

【課題番号】 5-2404

【研究課題名】 大気中マイクロ/ナノプラスチックの海洋-陸域相互作用と劣化機構

【研究期間】 2024 年度（令和 6 年度）～2026 年度（令和 8 年度）

【研究代表者（所属機関）】 大河内 博（早稲田大学）

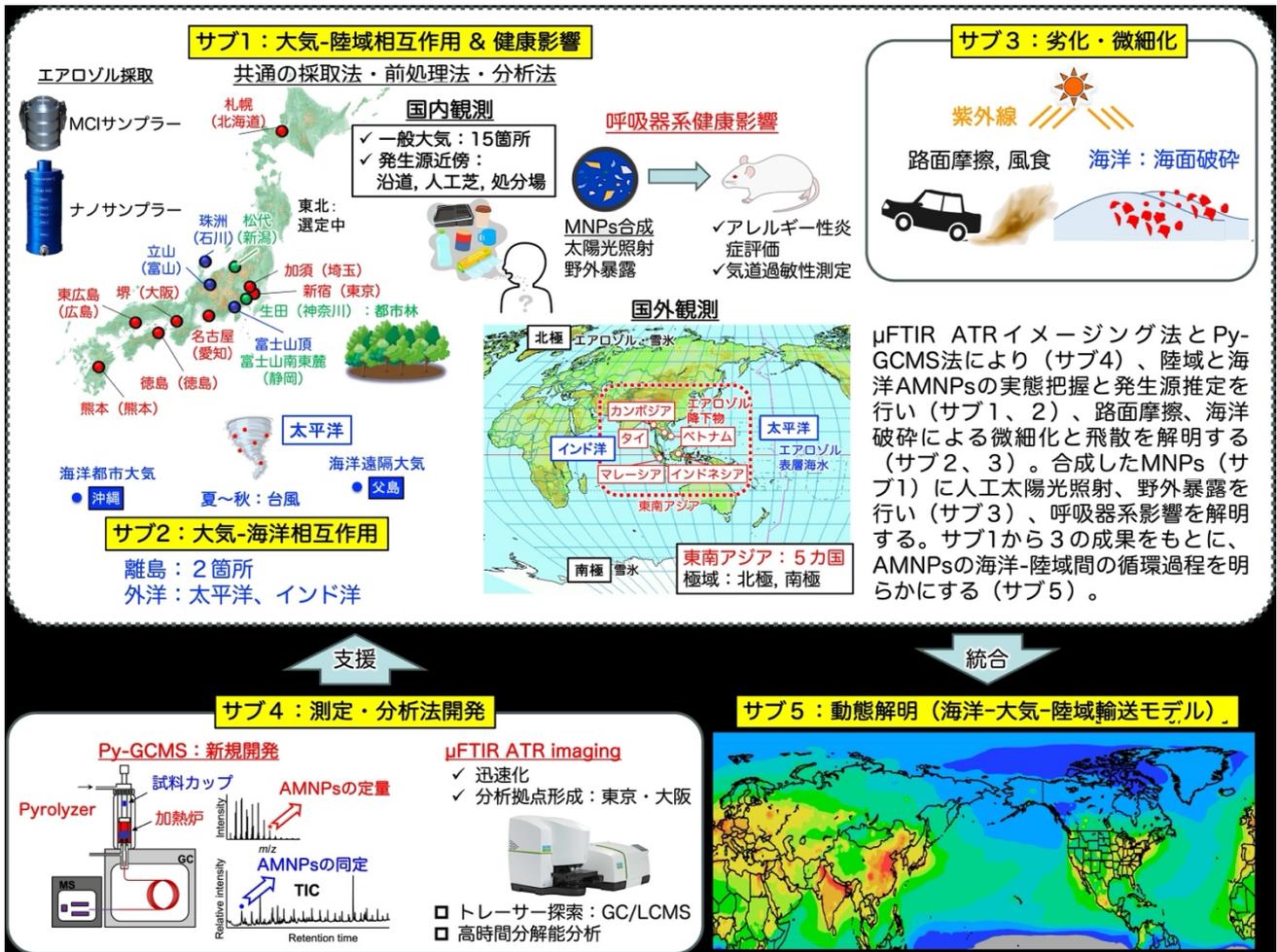
研究の全体概要

1950 年から 2015 年までのプラスチック生産量は 6.9 Pg C であり、そのうち 2.2 Pg C が使用中、4.1 Pg C が廃棄、0.6 Pg C が焼却された (Stubbins et al., 2021)。プラスチック生産量の約 10%が海洋流出し (Thompson et al., 2006)、海洋生態系の破壊が懸念されている。これまで海洋はプラスチックゴミの終着点と考えられてきたが、海洋で微細化したマイクロプラスチックの大気放出と陸域への輸送 (Allen et al., 2020; Ferrero et al., 2022; Evangeliou et al., 2023)、陸域から大気放出されたマイクロプラスチックの海洋への輸送が指摘されている。モデル研究によると (Nor et al., 2021)、人体へのマイクロプラスチックの最大摂取経路は空気吸入であることから、大気中マイクロプラスチックの実態把握とともに、大気を介した陸域-海洋間におけるマイクロプラスチック循環過程の解明は喫緊の課題である。2018 年以降、大気中マイクロプラスチック (Airborne MicroPlastics: AMPs) の報告は急激に増えている (Allen et al., 2022)。Revell et al. (2021) はエアロゾル中 AMPs 個数濃度を $0.01 - 5650$ 個/ m^3 と報告しているが、研究者によって手法が異なり、単純に比較できない。また、既往研究の多くは空気動力学径を考慮しておらず、実粒径で数十から数百 μm の比較的大きな AMPs でさえも材質の誤判別が少なくない。PM_{2.5} 中 AMPs (AMPs_{2.5})、サブミクロンサイズ ($0.1 \mu m \sim 1 \mu m$) の AMPs (AMPs_{0.1-1}) の報告はほとんどなく、 $0.1 \mu m$ 未満の大気中ナノプラスチック (Airborne NanoPlastics: ANPs) の報告は皆無である。AMPs の大気輸送モデルは Brahney グループが精力的に報告しているが (Brahney et al., 2021; Evangeliou et al., 2023; Xiao et al., 2023)、降下物や粗大粒子に基づいており、AMPs_{2.5}、AMPs_{0.1-1} および ANPs を考慮していない。

本研究では、5つのサブグループから構成される。離島を含む国内15箇所、東南アジア 5 カ国 (カンボジア、ベトナム、タイ、マレーシア、インドネシア)、極域、外洋で観測を行い、陸域および海洋大気中マイクロ/ナノプラスチック (Airborne Micro- and NanoPlastics; AMNPs) の実態解明を行う (サブ1、2、3で連携)。そのために大阪公立大学に μ FTIR-ATR分析装置を新規導入して分析拠点 (西日本、タイ、ベトナム、インドネシア) とし、早稲田大学 (東日本、離島、カンボジア、極域) と連携して膨大な試料を効率的に分析・解析を進める。また、スプリットレス熱分解GCMS法によるAMNPs質量濃度、添加剤・吸着物の分析法を確立し、トレーサーによる発生源推定法を確立する (サブ1と4連携)。また、模擬実験により紫外線、機械的および化学的劣化と微細化過程、屋外暴露実験による劣化過程を解明し (サブ2、3)、AMNPsの呼吸器系影響を細胞試験と動物試験から評価する (サブ1)。サブ1から3で得られた膨大な観測データおよび室内実験結果をモデル化し、AMNPsの大気を介した海洋-陸域間の循環過程を明らかにする (サブ5)。

屋外観測、室内実験およびモデル研究により、大気を介した海洋—陸域間の循環過程を解明して、2050年までに海洋プラスチックゴミによる追加的汚染をゼロに削減するという大阪ブルーオーシャンビジョンの実現に貢献する。

研究の全体概要図



μFTIR ATRイメージング法とPy-GCMS法により(サブ4)、陸域と海洋AMNP_sの実態把握と発生源推定を行い(サブ1、2)、路面摩擦、海洋破碎による微細化と飛散を解明する(サブ2、3)。合成したMNP_s(サブ1)に人工太陽光照射、野外暴露を行い(サブ3)、呼吸器系影響を解明する。サブ1から3の成果をもとに、AMNP_sの海洋-陸域間の循環過程を明らかにする(サブ5)。