

【課題番号】 1-2205

【研究課題名】 廃棄プラスチックのバイオリサイクル技術の開発

【研究期間】 2022 年度（令和 4 年度）～2025 年度（令和 6 年度）

【研究代表者（所属機関）】 杉森大助（国立大学法人 福島大学）

研究の全体概要

本研究では、廃棄プラスチックを高効率に酵素分解（サブテーマ 1）し、酵素分解生成物を原料として人工代謝微生物合成系（スマートセル）を利用した生分解性を有するバイオプラスチック等の有用物質生産技術（サブテーマ 2）を確立することにより、廃棄プラスチックのバイオリサイクルシステムを開発することを目指す。同時に分解菌を利用した生分解性バイオプラスチック生合成についても、その可能性を追求する。

サブテーマ 1 では、使用済みニトリルゴム(NBR)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)を高効率分解する酵素分解技術を開発する。まず実現可能性が高いと予想される NBR、PP 分解について先行して研究を進め、追従する形で PE 分解についても進めていく。そのために、初年度は各分解酵素を特定し、分解酵素の機能解析、酵素分解メカニズム解明、分解酵素遺伝子の解読を目指す。2 年目は分子進化工学的手法などにより、分解酵素の改良を施し、現状の分解速度 1～10%/d（約 50%/55 d）を 2 倍以上向上させることを目指す。3 年目は、さらに分解酵素の改良を進め、分解速度 50%/d 以上を達成することを目標とし、研究を実施する。改良しても目標値に至らない可能性がある場合は、環境中からさらに強力な分解活性を示す酵素遺伝子の取得を試みる。分解酵素研究を進めるとともに、酵素分解反応生成物をサブテーマ 2 の原料としての適合性についても研究分担者と連携して研究を進める。

サブテーマ 2 では、サブテーマ 1 で得られる廃プラ酵素分解生成物を利用して、生分解性バイオプラスチックであるポリヒドロキシアルカン酸（PHA）共重合体等の有用物質を合成できる組換え微生物（スマートセル）を作成することを目指す。1～2 年目は、サブテーマ 1 で得られる NBR、PP、PE の酵素分解反応生成物の組成を解析する。得られた情報を基に、各種酵素分解物を原料とした合成経路のデザインを行い、デザインした代謝系に必要な遺伝子のクローニング、組換え大腸菌における各種遺伝子導入、および発現検討を行う。作成した組換え大腸菌を用いて、分解物の標品や実際の分解物を添加した培養条件で PHA 等の合成を試みる。目的の経路が上手く駆動しなかった際には、駆動しない原因を突き止め、宿主の種類や遺伝子発現コンストラクト、分解生成物による阻害効果の影響などを検討する。さらに、NBR、PP、PE 各分解菌そのものによるバイオプラスチック合成の可能性についても検討する。3 年目は、ジャーファーメンターを用いて、スケールアップした培養条件下において、PHA 等の有用物質の生産量が最大となるように培養条件の最適化を試みる。その後、合成した PHA の分子量や物性を測定して、材料としての特徴を明らかとする。

研究の全体概要図

