

持続可能開発目標達成支援事業 (aXis)
課題終了評価報告書

1. 研究課題名

マレーシアでの生分解性ナノコンポジット事業の実現

2. 相手国：

マレーシア

3. 実施期間：

2020年4月～2022年3月

4. 研究代表者及び国際コーディネーター：

白井 義人 教授（九州工業大学 大学院生命体工学研究科、
九州工業大学・マレーシアプトラ大学 海外教育研究拠点 MSSC）

5. 共同研究者

安藤 義人 准教授（九州工業大学 オープンイノベーション推進機構）
前田 憲成 教授（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

6. 相手国協力機関：

マレーシアプトラ大学 （Universiti Putra Malaysia (UPM) ）

7. 研究概要

プラスチックの生産に大量の化石資源が使われてきたが、近年はさらにプラスチックゴミによる海洋汚染が世界的な問題になっている。中でも、経済が急激に発展しつつある開発途上国、新興国では大量のプラスチックが廃棄されている。マレーシアもそのひとつで、マレーシア政府は3年以内にレジ袋などの使い捨てプラスチックの全てを生分解性のものにするのを政策目標に掲げている。一方、生分解性プラスチックは強度が低いという欠点があり、使用中の破損が危惧される。先行 SATREPS プロジェクトでは、生分解性のあるセルロースナノファイバー（CNF）の廉価製造法を開発し、マレーシアでの事業化に成功した。また、プラスチック樹脂の強度を上げる目的で、バイオマス繊維を用いたプラスチックコンポジットの廉価製造法も開発した。さらにプロジェクト終了後、CNF・プラスチックコンポジットの製造の見通しを得た。本プロジェクトでは、これらの実績を基に、使い捨てプラスチックに適した、生分解性コンポジットの実規模の製造法を開発すると同時に、開発したコンポジットの微生物による生分解性機構を明らかにした。

まず、マレーシアで事業化し、将来的には日本を含め世界各国への事業展開を目指す。

本プロジェクトでの研究題目は以下の通り。

研究題目1：CNF・生分解性コンポジット（ポリカプロラクトン、ポリ乳酸など）の強度等、樹脂性能の検証

研究題目2：2軸エクストルーダーによるポリカプロラクトン等、生分解性プラスチックとCNFとのコンポジットペレットの作製条件の検証と生分解性試験用試料の

作製

研究題目 3 : 生分解性試験用 CNF を使った生分解性コンポジットの生分解性評価

研究題目 4 : CNF ・ 生分解性プラスチックの事業性調査

8. 総合評価

コロナ禍のため、日本での研究割合が増えたが、結果として、開発した生分解性の CNF ・ プラスチックコンポジットの強度・樹脂性能や生分解性についての優位性を示す多くの知見が得られた。本事業前に取得済みの特許を活用し、実規模に近い大型 2 軸エクストルーダーでのコンポジット生産技術についても開発、実証した。同装置をマレーシアに移転してのコンポジットの生産は、技術の実証は期限ぎりぎりに行うことができたが企業へのサンプル提示には至らなかった。これに代わり日本での国内展示会などにおいて技術説明や国内で作成したサンプル提供を行い企業から良い反応を得ている。現在、マレーシアでの事業化はほぼ見通せる状況にあり、実規模の技術開発と実証および事業化の推進という当初の目標は達成できたものと評価する。広範囲に展開できる技術であるがまずは同国で事業化し、2030 年までの使い捨てプラスチック廃止政策への貢献を期待したい。

9. 評価内容

9-1. 研究課題の目標の達成度（実証試験）、社会実装の見通し

① 研究計画の実施状況および目標の達成状況

開発されたコンポジットの強度や生分解性について多くの知見が得られた。コンポジット化により、PLLA (L-ポリ乳酸) と CNF を混入したコンポジットでは 150% を超える引張り強度向上も認められ、大量生産が可能な大型装置においても安定的に 125% の強度向上が確認できた。また、既存のプラスチック (PE, PP, PET) と比較し、開発したコンポジット材料では生分解性が優れていること、廃棄物処理場などでの嫌気性発酵による発電用メタンの生成に有効なことなども確認した。

なお、コロナ禍によりマレーシアでのコンポジットペレットの作成に至らなかったため、マレーシア企業による評価・フィードバックに代わり国内企業向けの展示会や説明会において紹介し、多くの企業からの問い合わせとサンプル提供後の良好な評価を得るなどコロナ禍への柔軟な対応ができています。UPM でのコンポジットの本格的生産はプロジェクト終了後となるが、事業の成立性を示唆することは確認された。

白井 PL は 2022 年 2 月から 3 月にかけてマレーシアに渡航滞在し UPM に搬送・設置された大型 2 軸エクストルーダーの運転およびポリ乳酸 CNF コンポジットの試作を支援し同大での本格的生産の足掛かりを築いた。

② プロジェクト推進体制の構築、人的交流も含めた相手国協力機関との交流状況

長年の UPM との協力関係により強固な協力体制が構築され、渡航および招聘は制限されたがネット会議による補完で研究交流は進んだ。ただし、本事業ではプロジェクトの研究活動が日本側に偏らざるを得なかったことは否定できない。

③ プロジェクトの管理および状況変化への対処（研究チームの体制、研究計画遂行状況）

コロナ禍に対応し国内での試験を積極的に進めたほか、コンポジット生産用の大型2軸エクストルーダーの運転・整備ノウハウのビデオ化などで対応、日本側でのコンポジットサンプル作成と国内企業へのサンプル提示、現地コンポスト内での代替としての恒温槽での生分解性実験等多くの試みがなされるなど、適切な対応が取れている。また、マレーシア側への実機の到着が遅れたためその間の事業性評価（研究課題4）の一環として本事業で購入したウェット・ディスク・ミルを活用し、CNF生産の所要エネルギー等のデータ取得を相手国で実施する等の対応を行っている。

④実証試験等の成果を基とした社会実装に向けた継続的発展の見通し

開発されたコンポジットとその生産技術は多くの優位性が示されており、UPM側の起業ノウハウなども活用し社会実装に向け継続的に発展する可能性は高い。マレーシアでは使い捨てプラスチックゼロ政策を推進する有力な技術であり、発展を期待する。本成果はバイオマス原料の生産国を始め日本のほか世界的にもニーズが高く広く展開されることを期待したい、

9-2. 科学技術的価値

①課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト

開発されたコンポジットの強度と生分解性の両立はマレーシア政府の政策と合致しており、プロジェクトの成果が政策実現に大きく貢献することが期待できる。本課題はグローバルな課題でもありその科学的・技術的インパクトは大きい。

②科学技術的価値向上に資する成果物・情報発信

コンポジットペレットに関連し、国内のシンポジウム、展示会等で積極的に成果発信を行い、多くの企業の関心を呼んでいる。短期間にもかかわらず学術論文による成果発信や招待講演もかなりある。

9-3. SDGsへの貢献

得られた研究成果が社会実装できれば、バイオマスプラスチックによる化石資源由来プラスチックの代替による温室効果ガス排出量の削減（SDGs 12 気候変動に具体的な対策を）、海洋プラスチック問題の解決（SDGs11 つくる責任、つかう責任）、（SDGs 14 海の豊かさを守ろう）さらには（SDGs15 陸の豊かさも守ろう）に大きく貢献する。

9-4. その他の特記すべき事項

本プロジェクトの関係者は成果の事業化に熱意と実績があり、社会実装が積極的に進められると期待できる。

以上