

ベトナム国

ベトナム国
ダナン市産業排水管理プロジェクト
案件化調査

業務完了報告書

平成 31 年 4 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

ムラタ計測器サービス株式会社

民連
JR(P)
19-050

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

写真



ダナン市 EPA 等との面談(事業概要の説明)(2018.6.19)



Hoa Khanh IP 排水処理施設の視察(2018.6.20)



ダナン市大気測定局の視察(2018.6.20)



Son Tra IP 排水処理施設放流先の視察(2018.6.20)



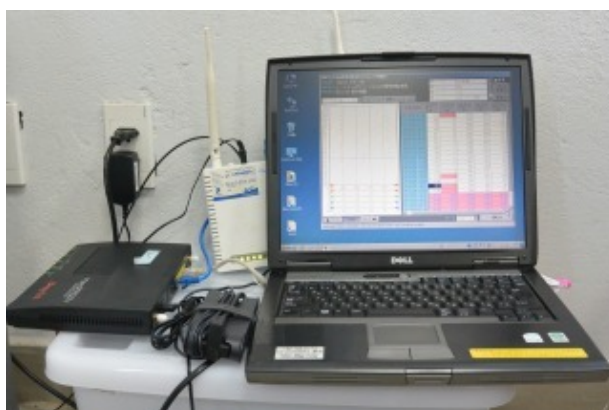
O₃ 計及び NO_x 計による並行測定(2018.10.25)



Hoa Cam IP 多項目水質計等によるテスト測定(2018.10.25)



子局データロガーによるデータ転送テスト(2018.10.25)



親局データサーバーによるデータ受信テスト(2018.10.25)



本邦招聘(横浜市監視センター視察)(2018.11.12)



本邦招聘(横浜市福浦工場排水処理場視察)(2018.11.13)



ダナン市ワークショップ(2019.1.15)



ダナン市ワークショップ(2019.1.15)



ダナン市 EPA 等との面談(2019.1.16)



North CEM との面談(2019.1.16)



HCMC CEM との面談(2019.1.17)



Quang Ninh 省 DoNRE との面談(2019.1.18)

出典: JICA 調査団作成

目 次

内容		頁
巻頭参考 情報	写真	i
	目次	iii
	図表リスト	iv
	略語表	vi
要約	要約（和文）	viii
	ポンチ絵	xiii
はじめに		
	1. 調査名	xiv
	2. 調査の背景	xiv
	3. 調査の目的	xiv
	4. 調査対象国・地域	xiv
	5. 調査期間、調査工程	xv
	6. 調査団員構成	xvi
第1章 対象国・地域の開発課題		
	1-1 対象国・地域の開発課題	1
	1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	2
	1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	8
	1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	8
	1-5 対象地域の現状	9
第2章 提案企業、製品・技術		
	2-1 提案企業の概要	16
	2-2 提案製品・技術の概要	16
	2-3 提案製品・技術の現地適合性	21
	2-4 開発課題解決貢献可能性	25
第3章 ODA 案件化		
	3-1 ODA 案件化概要	28
	3-2 ODA 案件内容	28
	3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	31
	3-4 他 ODA 事業との連携可能性	32
	3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	32
	3-6 環境社会配慮等	34
	3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果	34
第4章 ビジネス展開計画		
	4-1 ビジネス展開計画概要	36
	4-2 市場分析	38
	4-3 バリューチェーン	40
	4-4 進出形態とパートナー候補	40
	4-5 収支計画	41
	4-6 想定される課題・リスクと対応策	43
	4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果	44
	4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	44
要約 (英文)	要約	46
	ポンチ絵（英文）	53
別添資料		55

図表リスト

図 1	ダナン市位置図	1
図 2	ダナン市の工業団地位置図	10
図 3	オゾン計の並行測定結果	13
図 4	窒素酸化物計の並行測定結果	14
図 5	提案企業システムの概念図	18
図 6	環境監視システムの表示画面	19
図 7	JICA 技術協力プロジェクトで活用されている提案企業製品 (PM2.5 サンプルング装置)	19
図 8	提案企業 PM2.5 簡易測定器	20
図 9	多項目水質計及び UV 計による水質測定	23
図 10	Hoa Cam 工業団地に設置したデータロガー(左)と Son Tra 排水処理施設に設置した親局(右)	23
図 11	データ転送テストの概略図	24
図 12	データ転送テスト結果 (Hoa cam 水質データ)	25
図 13	提案企業の監視システムの概要と導入効果 (開発課題の解決への貢献)	26
図 14	ダナン市のネットワークシステム	27
図 15	PM2.5 発生源解析の例	27
図 16	ODA 案件化実施体制図	31
図 17	ビジネス展開に関連する SDGs	36
図 18	提案企業のバリューチェーン	40
表 1	ダナン市の基礎情報	1
表 2	開発課題に関連する関係法令	2
表 3	環境保護に関する法令違反の際に科される罰則 (政令 No. 155/2016/ND-CP)	3
表 4	Circular No. 24/2017/TT-BTNMT に示される環境大気汚染物質測定法	4
表 5	ベトナム環境基金活用事例 (工業団地 A)	7
表 6	2,000 m ³ /日程度の排水処理施設の運営費用の例	7
表 7	ダナン市の工業団地の概要	9
表 8	環境評価結果の概要	10
表 9	排水分析結果	12
表 10	放流先河川の水質分析結果	12
表 11	排水用 AMS の並行測定結果	13
表 12	確認された環境課題と対応事項	14
表 13	提案企業の概要	16
表 14	PM2.5 成分分析方法	20
表 15	提案製品・技術の現地適合性	22
表 16	投入する要素の計画	28

表 1 7	PDM (Project Design Matrix)	29
表 1 8	普及・実証・ビジネス化事業実施スケジュール	30
表 1 9	C/P 候補機関との協議状況	32
表 2 0	工業団地の排水処理にかかる電気料金試算例 (Son Tra 工業団地を想定)	35
表 2 1	工業団地の汚泥処理費用試算例	35
表 2 2	パートナー候補企業等	41
表 2 3	販売予定数量	42
表 2 4	収支計画案	42

略語表

略語	正式名称	日本語訳
AMS	Automatic Monitoring System	自動監視システム
BOD	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
CEM	Center for Environmental Monitoring	環境モニタリングセンター (国レベルまたは省レベル)
Central and Highland CEM	Central and Highland Center For Environmental Monitoring	中部及び高地環境モニタリングセンター
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CWTP	Centralized Wastewater Treatment Plant	集中排水処理施設
C/P	Counter Part	カウンターパート
DIEPZA	Da Nang Industrial and Export Processing Zones Authority	ダナン産業輸出加工ゾーン局 工業団地管理委員会
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素量
DOFA	Department of Foreign Affairs	外務局
DoNRE	Department Of Natural Resources and Environment	天然資源環境局 (省レベル)
DPI	Department of Planning and Investment	計画投資局 (省レベル)
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護局 (省レベル)
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPP	Environment Protection Plan	環境保全計画
FS	Feasibility Survey	実行可能性調査
ICT	Information Communication Technology	情報通信技術
IP	Industrial Park	工業団地
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LEP	Law on Environmental Protection	環境保護法
MoNRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
NO	Nitrogen mono-Oxide	一酸化窒素
NO ₂	Nitrogen dioxide	二酸化窒素
NO _x	Nitrogen Oxide	窒素酸化物
North CEM	Northern Center For Environmental Monitoring	北部環境モニタリングセンター
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	People's Committee	人民委員会
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
QCVN	Quy Chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam	ベトナム国家基準

略語	正式名称	日本語訳
TSS	Total Suspended Solid	総浮遊物質量
URENCO	Urban Environment Company LTD.	都市環境公社
UV	Ultra-Violet	紫外線
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VIPMP	Vietnam Industrial Pollution Management Project	ベトナム産業汚染管理プロジェクト (世界銀行)
VNPT	Vietnam Posts and Telecommunications Group	ベトナム郵政通信総公社
VEA	Vietnam Environment Administration	ベトナム環境総局
VEPF	Vietnam Environmental Protection Fund	ベトナム環境基金
VND	Vietnam Dong	ベトナムドン (通貨単位)
VPN	Virtual Private Network	仮想プライベートネットワーク
WB	World Bank	世界銀行
Y-PORT	Yokohama Partnership of Resources and Technologies	横浜の持つ資源・技術を活用した国際技術協力

要約

1. 調査名

ベトナム国ダナン市産業排水管理プロジェクト案件化調査
(Feasibility Survey for Da Nang Industrial Wastewater Management Project in Vietnam)

2. 調査の背景

ベトナム国では急速な経済成長による工業化や都市化に伴い、都市部の運河・河川・湖沼、海域等の水質が悪化し、漁業への影響や健康への被害が顕在化している。汚水処理施設や環境モニタリングシステム等の環境インフラの整備・運用、環境対策等の環境管理計画の策定・推進が効率的・効果的ではなく、通信規格の統一性等に多くの課題がある。また、主要な観光都市では、これらの水質悪化に加えて急増する観光客に応えるために必要な環境インフラが不足していることもあり、沿岸部の観光地では、海域や河川等の観光資源が劣化してきている。かかる状況の下、ベトナム国の国別開発協力方針や事業展開計画では都市環境問題への対応は喫緊の課題とされ、JICA は上下水道、汚染対策、廃棄物や大気汚染等の都市環境問題への対応を支援してきている。ベトナム国では、2013 年から 2019 年までの間、世界銀行の支援により、天然資源環境省 (MoNRE) と計画投資省 (MPI) が共同で南北の 2 流域において、工業団地の排水処理対策を主とした「ベトナム産業汚染管理プロジェクト (VIPMP)」(約 60 億円) を実施している。本案件化調査は VIPMP で既に取り入れられている工業団地の環境改善手法を参照し、相乗効果を狙うとともに、①環境影響評価、環境調査 (水質分析等)、汚濁負荷解析、「工業団地環境管理のあり方 (案)」の策定等の技術提供、②横浜市及び VIPMP の実績を持つ産業排水処理専門家を有する外部コンサルタントを活用した環境対策の提案等により、工業団地の環境改善を支援し、グリーン ICT を活用した提案企業の技術・製品をベトナム国に販売展開することを目指すものである。案件化調査の結果から、水質・大気の常時監視測定機器の維持管理や精度管理、またそのデータ解析に課題が大きいことが判明したため、これらの事項を追加的に含めることとした。

3. 対象国・地域の開発課題

(1) 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ベトナム国の国家戦略 (The National Strategy on Environment Protection to 2020 with Visions to 2030, Decision 1216/QĐ-TTg on September 05, 2012) では主に河川環境の改善に焦点があてられている。工業団地については、2020 年までに MoNRE の責任(計画投資省等と協力)で 95%の工業団地が法令順守を行う事が目標とされている。

ベトナム国の環境保護法 (Law No.55/2014/QH13 (LEP)) の改正後、環境監視に関する多くの法改正が進められており、自動監視装置の設置義務化や排水の技術基準遵守等、これらへの対応が大きな課題となっている。環境保護法以外の改正には、工業団地や排水関連の Circular No.43/2015/TT-BTNMT や Circular No.35/2015/TT-BTNMT がある。さらに、Decree No.38/2015/ND-CP では、工業団地の外に立地し、かつ排水量 1,000m³/日以上以上の排水施設やセメント工場、製鉄所、ボイラーにも、自動監視装置の設置と地方天然資源環境局 (DoNRE) へのデータ送信が義務付けられた。排水・排ガスのモニタリングの規則については Circular 24/2017/TT-BTNMT に定められている。

環境保護法第 125 条では、天然資源環境省が国レベルのモニタリングの責務、各省の人民委員会が各地域でのモニタリング計画を策定し、実施して天然資源環境省に報告することが規定されている。ダナン市では、健康保護のためのモニタリング計画（Decision No. 5117/2014/QĐ-UBND）を策定している。国レベルでも 2016 年に 2016 年～2025 年のモニタリング計画（Decision No.90/QĐ-TTg 及び Decision No.2044/QĐ-BTNMT）が策定されている。具体的な測定方法については、Circular 24/2017/TT-BTNMT が排気ガス、排水についてのモニタリングの規定を設けるとともに、データ送信のための通信規格を規定しているが、一般環境大気・水質に関する記述は非常に限定的である。

（２）ベトナムにおける工業団地と排水管理

ベトナム環境総局（VEA）によると、1990 年代の初期には 2 箇所であったベトナム国内の工業団地は 2017 年には 325 箇所が許可を受け、このうち、220 箇所が操業している。現地調査では、ダナン市の工業団地で排水処理能力の不足により排水の技術基準を超過した水が排出されていることや、排水に重金属が含まれるため適切な排水処理が行われていないこと、汚泥の適切処分及び減容化が課題となっていることが判明している。

現地調査の結果から、ここ数年間でダナン市の 6 つの工業団地の全てに排水処理施設が導入され、このうち、4 箇所については自動監視システム（Automatic Monitoring System : AMS）の導入が行われているものの、測定されている項目は基本的な 5 項目のみに限られていることを確認した。ダナン市と協議の上、今後協力が必要となる可能性のある工業団地 3 箇所を選定し、工業団地の排水処理施設についての環境評価を簡易的に実施した。排水分析結果から、2 箇所の工業団地では排水の水質に問題があることが判明した。汚濁負荷（濁り、汚れ）の観点からは、放流先の河川、海域の水質にも影響が生じている Hoa Khanh 工業団地、及び処理能力を超える排水が流入する Son Tra 工業団地が特に問題が大きいと考えられた。また、排水水質モニタリング用の AMS が設置されている Hoa Cam 工業団地において、測定精度を確認するために、並行測定を実施した結果、現地規定の許容誤差を上回るような差が確認された。これは測定機器の校正頻度が年 4 回と少ないこと、工業団地・排水処理管理者が維持管理の必要性を認識していないこと等が原因と考えられた。

（３）大気常時監視測定局における並行測定結果

ダナン市から市内の大気常時監視測定局（CEM 設置局）のオゾン濃度が異常に高いことが懸念されており、原因を特定してもらいたいとの依頼を受けたため、提案企業が所有する校正済みオゾン計及び窒素酸化物計をダナン市（ダナン大学測定局）に持ち込み、2018 年 10 月 25 日から 26 日にかけて並行測定を実施した。並行測定結果から、ダナン市のオゾン計と校正済みオゾン計による測定値の差は非常に大きいことが判明した。この原因として、現地のオゾン計の自動校正に関する規定がなく、維持管理の対象とされていないことが確認された。

（４）ベトナム環境基金の資金活用事例

ベトナム環境基金（VEPF）は、ベトナム環境基金の組織及び運営に関する首相決定に基づき天然資源環境省の下に設立されている公的な環境保護基金であり、国家予算により賄われない環境保護及び気候変動適応関連の事業に利用されている。ベトナム環境保護基金の活用が可能な事業は排水処理施設、環境モニタリング、環境アセスメント、廃棄物の収集・運搬・処理、環境改善事業等が含まれる。資金活用事例の調査結果から、排水処理施設の運営費に電気代、汚泥処分費、化学薬品代が占める割合が高いことが判明した。

(5) 現地で確認された環境課題

排水処理施設の設置等、排水対策が進む一方で、排水処理施設の能力不足や処理対象外物質（重金属等）の流入、汚泥処分等の管理上の課題が出てきていることが確認された。また、ダナン市では、AMSの維持管理やデータ活用、大気環境管理に重点を置くようになってきている。環境モニタリング面では、水・大気共通の課題として、公定法と簡易法の区別がなく、検証が不十分なままデータが送信されている等、維持管理や精度管理面での課題が多く残されているため、測定は実施されているものの、測定データは有効に活用されていないという実態が確認された。

4. 提案企業、製品・技術

(1) 工業団地排水管理コンサルティングサービス

今回、案件化調査で実施した排水処理施設の環境評価、改善案の提案等をサービス化して、ダナン市以外の工業団地や個別企業でも同様のサービスを有償で提供する。主な内容は以下のとおりである。

- ・ Phase1：簡易環境評価（文書レビュー、インタビュー、現場視察）
- ・ Phase2：水質分析及び排水管理改善提案（「工業団地の環境管理のあり方（案）」）
- ・ Phase3：排水管理改善支援（対策・最適化）

(2) 環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム

提案企業では環境監視及び排水処理施設では最適化・自動運転の核となるリアルタイム環境モニタリングシステムの構築・販売を行っている。これは、機材（データロガーや通信機材）の製造・販売、中央監視局のデータ収集・集計・解析及び警報機能を含む監視システムの販売である。ベトナム国では、自動測定器のデータチェックや解析方法が確立されておらず、提案企業が日本で使用している各種ソフトウェアの販売も検討している。よりセキュリティーの高いVPN技術も利用した通信システムも活用した技術である。

(3) 環境関連機器の維持管理サービス

案件化調査の中で、ダナン市では環境測定機器の維持管理や精度管理に課題が大きいことが判明しており、North CEM等から提案企業が長年日本で実施している大気質・水質の維持管理サービスに非常に高い関心を示され、ベトナム国内でも展開できると判断している。特に標準ガスがない、PM_{2.5}やオゾンの測定機器の校正や精度管理については、提案企業が得意とする特殊な技術が必要とされている。ニーズが高かったため提案企業の維持管理サービスがベトナム国の既存・新設の環境測定機器の長期的な適切運用に貢献でき、ビジネス化できると考えられる。

(4) PM_{2.5}測定及び発生源解析サービス

案件化調査の中で、PM_{2.5}についての関心が高まっていることが判明した。提案企業ではPM_{2.5}の自動サンプリング装置や簡易測定器を製造・販売しており、自動サンプリング装置についてはJICA案件でもイランやモンゴルの技術協力プロジェクトで発生源解析等に活用されている。PM_{2.5}簡易測定器は、安価で自動計測可能な測定機器であり、日本の自治体向けに開発したものである。PM_{2.5}簡易測定器については、環境モニタリングシステムとセットで運用することでリアルタイム環境監視に活用可能である。

5. ODA 案件化

ODA 案件化は、普及・実証・ビジネス化事業を活用することを計画している。普及・実証・ビジネス化事業では、横浜市や排水処理関連企業、外部人材と協力して排水処理等の環境監視システムの導入を行い、モニタリングの実施を支援する。また、環境水・環境大気の常時監視の維持管理・精度管理に関するマニュアル、常時監視データを活用した環境管理に関するマニュアルを作成し、活用支援を行うことで、地域環境管理能力の向上を図り、ベトナム側にグッドプラクティスとして認識されることを目指し、併せてマーケット獲得を図る。また、近年ベトナム国内で問題視されている PM2.5 についても測定のみならず、その測定データを用いた発生源解析サービスを行政機関に提供する。普及・実証・ビジネス化事業では提案企業の以下の製品・技術を活用する。

- ・工業団地排水管理コンサルティングサービス
- ・環境モニタリングシステム（データ通信・データ解析等）
- ・環境関連機器の維持管理サービス
- ・PM2.5 測定及び発生源解析サービス

PDM (Project Design Matrix)

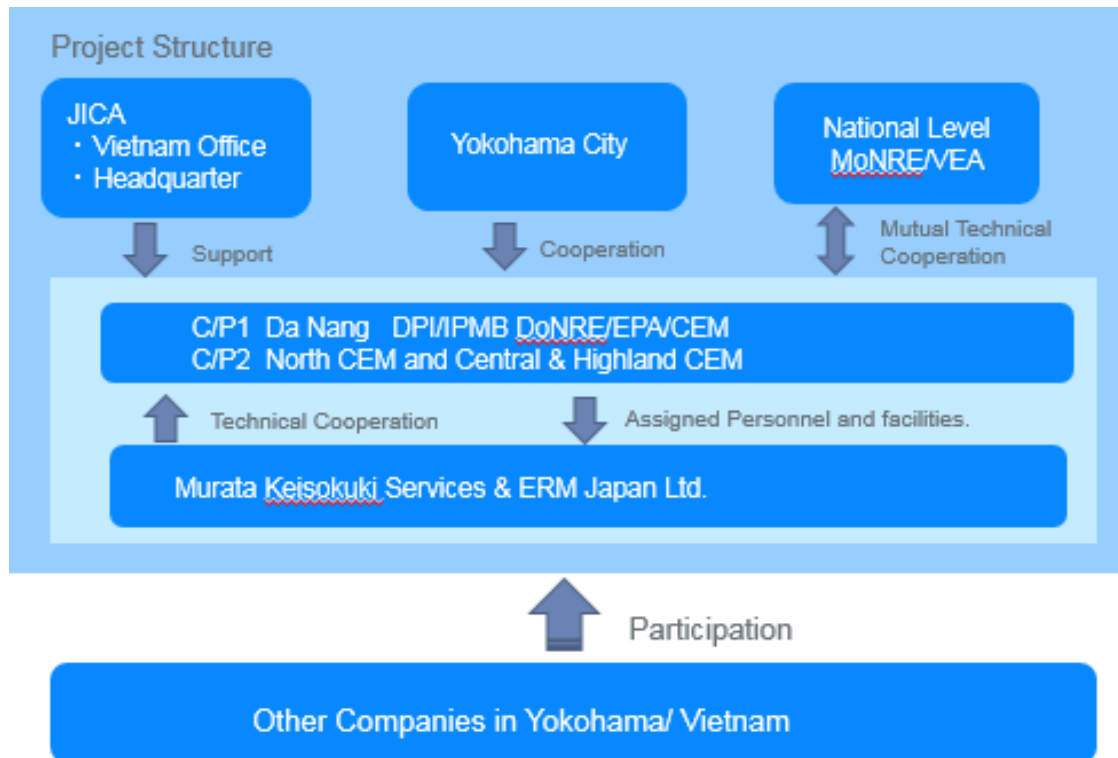
目的：	ダナン市やその他の省・市における工業団地等において有効な環境管理体制が確立される。	
成果：	活動：	
成果 1 提案企業の自動監視・運転システムを活用した工業団地の排水処理の最適化により、排水の技術基準遵守が図られ排水の水質が改善されると共に、電気使用量の削減、汚泥発生量の削減が図られる。	活動 1-1	排水処理過程における水質のラボ分析及び評価
	活動 1-2	主要の汚染源の特定と個別工場での対策の実施
	活動 1-3	自動監視・運転システムの計画・設計
	活動 1-4	自動監視・運転システムの運用と最適化の実施（電気使用量及び汚泥の削減）
	活動 1-5	排水処理設備管理者向けトレーニングの実施
	活動 1-6	ダナン市での自動監視・運転システム活用事例を他の自治体の工業団地に展開する
	活動 1-7	工業団地内の個別企業の排水処理についてもコンサルティングサービス提供の範囲を拡大する
成果 2 行政機関及び工業団地を対象とした排水及び環境水の管理マニュアルが作成され、地域の水質管理能力が向上する。	活動 2-1	自動監視装置の精度管理・維持管理とデータを有効活用した地域水質管理マニュアルの作成
	活動 2-2	地域水質管理マニュアルの活用支援
	活動 2-3	行政機関の水質管理改善のための制度面での技術サポート（改善提案）
	活動 2-4	行政機関及び工業団地、工業団地内個別企業がどのようにマニュアルを活用するかを討議するためのワークショップの開催
	活動 2-5	行政機関、工業団地の実務者向けトレーニングの実施
	活動 2-6	ダナン市以外の自治体へ本マニュアル等を展開する
成果 3 大気汚染の管理マニュアルが作成され、地域の大気環境管理能力が向上する。	活動 3-1	行政機関向けの自動監視装置の精度管理・維持管理とデータを有効活用した地域大気環境管理マニュアルの作成
	活動 3-2	地域大気環境管理マニュアルの活用支援
	活動 3-3	行政機関の自動監視装置運用管理者向けトレーニングの実施
	活動 3-4	データ活用・公開制度確立のための行政機関向けのサポート
	活動 3-5	ダナン市、North CEM、Central and Highland CEM 以外の地方自治体、機関に対しても大気汚染の管理マニュアルを展開し、ベトナムでの標準仕様となるようにする
	活動 3-6	提案企業の維持管理サービスをベトナム全土で提供する

出典：JICA 調査団作成

投入計画（案）

投入要素	計画
1. 人員	ムラタ計測器サービス: 12MM（現地業務回数：12回） コンサルタント: 12MM（現地業務回数：12回）
2. 研修員受入れ	3回（各4名）
3. 機材供与	[自社製品] 合計：27,000千円 排水自動監視システム、PM2.5 サンプラー、PM2.5 簡易測定器 [他社製品] 合計：15,000千円 水質測定器、サーバー類、ケーブル等
4. その他	セミナー2回 ローカルコンサルタント（パートナー候補企業） PM2.5 成分分析及び発生源解析
日本側合計	1億円
ベトナム側投入内容	C/P 配置、事業用執務スペース並びに資機材確保、必要経費、大気測定器の交換部品代

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

普及・実証・ビジネス化事業の実施体制図（案）

ベトナム国 ダナン市産業排水管理プロジェクト案件化調査



企業・サイト概要

- 提案企業：ムラタ計測器サービス株式会社
- 提案企業所在地：神奈川県横浜市
- サイト・C/P機関：ダナン市計画投資局及び地方天然資源環境局

ベトナム国の開発課題

- 水質悪化：急激な都市化等により河川・海域等の水質が悪化しており、漁業や観光資源等への影響、健康被害が顕在化してきている。
- 環境保護国家戦略：工業団地の排水処理施設の設置や排水の常時モニタリングの実施が目標とされており、一部地域では取り組みが進められているものの、多くの課題がある。

中小企業の技術・製品

- 排水処理施設導入・改善・維持管理の環境コンサルティングと環境監視のためのリアルタイム環境監視技術(グリーンICT)をパッケージ化して提供する。
- 横浜市の支援やその他の優良事例の活用により、環境モニタリングを生かした行政能力の向上を図り、工業団地の法令順守と環境行政能力向上を図る。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及・実証事業では、パイロット事業として、「工業団地環境管理のあり方(案)」をマニュアル的に利用し、個別工業団地について、排水処理対策支援、リアルタイム環境モニタリングシステムの構築支援を行う。
- 普及・実証事業の実施により、ダナン市やその他の省・市における工業団地等において有効な環境管理体制が確立され、法令順守が促進され、生活環境の改善及び健康被害の回避・低減が期待される。

日本の中小企業のビジネス展開

- ダナン市での実績を核として、ベトナム全土向けに産業排水管理のビジネスの展開を図る。
- 維持管理サービスとして測定機器や監視システムのメンテナンスなどの、ビジネスチャンスを生み出す。
- 環境コンサルティングや環境調査等の弊社の幅広いサービスの展開を図る。

はじめに

1. 調査名

ベトナム国ダナン市産業排水管理プロジェクト案件化調査
(Feasibility Survey for Da Nang Industrial Wastewater Management Project in Vietnam)

2. 調査の背景

ベトナム国では急速な経済成長による工業化や都市化に伴い、都市部の運河・河川・湖沼、海域等の水質が悪化し、漁業への影響や健康への被害が顕在化している。汚水処理施設や環境モニタリングシステム等の環境インフラの整備・運用、環境対策等の環境管理計画の策定・推進が効率的・効果的ではなく、通信規格の統一性等に多くの課題がある。また、主要な観光都市では、これらの水質悪化に加えて急増する観光客に応えるために必要な環境インフラが不足していることもあり、沿岸部の観光地では、海域や河川等の観光資源が劣化してきている。かかる状況の下、ベトナム国の国別開発協力方針や事業展開計画では都市環境問題への対応は喫緊の課題とされ、JICA は上下水道、汚染対策、廃棄物や大気汚染等の都市環境問題への対応を支援してきている。ベトナム国では、2013 年から 2019 年までの間、世界銀行の支援により、天然資源環境省 (MoNRE) と計画投資省 (MPI) が共同で南北の 2 流域において、工業団地の排水処理対策を主とした「ベトナム産業汚染管理プロジェクト (VIPMP)」(約 60 億円)を実施している。本案件化調査は VIPMP で既に取り入れられている工業団地の環境改善手法を参照し、相乗効果を狙うとともに、①環境影響評価、環境調査 (水質分析等)、汚濁負荷解析、「工業団地環境管理のあり方 (案)」の策定等の技術提供、②横浜市及び VIPMP の実績を持つ産業排水処理専門家を有する外部コンサルタントを活用した環境対策の提案等により、工業団地の環境改善を支援し、グリーン ICT を活用した提案企業の技術・製品をベトナム国に販売展開することを目指すものである。案件化調査の結果から、水質・大気の常時監視測定機器の維持管理や精度管理、またそのデータ解析に課題が大きいことが判明したため、これらの事項を追加的に含めることとした。

3. 調査の目的

本案件化調査では、個別工業団地の環境改善を促すために、工業団地環境管理のアプローチを整理した「工業団地環境管理のあり方 (案)」を策定し、普及・実証・ビジネス化事業の段階に向けた準備を行うことを目的とした。

4. 調査対象国・地域

ベトナム国 ダナン市、ホーチミン市、クアンニン省他

5. 調査期間、調査工程

契約期間は、2018年6月11日～2019年6月28日である。

現地調査及び本邦招聘は、以下に示す5回実施した。現地調査の内容は以下に示すとおりである。

回数	期間	活動内容	対象地域
第1回	2018年 6月16日（土） ～6月23日（土）	JICA ベトナム事務所、天然資源環境省 PMU 事務所、CEM 事務所、ダナン市役所 (DPI/EPA/ DIEPZA)、ダナン市 IT センター 訪問、協力依頼	ハノイ市、 ダナン市
		ダナン市工業団地、工場視察	ダナン市
		水質分析機関の視察	ダナン市
		データ通信サービスプロバイダー確認	ダナン市
		現地代理店候補の事業概要の把握	ハノイ市
第2回	2018年 7月22日（日） ～8月2日（木）	工業団地3箇所の環境評価、水質サンプリング・分析、現地適合性試験（通信システム/試験）の事前試験実施	ダナン市
		現地代理店候補の事業概要の把握	ハノイ市
第3回	2018年 10月21日（日） ～10月31日（水）	現地適合性試験（通信システム/試験）の本試験、追加的水質サンプリング・分析（1箇所）、大気常時監視測定局（1箇所）における維持管理状況の確認試験	ダナン市
		ワークショップ開催準備	ドンナイ省
		バリアブントウ省との面談、ニーズ調査	バリアブントウ省
本邦 招聘	2018年 11月11日（日） ～11月17日（土）	横浜市環境創造局、金沢工業団地、提案企業のラボ施設等の訪問	横浜市
		環境大気常時監視システムの視察	大田区
第4回	2019年 1月9日（水） ～1月19日（土）	ワークショップの開催	ダナン市
		現地パートナー候補、代理店候補との面談、ニーズ調査	ハノイ市、 ハナム省
		ドンナイ省 EPA との面談、ニーズ調査	ドンナイ省
		クアンニン省 DoNRE との面談、ニーズ調査	クアンニン省
第5回	2019年 3月5日（火） ～3月9日（土）	North CEM 事務所、ダナン市役所訪問、調査報告	ハノイ市、 ダナン市
		現地パートナー候補、代理店候補との面談、ニーズ確認	ハノイ市

出典：JICA 調査団作成

6. 調査団員構成

氏名	所属	部署・職位	担当業務
石塚 敏久	ムラタ計測器サービス(株)	取締役	業務主任者
竹内 成弘	ムラタ計測器サービス(株)	環境部 課長	現地適合性 (通信システム分析/試験)
吉村 卓弥	ムラタ計測器サービス(株)	環境部 課長	ビジネス展開
大西 裕介	ムラタ計測器サービス(株)	環境部 主任	調査/情報収集
法花津 充	ムラタ計測器サービス(株)	保全部	常時監視
坂口 学	イー・アール・エム日本(株)	パートナー	チーフアドバイザー
星野 隆行	イー・アール・エム日本(株)	コンサルタント	排水処理対策
加来 智子	イー・アール・エム日本(株)	コンサルタント	ODA 案件化

出典：JICA 調査団作成

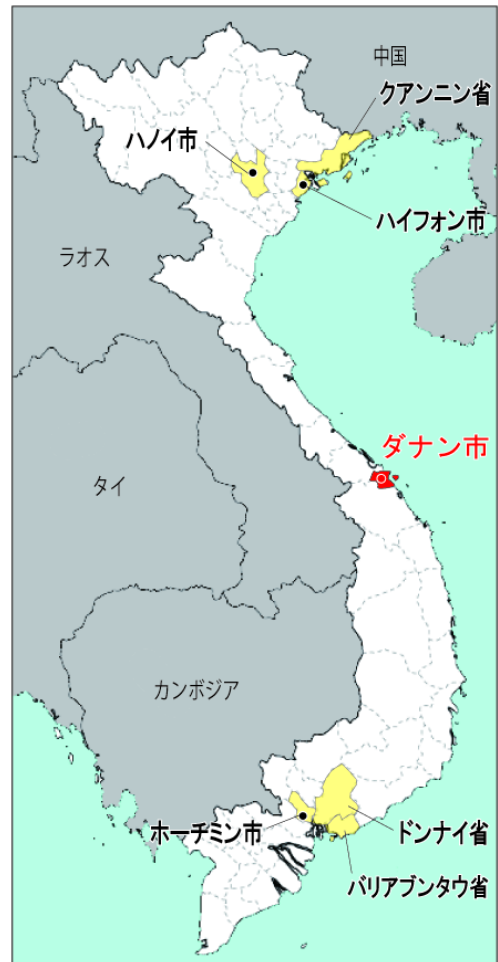
第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

ベトナム国では急激な都市化・工業化による河川・海域等の水質が悪化しており、漁業や観光資源への影響、健康被害等の都市環境問題が顕在化している。このため、ベトナム国では、環境保護に関する国家戦略で、2020年までに天然資源環境省が計画投資省等と協力して、95%の工業団地において、法令順守と排水処理施設の設置を行う事を目標としている。これまで、天然資源環境省や計画投資省では、工業団地の環境管理について、排水処理の義務付けや排水のモニタリングに関する法令の整備を進めてきており、今後は、これらの法令の適切な適用・実施が課題とされている。このような状況の中、2016年にベトナム中部沿海で魚の大量死が発生した際、ベトナム政府が、原因となった産業排水を排出した製鉄所に対し非常に厳しい対応を行ったことから、ベトナム政府は環境保全に向けて大きく舵を切ったとされる。しかしながら、産業排水対策に関する取り組みは、南部地域の先進的な一部で取り組みが始められたばかりであり、ダナン市やその他の多くの地域においては取り組みが遅れている。

ダナン市は、首都ハノイ市と商業都市ホーチミン市のほぼ中間に位置し、ベトナム5大都市のひとつであるとともに、中部ベトナムの経済の中心地である。ダナン市は、ダナン港を有し、ラオスとタイを経由してミャンマーとベトナムを結ぶ東西回廊の東端に位置する。市内には6箇所の工業団地があり、日系企業も進出している。一方、南シナ海に面する海岸部の砂浜やソンチャ半島の自然、リゾート施設等を有する観光都市としても有名である。ダナン市では、2013年に2030年に向けたマスタープランや2050年のビジョンを策定し、ベトナム中部の経済センター都市への成長を目指すとともに、2008年には環境都市宣言を行い環境に配慮した都市の形成を目指している。2013年には、横浜市と「持続可能な都市発展に向けた技術協力」に関する覚書を締結し、環境改善に関する日本からの支援に期待を寄せているところである。

なお、案件化調査の中でPM2.5を含む環境大気に関する技術的課題についても調査対象に含めることとした。



出典：JICA 調査団作成

図1 ダナン市位置図

表1 ダナン市の基礎情報

面積	1,285 m ²
人口	1,046,200 人
気候	熱帯モンスーン気候 (年平均気温 26.7℃)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
GDP 成長率	9.1%	8.1%	12.2%	8.7%	9.1%

出典：「ベトナム北部・中部工業団地データ集」(2018年3月、ジェトロ・ハノイ事務所)等に基づき JICA 調査団作成

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ベトナム国では、国家戦略（The National Strategy on Environment Protection to 2020 with Visions to 2030, Decision 1216/QĐ-TTg on September 05, 2012）が掲げられ、関係法令のもと数値目標が定められている。主に河川環境の改善に焦点があてられており、工業団地に係る数値目標については、2020年までにMoNREの責任（計画投資省等と協力）で95%の工業団地において法令順守が行われる事を目標としている。開発課題に関連する主な関係法令は、表2に示すとおりである。

環境保護に係る主な法規は、「LEP（環境保護法）＞ Decree（政令）＞ Circular（通達）」と続く構造となっている。また、QCVN（国家技術基準）として、水質の基準や大気環境基準等が定められている。

表2 開発課題に関連する関係法令

関係法令	概要
Law No. 55/2014/QH13 on Environmental Protection (LEP)	環境の基本的な法律であり一般的に「環境保護法」と訳される。工業団地関連の事項は、第66条「工業団地、輸出加工ゾーン、ハイテクゾーン」に規定され、第121条「環境モニタリング」では、環境モニタリングの主体等が示され、第122条にはモニタリング項目が示されている。この他、モニタリングデータの管理等についての規定もなされている。
Decree No.18/2015/ND-CP	環境影響評価、戦略的環境影響評価、環境保護計画等について定めた政令である。
Circular of No.27/2015/TT-BTNMT	環境影響評価、戦略的環境影響評価、環境保護計画等について定めた規則である。
Decree No.19/2015/ND-CP	環境保護法実施のための細則を定めた政令であり、環境管理システム、保険、潜在的にリスクの大きい施設、インセンティブ、コミュニティーに関する事項を含む。
Decree No.82/2018/ND-CP	工業団地及び経済ゾーンの管理のための政令であり、工業団地の定義、計画、インフラ施設の賃借料、エコ工業団地、基本的な環境面の要求事項工業団地の定義を含む。なお、第63項では工業団地のEIAは工業団地管理委員会が承認するとの規定がある。
Decree No.155/2016/ND-CP	民間企業、工業団地、輸出加工ゾーン、ハイテク工業団地等が環境法違反をした際の罰則を定めた政令である。
Circular No.35/2015/TT-BTNMT	工業団地、経済ゾーン、ハイテクパーク等の環境管理及び保護に関する規則であり、雨水排水、排水処理施設、排水のモニタリング項目（AMS）等が定められている。工業排水は工業団地の管理者との契約に基づき、処理されること等の規定がある。また、工業団地管理委員会、工業団地管理者、個別企業の責任について規定されている。排水モニタリング項目は排水量、pH、温度、COD、TSS及びその他のEIAで記載されている工業団地特有の項目とされている。また、AMSのデータはDoNREに転送されることとされている。
Decree No.38/2015/ND-CP	廃棄物管理に関する政令であり、有害廃棄物、固形廃棄物、産業廃棄物、排水、大気排出、その他の廃棄物に関する事項を含む。大気排出の対象施設の表が添付されており、一定規模以上の製鉄、セメント、ボイラー等が対象とされている。
Decree No.154/2016/ND-CP	排水に関する課金に関する政令であり、COD、TSS、水銀、カドミウム、鉛、砒素に関する料金が定められている。

関係法令	概要
Circular No.04/2012/TT-BTNMT	排水、排ガス、騒音・振動に関し、深刻な汚染を引き起こしているか否かの判定基準を定める規則であり、産業別に懸念される項目に関する表が掲載されている。
Circular No. 24/2017/TT-BTNMT	環境大気、環境水、排ガス、排水に関するモニタリングに関する規則であり、排ガス、排水の AMS のデータ転送に関する事項が含まれる。環境大気及び環境水に関する規定は限定的である。
QCVN40:2011/BTNMT	工業廃水水質の国家技術基準が定められている。
QCVN14:2008/BTNMT	生活廃水水質の国家技術基準が定められている。
QCVN08-MT:2015/BTNMT	地表水水質の国家技術基準が定められている。
QCVN10-MT:2015/BTNMT	海水水質の国家技術基準が定められている。

出典：JICA 調査団作成

1-2-1 環境保護法等の環境法規制の改正等（排水・排ガス関連）

ベトナム国の環境保護法（Law No.55/2014/QH13（LEP））の改正後、環境監視に関する多くの法改正が進められており、これらへの対応が大きな課題となっている。具体的には表3に示されるような法令違反を犯さないように対応することが求められている。

環境保護法以外の改正には、工業団地や排水関連の Circular No.43/2015/TT-BTNMT や Circular No.35/2015/TT-BTNMT がある。さらに、Decree No.38/2015/ND-CP では、工業団地の外に立地し、かつ排水量 1,000m³/日以上 of 排水施設やセメント工場、製鉄所、ボイラーにも、自動監視装置の設置と地方天然資源環境局（DoNRE）へのデータ送信が義務付けられた。排水・排ガスのモニタリングの規則については Circular 24/2017/TT-BTNMT に定められている。

なお、環境保護関連法令の違反の際に科される罰金は表3に示すとおりである。

表3 環境保護に関する法令違反の際に科される罰則（政令 No. 155/2016/ND-CP）

法令違反の内容	罰金
環境保護に関する報告書を提出していない。	VND 5,000,000 to VND 10,000,000 (25,000JPY~50,000JPY)
環境保護のための部署を設けていない、または、環境保護のための人員を配置していない。	VND 10,000,000 to VND 20,000,000 (50,000JPY~100,000JPY)
排水の量、電気使用量、化学物質使用量、スラッジの発生量の記録をしていない。	VND 40,000,000 to VND 50,000,000 (200,000JPY~250,000JPY)
工業団地内の排水処理施設に排水流入量計測の装置を設置していない、または、個別の電気メーターを設置していない。	VND 60,000,000 to VND 80,000,000 (300,000JPY~400,000JPY)
工業団地内に排水処理施設及び下水管を設置していない。	VND 80,000,000 to VND 100,000,000 (400,000JPY~500,000JPY)
排水処理施設を規則に則って設置していない、または、排水処理施設が環境保護の規則に違反している。	VND 200,000,000 to VND 250,000,000 (1,000,000JPY~1,250,000JPY)

法令違反の内容	罰金
関連する技術基準より 10%~20%超過した濃度で排水をしている（罰金は排水濃度が国家基準を超過した度合いで定められる）。	VND 20,000,000 to VND 50,000,000 (100,000JPY~250,000JPY)
法令に違反して、未処理の排水を工業団地の雨水排水管に放流する。	VND 50,000,000 to VND 100,000,000 (250,000JPY~500,000JPY)
排水処理または排気ガスの AMS を適切に運用しない。	VND 50,000,000 to VND 100,000,000 (250,000JPY~500,000JPY)
AMS の測定項目が、法令に定めるもの、または、行政指導を受けたものを満たしていない。	VND 100,000,000 to VND 150,000,000 (500,000JPY~750,000JPY)

出典：政令 No. 155/2016/ND-CP より JICA 調査団が抜粋し作成

以下に Circular No.24 に示される環境大気汚染物質測定法を示す。ダナン市の環境大気監視局で確認した自動計測器の測定方法は、必ずしも以下に示す測定方法を用いたものではない。例えば、NO₂ の測定方法は、日本と同様、化学発光法が用いられている。また、PM₁₀ 及び PM_{2.5} については重量法を用いた自動測定器は存在していないため、通常は、重量濃度測定方法によって測定された重量濃度と直線的な関係を有する量が得られるベータ線吸収法等が利用される。

表 4 Circular No. 24/2017/TT-BTNMT に示される環境大気汚染物質測定法

項目	測定方法
SO ₂	TCVN 5971:1995：テトラクロロ水銀 (II) 酸塩法 (TCM) / パラゾーラニン法 TCVN 7726:2007：紫外線蛍光法
CO	TCVN 5972:1995：ガスクロマトグラフ法 TCVN 7725:2007：赤外線吸収法
NO ₂	TCVN 6137:2009：ザルツマン法
O ₃	TCVN 6157:1996：化学発光法 TCVN 7171:2002：紫外線吸収法
PM ₁₀	40 CFR part 50 method appendix J：重量法
PM _{2.5}	40 CFR Part 50 method Appendix L：重量法

出典：Circular No. 24/2017/TT-BTNMT より JICA 調査団が抜粋し作成

Circular No. 24 第 8 条では、測定データの処理についての記載があるが、以下に示すように、非常に簡潔な記載となっており、異常値の判定やデータの分布の解析、気象条件等の大気汚染物質濃度と関係する項目との比較検討等、日本で実施されているデータの確定作業に関する記載はない。

- ・第 1 項：環境モニタリングデータ及び分析結果の合理性を検討すること。検討はサンプル採取の記録、運搬の記録、分析の記録、品質管理の結果（ブランクの分析、二重分析、参照用のサンプル分析結果等）

- ・第2項：統計処理には様々な方法を利用してよいが、最低限、最大、最小、平均、標準偏差は求めること。
- ・第3項：データの評価は、関連する国家基準等との比較により行うこと。

1-2-2 一般環境大気の常時監視に関する環境法令の改正等

環境保護法第122条では、屋内外の空気がモニタリングの対象とされている。同法125条では、天然資源環境省が国レベルのモニタリングの責務、各省の人民委員会が各地域でのモニタリング計画を策定、実施して天然資源環境省に報告することが規定されている。ダナン市では、健康保護のためのモニタリング計画（Decision No. 5117 /2014/ QD – UBND）を策定している。国レベルでも2016年に2016年～2025年のモニタリング計画（Decision No.90/QĐ-TTg 及び Decision No.2044/QĐ-BTNMT）が策定されている。具体的な測定方法については、Circular 24/2017/TT-BTNMT が排気ガス、排水についてのモニタリングの規定を設けるとともに、データ送信のための通信規格を規定しているが、一般環境大気・水質に関する記述は非常に限定的である。

1-2-3 環境政策に係る行政機関

ベトナム国の環境政策に係る国の主要な行政機関は以下の通りである。

- ・天然資源環境省（MoNRE）、ベトナム環境総局（VEA）

天然資源環境省（MoNRE：Ministry of Natural Resources and Environment）は、中央管轄省としてベトナム国の環境行政を所管している。環境保護に関しては、MoNREの傘下に設置されたベトナム環境総局（VEA：Vietnam Environment Administration）が担当しており、法令の立案、政策や戦略の策定、環境影響評価の監査等を実施している。

- ・環境モニタリングセンター（CEM）

VEA傘下の国レベルの環境モニタリングセンター（CEM：Center for Environmental Monitoring）は、各省及び中央直轄市への環境モニタリングの技術面の指導を担当している。CEMは、2018年にNorth CEM、Central and Highland CEM、South CEMの3つに分割されたが、North CEMがCEM全体の取りまとめ役となる。国設置の測定局（環境大気・環境水）については、North CEMが管轄しており、ダナン市の大気測定局も所有している。ただし、CEMが3分割された後のそれぞれの役割については、未だ流動的と考えられるため、注意が必要である。

また、本調査に関係する地方の行政機関は以下のとおりである。

- ・人民委員会（PC）

ベトナム国における地方自治は各省あるいは中央直轄市の人民委員会（PC：People’s Committee）が担っており、環境汚染対策等の役割を担っている。2005年環境保護法第122条では人民委員会の役割として、環境保護に関する規定・制度・政策計画の公布、環境モニタリングシステムの構築・管理・指導、環境保護に関する法律違反の監督等を担っている。

- ・計画投資局（DPI）

各省あるいは中央直轄市における社会経済開発計画等策定の主導的な役割を担っている。計画投資局は計画の策定後も各自治体内の要望を総合的にまとめる窓口として機能し、各セクタ

一等から収集された要望や情報を人民委員会に報告する役割を担っている。また、それ以外には国内外投資管理、政府開発援助金管理、企業登録管理等も行っている。

- ・地方天然資源環境局（DoNRE）

各省や中央直轄市等の環境行政については、人民委員会傘下の地方天然資源環境局（DoNRE：Department of Natural Resources and Environment）が行っており、所轄する環境保護に関する規則・戦略・計画や任務の遂行、河川・大気等の環境モニタリングシステムの構築・管理・指導、工場等への立ち入り検査、違反行為があった場合の摘発等を実施している。

ダナン市には、ダナン市地方天然資源環境局（DoNRE）の下、ダナン市環境保護局（EPA：Environmental Protection Agency）があり、同機関が環境モニタリングシステムの維持管理を担当している。

- ・工業団地管理委員会（DIEPZA）

工業団地管理委員会（DIEPZA：Da Nang Industrial and Export Processing Zones Authority）は、工業団地の投資プロセス、建設、操業、輸出入の管理を実施している。

出典：「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、ジェトロ・ハノイ事務所）、
「ジェトロハノイメールマガジン 2016年3月号 Vol.72」（ジェトロ・ハノイ事務所）、「ベトナムにおける法制度の整備・執行」（2016年（2011年時点の調査に基づく）、環境省）、各機関へのヒアリングにより JICA 調査団が作成

1-2-4 ベトナム環境基金（VEPF）の資金活用事例

ベトナム環境基金（VEPF）は、ベトナム環境基金の組織及び運営に関する首相決定（Decision no. 78/2014/QĐ-TTg）に基づき天然資源環境省の下に設立されている公的な環境保護基金である。

ベトナム環境保護基金は非営利で運営されているが、資本金の保全のため、その運営に要する資金は自己管理により賄うこととされている。ベトナム環境基金の資金は、国家予算により賄われない環境保護及び気候変動適応関連の事業に利用されている。

ベトナム環境基金の貸出し金利は、国の定める金利の 50%を超えてはならず、2019 年の金利は、2.6%～3.6%とされ、排水処理施設向けについては 2.6%である。実際の金利はローン契約の時点のものが利用されている。ローンの申請にあたっては、法的文書、財務関係書類に加え、以下のような環境関連文書の提出が求められている。ベトナム環境基金の活用が可能な事業は Decree No. 19/2015/ND-CP に記載されており、排水処理施設、環境モニタリング、環境アセスメント、廃棄物の収集・運搬・処理、環境改善事業等が含まれる。ベトナム環境基金の活用事例として以下に工業団地 A の事例を表 5 に、2,000m³/日程度の排水処理施設の運営費用の例を表 6 に示す。排水処理施設運営費に占める化学薬品代、電気代、汚泥処分費が大きい傾向がみられる。ベトナム環境基金へのヒアリングの際、ベトナム国での課題として、規定に基づき設計排水量が給水量の 8 割程度とされること、十分な容積の調整槽が求められないこと等があげられた。

表5 ベトナム環境基金活用事例（工業団地 A）

排水処理施設の能力	2,000 m ³ /日																																																										
建設費用	VND 16.54 bn																																																										
自己資金比率	自己資金 40%（申請額）																																																										
返済期間	7年間（1年間の猶予期間）																																																										
金利	5.4%																																																										
初期費用の内訳	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>項目</th> <th colspan="3">費用 (VND)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>建設費</td> <td colspan="3">9,863,712,400</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>設備費</td> <td colspan="3">6,420,810,359</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>コンサルタント費</td> <td colspan="3">66,500,000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>その他の費用</td> <td colspan="3">185,250,000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">初期費用</td> <td colspan="3">16,536,272,759</td> </tr> </tbody> </table>					No.	項目	費用 (VND)			1	建設費	9,863,712,400			2	設備費	6,420,810,359			3	コンサルタント費	66,500,000			4	その他の費用	185,250,000			初期費用		16,536,272,759																										
	No.	項目	費用 (VND)																																																								
	1	建設費	9,863,712,400																																																								
	2	設備費	6,420,810,359																																																								
	3	コンサルタント費	66,500,000																																																								
	4	その他の費用	185,250,000																																																								
初期費用		16,536,272,759																																																									
返済計画	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>年</th> <th>残高 (百万 VND)</th> <th>元本分 返済額 (百万 VND)</th> <th>金利分 返済額 (百万 VND)</th> <th>年合計 返済額 (百万 VND)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>2011</td> <td>9,500</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2012</td> <td>9,500</td> <td>0</td> <td>1.425</td> <td>1.425</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2013</td> <td>7,917</td> <td>1,583</td> <td>1.187</td> <td>1,584.520</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2014</td> <td>6,333</td> <td>1,583</td> <td>0.950</td> <td>1,584.283</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2015</td> <td>4,750</td> <td>1,583</td> <td>0.712</td> <td>1,584.045</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2016</td> <td>3,167</td> <td>1,583</td> <td>0.475</td> <td>1,583.808</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2017</td> <td>1,583</td> <td>1,583</td> <td>0.237</td> <td>1,583.570</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>2018</td> <td>0</td> <td>1,583</td> <td>0</td> <td>1,583.333</td> </tr> </tbody> </table>					No.	年	残高 (百万 VND)	元本分 返済額 (百万 VND)	金利分 返済額 (百万 VND)	年合計 返済額 (百万 VND)	0	2011	9,500	0	0	0	1	2012	9,500	0	1.425	1.425	2	2013	7,917	1,583	1.187	1,584.520	3	2014	6,333	1,583	0.950	1,584.283	4	2015	4,750	1,583	0.712	1,584.045	5	2016	3,167	1,583	0.475	1,583.808	6	2017	1,583	1,583	0.237	1,583.570	7	2018	0	1,583	0	1,583.333
	No.	年	残高 (百万 VND)	元本分 返済額 (百万 VND)	金利分 返済額 (百万 VND)	年合計 返済額 (百万 VND)																																																					
	0	2011	9,500	0	0	0																																																					
	1	2012	9,500	0	1.425	1.425																																																					
	2	2013	7,917	1,583	1.187	1,584.520																																																					
	3	2014	6,333	1,583	0.950	1,584.283																																																					
	4	2015	4,750	1,583	0.712	1,584.045																																																					
	5	2016	3,167	1,583	0.475	1,583.808																																																					
	6	2017	1,583	1,583	0.237	1,583.570																																																					
	7	2018	0	1,583	0	1,583.333																																																					
返済資金源	工業団地のテナントからの排水処理費用、インフラ利用料他																																																										

備考：1JPY(円)=約 200VND

出典：JICA 調査団作成

表6 2,000m³/日程度の排水処理施設の運営費用の例

No.	項目	単価	単位
1	電気代	977	VND/m ³
2	化学薬品費用	1,128	VND/m ³
3	人件費	193	VND/m ³
4	維持管理費用	40	VND/m ³
5	排水課金費用	119	VND/m ³
6	汚泥処分費用	600	VND/m ³
7	修繕費用	200	VND/m ³
合計		3,257	VND/m ³

備考：1JPY(円)=約 200VND

出典：JICA 調査団作成

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

ベトナム国では急激な都市化・工業化により、水質悪化や大気汚染による漁業や観光資源への影響、健康被害等の都市環境問題が顕在化している。

ベトナム国の国別開発協力方針（旧国別援助方針）（脆弱性への対応及びガバナンス強化）では、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題（都市環境等）の脅威への対応への支援が定められているとともに、事業展開計画（都市環境管理）の開発課題への対応方針では、水質汚濁等の都市環境問題に対し、グリーン ICT 等の日本の経験技術・ノウハウを活用した支援を継続するとしている。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1-4-1 世銀によるベトナム産業汚染管理プロジェクト（VIPMP）

世界銀行の VIPMP はベトナム南北の 2 流域で 4 省を対象に産業排水処理対策が実施された。VIPMP は MoNRE と MPI（計画投資局）が協力し、工業団地の排水処理施設の建設、改善を実施したものである。このプロジェクトの中で、既に工業団地の環境管理のための法令の見直しが行われ、また工業団地の環境評価ハンドブック、一般的な排水処理施設運営マニュアル等が作成されている。

環境評価ハンドブックとは、工業団地に設置されている集中排水処理施設が法的・技術的に問題ないかを確認するため、定期的に評価を行い、その結果に基づき、その後の改善に利用するために作成されたものである。

排水処理施設運営マニュアルは、排水処理施設の一般的な技術解説書であり、日本の公害防止管理者用のテキストと同様な内容が含まれているものである。

なお、普及・実証・ビジネス化事業で提案しているマニュアルは、個別排水処理施設向けのものであり、排水の質や量、処理施設の構造等の特性を踏まえて、施設運用の最適化を図る目的で作成する予定としているものである。また世界銀行や VIPMP 等の支援により産業排水対策が推進されているが、ダナン市の Son Tra 工業団地でみられるように世銀等の支援プロジェクトで新たに設置された排水処理場の能力が実際の排水流入量に対応できていないという状況も確認されている。そのような場合、短期的にさらに新たな設備の設置が困難であるため、既存の設備の能力を小規模改造、運転方法の最適化によって最大限活用し、排水の適正処理を図る必要がある。上記マニュアルでは、そのような応急的な対応策も含めることを計画している。

1-4-2 ベトナム環境保護基金（VEPF）

公共の工業団地の排水処理施設設置費用等については、世界銀行からベトナム環境保護基金（VEPF）を通じた低利の融資が行われたが、現在は国の予算を利用した融資が継続されている。

JICA はベトナム国で上下水道、汚染対策、廃棄物や大気汚染等の都市環境問題への対応を支援してきている。しかしながら、ダナン市では工業団地等の産業排水関連のプロジェクトはこれまで行われていない。

1-4-3 世銀のダナン市サステナブルシティ開発プロジェクト（SCDP）

世界銀行では、Da Nang Sustainable City Development Project（SCDP）を実施しており、下水処理施設の改善を支援している。

1-4-4 ホーチミン市における AMS 導入プロジェクト

欧州の公的機関の支援によりホーチミン市で9基のAMSが2000年代初頭に設置された。支援期間中は問題なく運用されていたが、支援期間が満了した段階で、ベトナム国側で運用に係る財源や人材を十分に確保することができず、現在は故障して運用できなくなっている。このように国際機関からの支援で導入した設備が、支援期間満了後にベトナム側で適切に運用できないという課題はベトナム国の多くの支援事例で見られる点である。普及・実証・ビジネス化事業ではこの点を踏まえて、人材・技術面でのキャパシティービルディング、予算面の制度化を実証期間中に実施し、その後の普及期間中には提案企業のサービスの一環としてフォローアップしていくことを計画している。

1-4-5 その他プロジェクト

報道等によると、大気汚染モニタリングや対策支援については、ハノイ市でフランスが環境モニタリングの支援を検討しているとのことであるが、詳細は不明である。近年、ハノイ市やホーチミン市等の大都市においては、PM2.5が課題となっているが、PM2.5に関する支援の情報は得られていない。

1-5 対象地域の現状

1-5-1 ベトナム国における工業団地と排水管理

ベトナム環境総局（VEA）によると、1990年代の初期には2箇所であったベトナム国内の工業団地は2017年には325箇所が許可を受け、このうち、220箇所が操業している。

ダナン市では、6箇所の工業団地（表7及び図2参照）やハイテクパークが操業し、3箇所の工業団地の新設が計画されている。現地調査により、ここ数年間で6箇所の工業団地の全てに排水処理施設が導入され、このうち、4箇所については自動監視システム（Automatic Monitoring System：AMS）が導入されていることを確認した。また、排水処理量が設計値に対し逼迫して適切な排水処理が行われていないこと、汚泥の処分に課題があることを確認した。

ダナン市と協議の上、環境課題があり今後提案企業による協力が必要となる可能性のある工業団地3箇所（Hoa Khanh IP、Son Tra IP、Hoa Cam IP）を選定して更なる調査を実施した。

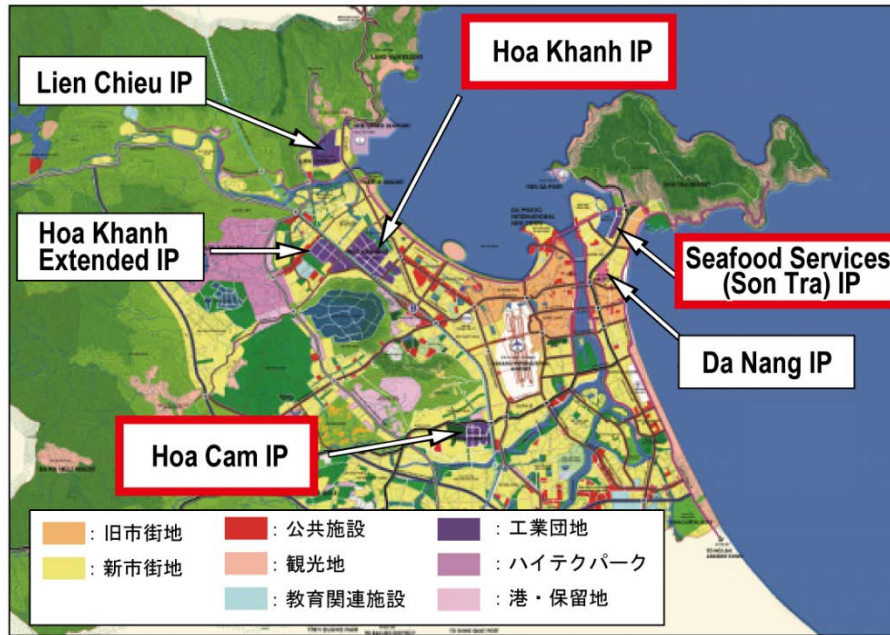
表7 ダナンの工業団地の概要

工業団地 (IP)	設置者	AMS データ送信の有無	環境評価の対象*1	工業団地における環境課題及び環境評価の対象とした理由等
Da Nang	民間	無	—	閉鎖予定のため対象としない。
Hoa Khanh	公共	有	○	過去に放流先で魚が死ぬ環境事故が発生した。排水処理量が設計値に対して逼迫している。
Lien Chieu	民間	有	—	排水処理施設が新しいため対象としない。
Seafood Services (Son Tra)	民間	無	○	一般家庭からの排水と水産加工工業団地からの排水を処理。雨天時に処理能力を超える排水が流入した場合、未処理水が港湾に放流されることがあり、放流先である Tho Quang 港の水質・底質の改善が課題とされている。汚泥の処理量が多く、課題となっている。
Hoa Cam	民間	無*2	○	工業団地が古く排水処理施設が老朽化している。放流先の下流に取水施設がある。
Hoa Khanh Extended	民間	有	—	排水処理施設が新しいため対象としない。

注1) *1 ○：環境評価の対象として選定、—：非選定

注2) *2 排水量が少ないため送信されていない。

出典：JICA 調査団作成



出典：ダナン市投資促進支援委員会資料をもとに JICA 調査団作成

図2 ダナンの工業団地位置図（赤枠：環境評価の対象とした工業団地）

工業団地の排水処理施設に係る環境評価を簡易的に実施した結果の概要は表8のとおりである。

排水のAMSでは、水の濁りや汚れ等を把握する5つの基本的な項目（pH、水温、COD、TSS及び流量）をモニタリングする国の規定があり、その他の項目については管轄する行政が排水処理施設の特性を踏まえ決定することとされている。ダナンの工業団地のAMSでも表8に示すとおり、基本的な項目の分析が実施されている。万が一、工業団地の入居企業が人体に影響を及ぼす重金属を含む排水を流出させたとしても、排水処理施設では重金属をモニタリングしていないため、放流先で環境事故の発生が懸念される。本調査では追加すべきモニタリング項目を決定する方法を提案するようにダナン市から求められた。このため、本調査では排水の現状を把握するため、基本的な項目に加えて重金属等についても分析を行った。排水分析結果から、2箇所の工業団地ではベトナム国家技術基準を超過した項目があり、排水の水質に問題があることが判明した（表9、表10参照）。汚濁負荷（濁り、汚れ）の観点からは、放流先の河川、海域の水質にも影響が生じている Hoa Khanh 工業団地、及び処理能力を超える排水が流入する Son Tra 工業団地が特に問題が大きいと考えられた。

表8 環境評価結果の概要

No.	項目	Hoa Khanh IP	Hoa Cam IP	Seafood Services (Son Tra) IP
1. 基礎情報				
1.1	設立年	1996年	2011年	2005年
1.2	入居企業数	164 (2018年)	62	49
1.3	面積	395.72ha	135.87ha	50.63ha
1.4	入居企業の産業	繊維、食品、鉱物、鉄鋼、パルプ・紙、化学製品、ガラス産業、食器、発電、農業・森林製品、建材、観光業等	パルプ・紙、ガラス産業、発電、建材、倉庫等	水産業・水産加工物、倉庫

No.	項目	Hoa Khanh IP	Hoa Cam IP	Seafood Services (Son Tra) IP
2. 排水処理施設について				
2.1	中央排水処理施設 (CWTP) 有無	有	有	有
2.2	全ての入居企業の排水が CWTP において処理され ているか	100%処理されている	100%処理されている	100%処理されている
2.3	個別の排水処理施設有無	有	有	有
2.4	公共水源への排出量	6,500 m ³ /day	600 m ³ /day	2,400 m ³ /day
2.5	公共水源名	Cu De River	Cau Do River	Tho Quang sea area
3. 自動測定システム (AMS) について				
3.1	CWTP における自動測定 システム (AMS) 有無	有	有	無
3.2	AMS データが DoNRE に 送信されているか	送信されている	送信されていない	無 (CWTP はまだ建設さ れて新しく、AMS は現 在調達中)
3.3	AMS 測定項目	流量、水温、pH、COD、 TSS	流量、pH、DO、COD、 水温、TSS (水温は故障中)	-
3.4	データチェック方法	リアルタイムのモニ タリングを実施し、6 ヶ月毎報告	リアルタイムのモニ タリング	DONRE への報告
4. EIA とモニタリング				
4.1	工業団地建設時の EIA/EPP 有無	有	有	有
4.2	EIA/EPP 承認年月日	1999年2月22日	2011年5月25日	2006年3月28日
4.3	モニタリング結果の DoNRE 報告	有 (6ヶ月毎)	有	有
4.4	モニタリング項目	AMS 測定項目と同じ	AMS 測定項目と同じ	11項目 (pH、DO、BOD ₅ 、 COD、TSS、アンモニア、 NO ₃ ⁻ 、Total Nitrogen、油 分、全リン、大腸菌)

出典：JICA 調査団作成

表 9 排水分析結果

Sampling Location		Hoa Khanh IP		Hoa Cam IP		Son Tra IP		QCVN*40	
Sampling Date		25-07-2018	26-10-2018	25-07-2018	26-10-2018	26-07-2018	25-10-2018	A	B
pH	-	7.19	4.74	8.29	7.40	6.82	-	6-9	5.5-9
COD	mg/L	34.0	95.6	-	-	-	-	75	150
DO	mg/L	-	1.8	-	8.32	-	-		
BOD ₅	mg/L	-	36.5	-	5.7		<3.0	30	50
TSS	mg/L	4.6	60.4	<1.0	3.0	15.7	2.9	50	100
Cu	mg/L	0.059	0.13	-	-	-	-	2	2
Zn	mg/L	0.021	14.6	-	-	-	-	3	3
Ni	mg/L	0.56	5.30	-	-	-	-	0.2	0.5
NH ₄ -N	mg/L	2.80	8.40	<1.0	<1.0	<1.0	21.40	5	10
T-N	mg/L	5.25	9.1	6.83	9.8	5.08	26.1	20	40
T-P	mg/L	0.26	<0.05	1.16	1.64	5.58	0.71	4	6

出典：JICA 調査団作成

(赤字：基準超過を示す)

*QCVN：「ベトナム国家技術基準」のベトナム語略称

表 10 放流先河川の水質分析結果

Sampling Location		Hoa Khanh IP		Hoa Cam IP		Son Tra IP	QCVN 08 & 10	
Type		River		River		Ocean	River	Ocean
Sampling Date		25-07-2018	26-10-2018	25-07-2018	26-10-2018	26-07-2018	A1,A2,B1,B2	
pH	-	7.62	8.18	6.83	6.91	7.87	5.5-9	6.5-8.5
COD	mg/L	52.6	30.9	14.6	7.3	48.8	10-30	
DO	mg/L	1.97	3.96	5.18	7.82	5.80	≥ 2-6	≥ 4-5
BOD ₅	mg/L	-	3.1	-	4.1	-		
TSS	mg/L	45.3	43.6	4.3	5.3	17.2	20-100	50
Cu	mg/L	-	0.028	-	-	-	0.1-1	
Zn	mg/L	-	0.22	-	-	-	0.5-2	
Ni	mg/L	-	0.69	-	-	-	0.1	
NH ₄ -N	mg/L	7.56	3.15	4.62	<1.0	<0.1	0.3-0.9	0.1-0.5
NO ₂ -N	mg/L	0.010	0.27	0.002	0.31	4.61	0.05	
NO ₃ -N	mg/L	2.70		8.73		0.10	2-15	
T-N	mg/L	-	2.3	-	2.4	-		
PO ₄ -P	mg/L	0.44	0.57	0.50	0.081	1.41	0.1-0.5	0.2-0.5

出典：JICA 調査団作成

(赤字：基準超過を示す)

1-5-2 排水用 AMS の並行測定結果

排水水質モニタリング用の AMS が設置されている、Hoa Cam 工業団地において、現地の水質計の測定精度を確認するために、提案企業が日本から持ち込んだ水質計と並行測定を実施した結果を以下に示す。なお、提案企業の水質計は測定精度を確保するため、設置前にセンサーの校正を実施したものをを用いた。Circular No. 24/2017/TT-BTNMT の第 51 条によると、定期的な検査の際に許容される誤差は± 5% (pH については± 0.1 pH) とされているが、現地に設置されている水質計では許容誤差を上回るような差が確認された。測定精度に影響を及ぼす測定機器の校正に関して、日本での校正頻度は項目により異なり、例えば DO や COD は毎月、TSS は 2 ヶ月に 1 度であり、清掃作業は最低月 1 回実施している。ベトナム国での校正頻度は年 4 回と少なく、Hoa Cam 工業団地では年 1 回の実施にとどまっているため、校正及び清掃が適切に行われていないことが誤差を生じる原因と考えられた。

表 1 1 排水用 AMS の並行測定結果

調査日	pH		COD (mg/L)		TSS (mg/L)		DO (mg/L)	
	M-AMS	E-AMS	M-AMS	E-AMS	M-AMS	E-AMS	M-AMS	E-AMS
10 月 24 日	5.3	6.8	12.1	30.1	4.9	8.1	1.5	3.4
10 月 25 日	5.5	6.8	12.4	30.1	3.7	7.6	1.5	3.4
10 月 26 日	5.3	6.8	10.9	29.4	9.1	7.6	1.4	3.4

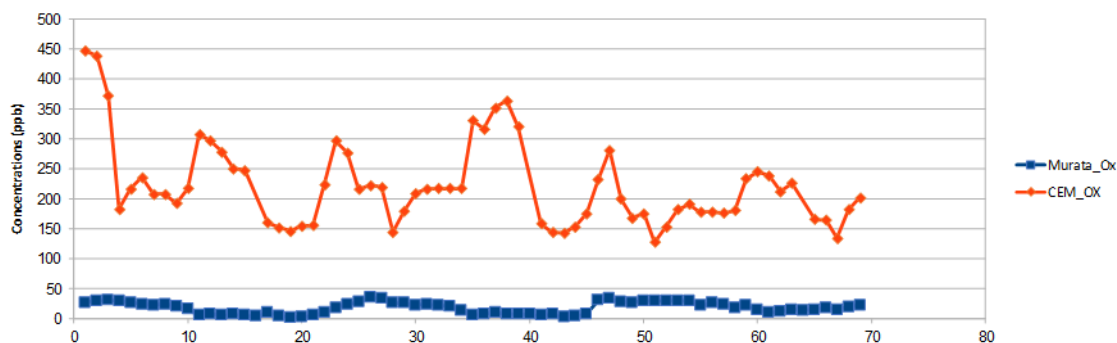
注) M-AMS : 提案企業が設置した AMS

E-AMS : 既設 AMS

出典 : JICA 調査団作成

1-5-3 大気常時監視測定局における並行測定結果

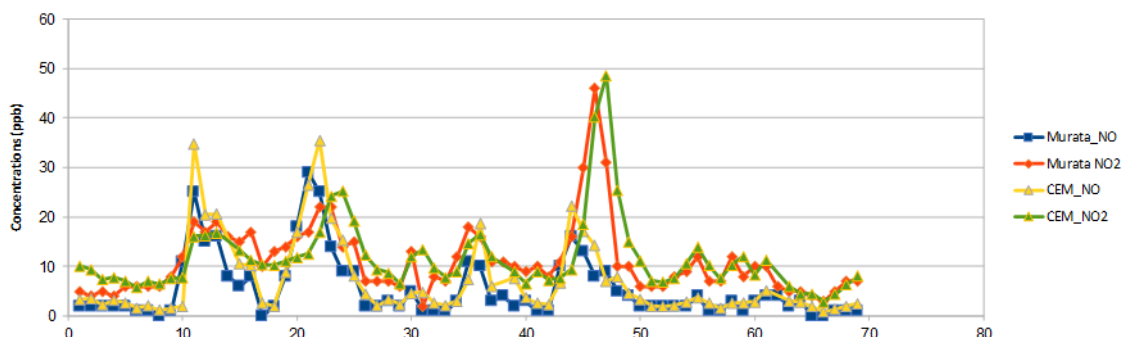
ダナン市では市内の大気常時監視測定局 (CEM 設置局) のオゾン濃度が異常に高いことが懸念されており、その原因を特定してもらいたいとの依頼を受けたため、提案企業が所有する校正済みオゾン計及び窒素酸化物計をダナン市 (ダナン大学内測定局) に持ち込み、2018 年 10 月 25 日から 26 日にかけて並行測定を実施した。オゾン計の並行測定結果から、ダナン市のオゾン計と校正済みオゾン計による測定値の差が非常に大きいことが判明した。この原因として、オゾン計の自動校正に関する規定がなく、自動校正装置が維持管理の対象とされていないことが確認された。



出典 : JICA 調査団作成

図 3 オゾン計の並行測定結果 (赤 : CEM 設置測定機器、青 : 提案企業の測定機器)

窒素酸化物計の並行測定の結果は以下に示すとおりである。NO 及び NO₂ については大きな差はみられなかったものの、試料空気の漏れが確認されたとともに、NO_x 計に内蔵されている希釈装置（標準ガスを希釈する装置）の不具合が懸念された。



出典：JICA 調査団作成

図 4 窒素酸化物計の並行測定結果

(赤：提案企業機材の NO₂、緑：CEM 機材の NO₂、青：提案企業機材の NO、黄：CEM 機材の NO)

1-5-4 現地で確認された環境課題と対応方法の概要

排水処理施設の設置等、排水対策が進む中で施設容量の不足や重金属汚染、污泥処分等の管理上の課題が出てきていることが確認された。また、ダナン市では、AMS の維持管理やデータ活用、大気環境管理に重点を置くようになってきている。環境モニタリング面では、水・大気共通の課題として、公定法と簡易法の区別がなく、検証が不十分なままデータが送信されている等、維持管理や精度管理面での課題が多く残されている。

表 1 2 確認された環境課題と対応事項

	確認された環境課題	今後の対応等
1	排水や大気を対象とする監視局（AMS）がまだ完全には整備されていない。	Son Tra 工業団地の排水用 AMS、工業団地内の発生源やダナン市代表点における大気用 AMS が未整備。大気用 AMS についてはダナン市が 2019 年に 2 局を設置する予定である<ダナン市の方針>。
2	工業団地の排水用 AMS の維持管理や精度の管理方法：年に 1 回の Quatest 2（公的な分析機関）による確認で十分ではないと考えられる。水質を測定するセンサーの汚れへの対応等の維持管理が適切になされていない。	COD や SS についてのラボの分析結果を用いた校正等の検討や公定法と簡易法の相違の整理、校正方法の標準化を検討する必要がある<提案企業提案事項>。
3	工業団地の排水監視項目が十分でない可能性がある。排水の AMS については、5 つの基本的な項目（pH、水温、COD、TSS 及び流量）についてしか規定がない。その他の項目については、管轄する行政が排水処理施設の特性を踏まえ決定することとされているため、本調査では、どのように追加的項目を決定すべきか、提案してほしいとの要望を受けた。ダナン市は既に MoNRE に本件について照会している。MoNRE は 2~3 年かけてデータを収集して追加的項目を決定すべきと回答している。	排水分析結果等を用いて、適切な工業団地の排水管理項目を検討する必要がある。案件化調査の中で一定の絞込みを実施済み<提案企業提案事項／一部実施済み>。

	確認された環境課題	今後の対応等
4	工業団地の排水用 AMS の設置は進んできている一方で、そのデータの活用に改善の余地がある。	現在測定している排水用 AMS データや追加的に設置する原水・その他処理過程での AMS を活用した排水処理の最適化、AMS データにもとづく迅速なアラーム発信、運転条件改善、マニュアル作成等の環境管理への利用促進を行う必要がある<提案企業提案事項>。
5	Son Tra 及び Hoa Khanh 工業団地における排水処理が主に水量の面で逼迫している。特に Son Tra 水産加工工業団地の放流先である Tho Quang 港の水質・底質の改善が課題とされている。	下水道網の改善（合流式から分流式への改善） 旧 Son Tra 排水処理設備の活用（緊急用バッファータンクとして活用し、新 Son Tra 排水処理設備が能力的余力のある時間帯にバッファータンク内の排水処理を実施することにより、オーバーフローして直接湾内に流出する排水量を低減する等） 最適運転化による既存設備の能力向上を図る必要がある<提案企業提案事項>。 設計段階では立地工場が特定されていないため、給水量に一定の比率を乗じて処理水量を算定している。算定方式が適切かの検討が必要<提案企業提案事項>。
6	Hoa Khanh 工業団地の放流先河川の水質が悪化している（ニッケル他）。	ニッケルを含む排水を放流している企業の特定と改善の要請を支援<提案企業提案事項>。
7	排水処理施設から排出される汚泥の処分費用が高い。	排水処理施設の運転の最適化を図り、汚泥発生量を減少させる<提案企業提案事項>。
8	大気環境監視の AMS は MoNRE が設置したものである。調査団は、不具合について調査し、適正な機器の設置、維持管理、データ処理について提案してほしいとの要望があった。それを踏まえ、MoNRE に改善を求めることとする。オゾンの値が非常に高いことについて、特に夏場の乾燥した時期に濃度が上昇する傾向がみられている。日本のオゾン濃度の状況についても共有してもらいたいとの要望があった。	大気環境監視については可能な限り協力していく<提案企業提案事項>。 オゾン濃度の異常は、オゾン計が適切に維持管理・校正されていないために発生していたことが、日本から持ち込んだオゾン計との並行測定の結果確認された。窒素酸化物計についても適切な維持管理が行われていないことが判明した<案件化調査での確認事項>。
9	工業団地の排気ガスの総量規制の導入等の管理の検討。	排ガスモニタリング結果の活用や自動車からの排出量推計を行い、地域環境管理のための仕組みの構築につき協力していく<提案企業提案事項>。
10	大気の常時監視システムの品質管理、校正システムの標準化と警報システム、情報公開システムの導入。	適切な維持管理・校正について協力していく<提案企業提案事項>。
11	環境監視予算が逼迫しており、適切な維持管理、校正等ができない。	簡易的な大気環境監視方式の検討につき協力していく<提案企業提案事項>。

出典：JICA 調査団作成

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

提案企業であるムラタ計測器サービス株式会社は、環境影響評価（環境アセスメント）に関連した環境調査、環境分析、環境シミュレーション及び保全対策のコンサルティングサービスを行っている。これらのサービスには、大気・水質のモニタリング用通信機器の設計・製造及びそれらの機器のメンテナンスサービスを含む。

提案企業の概要は以下に示すとおりである。

表13 提案企業の概要

1. 法人名	ムラタ計測器サービス株式会社
2. 法人の業種	④サービス業
3. 代表者名	村田正治
4. 本社所在地	横浜市戸塚区秋葉町15番
5. 設立年月日（西暦）	1972年10月11日
6. 資本金	4,000万円
7. 従業員数	120人
8. 直近の年商（売上高）	10億円

出典：JICA調査団作成

提案企業による海外ビジネス展開の位置づけは、国内の売り上げ、特に環境測定機器の維持管理部門が横ばいあるいは減少傾向にあることから、今後環境測定機器の維持管理業務が見込める海外において事業の拡大を図ろうとするものである。またその活動をきっかけに、環境コンサルティングサービスを立ち上げ、開発途上国の環境課題を解決し、国際貢献を図ることを目的としている。

日本では、かつて公害による健康被害のあった時代の経験により、全ての都道府県及び政令指定都市において、環境監視システムが構築され、それら測定機器の日常的な維持管理が提案企業の業務のひとつとなっている。しかし近年、環境改善の結果から測定局の数も減少傾向にあり、市場規模が縮小され、業務量も減少傾向となっている。そのため、企業間の価格競争も激化し、新たな市場を開拓することが必要と考えている。一方、開発途上国では、過去に日本が経験したような環境汚染の問題を抱える国が多くあり、近年、環境コンサルティングや環境監視システムの需要が増えつつある。このため、日本の経験・技術・ノウハウを活かし活路を開くべく海外でのビジネス展開を図ることとしている。

2-2 提案製品・技術の概要

排水処理施設導入・改善・維持管理の環境コンサルティングと環境監視のためのリアルタイム環境監視技術（グリーンICT）をパッケージ化して提供する。

（1）工業団地排水管理コンサルティングサービス

今回、案件化調査で実施している、排水処理施設の環境評価、改善案の提案等をサービス化して、ダナン市以外の箇所で同様のサービスを有償で提供する。主な内容は以下のとおりである。ダナン

市については案件化調査及び普及・実証・ビジネス化事業の中でこれらのサービスを提供する予定である。本案件化調査では3箇所の工業団地の排水処理施設を対象にした Phase1 及び Phase2 に相当する部分を実施している。今後の普及・実証・ビジネス化事業ではその他の工業団地等においても Phase 1、2 を実施するとともに、Phase 3 の部分についても実施する予定である。

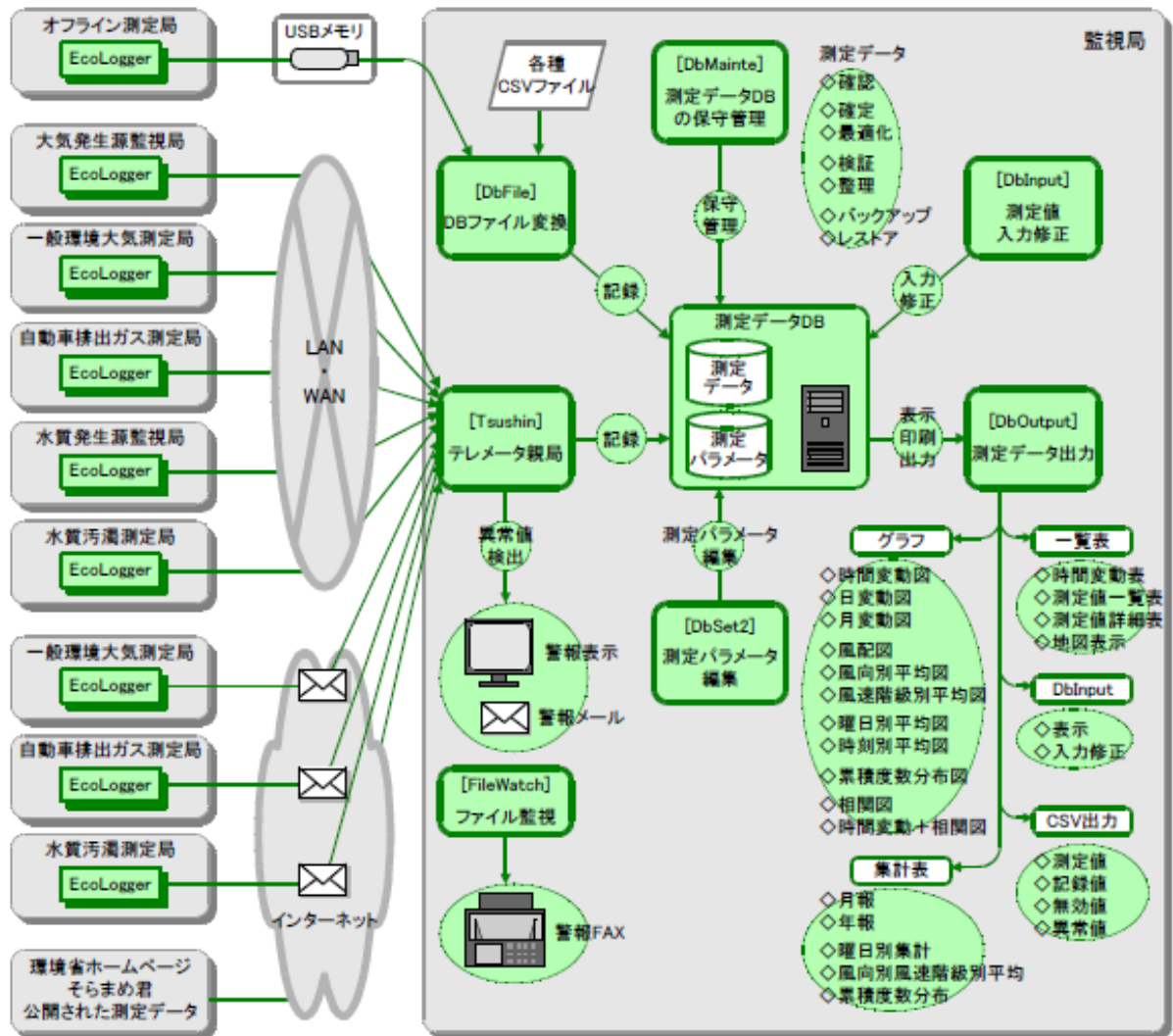
- ・ Phase 1：簡易環境評価（文書レビュー、インタビュー、現場視察）
- ・ Phase 2：水質分析及び排水管理改善提案（「工業団地の環境管理のあり方（案）」）
- ・ Phase 3：排水管理改善支援（対策・最適化）

案件化調査において、これらのサービスに関する競合企業の状況を確認した。ベトナム国においては、欧米、日本等の個別機器（海外製品）をベトナム国内の代理店が輸入し、設置、納入することが一般的に行われていることが確認された。そのベトナム国内の代理店は機器メーカーが提供するマニュアル上に記載されている内容の対応はできるものの、個別機器を組み合わせた排水処理システム全体としての不具合や改善に対する対応能力はないことが確認された。また、ダナン市やドンナイ省等の各工業団地管理者へのヒアリングにおいても、上記サービスのニーズは高く、また、提供してくれるベトナム国内企業はないことが確認された。

（2）環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム

提案企業では環境監視や排水処理の自動運転調整の核となるリアルタイム環境モニタリングシステムの構築・販売を行っている。これは、機材（データロガーや通信機材）の製造・販売、中央監視局のデータ収集・集計・解析及び警報機能を含む監視システムの販売であり、測定機器の販売を含まないが、測定機器は用途に応じ様々である。

環境モニタリングシステム構築費は測定機器込みで測定局が1～3局の場合1,000万円（測定局の建築工事費・自動採水装置の設置費用を除く）程度である。ベトナム国では、自動測定器のデータチェックや解析方法が確立されておらず、提案企業が日本で使用している各種ソフトウェアの販売も検討している。提案企業のシステム構築例は以下に示すとおりである。



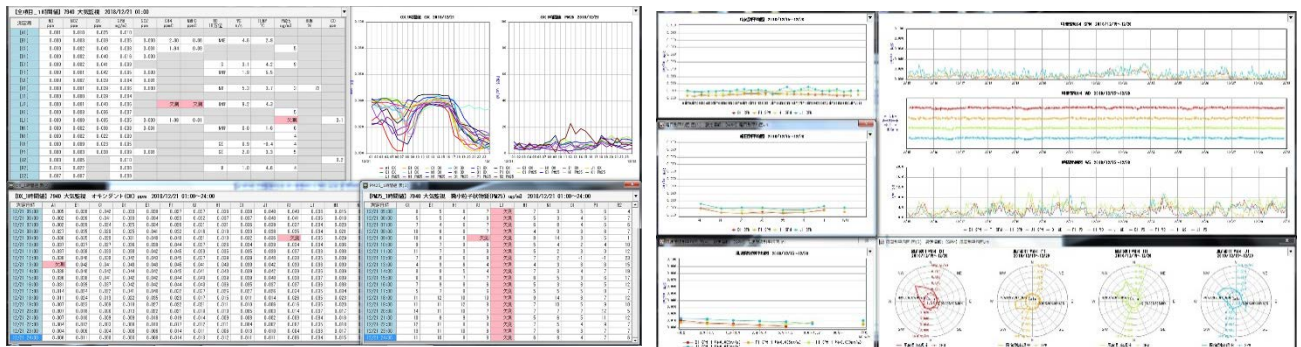
出典：JICA 調査団作成

図5 提案企業システムの概念図

このようなシステムは、排水処理施設の環境管理や運営改善のために活用可能であることから、「(1) 工業団地排水管理コンサルティングサービス」で特定した課題を解決する際に、排水処理施設の処理過程における水質等の変化を把握し、施設の最適化を図る目的で使用する予定である。

(3) 環境関連機器の維持管理サービス

案件化調査の中で、ダナン市では環境測定機器の維持管理や精度管理に課題が大きいことが判明しており、North CEM 等との協議結果を踏まえ、提案企業が長年日本で実施している大気質・水質の維持管理サービスを展開できると判断している。特に標準ガスがない、PM2.5やオゾンの測定機器の校正や精度管理については、提案企業が得意とする特殊な技術が必要とされている。



出典：JICA 調査団作成

図6 環境監視システムの表示画面

常時監視業務を適切に遂行するためには、自動測定器の測定原理や構造を理解するとともに、日常点検や測定精度を確保するための校正等の技術を十分に習得した上で、適正な保守点検を行い、測定精度の維持に努める必要がある。具体的には、自動測定器に限らず測定局全体の管理、消耗品の交換、定期交換部品の交換、校正、データの確定作業、各種記録の保存等を行う。

自動測定器の維持管理については、専門的な知識と技術を必要とするため、日本では維持管理業務を、自動測定器に精通した専門業者に委託する地方自治体が多くなっている。維持管理サービスの価格は人件費、消耗品代、交換部品代、校正器機代、交通費その他で決定される。

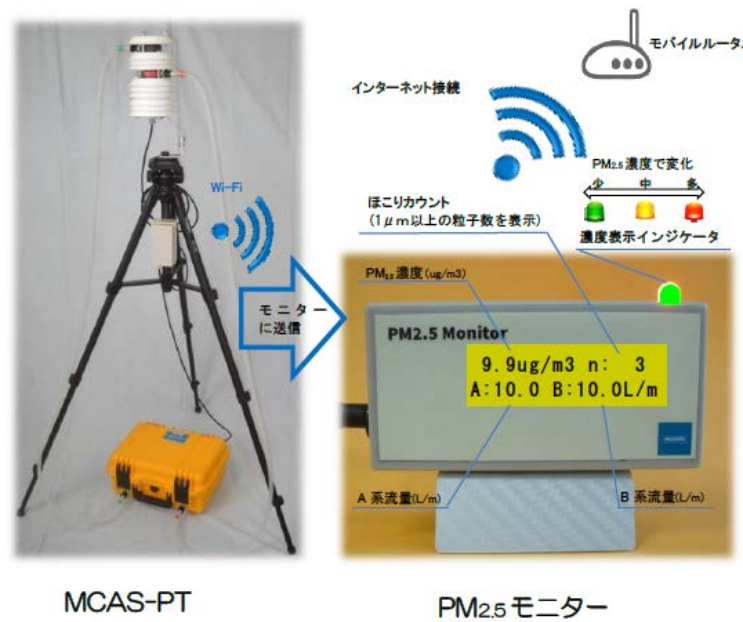
(4) PM2.5 測定及び発生源解析サービス

案件化調査の中で、PM2.5 についての関心が高まっていることが判明した。提案企業では PM2.5 の自動サンプリング装置や簡易測定器を製造・販売しており、自動サンプリング装置については JICA 案件でもイランやモンゴルの技術協力プロジェクトで発生源解析等に活用されている。PM2.5 簡易測定器は、安価で自動測定可能な測定機器であり、日本の自治体向けに開発したものである。PM2.5 簡易測定器については、環境モニタリングシステムとセットで運用することでリアルタイム環境監視に活用可能である。



出典：NHK ニュースおはよう日本 平成 31 年 2 月 16 日（土）放送映像から提案企業製品の画像を抜粋

図7 JICA 技術協力プロジェクトで活用されている提案企業製品 (PM2.5 サンプルング装置)



出典：JICA 調査団作成

図 8 提案企業の PM2.5 簡易測定器

PM2.5 の成分分析は「大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル (平成 28 年 4 月改定、環境省)」等に基づき実施されている。

表 1 4 PM2.5 成分分析方法

調査事項	成分	分析方法
質量濃度	質量濃度	フィルターで捕集した PM2.5 の秤量(専用のクリーンルームを使用)
イオン成分 (8 成分)	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , NH ₄ ⁺	イオンクロマトグラフ法
無機元素成分 (29 成分)	Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, Ta, W, Pb, Th	酸分解/ICP-MS 法
炭素成分	有機炭素 (OC1, OC2, OC3, OC4)、元素炭素 (EC1, EC2, EC3)、炭化補正值 (OCpyro)	サーマルオプティカル・リフレクタンス法

出典：JICA 調査団作成

PM2.5 の主要な発生源はそれぞれ特徴的な成分組成であることが知られており、例として「土壌・道路粉じん：Al」、「海塩粒子：Na」、「鉄鋼：Mn、Cr」、「重油燃焼：V」、「廃棄物焼却：K、Cr」、「自動車排出ガス：EC」、「ブレーキ粉じん：Sb」等が挙げられる。このような発生源の特徴的な成分に着目し、主体となる発生源の推察を行う。発生源解析はレセプターモデルの一つである PMF (Positive Matrix Factorization) 法により行う。PMF 法は因子分析法の一つであり、発生源に関する十分な知見なしで、それぞれの発生源に対して物理的に意味のある発生源プロファイルとその寄与率を得ることができる。発生源解析例は「図 1 5 PM2.5 発生源解析の例」に示す。フィルターに捕集される PM2.5 は非常に微量なため、使用する天秤の精度は 0.1 μg 程度となり、恒温・恒湿のクリーンルームを利用する必要がある。価格は、サンプリング費、成分分析費、解析費用からな

り、1箇所あたり、年4回（各2週間）、計56サンプルの場合、日本の自治体の標準的な価格は400～600万円程度である。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

(1) 環境モニタリングシステム

ベトナム国の環境モニタリングシステムは、汎用パソコンでデータを蓄積し、ファイル形式でデータを転送する方法を採用しているため、データの改ざんが可能であり、不正アクセスのリスクがある。また、大量データを扱う場合には、システムの高いパフォーマンスが要求されるため、大規模で高価なシステムが必要となる。通信方式においても、一方向情報通信システムのため測定用装置を介しての処理施設の制御や測定機器の制御ができないという課題が確認された。

これに対して提案企業が製品化しているシステムは、データを外部から一般的なプロトコルで通信できない測定用装置（データロガー）に格納し、データの改ざん、不正アクセスのリスクがないセキュリティの高いシステムを構築することが可能となっている。

システム全体でも無線等のセキュリティ低下の要因となる仕組みを使わず、監視局との通信も低コストにセキュリティを確保できるインターネットVPNを使用してシステムを構築している。また、処理施設の制御や測定機器の制御等の問題発生時の対応も双方向情報通信システムにより可能となっている。

提案企業製品は、自社業務での使用によるフィードバックによる改良を行ってきた製品であり、データの有効性、異常な状態の検出及び通知、施設管理や環境行政に役立てられる週報・月報・年報等の各種出力、施設内の複数測定ポイントの比較や複数測定局の比較等、多様な出力により、きめ細かな管理を効率良く行うことができる。この点は提案企業製品が他社製品と違い自治体等の顧客だけでなく、自社での使用によるユーザーの立場での製品開発によるものとなり、業界でも優位な製品となっている。

事前調査及び案件化調査から、データ精度管理、セキュリティに関して、提案企業の製品はベトナム国のCircular No.24で定める要求事項を満足することが確認できた。さらには、データの精度管理やセキュリティの向上、測定機器の維持管理体制強化のため、セキュリティが高く、様々な測定機器と接続可能な日本で唯一、提案企業が提供可能なシステムの導入が必要なことが確認できた。なお、提案企業のデータロガーは排水監視だけでなく、様々な監視（大気環境等）に活用可能であることから、今後幅広いビジネス展開が期待できることが確認できた。

また、本案件化調査の中でベトナム側関係者にヒアリングした際に多く聞かれた質問としては、既存の環境監視の測定機器あるいはベトナム国で一般的に使用されているセンサーを用いることはできるかという点があげられる。提案企業のシステムの長所の一つは特定のメーカーの仕様に依存することなく、あらゆるメーカーの測定機器と接続し監視できることにある。その点をベトナム側関係者に説明した結果、既存の資産（測定局、機器等）も活用でき、既存のシステムの延長線上で提案企業のシステムを導入できるということが好評であり、ベトナム国において提案企業の製品、サービスが十分に受容される技術面、社会面での環境が整っていることが確認できた。

表 15 提案製品・技術の現地適合性

	①データロガーを中心とするシステム (提案企業)	②大手日本企業等の 他社商品	③パソコンによる データ転送 (ベトナム仕様) (FTP/e-mail)
価格	低い	非常に高い	低い
スペック	高い	高い	汎用製品
システムの安定性	高い	高い	低い
セキュリティー	高い	高い	低い
処理施設管理や測定 機器の管理に役立つ 出力及び検出	◎	△	×
処理施設や測定機器 の制御	可	不可	不可
通信頻度	リアルタイム	リアルタイム	非リアルタイム
接続機種汎用性	高い	低い	低い
ベトナムでの有効性	◎	△	×

出典：JICA 調査団作成

(2) 現地適合性試験結果（水質監視局の試験的設置とデータ転送試験）

[排水水質連続測定の方法]

Hoa Cam 工業団地で実施されている排水連続監視と並行して、提案企業製品を利用した排水水質のデータ転送試験を行い、現地適合性を確認した。多項目水質計（東亜 DKK 社製 DQC-24）及び UV 計（東亜 DKK 社製 OPM-1610）のセンサーを Hoa Cam 工業団地の放流水槽に設置し、連続データを取得した上で、光回線を通して Son Tra 排水処理施設に設置した親局にデータ送信を行った。センサー等の選定、データ転送方法の選択等にあたっては、ベトナム国の Circular No.24 を参照し、本 Circular が適用可能な項目については定められている事項に適合していることを確認した。なお、Circular No. 24 では水質の測定にあたっては本来、最終放流マス等からポンプで汲み上げ、流量をセンサーの測定範囲内にした上で測定することが求められているが、試験を実施した Hoa Cam 工業団地は排水の流速が十分遅く、センサーの適用範囲内であったため、ポンプでの汲み上げは行わずに適合性の確認を行った。

Circular No. 24 にも記載されているように精度管理を行うため、設置前にはセンサーの校正を実施した。日本での水質モニタリングにおいても、電極の洗浄や校正等の日常点検、メーカーによる詳細点検・部品交換等の定期点検によって測定品質を維持している。測定項目は、pH、DO、UV（COD 換算値算出用）、濁度及び温度とした。COD の精度管理のため、原水槽、処理水槽及び放流水槽（AMS 設置場所）における計 10 か所で UV 計による測定と排水サンプリングを同時に行い、サンプルをラボで分析した上で後日 COD 値に換算した。



出典：JICA 調査団作成

図9 多項目水質計及びUV計による水質測定

[データ転送用機器の設置]

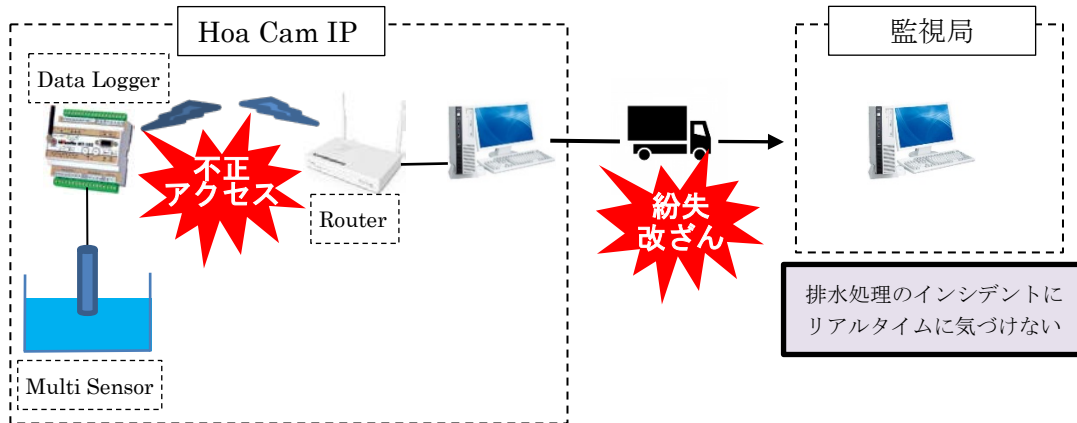
Hoa Cam 工業団地の放流水槽に隣接する建物に提案企業製データロガーを設置し、データロガー、排水処理施設の事務所のルータ間に不正アクセスのリスクを除くため、通信ケーブルを敷設・接続した。また、データサーバー（親局）を Son Tra 排水処理施設に一時的に設置するとともに親局-子局間に VPN（Virtual Private Network）を構築し、セキュリティが確保（不正アクセス、紛失、改ざん等のリスクがない）された環境の下でデータ転送を行った。



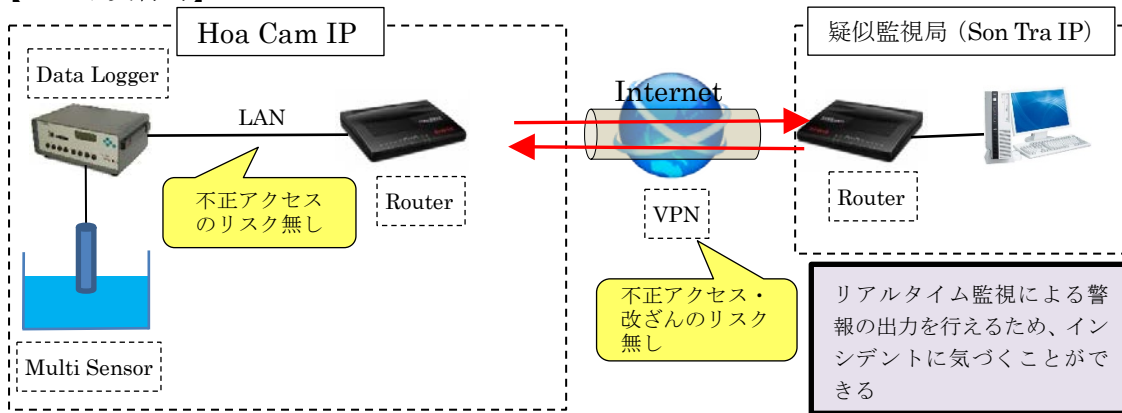
出典：JICA 調査団作成

図10 Hoa Cam 工業団地に設置したデータロガー（左）と Son Tra 排水処理施設に設置した親局（右）

【現況】



【テスト実行時】



出典：JICA 調査団作成

図 1 1 データ転送テストの概略図

[データ転送試験結果]

非公開

図 1 2 データ転送テスト結果 (Hoa cam 水質データ)

2-4 開発課題解決貢献可能性

(1) 工業団地排水管理コンサルティングサービス

急激な都市化等により河川・海域等の水質が悪化しており、漁業や観光資源等への影響、健康被害が顕在化してきている。また、環境保護国家戦略では工業団地の排水処理施設の設置や排水の常時モニタリングの実施が目標とされており、一部地域では取り組みが進められているものの、多くの課題がある。このような状況の中で、工業団地排水管理コンサルティングサービスは適切な排水処理の実施という開発課題の解決に非常に役立つものとする。

ベトナム国における排水処理施設の導入は進みつつあるが、導入決定のタイミングが入居企業の決定前であったり、拙速に導入を決定したりすることで十分な検討が行われていない場合もみられる。また、本案件化調査で明らかになったように、処理能力の不足や重金属類や有害物質への対応が遅れている場合もある。以下の3段階のサービスを工業団地に対して提供することを予定している。

- ・ Phase 1 : 簡易環境評価 (文書レビュー、インタビュー、現場視察)
- ・ Phase 2 : 水質分析及び排水管理改善提案 (「工業団地の環境管理のあり方 (案)」)
- ・ Phase 3 : 排水管理改善支援 (対策・最適化)

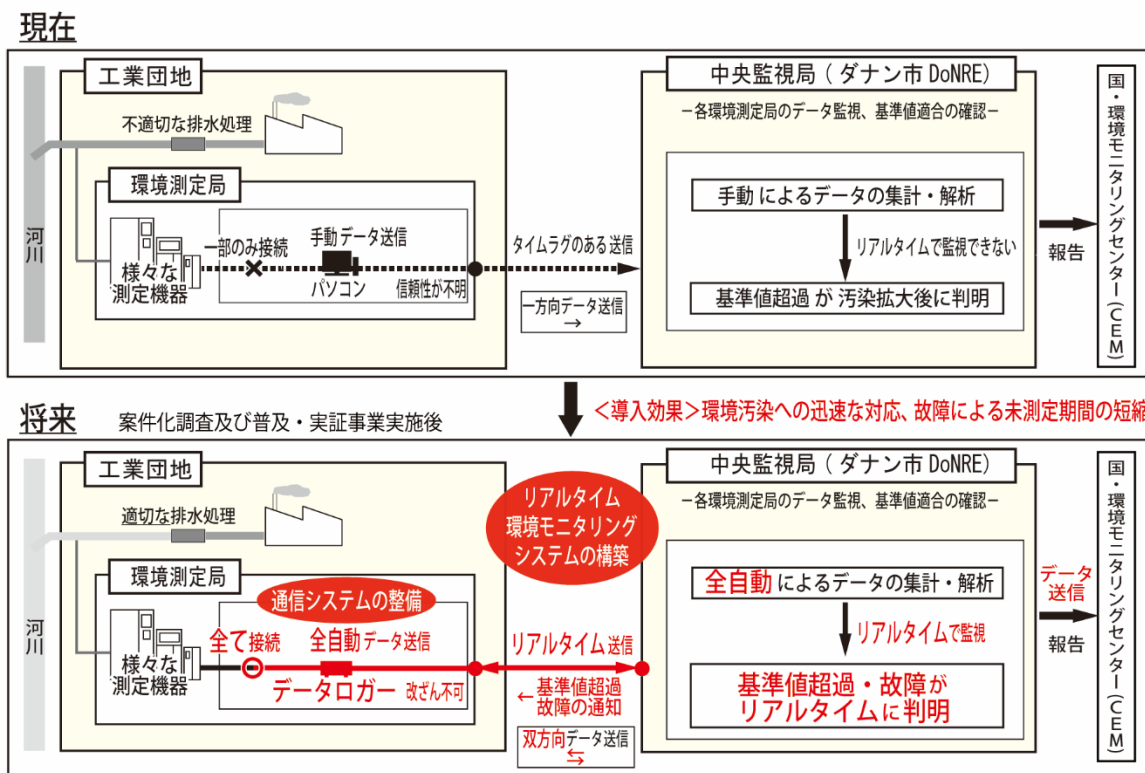
Phase 1 では排水処理システム上の処理能力不足の原因等の課題の抽出を行う。Phase 2 では水質分析等により課題解決のための原因解析、重金属等の処理対象外物質が排水基準を超過する場合はその原因企業の特定、解決策の立案を行う。その上で Phase 3 として、その解決方法の支援を行う。コンサルティングサービスの成果として、工業団地側は能力不足の排水処理システムの改善 (排水水質の改善)、電気使用量や薬剤使用量の削減、汚泥発生量の抑制を合理的な価格で、自主的な意思決定の下で行うことができる。また、一般的には個別の企業にて処理することが求められる重金属に関して未処理あるいは処理不足のまま放流している企業があった場合に、どのような方法で対応するかは官営あるいは半官半民の工業団地の場合は工業団地だけでなく行政機関に対しても解決提案を行う (例: 排水受入れの契約条件の見直し、原因企業の特定方法、基準超過があ

った場合の手続き方法の検討（行政への報告、原因企業への警告等）。また工業団地内の個別企業が排水管理上の課題を抱えている場合にはそれらの個別企業に対する改善提案もサービスに含めることを想定している。

このようなサービスを提供した結果、適切な排水処理を実施する施設が増加し、開発課題の解決に貢献できると考えられる。

(2) 環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム

提案企業システムの導入効果の概念図を以下に示す。大気や水質等の様々な測定機器と接続可能な提案企業データロガーを活用した、低コストで安定的な双方向通信システムと自動データ集計・分析システムを構築することにより、データ改ざんを防止するとともに、環境汚染への迅速な対応や測定機器の故障による未測定期間の短縮を図ることができる。ベトナム国において環境監視が実施されているが、測定は行うものの、そのデータが活用されていないという実態が確認されている。ダナン市やCEM等へのヒアリングの結果、データが活用されていない原因の一つとして測定そのものの信頼性不足があり、仮に基準値を上回る値が検出された場合でも、それが本当に基準超過しているかどうかの正確な判断が出来ないため、市民への情報公開にいたっていないとのものであった。提案企業のシステムを導入することにより、データの信頼性を向上することで、データそのものの活用を促し、環境管理能力向上に貢献できると考えられる。



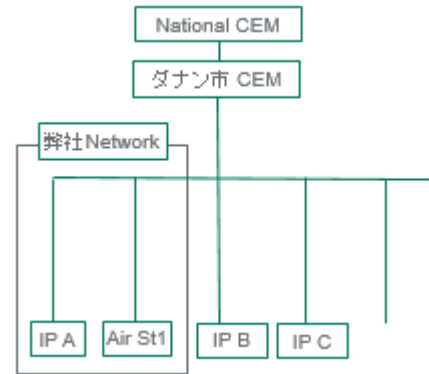
※環境測定局は河川沿岸にも同様に配置を計画する。

出典：JICA 調査団作成

図 1 3 提案企業の監視システムの概要と導入効果（開発課題の解決への貢献）

(3) 環境関連機器の維持管理サービス

ダナン市においては関連法令に基づき、下記のような監視システムが統合的（大気、排水、環境水）に構築され、5分毎にダナン市環境モニタリングセンター（CEM）に所定のフォーマットにより、データが送信されている。しかしながら、前述（2）項とも同様であるが、ベトナム国では、環境常時監視測定機器の維持管理や精度管理に課題が多く、大気や水質に関して適切なデータが取得されていない。また、1-4-4項で述べたように、導入した装置を長期的に安定して運用することができていない。そこで、日本の経験を生かした維持管理方法の導入や簡易計測装置の導入によって、装置の精度管理や長期的な運用を可能とし、ベトナム国における持続的な環境管理に貢献すると考えられる。

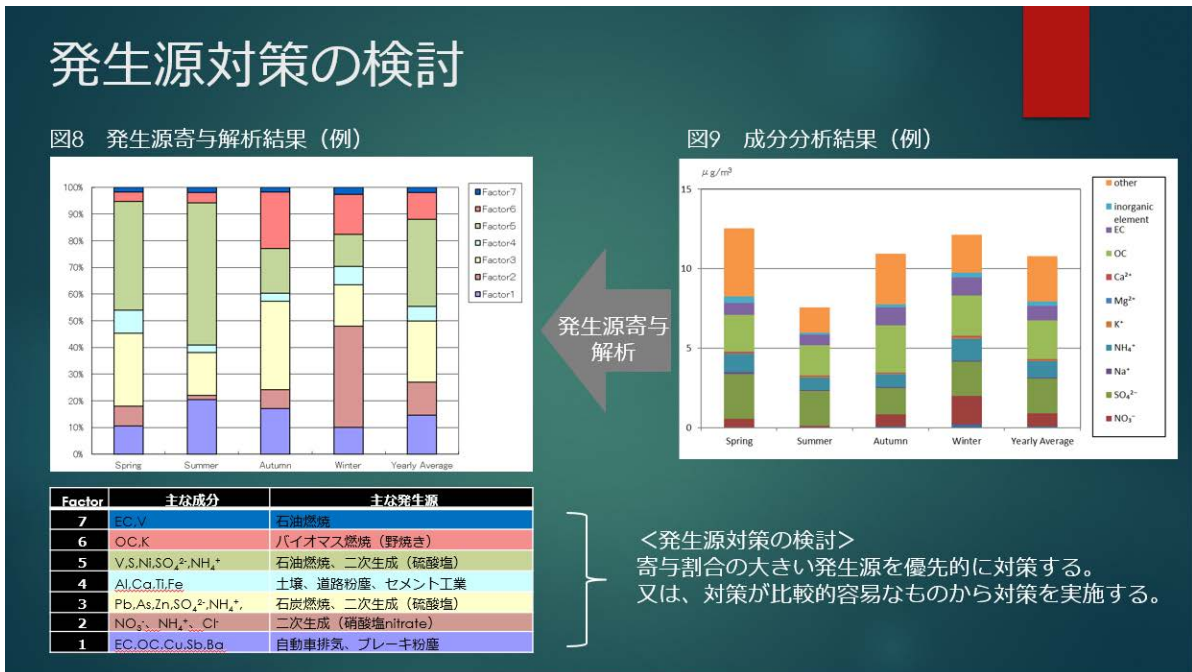


出典：JICA 調査団作成

図14 ダナン市のネットワークシステム

(4) PM_{2.5} 測定及び発生源解析サービス

前述（3）項に記載したとおり、ベトナム国では、環境常時監視測定機器の維持管理や精度管理に課題が多い。ダナン市においてはPM_{2.5}の測定に係る精度管理体制も十分ではないことが案件化調査の中で確認された。これはPM_{2.5}の測定装置の維持・校正及び結果の解析がベトナム国においては技術的に困難なためと考えられた。そこでベトナム国の既存のPM_{2.5}測定機器が正しい値を測定しているかを確認、校正するため提案企業が日本の技術によるPM_{2.5}測定サービスを提供する。また、その測定結果を有効に活用し、発生源解析サービスを提供することで、ベトナム国の環境管理体制の向上に貢献できると考えられる。



出典：JICA 調査団作成

図15 PM_{2.5} 発生源解析の例

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

ODA 案件化は、普及・実証・ビジネス化事業を活用することを計画している。普及・実証・ビジネス化事業では、横浜市や排水処理関連企業、外部人材と協力して排水処理等の環境監視システムの導入を行い、モニタリングの実施を支援する。また、環境水・環境大気の常時監視の維持管理・精度管理に関するマニュアル、常時監視データを活用した環境管理に関するマニュアルを作成し、活用支援を行うことで、地域環境管理能力の向上を図り、ベトナム側にグッドプラクティスとして認識されることを目指し、併せてマーケット獲得を図る。また、近年ベトナム国内で問題視されているPM2.5についても測定のみならず、その測定データを用いた発生源解析サービスを行政機関に提供する。普及・実証・ビジネス化事業では提案企業の以下の製品・技術を活用する。

- ・ 工業団地排水管理コンサルティングサービス
- ・ 環境モニタリングシステム（データ通信・データ解析等）
- ・ 環境関連機器の維持管理サービス
- ・ PM2.5 測定及び発生源解析サービス

3-2 ODA 案件内容

普及・実証・ビジネス化事業では、個別工業団地について、排水処理対策支援やリアルタイム環境モニタリングシステムの構築支援を行う。また、ダナン市、横浜市及び地域産業排水関連企業と協力し排水処理等の環境対策施設の導入支援、モニタリング機器の維持管理・精度管理方法の提案、PM2.5 測定及び発生源解析サービス等を行う。更にこれらを地方及び国レベルにも提案していく。

表 16 投入する要素の計画

投入要素	計画
1. 人員	ムラタ計測器サービス: 12MM (現地業務回数: 12 回) コンサルタント: 12MM (現地業務回数: 12 回)
2. 研修員受入れ	3 回 (各 4 名)
3. 機材供与	[自社製品] 合計: 27,000 千円 排水自動監視システム、PM2.5 サンプラー、PM2.5 簡易測定器 [他社製品] 合計: 15,000 千円 水質測定器、サーバー類、ケーブル等
4. その他	セミナー2 回 ローカルコンサルタント (パートナー候補企業) PM2.5 成分分析及び発生源解析
日本側合計	1 億円
ベトナム側投入内容	C/P 配置、事業用執務スペース並びに資機材確保、必要経費、大気測定器の交換部品代

出典: JICA 調査団作成

表 1 7 PDM (Project Design Matrix)

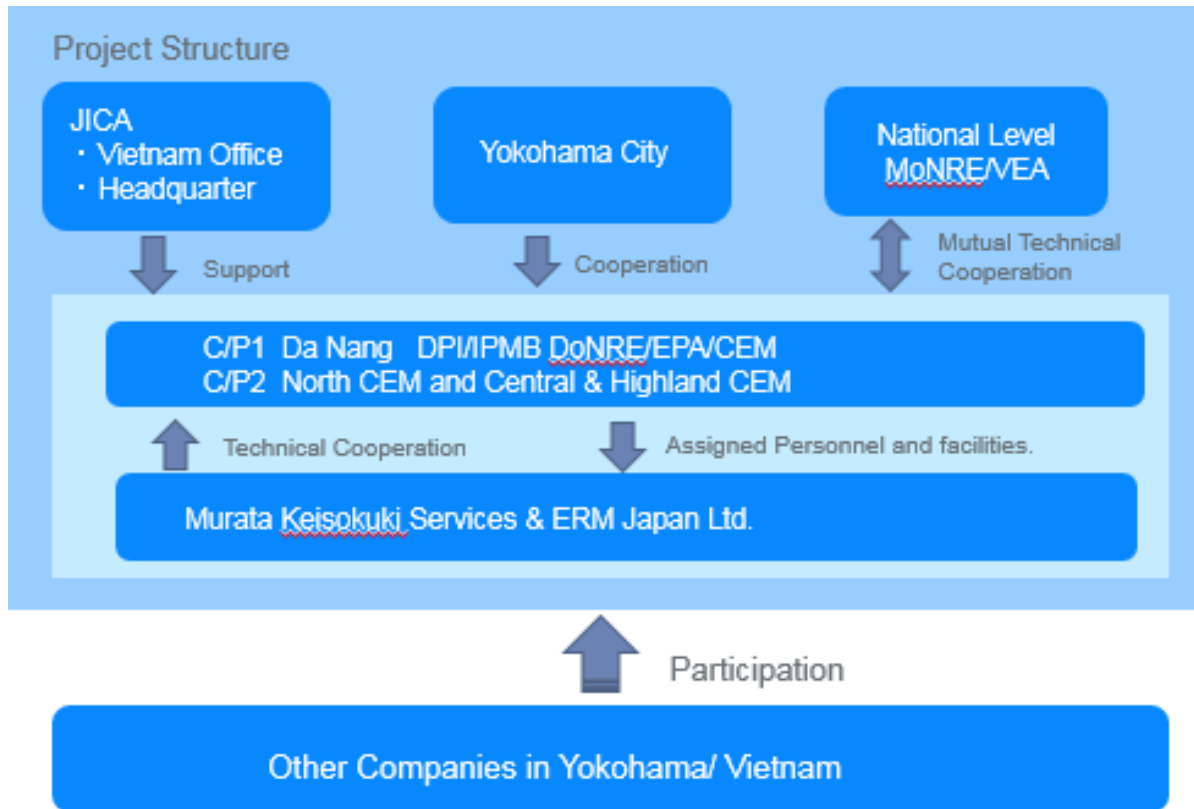
目的：	ダナン市やその他の省・市における工業団地等において有効な環境管理体制が確立される。	
成果：	活動：	
成果 1 提案企業の自動監視・運転システムを活用した工業団地の排水処理の最適化により、排水の技術基準遵守が図られ排水の水質が改善されると共に、電気使用量の削減、汚泥発生量の削減が図られる。	活動 1-1	排水処理過程における水質のラボ分析及び評価
	活動 1-2	主要の汚染源の特定と個別工場での対策の実施
	活動 1-3	自動監視・運転システムの計画・設計
	活動 1-4	自動監視・運転システムの運用と最適化の実施 (電気使用量及び汚泥の削減)
	活動 1-5	排水処理設備管理者向けトレーニングの実施
	活動 1-6	ダナン市での自動監視・運転システム活用事例を他の自治体の工業団地に展開する
	活動 1-7	工業団地内の個別企業の排水処理についてもコンサルティングサービス提供の範囲を拡大する
成果 2 行政機関及び工業団地を対象とした排水及び環境水の管理マニュアルが作成され、地域の水質管理能力が向上する。	活動 2-1	自動監視装置の精度管理・維持管理とデータを有効活用した地域水質管理マニュアルの作成
	活動 2-2	地域水質管理マニュアルの活用支援
	活動 2-3	行政機関の水質管理改善のための制度面での技術サポート (改善提案)
	活動 2-4	行政機関及び工業団地、工業団地内個別企業がどのようにマニュアルを活用するかを討議するためのワークショップの開催
	活動 2-5	行政機関、工業団地の実務者向けトレーニングの実施
	活動 2-6	ダナン市以外の自治体へ本マニュアル等を展開する
成果 3 大気汚染の管理マニュアルが作成され、地域の大気環境管理能力が向上する。	活動 3-1	行政機関向けの自動監視装置の精度管理・維持管理とデータを有効活用した地域大気環境管理マニュアルの作成
	活動 3-2	地域大気環境管理マニュアルの活用支援
	活動 3-3	行政機関の自動監視装置運用管理者向けトレーニングの実施
	活動 3-4	データ活用・公開制度確立のための行政機関向けのサポート
	活動 3-5	ダナン市、North CEM、Central and Highland CEM以外の地方自治体、機関に対しても大気汚染の管理マニュアルを展開し、ベトナムでの標準仕様となるようにする
	活動 3-6	提案企業の維持管理サービスをベトナム全土で提供する

出典：JICA 調査団作成

表18 普及・実証・ビジネス化事業実施スケジュール

成果	活動	1年目				2年目				3年目			
1	1-1	→											
	1-2	→		→									
	1-3			→									
	1-4			→									
	1-5	→			→	→				→		→	
	1-6					→							
	1-7									→			
2	2-1	→											
	2-2				→								
	2-3	→											
	2-4				→								
	2-5					→							
	2-6								→				
3	3-1	→											
	3-2				→								
	3-3	→		→		→		→		→		→	
	3-4	→											
	3-5	→											
	3-6								→				

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 1 6 ODA 案件化実施体制図

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

カウンターパートは、ダナン市（計画投資局（DPI）及び地方天然資源環境局（DoNRE））とする。ダナン市には、ダナン市地方天然資源環境局（DoNRE）の下、ダナン市環境保護局（EPA）があり、同機関が自動監視の維持管理を担当している。工業団地に関してはダナン市内に工業団地管理委員会（DIEPZA）があり、ダナン市の DoNRE、EPA と連携して環境管理の推進にあたっている。工業団地を対象とした事業を行う際には個別の工業団地ではなく、DPI・DoNRE・DIEPZA を工業団地側の窓口として調整、事業の推進にあたる事が案件化調査の中で確認できた。

また、大気の監視についてはダナン市 EPA がベトナム環境総局（VEA）傘下の国レベルの環境モニタリングセンター（CEM）（ベトナム国の各省への技術面の指導を担当）と関係しているため、国レベルの CEM もカウンターパートとし、情報共有を図ることで将来の継続性を確保し、全国展開に向けた布石とする。2018年に国レベルの CEM は3分割され、北部は North CEM、中部は Central and Highland CEM、南部は South CEM が管轄することとされた。これまでダナン市に設置・運用されてきた大気測定 AMS を所有、管理している North CEM ならびに、今後、ダナン市も地域的に管轄下にはいる Central and Highland CEM の2機関と特に緊密な連携を図ることとする。

表 19 C/P 候補機関との協議状況

C/P 候補機関	協議状況	今後確認すべき事項
ダナン市 人民委員会 (PC) 計画投資局 (DPI) 天然資源環境局 (DoNRE) 外務局 (DOFA) 工業団地管理委員会 (DIEPZA)	提案する排水処理改善プロジェクトについて実務者レベルでは基本的な合意を得ており、協力同意に関するレターを用意することは可能となっている。	詳細なプロジェクト計画につき人民委員会による承認が必要。ODA 案件は外務局が関与する。
北部環境モニタリングセンター (North CEM)	提案する排水処理改善プロジェクトについて実務者レベルでは基本的な合意を得ており、協力同意に関するレターを用意することは可能となっている。	詳細なプロジェクト計画につき、North CEM の承認が必要。
中部及び高地環境モニタリングセンター (Central and Highland CEM)	提案する排水処理改善プロジェクトについて実務者レベルでは基本的な合意を得ており、協力同意に関するレターを用意することは可能となっている。	詳細なプロジェクト計画につき、Central and Highland CEM の承認が必要

出典：JICA 調査団作成

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

現在、ダナン市では関連する ODA 事業が実施されていないため、案件化調査段階での密な連携は想定されないものの、他地域での関連する ODA 事業とは JICA ベトナム事務所等を通じて情報共有等を図る。

また、現在ダナン市では、横浜市の Y-PORT 事業の一環として、JICA 草の根技術協力事業「家庭系廃棄物の分別促進モデル事業-「ヨコハマ G30/3R 夢 (スリム) の水平展開」が進行中である。横浜市は従来から Y-PORT 事業等でダナン市を支援しており、今後も協力関係が継続される予定である。提案企業も Y-PORT 事業の中で横浜市及び横浜市内の民間企業と可能な場合は協力の上、本事業を進めていく。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成にあたっては、以下のような課題・リスクが想定される。このため、協力同意のレターの取得にあたっては、これらの課題・リスクを考慮して普及・実証・ビジネス化事業の段階で問題が生じないように配慮する。

(1) C/P に関する事項

C/P であるダナン市、CEM 等の関係機関と提案企業との関係は良好であり、普及・実証・ビジネス化事業の段階における実施体制についても協議を重ねていることから、案件形成上のリスクは最小限である。普及・実証・ビジネス化事業の段階で対象とする地域や工業団地について、事前の合意を得る必要がある。C/P に関わるリスクとして、組織の改編や人事異動がある。普及・実証・ビジネス化事業についても横浜市の Y-PORT 事業としての位置づけで実施する予定であり、横浜市と協力の上進めていくことでリスクの低減を図る。CEM については、元 CEM 職員等と連携して事業を実施していく予定であり、これまでに築いた人間関係を活用して、このようなリスクに対処して

いく予定である。なお、本案件化調査中に、ダナン市及び CEM の組織改編が行われ、若干の混乱は生じたものの大きな支障はなかった。CEM が 3 分割されてから日が浅く、North CEM、Central and Highland CEM の役割やダナン市 CEM との関係も今後明確になってくるものと考えられるため、定期的に状況を確認することとする。

(2) ODA 案件で対象とする工業団地に関する事項

ダナン市側からは、対象とする排水処理施設の数を増やすよう希望が出されているが、普及・実証・ビジネス化事業で対応可能な数には制約があるため、案件化調査の段階で対象としてこなかった排水処理施設について、対象とする施設を絞り込む必要があり、ダナン市や工業団地関係者との事前調整が必要である。案件化調査で対象としなかった施設については Phase1 簡易環境評価（文書レビュー、インタビュー、現場視察）から実施することになる。

(3) 関係法令に関する事項

排水関係については、普及・実証・ビジネス化事業の中で法令の改正等の有無を再度確認した上で、事業の実施を行うことが可能である。

大気汚染関係については、ベトナム国側に日本等で実施されている維持管理という概念がなく、関係法令やマニュアル等も未整備である。現場作業に係る規定では、現行の管理者（ダナン市または CEM）の承諾なしに維持管理ができないこととされている。さらにデータの共有についても承諾が必要となる。案件化調査の中で事前調整を行い、大気汚染関係の普及・実証・ビジネス化事業について合意を得ているが、細かな内容についての同意のレターの取得を行う必要がある。

(4) 機材供与に関する事項

普及・実証・ビジネス化事業で利用する大気汚染関連機材の供与に関しては、関係機関の間で問題が生じないように調整を行う必要がある。上記のとおり、ベトナム国側には維持管理の概念がなく、測定機器に関する知見がほとんどないため、機器の校正に関する技術力も低い。機器の校正はほとんど自動的に行われ、十分なチェックがなされていない。案件化調査を通じてベトナム側でも維持管理に課題が多いことを認識するようになったものの、日本で実施されているような校正作業の主体については明確でなく、今後、CEM とダナン市に確認が必要となる。このため、PM2.5 関連機器の供与先については、事前に十分協議が必要となる。なお、この際、ベトナム国における環境分野の官民パートナーシップ（PPP：Public Private Partnership）事業の展開の可能性についても協議を行う予定である。

(5) 大気環境監視、排水・水質監視マニュアルに関する事項

普及・実証・ビジネス化事業においては、排水及び環境水の管理マニュアル、大気汚染の管理マニュアルを作成する予定としている。これらのマニュアルは、ダナン市を対象にして進めるものであるが、その後の展開をしていくためには国の関与が不可欠である。そのため、普及・実証・ビジネス化事業では、CEM も C/P に加え、国側の理解を得る予定である。

(6) 普及に関する事項

案件化調査の中でもワークショップの開催を実施しているが、普及・実証・ビジネス化事業の段階においてもトレーニングの一部としてワークショップまたはセミナーの開催を予定している。案件化調査で明らかになった課題として、ワークショップの開催にあたり、関係者に十分な事前説明が必要である点である。特に個別排水処理の詳細の報告方法、対象とならなかった施設管理者への事前説明等を実施する必要がある。ダナン市以外の省・市への普及については、案件化調査段階と同様、ビジネス化のための活動と併せて、適宜、南部・北部の主要な省や市に説明を行う予定である。

大気汚染関係についてはC/Pとなる予定のCEMとの共同作業を通じ、トレーニングの一環として普及活動を行うことを予定する。

3-6 環境社会配慮等

JICA 環境社会配慮ガイドライン上、本案件化調査のカテゴリはCとされている。

3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

本サービス・製品の導入により、想定される開発効果として、ベトナム国の国家環境戦略に示される数値目標（2020年までに95%の工業団地で環境監視システムの導入と環境規制の遵守）の達成に貢献することができる。現在、ダナン市では2020年以降の環境戦略を策定中であるが、本プロジェクトは環境管理の次のステップに向けた協力となることを確認している。環境管理の次のステップの考え方としては、単純な法令順守にとどまらず、より積極的に省エネや、廃棄物処分量の低減、廃棄物の再資源化といった更なる環境負荷低減に向けた取り組みを意味する。

具体的には本ODA案件によって、廃水処理システムの最適化では、排水処理システムの運転に係る消費電力の20%低減、発生汚泥量の20%削減といった効果が期待される。例として、ダナン市のSon Tra工業団地の規模（処理量25,000 m³/日）で試算すると、表20、表21に示すように、電気使用及び汚泥処理の費用として、年間約480万円削減できる。これにより、モニタリングや改善にかかる投資は数年で回収できると考えられる。ドンナイ省にある民間の工業団地（A社）のヒアリングによれば、モニタリングデータを活用して処理装置を最適化・自動運転するために要したコストは数年で回収できているとのことであった。

表 2 0 工業団地の排水処理にかかる電気料金試算例 (Son Tra 工業団地を想定)

試算上の下水処理場規模 (日平均処理量)	25,000	m ³ /day
ブローラー数	2	台
定格風量	130	m ³ /day
風量範囲	40~130	m ³ /day
上記風量のブローラーの定格容量	150	kW
最大風量での運転時の日使用電力量	7200	kWh/day
最大風量での運転時の日使用電気料金	55440	JPY (7.7JPY/kWh の場合)
最大風量での運転時の年使用電気料金	20,235,600	JPY /年 (同上)
最大風量の 80% で運転できた場合の年使用電気料金	16,188,480	JPY /年 (同上)
年間のコストダウン効果	4,047,120	JPY /年 (同上)
10 年間のコストダウン効果	40,471,200	JPY /10 年 (同上)

出典 : JICA 調査団作成

表 2 1 工業団地の汚泥処理費用試算例 (Son Tra 工業団地を想定)

試算上の下水処理場規模 (日平均処理量)	25,000	m ³ /day
日汚泥発生量	8	7~10ton/day
年間汚泥発生量	2920	ton/year
汚泥処分費	4,380,000	JPY/year (処分費 1500JPY/ton と仮定)
汚泥削減率 20% のときの汚泥処分費	3,504,000.0	JPY /年 (同上)
年間のコストダウン効果	876,000	JPY /年 (同上)
10 年間のコストダウン効果	8,760,000	JPY /10 年 (同上)

出典 : JICA 調査団作成

また、大気環境監視システムの測定精度の向上や PM_{2.5} の測定及び発生源解析サービスでは、測定データが一般に開示されるに値するデータになることで、環境行政がより正しい政策を行うことの助けになると共に、各地方自治体が大気質情報の開示を一般市民へ行うようになり、そのデータが一般市民の積極的な環境負荷低減 (公共交通機関等の環境負荷低減型の移動手手段への転換等) に努めるきっかけになるといったことが本 ODA 案件の開発効果として期待されている。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

案件化調査の結果、以下の4つのサービスについてビジネス展開を計画することとした。

これらのサービスは、持続可能な開発目標（SDGs）の目標3、9、11、13、14に関連付けられる。

- 4-1-1 工業団地排水管理コンサルティングサービス
- 4-1-2 環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム
- 4-1-3 環境関連機器の維持管理サービス
- 4-1-4 PM_{2.5}測定及び発生源解析サービス



図17 ビジネス展開に関連するSDGs

上記4つのサービスのうち、「4-1-1」は工業団地（民間・公共）向けサービス、「4-1-2」のうち排水処理関連は「4-1-1」と同様民間・公共向けサービス、環境水・環境大気のリアルタイムモニタリングサービスは公共向けサービス、「4-1-3」と「4-1-4」は公共向けサービスを想定している。

工業団地向けのサービスは、主として民間の工業団地を対象にし、公共向けサービスは国・省や市で、このようなサービスを必要としている機関を対象とする。なお、PM_{2.5}を含む環境モニタリングは、ベトナム国内の環境アセスメント等でも必要とされることから、幅広い視点でマーケティング活動を行うこととする。

現地パートナー候補企業は、南部と北部地域に1社ずつ特定済みであり、普及・実証・ビジネス化事業の開始前に基本協力同意書を作成し、共同でマーケティング活動を開始する予定である。また、必要となるモニタリング機材（主として国産）等の現地調達先も特定済みであり、具体的なビジネスを開始するための基本的な情報は入手済みである。

ビジネス展開にあたっては、現地パートナー候補の教育・訓練から開始する必要があるため、普及・実証・ビジネス化事業を有効に活用し、幅広いビジネス展開につなげていく予定である。また、「4-1-1」の工業団地向けのコンサルティングサービスの展開にあたっては、必要に応じて、横浜市の水ビジネス協議会との連携を図る等により、質の高いサービスの提供となるような工夫を行う。

4-1-1 工業団地排水管理コンサルティングサービス

普及・実証・ビジネス化事業の段階では、ダナン市の工業団地等において排水処理施設改善（対策の実施支援・最適化等）の環境コンサルティング業務を行うとともに、これと並行して、現地パートナー企業と協働で工業団地の集積する南部地域（ドンナイ省、バリアブントウ省、ビンズオン省等）

と北部地域（ハナム省、ハイフォン市等）を対象に、同様のサービス展開を実施する。サービス内容は以下に示すとおりであり、費用は施設規模・種類や所在地に応じ個別案件毎に設定する（人件費、旅費、管理費、分析費及び技術経費）。

- ・ Phase 1：簡易環境評価（文書レビュー、インタビュー、現場視察）
- ・ Phase 2：水質分析及び排水管理改善提案（「工業団地の環境管理のあり方」）
- ・ Phase 3：排水管理改善支援（対策・最適化）

施設改修工事の支援を実施する場合には、横浜市 Y-PORT 事業の関連組織である横浜水ビジネス協議会（上下水道分野 133 社の企業・団体と横浜市が設立）からのサービス提供も検討する。

4-1-2 環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム

(1) 排水モニタリング

普及・実証・ビジネス化事業の段階では「4-1-1 工業団地排水管理コンサルティングサービス」と併せて、必要に応じて排水処理施設の最適化のためのリアルタイムモニタリングシステムの導入を行う。現地での機材等の販売は、当面、現地パートナーを通じて実施する予定である。

(2) 大気質・水質モニタリングシステム

提案企業製品の販売にあたっては、親局を既存建屋（DoNRE 等）に機材を設置する。子局（通信回線、データロガー及び測定機器）は、既設の測定機器が継続利用可能な場合には測定機器の販売は不要となるが、既設の測定機器が継続利用不可能な場合、測定機器がない場合、測定項目の追加を行う場合等には測定機器の販売を行う。

想定する費用（価格）は親局が基本料金 550 万円、子局の費用は 1 局あたり 200 万円の固定とする。これらに加え、子局設置にあたっては、観測小屋、採取装置、空調、電気、電話回線等のユーティリティーが必要になる。これらの費用には測定機器の費用は含まない。また、これらの費用にはデータ解析・集計ソフトの費用を含むが、顧客の求めに応じ、データ解析・集計ソフト単体の販売も検討する。

4-1-3 環境関連機器の維持管理サービス

普及・実証・ビジネス化事業の段階では、大気・水質の日常点検、3 か月、6 か月、12 か月の定期点検について、North CEM、Central and Highland CEM やダナン市と協力して実施し、普及・実証・ビジネス化事業終了後、日常点検がビジネスとなる場合には現地事務所を設立し、技術者を 2 名配置する。3 か月、6 か月、12 か月の定期点検及び精度管理（キャリブレーション）サービスについては、現地社員を含め、日本からの派遣で行う。なお、この場合、ベトナム人を雇用し 1～2 年間の本邦研修を行うことを想定している。

4-1-4 PM_{2.5} 測定及び発生源解析サービス

「4-1-3 環境関連機器の維持管理サービス」に必要となる提案企業 PM_{2.5} サンプラーを活用した PM_{2.5} の分析サービスを提供する。PM_{2.5} は標準物質や標準ガスが存在しないため、自動測定

器の維持管理の際には、精度管理のため、定期的な並行測定試験が必要となる。ベトナム側でこのような維持管理が独自で可能となったと判断される場合には、提案企業の PM2.5 サンプラーの販売またはリースを現地パートナーを通じて行う計画である。また、PM2.5 による大気汚染が深刻なハノイ市やホーチミン市周辺において PM2.5 の簡易測定器の販売や発生源解析等の付随的なサービスの展開を図る。これらのサービスについても現地パートナーと協力して実施する。

4-1-5 その他の環境コンサルティングサービス

(1) 環境影響評価関連サービス

環境影響評価で必要となる、環境モニタリングや各種調査、予測技術（大気、騒音、景観）等を現地パートナーとともに提供する。

(2) 高度な環境分析

環境分析のうち、高い精度管理が求められ、現地で実施ができない高度なものについては、現地パートナーと合意の上、ベトナムまたは日本で実施する。

4-2 市場分析

4-2-1 工業団地排水管理コンサルティングサービス

非公開

4-2-2 環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム

非公開

4-2-3 環境関連機器の維持管理サービス

非公開

非公開

4-2-4 PM_{2.5}測定及び発生源解析サービス

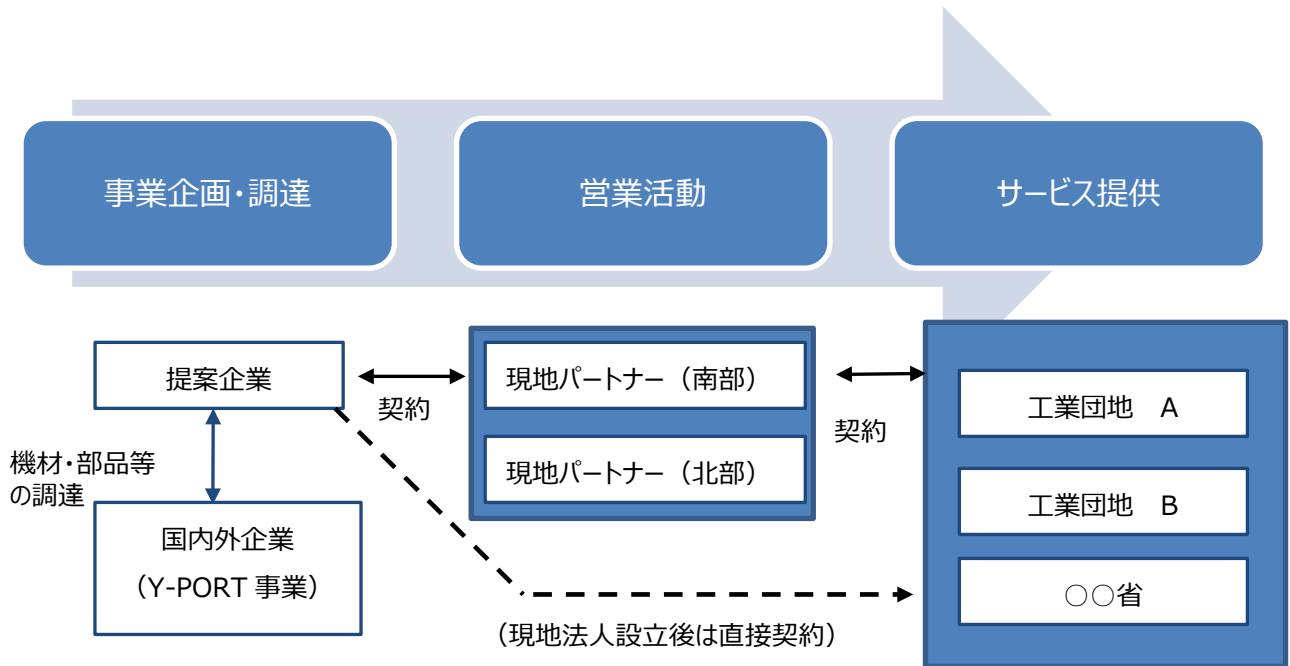
非公開

4-2-5 その他のサービス

非公開

4-3 バリューチェーン

提案企業サービスのバリューチェーンは、以下のように事業企画・調達、営業活動 サービス提供から構成される。事業企画・調達では、提案企業がサービスメニュー、システム、測定機器等の開発を行い、必要な機材・部品は横浜水ビジネス協議会を含む横浜 Y-PORT 事業参加企業等と協力をを行う。現地での営業活動は、現地パートナーとの契約（販売契約または技術的アドバイザリー契約）により実施する。実際のサービス提供は、現地パートナーが単独で可能なものについては現地パートナーが実施し、提案企業の技術サポートを要するものについては提案企業が直接関与する。



出典：JICA 調査団作成

図 18 提案企業のバリューチェーン

4-4 進出形態とパートナー候補

非公開

表 2 2 パートナー候補企業等

非公開

4 - 5 収支計画

非公開

表 2 3 販売予定数量

非公開

表 2 4 収支計画案

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

ビジネス展開段階にあたっては、以下のような課題・リスクが想定される。このため、本事業の普及・実証・ビジネス化事業の段階でこれらの課題・リスクを考慮してビジネス展開上の問題が生じないように、あるいはそのリスクを低減できるように配慮する。

(1) 法制度に関する事項

投資規制、許認可についてのリスクは想定されない。製品については、先方政府の了解する仕様（日本仕様を想定）に基づくものを想定しており、知財面での問題が生じることはない。他方、ベトナム国では頻繁に法令が改正されるため、提案企業製品の普及の妨げになるリスクがある。工業団地を対象とする場合、多くは半官半民もしくは民間の工業団地であり、ある程度独自に環境対応をすることが出来るため、工業団地の環境管理コンサルティングサービスや工業団地の排水の水質監視システムについては法制度の面で大きな制約を受けるリスクは小さいと考えられる。

一方で大気環境監視は行政が実施主体であるため、法制度のリスクはある程度考慮する必要があると考える。特に維持管理に対する技術基準、予算立ての方法が不十分であることが案件化調査の中で確認されていることから、普及・実証・ビジネス化事業の中で、その点について国レベルで改善するように、MoNRE、CEM等へ働きかけを行っていく。また、ベトナム国で環境監視を担当するCEMとも協力し、このようなリスクを低減していく予定である。

(2) ビジネス化に関する事項

非公開

(3) 政治・経済面に関する事項

案件化調査の中で、近年、ベトナム国内の行政機関の予算繰りが厳しい状況が確認されており、行政機関向けビジネスとなる一方で、第1章で示したとおり、環境対策については改善をすすめる

ことが国の方針として掲げられており、案件化調査の中でもベトナム国全土で大気の AMS を増設するマスタープランが承認され、2019 年度にも設備投資が見込まれていることが確認されている。ベトナム国の経済及び工業の発展に伴い、環境汚染リスクが増大し続けていることから、短期的には環境ビジネス業界で政治、経済面でマイナスとなる変化が生じる可能性は比較的低いものと考えられる。政治・経済面での変化を早めに入手するためにも、ビジネス展開の段階においても国レベルの機関（VEA や CEM）との関係を維持していくことが必要と考えられる。

4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

日本では、全ての都道府県及び自治体等において、必要な環境監視システムが既に構築されており、測定機器の日常的な保守点検や測定局の維持管理が主要な業務となっている。近年は、環境改善の結果から測定局の数も減少傾向にあり、業務量も減少傾向となっているため、本分野の日本における今後の発展はこれ以上望むことはできない。一方、海外では、過去に日本が経験したような環境汚染の問題を抱える国が多くあり、近年、環境コンサルティングや環境監視システムの需要が増えつつある。このため、日本の経験・技術・ノウハウを活かし活路を開くべく海外でのビジネス展開を図ることとしている。

提案企業の提案する以下のサービスをベトナム国で展開していくことにより、閉鎖的なベトナム国での環境ビジネスの活性化が図られるとともに、基礎的な技術能力の向上に大きく寄与できると考える。

- ・工業団地排水管理コンサルティングサービス
- ・環境監視のためのリアルタイムモニタリングシステム
- ・環境関連機器の維持管理サービス
- ・PM2.5 測定及び発生源解析サービス

上記のような環境ビジネスの展開にあたっては、その必要性をベトナム側に十分に理解して頂く必要があるため、基本的なトレーニングや本邦招聘を普及・実証・ビジネス化事業に含め、基礎的な技術の普及に努めることにより、排水管理や大気モニタリング・対策等の環境分野の開発効果を高める計画としている。提案企業のビジネス展開は、JICA の「民間企業の製品・技術の活用が期待される開発途上国の課題（ベトナム国の排水処理等）」に合致しているとともに、環境分野という特性上、持続可能な開発に貢献するものである。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

4-8-1 現時点での日本国内の地元経済・地域活性化への貢献

(1) 地方自治体との連携・貢献実績

2016 年 7 月に横浜市と協同で、ベトナム環境総局 (VEA) 及び環境モニタリングセンター (CEM) の日本での研修を実施済みである。ベトナム国では、環境監視システムの通信規格が標準化されていないため、CEM ではデータの検証や確認が行われていないとのであった。提案企業は横浜市と共同でこれまでも CEM への助言を行っており、また環境省関係の海外からの研修生の受け入れ経験も有しており、その経験を本案件化調査でも活用する。

横浜市では新興国等の都市課題解決の支援と企業の海外展開支援を目的として、「横浜の資源・技術を活用した公民連携による国際技術協力（Y-PORT 事業）」に取り組んでおり、ベトナム国についてはダナン市と技術協力の覚書を交わしている。Y-PORT 事業ではダナン都市開発フォーラムを設立し、ダナン市の都市開発マスタープランを具現化するためのアクションプランを平成 27 年度までに策定しており、提案企業もこの Y-PORT 事業に参画している。

（２）大学/研究機関等との連携・貢献実績

提案企業は、近年の日本国内における PM_{2.5} 大気汚染に関する調査研究に早期から取り組み、測定方法及び成分解析方法等について大気環境学会をはじめとして、多数の技術情報の公開を行ってきた。そのことにより、環境省、(独) 国立環境研究所、(独) 土木研究所、東京大学先端科学技術研究センター等の研究機関、各地方公共団体の業務を受注し実施してきている。

4-8-2 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

（１）事業実施による国内関連企業の売上増

本案件化調査の実施及び今後の海外展開により、中長期的にみて国内関連企業への波及的な売上高の増加を想定している。また、提案企業の活動を軸（ハブ）として、横浜市内の薬剤販売会社等の企業や、既にベトナム国に進出している排水処理施設関連企業等の幅広い日系企業製品の販売促進に貢献できる。提案企業が加盟している横浜水ビジネス協議会では、横浜に拠点を置く多くの上下水道関連企業が加盟しているため、今後のビジネス展開を協働して行うことが可能である。

（２）事業実施による新たなパートナーとの連携及び連携強化（地方自治体、経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等）・上記の他、事業実施による国内地元経済への裨益

本案件化調査は、横浜市 Y-PORT 事業（横浜水ビジネス協議会を含む）、公益社団法人環境技術協会と連携して実施するものである。本案件化調査を通じたカウンターパートへの技術移転に関しては、横浜市、外部人材のアドバイスを得て実施する。これにより、提案企業技術に留まらず、横浜市の環境面の行政能力や環境監視にかかる幅広い技術や実績がベトナム側に総合的に紹介され、これに関わる地元企業が持つ技術・製品に関するベトナム側への効果的なピーアールにも貢献できるものとする。本事業を進めるにあたっては、現地からの研修生の受け入れや、JICA の青年海外協力隊 OB の雇用等により、現地関係機関との長期的な関係を構築する。

Summary

1. Research backgrounds

In Vietnam, with industrialization and urbanization due to rapid economic growth, water quality in urban areas such as canals, rivers, lakes and marshes has deteriorated, and impacts on fisheries and health have become apparent. Development and operation of environmental infrastructure such as wastewater treatment facilities and environmental monitoring systems, and formulation and promotion of environmental management plans such as environmental measures are not efficient and effective, and there are many problems such as unification of communication standards. Moreover, in major tourist cities, in addition to the deterioration of water quality, there is a shortage of environmental infrastructure that is necessary to accept the rapidly increasing number of tourists, and in coastal tourist areas, tourism resources such as sea and river areas have been deteriorating. Under these circumstances, in Vietnam's national co-operation policy and business development plans, dealing with urban environmental problems is regarded as an urgent issue, and JICA has been supporting dealing with urban environmental problems such as water supply and sewerage, pollution countermeasures, wastes and air pollution. In Vietnam, with the support of the World Bank, the Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE) and the Ministry of Planning and Investment (MPI) jointly implemented the "Vietnam Industrial Environment Management Project (VIPMP)" (approx. ¥6 billion) in two basins in the north and south of Vietnam, mainly on wastewater treatment measures in industrial parks. This survey aims to improve the environment of industrial parks by referring to the environmental improvement methods of industrial parks that have been introduced in the VIPMP, and to achieve synergistic effects.

The objectives of this survey were to (1) provide technologies such as environmental impact assessment, environmental survey (water quality analysis, etc.), pollution load analysis, and formulation of "ideal environmental management of industrial parks (proposals)"; (2) provide environmental measures by utilizing external consultants with industrial wastewater treatment experts who have experiences in Yokohama City and VIPMP. The aim was to support environmental improvement of industrial parks and to sell Murata's technologies and products using green ICT to Vietnamese organizations and companies. Based on the results of the survey on commercialization, it was found that there were significant problems in the operation & maintenance, management, and quality control of water quality and air monitoring and measurement equipment at all times, as well as in the analysis of the data, and therefore, these matters were additionally included in the survey.

2. Development Issues in the Target Country and Regions

(1) Development plans, policies, laws and regulations, etc. related to the relevant development issues

Vietnamese national strategies (The National Strategy on Environment Protection to 2020 with Visions to 2030, Decision 1216/ QĐ-TTg dated on September 05, 2012) focus primarily on improving river environments. As for industrial parks, 95% of industrial parks are responsible for MoNRE (cooperating with the MPI, etc.) to comply with laws and regulations by 2020.

Since the revision of the Vietnamese Environmental Protection Law (Law No. 55/2014/QH13), many laws concerning environmental monitoring have been amended, and the response to these issues has become a major issue, including mandatory installation of automated monitoring equipment and compliance with the technical standards for wastewater. Other amendments than the Environmental Protection Law included Circular No. 43/2015 TT-BTNMT and Circular No. 35/2015 TT-BTNMT for industrial parks and wastewater. In addition, Decree No. 38/2015/ ND-CP requires the specified companies such as wastewater facilities, cement plants, steel works, and boilers located outside the industrial park and having a wastewater volume of 1,000 m³ per day or more, to install automated monitoring equipment and transmit data to local Department of Natural Resources and Environment Bureaus (DoNRE). Regulations for monitoring wastewater and exhaust gas are stipulated in the Circular 24/2017/TT-BTNMT.

Article 125 of the Environmental Protection Law stipulates that the MoNRE is responsible for monitoring at the national level, and that the People's Committees of each province formulate and implement monitoring plans in each region and report them to the MoNRE. In the city of Da Nang, the Monitoring Project for Health-Protection (Decision No. 5117/2014/QĐ-UBND) has been established. At the national level, monitoring plans for 2016-2025 (Decision No. 90/QĐ-TTg and Decision No. 2044/QĐ-BTNMT) were also developed in 2016. The Circular 24/2017/TT-BTNMT was established and stipulates specific measuring methods for exhaust gases and wastewater monitoring, and communication standards for data transmission, however, the descriptions associated with ambient air and water quality are very limited.

(2) Industrial parks and wastewater management in Vietnam

According to the Vietnamese General Environment Agency (VEA), 325 industrial parks in Vietnam had been licensed in 2017, while the number was two in the early 1990s, of which 220 industrial parks were in operation. On-site surveys revealed that: wastewater at concentrations exceeding the technical standards for wastewater was discharged at an industrial park in Da Nang City due to a shortage of wastewater treatment capacity; wastewater was not properly treated because wastewater contained heavy metals in an industrial park; and proper sludge disposal and volume reduction had become issues.

During the field survey, it was confirmed that wastewater treatment facilities had been installed in all six industrial parks in Da Nang City over the past several years, and automated monitoring systems (AMSs) had been installed in four of them, however the items measured by the AMSs were limited to only five basic items. After discussions with Da Nang City, three industrial parks were selected which may need cooperation in the future, and the preliminary environmental

evaluation of wastewater treatment facilities in the industrial parks was carried out. Wastewater analytical results indicated that there was a problem in wastewater quality in two industrial parks. From the viewpoint of pollution loads (turbidity and pollution), it was considered that the problems were particularly large in Hoa Khanh industrial park causing pollution the river and sea area of the discharge destination, and in Son Tra industrial park discharging wastewater without treatment when wastewater exceeded the treatment plant capacity. Parallel measurements were performed at AMS for monitoring wastewater quality in Hoa Cam industrial park to confirm the measurement accuracy of existing AMS. As a result, differences exceeding the tolerance specified in the local regulations were confirmed. This was considered to be caused by the fact that the frequency of calibration of the measuring instrument at four times a year was not enough, and that the industrial park and wastewater treatment managers did not recognize the necessity of proper maintenance and management.

(3) Parallel Measurement Results in Atmosphere Continuous Monitoring and Measurement

Stations

Since Da Nang City concerned that the ozone concentration of the constantly monitoring and measuring station, which was installed by CEM, in the city was abnormally high, and requested Murata to identify causes of the problem, the calibrated ozone meter and nitrogen oxide meter owned by Murata were brought to Da Nang City (Da Nang University Measuring Station), and the parallel measurement was carried out from October 25 to 26, 2018. The parallel measurement results revealed that the difference between the measured values by the ozone meter in Da Nang City and the calibrated ozone meter was very large. The parallel measurement results indicated that the problem was caused by the automatic calibration device in the ozone meter, which was not described in provisions and not subject to maintenance and management.

(4) Case Study of Funding Utilization of the Vietnamese Environment Fund

The Vietnamese Environment Fund (VEPF) is a public environmental protection fund established under the MoNRE based on the Prime Minister's decision on the organization and administration of the Vietnamese Environment Fund, and is used for projects related to environmental protection and climate change adaptation that are not covered by national budgets. Projects that can be used by the Vietnamese Environmental Protection Fund include wastewater treatment facilities, environmental monitoring, environmental assessment, waste collection, transportation, and treatment, and environmental improvement projects. From the result of the survey of the fund utilization case, it was proven that the ratio of electricity cost, sludge disposal cost and chemical price to the operation cost of the wastewater treatment facility was high.

(5) Identified environmental issues during the survey

While wastewater treatment measures such as the installation of wastewater treatment facilities

have progressed, it was confirmed that the capacity of wastewater treatment facilities were insufficient, that there were management problems such as substances (heavy metals, etc.) not subject to treatment in influent water, sludge disposal, etc. In Da Nang City emphasis has been placed on the maintenance and management of AMS, the utilization of data, and the management of the air environment. In the area of environmental monitoring, it still remains many issues associated with maintenance and accuracy control, such as the lack of distinction between the official method and the simplified method, and the transmission of data with inadequate verification, as a common issue for water and air. Therefore, it was confirmed that the measurement data was not effectively used for although the measurement was carried out.

3. Proposed Company, Products and Technologies

(1) Industrial park wastewater management consulting service

Murata proposes a plan providing paid-for services including environmental evaluation for wastewater treatment plant and improvement proposal, etc. as carried out in the survey, even in industrial parks and individual enterprises other than Da Nang City. The main scope of works are as follows:

- Phase 1 : Preliminary environmental assessment (document review, interview and site visit)
- Phase 2 : Water quality analysis and development of proposals to improve wastewater management ("Proposal for Environmental Management of Industrial Park")
- Phase 3 : Wastewater management improvement support (measures and optimization)

(2) Real-time monitoring system for environmental monitoring

Murata proposes a plan to construct and sell a real-time environmental monitoring system which is the core of environmental monitoring and optimization and automatic operation in wastewater treatment plants. This includes the manufacture and sale of equipment (data loggers and telecommunication equipment), and the sale of monitoring systems equipping functions of data collection, aggregation, analysis and alarm for the Central Monitoring Station. Since data verification and analysis methods of automatic measuring instruments have not been established in Vietnam, various software provided by Murata in Japan are also being considered for sale. This technology also utilizes a communication system using VPN technology with higher security.

(3) Maintenance and management services for environment-related equipment

In the survey, it was found to have many problems in the maintenance and management of environmental measuring equipment and the accuracy control in Da Nang City. The North CEM and other public organizations showed a great interest in the air quality and water quality maintenance services that Murata has been providing in Japan for many years, and it is regarded that it can be deployed in Vietnam as well. Higher level of technologies and technician's skills are

required for calibration and quality control of PM_{2.5} and ozone meter without reference gases. It is considered that Murata's maintenance and management service can contribute to the long-term appropriate operation of existing and newly-installed environmental measurement equipment in Vietnam and can be made into a business because of the high demand there.

(4) PM_{2.5} Measurements and Source Analysis Services

In the survey, it was found that the interest on PM_{2.5} was heightened in Vietnam. Murata has manufactured and sold PM_{2.5} automatic sampling equipment and simplified measuring instruments, and the automatic sampling equipment is used in technical assistance projects in Iran and Mongolia even in JICA projects for source analysis. The PM_{2.5} simplified measuring instrument is an inexpensive and automatically measurable measuring instrument and was developed for Japanese municipalities. PM_{2.5} Simplified measuring instruments can be used for real-time environmental monitoring by operating together with an environmental monitoring system mentioned in Section (2) above.

4. ODA project

The ODA project is planned to utilize the scheme of projects for dissemination, demonstration, and commercialization. In the dissemination, demonstration and commercialization projects, environmental monitoring systems in wastewater treatment will be installed in cooperation with Yokohama City, wastewater treatment-related companies, and external human resources and the operation of monitoring system will be supported as well. In addition, a manual for the maintenance, management, and accuracy of continuous monitoring of environmental water and air and a manual for environmental management using continuous monitoring data will be prepared, and the support will be provided to improve regional environmental management capabilities, with the aim of becoming recognized as good practices by the Vietnamese side, and furthermore, advance into the market in Vietnam. Also with respect to PM_{2.5}, which has been regarded as a problem in Vietnam in recent years, PM source analysis services using the measured PM data will be provided to administrative organizations. The following products and technologies of the proposing companies will be used in the dissemination, demonstration, and commercialization project.

- ① Industrial park wastewater management consulting service
- ② Environmental monitoring system (data communication, data analysis, etc.)
- ③ Maintenance and management services for environment-related equipment
- ④ PM_{2.5} measurements and source analysis services

(Objective) The effective environmental management system will be established in industrial parks in Da Nang City, other provinces and cities.

Performance 1 : By optimizing the wastewater treatment of industrial parks using Murata’s automatic monitoring and operation system, technical standards of wastewater will be complied, and the electricity consumption and the sludge generation will be reduced.

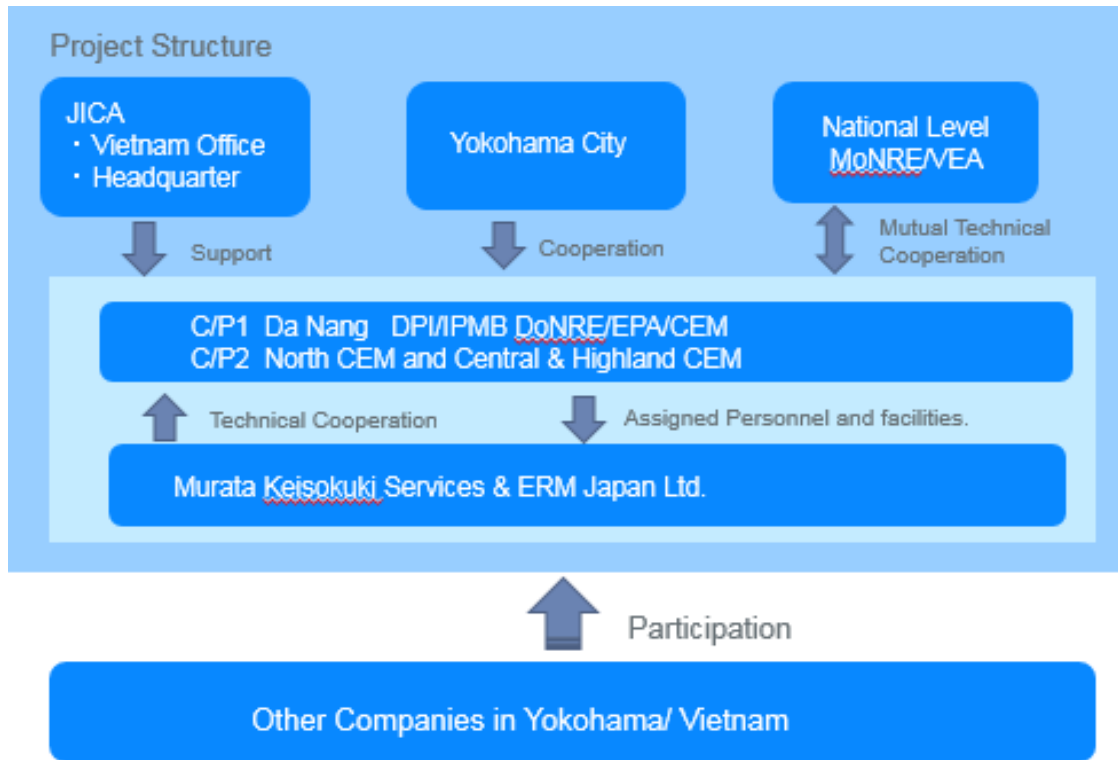
- Activity 1-1 : Laboratory analysis for water taken from wastewater treatment process and evaluation of wastewater treatment process
- Activity 1-2 : Identification of a pollution source company and preparation of proposal of countermeasures
- Activity 1-3 : Planning and designing of automatic monitoring and operation systems
- Activity 1-4 : Operation of automatic monitoring and operation system and optimization of wastewater treatment plant
- Activity 1-5 : Training for wastewater treatment facility managers
- Activity 1-6 : A case study of the use of an automatic monitoring and operation system in Da Nang City will be developed and shared to industrial parks in other municipalities.
- Activity 1-7 : Extension of the scope of consulting services for wastewater treatment in individual companies in industrial parks

Performance 2 : A wastewater and environmental water management manual for administrative agencies and industrial parks will be prepared to improve local water quality management capabilities.

- Activity 2-1 : Preparation of manual for regional water quality control that effectively utilizes data, and the quality control and maintenance of automatic monitoring equipment
- Activity 2-2 : Support for utilization of regional water quality management manual
- Activity 2-3 : Technical support for administrative organizations to improve water quality management
- Activity 2-4 : Holding workshops to discuss how administrative agencies, industrial parks, and individual enterprises in industrial parks use manuals
- Activity 2-5 : Training for administrative organizations and practitioners of industrial parks
- Activity 2-6 : Expanding this manual to municipalities other than Da Nang City

Performance 3 : Management Manual for Air Pollution will be prepared to improve local air quality management capacity.

- Activity 3-1 : Preparation of regional air environment management manual by effective utilization of data, and quality control and maintenance management of automatic monitoring equipment for administrative organizations
- Activity 3-2 : Support for utilization of regional air environment management manual
- Activity 3-3 : Training for automatic monitoring equipment operations manager of administrative organizations
- Activity 3-4 : Support for administrative organizations for use of data and establishment of disclosure system
- Activity 3-5 : Expanding manuals for air pollution control to local governments and organizations other than Da Nang City, North CEM, and Central and Highland CEM so that they can be standardized in Vietnam.
- Activity 3-6 : Provide Murata’s maintenance and management services throughout Vietnam.



Source: Preparation of JICA Survey Team

Figure - Implementation Scheme of the Project for Dissemination, Demonstration, and Business Development (Draft)

Feasibility Survey for Da Nang Industrial Wastewater Management Project in Vietnam

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Murata Keisokuki Service Co., Ltd.
- Location of SME: Yokohama City, Kanagawa Prefecture, Japan
- Survey Site / Counterpart Organization: Da Nang City, Vietnam, Department of Planning And Investment, Department of Natural Resources and Environment



Concerned Development Issues

- Water quality deterioration: Water quality of rivers, sea areas, etc. has deteriorated due to rapid urbanization, etc., and damages on fisheries, tourism resources and human health have become apparent.
- National Strategy for Environmental Protection: Establishment of wastewater treatment facilities in industrial parks and continuous monitoring of wastewater are aimed at. Although efforts are being made in some regions, there are many problems.

Products and Technologies of SMEs

- Providing packaged real-time environmental monitoring technologies (Green ICT) for environmental monitoring and environmental consulting for installation, improvement, and maintenance of wastewater treatment facilities.
- Improving the capability of government by using environmental monitoring, and ensuring compliance on relevant laws and regulations in industrial parks by leverage from the support from Yokohama City and good practices in other country and industrial parks.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- In the dissemination and demonstration project, support will be provided for wastewater treatment measures and the establishment of a real-time environmental monitoring system in individual industrial parks by utilizing the "Proposal for Environmental Management of Industrial Parks (Draft)" as a pilot project.
- Implementation of dissemination and demonstration projects is expected to establish an effective environmental management system in industrial parks in Da Nang City and other provinces/cities, to promote legal compliance, improve the living environment, and avoid or reduce health damage.

別添

非公開