

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

研究課題名「水汚染耐性のある水供給システムの構築」

採択年度：令和4年（2022年）度/研究期間：5年/

相手国名：ベトナム社会主義共和国

令和5（2023）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2023年7月1日から2028年6月30日まで

JST側研究期間^{*2}

2022年6月1日から2028年3月31日まで

（正式契約移行日 2023年7月1日）

*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：藤岡 貴浩

長崎大学・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2022年度 (10ヶ月)	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度 (12ヶ月)
1. 研究題目1						
1-1 研究活動1-1	←			膜汚染物質の輸送量50%削減の達成		→
1-2 研究活動1-2		←		膜汚染物質の付着量50%削減の達成		→
1-3 研究活動1-3		←		膜汚染物質の除去量90%削減の達成		→
2. 研究題目2						
2-1 研究活動2-1	←			膜モジュールの製造方法の確立		→
2-2 研究活動2-2		←		槽内の有効膜面積80m ² の達成		→
2-2 研究活動2-3		←		膜処理装置の価格決定		→
3. 研究題目3						
3-1 研究活動3-1		←		微生物計による膜の完全性担保の実現		→
3-2 研究活動3-2		←		ノロウイルスの迅速計測の達成		→
3-3 研究活動3-3				無試薬の全有機炭素連続計測の達成		→
3-4 研究活動3-4		←		遠方監視設備の確立		→
4. 研究題目4						
4-1 研究活動4-1		←	水質分析環境の確立			
4-2 研究活動4-2					←	3か所の実証試験の完了
5. 研究題目5						
5-1 研究活動5-1				水道施設設計指針への取込作業完了		→
5-2 研究活動5-2				水処理技術の認証の達成		→
5-3 研究活動5-3		←	水質汚染および顧客マップの完成			
5-4 研究活動5-4		←	生産・営業拠点構築の達成			→

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

該当なし。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況（公開）

(1) プロジェクト全体

（プロジェクト目標の達成状況とインパクト）

本プロジェクトの目標は、現地の汚染された河川水から安全で安価な水道水を作り出す高度浄水処理法をベトナムのハノイ建設大学と共同開発することである。具体的には、河川水の水処理に用いるナノろ過膜の汚染耐性を高める改質技術を開発し、改質した膜を組み込んだ高度浄水処理装置の低価格化・超省エネ化・現地調達化に取り組む。さらに、浄化された水道水の微生物学的・化学的安全性を監視するオンライン水質計測監視技術を確立する。これら開発技術の性能をハイフォン市内の浄水場等で実証すると共に、開発技術を中心とした技術および設備設計指針の構築をベトナム国内で行うことで、従来の高度浄水処理法の初期費用と運転費用を80パーセント低減させた新たな水供給システムの実現を目指す。この目標達成のため、以下の5つの成果目標を設定し、プロジェクト期間中に遂行する。

2023年度は、日本国内で水処理技術の開発を進めると共に、相手国において研究を進めるための環境整備を主に行った。研究題目1「ナノろ過膜の汚染抑制技術の確立」では、無機系凝集剤および天然凝集剤を使った前凝集処理を行うことでナノろ過膜の膜汚染低減効果を明らかにした。さらに、ハノイ建設大学には提供機材である膜処理装置を設置し、膜分離試験を開始する準備を整えた。研究題目2「浸漬ナノろ過膜処理装置の構築」では、膜装置の流体解析プログラムを日本側で構築すると共に、ハノイ建設大学にワークステーションとソフトウェアを導入した。研究題目3「水質監視により水の安全性の確保する手段の構築」では、微生物のオンライン計測のための分析機器選定を行うと共に、ウイルスの分析精度を向上させた。研究題目4「実証試験を通じた浸漬ナノろ過膜処理装置の性能検証」では、ハノイ建設大学に供与機材である分析機器を設置し、実証実験時に必要な水質分析の遂行を可能な状態を整えた。研究題目5「浸漬ナノろ過膜処理装置の事業展開の基礎構築」では、対象とする河川水質の基礎検討データを入手すると共に、事業展開に必要なデータや設計情報を決定した。

（地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性）

これまででは購入するナノろ過膜シートを使ってナノろ過膜モジュールを製作することを主体としていたが、2023年度には市販のナノろ過膜エレメントを活用する可能性を見出した。この市販のナノろ過膜エレメントは低価格で市販されていてすぐに入手可能であり、これを加工して作成するナノろ過膜モジュールの制作工程の大幅削減が図れることから、社会実装の早期実現に寄与すると考えられる。

（研究運営体制）

2023年10月には現地調整員である宮良光一郎氏が着任した。さらに、現地の研究運営を効率的に進めるために、2024年3月には宮良氏直属のベトナム人アシスタントを採用した。2024年3月13日に第1回合同調整委員会（Joint Coordinating Committee, JCC）の開催に加え、Kick off 式典と実験室開所式を行った。これにはJICA本部、JICA事務所、日本側研究者7名が参加し、2024年度の具体的な研究の進め方について確認を行った。

【令和5年／2023年度実施報告書】【240531】

(人的交流の構築)

2023年10月から長期研究員として3名が長崎大学・北九州市立大学・京都大学の博士後期課程にそれぞれ入学した。3名のうち長崎大学の1名は2024年3月に退学する結果となった一方で、新たに2024年10月に1名が長崎大学の博士後期課程に入学する形で進めることが決まった。

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目1：「ナノろ過膜の汚染抑制技術の確立」

研究グループ1（リーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）

① 研究題目1の当初計画（全体計画）に対する実施状況

- 長崎大学のチーム（サブリーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）は、日本国内でポリ塩化アルミニウムまたは天然凝集剤モリングによる前処理を行った後にナノろ過膜処理を行う開発を実施し、前凝集により膜汚染の低減が図れることを明らかにした（図1）。試験結果は、Separation and Purification Technology 誌に掲載されることが決まった（2023年12月に掲載決定）。
- 長崎大学のチームは、膜改質により表流水の処理に寄って引き起こされる膜汚染の低減に成功したことに加え、選定したスポンジを使った膜洗浄によって膜の透水性を完全に回復することに成功した。
- 2023年10月26日には藤岡（長崎大学）がハノイに渡航し、ハノイ建設大学の実験室でナノろ過膜処理の実験指導を行った。
- 2024年2月には、ハノイ建設大学の実験室に膜処理試験や水質分析を行うために必要な供与機材である「ジャーテスター」、「紫外線光度計」、「全有機炭素計」、「加圧式ろ過システム」、「チューブポンプ」、「三次元蛍光分光装置」、「接触角分析計」が到着した。

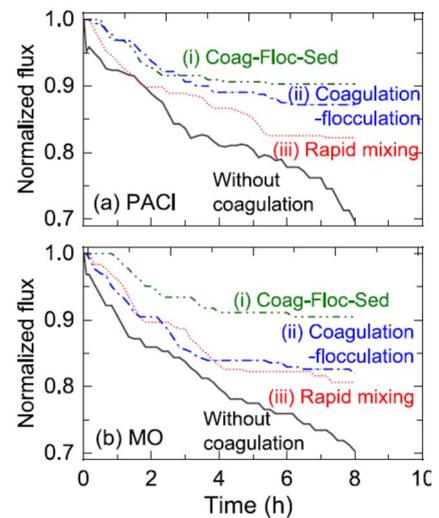


図1 前凝集によるナノろ過膜の膜汚染低減効果：(a)ポリ塩化アルミニウム、(b)モリング

② 研究題目1の当該年度の目標の達成状況と成果

- 2023年度は、①前凝集・②膜改質・③膜洗浄の3つ手法によって、①膜汚染物質の供給量・②付着量・③除去量をそれぞれ①20%・②20%・③50%以上改善することを目指し、結果としてそれぞれの目標を達成した。さらに、膜の洗浄の加速試験を行うことで物理的な膜洗浄に適した材料の選定も終えた。一方、上で示したように急速攪拌だけでも効果があったため、インラインで凝集剤を添加する検討も行ったが、配管への付着等のせいかな最適な処理条件を明らかにすることはできなかったため、今後も引き続き課題に取り組む予定である。以上のように、当該年度の目標は概ね達成した。
- 長崎大学のチームが行って来たナノろ過膜による窒素化合物除去の評価およびメカニズム解明の結果が、水環境分野トップであるWater Research 誌に2023年10月に掲載された。

【令和5年／2023年度実施報告書】【240531】

③研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

インラインミキサーを使ったインライン凝集については、卓上試験では処理する水が少ない上に配管径が小さすぎるためか凝集によるフロック形成が困難であることが分かった。これは当初想定していなかったことから、現在、異なるアプローチで卓上試験レベルでもインライン凝集によるフロック形成を実現できるか検討中である。なお、現場の実証試験のような規模であれば実際にインライン凝集が使われている浄水場の水処理設備と同じ現象を再現できると期待されるため、インライン凝集を活用する方針は変更していない。

④研究題目1の研究のねらい（参考）

膜汚染の抑制は、河川水中の不純物（蛋白性物質やフミン質等）の膜への付着量を低減することにより達成できる。よって、本研究題目を遂行することにより、河川水中の不純物（蛋白性物質やフミン質等）の膜への付着量を抑制し、ナノろ過処理の超省エネ化を目指す。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

- 研究題目1-1： インライン凝集沈殿による前処理法を確立し、膜面に輸送される汚染物質を50%以上削減する。具体的には、東南アジアで安価に入手可能な天然凝集剤モリング等を膜浸漬槽前の配管内に打ち込み、膜汚染物質を膜浸漬槽内で沈殿除去する技術を開発する。
- 研究題目1-2： ナノろ過膜表面を改質することにより、膜汚染物質の膜面への付着量を50%以上削減する。具体的には、ナノろ過膜の空隙及び表面を改質し、膜汚染物質が付着しない耐汚染性のある膜を造り出す。
- 研究題目1-3： 物理洗浄手法を確立することにより、膜表面に付着した膜汚染物質の90%以上を除去する。具体的には、膜表面に堆積した不純物をスポンジ付ワイパーを用いて取り除く浄手法を確立する。

(2-2)研究題目2：「浸漬ナノろ過膜処理装置の構築」

研究グループ2（リーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）

①研究題目2の当初計画（全体計画）に対する実施状況

- 長崎大学のチーム（サブリーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）は、これまでの膜の四辺全てを3Dプリンターを使って制作した枠に接着剤で接着する膜モジュール作成方法を改良し、一辺のみ接着剤を使って接着する膜モジュールを開発した。さらに、スケールアップを想定して18枚のミニ膜モジュール（膜有効面積＝合計1 m²）を膜処理ユニットに組み込み（図2）、実際に水槽に浸漬させて純水を使って膜ろ過を行うことで、2週間以上の連続運転を達成した。さらに、実験でもとめた透過流束を元に浸漬ナノろ過膜処理装置の基礎設計を行い、一つの水槽あたりの必要容積を明らかにした。



図2 膜ろ過モジュールの外観

- 北九州市立大学（サブリーダー：寺嶋 光春、北九州市立大学）は、異方性圧力損失モデルを流体解析モデルに組み込み、浸漬平膜の流体解析を可能にした（図3）。さらに、水槽構造を最適化するために、流体解析から得た膜面剪断応力分布から局所的な膜面透過流束を計算することのできる流体解析モデルを開発した。それを膜モジュール全体に平均化することで膜モジュール全体の膜面透過流束を計算することができるようになった。
- 2024年2月には、流体力学シミュレーションのソフトウェアを走らせるために使用する「PCワークステーション」をハノイ建設大学に設置した。さらに、長崎大学よりソフトウェアの発注を2024年4月検収の条件で行った。

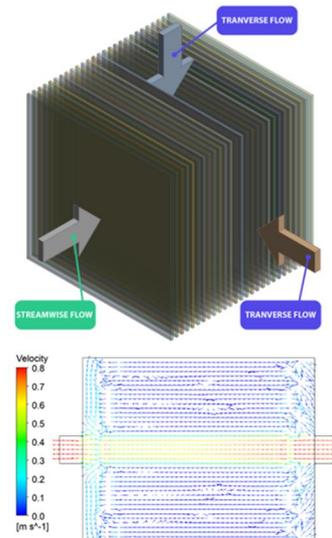


図3 (上)浸漬平膜部の流体解析モデルの概念と(下)流速分布ベクトルの計算結果

②研究題目2の当該年度の目標の達成状況と成果

- これまでの膜モジュールの構造最適化を行っていった結果、新しい膜モジュールの完成に至った。また数値流体力学による水槽の基礎プログラムの開発も達成した。さらに、浸漬ナノろ過膜処理装置の基礎設計も完了したことから、当該年度の目標を達成した。

③研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2023年度は当初計画では想定されていなかった新たな展開はなかった。

④研究題目2の研究のねらい（参考）

処理装置の構造最適化は、膜モジュールの形状や浸漬数に起因する水力抵抗を低減することにより達成できる。よって、本研究題目を遂行することにより、膜モジュールや水槽内の水力抵抗を低減して構造最適化を行い、安価な処理装置の製造を可能にする。

⑤研究題目2の研究実施方法（参考）

- 研究題目2-1： 1枚当たりの有効膜面積を最大化した膜モジュールの製造方法を確立する。具体的には、膜モジュールの構造を水力抵抗と部材および製造価格の面で最適化し、低コスト化を図る。
- 研究題目2-2： 数値流体力学を活用して膜モジュールの膜密度を高め、有効膜面積の最大化を達成する。具体的には、膜浸漬槽内の膜モジュールの配置場所が流動状態に与える影響を明らかにし、不純物が滞留しない浸漬槽を造り出す。
- 研究題目2-3： 安価で耐久性のある部材を使用することで、膜処理装置の低価格化を達成する。具体的には、現地調達可能な低価格の材料・機器・器具を使用することを前提とし、実際の機器の見積や製作等を通して浸漬ナノろ過膜処理装置の設計基準を確立する。

(2-3)研究題目3：「水質監視により水の安全性の確保する手段の構築」

研究グループ3（リーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）

①研究題目3の当初計画（全体計画）に対する実施状況

- 長崎大学のチーム（サブリーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）は、リアルタイム生物粒子計測器の前処理装置の条件最適化を完了した。さらに、リアルタイム生物粒子計測器を用い、大腸菌および原虫の濃度と計測器でカウントされる濃度に大きな差がないことを明らかにした。これは、本計測器を水道に適用した場合に水道水の安全性を確保する計測項目として説得力のあるデータとなった。
- 産総研のチーム（サブリーダー：安浦 雅人）は、多粒子格納型デジタルイムノアッセイ法を用いたノロウイルス検出系の改善・評価を行い、新たに選出した抗体を用いることで検出系の非特異応答の抑制に成功した（図4）。この結果、同一サンプルの測定において、世界最高感度のイムノアッセイ法と言われるデジタルELISA系を1桁上回る感度でのノロウイルス様粒子の検出に成功するとともに、2社の市販ノロウイルス様粒子の応答を比較し、同等濃度に対する応答に差異が無く、当該感度が使用サンプル固有の影響によるものではないことを確認した。
- 遠方監視システムについては、小型の浸漬ナノろ過膜処理装置の運転条件（処理流量・圧力）および水質項目（水温・電気伝導度）を一般的なパソコンに表記し、それを汎用ソフトを使って遠方監視することを達成した。一方、汎用ソフトではセキュリティーに問題がある可能性があり、今後は専用の遠方監視システムを構築していく計画である。

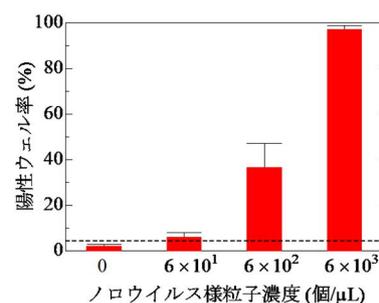


図4 改善したノロウイルス様粒子検出系の感度評価結果

②研究題目3の当該年度の目標の達成状況と成果

リアルタイム生物粒子計測器の前処理装置の構築完成、ノロウイルス濃度の検出濃度の達成、さらに小型の浸漬ナノろ過膜処理装置の遠方監視を達成したことから、当該年度の目標は概ね達成した。

③研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2023年度は当初計画では想定されていなかった新たな展開はなかった。

④研究題目3の研究のねらい（参考）

微生物学および化学的な水質をオンラインで監視することは、従来不可能であった水質異常への即時対応に繋がる。よって、本研究題目を遂行することにより、微生物学および化学的な水質をオンライン監視できるようにし、水質異常への即時対応を可能にする。

⑤研究題目3の研究実施方法（参考）

【令和5年／2023年度実施報告書】【240531】

- 研究題目 3-1：リアルタイム生物粒子計測器を用い、世界初のナノろ過膜の完全性担保技術を確立する。具体的には、水道水の微生物学的安全性を確保するため、オンサイトで膜の完全性を継続的にチェックするための細菌濃度を監視する方法の確立を目指す。
- 研究題目 3-2：膜を通過するノロウイルス濃度を世界最低下限で検出する計測技術を確立する。具体的には、ウイルス濃度を迅速検知可能なバイオセンサーを構築する。
- 研究題目 3-3：膜ろ過水中の全有機炭素濃度を無試薬でオンライン監視できる世界初の技術を確立する。具体的には、膜ろ過後の有機物濃度を常時確認するため、無試薬型のオンライン全有機炭素計測装置を開発する。
- 研究題目 3-4：ベトナム国内で最大 50 か所の水道施設を一括遠方管理できる安価なシステムを構築する。具体的には、特定の技術者が複数の施設の水質を遠隔で監視することを可能にするため、最大 50 か所の点在する施設を統合管理する遠隔監視制御システムを構築する。

(2-4)研究題目 4：「実証試験を通じた浸漬ナノろ過膜処理装置の性能検証」

研究グループ 4（リーダー：竹内 悠、京都大学）

①研究題目 4 の当初計画（全体計画）に対する実施状況

- 2024 年 3 月には、ハノイ建設大学の実験室が水処理および水質ラボとして活用できるようになった（図 5）。また、膜ろ過前後の微量元素濃度の評価に使用する「原子吸光光度計」、膜ろ過前後の無機イオン濃度の評価に使用する「高速液体クロマトグラフィー」、膜の純水透過性能の評価や、溶液の作成に使用する「超純水システム」等の提供機材を設置した。一方、一部の供与機材の立上げ・消耗品購入・水質分析の指導は 2024 年 4 月に持ち越された。



図 5 水質ラボの様子

②研究題目 4 の当該年度の目標の達成状況と成果

ハノイ建設大学内に水質ラボを設営し、水質分析に係る供与機材の納品のほとんどを終えたことから、当該年度の目標は概ね達成した。

③研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2023 年度は当初計画では想定されていなかった新たな展開はなかった。

④研究題目 4 の研究のねらい（参考）

開発技術を普及させるためには、その技術のコストと長期的な信頼性を明らかにすることが不可欠である。よって、本研究題目を通して開発技術の長期的な信頼性を検証し、社会実装の基礎データとする。

⑤研究題目4の研究実施方法（参考）

- 研究題目4-1： ハノイ建設大学内に水質ラボを設営し、大学単独で水質分析を行う設備と能力を整える。具体的には、ベトナムにおいて水質分析を全て実施できる環境を整備する。
- 研究題目4-2： 実際の河川水を使って1年間の実証連続試験を3か所で達成する。具体的には、ベトナム国内の実証連続を通して、開発したナノろ過膜処理装置とオンライン水質計測器の安定性と水質を既存法と比較検証する。

(2-5)研究題目5：「浸漬ナノろ過膜処理装置の事業展開の基礎構築」

研究グループ5（リーダー：藤岡 貴浩、長崎大学）

①研究題目5の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

- 2023年8月には、長崎大学のチームと協和機電工業の研究者がハイフォン市水道公社を訪問し、水道に活用されている河川の水質情報等を入手した。一方、ベトナム側のProject Document（PD）の承認が2024年1月末まで遅れたことに加え、日本側が具体的な浸漬ナノろ過膜処理装置の仕様を決定していなかったことから、これ以上の顧客調査や営業・生産拠点の調査をベトナム国内で実施できなかった。

②研究題目5の当該年度の目標の達成状況と成果

- 日本企業への聞き取りや営業・生産拠点調査まで至らなかったため、当該年度の目標は達成できておらず翌年度に持ち越された。

③研究題目5の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2023年度は当初計画では想定されていなかった新たな展開はなかった。

④研究題目5の研究のねらい（参考）

開発技術を普及させるためには、その設備導入の設計指針の構築や技術認証を得ることに加えて、水質汚染状況の把握や膜処理装置の営業および生産拠点を構築して事業展開することが不可欠である。よって、以下の課題を遂行することにより、ベトナム国内における浸漬ナノろ過膜処理装置の事業展開を促進する。

⑤研究題目5の研究実施方法（参考）

- 研究題目5-1： 利害関係者を含む作業委員会を組織し、水道施設設計指針を構築するための申請を行う。具体的には、開発した高度浄水処理装置の水平展開を図るため、日本側研究者とベトナム側の研究者（ハノイ建設大学、ハイフォン水道公社、ベトナム上下水道協会）が中心となってベトナム国内の設備設計指針への本開発技術の記載を目指す。
- 研究題目5-2： 浸漬ナノろ過膜処理の水道における技術認証の申請を行う。具体的には、ベトナムのハイフォン市およびハノイ市における高度浄水の市場規模を正確に把握するため、ハノイ建設大学が中心となって水質汚濁が進んでいる水道水源（河川水）の水質データを取得し、それを可視化するためのマップを作成する。

【令和5年／2023度実施報告書】【240531】

- 研究題目 5-3： 河川毎の水質汚染状態と河川水利用顧客を調べ、市場調査のための資料マップを作成する。
- 研究題目 5-4： ベトナム国内の事業計画を策定する。具体的には、3年目である2025年度内を目途に、ベトナム北部において現地の製造から維持管理までを一貫して行う特別目的会社又は共同事業体を設立する。

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト/上位目標達成の見通し (公開)

1. 今後のプロジェクトの進め方および留意点

本プロジェクトでは本来、代表研究機関であるハノイ建設大学の研究者が実験室に多く入って自主的な研究開発を行うことを日本側が提案することで計画していた。しかし、実際にプロジェクトを進める段階になって、ハノイ建設大学は実際には研究のための新たな人員を割くことができない上に、ディスカッションを通して既存の教員の研究の経験値もあまりないことが明らかになった。さらに、相手国内の予算はほとんどが人件費に割かれており、実験消耗品の購入に充てる費用はあまりないことが分かった。今後は、日本側研究者が主体となってベトナム国内で実験や実証試験を主導し、現地の河川水を使った水処理試験や水質分析をハノイ建設大学の研究者が遂行する方向でプロジェクトを進めるように軌道修正を検討している。

2. プロジェクト目標達成の見通し

プロジェクト目標である「高度浄水処理方法の初期費用と運転費用の80パーセント低減」を実現するためには、水道事業体の協力が不可欠である。本プロジェクトにおいてはハイフォン市水道公社が相手国の研究機関として関与しており、2023年度の同機関への訪問時もトップ3（会長・社長・副社長）が全面的な支援の約束を得ている。よって、計画している浄水場における実証試験の遂行の問題もなく、プロジェクト目標が達成されると見込んでいる。

3. 上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し

本プロジェクトではベトナムの水道をターゲットにしているが、他の東南アジアでも同様に、汚染した水源に起因した水道の安全性の問題を抱えている。水道コンサルと連携できるかを探っており、2024年度は具体的に何ができるかを打合せる予定である。さらに、パートナー企業とは、JICAの民間連携事業などを活用して、SATREPSプロジェクトと並行してベトナム以外の国での実証試験などの可能性を探り、社会実装を実現するための多くの手を打つ計画である。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など (公開)

1. プロジェクト全体の現状と課題

社会実装を実現するためには、開発技術を製品化するパートナーを獲得することに加え、社会実装のために必要な現場のデータ取得が必要である。2024年度以降は、本プロジェクトのコア技術

であるナノろ過膜の提供元を決定し、パートナーとして開発に協力してもらう必要があるため、ナノろ過膜の製造業者に本プロジェクトに参画するように働きかける計画である。さらに、社会実装に必要な現場のデータを取るために必須となる浄水場における実証試験を計画の4年目よりも早めて実施できるように取り組む計画である。

2. 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例

本プロジェクトを通して、ベトナムではR/D (Record of Discussion) よりも上位にベトナム国内に Project Document (PD) というものがあり、その締結が相手国代表機関とベトナム政府機関（文科省と財務省）でされない限りはプロジェクト開始（ハノイ建設大学側での予算使用）や供与機材の無税での受取ができないことが分かった。このPD締結が2024年1月までされなかったため、結果的に供与機材の日本からの輸出が2024年2月までできなかった。

IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

1. 技術移転や実用化に向けた展開

2023年度は該当する展開がなかった。

2. 将来的な社会実装を目指した取り組み

2023年8月、日本側研究者7名は相手国研究機関であるハイフォン市水道公社を訪問し、水道設備の社会実装の前に必須である実証試験に関わる打合せを行った。その後、実証試験を予定しているアンズオン浄水場内に移動し、実際に装置を据え付ける場所について打合せを行った。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

2023年6月15日、本プロジェクトのR/D (Record of Discussion) の署名交換がJICAと教育省で完了し、メディア報道があった。

- 発信者：Tai chinh - Vietnam Financial Times

記事タイトル：JICA hỗ trợ 250 triệu Yên phát triển hệ thống cấp nước bền vững tại Việt Nam - JICA supports 250 million Yen to develop sustainable water supply systems in Vietnam

アドレス：<https://thoibaotaichinhvietnam.vn/jica-ho-tro-250-trieu-yen-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-ben-vung-tai-viet-nam-130210.html>

2024年3月13日、本プロジェクトの第1回合同調整委員会とKick Off式典が開かれ、メディアの取材および報道があった。

オンライン誌面

- 発信者：Báo Xây Dựng（建設新聞）
 記事タイトル：Khởi động dự án Satreps: Phát triển hệ thống cấp nước thích ứng với nguồn nước ô nhiễm - Launching the Satreps project: Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources
 アドレス：<https://baoxaydung.com.vn/khoi-dong-du-an-satreps-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem-371598.html>
- 発信者：Hanoi University of Civil Engineering
 記事タイトル：HỘI THẢO KHỞI ĐỘNG DỰ ÁN VÀ KHÁNH THÀNH PHÒNG THÍ NGHIỆM SATREPS: “PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG CẤP NƯỚC THÍCH ỨNG VỚI NGUỒN NƯỚC Ô NHIỄM” - PROJECT KICK-OFF WORKSHOP AND INAUGURATION OF SATREPS LABORATORY: “Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources”
 アドレス：[https://www.huce.edu.vn/hoi-thao-khoi-dong-du-an-va-khanh-thanh-phong-thi-nghiem-satreps-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem#:~:text=Ng%C3%A0y%2013%2F3%2F2024%2C,2023%20%E2%80%93%202028\)%20d%C6%B0%E1%BB%9B%20s%E1%BB%B1%20h%E1%BB%97](https://www.huce.edu.vn/hoi-thao-khoi-dong-du-an-va-khanh-thanh-phong-thi-nghiem-satreps-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem#:~:text=Ng%C3%A0y%2013%2F3%2F2024%2C,2023%20%E2%80%93%202028)%20d%C6%B0%E1%BB%9B%20s%E1%BB%B1%20h%E1%BB%97)

記事タイトル：HỌP HỘI ĐỒNG GIÁM SÁT DỰ ÁN SATREPS: “PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG CẤP NƯỚC THÍCH ỨNG VỚI NGUỒN NƯỚC Ô NHIỄM” - MEETING OF THE SATREPS PROJECT JOINT COORDINATION COMMITTEE: “Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources”
 アドレス：<https://www.huce.edu.vn/hop-hoi-dong-giam-sat-du-an-satreps-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem>
- 発信者：Cấp Thoát Nước Việt Nam（ベトナム上下水道誌）
 記事タイトル：Phát triển hệ thống cấp nước an toàn thích ứng với nguồn nước ô nhiễm - Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources
 アドレス：<https://tapchinuoc.vn/phat-trien-he-thong-cap-nuoc-an-toan-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem-175240313214410532.htm>
- 発信者：Báo Mới online - New Newspaper online
 記事タイトル：Khởi động dự án Satreps: Phát triển hệ thống cấp nước thích ứng với nguồn nước ô nhiễm - Launching the Satreps project: Establishing Sustainable Water Supply System Resilient to the Contamination of Drinking Water Sources
 アドレス：<https://baomoi.com/khoi-dong-du-an-satreps-phat-trien-he-thong-cap-nuoc-thich-ung-voi-nguon-nuoc-o-nhiem-c48567787.epi>

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2023	Popova, A., Rattanakom, R., Yu, Z., Li, Z., Nakagawa, K., Fujioka, T. Evaluating the potential of nanofiltration membranes for removing ammonium, nitrate, and nitrite in drinking water sources, Water Research, 2023, 244, 120484.	10.1016/j.watres.2023.120484	国際誌	発表済	水環境分野最上位の雑誌

論文数 1 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 1 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2022	国内学会	Alena Popova, Radamane Rattanakom, Zhi-Qiang Yu, Zhuolin Li, Kei Nakagawa, Takahiro Fujioka (長崎大学), Ammonia, nitrate, and nitrite removal by nanofiltration membranes, 世界展開力強化事業「持続的社会的基盤整備を支えるグローバル人材育成プログラム」第1回国際シンポジウム、長崎大学、2023年2月27日	ポスター発表
2022	国内学会	Radamane Rattanakom, Alena Popova, Zhi-Qiang Yu, Zhuolin Li, Kei Nakagawa, Takahiro Fujioka (長崎大学), 硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素を除去するためのナノろ過膜処理、2022年度日本水環境学会九州沖縄支部研究発表会、宮崎大学、2023年3月2日	口頭発表
2023	国内学会	藤岡貴浩(長崎大学)、逆浸透膜およびナノろ過膜による水の再利用、高分子学会第45回高分子と水分離に関する研究会講座、東京工業大学、2023/06/30	招待講演
2023	国内学会	Radamane Rattanakom (長崎大学), Removal of Ammonia, Nitrate, and Nitrite by Nanofiltration Membranes, Japan-YWP 11th International Symposium in WET2023-online, Online, 8-9 July 2023	口頭発表
2023	国内学会	Chi Thi Linh Ung (長崎大学), Mitigating Membrane Fouling of Nanofiltration using Pre-coagulation, Japan-YWP 11th International Symposium in WET2023-online, Online, 8-9 July 2023	口頭発表
2023	国際学会	Alena Popova (長崎大学), Uncovering the potential of nanofiltration membranes for removal of ammonia, nitrate, and nitrite (Poster), 13th International Congress on Membrane and Membrane Processes (ICOM 2023), Chiba, Japan, 11 July 2023	ポスター発表
2023	国際学会	Takahiro Fujioka (長崎大学), Direct nanofiltration for drinking water treatment (Oral), 13th International Congress on Membrane and Membrane Processes (ICOM 2023), Chiba, Japan, 13 July 2023	口頭発表
2023	国内学会	藤岡貴浩(長崎大学)、ベトナムにおける水汚染耐性のある供給システム構築、アクア・イノベーション拠点 AxC-PF第12回講演会、信州大学、2023/10/06	招待講演
2023	国際学会	Takahiro Fujioka (長崎大学), Direct nanofiltration for drinking water and wastewater treatment, Journal of Water Process Engineering Webinar, DOI: 10.52843/cassyni.lxg1k8, Elsevier, Webinar, 24 October 2023	招待講演
2023	国際学会	Takahiro Fujioka (長崎大学), Submerged nanofiltration for drinking and wastewater treatment (Poster) 6th International Conference on Desalination using Membrane Technology 2023 (MEMDES2023), Sitges, Barcelona, Spain, 21 November 2023	ポスター発表
2023	国内学会	奥田哲士(龍谷大学) 他、Moringa oleifera から抽出した凝集活性成分の精製による能力改善、日本水環境学会 第58回日本水環境学会年会、2024年3月6日	口頭発表

招待講演 3 件
口頭発表 5 件
ポスター発表 3 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2022	2022/2/27	Best Poster Award at the Asia Intercollegiate Cooperative Project for Nurturing Global Leaders in Sustainable Infrastructure Development: 1st Campus Asia Program International Symposium	Ammonia, nitrate, and nitrite removal by nanofiltration membranes	POPOVA Alena	長崎大学	2.主要部分が当該研究の成果である	

1 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2022	2022/12/24	長崎新聞	水問題 解決の技術紹介	20面	3.一部当該研究の成果が含まれる	

1 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2022	2022/12/23	長崎大学リレー講座2022 長崎から始めるプラネタリーヘルス実現への挑戦～SDGsの一步先へ～	日本	75人	公開	「飲み水の危機～長崎から世界に技術を届ける」と題した講演を行い、本プロジェクトに関わる活動紹介も行った
2023	2023/11/13	3rd Consortium Meeting for Nurturing Leading Infrastructure Engineers, Research Exchange (International Collaboration Laboratory)	Sungkyunkwan University, Korea	20人	非公開	Sustainable drinking water treatment from contaminated water sources, Asia Intercollegiate Cooperative Project for Nurturing Global Leaders in Sustainable Infrastructure Development
2023	2023/11/15	1 st SATREPS project seminar Establishing Sustainable Water Supply System	日本	30人	公開	ビクトリア大学のMikel Duke教授が「Applications of membranes for industrial water treatment and resource recovery」と題した講演を、長崎大学の藤岡貴浩教授が「Advanced drinking water treatment using direct nanofiltration for Vietnam's safe water」と題した講演を行った。
2023	2024/2/27	一般社団法人産学官国際水環境技術推進協議会 令和5年度第2回研究交流会	日本	15名	公開	長崎大学の藤岡貴浩教授がSATREPSプロジェクトの「ベトナムにおける水汚染耐性のある水供給システムの構築」と題した講演を行った。

4 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2023	2024/3/14	年間計画の策定、進捗報告(モニタリングシートによる)	25	プロジェクトの紹介・概要、PDの内容、第1回モニタリングシートによる第1回JCC時点の進捗状況、年間作業計画の策定、JCCメンバーの更新とカウンターパートリストの更新、奨学生・研修生の選考、各研究活動に対する研究者の割り当て、機器の出荷状況と今後の出荷予定、機器を使用した活動スケジュールの更新、PDMの更新指標(出力4)、2年目の運営計画・作業計画の見直し・更新、その他プロジェクトの円滑な実施に関わる事項

1 件

成果目標シート

研究課題名	水汚染耐性のある水供給システムの構築
研究代表者名 (所属機関)	藤岡 貴浩(長崎大学 工学研究科 准教授)
研究期間	R4採択(令和4年6月1日～令和10年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ベトナム社会主義共和国／ ハノイ建設大学、ハイフォン市水道公社、 ベトナム上下水道協会
関連するSDGs	<p>目標 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</p> <p>目標 11. 包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する</p> <p>目標 13. 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる</p>

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 開発途上国の人々に安価で安全な飲料水を供給する 日本企業による成果の事業化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 汚染水源からの飲料水生産技術 低コスト型高度浄水処理技術 オンライン水質計測技術
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 浸漬平膜式のナノろ過処理技術 リモート水質監視制御システム普及 装置部品の3Dプリンター製造技術
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的な研究開発でPIとして活躍可能な日本側の若手研究者育成 IF付国際雑誌への論文掲載
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 水道分野における日越間の産学官人的ネットワークの構築 開発途上国に対する新しい水ビジネスモデル構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 低コスト型高度水処理の技術指針 リモート監視制御ネットワーク構築 国際共著論文

上位目標

持続可能な水供給の実現による地球規模課題への対応、
現地製造技術の開発を通じた開発途上国の産業発展への貢献。

水道水源の汚染に関わらず、高度に処理された安全で
安価な水道水が地域住民と産業に持続的に供給される。

プロジェクト目標

高度浄水処理に必要な初期投資と運用費用が既存法よりも $\geq 80\%$ 低い
水供給システムの開発とベトナム国内の水道施設への導入基盤の構築。

