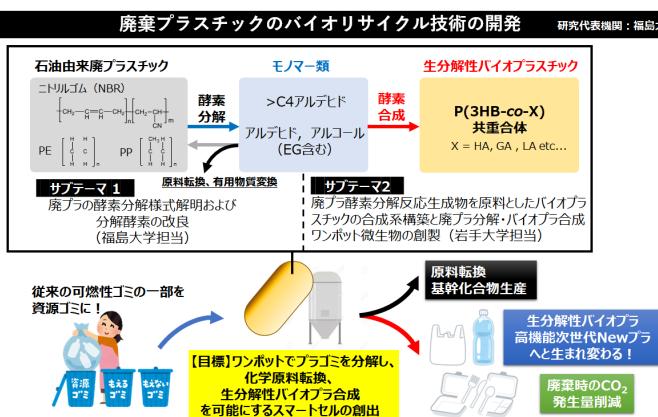


研究課題番号	1-2205
研究領域名	統合領域
研究課題名	廃棄プラスチックのバイオリサイクル技術の開発
研究代表者名（所属機関名）	杉森大助（福島大学）
研究実施期間	2022年度～2024年度
研究キーワード	廃棄プラスチック、バイオリサイクル、分解菌、酵素、生分解性プラスチック

研究概要、研究成果等



【ニトリルゴム分解】

ニトリルゴム分解酵素Nr01および代謝酵素遺伝子を特定し、大腸菌による異種組換え生産に世界ではじめて成功した。組換え生産Nr01は37°C、24時間でゴムを $0.20 \pm 0.03\%$ 分解し、分解産物として工業的有用性が期待できるアルデヒドが数mM生成することを見出した。さらに、代謝酵素を組み合わせた人工代謝反応により、アルデヒド生成収率を12倍増強させることに成功し、その結果ゴムに含まれるカーボンブラックの回収に成功した。

【ポリプロピレン (PP) 分解】

PP分解酵素として2種類の酸化酵素SrpAとKatGを特定し、大腸菌による異種組換え生産に成功した。PP分解活性はSrpAの方が遙かに高く、組換え生産SrpAは高分子量PPシートを24時間で0.06%分解し、分解産物として工業的に有用なアルデヒドと不溶性アルコールが生成することを発見した。また、代謝酵素を組み合わせた人工代謝反応により、アルデヒドの生成収率を約4倍まで向上させることに成功し、4時間で約3 mM アルデヒド生成を達成した。

【ポリエチレン (PE) 分解】

【ホリエント・レジ袋（PE）分解】
PE分解菌から抽出した酵素により、市販レジ袋（高密度PE：HDPE）を37℃、24時間で最大10%分解させることに成功した。PE分解酵素遺伝子を特定し、大腸菌による異種組換え生産に成功した。PE分解酵素はHDPEと類似構造を持つ市販透明袋（低密度PE：LDPE）も分解でき、さらに構造が異なるPPも分解できるという驚くべき結果を発見した。また、分解産物として工業的に有用なアルデヒドを生成することを見出した。PEとPPを分解できる酵素の発見は画期的な成果といえる。

【NBRやPEからバイオプラスチックへの バイオアップサイクル技術の開発】

NBRやPE分解菌に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)合成能力を付与あるいは強化することで、培養後にPEとNBRの重量減少とPHA合成を両立するワンポット微生物の創出に成功した。これは、各廃プラ分解菌に適した遺伝子組換え法を構築することで達成できた。さらに、PEの前処理法や培養条件の検討によって、培養後のPE重量減少率とPHA合成量が向上する条件を見出した。また、PE添加培地から得られたPHAは汎用性の高いPHA共重合体であり、NBRやPE添加培地から合成されたPHAは市販されているPHAの分子量と同程度であった。よって、本研究で合成されたPHAは材料として有用であると言える。最後に、本研究で開発した技術から想定されるマテリアルフロー作成とトータルコストの試算も行い、本研究で開発した技術を社会実装するための今後の課題を抽出することができた。

環境政策等への貢献

廃棄ポリエチレン、ポリプロピレン、使い捨てゴム手袋やパッキンを微生物・酵素で分解、代謝し、有用な化学合成原料や生分解性プラスチックに変換する革新的なバイオアップサイクル技術開発の道を拓くことにつながる可能性を示した。この成果は、現在地球規模で喫緊の課題となっているマイクロプラ汚染対策技術や炭素資源転換技術として世界貢献できる見通しがある。