

研究題目：「廃プラスチック有効利用についての研究」

○はじめに

本校は令和3年度よりスーパーエンバイロメントハイスクール事業の研究指定を受け、「廃プラスチック等による環境問題の学習と再利用による有効活用」が研究テーマとなっている。

リサイクルにはマテリアルリサイクル、サーマルリサイクル、ケミカルリサイクルがある。私たちはマテリアルリサイクルの、廃プラスチックの有効利用について研究を進めた。3Dプリンターで使うフィラメントを、廃プラスチックからフィラメントを作成することに取組んだ。



～研究概要～

- 日本のプラスチックリサイクルの現状と課題についての学習

プラスチック廃棄物の処理や処分とリサイクルの現状について。PETボトルのリサイクルは再生材100%使用でリサイクルできている。その他のプラスチックゴミについてはサーマルリサイクルが中心であり、今後マテリアルリサイクルへシフトすることに加えて、輸出していた廃プラのリサイクルが課題となっていることが分かった。



- 廃プラスチック（3Dプリンター由来）の分別と分析

電気科・情報技術科より3Dプリンターで作った造形物の廃材をもらい、色・材質・硬さなど項目により分別を行い、フィラメントの材料を調査した。軟らかいFTP、とうもろこしのデンプン由来のPLA、FTPより固くPLAより軟らかいABSを使用していることが分かった。



赤外線分光光度計で材料の成分を調べてみた。色によって含まれている内容物に違いがあるかどうかについて計測したが、スペクトルの値はほとんど変わらなかった。

- フィラメントの研究

熱による変化があるか沸騰したお湯の中に入れて変化するかを調査した。

- PLA お湯につけて伸びた。燃やした時の匂いは気にならない。
- ABS お湯につけても変化なし。燃やすと匂いは臭い。
- FTP ゴムエラストマー 柔軟性、透明、お湯につけたらほんの少し伸びる。耐摩耗性、耐衝撃性、振動吸収、匂いは気にならない。

- 丸三化学工業見学

7月2日に本校近隣でリサイクル PP バンドとモノフィラメントを製造している、丸三化学株式会社へ工場見学に行き代表取締役の岡さんより説明をしていただいた。2000年から日本で一番最初にリサイクル材料で PP バンドの製造を始めた会社であった。

リサイクル材料を集めるには集める仕組みを作らないと安定して供給できないこと、色の選択ができないなどの問題もある。丸三化学では20年前に新聞社の販売店と協力して、新聞をまとめるバンドを回収しリサイクルしている。全国で製造した PP バンドの大半は焼却処分されており、1~2%がリサイクルされている現状とのことであった。また生分解性モノフィラメントも製造されていた。環境問題に貢献するためリサイクルを企業が行うのは利益があるというメリットがあるから取り組んでいるとのことであった。

- ・ 製造品：PP バンド、モノフィラメント (PP、PE)
- ・ 各製品の原材料：PP バンド…PP、バージン品、リサイクル品
モノフィラメント：PP、PE

- フィラメント作成

カナダのレデテック社製「プロトサイクラー」を導入したが、説明書がすべて英語で書かれており、翻訳することからスタートであった。

3D プリンターの廃材をチップ状にするため PLA で作られたもので白色の廃材を手作業で細かくした後、本体に付属しているシュレッダーに入れて手動で粉砕した。細くなるまで何回も通して網目を通過できるサイズまで粉砕を行った。

フィラメントの試作：バージンの PLA を100gでどのくらいできるか試した。材料を投入し。オートモードで素材の設定と温度の設定をしました。でてきたフィラメントをローラーに挟み出口にセットした。出てきたフィラメントを巻き取り機に固定し巻き取った。何度も試作を行ったが太さが安定せず太すぎたり細くなったり、固くてプリンターで使用できるものはできず失敗の連続であった。押し出し口から材料が溶けて垂れたりして、先の見通しは暗かった。

装置の部品が破損し、フィラメントの巻き取るリールを固定する部品に不具合が起きたが情報技術科の横井先生が3D プリンターで制作をしてくださった。



制作品



粉砕



失敗作



マニュアルモードにて加熱温度、押出速度、巻き取り速度、フィラメントの太さをパソコンより運転ソフトを立ち上げて設定し、再度運転を行うことにした。いままで5分程度ずつしか運転できずであったが、約1時間、連続運転行うことができ、均一な太さのフィラメントができた。

3Dプリンターにセットし、フィーダーにフィラメントを通すとうまく先端までとどいたため、インターネット上に紹介されている設計図をダウンロードして、結束バンドのホルダーを実際に作ってみた。無事に制作することができた。



見本



完成品

～今後の課題～

- ・フィラメントの太さを更に調整するためのデータを蓄積することが必要
- ・最後までプリントできるよう巻き方についての検討
- ・使用済みのフィラメントと混合しての制作
- ・他の廃プラスチックでのフィラメント制作の検討
- ・廃プラと混ぜたときにどんな色になるかの調査が必要

～まとめ～

今回の研究を通してプラスチックの性質やリサイクルの難しさについて学ぶことができました。説明書を読むときに日ごろ学んでいる英語の大切さを痛感しました。また、最後にはフィラメントが作ることができ、実際に造形物ができたことは大変良かったです。私たちが残した今後、残された課題を、後輩たちに引きついでもらい更に研究が進むことを願っています。