

プログラム名：超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：社会的価値の検証プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成29年度

研究開発課題名：

しなやかなタフポリマーによる社会的価値の検証

研究開発機関名：

国立大学法人東京大学

研究開発責任者：

平尾 雅彦

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

### (1) 研究開発の目的および内容

資源採取からポリマー製造、成型、製品製造、製品使用、製品廃棄・リサイクルまでを含む「しなやかなタフポリマー」のライフサイクル全体による社会的価値を定性的・定量的に評価し、検証する。社会的価値として、環境性、社会性、経済性の3つの観点から評価指標の設定、評価手法の開発を行い、プロトタイプ車両を対象製品として評価を実施する。

### (2) 当該年度の研究計画

#### 1) 社会的価値の評価手法の開発

当該年度の研究目標は次の2点であった。

- ・環境性・社会性・経済性に関わる評価指標を示す。
- ・環境性に関わる評価指標の評価手法を取りまとめる。

伊藤プログラム全体で製作に取り組んでいるプロトタイプ車両を前提として、環境性、社会性、経済性の3つの観点から指標を検討し、環境性と経済性について一部の指標の評価手法を開発する。評価事例調査では、ライフサイクルアセスメント(LCA)実施を専門とする外部機関に公知文献・報告書の調査などの作業を外注する。

環境影響指標としては、LCA手法を中心に、地球温暖化、資源消費、資源効率の評価事例を文献や国内外の学会発表によって調査し、評価手法を開発する。社会性としては、当該分野の専門家へのヒアリングや文献などによって、安全性、新規雇用などの評価事例を調査し、適切な評価指標の検討までを行う。経済性としては、当該分野の専門家へのヒアリングや文献などによって、設備投資、新素材販売額などの評価事例を調査し、適切な評価指標の検討を行い、その評価手法を開発する。

#### 2) 社会的価値の評価の実施

当該年度の研究目標は下記の2点であった。

- ・プロトタイプ車両のライフサイクルの概念モデルを構築する。
- ・ライフサイクルアセスメントによって、プロトタイプ車両の地球温暖化指標の評価結果を示す。

プロトタイプ車両のライフサイクルモデルの構築を行う。構成する素材や部品などの情報に基づいて、資源採取からポリマー製造、成型、製品製造、製品使用、製品廃棄・リサイクルまでを含む物質収支、エネルギー収支を入手可能なデータの範囲でモデル化する。特に成型プロセスについては、欧州の先進技術も参考にする。プロトタイプ車両による産業や社会の変化の検討例を、専門家へのヒアリングや文献などによって調査する。プロトタイプ車両のライフサイクル環境影響評価を行い、地球温暖化指標を定量的に算出する。プログラム内の成果を活用しながら、設計・製造現場での調査を含めてデータ収集、データ推定を行うが、必要に応じてプロセスシミュレーションなども実施する。基本データについては、LCA およびそのデータベース構築を専門とする外部機関に、公知データの調査などの作業を外注する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

#### 1) 社会的価値の評価手法の開発

国内外の学会参加と本プロジェクトに参画する複数企業へのヒアリングから、しなやかなタフポリマーをひとつの新規材料として捉えた際の、環境性・社会性・経済性に関わる評価指標を調査した。環境性に関わる評価指標は、代表的な環境指標である温室効果ガス(GHG)排出量が適切だと結論づけた。社会性・経済性に関しては外注調査によって既往研究事例を複数入手し、さらに調査と検討を続けてい

るが、環境・社会・経済の三軸を包括的に評価する方法として、材料の物性値を一つの軸として取り入れる方法を考案した。材料物性にともなう部品特性、そして、それが製品に搭載されることで発現する機能と結びつけることで、材料物性が変化することによる環境性・社会性・経済性に対する影響を分析する手法を構築する。

## 2) 社会的価値の評価の実施

本プログラムに関わる複数企業へのヒアリングから、プロトタイプ車両のライフサイクル概念モデルを構築した(図1)。プロトタイプ車両への導入材料とその製造プロセスを明文化し、車両設計企業から入手した **Bill of Materials (BOM、部品表)** を元に、構成材料とその重量を把握した。また、グラフトポリロタキサン (GPR) の合成における環境負荷を求めるため、合成を実施している実験室でのヒアリングと装置調査を行い、ラボスケールの合成プロセスと各プロセスにおける物質・エネルギーフローを調査した。外注調査によって、基本構成材料のインベントリデータ、CFRP 成形プロセスのインベントリデータを入手した。この情報をまとめ、プロトタイプ車両の LCA を実施し、1台あたりの GHG 排出量を算出した。

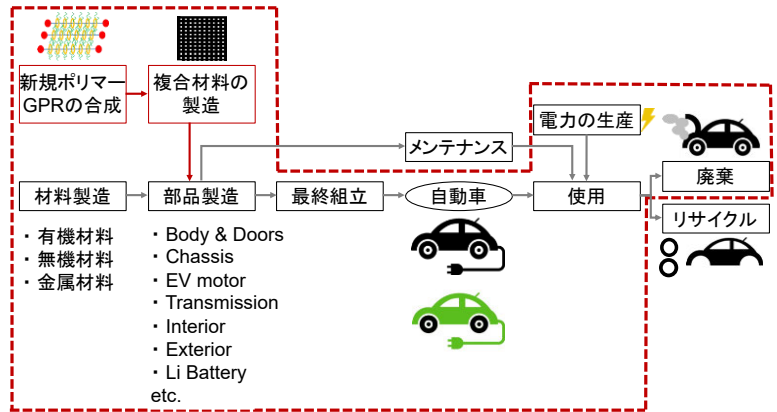


図1 プロトタイプ車両のライフサイクルフロー図。赤の点線はLCAのシステム境界を示す

の合成プロセスと各プロセスにおける物質・エネルギーフローを調査した。外注調査によって、基本構成材料のインベントリデータ、CFRP 成形プロセスのインベントリデータを入手した。この情報をまとめ、プロトタイプ車両の LCA を実施し、1台あたりの GHG 排出量を算出した。

## 2-2 成果

### ※社会的価値の評価の実施

#### ①グラフトポリロタキサン製造における環境影響評価

ラボスケールの GPR 製造における GHG 排出量を算出した結果、合成プロセスにおけるエネルギー消費量がホットスポットであることが分かった(図2)。合成プロセスのうち凍結乾燥が大きく寄与することも把握した。

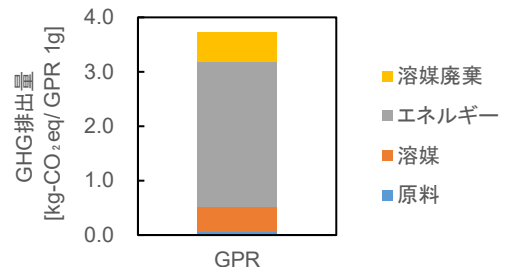


図1 GPR 製造における GHG 排出量

#### ②プロトタイプ車両の LCA

プロトタイプ車両のライフサイクル概念モデルを基盤に、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 搭載のプロトタイプ車両、CFRP と GPR を搭載したプロトタイプ車両、そして比較基準としての一般的な電気自動車の LCA を実施した結果、CFRP の搭載は車両重量が減るが、一台あたりの GHG 排出量は基準車両と比較して大きく変化しなかった(図3)。しかし、本計算では GPR を搭載することによって変化する機能は軽量化のみを考慮したため、他の発現する機能も考慮し、社会性と経済性の評価に繋げる。

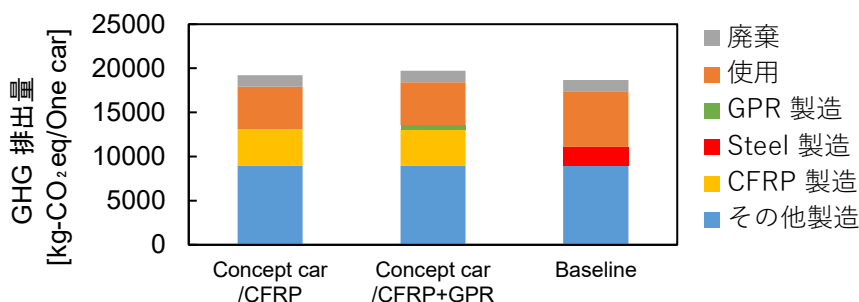


図2 プロトタイプ車両の環境影響評価

### 2-3 新たな課題など

今年度推算した GPR 製造における環境負荷はラボスケールであるため、将来的な量産スケールとの差が極めて大きいことがわかった。量産スケール製造での環境負荷を推算する必要がある。現実的なスケールにおける製造を推定するため、プログラム参加企業と協力して、量産スケールでのプロセスフローと物質収支、熱収支を構築していく。

### 3. アウトリーチ活動報告

特になし。