

令和5年度環境省委託業務

令和5年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業（うち、
プラスチック等資源循環システム構築実証事業）

（自動車機能部品、内装部品のバイオマス、バイオプラスチック
材料への転換）委託業務

成果報告書

令和6年2月

トヨタ車体株式会社

令和5年度脱炭素型循環経済システム構築促進事業

(うち、プラスチック等資源循環システム構築実証事業)

(自動車機能部品、内装部品のバイオマス、バイオプラスチック材料への転換) 委託業務

概要

地球温暖化対策ニーズ等の高まりのなか、プラスチックの3Rや、再生可能資源転換としてセルロース材料やバイオプラスチック材料の活用が注目を集めている。本実証事業では、自動車部品としてこれらのバイオマス、バイオプラスチック材料の普及促進を行うとともにリサイクル手法を確立することで資源循環社会に貢献することを目的とする。

具体的には、セルロース繊維強化材料の活用方法として自動車部品の軽量化に貢献する発泡成形技術を確立し、パルプモールドの活用により、自動車の軽量化と断熱性等の機能付与に貢献する。さらに植物繊維配合バイオプラスチック材料の社会実装に向けて耐光性、フォギング性の向上を検討し、内装への部品適用に貢献する。また、リサイクル性やLCA評価も行うことで、リサイクル可能な材料の開発を実施する。本実証を皮切りに自動車への実装を進める。

今年度は以下の4つの実証に取り組んだ。1つ目は、セルロース繊維強化樹脂材料の汎用工法での発泡成形検討、2つ目はパルプモールドを活用した断熱緩衝機能部品検討、3つ目は植物繊維配合バイオプラスチック材料の耐候性対策、および部品性能評価、4つ目はLCAの検証・評価である。

結果を以下に示す。

セルロース繊維強化樹脂材料を汎用的で低コストとなる化学発泡工法にて成形することで軽量化効果が確認できた。又、パルプモールドを活用した部品検討の結果、車両ルーフにパルプモールドを貼り付けることにより断熱効果が期待できエアコンの節電効果への寄与が確認できた。植物繊維を配合したバイオプラスチック素材を用いた内装部品の性能評価を行った結果、内装部品への実装が可能であることが確認できた。LCAの検証の結果、すべての検討材料についてCO₂排出量低減効果が確認できた。なお、リサイクル性の確認も行った。

以上の検証を通じ、社会実装に必要な耐候性等の技術課題の改善と製品化適用にあたって重要となるコスト低減とともに、軽量化等の目標が達成できた。

Overview

With the rise in global warming countermeasures, the development of cellulose and bioplastic materials is gaining momentum as a means of promoting the 3Rs of plastics and the conversion of plastics to renewable resources. This demonstration project aims to contribute to the recycling-oriented society by promoting the use of biomass and bioplastic materials for automotive parts and establishing recycling methods. For cellulose fiber-reinforced materials, the project will establish foam molding technology that contributes to weight reduction of automobile parts. Pulp moldings will contribute to the weight reduction of automobiles and the addition of functions such as heat insulation. For bioplastic materials containing plant fibers, we will study the improvement of light-resistance and fogging properties and contribute to the application to interior parts. In addition, recyclability and LCA evaluation will be conducted to develop recyclable materials. Starting with this research work, implementation in automobiles will be promoted.

This year, four research works were done: first, foam molding of cellulose fiber-reinforced resin materials using a general-purpose process was investigated; second, heat-insulating and shock-absorbing functional parts using pulp molding were investigated; third, weather resistance and components' performance evaluation of bioplastic materials containing plant fiber were conducted; and fourth, LCA verification and evaluation were conducted.

The results are shown below.

The weight reduction effect was confirmed by cellulose fiber-reinforced plastic materials using a common, low-cost chemical foaming method. In addition, as a result of the examination of components using pulp moldings, a heat insulation effect can be expected by attaching pulp moldings to the roof of a vehicle, and the contribution to energy saving effect of air conditioners was confirmed. As a result of performance evaluation of interior parts made of bioplastic material mixed with plant fiber, it was confirmed that it is feasible to implement the material in interior parts. In addition, recyclability was also verified.

Through this year's study, we were able to improve technical issues such as weather resistance, reduce costs, which are important for product application, and achieve the goal of weight reduction

目次

I. 背景・目的	6
II. 実施項目と体制	9
III. 実施内容	10
1 植物繊維配合バイオプラスチック材料の性能評価	10
1.1 基本配合（植物繊維・バイオPE 配合材料）	10
1.1.1 材料製造工法基本配合	10
1.2 ターゲット部品（小型 BEV 内外装部品、乗用車ドアトリム）	12
1.3 耐候性.....	13
1.3.1 現状の課題把握	13
1.3.2 原因調査と対策検討.....	21
1.3.3 対策効果の確認（耐候処方剤対策効果の確認）	22
1.3.4 配合比率の影響に関する確認結果	28
1.4 小型 BEV 内外装部品の成形試作.....	36
1.4.1 湿冷熱繰返し性.....	38
1.4.2 耐衝撃性	39
1.5 ドアトリムオーナメント部品の成形試作.....	41
1.5.1 湿冷熱繰返し性.....	42
1.5.2 耐衝撃性	43
1.6 リサイクル性検証.....	44
1.7 広報活動	46
1.8 まとめ.....	48
2 ドアインナー発泡モジュールパネルによる軽量化検討	50
2.1 ターゲット部品	50
2.2 目標値.....	51
2.3 化学発泡材料水準（令和4年度検討）	52
2.4 化学発泡成形トライ結果（令和4年度の課題と今年度の検討）	53
2.5 発泡成形による軽量化検討.....	54
2.6 配合設計改善.....	55
2.7 試作（発泡成形）	55
2.8 対策品の剛性確認.....	56
2.9 部品成形	57
2.9.1 湿冷熱繰返し性	57
2.9.2 耐衝撃性	57

2. 10	リサイクル性検証	58
2. 11	まとめ	59
3	パルプモールドを活用した部品検討	60
3. 1	車両部品適用 ルーフ断熱材としての適用検討	61
3. 1. 1	パルプモールド断熱性評価	62
3. 1. 2	断熱性（車両）評価	64
3. 2	部品輸送梱包材 内装部品通い箱	66
3. 2. 1	試作	67
3. 2. 2	LCA効果概算	68
3. 3	リサイクル性	69
3. 3. 1	試験方法	70
3. 3. 3	リサイクル後の引張破断ひずみ	71
3. 3. 4	リサイクル後の曲げ強度	71
3. 3. 5	リサイクル後の曲げ弾性率	72
3. 4	まとめ	73
4	CO ₂ 排出削減効果の推計	74
4. 1	バイオPE+木粉+PP製自動車部品のCO ₂ 排出削減効果の推計	74
4. 1. 1	製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定）	74
4. 1. 2	フロー図（システム境界の設定）	75
4. 1. 3	廃棄・リサイクル時までのCO ₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）	77
4. 2	木粉配合リサイクルPP製インパネ部品のCO ₂ 排出削減効果の推計	97
4. 2. 1	製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定）	97
4. 2. 2	フロー図（システム境界の設定）	98
4. 2. 3	廃棄・リサイクル時までのCO ₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）	100
4. 3	木粉配合PPの発泡ドアインナーモジュールのCO ₂ 排出削減効果の推計	129
4. 3. 1	製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定）	129
4. 3. 2	フロー図（システム境界の設定）	130
4. 3. 3	廃棄・リサイクル時までのCO ₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）	132
4. 4	パルプモールド補剛鋼板のCO ₂ 排出削減効果の推計	156
4. 4. 1	製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定）	156
4. 4. 2	フロー図（システム境界の設定）	157
4. 4. 3	廃棄・リサイクル時までのCO ₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）	159

4. 6	まとめ	180
4. 6. 1	エネルギー起源・非エネルギー起源	180

I. 背景・目的

近年の環境への取り組みとして、温暖化予測、パリ協定、SDGs、そして、ESG投資による企業評価を重視する流れの中、図 I.1 に示すような気候変動防止としてのカーボンニュートラル推進、図 I.2 に示すような持続可能な循環型社会実現としてサーキュラーエコノミーとの両立、推進が重要となっている。

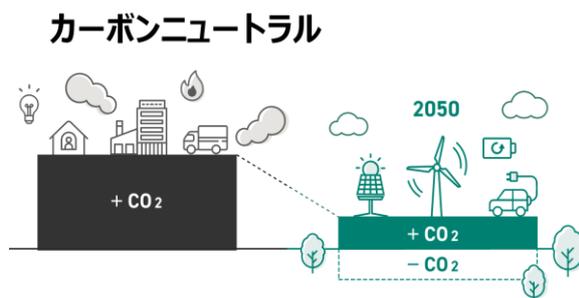


図 I.1 カーボンニュートラル概念図^{注1)}

注 1) : 環境省 脱炭素ポータルより引用



図 I.2 サーキュラーエコノミー概念図^{注2)}

注 2) : 環境省作成資料引用

しかし、世界の石油由来プラスチックの生産量は年々増える傾向にあり、限りある資源のため、図 I.3 に示すように持続可能な再生可能資源への代替ならびに廃プラスチック等の資源循環システムの構築が求められている。現在、我が国のプラスチック廃棄物は約 940 万トン/年にのぼり、リサイクル率は 24.8%、リサイクル率に熱回収率を足すと 81.6% (2013 年実績) となっている。すなわち

焼却による熱回収（サーマルリサイクル）が大半を占めている。使用済み自動車に使用されているプラスチック量は約 33 万トン/年あり、その大半はポリプロピレン(PP)である。その中で、22 万トン/年が自動車破砕ダスト(ASR:Automobile Shredder Residue)になるが、ASR から PP 等の回収がほぼ行われることなく、ASR のほとんどが熱回収（サーマルリサイクル）として処理されている。

本実証事業では、図 I.4 に示すように自動車部品としてバイオマス、バイオプラスチック材料の普及促進を行うとともに、リサイクル手法を確立することで資源循環社会に貢献することを目的とする。セルローズ繊維強化材料では、自動車向け複雑形状の成形性向上と部品軽量化に貢献する発泡成形技術を確立する。パルプモールドでは、自動車の軽量化と低 NV 性能を両立させる。植物繊維配合バイオプラスチック材料では、内装への部品適用のために耐光性、フォギング性の向上を検討する。また、リサイクル性や LCA 評価も実施し、リサイクル可能な材料の開発を推進する。本実証を皮切りに自動車への実装を進める。

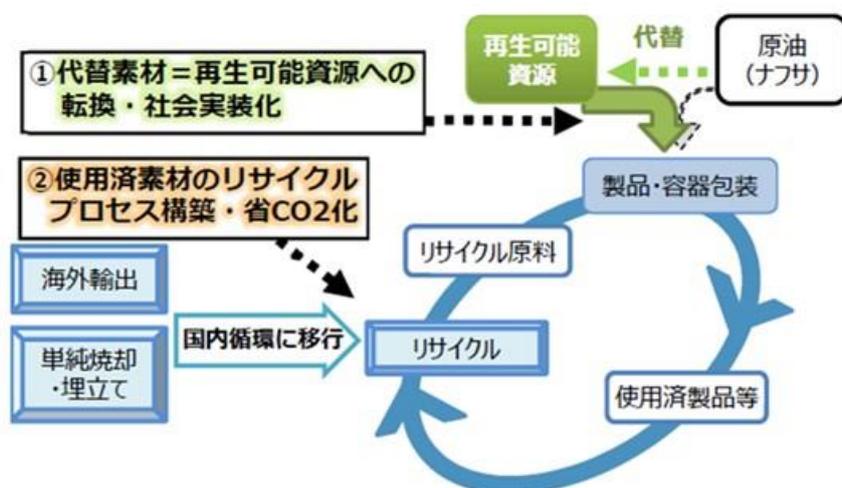


図 I.3 本実証事業の概念 ^{注3)}

注3):プラスチックを取り巻く国内外の状況 資料2平成30年8月 (環境省)による

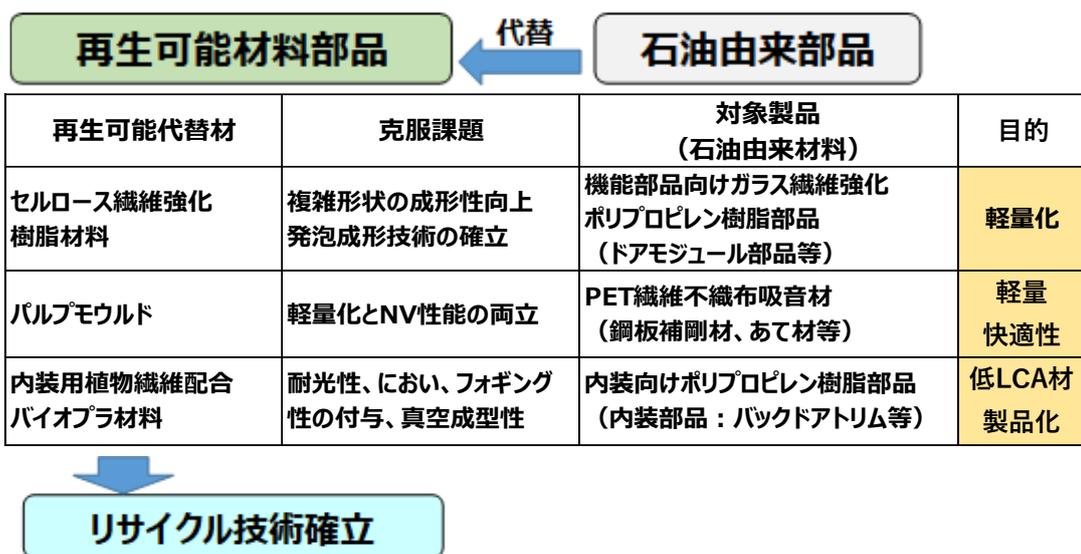


図 I.4 本実証事業の概要

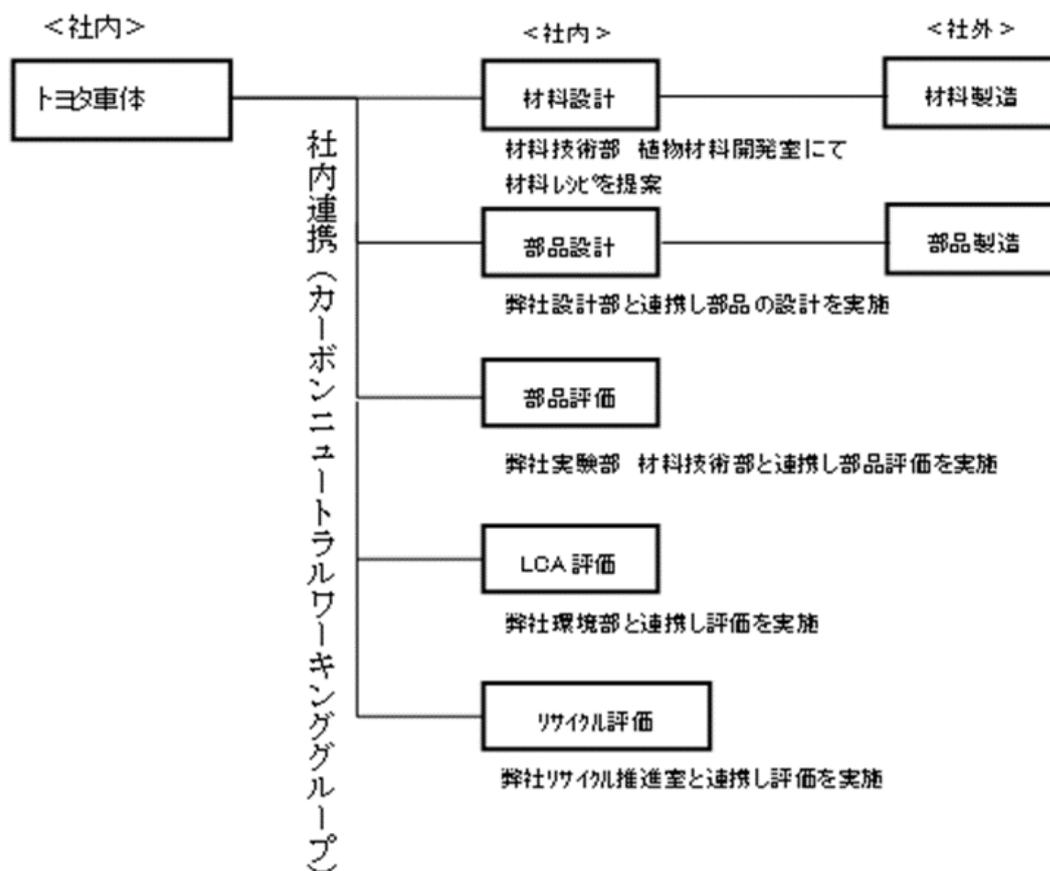
II. 実施項目と体制

今年度仕様書に対応する実施項目を以下に示す。

- (1) セルローズ繊維強化樹脂材料の性能評価
- (2) パルプモールドを活用した部品検討
- (3) 植物繊維配合バイオプラスチック材料の性能評価
- (4) LCA の検証・評価

次のIII章では、「1. 植物繊維配合バイオプラスチック材料の性能評価」にて上記(3)の実施内容を、「2. ドアインナー発泡モジュールパネルによる軽量化検討」にて上記(1)の実施内容を、「3. パルプモールドを活用した部品検討」にて上記(2)の実施内容を、「4. CO2 排出削減効果の推計」にて上記(4)の実施内容を報告する。

本事業の実施体制を図II.1に示す



図II.1 実施体制

Ⅲ. 実施内容

1 植物繊維配合バイオプラスチック材料の性能評価

自動車内装部品への適用を目指し今年度は、植物繊維配合バイオプラスチック材料の耐候性対策、内外装部品成形、及び、部品性能評価を行った。

1. 1 基本配合（植物繊維・バイオPE 配合材料）

植物繊維を配合することで強度を確保、バイオPEを適度に配合することで衝撃性等の物性のバランスを取った植物度の向上させた材料である。

1. 1. 1 材料製造工法基本配合

植物繊維配合バイオプラ材料のための製造工法イメージを図1.1.1.1に示す。植物繊維はスギ間伐材を原料とし、まず樹皮を取り除き、いくつかの工程を経て粒径と水分率をコントロールした木粉を製造する。木粉の粒径は最終材料の強度や衝撃性特性に影響し、木粉の水分率はペレット製造時の成形性に影響がある。そのため一定以下の水分率にする必要がある。材料ペレットの作製は、2軸の押出機を使いバイオPEやポリプロピレンと木粉を熔融混練して製造する。必要に応じて相溶化剤、添加剤、着色材を合わせる。熔融温度は木粉が熱分解しない温度に制御することが重要になる。製造したペレットは乾燥し水分率を制御して使用する。植物繊維配合バイオプラ材料の水分率は射出成型時の成形安定性を確保するために重要である。

【材料製造工法イメージ】

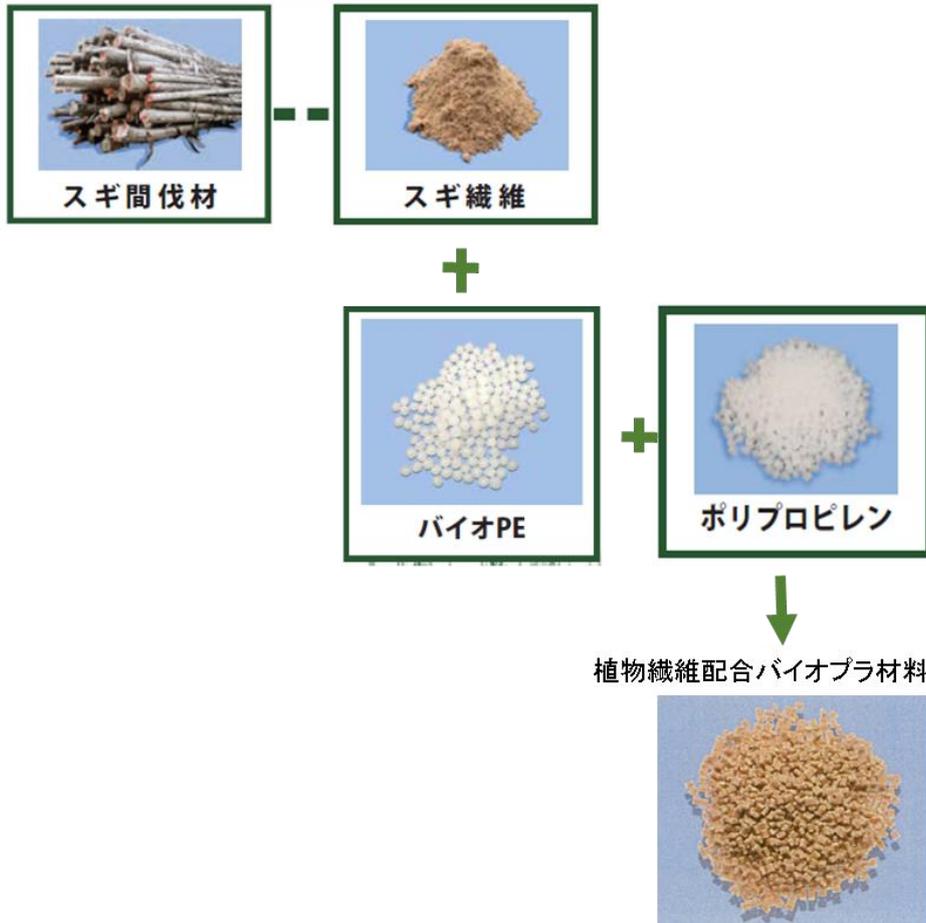


図 1.1.1.1 植物繊維配合バイオプラ材料の製造工法概要

1. 2 ターゲット部品（小型 BEV 内外装部品、乗用車ドアトリム）

昨年度は一般的に熱負荷が大きく適用が困難なインパネ部品について評価を行った。その結果、部品適用可能であることが分かった。今年度は図 1. 2. 1 に示すような車両全体の外装部品、内装部品への適用の可能性について検討を行うこととした。今回、植物材料の懸案特性である、耐候性、耐衝撃性、熱変形を確認した。



図 1. 2. 1 ターゲット部品（小型 BEV 内外装部品、乗用車ドアトリム）

1. 3 耐候性

プラスチックは紫外線により酸化し低分子化することが知られている。植物材料についても同様である。従って、日光の直射を受ける内外装部品に植物材料を適用する場合、紫外線による材料特性への影響を理解しておくことは非常に重要である。また、多くのプラスチック樹脂が紫外線により変質し、色味や艶の変化を伴うことから、紫外線による影響は力学物性変化だけではなく、部品の外観に与える変化も懸念される。植物材料の耐候性を評価する方法として、自動車の外装部品、内装部品の耐候性評価に用いられているキセノンランプを用いた促進劣化試験を実施した。なお、外装部品の試験条件は雨を考慮した条件となっている。試験前後の成形体の色差、光沢保持率、外観変化等について評価した。今年度は黒色以外の様々な色での確認と対策要否の検討をすることにした。

1. 3. 1 現状の課題把握

黒色以外の様々な色での確認と対策要否の検討を行うためにも、まず、現状の実力レベルを無着色ナチュラル材、黒着色材、そしてベージュ着色材にて、どのような劣化現象が起きているのか確認した。

1. 3. 1. 1 無着色ナチュラル材、黒着色材の耐候性現状

昨年度までの検討結果を表 1.3.1.1.1 に示す。無着色のナチュラル色では植物繊維配合特有の茶色が退色し、白化していく傾向で、色差 ΔE の変化が大きかった。一方、黒色にカーボンブラックで着色することで変色が抑えられることが確認できた。

今年度はさらに詳しく耐候性を調べるため、木粉のサイズ、木粉の量を変えて試験を行った。水準を表 1.3.1.1.2 に示す。耐候性評価の結果を図 1.3.1.1.1、図 1.3.1.1.2 に示す。着色を行っていないものは、木粉サイズにかかわらず木粉由来の茶色が退色し白化した。この現象は木粉そのものの退色、木粉由来成分が基材 PP に移行したものの退色、PP 基材の劣化により微細クラックが発生し白化することにより生じた現象と考えられる。

黒色に着色した場合、木粉配合量 15%、30%にかかわらず問題ないレベルに改善する。これは黒色の着色に使うカーボンブラックが木粉由来の茶色をマスクし変色を隠すマスキング効果があることと、カーボンブラック自体が光を遮蔽し耐候劣化現象を低減する遮蔽効果があるためと推定する。このことから隠蔽性やマスキング効果の高いカラー着色剤を活用すると黒色と同様に耐候劣化が改善傾向になると予測した。

表 1.3.1.1.1 無着色ナチュラル材、黒着色材の耐候性現状

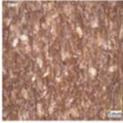
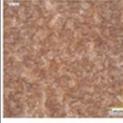
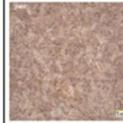
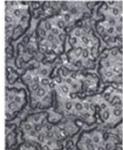
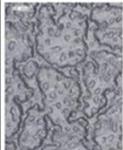
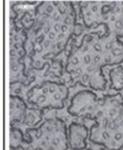
水準	照射時間(MJ)			色差(ΔE)		光沢保持率(%)		外観	
	0	150	300	150	300	150	300	150	300
ナチュラル色				8.1	18.3	78	91	白化 色抜け	白化 色抜け
黒色				0.7	1.1	119	133	問題なし	問題なし

表 1.3.1.1.2 試験水準

水準名	木粉粒径	木粉率(%)	基材樹脂
植物材料Bナチュラル材	大	30	基材PP1
植物材料Bブラック着色材	大	30	基材PP1
植物材料Bブラック着色材1/2	大	15	基材PP1
植物材料Aナチュラル材	小	30	基材PP2

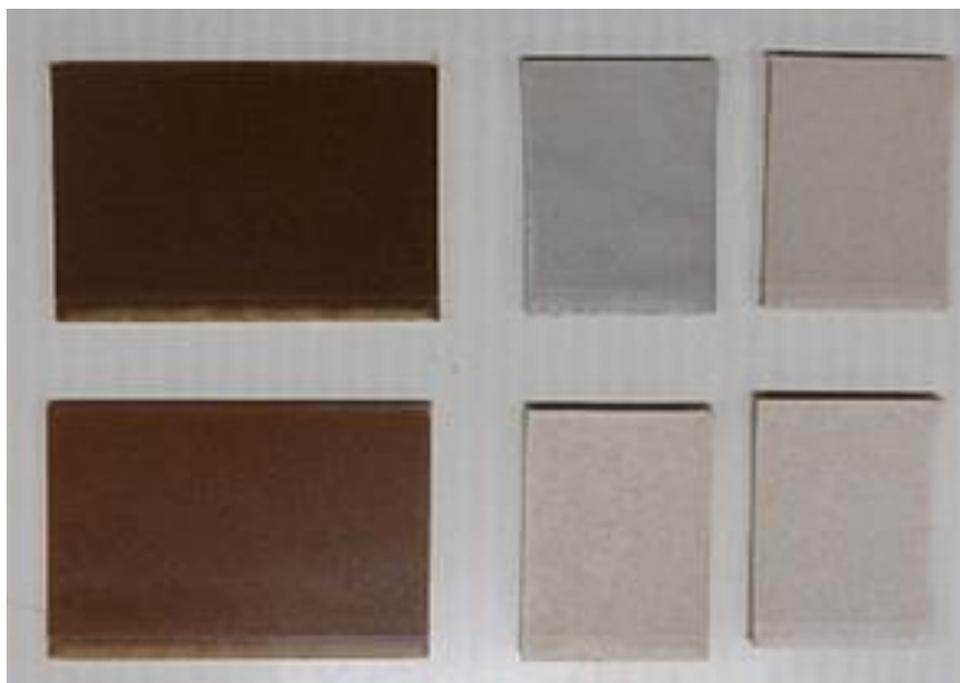


図 1.3.1.1.1 ナチュラル材の耐候劣化品外観

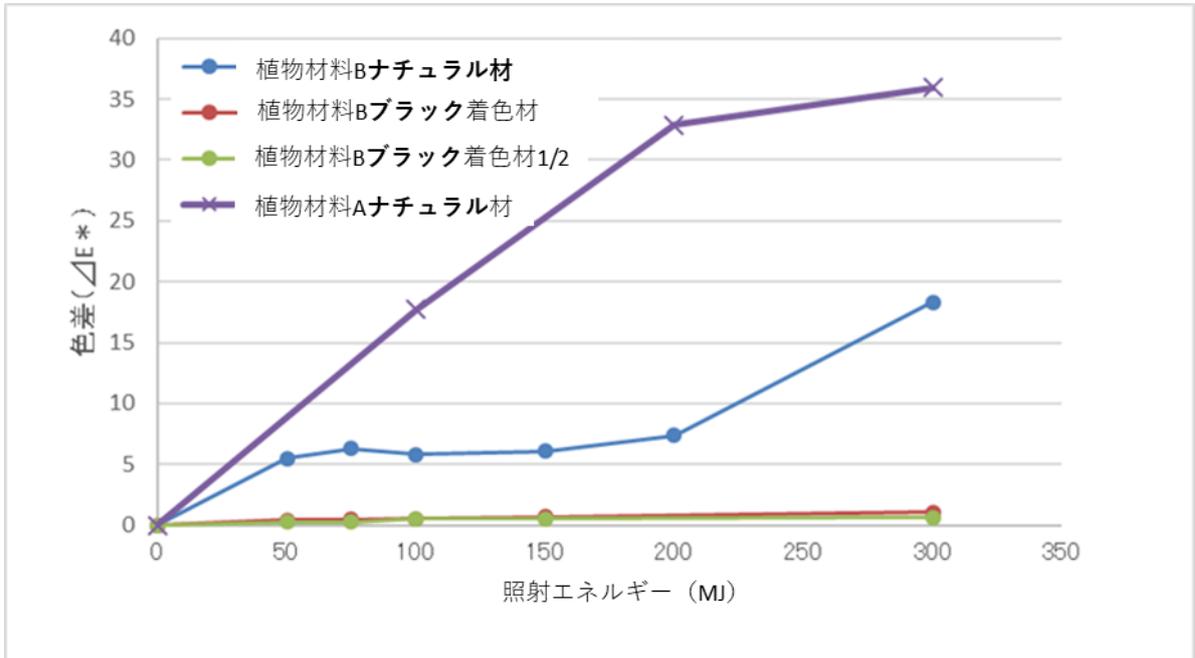


図 1.3.1.1.2 ナチュラル材とブラック着色材の耐候劣化による色差変化

1. 3. 1. 2 着色材（ベイジュ）の耐候性現状

今年度は黒以外の着色をした場合の耐候性を確認することとした。まず初めにベイジュ色にて検討を行った。ナチュラル材の耐候劣化現象は茶色から白への退色である。茶色と白の両方の色を含むベイジュにすることで初期の茶色をマスキングするとともに、劣化後の白色化もマスキングする効果が期待できる。また光の遮蔽効果も期待できたためである。表 1. 3. 1. 2. 1 の水準で示す木粉配合率を変えたベイジュ色サンプルの耐候性試験の結果、表 1. 3. 1. 2. 2～4、図 1. 3. 1. 2. 1、図 1. 3. 1. 2. 2 に示すように着色することにより劣化現象が改善されレベルアップすることが確認できた。しかし、改善レベルは十分なものではなく、①配合は外装基準で白化現象がみられる ②配合も白化現象がみられるため外装の基準で問題ありと判断した。拡大観察すると図 1. 3. 1. 2. 3 に示すように表層にある木粉粒部が白化していること、図 1. 3. 1. 2. 1、表 1. 3. 1. 2. 2、表 1. 3. 1. 2. 3 から、木粉率が多いほど劣化速度が速いことで木粉が劣化メカニズムに関与している可能性高いと推定される。

表 1. 3. 1. 2. 1 試験水準

水準名	木粉粒径	木粉率(%)	基材樹脂
①植物材料Bベイジュ着色材	大	30	基材PP1
②植物材料Bベイジュ着色材1/2	大	15	基材PP1

表 1. 3. 1. 2. 2 着色材（ベイジュ）の耐候性内装条件・外装条件結果

照射量	照射量		
	基準板	外装	内装
②植物材料B ベイジュ着色材1/2		×	○
		↑ WD白化点在	
①植物材料B ベイジュ着色材		×	×
		WD白化顕著	WD白化

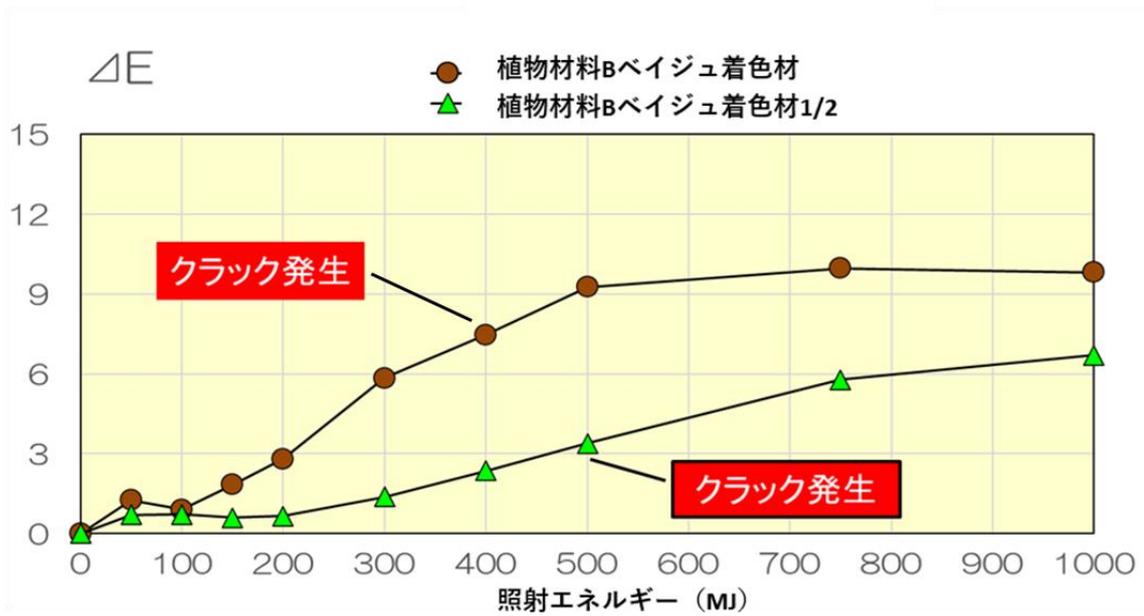


図 1.3.1.2.1 着色材（ベージュ）の耐候劣化による色差変化

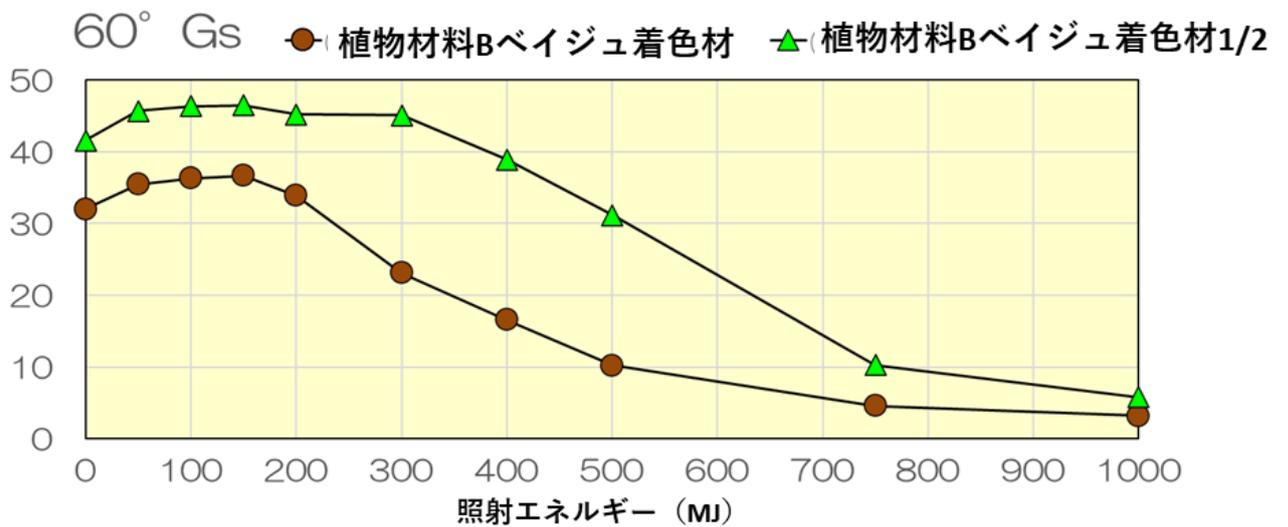


図 1.3.1.2.2 着色材（ベージュ）の耐候劣化による光沢変化

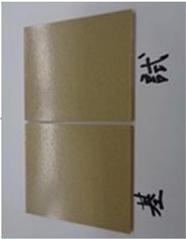
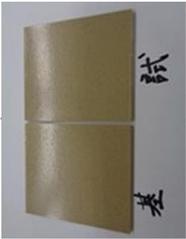
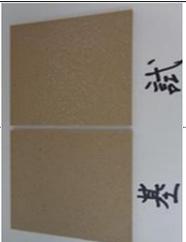
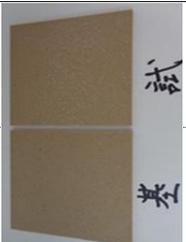
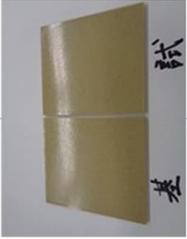
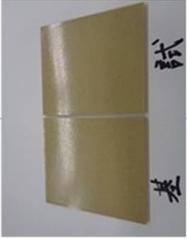
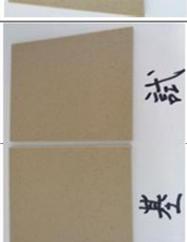
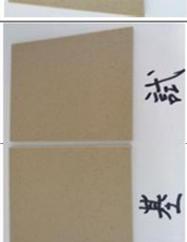
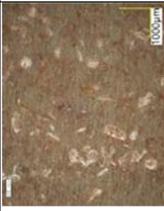
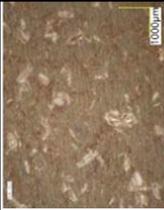
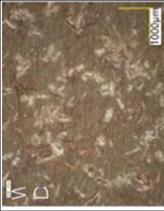
照射量	0MJ		50MJ		100MJ		150MJ		200MJ		300MJ	
	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品
植物材料B バイジュ 着色材												
	初期。問題なし	初期。問題なし	基準板と比較して違和感なし	基準板と比較して違和感なし <small>外観不良（表面に凹凸、WDが白化してそう）</small>	基準板	試験品	外観不良。WD白化	試験品	WD白化進行	試験品	WD白化進行	試験品
植物材料B バイジュ 着色材1/2												
	初期。問題なし	初期。問題なし	違和感なし	違和感なし	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品
照射量	400MJ		500MJ		750MJ		1000MJ					
	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品	基準板	試験品
植物材料B バイジュ 着色材												
	WD白化進行	WD白化進行	WD白化進行	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい。②より濃い	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい
植物材料B バイジュ 着色材1/2												
	WD白化進行	WD白化進行	WD白化進行	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい	WD白化進行。全体白っぽい

表 1.3.1.2.3 着色材（バイジュ）の耐候劣化外観

照射量	0MJ		50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ
	基準板	試験品					
① 植物材料B バイジュ 着色材							
	初期。問題なし	初期。問題なし	クラックや界面異常等なし	WD白化。クラック等はなし	表面突出したWDが白化している。クラック等はなし	WD白化進行。クラックなし	WD白化進行。クラックなし
② 植物材料B バイジュ 着色材 1/2							
	初期。問題なし	初期。問題なし	クラックや界面異常等なし	WD白化。クラック等はなし	WD白化。クラック等はなし	WD白化進行。クラックなし	WD白化進行。クラックなし

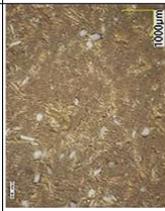
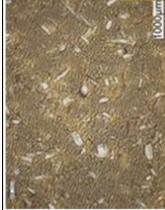
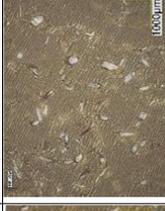
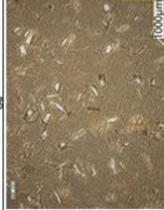
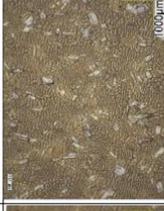
照射量	500MJ		750MJ	1000MJ
	試験品	試験品		
① 植物材料B バイジュ 着色材				
	WD白化進行。クラック	クラック発生	クラック発生(溝深) 500MJ辺りから木粉・樹脂が剥離	試験品
② 植物材料B バイジュ 着色材 1/2				
	クラック発生	クラック発生	クラック進行(溝深) 木粉・樹脂が剥離	試験品

表 1.3.1.2.4 着色材 (バイジュ) の耐候劣化外観 (拡大)

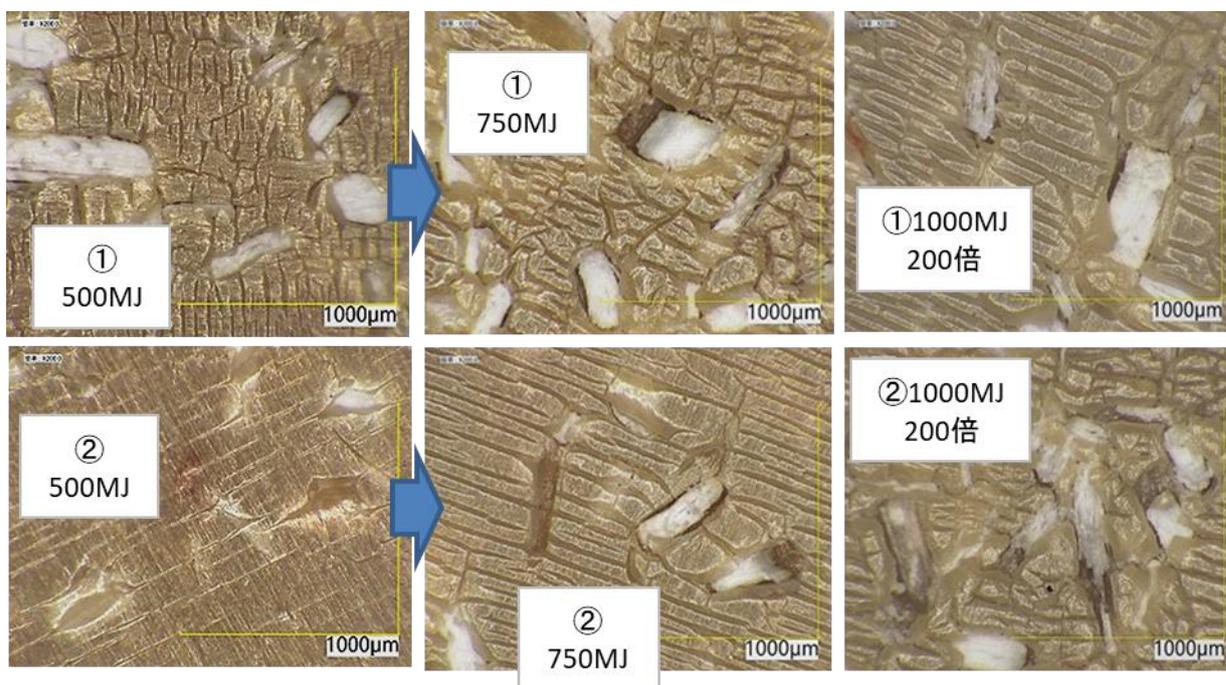


図 1.3.1.2.3 着色材（ベイジュ）の耐候劣化試験後サンプルの拡大観察結果

1. 3. 2 原因調査と対策検討

初期耐候劣化品の木粉粒の白化部分を拡大し、耐候劣化品の表面を観察した。図 1. 3. 2. 1、図 1. 3. 2. 2 に示すように劣化初期の白化現象は木粉自体の白化ではなく、表面近くの木粉を覆っている PP 樹脂被膜でクラックが発生し、白く見えていることがわかった。このことから木粉の影響により耐候処方がうまく機能していないことが推定されるため、PP 用の耐候処方変更にて対策検討を実施した。

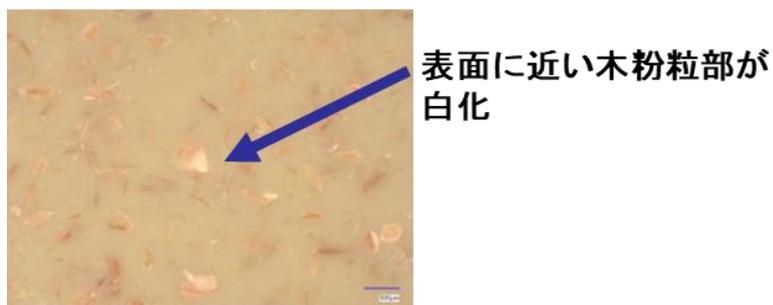


図 1. 3. 2. 1 耐候劣化品表面の拡大観察 1



図 1. 3. 2. 2 耐候劣化品表面の拡大観察 2

1. 3. 3 対策効果の確認（耐候処方剤対策効果の確認）

試験水準を表 1. 3. 3. 1 に示す。耐候処方対策の結果、表 1. 3. 3. 2 に示すように木粉周辺の PP クラックが抑えられ、内装、外装試験ともに効果が確認でき、大きな木粉 15% 配合の場合は使用上問題ないレベルにまで改善した。

表 1. 3. 3. 1 着色材（ベイジュ）の耐候性試験水準（内装条件・外装条件） 1

No.		木粉粒径	木粉率(%)	基材樹脂	耐候処方	着色	備考
4	植物材料1	大	15	基材PP1	—	ベイジュ	対策前
5	植物材料1+耐候処方	大	15	基材PP1	追加	ベイジュ	対策品

表 1. 3. 2. 2 着色材（ベイジュ）の耐候性対策効果（内装条件・外装条件）

照射量		照射量		
		基準板	外装	内装
No.4	植物材料配合1 (木粉15%)		×	○
No.5	植物材料配合1 (木粉15%) 耐候処方 対策品		○	○

↑ WD白化点在
↓ 処方効果あり

さらに 表 1.3.3.3 に示すような水準にて内装、外装試験で耐候性の評価を行った。水準の No.1 から No.3 は基材 PP の実力を見るための参考試験である。No.3、No.4 は上記の表 1.1.3.2.1 と同じ材料水準である。No.6 は No.4 に対し木粉配合率を倍にした場合、No.7、No.8 は木粉サイズが細くなった場合、そして、No.9 は細かい木粉を配合した場合について耐候処方対策の効果を見た。

促進耐光性試験の結果、表 1.3.3.4~7 に示すように木粉配合（量、粒度）の影響や耐候処方剤効果の確認ができた。基材 PP に対して木粉を添加することで材料の劣化が進むことがわかる。特に木粉の白化やクラック等の外観変化が発生しやすい傾向がある。耐候処方を追加しない No.6 や No.8 は木粉白化が目立つ。耐候処方剤を添加することで、木粉の白化や長期クラック発生抑制効果が認められた。

表 1.3.3.3 着色材（ベイジュ）の耐候性試験水準（内装条件・外装条件） 2

No.		木粉粒径	木粉率(%)	基材樹脂	耐候処方	着色	備考
1	基材PP1	—	0	基材PP1	—	ベイジュ	参考
2	基材PP1+耐候処方	—	0	基材PP1	追加	ベイジュ	参考
3	基材PP2	—	0	基材PP2	—	ベイジュ	参考
4	植物材料1	大	15	基材PP1	—	ベイジュ	対策前
5	植物材料1+耐候処方	大	15	基材PP1	追加	ベイジュ	対策品
6	植物材料2	大	30	基材PP1	—	ベイジュ	木粉高配合
7	植物材料3	細	15	基材PP1+2	—	ベイジュ	木粉細かい
8	植物材料4	細	15	基材PP2	—	ベイジュ	木粉細かい
9	植物材料4+耐候処方	細	30	基材PP2	追加	ベイジュ	上記対策品

表 1.3.3.4 着色材（ペイジュ）の促進耐候性（外装条件）

外観観察 目視観察&写真

外装条件試験品

照射量	0MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ	500MJ	750MJ	1000MJ
	基準板	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品
基材PP1	No.1				○				
基材PP1 + 耐光処方剤	No.2				○				
基材PP2	No.3				○				
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%)	No.4				X				
		やや濃色化	やや濃色化	WD白化点	WD白化点	WD白化	WD白化	WD白化顕	WD白化顕著
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%) + 耐光処方剤	No.5			処方効果あり	○ 処方効果あり	処方効果あり	(外装は) 処方効果あり	処方効果あり 今だ目標○	処方効果あり 今だ目標○
植物材料2 (基材PP1) (大木粉30%)	No.6				X				
		WD白化点	WD白化点	WD白	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕著
植物材料3 (基材PP1+2) (細木粉15%)	No.7				X				
		WD白化(退)	WD白化	WD白化	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕著
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%)	No.8				X				
		WD白化(退)	WD白化	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕	WD白化顕
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%) + 耐光処方剤	No.9				X				
			WD白化	WD白化	WD白化	WD白化	WD白化	WD白化	WD白化
				処方効果あ	処方効果あ	処方効果あ	処方効果あ	処方効果あ	処方効果あり

表 1.3.3.5 着色材（ベイジュ）の促進耐候性（外装条件）拡大観察

外観観察 拡大観察（マイクロスコープ×50倍） 外装条件試験品

照射量	初期		50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ	500MJ	750MJ	1000MJ
	基準板	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品
基材PP1	No.1										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	←
基材PP1 + 耐光処方剤	No.2										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	←
基材PP2	No.3										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	←
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%)	No.4										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	クラックあり
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%) + 耐光処方剤	No.5										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	←
植物材料2 (基材PP1) (大木粉30%)	No.6										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	クラックあり	クラック進行	クラック進行	クラック進行
植物材料3 (基材PP1+2) (細木粉15%)	No.7										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	クラックなし 兆候あり	クラックあり
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%)	No.8										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	クラックなし 兆候あり	クラックあり	クラック進行	クラック進行
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%) + 耐光処方剤	No.9										
		問題なし	クラックなし	←	←	←	←	←	←	←	←

表 1.3.3.6 着色材（ベイジュ）の促進耐候性（内装条件）

外観観察	目視観察&写真		内装条件試験品							
	照射量	0MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ	500MJ	750MJ	1000MJ
基材PP1		基準板	内装試験品							
	No.1					○				
基材PP1 + 耐光処方剤	No.2					○				
基材PP2	No.3					○				
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%)	No.4					○	僅かにWD白化	僅かにWD白化	WD白化	WD白化
植物材料1 (基材PP1) (大木粉15%) + 耐光処方剤	No.5					○	僅かにWD白化	僅かにWD白化	僅かにWD白化	僅かにWD白化
植物材料2 (基材PP1) (大木粉30%)	No.6		濃色化	WD白化点在	WD白化	WD白化	X	樹液のような 茶斑点		
植物材料3 (基材PP1+2) (細木粉15%)	No.7		WD白化(退色)	WD白化	WD白化	WD白化顕著	WD白化顕著	WD白化顕著	WD白化顕著	WD白化顕著
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%)	No.8		WD白化(退色)	WD白化	WD白化顕	WD白化顕著	WD白化顕著 茶斑点 僅	WD白化顕 茶斑点	WD白化顕著	WD白化顕著
植物材料4 (基材PP2) (細木粉15%) + 耐光処方剤	No.9					X	処方効果あり WD白化	処方効果あり WD白化	処方効果あり WD白化	処方効果あり WD白化

表 1.3.3.7 着色材（ペイジュ）の促進耐候性（内装条件）拡大観察

外観観察 拡大観察（マイクロスコープ×50倍）		内装条件試験品									
照射量		0MJ	50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ	500MJ	750MJ	1000MJ
	基準板	内装試験品									
基材PP1	No.1										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	-	-
基材PP1 + 耐光処方剤	No.2										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	-	-
基材PP2	No.3										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	-	-
植物材料1 （基材PP1） （大木粉15%）	No.4										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	クラックあり	クラック進行
植物材料1 （基材PP1） （大木粉15%） + 耐光処方剤	No.5										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	-	-
植物材料2 （基材PP1） （大木粉30%）	No.6										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	クラックあり	クラック進行	クラック進行	クラック進行	クラック進行
植物材料3 （基材PP1+2） （細木粉15%）	No.7										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	クラックあり	クラック進行
植物材料4 （基材PP2） （細木粉15%）	No.8										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	クラック なし 乳濁あり	クラックあり	クラック進行	クラック進行	クラック進行
植物材料4 （基材PP2） （細木粉15%） + 耐光処方剤	No.9										
		問題なし	クラックなし	-	-	-	-	-	-	-	-

1. 3. 4 配合比率の影響に関する確認結果

実験水準を表 1. 3. 4. 1 に示す。No. 1 から No. 5 までの水準にて木粉配合量の影響を確認する試験である、No. 6 から No. 11 までの水準は耐候処方剤の影響を確認するため、そして No. 12 から No. 23 はカラー水準を振って耐候処方有無の影響を確認した。促進耐候性試験の結果を表 1. 3. 4. 2～5、図 1. 3. 4. 1～5 に示す。No. 1 から No. 5 までの水準にて木粉配合量の影響を確認すると、内装材料向けの耐候処方を実施すれば木粉量が 10% から 30% の範囲で著しい変退色がないことが分かった。外装条件の場合、耐候処方を行っても木粉量が 20% から 30% の範囲で若干白化が見られたため、木粉量 15% 以下での活用が望ましいといえる。No. 6 から No. 11 までの水準で耐候処方剤を減らす検討を行ったが、基準となる No. 2 に対し木粉白化現象の発生が早まったことから No. 2 の耐候処方配合が適切と考えられる、No. 12 から No. 23 にてカラー水準を振って影響を確認した結果、耐候処方ありの場合の外装条件では青色の水準で色差が著しく問題あったが、それ以外の色では著しい変色は認められなかった。内装条件でも青、緑の青系の色水準で著しい変色が確認されたが、こちらもそれ以外の色水準では著しい変色は認められなかった。No. 18 から No. 23 の耐候処方なしのカラー水準では赤、青、緑、黄色、白と黒以外のすべての色で著しい変色が確認される結果となった。

表 1.3.4.1 試験水準の一覧

No.	水準名	木粉粒径	木粉率(%)	基材樹脂	耐候処方	着色	備考	外装条件	内装条件
No.1	大粒径木粉10%+処方	大	10	基材PP1	有ABC	ベージュ	木粉量	○	
No.2	大粒径木粉15%+処方 基準	大	15	基材PP1	有ABC	ベージュ	木粉量	○	○
No.3	大粒径木粉20%+処方	大	20	基材PP1	有ABC	ベージュ	木粉量	○	○
No.4	大粒径木粉25%+処方	大	25	基材PP1	有ABC	ベージュ	木粉量		○
No.5	大粒径木粉30%+処方	大	30	基材PP1	有ABC	ベージュ	木粉量	○	○
No.6	処方C抜き	大	15	基材PP1	有AB	ベージュ	処方寄与	○	
No.7	処方A抜き	大	15	基材PP1	有BC	ベージュ	処方寄与	○	
No.8	処方B抜き	大	15	基材PP1	有AC	ベージュ	処方寄与	○	
No.9	処方1/2	大	15	基材PP1	有1/2量	ベージュ	処方寄与	○	
No.10	処方1/3	大	15	基材PP1	有1/3量	ベージュ	処方寄与	○	
No.11	木粉10% 処方1/3	大	10	基材PP1	有1/3量	ベージュ	処方寄与	○	
No.12	赤着ペレ処方有	大	15	基材PP1	有ABC	赤	処方着色	○	○
No.13	青着ペレ処方有	大	15	基材PP1	有ABC	青	処方着色	○	○
No.14	緑着ペレ処方有	大	15	基材PP1	有ABC	緑	処方着色	○	○
No.15	黄着ペレ処方有	大	15	基材PP1	有ABC	黄	処方着色	○	○
No.16	白着ペレ処方有	大	15	基材PP1	有ABC	白	処方着色	○	○
No.17	黒 処方有	大	15	基材PP1	有ABC	黒	処方着色	○	○
No.18	赤着ペレ処方無	大	15	基材PP1	—	赤	処方無着色		○
No.19	青着ペレ処方無	大	15	基材PP1	—	青	処方無着色		○
No.20	緑着ペレ処方無	大	15	基材PP1	—	緑	処方無着色		○
No.21	黄着ペレ処方無	大	15	基材PP1	—	黄	処方無着色		○
No.22	白着ペレ処方無	大	15	基材PP1	—	白	処方無着色		○
No.23	黒 処方無	大	15	基材PP1	—	黒	処方無着色		○

○:試験実施

表 1.3.4.2 ベージュ色 No.1~11 促進耐候性 (外装条件) の評価結果

	外装条件							
	初期	0MJ	50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ
	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品
No.1								
No.2								
No.3							WD白化点在	WD白化点在
No.5				僅かにWD白化	WD白化	WD白化	WD白化	WD白化
No.6							WD白化点在	WDWD白化点在 やや多い
No.7							WD白化点在	WD白化点在
No.8							WD白化点在	WD白化点在
No.9							WD白化点在	WD白化点在
No.10							WD白化点在	WD白化点在
No.11								

表 1.3.4.3 カラー色 No. 12~17 促進耐候性（外装条件）の評価結果

	外装条件							
	初期	0MJ	50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ	400MJ
	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品
No.12								
No.13								
No.14								
No.15								
No.16							WD茶色濃い	
No.17							WDうっすら白っぽい	

表 1.3.4.4 ヘッジ色 No.2~5 促進耐候性（内装条件）の評価結果

	内装条件						
	初期	0MJ	50MJ	100MJ	150MJ	200MJ	300MJ
	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品	試験品
No.2							
No.3							
No.4							
No.5			濃色化	濃色化	色戻り		

表 1.3.4.5 カラー色 No. 12~23 促進耐候性（内装条件）の評価結果

	内装条件						
	初期	0MJ 試験品	50MJ 試験品	100MJ 試験品	150MJ 試験品	200MJ 試験品	300MJ 試験品
No.12							
No.13							WD白化点在
No.14							退色
No.15							
No.16							
No.17							
No.18							退色 WD白化点在
No.19							退色 WD白化点在
No.20							退色
No.21							退色
No.22							全体的に暗い
No.23							

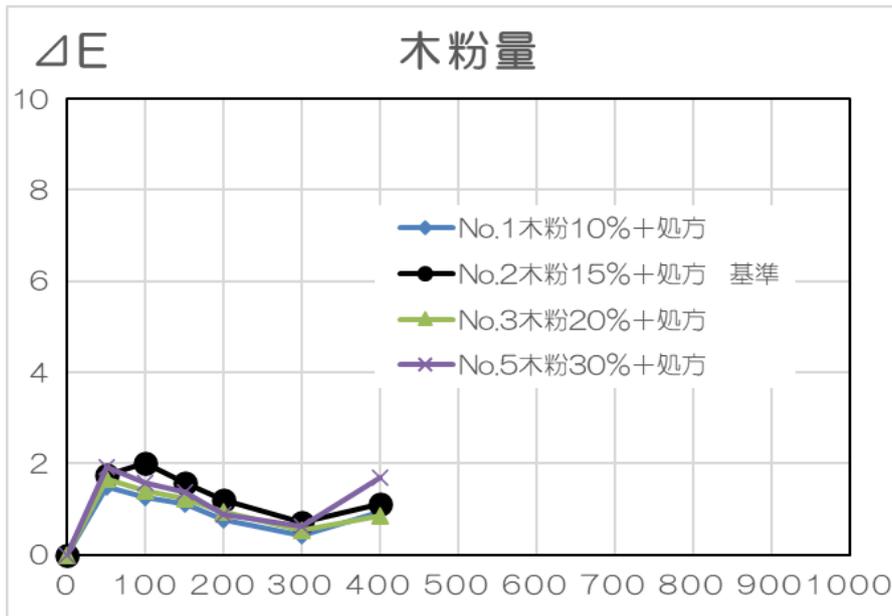


図 1.3.4.1 ベイジュ外装条件（木粉率 10%～30%）の評価結果

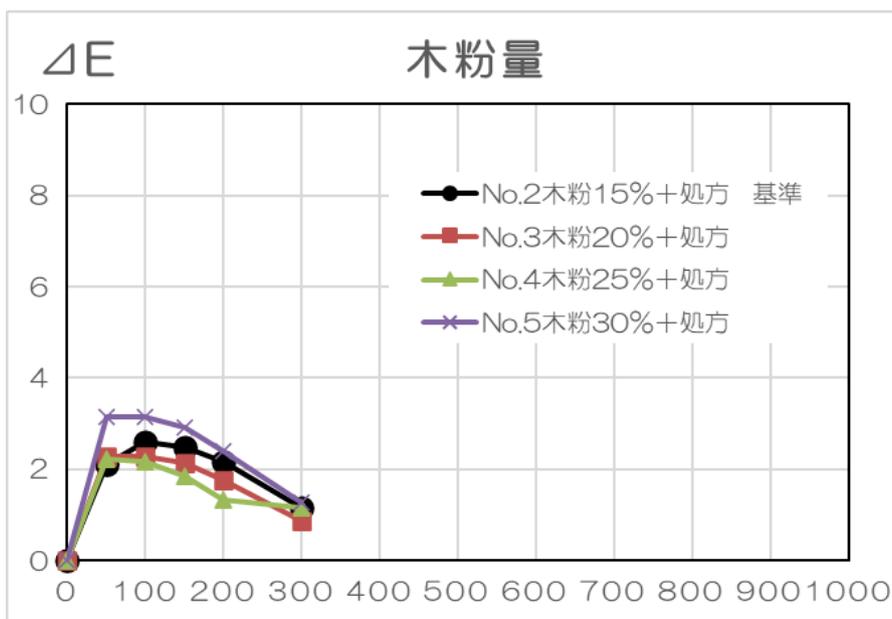


図 1.3.4.2 ベイジュ内装条件（木粉率 10%～30%）の評価結果

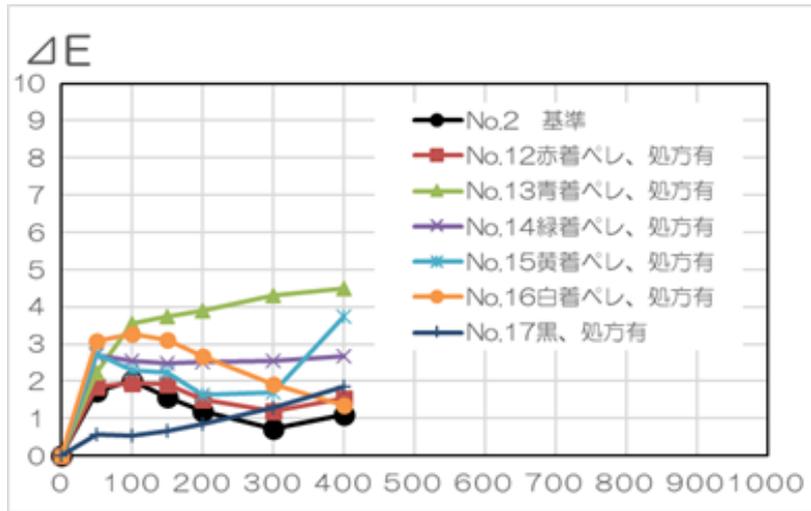


図 1.3.4.3 カラー水準外装条件の評価結果

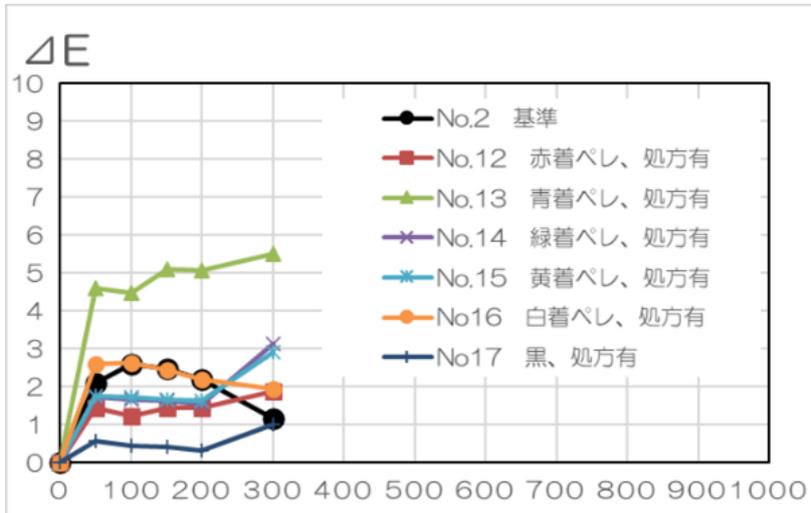


図 1.3.4.4 カラー水準内装条件の評価結果

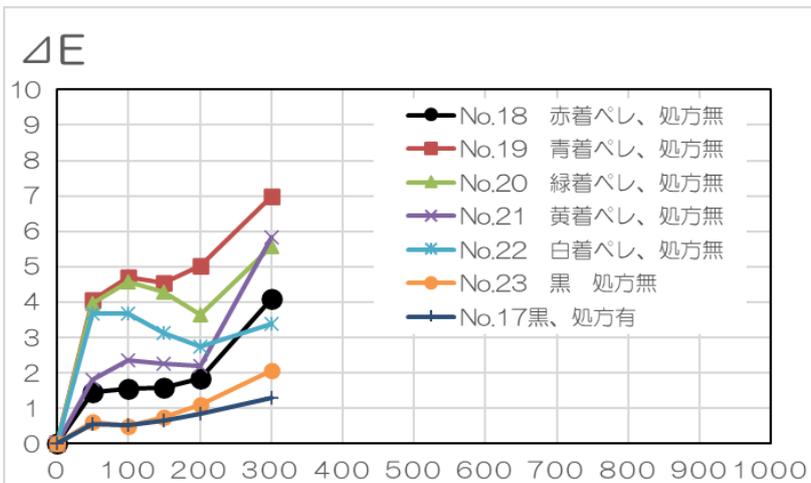


図 1.3.4.5 カラー水準内装条件（耐候処方無し）の評価結果

1. 4 小型 BEV 内外装部品の成形試作

図 1. 4. 1~4 に示すような超小型 BEV 車両内外装ターゲット部品の成形試作を実施した。対象 10 部品合わせて 9. 9kg のボリュームである。今回検討の植物材料は、現状で使用されている樹脂に対し流動性が若干劣り、成形温度も植物繊維が熱分解を起こさないように低温で成形する必要があるが、通常の成形条件の調整を行うことで成形が可能であることが確認された。

自動車内装部品への適用を目指し、成形した部品の評価を実施することとした。今回選定した内外装部品は、夏場は高温高湿下、冬場は低温環境下にさらされる。また、足元の部品が多く、足が当たる、物を落とすといった衝撃荷重が加わる部品でもあり、このような環境を考慮した部品評価を実施した。



図 1. 4. 1 ターゲット部品の組付け状態



図 1. 4. 2 ターゲット部品 (Fr バンパー、フェンダー)



図 1.4.3 ターゲット部品 (ロッカー、クォーター)

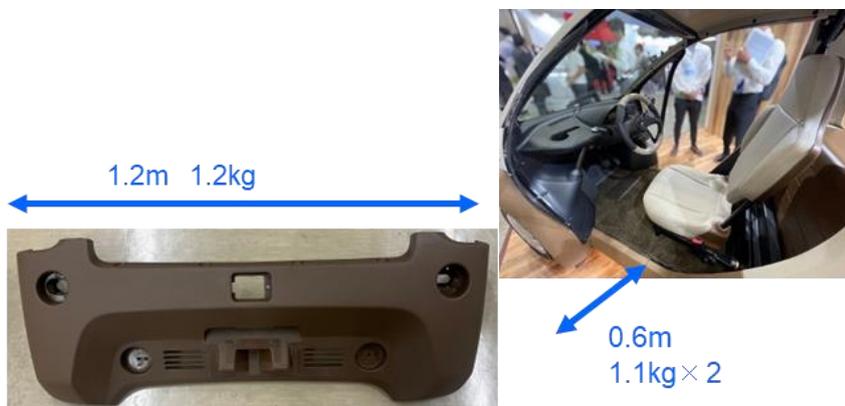


図 1.4.4 ターゲット部品 (Rr バンパー、内装カウル)

1. 4. 1 湿冷熱繰り返し性

図 1. 4. 1. 1 に湿冷熱繰り返し試験の結果を示す。高温・高湿度～高温～低温のサイクルを繰り返し、試験前後での部品の外観や寸法変化を確認した。その結果、外観異常や著しい変形はなく、最大変形量は既存品以下であった。

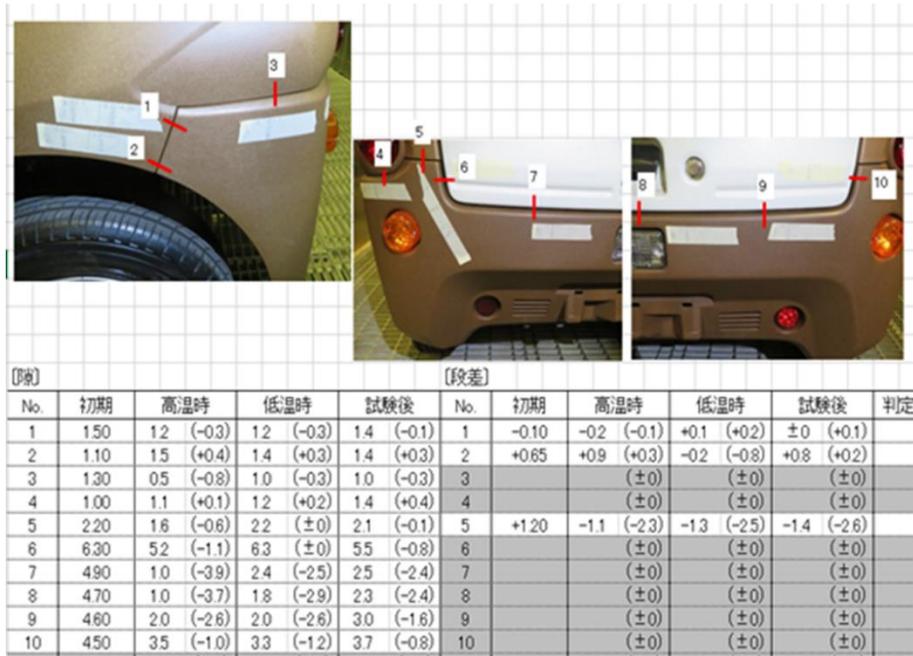


図 1. 4. 1. 1 湿冷熱繰り返し試験の結果

1. 4. 2 耐衝撃性

自動車内装部品における耐衝撃性は重要な特性である。外部からの衝撃荷重に耐える強度が必要である。また、破壊時の形態は適用部位によっては人に危害を加える要因となる。植物繊維を配合することで、プラスチックの耐衝撃性が低下することは課題の一つであった。今回の使用材料は、表 1. 4. 2. 1 に示すように、これまで弱点であった衝撃性を改善したものを使用している。使用樹脂の種類、配合量や植物繊維の形状を工夫することで植物度を増やしながら既存材に対し衝撃性能を向上することができた。図 1. 4. 2. 1 に部品での耐衝撃性の試験方法と表 1. 4. 2. 2 に結果を示す、試験の結果、一般的な内装部品の目標値を達成することができた。

表 1. 4. 2. 1 耐衝撃性の改善

項目	条件	単位	従来材	開発材
密度		%	1.02	1.01
MFR	230℃	g/10min.	7	15
引張強度	50mm/min	MPa	32	24
引張破断ひずみ		%	6	5
曲げ強度	2mm/min	MPa	56	32
曲げ弾性率		MPa	3000	2010
シャルピー衝撃強度	23℃	KJ/m ²	3.3	7.9
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	142	126



図 1.4.2.1 部品の耐衝撃性試験方法

表 1.4.2.2 部品の耐衝撃性試験結果

-30±2°C、500g振り子

(mm)	(N・m)	○	○	○	○	○	○
900	4.41	▲	▲	▲	▲	▲	▲
850	4.17						
800	3.92						
750	3.68						
700	3.43						
650	3.19						
600	2.94						
550	2.70						
500	2.45						
450	2.21						
400	1.96						
350	1.72						
落錘部位		1	2	3	1	2	3
供試品		カウルLH			カウルRH		

1. 5 ドアトリムオーナメント部品の成形試作

もう一つのターゲット部品である図 1.5.1 に示す乗用ミニバンのドアトリムオーナメント部品の成形試作を実施したところ、通常成形条件にて部品形状の成形に成功した。1. 4 の事例と同様に、植物材料は現状で使用されている樹脂に対し流動性が若干劣り、成形温度も植物繊維が熱分解を起こさないように低温で成形する必要があるが、通常成形条件の調整を行うことで成形が可能であることが確認された。



図 1.5.1 乗用ミニバンのドアトリムオーナメント部品

1. 5. 1 湿冷熱繰り返し性

図 1. 5. 1. 1 に湿冷熱繰り返し試験の結果を示す。高温・高湿度～高温～低温のサイクルを繰り返し、試験前後での部品の外観や寸法変化を確認した。その結果、外観異常や著しい変形はなく、最大変形量は既存品以下であった。

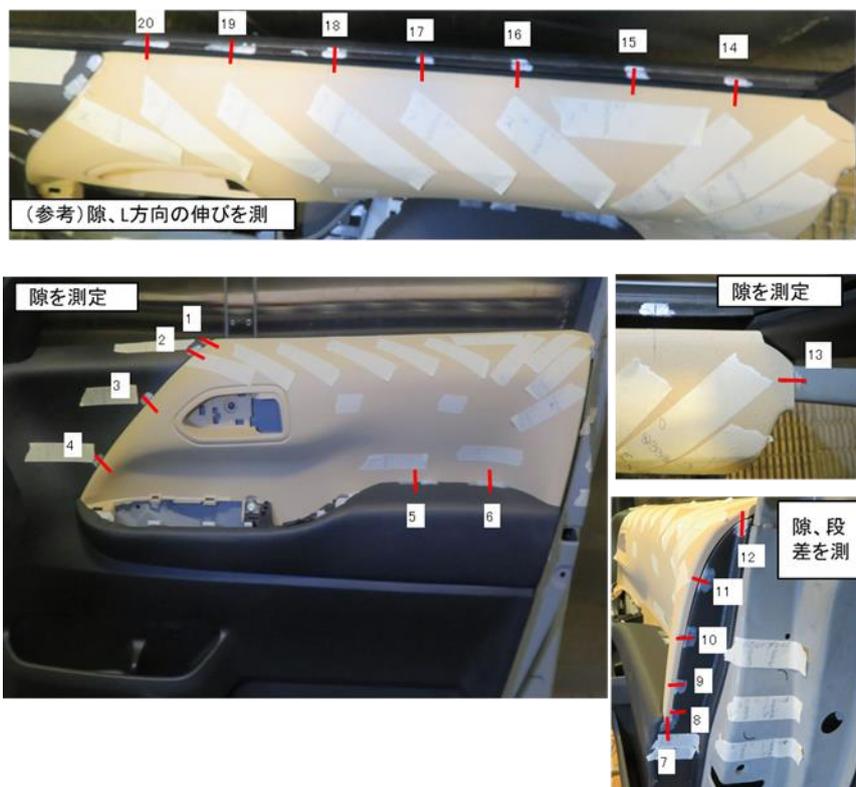


図 1. 5. 1. 1 湿冷熱試験結果 (試験後)

1. 5. 2 耐衝撃性

図 1. 5. 2. 1 に部品での耐衝撃性の方法と表 1. 4. 2. 2 に結果を示す、試験の結果一般的な内装部品の目標値を達成することができた。



図 1. 5. 2. 1 部品の耐衝撃性評価の方法

表 1. 4. 2. 2 耐衝撃性試験結果

(mm)	(N・m)	○	○	○	○
800	3.92	↑	↑	↑	↑
750	3.68				
700	3.43				
650	3.19				
600	2.94				
550	2.70				
500	2.45				
450	2.21				
400	1.96				
350	1.72				
落錘部位		1	2	1	2
供試品		TABWC		号口	

1. 6 リサイクル性検証

開発材料のリサイクルを考える上で材料劣化の要因把握は重要である。バイオプラスチックを使用した部品のライフサイクルを時系列で見ると図 1.6.1 の流れとなる。リサイクルの観点で、材料の劣化に影響を及ぼす工程は主に以下の3つと言える。押出しコンパウンド工程、射出成形工程、最後に市場での環境下である。市場回収リサイクルをすることは、この3つの工程を繰り返すことといえる。また、工程内リサイクルを行う場合は射出成形による熱負荷が繰り返されることになる。

本節では、実際の工程内リサイクルで繰り返しかかる熱負荷を想定し、材料劣化状況を把握する。開発材料の工程リサイクル回数を増加させた場合の物性試験結果を表 1.6.1 に示す。リサイクルを繰り返す毎にわずかに強度物性の低下がみられたものの、5回繰り返し時点で数%の強度低下にとどまり、大きな変化はなかった。これはセルロース系繊維材料がしなやかな材料でありガラス繊維のように混練負荷により簡単に折れてしまうことがないこと、そして、劣化が進まない温度、滞留時間である推奨成形条件にて成形されているためであると考えられる。

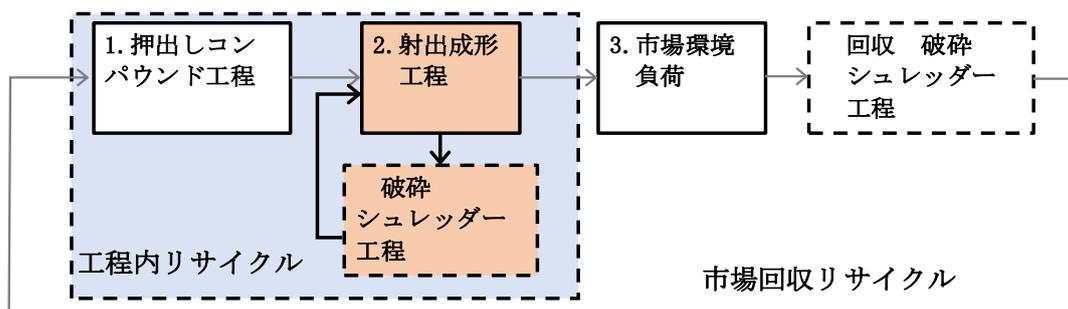


図 1.6.1 部品のライフサイクル

表 1.6.1 開発材料の工程リサイクル評価結果

試験項目	試験条件	単位	試験方法	リファレンス	リターン①	リターン②	リターン③	リターン④	リターン⑤
メルトフローレート	230℃、2.16kg	g/10min	ISO 1133 JIS K 7210	22.0	22.0	23.2	23.2	23.2	24.1
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m ²	ISO 179-1 JIS K 7111	6.7	6.6	6.5	6.3	6.3	6.2
引張降伏強さ	試験速度50mm/min	MPa	ISO 527-1 JIS K 7161	18.9	18.7	18.4	18.3	18.0	18.0
引張破壊ひずみ	試験速度50mm/min	%	ISO 527-1 JIS K 7161	5.5	5.9	5.7	5.6	7.8	6.0
引張弾性率	試験速度1mm/min	MPa	ISO 527-1 JIS K 7161	2020	2000	1950	1910	1890	1880
曲げ強さ	試験速度2mm/min	MPa	ISO 178 JIS K 7171	29.5	28.8	28.6	27.7	27.7	27.1
曲げ弾性率	試験速度2mm/min	MPa	ISO 178 JIS K 7171	1920	1920	1900	1870	1830	1810
ロックウェル硬さ	R硬さスケール	—	ISO 2039-2 JIS K 7202-2	68	67	67	67	66	65
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1 JIS K 7191	113	112	111	111	110	110
比重	水中置換法	—	ISO 1183 JIS K 7112	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01

1. 7 広報活動

植物材料の環境貢献や、親しみやすい意匠を一般の方が触れられるような形で展示することにより、消費者側から植物材料の需要を喚起することが期待される。こうした活動の積み重ねが植物材料の製品化拡大に繋がると考えられる。そこで、今年度は図 1. 7. 1～5 に示すように多くの方が触れられる形の展示会への出展や、動画による分かりやすい説明で一般の方々への理解活動を積極的に行った。また、取材対応やPR活動に取り組み、雑誌やweb、Youtube等を通じた情報発信を行うことで消費者への認知度を向上し、需要の喚起に努めた。今後も更なる認知度向上を目指した活動を展開していく。



図 1. 7. 1 人とくるまのテクノロジー展横浜への出展



図 1. 7. 2 人とくるまのテクノロジー展名古屋への出展

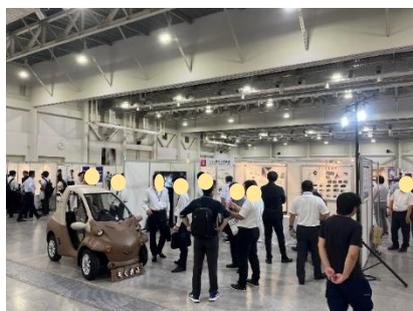


図 1. 7. 3 ふじのくに展示会への出展



図 1.7.4 AXIA EXPO への出展

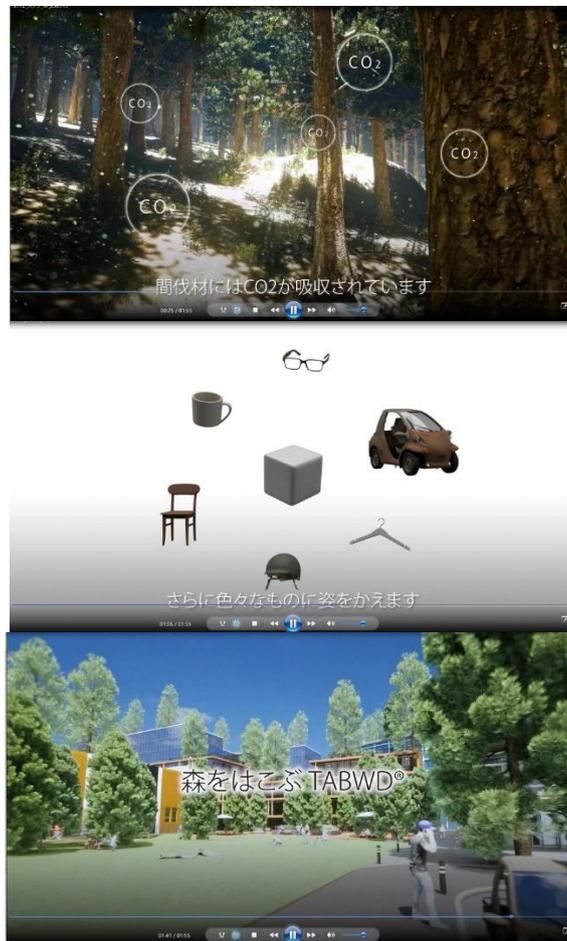


図 1.7.5 PR動画の活用による理解活動

1. 8 まとめ

これまで課題であった耐衝撃性を改善した植物材料配合にて、超小型BEV内外装部品や自動車内装部品のドアトリムオーナメントの適用検討を実施した。部品性能としては耐候性や熱変形特性、耐衝撃性が懸念項目としてあった。耐候性については植物繊維を配合することで不利になることが確認されたが適切な配合対策を行うことで問題ないレベルに改善できることがわかった。熱変形特性や耐衝撃性については評価として問題ない結果となり、社会実装の可能性を確認できた。

残る課題として、部品製造の量産に関わる性能やリサイクル回収システムの整備、リサイクル材使用率の引き上げ等がある。今後はこれらの課題を克服し、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーに真に貢献する汎用材料を目指す。

2 セルロース繊維強化樹脂材料の性能評価

木粉等のセルロース繊維強化樹脂材料は他の無機フィラー強化樹脂に対し、低比重で軽量かつ低 LCA でリサイクル可能な特徴がある。このセルロース繊維強化樹脂材料を発泡成形することで、比剛性を向上させ、更なる軽量化や断熱性等の機能を向上できる可能性がある。今回、ドアインナーモジュール部品をターゲットとして選定し、セルロース繊維強化樹脂材料の発泡成形の検討を行った。その上で、軽量化貢献といった部品へのメリットの訴求性、および適用に際しどのような課題があるか検討を行った。セルロース繊維強化樹脂材料の発泡成形例を図 2.1 に示す。

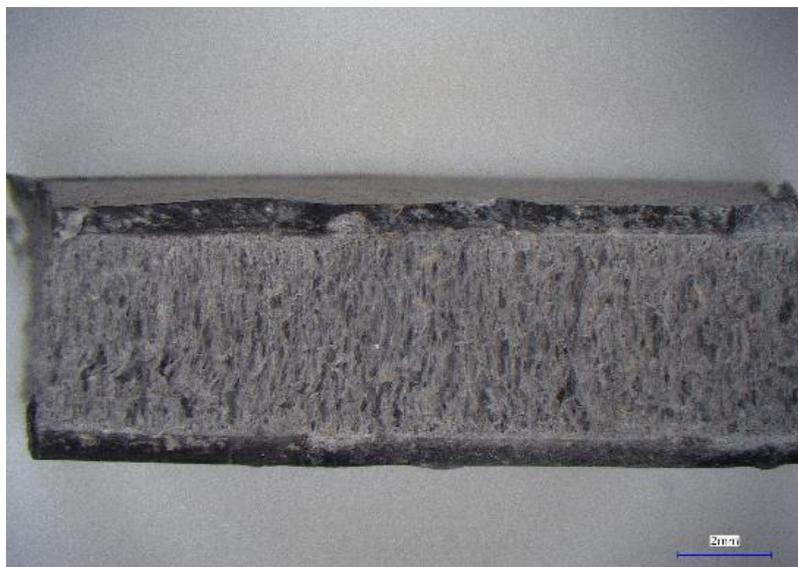


図 2.1 セルロース繊維強化樹脂材料の発泡成形例

2 ドアインナー発泡モジュールパネルによる軽量化検討

2.1 ターゲット部品

従来の樹脂ドアインナーモジュール部品では、ドアを軽量化する際に、図 2.1.1 に示すように、鋼板部を大きく切り抜き、ガラス繊維で補強された PP (PP-GF) 材料でその部分を補強する部品を構成する。しかし、PP-GF 材料はリサイクル性に課題があり、LCA も良好とはいえない。そこでドアインナーモジュール部品に発泡したセルローズ繊維強化樹脂を適用することで図 2.1.2 に示す低 LCA でリサイクル可能な軽量化構造提案をこれまで検討してきた。

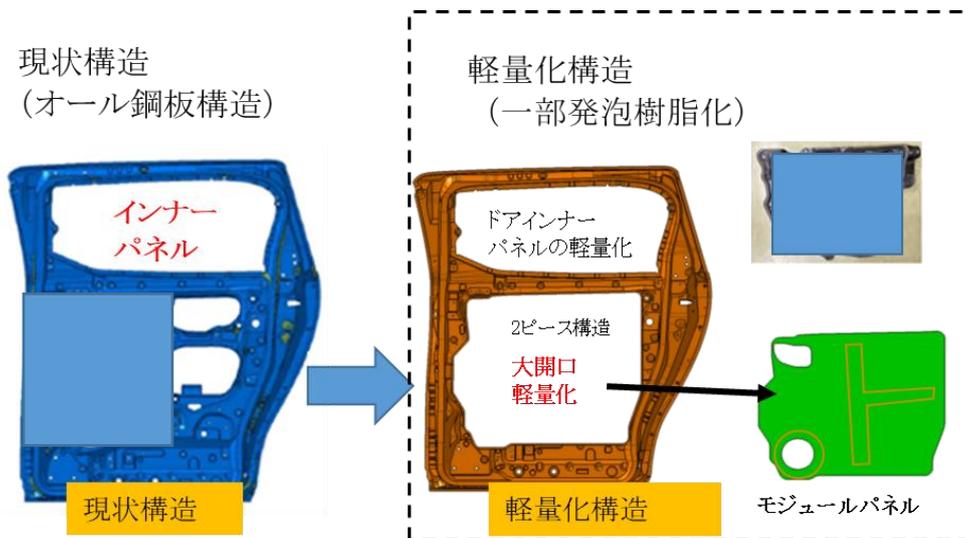


図 2.1.1 ドアインナーモジュール部品 (PP-GF 材を発泡成形)

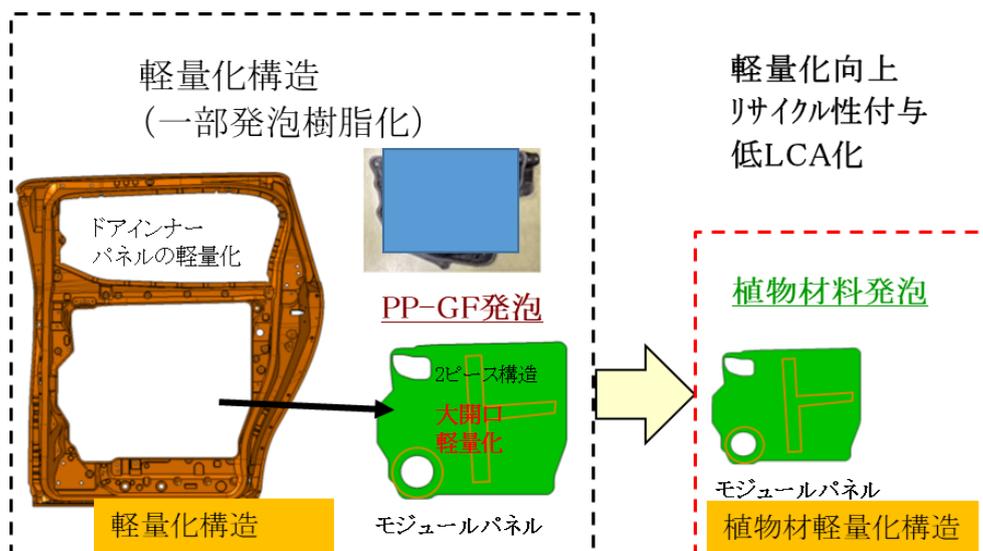


図 2.1.2 ドアインナーモジュール部品 (セルローズ繊維強化樹脂発泡成形)

2. 2 目標値

PP-GF 発泡成形によるドアインナーモジュールパネルを使い、ドアの軽量化を図る構造技術がある。この技術はインナーパネルのうち約 30%の鋼板をくり抜き、発泡成形した PP-GF 材料をモジュール化することで約 19%軽量化を達成している。今回、図 2. 2. 1 に示すようにドアインナーモジュールパネルとして、植物材料を発泡した成形品を用いることで必要剛性を確保することを目標とする。製品としての目標値は鋼板製ドアインナーパネルの重量を 20%以上軽量化することとした。

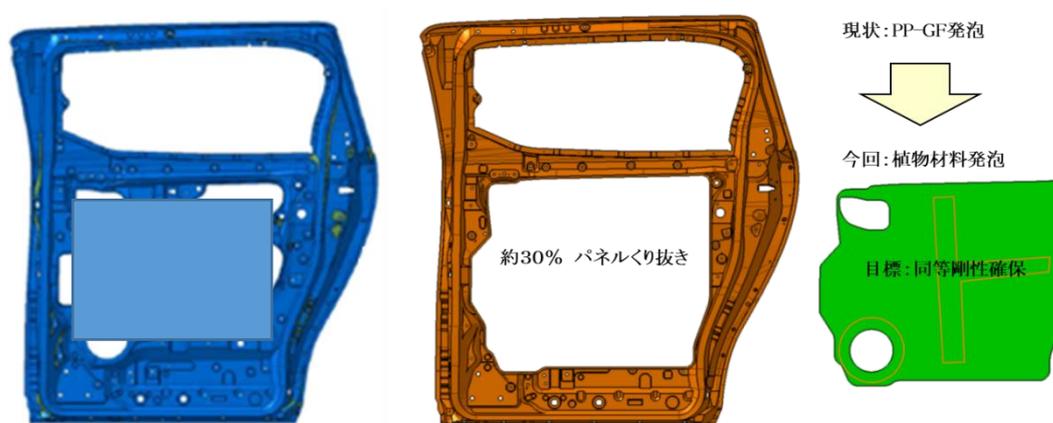


図 2. 2. 1 植物材料発泡成形の目標について

2. 3 化学発泡材料水準（令和4年度検討）

化学発泡成形の材料水準として、PPに木粉を30%配合したものと12%木粉を配合したものの最大発泡倍率を確認する成形実験を行った。各材料の略称について表2.3.1のように以下、規定する。

検討水準について表2.3.2に示す。また、部品の剛性を確保するために必要なおおよその目標発泡倍率を図2.3.1の推定式から算出した。

表 2.3.1 材料標記の規定

材料	材料略称
基材PPのみ	PP
PP+フィラー	PP-〇〇-配合% GF：ガラス繊維 WD：木粉

表 2.3.2 化学発泡成形 検討材料水準

材料略称	水準名	比重(ρ)	曲げ弾性率(MPa)	元板厚(mm)	部品重量(g)	目標発泡倍率
PP-GF20	既存構造材料	1.03	4400	1.7	758	2.24
PP-WD30	植物材料1	1.02	3000	1.7	750	2.7
PP-WD12	植物材料2	0.945	1910	1.7	695	3.4

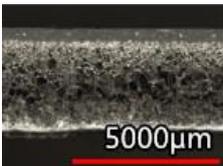
$$\text{曲げ弾性勾配} = \frac{\text{ソリッド弾性率} \times (\text{厚み})^3}{400 \times \text{発泡倍率}}$$

図 2.3.1 発泡成形品の剛性 推定式

2. 4 化学発泡成形トライ結果（令和4年度の課題と今年度の検討）

発泡成形試作の結果、表 2. 4. 1 に示すように PP-WD30、PP-WD12 とともに最大発泡倍率は約 2 倍発泡が限界であった。植物材料の曲げ弾性率を考えると既存 PP-GF の発泡倍率 2.24 倍よりも高発泡が必要だが、その目標を達成できなかった。今年度は対策として材料配合の見直しを検討することとした。

表 2. 4. 1 発泡成形トライ結果

材質	比重 (ρ)	曲げ弾性率 (MPa)	元板厚 (mm)	部品重量 (g)	目標 発泡倍率	概要	最大発泡 倍率		1 倍	2 倍	3 倍
PP-GF20	1.03	4400	1.7	758	(2.24) 実績	既存構造	-		○	○	×
PP-WD30	1.02	3000	1.7	750	2.7	植物材料 1	2.0		○	△	×
PP-WD12	0.945	1910	1.7	695	3.4	植物材料 2	2.0		○	○	×

○：発泡状態良好 △：空洞等の発泡不良発生 ×：発泡成形不可

2. 5 発泡成形による軽量化検討

発泡倍率を上げる対策として汎用的で安価な化学発泡材料の検討を行うこととした。昨年の検討では図 2.5.1 に示すように発泡倍率を上げようと型のコアバック距離を増加させた場合、発泡の泡同士が内部で連結し材料の芯層部分全体が空洞化し、正常な発泡成形ができない現象が確認された。この現象は基材 PP の温度－熔融粘弾性等の特性が重要な因子と考えられる。そこで、特性上発泡に有利と考えられる温度－熔融粘弾性特性をもつ基材 PP への変更検討を行った。

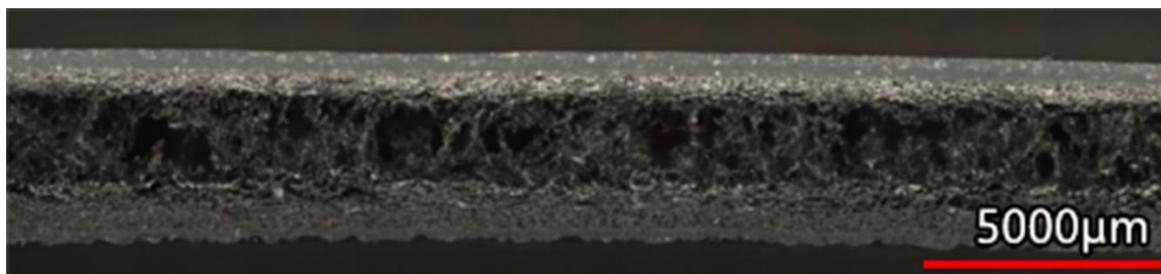


図 2.5.1 植物材料 1 (PP-WD30) 2 倍発泡品の断面

2. 6 配合設計改善

発泡倍率を向上させる配合対策水準として、熔融粘弾性を考慮した基材 PP①と PP 基材②を選定し、従来使用の PP 基材①と比較した。表 2. 6. 1 の水準表に示すように木粉率を 12%、30%、20%と水準を振って検討を行った。

表 2. 6. 1 発泡成形水準表

	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7
材料名	基材PP① +木粉12%	基材PP① +木粉30%	基材PP① +木粉12%	基材PP① +木粉30%	基材PP② +木粉12%	基材PP② +木粉30%	基材PP② +木粉20%
基材PP①	88	70					
基材PP②			88	70			
木粉	12	30	12	30	12	30	20

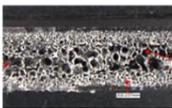
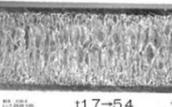
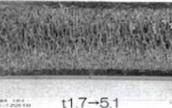
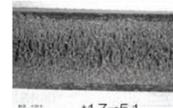
2. 7 試作（発泡成形）

上記水準にて行った発泡成形試作の結果を表 2. 7. 1、表 2. 7. 2 に示す。基材 PP ①と PP 基材②を使用した水準は、最大発泡倍率が 3 倍以上に向上し、断面観察の結果、発泡状態も極端に大きな気泡の生成もなく、良好な状態に改善されることが確認された。基材 PP 樹脂の粘弾性等の対策により、これまで限界であった 2. 1 倍を上回る 3 倍発泡を達成することができた。

表 2. 7. 1 最大発泡倍率

	木粉12%	木粉30%	木粉20%
基材PP①	2.1倍	2倍	—
基材PP②	3.18倍	3.0倍	—
基材PP③	3.0倍	3.0倍	3.0倍

表 2. 7. 2 発泡成形品の断面観察結果

	木粉12%	木粉30%	木粉20%
基材PP①			—
基材PP②			—
基材PP③			

2. 8 対策品の剛性確認

試作品の剛性を評価し、期待通りの軽量化が達成可能であるかの確認を行った。3倍発泡が可能になったことにより、曲げ弾性勾配が目標の剛性に達し20%軽量化が可能であることが確認できた。結果を図2.8.1に示す。

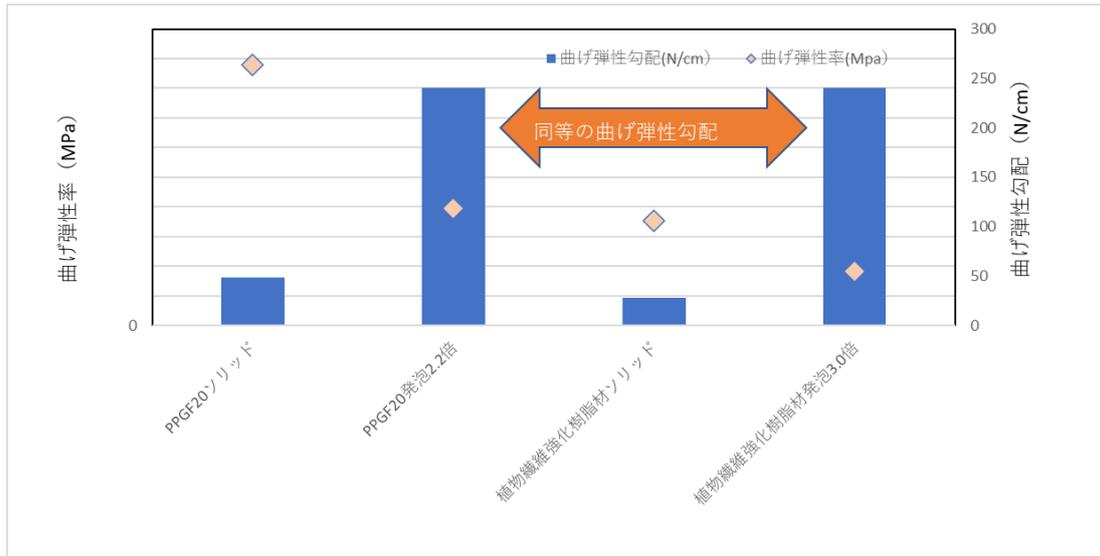


図 2.8.1 対策品の剛性確認結果

2. 9 部品成形

図 2.9.1 に示すような部品の成形試作を実施し通常の成形条件にて部品形状の成形に成功した。材料は水準3のPP基材①木粉率12%を使用した。

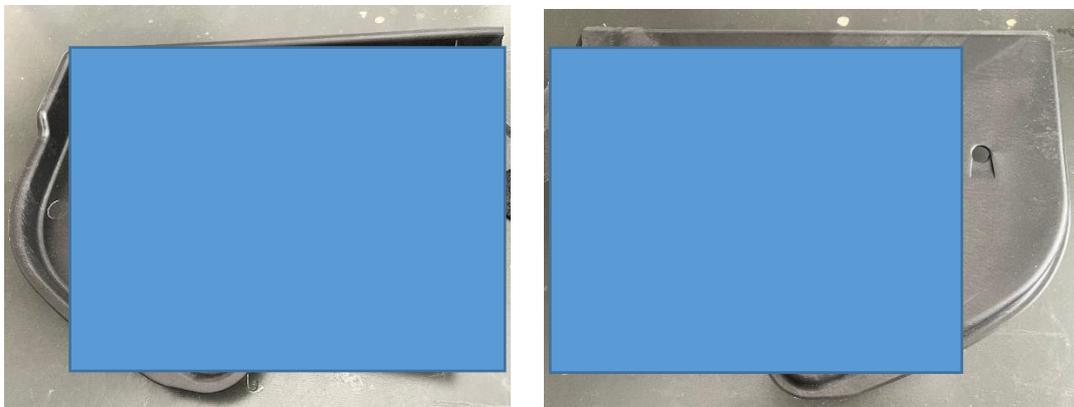


図 2.9.1 成形した試作部品

2. 9 部品評価（湿冷熱繰り返し性、耐衝撃性）

成形部品に対し湿冷熱繰り返し性、衝撃性試験を実施した。

2. 9. 1 湿冷熱繰り返し性

図 2.9.1.1 に湿冷熱繰り返し試験の結果を示す。高温・高湿度～高温～低温のサイクルを繰り返し、試験前後での部品の外観や寸法変化を確認した。その結果、外観異常や著しい変形はなく問題ないレベルとなった。

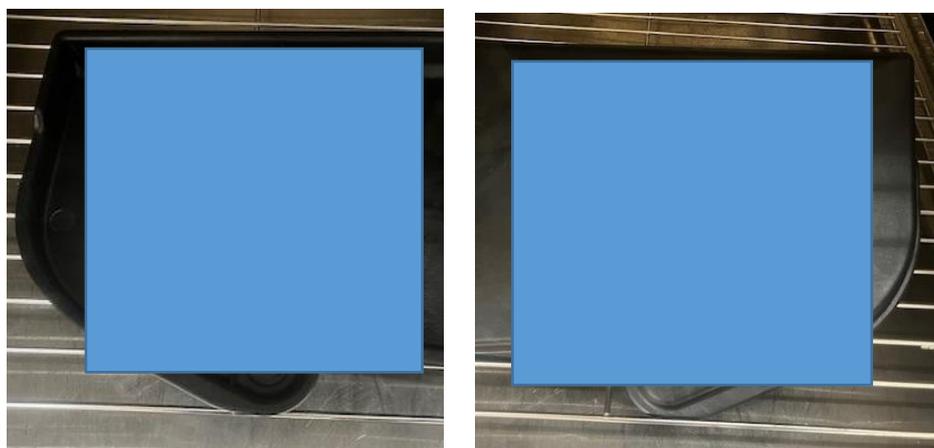


図 2.9.1.1 湿冷熱繰り返し性試験結果

2. 9. 2 耐衝撃性

今回の想定 of ドアインナーモジュールでは、工場内での組付け時に、衝撃荷重が加わる。そこで組付け性の評価を行った結果、割れ等異常なく問題ないレベルであった。

2. 10 リサイクル性検証

開発材料のリサイクルを考える上で材料劣化の要因把握は重要である。植物繊維配合樹脂材料を使用した部品のライフサイクルを時系列で見ると図1.6.1の流れとなる。リサイクルの観点で、材料の劣化に影響を及ぼす工程は主に以下の3つと言える。押出しコンパウンド工程、射出成形工程、最後に市場での環境下である。市場回収リサイクルをすることは、この3つの工程を繰り返すことといえる。また、工程内リサイクルを行う場合は射出成形による熱負荷が繰り返されることになる。本節では、実際の工程内リサイクルで繰り返しかかる熱負荷を想定し、材料劣化状況を把握する。リサイクルで繰り返しかかる熱負荷を想定しISOに基づく試験を行った。

リサイクル性を検証するために1.6節と同様の試験を行った。開発材料の工程リサイクル回数を増加させた場合の物性試験結果を表2.10.1に示す。リサイクルを繰り返すごとにわずかに強度物性の低下がみられたものの、5回繰り返し時点で数%の低下にとどまり大きな変化はなかった。

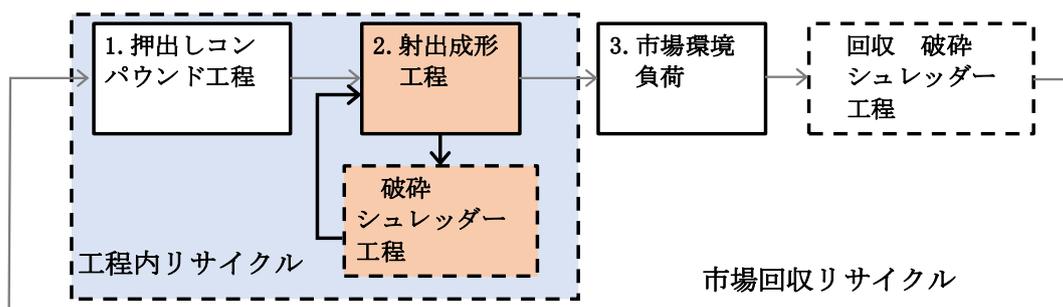


図1.10.1 部品のライフサイクル

表2.10.1 リサイクル回数と物性変化

試験項目	試験条件	単位	試験方法	リサイクル回数 0回	リサイクル回数 1回	リサイクル回数 2回	リサイクル回数 3回	リサイクル回数 4回	リサイクル回数 5回
メルトフローレート	230℃、21N	g/10min	ISO 1133	3.42	4.47	4.93	5.21	5.45	6.31
シャルピー衝撃強さ	23℃、ノッチ付	kJ/m ²	ISO 179-1	3.4	3.3	3.0	3.0	2.9	3.1
引張降伏強さ	速度50mm/min	MPa	ISO 527-1	34.5	33.7	33.3	32.5	31.8	31.5
引張破壊ひずみ	速度50mm/min	%	ISO 527-1	4	4	4	4	4	5
曲げ強さ	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	52.9	52.0	51.7	50.7	49.7	49.4
曲げ弾性率	速度2.0mm/min	MPa	ISO 178	3070	3060	3040	3010	2930	2950
荷重たわみ温度	0.45MPa	℃	ISO 75-1	146	145	144	143	143	143
比重	水中置換法		ISO 1183	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
重量		kg		25	22	20	18	15	13
粉碎性	粉碎時間(平均1~1.2kg/min)、粉碎形状			—	問題なし ※粉多め	変化無し ※粉多め	変化無し ※粉多め	変化無し ※粉多め	変化無し ※粉多め
成形性	成形物外観・計量時間・射出圧等			問題なし	変化無し	変化無し	変化無し	変化無し	変化無し

2. 1 1 まとめ

2章ではドアインナー鋼板を発泡 PP-GF にてモジュールパネル化する構造に対し、さらなる軽量化やリサイクル性の付与、CO₂排出削減を目指して木粉配合樹脂材料の発泡成形を検討した。今年度は基材 PP 樹脂の粘弾性等の対策により、これまで限界であった2倍を上回る3倍発泡を達成し、20%軽量化が可能であることが確認できた。この技術を活用して部品の軽量化やリサイクル性付与、CO₂排出削減を進めていく。

3 パルプモールドを活用した部品検討

パルプモールドは図 3.1 に示すように紙すきのような工程で形状を作ることができ、安価であり、CO₂ の排出量が少なく、リサイクルも可能な素材である。これまでの検討で表 3.1 に示すように耐湿性、VOC、燃焼性等の自動車要求性能にも対応可能で、吸音性能、断熱性能、補剛性能、緩衝特性等の機能を活かした活用が期待される。

今年度の検討ターゲットアイテムは、車両部品適用としてルーフ断熱材としての適用検討を、部品輸送梱包材として内装部品通い箱を検討した。

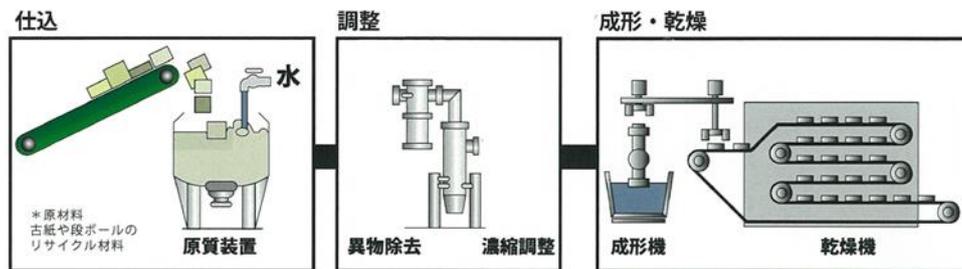


図 3.1 パルプモールドの製造工程概要

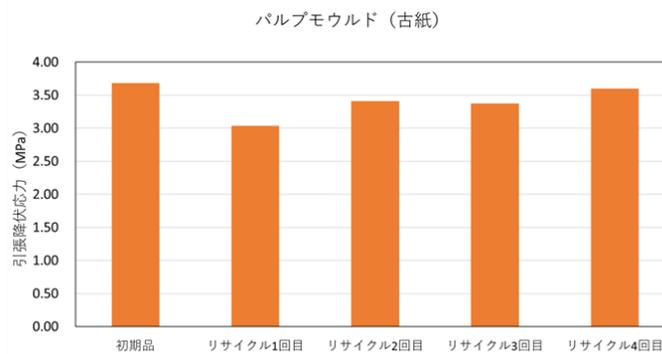


図 3.2 パルプモールドのリサイクル性

表 3.1 パルプモールド懸念特性の改善経緯

懸念項目	試験方法	目標値	結果
耐湿性	耐湿老化条件 50°C95% 400H 曲げ強度試験 ISO0178	耐湿老化後の曲げ強度が 従来品初期実力以上のこと	対策により○
強度物性	①引張強度	ISO0527に準じて試験 比強度でPP樹脂同等レベル	対策により○
	②曲げ弾性率	ISO178に準じて試験 比剛性でPP樹脂同等レベル	対策により○
揮発物性能	①ガラス霞性	試験方法はISO 6452に準拠 基準を満たすこと	○
	②におい	AIJES-A007-2010に準じて試験 基準を満たすこと	○
	③VOC	厚生労働省の室内揮発物濃度に対する VOC指針値指定物質 基準を満たすこと	対策により○
燃焼性	FMVSS No.302燃焼試験	基準を満たすこと	○

○：目標満足

3. 1 車両部品適用 ルーフ断熱材としての適用検討

近年の開発車両は電動化仕様のグレードも、多くその電費を向上させるために、室内エアコンの電気使用量を低減することが重要となっている。そのため断熱材の性能向上のニーズが高まっている、断熱効果を向上させることで電動車の走行可能距離を伸ばし車両の商品性を上げることを狙いとして今回、環境にやさしいパルプモールド素材をルーフ断熱材として図 3. 1. 1～2 に示すような適用ができないか検討を行った。

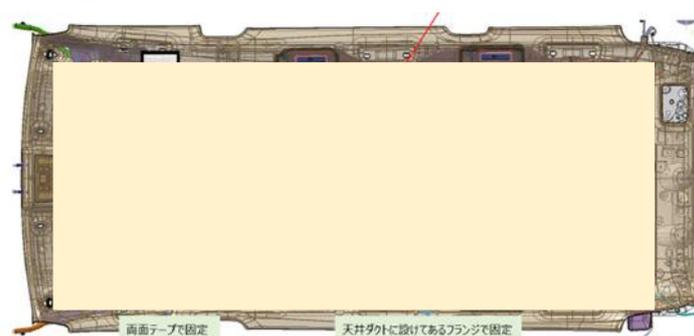


図 3. 1. 1 車両ルーフの断熱材

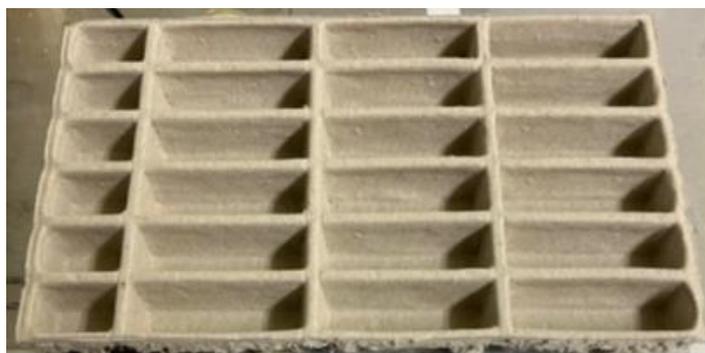


図 3. 1. 2 パルプモールド断熱材例

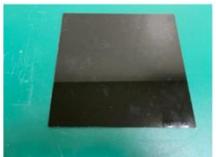
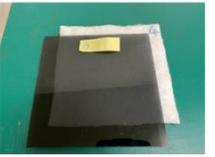
3. 1. 1 パルプモールド断熱性評価

ルーフ断熱材としての適用検討で、これまでの検討の結果、パルプモールドは表 3.1.1.1 に示すようにその素材自体に 80%の空気層を持つため断熱性能があることが確認できている。さらに、パルプモールドに凹凸をつけ樹脂板とパルプモールド間に空間を持たせることで、表 3.1.1.2 に示すように断熱性と熱抵抗が大幅に向上することがわかった。

表 3.1.1.1 パルプモールドの断熱性 (単品)

試験水準名	樹脂板(3t)	古紙パルプモールド板(3.7t)	不織布 13t
試験品 (断面概要)			
			
熱伝導率 (W/m・K)	0.19	0.047	0.038
R:熱抵抗 (10 ⁻³ m ² ・K/W)	15.8	78.3	339.4

表 3.1.1.2 パルプモールドの断熱性 (複層構成)

試験水準名	樹脂板(3t)	樹脂板(3t)+パルプモールド 4t	樹脂板(3t)+空間+パルプモールド	樹脂板(3t)+不織布断熱材(13t)
試験品 (断面概要)			 19mm	
				
R:熱抵抗 (10 ⁻³ m ² ・K/W)	15.8	96.0	263.5	293.3

夏場の車両ルーフを想定した赤外線照射するモデルにて実験を行い、図 3.1.1.1 に示すようにルーフを想定した構成でもパルプモールドに断熱効果があることが確認できた。又、パルプ板単品の効果より 空間を持たせた構造（水準：PP+パルプ凹凸1）の方が断熱性能高いことが確認できた。

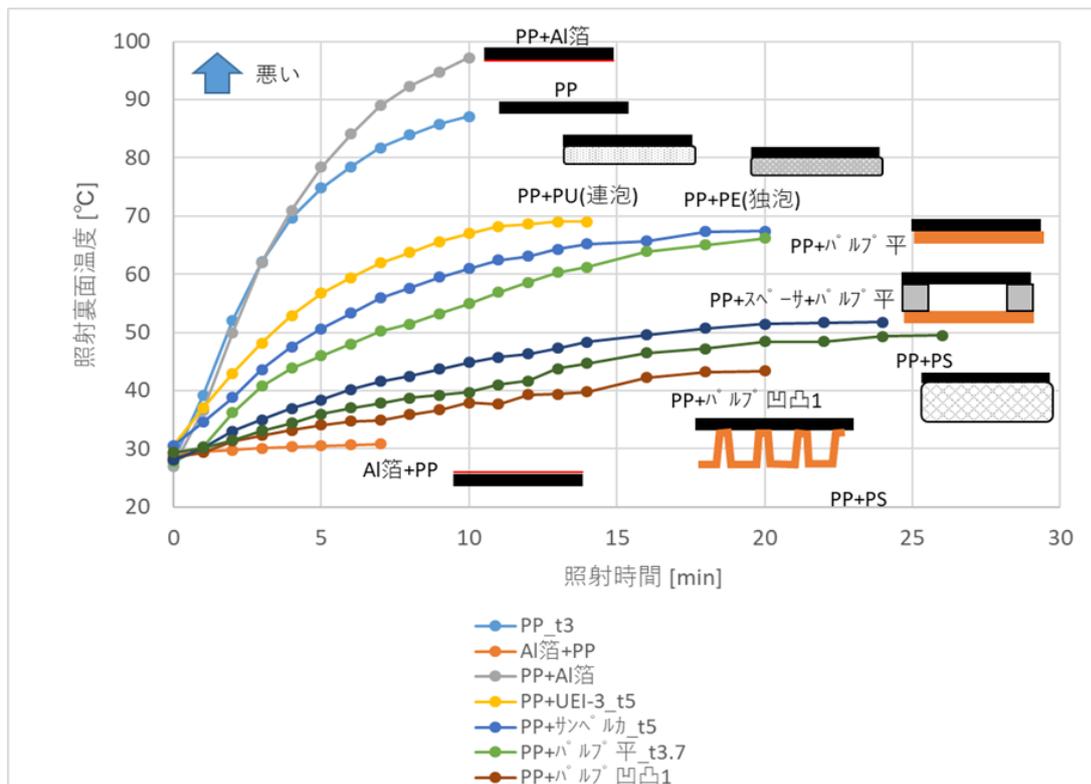


図 3.1.1.1 赤外線照射試験による断熱性の比較

3. 1. 2 断熱性（車両）評価

実車を使って夏場想定照射による評価を行い、図 3. 1. 2. 1～3 に示すようにパルプモールドを天井パネルから約 10mm 離れた位置に設定した車両とパルプモールドを設定しない車両を並べ同条件で照射試験を行った。時間を追って天井裏の温度の差を確認した結果、パルプモールド天井材を用いることで 12℃低い結果が、得られ大幅な断熱効果が確認できた



図 3. 1. 2. 1 車両による断熱性試験



図 3. 1. 2. 2 車両による断熱性試験（パルプモールドの施工状態）

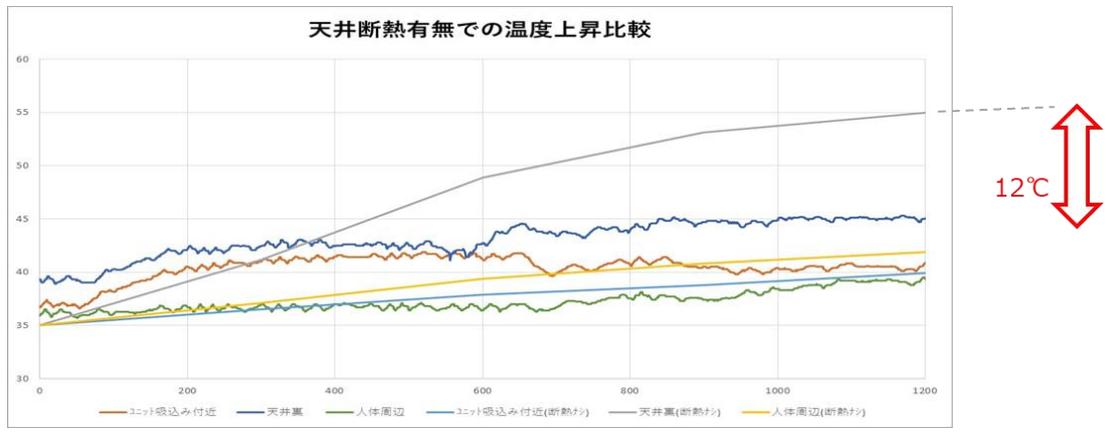


図 3.1.2.3 温度上昇状況

3. 2 部品輸送梱包材 内装部品通い箱

もう一つの取り組みとして図 3.2.1 に示すように内装部品の通い箱を検討している。材料と製品製造時で CO₂ 排出削減できること、軽量化により部品輸送時の CO₂ 排出量が低減できること、そしてリサイクルも可能で（持続可能）であること、これらより、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーに貢献できないか検討した。



図 3.2.1 内装部品向け通箱

3. 2. 1 試作

今回、内装部品の一つであるスカッフプレート用通い箱を題材にした。箱部分はPP樹脂製で部品固定部はウレタンスポンジで構成される従来の通い箱を、パルプモールドのみでモノマテリアルな設計で試作を行った。試作した結果、図2.3.1.1に示すように従来の構成で10本部品収納品が4.5kgの重さがあるのに対し、パルプモールドは1.4kgと約7割の軽量化となった。

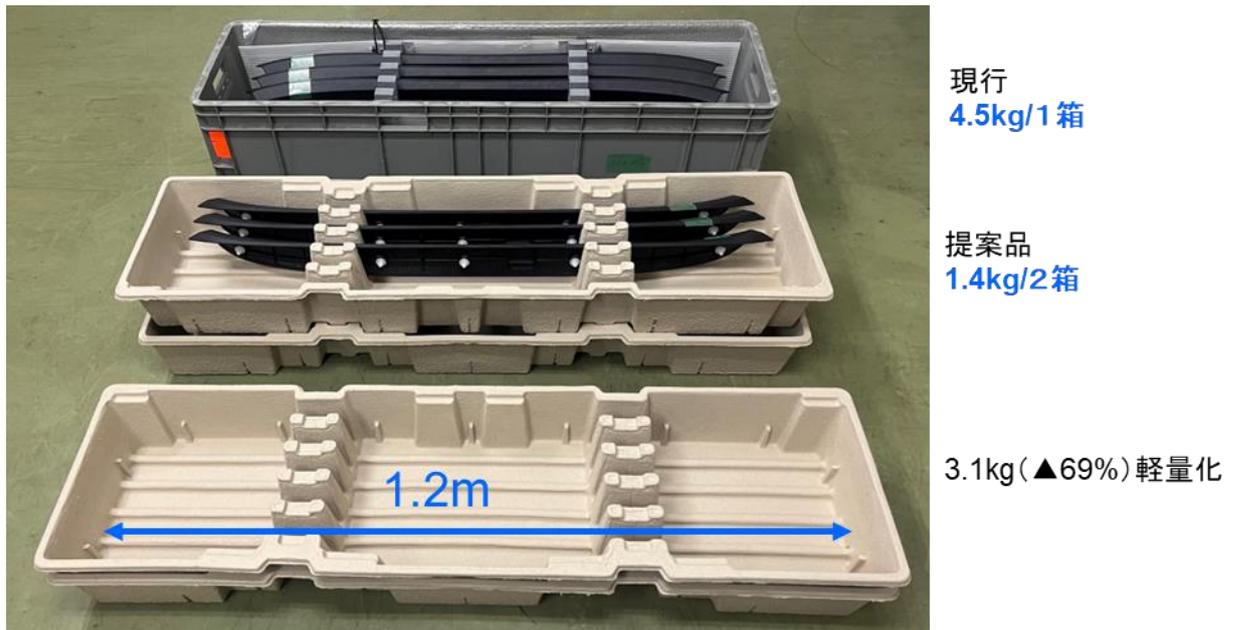


図 2.3.1.1 内装部品向け通箱の軽量化効果

3. 2. 2 LCA効果概算

LCAを概算すると前提条件を下記のように年間12万台生産する車種で仮定すると1部品あたり年間688kgのCO₂排出削減効果が概算される。

【前提条件】

部品10個輸送梱包材

輸送往復100km

繰返し使用回数100回（パルプモールド）

軽量化▲3.1kg/10部品当たり

パルプ リサイクル時に必要CO₂排出1.7kg

年間12万台生産

【トラック輸送 軽量化 CO₂排出削減効果】

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 100\text{km} (\text{往復}) \times 3.1\text{kg} (\text{軽量化}) = 0.072454\text{kg-CO}_2$

$0.072454 \times 100 \text{回輸送} = \text{約} 7.3\text{kg CO}_2 \text{排出削減}$

その後 リサイクルで1.7kg使用しても 5.6kg CO₂削減が100回往復毎に積みあがる

脱石油由来プラで持続可能に貢献

【CO₂排出削減効果 概算】

①部品製造（18.0樹脂 - 1.7パルプ）kg CO₂

= 16.3kg CO₂削減

②100回輸送で7.3kg CO₂削減（輸送軽量化）

③リサイクル製造で1.7kg CO₂排出

$7.3 - 1.7 = 5.6\text{kg}$ 排出削減

⇒①製造 16.3Kg + リサイクル②③ 5.6kg × N

削減見込み（N：リサイクル回数）

年間12万台生産のため1.2万箱往復120回リサイクル

： $5.6 \times 120 + 16.3 = \text{約} 688\text{kg CO}_2 \text{削減/年/部品}$

3. 3 リサイクル性

図 3.3.1 に示すパルプモールド部品のライフサイクルの中で、工程内リサイクルを想定し、リサイクル回数と材料劣化の関係を示す。

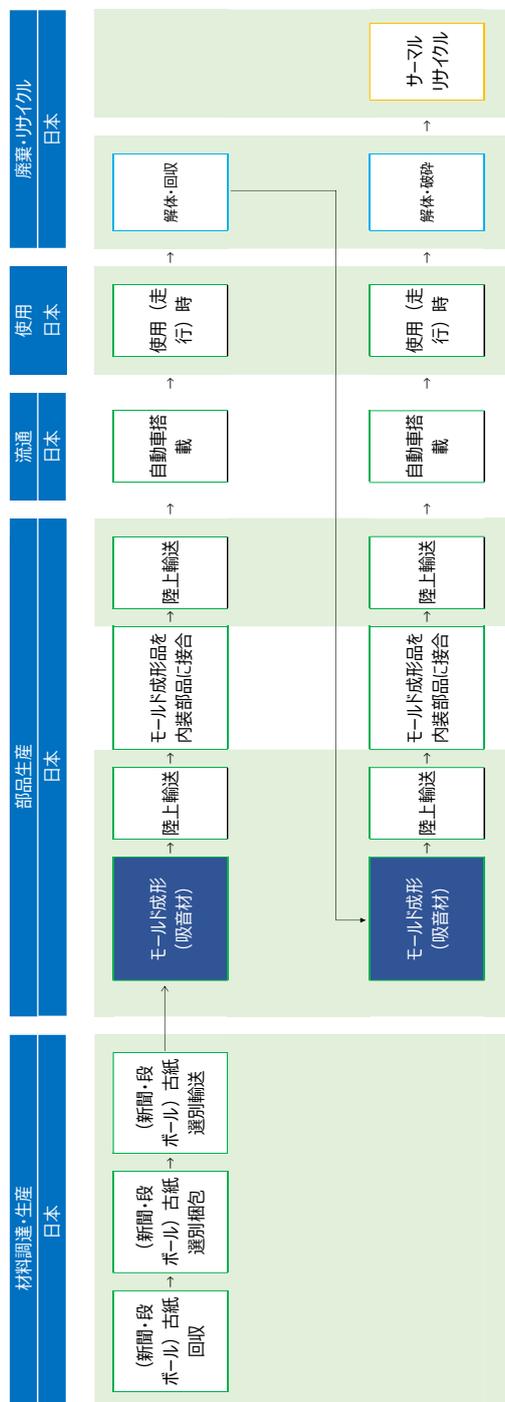


図 3.3.1 パルプモールド部品のライフサイクル

3. 3. 1 試験方法

引張降伏強さ、引張破壊ひずみ、曲げ強度、曲げ弾性率の試験方法を下記に示す。

引張降伏強さ (50mm/min)	ISO527-1 に準ずる
引張破壊ひずみ (50mm/min)	ISO527-1 に準ずる
曲げ強度 (2.0mm/min)	ISO178 に準ずる
曲げ弾性率 (2.0mm/min)	ISO178 に準ずる

各試験の試験体数は3とした。

3. 3. 2 リサイクル後の引張降伏強さ

引張降伏強さの測定結果を図 2.3.2.1 に示す。今回の対策品はリサイクルを4回繰り返しても引張降伏強さの値に大きな低下は見られなかった。

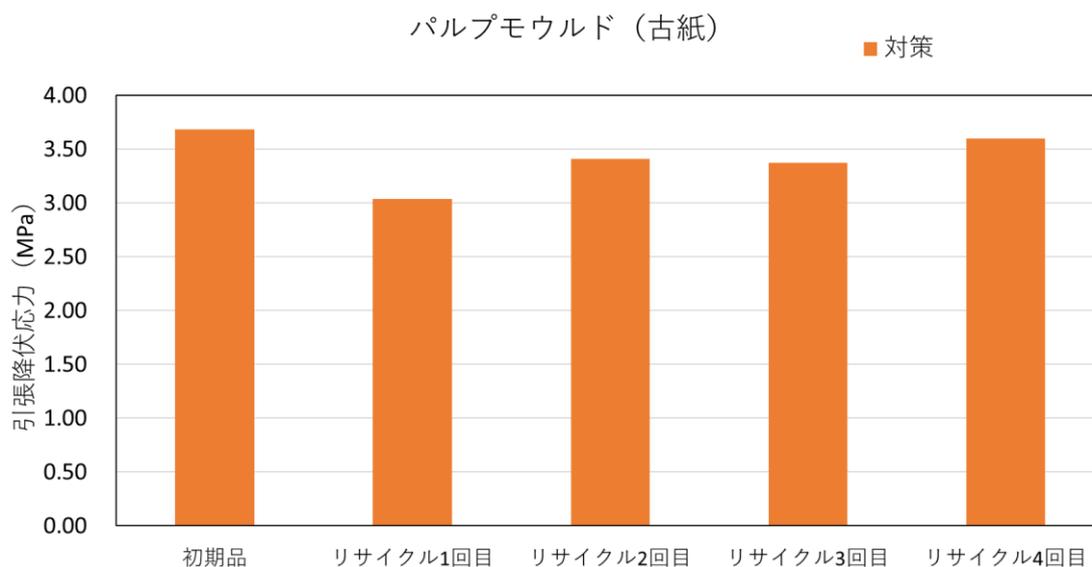


図 2.3.2.1 引張降伏強さ

3. 3. 3 リサイクル後の引張破断ひずみ

リサイクル後の引張破断ひずみの測定結果を図 2.3.3.1 に示す。今回の対策品はリサイクルを 4 回繰り返しても引張破断ひずみの値に大きな低下はなかった。

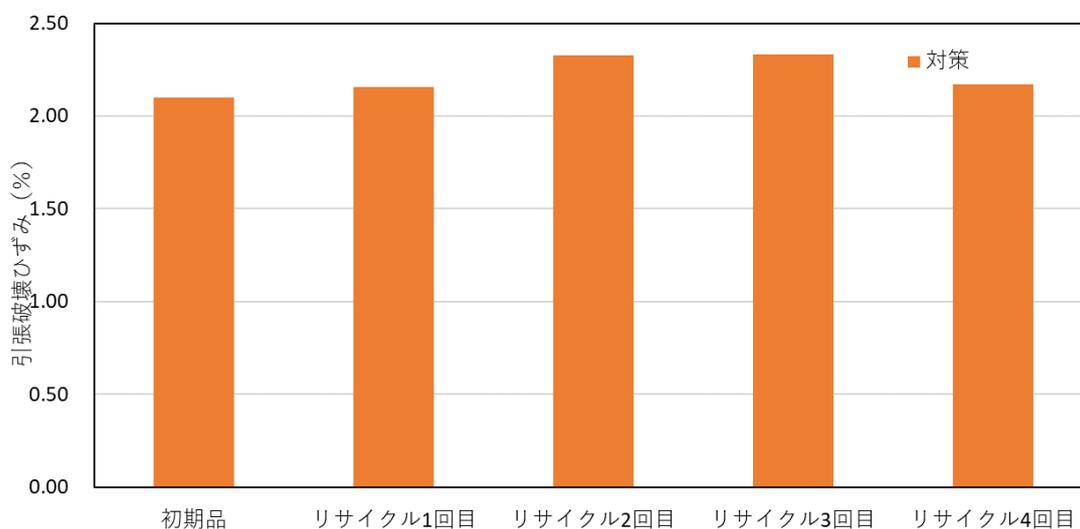


図 2.3.3.1 引張破断ひずみ

3. 3. 4 リサイクル後の曲げ強度

曲げ強度の測定結果を図 2.1.7.1 に示す。今回の対策品はリサイクルを 4 回繰り返しても曲げ強度の値に大きな低下はなかった。

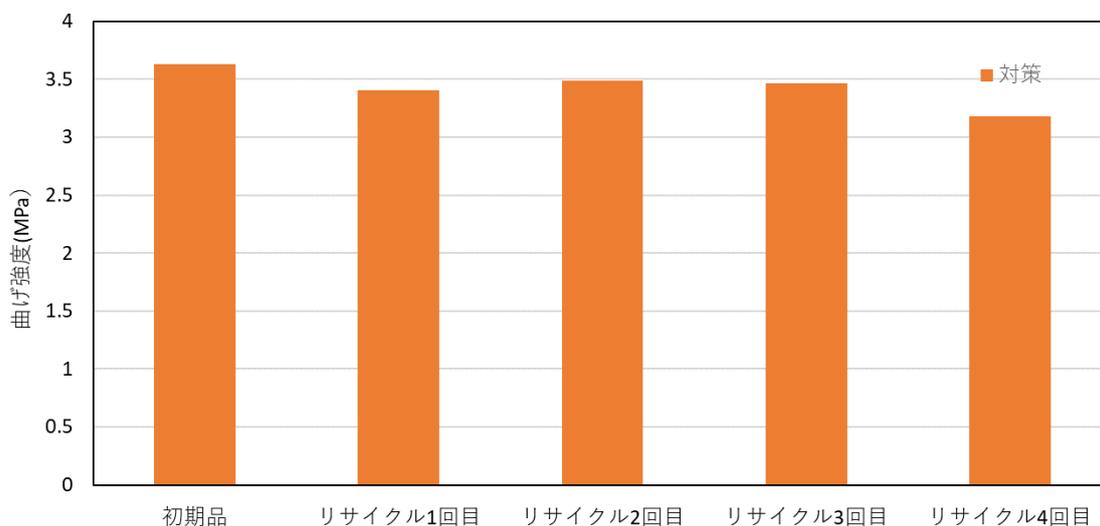


図 2.3.4.1 曲げ強度

3. 3. 5 リサイクル後の曲げ弾性率

曲げ弾性率の測定結果を図 2.3.5.1 に示す。今回の対策品はリサイクルを4回行っても曲げ弾性率の値に大きな低下はなかった。

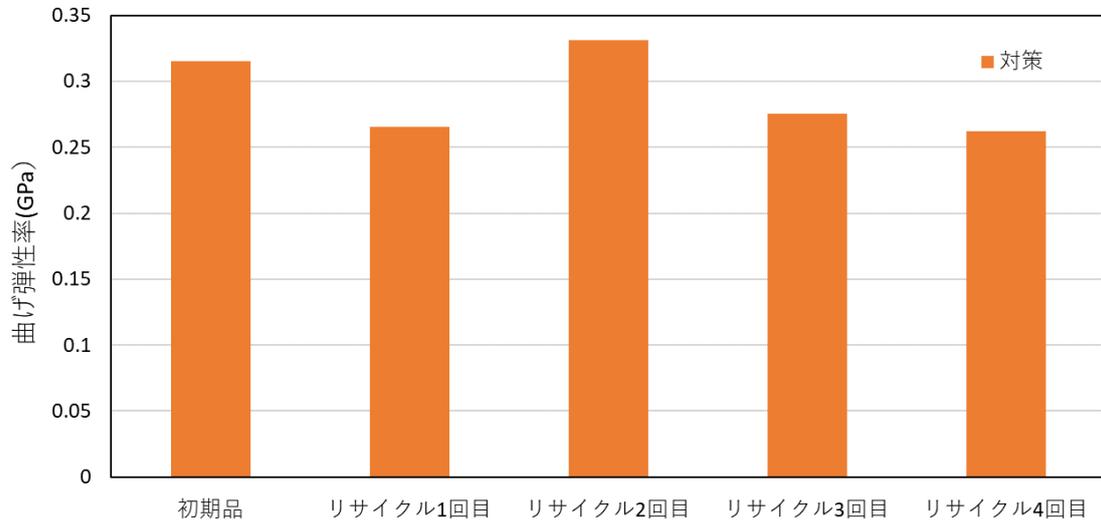


図 2.3.5.1 曲げ弾性率

3. 4 まとめ

3章ではパルプモウルトの製品化検討として2つのアイテムを検討した。一つは車両部品適用としてルーフ断熱材を、もう一つは部品輸送梱包材として内装部品向け通い箱の検討を行った。ルーフにどのようにパルプを設定すると効果的な断熱性能が得られるかを導き出し、実際の車両を使って断熱効果が高いことを実証した。内装部品向け通い箱については、パルプ素材と製品製造時でCO₂排出削減できること、軽量化により部品輸送時CO₂排出低減が期待できること、そしてリサイクルも可能であることが分かった。これらにより輸送用通箱をパルプモウルトで提案し、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーに貢献できることが確認できた、今後、パルプモウルト製の通い箱の耐久性やリサイクル回収システムの構築等の課題を克服し、社会実装に向けた検討を行う。

4 CO₂排出削減効果の推計

CO₂削減効果の推計を四則演算の有効数値を考慮して計算するにあたり、五捨五入法を採用している。

4. 1 バイオ PE+木粉+PP 製自動車部品の CO₂ 排出削減効果の推計

本実証事業の開発品であるバイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品の環境面での優位性 (温室効果ガスである CO₂ の排出量削減効果) を検証するため、バイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) と既存の PP+タルク+ゴムの材料調達・生産～部品製造のライフサイクルを通じた環境負荷 (CO₂ の排出量) の定量的な影響評価を行う。

なお流通における CO₂ 排出量は評価対象製品もベースラインも数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

1年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した。2年目は材料調達・生産、部品生産、使用、廃棄・リサイクル時における LCA を評価した。

4. 1. 1 製品性能 (評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定)
評価対象製品、ベースライン、機能単位の設定は以下の通りである。

評価対象製品 : バイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品

ベースライン : PP+タルク+ゴムの自動車部品

機能単位 : 自動車部品として部品剛性が同等のこと

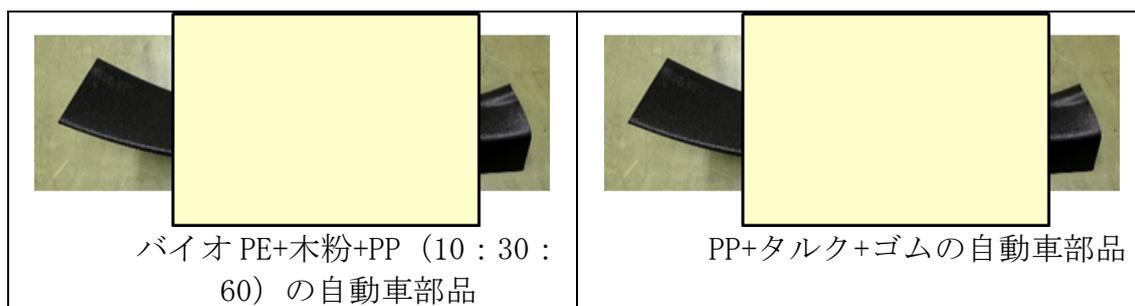


図 4. 1. 1. 1 評価対象製品とベースラインの概要

4. 1. 2 フロー図（システム境界の設定）

本 LCA では基本的に以下の各プロセスを含むものとする。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

先述したように1年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した（①、②、③）。2年目は1年目の範囲に加え、部品生産のマテリアルリサイクル時、使用時（自動車走行時）、廃棄・リサイクル時の LCA を評価した（⑤、⑥）。

なお④の部品の流通に関するプロセスは、先述したように評価対象製品もベースラインも CO₂ 排出量の数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

評価対象製品であるバイオ PE+木粉+PP（10：30：60）の自動車部品、ベースラインである PP+タルク+ゴムの自動車部品については、PE 原料は海外から調達し、残る全てのプロセスを国内での生産とした。

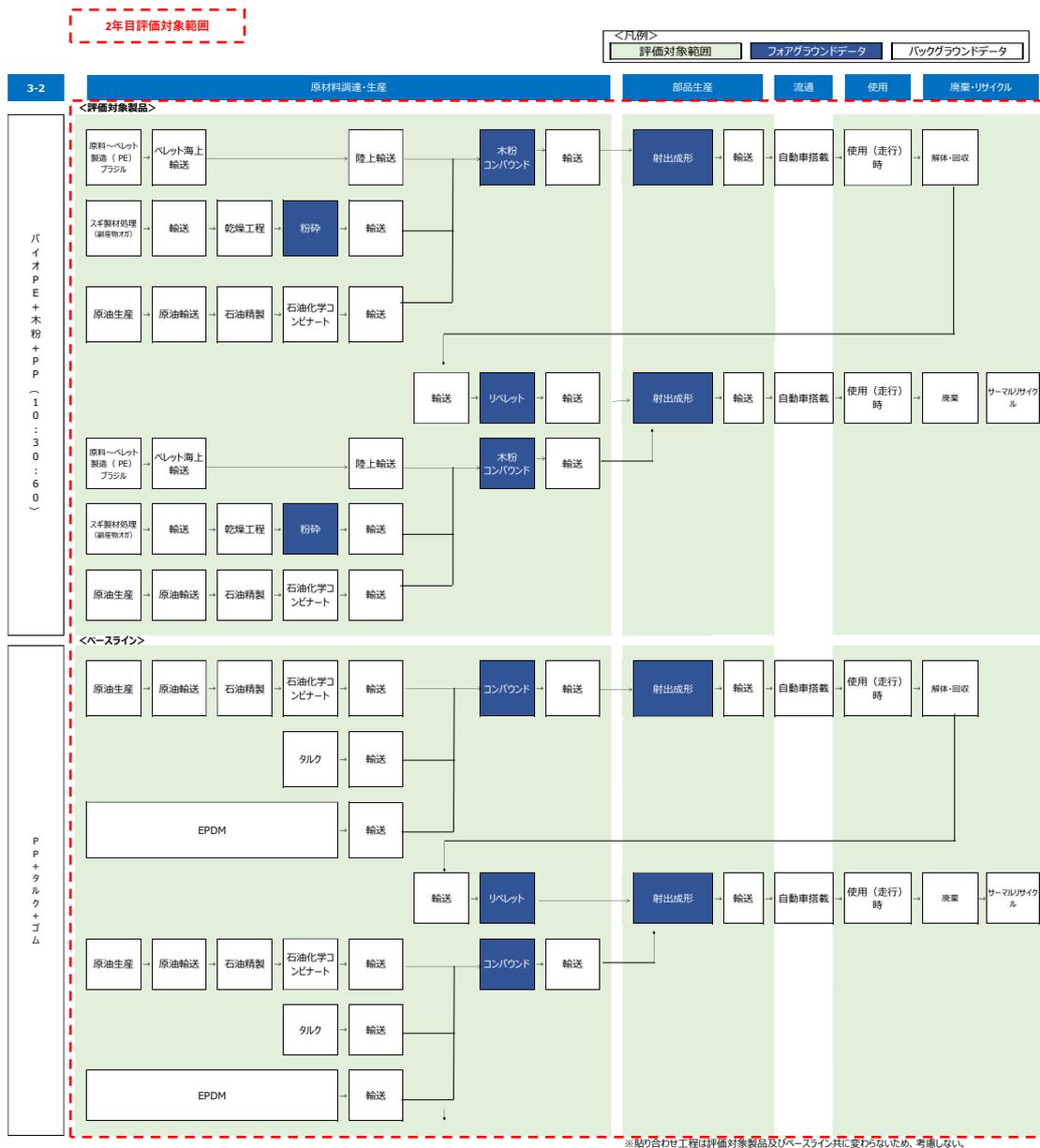


図 4.1.2.1 バイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品及び PP+タルク+ゴムの自動車部品のライフサイクルフロー図と評価範囲

4. 1. 3 廃棄・リサイクル時までの CO₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）

評価対象製品及びベースラインのライフサイクル段階ごとの CO₂ 排出量データを表 4.1.3.1、表 4.1.3.2 に、歩留まりデータを表 4.1.3.3、表 4.1.3.3 に示す。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

CO₂ 排出量データについて、実測が可能なものはデータを取得し、それ以外については LCA 日本フォーラムが提供する LCA データベースや論文等を活用しバックグラウンドデータを収集した。なお LCA データベースとは、経済産業省ならびに NEDO 技術開発機構が平成 10 年度から平成 14 年度にかけて実施した 5 カ年の「第 1 期 LCA プロジェクト」の成果であり、平成 15 年度に期間限定で会員登録制の試験公開を実施した。このデータベースは、インベントリ分析用データ、インパクト評価用データおよび文献データから構成されている。

各工程での CO₂ 排出原単位及び歩留まり等を掛け合わせ、CO₂ 排出量を推計した。

表 4.1.3.1 評価対象製品のバイオPE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品のCO₂排出量原単位

	プロセス	kgあたりCO ₂ 排出量合計	データ源	データ源詳細
43	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
42	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
41	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
40	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
39	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
38	副産物おが屑	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	おが屑は 製材時の廃棄物使用 (副産物) のため おが屑製造のCO ₂ 排出は0kg-CO ₂ /kgとした
37	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
36	副産物おが屑乾燥	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	乾燥工程は燃料に同工場内の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO ₂ 排出量を0でカウント。(木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴って二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含まないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf)
35	副産物おが屑粉砕	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
34	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
33	バイオPE (原料からベレット製造まで)	2.32	論文	CO ₂ 排出量は-0.39とあるが、他のバイオPに数値を比較し、Land Use Change Credits (-1.1) 及びCO ₂ Uptake (-3.14) 及びElectricity Cogeneration Credits (-1.17) の値を除いた
32	コンテナ船 (北米航路) (15.7g-CO ₂ /tkm)	0.000157	文献	物流CO ₂ 排出量簡易算定ツールについて 国土交通政策研究所 15.7g-CO ₂ /tkm
31	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
30	木粉エポキシ	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
29	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
28	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
27	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
26	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
25	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
24	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
23	副産物おが屑	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	おが屑は 製材時の廃棄物使用 (副産物) のため おが屑製造のCO ₂ 排出は0kg-CO ₂ /kgとした
22	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
21	副産物おが屑乾燥	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	乾燥工程は燃料に同工場内の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO ₂ 排出量を0でカウント。(木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴って二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含まないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf)
20	副産物おが屑粉砕	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
19	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
18	バイオPE (原料からベレット製造まで)	2.32	論文	CO ₂ 排出量は-0.39とあるが、他のバイオPに数値を比較し、Land Use Change Credits (-1.1) 及びCO ₂ Uptake (-3.14) 及びElectricity Cogeneration Credits (-1.17) の値を除いた
17	コンテナ船 (北米航路) (15.7g-CO ₂ /tkm)	0.000157	文献	物流CO ₂ 排出量簡易算定ツールについて 国土交通政策研究所 15.7g-CO ₂ /tkm
16	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
15	木粉エポキシ	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
14	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
13	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
12	2回自生廃りベレット	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
11	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
10	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
9	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
8	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
7	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
6	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1L当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生体燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生体走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生体走行距離は122,171km前段となっている。
5	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1L当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生体燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生体走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生体走行距離は122,171km前段となっている。
4	回収	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
3	シレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
2	燃焼	2.7	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
2-1	燃焼	2.7	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
1	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー1段階後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)

表 4.1.3.2 ベースラインのPP+タルク+ゴムの自動車部品のCO₂排出量原単位

	プロセス	kgあたり CO2排出量合計	データ源	データ源詳細
78	EPDM	1.011176	文献	EPDM Resin Data CO2 1,011,176g/ton
77	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
76	滑石 (タルク)	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 3.34E-02kg-CO2e/単位
75	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
74	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ① 原油 生産	0.104519	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
73	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ② 原油 輸送	0.061316	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
72	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ③ 石油 精製	0.252688	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
71	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ④ 石油 化学コンビネート	1.064129	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
70	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
69	PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
68	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
67	EPDM	1.011176	文献	EPDM Resin Data CO2 1,011,176g/ton
66	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
65	滑石 (タルク)	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 3.34E-02kg-CO2e/単位
64	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
63	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ① 原油 生産	0.104519	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
62	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ② 原油 輸送	0.061316	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
61	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ③ 石油 精製	0.252688	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
60	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ④ 石油 化学コンビネート	1.064129	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビネート合計=1.482653kg-CO2/kg)
59	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
58	PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
56	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
55	Z回生産リベレット	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
53	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
52	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
51	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
50	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
49	走行時	5.060	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
48	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
47	回収	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
46	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO2 0.0068kg
45	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO2/kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
44	回収エネルギー	-0.950	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO2/kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO2/kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)

表 4.1.3.3 評価対象製品のバイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
射出成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
リベレット歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
木粉コンパウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
副残物おが屑乾燥時歩留まり	0.540	実測データ (フォアグラウンドデータ) ※おが屑の水分が約50%ある

表 4.1.3.4 ベースラインの PP+タルク+ゴムの自動車部品の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
射出成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
リベレット歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
PP、タルク、EPDMコンパウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)

評価対象製品

バイオ PE+木粉+PP (10 : 30 : 60) の自動車部品の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

自動車部品 0.145kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時 :

$$\underline{5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.734\text{kg-CO}_2}$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 0.734kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 38.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 38.00\text{km} \times 0.145\text{kg} = 0.00129\text{kg-CO}_2}$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 0.145\text{kg} \div 0.980 = 0.148\text{kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時 :

$$\underline{1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.148\text{kg} = 0.183\text{kg-CO}_2}$$

部品生産時の CO₂ 排出量は 0.184kg-CO₂ である。

材料調達・生産

木粉コンパウンド 0.148kg の輸送を想定しており、輸送距離は 48.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 48.00\text{km} \times 0.148\text{kg} = 0.00166\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時の材料必要量： $0.148\text{kg} \div 0.980 = 0.151\text{kg}$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.151\text{kg} = 0.115\text{kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成はバイオ PE が 10%、木粉が 30%、PP が 60% である。バイオ PE、木粉、PP の必要材料量を以下に計算する。

バイオ PE の必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.100 = 0.0151\text{kg}$

木粉の必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.300 = 0.0435\text{kg}$

PP の必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.600 = 0.0906\text{kg}$

バイオ PE 0.0151kg の輸送を想定しており、陸上輸送距離は 32.00km、海上輸送距離は海外から日本の 18,000 km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

バイオ PE 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 32.00\text{km} \times 0.0151\text{kg} = 0.000113\text{kg-CO}_2$$

$$0.0000157\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 18,000\text{km} \times 0.0151\text{kg} = 0.00427\text{kg-CO}_2$$

バイオ PE 0.0151kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

バイオ PE 生産：

$$2.32\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0151\text{kg} = 0.0350\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉（粉砕品）0.0435kg の輸送を想定しており、輸送距離は 295.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 295.00\text{km} \times 0.0435\text{kg} = 0.00313\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉 0.0435kg の粉砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0435\text{kg} = 0.0114\text{kg-CO}_2$$

おが粉は 46% が水分であり、そのためおが粉 0.0435kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量： $0.0435\text{kg} \div 0.540 = 0.0839\text{kg}$

おが粉 0.0839kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は 0 とした。

副残物おが粉 0.0839kg の輸送を想定しており、輸送距離は 2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.0839\text{kg} = 0.0000432\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉 0.0839kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は 0 とした。

PP0.0906kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.0906\text{kg} = 0.00806\text{kg-CO}_2$$

PP0.0906kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.00950\text{kg-CO}_2$$

原油輸送：

$$0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.00556\text{kg-CO}_2$$

石油精製：

$$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.0229\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート：

$$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.0960\text{kg-CO}_2$$

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.313kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、自動車部品を回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかる CO₂ 排出量は 0 kg-CO₂ である。

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量 0kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.23kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122, 171km 前提となっている。

自動車部品 0.145kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。
使用時：

$$\underline{5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.734\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 0.734kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 38.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 38.00\text{km} \times 0.145\text{kg} = 0.00129\text{kg-CO}_2}$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 0.145\text{kg} \div 0.980 = 0.148\text{kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$\underline{1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.148\text{kg} = 0.183\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 0.184kg-CO₂ である。

材料調達・生産

回収された自動車部品 0.145kg は 100% 回収され、再度リペレットされ、射出成形材として利用される。

リペレット時の歩留まりは 98% のため、回収材は以下の様に計算される。

$$\text{回収材料量} : 0.145\text{kg} \times 0.980 = 0.142\text{kg}$$

射出成形品製造時の必要材料量は 0.148kg である。そのため、新材必要量は以下で計算される。

$$\text{新材の必要材料量} : 0.148\text{kg} - 0.142\text{kg} = 0.00600\text{kg}$$

回収材

回収した自動車部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 64.60km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 64.60\text{km} \times 0.145\text{kg} = 0.00219\text{kg-CO}_2}$$

自動車部品 0.145kg のリペレット時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リペレット時：

$$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 0.145\text{kg} = 0.0410\text{kg-CO}_2$$

リペレット材料 0.142kg の輸送を想定しており、輸送距離は 21.70km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リペレット材料輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 21.70\text{km} \times 0.142\text{kg} = 0.000721\text{kg-CO}_2$$

新材

木粉コンパウンド 0.00600kg の輸送を想定しており、輸送距離は 48.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 48.00\text{km} \times 0.00600\text{kg} = 0.0000671\text{kg-CO}_2$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{木粉コンパウンド製造時の材料必要量} : 0.00600\text{kg} \div 0.980 = 0.00612\text{kg}$$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00612\text{kg} = 0.00467\text{kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成はバイオ PE が 10%、木粉が 30%、PP が 60% である。バイオ PE、木粉、PP の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{バイオ PE の必要材料量} : 0.00612\text{kg} \times 0.100 = 0.000612\text{kg}$$

$$\text{木粉の必要材料量} : 0.00612\text{kg} \times 0.300 = 0.00184\text{kg}$$

$$\text{PP の必要材料量} : 0.00612\text{kg} \times 0.600 = 0.00367\text{kg}$$

バイオ PE 0.000612kg の輸送を想定しており、陸上輸送距離は 32.00km、海上輸送距離は海外から日本の 18,000 km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

バイオ PE 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 32.00\text{km} \times 0.000612\text{kg} = 0.00000460\text{kg-CO}_2$$

$$0.0000157\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 18,000\text{km} \times 0.000612\text{kg} = 0.000173\text{kg-CO}_2$$

バイオ PE 0.000612kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

バイオ PE 生産：

$$2.32\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.000610\text{kg} = 0.00142\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉（粉砕品） 0.00184kg の輸送を想定しており、輸送距離は 295.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 295.00\text{km} \times 0.00184\text{kg} = 0.000127\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉 0.00184kg の粉碎時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉碎時：

$$\underline{0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00184\text{kg} = 0.000464\text{kg-CO}_2}$$

おが粉は 46% が水分であり、そのためおが粉 0.00184kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量： $0.00184\text{kg} \div 0.540 = 0.00341\text{kg}$

おが粉 0.00341kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は 0 とした。

副残物おが粉 0.00341kg の輸送を想定しており、輸送距離は 2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.00341\text{kg} = 0.00000176\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉 0.00341kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は 0 とした。

PP0.00367kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.00367\text{kg} = 0.000326\text{kg-CO}_2}$$

PP0.00367kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000384\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000225 \text{ kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$\underline{0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000930 \text{ kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート：

$$\underline{1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.0391\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.0570kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、自動車部品 0.145kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.0010\text{kg -CO}_2}$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$\underline{2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.394\text{kg -CO}_2}$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出される CO₂ は、植物が生長過程に大気から吸収した CO₂ と同量となるため、大気中の CO₂ を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生する CO₂ 排出量は含まないため、バイオ PE 及び木粉部分の 0.0580kg で計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$\underline{- (2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0580\text{kg}) = -0.158\text{kg -CO}_2}$$

自動車部品 0.145kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = -0.14\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0.0970kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.07kg-CO₂ である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 1.47kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 0.369kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.369kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0.0970kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 2.30kg-CO₂ である。

ベースライン

ベースラインである PP+タルク+ゴムの自動車部品の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

自動車部品 0.145kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145 \text{ kg} = 0.734 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 0.734kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 82.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 82.00 \text{ km} \times 0.145 \text{ kg} = 0.00278 \text{ kg-CO}_2$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 0.145 \text{ kg} \div 0.980 = 0.148 \text{ kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.148 \text{ kg} = 0.183 \text{ kg-CO}_2$$

部品生産時の CO₂ 排出量は 0.186kg-CO₂ である。

材料調達・生産

コンパウンド 0.148kg の輸送を想定しており、輸送距離は 48.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 48.00 \text{ km} \times 0.148 \text{ kg} = 0.00166 \text{ kg-CO}_2$$

PP、タルク、EPDM コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{コンパウンド製造時の材料必要量} : 0.148 \text{ kg} \div 0.980 = 0.151 \text{ kg}$$

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$$0.763 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.151 \text{ kg} = 0.115 \text{ kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成は PP が 60%、タルクが 20%、EPDM が 20% で

ある。PP、タルク、EPDM の必要材料量を以下に計算する。

PP の必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.600 = 0.0906\text{kg}$

タルクの必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.200 = 0.0302\text{kg}$

EPDM の必要材料量： $0.151\text{kg} \times 0.200 = 0.0302\text{kg}$

PP0.0906kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.0906\text{kg} = 0.00806\text{kg-CO}_2$

PP0.0906kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.00947\text{kg-CO}_2$

原油輸送：

$0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.00556\text{kg-CO}_2$

石油精製：

$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.0229\text{kg-CO}_2$

石油化学コンビナート：

$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0906\text{kg} = 0.0964\text{kg-CO}_2$

タルク 0.0302kg の輸送を想定しており、輸送距離は 221.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 221.00\text{km} \times 0.0302\text{kg} = 0.00156\text{kg-CO}_2$

タルク 0.0302kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

タルク製造時の CO₂ 排出量：

$0.0334\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0302\text{kg} = 0.00101\text{kg-CO}_2$

EPDM0.0302kg の輸送を想定しており、輸送距離は 388.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

EPDM 輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 388.00\text{km} \times 0.0302\text{kg} = 0.00274\text{kg-CO}_2$

EPDM0.0302kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

EPDM 製造時の CO₂ 排出量：

$1.011176\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0302\text{kg} = 0.0305\text{kg-CO}_2$

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.295kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、コムス・インパネを回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかる CO₂ 排出量は 0 kg-CO₂ である。

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.22g-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

自動車部品 0.145kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.734\text{kg-CO}_2$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 0.734kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 82.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 82.00\text{km} \times 0.145\text{kg} = 0.00278\text{kg-CO}_2$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

射出成形時の必要材料量： $0.145\text{kg} \div 0.980 = 0.148\text{kg}$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.148\text{kg} = 0.183\text{kg-CO}_2$

部品生産時の CO₂ 排出量は 0.186kg-CO₂ である。

材料調達・生産

回収された自動車部品 0.145kg は 100% 回収され、再度リペレットされ、射出成形材として利用される。

リペレット時の歩留まりは 98% のため、回収材は以下の様に計算される。

回収材料量： $0.145\text{kg} \times 0.980 = 0.142\text{kg}$

射出成形品製造時の必要材料量は 0.148kg である。そのため、新材必要量は以下で計算される。

新材の必要材料量： $0.148\text{kg} - 0.142\text{kg} = 0.00600\text{kg}$

回収材

回収した自動車部品 0.145kg の輸送を想定しており、輸送距離は 64.60km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 64.60\text{km} \times 0.145\text{kg} = 0.00219\text{kg-CO}_2$

自動車部品 0.145kg のリペレット時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リペレット時：

$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 0.145\text{kg} = 0.0410\text{kg-CO}_2$

リペレット材料 0.142kg の輸送を想定しており、輸送距離は 21.70km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リペレット材料輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 21.70\text{km} \times 0.142\text{kg} = 0.000721\text{kg-CO}_2$

新材

コンパウンド 0.00600kg の輸送を想定しており、輸送距離は 48.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 48.00\text{km} \times 0.00600\text{kg} = 0.0000671\text{kg-CO}_2$

PP、タルク、EPDM コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時の材料必要量： $0.00600\text{kg} \div 0.980 = 0.00612\text{kg}$

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00612\text{kg} = 0.00467\text{kg-CO}_2$

コンパウンドの重量構成は PP が 60%、タルクが 20%、EPDM が 20% である。PP、タルク、EPDM の必要材料量を以下に計算する。

PP の必要材料量 : $0.00612\text{kg} \times 0.600 = 0.00367\text{kg}$
タルクの必要材料量 : $0.00612\text{kg} \times 0.200 = 0.00122\text{kg}$
EPDM の必要材料量 : $0.00612\text{kg} \times 0.200 = 0.00122\text{kg}$

PP 0.00367kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.003679\text{kg} = 0.00326\text{kg-CO}_2}$$

PP 0.00367kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産 :

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000384\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送 :

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000225\text{kg-CO}_2}$$

石油精製 :

$$\underline{0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.000927\text{kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート :

$$\underline{1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00367\text{kg} = 0.00391\text{kg-CO}_2}$$

タルク 0.00122kg の輸送を想定しており、輸送距離は 221.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 221.00\text{km} \times 0.00122\text{kg} = 0.0000631\text{kg-CO}_2}$$

タルク 0.00122kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

タルク製造時の CO₂ 排出量 :

$$\underline{0.0334\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00122\text{kg} = 0.0000407\text{kg-CO}_2}$$

EPDM 0.00122kg の輸送を想定しており、輸送距離は 388.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

EPDM 輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 388.00\text{km} \times 0.00122\text{kg} = 0.000111\text{kg-CO}_2}$$

EPDM 0.00122kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

EPDM 製造時の CO₂ 排出量 :

$$\underline{1.011176\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00122\text{kg} = 0.00123\text{kg-CO}_2}$$

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.0559kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg

であるため、自動車部品 0.145kg のシュレツダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレツダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.0010\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.145\text{kg} = 0.394\text{kg -CO}_2$$

自動車部品のトルク以外の 0.116kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.116\text{kg} = -0.01\text{kg-CO}_2$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0.384kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.36kg-CO₂ である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 1.47kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 0.372kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.351kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0.384kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 2.57kg-CO₂ である。

評価対象製品とベースラインの比較

CO₂ 削減量は

$$\text{原材料調達・生産時} : 0.351\text{kg-CO}_2 - 0.369\text{kg-CO}_2 = -0.018\text{kg-CO}_2$$

$$\text{部品生産時} : 0.372\text{kg-CO}_2 - 0.369\text{kg-CO}_2 = 0.003\text{kg-CO}_2$$

$$\text{使用時} : 1.47\text{kg-CO}_2 - 1.47\text{kg-CO}_2 = 0\text{kg-CO}_2$$

$$\text{廃棄・リサイクル時} : 0.384\text{kg-CO}_2 - 0.0970\text{kg-CO}_2 = 0.287\text{kg-CO}_2$$

合計削減量：

$$\underline{-0.018\text{kg-CO}_2+0.003\text{kg-CO}_2+0\text{kg-CO}_2+0.287\text{kg-CO}_2=0.271\text{kg-CO}_2}$$

表 4.1.3.5 CO₂排出削減効果

CO ₂ 排出量と削減効果 (kg-CO ₂ /部品)			
	評価対象製品CO ₂ 排出量	ベースラインCO ₂ 排出量	CO ₂ 排出削減効果 (ベースライン-評価対象製品)
原材料調達・生産	0.369	0.351	-0.018
部品生産	0.369	0.372	0.003
使用	1.47	1.47	0
廃棄・リサイクル時	0.0970	0.384	0.287
合計	2.30	2.58	0.271

表 4.1.3.6 CO₂ 排出量比較 (1/2)

評価対象製品		バイオPE+木粉+PP (10:30:60)					データ源	備考(評価の進捗等)	
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO ₂ 排出量合計				
1回目 原材料調達・生産	43	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.00941	0.00008	0.00950	0.104519	LCA日本フォーラム-LCAデータベース		
	42	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.00556	0	0.00556	0.061316	LCA日本フォーラム-LCAデータベース		
	41	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.0227	0.00020	0.0229	0.252688	LCA日本フォーラム-LCAデータベース		
	40	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	0.0951	0.0008	0.0960	1.064129	LCA日本フォーラム-LCAデータベース		
	39	輸送(営業用貨物自動車)	0.00806	0	0.00806	0.000234	文献		
	38	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	37	輸送(営業用貨物自動車)	0.0000432	0	0.0000432	0.000234	文献		
	36	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	35	副産物おが屑粉砕	0.0114	0	0.0114	0.252	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	34	輸送(営業用貨物自動車)	0.00313	0	0.00313	0.000234	文献		
	33	バイオPE(原料からペレット製造まで)	0.0347	0.00030	0.0350	2.32	論文		
	32	コンテナ船(北米航路)(15.7g-CO ₂ /tkm)	0.00427	0	0.00427	0.000157	文献		
	31	輸送(営業用貨物自動車)	0.000113	0	0.000113	0.000234	文献		
	30	木粉コンパウンド	0.115	0	0.115	0.763	実測値(フォアグラウンドデータ)		
	29	輸送(営業用貨物自動車)	0.00166	0	0.00166	0.000234	文献		
	1回目 原材料調達・生産		0.311	0.0014	0.313				
	2回目 原材料調達・生産	28	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.000380	0.00000	0.000384	0.104519	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	
		27	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.000225	0	0.000225	0.061316	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	
		26	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.000921	0.00001	0.000930	0.252688	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	
		25	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	0.00387	0.0000	0.00391	1.064129	LCA日本フォーラム-LCAデータベース	
		24	輸送(営業用貨物自動車)	0.000326	0	0.000326	0.000234	文献	
		23	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ(フォアグラウンドデータ)	
		22	輸送(営業用貨物自動車)	0.00000176	0	0.00000176	0.000234	文献	
		21	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ(フォアグラウンドデータ)	
		20	副産物おが屑粉砕	0.000464	0	0.000464	0.252	実測データ(フォアグラウンドデータ)	
		19	輸送(営業用貨物自動車)	0.000127	0	0.000127	0.000234	文献	
		18	バイオPE(原料からペレット製造まで)	0.00141	0.00001	0.00142	2.32	論文	
		17	コンテナ船(北米航路)(15.7g-CO ₂ /tkm)	0.000173	0	0.000173	0.000157	文献	
		16	輸送(営業用貨物自動車)	0.00000460	0	0.00000460	0.000234	文献	
15		木粉コンパウンド	0.00467	0	0.00467	0.763	実測値(フォアグラウンドデータ)		
14		輸送(営業用貨物自動車)	0.0000671	0	0.0000671	0.000234	文献		
13		輸送(営業用貨物自動車)	0.000721	0	0.000721	0.000234	文献		
12		2回目生産/ペレット	0.0410	0	0.0410	0.280	実測値(フォアグラウンドデータ)		
11	輸送(営業用貨物自動車)	0.00219	0	0.00219	0.000234	文献			
2回目 原材料調達・生産		0.0566	0.000057	0.0570					
【評価: 材料調達・生産小計】		0.368	0.0015	0.369					
1回目 部品生産	10	射出成形	0.183	0	0.183	1.239	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	9	輸送(営業用貨物自動車)	0.00129	0	0.00129	0.000234	文献		
	1回目 部品生産		0.184	0	0.184				
2回目 部品生産	8	射出成形	0.183	0	0.183	1.239	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	7	輸送(営業用貨物自動車)	0.00129	0	0.00129	0.000234	文献		
	2回目 部品生産		0.184	0	0.184				
【評価: 部品生産小計】		0.369	0	0.369					
1回目 使用時	6	走行時	0.734	0	0.734	5.06	計算値		
	1回目 使用時		0.734	0	0.734				
2回目 使用時	5	走行時	0.734	0	0.734	5.06	計算値		
	2回目 使用時		0.734	0	0.734				
【評価: 使用時小計】		1.47	0	1.47					
1回目 廃棄・回収時	4	回収	0	0	0	0	実測データ(フォアグラウンドデータ)		
	1回目 廃棄・回収時		0	0	0				
2回目 廃棄・回収時	3	シュレッダー粉	0.0010	0	0.0010	0.0068	日本自動車部品工業会		
	2	燃焼	0.394	0	0.394	2.72	経済産業省		
	2-1	燃焼	-0.158	0	-0.158	2.72	経済産業省		
	1	回収エネルギー	-0.14	0	-0.14	-0.95	経済産業省		
	2回目 廃棄・回収時		0.0970	0	0.0970				
【評価: 廃棄・リサイクル時小計】		0.10	0	0.10					
【評価合計】		2.30	0.0015	2.30					

表 4.1.3.7 .CO₂排出量比較 (2/2)

②ベースライン			PP+タルク+ゴム			kgあたり CO2排出量合計	データ源	備考 (評価の進捗等)
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計			
1回目 原材料調達・生産	78	EPDM	0.0302	0.00027	0.0305	1.011176	文献	
	77	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00274	0	0.00274	0.000234	文献	
	76	滑石 (タルク)	0.00100	0.0000088	0.00101	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース	
	75	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00156	0	0.00156	0.000234	文献	
	74	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: I) 原油生産	0.00938	0.000082	0.00947	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	73	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: D) 原油輸送	0.00556	0	0.00556	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	72	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: H) 石油精製	0.0227	0.00020	0.0229	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	71	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: C) 石油化学コンビナート	0.0955	0.0008	0.0964	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	70	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00806	0	0.00806	0.000234	文献	
	69	PP、タルク、EPDMエポキシパウンド	0.115	0	0.115	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
68	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00166	0	0.00166	0.000234	文献		
1回目 原材料調達・生産			0.293	0.0014	0.295			
2回目 原材料調達・生産	67	EPDM	0.00122	0.00001	0.00123	1.011176	文献	
	66	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000111	0	0.000111	0.000234	文献	
	65	滑石 (タルク)	0.0000403	0.000000	0.0000407	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース	
	64	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000631	0	0.0000631	0.000234	文献	
	63	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: I) 原油生産	0.000380	0.000003	0.000384	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	62	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: D) 原油輸送	0.000225	0	0.000225	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	61	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: H) 石油精製	0.000918	0.00001	0.000927	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	60	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: C) 石油化学コンビナート	0.00387	0.00003	0.00391	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	59	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000326	0	0.000326	0.000234	文献	
	58	PP、タルク、EPDMエポキシパウンド	0.00467	0	0.00467	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000671	0	0.0000671	0.000234	文献		
56	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000721	0	0.000721	0.000234	文献		
55	2回自生差シレット	0.0410	0	0.0410	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00219	0	0.00219	0.000234	文献		
2回目 原材料調達・生産			0.0558	0.000057	0.0559			
【ベース: 材料調達・生産小計】			0.349	0.0015	0.351			
1回目 部品生産	53	射出成形	0.181	0.0016	0.183	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	52	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00278	0	0.00278	0.000234	文献	
1回目 部品生産			0.184	0.0016	0.186			
2回目 部品生産	51	射出成形	0.181	0.0016	0.183	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	50	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00278	0	0.00278	0.000234	文献	
2回目 部品生産			0.184	0.0016	0.186			
【ベース: 部品生産時小計】			0.368	0	0.372			
1回目 使用時	49	走行時	0.734	0	0.734	5.060	計算値	
	1回目使用時			0.734	0	0.734		
2回目 使用時	48	走行時	0.734	0	0.734	5.06	計算値	
	2回目使用時			0.734	0	0.734		
【ベース: 使用時小計】			1.47	0	1.47			
1回目 廃棄・回収時	47	回収	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	1回目 廃棄・回収時			0	0	0		
2回目 廃棄・回収時	46	シュレッダー時	0.0010	0	0.0010	0.0068	日本自動車部品工業会	
	45	燃焼	0.394	0	0.394	2.72	経済産業省	
	44	回収エネルギー	-0.01	0	-0.01	-0.95	経済産業省	
2回目 廃棄・回収時			0.384	0	0.384			
【ベース: 廃棄・リサイクル時小計】			0.384	0	0.384			
【ベース合計】			2.57	0.0047	2.57			
③削減量 (②-①)			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計			
実証事業 終了時点 (kg-CO2/ 年)	原材料調達・生産		-0.018	0	-0.018			
	部品生産		-0.00100	0.00320	0.003			
	使用		0	0	0			
	廃棄・リサイクル		0.287	0	0.287			
合計			0.268	0.00320	0.271			

4. 2 木粉配合リサイクルPP製インパネ部品のCO₂排出削減効果の推計

本実証事業の開発品である植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP）によるコムス・インパネの環境面での優位性（温室効果ガスであるCO₂の排出量削減効果）を検証するため、植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP）によるコムス・インパネと既存のPP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネの材料調達・生産～部品製造のライフサイクルを通じた環境負荷（CO₂の排出量）の定量的な影響評価を行う。

なお流通におけるCO₂排出量は評価対象製品もベースラインも数値に違いが無いいため、評価対象範囲からは除外した。

1年目は材料調達・生産～部品製造までのLCAを評価した。2年目は材料調達・生産、部品生産、使用、廃棄・リサイクル時におけるLCAを評価した。

4. 2. 1 製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定）

評価対象製品、ベースライン、機能単位の設定は以下の通りである。

評価対象製品：植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP）によるコムス・インパネ

ベースライン：PP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネ

機能単位：コムス・インパネとして部品剛性が同等のこと



図 4. 2. 1. 1 評価対象製品とベースラインの概要

4. 2. 2 フロー図（システム境界の設定）

本 LCA では基本的に以下の各プロセスを含むものとする。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

先述したように 1 年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した（①、②、③）。2 年目は 1 年目の範囲に加え、部品生産のマテリアルリサイクル時、使用時（自動車走行時）、廃棄・リサイクル時の LCA を評価した（⑤、⑥）。

なお④の部品の流通に関するプロセスは、先述したように評価対象製品もベースラインも CO₂ 排出量の数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

評価対象製品である植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクル PP）によるコムス・インパネ、ベースラインである PP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネについては、PP 原料となる原油は海外から調達し、残る全てのプロセスを国内での生産とした。

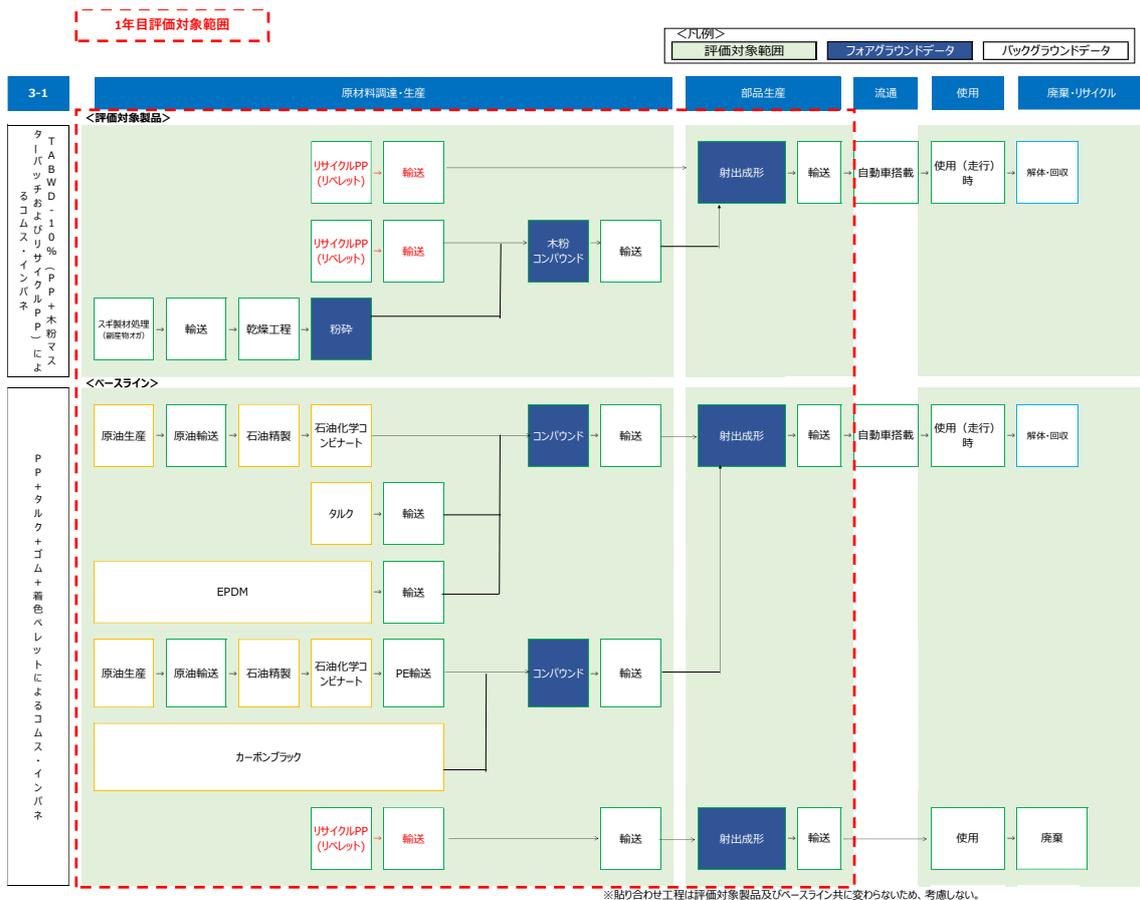


図 4.2.2.1 植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP）によるコムス・インパネ及びPP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネのライフサイクルフロー図と評価範囲

4. 2. 3 廃棄・リサイクル時までの CO₂ 排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）

評価対象製品及びベースラインのライフサイクル段階ごとの CO₂ 排出量データを表 4.2.3.1、表 4.2.3.2、表 4.2.3.3 に、歩留まりデータを表 4.2.3.3、表 4.2.3.3 に示す。①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス

②材料の生産に関するプロセス

③部品の生産に関するプロセス

④部品の流通に関するプロセス

⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス

⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

CO₂ 排出量データについて、実測が可能なものはデータを取得し、それ以外については LCA 日本フォーラムが提供する LCA データベースや論文等を活用しバックグラウンドデータを収集した。なお LCA データベースとは、経済産業省ならびに NEDO 技術開発機構が平成 10 年度から平成 14 年度にかけて実施した 5 カ年の「第 1 期 LCA プロジェクト」の成果であり、平成 15 年度に期間限定で会員登録制の試験公開を実施した。このデータベースは、インベントリ分析用データ、インパクト評価用データおよび文献データから構成されている。

各工程での CO₂ 排出原単位及び歩留まり等を掛け合わせ、CO₂ 排出量を推計した。

表 4.2.3.1 評価対象製品の植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP）によるコムス・インパネの CO₂ 排出量原単位

	プロセス	kgあたり CO2排出量合計	データ源	データ詳細
35	副産物おが屑	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	おが屑は 製材時の廃棄物使用（副産物）のため おが屑製造のCO2排出は0kg-CO2/kgとした
34	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
33	副産物おが屑乾燥	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	乾燥工程は燃料に同工場内の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO2 排出量を0でカウント。（木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含まないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf）
32	副産物おが屑粉砕	0.252	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
31	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
30	リサイクルPP	0.28	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
29	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
28	木粉コンパウンド2	0.358	実測値（フォアグラウンドデータ）	実測値（フォアグラウンドデータ）
27	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
26	リサイクルPP	0.280	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
25	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
24	副産物おが屑	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	おが屑は 製材時の廃棄物使用（副産物）のため おが屑製造のCO2排出は0kg-CO2/kgとした
23	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
22	副産物おが屑乾燥	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	乾燥工程は燃料に同工場内の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO2 排出量を0でカウント。（木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含まないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf）
21	副産物おが屑粉砕	0.252	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
20	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
19	リサイクルPP	0.280	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
18	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
17	木粉コンパウンド2	0.358	実測値（フォアグラウンドデータ）	実測値（フォアグラウンドデータ）
16	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
15	リサイクルPP	0.280	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
14	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
13	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
12	2回生産リベレット	0.280	実測値（フォアグラウンドデータ）	実測値（フォアグラウンドデータ）
11	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
10	射出成形	1.239	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
9	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
8	射出成形	1.239	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
7	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トナリ）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
6	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L（ガリン）である。ガリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L /部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
5	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L（ガリン）である。ガリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L /部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
4	回収	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
3	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位（kg/製品重量（kg）） CO2 0.0068kg
2	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO2/kg（電力0.023kWh、重油0.6g）
2-1	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO2/kg（電力0.023kWh、重油0.6g）
1	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO2/kg×回収エネルギー-控除後1.77kg-CO2/kg（回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg）

表 4.2.3.2 ベースラインのPP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコム・インパネのCO₂排出量 (1/2)

	プロセス	kgあたり CO ₂ 排出量合計	データ源	データ詳細
99	LDPE樹脂製造：イ) 原油生産	0.1	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
98	LDPE樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.0629040	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
97	LDPE樹脂製造：ハ) 石油精製	0.245833	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
96	LDPE樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナート	1.098832	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
95	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00023	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
94	着色MBコンパウンド	0.763000	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
93	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
92	EPDM	1.011176	文献	EPDM Resin Data CO ₂ 1,011,176g/ton
91	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00023	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
90	滑石 (タルク)	0.033400	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO ₂ 換算量共通原単位データベース 3.34E-02kg-CO ₂ e/単位
89	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0002	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
88	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：イ) 原油生	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
87	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.06132	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
86	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ハ) 石油精製	0.25269	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
85	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナート	1.06413	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
84	PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.763000	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
83	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
82	リサイクルPP	0.28	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
81	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
80	カーボンブラック	2.4	文献	2.4 tonne CO ₂ -eq/tonne of carbon black
79	LDPE樹脂製造：イ) 原油生産	0.1100000	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
78	LDPE樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.062904	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
77	LDPE樹脂製造：ハ) 石油精製	0.245833	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
76	LDPE樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナート	1.09883	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (LDPE樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.517569kg-CO ₂ /kg)
75	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
74	着色MBコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
73	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
72	EPDM	1.01118	文献	EPDM Resin Data CO ₂ 1,011,176g/ton
71	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
70	滑石 (タルク)	0.0334	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO ₂ 換算量共通原単位データベース 3.34E-02kg-CO ₂ e/単位
69	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
68	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：イ) 原油生	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
67	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ロ) 原油輸	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
66	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ハ) 石油精	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
65	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ニ) 石油化	1.06413	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、D) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
64	PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
63	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
62	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
61	2回目生産リペレット	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
60	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
59	リサイクルPP	0.280	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
58	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
57	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
56	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
55	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)

表 4.2.3.3 ベースラインのPP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネのCO₂排出量 (2/2)

	プロセス	kgあたりCO ₂ 排出量合計	データ源	データ詳細
54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (t)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
53	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
52	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (t)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
51	射出成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
50	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (t)あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
49	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
48	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
47	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
46	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
45	回収	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
44	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
43	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
42	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
41	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
40	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
39	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
38	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
37	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
36	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)

表 4.2.3.4 評価対象製品の植物繊維配合樹脂 (木粉 10%) (PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP) によるコムス・インパネの歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
射出成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
リペレット歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
副残物おが屑乾燥時歩留まり	0.540	実測データ (フォアグラウンドデータ) ※おが屑の水分が約50%ある

表 4.2.3.5 ベースラインのPP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネの歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
射出成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
リペレット歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
PP、タルク、EPDMコンパウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
PE、顔料コンパウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)

評価対象製品

植物繊維配合樹脂（木粉 10%）（PP+木粉マスターバッチおよびリサイクル PP）によるコムス・インパネの CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L（ガソリン）である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネ 0.990kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.990\text{kg} = 5.01\text{kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 5.01kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.990kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80\text{km} \times 0.990\text{kg} = 0.0199\text{kg-CO}_2$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 0.990\text{kg} \div 0.980 = 1.01\text{kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.01\text{kg} = 1.25\text{kg-CO}_2$$

1 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 1.27kg-CO₂ である。

材料調達・生産

射出成形において使用する材料はリサイクル PP80%、木粉コンパウンド 20% の配合比率である。リサイクル PP 及び木粉コンパウンドの必要材

料量を以下のように計算した。

リサイクル PP 必要量： $1.01\text{kg} \times 0.80 = 0.808\text{kg}$

木粉コンパウンド必要量： $1.01\text{kg} \times 0.20 = 0.202\text{kg}$

リサイクル PP 0.808kg の輸送を想定しており、輸送距離は 94.40km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 94.40\text{km} \times 0.808\text{kg} = 0.0178\text{kg-CO}_2}$$

リサイクル PP 0.808kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産：

$$\underline{0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.808\text{kg} = 0.230\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンド 0.202kg の輸送を想定しており、輸送距離は 32.40km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 32.40\text{km} \times 0.202\text{kg} = 0.00153\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時の材料必要量： $0.202\text{kg} \div 0.980 = 0.206\text{kg}$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$\underline{0.358\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.206\text{kg} = 0.0737\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンドの重量構成はリサイクル PP が 50%、木粉が 50% である。リサイクル PP、木粉の必要材料量を以下に計算する。

リサイクル PP の必要材料量： $0.206\text{kg} \times 0.500 = 0.103\text{kg}$

木粉の必要材料量： $0.206\text{kg} \times 0.500 = 0.103\text{kg}$

リサイクル PP 0.103kg の輸送を想定しており、輸送距離は 69.60km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 69.60\text{km} \times 0.103\text{kg} = 0.00168\text{kg-CO}_2}$$

リサイクル PP 0.103kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産時：

$$\underline{0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.103\text{kg} = 0.029\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉（粉砕品）0.103kg の輸送を想定しており、輸送距離は235.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 235.00\text{km} \times 0.103\text{kg} = 0.00566\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉0.103kgの粉砕時のCO₂排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.103\text{kg} = 0.0260\text{kg-CO}_2$$

おが粉は46%が水分であり、そのためおが粉0.103kgを製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

$$\text{乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量} : 0.103\text{kg} \div 0.540 = 0.191\text{kg}$$

おが粉0.191kgの乾燥については製材時の副産物を利用するためCO₂排出量は0とした。

副残物おが粉0.191kgの輸送を想定しており、輸送距離は2.20kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.191\text{kg} = 0.0000983\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉0.191kgは製材時の副産物のため、生産時のCO₂排出量は0とした。

1回目の材料調達・生産時のCO₂排出量は0.385kg-CO₂である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、コムス・インパネを回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかるCO₂排出量は0kg-CO₂である。

1回目の廃棄・回収時のCO₂排出量は0kg-CO₂である。

1回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時のCO₂排出量は6.67kg-CO₂である。

2回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネ 0.990kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.990 \text{ kg} = 5.01 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 5.01kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.990kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80 \text{ km} \times 0.990 \text{ kg} = 0.0199 \text{ kg-CO}_2$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 0.990 \text{ kg} \div 0.980 = 1.01 \text{ kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.01 \text{ kg} = 1.25 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 1.27kg-CO₂ である。

材料調達・生産

回収されたコムス・インパネ 0.990kg は 100% 回収され、再度リペレットされ、射出成形材として利用される。

リペレット時の歩留まりは98%のため、回収材は以下の様に計算される。

回収材料量： $0.990\text{kg} \times 0.980 = 0.970\text{kg}$

射出成形品製造時の必要材料量は1.01kgである。そのため、新材必要量は以下で計算される。

新材の必要材料量： $1.01\text{kg} - 0.970\text{kg} = 0.04\text{kg}$

回収材

回収したコムス・インパネ 0.990kg の輸送を想定しており、輸送距離は64.60kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 64.60\text{km} \times 0.990\text{kg} = 0.0150\text{kg-CO}_2$

コムス・インパネ 0.990kg のリペレット時のCO₂排出量を以下のように計算した。

リペレット時：

$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 0.990\text{kg} = 0.280\text{kg-CO}_2$

リペレット材料 0.970kg の輸送を想定しており、輸送距離は75.20kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 75.20\text{km} \times 0.970\text{kg} = 0.0171\text{kg-CO}_2$

新材

射出成形に使用する新材の必要量は0.03400kgであり、射出成形において使用する材料はリサイクル PP80%、木粉コンパウンド 20%の配合比率である。新材のリサイクル PP 及び木粉コンパウンドの必要材料量を以下のように計算した。

リサイクル PP 必要量： $0.04\text{kg} \times 0.80 = 0.032\text{kg}$

木粉コンパウンド必要量： $0.04\text{kg} \times 0.20 = 0.080\text{kg}$

リサイクル PP 0.032kg の輸送を想定しており、輸送距離は94.40kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 94.40\text{km} \times 0.032\text{kg} = 0.000707\text{kg-CO}_2$

リサイクル PP 0.032kg の製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産：

$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.032\text{kg} = 0.00900\text{kg-CO}_2$

木粉コンパウンド 0.080kg の輸送を想定しており、輸送距離は32.40km

である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 32.40\text{km} \times 0.080\text{kg} = 0.0000607\text{kg-CO}_2$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{木粉コンパウンド製造時の材料必要量：} 0.080\text{kg} \div 0.980 = 0.00816\text{kg}$$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$0.358\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00816\text{kg} = 0.00292\text{kg-CO}_2$$

木粉コンパウンドの重量構成はリサイクル PP が 50%、木粉が 50% である。リサイクル PP、木粉の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{リサイクル PP の必要材料量：} 0.00816\text{kg} \times 0.500 = 0.00408\text{kg}$$

$$\text{木粉の必要材料量：} 0.00816\text{kg} \times 0.500 = 0.00408\text{kg}$$

リサイクル PP 0.00408kg の輸送を想定しており、輸送距離は 69.60km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 69.60\text{km} \times 0.00408\text{kg} = 0.0000664\text{kg-CO}_2$$

リサイクル PP 0.00408kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産時：

$$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00408\text{kg} = 0.00110\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉（粉砕品）0.00408kg の輸送を想定しており、輸送距離は 235.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 235.00\text{km} \times 0.00408\text{kg} = 0.000224\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉 0.00408kg の粉砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00408\text{kg} = 0.00103\text{kg-CO}_2$$

おが粉は 46% が水分であり、そのためおが粉 0.00408kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

$$\text{乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量：} 0.00408\text{kg} \div 0.540 = 0.00756\text{kg}$$

おが粉 0.00756kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は 0 とした。

副残物おが粉 0.00756kg の輸送を想定しており、輸送距離は 2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.00756\text{kg} = 0.00000389\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉 0.00756kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は 0 とした。

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.327kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、コムス・インパネ 0.990kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.990\text{kg} = 0.0067\text{kg -CO}_2}$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$\underline{2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.990\text{kg} = 2.69\text{kg -CO}_2}$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出される CO₂ は、植物が生長過程に大気から吸収した CO₂ と同量となるため、大気中の CO₂ を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生する CO₂ 排出量は含まないため、木粉部分の 0.0990kg で計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$\underline{- (2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0990\text{kg}) = -0.269\text{kg -CO}_2}$$

コムス・インパネ 0.990kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.990\text{kg} = -0.94\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.49kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 8.10kg-CO₂ である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 10.0kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 2.54kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.713kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.49kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 14.8kg-CO₂ である。

ベースライン

ベースラインである PP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネの CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネ 1.10kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.10\text{kg} = 5.57\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネのリサイクル PP 重量 0.911kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = 4.61\text{kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 10.18kg-CO₂ である。

部品生産

部品 1.10kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80\text{km} \times 1.10\text{kg} = 0.0221\text{kg-CO}_2$$

射出成形歩留まりは 98% のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 1.10\text{kg} \div 0.980 = 1.12\text{kg}$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.12\text{kg} = 1.390\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では工程内から回収したリサイクル PP の活用を想定している。評価対象製品に使用しなかった場合は全量が破棄されている。ベースラインに含める必要があるため、評価対象製品と同量の原料を使用した場合を想定し、歩留まりは考慮していない。

リサイクル PP 重量 0.911kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80\text{km} \times 0.911\text{kg} = 0.0183\text{kg-CO}_2$$

射出成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = 1.13\text{kg-CO}_2$$

1 回目部品生産時の CO₂ 排出量は 2.56kg-CO₂ である。

材料調達・生産

射出成形材の重量構成は PP、タルク、EPDM のコンパウンドが 97%、着色 MB (PE、カーボンブラック) が 3% である。必要材料量を以下に計算する。

PP、タルク、EPDM のコンパウンドの必要材料量： $1.12\text{kg} \times 0.97 = 1.09\text{kg}$

着色 MB (PE、カーボンブラック) の必要材料量： $1.12\text{kg} \times 0.03 = 0.0337\text{kg}$

コンパウンド (PP、タルク、EPDM) 1.09kg の輸送を想定しており、輸送距離は 437.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 437.00\text{km} \times 1.09\text{kg} = 0.111\text{kg-CO}_2}$$

PP、タルク、EPDM コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時の材料必要量： $1.09\text{kg} \div 0.98 = 1.11\text{kg}$

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$$\underline{0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.11\text{kg} = 0.847\text{kg-CO}_2}$$

コンパウンドの重量構成は PP が 60%、タルクが 20%、EPDM が 20% である。PP、タルク、EPDM の必要材料量を以下に計算する。

PP の必要材料量： $1.11\text{kg} \times 0.60 = 0.666\text{kg}$

タルクの必要材料量： $1.11\text{kg} \times 0.20 = 0.222\text{kg}$

EPDM の必要材料量： $1.11\text{kg} \times 0.20 = 0.222\text{kg}$

PP 0.666kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.666\text{kg} = 0.0696\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.666\text{kg} = 0.00408\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$\underline{0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.666\text{kg} = 0.168\text{kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート：

$$\underline{1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.666\text{kg} = 0.709\text{kg-CO}_2}$$

タルク 0.222kg の輸送を想定しており、輸送距離は 631.00km である。

輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 631.00\text{km} \times 0.222\text{kg} = 0.0328\text{kg-CO}_2}$$

タルク 0.222kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク製造時の CO₂ 排出量：

$$\underline{0.0334\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.222\text{kg} = 0.00741\text{kg-CO}_2}$$

EPDM0.222kg の輸送を想定しており、輸送距離は 1.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

EPDM 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 1.50\text{km} \times 0.222\text{kg} = 0.0000779\text{kg-CO}_2}$$

EPDM0.222kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

EPDM 製造時の CO₂ 排出量：

$$\underline{1.011176\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.222\text{kg} = 0.224\text{kg-CO}_2}$$

着色 MB 0.0337kg の輸送を想定しており、輸送距離は 99.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

着色 MB 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 99.00\text{km} \times 0.0337\text{kg} = 0.000779\text{kg-CO}_2}$$

着色 MB (PE、カーボンブラック) コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時の材料必要量：0.0337kg ÷ 0.980 = 0.0344kg

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$$\underline{0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0344\text{kg} = 0.0262\text{kg-CO}_2}$$

着色 MB (PE、カーボンブラック) の重量構成は PE が 70%、カーボンブラックが 30% である。PE、カーボンブラックの必要材料量を以下に計算する。

PE の必要材料量：0.0344kg × 0.700 = 0.0241kg

カーボンブラックの必要材料量：0.0344kg × 0.300 = 0.0103kg

LDPE 樹脂 0.0241kg の輸送を想定しており、輸送距離は 59.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

着色 MB 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 59.50\text{km} \times 0.0241\text{kg} = 0.000336\text{kg-CO}_2}$$

LDPE 樹脂 0.0241kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.110000\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0241\text{kg} = 0.00265\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.062904\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0241\text{kg} = 0.00152\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$0.245833\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0241\text{kg} = 0.00592\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート：

$$1.098832\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0241\text{kg} = 0.0265\text{kg-CO}_2$$

カーボンブラック 0.0103kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

カーボンブラック製造時の CO₂ 排出量：

$$2.4\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0103\text{kg} = 0.025\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では工程内から回収したリサイクル PP の活用を想定している。評価対象製品に使用しなかった場合は全量が破棄されている。ベースラインに含める必要があるため、評価対象製品と同量の原料を使用した場合を想定し、歩留まりは考慮していない。

リサイクル PP 重量 0.911kg の輸送を想定しており、輸送距離は 94.40km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 94.40\text{km} \times 0.911\text{kg} = 0.0201\text{kg-CO}_2$$

リサイクル PP 0.911kg の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産時：

$$0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = 0.26\text{kg-CO}_2$$

1 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 2.58kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、コムス・インパネを回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかる CO₂ 排出量は 0 kg-CO₂ である。

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、リサイクル PP 0.911kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を

以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = 0.0062\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = 2.48\text{kg -CO}_2$$

リサイクル PP0.911kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.911\text{kg} = -0.86\text{kg-CO}_2$$

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.62kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 16.9kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネ 1.10kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.10 \text{ kg} = 5.57 \text{ kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

コムス・インパネのリサイクル PP 重量 0.0361kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361 \text{ kg} = 0.183 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 5.75kg-CO₂ である。

部品生産

部品 1.10kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80\text{km} \times 1.10\text{kg} = 0.0221\text{kg-CO}_2$$

射出成形歩留まりは98%のため、射出成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{射出成形時の必要材料量} : 1.10\text{kg} \div 0.980 = 1.12\text{kg}$$

射出成形時のCO₂排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.12\text{kg} = 1.390\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では工程内から回収したリサイクル PP の活用を想定している。評価対象製品に使用しなかった場合は全量が破棄されている。ベースラインに含める必要があるため、評価対象製品と同量の原料を使用した場合を想定し、歩留まりは考慮していない。

リサイクル PP 重量 0.0361kg の輸送を想定しており、輸送距離は 85.80km である。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 85.80\text{km} \times 0.0361\text{kg} = 0.000724\text{kg-CO}_2$$

射出成形時のCO₂排出量を以下のように計算した。

射出成形時：

$$1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361\text{kg} = 0.0447\text{kg-CO}_2$$

2 回目部品生産時のCO₂排出量は1.46kg-CO₂である。

材料調達・生産

回収されたコムス・インパネ 1.10kg は 100%回収され、再度リペレットされ、射出成形材として利用される。

リペレット時の歩留まりは98%のため、回収材は以下の様に計算される。

$$\text{回収材料量} : 1.10\text{kg} \times 0.980 = 1.08\text{kg}$$

射出成形品製造時の必要材料量は 1.12kg である。そのため、新材必要量は以下で計算される。

$$\text{新材の必要材料量} : 1.12\text{kg} - 1.08\text{kg} = 0.04\text{kg}$$

回収材

回収したコムス・インパネ 1.10kg の輸送を想定しており、輸送距離は 64.60km である。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 64.60\text{km} \times 1.10\text{kg} = 0.0166\text{kg-CO}_2$$

コムス・インパネ 1.10kg のリペレット時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リペレット時：

$$\underline{0.28\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 1.10\text{kg} = 0.310\text{kg-CO}_2}$$

リペレット材料 0.970kg の輸送を想定しており、輸送距離は 75.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 75.20\text{km} \times 0.970\text{kg} = 0.0190\text{kg-CO}_2}$$

新材

射出成形に使用する新材の必要量は 0.04kg であり、射出成形材の重量構成は PP、タルク、EPDM のコンパウンドが 97%、着色 MB (PE、カーボンブラック) が 3% である。必要材料量を以下に計算する。

PP、タルク、EPDM のコンパウンドの必要材料量： $0.04\text{kg} \times 0.97 = 0.0388\text{kg}$

着色 MB (PE、カーボンブラック) の必要材料量： $0.04\text{kg} \times 0.03 = 0.00122\text{kg}$

コンパウンド (PP、タルク、EPDM) 0.0388kg の輸送を想定しており、輸送距離は 437.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 437.00\text{km} \times 0.0388\text{kg} = 0.00397\text{kg-CO}_2}$$

PP、タルク、EPDM コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時の材料必要量： $0.0388\text{kg} \div 0.98 = 0.0396\text{kg}$

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$$\underline{0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0396\text{kg} = 0.0302\text{kg-CO}_2}$$

コンパウンドの重量構成は PP が 60%、タルクが 20%、EPDM が 20% である。PP、タルク、EPDM の必要材料量を以下に計算する。

PP の必要材料量： $0.0396\text{kg} \times 0.600 = 0.0238\text{kg}$

タルクの必要材料量： $0.0396\text{kg} \times 0.200 = 0.0079\text{kg}$

EPDM の必要材料量： $0.0396\text{kg} \times 0.200 = 0.0079\text{kg}$

PP 0.0238kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0238\text{kg} = 0.00249\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0238\text{kg} = 0.00146\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0238\text{kg} = 0.00601\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート：

$$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0238\text{kg} = 0.0253\text{kg-CO}_2$$

タルク 0.0079kg の輸送を想定しており、輸送距離は 631.00km である。
輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 631.00\text{km} \times 0.0079\text{kg} = 0.00117\text{kg-CO}_2$$

タルク 0.0079kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

タルク製造時の CO₂ 排出量：

$$0.0334\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0079\text{kg} = 0.000265\text{kg-CO}_2$$

EPDM 0.0079kg の輸送を想定しており、輸送距離は 1.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

EPDM 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 1.50\text{km} \times 0.0079\text{kg} = 0.00000277\text{kg-CO}_2$$

EPDM 0.0079kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

EPDM 製造時の CO₂ 排出量：

$$1.011176\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0079\text{kg} = 0.00801\text{kg-CO}_2$$

着色 MB 0.00122kg の輸送を想定しており、輸送距離は 99.00km である。
輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

着色 MB 輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 99.00\text{km} \times 0.00122\text{kg} = 0.0000277\text{kg-CO}_2$$

着色 MB (PE、カーボンブラック) コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{コンパウンド製造時の材料必要量} : 0.00122\text{kg} \div 0.980 = 0.00135\text{kg}$$

コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド製造時：

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00135\text{kg} = 0.00093\text{kg-CO}_2$$

着色 MB (PE、カーボンブラック) の重量構成は PE が 70%、カーボンブラックが 30% である。PE、カーボンブラックの必要材料量を以下に計算する。

$$\text{PE の必要材料量} : 0.00135\text{kg} \times 0.700 = 0.000945\text{kg}$$

$$\text{カーボンブラックの必要材料量} : 0.00135\text{kg} \times 0.300 = 0.000405\text{kg}$$

LDPE 樹脂 0.00945kg の輸送を想定しており、輸送距離は 59.50km であ

る。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

着色 MB 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 59.50\text{km} \times 0.00945\text{kg} = 0.0000119\text{kg-CO}_2}$$

LDPE 樹脂 0.0241kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.1100000\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00945\text{kg} = 0.0000939\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.062904\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00945\text{kg} = 0.0000537\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$\underline{0.245833\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00945\text{kg} = 0.000210\text{kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート：

$$\underline{1.098832\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00945\text{kg} = 0.000938\text{kg-CO}_2}$$

カーボンブラック 0.00405kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した

カーボンブラック製造時の CO₂ 排出量：

$$\underline{2.4\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00405\text{kg} = 0.00088\text{kg-CO}_2}$$

評価対象製品では工程内から回収したリサイクル PP の活用を想定している。評価対象製品に使用しなかった場合は全量が破棄されている。ベースラインに含める必要があるため、評価対象製品と同量の原料を使用した場合を想定し、歩留まりは考慮していない。

リサイクル PP 重量 0.0361kg の輸送を想定しており、輸送距離は 94.40km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 94.40\text{km} \times 0.0361\text{kg} = 0.000797\text{kg-CO}_2}$$

リサイクル PP 0.0361kg の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

リサイクル PP 生産時：

$$\underline{0.28\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361\text{kg} = 0.0100\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.438kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、コムス・インパネ 1.10kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.10\text{kg} = 0.0075\text{kg-CO}_2}$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 1.10\text{kg} = 2.99\text{kg -CO}_2$$

コムス・インパネのタルク以外の 0.0887kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0887\text{kg} = -0.0840\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、リサイクル PP0.0361kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361\text{kg} = 0.00025\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361\text{kg} = 0.0981\text{kg -CO}_2$$

リサイクル PP0.0361kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0361\text{kg} = -0.034\text{kg-CO}_2$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 2.98kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は

10.6kg-CO₂である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 15.9kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 4.02kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 3.02kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 4.60kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 27.6kg-CO₂ である。

評価対象製品とベースラインの比較

CO₂削減量は

原材料調達・生産時：3.02kg-CO₂-0.713kg-CO₂=2.31kg-CO₂

部品生産時：4.02kg-CO₂-2.54kg-CO₂=1.48kg-CO₂

使用時：15.9kg-CO₂-10.02kg-CO₂=5.9kg-CO₂

廃棄・リサイクル時：5.60kg-CO₂-1.49kg-CO₂=3.11kg-CO₂

合計削減量：

2.31kg-CO₂+1.48kg-CO₂+5.9kg-CO₂+3.11kg-CO₂=12.8kg-CO₂

表 4.2.3.6 CO₂排出削減効果

CO ₂ 排出量と削減効果 (kg-CO ₂ /部品)			
	評価対象製品CO ₂ 排出量	ベースラインCO ₂ 排出量	CO ₂ 排出削減効果 (ベースライン-評価対象製品)
原材料調達・生産	0.713	3.02	2.30
部品生産	2.54	4.02	1.48
使用	10.0	15.9	5.91
廃棄・リサイクル時	1.49	4.60	3.11
合計	14.8	27.6	12.8

表 4.2.3.7 CO₂ 排出量比較 (1/3)

①評価対象製品			TABWD-10% (PP+木粉マスターバッチおよびリサイクルPP) によるコムス・インパネ						
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO2排出量合計	データ源	備考 (評価の進捗等)	
1回目 原材料調達・生産	35	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	34	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000983	0	0.0000983	0.000234	文献		
	33	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	32	副産物おが屑粉砕	0.0260	0	0.0260	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	31	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00566	0	0.00566	0.000234	文献		
	30	リサイクルPP	0.029	0	0.029	0.28	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	29	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00168	0	0.00168	0.000234	文献		
	28	木粉コンパウンド2	0.0737	0	0.0737	0.358	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
	27	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00153	0	0.00153	0.000234	文献		
	26	リサイクルPP	0.230	0	0.230	0.280	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	25	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0178	0	0.0178	0.000234	文献		
	1回目 原材料調達・生産			0.385	0	0.385			
	2回目 原材料調達・生産	24	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		23	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000389	0	0.0000389	0.000234	文献	
		22	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		21	副産物おが屑粉砕	0.00103	0	0.00103	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		20	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000224	0	0.000224	0.000234	文献	
		19	リサイクルPP	0.00110	0	0.00110	0.280	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		18	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000664	0	0.0000664	0.000234	文献	
		17	木粉コンパウンド2	0.00292	0	0.00292	0.358	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
		16	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000607	0	0.0000607	0.000234	文献	
		15	リサイクルPP	0.00900	0	0.00900	0.280	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		14	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000707	0	0.000707	0.000234	文献	
		13	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0171	0	0.0171	0.000234	文献	
		12	2回目生産リレット	0.280	0	0.280	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
11		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0150	0	0.0150	0.000234	文献		
2回目 原材料調達・生産			0.327	0	0.327				
【評価：材料調達・生産小計】			0.713	0	0.713				
1回目 部品生産	10	射出成形	1.25	0	1.25	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	9	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0199	0	0.0199	0.000234	文献		
	1回目 部品生産			1.27	0	1.27			
2回目 部品生産	8	射出成形	1.25	0	1.25	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	7	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0199	0	0.0199	0.000234	文献		
	2回目 部品生産			1.27	0	1.27			
【評価：部品生産小計】			2.54	0	2.54				
1回目 使用時	6	走行時	5.01	0	5.01	5.06	計算値		
	1回目使用時			5.01	0	5.01			
2回目 使用時	5	走行時	5.01	0	5.01	5.06	計算値		
	2回目使用時			5.01	0	5.01			
【評価：使用時小計】			10.0	0	10.0				
1回目 廃棄・回収時	4	回収	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	1回目 廃棄・回収時			0	0	0			
2回目 廃棄・回収時	3	シュレッダー時	0.0067	0	0.0067	0.0068	日本自動車部品工業会		
	2	燃焼	2.69	0	2.69	2.72	経済産業省		
	2-1	燃焼 (植物)	-0.269	0	-0.269	-2.72	経済産業省		
	1	回収エネルギー	-0.94	0	-0.94	-0.95	経済産業省		
	2回目 廃棄・回収時			1.49	0	1.49			
【評価：廃棄・リサイクル時小計】			1.5	0	1.5				
【評価合計】			14.8	0	14.8				

表 4.2.3.8 CO₂ 排出量比較 (2/3)

②ベースライン			PP+タルク+ゴム+着色ペレットによるコムス・インパネ						
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO2排出量合計	データ源	備考 (評価の進捗等)	
実証事業 終了時点 (kg-CO ₂ /年)	原材料調達・生産	100	カーボンブラック	0.025	0.00022	0.025	2.4	文献	
		99	LDPE樹脂製造：イ) 原油生産	0.00263	0.000023	0.00265	0.1100000	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		98	LDPE樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.00152	0	0.00152	0.062904	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		97	LDPE樹脂製造：ハ) 石油精製	0.00587	0.000052	0.00592	0.245833	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		96	LDPE樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナ	0.0263	0.00023	0.0265	1.09883	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		95	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000336	0	0.000336	0.000234	文献	
		94	着色MBコンパウンド	0.0262	0	0.0262	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
		93	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000779	0	0.000779	0.000234	文献	
		92	EPDM	0.222	0.0019	0.224	1.01118	文献	
		91	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000779	0	0.0000779	0.000234	文献	
		90	滑石 (タルク)	0.00734	0.000064	0.00741	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース	
		89	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0328	0	0.0328	0.000234	文献	
		88	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：イ) 原油生産	0.0690	0.00061	0.0696	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		87	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.0408	0	0.0408	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		86	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ハ) 石油精製	0.166	0.0015	0.168	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
	85	PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナート	0.702	0.0062	0.709	1.06413	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
	84	PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.847	0	0.847	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
	83	輸送 (営業用貨物自動車)	0.111	0	0.111	0.000	文献		
	評価 原材料調達・生産	82	リサイクルPP	0.26	0	0.26	0.28	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		81	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0201	0	0.0201	0.000234	文献	
	1回目 原材料調達・生産			2.57	0.011	2.58			
	2回目 原材料調達・生産	80	カーボンブラック	0.00090	0.0000077	0.00088	2.4	文献	
		79	LDPE樹脂製造：イ) 原油生産	0.0000930	0.00000080	0.0000939	0.1100000	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		78	LDPE樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.0000537	0	0.0000537	0.062904	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		77	LDPE樹脂製造：ハ) 石油精製	0.000208	0.0000018	0.000210	0.245833	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
76		LDPE樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナ	0.000930	0.0000082	0.000938	1.09883	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
75		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000119	0	0.0000119	0.000234	文献		
74		着色MBコンパウンド	0.00093	0	0.00093	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
73		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000277	0	0.0000277	0.000234	文献		
72		EPDM	0.00794	0.000070	0.00801	1.01118	文献		
71		輸送 (営業用貨物自動車)	0.00000278	0	0.00000278	0.000234	文献		
70		滑石 (タルク)	0.000263	0.0000023	0.000265	0.0334	CO2換算量共通原単位データベース		
69		輸送 (営業用貨物自動車)	0.00117	0	0.00117	0.000234	文献		
68		PP(ポリプロピレン)樹脂製造：イ) 原油生産	0.00247	0.000022	0.00249	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
67		PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ロ) 原油輸送	0.00146	0	0.00146	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
66		PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ハ) 石油精製	0.00595	0.000050	0.00601	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
65		PP(ポリプロピレン)樹脂製造：ニ) 石油化学コンビナート	0.0251	0.00022	0.0253	1.06413	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
64		PP、タルク、EPDMコンパウンド	0.0302	0	0.0302	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
63		輸送 (営業用貨物自動車)	0.00397	0	0.00397	0.000234	文献		
62		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0190	0	0.0190	0.000234	文献		
61		2回目生産リペレット	0.310	0	0.310	0.280	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
60	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0166	0	0.0166	0.000234	文献			
2回目評価 原材料調達・生産	59	リサイクルPP	0.0100	0	0.0100	0.280	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	58	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000797	0	0.000797	0.000234	文献		
2回目 原材料調達・生産			0.438	0.00038	0.438				
【ベース：材料調達・生産小計】			3.01	0.011	3.02				

表 4.2.3.9 CO₂排出量比較 (3/3)

②ベースライン			PP+タルク+ゴム+褐色ペレットによるコムス-インパネ				データ源	備考 (評価の進捗等)	
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO2排出量合計			
実証事業 終了時点 (kg- CO2/年)	部品生産	57	射出成形	1.390	0	1.390	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		56	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0221	0	0.0221	0.000234	文献	
	評価 部品生産	55	射出成形	1.13	0	1.13	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0183	0	0.0183	0.000234	文献	
	1回目 部品生産			2.56	0	2.56			
	2回目 部品生産	53	射出成形	1.390	0	1.390	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		52	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0221	0	0.0221	0.000234	文献	
	2回目評価 部品生産	51	射出成形	0.0447	0	0.0447	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		50	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000724	0	0.000724	0.000234	文献	
	2回目 部品生産			1.46	0	1.46			
	【ベース：部品生産時小計】			4.02	0	4.02			
	使用時	49	走行時	5.57	0	5.57	5.06	計算値	
		48	走行時	4.61	0	4.61	5.06	計算値	
	1回目 原材料調達・生産			10.18	0	10.18			
	2回目使用時	47	走行時	5.566	0	5.57	5.06	計算値	
	2回目評価 使用時	46	走行時	0.183	0	0.183	5.06	計算値	
		2回目 原材料調達・生産			5.75	0	5.75		
	【ベース：使用時小計】			15.9	0	15.9			
	廃棄・回収時	45	回収	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	評価 廃棄・回収時	44	シュレッダー時	0.0062	0	0.0062	0.0068	日本自動車部品工業会	
		43	燃焼	2.48	0	2.48	2.72	経済産業省	
		42	回収エネルギー	-0.86	0	-0.86	-0.95	経済産業省	
	1回目 廃棄・回収時			1.62	0	1.62			
	2回目 廃棄・回収時	41	シュレッダー時	0.0075	0	0.0075	0.0068	日本自動車部品工業会	
		40	燃焼	2.99	0	2.99	2.72	経済産業省	
		39	回収エネルギー	-0.1	0	-0.1	-0.95	経済産業省	
	2回目評価 廃棄・回収時	38	シュレッダー時	0.00025	0	0.00025	0.0068	日本自動車部品工業会	
		37	燃焼	0.0981	0	0.0981	2.72	経済産業省	
		36	回収エネルギー	-0.034	0	-0.034	-0.95	経済産業省	
	2回目 廃棄・回収時			2.98	0	2.98			
【ベース：廃棄・リサイクル時小計】			4.6	0	4.6				
【ベース合計】			27.6	0.011	27.6				
③削減量 (②-①)			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計				
実証事業 終了時点 (kg- CO2/ 年)	原材料調達・生産			2.29	0.011	2.30			
	部品生産			1.48	0	1.48			
	使用			5.91	0	5.91			
	廃棄・リサイクル			3.11	0	3.11			
	合計			12.8	0.011	12.8			

4. 3 木粉配合 PP の発泡ドアインナーモジュールの CO₂ 排出削減効果の推計
 本実証事業の開発品である木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3 倍発泡) の環境面での優位性 (温室効果ガスである CO₂ の排出量削減効果) を検証するため、木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3 倍発泡) と既存の化学発泡成形ドアインナーモジュール (2t 2 倍発泡) の材料調達・生産～部品製造のライフサイクルを通じた環境負荷 (CO₂ の排出量) の定量的な影響評価を行う。
 なお流通における CO₂ 排出量は評価対象製品もベースラインも数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

1 年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した。2 年目は材料調達・生産、部品生産、使用、廃棄・リサイクル時における LCA を評価した。

4. 3. 1 製品性能 (評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定)
 評価対象製品、ベースライン、機能単位の設定は以下の通りである。

評価対象製品：木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3 倍発泡)

ベースライン：PP-GF20 化学発泡成形ドアインナーモジュール (2t 2 倍発泡)

機能単位：ドアインナーモジュールとして部品剛性が同等のこと

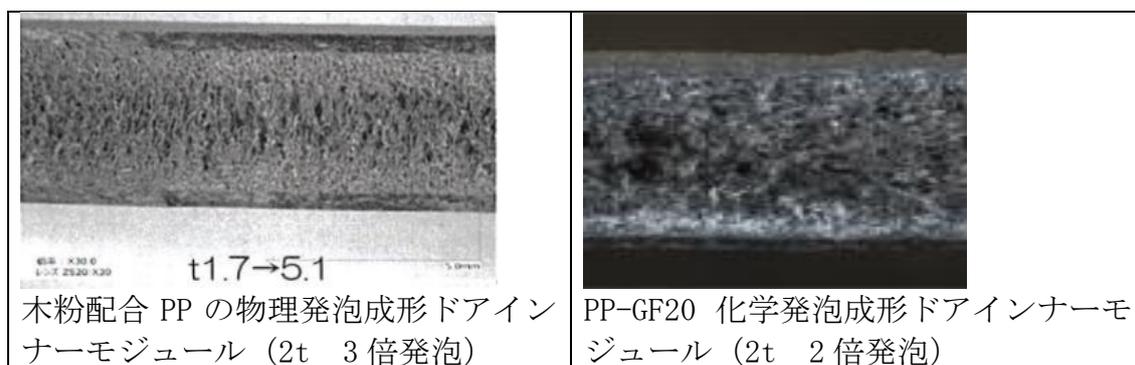


図 4. 3. 1. 1 評価対象製品とベースラインの概要

4. 3. 2 フロー図（システム境界の設定）

本 LCA では基本的に以下の各プロセスを含むものとする。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

先述したように1年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した（①、②、③）。2年目は1年目の範囲に加え、部品生産のマテリアルリサイクル時、使用時（自動車走行時）、廃棄・リサイクル時の LCA を評価した（⑤、⑥）。なお④の部品の流通に関するプロセスは、先述したように評価対象製品もベースラインも CO₂ 排出量の数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

評価対象製品である木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール(2t 3倍発泡)、ベースラインである PP-GF20 化学発泡成形ドアインナーモジュール(2t 2倍発泡)については、PP 原料となる原油は海外から調達し、残る全てのプロセスを国内での生産とした。

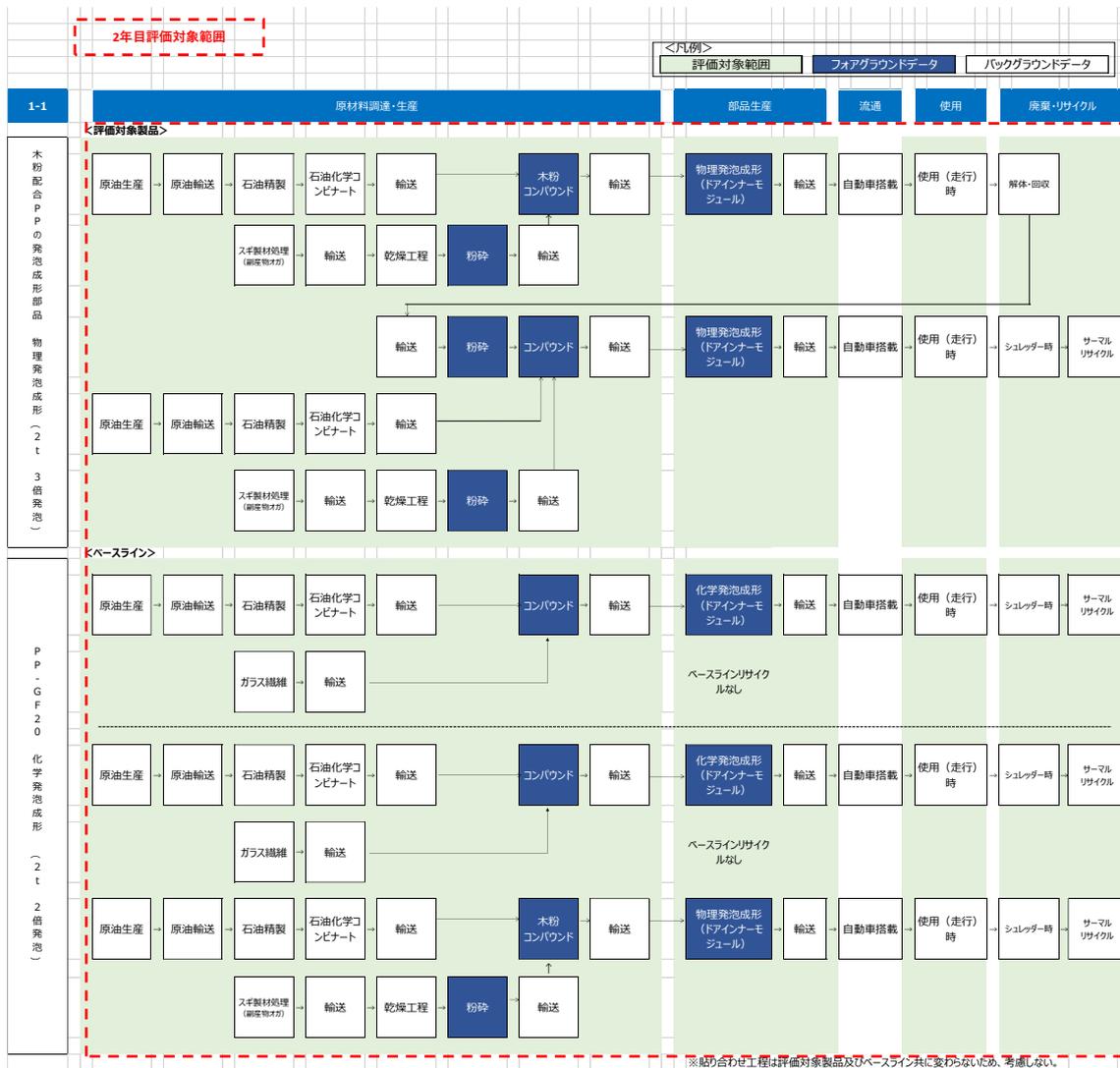


図 4.3.2.1 木粉配合PPの物理発泡成形ドインナーモジュール（2t 3倍発泡）及びPP-GF20 化学発泡成形ドインナーモジュール（2t 2倍発泡）のライフサイクルフロー図と評価範囲

4.3.3 廃棄・リサイクル時までのCO₂排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）

評価対象製品及びベースラインのライフサイクル段階ごとのCO₂排出量データを表4.3.3.1、表4.3.3.2に、歩留まりデータを表4.3.3.3、表4.3.3.3に示す。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

CO₂排出量データについて、実測が可能なものはデータを取得し、それ以外についてはLCA日本フォーラムが提供するLCAデータベースや論文等を活用しバックグラウンドデータを収集した。なおLCAデータベースとは、経済産業省ならびにNEDO技術開発機構が平成10年度から平成14年度にかけて実施した5カ年の「第1期LCAプロジェクト」の成果であり、平成15年度に期間限定で会員登録制の試験公開を実施した。このデータベースは、インベントリ分析用データ、インパクト評価用データおよび文献データから構成されている。

各工程でのCO₂排出原単位及び歩留まり等を掛け合わせ、CO₂排出量を推計した。

表 4.3.3.1 評価対象製品の木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3倍発泡) の CO₂ 排出量原単位

	プロセス	kgあたり CO ₂ 排出量合 計	データ源	データ源詳細
36	副産物おが屑	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	おが屑は 製材時の廃棄物使用 (副産物) のため おが屑製造のCO ₂ 排出は0kg-CO ₂ /kgとした
35	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
34	副産物おが屑乾燥	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	乾燥工程は燃料に同工場の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO ₂ 排出量を0でカウント。(木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含めないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf)
33	副産物おが屑砕	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
32	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
31	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
30	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
29	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
28	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
27	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
26	木粉コンパウンド	0.763000	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
25	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
24	副産物おが屑	0.000000	実測データ (フォアグラウンドデータ)	おが屑は 製材時の廃棄物使用 (副産物) のため おが屑製造のCO ₂ 排出は0kg-CO ₂ /kgとした
23	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
22	副産物おが屑乾燥	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	乾燥工程は燃料に同工場の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO ₂ 排出量を0でカウント。(木材、木くず、木炭等のバイオマス系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含めないこととされている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf)
21	副産物おが屑砕	0.252000	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
20	輸送 (営業用貨物自動車)	0	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
19	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:イ) 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
18	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ロ) 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
17	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ハ) 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
16	PP(ポリプロピレン)樹脂製造:ニ) 石油化学コンビナート	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品の L C I データ調査報告書 (PP樹脂製造 (イ) 原油生産、ロ) 原油輸送、ハ) 石油精製、ニ) 石油化学コンビナート合計 = 1.482653kg-CO ₂ /kg)
15	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
14	粉碎	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
13	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
12	木粉コンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
11	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
10	物理発泡成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
9	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
8	物理発泡成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
7	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トナリ) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
6	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
5	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当たりのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO ₂ 排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
4	回収	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
3	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
2	燃焼	2.72	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
1	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純焼却2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収系気2.01kg)

表 4.3.3.2 ベースラインの PP-GF20 化学発泡成形ドアインナーモジュール (2t 2倍発泡) の CO₂ 排出量

	プロセス	kgあたり CO ₂ 排出量合計	データ源	データ源詳細
84	ガラス繊維	2.40	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO ₂ 換算量共通原単位データベース (ガラス繊維)
83	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
82	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ① 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
81	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ② 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
80	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ③ 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
79	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ④ 石油化学コンビナート	1.06	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
78	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
77	PP-GFコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
76	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
75	ガラス繊維	2.40	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO ₂ 換算量共通原単位データベース (ガラス繊維)
74	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
73	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ① 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
72	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ② 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
71	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ③ 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
70	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ④ 石油化学コンビナート	1.06	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
69	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
68	PP-GFコンパウンド	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
67	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
66	副産物おが屑	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	おが屑は 製材時の廃棄物使用 (副産物) のため おが屑製造のCO ₂ 排出は0kg-CO ₂ /kgとした
65	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
64	副産物おが屑乾燥	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	乾燥工程は燃料に工場内の廃棄物の樹皮を使用しているため、CO ₂ 排出量を0でカウント。(木材、木くず、木炭等のバイオ系系の燃料の使用に伴う二酸化炭素の排出については、植物により大気中から吸収された二酸化炭素が再び大気中に排出されるものであるため、排出量には含まないこととしている。https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf)
63	副産物おが屑粉	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
62	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
61	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ① 原油生産	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
60	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ② 原油輸送	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
59	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ③ 石油精製	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
58	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ④ 石油化学コンビナート	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	石油化学製品のL C Iデータ調査報告書 (PP樹脂製造 (①) 原油生産、②) 原油輸送、③) 石油精製、④) 石油化学コンビナート合計=1.482653kg-CO ₂ /kg)
57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
56	木粉加工	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	実測値 (フォアグラウンドデータ)
55	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
54	化学発泡成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
53	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
52	化学発泡成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
51	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
50	物理発泡成形	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)	実測データ (フォアグラウンドデータ)
49	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00	文献	輸送機関別輸送量 (トン) あたりCO ₂ 排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO ₂ /トンキロ
48	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷係数について、単位燃料当りの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当りのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃費消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品の質量1kgあたりのCO ₂ 排出量は以下のよう計算される。0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74L/部品kg=5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前後となっている。
47	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷係数について、単位燃料当りの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当りのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃費消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品の質量1kgあたりのCO ₂ 排出量は以下のよう計算される。0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74L/部品kg=5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前後となっている。
46	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷係数について、単位燃料当りの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン1MJ当りのCO ₂ 排出量は0.08411 kg-CO ₂ /MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃費消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品の質量1kgあたりのCO ₂ 排出量は以下のよう計算される。0.08411 kg-CO ₂ /MJ×34.6MJ/L×1.74L/部品kg=5.06kg-CO ₂ /kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前後となっている。
45	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
44	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
43	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー-控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
42	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO ₂ 0.0068kg
41	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
40	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー-控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
41	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
38-1	燃焼 (植物)	-2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
38	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
37	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO ₂ /kg→回収エネルギー-控除後1.77kg-CO ₂ /kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)

表 4.3.3.3 評価対象製品の木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3倍発泡) の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
物理発泡成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
部品粉碎時歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
木粉コンバウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
副残物おが屑乾燥時歩留まり	0.540	実測データ (フォアグラウンドデータ) ※おが屑の水分が約50%ある

表 4.3.3.4 ベースラインの PP-GF20 化学発泡成形ドアインナーモジュール (2t 2倍発泡) の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
化学発泡成形歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)
PP-GFコンバウンド歩留まり	0.980	実測データ (フォアグラウンドデータ)

評価対象製品

木粉配合 PP の物理発泡成形ドアインナーモジュール (2t 3 倍発泡) の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアインナーモジュール 0.736kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736 \text{ kg} = 3.72 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 3.72kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.736kg の輸送を想定しており、輸送距離は 81.90km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 81.90 \text{ km} \times 0.736 \text{ kg} = 0.0141 \text{ kg-CO}_2$$

物理発泡成形歩留まりは 98% のため、物理発泡成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{物理発泡成形時の必要材料量} : 0.736 \text{ kg} \div 0.980 = 0.751 \text{ kg}$$

物理発泡成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

物理発泡成形時：

$$1.239 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.751 \text{ kg} = 0.930 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 0.944kg-CO₂ である。

材料調達・生産

木粉コンパウンド 0.751kg の輸送を想定しており、輸送距離は 93.80km

である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 93.80\text{km} \times 0.751\text{kg} = 0.0165\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{木粉コンパウンド製造時の材料必要量：} 0.751\text{kg} \div 0.980 = 0.766\text{kg}$$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$\underline{0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.766\text{kg} = 0.584\text{kg-CO}_2}$$

コンパウンドの重量構成は PP が 88%、木粉が 12% である。PP 及び木粉の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{PP の必要材料量：} 0.766\text{kg} \times 0.880 = 0.674\text{kg}$$

$$\text{木粉の必要材料量：} 0.766\text{kg} \times 0.120 = 0.0919\text{kg}$$

PP 0.674kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.674\text{kg} = 0.0599\text{kg-CO}_2}$$

PP 0.674kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.0704\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.0413\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$\underline{0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.170\text{kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート：

$$\underline{1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.717\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉（粉砕品）0.0919kg の輸送を想定しており、輸送距離は 295.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 295.00\text{km} \times 0.0919\text{kg} = 0.00634\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉 0.0919kg の粉砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$\underline{0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0920\text{kg} = 0.0232\text{kg-CO}_2}$$

おが粉は 46%が水分であり、そのためおが粉 0.0919kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量： $0.0919\text{kg} \div 0.540 = 0.170\text{kg}$

おが粉 0.170kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は 0 とした。

副残物おが粉 0.170kg の輸送を想定しており、輸送距離は 2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.170\text{kg} = 0.0000875\text{kg-CO}_2$

副残物おが粉 0.170kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は 0 とした。

1 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 1.69kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、ドアインナーモジュールを回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかる CO₂ 排出量は 0 kg-CO₂ である。

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 6.36kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドインナーモジュール 0.736kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$\underline{5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 3.72\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 3.72kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.736kg の輸送を想定しており、輸送距離は 81.90km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 81.90\text{km} \times 0.736\text{kg} = 0.0141\text{kg-CO}_2}$$

物理発泡成形歩留まりは 98% のため、物理発泡成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{物理発泡成形時の必要材料量} : 0.736\text{kg} \div 0.980 = 0.751\text{kg}$$

物理発泡成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

物理発泡成形時：

$$\underline{1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.751\text{kg} = 0.930\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 0.944kg-CO₂ である。

材料調達・生産

木粉コンパウンド 0.751kg の輸送を想定しており、輸送距離は 93.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 93.80\text{km} \times 0.751\text{kg} = 0.0165\text{kg-CO}_2}$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、木粉コンパウンド製

造時の必要材料量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時の材料必要量： $0.751\text{kg} \div 0.980 = 0.766\text{kg}$

木粉コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$\underline{0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.766\text{kg} = 0.584\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の木粉コンパウンドには、1 回目の回収品を破砕後、コンパウンド材料として活用する。ただし、回収品の破砕時の歩留まりは 98% のため、回収ドアインナーモジュールと、それを補填する新材の必要量は以下の様に計算される。

回収ドアインナーモジュール： $0.736\text{kg} \times 0.980 = 0.721\text{kg}$

新材の必要材料量： $0.766\text{kg} - 0.721\text{kg} = 0.0453\text{kg}$

回収材

回収されたドアインナーモジュール 0.736kg は、愛知県半田市から愛知県稲沢市に輸送され（輸送距離 64.60km）、そこで破砕され新材と混合してコンパウンドされる。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 64.60\text{km} \times 0.736\text{kg} = 0.0111\text{kg-CO}_2}$$

回収されたドアインナーモジュール 0.736kg の破砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ドアインナーモジュール破砕時：

$$\underline{0.736 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 0.185 \text{ kg-CO}_2/\text{kg}}$$

新材

コンパウンドの重量構成は PP が 88%、木粉が 12% である。PP 及び木粉の必要材料量を以下に計算する。

PP の必要材料量： $0.0453\text{kg} \times 0.880 = 0.0399\text{kg}$

木粉の必要材料量： $0.0453\text{kg} \times 0.120 = 0.00544\text{kg}$

PP 0.0399kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.0399\text{kg} = 0.00352\text{kg-CO}_2}$$

PP 0.0399kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$\underline{0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0399\text{kg} = 0.00414\text{kg-CO}_2}$$

原油輸送：

$$\underline{0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0399\text{kg} = 0.00243\text{kg-CO}_2}$$

石油精製：

$$\underline{0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0399\text{kg} = 0.0100\text{kg-CO}_2}$$

石油化学コンビナート：

$$\underline{1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0399\text{kg} = 0.0421\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉（粉砕品）0.00544kg の輸送を想定しており、輸送距離は295.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉砕品）輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 295.00\text{km} \times 0.00544\text{kg} = 0.000376\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉0.00544kg の粉砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$\underline{0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00544\text{kg} = 0.00137\text{kg-CO}_2}$$

おが粉は46%が水分であり、そのためおが粉0.00544kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

$$\text{乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量} : 0.00544\text{kg} \div 0.540 = 0.0101\text{kg}$$

おが粉0.0101kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は0とした。

副残物おが粉0.0101kg の輸送を想定しており、輸送距離は2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.0101\text{kg} = 0.00000520\text{kg-CO}_2}$$

副残物おが粉0.0101kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は0とした。

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 0.861kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、ドアインナーモジュール 0.736kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 0.0050\text{kg -CO}_2}$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$\underline{2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 2.00 \text{ kg -CO}_2}$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出される CO₂ は、植物が生長過程に大気から吸収した CO₂ と同量となるため、大気中の CO₂ を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生する CO₂ 排出量は含まないため、木粉部分の 0.00883kg で計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$- (2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00883\text{kg}) = -0.240\text{kg -CO}_2$$

ドアインナーモジュール 0.736kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = -0.70\text{kg-CO}_2$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.07kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 6.60kg-CO₂ である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 7.45kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 1.89kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 2.55kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.07kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 13.0kg-CO₂ である。

ベースライン

ベースラインである PP-GF20 化学発泡成形ドアインナーモジュール (2t 2倍発泡) の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアインナーモジュール 0.892kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892 \text{ kg} = 4.51 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 4.51kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.892kg の輸送を想定しており、輸送距離は 81.90km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 81.90 \text{ km} \times 0.892 \text{ kg} = 0.0171 \text{ kg-CO}_2$$

化学発泡成形の歩留まりは 98% のため、化学発泡成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{化学発泡成形時の必要材料量} : 0.892 \text{ kg} \div 0.980 = 0.910 \text{ kg}$$

化学発泡成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

化学発泡成形時：

$$1.239 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.910 \text{ kg} = 1.13 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 1.14kg-CO₂ である。

材料調達・生産

コンパウンド (PP-GF) 0.910kg の輸送を想定しており、輸送距離は 93.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド (PP-GF) 輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 93.80\text{km} \times 0.910\text{kg} = 0.0200\text{kg-CO}_2$$

PP-GF コンパウンド製造時の歩留まりは 98% のため、PP-GF コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{PP-GF コンパウンド製造時の必要材料量} : 0.910\text{kg} \div 0.980 = 0.929\text{kg}$$

PP-GF コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP-GF コンパウンド製造時 :

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.929\text{kg} = 0.709\text{kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成は PP が 80%、ガラス繊維が 20% である。PP 及びガラス繊維の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{PP の必要材料量} : 0.929\text{kg} \times 0.800 = 0.743\text{kg}$$

$$\text{ガラス繊維の必要材料量} : 0.929\text{kg} \times 0.200 = 0.186\text{kg}$$

PP 0.743kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.743\text{kg} = 0.0661\text{kg-CO}_2$$

PP 0.743kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産 :

$$0.104519\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.0777\text{kg-CO}_2$$

原油輸送 :

$$0.061316\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.0456\text{kg-CO}_2$$

石油精製 :

$$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.188\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート :

$$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.791\text{kg-CO}_2$$

ガラス繊維 0.186kg の輸送を想定しており、輸送距離は 222.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ガラス繊維輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 222.00\text{km} \times 0.186\text{kg} = 0.00966\text{kg-CO}_2$$

ガラス繊維 0.186kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ガラス繊維製造時 :

$$\underline{2.40\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.186\text{kg} = 0.446\text{kg-CO}_2}$$

1 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 2.35kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、シュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = 0.0061 \text{ kg -CO}_2}$$

サーマルリサイクルで発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$\underline{2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = 2.43\text{kg -CO}_2}$$

ドアインナーモジュールのガラス繊維以外の 0.714kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = -0.68\text{kg-CO}_2}$$

1 回目の廃棄・リサイクル時の CO₂ 排出量は 1.59kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 9.60kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアインナーモジュール 0.892kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892 \text{ kg} = 4.51 \text{ kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアインナーモジュール 0.736kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736 \text{ kg} = 3.72 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 8.24kg-CO₂ である。

部品生産

部品 0.892kg の輸送を想定しており、輸送距離は 81.90km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 81.90\text{km} \times 0.892\text{kg} = 0.0171\text{kg-CO}_2}$$

化学発泡成形の歩留まりは 98% のため、化学発泡成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{化学発泡成形時の必要材料量：} 0.892\text{kg} \div 0.980 = 0.910\text{kg}$$

化学発泡成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

化学発泡成形時：

$$\underline{1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.910\text{kg} = 1.13\text{kg-CO}_2}$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

部品 0.736kg の輸送を想定しており、輸送距離は 81.90km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 81.90\text{km} \times 0.736\text{kg} = 0.0141\text{kg-CO}_2}$$

物理発泡成形歩留まりは 98% のため、物理発泡成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{物理発泡成形時の必要材料量：} 0.736\text{kg} \div 0.980 = 0.751\text{kg}$$

物理発泡成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

物理発泡成形時：

$$\underline{1.239\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.751\text{kg} = 0.930\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 2.1kg-CO₂ である。

材料調達・生産

コンパウンド (PP-GF) 0.910kg の輸送を想定しており、輸送距離は 93.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

コンパウンド (PP-GF) 輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 93.80\text{km} \times 0.910\text{kg} = 0.0200\text{kg-CO}_2$$

PP-GF コンパウンド製造時の歩留まりは 98%のため、PP-GF コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{PP-GF コンパウンド製造時の必要材料量} : 0.910\text{kg} \div 0.980 = 0.929\text{kg}$$

PP-GF コンパウンド製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP-GF コンパウンド製造時 :

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.929\text{kg} = 0.709\text{kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成は PP が 80%、ガラス繊維が 20%である。PP 及びガラス繊維の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{PP の必要材料量} : 0.929\text{kg} \times 0.800 = 0.743\text{kg}$$

$$\text{ガラス繊維の必要材料量} : 0.929\text{kg} \times 0.200 = 0.186\text{kg}$$

PP0.743kg の輸送を想定しており、輸送距離は 380.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

PP 輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.743\text{kg} = 0.0661\text{kg-CO}_2$$

PP0.743kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

原油生産 :

$$0.104519\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.0777\text{kg-CO}_2$$

原油輸送 :

$$0.061316\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.0456\text{kg-CO}_2$$

石油精製 :

$$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.188\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート :

$$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{樹脂 kg} \times 0.743\text{kg} = 0.791\text{kg-CO}_2$$

ガラス繊維 0.186kg の輸送を想定しており、輸送距離は 222.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ガラス繊維輸送時 :

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 222.00\text{km} \times 0.186\text{kg} = 0.00966\text{kg-CO}_2$$

ガラス繊維 0.186kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ガラス繊維製造時 :

$$2.40\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.186\text{kg} = 0.446\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比

べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

木粉コンパウンド0.751kgの輸送を想定しており、輸送距離は93.80kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 93.80\text{km} \times 0.751\text{kg} = 0.0165\text{kg-CO}_2$$

木粉コンパウンド製造時の歩留まりは98%のため、木粉コンパウンド製造時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{木粉コンパウンド製造時の材料必要量：} 0.751\text{kg} \div 0.980 = 0.766\text{kg}$$

木粉コンパウンド製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

木粉コンパウンド製造時：

$$0.763\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.766\text{kg} = 0.584\text{kg-CO}_2$$

コンパウンドの重量構成はPPが88%、木粉が12%である。PP及び木粉の必要材料量を以下に計算する。

$$\text{PPの必要材料量：} 0.766\text{kg} \times 0.880 = 0.674\text{kg}$$

$$\text{木粉の必要材料量：} 0.766\text{kg} \times 0.120 = 0.0919\text{kg}$$

PP0.674kgの輸送を想定しており、輸送距離は380.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

PP輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 380.00\text{km} \times 0.674\text{kg} = 0.0599\text{kg-CO}_2$$

PP 0.674kgの製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

原油生産：

$$0.104519\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.0704\text{kg-CO}_2$$

原油輸送：

$$0.061316\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.0413\text{kg-CO}_2$$

石油精製：

$$0.252688\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.170\text{kg-CO}_2$$

石油化学コンビナート：

$$1.064129\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.674\text{kg} = 0.717\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉（粉碎品）0.0919kgの輸送を想定しており、輸送距離は295.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉（粉碎品）輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 295.00\text{km} \times 0.0919\text{kg} = 0.00634\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉 0.0919kg の粉砕時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉粉砕時：

$$0.252\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0919\text{kg} = 0.0232\text{kg-CO}_2$$

おが粉は 46%が水分であり、そのためおが粉 0.920kg を製造するために必要な量をおが粉量を計算する。

$$\text{乾燥おが粉製造時に必要なおが粉量} : 0.0919\text{kg} \div 0.540 = 0.170\text{kg}$$

おが粉 0.170kg の乾燥については製材時の副産物を利用するため CO₂ 排出量は 0 とした。

副残物おが粉 0.170kg の輸送を想定しており、輸送距離は 2.20km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

副残物おが粉輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 2.20\text{km} \times 0.170\text{kg} = 0.000088\text{kg-CO}_2$$

副残物おが粉 0.170kg は製材時の副産物のため、生産時の CO₂ 排出量は 0 とした。

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 4.04kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、シュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = 0.0061 \text{ kg -CO}_2$$

サーマルリサイクルで発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = 2.43\text{kg -CO}_2$$

ドアインナーモジュールのガラス繊維以外の 0.714kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.892\text{kg} = -0.68\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生

材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、ドアインナーモジュール 0.736kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 0.0050\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg であるため、燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = 2.00\text{kg -CO}_2$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出される CO₂ は、植物が生長過程に大気から吸収した CO₂ と同量となるため、大気中の CO₂ を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生する CO₂ 排出量は含まないため、木粉部分の 0.00883kg で計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$-(2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.00883\text{kg}) = -0.240\text{ kg -CO}_2$$

ドアインナーモジュール 0.736kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.736\text{kg} = -0.70\text{kg-CO}_2$$

2 回目の廃棄・リサイクル時の CO₂ 排出量は 2.68kg-CO₂ である。

2 回目の材料調達～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 17.0kg-CO₂ である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 12.75kg-CO₂ である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 3.23kg-CO₂ である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 6.40kg-CO₂ である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 4.27kg-CO₂ である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 26.65kg-CO₂ である。

評価対象製品とベースラインの比較

CO₂ 削減量は

原材料調達・生産時：6.40kg-CO₂-2.55kg-CO₂=3.85kg-CO₂

部品生産時：3.23kg-CO₂-1.89kg-CO₂=1.34kg-CO₂

使用時：12.75kg-CO₂-7.45kg-CO₂=5.30kg-CO₂

廃棄・リサイクル時：4.27kg-CO₂-1.07kg-CO₂=3.20kg-CO₂

合計削減量：

3.85kg-CO₂+1.34kg-CO₂+5.30kg-CO₂+3.20kg-CO₂=13.70kg-CO₂

表 4.3.3.5 CO₂排出削減効果

CO ₂ 排出量と削減効果 (kg-CO ₂ /部品)			
	評価対象製品CO ₂ 排出量	ベースラインCO ₂ 排出量	CO ₂ 排出削減効果 (ベースライン-評価対象製品)
原材料調達・生産	2.55	6.40	3.85
部品生産	1.89	3.23	1.34
使用	7.45	12.75	5.30
廃棄・リサイクル時	1.07	4.27	3.20
合計	12.95	26.65	13.70

表 4.3.3.6 CO₂ 排出量比較 (1/2)

③評価対象製品			木粉配合PPの発泡成形部品 物理発泡成形 (2t 3倍発泡)						
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO2排出量合計	データ源	備考 (評価の進捗等)	
1回目 原材料調達・生産	36	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	35	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0000875	0	0.0000875	0.000234	文献		
	34	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	33	副産物おが屑粉砕	0.0232	0	0.0232	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	32	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00634	0	0.00634	0.000234	文献		
	31	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: f) 原油生産	0.0698	0.00061	0.0704	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
	30	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: d) 原油輸送	0.0413	0	0.0413	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
	29	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ハ) 石油精製	0.1680	0.0015	0.1700	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
	28	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ニ) 石油化学コンビナート	0.7100	0.0062	0.7170	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース		
	27	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0599	0	0.0599	0.000234	文献		
	26	木粉コンパウンド	0.5840	0	0.5840	0.763000	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
	25	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0165	0	0.0165	0.000234	文献		
	1回目 原材料調達・生産			1.68	0.0083	1.69			
	2回目 原材料調達・生産	24	副産物おが屑	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		23	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000005	0	0.000005	0.000234	文献	
		22	副産物おが屑乾燥	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		21	副産物おが屑粉砕	0.0014	0	0.0014	0.252000	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		20	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00038	0	0.00038	0.000234	文献	
		19	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: f) 原油生産	0.00410	0.000036	0.00414	0.104519	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		18	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: d) 原油輸送	0.00243	0	0.00243	0.061316	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		17	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ハ) 石油精製	0.00991	0.000087	0.01000	0.252688	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		16	PP(ポリプロピレン)樹脂製造: ニ) 石油化学コンビナート	0.0417	0.00037	0.0421	1.064129	LCA日本フォーラム・LCAデータベース	
		15	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00352	0	0.00352	0.000234	文献	
		14	粉砕	0.185	0	0.185	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
		13	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0111	0	0.0111	0.000234	文献	
12		木粉コンパウンド	0.5840	0	0.5840	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)		
11		輸送 (営業用貨物自動車)	0.016500	0	0.016500	0.000234	文献		
2回目 原材料調達・生産			0.860	0.00049	0.861				
【評価: 材料調達・生産小計】			2.54	0.0088	2.55				
1回目 部品生産	10	物理発泡成形	0.930	0	0.930	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	9	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0141	0	0.0141	0.000234	文献		
	1回目 部品生産			0.944	0	0.944			
2回目 部品生産	8	物理発泡成形	0.930	0	0.930	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	7	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0141	0	0.0141	0.000234	文献		
	2回目 部品生産			0.944	0	0.944			
【評価: 部品生産小計】			1.89	0	1.89				
1回目 使用時	6	走行時	3.72	0	3.72	5.06	計算値		
	1回目 使用時			3.72	0	3.72			
2回目 使用時	5	走行時	3.72	0	3.72	5.06	計算値		
	2回目 使用時			3.72	0	3.72			
【評価: 使用時小計】			7.45	0	7.45				
1回目 廃棄・回収時	4	回収	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)		
	1回目 廃棄・回収時			0	0	0			
2回目 廃棄・回収時	3	シュレッダー時	0.0050	0	0.0050	0.0068	日本自動車部品工業会		
	2	燃焼	2.00	0	2.00	2.72	経済産業省		
	2-1	燃焼 (植物)	-0.240	0	-0.240	-2.72	経済産業省		
	1	回収エネルギー	-0.70	0	-0.70	-0.95	経済産業省		
	2回目 廃棄・回収時			1.07	0	1.07			
【評価: 廃棄・リサイクル時小計】			1.07	0	1.07				
【評価合計】			12.9	0.0088	13.0				

表 4.3.3.7 CO₂ 排出量比較 (2/2)

ベースライン		PP-GF20 化学発泡成形 (2x 2部発泡)				データ源	備考 (評価の進捗等)	
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたり CO ₂ 排出量合計			
1回目 原材料調達・生産	84	ガラス繊維	0.442	0.004	0.446	2.40	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	
	83	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00966	0	0.00966	0.000234	文庫	
	82	PP(的)アクリレン)樹脂製造: f) 原油 生産	0.0770	0.00068	0.0777	0.104519	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	81	PP(的)アクリレン)樹脂製造: g) 原油 輸送	0.0456	0	0.0456	0.061316	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	80	PP(的)アクリレン)樹脂製造: h) 石油 精製	0.186	0.0016	0.1880	0.252688	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	79	PP(的)アクリレン)樹脂製造: c) 石油 化学エビネート	0.784	0.0069	0.791	1.06	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	78	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0661	0	0.0661	0.000234	文庫	
	77	PP-GFコンパウンド	0.709	0	0.709	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
	76	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0200	0	0.02000	0.000234	文庫	
	原材料調達・生産		2.34	0.013	2.35			
	2回目 原材料調達・生産	75	ガラス繊維	0.442	0.004	0.446	2.40	CO ₂ 換算量共通原単位データベース
		74	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00966	0	0.00966	0.000234	文庫
		73	PP(的)アクリレン)樹脂製造: f) 原油 生産	0.0770	0.00068	0.0777	0.104519	LCA日本フォーム-LCAデータベース
		72	PP(的)アクリレン)樹脂製造: g) 原油 輸送	0.0456	0	0.0456	0.061316	LCA日本フォーム-LCAデータベース
71		PP(的)アクリレン)樹脂製造: h) 石油 精製	0.186	0.0016	0.1880	0.252688	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
70		PP(的)アクリレン)樹脂製造: c) 石油 化学エビネート	0.784	0.0069	0.791	1.06	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
69		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0661	0	0.0661	0.000234	文庫	
68		PP-GFコンパウンド	0.709	0	0.709	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
67		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0200	0	0.02000	0.000234	文庫	
66		副産物が別	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
65		輸送 (営業用貨物自動車)	0.000088	0	0.000088	0.000234	文庫	
64		副産物が別	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
63		副産物が別	0.0232	0	0.0232	0.252	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
評価 原材料調達・生産		62	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00634	0	0.00634	0.000234	文庫
	61	PP(的)アクリレン)樹脂製造: f) 原油 生産	0.0698	0	0.0704	0.104519	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	60	PP(的)アクリレン)樹脂製造: g) 原油 輸送	0.0413	0	0.0413	0.061316	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	59	PP(的)アクリレン)樹脂製造: h) 石油 精製	0.168	0.0015	0.170	0.252688	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	58	PP(的)アクリレン)樹脂製造: c) 石油 化学エビネート	0.710	0.0062	0.717	1.064129	LCA日本フォーム-LCAデータベース	
	57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0599	0	0.0599	0.000234	文庫	
	56	木粉コンパウンド	0.584	0	0.584	0.763	実測値 (フォアグラウンドデータ)	
	55	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0165	0	0.0165	0.000234	文庫	
	2回目 原材料調達・生産		4.02	0.021	4.04			
	【ベース: 原材料調達・生産小計】		6.36	0.034	6.40			
	1回目 部品生産	54	化学発泡成形	1.12	0.010	1.13	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)
		53	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0171	0	0.0171	0.000234	文庫
		部品生産		1.13	0.010	1.14		
	2回目 部品生産	52	化学発泡成形	1.12	0.010	1.13	1.239	実測データ (フォアグラウンドデータ)
51		輸送 (営業用貨物自動車)	0.0171	0	0.0171	0.000234	文庫	
部品生産		1.13	0.010	1.14				
評価 部品生産	50	物理発泡成形	0.930	0	0.930	1.24	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	49	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0141	0	0.0141	0.000234	文庫	
	評価 部品生産		2.08	0.010	2.09			
【ベース: 部品生産小計】		3.2	0.020	3.2				
1回目 使用時	48	走行時	4.51	0	4.51	5.06	計算値	
	使用時		4.51	0	4.51			
	2回目 使用時	47	走行時	4.51	0	4.51	5.06	計算値
使用時		4.51	0	4.51				
評価 使用時		46	走行時	3.72	0	3.72	5.06	計算値
	評価 使用時		8.24	0	8.24			
	【ベース: 使用時小計】		12.75	0	12.75			
1回目 廃棄・回収時	45	シュレッダー時	0.0061	0	0.0061	0.00680	日本自動車部品工業会	
	44	燃焼	2.43	0	2.43	2.72	経済産業省	
	43	回収エネルギー	-0.84	0	-0.84	-0.95	経済産業省	
	廃棄・回収時		1.59	0	1.59			
2回目 廃棄・回収時	42	シュレッダー時	0.0061	0	0.0061	0.00680	日本自動車部品工業会	
	41	燃焼	2.43	0	2.43	2.72	経済産業省	
	40	回収エネルギー	-0.84	0	-0.84	-0.95	経済産業省	
	廃棄・回収時		1.59	0	1.59			
評価 廃棄・回収時	39	シュレッダー時	0.0050	0	0.0050	0.0068	日本自動車部品工業会	
	38	燃焼	2.00	0	2.00	2.72	経済産業省	
	38-1	燃焼 (積荷)	-0.240	0	-0.240	-2.72	経済産業省	
	37	回収エネルギー	-0.68	0	-0.68	-0.95	経済産業省	
評価 廃棄・回収時		2.68	0	2.68				
【ベース: 廃棄・回収時小計】		4.27	0	4.27				
【ベース合計】		26.59	0.054	26.65				
③ 削減量 (E-E)		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計				
高圧生産 終了時点 (kg-CO ₂ /年)	原材料調達・生産		3.82	0.025	3.85			
	部品生産		1.32	0.020	1.34			
	使用時		5.30	0	5.30			
	廃棄・リサイクル		3.20	0	3.20			
	合計		13.65	0.045	13.70			

4. 4 パルプモールド補剛鋼板のCO₂排出削減効果の推計

本実証事業の開発品であるパルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）の環境面での優位性（温室効果ガスであるCO₂の排出量削減効果）を検証するため、パルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）と既存の0.7t 鋼板 1 m²（5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g）の材料調達・生産～部品製造のライフサイクルを通じた環境負荷（CO₂の排出量）の定量的な影響評価を行う。

なお流通におけるCO₂排出量は評価対象製品もベースラインも数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

1年目は材料調達・生産～部品製造までのLCAを評価した。2年目は材料調達・生産、部品生産、使用、廃棄・リサイクル時におけるLCAを評価した。

4. 4. 1 製品性能（評価対象製品・ベースライン・機能単位の設定） 評価対象製品、ベースライン、機能単位の設定は以下の通りである。

評価対象製品：パルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）

ベースライン：0.7t 鋼板 1 m²（5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g）

機能単位：ドアアウターパネル：パルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 : 0.7t 鋼板に対し同等レベルの剛性を持つこと

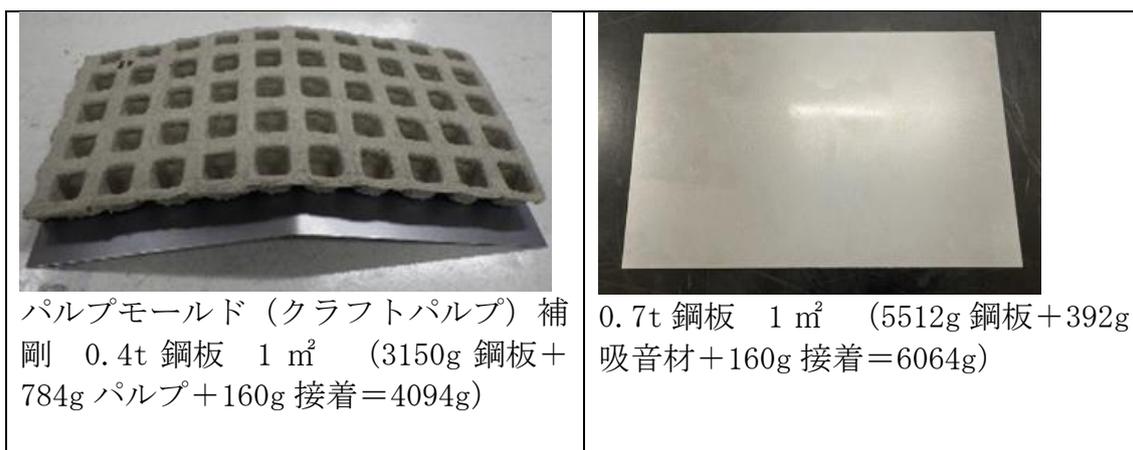


図 4. 4. 1. 1 評価対象製品とベースラインの概要

4. 4. 2 フロー図（システム境界の設定）

本 LCA では基本的に以下の各プロセスを含むものとする。

- ①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス
- ②材料の生産に関するプロセス
- ③部品の生産に関するプロセス
- ④部品の流通に関するプロセス
- ⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス
- ⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

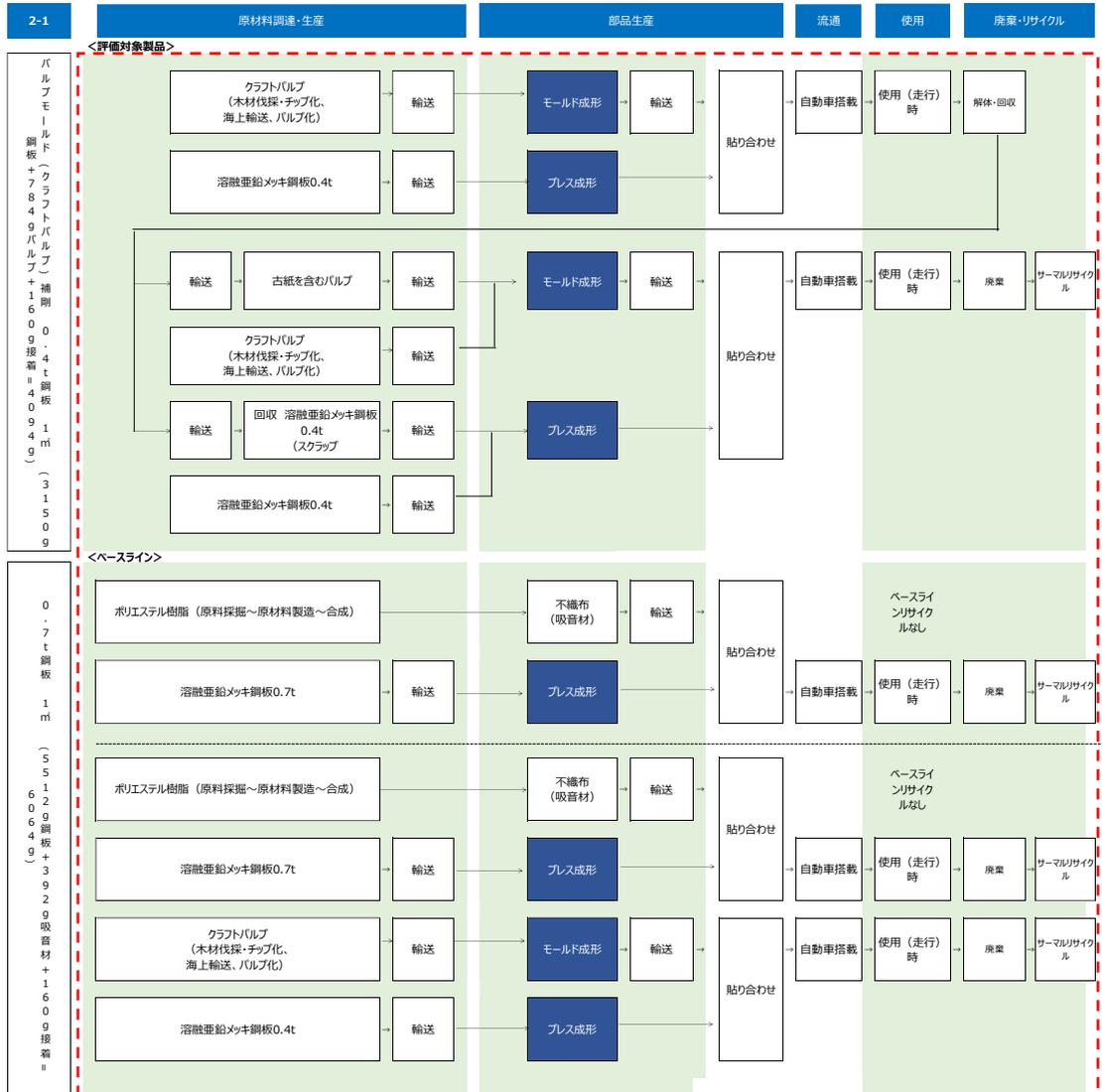
先述したように 1 年目は材料調達・生産～部品製造までの LCA を評価した（①、②、③）。2 年目は 1 年目の範囲に加え、部品生産のマテリアルリサイクル時、使用時（自動車走行時）、廃棄・リサイクル時の LCA を評価した（⑤、⑥）。

なお④の部品の流通に関するプロセスは、先述したように評価対象製品もベースラインも CO₂ 排出量の数値に違いが無いため、評価対象範囲からは除外した。

評価対象製品であるパルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）、ベースラインである 0.7t 鋼板 1 m²（5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g）については、原料となるクラフトパルプ、原油は海外から調達し、残る全てのプロセスを国内での生産とした。

2年目評価対象範囲

<凡例>
 評価対象範囲 フォアグラウンドデータ バックグラウンドデータ



※貼り合わせ工程は評価対象製品及びベースライン共に変わらないため、考慮しない。

図 4.4.2.1 パルプモールド (クラフトパルプ) 補剛 0.4t 鋼板 1 m² (3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g) 及び 0.7 t 鋼板 1 m² (5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g) のライフサイクルフロー図と評価範囲

4.4.3 廃棄・リサイクル時までのCO₂排出量比較と削減見込み（ライフサイクルインベントリ分析）

評価対象製品のライフサイクル段階ごとのCO₂排出量データを表4.4.3.1、表4.4.3.2に、歩留まりデータを表4.4.3.3、表4.4.3.3に示す。

①材料に関する海外から日本までの輸送に関するプロセス

②材料の生産に関するプロセス

③部品の生産に関するプロセス

④部品の流通に関するプロセス

⑤部品の使用（自動車の走行）に関するプロセス

⑥部品の廃棄、リサイクルに関するプロセス

CO₂排出量データについて、実測が可能なものはデータを取得し、それ以外についてはLCA日本フォーラムが提供するLCAデータベースや論文等を活用しバックグラウンドデータを収集した。なおLCAデータベースとは、経済産業省ならびにNEDO技術開発機構が平成10年度から平成14年度にかけて実施した5カ年の「第1期LCAプロジェクト」の成果であり、平成15年度に期間限定で会員登録の試験公開を実施した。このデータベースは、インベントリ分析用データ、インパクト評価用データおよび文献データから構成されている。

各工程でのCO₂排出原単位及び歩留まり等を掛け合わせ、CO₂排出量を推計した。

表 4.4.3.1 評価対象製品のパルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）の CO₂ 排出量原単位

	プロセス	kgあたり CO2排出量合計	データ源	データ源詳細
26	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
25	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
24	クラフトパルプ	1.26	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企画課循環型社会推進室	3R 原単位の算出方法
23	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
22	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
21	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
20	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
19	クラフトパルプ	1.26	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企画課循環型社会推進室	3R 原単位の算出方法
18	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
17	溶融亜鉛メッキ鋼板（スクラップ材を使用）	0.001064	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
16	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
15	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
14	古紙パルプ（再生上質紙・古紙70%以上）	1.108	日本製紙連合会「紙の LCI データ算定概要」	再生上質紙・古紙70%以上
13	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
12	プレス成形	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 4.22E-02kg-CO2e/単位
11	モールド成形	1.18	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
10	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
9	プレス成形	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 4.22E-02kg-CO2e/単位
8	モールド成形	1.18	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
7	輸送（営業用貨物自動車）	0.000234	文献	輸送機関別輸送量（トン）あたりCO2排出原単位（貨物）の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
6	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L（ガソリン）である。ガソリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
5	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L（ガソリン）である。ガソリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
4	回収	0	実測データ（フォアグラウンドデータ）	実測データ（フォアグラウンドデータ）
3	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダー処理時の原単位（kg/製品重量（kg）） CO2 0.0068kg
2	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg（電力0.023kWh、重油0.6g）
2-1	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg（電力0.023kWh、重油0.6g）
1	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO2/kg（回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg）

表 4.4.3.2 ベースラインの 0.7 t 鋼板 1 m² (5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g) の CO₂ 排出量

	プロセス	kgあたり CO2排出量合計	データ源	データ源詳細
58	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.00232	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
56	ポリエステル長繊維	7.10	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース (ポリエステル長繊維) (原料採取~原料製造~合成~紡糸)
55	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.00232	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
53	ポリエステル長繊維	7.10	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース (ポリエステル長繊維) (原料採取~原料製造~合成~紡糸)
52	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ
51	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
50	クラフトパルプ	1.26	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企業環境管理課社会推進室	3R 原単位の算出方法
49	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
48	プレス成形	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 4.22E-02kg-CO2e/単位
47	フェルト・不織布	7.01	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース (フェルト・不織布)
46	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
45	プレス成形	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 4.22E-02kg-CO2e/単位
44	フェルト・不織布	7.01	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース (フェルト・不織布)
43	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
42	プレス成形	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベース 4.22E-02kg-CO2e/単位
41	モールド成形	1.18	実測データ (ファアグラウンドデータ)	実測データ (ファアグラウンドデータ)
40	輸送 (営業用貨物自動車)	0.000234	文献	輸送機関別輸送量 (ト)あたりCO2排出原単位 (貨物) の営業用貨物自動車 234g-CO2/トンキロ
39	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガリン) である。ガリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
38	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガリン) である。ガリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
37	走行時	5.06	計算値	自動車部品の質量1kgあたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは34.6MJ/L (ガリン) である。ガリン1MJ当たりのCO2排出量は0.08411 kg-CO2/MJである。また自動車部品1kgあたりの生涯燃焼消費量は1.74L/部品kgであることから、自動車部品1kgの生涯走行時のCO2排出量は以下のように計算される。 0.08411 kg-CO2/MJ×34.6MJ/L×1.74 L/部品kg = 5.06kg-CO2/kg なお、上記数値はJAPIA LCI算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は122,171km前提となっている。
36	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダ処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO2 0.0068kg
35	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
34	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO2/kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
33	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダ処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO2 0.0068kg
32	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
31	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO2/kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)
30	シュレッダー時	0.0068	日本自動車部品工業会	シュレッダ処理時の原単位 (kg/製品重量 (kg)) CO2 0.0068kg
29	燃焼	2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
29-1	燃焼 (補物)	-2.72	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg (電力0.023kWh、重油0.6g)
28	回収エネルギー	-0.95	経済産業省	単純燃焼2.72kg-CO2/kg→回収エネルギー控除後1.77kg-CO2/kg (回収電力1.09kWh、回収蒸気2.01kg)

表 4.4.3.3 評価対象製品のパルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
モールド成形歩留まり	0.950	実測データ（フォアグラウンドデータ）
プレス成形歩留まり	0.800	実測データ（フォアグラウンドデータ）

表 4.4.3.4 ベースラインの 0.7 t 鋼板 1 m²（5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g）の歩留まり

プロセス	歩留まり	データ源
不織布製造歩留まり	0.980	公開データが存在しないため、繊維メーカーからのヒアリングから作成。
プレス成形歩留まり	0.800	実測データ（フォアグラウンドデータ）

評価対象製品

パルプモールド（クラフトパルプ）補剛 0.4t 鋼板 1 m²（3150g 鋼板+784g パルプ+160g 接着=4094g）の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L（ガソリン）である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアアウターパネル 4.094kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 4.094 \text{ kg} = 20.7 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 20.7kg-CO₂ である。

部品生産

モールド成形部品 0.784kg の輸送を想定しており、輸送距離は 10.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 10.50 \text{ km} \times 0.784 \text{ kg} = 0.00193 \text{ kg-CO}_2$$

モールド成形歩留まりは 95% のため、モールド成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{モールド成形時の必要材料量} : 0.784 \text{ kg} \div 0.950 = 0.825 \text{ kg}$$

モールド成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

モールド成形時：

$$1.18 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.825 \text{ kg} = 0.971 \text{ kg-CO}_2$$

プレス成形歩留まりは 80% のため、プレス成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{プレス成形時の必要材料量} : 3.15 \text{ kg} \div 0.800 = 3.94 \text{ kg}$$

プレス成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

プレス成形時：

$$4.22 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.94 \text{ kg} = 16.6 \text{ kg-CO}_2$$

部品生産時の CO₂ 排出量は 17.6kg-CO₂ である。

材料調達・生産

モールド成形品製造時のクラフトパルプ必要材料量は 0.825kg である。クラフトパルプは輸送時、50%水分の状態では輸送するため、輸送重量は 2 倍の 1.65kg となる。

クラフトパルプ 1.65kg の輸送を想定しており、輸送距離は 269.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 269.00\text{km} \times 1.65\text{kg} = 0.104\text{kg-CO}_2$$

クラフトパルプ製造時の必要量は 0.825kg となる。クラフトパルプ製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

クラフトパルプ製造時：

$$1.26\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.825\text{kg} = 1.04\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板 3.94kg の輸送を想定しており、輸送距離は 33.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 3.94\text{kg} = 0.0304\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の必要量は 3.94kg となる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時：

$$0.002318\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.94\text{kg} = 0.00913\text{kg-CO}_2$$

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 1.18kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

解体事業者にて使用済自動車から部品を取外し、ドアアウターパネルを回収するが、廃棄場所も回収場所も同じ愛知県半田市である。そのため、廃棄・回収にかかる CO₂ 排出量は 0 kg-CO₂ である。

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 0kg-CO₂ である。

1 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 39.5kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアアウターパネル 4.094kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 4.094 \text{ kg} = 20.7 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 20.7kg-CO₂ である。

部品生産

モールド成形部品 0.784kg の輸送を想定しており、輸送距離は 10.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 10.50 \text{ km} \times 0.784 \text{ kg} = 0.00193 \text{ kg-CO}_2$$

モールド成形歩留まりは 95% のため、モールド成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{モールド成形時の必要材料量} : 0.784 \text{ kg} \div 0.950 = 0.825 \text{ kg}$$

モールド成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

モールド成形時：

$$1.18 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.825 \text{ kg} = 0.971 \text{ kg-CO}_2$$

プレス成形歩留まりは 80% のため、プレス成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{プレス成形時の必要材料量} : 3.15 \text{ kg} \div 0.800 = 3.94 \text{ kg}$$

プレス成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

プレス成形時：

$$4.22 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.94 \text{ kg} = 16.6 \text{ kg-CO}_2$$

2 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 17.6kg-CO₂ である。

材料調達・生産

回収されたドアアウターパネルは 100% 回収され、モールド成形品 0.784kg は古紙パルプに、プレス成形品 3.15kg は溶融亜鉛メッキ鋼板の再生材として利用される。

モールド成形品製造時のクラフトパルプ必要材料量は 0.825kg であるそのため、新材必要量は以下で計算される。

新材の必要材料量： $0.825\text{kg}-0.784\text{kg}=0.041\text{kg}$

プレス成形品製造時の鋼板必要材料量は 3.94kg であるそのため、新材必要量は以下で計算される。

新材の必要材料量： $3.94\text{kg}-3.15\text{kg}=0.79\text{kg}$

回収材

回収したモールド成形品 0.784kg の輸送を想定しており、輸送距離は 271.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 271.00\text{km} \times 0.784\text{kg} = 0.0497\text{kg-CO}_2$

古紙パルプ製造時の必要量は 0.784kg となる。古紙パルプ製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

古紙パルプ製造時：

$1.108\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.784\text{kg} = 0.869\text{kg-CO}_2$

パルプは輸送時、50%水分の状態に輸送するため、輸送重量は 2 倍の 1.57kg となる。

クラフトパルプ 1.57kg の輸送を想定しており、輸送距離は 269.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 269.00\text{km} \times 1.57\text{kg} = 0.0987\text{kg-CO}_2$

回収したプレス成形品 3.15kg の輸送を想定しており、輸送距離は 4.80km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 4.80\text{km} \times 3.15\text{kg} = 0.00354\text{kg-CO}_2$

溶融亜鉛メッキ鋼板（スクラップを使用した場合）の製造時の必要量は 3.15kg となる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板（スクラップを使用した場合）製造時：

$0.001064\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.15\text{kg} = 0.00335\text{kg-CO}_2$

溶融亜鉛メッキ鋼板 3.15kg の輸送を想定しており、輸送距離は 33.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 3.15\text{kg} = 0.0243\text{kg-CO}_2$

新材

クラフトパルプ製造時の必要量は 0.041kg となる。クラフトパルプ製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

クラフトパルプ製造時：

$$1.26\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.041\text{kg} = 0.0517\text{kg-CO}_2$$

クラフトパルプは輸送時、50%水分の状態での輸送するため、輸送重量は2倍の0.082kgとなる。

クラフトパルプ0.082kgの輸送を想定しており、輸送距離は269.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 269.00\text{km} \times 0.082\text{kg} = 0.00516\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の必要量は0.79kgとなる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時：

$$0.002318\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.79\text{kg} = 0.00183\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板0.79kgの輸送を想定しており、輸送距離は33.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 0.79\text{kg} = 0.00610\text{kg-CO}_2$$

2回目の材料調達・生産時のCO₂排出量は1.11kg-CO₂である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレツダーで発生するCO₂排出量は0.0068kg-CO₂/kgであるため、ドアアウターパネル4.094kgのシュレツダー時のCO₂排出量を以下のように計算した。

シュレツダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 4.094\text{kg} = 0.028\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生するCO₂排出量は2.72kg-CO₂/kgである。ドアアウターパネルの溶融亜鉛メッキ鋼板を除く0.949kgの燃焼時のCO₂排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.949\text{kg} = 2.58\text{kg -CO}_2$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出されるCO₂は、植物が生長過程に大気から吸収したCO₂と同量となるため、大気中のCO₂を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生するCO₂排出量は含まないため、木粉部分の0.0784kgで計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$- (2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0784\text{kg}) = -2.13\text{kg -CO}_2$$

ドアアウターパネルの溶融亜鉛メッキ鋼板を除く 0.949kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.949\text{kg} = -0.90\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は-0.42kg-CO₂である。

2 回目の材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 39.0kg-CO₂である。

合計

使用時の CO₂ 排出量は 41.4kg-CO₂である。

部品生産時の CO₂ 排出量は 35.2kg-CO₂である。

材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 2.30kg-CO₂である。

廃棄・回収時の CO₂ 排出量は-0.42kg-CO₂である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂ 排出量は 78.5kg-CO₂である。

ベースライン

ベースラインである 0.7t 鋼板 1 m² (5512g 鋼板+392g 吸音材+160g 接着=6064g) の CO₂ 排出量を以下のように推計した。

1 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6 \text{ MJ/L} \times 1.74 \text{ L/部品 kg} = 5.06 \text{ kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアアウターパネル 6.064kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.064 \text{ kg} = 30.7 \text{ kg-CO}_2$$

1 回目の使用時の CO₂ 排出量は 30.7kg-CO₂ である。

部品生産

不織布 0.392kg の輸送を想定しており、輸送距離は 669.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234 \text{ kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 669.00 \text{ km} \times 0.392 \text{ kg} = 0.0614 \text{ kg-CO}_2$$

不織布製造時の生産歩留まりは 98% であり、製造中に端材となったポリエステル繊維は再度製造に利用されないため、0.392kg の不織布を製造するのに必要なポリエステル繊維は以下のように計算した。

$$0.392 \text{ kg} \div 0.980 = 0.400 \text{ kg}$$

不織布製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

不織布製造時：

$$7.01 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.400 \text{ kg} = 2.80 \text{ kg-CO}_2$$

プレス成形歩留まりは 80% のため、プレス成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{プレス成形時の必要材料量} : 5.512 \text{ kg} \div 0.800 = 6.89 \text{ kg}$$

プレス成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

プレス成形時：

$$4.22\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.89\text{kg} = 29.1\text{kg-CO}_2$$

1 回目の部品生産時の CO₂ 排出量は 31.9kg-CO₂ である。

材料調達・生産

ポリエステル長繊維 0.400kg の製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

ポリエステル長繊維製造時：

$$7.10\text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.400\text{kg} = 2.84\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板 6.89kg の輸送を想定しており、輸送距離は 33.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 6.89\text{kg} = 0.0532\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の必要量は 6.89kg となる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時：

$$0.002318\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.89\text{kg} = 0.0160\text{kg-CO}_2$$

1 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 2.91kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、ドアアウターパネル 6.064kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.064\text{kg} = 0.041\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg である。ドアアウターパネルの溶融亜鉛めっき鋼板以外の 0.552kg 燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.552\text{kg} = 1.50\text{kg -CO}_2$$

ドアアウターパネルの溶融亜鉛めっき鋼板以外の 0.552kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして

回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.552\text{kg} = -0.52\text{kg-CO}_2}$$

1 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 1.02kg-CO₂ である。

使用～廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 66.6kg-CO₂ である。

2 回目

使用時

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアアウターパネル 6.064kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$\underline{5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.064\text{kg} = 30.7\text{kg-CO}_2}$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

自動車部品の質量 1kg あたりの環境負荷量について、単位燃料当たりの発生エネルギーは 34.6MJ/L (ガソリン) である。ガソリン 1MJ 当たりの CO₂ 排出量は 0.08411 kg-CO₂/MJ である。また自動車部品 1kg あたりの生涯燃焼消費量は 1.74L/部品 kg であることから、自動車部品 1kg の生涯走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

$$0.08411 \text{ kg-CO}_2/\text{MJ} \times 34.6\text{MJ/L} \times 1.74\text{L/部品 kg} = 5.06\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$$

なお、上記数値は JAPIA LCI 算出ガイドライン等からの数値であり、生涯走行距離は 122,171km 前提となっている。

ドアアウターパネル 4.094kg の走行時の CO₂ 排出量は以下のように計算される。

使用時：

$$5.06\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 4.094\text{kg} = 20.7\text{kg-CO}_2$$

2 回目の使用時の CO₂ 排出量は 51.4kg-CO₂ である。

部品生産

不織布 0.392kg の輸送を想定しており、輸送距離は 669.00km である。
輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 669.00\text{km} \times 0.392\text{kg} = 0.0614\text{kg-CO}_2$$

不織布製造時の生産歩留まりは 98% であり、製造中に端材となったポリエステル繊維は再度製造に利用されないため、0.392kg の不織布を製造するのに必要なポリエステル繊維は以下のように計算した。

$$0.392\text{kg} \div 0.980 = 0.400\text{kg}$$

不織布製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

不織布製造時：

$$7.01\text{-CO}_2/\text{kg} \times 0.400\text{kg} = 2.80\text{kg-CO}_2$$

プレス成形歩留まりは 80% のため、プレス成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{プレス成形時の必要材料量} : 5.512\text{kg} \div 0.800 = 6.89\text{kg}$$

プレス成形時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

プレス成形時：

$$4.22\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.89\text{kg} = 29.1\text{kg-CO}_2$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

モールド成形部品 0.784kg の輸送を想定しており、輸送距離は 10.50km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

部品輸送時：

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 10.50\text{km} \times 0.784\text{kg} = 0.0101\text{kg-CO}_2}$$

モールド成形歩留まりは95%のため、モールド成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{モールド成形時の必要材料量} : 0.784\text{kg} \div 0.980 = 0.825\text{kg}$$

モールド成形時のCO₂排出量を以下のように計算した。

モールド成形時 :

$$\underline{1.18\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.825\text{kg} = 0.923\text{kg-CO}_2}$$

プレス成形歩留まりは80%のため、プレス成形時の必要材料量を以下のように計算した。

$$\text{プレス成形時の必要材料量} : 3.15\text{kg} \div 0.800 = 3.94\text{kg}$$

プレス成形時のCO₂排出量を以下のように計算した。

プレス成形時 :

$$\underline{4.22\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.94\text{kg} = 16.6\text{kg-CO}_2}$$

2回目の部品生産時のCO₂排出量は49.5kg-CO₂である。

材料調達・生産

ポリエステル長繊維 0.400kg の製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

ポリエステル長繊維製造時 :

$$\underline{7.10 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.400\text{kg} = 2.84\text{kg-CO}_2}$$

溶融亜鉛メッキ鋼板 6.89kg の輸送を想定しており、輸送距離は33.00kmである。輸送時のCO₂排出量を以下のように計算した。

素材輸送時 :

$$\underline{0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 6.89\text{kg} = 0.0532\text{kg-CO}_2}$$

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の必要量は6.89kgとなる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時のCO₂排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時 :

$$\underline{0.002318\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.89\text{kg} = 0.0160\text{kg-CO}_2}$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷

をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

モールド成形品製造時のクラフトパルプ必要材料量は 0.825kg である。クラフトパルプは輸送時、50%水分の状態では輸送するため、輸送重量は2倍の1.65kgとなる。

クラフトパルプ 1.65kg の輸送を想定しており、輸送距離は 269.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 269.00\text{km} \times 1.65\text{kg} = 0.104\text{kg-CO}_2$$

クラフトパルプ製造時の必要量は 0.825kg となる。クラフトパルプ製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

クラフトパルプ製造時：

$$1.26\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.825\text{kg} = 1.04\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板 3.94kg の輸送を想定しており、輸送距離は 33.00km である。輸送時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

素材輸送時：

$$0.000234\text{kg-CO}_2/\text{kgkm} \times 33.00\text{km} \times 1.65\text{kg} = 0.0304\text{kg-CO}_2$$

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の必要量は 3.94kg となる。溶融亜鉛メッキ鋼板製造時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

溶融亜鉛メッキ鋼板製造時：

$$0.002318\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 3.94\text{kg} = 0.00913\text{kg-CO}_2$$

2 回目の材料調達・生産時の CO₂ 排出量は 4.09kg-CO₂ である。

廃棄・回収時

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、ドアアウターパネル 6.064kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 6.064\text{kg} = 0.041\text{kg -CO}_2$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg である。ドアアウターパネルの溶融亜鉛めっき鋼板以外の 0.552kg 燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.552\text{kg} = 1.50\text{kg -CO}_2$$

ドアアウターパネルの溶融亜鉛めっき鋼板以外の 0.552kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして

回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.552\text{kg} = -0.52\text{kg-CO}_2}$$

評価対象製品では回収品のリサイクルを行っている。廃棄物から再生材料を製造するリサイクルの環境負荷をリサイクルしない場合と比べる LCA では、再生材料を新品の材料から製造する場合の環境負荷をリサイクルしない場合に加えて比較することになる。

使用済自動車のシュレッダーで発生する CO₂ 排出量は 0.0068kg-CO₂/kg であるため、ドアアウターパネル 4.094kg のシュレッダー時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

シュレッダー時：

$$\underline{0.0068\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 4.094\text{kg} = 0.028\text{kg -CO}_2}$$

燃焼時に発生する CO₂ 排出量は 2.72kg-CO₂/kg である。ドアアウターパネルの溶融亜鉛メッキ鋼板を除く 0.949kg の燃焼時の CO₂ 排出量を以下のように計算した。

燃焼時：

$$\underline{2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.949\text{kg} = 2.58\text{kg -CO}_2}$$

ただし植物や植物を原料とする製品の燃焼時に排出される CO₂ は、植物が生長過程に大気から吸収した CO₂ と同量となるため、大気中の CO₂ を増やすことにはならない。そのため、燃焼時に発生する CO₂ 排出量は含まないため、木粉部分の 0.0784kg で計算した。

燃焼時植物吸収考慮：

$$\underline{-(2.72\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.0784\text{kg}) = -2.13\text{kg -CO}_2}$$

ドアアウターパネルの溶融亜鉛メッキ鋼板を除く 0.949kg のサーマルリサイクルを行う。サーマルリサイクルで発生する熱をエネルギーとして回収することで CO₂ 排出量の削減につながる。回収エネルギーによる CO₂ 排出削減量は 0.95kg-CO₂/kg であるため、以下のように計算した。

回収エネルギー時：

$$\underline{-0.95\text{kg-CO}_2/\text{kg} \times 0.949\text{kg} = -0.90\text{kg-CO}_2}$$

2 回目の廃棄・回収時の CO₂ 排出量は 9.15kg-CO₂ である。

2回目の使用～廃棄・回収時の CO₂排出量は 114.1kg-CO₂である。

合計

使用時の CO₂排出量は 82.1kg-CO₂である。

部品生産時の CO₂排出量は 81.4kg-CO₂である。

材料調達・生産時の CO₂排出量は 7.00kg-CO₂である。

廃棄・回収時の CO₂排出量は 10.6kg-CO₂である。

材料調達～部品生産～使用時～廃棄・回収時 CO₂排出量は 102.2kg-CO₂である。

評価対象製品とベースラインの比較

CO₂削減量は

原材料調達・生産時：7.00kg-CO₂-2.30kg-CO₂=4.71kg-CO₂

部品生産時：81.4kg-CO₂-35.1kg-CO₂=46.3kg-CO₂

使用時：82.1kg-CO₂-41.4kg-CO₂=40.7kg-CO₂

廃棄・リサイクル時：10.2kg-CO₂-(-0.42kg-CO₂)=10.6kg-CO₂

合計削減量：

4.71kg-CO₂+46.3kg-CO₂+40.7kg-CO₂+10.6kg-CO₂=102.2kg-CO₂

表 4.4.3.5 CO₂排出削減効果

CO ₂ 排出量と削減効果 (kg-CO ₂ /部品)			
	評価対象製品CO ₂ 排出量	ベースラインCO ₂ 排出量	CO ₂ 排出削減効果 (ベースライン-評価対象製品)
原材料調達・生産	2.30	7.00	4.71
部品生産	35.2	81.4	46.3
使用	41.4	82.1	40.7
廃棄・リサイクル時	-0.42	10.2	10.6
合計	78.5	180.7	102.2

表 4.4.3.6 CO₂ 排出量比較 (1/2)

③評価対象製品			バルブモールド (クラフトバルブ) 補剛 0.4t鋼板 1㎡ (3150g鋼板+784gバルブ+160g接着 = 4094g)				データ源	備考 (評価の進捗等)
			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計	kgあたりCO ₂ 排出量合計		
1回目 原材料調達・生産	26	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.00905	0.000079	0.00913	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	
	25	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0304	0	0.0304	0.000234	文献	
	24	クラフトバルブ	1.04	0	1.04	1.26	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企画課循環型社会推進室	
	23	輸送 (営業用貨物自動車)	0.104	0	0.104	0.000234	文献	
	1回目 原材料調達・生産			1.18	0.000079	1.18		
2回目 原材料調達・生産	22	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00610	0	0.00610	0.000234	文献	
	21	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.00181	0.000016	0.00183	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	
	20	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00516	0	0.00516	0.000234	文献	
	19	クラフトバルブ	0.0517	0	0.0517	1.260000	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企画課循環型社会推進室	
	18	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0243	0	0.0243	0.000234	文献	
	17	溶融亜鉛メッキ鋼板 (スクラップ材を使用)	0.00332	0.000029	0.00335	0.001064	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの棒鋼のデータ	
	16	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00354	0	0.00354	0.000234	文献	
	15	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0987	0	0.0987	0.000234	文献	
	14	古紙バルブ (再生上質紙、古紙70%以上)	0.869	0	0.869	1.108	日本製紙連合会「紙の LCI データ算定概要」	
	13	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0497	0	0.0497	0.000234	文献	
2回目 原材料調達・生産			1.11	0.000045	1.11			
【評価：材料調達・生産小計】			2.30	0.00012	2.30			
1回目 部品生産	12	プレス成形	16.6	0	16.6	4.22	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	
	11	モールド成形	0.971	0	0.971	1.18	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	10	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00193	0	0.00193	0.000234	文献	
	1回目 部品生産			17.6	0	17.6		
2回目 部品生産	9	プレス成形	16.6	0	16.6	4.22	CO ₂ 換算量共通原単位データベース	
	8	モールド成形	0.971	0	0.971	1.18	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	7	輸送 (営業用貨物自動車)	0.00193	0	0.00193	0.000234	文献	
	2回目 部品生産			17.6	0	17.6		
【評価：部品生産小計】			35.2	0	35.2			
1回目 使用時	6	走行時	20.7	0	20.7	5.06	計算値	
	1回目 使用時			20.7	0	20.7		
2回目 使用時	5	走行時	20.7	0	20.7	5.06	計算値	
	2回目 使用時			20.7	0	20.7		
【評価：使用時小計】			41.4	0	41.4			
1回目 廃棄・回収時	4	回収	0	0	0	0	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	1回目 廃棄・回収時			0	0	0		
2回目 廃棄・回収時	3	シュレッター時	0.028	0	0.028	0.0068	日本自動車部品工業会	
	2	燃焼	2.6	0	2.6	2.72	経済産業省	
	2-1	燃焼 (植物)	-2.13	0	-2.13	-2.72	経済産業省	
	1	回収エネルギー	-0.90	0	-0.90	-0.95	経済産業省	
	2回目 廃棄・回収時			-0.42	0	-0.42		
【評価：廃棄・リサイクル時小計】			-0.42	0	-0.42			
【評価合計】			78.5	0.00012	78.5			

表 4.4.3.7 CO₂ 排出量比較 (2/2)

2ベースライン		0.7鋼板 1m ² (5512g鋼板+392g吸音材+160g接着=6064g)				kgあたり CO2排出量合計	データ源	備考 (評価の進捗等)
		エネルギー起源	非エネルギー起源	合計				
1回目 原材料調達・生産	58	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.0159	0.00014	0.0160	0.00232	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの轉鋼のデータ	
	57	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0532	0	0.0532	0.000234	文献	
	56	ポリエステル系繊維	2.81	0.025	2.84	7.10	CO2換算量共通原単位データベース	
原材料調達・生産			2.88	0.025	2.91			
2回目 原材料調達・生産	55	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.0159	0.00014	0.0160	0.00232	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの轉鋼のデータ	
	54	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0532	0	0.0532	0.000234	文献	
	53	ポリエステル系繊維	2.81	0.025	2.84	7.10	CO2換算量共通原単位データベース	
評価 原材料調達・生産	52	溶融亜鉛メッキ鋼板	0.00905	0.000079	0.00913	0.002318	一般社団法人日本鉄鋼連盟データの轉鋼のデータ	
	51	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0304	0	0.0304	0.000234	文献	
	50	クラフトパルプ	1.04	0	1.04	1.26	環境省 廃棄物・リサイクル対策部 企業評価環境社会推進室	
	49	輸送 (営業用貨物自動車)	0.104	0	0.104	0.000234	文献	
評価 原材料調達・生産			4.07	0.025	4.09			
【ベース：材料調達・生産小計】			6.95	0.050	7.00			
1回目 部品生産	48	プレス成形	29.1	0	29.1	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	
	47	フェルト・不織布	2.80	0	2.80	7.01	CO2換算量共通原単位データベース	
	46	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0614	0	0.0614	0.000234	文献	
部品生産			31.9	0	31.9			
2回目 部品生産	45	プレス成形	29.1	0	29.1	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	
	44	フェルト・不織布	2.80	0	2.80	7.01	CO2換算量共通原単位データベース	
	43	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0614	0	0.0614	0.000234	文献	
評価 部品生産	42	プレス成形	16.6	0	16.6	4.22	CO2換算量共通原単位データベース	
	41	モールド成形	0.923	0	0.923	1.18	実測データ (フォアグラウンドデータ)	
	40	輸送 (営業用貨物自動車)	0.0101	0	0.0101	0.000234	文献	
評価 部品生産			49.5	0	49.5			
【ベース：部品生産時小計】			81.4	0	81.4			
1回目 使用時	39	走行時	30.7	0	30.7	5.06	計算値	
	使用時			30.7	0	30.7		
2回目 使用時	38	走行時	30.7	0	30.7	5.06	計算値	
	使用時			30.7	0	30.7	5.06	計算値
評価 使用時	評価 使用時			51.4	0	51.4		
	【ベース：使用時小計】			82.1	0	82.1		
1回目 廃棄・回収時	36	シュレッダー時	0.041	0	0.041	0.0068	日本自動車部品工業会	
	35	燃焼	1.5	0	1.5	2.72	経済産業省	
	34	回収エネルギー	-0.52	0	-0.52	-0.95	経済産業省	
廃棄・回収時			1.0	0	1.0			
2回目 廃棄・回収時	33	シュレッダー時	0.041	0	0.041	0.0068	日本自動車部品工業会	
	32	燃焼	1.5	0	1.5	2.72	経済産業省	
	31	回収エネルギー	-0.52	0	-0.52	-0.95	経済産業省	
評価 廃棄・回収時	30	シュレッダー時	0.028	0	0.028	0.0068	日本自動車部品工業会	
	29	燃焼	11.1	0	11.1	2.72	経済産業省	
	29-1	燃焼 (積物)	-2.13	0	-2.13	-2.72	経済産業省	
	28	回収エネルギー	-0.90	0	-0.90	-0.95	経済産業省	
評価 廃棄・回収時			9.15	0	9.15			
【ベース：廃棄・リサイクル時小計】			10.2	0	10.2			
【ベース合計】			180.6	0.050	180.7			
③削減量 (2-①)			エネルギー起源	非エネルギー起源	合計			
実証事業 終了時点 (2022年)	原材料調達・生産		4.65	0.050	4.71			
	部品生産		46.3	0	46.3			
	使用		40.7	0	40.7			
	廃棄・リサイクル		10.6	0	10.6			
	合計		102.2	0.050	102.2			

4. 6 まとめ

今回検討したセルロース繊維強化樹脂材料の発泡成形部品、木粉配合リサイクルPP製インパネ部品、パルプモールドを活用した鋼板補剛部品、植物繊維配合バイオプラスチック材料の内装部品のすべての水準で、材料製造時、部品製造時、使用、廃却まで想定しCO₂排出量の削減効果が認められた。またほとんどの水準で、ベースラインの部品に対し軽量化できることが想定できるため、使用（走行）を考慮した場合更なるCO₂排出削減が見込まれる。

4. 6. 1 エネルギー起源・非エネルギー起源

本事業のCO₂排出削減効果を推計する上で、多くのバックグラウンドデータを活用している。そのため化学工業製品製造工程におけるCO₂削減効果についてエネルギー起源と非エネルギー起源に明確に分離できていない。

ただし日本で排出されるCO₂の90%はエネルギー起源である。環境省の「2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量（確報値）」によれば、2018年度の日本のCO₂排出量は1,138百万トン（CO₂換算）である。そのうち93%の1,060百万トンがエネルギー起源であり、残り7%の79.0百万トンが非エネルギー起源である。また非エネルギー起源CO₂排出量においては、無機鉱物製品（セメント等）からの排出が43%を占めている。その他化学工業・金属生産が13%、その他一般廃棄物焼却・産業廃棄物焼却等が占める。非エネルギー起源となる化学工業製品製造が日本のCO₂排出量に占める比率はわずか1%以下である。今回推計したCO₂排出量をほぼエネルギー起源CO₂と考えても問題がないと考える。

仮に化学工業製品製造関連のCO₂排出量の99.08%がエネルギー起源CO₂排出量（93.06%+無機鉱物製品（セメント等）2.96%+その他一般廃棄物焼却・産業廃棄物焼却等3.06%）をエネルギー起源、0.87%を非エネルギー起源（化学工業・金属生産由来）とカウントした場合のCO₂削減効果を計算している。なお全量エネルギー起源と判断した場合は、非エネルギー起源の項目で「0」表記を行っている。

表 4.6.1.1 日本のCO₂排出量（2018年度）

項目		2018年度 CO ₂ 排出量 (百万トンCO ₂ 換算)	%
エネルギー起源CO ₂ 排出量		1,059	93.06%
非エネルギー起源 CO ₂ 排出量	無機鉱物製品（セメント等）	34	2.96%
	化学工業・金属生産	10	0.87%
	その他一般廃棄物焼却・産業廃 棄物焼却等	35	3.06%
	合計	78	6.89%
合計		1,138	100.0%

※五捨五入の関係で合計値が100%にならない

出典：「2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量（確報値）」等より作成

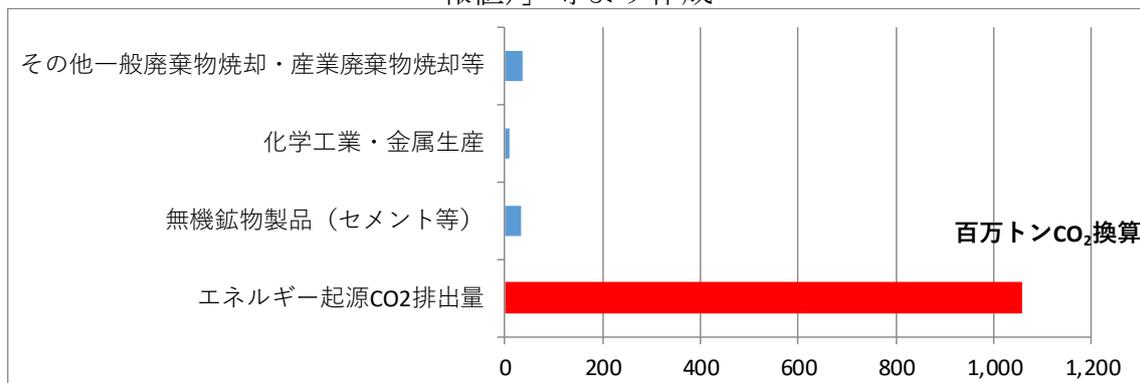


図 4.6.1.1 日本のCO₂排出量（2018年度）

出典：「2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量（確報値）」より作成

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。