電磁アルキメデス力を用いた海洋マイクロプラスチックの除去装置の開発

工学部原子力技術応用工学科
氏名　三島史人　野村直希　西嶋茂宏

【キーワード】
マイクロプラスチック,ローレンツ力,絶縁体

【研究目的】

海洋中に漂うマイクロプラスチック（MPs）は、付着した残留性有機汚染物質（POPs）による人体への影響が将来的に懸念されており、地球規模の社会的課題となっている。本研究では、MPsの除去装置の開発を目的としてる。

【研究内容】

本研究では海洋中のマイクロプラスチック分離・除去する手法として、ローレンツ力を用いた手法を適用する。海水に磁場を印加するとともに電流を流すことによりマイクロプラスチックの分離・除去する手法である。

媒質（海水）に電流【電流密度 J (A/m^2)】が流れ、電流と磁場B(T)が垂直に作用する時、ローレンツ力F(N)が媒質に誘起され、その時の媒質には$\boldsymbol{J} \times \boldsymbol{B}$ の力が作用する（図1(a)）。そして、媒質中（導電体）に絶縁球（体積V）が存在する場合、その絶縁球にはローレンツ力Fの反力（電磁アルキメデス力）が作用することになる（図1(b)）。この作用力は，Leenovらにより、以下の式で表される。$\boldsymbol{F} = -3/4V(\boldsymbol{J} \times \boldsymbol{B})$

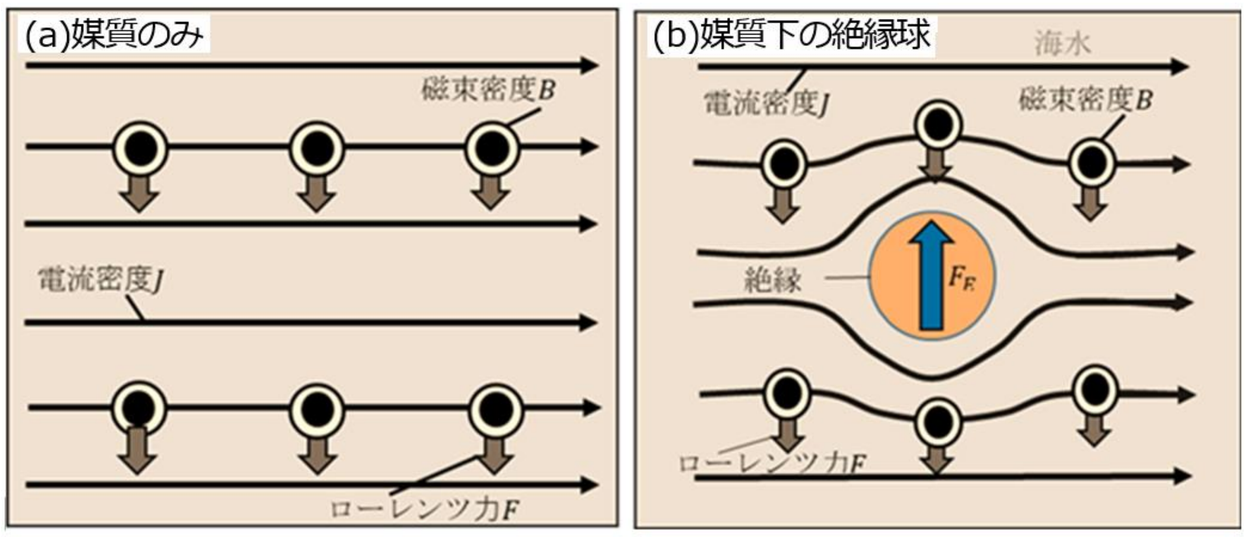

図１：導電体媒質下の電磁力

我々は装置の概念設計を初年度完了し、令和5年度に超伝送磁石を磁場発生源とした装置開発を計算と実験から実施した。

その問題点を抽出し、令和6年度には、磁場発生源を対向型永久磁石回路に変更し、その広い均一磁場下（0.7Ｔ）に電極間距離を大きく取り、分離に必要な磁場空間および電場（電流密度）の最適化、それにより改善される海水の電気分解によるガス発生などの外連因子の低減化に成功し、安定に連続処理可能な海洋マイクロプラスチックの除去装置（図２）を開発する目的を達成しました。

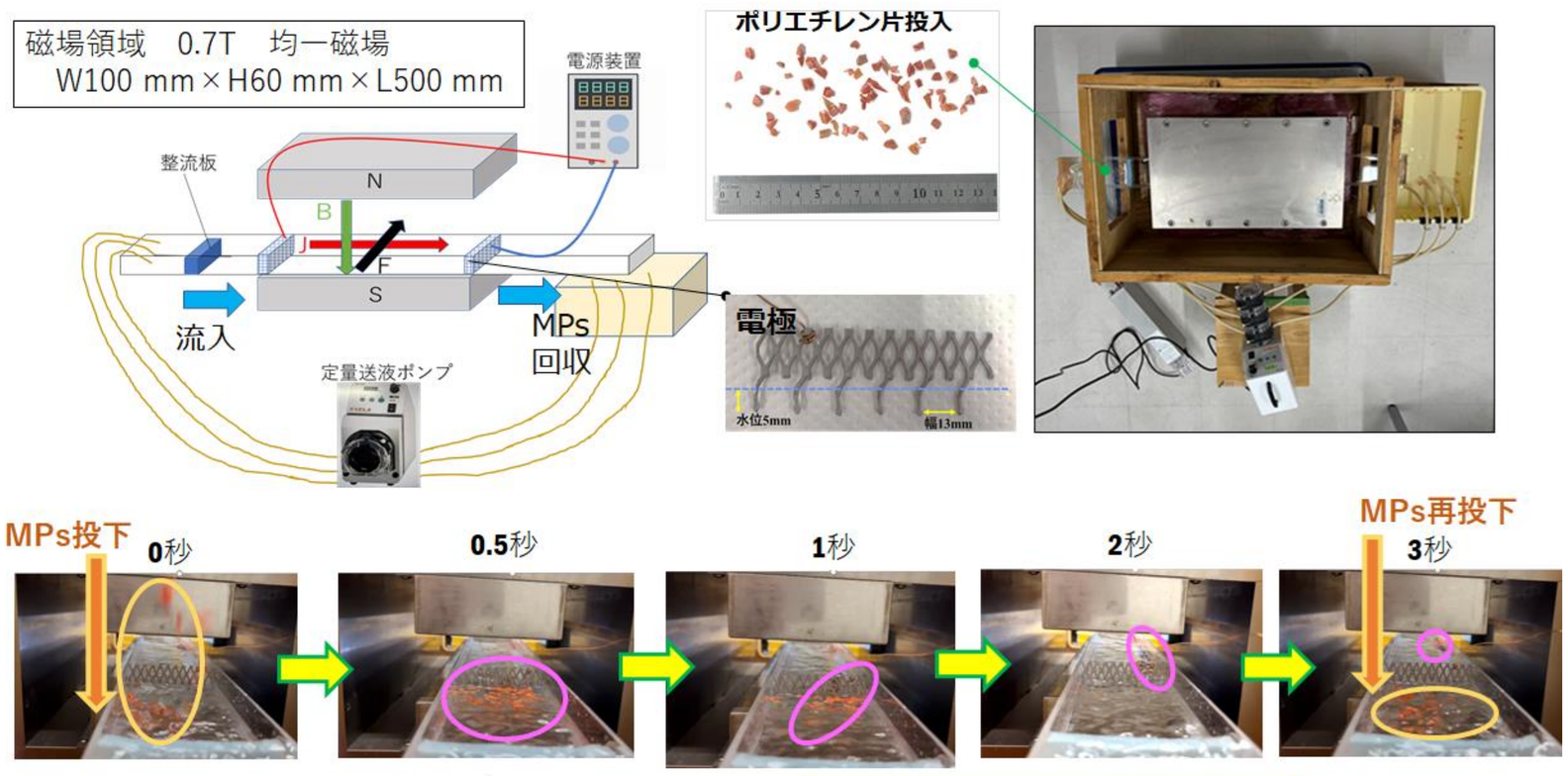

図2　MPs除去装置(流水場)

【期待される研究成果や今後の展望】

磁場発生源として、磁場強度を調整可能な超電導磁石を想定し、実験と計算を通じて分離に必要なパラメータを取得してきた。しかし、ガス発生の低減策として、最終年度に対向型永久磁石の均一磁場を用いて装置を完成させた。装置の大型化により、電極間距離を拡大しながら電流密度を確保し、電流値を下げることで海水の対流抑制と発生ガスの低減が可能となる見込みがある。今後は、超電導磁石と永久磁石の両方を活用する計画を策定し、装置の大型化に向けた外部資金の申請を進める。

地域連携研究推進センター
〒910-8505　福井県福井市学園3丁目6－1
TEL：0776-29-2661　FAX：0776-29-7843　Mail：shakai-u@fukui-ut.ac.jp