

### 1. 調査の目的

自動車用材料としての炭素繊維複合材料(CFRP)は、様々な箇所に使用されている。炭素繊維複合材料を用いることにより、従来と同じ強度・安全性を保ちつつ自動車の軽量化が可能となる。CFRP自動車は、車体の17%に炭素繊維複合材料を使用しても、従来自動車以上の強度を発揮することができる。さらに炭素繊維複合材料を使用することによって機体の重量を低減することができ、走行時に消費されるガソリンの消費量を削減することができる。

本事例では、炭素繊維複合材料を導入した場合における従来型自動車からの燃費向上によるCO<sub>2</sub>排出削減量を定量的に把握するためにcLCAによる評価を行った<sup>8)</sup>。

#### 【CFRP自動車】

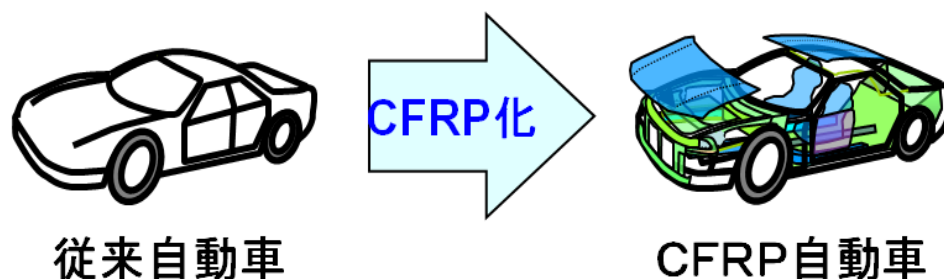


図 5. 自動車向け炭素繊維複合材料

#### ①CO<sub>2</sub>排出削減貢献の内容

軽量化により燃費が向上し、燃料消費量が削減される。

#### ②自動車に使用される化学製品例

- ・ 炭素繊維
- ・ 熱硬化性樹脂（エポキシ樹脂など）
- ・ 熱可塑性樹脂（PP樹脂など）

### 2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は自動車を対象としたものであり、そのバリューチェーンを下図に示す。

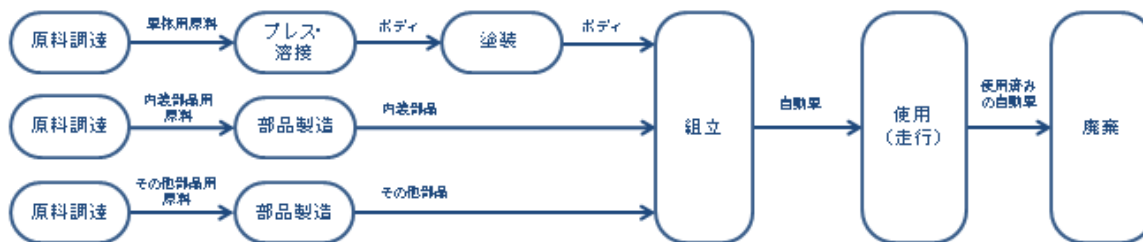


図 6. 本事例のバリューチェーン

### 3. 製品の比較

本事例は、従来材料を炭素繊維複合材料に代替した自動車（CFRP モデル）と炭素繊維複合材料を使用しない自動車（従来モデル）を対象としたものである。

2008年における評価対象製品（CFRP 自動車）のシェアはほぼ 0%、2020 年においては 1%未満と考えられる。

表 5. 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
CFRP 自動車	従来自動車

### 4. 機能単位

#### 4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は異なる素材を用いて製造した自動車の比較であり、評価対象製品と比較製品の車体重量に違いがあるため、走行時のガソリン消費量に差が生じる。どちらの製品も自動車としての機能は同じであり、機能単位は自動車 1 台とした。

CFRP 自動車を使用するによって便益を受けるユーザーは自動車の利用者である。

- ・機能  
自動車 1 台の走行
- ・機能単位  
自動車 1 台
- ・便益を受けるユーザー  
自動車の利用者

#### 4.2 品質要件

CFRP 自動車は、車体の 17%に炭素繊維複合材料を使用することによって、従来自動車と同じ強度・安全性を保ちつつ、車体の重量を低減することができ、走行時に消費されるガソリンの消費量を削減できる。

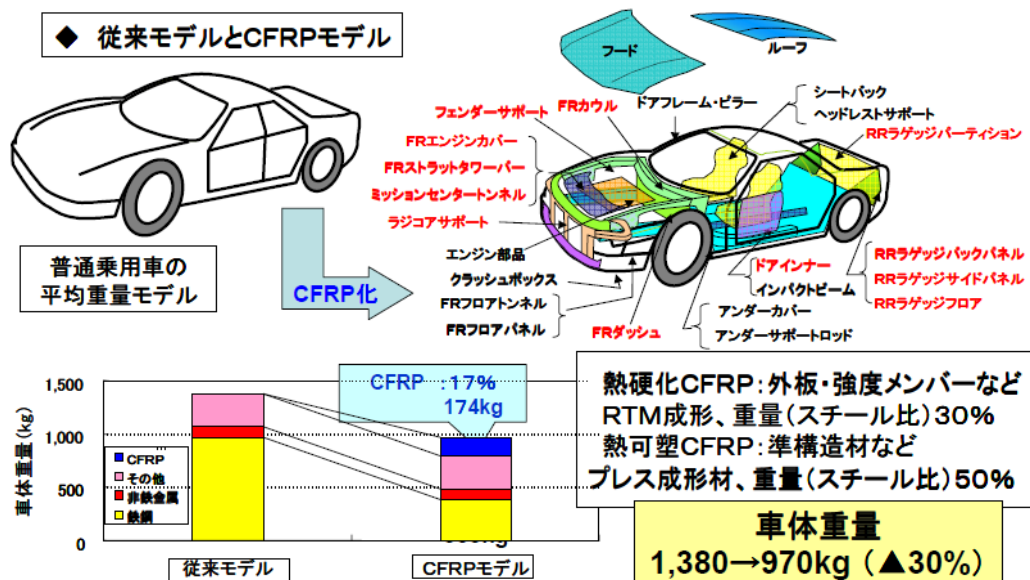


図 7. 自動車の車体構造と炭素繊維 (CFRP) の使用量

#### 4.3 製品のサービス寿命

本事例では自動車の使用年数を 10 年とした。

#### 4.4 時間的基準と地理的基準

CO<sub>2</sub> 排出量の算定に用いたデータは 2006 年頃のデータを使用し、2020 年の需要予測は、2007 年実績をベースに予想した。

排出削減貢献量は、対象年(2020 年)1 年間に製造された製品をライフエンドまで使用した際の CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量として算定されている。

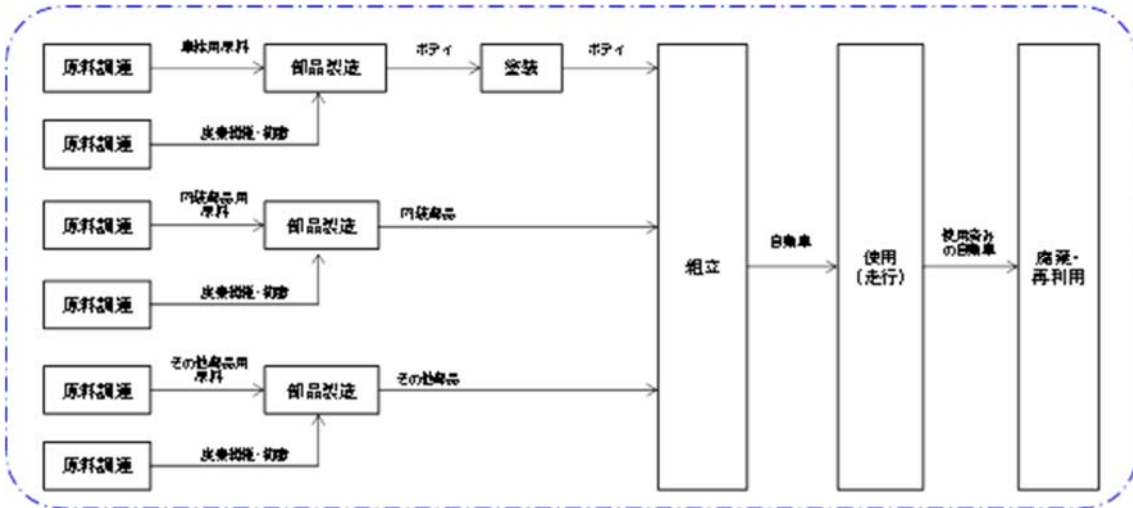
対象地域は日本と世界 (日本を含む) とした。

### 5. 算定の方法論

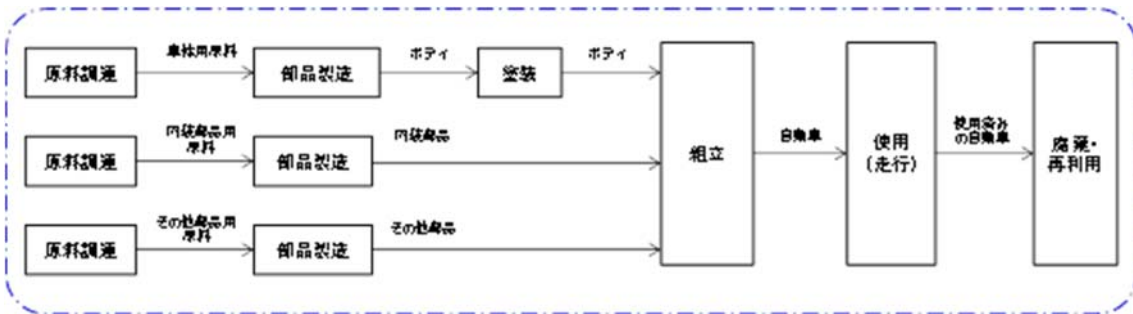
#### 5.1 システム境界

原料の製造から部品製造・自動車組立、使用 (走行)、自動車の廃棄段階を、CFRP モデルと従来モデルのそれぞれについて評価を実施した。なお、本モデルでは、自動車向け樹脂及び炭素繊維は粉碎し、射出成形時に添加することにより CFRP として再利用するベースで計算している。

【評価対象製品のシステム境界】



【比較製品のシステム境界】



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

CO<sub>2</sub>排出量を考慮しているプロセス  
 システム境界

図 8. システム境界

5.2 前提条件

- ・自動車のタイプ

ガソリンのみを燃料とする乗用自動車を対象とした。

- ・車重

CFRP モデルは 970kg/台、従来モデルは 2006 年時点の平均的な車両重量である 1,380kg/台とした。したがって CFRP モデルは従来モデルよりも車重が 30%軽量化されている。CFRP モデルに使用する CFRP は 174kg/台である。

- ・燃費<sup>9)</sup>

CFRP モデルの燃費は 12.40km/l、従来モデルは 9.83km/lとした。

注：eLCA ガイドライン<sup>10)</sup>の別紙 1 に示されているとおり、燃費に関するデータは様々な数値があるが

全ての事例で統一することは困難なため、本事例の燃費は改訂前のデータから変更していない。

・生涯走行距離<sup>1)</sup>

自動車1台の総走行距離は10年間の使用で9.4万kmとした。

### 5.3 主要パラメータ

CO<sub>2</sub>排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは走行距離、カーエアコンの使用状況、運転方法、道路状況、乗員数などが考えられる。

### 5.4 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化も起こらないと想定（2007年時のCO<sub>2</sub>削減貢献量を使用）した2020年のCO<sub>2</sub>排出量の算定をベースケースとして行った。

## 6. 貢献の度合い（重要性）

評価対象製品を使用することによって車体重量を軽量化し、走行時に消費されるガソリンの消費量を削減することができる。軽量化は燃費向上の重要な要素の一部であり、CO<sub>2</sub>排出削減に貢献している。ただし、CO<sub>2</sub>排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から自動車の走行、廃棄・リサイクルを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

## 7. CO<sub>2</sub>排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のCO<sub>2</sub>排出量を以下に示す。

評価対象製品であるCFRPモデル1台あたりのCO<sub>2</sub>排出量は26.8t-CO<sub>2</sub>、比較製品は31.4t-CO<sub>2</sub>である。

### ●原料調達～組立段階のCO<sub>2</sub>排出量

評価対象製品の原料調達段階におけるCO<sub>2</sub>排出量は5.1t-CO<sub>2</sub>/台、組立段階0.8t-CO<sub>2</sub>/台である。比較製品の原料調達段階におけるCO<sub>2</sub>排出量は3.9t-CO<sub>2</sub>、組立段階が1.2t-CO<sub>2</sub>である。

### ●使用段階のCO<sub>2</sub>排出量

評価対象製品の使用段階におけるCO<sub>2</sub>排出量は20.6t-CO<sub>2</sub>/台、比較製品は26.0t-CO<sub>2</sub>/台である。

### ●廃棄段階のCO<sub>2</sub>排出量

評価対象製品の廃棄段階におけるCO<sub>2</sub>排出量は0.3t-CO<sub>2</sub>/台、比較製品は0.3t-CO<sub>2</sub>/台である。

### ・自動車1台あたりのCO<sub>2</sub>排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のGHG排出量の差から算出したCO<sub>2</sub>排出削減貢献量は10年間で4.6t-CO<sub>2</sub>/台となる。

表 6. 自動車 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出量と CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

		CFRP モデル	従来モデル
原料～材料製造段階 CO <sub>2</sub> 排出量	(t-CO <sub>2</sub> /台)	5.1	3.9
自動車組立段階 CO <sub>2</sub> 排出量	(t-CO <sub>2</sub> /台)	0.8	1.2
自動車 使用 段階	実走行燃費 (km/l-ガソリン)	12.40	9.83
	生涯走行距離 (km)	94,000	
	生涯ガソリン使用量 (ℓ)	7,580	9,560
	ガソリン燃焼時 CO <sub>2</sub> 排出量 <sup>12)</sup> (kg-CO <sub>2</sub> /ℓ)	2.72	
	使用段階 CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /台・10 年)	20.6	26.0
廃棄・リサイクル段階 CO <sub>2</sub> 排出量	(t-CO <sub>2</sub> /台)	0.3	0.3
ライフサイクル全体の CO <sub>2</sub> 排出量	(t-CO <sub>2</sub> /台・10 年)	26.8	31.4
CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量	(t-CO <sub>2</sub> /台・10 年)	▲5	

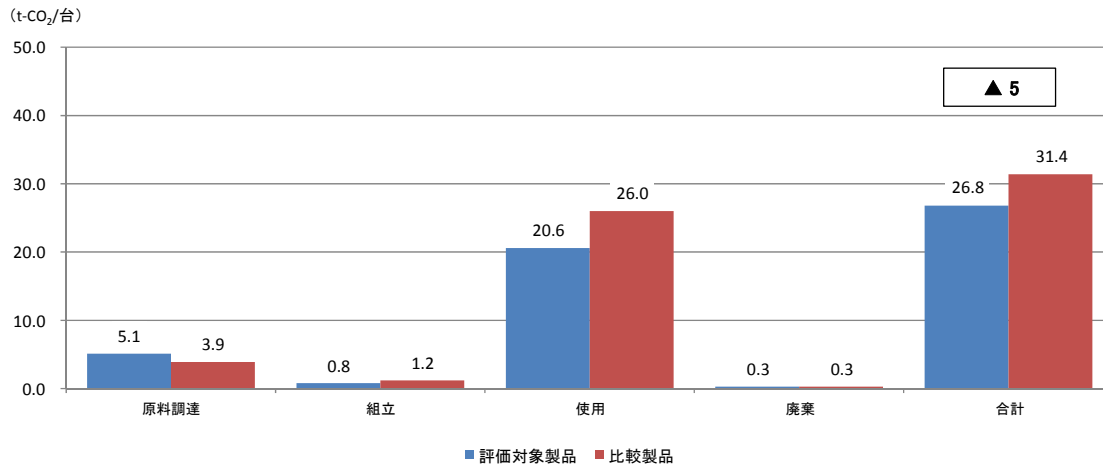


図 9. 自動車 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出量と CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

## 8. 今後の予測

### (1) 日本での導入効果

日本の 2020 年における CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

① 予想台数 2020 年 1.5 万台

国内メーカーによる自動車用途の炭素繊維使用量の推計値<sup>13)</sup>は 1,500 トン(世界の約 5%)であり、1 台当たり 100kg 使用されるものと仮定し、導入台数を 1.5 万台と推計した。

② CFRP 自動車 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量 5t-CO<sub>2</sub>/台

③ CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

CFRP 自動車 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量 × 導入予想台数

$$=5t\cdot\text{CO}_2/\text{台}\times 15,000\text{台}=75\text{kt}\cdot\text{CO}_2$$

表 7. 2020 年に日本で販売される CFRP 自動車による CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

	日本
1) 2020 年の導入量	
・ 2020 年の自動車用途炭素繊維使用量 (トン)	1,500
・ 炭素繊維複合材料使用自動車の導入台数 (万台)	1.5
2) CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量	
・ 1 台あたりの CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量 (t-CO <sub>2</sub> /台・10 年)	▲5
・ 2020 年の自動車 (炭素繊維複合材料使用) による CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量 (万トン-CO <sub>2</sub> /10 年)	▲7.5

評価対象製品 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出量は 26.8t-CO<sub>2</sub> であり、導入予想台数は 1.5 万台であることから、評価対象製品の CO<sub>2</sub> 総排出量は 40 万 t-CO<sub>2</sub> (26.8t-CO<sub>2</sub>/台×15,000 台=402kt-CO<sub>2</sub>) となる。

## (2) 世界での導入効果

世界の 2020 年における CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

### ① 予想台数 2020 年 30 万台

国内メーカーによる自動車用途の炭素繊維使用量の推計値<sup>13)</sup>は 3 万トンであり、1 台当たり 100kg 使用されるものと仮定し、導入台数を 30 万台と推計した。

### ② CFRP 自動車 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量 5t-CO<sub>2</sub>/台

### ③ CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & \text{CFRP 自動車 1 台当たりの CO}_2\text{ 排出削減貢献量} \times \text{導入予想台数} \\ & =5t\cdot\text{CO}_2/\text{台}\times 300,000\text{台} \\ & =1,500\text{kt}\cdot\text{CO}_2 \end{aligned}$$

表 8. 2020 年に世界で販売される CFRP 自動車による CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量

	世界
1) 2020 年の導入量	
・ 2020 年の自動車用途炭素繊維使用量 (トン)	30,000
・ 炭素繊維複合材料使用自動車の導入台数 (万台)	30
2) CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量	
・ 1 台あたりのライフサイクル CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量 (t-CO <sub>2</sub> /台・10 年)	▲5
・ 2020 年の自動車 (炭素繊維複合材料使用) による CO <sub>2</sub> 排出削減貢献量 (万トン-CO <sub>2</sub> /10 年)	▲150

評価対象製品 1 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出量は 26.8t-CO<sub>2</sub> であり、世界での導入予想台数は 30 万台であることから、評価対象製品の CO<sub>2</sub> 総排出量は 804 万 t-CO<sub>2</sub> (26.8t-CO<sub>2</sub>/台×300,000 台=8,040kt-CO<sub>2</sub>) となる。

## 9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は従来材料を炭素繊維複合材料に代替したガソリン車 (CFRP モデル) と炭素繊維複合材料を使用しない自動車 (従来モデル) を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量を算定したものである。したがって、前提条件に示した車体の重量、燃費、走行距離が異なる場合は個別の評価が必要であり、その結果によっては CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量の算定結果が異なる。また将来の伸びが予想される電気自動車、燃料電池自動車等の燃料が異なるモデルについても CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量の算定が別途必要である。

### 【参考文献】

- 8) 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>
- 9) 自動車工業会の資料をもとに設定 (2008 年資料、2006 年実績)
- 10) CO<sub>2</sub> 排出削減貢献量算定のガイドライン 一般社団法人日本化学工業協会
- 11) 国土交通省の資料をもとに設定 (2008 年 3 月調査、2006 年実績)
- 12) 環境省、各協会、各自動車メーカーの値より設定
- 13) 炭素繊維協会推定