

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

EIG CONCERT-Japan 共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「セラミック膜ろ過による持続可能な水再生技術」
2. 研究期間：2020年4月～2023年3月
3. 主な参加研究者名：
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	中田典秀	准教授	神奈川大学 化学 生命学部	研究統括
主たる 共同研究者	田中周平	准教授	京都大学 地球環 境学堂	マイクロプラ スチック計測
主たる 共同研究者	竹内遥	助教	京都大学 大学院 工学研究科	ろ過試験およ び水質試験
研究期間中の全参加研究者数			3名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Ceyda Zeynep KOYUNCU	Chief Researcher	TUBITAK Marmara Research Center	膜作成および 物理的評価
主たる 共同研究者	Domenico PANGALLO	Group Leader	Slovak Academy of Sciences	毒性（薬剤耐 性）評価
研究期間中の全参加研究者数			2名	

4. 国際共同研究の概要

物理・化学的強度の高いセラミック膜ろ過により、都市域で安定供給される下水処理水を再生処理し、持続的な水再生、再利用を目指す。河川流域に発達した都市においては、上流で放流された下水処理水が下流で非意図的に再利用され、さらに、再利用された水が沿岸域へと流れている。昨今、微生物汚染や遺伝毒性の他、(マイクロ)プラスチックの流出が世界的な懸念事項となっている。下水処理場は、汚染物質の流出抑制の役割を担っているものの、上記のような汚染物質の全てを処理対象とはしていない。

このような背景から、本研究では、日本と欧州の研究チームによる国際連携により、長寿命、高強度のセラミック膜による安定的、持続的な下水処理水の高度処理を実現する。すべてのパートナーの専門分野は補完的であり、トルコ側がセラミック膜の開発、日本側がセラミック膜の運転・処理性能評価、スロバキア側が毒性試験を担当し、直接連携することによる包括的な研究成果より、直接的にも間接的にも都市部で使用される水の原水となり得る下水処理水の高度処理が可能になり、潜在するリスクの低減にも貢献できるものと考えられる。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

トルコ側がセラミック膜の開発・評価、日本側がセラミック膜を用いたろ過の運転・処理性能評価、スロバキア側が毒性試験を担当し、それぞれが独自に、または連携して実施した。その結果、セラミック膜の透水性および孔径の緻密化に成功するとともに、都市の水循環、特に排水系へセラミック膜処理プロセスを導入することにより、マイクロ/ナノプラスチックや薬剤耐性菌/遺伝子の流出を効果的に抑制できることが確認された。

5-2 国際共同研究による相乗効果

日本と欧州の研究チームによる国際連携により、長寿命、高強度のセラミック膜による下水処理水の高度処理を実現するための基礎研究が相乗的かつ補完的に遂行された。トルコの研究チームは、セラミック膜の製造と、使用前後の膜の物理化学的特性を電子顕微鏡による検査を中心に進めた。実際に下水処理水を用いたろ過実験は日本の研究チームが担当した。マイクロプラスチックや薬剤耐性菌・遺伝子の低減効果は高く、これらの下水道における除去の必要性は、スロバキアの研究チームにより評価された。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本国際共同研究では、セラミック膜の製造において従来用いられてきた焼成技術に加え、ゾル・ゲル法による膜のろ過面のコーティング技術が用いられた。同技術のろ過面の孔径調整、特に緻密化への応用は今後の発展が特に期待される。本国際共同研究の目標は、長寿命、高強度のセラミック膜による安定的、持続的な下水処理水の高度処理を実現することであり、これは、持続可能な開発目標（SDGs）のゴール 6、11、12 に貢献するものである。本国際共同研究において実施されたろ過運転の制御、水質評価は、日本チームの若手研究者の指導のもと、修士課程の学生により実施されたものであり、若手人材の育成に貢献した。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
EIG CONCERT-Japan Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Sustainable water reclamation based on ceramic membrane filtration」
2. Research period : April, 2020 ~ March, 2023
3. Main participants :
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Norihide Nakada	Associate Professor	Kanagawa University	Project organizer
Co-PI	Shuhei Tanaka	Associate Professor	Kyoto University	Measurement of microplastic
Co-PI	Haruka Takeuchi	Assistant Professor	Kyoto University	Evaluation and operation of membrane filtration test
Total number of participants throughout the research period:				3

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Ceyda Zeynep KOYUNCU	Chief Researcher	TUBITAK Marmara Research Center	Membrane production and physical evaluation
Co-PI	Domenico PANGALLO	Group Leader	Slovak Academy of Sciences	Toxicity (antibiotic resistance)
Total number of participants throughout the research period:				3

4. Summary of the international joint research

The goal of this project was to reclaim and treat treated sewage water from a stable supply in urban areas using ceramic membrane filtration with high physical and chemical strength, and to achieve sustainable water reclamation and reuse. This international collaboration between Japanese and European research teams studied on a stable and sustainable advanced treatment of treated sewage water using long-life, high-strength ceramic membranes. All partners' fields of expertise were complementary, with the Turkish side in charge of ceramic membrane development, the Japanese side in charge of ceramic membrane operation and treatment performance evaluation, and the Slovak side in charge of toxicity testing. As a result, it was confirmed that the permeability and pore size of the ceramic membranes were successfully improved and that the introduction of the ceramic membrane treatment process into the urban water cycle, especially the wastewater system, can effectively control the release of micro/nano plastics and antibiotic resistant bacteria/genes. The results of this comprehensive research exhibited that the advanced treatment of treated wastewater by using ceramic membranes can be used as raw water for water reclamation in urban areas, both directly and indirectly, and will contribute to reducing potential risks.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

International collaboration between Japanese and European research teams involved synergistic and complementary basic research to realize advanced treatment of treated water using long-life, high-strength ceramic membranes. The Turkish research team focused on the preparation of ceramic membranes and the examination of their physicochemical properties before and after use using electron microscopy. The Japanese research team was responsible for filtration experiments for treated wastewater and evaluation of removability of some water quality parameters including microplastic and antibiotic resistant bacteria (ARB) and gene (ARG). The Slovak research team assessed the need for removal of this microplastic, ARB and ARG in sewage systems.

5-2 Synergistic effects of the joint research

International collaboration between Japanese and European research teams involved synergistic and complementary basic research to realize advanced treatment of treated wastewater using long-life, high-strength ceramic membranes. The Turkish research team focused on the preparation of ceramic membranes and the examination of their physicochemical properties before and after filtration for the wastewater using electron microscopy. The Japanese research team was responsible for filtration experiments using treated wastewater and evaluation of removal property for some water quality parameters including ARB/ARG and microplastic. The Slovak research team evaluated the need for removal of these microplastics and drug-resistant bacteria and genes in sewage systems.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

In this international joint research, a conventional sintering technology used in the manufacture of ceramic membranes and sol-gel method for coating the filtration surface of the membranes. The application of this technology to pore size adjustment of the filtration surface is expected to be developed in the future. The research team contributed to the development of young researchers, mainly within the Turkish and Japanese research teams, in membrane fabrication, evaluation of the fabricated membranes, control of filtration operation, and water quality assessment. The goal of this international collaboration was to achieve stable and sustainable advanced treatment of treated wastewater using long-life, high-strength ceramic membranes, which will contribute to Goals 6, 11, and 12 of the Sustainable Development Goals (SDGs).

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

*原著論文（相手側研究チームとの共著論文）発表件数：計 1 件

・査読有り：発表件数：計 1 件

1.Takeuchi, H., Tanaka, S., Koyuncu, C.Z., Nakada, N., Removal of microplastics in wastewater by ceramic microfiltration, Journal of Water Process Engineering, 54, 104010, 2023

・査読無し：発表件数：計 0 件

*原著論文（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文）：発表件数：計 0 件

・査読有り：発表件数：計 0 件

・査読無し：発表件数：計 0 件

*その他の著作物（相手側研究チームとの共著総説、書籍など）：発表件数：計 0 件

*その他の著作物（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など）：発表件数：計 0 件

2. 学会発表

該当なし

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1.2021年11月26日：中間ワークショップ、オンライン

3か国の各チームから研究の進捗について報告。

2.2023年3月9日：終了ワークショップ、オンライン

3か国のチームメンバーを交えて Microsoft Teams によりこれまでの成果発表、今後の成果取りまとめ、将来展開について話し合うための最終ワークショップを開催した。

4. 研究交流の実績（主要な実績）

該当なし

5. 特許出願

該当なし

6. 受賞・新聞報道等

該当なし

7. その他

該当なし