

事業事前評価表

国際協力機構 地球環境部 水資源グループ水資源第1チーム

1. 案件名（国名）

国名：ベトナム社会主義共和国

案件名：水汚染耐性のある水供給システムの構築

The Project for Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における水道分野の現状と課題及び本事業の位置付け

ベトナム社会主義共和国（以下、「ベトナム」という。）の2016～20年の経済成長率は年平均6.0%を記録し、今後も更なる経済成長が見込まれている。経済成長に伴って、都市化や工業化が加速し、水需要量が更に増加することが予想されている。増加する水需要に対応するため、ベトナム政府は都市・工業地域水道開発指針「Orientation on Water Supply Development of Urban areas and Industrial Zones in Vietnam up to 2025, Vision2050」（以下、「Vision2050」という）にて2050年には全ての都市・工業地域の水需要を満たすことをビジョンとして掲げて水道施設の整備を進めている。2021年時点の都市部の水道普及率は92.8%（暫定値。出所：Statistical Yearbook of Viet Nam 2021、General Statistics Office of Vietnam）と2016年の84%から年々上昇しており、水道施設の整備を着実に進めている。また、Vision2050では水量増加だけでなく水質改善も目標に掲げ、安全で持続的な水供給の実現に尽力している。

水使用量の増加に伴って下水排出量が急増しているが、下水管網や下水処理場といった下水道インフラが十分に整っておらず大量の下水や工場排水が未処理あるいは簡易処理のみで河川に放流されている。具体的には、都市下水の87%、工業排水の約30%、農業排水の全量、家畜廃棄物の約95%が未処理のまま河川に放流されており（ベトナム建設省報告書2019、天然資源・環境省報告書2016）、多様な有機汚染物質や重金属が十分な処理がなされないまま河川に放出されている。将来的にもこの状況が続き、河川の汚染状況がさらに悪化すると、ベトナムで導入されている一般的な浄水処理（凝集・沈殿・砂ろ過）では対処ができないため、安全な水供給の実現が脅かされる可能性がある。これらの汚染物質を十分に除去するためには、オゾンや生物活性炭等を活用した高度浄水処理が必要となるが、これらの従来型の処理方法は初期費用と運転費用が高額であるため、ベトナムをはじめとする開発途上国には普及しておらず、今後も導入の障壁は高い。このような状況であるものの、ベトナム国内には高度浄水処理に精通した研究機関がなく課題に対応できないことから、安価な高度浄水処理技術開発に係る地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）事業が要請された。

従来型の高度浄水処理の場合、凝集・沈殿・砂ろ過による前処理を実施した上でオゾンや生物活性炭の後処理を実施する工程となり、多様な機器を設置する初期費用や機器を運転するための電気料金等の運転維持管理費用が高額となることが課題となっている。安価な高度

処理技術を確立するためには、使用する機器を限定し初期費用を抑え、併せて消費電力を低減する等で運転維持管理費用を抑えるなど全体のコストを削減するための技術革新が求められている。

本事業はこのような浄水処理にかかる研究開発のニーズに応えるものであり、水道事業の主管庁である建設省をはじめとした関係機関から、時宜を得た重要な共同研究事業と考えられている。

(2) ベトナム水分野に対する我が国及び JICA の協力量針等と本事業の位置づけ、課題別事業戦略（グローバルアジェンダ/クラスター）における本事業の位置づけ

「対ベトナム社会主義共和国 国別開発協力量針」（2017 年 12 月）の重点分野「脆弱性への対応」では、「成長の負の側面に対処すべく、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、自然環境）、災害・気候変動等の脅威への対応を支援する。」としている。また、「ベトナム社会主義共和国 JICA 国別分析ペーパー（2020 年 6 月）」において、「深刻化する気候変動・災害、成長に伴って発生する環境汚染への対応を強化する。」と分析しており、本事業は、これらの方針や分析に合致している。

水資源・水供給分野のグローバルアジェンダ「持続可能な水資源の確保と水供給」では、水資源を適切に管理し、全ての人々が飲料水等として持続的に利用できる社会を目指している。本事業はベトナムでも適用可能な高度浄水処理技術を確立して安全な飲料水の供給の実現に貢献することから課題別事業戦略に合致する事業として位置付けられる。

更に本事業は安全な水の供給や衛生状態の改善に貢献することから、SDGs ゴール 6「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」の達成に資すること、並びに感染症対策としても重要な水供給の改善に貢献することから、SDGs ゴール 3「あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、人として良く生きられる状態(well-being)の実現を促進する」の達成にも資することから、本事業の実施を支援する必要性は高い。

(3) 他の援助機関の対応

世界銀行（WB）は上下水道事業における民間セクターの参加を促進すべく、中部・メコンデルタ地域を対象に、給水・衛生分野の提案プロジェクトに対する技術支援を行う計画である。また、アジア開発銀行（ADB）はビンズオン省上水道拡張事業に対して JICA と協調融資を行った他、下水・排水分野でもビンズオン省で下水処理場の拡張を支援している。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、前処理が不要で消費電力も抑えることが可能なナノろ過膜処理技術及び水の安全性を常時監視するオンライン水質計測技術の確立・開発、ベトナム国内での実証試験の実施及び事業展開基盤の構築を行うことにより、従来型の高度浄水処理方法に比して、より低コストの高度浄水処理システムの開発を図り、もってベトナム国内での同処理システムの導入に寄与することを目指す。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

ベトナム国ハノイ市（833 万人（ベトナム統計局、2021））、ハイフォン市（207 万人（ベトナム統計局、2021））

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：

プロジェクトに携わる研究者（ハノイ土木大学（Hanoi University of Civil Engineering。以下「HUCE」という。）、ハイフォン市水道公社（Hai Phong Water Joint Stock Company。以下「HPW」という。）、ベトナム上下水道協会（Vietnam Water Supply and Sewerage Association。以下「VWSA」という。）、ハノイ建築大学（Hanoi Architectural University。以下「HAU」という。）、トゥイロイ大学（Thuy Loi University。以下「TLU」という。）、建設省（Ministry of Construction。以下「MOC」という。）、DNP Water）

最終受益者：

ベトナム国内の水道事業者及び水道利用者

(4) 総事業費（日本側）

約 3.8 億円

(5) 事業実施期間

2023 年 7 月～2028 年 6 月を予定（計 60 カ月）

(6) 相手国実施機関

主要実施機関：HUCE、HPW

その他実施機関：VWSA、MOC、科学・技術省（Ministry of Science and Technology。以下「MOST」という。）、HAU、TLU、DNP Water

(7) 国内協力機関

長崎大学、北九州市立大学、京都大学、龍谷大学、産業技術総合研究所、協和機電工業株式会社、三菱ケミカルアクア・ソリューションズ株式会社、株式会社フソウ

(8) 投入（インプット）

1) 日本側

① 業務調整員

② 在外研究員派遣：全体統括、膜汚染抑制技術開発、膜エレメント設計・構造開発、槽内流路最適化、膜ユニット製作、細菌測定方法構築、全有機炭素監視システム構築、オンライン水質監視システム開発、水質検査室立ち上げ、実証試験、テクニカルガイドラ

イン・科学技術認証作成、事業展開計画策定

③ 招へい外国研究員受け入れ：

- a) 膜ファウリングコントロール分野（博士課程学生*×2名）
- b) 膜ろ過ユニット構築分野（博士課程学生×1名、専門家×1名）
- c) 水質モニタリング分野（専門家×3）
- d) 水質分析分野（博士課程学生×1名、専門家×1名）
- e) 事業展開計画分野（専門家×1名）

*博士課程を優先させるが、仮に博士課程に候補者が居ない場合は修士課程を受け入れる。

④ 機材供与：3Dプリンター、ナノろ過膜処理装置、オンライン全有機炭素計、細菌計等

2) ベトナム国側

- ① カウンターパートの配置
- ② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供（パイロットプラント設置に要する整地、建屋、外構工事コスト含む）

(9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

草の根技術協力「有機物に対する浄水処理向上プログラム」(2010～2013年)では、HPWに対して、急速な都市化と工業化によって汚染された水源（原水）中の有機物に対する監視体制の強化、アンズオン浄水場でのトリハロメタンの低減、原水中の重金属及び農薬の監視・原水水質に応じた高度処理施設に関する知識の向上を支援した。

また、無償資金協力「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画」(2016～2020年)では、ハイフォン市のアンズオン浄水場において、原水の水質汚濁に対応した上で安全な水供給を実現するため、北九州市が特許を持ち、微生物による自然浄化作用を応用して有害物質を取り除く上向流式生物接触ろ過の技術を用いた高度浄水処理技術によって浄水施設の改善を支援した。

本事業では、同水道公社を相手国実施機関に含め、本事業で開発するパイロットプラントの実証実験を行う。また、研究員が来日した際には、上記協力を実施・支援した北九州市水道局を訪問するなど連携を検討する。

2) 他の開発協力機関等の援助活動

他の援助機関による同様の支援事業は無い。

(10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類：C
- ② カテゴリ分類の根拠：本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) 横断的事項

本事業は、従来型の高度浄水処理よりも消費電力を抑えた水供給システムの開発を目指していることから温室効果ガスの削減に貢献するため、気候変動対策（緩和）に資する。なお、本事業実施による温室効果ガス削減量を確認済みである。

また、汚染された水源から安全な飲料水を供給することに貢献するため、水道利用者の健康改善も期待できる。

3) ジェンダー分類：【対象外】■GI（ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件）

<分類理由> 詳細計画策定調査にてジェンダー主流化ニーズが調査されたものの、ジェンダー平等や女性のエンパワメントに資する具体的な取組について指標等を設定するに至らなかったため。

(11) その他特記事項
特になし

4. 事業の枠組み

(1) 上位目標:ベトナムの給水システムに浸漬式ナノろ過膜技術*が導入される。

指標及び目標値：

- ・浸漬式ナノろ過膜ユニット1号機が導入される。

*本事業で開発する従来の高度浄水処理システムに比べ低コストな高度浄水処理システムのことを指す。

(2) プロジェクト目標：従来の高度浄水処理システムに比べ低コストな高度浄水処理システムが開発される。

指標及び目標値：

- ・ベトナムにおいて浸漬式ナノろ過膜ユニットを生産できる*。
- ・高度な飲料水処理を導入するための初期投資と運用コストが、日本で採用されているオゾン・生物活性炭による浄水システムと比較して、80%削減されている。

*ベトナム国内で、本事業で開発する高度浄水処理システム（浸漬式ナノろ過膜ユニット）を生産できる体制が整うことを目指す。

(3) 成果

成果1：ナノろ過膜のファウリング制御技術が確立される

成果2：浸漬式ナノろ過膜ユニットが開発される

成果3：水質モニタリングによって飲料水の安全性を確保するためのツールが開発される

成果4：浸漬式ナノろ過膜ユニットの処理の性能が実証実験で検証される

成果5：浸漬式ナノろ過膜ユニットの事業展開基盤が構築される

(4) 主な活動

成果1：

- 1-1. モリンガオライフェラを使用した凝集に適したインライン攪拌方法を特定する
- 1-2. 膜汚染を軽減するために凝集作用を最大化するためのモリンガオライフェラの抽出および精製方法を最適化する
- 1-3. 河川水または人工河川水を使用して最適なインライン凝集条件を特定する
- 1-4. 膜汚染の軽減を達成するための最適な方法を特定する
- 1-5. 膜表面を親水化・平滑化するための膜表面改質条件を最適化する
- 1-6. 河川水または人工河川水を使用して改質した膜の膜汚染傾向を評価する
- 1-7. 膜の物理的洗浄に適した部材を特定する
- 1-8. 物理的膜洗浄後に膜に残った汚染物質の特性を評価する
- 1-9. 物理的膜洗浄および化学的膜洗浄の条件の違いによる影響を評価し、最適な洗浄方法を特定する

成果 2 :

- 2-1. 膜モジュールの構造設計を最適化し、高機能性と圧力損失削減を実現する
- 2-2. 膜モジュールを低コストで大量生産するための製造プロトコルを確立する
- 2-3. 開発されたモジュールの汚染傾向と耐久性を評価する
- 2-4. タンクの計算流体シミュレーションのための基本的なプログラムを開発する
- 2-5. デッドスペースおよび短絡を防止するために、タンク内の膜モジュールの位置と数を最適化する
- 2-6. 浸漬式ナノろ過膜ユニットを用いたシミュレーション結果を検証する
- 2-7. 浸漬式ナノろ過膜ユニットの基本設計を決定する
- 2-8. 現地調達可能な低コストの材料、機器、器具で浸漬式ナノろ過膜ユニットを製作するための設計基準を確立する
- 2-9. 浸漬式ナノろ過膜ユニットのプロトタイプを製作する

成果 3 :

- 3-1. 汚染された河川水の細菌濃度を監視できるオンライン前処理システムを構築する
- 3-2. 膜モジュールによる細菌除去及び処理水の細菌濃度のベースラインを調査する
- 3-3. 処理水のノロウイルス濃度（下限値 100 ビリオン/mL）を 20 分以内に測定できるバイオセンサーを開発する
- 3-4. 膜モジュールが機能性を失った際に膜を通過するノロウイルスの量を評価する
- 3-5. オンサイトで全有機炭素を継続的に監視するための監視装置が開発される
- 3-6. 処理水の水質分析により、オンライン全有機炭素監視装置の安定性と精度を検証する
- 3-7. 遠隔監視システムのハイエンドモデルを設計・製作する
- 3-8. ハイエンドモデルをベースに、点在する浸漬式ナノろ過膜ユニットを統合的に監視する低コストな遠隔監視システムを構築する

成果 4 :

- 4-1. 水質分析方法の技術指導を実施する
- 4-2. プロジェクトに必要な水質分析手法を習得する
- 4-3. 浸漬式ナノろ過膜ユニットの設置・操作・データ収集などの検証活動を支援する
- 4-4. 浸漬式ナノろ過膜ユニットの試運転を開始する
- 4-5. オンラインおよび定期的な手動水質分析を実施することにより、既存の施設と比較した浸漬式ナノろ過膜ユニットの水処理性能を評価する

成果 5 :

- 5-1. テクニカルガイドラインの構成、内容を決定する
- 5-2. テクニカルガイドライン案を作成し、MOC に提出する
- 5-3. 科学技術研究認証の構成、内容を決定する
- 5-4. 科学技術認証の申請書を作成し、MOST に提出する
- 5-5. 主要な河川の取水エリアの水質をマッピングする
- 5-6. 浄水量や要求水質を含む、浸漬式ナノろ過膜ユニットの潜在的な顧客データベースを作成する
- 5-7. 浸漬式ナノろ過膜ユニットの製造・販売・運用維持管理を行う企業を決定する
- 5-8. 浸漬式ナノろ過膜ユニットの事業展開計画を作成する

5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件

無し

(2) 外部条件

- ベトナム側の水源汚染に関連する政策や事業方針に変更が無い
- 浸漬式ナノろ過膜ユニットの製作に必要な原材料の価格が著しく高騰しない
- 本事業で開発する技術よりも低価格で、処理性能も同等なシステムが開発されない
- 異常気象に起因した濁水や洪水、異常値を示す水質汚染が生じない
- 実証プラントが洪水の被害を受けない

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

(1) ベトナム国「(科学技術) 天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築プロジェクト

2021 年事後評価調査において、主に研究・技術開発に重点を置いており、民間企業の関与や政府からの事業成果への支援の確保が考慮されておらず、普及・社会実装に向けた民間セクターや政府との連携が上手く進まなかったとの教訓が得られている。そのため、本事業では実施期間中から民間企業や水道公社、関係する政府関係機関を実施体制に含め、成果ごとに設置されたワーキンググループ（活動を中心的に進める組織）のメンバーに含めるなど連携強化にも重点を置く体制とした。

(2) インド国「(科学技術) エネルギー消費最小型下水処理技術の開発プロジェクト」

2022 年事後評価調査において、開発技術を普及するためのガイドラインは作成されたものの、普及計画の中で各関係機関の責任が明確でなかったことから、開発技術の普及が進まなかったとの教訓が得られている。そのため、本事業では開発技術の製造・販売・運転維持管理を担う期間を活動の中で決定し、どの機関・企業が責任をもって開発技術の普及を担うのか明確にした上で普及計画を作成することとした。

7. 評価結果

本事業は、ベトナムの政策、開発ニーズ、我が国及び JICA の協力方針と合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。SDGs ゴール 6「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」、及び SDGs ゴール 3「あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、人として良く生きられる状態（well-being）の実現を促進する」の達成にも貢献すると考えられることから、本事業を実施する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. のとおり。

(2) 今後の評価スケジュール

プロジェクト中間段階	中間評価
事業終了3年後	事後評価

以上