府目標の 6.2% を上回った。消費者物価上昇率は 2015 年平均で

<sup>5</sup> JETRO 「ベトナム 世界貿易投資報告 2016 年度版」 <https://www.jetro.go.jp/world/gtir/> (2017/01/26 時点)

<sup>6</sup> 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 [http://www.gso.gov.vn/default\\_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052](http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052) (2017/01/26 確認)

<sup>7</sup> 世界銀行 「Inflation as measured by the consumer price index reflects the annual percentage」 <http://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?end=2015&locations=VN&start=2000> (2017/01/26 確認)

0.6%と政府の当初目標である 5.0%を大幅に下回り、着実に経済成長を遂げている<sup>8</sup>。

以下に人口及び推移及び一人当たりの GDP を示す。

(単位：万人)

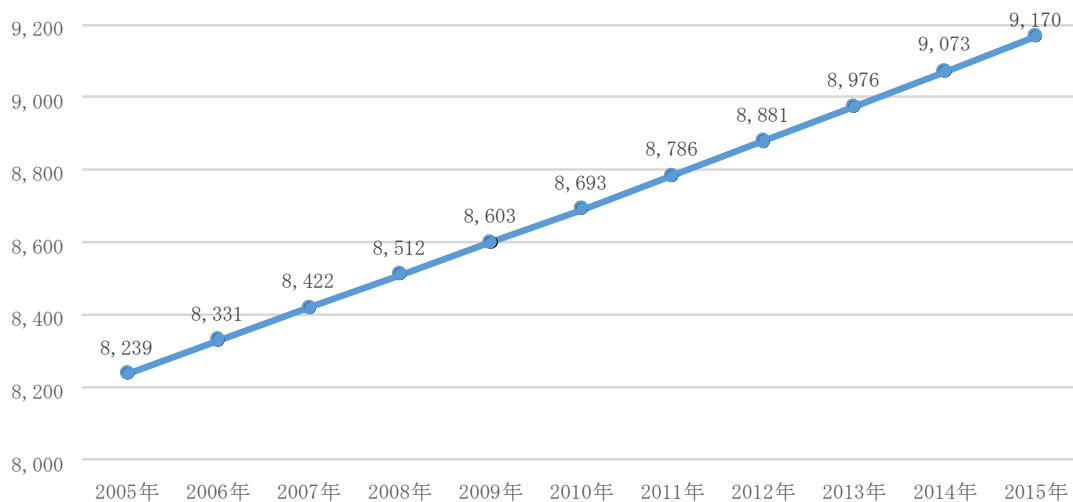


図 3 人口<sup>9</sup>

(単位：米ドル)

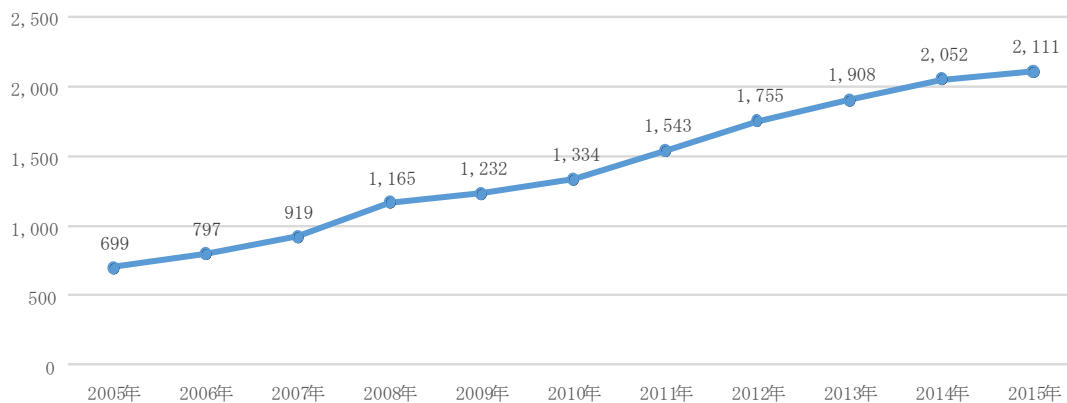


図 4 一人当たり GDP<sup>9</sup>

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、2005 年に 700 米ドルであったが、2008 年に 1,100 米ドルを超え、2015 年には 2,171 米ドルにまで上昇している。

世界銀行「Inflation CPI」<http://data.worldbank.org/country/vietnam>(2017/01/26 時点)

<sup>9</sup> 世界銀行データベース <http://data.worldbank.org/country/vietnam>(2017/01/26 時点)

以下に、GDP 推移とその産業別構成比を示す。

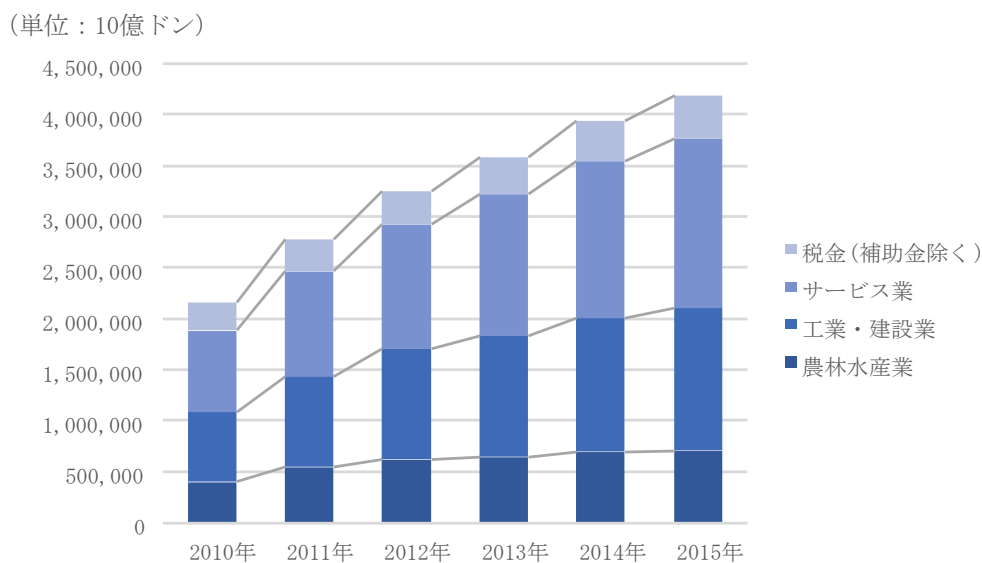


図 5 GDP 推移と GDP 産業別構成比<sup>10</sup>

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、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。

#### 1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

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。

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。

カウ川流域に限定すると、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]、ドンナイ川流域に 147 地点 (MoNRE 直轄 49 地点、DoNRE 直轄 98 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。

<sup>10</sup> 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 [http://www.gso.gov.vn/default\\_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052](http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&ItemID=16052) (2017/01/26 確認)

## 1-2-1 水質汚染に係る課題

### (1) 概況

都市化・工業化に伴い、工業、鉱業、養殖水産業、家庭等からの排水が増加しているが、適切な処理施設の整備、発展途上の水管理行政、適切に排水処理を行える施設・技術の不足等により、水質について改善が見られない、または悪化傾向にある。特に水質汚染が深刻なのは、各河川の中～下流域にかけてのエリアである。近年の水管理行政の発達、行政執行システム・法制度の整備により水質が改善している地域も存在するが、人口の多い主要都市部や工業団地・工芸村等の工業地域が流域に立地する地域での水質汚染状況は依然深刻である<sup>11</sup>。MoNREによれば、処理がなされないまま自然界に放流されている排水は年間 15 億<sup>3</sup>m<sup>3</sup>にのぼると推計されており、そのうち 3 分の 2 を都市排水・工業地帯からの排水が占めている<sup>12</sup>。

以下に、ベトナムにおける主な流域を示す。

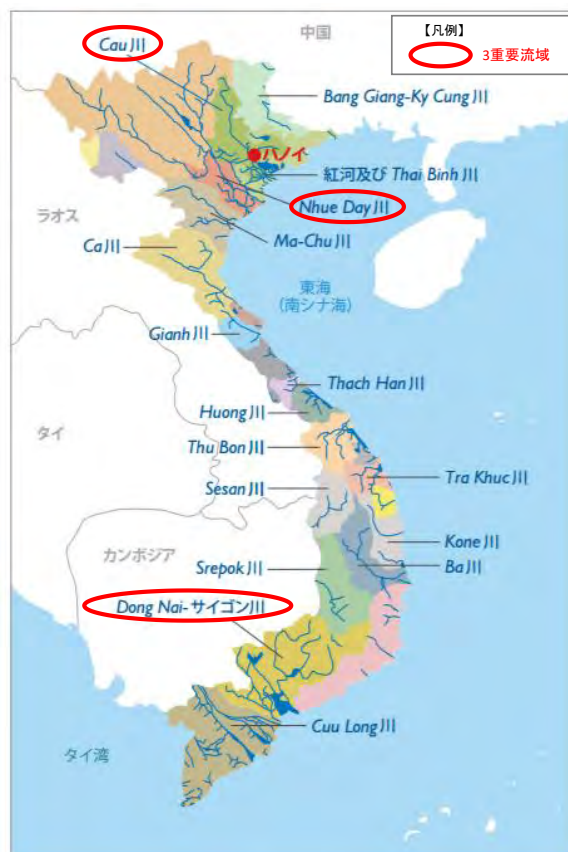


図 6 ベトナムにおける主な流域<sup>13</sup>

<sup>11</sup> MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

<sup>12</sup> 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)

<sup>13</sup> WEPA(World: アジア水環境パートナーシップ)、環境省、(公財) 地球環境戦略研究機関「WEPA アジア水環境アウトブック 2015」※3 重要流域については、JICA 調査団加筆

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<sup>14</sup>。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<sup>15</sup>。

#### ア 北経済水域（カウ川流域等）

##### ■ 概況

北経済水域の中でも、特に汚染状況が深刻であるのはカウ川流域である。

以下に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：6,000km<sup>2</sup>
- ・ 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 m<sup>3</sup>

---

<sup>14</sup> 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）」

<sup>15</sup> 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）」（2016/1/27 確認）

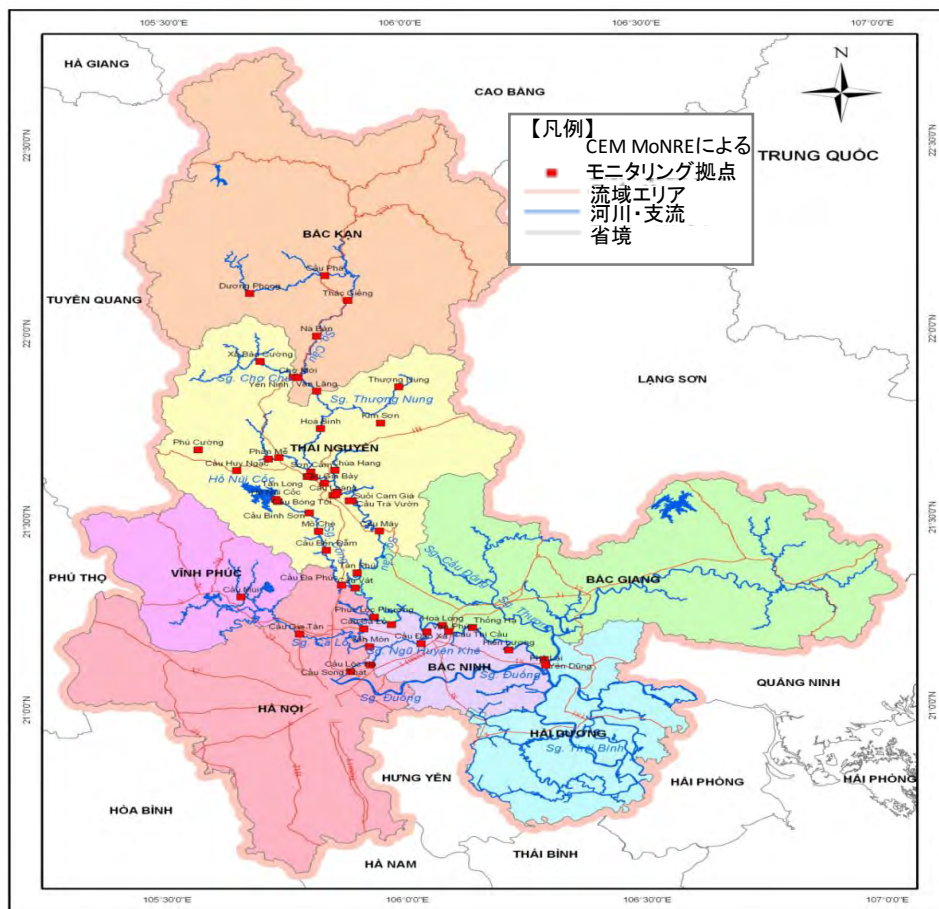


図 7 カウ川流域地図<sup>16</sup>

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<sup>17</sup>。

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 m<sup>3</sup> 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

<sup>16</sup> CEM 「Overview of Water Monitoring Programs in Cau River Basin (2010-2015)」(2016年11月24日に本調査内で開催したキックオフセミナーでの CEM Head of Environmental Monitoring Division、 Nguyen Huu Thang 氏発表資料)

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)

<sup>17</sup> 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)」

- ・ 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2015年時点で年間1900万m<sup>3</sup>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<sup>18</sup>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。

#### ■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。

表 4 WQI の区分<sup>18</sup>

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）	Blue
76-90	生活用水に利用可能（しかし、適切な処理が必要）	Green
51-75	灌漑等農業用水として利用可能	Yellow
26-50	交通用水として利用可能	Orange
0-25	利用不可能な汚染水（今後適切な処理が必要）	Red

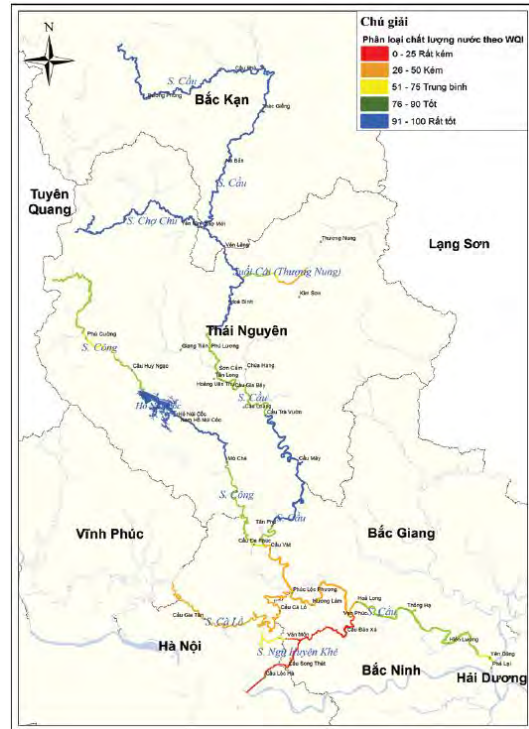
上記 WQI 区分に基づいた、2011年～2014年のカウ川流域の水質汚染状況を以下に示す。

<sup>18</sup> MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

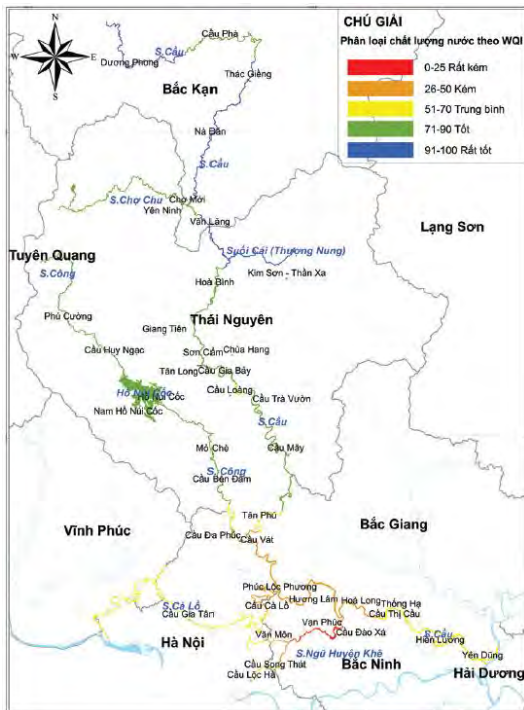
2011年



2012年



2013年



2014年

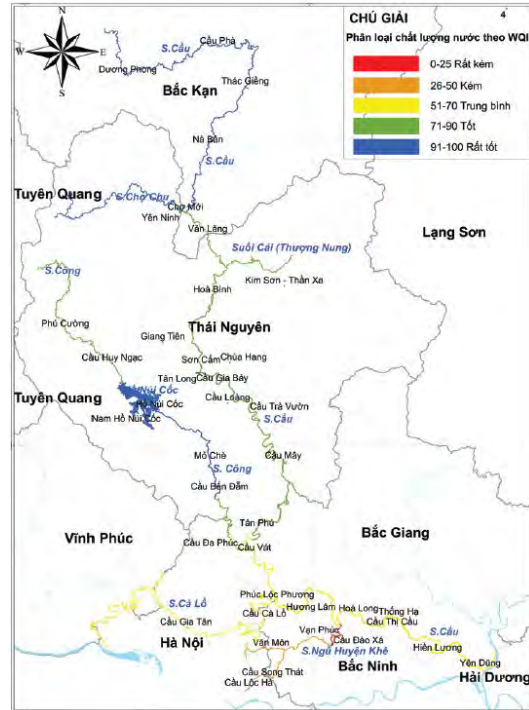


図 8 WQI 値に基づく水質改善状況 (2011~2014 年) 18



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9 グーフインケ川とカウ川本流の合流地点における視察<sup>19</sup>

#### イ ヌエ・ダイ川流域<sup>20</sup>

ヌエ・ダイ川流域はハノイ市、ホアビン省、ハナム省、ナムディン省、ニンビン省の5省市から構成される。ヌエ・ダイ川は生活用水源ではなく、専ら農業用水と舟運利用がなされていると同時に、水害防御や汚水排除のための排水河川としての利用がなされている。

ハノイ市が近年旧ハタイ省を吸収合併したことから、西部地域の都市化が進み、ヌエ・ダ

<sup>19</sup> JICA 調査団撮影 (2016/11/15、2016/11/25)

<sup>20</sup> 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)」

イ川の主な汚染源は都市下水となっている。その他にも、ビーフン等食品製造、シルク製品の製造・染色の工芸村からの汚染がある。一方、工場廃水については、外資導入を中心とした工場団地数・入居企業数の増加が予測されており、今後の水質悪化が懸念される。

また、ヌエ・ダイ川は観光振興をうたう首都ハノイの顔ともいべき存在であり、水環境の改善は重要である。

## ウ ドンナイ川流域

### ■概況

ドンナイ川は国際河川であり、ベトナム南部における重要な生活用水源となっている。なお、ドンナイ川下流については、サイゴン川と呼ばれている。

以下にドンナイ川の地図と概要を示す<sup>18</sup>。

- ・ 本流の全長：約 890km（ドンナイ川約 610km、サイゴン川約 280km）
- ・ 流域面積：36,530km<sup>2</sup>
- ・ 流域に含まれる省・市：11 省市（ドンナイ省、ビンズオン省、ホーチミン市、ラムドン省、ビンフオック省、ダクノン省、ビントゥアン省、ニントゥアン省、バリア＝ブンタウ省、タイニン省、ロンアン省）

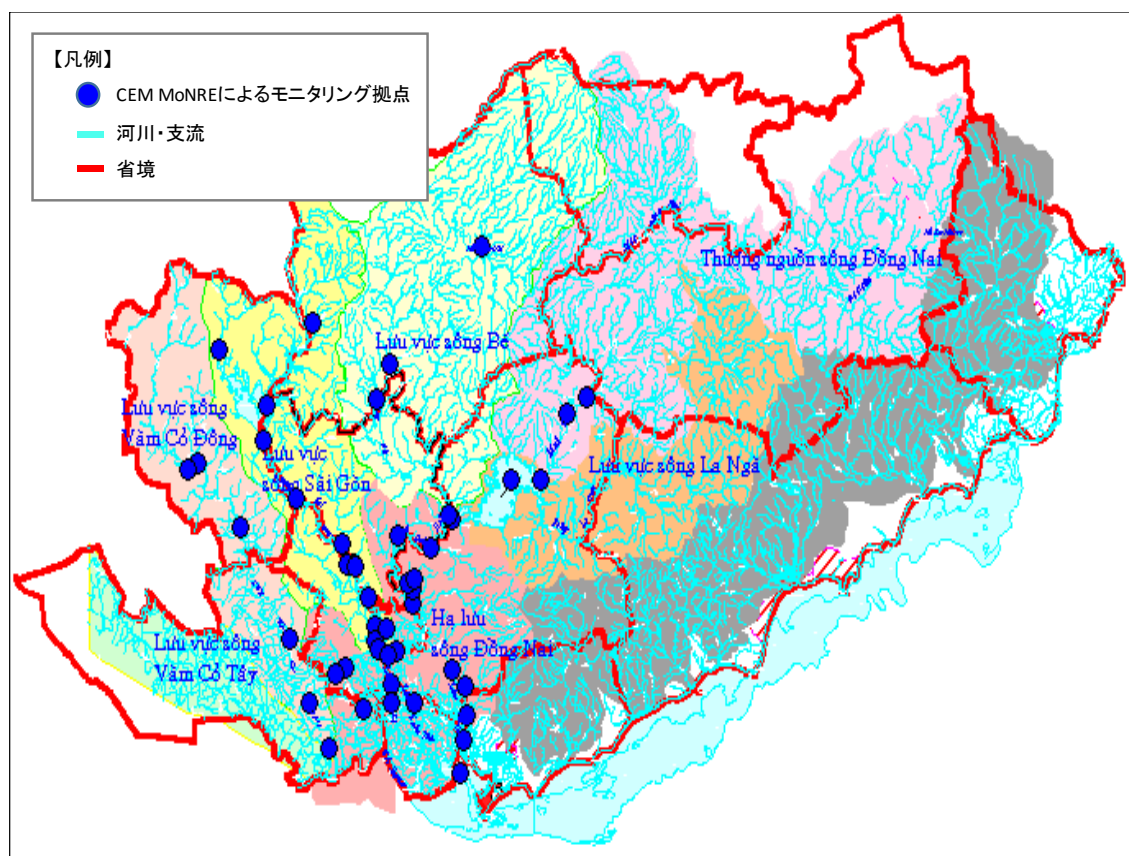


図 10 ドンナイ川流域地図<sup>21</sup>

<sup>21</sup> CEM MoNRE 提供資料より、JICA 調査団作成

ドンナイ川は、カウ川、ヌエ・ダイ川と比較して流域面積、経済規模、水資源量など桁はずれに大きい。流量が大きいため、ドンナイ川本流の水質汚染は目立たないが、汚染が進めば社会経済に大きな影響を与えることになる<sup>22</sup>。

#### ■汚染状況<sup>18</sup>

ドンナイ川において、上流域では地域の砂糖工場、水産養殖場からの排水等が、中流域では工業排水、農業排水等が水質を悪化させている。

汚染が特に深刻なのは、ドンナイ川下流域にあたるサイゴン川流域、特にホーチミン市とその近郊の都市部である。サイゴン川がホーチミン市近郊に流入する地点から、汚染度が急激に悪化している。これは、ホーチミン市周辺の都市排水及び工業排水が主な原因とされている。

サイゴン川を含め、ドンナイ川の流域全体での工業排水の合計排出量は、111,000 m<sup>3</sup>/日にのぼる。

流域に立地する工業団地、リサイクル加工ゾーン、住宅地からの排水からは、TSS が合計 15 トン、BOD が合計 19.6 トン、COD が 76.9 トン検出されている。

#### (2)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。

(単位：1,000m<sup>3</sup>/日)

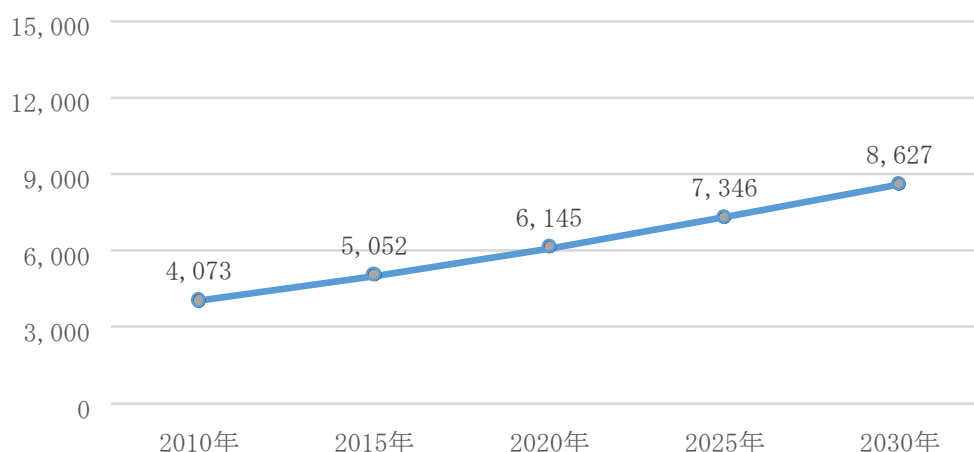


図 11 都市排水総排出量推計 (～2030年)<sup>22</sup>

<sup>22</sup> 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

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<sup>23</sup>にのぼるが、2030年の推定工業団地総面積は200,000ha<sup>24</sup>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。

(単位：1,000m<sup>3</sup>/日)

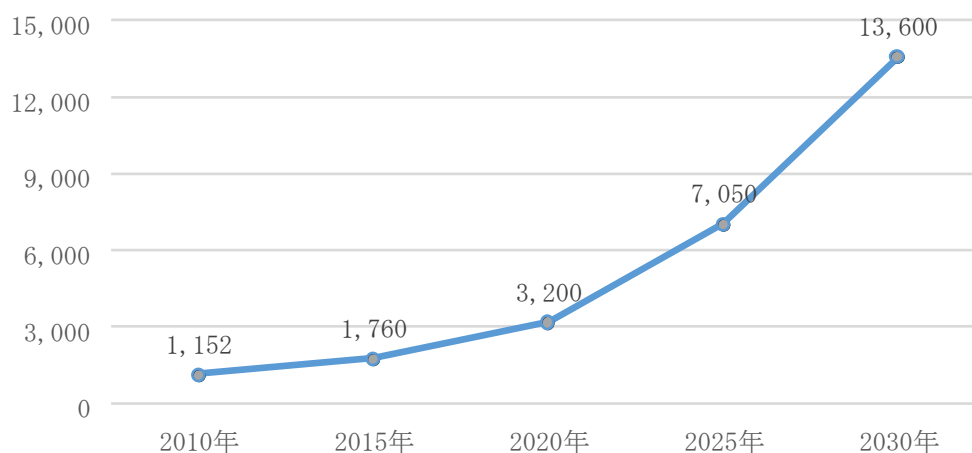


図 12 都市排水総排出量推計（～2030年）<sup>24</sup>

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。

料)

<sup>23</sup> 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」

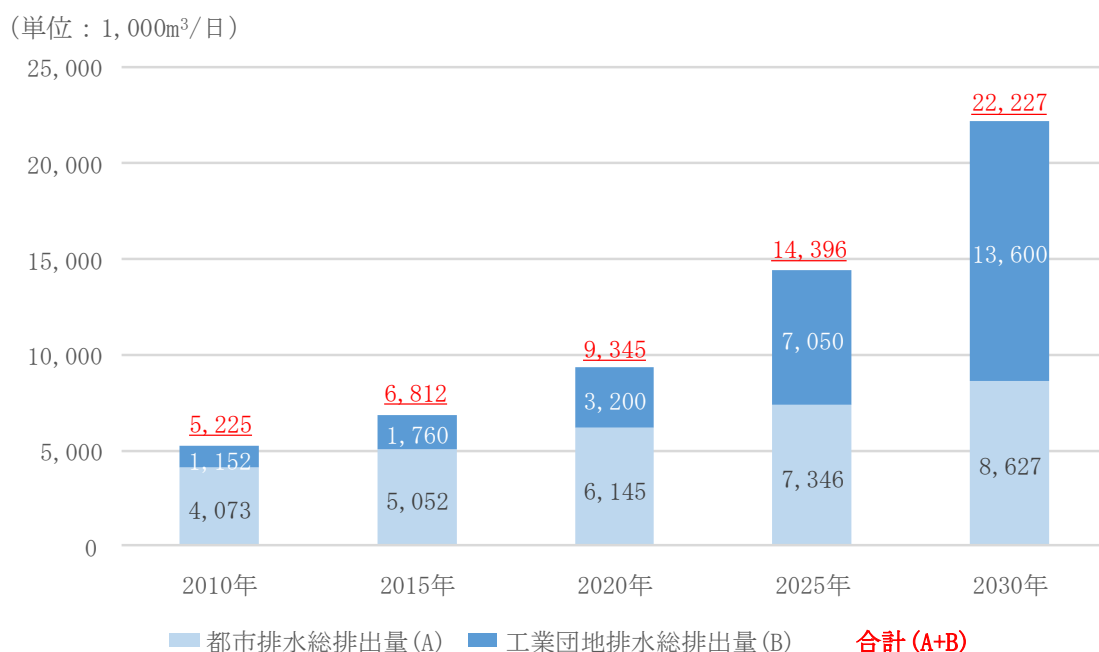


図 13 都市排水総排出量、工業団地総排出量、及び両者合計排出量推計（～2030年）

24

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<sup>24</sup>、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。

## 1-2-2 水質管理に係る課題

### (1) 概況

カウ川、ドンナイ川流域においては 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

<sup>24</sup> 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)

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<sup>25</sup>。

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

表 5 カウ川及びドンナイ川流域での MoNRE、DoNRE（一部）のモニタリング実施状況<sup>25</sup>

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	カウ川：42 ドンナイ川：49	カウ川：6 ドンナイ川：5	カウ川：32 ドンナイ川：25
【カウ川流域】 DoNRE			
タイグエン省	61	6	BOD、COD、SS 他
バクザン省	59	1	19
バクニン省	60	4 <sup>26</sup>	QCVN08 全項目
ハイズオン省	50	4	12
ヴィンフック省	53	6	QCVN08 全項目
【ドンナイ川流域】 DoNRE			
ビンズオン省	26	6	20
ドンナイ省	5	6	QCVN08 全項目
ホーチミン市	26	4	18
バリア・ブンタウ省	41	2	13

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。

測定項目に関しては、詳細は 1-3 に後述するが、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。

<sup>25</sup> 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)」

<sup>26</sup> バクニン省 CEM DoNRE へのヒアリング (2017/1/12) による

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。

## (2)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。

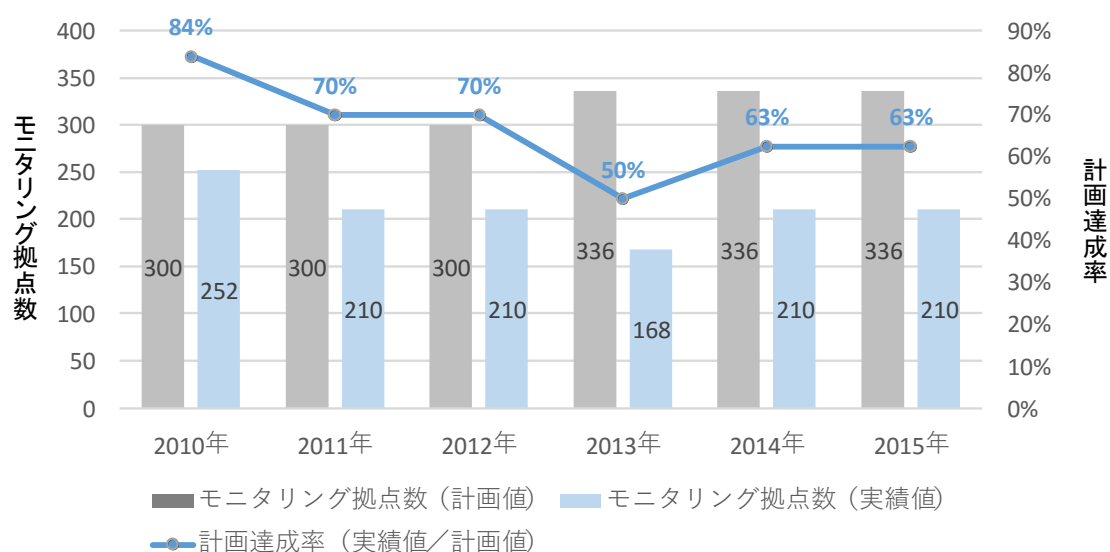


図 14 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング拠点数の計画値、実績値、計画達成率 (2010～2015年)<sup>27</sup>

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。

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

<sup>27</sup> CEM 「Overview of Water Monitoring Programs in Cau River Basin (2010-2015)」 (2016 年 11 月 24 日に本調査内で開催したキックオフセミナーでの CEM Head of Environmental Monitoring Division、 Nguyen Huu Thang 氏発表資料) より JICA 調査団作成

いない。

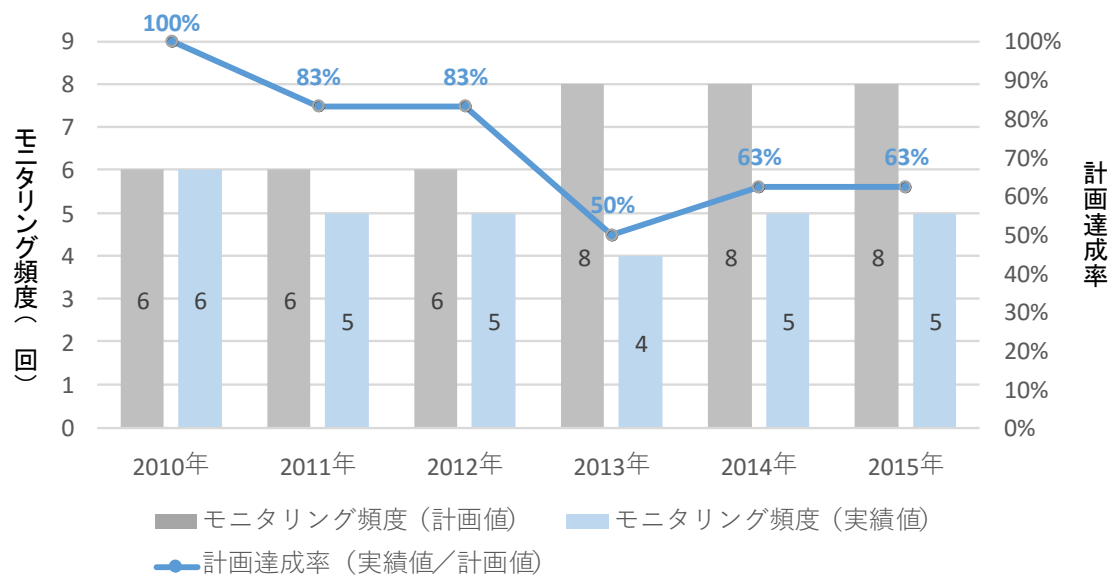


図 15 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング頻度の計画値、実績値、計画達成率 (2010～2015 年) <sup>27</sup>

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。

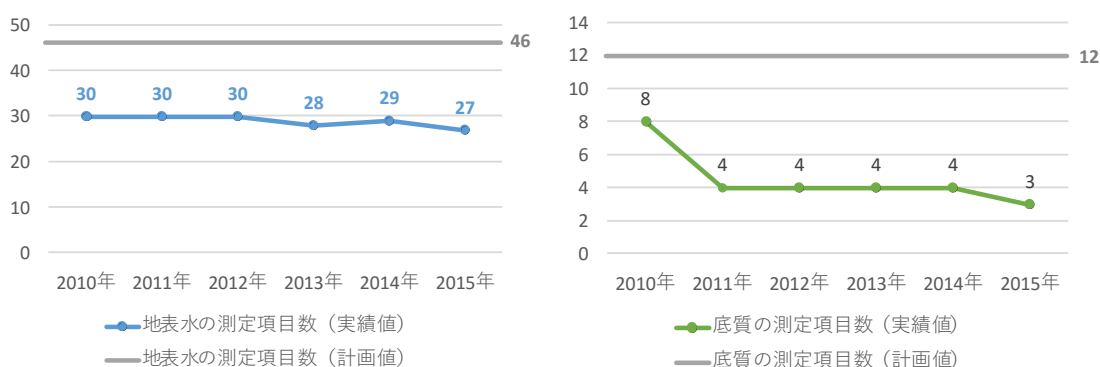


図 16 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング項目の計画値、実績値、計画達成率 (左図：地表水、右図：底質) <sup>27</sup>



### 1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

#### 1-3-1 本調査に関連するベトナムの行政機関

##### (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) <sup>28</sup>

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

---

<sup>28</sup> 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)」

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。

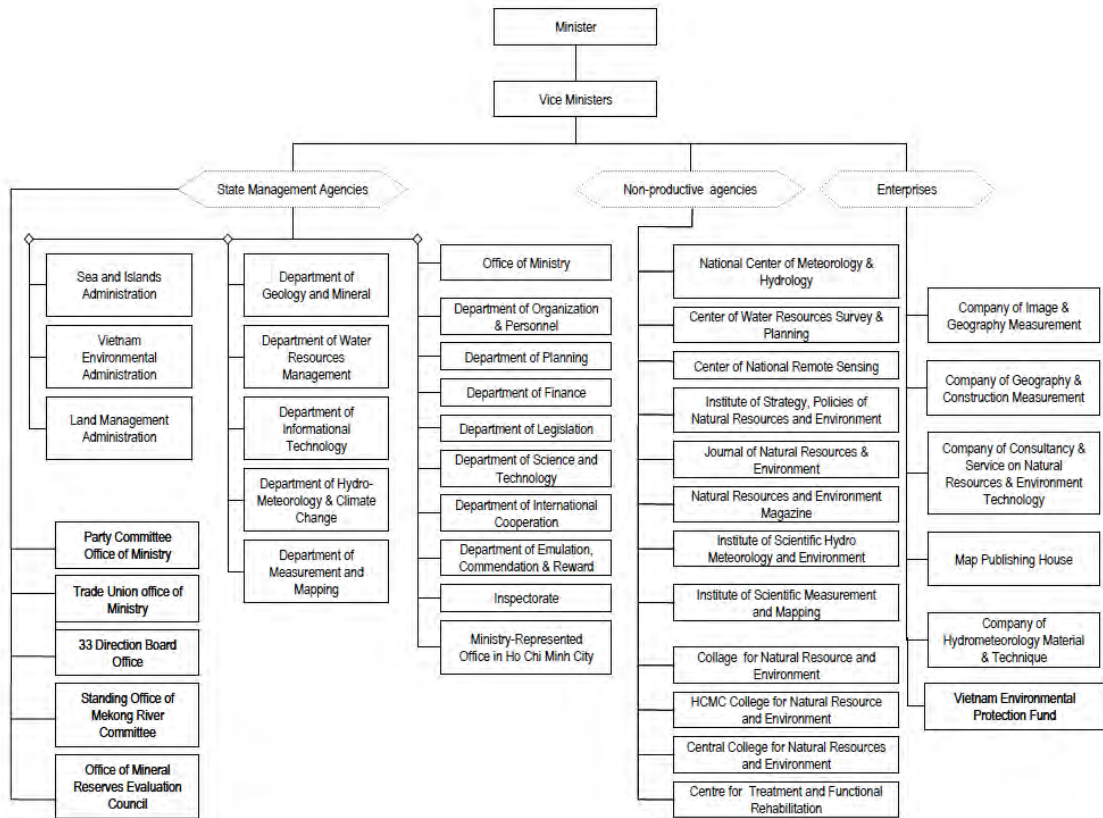


図 17 MoNRE の組織構造<sup>28</sup>

#### 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<sup>28</sup>。

以下に、VEA の組織構造を示す。

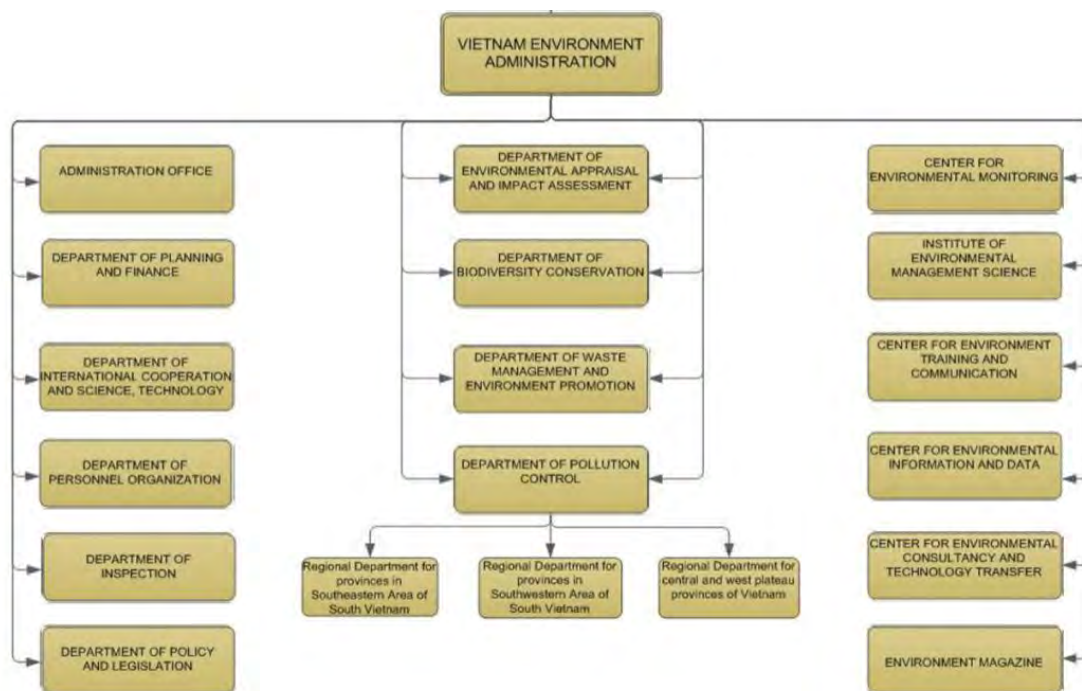


図 18 VEA の組織構造<sup>29</sup>

ウ 環境モニタリングセンター (Center for Environmental Monitoring) <sup>30</sup>

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。

以下に、CEM MoNRE の組織構造を示す。

<sup>29</sup> VEA Web サイト

<sup>30</sup> CEM MoNRE Web サイトより JICA 調査団作成

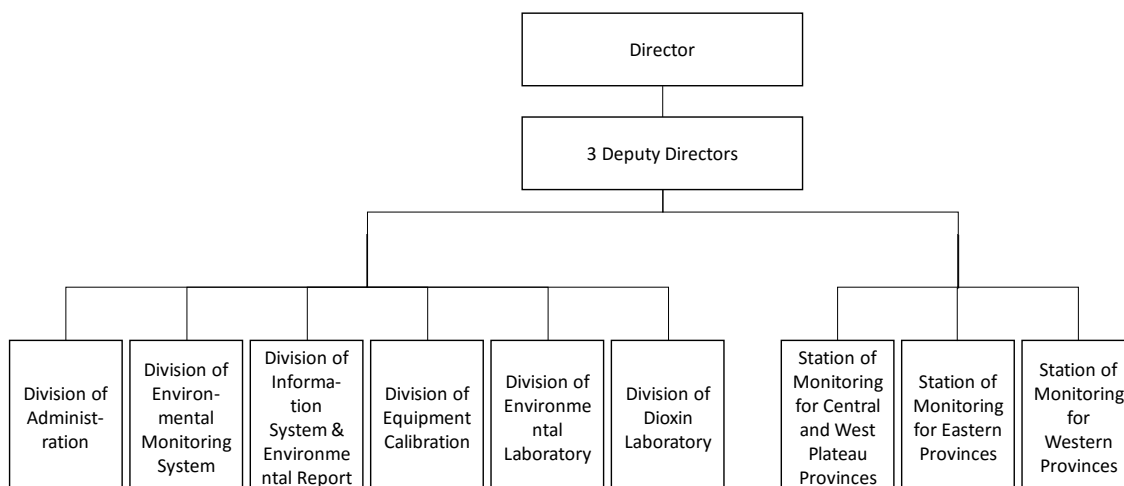


図 19 CEM MoNRE の組織構造<sup>31</sup>

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

32

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: PPC) <sup>28</sup>

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
- 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

<sup>31</sup> 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

<sup>32</sup> 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

- 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）<sup>28</sup>

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
- 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）<sup>32</sup>

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）<sup>28</sup>

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。

#### 1-3-2 水環境管理に係る開発計画、政策、法制度

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。

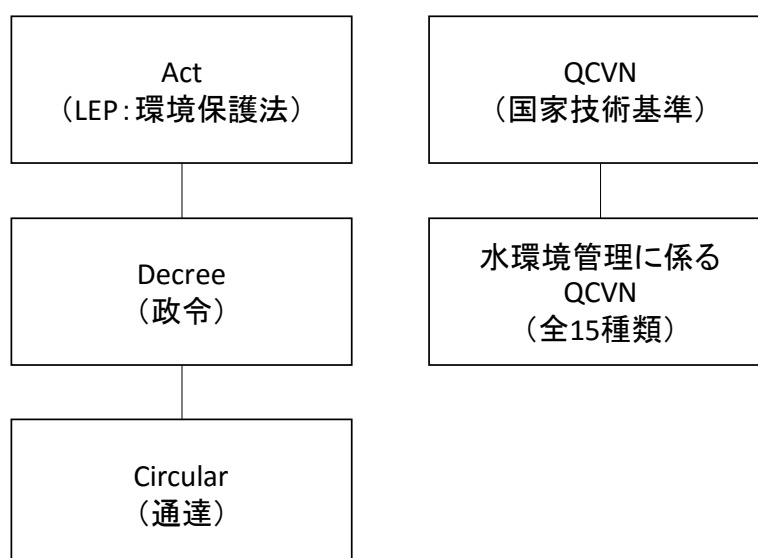


図 20 環境管理に係るベトナムの主な政策・法規の構造<sup>33</sup>

<sup>33</sup> 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)環境保護法（2014年改訂、LAW No.55/2014/QH13）<sup>34</sup>

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、2014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。

表 6 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）<sup>35</sup>

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、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務化については、本事業においては、水質モニタリングに関する需要の変化を生む可能性が

<sup>34</sup> 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）」

<sup>35</sup> MoNRE “National Environment Report 2011-2015”

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、今後の調査において、関連 Decree、Circular の制定状況・予定について詳細に把握し、ODA 案件化計画及びビジネス展開計画を必要に応じ修正していく。

(2)環境保護の管理・運営に対する違反行為への罰則規定<sup>36</sup> (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<sup>37</sup>。

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月に発行されたばかりで、施行前の状況であるが、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工業団地内のテナント企業等是对応に追われている<sup>38</sup>。

以下に、Decree 155 において示された主要な罰則規定を示す。

表 7 違法な排水放流に対する罰則規定 (抜粋・仮訳)<sup>39</sup>

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、運營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

<sup>36</sup> Decree 155 の和文名称は、JICA 調査団仮訳

<sup>37</sup> VIET JO ベトナムニュース 2016/7/1 <http://www.viet-jo.com/news/social/160701012640.html>

<sup>38</sup> 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複数社へのインタビューによる

<sup>39</sup> Decree 155/2016/ND-CP



	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。

表 8 違法な排水放流に対する罰則規定（抜粋・仮訳）<sup>40</sup>

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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
5,000 万～1 億ドン	<p>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。</p> <p>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。</p>
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しなかった場合。
2 億～2.5 億ドン	<p>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。</p> <p>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</p>

<sup>40</sup> Decree 155/2016/ND-CP

	場合。
--	-----

### (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。

表 9 水環境管理に係る QCVN<sup>41</sup>

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

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

<sup>41</sup> JICA 調査団作成

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が、ODA 案件化・ビジネス展開の検討に際し必要な基準が明らかになった場合には、深掘り調査を実施する。

#### 1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

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～2018 年 10 月）」が実施されている。

「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。

「WATER it」の導入による水質モニタリング状況の改善は、当該プロジェクトの効果発現を一部実現するものであると同時に、上記の対応方針に合致するものと考えており、第 4 章にて後述する ODA 案件の提案においても、カウ川、ドンナイ川の 2 流域を対象とすることを想定している。

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。

表 10 JICA の支援<sup>42</sup>

実施年度	案件名	概要
------	-----	----

<sup>42</sup> 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> (2016/1/23 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）」

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、都市建設大学校等の研修機関、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～ 2018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。

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<sup>43</sup>。

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。

表 11 その他ドナーによる支援

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 <sup>44</sup>	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 <sup>45</sup>	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、

<sup>43</sup> 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)

<sup>44</sup> 世界銀行「Project & Operations」<http://projects.worldbank.org/P113151/vietnam-industrial-pollution-management-project?lang=en> (2017年1月27日確認)

<sup>45</sup> 世界銀行「Project & Operations」<http://projects.worldbank.org/P124942?lang=en> (2017年1月27日確認)

			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	排水およ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。

### 1-5 対象国のビジネス環境の分析

#### 1-5-1 許認可

##### (1) 水質モニタリング機器の販売に関する許認可

詳細は 3-2 (2) に後述するが、「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。

##### (2) 特許法等<sup>46</sup>

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に効力が発生し、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。

##### (3) 輸出入許可、輸入税<sup>47</sup>

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

<sup>46</sup> 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」

<sup>47</sup> 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](https://www.jetro.go.jp/world/asia/vn/trade_05.html) (2017年1月27日確認)

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（通常の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。

#### 1-5-2 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。

##### (1)外資規制<sup>48</sup>

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、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)奨励制度<sup>49</sup>

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」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。しかし、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、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行う。

<sup>48</sup> 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>（2017年1月27日確認）

<sup>49</sup> JETRO 2015年 「税率に関する優遇措置」

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業の製品・技術の特長

#### 2-1-1 活用が見込まれる製品・技術の特長

##### (1) 製品の特長

「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 21 「WATER it」全体像

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 22 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 2016 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 23 センサ（型番 WA-ME300）

### （2）製品のスペック・価格

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。

なお、ベトナムにおける販売価格、仕様変更等は今後検討する。

### （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

## 2-1-2 提案企業の実績

### (1)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、2015 年の売上は海外 0.6 億円、国内 6 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%程度シェアを有し、信頼性の高い製品である。

### (2)受賞実績等

- ・日中省エネルギー・環境総合フォーラム調印プロジェクトの成果一覧として、北京監視中心との WATER it に関する研究が評価を受ける(2015 年)
- ・BCEIA 展示会にて WATER it を披露し、記者発表等で高い評価を受ける(2015 年)

## 2-1-3 業界分析、業界における位置づけ

水質のモニタリング手法は、主に水質自動測定機器による測定 (連続モニタリングと定期的モニタリング)、水サンプルを採水し、研究所等に持ち帰って研究所内の測定機器により測定する手法、採水場所にてオンサイトで簡易計測する手法の 3 種類に大別される。以下にそれぞれの測定手法の概要を記載する<sup>50</sup>。

以下のうち、「WATER it」の測定手法は③オンサイトでのポータブルテストに該当する。

### ① オンサイト (採水場所) での水質自動測定機器による測定

#### 【連続モニタリングおよび定期的な自動モニタリング】

取水場、浄水場、工業団地内等での集中排水処理施設等において主に採用される測定手法であり、一般的には 24 時間連続監視が実施されている。それを可能とする自動監視装置の配置の他、職員も 24 時間体制で勤務して監視を行うことが多い。

連続モニタリングの他にも、自動化された装置を採水場所に設置するが、24 時間の連続監視ではなく、任意の測定タイミングで定期的に計測する手法も存在する。1 日～1 週間に 1～複数回等、一定頻度でのモニタリングが求められる場合に導入されるケースが多い。

### ② 水サンプルを採水し、研究所内の測定機器により測定する手法

#### 【ラボでのテスト】

採水場所にて任意の採水器やバケツ等を用い、分析用の水サンプルを取得し、研究所等に

<sup>50</sup> 国立研究開発法人 国立環境研究所「環境技術解説：水質監視 (管理)」、「環境分析技術」  
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=45>  
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=84> (2017/1/25 確認)

当該サンプルを持ち帰り、研究所内の分析官が研究所用の測定・分析のための装置・機器を用いて水質を測定する手法である。測定には、電気化学分析、光分析、電磁気分析、分離分析、熱分析等、様々な手法を組み合わせる。研究所内の分析装置・機器は持ち運びが不可能な形状・重量・サイズものが多いため、このようなサンプリングによる手法を採用している。月に1回、年に数回等の頻度でのモニタリングに採用されるケースが多い。

### ③ オンサイト（採水場所）でポータブル機器により測定する手法

#### 【オンサイトでのポータブルテスト】

ポータブル、可搬式の簡易測定装置による測定手法であり、上記①、②よりも簡便に水質を測定可能である。装置や機材の費用は①連続モニタリングや定期的な自動モニタリングに使用される装置よりも一般的に安価であり、②ラボでのテストに必要な採水場所での水のサンプリング・分析場所への持ち帰りが不要であるというメリットを有する。一方で、測定可能な物質・パラメーターの数や、測定値の正確性は上記①、②の手法に比べると一般的に限定的であり、異常が発生している採水場所の特定等、スクリーニングに向いている手法である。

#### 2-1-4 国内外の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。

##### (1) 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。

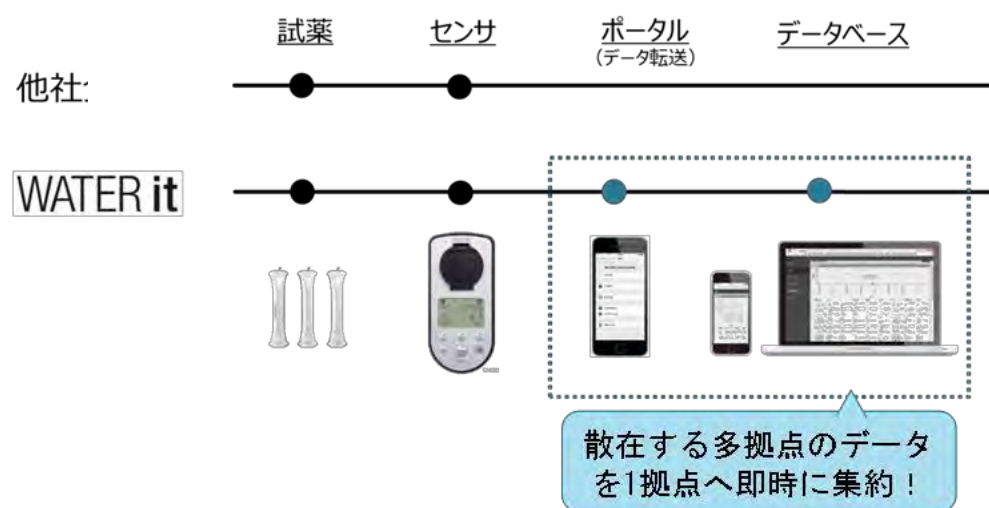


図 24 「WATER it」と他社製品の機能比較

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ーに行えるという点は、他社にはない優位性である。

## (2)誰でも・どこでも・いつでも、簡易に現場で水質測定が可能

2-1-1 (1) 製品の特長に一部記載の通り、「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）

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2-2-1 自社の経営戦略における海外事業の位置付け

#### (1)海外事業の位置づけ

本邦においてはモニタリング体制が十分に整備されていることから、「WATER it」のような簡易測定の需要は一部存在しても、今後市場が大きく成長することがない。そのため、オプテックス株式会社では、海外での市場参入・拡大を推進しており、既に企業の海外売上高比率は全体のおよそ3分の2を占め、今後も特に新興国を中心にビジネスを展開する方針である。「WATER it」単独では、海外売上高10億円の達成を、中長期事業戦略内の目標として掲げている。

また、企業方針として、IoS (Internet of Sensing solutions) を掲げており、ハードウェアの販売から、システムソリューション、サービス提供へとビジネスモデルの転換を目指しており、「WATER it」のビジネスは、オプテックス株式会社のビジネスモデル転換の試金石と位置付けている。

#### (2)ベトナムの選定理由

オプテックス株式会社では、将来的なビジネス展開を見据えた際、水質現場測定の製品が

市場に受け入れられるためには、製品に対する「品質保証」が重要なポイントとなると認識し、製品を環境モニタリング行政に利用してもらい、すなわち「官需」に入り込むことが重要であると考えている。

環境モニタリング行政が十分に整っていない国の中でも、現在 JICA の技術協力プロジェクト等を通じ、流域水の管理能力の向上を政府が積極的に進めているベトナムでは、「WATER it」がモニタリング拠点・頻度の増加に寄与できる可能性が高いと考え、対象国として選定した。

また、特にカウ川・ドンナイ川流域においては、予算不足・人材不足によって、十分にモニタリング拠点を設置できていない現状があるという開発課題に対し、本製品の導入が大きく期待されると判断し、両河川の流域をターゲットに選定した。

#### 2-2-2 海外展開を検討中の国・地域・都市

現在、「WATER it」は中国・湖南省を中心に展開しているが、今後中国全土でのビジネス拡充を目指している。なお、中国・湖南省では、2015 年に JICA 草の根技術協力事業「中国湖南省における都市污水处理場運転管理技術と住民の環境意識向上のためのプロジェクト」において、污水处理場技術者と湖南師範大学附属小学校、中学校講師に対して WATER it を用いた環境学習に協力した実績を有する。

その他、ミャンマー、インドネシア、カンボジアなどへのビジネス展開も検討している。

#### 2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国地域経済への貢献

##### 2-3-1 水管理に関する滋賀県の認知度・ブランド力の強化

ODA 案件化の際には、滋賀県庁の協力によって、現地ベトナムにおけるモニタリング実態の把握及び技術指導を予定している。本取組を通じて、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・ブランド力が向上することに貢献できると想定している。

##### 2-3-2 事業実施によるパートナーとの連携及び連携強化(経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等)

本案件化調査では、京都大学原田助教の技術的サポートも得て、産学連携による相乗効果の創出を目指す。本取組を通じ、京都大学の理念である『多元的な課題の解決に挑戦し、地球社会の調和ある共存に貢献する』に対して、一定程度貢献していく。

また、オプテックス株式会社は、近畿経済産業局の団体である TEAM E 関西に入会しており、同局の主導する日本の環境技術を海外に展開するという方針・コンセプトに合致し、それに基づいた海外展開を行うことで、環境技術を有する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ものであると考えている。

### 2-3-3 国内関連企業の売上増

ベトナムでの事業展開においても当面は測定試薬を日本から輸出する想定であることから、試薬メーカーには直接的な売上増の機会を提供することができる。

また、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）と連携し、水処理装置と水質測定機器を同時並行的に展開し、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も考えられる。

## 第3章 ODA 事業で活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び 活用可能性の検討結果

### 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

製品・技術の現地適合性について、①技術的適合性、②法的適合性、③社会・経済的適合性の3つの観点から検証を行った。

#### 3-1-1 技術的適合性

##### (1) 目的

河川をはじめとした水質の管理には、その基礎データを生み出すために水質モニタリングが行われる。しかし、多くの開発途上国ではモニタリングのためのインフラが十分ではなく、モニタリング頻度も年に数回などと極めて低頻度で、モニタリングステーションの数も十分ではない。一定程度以上の精度のデータを一定程度以上の時間的・空間的な密度で得ることは、水質管理の基盤的な条件である。

簡易水質計測システムである「WATER it」は、低コストでの水質分析を可能にするシステムである。「WATER it」を用いる水質測定システムを導入できれば、低コストで一定以上の精度・時間・空間密度をもつデータを生み出すモニタリングシステムの実現が可能となり、より良い水質管理の実現に貢献する。この前提として、「WATER it」により生み出される水質測定結果が一定の精度・正確度をもつ必要があるが、ベトナムの河川水質は、濁度が高いことなど、日本の水質とは異なる部分があり、「WATER it」がベトナムの河川水に対して一定の精度・正確度を持って測定できるかの検証が必要である。本調査では、ベトナム北部のカウ川流域を対象とした河川水を中心とする表流水試料を用いて、ベトナムにおける「WATER it」の現地適合性を検討する。

##### (2) 方法

本調査では、同一試料を公定法と「WATER it」を用いた分析方法（以下、WI法）で測定する。両者を比較することで、WI法によるデータの検証を行う。検証は、京都大学とハノイ理工大学環境理工学部との共同調査研究として実施した。合わせて、この検証を通じてWI法を使用した感想およびベトナムにおいてWI法を用いる上での課題について、聞き取りを行った。

#### ア 試料の採取

本調査の目的に鑑みると、できるだけ水質に大きなばらつきのある多試料に対して公定法とWI法でのデータの比較を行うことが有効である。本研究では、多様な河川水を得られるように、2016年11月～2017年3月にかけて計8回（第1回：11/15-16、第2回：12/13-14、第3回：1/11、第4回：1/13、第5回：3/3、第6回：3/10、第7回：3/16、および第8回：3/24）に渡り、カウ川の3地点（Cầu Thị Cầu、Hòa Long、Đập Ba Đa）およびカウ川流域内のNúi Cốc湖（Nam Hồ Núi Cốc）から計32試料を採取した。試料採取地点の地図および採取地点の写真を図25示す。

試料は各地点でグラブサンプリングにより 1 L ずつ採取し、PPP ボトルに封入し、氷入りのクーラーボックスに保存した上でハノイ理工大学環境理工学部の実験室に持ち帰った。実験室に持ち込んだ後は 4℃の暗所で測定まで保存した。河川試料については、マルチ水質チェッカ (D 社製) により pH、濁度 (一部試料)、および電気伝導度 (EC) の現場測定を実施した。



図 25 試料採取地点

### イ 対象水質項目

本調査で対象とする水質項目を以下に示す。



表 12 本調査で対象とする水質項目

WI 法での分析項目	公定法での分析項目
NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N (SMEWW 4500-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -F) NO <sub>3</sub> -N (SMEWW 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E) NO <sub>2</sub> -N (SMEWW 4500-NO <sub>2</sub> - B) T-N (TCVN 6638 : 2000)
PO <sub>4</sub> -P	PO <sub>4</sub> -P (dissolved) (TCVN 6202:2008) PO <sub>4</sub> -P (Total) (TCVN 6202:2008) T-P (TCVN 6202: 2008)
COD <sub>Mn</sub>	COD <sub>Cr</sub> (dissolved) (SMEWW 5220 C:2012) COD <sub>Cr</sub> (SMEWW 5220 C:2013) COD <sub>Mn</sub> (dissolved) (KMnO <sub>4</sub> 、 acid、 100 degree) COD <sub>Mn</sub> (total) (KMnO <sub>4</sub> 、 acid、 100 degree) UV-absorbing organic constituents (dissolved) (SMEWW 5910) UV-absorbing organic constituents (total) (SMEWW 5910)
-	pH (TCVN 6492:2011)、 TSS (TCVN 6625 : 2000)、 Conductivity (SMEWW 2510:2012)、 Color (SMEWW 2120C)

### 3-1-2 法的適合性

国内での文献調査及び現地のカウンターパート、研究所、工業団地等へのインタビューを通じ、各省庁の政策・最新の法制度・遵法体系を調査し、「WATER it」をベトナムにおいて展開する上での認証、品質保証等に係る試験の必要性について調査した。

### 3-1-3 社会・経済的適合性

1-2に記載したベトナムにおける開発課題、ならびにベトナムにおいて現在使用されている競合製品の価格、スペック等に基づき、適合性を検証した。なお、経済的適合性については、今後、「WATER it」の初期導入、運用、メンテナンスに係る各組織での想定費用を試算し、各組織における既存の水質モニタリングコストと比較することで、より詳細に明らかにすることを計画している。

### 3-2 対象国における製品・技術のニーズの確認

公的機関・工業団地・民間企業・ディストリビューターへのヒアリングにより、「WATER it」への関心を確認することができた。加えて①ベトナム政府の課題認識、②日本国の援助方針に鑑みて、「WATER it」はベトナムの開発課題に対する整合性・有効性が高いと考えられる。以下に、水質モニタリングを実施している、または今後実施を検討している諸機関への、現在までのヒアリング結果概要を記載する。

### 3-2-1 公的機関

#### ■VEA/CEM MoNRE

環境行政を親機関の MoNRE と共同で実施しており、CEM MoNRE の上位機関である VEA 副局長の Dr. Tung と第 2 回渡航において会合を行い、ODA 案件化の検討に向けては、VEA Dr. Tung より、CEM MoNRE 副部長の Ms.Anh を実施責任者に任命するとの意向が示された。

そして、「WATER it」はベトナムの水質モニタリングシステムに活用可能な、非常に良いアイデアであるとの評価を得た。特に、VEA 傘下にある CEM MoNRE において現在管轄している水質調査のモニタリング拠点・頻度を増やす計画があるため、現在のモニタリングのシステムを補完する役割になりうる可能性がある製品だという非常に強い関心が示された。

1-2 にも記載の通り、CEM MoNRE においては、モニタリング拠点数・頻度・測定項目数すべてにおいて目標を達成できていないという課題を抱えている。以下に、CEM MoNRE におけるモニタリング計画と実績の比較を再掲する。

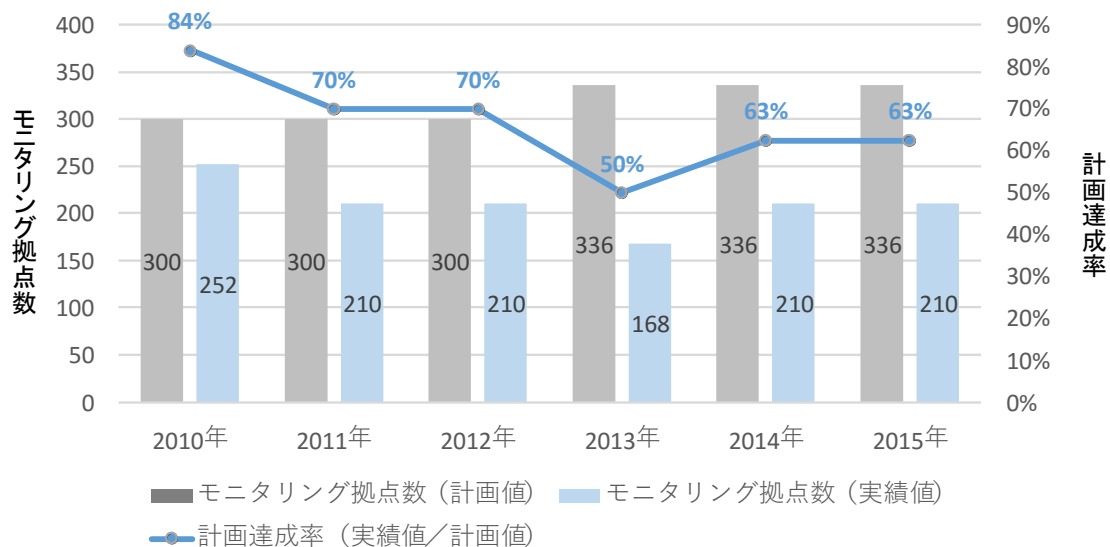


図 26 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング拠点数の計画値、実績値、計画達成率 (2010～2015 年) ※再掲<sup>51</sup>

<sup>51</sup> CEM 「Overview of Water Monitoring Programs in Cau River Basin (2010-2015)」 (2016 年 11 月 24 日に本調査内で開催したキックオフセミナーでの CEM Head of Environmental Monitoring Division、 Nguyen Huu Thang 氏発表資料) より JICA 調査団作成

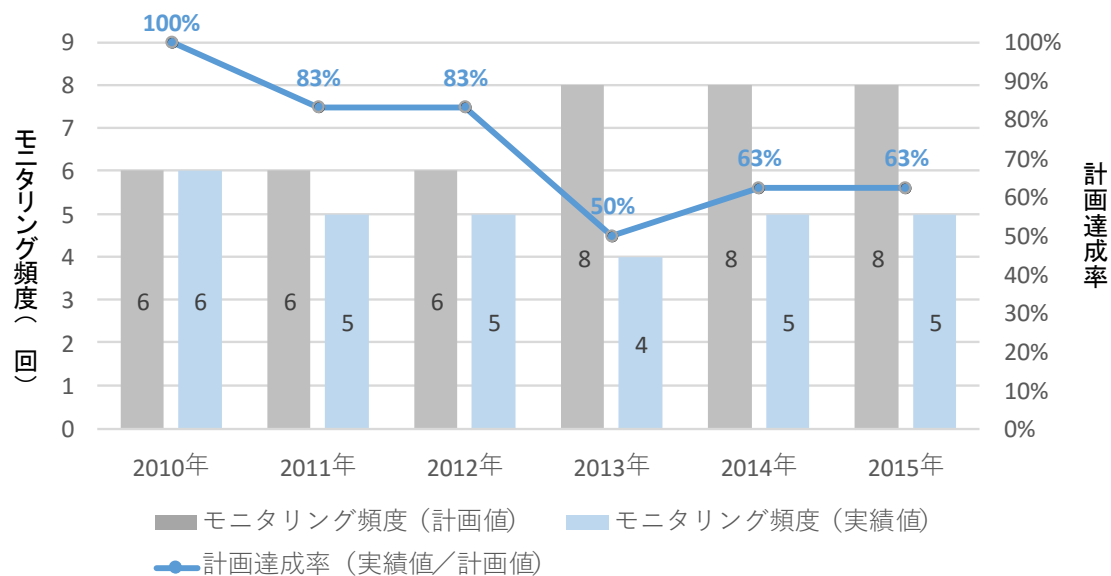


図 27 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング頻度の計画値、実績値、計画達成率 (2010～2015 年) ※再掲<sup>54</sup>

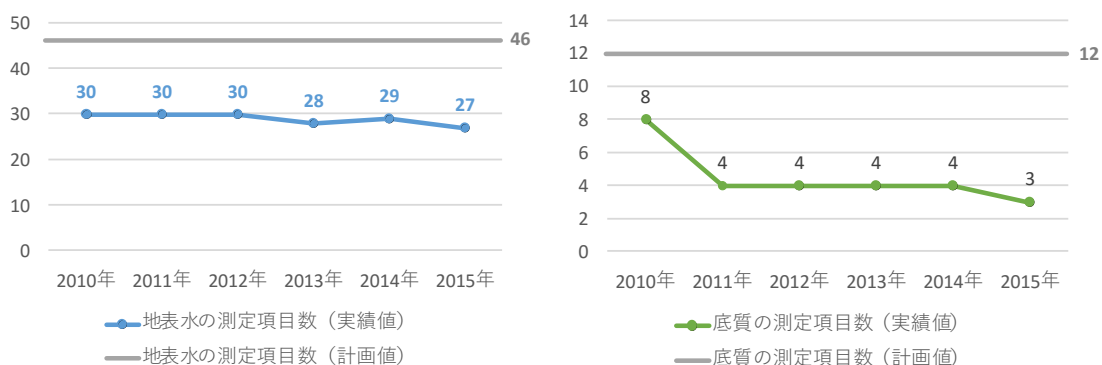


図 28 CEM MoNRE によるカウ川のモニタリング項目の計画値、実績値、計画達成率 (左図：地表水、右図：底質) ※再掲<sup>54</sup>

一方で、CEM MoNRE におけるモニタリングシステムの中に「WATER it」を採用する上では、「WATER it」の誤差範囲、現状ラボで実施している公定法による測定と比較した際の測定の正確性について検証が必要であるとのコメントを得ている<sup>52</sup>。

2017 年 2 月に実施した第 5 回渡航では、ODA 案件化の検討をさらに具体的に推し進めるため、再度 VEA Deputy Director General Dr. Tung、CEM Vice Director Ms. Anh をはじめとする、水質モニタリングに係る主要な行政機関職員との会合を実施し、3-2 (1) に示したハノイ理工科大学と京都大学の共同研究の成果を示すとともに、ODA 案件化の素案を提示し、VEA Dr. Tung より、VEA が ODA 案件化のカウンターパートとなることを前向きに検討したいというコメントを得た。

<sup>52</sup> VEA とのミーティング (2016 年 11 月 25 日) による

本件の実施責任者に任命された CEM Ms. Anh からも、「WATER it」の測定技術、データ転送技術等一連の仕組みについて強い関心が示された。また、「WATER it」を正式に採用する際、モニタリング拠点での測定を担当するパートタイムの現地人材は、Ms. Anh から地方で水質調査を行っている各 DoNRE に人材の充当を依頼することは可能であるとの回答を得た<sup>53</sup>。

#### ■CEM DoNRE (バクニン省)

現在ベトナムには 64 の DoNRE が存在しているが、カウ川流域に立地するバクニン省の CEM DoNRE にインタビューを実施した。バクニン省 CEM DoNRE では、現時点で全 100 ヶ所以上のモニタリング拠点を設置（排水用：56 ヶ所、河川等地表水：50 ヶ所以上）し、四半期毎に 1 回、年間に 4 回のモニタリングを実施している。年 4 回という頻度は、MoNRE ではなく、バクニン省の人民委員会からの要請に基づいたものである。

当機関には 42 名のスタッフが勤務しているが、事務職等を除き、12 名がモニタリング拠点での現場簡易計測やラボでの計測用の水サンプルの採取を担当し、11 名がラボに常駐する専門分析官である。現場での計測には D 社の簡易測定器 3 台を保有しているが、1 台は長らく故障中である。型番は比較的新しい製品 D の他、10 年以上使用を続けている古いものも使用している。D 社の製品で計測可能な汚染物質は製品 D で 11 項目と限定的であるが、当 11 項目についてはラボでの測定に比べコストが安価であるため、現場で当該項目を測定し、ラボではそれ以外の項目を測定する、という手法を組み合わせている。

バクニン省の CEM DoNRE からは、同機関のモニタリング拠点でのモニタリング頻度の増強を図るための「WATER it」の活用について一定の関心が示された。

その一方で、測定手法の正確性を検証する必要があるとのコメントを受けた。まずはハノイ理工科大学と京都大学の共同研究の結果をまず示し、同機関内で精査してもらうということを第 4 回渡航時に確認した。

また、「WATER it」はバクニン省 CEM DoNRE が直轄する河川等のモニタリング拠点での採用だけでなく、省内に存在する工業団地や民間企業からの排水モニタリング、特に異常発生を検出するためのスクリーニングに優れたシステムではないか、との助言があった。同機関では行政機関として自ら定めた約 100 拠点での年 4 回の水質モニタリングだけでなく、企業からの要請に応じ、企業の排水をサンプリングし、ラボで検査するサービスも提供している<sup>54</sup>。

#### ■環境警察

工業団地、ディストリビューターへのインタビューから、環境警察（中央政府公安省に属する C49 及び各省人民委員会に属する PC49）による取り締まりが近年厳しくなってお

<sup>53</sup> CEM MoNRE とのミーティング（2016 年 11 月 25 日）による

<sup>54</sup> バクニン省 CEM DoNRE へのヒアリング（2017/1/12）による

り、通報を受けた際等に環境警察が独自に現場での簡易計測機を用い、水質測定を行っているとの情報を得た<sup>55</sup>。環境警察では現在、B社の簡易計測機を主に使用しているが、測定器のコストが高い（4,000米ドル程度）ため、測定項目や頻度によっては「WATER it」の方が安価になり、B社製品の代替となり得るのではないか、とのコメントを、環境警察と取引を行っているディストリビューターより得た<sup>56</sup>。

実際に環境警察にインタビューを実施したところ、同製品のハンディな外観・測定方法の手軽さについて大きな関心を寄せ、実際の現場計測の場で試験的活用を開始している。

### 3-2-2 第3セクターへの適合性

#### ■ハノイ市下水公社（Hanoi Sewerage and Drainage Company: HSDC）

現在HSDCではハノイ市近郊の上水（河川、湖）及び自然界に放流される排水のモニタリングを実施している。特に排水については、MoNREの各種政策に基づき、モニタリングの頻度・質の強化が昨今強く求められるようになってきている。「WATER it」が測定可能な汚染物質に鑑みると、排水の水質測定により適しているのではないか、とのコメントを得た<sup>57</sup>。

また、第4回渡航時に再度HSDCを訪問した際には、HSDCのラボのマネージャーであるMs. Hienより、HSDCが半官半民の企業である特質上、計測する数値の正確性に非常に重きを置いている、とのコメントを得た。1-3に前述の通り、「WATER it」のようなポータブル式の簡易水質計測器には公式な「認証制度」は存在しないものの、HSDCでは①PTテスト（Proficiency Testing：検定試験）を複数の権威あるラボで実施し、測定値の再現性・正確性が担保された製品であること、②ベトナムまたは他国の政府機関で使用実績のある製品であること、の2点を重視し機器を調達するとの回答を得た。そのため、本案件化調査内で実施しているハノイ理工科大学と京都大学との共同研究のみでなく、他のラボにも「WATER it」を提供し、同等の試験結果となるか検証することを勧められた。なお、HSDCのラボでは20年以上前より、上記の2要件を満たしているA社の製品を使用している<sup>58</sup>。

### 3-2-3 民間セクターへの適合性

民間セクターは、大きく分けて工業団地及びそこに入居する企業、準工業団地及びそこに入居する企業、工芸村及びそこに立地する企業、どのカテゴリにも属さずに単立する企業、の4種に分類される。このうち、工業団地においては管理会社が存在し、テナント企業からの排水を1ヶ所に集め集中処理を行ってから自然界に放流するケースが多いが、準

<sup>55</sup> ノイバイ工業団地管理会社（2017/1/13）及びディストリビューター Phan Le Consultancy and Technology 社へのヒアリング（2017/1/17）による

<sup>56</sup> ディストリビューター Phan Le Consultancy and Technology 社へのヒアリング（2017/1/17）による

<sup>57</sup> HSDC へのヒアリング（2016/12/16）による

<sup>58</sup> HSDC へのヒアリング（2017/1/16）による

工業団地、工芸村では集中処理がなされていないケースが多い。そのため、現時点では、民間セクターを以下の3カテゴリに分類し、ニーズの確認を行っている。

- 1) 工業団地管理会社
- 2) 工業団地に入居する企業
- 3) 準工業団地・工芸村に入居する企業（集中処理施設なし）または単立企業

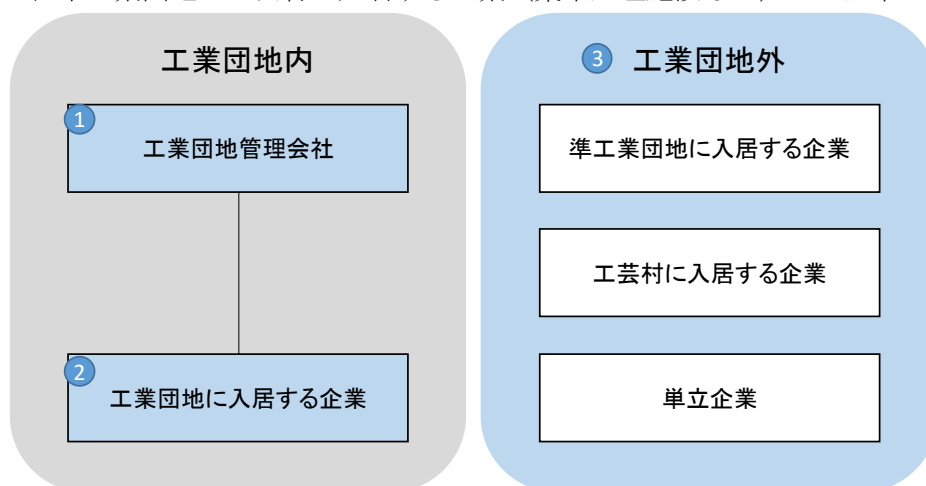


図 29 民間セクターの分類案<sup>59</sup>

#### ■工業団地管理会社<sup>60</sup>

「WATER it」の迅速に・誰でも測定が可能な点に魅力を感じるといった意見を確認することができた。近年の工業団地に対する監視の強化に伴い、DoNRE のモニタリングステーションや環境警察から、昼夜を問わず呼び出しがかかるケースがあり、即時に水質の分析をしなければならない際に活用したい、また夜間等、専門の分析官の不在時に異常が発生した際に、現場の水質のチェックが誰でも可能になるという点で、関心を持つ企業が複数あった。一方で、製品の採用に際しては、「WATER it」の測定精度を何らか担保する証明として、試験所・研究所での試験結果や、公的機関での採用実績等を問われるケースが多かった。

#### ■工業団地に入居する企業

近年の工業団地全体に対する水質の監視・罰則強化に伴い、工業団地の管理会社から求められる水質基準が上がっている。(例 QCVN B 基準に各工場で一旦処理してから、工業団地の集中処理施設に排水する等) 中には、2016 年後半以降、各工場からの排水基準を徐々に引き上げていくよう、管理会社から要請を受けている企業も存在する<sup>61</sup>。また、2016 年の Decree 155 の施行に伴い、企業の規模、業態、排水量に関わらず、ベトナム国内で稼働

<sup>59</sup> JICA 調査団作成

<sup>60</sup> AMATA 工業団地、Long Binh 工業団地、Tinn Ghia 工業団地、Noi Bai 工業団地それぞれの管理会社へのヒアリング (2017 年 1 月 11 日) による

<sup>61</sup> Noi Bai 工業団地それぞれの管理会社へのヒアリング (2017 年 1 月 11 日) による

するすべての企業にモニタリング機器の設置が義務付けられたことから、これまでに排水のモニタリングを実施していなかった企業でも、モニタリングシステムの導入が急務となっている<sup>62</sup>。特にこれまでモニタリングを実施していなかった企業では、モニタリングのための予算・人員・専門的知識が限定的であることが想定されることから、「WATER it」のような簡易モニタリングシステムのニーズは高いのではないかと推察される。

#### ■ 準工業団地・工芸村に入居する企業（集中処理施設なし）または単立企業

これまでの調査ではニーズを確認できていないが、特に水処理設備を有していない小規模零細企業にとっては、簡易的な水質計測機器よりも簡易的な水質浄化設備のほうにニーズが存在することが想定される。

### 3-3 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

これまでの3-1～3-3までの内容を踏まえ、1-2に記載した開発課題に照らし合わせると、「WATER it」によるモニタリング技術・システムは、ベトナムにおける水環境モニタリング行政（公的機関）、第3セクター、ならびに民間セクターでの活用可能性が高い。

#### 3-3-1 公的機関

モニタリング拠点数・頻度・測定項目を増加させたいというニーズを明確に確認できている公的機関においては、「WATER it」の低コストかつ容易に水質を測定できるという特性を水質の「スクリーニング」に活用し、既存のラボ等での測定手法と組み合わせることで水質モニタリング体制を強化できると考えられる。

また、環境警察のように、ラボでの正確性の高い測定よりも、現場での迅速かつ簡易な計測のニーズの方が高いと考えられる機関においては、測定項目数、測定スピード、測定の容易性、データ転送や1ヶ所のデータベースへのデータ収集の容易性、コストの安価さを打ち出すことで、競合製品をリプレイスまたは補完するシステムとして導入されうるのではないかと考える。「WATER it」が利用されることにより、専門性を持つ人材が不足する組織においても、測定項目や頻度、拠点数を拡充することができると考えられる。

#### 3-3-2 第3セクター

第3セクターは水質検査機器の正確性を非常に重要視することが調査により明らかになったため、それぞれの機関の求めに応じた正確性を担保することが第一に必要となる。その上で、第3セクターにおいても公的機関と同様に、ラボ等での既存の水質測定手法と「WATER it」を組み合わせた水質モニタリング体制の強化を提案することが考えられる。

#### 3-3-3 民間セクター

前述のDecree 155の施行に向け、民間企業における安価かつ簡易なモニタリングシステムのニーズは急速に高まっている。一方で、民間企業においては、水質検査機器の導入

<sup>62</sup> TUAN PHUONG 社、TAN THIEN THANH 社へのヒアリング（2016年12月19日）による

を検討する際に、何らかの「品質保証」が必要になる。そこで、公的機関での使用実績を積んだ後に、当該公的機関が排水モニタリングを請け負う工業団地・民間企業に製品を推奨してもらい、モニタリングの質や頻度が低い、またはモニタリングを全く実施していない民間セクターにも「WATER it」を普及させるというプランも考えられる。このことにより、公的機関だけでなく、民間企業でも広範囲で水質モニタリング体制が強化されることが期待される。



## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

普及・実証事業のスキームを利用した ODA 事業の実施を想定している。

都市化・工業化の進展等による水質汚染が深刻であるにも関わらず、モニタリング体制が不十分であるカウ川流域において、以下の通り WATER it を活用し、特に水質を管理すべき拠点の絞り込み（以下、スクリーニング）と、現行の公定法による測定を組合せ、さらにこれまでになかった現地パートタイマー人材やデータマネジメントシステムを活用した新しい水質モニタリングの仕組みを低予算・省人数で実行可能であることを実証する。さらに、より多くの地方行政機関や民間企業でのモニタリング体制の強化に資するべく、ビジネス展開に備え、普及活動・政策提言等を通じ、WATER it の導入に繋がる計画や支援策の策定を促す。

これにより、特に水質を管理すべき拠点の絞り込み（＝スクリーニング）を実行することが容易となり、ベトナム流域の継続的な水環境管理能力が向上するとともに、ひいては当該流域の水質改善や水資源の確保に資することが可能となる。

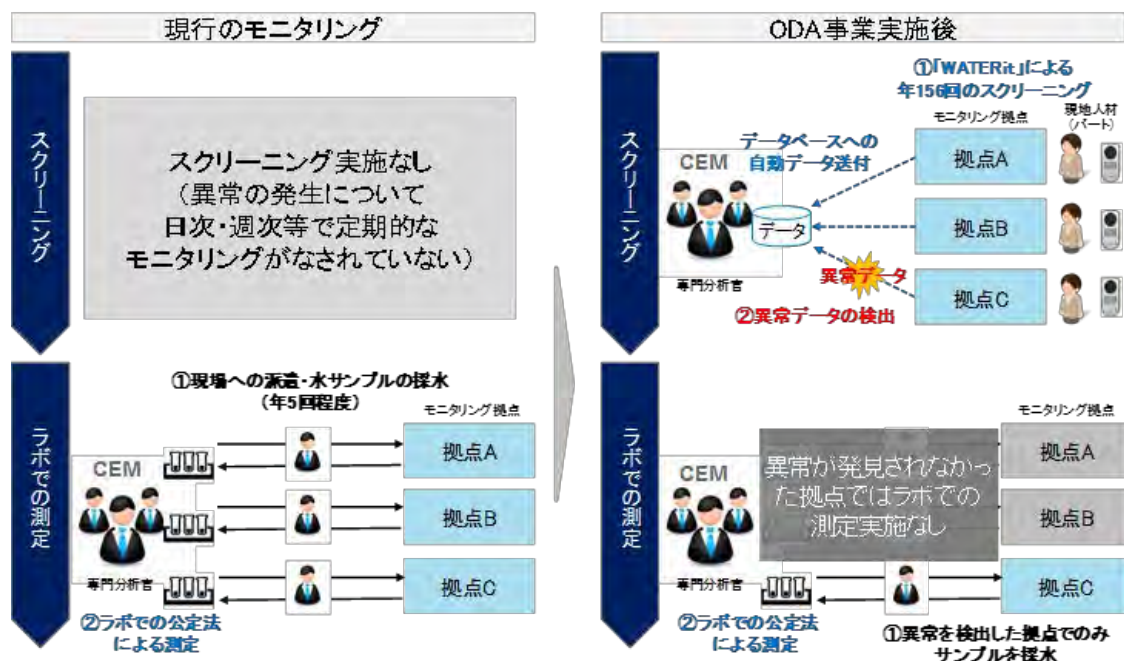


図 30 ODA 事業実施後のモニタリング体制の変化 (案)

想定カウンターパートの VEA の下部機関にあたる CEM MoNRE では、主にモニタリング拠点で水サンプルを採水し、それを CEM 内のラボに持ち帰り公定法によって各種パラメーターを測定するという手法を採用しているが、予算・人員に限りがあり、各拠点で

年に5回程度しか測定を行えていないことが課題となっている。また、工業団地等からの排水により、汚染度が高まっているカウ川等の河川において、モニタリング拠点を増加したいというニーズがあるものの、前述の通り、予算・人員の都合上、現行の手法でモニタリング拠点を増加することは難しい。

そこで、モニタリング拠点数及びモニタリング頻度の増加のため、新しい採水拠点に「WATER it」を導入し、CEMの専門分析官を派遣することなく、現地のスタッフをパートタイムで雇用し、「WATER it」による測定を行う。「WATER it」の測定結果はスマートフォンのアプリを介しCEMのデータベースに自動的に送信・蓄積されるため、日次等、高い頻度での測定が可能となる。CEMでは、収集したデータを異常値のスクリーニングのために使用し、異常を検出した拠点でのみ、従来通り、水サンプルをラボにて公定法で測定し、詳細な分析を実施する。「WATER it」をスクリーニングに利用し、従来のラボでの測定と組み合わせることで、予算や人員の大幅な増加なく、モニタリング拠点数、モニタリング頻度の増加が可能となる。

#### 4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

##### 4-2-1 活動内容

普及・実証事業では、VEAをカウンターパートとし、CEM MoNRE及びCEM DoNREを実務機関とし、これまでモニタリングできていなかった拠点に新たに「WATER it」を導入し、同システムを用いた測定及びモニタリングについて技術供与する。その上で、「WATER it」の測定結果の正確性、及び省コスト効果を検証する。そして導入結果を踏まえ官民への普及活動、及び「WATER it」のベトナムにおける事業の可能性の検証を行う。

現段階で想定している具体的な成果・活動内容は以下のとおりである。

<b>成果1</b>	WATER itの導入により低予算・省人員かつ正確に測定可能なことが「実証」される
<b>成果2</b>	ベトナムの行政機関において、新たな水質モニタリングの仕組みが構築されるとともに人員への技術供与が行われ、WATER itを本事業終了後も継続的に使用できる体制が形成される
<b>成果3</b>	普及活動によって、官民におけるWATER itの技術や有用性に関する理解が醸成され、現地でのビジネス化の動きが進展される

成果1に係る活動：WATER itの導入により低予算・省人員かつ正確に測定可能なことが「実証」される

内容	実施方法
1-1：カウンターパートと	・事業の進め方についての素案をVEA及びCEMに提示し、協議の上合意形成を図る。

の協議、実施方針の検討	
1-2：実証実験前のオンサイトでの試行テスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ WATER it の現場（河川流域）での測定の正確性を担保するための活動として、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を実施し、その結果を比較する。（必要期間、検査数については今後協議）</li> <li>・ 試行テストの結果を踏まえて、CEM との協議のもと、既に CEM 側より提案があった 8 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・修正を検討する。</li> <li>・ ベトナム政府の法令により義務付けられた校正テストを CEM の校正テストラボにて実施する。（必要期間：4 週間程度、検査数については今後協議）</li> </ul>
1-3：1-2 の試行テスト結果等を踏まえた製品現地化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1-4 の試行テストの結果、新たに現地向け対応が必要な事項があれば洗い出し、ハノイ理工大学・京都大学との協働のもと、対応策の検討・試行や製品の改良を実施する。（一部案件化調査でも現地化は対応中）</li> <li>・ 雨季／乾季において対応すべき点が異なることが判明した場合、その対処方法を検討する。</li> </ul>
1-4：CEM MoNRE によるカウ川流域での 12 ヶ月間のモニタリング実証実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CEM MoNRE を通じ、実証候補地のカウ川流域の DoNRE（5 省 54 拠点）に 1 拠点あたり 3 個、計 162 個のセンサを配布する。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、8 項目で実施する。</li> <li>・ 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労働者に必要数のセンサ・試薬を配布し、パートタイム労働者が実施することを検討している。</li> </ul>
1-5：CEM DoNRE における企業の排水モニタリングでの WATER it の試験的活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CEM DoNRE では、CEM MoNRE の指定するカウ川流域の拠点でのモニタリングの他にも、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。その結果を基に、河川以外（民間企業の監視等）における WATER it の活用可能性について検討する。（現時点では、パイロット対象地域のうちバクニン省の CEM DoNRE Director Binh 氏より、上記の試験的活用を行いたい旨の要請を受けている。詳細については、事業採択後に CEM MoNRE との協議が必要と認識している。）</li> </ul>
1-6：ハノイ理工大学での試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CEM による試験の補強として、案件化調査で研究対象とした 5 項目を対象に、より広範な濃度域に渡るサンプル水での WATER it の精度を検証する。</li> <li>・ WATER it 及びその他の簡易測定（濁度や電気伝導度等）から得られた水質ビッグデータを用いた COD<sub>Cr</sub> 及び案件化調査にて研究対象とした 4 項目、TN 及び TP の推定方法の構築、正確度・精度の検証を行う。</li> <li>・ 重金属の簡易測定での WATER it の適用可能性を検証する。</li> </ul>
1-7：実証実験結果の取りまとめ、費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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）を CEM が取りまとめ、必要に応じ仕組みの改善についてハノイ理工大学の協力も得ながら協議する。（3 ヶ月間に 1 度、取りまとめ依</li> </ul>

対効果の算出	頼を行う想定) ・同程度の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・省人数で高精度のモニタリングが実施できたかどうかという観点で試算等を行う。
--------	---

成果2に係る活動：ベトナムの行政機関において、新たな水質モニタリングの仕組みが構築されるとともに人員への技術供与が行われ、WATER it を本事業終了後も継続的に使用できる体制が形成される

内容	実施方法											
2-1：新モニタリング体制構築に向けた協議、人材育成・コンサルテーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新モニタリング体制（データマネジメント体制を含む）の素案を 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。</li> <li>・上記の課題に対応するための研修やコンサルテーションを実施する。</li> <li>・2-2 マネジメント層の育成・体制検討及び 1-2 オンサイトでの試行テストの中間結果を受け、持続可能な実施体制を複数回にわたって検討する。</li> <li>・DoNRE または民間の人材派遣会社等を通じ、現地パートタイム労働者の雇用・調整を行う。</li> </ul>											
2-2：行政機関内のマネジメント層の育成・体制検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地パートタイム労働者の実働が開始される前に、人材をマネジメントするための研修または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よう支援する。</li> <li>・本邦受入活動を実施し、CEM MoNRE 及び（又は）CEM DoNRE からマネジメント層を計 3 名日本に招請し、滋賀県・（公財）国際湖沼委員会による 3 日間の研修を実施する。研修内容は、以下を予定している。</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>日程</th> <th>場所</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">1 日 目</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">午 前</td> <td>           滋賀県庁            環境政策課            座学研修            ■滋賀県環境行政の概要            環境行政のあゆみ、環境総合計画等            ■水質関係法令について            水質汚濁防止法、滋賀県条例に基づく発生源および公共用水域水質モニタリング         </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">午 後</td> <td>           琵琶湖環境            科学研究            センター            座学研修            ■琵琶湖水質調査について            国と滋賀県の協力分担、調査・分析方法、調査データ管理         </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">2 日 目</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">終 日</td> <td>           琵琶湖環境            科学研究            センター            現場研修            ■琵琶湖水質調査同行            調査船「びわかぜ」に乗船・同行、サンプリング、現場計測、試料保存のノウハウ共有         </td> </tr> </tbody> </table>	日程	場所	内容	1 日 目	午 前	滋賀県庁 環境政策課 座学研修 ■滋賀県環境行政の概要 環境行政のあゆみ、環境総合計画等 ■水質関係法令について 水質汚濁防止法、滋賀県条例に基づく発生源および公共用水域水質モニタリング	午 後	琵琶湖環境 科学研究 センター 座学研修 ■琵琶湖水質調査について 国と滋賀県の協力分担、調査・分析方法、調査データ管理	2 日 目	終 日	琵琶湖環境 科学研究 センター 現場研修 ■琵琶湖水質調査同行 調査船「びわかぜ」に乗船・同行、サンプリング、現場計測、試料保存のノウハウ共有
日程	場所	内容										
1 日 目	午 前	滋賀県庁 環境政策課 座学研修 ■滋賀県環境行政の概要 環境行政のあゆみ、環境総合計画等 ■水質関係法令について 水質汚濁防止法、滋賀県条例に基づく発生源および公共用水域水質モニタリング										
	午 後	琵琶湖環境 科学研究 センター 座学研修 ■琵琶湖水質調査について 国と滋賀県の協力分担、調査・分析方法、調査データ管理										
2 日 目	終 日	琵琶湖環境 科学研究 センター 現場研修 ■琵琶湖水質調査同行 調査船「びわかぜ」に乗船・同行、サンプリング、現場計測、試料保存のノウハウ共有										

	3 日 目	午前	滋賀県内環境調査計測会社 (株)日吉	企業訪問 ■実習・意見交換 滋賀県等委託の河川水質調査実習および分析、データ管理等
		午後	オプテックス (株)	普及・実証事業実施企業訪問 ■座学研修・実習 WATER it を含む水質自動測定機器および現場測定機器の解説
<p>・1-7 実証実験結果の取りまとめ（経過報告、最終報告）を受けて、マネジメントに関する課題の抽出、フィードバックを行うとともに、より実効性が高く、持続可能性の高いマネジメントのあり方を検討する。</p>				
2-3：現場で水質測定を行うパートタイム労働者の育成	<p>・1-4「カウ川流域での12ヶ月間のモニタリング実証実験」の実施前に、パートタイム労働者に対して WATER it の使用方法等をオプテックス社の技術者、CEM のマネジメント層が協働で指導する。</p> <p>・現地大学の研究員やパートナーとなる現地代理店の社員を対象に、WATER it の現地トレーナーとなれるような研修をオプテックス社の技術者が実施する。</p> <p>・1-4「カウ川流域での12ヶ月間のモニタリング実証実験」開始後、5回程度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。その際、オプテックス社の技術者、CEM のマネジメント層、現地トレーナーを効果的に組合せ、研修を提供する。</p>			
2-4：データ活用のあり方、新しいモニタリングの仕組みの検討	<p>・1-4「カウ川流域での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を確認し、実証期間中に3回程度、より良いデータ活用に向けたフィードバックを行う。</p> <p>・1-7「実証実験結果の取りまとめ」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・仕組みを協議・検討する。</p>			

成果3に係る活動：普及活動によって、官民における WATER it の技術や有用性に関する理解が醸成され、現地でのビジネス化の動きが進展される

内容	実施方法
3-1：政策提言等に向けた活動	<p>・WATER it の導入により得られる水環境管理能力改善効果を検証した上で、ベトナムにおいて加速度的に普及させ開発効果を早期に高めるための政策的サポート（優れた技術としての品質保証等、政策ガイドラインへの簡易水質測定機器の活用の言及等）を政府に提案する。</p> <p>・「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 や類似装置の活用可能性について検討する。</p>
3-2：DoNRE（実証実験非	<p>・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</p>

実施地域) 向けの普及活動	ニタリングの仕組みの利点等をPRするセミナー、研修等を開催し、同様の取組が他地域にも拡大するよう促す。
3-3：民間企業等向けの普及活動	・実証実験の対象となった5省の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。
3-4：ビジネス展開に向けた調査、計画の策定	・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実施する。 ・ヒアリング結果を基に、今後のビジネス展開戦略を策定する。

#### 4-2-2 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）

現段階でのカウンターパート候補として、VEA（実務機関はその配下のCEM MoNRE及びその影響下にあるCEM DoNRE）を想定している。以下に、カウンターパート候補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。

##### ③ 本事業への積極的な姿勢

VEAは、オプテックス株式会社からのODA案件化提案に強い関心を示し積極的な姿勢を見せている。既に、Deputy Director GeneralのDr. Tungとは2016年11月、2017年2月、同3月に3度会談し、事業の内容や役割分担に向けた具体的な協議を進め、ODA案件化の提案に関して賛同と強い期待を寄せている。2017年3月17日に協議議事録のドラフトを提示した上で会合を実施し、Dr. Tungは、「普及・実証事業に採択された場合には、JICA、オプテックスと協働していくことに強い関心があり、(傘下の)CEMの関係者と案件内容について詳細な協議を進めてよい」という内容の議事録にサインしている。

#### 4-2-3 カウンターパートへ期待する役割

カウンターパートの役割としては、以下を、2017年3月の VEA Deputy Director General、実務機関である CEM の Vice Director への訪問時に説明済である。

- ✓ 日本政府に対する ODA 案件の要請
- ✓ WATER it を使用した実証実験に必要な人員の配置・内部プロジェクトチーム形成
- ✓ WATER it の実証実験（比較試験、モニタリング、データ利活用等）への協力
- ✓ WATER it を活用した新しいモニタリング体制・仕組みづくりへの協力
- ✓ WATER it 及び当製品を活用した新しいモニタリングの仕組みに関する普及活動への協力

#### 4-2-4 実施体制及びスケジュール

##### ■実施体制（案）

普及・実証事業の実施体制（案）を以下に示す。

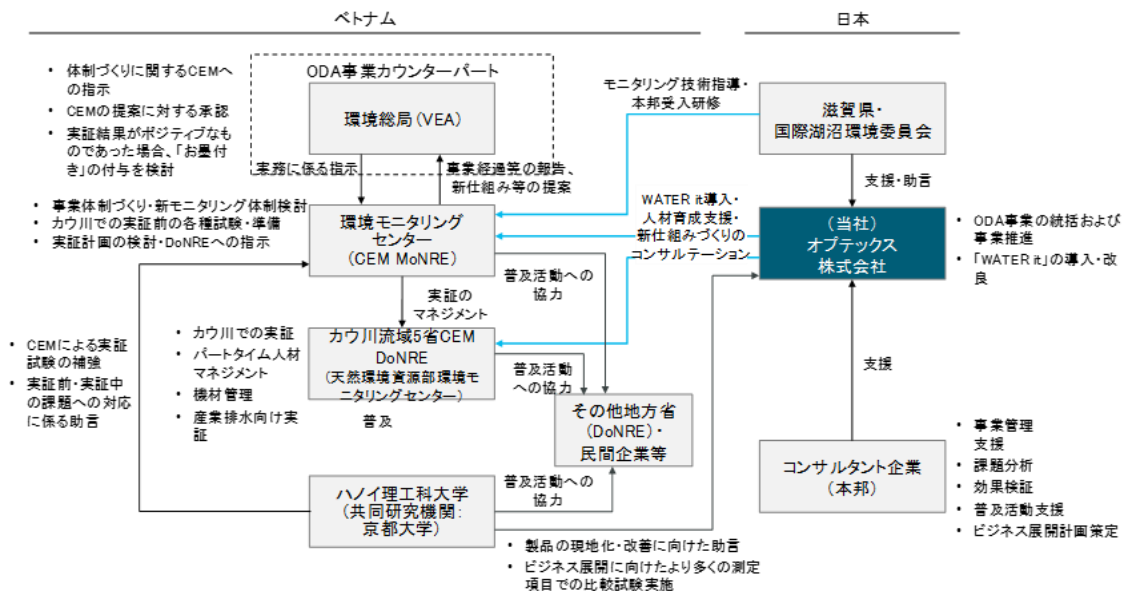


図 31 普及・実証事業の実施体制（案）<sup>63</sup>

オプテックス株式会社が主導の下、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、オプテックス社と CEM MoNRE が協議の下で実証計画を検討し、CEM MoNRE から対象地域の CEM DoNRE へ指示を行い、マネジメントする体制をとる。

なお、本体制については、2017年3月に CEM MoNRE の Vice Director Ms, Anh から提案を受けたものであり、CEM MoNRE が各 DoNRE と具体的にどのような協業・分業体制を取り得るか、検討を一部で開始している。

<sup>63</sup> JICA 調査団作成

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ハノイ理工大学 (Dung 教授)・京都大学 (原田助教) に協力を要請する。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コンサルタントを活用する想定である。これらは本案件化調査時と同様のサポート体制であり、普及・実証事業を行う際に必要な能力を円滑に補完できると考えている。

#### ■ODA 案件実施期間中及び案件終了後の機材の維持管理

CEM MoNRE は普及・実証事業後も引き続き WATER it によるスクリーニングと、公定法を組合せた仕組みを継続していきたいという意向を示している。しかし、本仕組みはパートタイマーの活用、データマネジメントシステムの運用・利活用という、CEM がこれまで行ってこなかった運用の仕組みを含むものであるため、マネジメント層の育成・技術供与、新体制構築に向けたコンサルテーションが必要不可欠であると認識し、オプテックス社・CEM 間でその認識を共有している。CEM MoNRE からは、同機関内と、本実証事業の対象地域である 5 省の CEM DoNRE に事業のマネジメント担当者を配置するという提案を受けている。

オプテックス株式会社は、事業終了後も円滑に機材が維持・管理・活用されるよう、2 年間の事業実施期間を通じて CEM での体制構築を支援していく計画である。機材の故障の際は、オプテックス社の現地代理店またはビジネス展開後のオプテックス現地法人にて現地での修理・部品の交換等のサポートを適宜実施する。なお、「WATER it」の耐用年数は 5 年 (主に光学系を中心とした部材の、測定による劣化を考慮して設定。なお、耐久試験の結果は 50,000 回以上測定可能であり、測定回数を 1 日 5 項目 3 回測定×200 日=5 年 15,000 回測定としても十分可能) である

また、テストキットは消耗品であり、事業実施後には VEA 等の予算から捻出することが必要となり、普及・実証事業に採択された場合には、詳細について協議を進めることで合意している。

#### ■ODA 案件のスケジュール

ODA 案件における現段階での想定スケジュールを以下に示す。

本調査実施期間中に、2017 年度第 1 回 (2017 年 3 月公示) の「普及・実証事業」へ応募した。

2017 年度は、2018 年度の「WATER it」導入・活用による実証事業の準備として、新モ



モニタリング体制を協議するとともに、行政機関内のマネジメント層を研修する目的で本邦受入活動を行う。また既存の公定法による測定結果との相関性をカウンターパートの実務機関内または外部研究機関の協力を得て確認し、「WATER it」が正確に測定可能なことを実証する。

2018年度は実証事業として、カウ川流域の中でこれまでモニタリングを実施できていなかった拠点を中心に「WATER it」を導入・活用してもらい、低予算・省人員で測定拠点数を増やしつつ、水質計測可能であることについての理解を醸成する。そのほか、「WATER it」導入促進のための政策の提案、水質測定の高精度性、省コスト効果等の広報活動を実施し、官民における技術に対する理解が醸成され、現地でのビジネス化が進展することを期待している。

2018年度後半は実証活動を通して明らかになった課題を踏まえ、現地に即したビジネスモデルやビジネスパートナー・販売価格（粗利率）のベトナムにおけるあるべき姿を定め、事業計画を策定する。

オプテックス株式会社の現地事業を円滑に立ち上げるためにも、本案件化調査、普及実証事業フェーズを通じて信頼できるパートナー選択、パートナーとのビジネスモデルの協議を重ねていく。

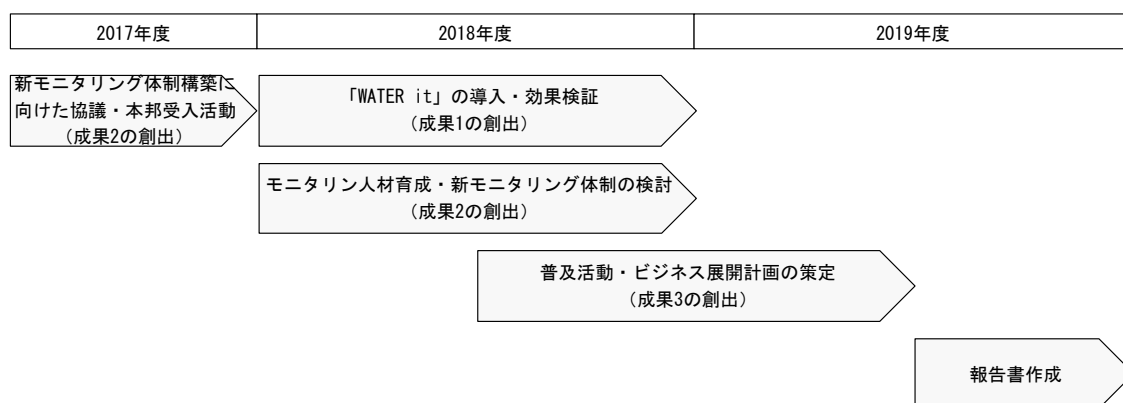


図 32 ODA 案件のスケジュール<sup>64</sup>

#### 4-2-5 協力額概算

総額で1億円程度を想定している。約4千万円をセンサ及びテストキット（消耗品1年分）の導入費用（輸送費・税金込）として使用し、約6千万円を渡航費・直接経費・外部人件費などの調査費用として見込んでいる。

本事業においては、カウンターパート候補より具体的提案を受けているカウ川流域（5省内：バックン省、バクザン省、タイグエン省、バクニン省、ハイズオン省。合計54拠点）を対象に、1拠点あたり3台のセンサ（計162台）を導入する予定。またテストキットにつ

<sup>64</sup> JICA 調査団作成

いては、カウンターパート候補より提案されている項目を含む全 11 項目（AS, COD 等）を対象に、合計 6,760 箱（293,400 本）を導入する計画である。

#### 4-2-6 具体的な開発効果

ベトナムの環境行政機関（VEA、CEM MoNRE、CEM DoNRE）においては、水質モニタリングの拠点数、頻度、測定項目数を低予算・省人員で増加することが可能となる。特に、実証対象のカウ川流域の測定頻度については現行の年 5 回から週 3 回（年 156 回）まで増加させる。さらに、スクリーニングと公定法を組合せた新しいモニタリングの仕組みを導入し、測定データをデータベースにて一括で管理することで、水質モニタリング行政の質全般を向上させ、河川等での異常が発生した際に迅速かつ確に汚染箇所を特定し、対応策を講じることが可能となる。

当初想定している ODA 事業等では公的機関への導入を図る方針だが、将来的には日本のように民間企業の遵法対応への普及を狙っている。それにより公的機関だけでなく、民間による広範囲でのモニタリング・水質汚染の原因特定と改善等の検討が広がり、ベトナムにおける水環境汚染を改善することが可能となる。

また、オブテックス株式会社はモニタリング体制の整備が不十分なミャンマー・カンボジア等の東南アジア諸国への導入も視野に入れており、「WATER it」の普及を通じて、予算不足・モニタリング人材不足で悩む他の途上国の開発課題解決に貢献することを目指す。

以下に、想定する ODA 案件化計画と、その後の展開プランの概要を示す。

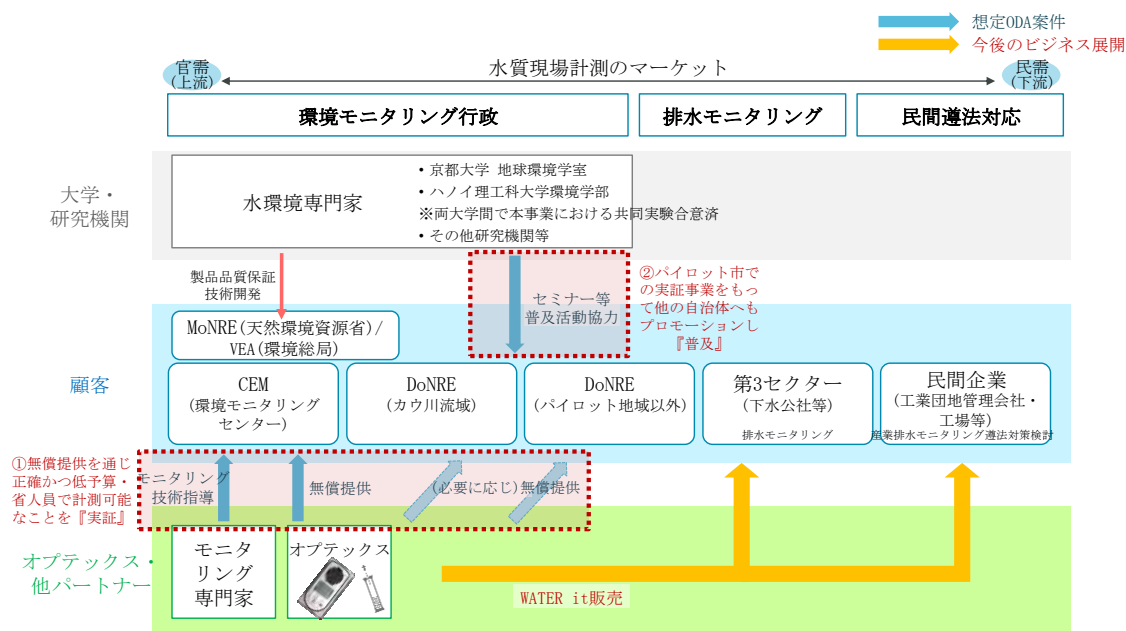


図 33 想定する ODA 案件化計画と、その後の展開プラン（概要） 65

#### 4-2-7 候補サイト

4-3 に後述する JICA の技術協力プロジェクト「流域水環境管理能力向上プロジェクト」との連携の効果を発現するため、カウ川流域を想定し、カウンターパート並びに実務機関との協議を進めてきた。2017年3月の CEM MoNRE との協議の中で、同機関側から、実施希望サイトとしてカウ川およびその支流の 54 拠点を示されている。

#### 4-3 他 ODA 案件との連携可能性

1-4 で先述したとおり、現在 JICA は MoNRE/VEA を主要カウンターパートとし、「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～2018 年 10 月）」を実施しており、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。

「WATER it」は予算・人員に限りがある MoNRE/VEA のモニタリング拠点数・頻度の増加に寄与できるため、前述の技術協力プロジェクトと本事業が相互補完的な役割を担う事業として位置づけることも考えられる。そのため、本 ODA 事業においても、カウ川、ドンナイ川の 2 流域を対象とすることを想定している。

これまで、「流域水環境管理能力向上プロジェクト」の担当者とは、本案件化調査内で情報共有を行ってきた。本案件化調査の実施初期段階では、「流域水環境管理能力向上プロジェクト」において採用している水質測定項目を共有している。当該項目を参考にハノイ理工科大学・京都大学による共同研究の対象項目（5 項目：NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、COD）を決定し、ベトナムにおけるラボでの公定法による水質測定と、「WATER it」での水質測定結果の比較を実施した。

また、オペテックス株式会社が普及実証事業に採択された場合の「流域水環境管理能力向上プロジェクト」との具体的な連携のあり方についても、意見交換を実施している。

「流域水環境管理能力向上プロジェクト」では、その取り組みの一部として、2017 年中に対象流域における「汚染源マップ（Pollution Source Map）」の作成や、総汚濁負荷量解析、汚染源インベントリ作成に向けた関連政策の策定を検討している。本マップの作成に際しては対象流域各地から水質データを収集することが必要となる。しかしながら、水質モニタリング地点が不足している、ラボでの公定法による測定が十分なされていないという要因等により、必要なデータの収集が難しいことが課題の一つとなっている。

「流域水環境管理能力向上プロジェクト」では、流域環境管理に向けた政策を策定する際、政策の実施に向け、当該プロジェクトのカウンターパート側の参考となる技術ガイドラインもあわせて作成していく予定である。こうした技術ガイドラインにおいて、自動水質モニタリング機器や公定法での水質モニタリングとあわせ、モニタリングデータの補完

的活用を目的として、簡易水質計測機器の導入や当該機器によるデータ計測を一つの代案方法として提案する内容を盛り込めないか、検討していくことは重要とのコメントを得た。

ガイドラインに簡易水質計測機器について言及することを検討するにあたって、オプテックス社が普及実証事業に採択された場合には、引き続き、「流域水環境管理能力向上プロジェクト」と情報交換を行っていく。特に、「WATER it」による測定方法の精度および精度管理、公定法とまでは難しいもののベトナム側機関からの何らかの推奨を得ることといった、案件化調査内で明らかとなった課題について普及実証事業を通じて解決策やその進捗検証状況を報告していくことが重要、との意見を「流域水環境管理能力向上プロジェクト」側から得ている。

さらに、「WATER it」だけでなく、ベトナムにおける競合他社の簡易水質計測機器に関する情報を共有することで、現時点でのベトナム国内における水質簡易測定ニーズについても共通理解を深めていく。

これらの情報連携を通じ、「流域水環境管理能力向上プロジェクト」では「汚染源マップ」作成等の流域河川環境管理強化に向け、簡易計測機器活用の可能性、有用性を検討し、その有用性が認められた場合にはガイドラインに簡易計測機器の活用を提案するような文言を盛り込む可能性がある。

他にも、啓発活動における普及展開といった提案も受けている。現在、MoNRE は環境保護に向けた住民の関心を高めることや、保護推進に向けた啓発活動に力を入れている。

「流域水環境管理能力向上プロジェクト」においても、プロジェクト対象流域において環境啓発活動を行うと確認している。これまでの「流域水環境管理能力向上プロジェクト」との意見交換の中で、「WATER it」の啓発面での活用可能性について今後検証していくことも考えられるとのフィードバックを得ている。

#### 4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

現段階で懸念される点は①カウンターパートをはじめ協力機関の人員体制が不十分である可能性があり事業推進に係るリードタイムが長期に及ぶ可能性がある点、②異なる測定環境への対応、③技術に対する十分な信用を得られるか不明瞭である点、④データ管理への対応、である。

①に関しては、ODA 案件化における主担当機関に任命された CEM MoNRE の人員・協力体制が不足し、ODA 案件化の検討・実行に必要な各種データの提供や、案件を推進するためのリードタイムが既に長期化している。そのため、実務機関である CEM MoNRE だけでなく、その上位機関である VEA への働きかけを定期的実施し、協力に必要な体制・信頼関係を構築していく。

②に関しては、現状の「WATER it」の仕様では対応できない測定項目がある、濁度の高い水サンプルについては、希釈・分離等の前処理を実施しないと正確な計測ができない

ことが課題となっている。また、日本と比べ、気温が高い、排水に油分が多く含まれる等、ベトナムの現地環境が異なることにも対応が必要となる。本課題については、ハノイ理工大学と京都大学からの専門家からの支援を受け、現地環境に即した測定方法の確立、製品仕様の変更、または測定時のマニュアルの整備等を実施していくことで対応する。

③に関しては、モニタリングサイトでのポータブル簡易水質計測器には公式の「認証制度」が存在しないことから、各ユーザーによって異なる方法により「品質保証」が求められており、全体像をつかむことが難しいことが課題となっている。また、「WATER it」は水質モニタリング機器の市場において非常に強い立ち位置を築いている競合と比較すると、ベトナムでの導入実績がないだけでなく、他国での導入実績も少ないため、カウンターパート候補から技術に対する理解を得られるかが課題となる可能性がある。本課題については、第一に案件化調査内でカウンターパート候補にハノイ理工大学と京都大学での共同研究の成果を示し、その場で得たカウンターパート候補からの反応を受け、必要に応じて他の手法での検証や、他の研究機関からも協力を得ての検証を進める必要がある。また、日本市場での確かな実績を訴求することも進める。

④に関しては、「WATER it」は、センサを活用して水質測定データを自動でクラウドサーバーに転送する技術であるが、データ管理を厳格に行うことが想定されるベトナム政府の特性上、サーバーの配置拠点も含め、データ管理の在り方を十分に検討する必要があると想定される。そこで、今後データ管理に対するカウンターパートの意向を十分にヒアリングし、オプテックス社にてコストの観点も含めて素案を検討し、データ管理の在り方について双方の合意を目指すことで対応する。

## English Summary

### Part 1: Current Situation in Vietnam

A country of 91.7 million people, Vietnam is a one-party socialist state ruled by the sole legal party, the Communist Party of Vietnam. At the 6<sup>th</sup> National Congress of the Communist Party in 1986, policies adopted under Đổi Mới economic reforms, such as the creation of a market economy and pursuing of innovation through an open-door stance, continue today. In the present, the Vietnamese government has been working on structural reforms and bolstering international competitiveness in a bid to attract more foreign companies. At the 11<sup>th</sup> National Congress of the Communist Party held in January 2011, the party also continued efforts on steady economic development by setting forth the goal of becoming a modern, socialist-oriented industrial nation by 2020.

Among the public institutions in Vietnam, the ones most closely associated with this survey were the Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), which handles environmental policy on the national level, the Vietnam Environment Administration (VEA), which operates under the jurisdiction of MoNRE and holds the highest level of authority on matters of environmental management, pollution prevention and management, and the Center for Environmental Monitoring (CEM), a subsidiary body under the aforementioned VEA that lends practical support to the administration of environmental monitoring. At the local level, the Department of Natural Resources and Environment (DoNRE) is responsible for practical operations.

In Vietnam, the recent phenomena of urbanization and industrialization have led to increased amounts of wastewater discharged from factories, the mining industry, aquaculture and fisheries industries, and households. However, there are no appropriate treatment facilities in place, water management administration is underdeveloped, and there is a shortage in facilities and technologies which can properly treat wastewater, giving rise to increasingly serious issues of unchanged, or worsening water quality. In the revised Environmental Protection Law enacted from 2014, the necessity of strengthening environmental management of river basins was prescribed. In response to this, MoNRE has been developing environmental management plans for three key river basins: the Cau river basin, the Nhue-Day river basin, and the Dong Nai river basin. Water pollution at the three basins has reached alarming levels, with pollutants in the water going far beyond recommended safe levels.

In 2016, a major environmental incident unfolded when Taiwanese company Formosa

Ha Tinh Steel’s improper disposal of industrial wastewater resulted in the mass death of fish along the coasts of four provinces of central Vietnam. The fallout from the incident was among one of many factors that led MoNRE to revise and newly implement numerous legal systems and enhance monitoring systems. One example is Decree 155, which went into effect from February 2017, and stipulated large fines for any companies which violated environmental regulations, including discharging waste over standard levels, improper management and operations of water treatment facilities, and failure to notify the Vietnamese government of these issues.

Despite these efforts however, insufficient budgets and labor shortages have resulted in a widening gap between the government’s intentions and goals, and the reality. At the Cau river basin for example, the number of sites slated for monitoring in 2012 was 300 sites, and increased to 336 locations for 2013 onwards. However, in actuality, the number of sites decreased by 42 between 2010 and 2011, and the number of sites actually monitored also followed the same path, with the government having only achieved a 63% completion rate as of 2015. The frequency of monitoring is also reported to have significantly fallen below initial goals.

Part 2: Possibility of Utilizing Optex’s Product/Technology, and Objectives of Overseas Expansion

“WATER it” (hereafter, “WATER it”) is a set of data management technologies that utilizes a simple test kit widely used in Japan to test water quality. Using the kits, “Water it” uses sensors to measure water quality, convert the results into figures, and automatically accumulate the data.



“WATER it” Service Overview

“WATER it” measuring function particularly excels in screening (identifying which

sites should be targeted for environmental measures), and is mainly used in a supplementary capacity for official (yet time consuming) monitoring methods.

Although there are other similar analytical instruments, none of these offer automated services for sending data to servers and creating a database. “WATER it” also offers an industry-first technology that immediately and accurately transmits data to data management sites located in distant locations from the monitoring site. “Water it sensor” is also the world’s smallest and lightest multi meter (as of 2016), and has the advantage over competitors in that it can be used by anyone, anywhere, at any time to readily analyse water quality.

Despite the existence of some demand, adequate monitoring systems are already in place in Japan, giving little growth prospects for products like “WATER it”. As such, Optex Co., Ltd. (hereafter, “Optex”) has been pushing forward with its plans to expand its overseas business and enter new markets. The company’s “WATER it” product already accounts for two thirds of its overseas sales, and the plan is to focus on developing countries to continue expansion of this business area. In its mid to long term business strategy, Optex has set the goal of reaching one billion yen in overseas sales for “WATER it”.

Optex has also taken up Internet of Sensing (IoS) solutions in its corporate strategy, aiming to shift its business model from hardware sales to system solutions and services, and positioning “WATER it” as the litmus test for this transition.

When considering future business development, Optex recognized that quality assurance would be key to ensuring a water quality testing product would be accepted by the market, and decided to position “WATER it” as a product for use in environmental monitoring. In other words, the company decided it would be important to tap into public sector demand.

At present, the Vietnamese government has been actively utilizing JICA’s technical partnership projects and various other methods in efforts to improve management of river basins. As such, compared with other similar countries where environmental monitoring programs have not yet been adequately established, Vietnam is a location where “WATER it” has particularly strong potential for contributing to increasing the number of monitoring sites and the frequency of monitoring. This factor led to the selection of the country for this project.

Optex has also received cooperation from its home prefecture of Shiga, and believes



that by developing its “WATER it” business in Vietnam, it can strengthen its brand identity and raise awareness of its work in water management within Shiga Prefecture, where the company was able to improve the water quality at Lake Biwa.

Another issue facing Vietnam is the large number of regions and companies which are neither using water testing instruments nor water treatment equipment. To address this, Optex is exploring the idea of partnering up with Japanese SMEs that have water treatment technologies to simultaneously roll out water treatment equipment and instruments for testing water quality. The company is also looking into these partnerships as a means to assist Japanese SMEs in expanding their overseas business.

### Part 3: Results of Investigations into the Product/Technology to be used in the ODA Project and into the Possibility of its Utilization

To verify the compatibility of the proposed product/technology with the local Vietnamese environment, three main areas were investigated: (1) technical compatibility, (2) compliance with local laws, and (3) compatibility with the local society and economy.

(1) Technical compatibility: Two institutions cooperating with the project, Kyoto University, and the School of Environmental Science and Technology from the Hanoi University of Science and Technology, teamed up to carry out survey research. From November 2016 to March 2017, the two institutions collected a total of 32 samples from four sites at the Cau river basin and six lakes within Hanoi city. Comparative verification was then carried out on the samples by using both official methods and “WATER it” to test for NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P (Total), and COD<sub>Mn</sub>.

As a result of these investigations, it was determined that the accuracy and reproducibility of “WATER it” measurement method meant it had a certain level of compatibility with Vietnam as a simple analysing method that could supplement the official measuring process. “WATER it” is also sufficiently capable of precisely and accurately measuring for nitrate nitrogen (NO<sub>3</sub>-N), making it a feasible alternative to Vietnam’s official measurement method. Additionally, for the testing of COD, there is a significant correlation between “WATER it” measurement method and the official method.

(2) Compliance with local laws: There are no existing approval systems in Vietnam for simple and portable monitoring systems used on-site such as “WATER it”.

However, instruments in the same category must undergo a calibration test once a year to ensure the measurements produce accurate figures. The test is provided by

either the MoNRE's Center for Environmental Monitoring (CEM), or the Ministry of Science and Technology's (MOST) Vietnam Metrology Institute (VMI). Since "WATER it" comes with an automatic calibration function installed in the instrument itself, it poses difficulties for third parties in verifying accuracy. As a result, an agreement was reached with CEM and VMI's calibration test laboratory to use optical filters to carry out calibration testing on "WATER it".

Additionally, although there is no official approval system for monitoring products, all potential customers – whether they be public institutions, third sector organizations, or private sector businesses – undoubtedly seek some form of quality assurance from a third party. Although methods for establishing the quality of a product will differ depending on the needs of the end user, they can generally be categorized into the following:

- 1) Have a credible research institute or laboratory carry out the test and confirm the accuracy of the product's measurements.
- 2) Carry out 1) among multiple organizations in order to attest that measurement results can be reproduced.
- 3) Obtain ISO17025 certification (issued to the laboratory of the product manufacturer).
- 4) Establish a track record (i.e. have the product utilized) among Vietnamese public institutions, and credible research institutions and laboratories.
- 5) Establish a track record among overseas public institutions, and credible research institutions and laboratories.

(3) Compatibility with the local society and economy: At present, laboratories primarily used by Vietnamese public bodies for water quality testing will dispatch specialists to a specific site. The specialist will then take a water sample from the site back to the laboratory and carry out testing and analysis according to official methods.

In contrast, "WATER it" portability and ability to transmit and collect data takes away the need to send out staff to a monitoring site, and allows even a local part time employee with little expertise in the field to carry out the testing. Expense-wise, testing costs per one substance can be vastly cheaper using "WATER it", as the product cuts down on transportation costs otherwise required in the current laboratory-based testing method. Labor costs are also reduced as non-specialists can carry out the testing.

There is potentially significant demand for "WATER it" monitoring technology and system in Vietnam's water quality monitoring initiatives (run by public institutions), as

well as among the third sector, and the private sector.

Through investigations into the compatibility of “WATER it” with the Vietnamese society and economy, the clear goals of local public bodies (MoNRE’s VEA/CEM, DoNRE) to increase the number of monitoring sites, frequency of monitoring, and number of substances tested for, was ascertained. Hence, utilizing “WATER it” in screening water quality and combining this with the current laboratory testing system has the potential to augment the water quality monitoring system in Vietnam.

Also through investigations, it was determined that the third sector places immense importance on the accuracy of water quality testing equipment, meaning that ensuring accurate measurements in line with different organizations’ needs will be a priority. Similar to the approach for public bodies, the concept of enhancing water quality monitoring systems by combining current laboratory testing system with “WATER it”, could also be proposed to third sector organizations.

For Vietnam’s private sector, the aforementioned Decree 155 has resulted in a sharp demand for low-cost and easy-to-use water monitoring systems. Yet, private sector companies will also still seek some kind of assurance of product quality when beginning use of water quality testing equipment. Here, Optex plans to establish a track record at public institutions and then have these institutions recommend “WATER it” to industrial parks and companies subcontracted for wastewater monitoring. The strategy behind this is to increase the market penetration of “WATER it” among the Vietnamese private sector, where the quality and frequency of water monitoring can be low, or where monitoring is not carried out at all. Through this approach, it is anticipated that water quality monitoring systems can be bolstered not only in the public sector, but also within the private.

#### Part 4: Details on Proposal for an ODA Project

The ODA project will utilize a dissemination and demonstration project scheme.

As described in Parts 1 and 3, investigations for this report have established that the project’s proposed product, “WATER it”, is suitable for tackling Vietnam’s development issues. Investigations have also determined the demand for the product from local ministries, local governments, and companies.

The project will focus on the Cau river basin, where urbanization and industrialization has caused severe levels of water pollution despite the lack of adequate monitoring systems to handle the issue. A new water quality monitoring system that combines frequent “WATER it” based screening with existing official methods, and which uses local part time employees and a data management system,

will be tested to demonstrate that it can be implemented at a low cost, and with fewer human resources. The project also plans to help enhance monitoring systems among a larger number of local government bodies and private sector companies, and through initiatives to increase market penetration and policy proposals, promote development of plans and support measures that contribute to the implementation of “WATER it”.

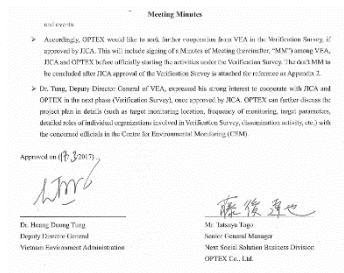
The Vietnam Environment Administration (VEA), its subsidiary, the Center for Environmental Monitoring (CEM), and the Department of Natural Resources and Environment (DoNRE), are envisioned as the local counterparts for the project.

VEA was selected due to three main reasons: (1) the agency’s sizeable influence and capacity to resolve development issues, (2) compatibility with the organization’s policies, and (3) VEA’s favourable stance toward the proposed project.

Concerning (1), VEA holds the highest level of authority among all organizations within the Ministry of Natural Resources and Environment when it comes to prevention of water pollution and pollution management. Since VEA is a central government agency of Vietnam, “WATER it” could be successfully rolled out across all regions of Vietnam in the event that VEA officially endorses a new system incorporating the product.

Concerning (2), the growing need over the last few years for measures to tackle environmental pollution in Vietnam has led to the Ministry of Natural Resources and Environment to expand the scope of VEA’s various responsibilities in environmental management, and increased its power to execute policies.

Concerning (3), meetings on the proposed project have already been held three times with the VEA’s Deputy Director General, Dr. Hoang Duong Tung. In the meetings, concrete discussions have been held on the details of the project and the roles that the various participating organizations will take on, and VEA has indicated its support and high hopes for the ODA project proposal. In March 2017, Optex presented a draft of meeting agenda to VEA, and held a meeting with Dr. Tung. The agenda put forward the clause, “Should Optex Co., Ltd. be selected for JICA’s dissemination and demonstration project, the Vietnam Environment Administration (VEA) has a strong interest in working with JICA and Optex Co., Ltd., and consents to in-depth discussions being carried out with its subsidiary, the Center for Environmental Monitoring (CEM), on the project.” Dr. Tung approved the contents of the document and gave his signature.



Meeting Minutes with signature of VEA Dr. Tung



VEA Dr. Tung (left) and OPTEX Mr. Togo (right)

The following three outcomes are expected upon completion of the ODA project.

- 1) Demonstrating “WATER it” contribution in making low-cost, accurate measurement possible with few human resources.
- 2) Development of a new water quality monitoring system among Vietnam’s public institutions, as well as a system where employees are provided with the necessary technologies to continue using “WATER it” even after the project has ended.
- 3) Through activities to promote the use of “WATER it”, foster understanding among the public and private sectors of “WATER it” technologies and its value, and develop the product’s move towards commercialization.

The roles of the counterparts in the project are envisioned as the following: (1) apply to the Japanese government for an ODA project, (2) assign the required number of people for “WATER it” demonstration project, and form an internal project team, (3) cooperate with the “WATER it” demonstration project (comparative testing, monitoring, utilization of data), (4) cooperate with the development of a new monitoring system/structure that utilizes “WATER it”, and (5) carry out activities to promote the spread of “WATER it” and the new monitoring system utilizing the product.

When carrying out the ODA project, MoNRE’s subsidiary body, VEA, will act as the local counterpart, and its Center for Environmental Monitoring (CEM) unit to take charge of the practical operations under the guidance of Optex. Optex and CEM will hold discussions to develop a demonstration plan for the verification project at the Cau river basin, with CEM then assuming a management role and giving instructions to the Department of Natural Resources and Environment (DoNRE) at the target region. This structure was proposed by CEM’s Vice Director. Extra support will be provided by Kyoritsurikagaku Research Institute Ltd. for improving reagents, and by Techno Science

Japan Co., Ltd. for water quality analysis. For guidance on monitoring technologies and training in Japan for CEM and DoNRE managers, Shiga Prefecture and the International Lake Environment Committee will be requested to provide extra support for CEM's demonstration and give advice on localizing and improving the product, as well as comparative testing on an increased number of items in order to further develop business. Requests will also be made to Hanoi University of Science and Technology and Kyoto University for seminars and other activities to promote awareness and increase the use of "WATER it". As for negotiations and arrangements with Vietnamese public institutions, project management support, issue analysis and support for development of project plans, consultants are slated for this role.

During the period this survey was being carried out, Optex applied to JICA's first dissemination and demonstration project for FY 2017.

After the proposed project is selected by JICA, Optex will begin work from FY 2017 and have "WATER it" implemented and used at sites in the Cau river basin which previously could not be monitored. Through this, the company will cultivate understanding toward the feasibility of a low cost water quality assessment which can be carried out with fewer human resources, yet at the same time at a greater number of monitoring sites. The correlation between results from "WATER it", and results from the current official testing method will be verified by CEM or external research institutions, and "WATER it" ability to produce accurate measurements demonstrated.

In FY 2018, Optex will carry out a demonstration aimed at the public and private sectors, propose policies aimed at promoting increased use of "WATER it" in water quality assessment in Vietnam, and carry out promotional activities highlighting the product's accurate results and cost effectiveness to foster public and private sector understanding on "WATER it" technologies. Through these activities, the company anticipates the development of its business in Vietnam.

Based on issues which become apparent from demonstration activities during the latter half of FY 2018 to the first half of FY 2019, Optex will decide on a business model that is best adapted to Vietnam, and the appropriate business partners and sales prices (gross margin ratio) most appropriate for the local market, before formulating a business plan.

After discussions with CEM, the Cau river basin was selected, as it is a site which the agency had already planned to carry out monitoring at. Another 54 sites at tributaries

were also selected.

As a specific developmental benefit resulting from the project, the goal is to increase the frequency of monitoring at the Cau river basin from the current five times a year to three times a week (annual total of 156 times). Additionally, the project aims to improve the overall quality of water quality assessment programs by combining "WATER it-based screening" and the official testing method into a new monitoring system, and managing assessment results all in one database. Improving program quality will also make it possible to quickly and accurately identify contaminated areas and form countermeasures when abnormalities in rivers are detected.

Initially, the envisioned ODA project plans to have "WATER it" used at public institutions and agencies, but in future aims to address the needs of private sector companies in conforming to environmental regulations. By targeting both the public and private sectors and expanding the scope of monitoring and capacity to identify causes of water pollution and form appropriate measures, Vietnam's water quality can be improved.

Optex is also setting its sights on Myanmar, Cambodia, and other Southeast Asian countries where monitoring systems are not adequately established. By rolling out "WATER it" to these countries, the company aims to help resolve development issues faced by developing countries grappling with insufficient budgets and a shortage in manpower for carrying out monitoring activities.

Additionally, Optex is looking into having its proposed ODA project and JICA's project, "Strengthening Capacity of Water Environmental Management in River Basins (counterparts: MoNRE/VEA)" take on complementary roles. Specifically, discussions have progressed with the JICA project's specialist team on sharing information to compile a "Pollution Source Map" (which had already been planned for creation under the JICA project), and investigations into the feasibility and usefulness of simple testing instruments in augmenting environmental management of basins and streams for development of relevant policies. Should this usefulness be proven and acknowledged, there is the possibility that the use of simple testing kits could be recommended in government guidelines.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects  
Socialist Republic of Viet Nam “Feasibility Survey for Introducing Simple Monitoring Kits and Data  
Management Service to Strengthen Capacity of Water Environmental Management”

**SMEs and Counterpart Organization**

- Name of SME : OPTEX Co.,Ltd
- Location of SME : Shiga Pref., Japan
- Survey Site • Counterpart Organization : Cau River and Dong Nai River Basin •  
The Ministry of Natural Resources and Environment



**Concerned Development Issues**

- Due to the rapid economic growth along with the industrialization and urbanization in recent years, pollution of rivers with untreated industrial waste and sewage are posing a serious damage to the environment.
- In order to find the solution for river contamination, it is necessary to monitor the conditions and overall situation. However due to a lack of budget and human resources, it does not have a sufficient number of monitoring locations especially in boundary areas between provinces.

**Products and Technologies of SMEs**

- “WATER it” utilize Japan’s widely used quick water quality analysis monitoring kit called “Pack Test”. “WATER it” measures and digitalized the water quality from “Pack Test” and collect data automatically.

**Proposed ODA Projects and Expected Impact**

- The project team assumes the Ministry of Natural Resources and Environment as a counterpart for the project. It plans to implement “WATER it” in the Cau River Basin and the Dong Nai River Basin where monitoring system is not enough. It aims to demonstrate that it is possible to monitor water condition even with low budget and minimum human resources. Based on the credential of the installation, it plans to expand to other areas in need.
- By implementing this technology, it will be easier to screen areas that are in dire need of improvement. The aim of the ODA project is to strengthen the overall river pollution monitoring system in Vietnam.