

温室効果ガス 削減に向けた 新たな視点



国内および世界における化学製品の ライフサイクル評価

carbon-Life Cycle Analysis (cLCA)

事例編・ファクトシート編



2014年3月
一般社団法人 日本化学工業協会



温室効果ガス削減に向けた新たな視点
-国内および世界における化学製品の
ライフサイクル評価-
carbon-Life Cycle Analysis (cLCA)

事例編、ファクトシート編



2014年3月

一般社団法人 日本化学工業協会



目 次

<u>事例集を見る上での留意事項</u>	1
<u>今後の課題</u>	1
<u>1. 評価事例</u>	2
1. 1 再生可能エネルギー 太陽光発電材料.....	2
1. 2 省エネルギー その1 自動車用材料（炭素繊維複合材料）.....	9
1. 3 省エネルギー その2 航空機用材料（炭素繊維複合材料）.....	17
1. 4 省エネルギー その3 低燃費タイヤ用材料.....	25
1. 5 省エネルギー その4 LED 関連材料.....	37
1. 6 省エネルギー その5 住宅用断熱材.....	44
1. 7 省エネルギー その6 樹脂アルミ複合窓及び断熱材.....	54
1. 8 省エネルギー その7 ホール素子、ホール IC.....	66
1. 9 省エネルギー その8 配管材料.....	76
1. 10 省エネルギー その9 海水淡水化プラント材料.....	83
1. 11 省エネルギー その10 濃縮型液体衣料用洗剤.....	90
1. 12 省エネルギー その11 低温鋼板洗浄剤.....	99
1. 13 省資源 その1 高耐久性マンション用材料.....	108
1. 14 省資源 その2 高耐久性塗料.....	116
1. 15 再生可能資源 シャンプー容器（サトウキビ由来ポリエチレン）.....	128
1. 16 N ₂ O 排出抑制 飼料添加物.....	140
<u>参考文献</u>	152
2. cLCA ファクトシート.....	156

<事例集を見る上での留意事項>

- ・本事例集は、ある一定の前提条件や入手可能な情報やデータに基づいて GHG 排出削減貢献量を算出したものです。
- ・本事例は 2013 年 10 月に WBCSD の化学セクターと ICCA が共同で発行したグローバルガイドライン「Addressing the Avoided Emissions Challenge: Guidelines from the Chemical Industry for accounting and reporting GHG emissions avoided along the value chain based on comparative studies（以下、グローバルガイドライン）」より前に当協会が収集した事例と会員企業及び団体会員から提供された事例です。従って、「グローバルガイドライン」に示されている「準拠すべき事項」の全てを満たしていない事例も含まれますが、その旨を各事例に記載しています。
- ・今後、前提条件や GHG 排出量の算定に用いたデータが見直しされた場合に情報・データの更新を行う予定です。
- ・本事例集に収録した前提条件、GHG 排出量、GHG 排出削減貢献量については、読み手が自由に参考・引用できるものとします。ただし、引用に伴って発生する影響について当協会は一切責任を負いませんので、本事例集の内容を引用するユーザーは自己の責任において引用してください。

<今後の課題>

グローバルガイドラインでは以下の項目の記載が要求されています。

○バリューチェーンにおけるレベルの選択

調査の目的として、バリューチェーンにおけるレベルが、化学製品レベルか最終使用レベルかを選択すること。

○化学製品の貢献度の定性的評価

化学製品の貢献度を 5 種類の貢献度合いの中から選択すること。

サマリー編 6 章記載の識者レビューの結果から、今回の事例集においては各々以下のように記載することとしました。

●バリューチェーンにおけるレベルの選択

バリューチェーンについての説明のみを記載する。

●化学製品の貢献度の定性的評価

化学製品の GHG 排出削減への貢献を定性的に記載する。

バリューチェーンにおけるレベルの選択と、貢献度合いの選択については今後の検討課題と致しました。

1. 評価事例（ある一定の条件を設定した上で算出した GHG 排出削減貢献量）

1. 1 再生可能エネルギー —太陽光発電材料—

1. 調査の目的

太陽電池は、太陽光のエネルギーを半導体の原理を利用して直接電気エネルギーに変える装置であり、電力を直流から交流に変えるパワーコンディショナーや屋根に設置するための架台などを含めて、太陽光発電システムと呼ばれる。

太陽光発電システムはどのような場所でも発電が可能で、規模を自由に選べるシステムであり、一般の住宅に導入することも可能であることから、さらなる普及が期待される。また、化石資源の枯渇や地球温暖化といった環境問題が顕在化しつつあり、これらの問題を解決するための重要な技術として、「太陽光発電」には大きな期待がよせられている。本事例は太陽光発電の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

①CO₂ 排出削減貢献の内容

化石燃料を使用しないため発電時に CO₂ の排出がない。

②太陽電池の種類と特徴

- ・ 結晶シリコン系：現在の主流、高い変換効率を実現、最も多く流通
- ・ 薄膜シリコン系：低コスト
- ・ 化合物半導体系：シリコン未使用、さらなる低コスト・変換効率向上を期待

③発電効率（太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する効率）

- ・ 現在：結晶シリコン系でのモジュール効率 ～16%程度
- ・ 将来：2025年の目標 - NEDOの技術開発ロードマップ -

結晶シリコン系	25%
化合物系	40%

④太陽光発電システムに使用される化学製品例

太陽電池はモジュールを構成する材料のうち、多結晶シリコン、バックシート（樹脂）、封止材（樹脂）が主たる化学品であり、これらの材料を算定の対象とした。

- ・ 多結晶 Si、Si ウェハ、SiH₄ ガス
- ・ 太陽電池用封止材（エチレン酢酸ビニルコポリマー、フェノール樹脂）
- ・ 太陽電池用バックシート（ポリフッ化ビニル、PET）
- ・ 各種薬品（洗浄液、レジスト剥離剤）
- ・ ジエチル亜鉛、BCl₃、CVD 材料
- ・ インバータ向けセラミックス基板、ヒートシンク

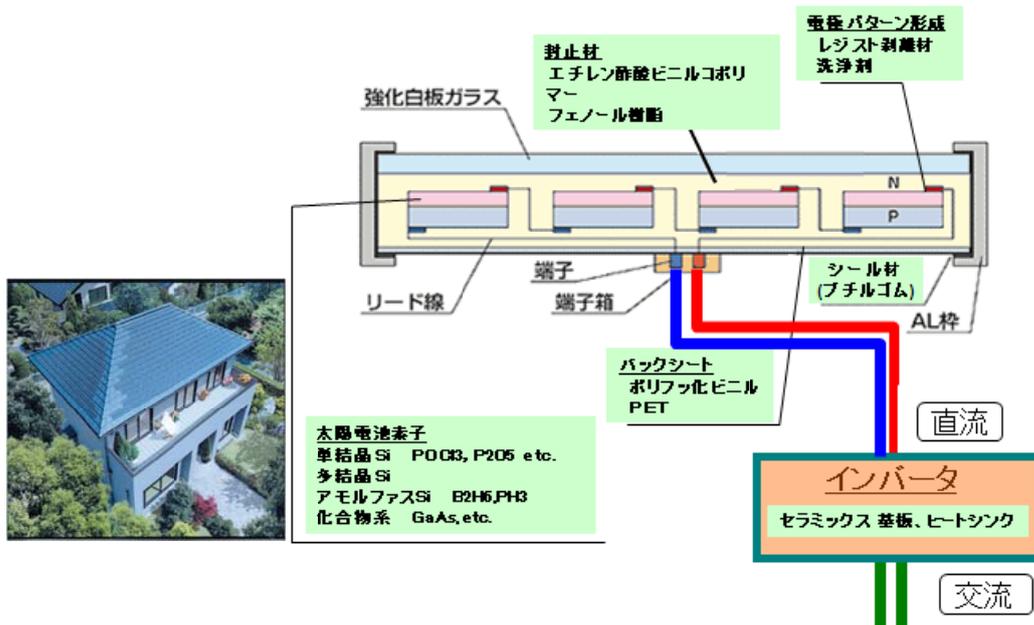


図 1 太陽光発電システム構造例

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は太陽光発電と公共電力（全国の平均）との比較評価を行ったものである。本事例のバリューチェーンを下図に示す。

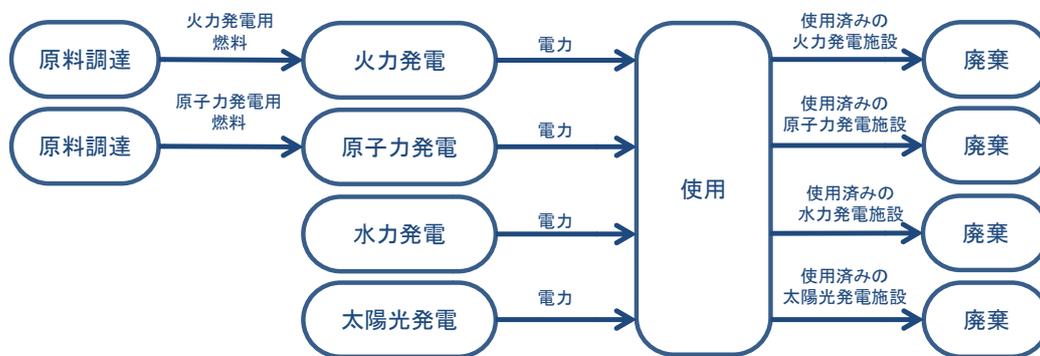


図 2 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、電力を生産する際の CO₂ 排出を評価したものである。評価対象製品は太陽光発電による電力の生産、比較製品は公共電力（全国の平均）による電力の生産である。どちらの発電もライフサイクルを考慮して CO₂ 排出量を算定している。評価対象製品の太陽光発電は発電時に CO₂ が発生しないため、公共電力（全国の平均）と比べて排出される CO₂ が少なくなる。

表 1 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
太陽光発電によって生産された電力	公共電力（全国平均）

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は太陽光発電によって生産された電力と公共電力（全国平均）の比較であり、発電方式に違いがあるため、ライフサイクルにおける CO₂ 排出量に差が生じる。発電された電力の機能は同じであり、機能単位は電力 1kWh とした。

太陽光によって発電された電力を使用することによって便益を受けるユーザーは電力の利用者である。

- ・機能
電力の生産（発電）
- ・機能単位
電力 1kWh の発電（東京）
- ・便益を受けるユーザー
電力の利用者

4.2 品質要件

評価対象製品は太陽光発電システムを用いて電力の生産を行うものである。現在、結晶シリコン系でのモジュール効率は 16%程度²であり、NEDO の技術開発ロードマップでは 2025 年の目標として結晶シリコン系のモジュール効率 25%、化合物系 40%を掲げている。

比較製品は公共電力（全国の平均）であり、電気事業連合会の低炭素社会実行計画に基づく 2009 年時点での 2020 年目標値である 0.33kg-CO₂/kWh とした。

4.3 製品のサービス寿命

評価対象製品である太陽光発電システムの使用期間は 20 年³であることから、サービス寿命を 20 年とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年（報告書発行年）のデータを使用した。2020 年のまでの平均導入量は、2005 年導入実績値と 2020 年導入計画値から求めた。

CO₂ 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 CO₂ 排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本の東京とした。

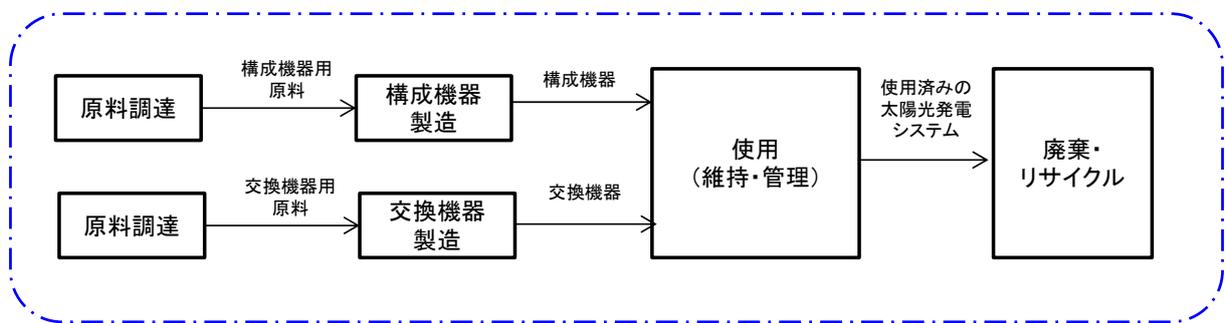
5. 算定の方法論

5.1. 境界の設定

評価対象製品の太陽光発電は、多結晶シリコン太陽電池による発電システムの原料・製造・使用・保守（部品交換）と廃棄までの排出全てをシステム境界に含む。廃棄は、撤去・回収した太陽電池モジュールからアルミフレームと端子ボックス（結線用ケーブル含む）を除去し、再生業者によってリサイクルを行う。その他のモジュールは産業廃棄物処理とし、その中間処理を経て再生可能な材料はリサイクル、そうでないものは最終埋立処分とした。

比較製品の公共電力は、低炭素社会実行計画における電気事業連合会目標値を用いているが、システム境界については詳細が不明のため記載していない。

【評価対象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。

□ CO₂排出量を考慮しているプロセス
- - - システム境界

図 3 システム境界

5.2 前提条件

- ・ CO₂ 排出係数（kWh あたりの発電に伴い排出された CO₂ 排出量）

太陽光発電システムの CO₂ 排出係数は NEDO の報告書に基づき 1kWh あたり 0.047kg-CO₂ とした。公共電力の CO₂ 排出係数は電気事業連合会の 2009 年時点での 2020 年目標値に基づき 0.33 kg-CO₂/kWh とした。

○太陽光発電：0.047kg-CO₂/kWh⁴

（多結晶 Si 太陽光発電システムの公共・産業用 10kW システムにおいて、モジュールのリサイクル促進ケースにおける CO₂ 排出原単位）

○公共電力：0.33 kg-CO₂/kWh⁵

- ・ 日射量条件

日射量の条件となる対象地域は東京とした。

表 2 太陽光発電システムによる発電電力量

	多結晶 Si
システム電力(kW)	10.0
モジュール電力(W)	186
モジュール枚数	54
年間日射量（東京）(kWh/m ² /年)	1,342
システム出力係数	0.79
年間発電量(kWh/システム/年)	9,932

- ・太陽光発電システム使用年数⁶

太陽光発電システムの使用年数は太陽光発電協会の自主ルールに基づき 20 年とした。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量に与える影響が大きい主要パラメータは、電力の CO₂ 排出係数と太陽光発電システムのサービス寿命である。

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：将来何の変化もおこらないと想定（2009 年時の CO₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO₂ 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）

太陽光発電システムに使用される多結晶 Si 等の化学製品は太陽光を電力に変換する重要な機能を有し、CO₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO₂ 排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から電力の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量を以下に示す。

評価対象製品 1kWh 当たりの CO₂ 排出量は 0.047kg-CO₂、比較製品は 0.33kg-CO₂ である。

- ・太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出削減貢献量は 0.283kg-CO₂ である。

表 3 太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

	評価対象製品 太陽光発電 (公共・産業用 10kW)	比較製品 公共電力
原料調達～廃棄段階 CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh)	0.047	0.33
CO ₂ 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ /kWh)	▲0.283	

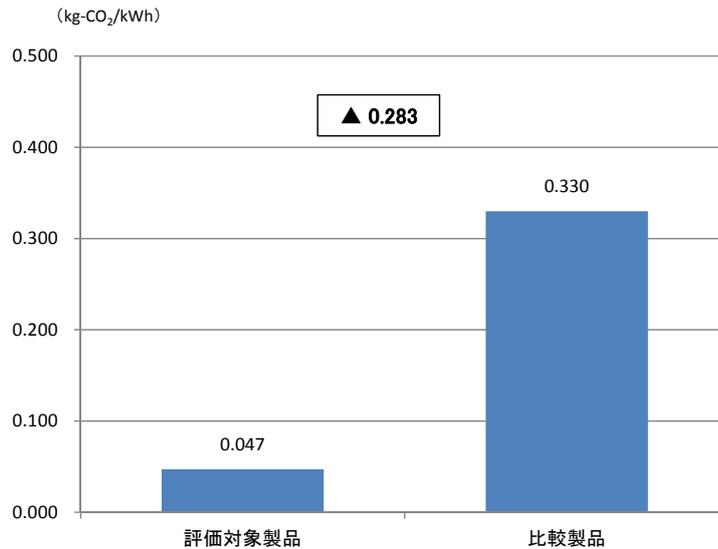


図 4 太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

太陽光発電システムの 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①太陽光発電導入予想 2020 年 176 万 kW

太陽光発電システムの導入量は、2005 年(140 万 kW)と 2020 年(2,780 万 kW)の太陽光発電システムの累積導入量⁷の差分をとり、これを 15 年間で割った 1 年の平均増加分 (176 万 kW) を導入量とみなした。

②太陽光発電の出力 1kW 当たりの年間発電量 902kWh/年、20 年間で 18,040kWh

東京の日照条件を適用して算出した。

③太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出削減貢献量 0.283kg-CO₂/kWh

④CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{総発電量} \times \text{導入予想} \\
 & = 0.283\text{kg-CO}_2/\text{kWh} \times 18,040\text{kWh/kW} \times 1,760,000\text{kW} \\
 & = 8,985\text{kt-CO}_2
 \end{aligned}$$

表 4 2020 年に導入される太陽光発電システムによる CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量		
・ 2005 年の累積導入量実績	(万 kW)	140
・ 2020 年の累積導入量予測	(万 kW)	2,780
・ 2020 年の導入予測	(kW)	1,760,000
・ 太陽光発電の出力 1kW 当たりの生涯発電量	(kWh・20 年)	18,040
・ 太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /kWh)	0.283
2) CO ₂ 排出削減貢献量 (2020 年、20 年使用分)		(万 t-CO ₂)
		▲898

太陽光発電システムのライフサイクルでの CO₂ 排出量は 0.047kg-CO₂/kWh、出力 1kW 当たりにおける 20 年間の発電量は 18,040kWh、導入予測は 1,760,000 kW であることから、太陽光発電システムの CO₂ 総排出量は 149 万 t-CO₂ (0.047 kg-CO₂/kWh × 18,040kWh/kW × 1,760,000kW = 1,492kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は公共・産業向けの出力 10kW タイプの多結晶シリコン太陽光発電システムで生産された電力を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって発電の方法や出力規模が異なるシステムについては個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

10. 課題

①CO₂ 排出削減貢献量の算定

太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出量は、原料調達、製品製造、使用、廃棄などの段階別に表記することが望ましい。今回引用した報告書は cLCA 事例に合わせた段階別表記がなされていないため、本事例においては原料調達から廃棄段階における CO₂ 排出量の合算値となっている。

②安定的な電力供給

天候に左右されやすい発電形態である太陽光発電による電力生産の比率が高まると、安定的な電力供給を実現するために予備的な装置や施設が追加的に必要となる可能性が考えられる。現段階においては、こうした将来の電力供給形態を想定した CO₂ 排出量の評価を行なった事例がないため、本事例では太陽光発電と公共電力のライフサイクルにおける CO₂ 排出量の比較に留めた。

1. 2 省エネルギー その1－自動車用材料（炭素繊維複合材料）－

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CO₂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⁸。

【CFRP自動車】

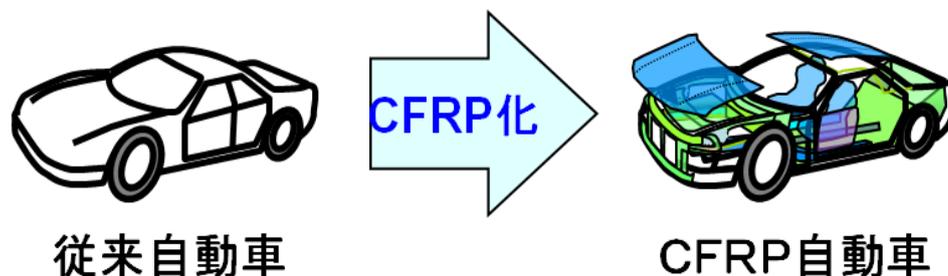


図5 自動車向け炭素繊維複合材料

①CO₂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。

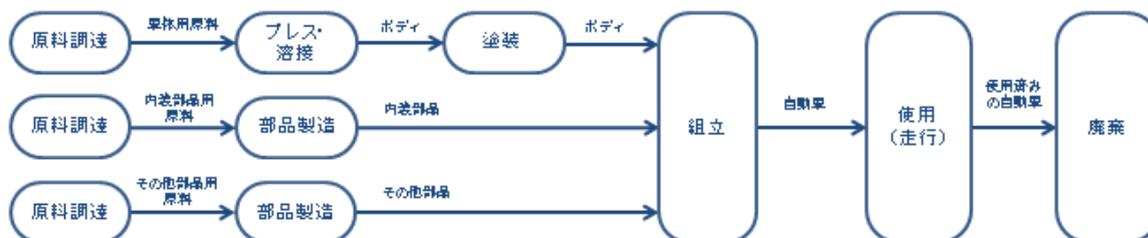


図6 本事例のバリューチェーン

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。

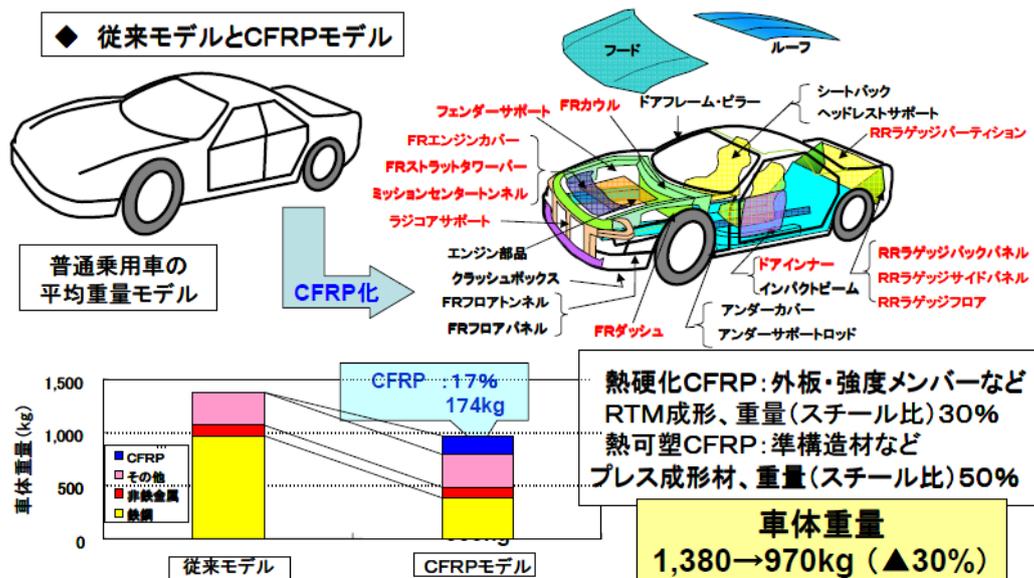


図 7 自動車の車体構造と炭素繊維 (CFRP) の使用量

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

CO₂ 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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

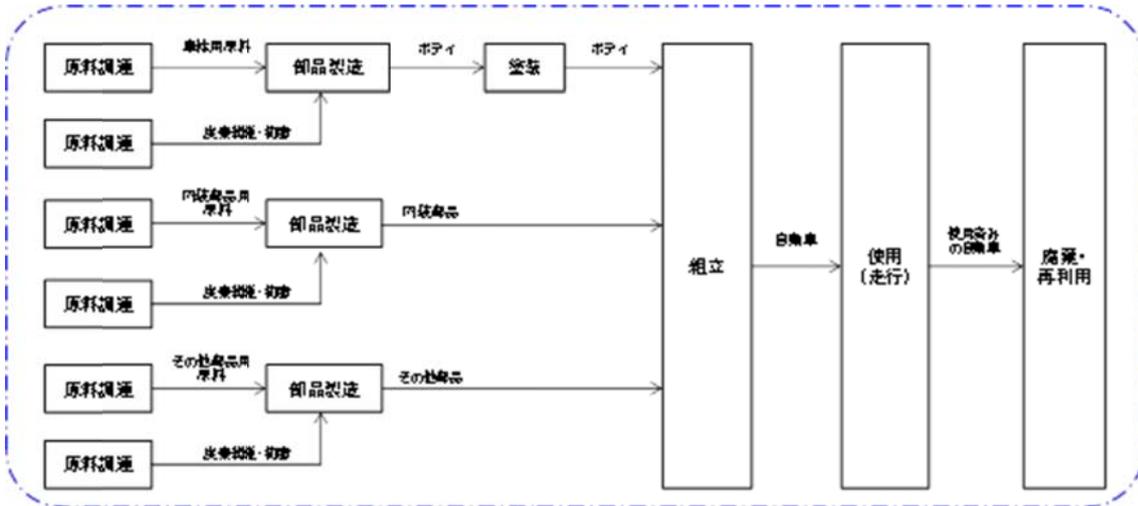
対象地域は日本と世界 (日本を含む) とした。

5. 算定の方法論

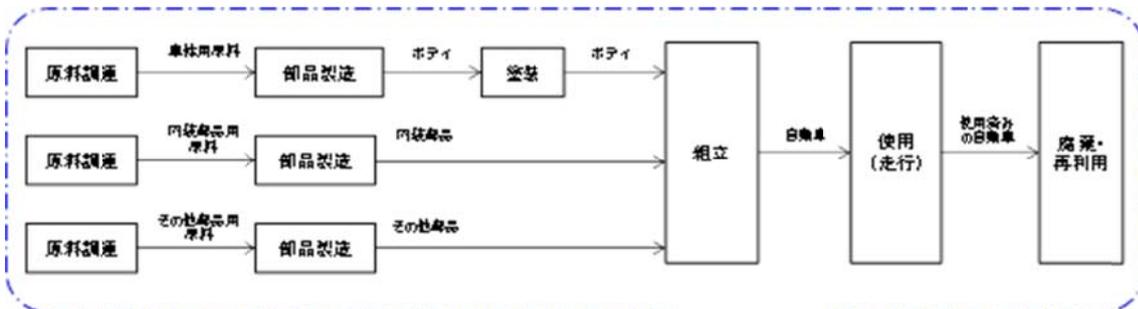
5.1 システム境界

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砕し、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。

CO₂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⁹

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¹⁰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¹¹

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

CO₂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CO₂削減貢献量を使用）した2020年のCO₂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、CO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂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. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のCO₂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CO₂排出量は26.8t-CO₂、比較製品は31.4t-CO₂である。

●原料調達～組立段階のCO₂排出量

評価対象製品の原料調達段階におけるCO₂排出量は5.1t-CO₂/台、組立段階0.8t-CO₂/台である。比較製品の原料調達段階におけるCO₂排出量は3.9t-CO₂、組立段階が1.2t-CO₂である。

●使用段階のCO₂排出量

評価対象製品の使用段階におけるCO₂排出量は20.6t-CO₂/台、比較製品は26.0t-CO₂/台である。

●廃棄段階のCO₂排出量

評価対象製品の廃棄段階におけるCO₂排出量は0.3t-CO₂/台、比較製品は0.3t-CO₂/台である。

・自動車1台あたりのCO₂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CO₂排出削減貢献量は10年間で4.6t-CO₂/台となる。

表 6 自動車 1 台当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 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 ₂ 排出量	(t-CO ₂ /台)	5.1	3.9
自動車組立段階 CO ₂ 排出量	(t-CO ₂ /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 ₂ 排出量 ¹² (kg-CO ₂ /ℓ)	2.72	
	使用段階 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /台・10 年)	20.6	26.0
廃棄・リサイクル段階 CO ₂ 排出量	(t-CO ₂ /台)	0.3	0.3
ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量	(t-CO ₂ /台・10 年)	26.8	31.4
CO ₂ 排出削減貢献量	(t-CO ₂ /台・10 年)	▲5	

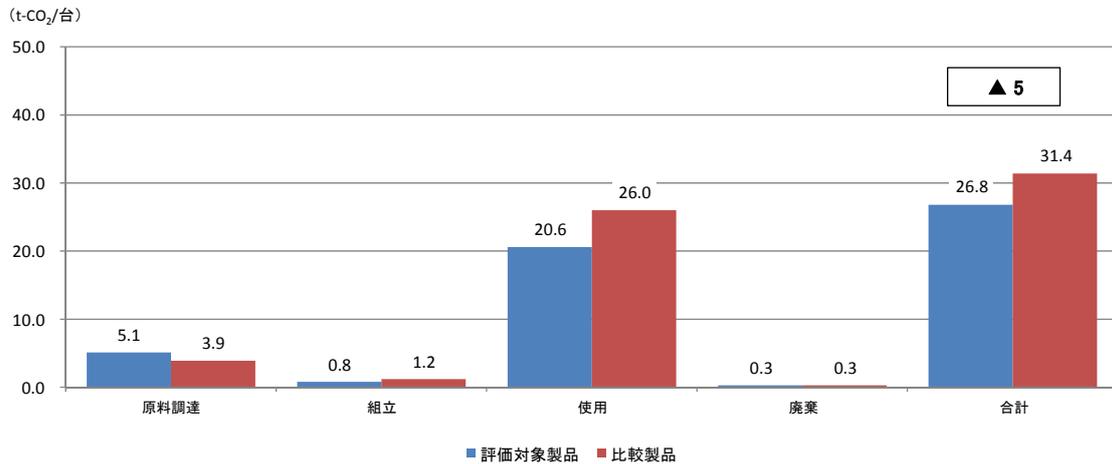


図 9 自動車 1 台当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

(1) 日本での導入効果

日本の 2020 年における CO₂ 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¹³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 CO₂ 排出削減貢献量 5t-CO₂/台

③ CO₂ 排出削減貢献量

CFRP 自動車 1 台当たりの CO₂ 排出削減貢献量 × 導入予想台数

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

表 7 2020 年に日本で販売される CFRP 自動車による CO₂ 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 ₂ 排出削減貢献量	
・ 1 台あたりの CO ₂ 排出削減貢献量 (t-CO ₂ /台・10 年)	▲ 5
・ 2020 年の自動車 (炭素繊維複合材料使用) による CO ₂ 排出削減貢献量 (万トン-CO ₂ /10 年)	▲ 7.5

評価対象製品 1 台当たりの CO₂ 排出量は 26.8t-CO₂ 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 CO₂ 総排出量は 40 万 t-CO₂ (26.8t-CO₂/台×15,000 台=402kt-CO₂) となる。

(2) 世界での導入効果

世界の 2020 年における CO₂ 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¹⁴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 CO₂ 排出削減貢献量 5t-CO₂/台

③ CO₂ 排出削減貢献量

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

表 8 2020 年に世界で販売される CFRP 自動車による CO₂ 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 ₂ 排出削減貢献量	
・ 1 台あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量 (t-CO ₂ /台・10 年)	▲ 5
・ 2020 年の自動車 (炭素繊維複合材料使用) による CO ₂ 排出削減貢献量 (万トン-CO ₂ /10 年)	▲ 150

評価対象製品 1 台当たりの CO₂ 排出量は 26.8t-CO₂ 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 CO₂ 総排出量は 804 万 t-CO₂ (26.8t-CO₂/台×300,000 台=8,040kt-CO₂) 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 排出削減貢献量の算定が別途必要である。

1. 3 省エネルギー その2－航空機用材料（炭素繊維複合材料）－

1. 調査の目的

航空機用材料としての炭素繊維複合材料は、航空機の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・安全性を保ちつつ航空機の軽量化が可能となる。CFRP 航空機は、機体の50%以上に炭素繊維複合材料を使用しても、従来機以上の強度を発揮することができ、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、運航時に消費されるジェット燃料の消費量を削減することができる。

本事例は、炭素繊維複合材料を導入した場合における従来型航空機からの燃費削減によるCO₂排出削減を定量的に把握するためにcLCAによる評価を行った¹⁵。

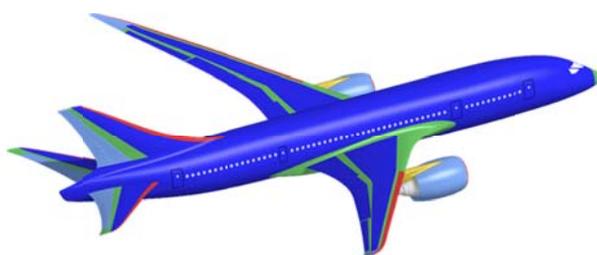


図 10 航空機向け炭素繊維複合材料

①CO₂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航空機に使用される化学製品

- ・ 炭素繊維
- ・ エポキシ樹脂

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は航空機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。

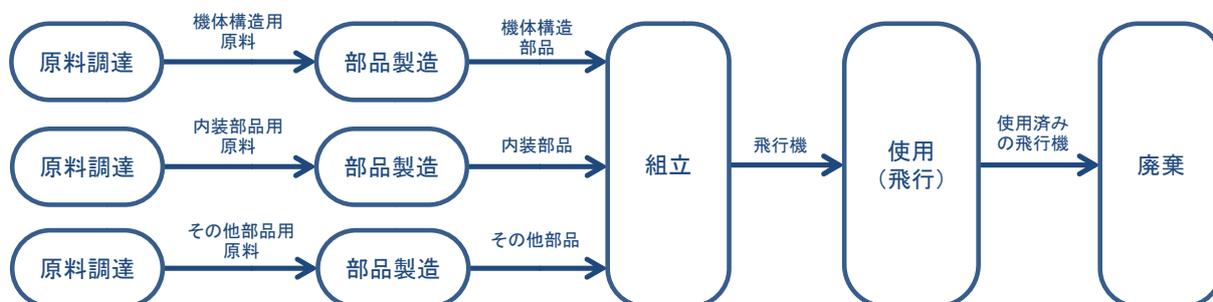


図 11 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、機体構造の50%にCFRPを適用した機体（CFRP航空機）と機体構造の3%にCFRPを適用した機体（従来航空機）を対象としたものである。

2009年における評価対象製品（CFRP航空機）のシェアはほとんどないが、2020年においては大型商用航空機の中の1～2割程度を予想する。

表9 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
CFRP航空機 (機体構造の50%にCFRPを適用した機体)	従来航空機 (機体構造の3%にCFRPを適用した機体)

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航空機の比較であり、評価対象製品と比較製品の機体重量に違いがあるため、運航時のジェット燃料消費量に差が生じる。どちらの製品も同一の期間に同一の距離を飛行する機能を持つ。機能単位は航空機1機とした。

CFRP航空機を使用するによって便益を受けるユーザーは航空機の利用者である。

- ・機能
乗客および貨物の航空輸送
- ・機能単位
航空機1機
- ・便益を受けるユーザー
航空機の利用者

4.2 品質要件

CFRP航空機は、機体の50%以上にCFRPを使用することによって、従来機と同じ強度・安全性を保ちつつ機体の重量を低減し、運航時に消費されるジェット燃料の消費量を削減することができる。

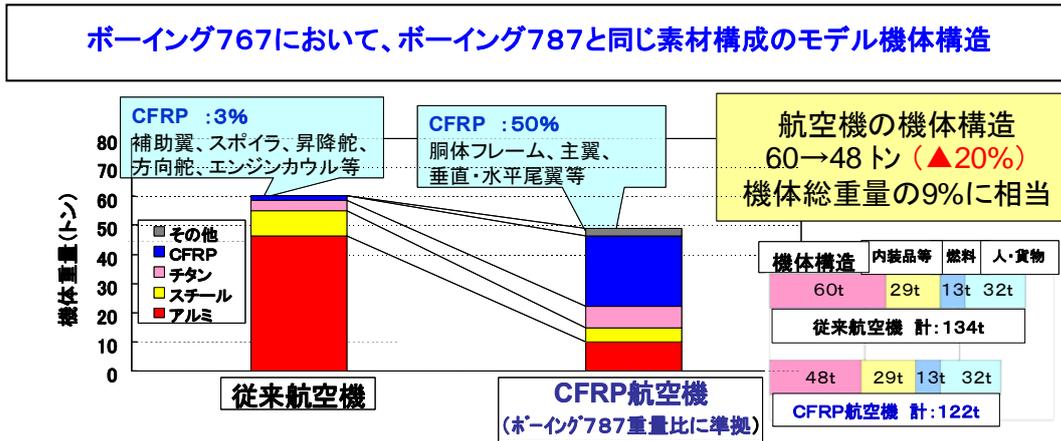


図 12 航空機の機体構造と炭素繊維複合材料 (CFRP) の使用量

4.3 製品のサービス寿命

本事例では減価償却資産の耐用年数等に関する省令 別表第一飛行機 最大離陸重量が 130t を超えるもの(財務省)を参考に 10 年と設定した。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2007 年のデータを使用し、2020 年の需要予測は 2007 年実績をベースに予想した。

CO₂ 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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

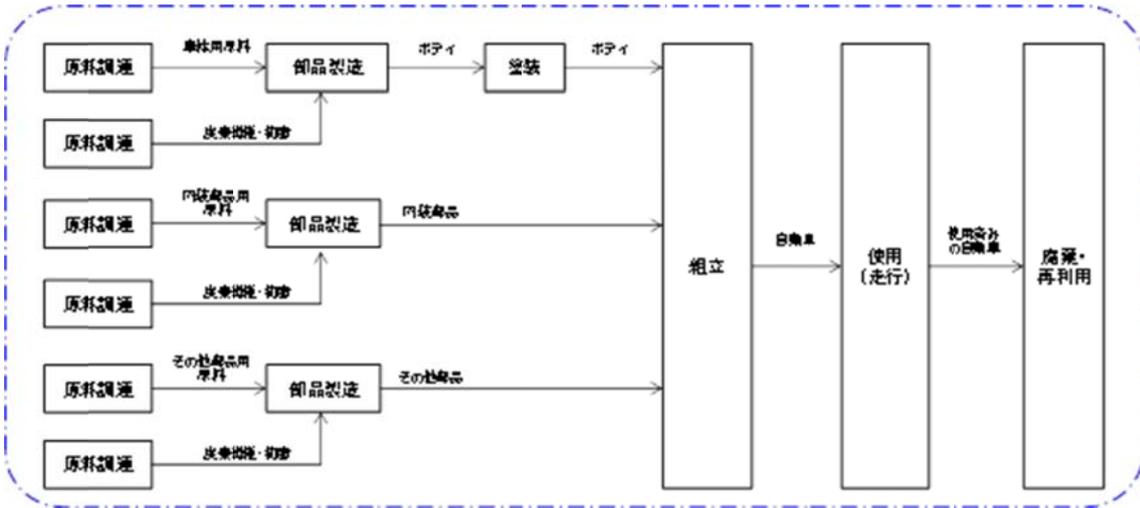
対象地域は日本と世界 (日本を含む) とした。今後の予測に用いた世界の需要は炭素繊維の用途に関する情報から推定した。航空機の運航時における燃費は、日本と世界で同じデータを用いた。

5. 算定の方法論

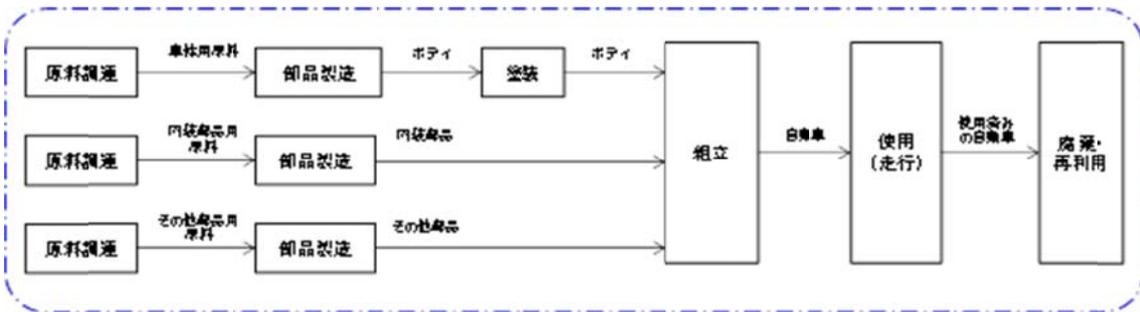
5.1 システム境界

原料の製造から部品製造・航空機組立、使用 (飛行) の段階を、CFRP 航空機と従来航空機のそれぞれについて評価を実施した。廃棄については実績がないため計算の対象外とした。

【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。

- CO₂排出量を考慮しているプロセス
- CO₂排出量を考慮していないプロセス
- システム境界

図 13 システム境界

5.2 前提条件

・機体重量

従来航空機の機体重量は 60 トン/機 (CFRP 使用割合 3%)、CFRP 航空機 48 トン/機 (CFRP 使用割合 50%) であり、CFRP 航空機は従来機よりも機体重量が 20%少ない。

・燃費

従来航空機はジェット燃料1キロリットルあたり 103km、CFRP 航空機は 110km 飛行するとした。

・使用（運航）段階

羽田空港から千歳空港間（片道 500 マイル）を年間 2,000 便飛行するとした。

5.3 主要パラメータ

CO₂排出量全体に与える影響が大きいパラメータは飛行距離、離着陸回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CO₂削減貢献量を使用)した2020年のCO₂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機体構造材を軽量化し、運航時に消費されるジェット燃料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、CO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、貢献に寄与する製品の資源・原材料から製造、使用、廃棄に至るまでのバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量を以下に示す。

評価対象製品のCO₂排出量は368kt-CO₂/機、比較製品のCO₂排出量は395kt-CO₂/機である。

●原料調達～組立段階のCO₂排出量

評価対象製品の原料調達段階のCO₂排出量は0.9kt-CO₂/機、組立段階3.0kt-CO₂/機である。

比較製品のCO₂排出量は原料調達段階が0.7kt-CO₂/機、組立段階が3.8kt-CO₂/機である。

●使用段階のCO₂排出量

評価対象製品の使用段階におけるCO₂排出量は364kt-CO₂/機、比較製品は390kt-CO₂である。

・航空機1機当たりのCO₂排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量の差から算出したCO₂排出削減貢献量は10年間で27kt-CO₂/機となる。

表 10 航空機 1 機当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

		CFRP 航空機	従来航空機
原料～材料製造段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		0.9	0.7
航空機組立段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		3.0	3.8
航空機 使用 段階	実走行燃費 (km/kl-ジェット燃料油)	110	103
	生涯走行距離 (マイル)	500 マイル×20,000 便	
	生涯ジェット燃料油使用量 (kl/機)	145,500	155,300
	ジェット燃料燃焼時の CO ₂ 排出量 ¹⁶ (kg-CO ₂ /l)	2.5	
	使用段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機・10 年)	364	390
廃棄段階 CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機)		No Data	No Data
ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量 (kt-CO ₂ /機・10 年)		368	395
CO ₂ 排出削減貢献量 (kt-CO ₂ /機・10 年)		▲27	

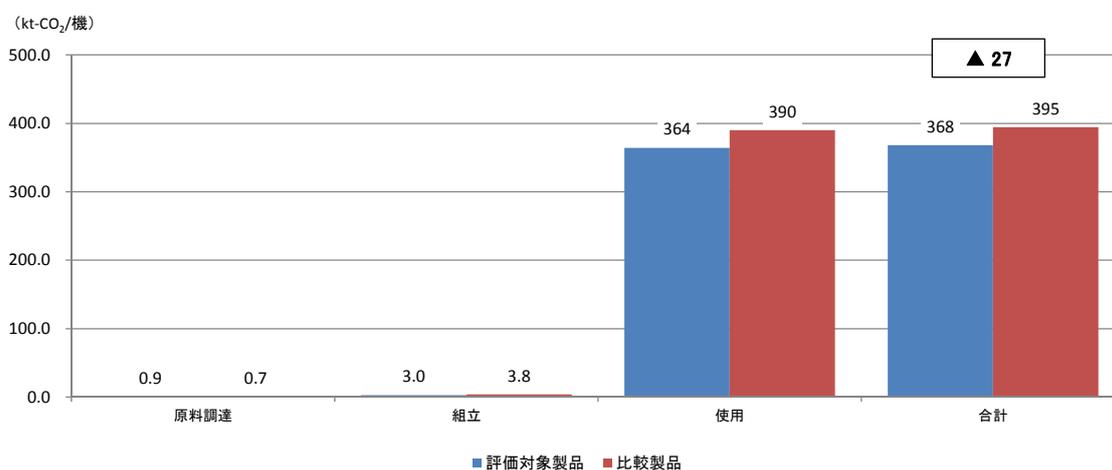


図 14 航空機 1 機当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

(1) 日本での導入効果

日本の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

① 予想機数 2020 年 45 機

国内メーカーによる航空機用途の炭素繊維使用量の推計値¹⁷は 900 トン(世界の約 5%)であり、1 機当たり 20 トン使用されるものと仮定し、導入機数を 45 機と推計した。

② CFRP 航空機 1 機当たりの CO₂ 排出削減貢献量 27 kt-CO₂/機

③ CO₂ 排出削減貢献量

CFRP 航空機 1 機当たりの CO₂ 排出削減貢献量 × 導入予想機数

$$= 27 \text{ kt} \cdot \text{CO}_2 / \text{機} \times 45 \text{ 機}$$

$$= 1,215 \text{ kt} \cdot \text{CO}_2$$

表 11 2020 年に日本に導入される CFRP 航空機による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量	日本
・ 2020 年の航空機用途炭素繊維使用量 (トン)	900
・ 炭素繊維複合材料使用航空機の導入機数 (機)	45
2) CO ₂ 排出削減貢献量	
・ 1 機あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量 (kt-CO ₂ /機・10 年)	▲27
・ 2020 年の CFRP 航空機 (炭素繊維複合材料利用) による CO ₂ 排出削減貢献量 (万トン-CO ₂ /10 年)	▲122

評価対象製品 1 機当たりの CO₂ 排出量は 368 kt-CO₂ であり、導入予想機数は 45 機であることから、評価対象製品の CO₂ 総排出量は 1,656 万 t-CO₂ (368kt-CO₂/機×45 機=16,560 kt-CO₂) となる。

(2) 世界での導入効果

世界の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①導入予想機数 2020 年 900 機

国内メーカーによる航空機用途の炭素繊維使用量の推計値¹⁷は 1.8 万トンであり、1 機当たり 20 トン使用されるものと仮定し、導入機数を 900 機と推計した。

②CFRP 航空機 1 機当たりの CO₂ 排出削減貢献量 27 kt-CO₂/機

③CO₂ 排出削減貢献量

$$\text{CFRP 航空機 1 機当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{導入予想機数}$$

$$= 27 \text{ kt} \cdot \text{CO}_2 / \text{機} \times 900 \text{ 機}$$

$$= 24,300 \text{ kt} \cdot \text{CO}_2$$

表 12 2020 年に世界に導入される CFRP 航空機による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量	世界
・ 2020 年の航空機用途炭素繊維使用量 (トン)	18,000
・ 炭素繊維使用航空機の導入機数 (機)	900
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量	
・ 1 機あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量 (kt-CO ₂ /機・10 年)	▲27
・ 2020 年の CFRP 航空機による CO ₂ 排出削減貢献量 (万トン-CO ₂ /10 年)	▲2,430

評価対象製品 1 機当たり CO₂ 排出量は 368 kt-CO₂ であり、導入予想機数は 900 機であること

から、評価対象製品のCO₂総排出量は33,120万t-CO₂(368kt-CO₂/機×900機=331,200 kt-CO₂)となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は機体構造の50%にCFRPを適用した機体(CFRP航空機)と機体構造の3%にCFRPを適用した機体(従来航空機)を評価しており、今後の予測は2020年の需要予測に基づいてCO₂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機体の重量、燃費、運航頻度が大幅に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CO₂排出削減貢献量の算定結果が異なる。

1. 4 省エネルギー その3－低燃費タイヤ用材料－

1. 調査の目的

低燃費タイヤはタイヤの転がり抵抗を小さくすることで自動車の燃料消費を抑え、運輸部門のGHG排出量削減に大きく貢献する。本事例は低燃費タイヤのGHG排出削減貢献を定量的に把握するためにcLCAによる評価を行った。

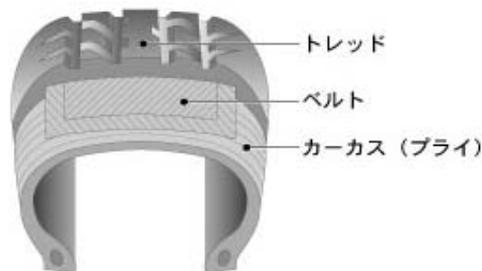
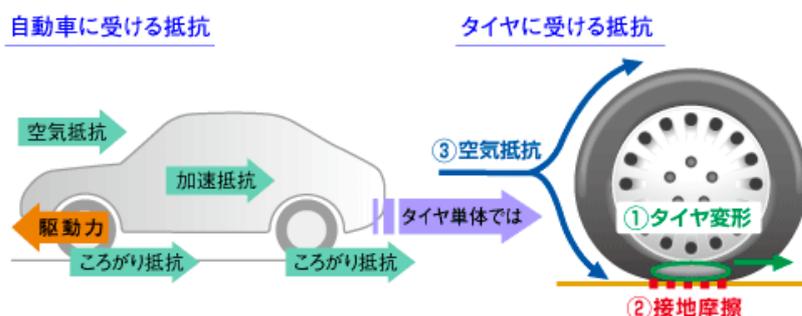


図 15 ラジアルタイヤの構造¹⁸

燃費の向上には、地面と直接接触するトレッド部が大きく貢献するが、一方でトレッド部にはグリップ性能（ブレーキ性能）が求められる。燃費の向上とグリップ性能の維持という背反する性能を満たすために、化学製品が大きな役割を果たしている。トレッド部には、天然ゴム、合成ゴム（SBR（スチレン-ブタジエンゴム）など）、フィラー（カーボンブラック、シリカなど）、シランカップリング剤などを含んだゴムコンパウンドが使用されている。SBRはポリマーの一次構造を制御することで物性を変化させ、タイヤの摩擦による自動車走行時のエネルギーロスを減少させる機能を有しており、この機能が燃費向上に寄与する。また、シリカの添加は転がり抵抗とグリップ性の維持を両立させるための重要なポイントとなっている。

転がり抵抗とは 自動車が走行する際には、駆動力に対してさまざまな抵抗を受けています。

具体的には車体などが受ける空気抵抗、加速時に慣性力によって生じる加速抵抗、更にタイヤが受ける抵抗があり、これが転がり抵抗です。



タイヤの転がり抵抗には、

- ① 走行時のタイヤの変形によるエネルギーロス
- ② トレッドゴムの路面との接地摩擦によるエネルギーロス
- ③ タイヤの回転に伴う空気抵抗によるエネルギーロス

があります。

図 16 転がり抵抗の説明¹⁸

①GHG 排出削減貢献の内容

低燃費タイヤの使用により燃費が向上し、燃料消費量が低減される。

②低燃費タイヤに使用される化学製品例

- ・ 溶液重合 SBR（スチレン-ブタジエンゴム）
- ・ BR（ブタジエンゴム）
- ・ カーボンブラック（化学変性したもの）
- ・ シランカップリング剤
- ・ シリカ
- ・ 亜鉛華
- ・ 各種ゴム薬

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は低燃費タイヤ及び汎用タイヤを装着した自動車を対象し、そのバリューチェーンを下図に示す。

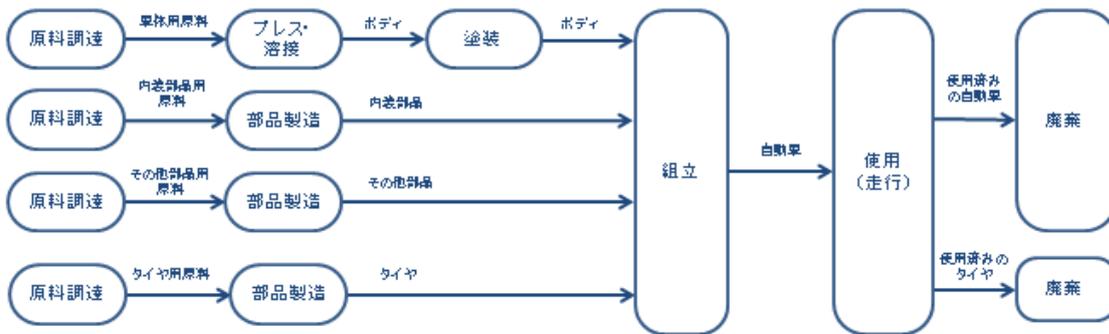


図 17 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例では性能の異なるタイヤを装着した自動車のライフサイクルにおける GHG 排出量を評価したものである。評価対象製品は低燃費タイヤを装着した自動車、比較製品は汎用タイヤを装着した自動車である。

評価対象製品と比較製品について、自動車の原料調達から組立段階、使用段階、廃棄・リサイクル段階における GHG 排出量ならびに GHG 排出削減貢献量を算定した。

表 13 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
低燃費タイヤを装着した乗用車	汎用タイヤを装着した乗用車
低燃費タイヤを装着したトラック・バス	汎用タイヤを装着したトラック・バス

2010 年の低燃費タイヤの市場シェアは 19%であり、2020 年の市場シェアは 86%になると予想されている。

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は転がり抵抗の異なるタイヤを装着した自動車の比較であり、両製品を用いて同じ距離を走行する際の燃料消費量が異なる。乗用車の機能は乗客の運搬、トラック・バスの機能は貨物または乗客の運搬である。機能単位はタイヤの走行寿命に合わせて、乗用車を30,000km、トラック・バスを120,000kmとした。この理由は、本事例では自動車のライフサイクルにおけるGHG排出量を算定しているが、GHG排出量の差異が生じる部分はタイヤの原料調達から廃棄段階の部分であり、タイヤ以外の部分は両製品で共通のプロセスとなることから、タイヤに焦点を絞った評価を行うために機能単位をタイヤの走行寿命に合わせた。低燃費タイヤを装着した自動車による便益を受けるユーザーは同製品の利用者である。

- ・機能

 - 乗用車：乗客の運搬

 - トラック／バス：貨物または乗客の運搬

- ・機能単位

 - 乗用車のタイヤの走行寿命(PCR): 30,000km

 - トラック／バスのタイヤの走行寿命(TBR): 120,000km

- ・便益を受けるユーザー

 - 低燃費タイヤの利用者

4.2 品質要件

本調査の対象とする調査対象製品と比較製品は、同じ機能を発揮し、且つ、最低限の要件（機械的特性と安全面での特性を含む）を満たしているものとする。

4.3 製品のサービス寿命

乗用車用タイヤ(PCR¹⁹)のサービスライフは30,000km、トラック／バス用タイヤ(TBR¹⁹)のサービスライフは120,000kmである。日化協が作成したcLCAガイドライン²⁰の別紙1にも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。本報告の燃費は別紙1のCFRP自動車事例(9.83km/l)と異なるが、数値自体に大きな違いはないことから、一般社団法人日本自動車タイヤ協会の作成したガイドラインに掲載されている燃費データを用いた。

4.4 時間的基準と地理的基準

GHG排出量の算定に用いたデータは2010年のデータを使用した。2020年の需要は2016年の市場予測値と同一とした。

GHG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GHG排出削減貢献量として算定されている。

対象地域は日本とした。

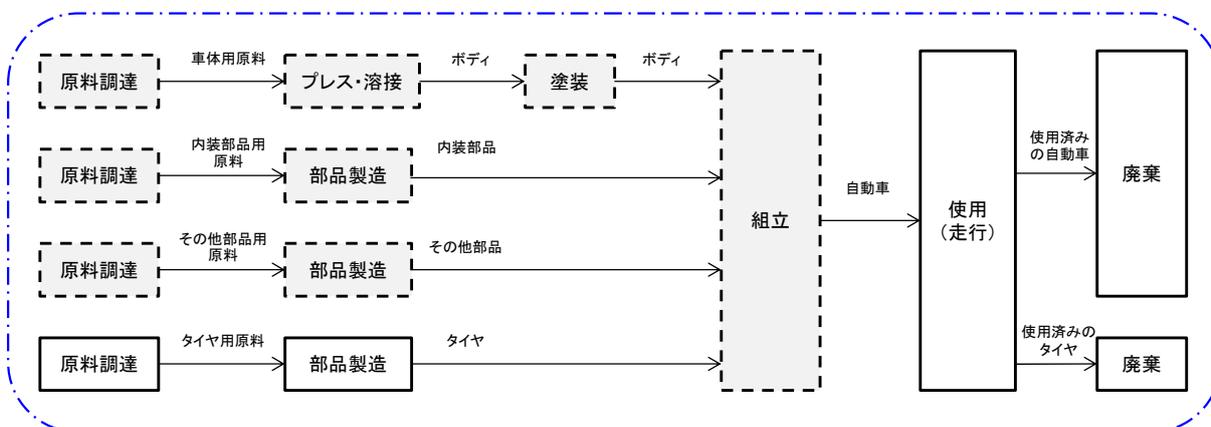
5. 算定の方法論

本事例では自動車のライフサイクルにおける GHG 排出量を評価しているが、GHG 排出量の差異が生じる部分はタイヤの原料調達から廃棄段階の部分であり、タイヤ以外の部分は両製品で共通のプロセスとなることから相殺し、タイヤに焦点を絞った評価を行うために簡易算定法を用いている。

5.1 境界の設定

原料採取、製造・流通・使用（自動車走行時）・廃棄の段階で低燃費タイヤと汎用タイヤのそれぞれについてライフサイクルにおける GHG 排出量を評価した。なおタイヤの使用段階については、タイヤが車に装着された状態における自動車の燃料消費量（燃費）を算出した。

【評価対象製品及び比較製品のシステム境界】



注1：評価対象製品と比較製品は使用されている原料は同じであり、構成比が異なるため同じフロー図となる。

注2：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- GHG 排出量を考慮しているプロセス
- GHG 排出量を考慮していないプロセス
- システム境界

図 18 システム境界

5.2 前提条件

使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出削減貢献量及び使用後処理に関する前提条件を以下に示す。

表 14²³ は使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出削減貢献量を表している。

表 14 使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出削減貢献量

項目	PCR		TBR	
	汎用タイヤ	低燃費タイヤ	汎用タイヤ	低燃費タイヤ
実走行燃費 (l/km)*	0.1	0.0975	0.25	0.2375
装着タイヤ数	4		10	
タイヤ走行寿命 (km)	30,000		120,000	
燃料使用量 (l)	3,000	2,925	30,000	28,500
燃料燃焼時 GHG 排出量 (kg-CO _{2e} /l)	揮発油(ガソリン); 2.81		軽油; 2.89	
使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出量 (kg-CO _{2e} /台)	8,430	8,219	86,700	82,365
GHG 排出削減貢献量 (kg-CO _{2e} /台)		▲211		▲4,335
タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量(kg-CO _{2e} /本) (GWP は、IPCC4 次報告書 100 年間の期間を使用)		▲52.75		▲433.5

LCI のデータは一般社団法人日本自動車タイヤ協会 (JATMA: Japan Automobile Tire Manufacturers Association) の「タイヤの LCCO₂ 算定ガイドライン Ver. 2.0」から引用した。

*実走行燃費は、車種・走行条件により異なるが、この数値は実験・文献に基づく代表値である。

図 19 は PCR 及び TBR の使用済みタイヤの廃棄・リサイクル率を示している。

PCR については、使用済みタイヤの 75%が熱利用され、25%が焼却される。

TBR については、熱利用と焼却に加えて、製品再利用 (リトレッド) と材料再利用 (マテリアルリサイクル) が行われる。

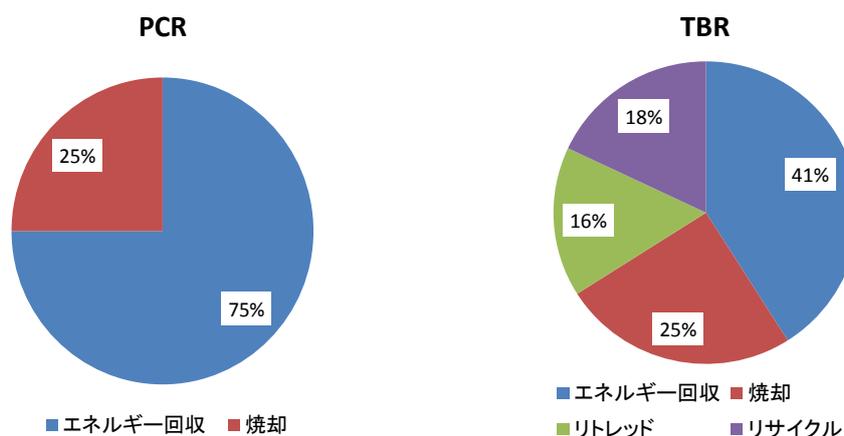


図 19 タイヤ使用後の処理状況

データ源及びデータの品質

ライフサイクルインベントリ (LCI) のデータは、以下のデータベースから取得した：一般社団法人日本自動車タイヤ協会の「タイヤの LCCO₂ 算定ガイドライン Ver. 2.0」。

5.3 簡易算定法

比較に用いる製品同士のライフサイクルにおける同一部分/プロセスの GHG 排出量は同量であり、削減貢献量の絶対値に影響を与えないため、算定を省略した。

●省略したプロセス

A：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料の製造段階での GHG 排出量

B：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の生産段階での GHG 排出量

C：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の流通段階での GHG 排出量

D：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料、部品の廃棄・リサイクル段階での GHG 排出量

●基準ケースの総排出量に対する省略された排出量の程度

A、B、C、D の同一部分の総排出量の割合は、PCR のライフサイクル全体の 20%²¹、TBR²² のライフサイクル全体の 8% を占めている。

5.4 主要パラメータ

GHG 排出量全体に与える影響が大きいパラメータを以下に示す。

・転がり抵抗低減による燃費向上 ・タイヤ走行寿命 ・燃料の種類等

5.5 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2012 年時の GHG 削減貢献量を使用）した 2020 年度の GHG 排出量の算定をベースケースとした。

6. 貢献の度合い（重要性）

本調査の対象化学製品である合成ゴム、シリカ等は、タイヤの主材料であり、自動車の燃費向上に貢献する重要な要素の一部であり GHG 排出削減に貢献している。ただし、排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から廃棄に至るまでのバリューチェーン全体に帰属している。

7. GHG 排出量の算定結果

PCR と TBR に分けて低燃費タイヤと汎用タイヤのライフサイクルにおける GHG 排出量を原料採取～生産・流通、使用、廃棄・リサイクルの段階毎に算出した。算定法としては、簡易算定法を使用し、共通の部分 A,B,C,D の算出は省略した。

7.1 乗用車用 (PCR) の GHG 排出量

a. 原料採取～生産・流通

低燃費タイヤの原料～生産・流通までの GHG 排出量は自動車 1 台分(タイヤ 4 本)で 129.6 kg-CO_{2e} である。このうち、合成ゴム、有機ゴム薬品等の原料の製造段階(原材料の輸送を含む)は 95.6kg-CO_{2e}、タイヤの生産は 28.0 kg-CO_{2e}、流通段階は 6.0 kg-CO_{2e} である。

汎用タイヤの原料採取～生産・流通までの GHG 排出量は自動車 1 台分(タイヤ 4 本)で 137.6 kg-CO_{2e} であり、原料の製造段階(原材料の輸送を含む)は 100.0kg-CO_{2e}、タイヤの生産は 31.2 kg-CO_{2e}、流通段階は 6.4 kg-CO_{2e} である。

b. 使用

自動車 1 台 1km あたりの燃料消費量 0.0975ℓ、揮発油の GHG 排出原単位 2.81kg-CO_{2e}/ℓ を用いて算出した低燃費タイヤの使用時(30,000km 走行時)に伴って排出される GHG 排出量は 8,219 kg-CO_{2e} である。

$$\text{算定式 } 0.0975 \text{ ℓ/km} \cdot 4 \text{ 本} \times 30,000 \text{ km} \times 2.81 \text{ kg-CO}_{2e}/\text{ℓ} = 8,219 \text{ kg-CO}_{2e}/4 \text{ 本}$$

汎用タイヤでは、自動車 1 台 1km あたりの燃料消費量は 0.1ℓであり、使用時(30,000km 走行時)に伴って排出される GHG 排出量 8,430 kg-CO_{2e} となる。

$$\text{算定式 } 0.1 \text{ ℓ/km} \cdot \text{本} \times 30,000 \text{ km} \times 2.81 \text{ kg-CO}_{2e}/\text{ℓ} = 8,430 \text{ kg-CO}_{2e}/4 \text{ 本}$$

c. 廃棄・リサイクル

低燃費タイヤの廃棄段階(使用済のタイヤの輸送時の排出も含む)における GHG 排出量は自動車 1 台分(タイヤ 4 本)で 52.8 kg-CO_{2e} である。リサイクル(熱利用)による削減効果は▲50 kg-CO_{2e}/4 本であり、これを加味した GHG 排出量は 2.8 kg-CO_{2e}/4 本となる。

汎用タイヤの廃棄段階における GHG 排出量は 64.0kg-CO_{2e}/4 本、リサイクル(熱利用)による削減効果は▲52.4kg-CO_{2e}/4 本であり、リサイクルによる削減分を加味した GHG 排出量は 11.6 kg-CO_{2e}/4 本となる。

補足：一般社団法人日本自動車タイヤ協会のガイドラインによると、乗用車用タイヤの廃棄・リサイクル段階では熱利用が 75%、リサイクル以外の廃棄処理が 25%である。熱利用によって回収されるエネルギーは C 重油を代替したものとみなし、サーマルリサイクルとして利用されたエネルギー相当分を差し引いている。

表 15 廃棄・リサイクル段階における GHG 排出量と排出削減効果(単位 kg-CO_{2e}/4 本)

		汎用タイヤ	低燃費タイヤ
リサイクル割合	熱利用	75%	75%
	リサイクル以外	25%	25%
GHG 排出量	回収輸送	1.6	1.6
	熱利用 ^{a)}	46.8	38.4
	単純焼却 ^{b)}	15.6	12.8
	合計 I	64.0	52.8
排出削減効果	熱利用 ^{c)} II	-52.4	-50.0
廃棄・リサイクル段階の GHG 排出量	I + II	11.6	2.8

1) 使用済みタイヤの 75%を熱利用。

汎用タイヤと低燃費タイヤの差異：

①使用済みタイヤ重量： 汎用タイヤ 7.3kg、低燃費タイヤ 7.0kg

②使用済みタイヤの炭素含有率： 汎用タイヤ 58%、低燃費タイヤ 50%

(使用済みタイヤ燃焼時のタイヤ 4 本あたりの GHG 排出量)

= (使用済みタイヤの炭素含有率) × 44/12 × (使用済みタイヤ重量) × 4

上記計算値に 0.75 を掛けて算出。

2) 使用済みタイヤの 25%を焼却。

3) 使用済みタイヤの 75%を熱利用。

熱回収効率係数 0.9、代替燃料は C 重油。

(使用済みタイヤ 4 本の熱利用による GHG 排出削減効果)

= (タイヤの発熱量) × (C 重油の GHG 排出係数) × (熱回収効率係数)

× (使用済みタイヤ重量) × 4

d. ライフサイクル (a~c の合計)

低燃費タイヤと汎用タイヤのライフサイクルにおける GHG 排出量、GHG 排出削減貢献量について以下に示す。

表 16 乗用車用タイヤ (PCR) の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

<乗用車用：PCR>		低燃費タイヤ	汎用タイヤ
原料～材料製造段階 GHG 排出量	(kg-CO _{2e} /台)	95.6+A	100.0+A
生産段階	(kg-CO _{2e} /台)	28.0+B	31.2+B
流通段階	(kg-CO _{2e} /台)	6.0+C	6.4+C
使用段階	(kg-CO _{2e} /台)	8,219	8,430
廃棄・リサイクル段階 GHG 排出量	(kg-CO _{2e} /台)	2.8+D	11.6+D
ライフサイクル全体の GHG 排出量	(kg-CO _{2e} /台)	8,351.4+A+B+C+D	8,579.2+A+B+C+D
GHG 排出削減貢献量	(kg-CO _{2e} /台)	▲227.3	
タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量	(kg-CO _{2e} /本)	▲56.8	

注：原料～材料製造段階の GHG 排出量は原材料の輸送分を含む。

A：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料の製造段階での GHG 排出量、B：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の生産段階での GHG 排出量、C：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の流通段階での GHG 排出量、D：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料、部品の廃棄・リサイクル段階での GHG 排出量

7.2 トラック・バス用 (TBR) の GHG 排出量

a. 原料～生産・流通

低燃費タイヤの原料～生産・流通の GHG 排出量はトラック・バス 1 台分 (タイヤ 10 本) で 1,850 kg-CO_{2e} である。このうち、合成ゴム、有機ゴム薬品等の原料の製造段階 (原材料の輸送を含む) は 1,397kg-CO_{2e}、タイヤの生産は 352 kg-CO_{2e}、流通段階は 101 kg-CO_{2e} である。

汎用タイヤの原料採取～生産・流通の GHG 排出量は自動車 1 台分 (タイヤ 10 本) で 1,940 kg-CO_{2e} であり、原料の製造段階 (原材料の輸送を含む) は 1,480kg-CO_{2e}、タイヤの生産は 356 kg-CO_{2e}、流通段階は 104 kg-CO_{2e} である。

b. 使用

自動車 1 台 1km あたりの燃料消費量 0.2375ℓ、軽油の GHG 排出原単位 2.89kg-CO_{2e}/ℓ を用いて算出した低燃費タイヤの使用時 (120,000km 走行時) に伴って排出される GHG 排出量は 82,365 kg-CO_{2e} である。

$$\text{算定式 } 0.2375\ell/\text{km} \cdot \text{本} \times 120,000\text{km} \times 2.89\text{kg-CO}_2\text{e}/\ell = 82,365 \text{ kg-CO}_2\text{e}/10 \text{ 本}$$

汎用タイヤでは、自動車 1 台 1km あたりの燃料消費量は 0.25ℓであり、使用時 (120,000km 走行時) に伴って排出される GHG 排出量 86,700 kg-CO_{2e} となる。

$$\text{算定式 } 0.25\ell/\text{km} \cdot \text{本} \times 120,000\text{km} \times 2.89\text{kg-CO}_2\text{e}/\ell = 86,700\text{kg-CO}_2\text{e}/10 \text{ 本}$$

c. 廃棄・リサイクル

低燃費タイヤの廃棄段階 (使用済のタイヤの輸送時の排出も含む) における GHG 排出量は自動車 1 台分 (タイヤ 10 本) で 545 kg-CO_{2e} である。リサイクル (熱利用) による削減効果は▲854kg-CO_{2e}/10 本であり、これを加味した GHG 排出量は 309 kg-CO_{2e}/10 本となる。

汎用タイヤの廃棄段階における GHG 排出量は 582 kg-CO_{2e}/10 本、リサイクル (熱利用) による削減効果は▲893kg-CO_{2e}/10 本であり、リサイクルによる削減分を加味した GHG 排出量は 311 kg-CO_{2e}/10 本となる。

補足：一般社団法人日本自動車タイヤ協会のガイドラインによると、トラック・バス用タイヤの廃棄段階・リサイクル状況は熱利用が 41%、製品再利用 (リトレッド) が 16%、材料再利用 (マテリアルリサイクル) 18%、リサイクル以外の廃棄処理が 25% である。

・サーマルリサイクル:熱利用によって回収されるエネルギーは C 重油を代替したものとみなし、利用されたエネルギー相当分を差し引いている。

- ・製品再利用：リトレッドコンパウンドに使用される原材料の製造及び輸送、リトレッドコンパウンド混合、リトレッドタイヤ生産時の GHG を含み、新品タイヤの原材料製造及び輸送、新品タイヤ生産を代替したものとしてリサイクルによる削減効果を算定している。
- ・材料再利用：ゴム粉及び再生ゴムの製造時の GHG を含み、配合ゴムの生産を代替したものとしてリサイクルによる削減効果を算定している。

表 17 トラック・バス用タイヤ (TBR) の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

<トラック・バス用：TBR>		低燃費タイヤ	汎用タイヤ
原料～材料製造段階 GHG 排出量 (kg-CO _{2e} /台)		1,397+A	1,480+A
生産段階 (kg-CO _{2e} /台)		352 +B	356 +B
流通段階 (kg-CO _{2e} /台)		101+C	104+C
使用段階 (kg-CO _{2e} /台)		82,365	86,700
廃棄・リサイクル段階 GHG 排出量 (kg-CO _{2e} /台)		▲309+D	▲311+D
ライフサイクル全体の GHG 排出量 (kg-CO _{2e} /台)		83,906+A+B+C+D	88,329+A+B+C+D
GHG 排出削減貢献量 (kg-CO _{2e} /台)		▲4,423	
タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量 (kg-CO _{2e} /本)		▲442.3	

注：原料～材料製造段階の GHG 排出量は原材料の輸送分を含む。

A：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料の製造段階での GHG 排出量、B：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の生産段階での GHG 排出量、C：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の流通段階での GHG 排出量、D：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料、部品の廃棄・リサイクル段階での GHG 排出量

7.3 低燃費タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量

乗用車用 (PCR) とトラック・バス用 (TBR) の低燃費タイヤと汎用タイヤのライフサイクルにおける GHG 排出量の差から算出した GHG 排出削減貢献量は、乗用車用 (PCR) 低燃費タイヤの GHG 排出削減貢献量は 227.3kg-CO_{2e}/4 本 (1 本あたり 56.8kg-CO_{2e})、トラック・バス用 (TBR) 低燃費タイヤの GHG 排出削減貢献量は 4,423kg-CO_{2e}/10 本 (1 本あたり 442.3kg-CO_{2e}) となる。

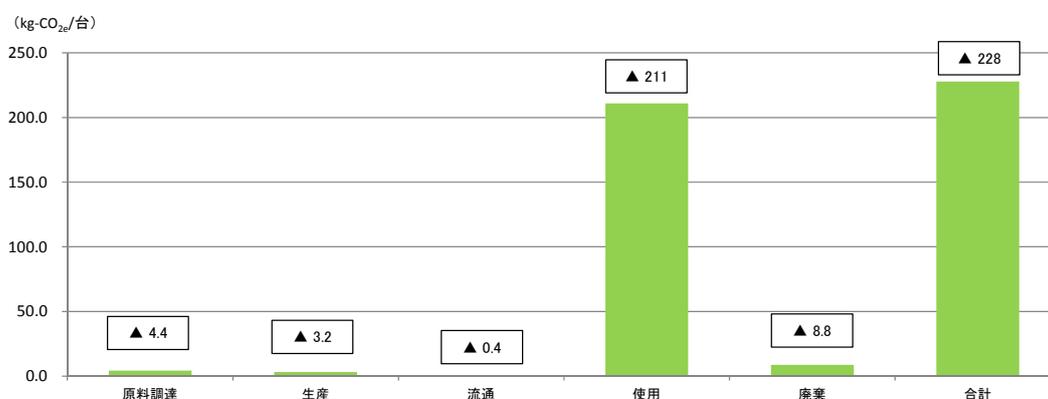


図 20 PCR を装着した自動車 1 台当たりの GHG 排出削減貢献量

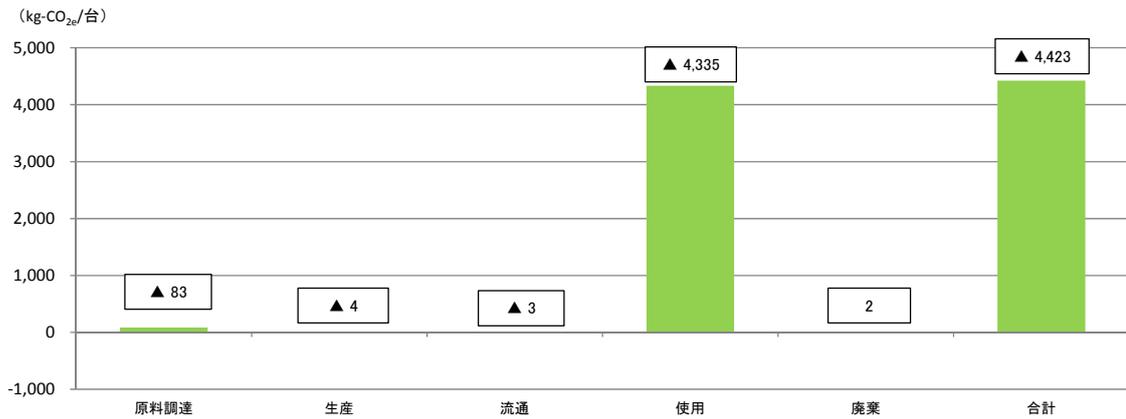


図 21 TBR を装着した自動車 1 台当たりの GHG 排出削減貢献量

8. 今後の予測

2020 年の日本における GHG 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①タイヤの国内需要

2011 年 91,195 千本²⁴ (乗用車用 93.5%、トラック・バス用 6.5%)

2020 年 低燃費タイヤ需要 78,000 千本 (タイヤ全体は 91,195 千本)

2015 年の低燃費タイヤの年間販売予想量は 70,000 千本²⁵であることから、2020 年までに年率 2%成長するものとして 2020 年の年間販売予想量を 78,000 千本と設定した。

②低燃費タイヤ 1 本当たりの GHG 排出削減貢献量

乗用車用 56.8 kg-CO_{2e}/本

トラック・バス用 442.3kg-CO_{2e}/本

③GHG 排出削減貢献量

【乗用車用】

低燃費タイヤ 1 本当たりの GHG 排出削減貢献量 × 年間販売予想量
 = 56.8 kg-CO_{2e}/本 × 73,000 千本
 = 4,146kt-CO_{2e}

【トラック・バス用】

低燃費タイヤ 1 本当たりの GHG 排出削減貢献量 × 年間販売予想量
 = 442.3kg-CO_{2e}/本 × 5,000 千本
 = 2,212kt-CO_{2e}

表 18 2020 年に販売される低燃費タイヤによる GHG 排出削減貢献量

1) 2020 年の需要予測とタイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量	乗用車用	トラック・ バス用	計
・タイヤ需要予測 (千本)	73,000	5,000	78,000
・低燃費タイヤによるタイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減 貢献量差分 (kg-CO _{2e} /本)	▲56.8	▲442.3	
2) GHG 排出削減貢献量 (万 t-CO _{2e})	▲415	▲221	▲636

乗用車用低燃費タイヤ 1 本あたりのライフサイクルにおける GHG 排出量は 33.1kg-CO_{2e}、販売予想量は 73,000 本であることから、GHG 総排出量は 242 万 t-CO_{2e} (33.1kg-CO_{2e}/本×73,000 千本=2,416kt-CO_{2e}) となる。

トラック・バス用のライフサイクルにおける GHG 排出量は 154.1kg-CO_{2e}、販売予想量は 5,000 本であることから、GHG 総排出量は 77 万 t-CO_{2e} (154.1kg-CO_{2e}/本×5,000 千本=771kt-CO_{2e}) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は低燃費タイヤを装着した自動車の GHG 排出量を評価しており、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。自動車のライフサイクルにおいては使用段階 (すなわち、走行時の燃料消費量とタイヤの走行寿命) が大半を占めており、算定結果は車種と走行条件に影響を受けることから、車種と走行条件が異なる事例においては個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

1. 5 省エネルギー その4－LED 関連材料－

1. 調査の目的

LED (Light Emitting Diode : 発光ダイオード) とは、電流を流すと発光する半導体 (ダイオード) である。その LED を光源とする電球が LED 電球である。LED 電球は、有機 EL 照明と共に次世代の省エネ型の照明として注目されており、省エネの一つの指標である発光効率 (lm/W) が高いのが特長である。今後、照明だけでなく IT 機器やエレクトロニクス機器における表示装置や車向けランプなど様々な用途が期待されている。本事例は照明に使用する LED 電球の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

①CO₂ 排出削減貢献の内容

長寿命、かつ消費電力が少ない。

②LED で使用される化学製品例

- ・ LED パッケージ、チップ
- ・ LED 基板 (GaAs、GaP、GaN、SiC、サファイア)
- ・ MO-CVD 用有機金属
- ・ LED 封止材 (エポキシ、シリコーン)
- ・ LED 樹脂パッケージ (リフレクタ樹脂 : ポリアミド系、シリコーン、液晶ポリマー)
- ・ LED セラミックスパッケージ
- ・ 蛍光体、高放熱性基板、高反射率フィルム、照度向上塗料など

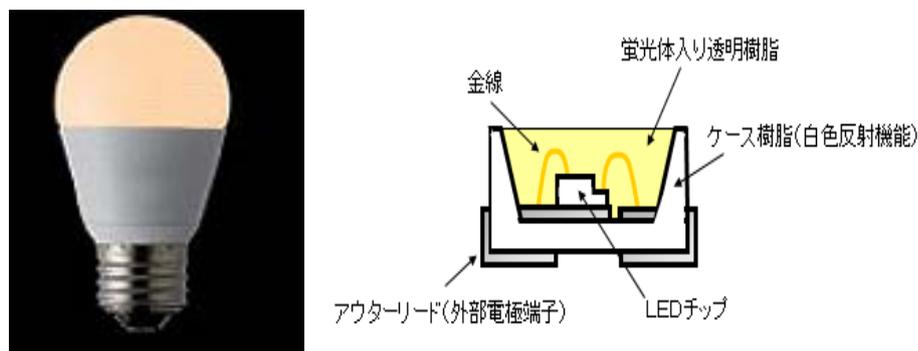


図 22 LED 電球の外観と構造

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例はLED電球と白熱球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 23 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、電球のライフサイクルにおけるCO₂排出量を評価したものであり、評価対象製品はLED電球、比較製品は白熱電球である。どちらの製品もライフサイクルを考慮してCO₂排出量を算定している。評価対象製品のLED電球は白熱電球よりも使用する際の消費電力が少なく、製品寿命が長いことから使用時のCO₂排出量が少ない。

2009年における評価対象製品のLED販売数量は2,200千個（シェア2%）、比較製品の白熱電球の販売数量は99,879千個である。2020年においては、LED電球の普及が進み、28,000千個に増大するものと予測した。

表 19 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
LED電球	白熱電球

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は製造方法の異なる電球を評価したものであり、どちらの電球も照明としての機能は同じである。両製品の違いは、主として電球を使用する際に消費される電力消費量と製品寿命である。したがって、同一の点灯時間において比較を行うため、機能単位はLED電球の製品寿命である25,000時間とした。

LEDによる便益を受けるユーザーは同製品の利用者である。

- ・機能
明るさの提供
- ・機能単位
25,000時間の点灯²⁶（LED電球の生涯点灯時間）
- ・便益を受けるユーザー
LED電球の利用者

4.2 品質要件

評価対象製品である LED 電球は発光効率が 150lm/W (2015 年頃の見込み²⁷⁾ と高く、この効果によって消費電力が少ない。これに対して白熱電球の発光効率は 15lm/W である。また LED 電球は調光機能にも優れており、HEMS/BEMS といったエネルギーマネジメントシステムの一部に組み込まれ、エネルギー利用のキーテクノロジーとなる可能性を秘めている。

4.3 製品のサービス寿命

評価対象製品である LED 電球のサービス寿命は 25,000 時間²⁸ とした。特定非営利法人 LED 推進協議会によると LED 電球の一般的な製品寿命は 40,000 時間であるが、本報告書では OSRAM 社のレポート内容を引用しているため、LED の製品寿命を 25,000 時間としている。比較製品である白熱電球の製品寿命は 1,000 時間である。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いた電球のデータは 2009 年のデータである。2020 年の需要は市場予測値を用いた。

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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

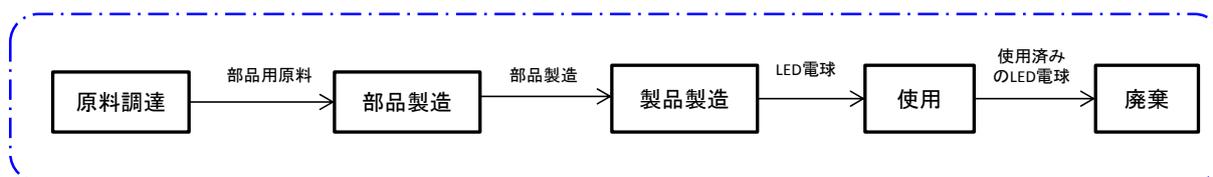
対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

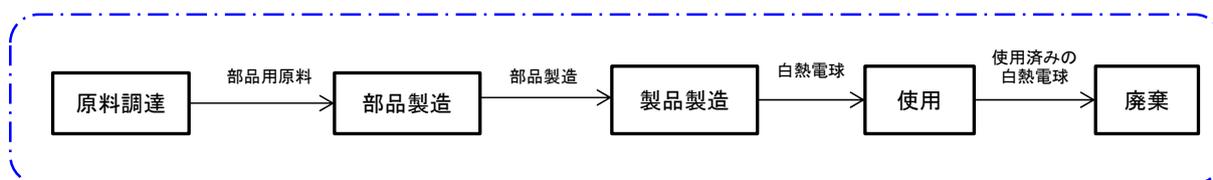
5.1 境界の設定

評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、製品製造、製品の使用、廃棄に係るプロセスをシステム境界に含めた。

【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。

□ CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
- - - システム境界

図 24 システム境界

5.2 前提条件

・点灯時間

LED の製品寿命が 1 個あたり 25,000 時間であることから、製品寿命の違いにより LED 電球では必要個数が 1 個に対し、白熱電球は 25 個となる。したがって LED 電球 1 個分の生涯点灯時間 25,000 時間を基準とし、これに見合った電球の必要個数（LED 電球 1 個、白熱電球 25 個）において比較した。

5.3 主要パラメータ

使用段階における評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量差が大きいことから、これに与える影響が大きい主要パラメータとして①電球の消費電力が挙げられる。また、電球 1 個当たりの製品寿命は比較製品の 1,000 時間に比べて評価対象製品は 25,000 時間であることから②電球の製品寿命も評価に影響を与えるパラメータである。

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：将来何の変化もおこらないと推定（2009 年時の CO₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO₂ 排出削減貢献量の算定をベースケースとした。

6. 貢献の度合い（重要性）

LED 電球を使用することによって、使用時に消費する電力量を抑制することができ、この電力使用に伴って排出される CO₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から電球の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

LED 電球と白熱電球の製品寿命および消費電力を表 20、ライフサイクルにおける CO₂ 排出量を表 21 に示す。

●製品寿命と消費電力

使用時の消費電力は LED 電球が 8W、白熱電球が 40W であり、白熱電球の方が大きい。

・使用時の消費電力比較

LED 電球は、1 個当たりの消費電力（LED：8W/個、白熱：40W/個）が小さいことに加え、長寿命のため必要個数が少ない（25,000 時間まで使用、LED：1 個、白熱：25 個）。

・CO₂ 排出係数（kWh 当たりの発電に伴い排出された CO₂ 排出量）

公共電力： 0.33kg-CO₂/kWh²⁹

表 20 製品寿命と消費電力

	評価対象製品	比較製品
	LED 電球	白熱電球
製品寿命 (時間)	25,000	1,000
25,000 時間の点灯を達成するために必要な個数 (個)	1	25
消費電力量 (W/個)	8	40

LED 電球 1 個分の生涯点灯時間 25,000 時間を基準とし、これに見合った電球の必要個数 (LED 電球 1 個、白熱電球 25 個) についてのライフサイクル全体の CO₂ 排出量を算定した結果、評価対象製品 1 個 (25,000 時間点灯) 当たりにおける CO₂ 排出量は 69.272kg-CO₂、比較製品 (25 個 : 25,000 時間点灯) は 335.275 kg-CO₂ となった。

●原料調達～製品製造段階の CO₂ 排出量

電球 1 個当たりの製造時消費電力は LED 電球が 9.9kWh、白熱電球が 0.612kWh であり LED 電球の方が大きい。

評価対象製品 1 個 (25,000 時間点灯) 当たりにおける原料調達から製品製造までの CO₂ 排出量は 3.27kg-CO₂、比較製品 (25 個 : 25,000 時間点灯) の CO₂ 排出量は 5.05kg-CO₂ である。

●使用段階の CO₂ 排出量

評価対象製品 1 個 (25,000 時間点灯) 当たりにおける使用段階の CO₂ 排出量は 66kg-CO₂、比較製品 (25 個 : 25,000 時間点灯) の CO₂ 排出量は 330kg-CO₂ である。

●廃棄段階の CO₂ 排出量

評価対象製品 1 個 (25,000 時間点灯) 当たりにおける廃棄段階の CO₂ 排出量は 0.002kg-CO₂、比較製品 (25 個 : 25,000 時間点灯) の CO₂ 排出量は 0.225kg-CO₂ である。

・25,000 時間当たりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は 266 kg-CO₂ (25,000 時間) となる。

表 21 25,000 時間当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

区分	評価対象製品	比較製品
	LED 電球	白熱電球
① 原料調達～製造・組立時		
原料調達～製造・組立時の消費電力 (kWh/個)	9.9	0.612
LED 製品寿命見合いの製造個数 (個)	1	25
電力の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh)	0.33	0.33
小計：原料調達～製造に係る CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	3.27	5.05
② 使用時		
25,000 時間使用時の消費電力 (kWh)	200	1,000
電力の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh)	0.33	0.33
小計：使用に係る CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	66	330
③ 埋立		
埋立個数 (個)	1	25
埋立に係る CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /個)	0.002	0.009
小計：廃棄に係る CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	0.002	0.225
ライフサイクル全体の CO₂ 排出量 (kg-CO₂) (①～③の合計)	69.272	335.275
CO₂ 排出削減貢献量 (kg-CO₂/25,000 時間)	▲266	

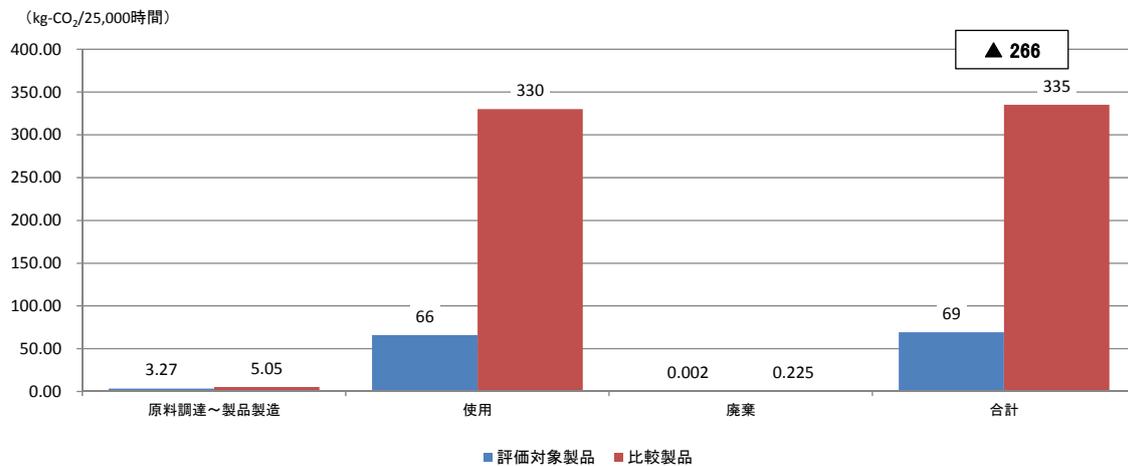


図 25 25,000 時間当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

① 日本全体の販売予想量³⁰ 2020 年 28 百万個

②25,000 時間当たり (LED 電球 1 個相当) の CO₂ 排出削減貢献量 266kg-CO₂/25,000 時間

③CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & 25,000 \text{ 時間当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{販売予想量} \\ & = 266\text{kg-CO}_2 / 25,000 \text{ 時間} \times 28,000,000 \text{ 個} \\ & = 7,448\text{kt-CO}_2 \end{aligned}$$

表 22 2020 年に導入される LED 電球による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の販売量予測と CO ₂ 排出削減貢献量		
・ LED 電球販売量	(百万個)	28
・ LED 電球 1 個あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /個)	▲266
2) CO ₂ 排出削減貢献量		(万 t-CO ₂)
		▲745

評価対象製品の CO₂ 排出量は 69.272kg-CO₂/25,000 時間であり、2020 年における販売予想量は 28 百万個であることから、CO₂ 排出量の総量は 194 万 t-CO₂ (69.272kg-CO₂/25,000 時間×28 百万個=1,940kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は LED 電球の製品寿命を 25,000 時間で評価し、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって使用段階の消費電力、明るさが異なる LED 電球、直管型の LED 照明については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

1. 6 省エネルギー その5－住宅用断熱材－

1. 調査の目的

住宅において消費されるエネルギーのうち、消費量が多いものの一つとして冷暖房（特に暖房）に必要なエネルギーが挙げられる。冷暖房によって室内を快適な温度にしても室外との温度差があると、住宅の壁や天井、屋根、床、窓や出入口などから熱が流出・流入してしまう。冷暖房時の省エネルギーを行うには、住まいの断熱性と気密性を高めることが有効である。断熱材を用いて室内を包むようにすき間なく覆うことにより、住まいの断熱性を高めることができ、省エネルギーに繋がる。本事例は平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

①CO₂ 排出削減貢献の内容

断熱効果により冷暖房の消費電力を減らす。

②現在使用されている住宅用断熱材の種類

- ・ロックウールやグラスウールなどの無機材料
- ・ポリスチレンやウレタンを中心とした樹脂材料

本評価では、グラスウールと樹脂材料との間では、LCA 的に CO₂ 排出量の差が小さいこと（グラスウールは、同等の断熱性を得るため、施工時に樹脂材料より厚く使用されるが、製造時の排出量は少ない）、国内での出荷量は樹脂材料のひとつであるビーズ法ポリスチレンフォームが多いことから、ビーズ法ポリスチレンフォームを対象として、断熱材を使用した住宅と、使用しない住宅との比較を行った。

③ビーズ法ポリスチレンフォームの特徴³¹

ドイツで開発された代表的な発泡プラスチック系の断熱材。

「Expanded Poly-Styrene」の頭文字をとって「EPS」と呼ばれる。

製造方法：ポリスチレン樹脂と炭化水素系の発泡剤からなる原料ビーズを予備発泡させた後に、金型に充填し加熱することによって約 30 倍から 80 倍に発泡させる。よって、金型形状を変えることで様々な形状の製品を作ることができる。

④断熱材、遮熱材として使用される化学製品例

押出發泡ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム

硬質ウレタンフォーム、ウレタン樹脂

高發泡ポリスチレンフォーム、フェノールフォーム

塩ビサッシ、塩ビ樹脂

遮熱塗料、遮熱シート、遮熱フィルム、高断熱カーテン、不織布、アルミナ繊維



図 26 断熱材

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は平成 11 年省エネルギー基準を満たす断熱性能を有する住宅と昭和 55 年基準以前の住宅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。

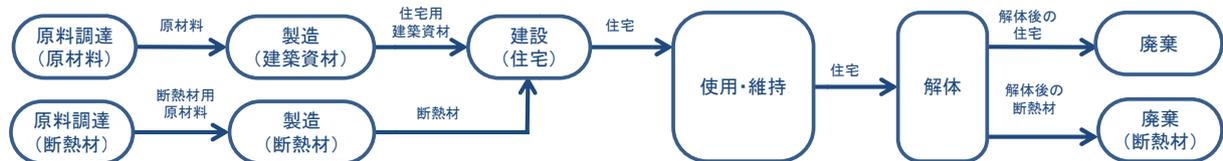


図 27 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、平成 11 年省エネルギー基準を満たす断熱性能を有する住宅と昭和 55 年基準以前の住宅を比較したものである。住宅に使用される断熱材は、1. ④で述べたように多種類が存在し、平成 11 年省エネルギー基準に示された断熱性能を満たすに必要な量が使用される。

表 23 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅	昭和 55 年基準以前の住宅

平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅を評価対象製品に選定した理由は、国土交通省が 2020 年までに新築建物の全てに平成 11 年省エネルギー基準相当への適合を義務付ける方針を決定したためである。

昭和 55 年基準以前の住宅を比較製品に選定した理由は、我が国の既築住宅（約 5,000 万戸）における昭和 55 年の省エネ基準以前の住宅（外壁、天井が無断熱）が 55%（約 2,750 万戸）を占

めているからである。一年あたりに新築される住宅戸数は、現状約 80 万戸（2010 年度）であり、古い住宅が無くなり新しい住宅に置き換わっていくものと考え、新しい住宅へ入れ替わるまでに 34 年はかかるものと考えられる。

したがって、本報告では、昭和 55 年の省エネ基準以前の住宅が平成 11 年省エネ基準を満たす住宅に置き換わるというシナリオに基づき、昭和 55 年の省エネ基準以前の住宅を比較製品とした。

2012 年における評価対象製品のシェアは 5%であるが、2020 年においては新設の住宅は平成 11 年省エネルギー基準を満たすことが義務付けられる見込みであり、100%と設定した。

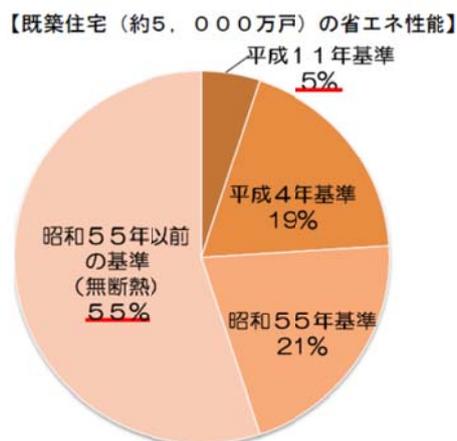


図 28 既存住宅（約5,000万戸）の省エネ性能³²

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は断熱性能の異なる住宅の比較であり、評価対象製品と比較製品において居住期間に使用される冷暖房によるエネルギー使用量が異なる。したがって、機能は住宅における冷暖房の使用、機能単位は住宅1戸とした。

平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅を使用することによる便益を受けるユーザーは住宅の所有者である。

- ・機能

- 居住スペースの提供と住宅における冷暖房の使用

- ・機能単位

- 使用期間 30 年の戸建住宅 1 戸

- 使用期間 60 年の集合住宅 1 戸

- ・便益を受けるユーザー

- 住宅の所有者、居住者

4.2 品質要件

評価対象製品は平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅、比較製品は昭和 55 年基準以前の住宅であり、同じ住宅モデルを前提としたものである。したがって、住居として両製品は同じ機能を発揮するものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では、戸建住宅のサービス寿命を 30 年³³、集合住宅を 60 年とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2000 年のデータを使用した。2020 年の需要は戸建住宅と集合住宅の新築数を合計 100 万戸として算出した。

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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

5.1 境界の設定

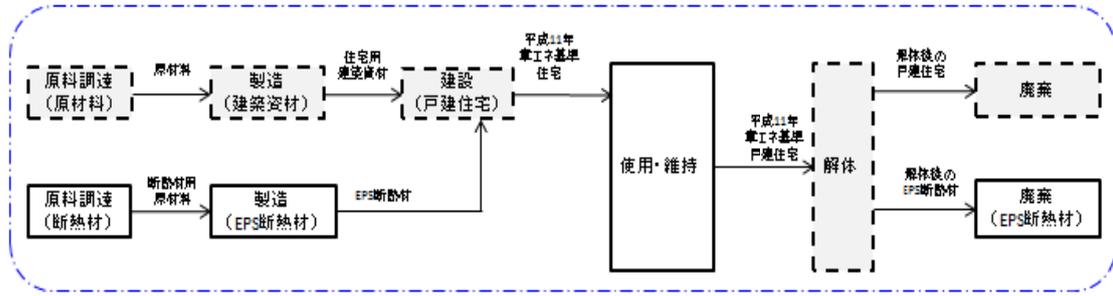
評価対象製品は、EPS 断熱材の原料調達、断熱材の製造、使用後の廃棄処理、住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。比較製品は住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。

EPS 断熱材以外に住宅へ使用される資材の原料調達、建築資材の製造、住宅の建設、住宅の解体、廃棄・リサイクルのプロセスからの排出量は、評価対象製品、比較製品とも同量であるため簡易算定法を使用し、算定を省略した。

- ・断熱材が使用される住宅の対象プロセス
 - a. 断熱材の原料～製造～廃棄に関するプロセス。廃棄については、焼却処理とした。
 - b. 住宅の使用プロセス（主に空調）
- ・断熱材を使用しない住宅の対象プロセス
 - a. 住宅の使用プロセスのみ（主に空調）
- ・評価対象外のプロセス
 - a. 使用時に使用される空調以外のエネルギー消費量（例、ガスコンロ等）

断熱材を用いた場合と用いない場合でも、同一のプロセスで CO₂ 排出量の差がなく、もしくはその差が非常に少なく、全体に影響を及ぼさないと考えられるため。

【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。

- CO₂排出量を考慮しているプロセス
- CO₂排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 29 システム境界

5.2 前提条件

- ・住宅モデル³⁴

戸建住宅のモデルとして日本建築学会木造標準問題のモデル(床面積約 125 m²)を用いた。集合住宅のモデルは「住宅の新省エネルギー基準と方針」等で用いられているモデル(床面積 70 m²)を用いた。

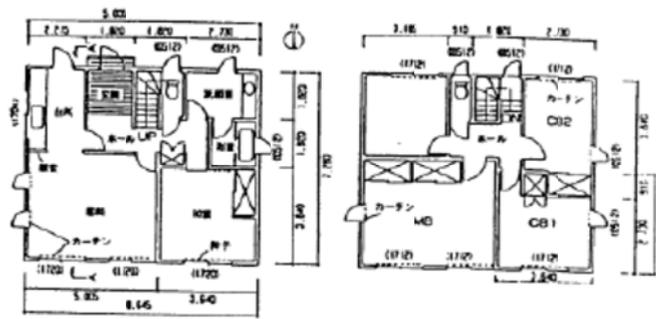


図-1 標準問題 平面図

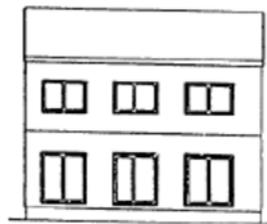


図-2 標準問題 断面立面図

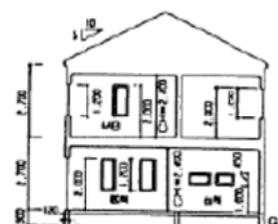


図-3 標準問題 断面図

図 30 戸建住宅モデル

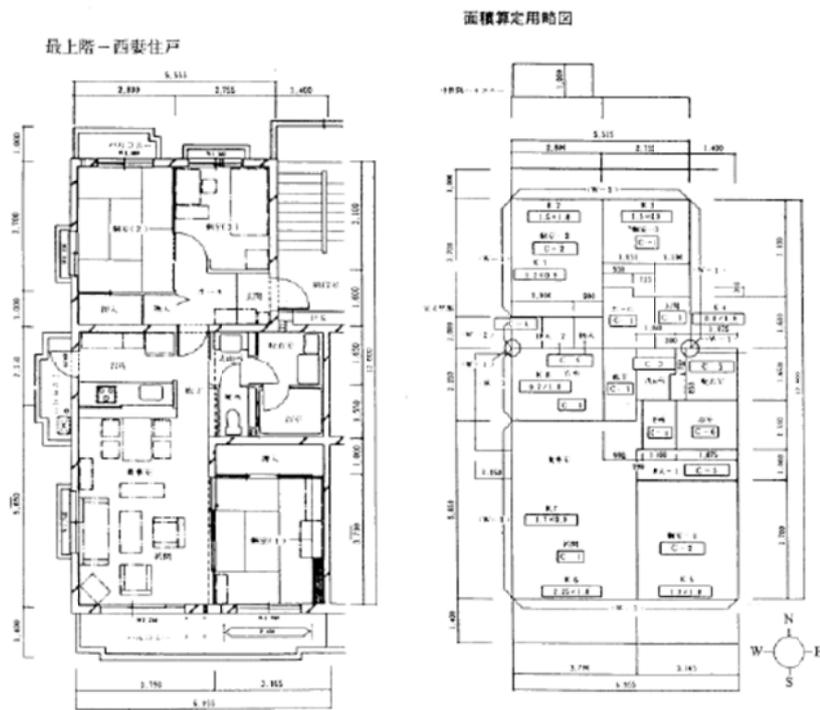


図 31 集合住宅モデル

・地域と気象条件

平成 11 年省エネルギー基準では全国を 6 地区に区分し、各地域の断熱性能を規定しており、本事例では沖縄を除く 5 地域を想定した。都市は最も住宅着工数が多い地域を設定した。

・換気回数

平成 11 年省エネルギー基準の住宅の換気回数は 0.5 回/hr、昭和 55 年以前の住宅は換気回数を 1 回/hr とした。夏期の窓開放条件は、室温 28℃以上かつ外気 26℃以下の場合に窓を開放するとして換気回数 10 回/hr を設定した。

・空調運転期間と運転条件

空調機器による暖冷房スケジュールは熱負荷計算ソフト (SMASH) の標準暖冷房期間及び標準内部発熱条件を使用した。

空調の運転期間と運転条件は以下のとおり。

暖房温度 18℃、冷房温度 28℃

I 地区 (札幌)	暖房	9 月 25 日～6 月 9 日、冷房 7 月 21 日～8 月 17 日
II 地区 (盛岡)	暖房	9 月 29 日～5 月 24 日、冷房 7 月 15 日～8 月 29 日
III 地区 (仙台)	暖房	10 月 11 日～5 月 16 日、冷房 7 月 18 日～9 月 3 日
IV 地区 (東京)	暖房	11 月 2 日～4 月 22 日、冷房 6 月 22 日～9 月 19 日
V 地区 (鹿児島)	暖房	11 月 3 日～4 月 8 日、冷房 6 月 1 日～10 月 9 日

・断熱材使用量

EPS 断熱材の使用量は以下のとおり。

EPS 断熱材 熱伝導率 0.0341W/mK、密度 22.4kg/m³

I 地区（札幌）	戸建住宅 713kg/戸、集合住宅 356kg/戸
II 地区（盛岡）	戸建住宅 524kg/戸、集合住宅 266kg/戸
III 地区（仙台）	戸建住宅 472kg/戸、集合住宅 222kg/戸
IV 地区（東京）	戸建住宅 472kg/戸、集合住宅 213kg/戸
V 地区（鹿児島）	戸建住宅 472kg/戸、集合住宅 213kg/戸

・使用年数³⁵

住宅の使用年数は戸建住宅 30 年、集合住宅 60 年とした。

5.3 簡易算定法

比較に用いる製品同士のライフサイクルにおける同一部分/プロセスの CO₂ 排出量は同量であり、削減貢献量の絶対値に影響を与えていないため算定を省略した。

●省略したプロセス

断熱材以外の住宅の製造段階での CO₂ 排出量、住宅の廃棄段階での CO₂ 排出量

●基準ケースの総排出量に対する省略された排出量

省略した部分の総排出量に対する割合は、戸建住宅におけるライフサイクル全体の 25%³⁶、集合住宅におけるライフサイクル全体の 60%³⁷ と算出した。

5.4 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①断熱材の物性と使用量（熱伝導率と厚み）、②空調の運転期間と運転条件である。

5.5 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2000 年時の CO₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO₂ 排出量の算定をベースケースとした。

6. 貢献の度合い（重要性）

断熱材を使用して住宅の断熱性能を高めることによって、居住期間に使用する冷暖房の消費電力を低減することができる。断熱材の使用は省エネの重要な要素の一部であり CO₂ 排出削減に貢献している。ただし排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から断熱材メーカー、建築業者、住宅の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量を以下に示す。

断熱材を使用した場合は、使用しない場合と比較して断熱材の製造時に CO₂ が排出するが、住宅の使用時での CO₂ 排出量は少なく全体としては排出削減に貢献する。また、1戸あたりの住宅のライフエンド（戸建住宅 30 年、集合住宅 60 年）までの排出削減貢献量は地域格差が生じ、戸建てで 9～45t/戸、平均で約 26t/戸の削減となり、集合住宅では 44～170t/戸、平均では約 105t/戸の削減となる。

・住宅 1 戸あたりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は、戸建住宅が 30 年間で 25,975kg-CO₂/戸（平均）、集合住宅は 60 年間で 104,705 kg-CO₂/戸（平均）となる。

表 24 戸建住宅の 1 戸あたりの CO₂ 排出削減貢献量（単位：kg-CO₂/戸・30 年間）

地域	断熱材原料～製造時 CO ₂ 排出量	住宅使用時 CO ₂ 排出削減量	断熱材廃棄時 CO ₂ 排出量	合計
札幌	2,295	▲49,443	2,412	▲44,736
盛岡	1,687	▲40,564	1,773	▲37,104
仙台	1,520	▲28,613	1,598	▲25,495
東京	1,520	▲16,642	1,598	▲13,524
鹿児島	1,520	▲12,140	1,598	▲9,022
平均	1,709	▲29,480	1,796	▲25,975

表 25 集合住宅の 1 戸あたり CO₂ 排出削減貢献量（単位：kg-CO₂/戸・60 年間）

地域	断熱材原料～製造時 CO ₂ 排出量	住宅使用時 CO ₂ 排出削減量	断熱材廃棄時 CO ₂ 排出量	合計
札幌	1,145	▲173,405	1,204	▲171,056
盛岡	855	▲146,661	899	▲144,908
仙台	714	▲100,622	751	▲99,157
東京	687	▲65,361	722	▲63,952
鹿児島	687	▲45,861	722	▲44,452
平均	818	▲106,382	859	▲104,705

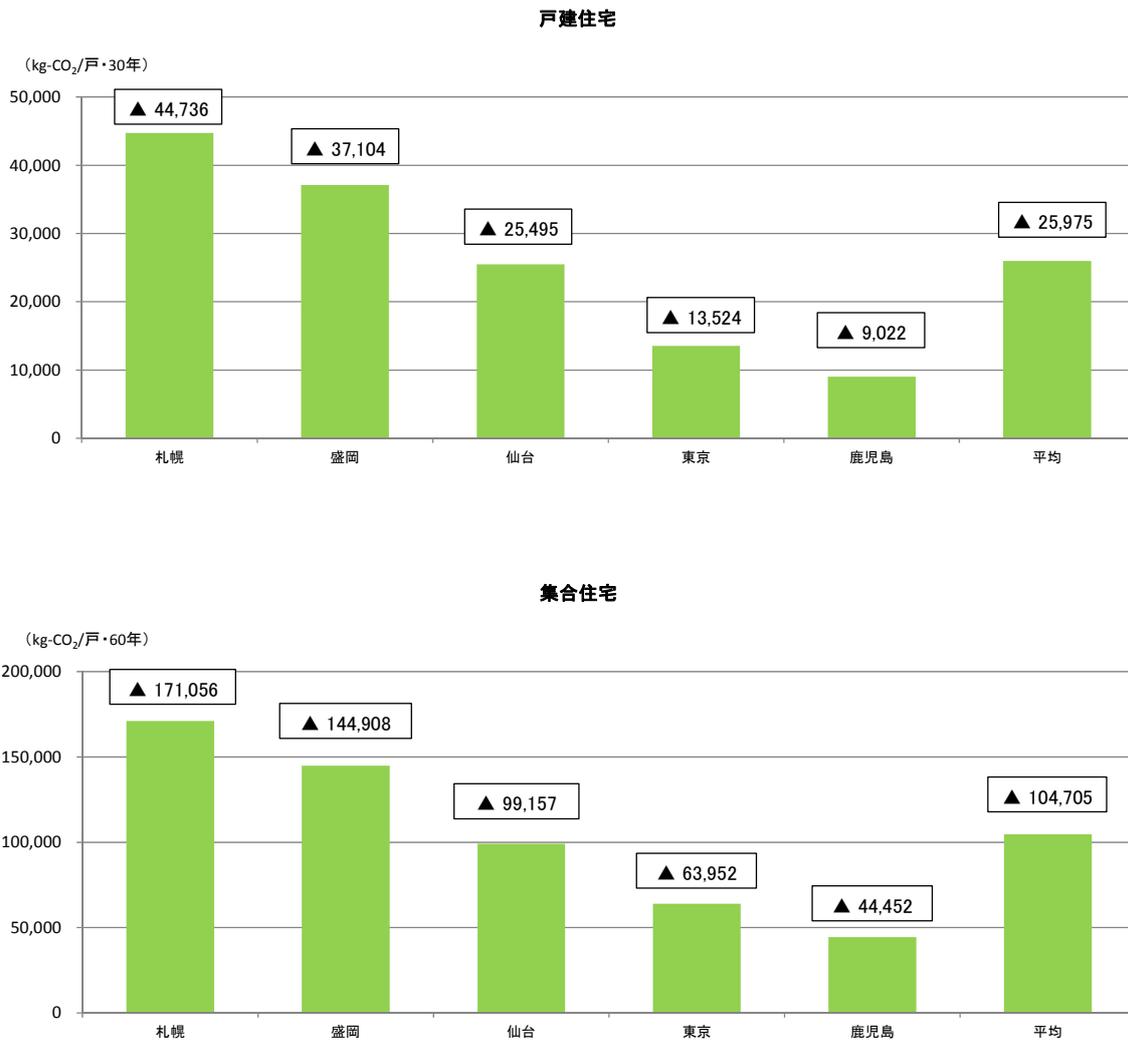


図 32 住宅 1 戸当たりの CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

- ①新築住宅戸数の見込み 2020 年 1,000,000 戸³⁸
 戸建住宅と集合住宅の内訳³⁹は、戸建住宅 36.7% (36 万 7 千戸)、集合住宅 63.3% (63 万 3 千戸) とした。
- ②戸建住宅 1 戸当たりの CO₂ 排出削減貢献量 25,975kg-CO₂/戸 (30 年間)
- ③集合住宅 1 戸当たりの CO₂ 排出削減貢献量 104,705kg-CO₂/戸 (60 年間)
- ④CO₂ 排出削減貢献量

・戸建住宅

$$\begin{aligned} & \text{戸建住宅 1 戸当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{住宅戸数} \\ & = 25,975\text{kg-CO}_2/\text{戸} \times 367,000 \text{ 戸} \\ & = 9,533\text{kt-CO}_2 \end{aligned}$$

・集合住宅

$$\begin{aligned} & \text{集合住宅 1 戸当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{住宅戸数} \\ & = 104,705\text{kg-CO}_2/\text{戸} \times 633,000 \text{ 戸} \\ & = 66,278\text{kt-CO}_2 \end{aligned}$$

・合計

$$\begin{aligned} & \text{戸建住宅の CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} + \text{集合住宅の CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \\ & = 9,532\text{kt-CO}_2 + 66,278\text{kt-CO}_2 \\ & = 75,811\text{kt-CO}_2 \end{aligned}$$

表 26 2020 年における平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅による
CO₂ 排出削減貢献量

2020 年の断熱材使用住宅の導入戸数		
・戸建て住宅		36 万 7 千戸
・集合住宅		63 万 3 千戸
住宅 1 戸あたりの断熱材導入による CO ₂ 排出削減貢献量		
・戸建て住宅 (30 年分)	(t-CO ₂ /戸)	▲26
・集合住宅 (60 年分)	(t-CO ₂ /戸)	▲105
CO ₂ 排出削減貢献量		
・戸建て住宅 (30 年分)	(万 t-CO ₂)	▲953
・集合住宅 (60 年分)	(万 t-CO ₂)	▲6,628
合計	(万 t-CO ₂)	▲7,581

EPS 断熱材の原料採取、製品製造、廃棄の CO₂ 排出量は戸建住宅 3,505kg-CO₂/戸 (平均)、集合住宅 1,677kg-CO₂/戸 (平均)、対象となる戸数は戸建住宅 367,000 戸、集合住宅 633,000 戸であることから、EPS 断熱材に係る CO₂ 排出量は 235 万-CO₂ (3,505kg-CO₂/戸×367,000 戸+1,677kg-CO₂/戸×633,000 戸=1,286kt-CO₂+1,062kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は、平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅と集合住宅を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。住居の形態は住宅毎に様々であることから、仕様が異なる住宅、前提条件に記した冷暖房の使用条件が異なる住宅、断熱材が異なる住宅には個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

1. 7 省エネルギー その6－樹脂アルミ複合窓及び断熱材－

1. 調査の目的

家庭からの CO₂ 排出量は家電等の省エネ化が進んでいるにも拘わらず年々増え続けている。生活水準の向上によるエネルギー消費量の増大とともに住宅そのものの断熱性能が低いことによる熱の出入りが大きいことによるエネルギーのロスに起因している。

住宅における熱の出入りは窓、壁、天井、床といった箇所からで、冷暖房の熱損失を低減するためには窓と壁、天井、床への断熱対策が最も有効と言われている。

このうち、夏は熱(日射)の 73%が窓を通じて室内に入り込み、冬は 58%の熱が窓を通じて逃げるとも言われている(図 34、図 35)。

窓は窓枠(サッシ)とガラスにより構成されており、窓枠は自体の断熱性能を高めることが重要である。樹脂アルミ複合サッシは、屋外側がアルミ、室内側が樹脂(塩化ビニル樹脂)という構造をしており、塩化ビニル樹脂の熱伝導率がアルミの 1/1000 と熱を伝え難く室内の熱を逃がさず結露しづらいことから、近年東京等の大都市圏においても普及が進んでいる。一方、ガラスは単層ではなく、複層ガラスが一般的である。他にも複層ガラスの内面部に特殊な金属膜を施したりアルゴンガスを充填して断熱性能を高めた Low-E 複層ガラスの使用、樹脂内窓を設置して二重窓とすることで断熱性能を高める方法など様々な技術が実用化されている。

本事例では樹脂アルミ複合と断熱材を使用した平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅による GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

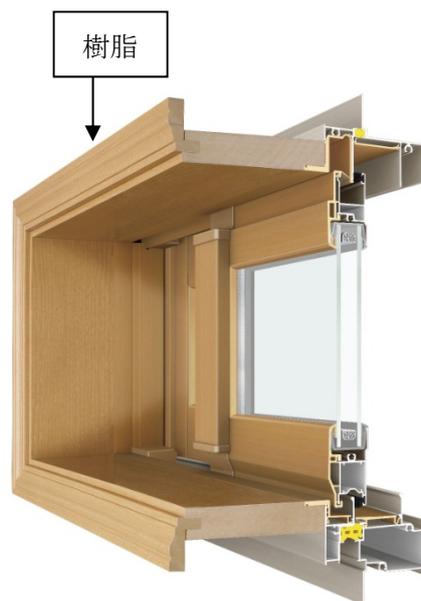


図 33 樹脂アルミ複合窓

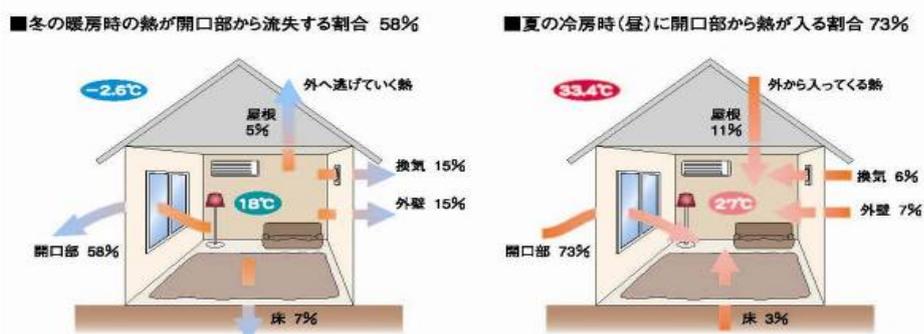


図 34 戸建住宅からの熱損失・事例 40

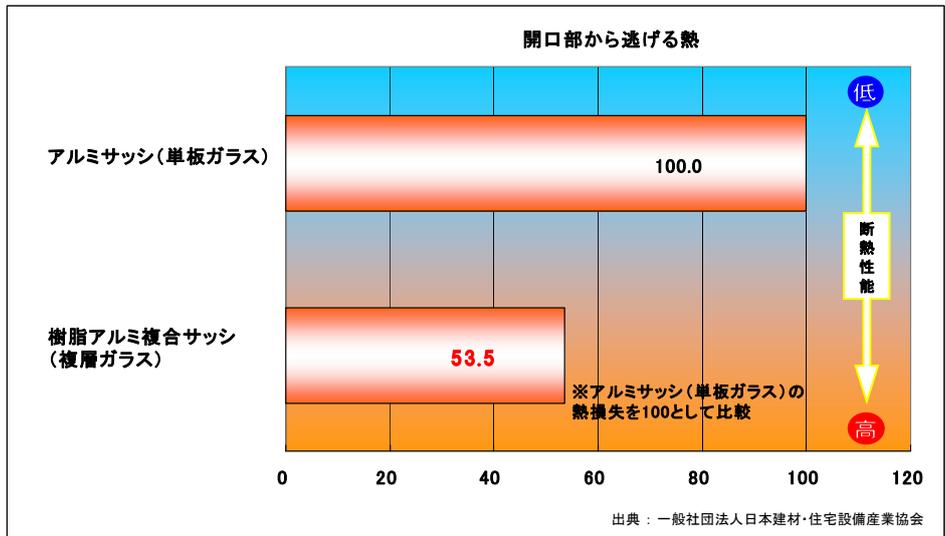


図 35 アルミ窓と樹脂アルミ複合サッシの熱損失比率・事例

①GHG 排出削減貢献の内容

断熱性能の高い樹脂アルミ複合サッシとグラスウール断熱材の使用により冷暖房に使用されるエネルギー消費量が低減される。

②樹脂アルミ複合サッシと断熱材に使用される化学製品例

【樹脂アルミ複合サッシ】

- ・ PVC (ポリ塩化ビニル樹脂)・・・窓枠 (サッシ)

【断熱材】

- ・ 押出発泡ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム
- ・ 硬質ウレタンフォーム、ウレタン樹脂
- ・ 高発泡ポリスチレンフォーム、フェノールフォーム

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は断熱性能の異なる戸建住宅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。

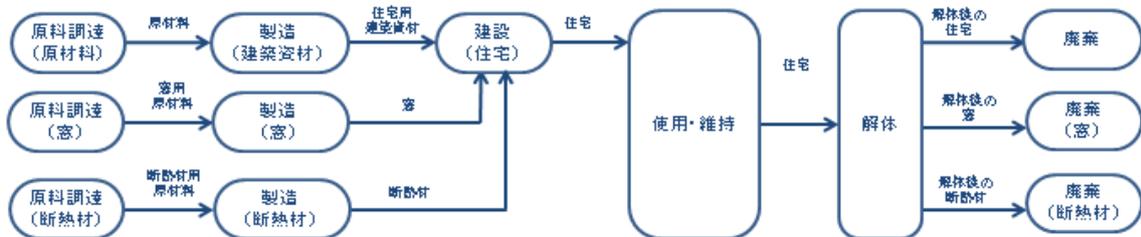


図 36 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、平成 11 年省エネルギー基準を満たす断熱性能を有する戸建住宅と昭和 55 年以前の戸建住宅を比較したものである。住宅に使用される断熱材は 1. ②で述べたように多種類が存在し、平成 11 年省エネルギー基準に示された断熱性能を満たすのに必要な量使用される。

表 27 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅	昭和 55 年基準以前の戸建住宅

平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅を評価対象製品に選定した理由は、国土交通省が 2020 年までに新築建物の全てに平成 11 年省エネルギー基準相当への適合を義務付ける方針を決定したためである。

昭和 55 年基準以前の戸建住宅を比較製品に選定した理由は、我が国の既築住宅（約 5,000 万戸）における昭和 55 年の省エネ基準以前の住宅（外壁、天井が無断熱）が 55%(約 2,750 万戸)を占めているからである。

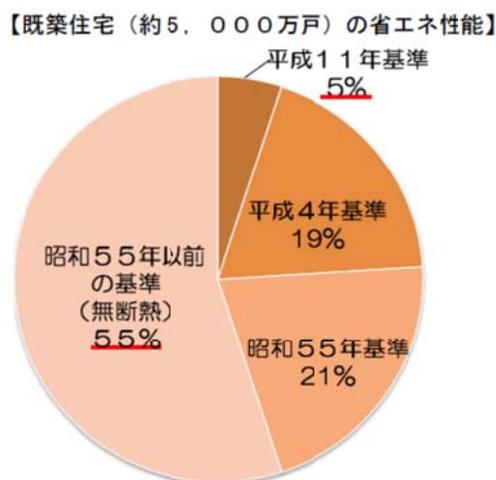


図 37 既存住宅（約 5,000 万戸）の省エネ性能⁴¹

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は断熱性能の異なる戸建住宅の比較であり、評価対象製品と比較製品において居住期間に使用される冷暖房の使用量が異なる。したがって、機能は戸建住宅における冷暖房の使用、機能単位は使用期間 30 年の戸建住宅 1 戸とした。

平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅を使用することによる便益を受けるユーザーは戸建住宅の所有者である。

- ・機能
戸建住宅における居住スペースの提供と冷暖房の使用
- ・機能単位
使用期間 30 年の戸建住宅 1 戸
- ・便益を受けるユーザー
戸建住宅の所有者、居住者

4.2 品質要件

評価対象製品は樹脂アルミ複合窓と断熱材を使用した平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅である。比較製品は昭和 55 年以前の断熱材を使用せずにアルミ窓を使用している戸建住宅である。どちらも同じ戸建住宅モデルを前提としたものであり、住居として同じ機能を発揮するものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では、戸建住宅のサービス寿命を 30 年⁴²とした。

4.4 対象年次及び地域

GHG 排出量の算定に用いたデータは 2010 年のデータを使用した。2020 年の需要は住宅着工件数の見込み（経産省）をもとに 2010 年実績の 2/3 とした。

GHG 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 GHG 排出削減貢献量として算定されている。

対象地域は日本の東京とした。

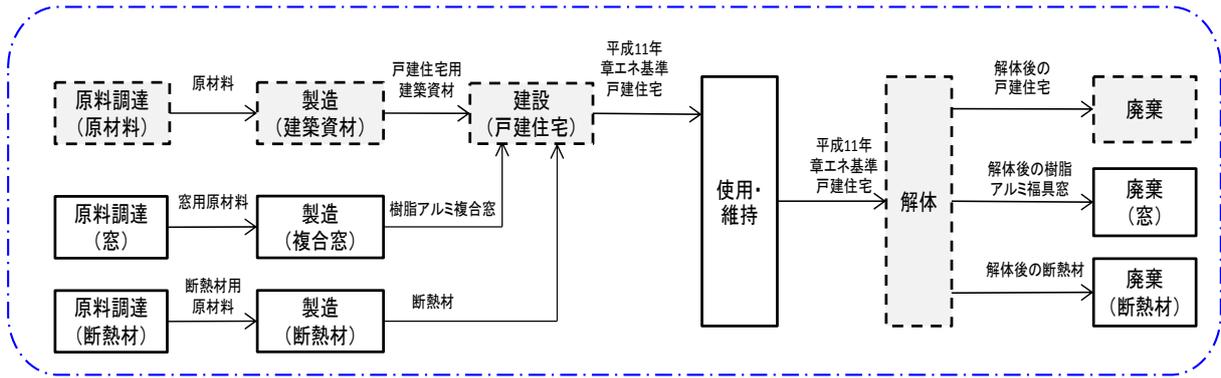
5. 算定の方法論

5.1 境界の設定

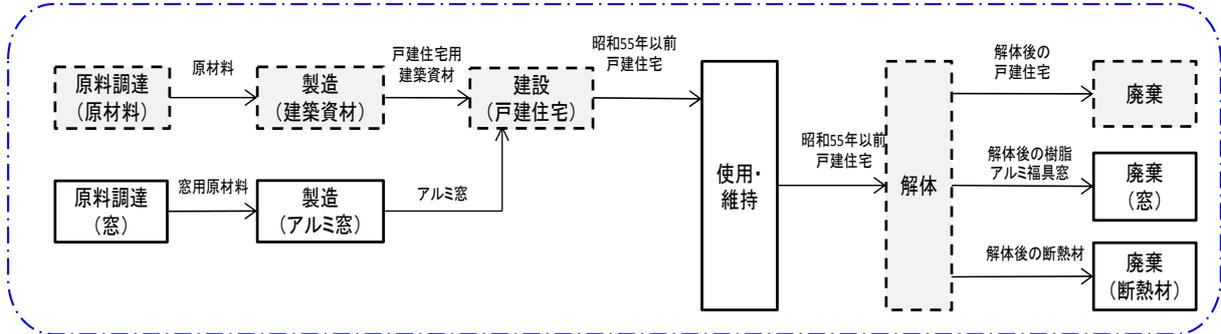
評価対象製品は、窓の原料調達、窓の製造、使用後の廃棄処理、断熱材の原料調達、断熱材の製造、使用後の廃棄処理、住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。比較製品は住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。なお、冷暖房の使用状況については対象地域を東京とした。

断熱材と窓以外に住宅へ使用される資材の原料調達、建築資材の製造、住宅の建設、住宅の解体、廃棄・リサイクルのプロセスからの排出量は評価対象製品、比較製品とも同量のため簡易算定法を採用し、算定を省略した。

【平成11年省エネルギー基準を満たす戸建住宅のシステム境界】



【昭和55年以前の戸建住宅のシステム境界】



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- GHG 排出量を考慮しているプロセス
- GHG 排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 38 システム境界

5.2 前提条件

- ・戸建住宅のモデル⁴³

戸建住宅のモデルは延床面積 120.07m²、階高 2.825m、開口比率 26.8%、開口面積 32.20m²とした。住宅モデルの平面図と立面図を以下に示す。

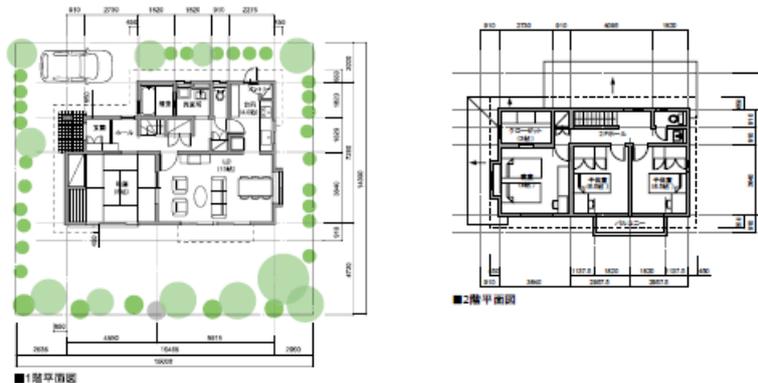


図 39 戸建住宅のモデル（平面図）

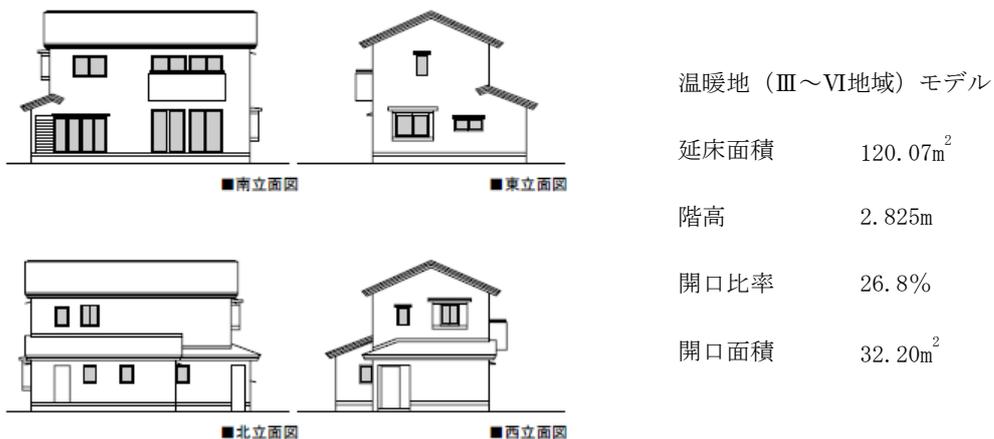


図 40 戸建住宅のモデル (立面図)

・断熱性能

評価対象製品と比較製品の窓と断熱材の仕様と断熱性能を以下に示す。

評価対象製品に用いた断熱材は天井、壁、床の全てにグラスウール（天井は吹き込みのグラスウール）とし、窓は樹脂アルミ複合サッシと一般複層ガラス（6mm）の組み合わせとした。住宅の熱損失係数（Q 値）は 2.58、窓の熱貫流率（U 値）は 4.65 である。

比較製品は断熱材を使用しないものとし、窓はアルミサッシと単板ガラスとした。住宅の熱損失係数（Q 値）は 10.24、窓の熱貫流率（U 値）は 6.51 である。

表 28 戸建住宅の窓及び断熱材の仕様と断熱性能

省エネルギー基準	平成 11 年 省エネルギー基準	昭和 55 年以前 基準なし
断熱材 天井	BGW13K-210 mm	無断熱
壁	GW16K-100 mm	無断熱
床	GW16K-100 mm	無断熱
窓	樹脂アルミ複合サッシ 複層ガラス as6 (一般複層ガラス 6mm)	アルミサッシ 単板ガラス
Q 値 (住宅の熱損失係数)	2.58	10.24
U 値 (窓の熱貫流率)	4.65	6.51

注：Q 値（熱損失係数：W/(m²/K)）は、外壁や天井・床などから損失する熱量を延床面積で割った数値で、数値が小さいほど断熱性能が高いことを表す。U 値（熱貫流率）は、屋内と屋外との両側の温度差が 1 度のときに単位時間あたりに壁 1 m²を通過する熱量で、外壁や天井などの部位の断熱性能を表す。

・冷暖房に関する諸条件⁴⁴

冷暖房負荷計算は「AE-Sim/Heat」によるシミュレーションに基づくものである。地域は東京とし、冷暖房の機器性能（COP）を3.00とした。

気象データは日本建築学会の「拡張アメダス気象データ」、冷暖房の運転条件は「部分間欠冷暖房」とした。

5.3 簡易算定法

比較に用いる製品同士のライフサイクルにおける同一部分/プロセスのGHG排出量は同量であり、削減貢献量の絶対値に影響を与えていないため算定を省略した。

●省略したプロセス

断熱材以外の住宅の製造段階でのGHG排出量、住宅の廃棄段階でのGHG排出量

●基準ケースの総排出量に対する省略された排出量

同一部分の総排出量の割合は、戸建住宅におけるライフサイクル全体の25%³⁶と算出した。

5.4 主要パラメータ

GHG排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、冷暖房の運転条件である。

5.5 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2012年時のGHG削減貢献量を使用した2020年のGHG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）

戸建住宅の断熱性能を高めることによって、居住期間に使用する冷暖房の消費電力を低減することができ、樹脂アルミ複合サッシと断熱材の使用はGHG排出削減に貢献している。ただし、GHG排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から窓メーカー、断熱材メーカー、建築業者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. GHG排出量の算定結果

7.1 住宅用断熱材（グラスウール）のGHG排出量

住宅用断熱材の原料採取、製造段階はLCA日本フォーラムのグラスウール製造（住宅用断熱材）データを元にMiLCAを用いて算出し、廃棄（埋立）処理についてはMiLCA（MiLCAマスタ・データベース構造バージョン：1.2.0、IDEAバージョン名：IDEA Ver.1.1.0）に搭載されている産業廃棄物の埋め立て処理データを用いて算出した。

●断熱材の原料調達、製品製造、廃棄段階の GHG 排出量

断熱材の原料調達、製品製造、廃棄（埋立）段階における GHG 排出量は製品 1kg 当たり 2.445kg-CO_{2e}となる。

断熱材使用量は、住宅モデルから断熱材の密度と厚さを用いて算出したところ住宅 1 戸あたり 574.6kg となり、戸建住宅 1 戸あたりの断熱材に係る GHG 排出量は 1,405 kg-CO_{2e}である。

表 29 グラスウールの製造、廃棄に係る GHG 排出量

区分	GHG 排出量	
	(kg-CO _{2e} /kg)	(kg-CO _{2e} /戸)
原料採取	0.846	486
製品製造	1.595	916
廃棄（埋立）	0.004	2
計	2.445	1,405

7.2 窓の CO₂ 排出量

評価対象製品と比較製品における窓の仕様を表 30 に示す。窓の原料調達、製品製造、廃棄段階における CO₂ 排出量は公表資料⁴⁵を引用した。

●窓の原料調達、製品製造、廃棄段階の CO₂ 排出量

アルミ樹脂複合窓の原料調達から廃棄段階までの CO₂ 排出量は住宅 1 戸あたり 2,875kg-CO₂、アルミ窓の CO₂ 排出量は 2,102kg-CO₂である。

表 30 窓の仕様

	アルミ樹脂複合窓	アルミ窓
品種名	単体サッシ半外付アングル付	単体サッシ半外付アングル付
使用対象	木造住宅用	木造住宅用
主材質	アルミ型材、硬質塩ビ材	アルミ型材
使用可能ガラス厚	複層ガラス 18~22mm	単板ガラス 2~6.8mm
基本性能（JIS 等級） 気密性	A-4（2）等級	A-3（8）等級
断熱性能 U 値	3.49W/m ² K (一般複層ガラス使用時)	6.51W/m ² K

注：本表の住宅条件は、1F 床面積 72.87m²、2F 床面積 76.19m²、延床面積 149.06m²、開口部面積 31.18m²、開口部比率 20.92%。

表 31 窓の製造、廃棄に係る CO₂ 排出量

単位：kg-CO₂/戸

	アルミ樹脂複合窓	アルミ窓
素材製造	2,440	1,780
製品製造	341	252
輸送	32.9	18.5
廃棄・リサイクル	60.6	51.7
計	2,875	2,102

7.3 住宅の使用期間における冷暖房使用による CO₂ 排出量

住宅の使用期間における冷暖房の使用に伴う CO₂ 排出量は、公表資料⁴⁶のエネルギー使用量から算出した。

●住宅の使用期間における CO₂ 排出量

平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅の冷暖房使用に伴う CO₂ 排出量は 30 年間で住宅 1 戸あたり 15,055kg-CO₂、昭和 55 年以前の戸建住宅の CO₂ 排出量は 35,648 kg-CO₂ となった。

表 32 戸建住宅の断熱性能比較（地域 温暖地：東京）

体		平成 11 年 省エネルギー基準	昭和 55 年以前	
断熱材	天井	BGW13K-210mm	無断熱	
	壁	GW16K-100mm	無断熱	
	床	GW16K-100mm	無断熱	
窓	ガラス	複層ガラス as6	単板ガラス	
	サッシ	アルミ樹脂複合サッシ	アルミサッシ	
U 値		4.65	6.51	
Q 値		2.58	10.25	
自然換気回数 [回/h]		0.5	3.0	
暖冷房負荷 MJ/年	部分間欠暖冷房	暖房	8,969	29,210
		冷房	7,455	9,679
		計	16,424	38,889
暖冷房電力量 kWh/年	部分間欠暖冷房	暖房	830	2,705
		冷房	690	896
		計	1,521	3,601
CO ₂ 排出量 kg-CO ₂ /年	部分間欠暖冷房	暖房	274	893
		冷房	228	296
		計	502	1,188
CO ₂ 排出量 kg-CO ₂ (30 年間)	部分間欠暖冷房	暖房	8,222	26,776
		冷房	6,834	8,872
		計	15,055	35,648

注 1：断熱材の表記 GW・・・グラスウール、BGW・・・吹き込みグラスウール

注 2：Q 値（熱損失係数）は、外壁や天井・床などから損失する熱量を延床面積で割った数値で、数値が小さいほど断熱性能が高いことを表す。

注 3：U 値（熱貫流率）は、屋内と屋外との両側の温度差が 1 度のときに単位時間あたりに壁 1 m² を通過する熱量で、外壁や天井などの部位の断熱性能を表す。

注 4：暖冷房電力量の CO₂ への換算係数（電力の CO₂ 排出係数：2009 年時点の 2020 年目標値：電事連）
0.33kg-CO₂/kWh

7.4 ライフサイクルにおける GHG 排出量

断熱材、窓、住宅使用期間における冷暖房の使用に係る GHG 排出量を以下に示す。

平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅は 1 戸あたり 19,335kg-CO_{2e}、昭和 55 年以前の戸建住宅は 37,750kg-CO_{2e} となった。

ただし、断熱材を除く窓の原料採取から廃棄・リサイクルまで、冷暖房の使用については

引用元の数値が CO₂ を対象としたものであり、CO₂ 以外の温室効果ガスまで考慮されていないが、本事例においては CO₂ 以外の温室効果ガスの影響は少ないと考えられることから、CO₂ 排出量≒GHG 排出量とみなして合算することとした。

・戸建住宅 1 戸あたりの GHG 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 GHG 排出削減貢献量は 30 年間で 18,415kg-CO_{2e}/戸（地域：東京）となる。

表 33 戸建住宅 1 戸当たりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

区分	平成 11 年省エネルギー基準				昭和 55 年以前の基準			
	窓	断熱材	住宅使用 (冷暖房)	計	窓	断熱材	住宅使用 (冷暖房)	計
原料調達	2,440	486	-	2,926	1,780	-	-	1,780
製品製造	374	916	-	1,290	271	-	-	271
使用 (30 年)	-	-	15,055	15,055	-	-	35,648	35,648
廃棄・リサイクル	61	2	-	63	52	-	-	52
ライフサイクル全体	2,875	1,405	15,055	19,335	2,102	0	35,648	37,750
GHG 排出削減貢献量	▲18,415							

注：四捨五入によって、各段階における合計量とライフサイクル全体の数値が一致しない箇所がある。

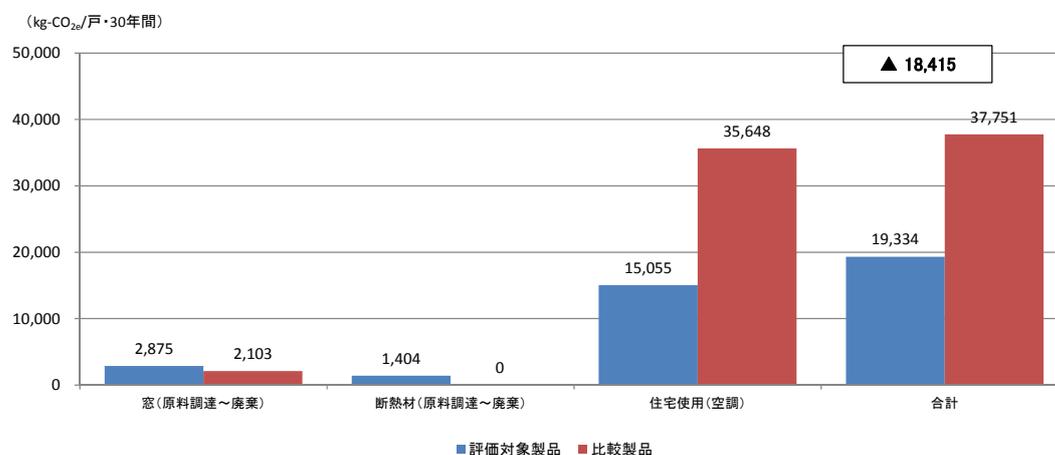


図 41 戸建住宅 1 戸当たりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における GHG 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①新設戸建住宅数 2010 年 38,026 戸⁴⁷、2020 年 25,000 戸

2010 年の東京における新設戸建住宅数は 38,026 戸（全国 421,944 戸）であり、2020 年の新規住宅着工件数の見込み⁴⁸は現在の 2/3 として東京都で 25,000 戸を想定。

②戸建住宅 1 戸当たりの GHG 排出削減貢献量 18,415kg-CO_{2e}/戸

③GHG 排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & 1 \text{ 戸当たりの GHG 排出削減貢献量} \times \text{住宅戸数} \\
 & = 18,415\text{kg-CO}_2\text{e}/\text{戸} \times 25,000 \text{ 戸} \\
 & = 460,375\text{t-CO}_2\text{e}
 \end{aligned}$$

表 34 2020 年における GHG 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量		
・ 新設戸建住宅戸数	(戸)	25,000
2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量		
・ 1 戸あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量	(kg-CO _{2e} /戸)	▲18,415
・ 2020 年の新設戸建住宅による GHG 排出削減貢献量	(万トン-CO _{2e})	▲46.0

断熱材の原料採取から廃棄段階までの GHG 排出量は 1,405kg-CO_{2e}/戸、対象となる戸数は 25,000 戸であることから、断熱材に係る GHG 排出量は 35,125t-CO_{2e}となる。アルミ樹脂複合窓の原料採取から廃棄段階までの GHG 排出量は 2,875kg-CO_{2e}/戸であり、アルミ樹脂複合窓に係る GHG 排出量は 71,875t-CO_{2e}となる。したがって、アルミ樹脂複合窓と断熱材に係る GHG 総排出量は 10.7 万 t-CO_{2e} (35,125t-CO_{2e}+71,875t-CO_{2e}=107,000t-CO_{2e}) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は、東京における平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅を評価しており、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。住居の形態は住宅毎に様々であることから、仕様が異なる住宅、東京以外の地域を対象とした住宅、前提条件に記した冷暖房の使用条件が異なる住宅、窓と断熱材が異なる住宅には個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

10. 「1.6 住宅用断熱材」との関係

1.6 は、平成 11 年省エネルギー基準を満たす全国の戸建住宅と集合住宅を対象として、EPS 断熱材に係る CO₂ 排出量と住宅の使用段階における CO₂ 排出量を評価し、CO₂ 排出削減貢献量を算定した事例である。一方、1.7 は、平成 11 年省エネルギー基準を満たす東京都の戸建住宅のみを対象として、グラスウール製の断熱材と樹脂アルミ複合窓に係る GHG 排出量と住宅の使用段階における GHG 排出量を評価し、GHG 排出削減貢献量を算定した事例である。したがって、1.7 は樹脂アルミ複合サッシに係る GHG 排出量が追加された事例であるが、1.6 の CO₂ 排出削減貢献量と重複している部分がある。

1. 8 省エネルギー その7ーホール素子、ホール ICー

1. 調査の目的

エアコンの室内機と室外機には空調を行うための FAN 用のモータが搭載されている。モータには DC ブラシレスモータと AC モータ（誘導モータ）とがある。DC ブラシレスモータを搭載したエアコンはインバータエアコンと呼ばれ、電力の周波数を変えてモータの回転数を制御できることから、非インバータエアコン（AC モータを搭載）に比べ温度を細かく制御でき、消費電力を削減することができる。従来、エアコンの室内機及び室外機の FAN 用には AC モータが使用されていたが、省エネ規制の厳しい現在の日本においては、エネルギー効率の良い DC ブラシレスモータが使用されている。

現在主流の DC ブラシレスモータは、ホール素子の採用によって小型化・損失低減を実現し、高精度な回転制御が可能となった。ホール素子を使うメリットとしては、①非接触で位置を検出できるため耐久性が高い、②磁気を検出するため塵・埃・油などの汚れに強い、③小型化・軽量化・損失低減が可能の3点が挙げられる。

本事例はホール素子、ホール IC を用いた DC ブラシレスモータを搭載したインバータエアコンによる CO₂ 排出削減貢献量を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

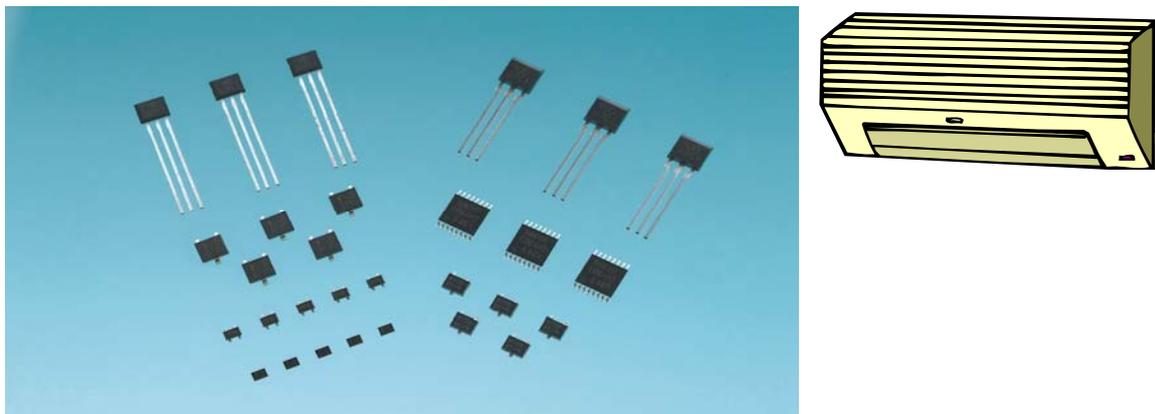


図 42 ホール素子、ホール IC、エアコン

①CO₂ 排出削減貢献の内容

DC モータを使用したインバータエアコンの使用時における消費電力は、従来の非インバータエアコンよりも少ない。

②エアコンの種類と特徴

- ・インバータエアコン：DC ブラシレスモータを搭載したエアコン。DC ブラシレスモータは AC モータよりも高効率であり、DC ブラシレスモータを搭載した製品の使用時の省電力化に貢献する機器である。DC ブラシレスモータにはホール素子・ホール IC が使用されている。

- ・非インバータエアコン：従来の AC モータを搭載したエアコン。

③DC ブラシレスモータに使用される化学製品例

- ・ホール素子
- ・ホール IC

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は化学製品であるホール素子・ホール IC を使用したインバータエアコン（DC ブラシレスモータを搭載）と非インバータエアコン（AC モータを搭載）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。

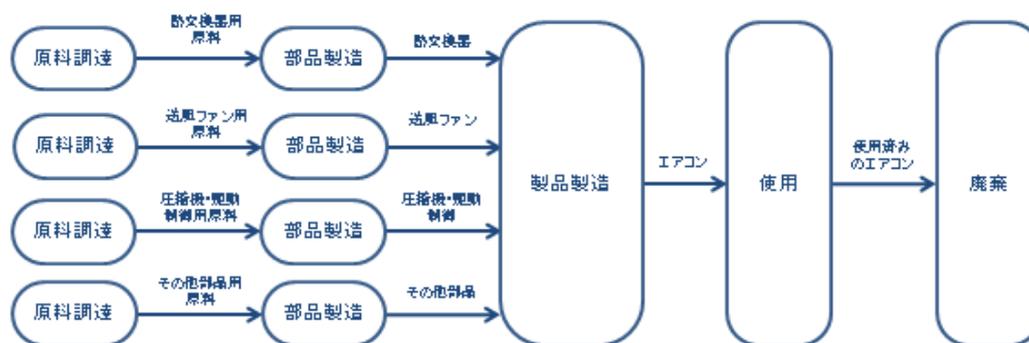


図 43 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

評価対象製品はインバータエアコン、比較製品は非インバータエアコンである。どちらの製品もエアコンの使用時に消費される電力量に基づいて CO₂ 排出量を算定している。

2011 年時点の評価対象製品のシェアは日本が 100%、中国 30%、欧州 30%、アジア 10%、北米と南米が 0% である。インバータエアコンは今後も普及が進むものとみられているが、削減貢献量を保守的に算定するために 2020 年においても現状の普及率は維持しているものとした。

表 35 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
インバータエアコン	非インバータエアコン

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

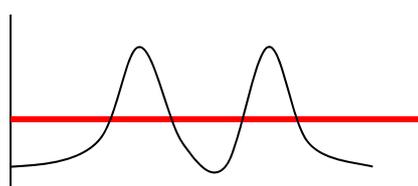
本事例はモータの異なるエアコンの比較であり、評価対象製品と比較製品においてエアコンを使用する際の電気消費量が異なる。機能単位は 2.8kW 型の家庭用エアコン 1 台とした。インバータエアコンを使用することによって便益を受けるユーザーは同製品の利用者であ

る。

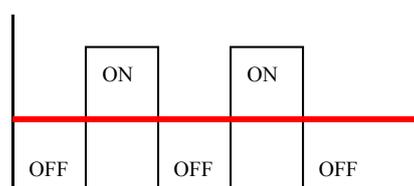
- ・機能
エアコン使用による冷暖房
- ・機能単位
2.8kW 型家庭用エアコン 1 台
- ・便益を受けるユーザー
エアコンの利用者

4.2 品質要件

評価対象製品は DC ブラシレスモータを搭載したインバータエアコン、比較製品は AC モータを搭載したエアコンであり、評価対象製品と比較製品は同等の冷暖房機能を発揮するものである。インバータエアコンは、DC ブラシレスモータを用いることで電力の周波数を変えてモータの回転数を制御することができ、非インバータエアコンよりも電力の損失を低減した。



インバータエアコン



非インバータエアコン

4.3 製品のサービス寿命

エアコンのサービス寿命は、使用状況やメンテナンスの頻度によって製品毎に異なると考えられるが、比較を行うために評価対象製品と比較製品で同じサービス寿命を設定した。本事例では、エアコンのサービス寿命を実態に合致したデータであることから経過年数調査の結果に基づき 14.8⁴⁹年とした。一般的にエアコンのサービス寿命は、10 年程度と言われており、日本の法人税法の耐用年数は家庭用エアコンが 6 年、業務用エアコンが 13 年である。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2010 年のデータを使用した。2020 年の需要については市場予測に基づいて設定した。

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 CO₂ 排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本、中国、アジア、北米、中南米、欧州、その他とし、需要は市場予測をもとに設定した。エアコンの使用期間における電気消費量は、日本の電気消費量に基づき算定した。本来であれば、エアコンに使用される電気消費量は地域別に設定することが必要であるが、地域別の平均的な電気消費量は把握できなかったため、日本のデータを用いた。

5. 算定の方法論

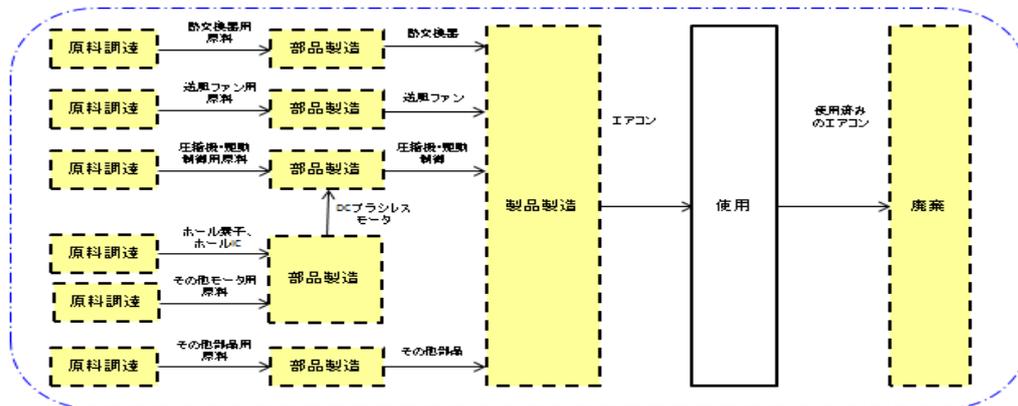
本事例では、評価対象製品と比較製品でエアコンの使用段階における CO₂ 排出量を算定対象とした。

エアコンのライフサイクルにおける CO₂ 排出量を算定した事例⁵⁰では、使用段階の電力消費に伴う CO₂ 排出量は 95.3% を占め、原料調達段階、製品製造段階、廃棄段階は 4.7% である。また一般的に DC モータの方が AC モータよりも小型である⁵¹ことから、原料調達、製品製造、廃棄段階における CO₂ 排出量に大差はないものと考えられる。本事例においては、エアコンに搭載されているモータの違いが反映される使用段階の電力消費に伴う CO₂ 排出量が主要なパラメータであることから、エアコンの使用段階のみを算定の対象とした。

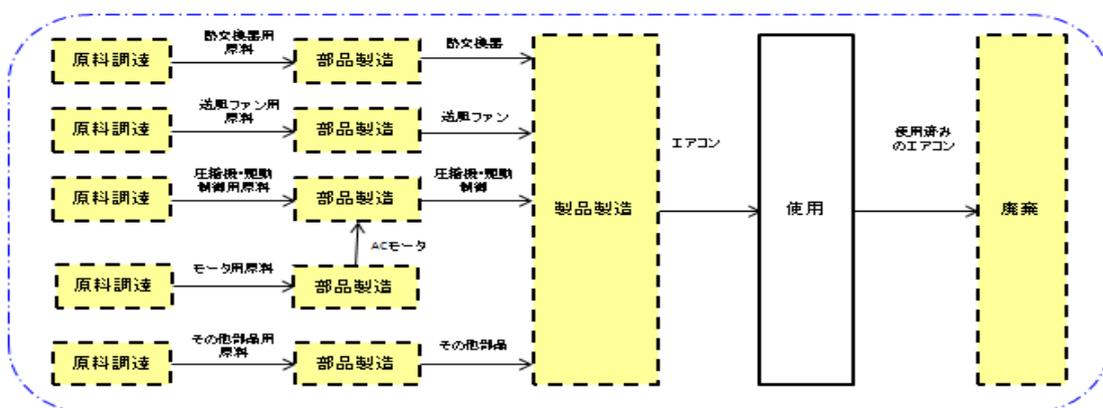
5.1 境界の設定

本事例では使用時以外はライフサイクルでの排出量の 5% 以下であることからカットオフし、エアコンの使用段階のみを算定の対象とした。

【インバータエアコンのシステム境界】



【非インバータエアコンのシステム境界】



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
- CO₂ 排出量をカットオフしたプロセス
- システム境界

図 44 システム境界

5.2 前提条件

- ・製品寿命⁴⁹ : 14.8年（両製品の寿命は同じ）
- ・モータの効率 : 同条件下による消費電力量に関する情報が得られなかったため、各モータの効率を用いて、ACモータを搭載した非インバータエアコンの使用段階における消費電力を推定した。ACモータの効率は、以下の事例を参考に非インバータエアコンの消費電力をインバータエアコンの1.5倍としてCO₂排出量の計算を行った。

表 36 モータの効率

	DC モータ効率	AC モータ効率	
事例 1 ⁵²	80%	55%	約 1.5 倍
事例 2 ⁵³	85%	70%	約 1.2 倍
事例 3 ⁵⁴	58%	39%	約 1.5 倍

- ・年間消費電力量：インバータエアコン 845kWh/台⁵⁵
 非インバータエアコン 1,268kWh/台（845 kWh/年×1.5倍）
 非インバータエアコンは、上記のモータ効率の比を利用して設定。
 冷房期間：3.6ヶ月（6月2日～9月21日）
 暖房期間：5.5ヶ月（10月28日～4月14日）
 設定温度：冷房時 27℃／暖房時 20℃
 使用時間：6:00～24:00 の 18 時間

- ・各地域における電力の CO₂ 排出係数

表 37 電力の CO₂ 排出係数⁵⁶

単位：[kg-CO₂/kWh]

日本	0.330
中国	0.743
アジア	0.745
北米	0.466
中南米	0.175
欧州	0.326
その他	0.500

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①運転条件、②モータ効率（≒エアコンの消費電力）である。

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：将来何の変化もおこらないと想定(2010年時のCO₂削減貢献量を使用)した2020年のCO₂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)

インバータエアコンを使用することによって、長期間にわたって使用されるエアコン稼働時の消費電力を低減することができ、インバータエアコンに使用されるホール素子・ホールICの使用はCO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

エアコン使用段階における地域別の電気消費量とCO₂排出量を表38に示す。

表 38 各地域における電気消費量とエアコンの使用に係るCO₂排出量

		評価対象製品	比較製品
年間の消費電力量 [kWh / 年 / 台]		845	1,268
稼働年数 [年]		14.8	14.8
稼働年数の総電力量 [kWh / 台]		12,506	18,766
使用に係るCO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ / 台]	日本	4,127	6,190
	中国	9,292	13,938
	アジア	9,317	13,975
	北米	5,828	8,742
	中南米	2,189	3,283
	欧州	4,077	6,115
	その他	6,253	9,380

・インバータエアコン1台当たりのCO₂排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量の差から算出した1台あたりのCO₂排出削減貢献量を表39に示す。

インバータエアコン1台あたりのCO₂排出削減貢献量は、日本2,063 kg-CO₂/台、中国4,646 kg-CO₂/台、アジア4,658 kg-CO₂/台、北米2,914 kg-CO₂/台、中南米1,094 kg-CO₂/台、欧州2,038 kg-CO₂/台、その他3,127 kg-CO₂/台となる。

表 39 エアコン 1 台あたりの CO₂ 排出削減貢献量 (地域別)

単位：kg-CO₂/台(14.8 年間)

地域	CO ₂ 排出削減貢献量
日本	2,063
中国	4,646
アジア	4,658
北米	2,914
中南米	1,094
欧州	2,038
その他	3,127

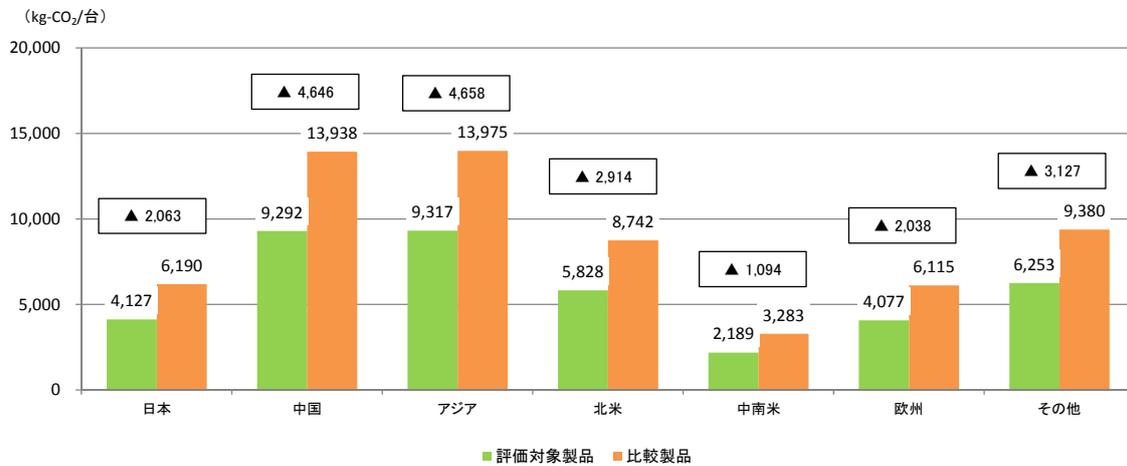


図 45 エアコン 1 台あたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

8.1 日本での導入効果

2020 年の日本における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

① 評価対象製品の出荷予想 2020 年 795 万台⁵⁷

② インバータエアコン 1 台当たりの CO₂ 排出削減貢献量 2,063 kg-CO₂/台

③ CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{エアコン 1 台当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{生産量} \\
 & = 2,063 \text{ kg-CO}_2/\text{台} \times 7,950,000 \text{ 台} \\
 & = 16,400 \text{ kt-CO}_2
 \end{aligned}$$

表 40 2020 年における評価対象製品による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の出荷量予測と CO ₂ 排出削減貢献量	インバータ エアコン
・インバータエアコンの出荷台数 (万台)	795
・インバータエアコンによる CO ₂ 排出削減量 (kg-CO ₂ /台)	▲2,063
2) CO ₂ 排出削減貢献量 (万 t-CO ₂)	▲1,640

評価対象製品 1 台あたりの CO₂ 排出量は 4.127kg-CO₂、2020 年の出荷予想は 795 万台であることから、CO₂ 総排出量は 3,281 万 t-CO₂ (4,127kg-CO₂/台×795 万台=32,809kt-CO₂) と
なる。

8.2 世界での導入効果

2020 年の世界における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①評価対象製品の出荷予想 (世界) 2020 年 4,731 万台⁵⁷

表 41 各地域のインバータエアコンの普及率

	日本	中国	アジア	北米	中南米	欧州	その他
普及率	100 %	30 %	10 %	0 %	0 %	30 %	10 %

表 42 家庭用エアコンの地域別需要動向予測

単位：千台

	2020 年 (見込)		
	出荷量 ¹¹	インバータ エアコン	非インバータ エアコン
日本	7,950	7,950	0
中国	110,730	33,219	77,511
アジア	23,710	2,371	21,339
北米	15,500	0	15,500
中南米	12,800	0	12,800
欧州	11,120	3,336	7,784
その他	4,350	435	3,915
計	186,160	47,311	138,849

注 1：インバータエアコンと非インバータエアコンの台数は、インバータ普及率を用いて算出。

注 2：2017 年地域別需要予測を横這いとして、2020 年の予測値を設定。

②インバータエアコン1台当たりのCO₂排出削減貢献量

地域	CO ₂ 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ /台)
日本	2,063
中国	4,646
アジア	4,646
北米	2,914
中南米	1,094
欧州	2,038
その他	3,127

③CO₂排出削減貢献量

エアコン1台当たりのCO₂排出削減貢献量 × 評価対象製品の出荷予測台数

世界における導入効果は、日本1,640万t-CO₂、中国15,433万t-CO₂、アジア1,105万t-CO₂、欧州680万t-CO₂、その他136万t-CO₂となり、合計すると18,994万t-CO₂のCO₂排出削減貢献量となる。北米と中南米はインバータエアコンの導入予想が0%であるため、CO₂排出削減貢献量は算出されない。

表 43 2020年に世界で販売されるインバータエアコンによるCO₂排出削減貢献量

地域	導入台数 (万台)	CO ₂ 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ /台)	CO ₂ 排出削減貢献量 (万t-CO ₂)
日本	795	2,063	1,640
中国	3,322	4,646	15,433
アジア	237	4,658	1,105
北米	0	2,914	0
中南米	0	1,094	0
欧州	334	2,038	680
その他	44	3,127	136
計	4,732	20,540	18,994

各地域の評価対象製品1台あたりCO₂排出量と導入予想台数から算出される世界のインバータエアコン使用に伴うCO₂排出量は37,994万トンとなる。

インバータエアコンによるCO₂排出量：37,994万トン
 日本 4,127kg-CO₂/台・14.8年×795万台 = 32,810kt-CO₂

中国	$9,292\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 3,322 \text{万台}$	$= 308,680\text{kt-CO}_2$
アジア	$9,317\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 237 \text{万台}$	$= 22,081\text{kt-CO}_2$
北米	$5,828\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 0 \text{万台}$	$= 0\text{kt-CO}_2$
中南米	$2,189\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 0 \text{万台}$	$= 0\text{kt-CO}_2$
欧州	$4,077\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 334 \text{万台}$	$= 13,617\text{kt-CO}_2$
その他	$6,253\text{kg-CO}_2/\text{台} \cdot 14.8 \text{年} \times 44 \text{万台}$	$= 2,751\text{kt-CO}_2$
	総計	$379,939\text{kt-CO}_2$

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は冷暖房兼用・壁掛け形・冷房能力 2.8kW クラス省エネルギー型の代表機種のコ₂排出量を評価しており、2020年の需要予測に基づいてCO₂排出削減貢献量を算定したものである。したがって冷房能力が大きく異なる製品、使用条件（使用時の電気使用量）については個別の評価が必要であり、その結果によってはCO₂排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

1. 9 省エネルギー その8－配管材料－

1. 調査の目的

ポリマー配管材料には、ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管、ポリブテン管などがあり、金属配管材料（炭素鋼鋼管、亜鉛メッキ鋼管、樹脂被覆鋼管、ステンレス鋼管、銅管、アルミニウム管、鋳鉄管、鉛管）とならんで、水道管（配水管、給水管、排水管）やガス管（低圧導管）として広く使われている⁵⁸。

ポリマー配管材料に共通する特徴は、可撓性が高く、耐震性に優れていることが挙げられる。一方で太陽光線によって劣化するため、埋設管や室内配管が主な用途となる。

このうち、ポリ塩化ビニル管は耐食性に優れているため、住宅内の排水設備や下水道管に広く用いられている。さらに、上水道管においても、ダクタイル鋳鉄管と並び広く使用されている。

本事例は配管材料として使用されるポリ塩化ビニル管の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 46 ポリマー配管 (PVC)

①CO₂ 排出削減貢献の内容

製造時に高温を使用しないため、エネルギー消費量が少ない。

②配管材料に使用される化学製品

- ・ 塩化ビニル (EDC、モノマー、ポリマー)
- ・ 高密度ポリエチレン
- ・ ポリブテン

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は配管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 47 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、異なる素材の配管を対象としたものである。評価対象製品は口径 150mm のポリ塩化ビニル樹脂（PVC）製の配管、比較製品は口径 150 mmのダクタイル鋳鉄製の配管である。どちらの製品もライフサイクルを考慮し CO₂排出量を算定した。

2010 年の水道管路延長における評価対象製品のシェアは 31.8%、比較製品のシェアは 56.5%であり、2020 年においてもこの生産量を維持していると想定した。

表 44 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
ポリ塩化ビニル樹脂管	ダクタイル鋳鉄管

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からなる配管の比較であり、同一の長さの評価対象製品と比較製品において重量と寿命が異なる。したがって、機能単位は配管 1m とした。

PVC 管による便益を受けるユーザーは同製品の利用者である。

- ・機能
配管としての機能
- ・機能単位
150mm 口径の配管 1 m
- ・便益を受けるユーザー
配管の利用者

4.2 品質要件

評価対象製品は PVC 製の配管、比較製品はダクタイル鋳鉄製の配管である。どちら

の製品も上水、排水を移送する役割を果たすものであり、評価対象製品と比較製品は同じ機能を発揮するものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例ではポリ塩化ビニル管のサービス寿命⁵⁹を50年、ダクタイル鋳鉄管を45年とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂排出量の算定に用いたデータは2009年に業界団体が実施した調査事例のデータを使用した。2020年の需要は2005年の生産実績と同一とした。

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CO₂排出削減貢献量として算定されている。

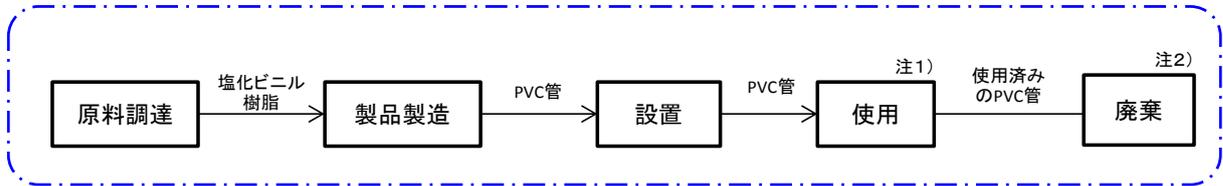
対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

5.1 システム境界

評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、製品製造、廃棄段階をシステム境界に含む。使用段階は設置されている状態であるためCO₂の排出はない。

【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1) 配管は土中に埋まっている状態であり、使用段階におけるCO₂の排出はない。

注2) 配管の廃棄段階は、リサイクル、廃棄物処理、埋設したままのケースがある。

注3) 本図ではプロセス間の輸送を省略している。

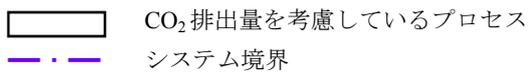


図 48 システム境界

5.2 前提条件

- 口径及び重量

配管の口径は150mmとした。この口径におけるポリ塩化ビニル管1mあたりの重量は6.7kg、ダクタイル鋳鉄管1mあたりの重量は23.8kgである。

- 製品寿命を加味した製品重量

ポリ塩化ビニル管を50年、ダクタイル鋳鉄管を45年としている。この差を補正すると、ポリ塩化ビニル管1m(6.7kg)あたりで26.4kg(50年÷45年×23.8kg/m)となる。

表 45 口径、重量、製品寿命

項目	評価対象製品 (ポリ塩化ビニル樹脂管)	比較製品 (ダクタイル鋳鉄管)
口径	150mm	150mm
重量	6.7 kg/m	23.8 kg/m
製品寿命 ()内は比	50年 (1.0)	45年 (0.9)
寿命を加味した 1mあたりの重量	6.7kg/m	26.4kg/m (23.8kg÷0.9)

・強度に関する事項

一般的にダクタイル鋳鉄管の方がポリ塩化ビニル管よりも強度があり、一定以上の強度を必要とする用途では、安全性の問題から使用が優先されることがある。本評価では製品の重量と製品寿命を評価の前提条件とし、強度や安全性は評価結果に織り込んでいない。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①製品寿命、②重量である。

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：将来何の変化もおこらないと想定（2005年時のCO₂削減貢献量を使用）した2020年のCO₂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）

ポリ塩化ビニル管は配管製造時のCO₂排出量を低減することができ、CO₂排出削減に貢献している。ただしCO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から配管の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品の配管1mあたりのCO₂排出量を表46に示す。

●配管の原料調達から製品製造までのCO₂排出量

評価対象製品1kgあたりの原料調達から製品製造までのCO₂排出量は1.488kg-CO₂⁶⁰、比較製品のCO₂排出量は2.071kg-CO₂⁶¹である。

●配管の廃棄段階の CO₂ 排出量

評価対象製品及び比較製品 1 kg あたりの廃棄段階（埋立処分）の CO₂ 排出量は 0.018kg-CO₂ とした。

・配管 1m あたりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は 45.059kg-CO₂/m となる。

表 46 配管 1m あたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

	評価対象製品	比較製品
原材料調達（資源採掘～素材製造）(kg-CO ₂ /kg)	1.373	0.146
製品の生産（加工）(kg-CO ₂ /kg)	0.115	1.925
製品の廃棄（埋立）(kg-CO ₂ /kg)	0.018	0.018
合計 (kg-CO₂/kg)	1.506	2.089
①150mm 口径・1m あたり重量 (kg/m)	6.7	23.8
① 品寿命 (年)	50	45
③寿命を加味した 1m あたりの重量 (kg/m)	6.7	26.4
CO₂ 排出量 (kg-CO₂/m)	10.090	55.150
CO₂ 排出削減貢献量 (kg-CO₂/m)	▲45.059	—

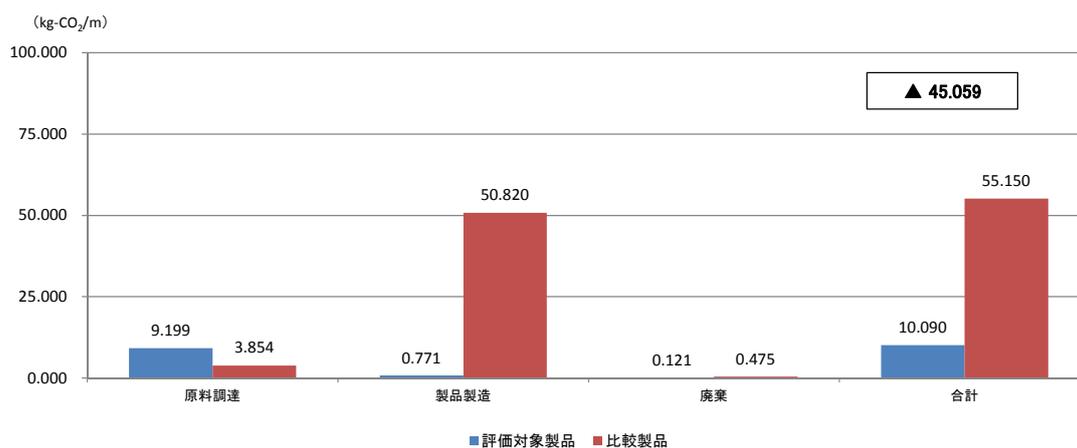


図 49 配管 1m あたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の2020年におけるCO₂排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①評価対象製品の生産量⁶²: 2005年 493,092t(塩化ビニル管 452,878t、継手 40,214t)
2020年も2005年と同規模を維持しているものとした。

②1mあたりの重量: 6.7kg/m

③配管1m当たりのCO₂排出削減貢献量: 45.059kg-CO₂/m

④CO₂排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & \text{配管1m当たりのCO}_2\text{排出削減貢献量} \times \text{生産量} \div \text{1mあたりの重量} \\ & = 45.059\text{kg-CO}_2/\text{m} \times 493,092\text{t} \div 6.7\text{kg/m} \\ & = 3,316\text{kt-CO}_2\text{e} \end{aligned}$$

表 47 2020年における評価対象製品によるCO₂排出削減貢献量

1) 2020年の導入量		
・生産量	(t)	493,092
(長さへの換算値)	(km)	73,596
2) 導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減貢献量		
・1mあたりのライフサイクルCO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /m)	45.059
・2020年の評価対象製品によるCO ₂ 排出削減貢献量	(万トン-CO ₂)	▲332

評価対象製品1mあたりのCO₂排出量は10.090kg-CO₂、生産量は493,092tである。評価対象製品のCO₂総排出量は74万t-CO₂(10.090kg-CO₂/m×493,092t÷6.7kg/m=743kt-CO₂)となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は口径150mmの配管を対象としたものであり、ポリ塩化ビニル管6.7kg/m、ダクタイル鋳鉄管23.8kg/m、製品寿命をポリ塩化ビニル管50年、ダクタイル鋳鉄管45年として算出した。また今後の予測は2020年の需要予測に基づいてCO₂排出削減貢献量を算定した。したがって、口径の異なる配管、製品寿命や交換周期が異なる場合には個別の評価が必要であり、その結果によってはCO₂排出削減貢献量の算定結果が異なる。

1. 10 省エネルギー その9 ー海水淡水化プラント材料 (RO 膜) ー

1. 調査の目的

RO 膜 (逆浸透膜、Reverse Osmosis Membrane) は、分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物は透過させない性質を持ち、真水と塩分などを分離する機能を発揮する半透膜である。

浸透とは、半透膜を經由して希薄溶液から濃厚溶液に溶媒が移行する現象であり、浸透作用が収まり平衡に達した時点で両液間に生じた圧力差のことを浸透圧と呼ぶ。逆浸透は、濃厚溶液側に浸透圧以上の圧力をかけることで溶媒が濃厚溶液側から希薄溶液側に移行する現象である。この原理を利用し、塩分などの除去対象物質を含む溶液 (海水など) に圧力をかけ、逆浸透膜を介して水のみを透過させて淡水を得ることが可能であり、海水の淡水化技術として利用されている。

本事例は RO 膜法による淡水化技術の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 50 RO 膜

①CO₂ 排出削減貢献の内容

加熱を必要としないためエネルギー消費量が少ない。

②海水淡水化プラントの種類

- ・ 蒸発法 : 海水を蒸発させて蒸留水を作る方法
- ・ 膜法 : RO 膜により塩分を除去する方法

③海水淡水化プラントのトレンド

かつては蒸発法による海水淡水化が主流であったが、膜法は造水に要するエネルギー

消費量が少なく、現在、大型プラントにおいて膜法の採用が主流となっている。

世界的な淡水需要の増加を反映し、海水淡水化プラントの大型化傾向は続くと考えられ、エネルギー消費量の小さい膜法は、低ランニングコストで大きな造水量を実現するとともに、エネルギー起源の CO₂ 排出量が少ないといった環境配慮性の優位性もあるため、今後さらに主要な方式としての地位を固めていくことが予想される。

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は海水から淡水を造るための技術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。

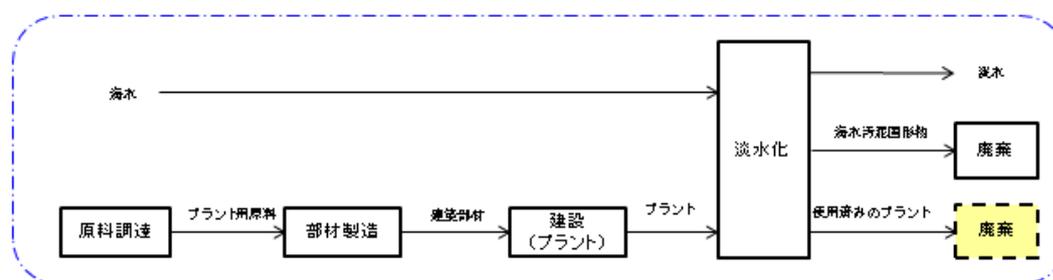


図 51 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、RO 膜法による海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術を対象としたものである。

2012 年に使用されている評価対象技術のシェアは約 80%であり、2020 年においてもこれを維持するものと考えられる。

表 48 評価対象技術と比較技術

評価対象技術	比較技術
RO 膜法による海水淡水化技術	蒸発法による海水淡水化技術

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は海水を淡水化する技術を比較しており、どちらの製法によっても生産され

た水の機能は同じである。機能単位は RO 膜エレメント 1 本分の生涯造水量である 2.6 万 m³の造水とした。

RO 膜法によって生産された水を使用することによって便益を受けるユーザーは水の利用者である。

- ・機能
淡水の提供
- ・機能単位
水 2.6 万 m³
- ・便益を受けるユーザー
水の利用者

4.2 品質要件

評価対象技術は RO 膜法による海水淡水化技術、比較技術は蒸発法による海水淡水化技術であり、海水から同じ品質の淡水を得る技術である。RO 膜法を使用することによって淡水化を行う際のエネルギー消費量を低減することができる。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では RO 膜の使用年数は、平均的な使用実態から 5 年とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年のデータを使用した。2020 年の需要については 2016 年の市場予測値を横這いとして用いた。

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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

対象地域は世界での使用とした。

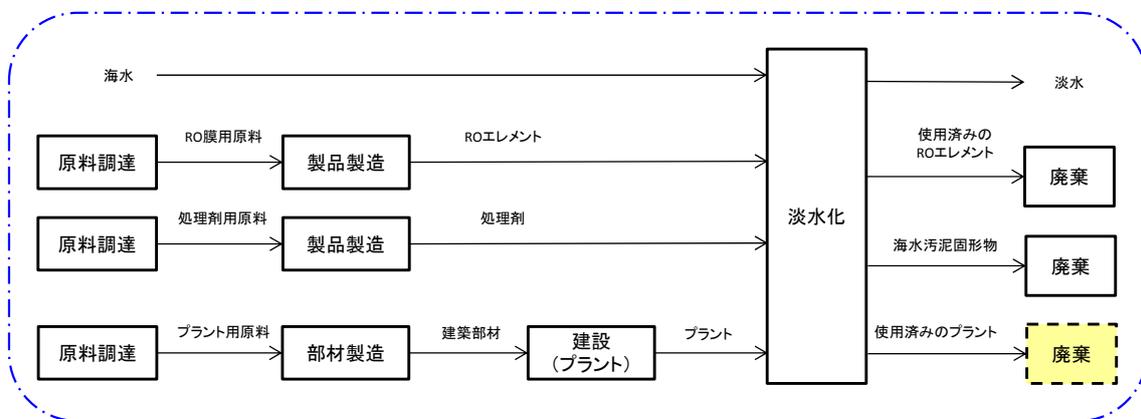
5. 算定の方法論

5.1 システム境界

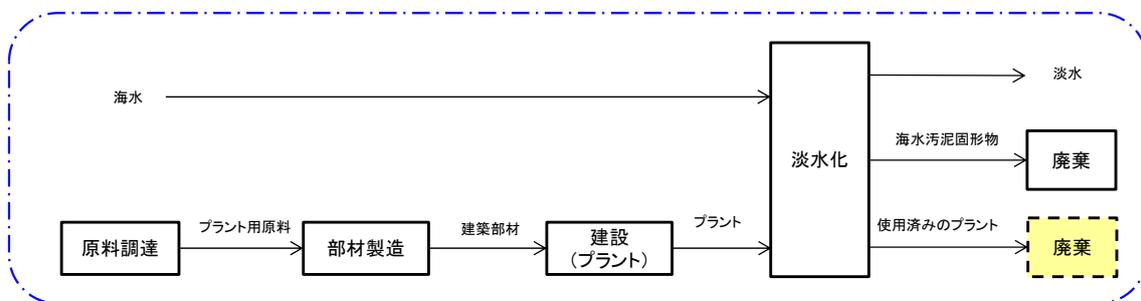
原料の製造から海水淡水化プラントの材料製造、プラント建設、使用(淡水化プロセス)に係る段階を、RO 膜法による海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術のそれぞれについて評価を実施した。ただし廃棄に関しては、RO 膜利用による CO₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分するものとした。また RO 膜エレメント以外のプラント構成材料の廃棄処理に関するプロセス、及び材料の輸送プロセスはシステム境界に含めていないが、それぞれ CO₂ 排出量は相対的に小さく、無視で

きるレベルである。

【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。

- CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
- CO₂ 排出量が少なくカットオフしたプロセス
- システム境界

図 52 システム境界

5.2 前提条件

- ・ 単位導入量
RO 膜エレメント 1 本分の生涯造水量である 2.6 万 m³
- ・ 使用済み RO 膜エレメントの廃棄
RO 膜利用による CO₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分するものとした。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体のほとんどは淡水化プロセスにおけるエネルギー使用に伴う排出で

ある。したがって、CO₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは淡水化プロセスの電力使用量と化石資源の使用による熱エネルギー使用量である。

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(2009年時のCO₂削減貢献量を使用)した2020年のCO₂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)

評価対象技術であるRO膜法による海水淡水化技術は、RO膜が分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物を透過させない性質を使ってライフサイクルで使用されるエネルギー消費量が蒸発法よりも小さく、CO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から淡水プロセス、廃棄プロセスまでバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量を以下に示す。

評価対象製品の造水量 2.6 万 m³ あたりの CO₂ 排出量は 52.96t-CO₂、比較製品は 335.9t-CO₂ である。

●原料調達・プラント製造段階のCO₂排出量

評価対象製品の原料調達からプラント建設段階のCO₂排出量は造水量 2.6 万 m³ あたり 2.2t-CO₂、比較製品のCO₂排出量は 12.4t-CO₂ である。

●製品製造(淡水化)段階のCO₂排出量

評価対象製品の製品製造(淡水化)段階におけるCO₂排出量は造水量 2.6 万 m³ あたり 50.5t-CO₂、比較製品のCO₂排出量は 323.5t-CO₂ である。

●廃棄段階のCO₂排出量

廃棄段階においてはプラント解体、RO膜エレメント以外の原材料廃棄はシステム境界外としたため算定していない。

評価対象技術の廃棄段階におけるCO₂排出量はRO膜エレメントの廃棄処理において 0.15t-CO₂ である。

・造水量 2.6 万 m³ 当たり CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量の差から算出したCO₂排出削減貢献量は 282.9t-CO₂ となる。

表 49 淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量と
CO₂ 排出削減貢献量⁶³

単位：トン・CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³ (RO 膜エレメント 1 本分)		評価対象技術	比較対象技術
原料調達	RO 膜エレメント製造	0.01	—
	プラント製造	0.1	—
	RO 膜エレメント以外の原材料製造、 プラント建設	2.2	12.4
製品製造 (淡水化)		50.5	323.5
廃棄	RO 膜エレメントの廃棄処理	0.15	—
	プラント解体、 RO 膜エレメント以外の原材料廃棄	(システム境界外)	
合計 (トン・CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)		52.96	335.9
CO ₂ 排出削減貢献量 (トン・CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)		▲282.9	

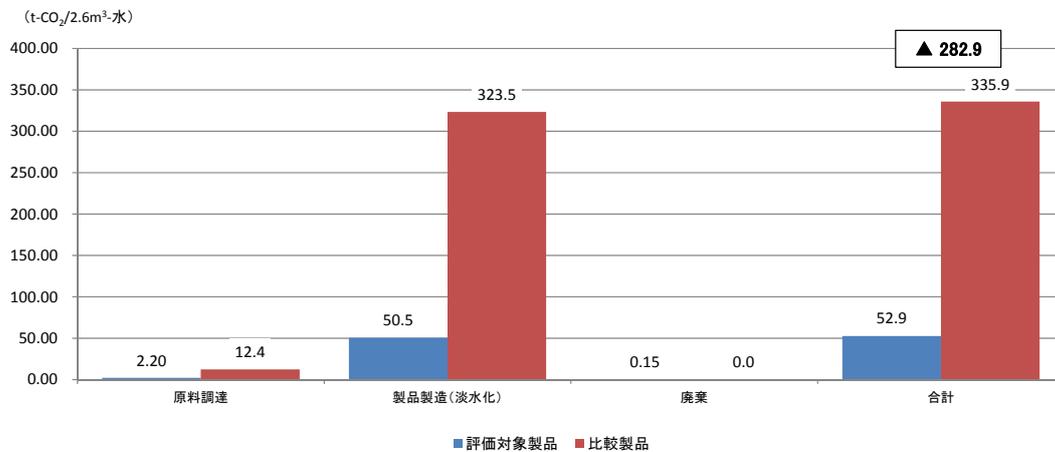


図 53 淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量と
CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

世界での導入効果

海水淡水化プラントは日本国内での導入規模は小さく、導入の大半が海外であることから、RO 膜に関しては世界全体での導入効果の評価を行った。2020 年の導入規模に関する客観的な資料がないため、最も近辺のデータである 2016 年の導入規模⁶⁴の資料データ⁶⁵を 2020 年のデータとして用いた。

世界の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①淡水化量 2020 年 159 億 m³

2016 年に新たに付加される世界の RO 膜淡水化能力は約 870 万 m³/日である。RO 膜の淡水化量は 5 年間で 159 億 m³ (870 万 m³/日×365 日×5 年間) となる。

②RO 膜エレメントの造水量 2.6 万 m³/本

③RO 膜エレメント需要 2020 年 610 千本

(淡水化量 158 億 7,750 万 m³ ÷ 2.6 万 m³)

④淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出削減貢献量
282.9t-CO₂/本

⑤CO₂ 排出削減貢献量

淡水 2.6 万 m³ 当たりの CO₂ 排出削減貢献量 × RO 膜エレメント需要
=282.9t-CO₂/本×610 千本
=172,569kt-CO₂

表 50 2020 年に世界で建設される海水淡水化プラントによる CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の需要予測と CO ₂ 排出削減貢献量		
・ RO 膜エレメント数需要	(千本)	610
・ RO 膜エレメントによる CO ₂ 排出削減量	差分 (t-CO ₂ /本)	▲282.9
2) CO ₂ 排出削減貢献量		(万 t-CO ₂)
		▲17,257

淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量は 52.96t-CO₂ であり、RO 膜エレメントの需要は 610 千本であることから、評価対象製品の CO₂ 総排出量は 3,231 万 t-CO₂ (52.96t-CO₂/本×610 千本=32,306 kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は生涯造水量 2.6 万 m³ タイプの RO 膜エレメントによる海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術を評価しており、2016 年の需要予測を横這いとして設定した 2020 年の CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって比較対象技術が異なるケース、処理能力が大きく異なる設備については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

1. 1.1 省エネルギー その10－濃縮型液体衣料用洗剤－

1. 調査の目的

衣料用洗剤は、衣料を繰り返し快適に使用することを可能にする製品として旧来より社会に貢献してきた。また、衣料用洗剤は、洗浄機能を発現する界面活性剂等化学製品で構成され、洗浄機能だけでなく環境面でも進化してきた。今回評価した「1回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤」は、従来2回必要であったすすぎ回数を1回に減らすことが可能で、洗濯時のすすぎに必要な水量と電力量を低減できる。この節水、節電は、ライフサイクル視点から見てCO₂排出削減に貢献する。また、濃縮タイプであることから、容器樹脂量や輸送エネルギーの削減にも貢献し、ライフサイクル全体に渡って環境負荷の低減に貢献する製品となっている。以上のことから、1回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤がCO₂排出削減に貢献する度合いを、従来品との比較により定量的に明らかにすることを目的とした。



図 54 濃縮型液体衣料用洗剤と従来型洗剤

①CO₂排出削減貢献の内容

- ・すすぎ回数の低減による洗濯機の節電、及び節水による上水、下水処理に必要な電力量の低減。
- ・濃縮化で実現したコンパクト化による容器重量の低減により、原料調達段階や廃棄段階におけるCO₂排出削減、輸送エネルギー低減によるCO₂排出削減

②濃縮型液体衣料用洗剤に使用される化学製品例

- ・親水性ノニオン型界面活性剤
- ・アニオン型界面活性剤

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は1回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤と従来型の2回すすぎ液体衣料用洗剤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。

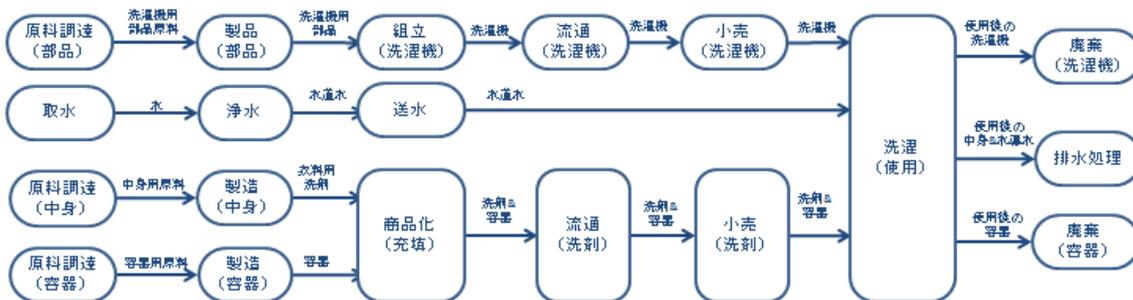


図 55 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、異なる液体衣料用洗剤を対象としたものである。評価対象製品は1回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤、比較製品は2回すすぎ液体衣料用洗剤である。どちらの製品も洗剤と容器（ボトル、キャップ）のライフサイクルを考慮してCO₂排出量を算定している。

2012年における評価対象製品のシェアは20%強、従来型液体洗剤が35%強、粉末洗剤が40%強であり、2020年においてもこの状況を維持しているものと考えられる。

表 51 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
濃縮型液体衣料用洗剤	従来型液体衣料用洗剤

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は濃縮率の異なる液体衣料用洗剤の比較であり、評価対象製品と比較製品において同量の衣料品を洗濯する際に使用する洗剤量、洗濯時のすすぎ回数が異なる。したがって、機能単位は衣料品4kgの洗濯1回とした。

濃縮型液体衣料用洗剤による便益を受けるユーザーは同製品の利用者である。

- ・機能
 - 衣料品の洗濯
- ・機能単位
 - 衣料品4kgの洗濯1回
- ・便益を受けるユーザー

4.2 品質要件

評価対象製品、比較製品とも、各社の品質基準をクリアし、「家庭用品品質表示法」による品質表示をしたものが流通している。

両製品は製品中身（洗剤）と容器（ボトル、キャップ）からなる製品である。評価対象製品である濃縮型液体衣料用洗剤は洗浄力が強化されているため、洗濯時のすすぎが1回で済むと同時に濃縮されているため洗濯に使用する際の洗剤使用量が比較製品にくらべて少ない。比較製品は従来型の液体衣料用洗剤であり、洗濯時のすすぎを2回行う必要がある。評価対象製品は衣料品 4kg に対して 16.8g、比較製品は 41.8g で同等の洗浄力を発揮する。

表 52 衣料品 4kg の洗濯に必要な洗剤量

濃縮型液体衣料用洗剤 (評価対象製品)	従来型液体衣料用洗剤 (比較製品)
16.8g/回	41.8g/回

4.3 製品のサービス寿命

本事例では1回の洗濯における衣料品の量を 4kg とした。評価対象製品と比較製品は消費財であるためサービス寿命という定義にあてはまらない。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いた洗剤データは 2012 年の実績データに基づくものである。2020 年の需要は 2012 年実績値と同一とした。

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 CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

対象地域は日本とした。

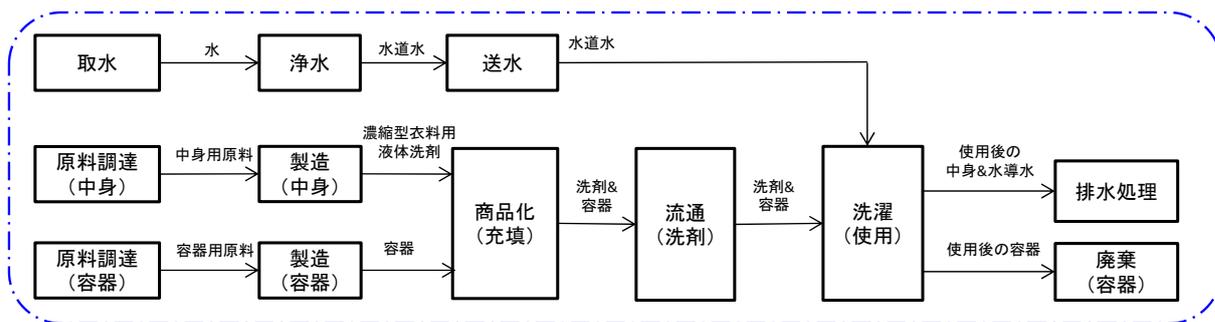
5. 算定の方法論

ライフサイクルにおける CO₂ 排出量は、事例提供者が算定した結果の開示を受けたものである。フォアグラウンドデータ（実施者が自ら収集するデータ）は対象とした製品の生産実績に基づくものである。バックグラウンドデータ（実施者が収集していないデータ）は公開されているものを用いた。

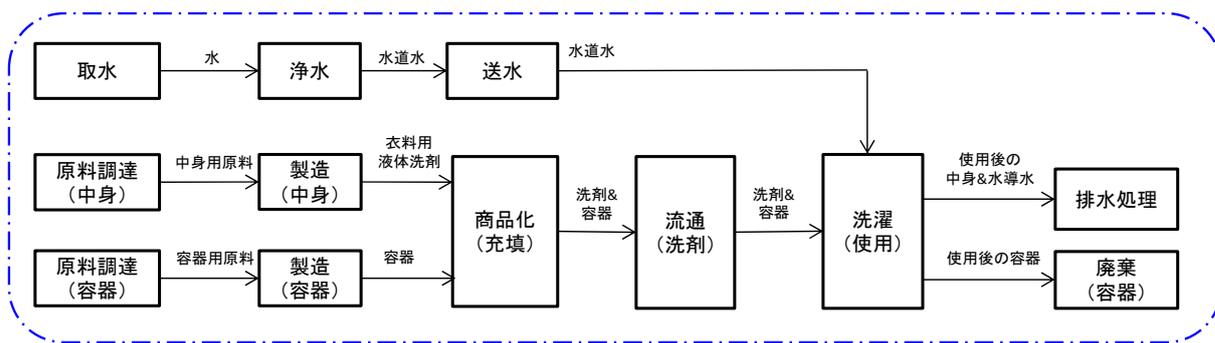
5.1 境界の設定

評価対象製品と比較製品の双方について、洗剤の原料調達、洗剤の製造、流通、使用（洗濯）、使用後洗剤の排水処理に係るプロセスをシステム境界に含む。洗剤の製造過程で使用される資材の原料調達、製造、廃棄処理をシステム境界に含む。

【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。

- CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
- システム境界

図 56 システム境界

表 53 システム境界に関する補足事項

区分	評価対象製品		比較製品	
	洗剤	容器	洗剤	容器
原料調達	○	○	○	○
製品製造	○	○	○	○
流通	○	○	○	○
使用	○	—	○	—
廃棄	○	○	○	○

5.2 前提条件

- ・ 洗剤入り容器の構成⁶⁶

評価対象製品の製品 1 本あたりの洗剤は 400g、容器全体の重量は 65g である。ボトルの素材は PET、キャップの素材は PP である。

比較製品の製品 1 本あたりの洗剤は 1,000g、容器全体の重量は 117g である。ボトルの素材は HDPE、キャップは PP である。

表 54 洗剤入り容器 1 本あたりの構成

区分	評価対象製品		比較製品	
洗剤重量	400g	濃縮型 界面活性剤	1,000g	界面活性剤
容器重量	65g	PET/PP	117g	HDPE/PP

- ・ 衣料品の量と洗剤の使用量

評価対象製品における衣料品 4kg を対象とした洗濯 1 回あたりの洗剤使用量は 16.8g である。比較製品の洗剤使用量は洗濯 1 回あたり 41.8g である。

表 55 衣料品量と洗剤使用量

区分	評価対象製品	比較製品
衣料品量	4kg	4kg
洗剤使用量	16.8g	41.8g

- ・ 洗濯時の電力消費量、水使用量

日本では衣料品に洗剤が残らないように通常 2 回のすすぎを行う。評価対象製品を使用すれば、1 回のすすぎで洗濯することが可能である。したがってすすぎの回数を減らすことによって、洗濯機を動かす際の電力消費量と水の使用量を少なくすることができる。

評価対象製品を用いて洗濯した場合、洗濯 1 回あたりの電力消費量は 52 Wh、水使用量は 102ℓ である。比較製品の場合は、洗濯 1 回あたりの電力消費量が 67 Wh、水使用量が 130 ℓ である。これらの数値は実際の測定結果に基づくものである。

表 56 洗濯 1 回あたりの電力消費量、水使用量

区分	評価対象製品	比較製品
電力消費量	52 Wh/回	67 Wh/回
水使用量	102 ℓ /回	130 ℓ /回

・ 輸送に関する事項

評価対象製品の輸送条件は、工場から物流拠点までは20t車で500km、積載率95%とした。物流拠点から小売店までは3t車で100km、積載率70%とした。比較製品の輸送条件も同じである。ただし、製品1個あたりの容量が異なるため、1台あたりの輸送個数は評価対象製品の方が多くなり、輸送段階におけるCO₂排出量の算定結果にも反映されている。

・ 廃棄段階に関する事項

洗剤においては、洗剤成分の分解と洗濯後に排水される水の処理まで考慮している。排水処理については下水処理75.8%と浄化槽処理・放流24.2%とした⁶⁷。

容器の廃棄段階については、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム（Carbon Foot Print Communication Program：CFP）で用いられているプロダクト・カテゴリー・ルール（Product Category Rule：PCR）を参考に一般廃棄物の処理状況等調査結果（平成18年度実績）を適用した、焼却92%、埋立3%、リサイクル5%とした。評価対象製品と比較製品でそれぞれ容器の組成に応じたCO₂排出量の算出を行った。

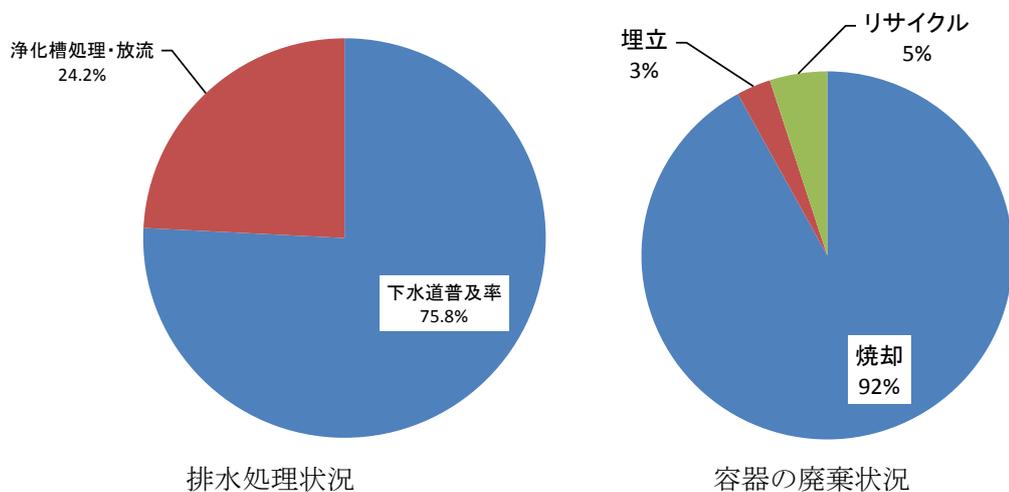


図 57 廃棄段階の処理状況

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①洗剤の使用量、②洗濯時の消費電力である。

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：将来何の変化もおこらないと想定（最新の 2012 年のデータを使用した 2020 年の CO₂ 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、洗濯 1 回あたりのすすぎ回数を 2 回から 1 回へ減らすことができるため、洗濯機を動かすための電力消費量をでき、CO₂ の排出削減に貢献している。ただし、CO₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

●洗剤と容器の原料調達から流通までの CO₂ 排出量^{68,69}

評価対象製品の原料調達から流通までの CO₂ 排出量は 0.0378kg-CO₂、比較製品の CO₂ 排出量は 0.0506kg-CO₂ である。

●使用（洗濯）の CO₂ 排出量

評価対象製品の使用段階における CO₂ 排出量は 0.0370kg-CO₂、比較製品の使用段階における CO₂ 排出量は 0.0474kg-CO₂ である。

●廃棄・リサイクル段階の CO₂ 排出量

評価対象製品の廃棄段階における CO₂ 排出量は 0.0489kg-CO₂、比較製品は 0.0588 kg-CO₂ である。

・洗濯 1 回あたりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は 0.0331kg-CO₂/回となる。

表 57 洗濯 1 回あたりの液体衣料用洗剤の CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

	kg-CO ₂ /回	
	評価対象製品	比較製品
原料調達	0.0355	0.0470
製品製造	0.0004	0.0004
流通	0.0019	0.0032
使用	0.0370	0.0474
廃棄・リサイクル	0.0489	0.0588
ライフサイクル全体	0.1237	0.1568
CO ₂ 排出削減貢献量	▲0.0331	

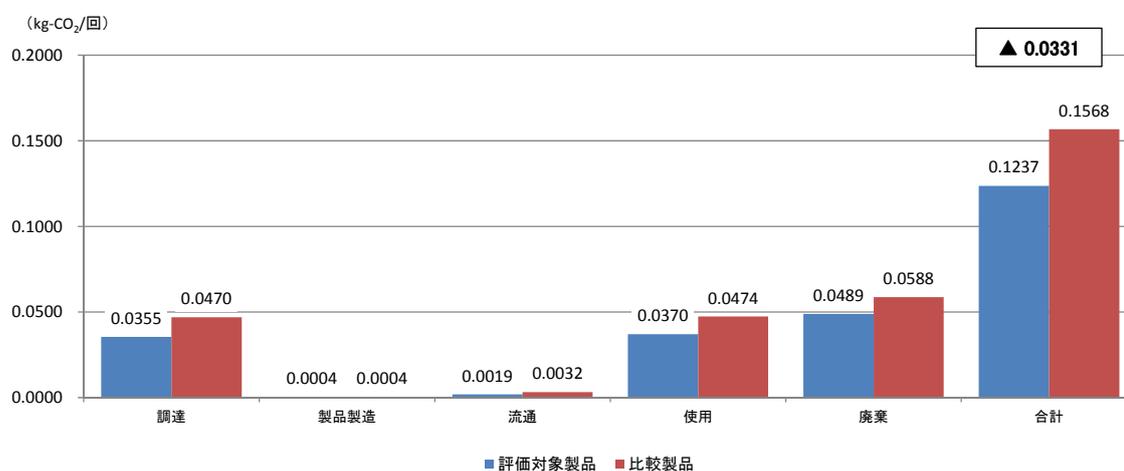


図 58 洗濯 1 回あたりの液体衣料用洗剤の CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①液体衣料用洗剤の生産量 2012 年 148,000 トン⁷⁰

2020 年も 2012 年と同規模を維持しているものとした。

②洗濯 1 回当たりの CO₂ 排出削減貢献量 0.0331 kg-CO₂/回

③CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & \text{洗濯 1 回当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times 1,000,000\text{g}/16.8\text{g} \times \text{生産量} \\ & = 0.0331 \text{ kg-CO}_2/\text{回} \times 1,000,000\text{g}/16.8\text{g} \times 148,000\text{t} \end{aligned}$$

=291,595t-CO₂

表 58 2020 年における評価対象製品による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量		
・生産量	(トン)	148,000
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量		
・洗濯 1 回あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /回)	0.0331
・2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	(万トン-CO ₂)	▲29.1

洗濯 1 回あたりにおける評価対象製品のライフサイクルにおける CO₂ 排出量は 0.124 kg-CO₂ であり、洗剤 1 トンあたりに換算すると 7,381kg-CO₂ となる。対象となる洗剤の生産量は 148,000 トンであることから、評価対象製品の CO₂ 総排出量は 109 万 t-CO_{2e} (7,381kg-CO₂/洗剤 t×148,000 トン=1,092kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は 4kg の衣料品に使用する洗剤量が 16.8g 程度である濃縮型液体衣料用洗剤を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって製品中身や容器の重量・サイズが異なる製品、洗剤の濃縮率が大幅に異なる製品、使用する素材が異なる製品については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

また、すすぎ回数を 1 回にすることにより洗濯時の電力消費量と水使用量の低減を達成するためには、洗濯時に洗濯機の「すすぎ 1 回」の設定を確実に実行する等消費者の協力が必要である。

1. 1 2 省エネルギー その11－低温鋼板洗浄剤－

1. 調査の目的

自動車用ボディなどに使用される鋼板は、圧延油を塗布した鋼板を2本のロールで圧延するプロセスを経て製造される。圧延工程後の洗浄工程において、鋼板の表面に付着した圧延油や、鋼板を薄く引き延ばしたときに発生する微細な鉄粉を除去するためアルカリ洗浄剤が用いられてきたが、短時間の洗浄と所定の洗浄力を発揮するために、70～80℃の高温域での洗浄が必要であった。低温鋼板洗浄剤は、40～50℃の低い洗浄温度において従来品と同等の洗浄効果を達成した製品である。低温下では洗浄対象となる油の粘度が高く、高粘度の油にも浸透性が高いノニオン型界面活性剤を用いて洗浄温度の低減を達成した結果、洗浄溶液の加熱に用いる蒸気量を低減することができる。本事例は、低温鋼板洗浄剤のCO₂排出削減貢献を定量的に把握するためにeLCAによる評価を行った。



図 59 鋼板

①CO₂排出削減貢献の内容

高粘度の油にも浸透性の高いノニオン型界面活性剤を使用することにより、洗浄温度を70℃から50℃に低下することが可能となり、加熱に必要な蒸気量が低減される。

②鋼板洗浄剤に使用される化学製品例

- ・ノニオン型界面活性剤

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は鋼板の洗浄に使用する洗浄剤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。

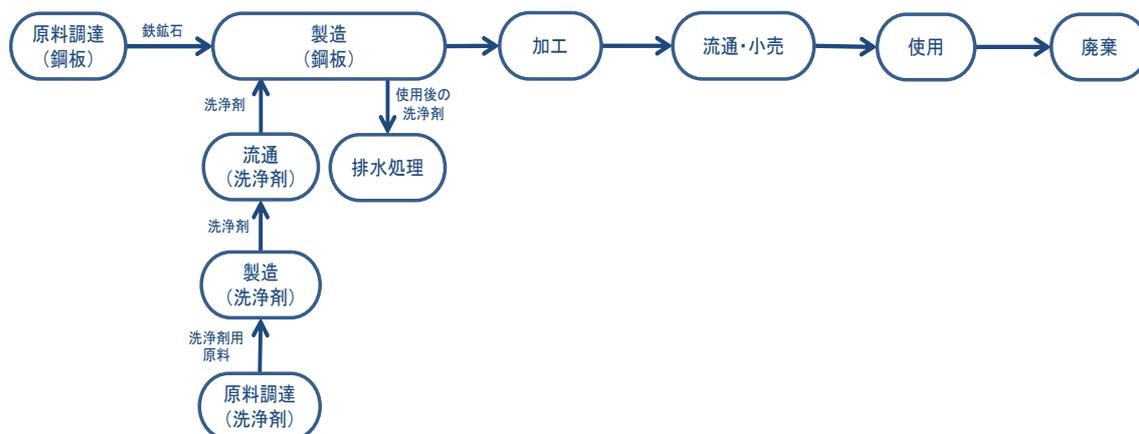


図 60 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、鋼板の洗浄に使用する2種類の界面活性剤を比較したものである。評価対象製品は低温下の高粘度油にも浸透性の高い低温鋼板洗浄剤、比較製品は高温下での洗浄に使用される鋼板洗浄剤（従来品）である。どちらの製品も洗浄剤のライフサイクルを考慮してCO₂排出量を算定した。

2012年における評価対象製品のシェアは25%程度であり、2020年においてもこの生産量を維持しているものと想定した。

表 59 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
低温鋼板洗浄剤	従来型鋼板洗浄剤

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は鋼板の生産プロセスで使用される洗浄剤の比較であり、評価対象製品と比較製品のどちらを使用しても、最終製品である鋼板加工品（または鋼板）が発揮する機能は変わらないことから、鋼板の製造過程で使用される洗浄剤に焦点を当てて比較することが可能である。

したがって、評価対象製品と比較製品の機能は鋼板の洗浄、機能単位は鋼板 1t の洗浄とした。

鋼板の洗浄剤を用いることによって便益を受けるユーザーは鋼板の製造業者である。

- ・機能
鋼板の洗浄
- ・機能単位
鋼板 1kg の洗浄（洗浄剤使用量 0.54kg/t・鋼板）
- ・便益を受けるユーザー
鋼板のメーカー

4.2 品質要件

評価対象製品は高粘度の油にも浸透性の高い低温鋼板洗浄剤であり、鋼板の製造工程で行う洗浄プロセスの温度を 40℃～50℃の温度域で行うことが可能である。比較製品は従来の鋼板洗浄剤であり、70℃～80℃の高温での洗浄を行う必要がある。どちらの製品も同等の洗浄効果を発揮する。

4.3 製品のサービス寿命

評価対象製品と比較製品は消費財であるため、サービス寿命という定義に当てはまらない。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂排出量の算定に用いた洗浄剤データは2012年の実績データに基づくものである。2020年の需要は2012年実績と同一とした。

CO₂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CO₂排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

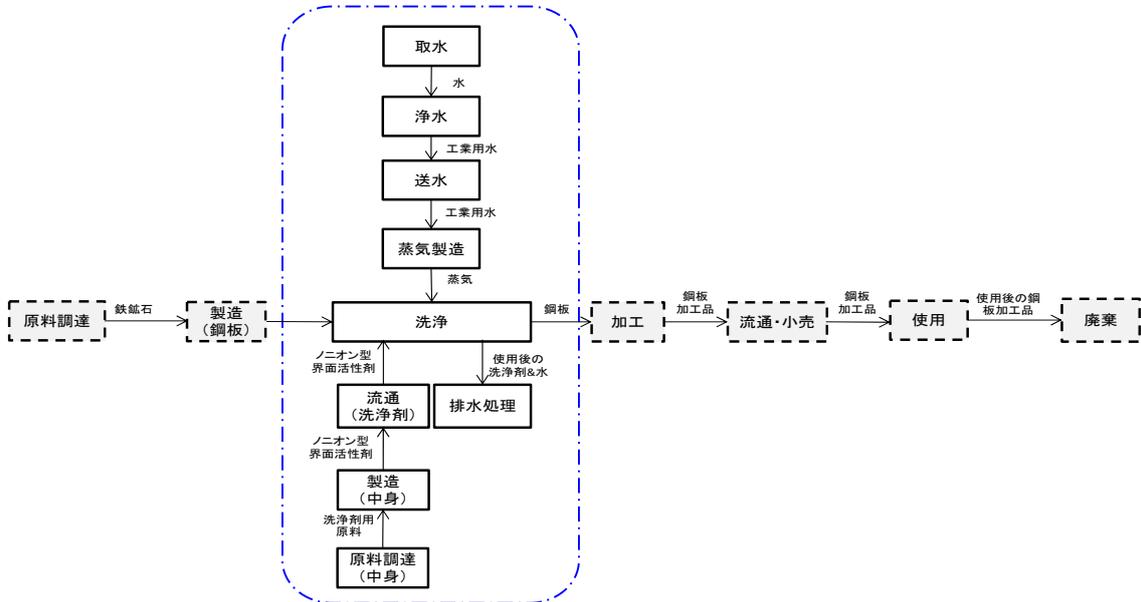
本事例におけるCO₂排出量は、事例提供者が算定した結果の開示を受けたものである。フォアグラウンドデータ（実施者が自ら収集するデータ）は対象とした製品の生産実績に基づくものである。バックグラウンドデータ（実施者が収集していないデータ）は公開されているものを用いた。

5.1 境界の設定

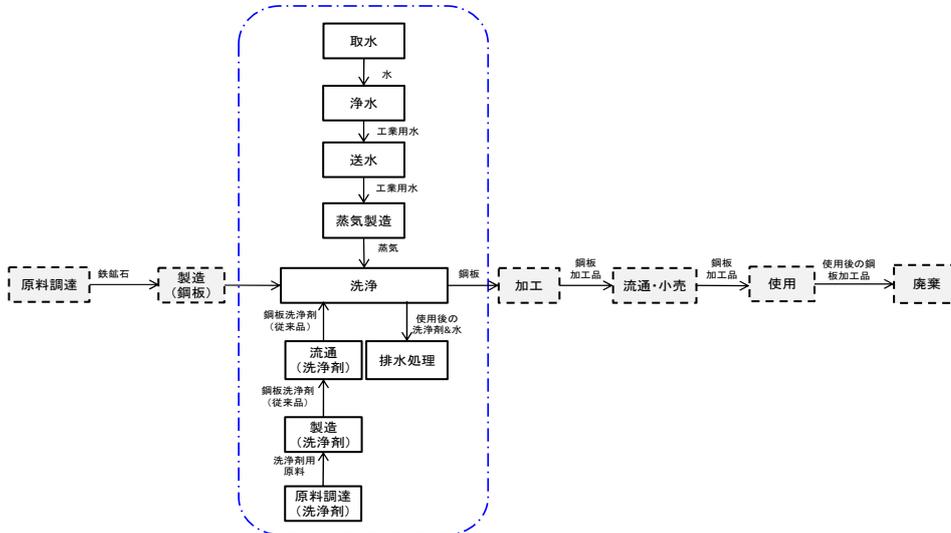
評価対象製品と比較製品の双方について、洗浄剤の原料調達、洗浄剤の製造、流通、鋼板製造過程での洗浄、洗浄剤の使用後における排水処理をシステム境界に含む。

鋼板の原料調達、製品製造、廃棄のプロセスは算定の対象外とした。

【評価対象製品のシステム境界】



【比較製品のシステム境界】



36

注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
- CO₂ 排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 61 システム境界

表 60 システム境界に関する補足事項

区分	評価対象製品		比較製品	
	洗浄剤	包装資材	洗浄剤	包装資材
原料調達	○	○	○	○
製品製造	○	○	○	○
流通	○	○	○	○
使用	○	—	○	—
廃棄	○	○	○	○

注1：○含まれる —含まれない

5.2 前提条件

・洗浄剤の使用量

鉄鋼製品の洗浄に用いる評価対象製品の使用量は鋼板 1 t あたり 0.54kg、比較製品の使用量も同じ 0.54kg である。これらの数値は実際の測定結果に基づくものである。

・洗浄時に使用する蒸気量

鋼板を洗浄する際に洗浄剤と共に所定の温度に設定した水を使用する。蒸気は洗浄用水を加温・維持するために用いられ、洗浄水の加温・維持は熱交換によって行われている。鋼板の生産においては、洗浄工程で使用する蒸気はボイラーによって供給しており、洗浄後に行われるリンス工程では副生蒸気を利用するケースが多い。

実際の測定結果から評価対象製品を使用した場合、鋼板の洗浄に使用される水の温度は 50℃であり、加温に使用される鋼板 1 トンあたりの蒸気使用量は 460kg である。比較製品を使用した場合における水の温度は 70℃であり、鋼板 1 トンあたりの蒸気使用量は 700kg である。

・洗浄時に使用する水の使用量及び排水量

評価対象製品、比較製品を使用する場合、実際の測定結果から鋼板 1 トンあたりの洗浄水使用量は 0.0123m³ であり、洗浄後に同量が排水される。

表 61 鋼板 1t 製造時に使用される洗浄剤、蒸気、工業用水及び排水量

	評価対象製品	比較対象（従来型製品）
洗浄剤使用量	0.54 kg/t-鋼板	0.54 kg/t-鋼板
蒸気消費量	460 kg/t-鋼板	700 kg/t-鋼板
工業用水使用量（温水用）	0.0123 m ³ /t-鋼板	0.0123 m ³ /t-鋼板
排水量	0.0123 m ³ /t-鋼板	0.0123 m ³ /t-鋼板

・ 流通における輸送の条件

評価対象製品、比較製品ともに流通は、洗浄剤の製造工場から鋼板の製造施設までを対象としたものであり、実際の輸送に近い条件に設定した。輸送に使用する車両は 10t 車、輸送距離は 550km、積載率は 100%を前提とした。

・ 廃棄段階

洗浄剤は、鋼板の洗浄に使用された排水に含まれるため、排水処理運転及び製品中身成分の分解（化石由来炭素分）を評価した。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①洗剤の使用量、②洗浄温度（蒸気の使用量）である。

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：将来何の変化もおこらないと想定（最新の 2012 年のデータを使用した 2020 年の CO₂ 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）

従来の鋼板洗浄剤では洗浄水の温度が 70℃であったのに対し、評価対象製品である低温鋼板洗浄剤を使用することによって、洗浄水の温度が 50℃でも同等の洗浄を行うことが可能であり、蒸気の使用量を削減することができ、CO₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO₂ 排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から鋼板メーカーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

7.1 洗浄剤の CO₂ 排出量

●洗浄剤の原料調達、製品製造、流通、廃棄段階の CO₂ 排出量⁷¹

評価対象製品 1kg あたりの CO₂ 排出量は 0.519kg-CO₂、比較製品 1kg あたりの CO₂ 排出量は 0.752kg-CO₂ である。

表 62 洗浄剤の CO₂ 排出量⁷²

単位：kg-CO₂/kg-洗浄剤

	評価対象製品	比較製品
原料調達	0.366	0.534
製品製造	0.004	0.004
流通	0.055	0.055
廃棄	0.094	0.159
計	0.519	0.752

7.2 鋼板洗浄時の CO₂ 排出量

●洗浄剤の使用段階の CO₂ 排出量⁷³

評価対象製品を用いて鋼板 1 トンを洗浄する際の CO₂ 排出量は 9.420kg-CO₂、比較製品は 14.332kgCO₂ である。

表 63 鋼板 1 トンあたり洗浄剤使用量と洗浄に伴う CO₂ 排出量

	評価対象製品	比較製品
洗浄剤使用量	0.54kg/t-鋼板	0.54kg/t-鋼板
鋼板洗浄（洗浄剤使用時）	9.420kg-CO ₂ /t-鋼板	14.332kg-CO ₂ /t-鋼板

7.3 ライフサイクルにおける CO₂ 排出量

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける CO₂ 排出量を表 64 に示す。
鋼板の洗浄 1 トンあたりの評価対象製品の CO₂ 排出量は 9.700kg-CO₂、比較製品の CO₂ 排出量は 14.738kg-CO₂ である。

・鋼板の洗浄 1 トンあたりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した鋼板の洗浄 1 トンあたりの CO₂ 排出削減貢献量は 5.038kg-CO₂/t-鋼板となる。

表 64 鋼板の洗浄 1 トンあたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

単位：kg-CO₂/t-鋼板

	評価対象製品	比較製品
原料調達	0.198	0.288
製品製造	0.002	0.002
流通	0.030	0.030
使用	9.420	14.332
廃棄	0.051	0.086
ライフサイクル全体	9.700	14.738
CO ₂ 排出削減貢献量		▲5.038

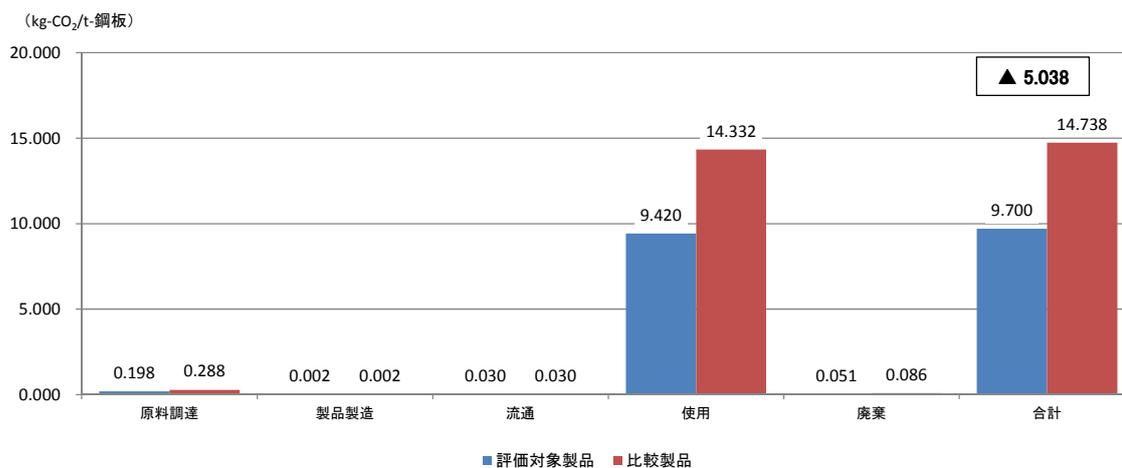


図 62 鋼板の洗浄 1 トンあたりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①対象となる鋼板の量 2012 年 8,750,000 トン

2012 年における鋼板の生産量は 35,000,000 トン¹⁴であり、評価対象製品の使用率は 25%⁷⁵である。2020 年も 2012 年と同規模を維持しているものとした。

②鋼板 1 トン当たりの CO₂ 排出削減貢献量 5.038 kg-CO₂

③CO₂ 排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & \text{鋼板 1 トン当たりの CO}_2 \text{ 排出削減貢献量} \times \text{生産量} \\ & = 5.038 \text{ kg-CO}_2 / \text{t-鋼板} \times 8,750,000 \text{ t-鋼板} \\ & = 44,083 \text{ t-CO}_2 \end{aligned}$$

表 65 2020 年における評価対象製品による CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量		
・ 評価対象製品によって洗浄された鋼板の生産量	(トン)	8,750,000
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量		
・ 鋼板 1 トンあたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /t-鋼板)	5.038
・ 2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	(万トン-CO _{2e})	▲4.4

評価対象製品を使用して洗浄した鋼板 1 トンあたりの CO₂ 排出量は 9.700kg-CO₂ であり、対象となる鋼板の生産量は 8,750,000 トンである。評価対象製品の CO₂ 総排出量は 8.5 万 t-CO₂ (9.700kg-CO₂/t-鋼板×8,750,000 トン=84,875t-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は、低温鋼板洗浄剤を評価しており、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。CO₂ 排出削減貢献量の大半が洗浄工程の蒸気使用に伴う CO₂ 排出量の違いであることから、前提条件で設定した蒸気の使用量、他のプラントから副生する蒸気などを利用している場合には算定される CO₂ 排出削減貢献量が異なる。

1. 1.3 省資源 その1 —高耐久性マンション用材料—

1. 調査の目的

マンションやオフィスビルは建築の際に大量の資材が使用されるため、資材の消費に伴う CO₂ 排出量が多い建築物である。建築物の耐久性を向上させ長寿命化が達成できれば、建て替え頻度を低くすることができ、結果的に資材の消費に伴う CO₂ 排出量を削減することができる。



鉄筋コンクリート造建築物の寿命に影響するコンクリートの耐久性を低下させる原因は、以下の2点が挙げられる。

- ① 鉄筋により拘束されたコンクリートが乾燥する際に収縮することによって、ひび割れが発生し強度低下が起こる。
- ② さらにこのひび割れから大気中の二酸化炭素が進入することでコンクリートの中性化が進み、内部にある鉄筋の腐食が促進される。

コンクリートの乾燥収縮低減剤は、混和剤として生コンクリート製造時に水と同時に添加される。乾燥収縮低減剤の役割は、コンクリート内部の水分が蒸発する際に発生する毛細管張力を低下させることで乾燥による収縮を低減させ、コンクリートのひび割れ発生を抑制することであり、その効果により鉄筋コンクリートの耐久性の向上につながり、鉄筋コンクリート造建築物の寿命を伸ばすことができる。

本事例では乾燥収縮低減剤を使用して耐久性を向上させたマンションの長寿命化による CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

①CO₂ 排出削減貢献の内容

乾燥収縮低減剤は、コンクリートの耐久性を向上させることができ、マンションの寿命を延ばすことができるため、マンションの建て替え回数を減らすことができ、マンションの建設時に使用される資源の節約につながる。

②コンクリートの耐久性向上のために使用される主な薬剤

- ・ 乾燥収縮低減剤（特殊ポリオキシアルキレングリコール誘導体）
- ・ 高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤）
- ・ 減水剤（リグニンスルホン酸塩）

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は乾燥収縮低減剤を使用することによって耐久性を高めたマンションと通常のマンション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 63 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、異なる化学品を用いて建設したマンションを比較したものである。評価対象製品はコンクリートに乾燥収縮低減剤を使用して建築したマンション、比較製品は通常の減水剤を使用して建築したマンションある。どちらの製品もマンションのライフサイクルを考慮して CO₂ 排出量を算定した。ただし、マンションの使用期間において住居内で使用される空調、照明、調理、電気機器等のエネルギー消費に伴う CO₂ 排出量は対象としていない。

表 66 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
高耐久性マンション	通常のマンション

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は使用期間（サービス寿命）の異なるマンションの比較であり、評価対象製品と比較製品においてマンションの建設に使用される資材や解体後の廃棄物の発生量に違いが生じる。機能単位は評価対象製品と比較製品を同一期間内において比較するために 100 年間の住居空間 1 戸とした。

耐久性マンションを使用することによって便益を受けるユーザーはマンションの管理者・所有者である。

・機能

鉄筋コンクリート集合住宅の提供

- ・機能単位
100年間の住居空間1戸
- ・便益を受けるユーザー
マンションの管理者・所有者

4.2 品質要件

評価対象製品と比較製品はコンクリートの耐久性に違いがあり、サービス寿命が異なるものの最終製品である住居用マンションとしては同じ機能を発揮するものである。評価対象製品に使用されるコンクリートは、建築工事標準仕様書（JASS5 鉄筋コンクリート工事・日本建築学会）に基づく計画供用期間の級とコンクリートの耐久設計強度基準強度及びそれに応じる品質基準強度を有するものである。品質基準強度は、大規模補修不要予定期間が100年である長期供用級の場合、耐久設計強度基準強度は 30N/mm^2 、品質基準強度は 33N/mm^2 と定められており、評価対象製品である高耐久性マンションはJASS5に基づく長期供用級のコンクリートを使用したものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では評価対象製品である高耐久性マンションの大規模補修不要予定期間である100年をサービス寿命とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂排出量の算定に用いたデータは2011年のデータを使用した。2020年の需要は住宅着工件数の見込み（経産省資料）をもとに2010年実績の2/3とした。

CO₂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時のCO₂排出削減貢献量を算定した。

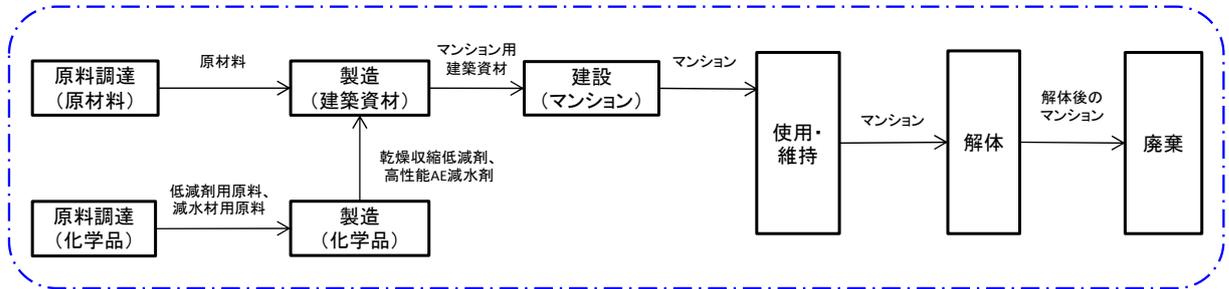
対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

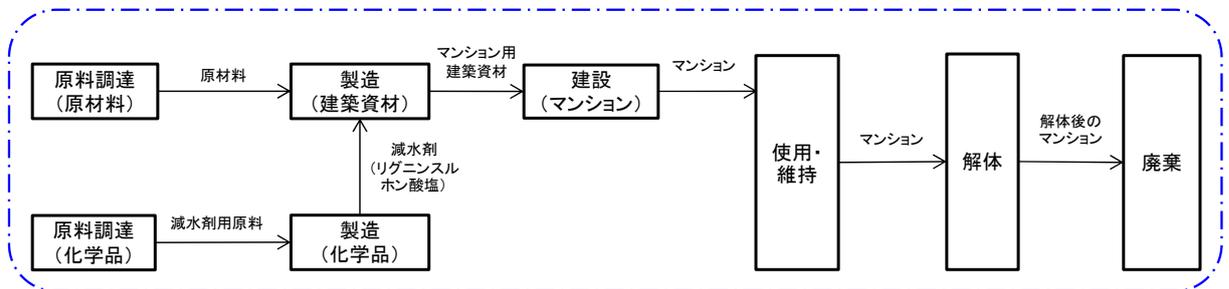
5.1 システム境界

評価対象製品と比較製品の双方について、原料採取～製造（建設）、使用・維持管理、廃棄の段階で高耐久性マンションと通常のマンションのライフサイクルにおけるCO₂排出量をシステム境界に含む。ただし、居住期間（100年間）におけるエネルギー消費（冷暖房、調理、照明、電気機器など）に伴うCO₂排出量は算定の対象外とした。

【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。

CO₂ 排出量を考慮しているプロセス
 システム境界

図 64 システム境界

5.2 前提条件

- ・評価期間（使用期間・製品寿命）

高耐久性マンションは 100 年間使用して廃棄、通常のマンションは 50 年間使用して廃棄したのち建て替え、さらに 50 年間使用して廃棄する。マンションの仕様（広さ、構造、断熱機能など）は同一とし、通常のマンションにおける 50 年後の建て替え時にも、同等の機能のマンションに建て替えることとする。

高耐久性マンションの寿命 : 100 年⁷⁶（長期供用級）

通常のマンションの寿命 : 50 年⁷⁷（鉄骨造共同住宅）

表 67 マンションの仕様⁷⁸

地域	東京近郊
構造	RC造
延床面積	7280.85m ²
階数	地上9階
戸数	88戸

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、マンションのサービス寿命である。

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:将来何の変化もおこらないと想定(2010年のデータを使用した)2020年のCO₂排出量の算定をベースケースとした。

6. 貢献の度合い(重要性)

乾燥収縮低減剤をコンクリートに使用することによってマンションのサービス寿命を100年間に伸ばすことができ、マンションの建設に使用される資材消費に伴うCO₂排出量と廃棄に係るCO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からマンションの利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおけるCO₂排出量⁷⁸を表65に示す。

評価対象製品1戸あたりのライフサイクルにおけるCO₂排出量は271,376 kg-CO₂、比較製品は308,174 kg-CO₂である。

●建築に伴うCO₂排出量

評価対象製品1戸あたりの建築に伴うCO₂排出量は88,379 kg-CO₂、比較製品は164,635kg-CO₂である。

●使用維持管理に伴うCO₂排出量

評価対象製品 1 戸あたりの使用維持管理に伴う CO₂ 排出量は 176,279kg-CO₂、比較製品は 133,057kg-CO₂ である。

改修段階において高耐久性マンションの CO₂ 排出量が多い理由は、一般的なマンションの場合には、50 年の建替によって改修は不要となることによるものである。

●廃棄・リサイクルに伴う CO₂ 排出量

評価対象製品 1 戸あたりの廃棄・リサイクルに伴う CO₂ 排出量は 6,718kg-CO₂、比較製品は 10,482kg-CO₂ である。

・高耐久性マンション 1 戸当たりの CO₂ 排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品の CO₂ 排出量の差から算出した CO₂ 排出削減貢献量は 36,798 kg-CO₂/戸となる。

表 68 マンション 1 戸当たりの CO₂ 排出量と CO₂ 排出削減貢献量 (100 年間)

	高耐久性 マンション	通常の マンション
建築に伴う CO₂ 排出量		
設計監理 (kg-CO ₂ /戸)	4,517	4,493
新築 (建替含む) (kg-CO ₂ /戸)	79,974	159,948
混和剤 (kg-CO ₂ /戸)	3,888	194
使用維持管理に伴う CO₂ 排出量		
修繕 (kg-CO ₂ /戸)	58,073	58,073
改修 (kg-CO ₂ /戸)	104,571	61,349
維持管理 (kg-CO ₂ /戸)	13,635	13,635
廃棄・リサイクルに伴う CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)	6,718	10,482
ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)	271,376	308,174
CO₂ 排出削減貢献量 (kg-CO₂/戸)	▲ 36,798	

注 1：修繕は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、天井などの内部仕上げに関する資材の修繕に係る CO₂

注 2：改修は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、天井などの内部仕上げに関する資材の改修に係る CO₂

注 3：維持管理は保安警備、衛生清掃、昇降機、電気機械設備関係などに伴う CO₂



図 65 マンション1戸当たりのCO₂排出量とCO₂排出削減貢献量 (100年間)

8. 今後の予測

本事例の2020年におけるCO₂排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①マンション供給戸数 2010年で92,000戸⁷⁹、2020年 61,000戸

2020年における新規住宅着工件数の見込み⁸⁰は現在の2/3と設定すると、2020年における供給戸数の見込みは61,000戸となる。

②高耐久性マンション1戸当たりのCO₂排出削減貢献量 36,798 kg-CO₂/戸

③CO₂排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{高耐久性マンション1戸当たりのCO}_2\text{排出削減貢献量} \times \text{販売予想量} \\
 & = 36,798 \text{ kg-CO}_2/\text{戸} \times 61,000 \text{ 戸} \\
 & = 2,244 \text{ kt-CO}_2
 \end{aligned}$$

表 69 2020年における評価対象製品によるCO₂排出削減貢献量

1) 2020年に建築される戸数	
・高耐久性マンションの建築戸数 (戸)	61,000
2) CO ₂ 排出削減貢献量(100年間)	
・1戸あたりのCO ₂ 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ /戸)	▲36,798
・2020年に建築される高耐久性マンションによるCO ₂ 排出削減貢献量 (万トン-CO ₂)	▲224

評価対象製品 1 戸の CO₂ 排出量は 271,376kg-CO₂ である。2020 年における供給戸数の見込みは 61,000 戸であることから、CO₂ 排出量の総量は 1,655 万 t-CO₂ (271,376kg-CO₂/戸×61,000 戸=16,553 kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は乾燥収縮低減剤を使用した大規模補修不要予定期間が 100 年である長期供用級の地上 9 階建て、延床面積 7280.85m²、88 戸のマンションの CO₂ 排出量を評価したものであり、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがってマンションの規模、コンクリート使用量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 CO₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

1. 1 4 省資源 その2－高耐久性塗料－

1. 調査の目的

塗料は通常、下塗り、中塗り、上塗り等が複合した塗装系により、素材保護や様々な色彩等の機能を比較的簡便な手段で実現できる材料である。耐久性に優れた塗料を建築物に使用した場合、その塗膜は長期間にわたり所定の性能を保つため、塗り替えの回数を少なくすることができ、使用する塗料の重量を低減することが可能である。本事例では新築マンションの外壁を対象として、上塗り塗料に高耐久性塗料を使用した場合における塗料使用量の低減に伴う GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 66 マンションの高耐久性塗料

①GHG 排出削減貢献の内容

耐久性の高いシリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料を使用することで塗り替えの回数を低減することができ、塗料の使用量を削減できる。

②高耐久性塗料に使用される化学製品例

- ・ シリコン樹脂系塗料
- ・ フッ素樹脂系塗料

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例はマンションの外壁に使用される塗料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。

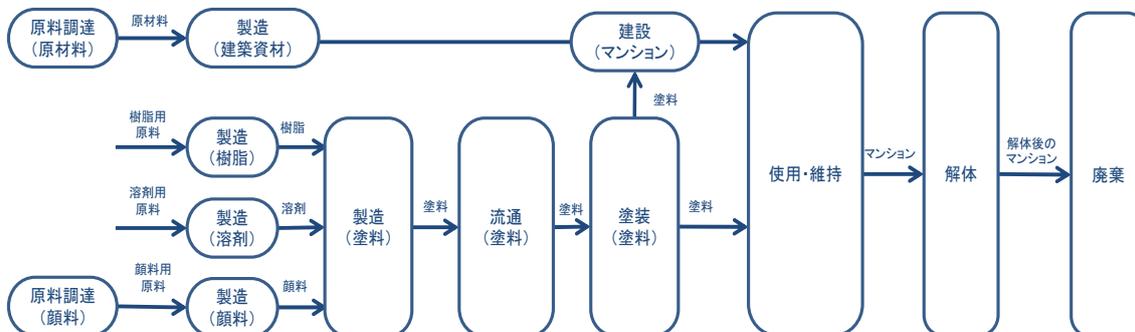


図 67 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、マンションの塗装に用いる塗料を比較したものである。マンションの外壁への塗装は、初塗り時に下塗り、中塗り、上塗りという3種類の塗装を行う。下塗りにはシリコン樹脂系塗料、中塗りにはアクリル樹脂系塗料が使用されることが一般的であり、上塗りに使用される塗料の種類が異なる。上塗りに使用される塗料にはアクリル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料、シリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料の4種類があり、耐用年数はアクリル樹脂系塗料<ウレタン樹脂系塗料<シリコン樹脂系塗料<フッ素樹脂系塗料の傾向にあることから、近年はシリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料にシフトしつつある。マンションの使用期間中、外壁に塗装された塗料は、天候にさらされ経過時間とともに摩耗し、劣化していく。このため耐用年数が経過した段階で塗り替えを行う必要がある。2回目以降の塗装時には通常下塗りは実施せずに、初回の塗装面に重ねて中塗りを行った後上塗りを行う。この場合も中塗りにはアクリル樹脂系塗料を使用し、上塗りにアクリル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料、シリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料の4種類が使用される。

評価対象製品は上塗り用に使用するシリコン樹脂系塗料とフッ素樹脂系塗料であり、高耐久性を有しているため耐用年数が長く、長期間にわたって使用する建築物などに対して、塗り替えを行う回数を減らすことができるため塗装量を少なくすることができる。比較製品は上塗り用に使用するアクリル樹脂系塗料とウレタン樹脂系塗料である。

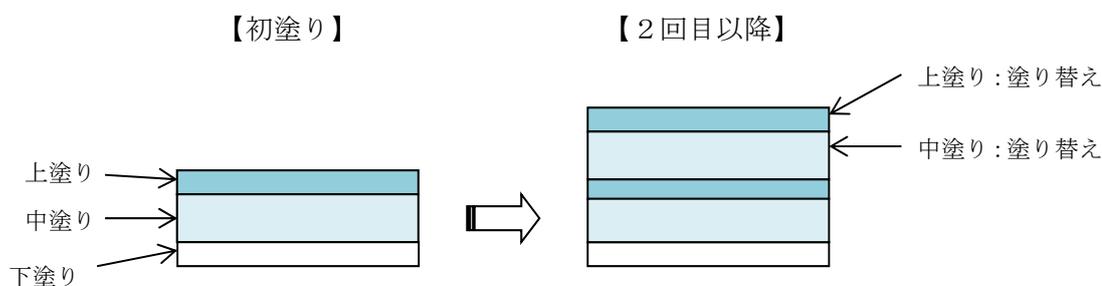


図 68 塗装のイメージ

表 70 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
シリコン樹脂系塗料(90%)とフッ素樹脂系塗料(10%)	アクリル樹脂系塗料(67%)とウレタン樹脂系塗料(33%)

()は使用割合

上塗りに使用される塗料の 2012 年における評価対象製品のシェアは 55% (シリコン樹

脂系塗料 50%、フッ素樹脂系塗料 5%)、比較製品のシェアは 45% (アクリル樹脂系塗料 30%、ウレタン樹脂系塗料 15%) である。2020 年は評価対象製品のシェア (シリコン樹脂系塗料 90%、フッ素樹脂系塗料 10%) は 100%に達すると予測した。

2012 年の比較製品のシェア 45%が、2020 年には評価対象製品への移行により 0%となる。

表 71 塗料の市場構成⁸¹

区分	シリコン樹脂系 塗料	フッ素樹脂系 塗料	アクリル樹脂系 塗料	ウレタン樹脂系 塗料	計
2012 年	50.0%	5.0%	30.0%	15.0%	100.0%
2020 年	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%	100.0%

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は耐久性の異なる塗料の比較であり、評価対象製品と比較製品のどちらを使用しても、最終製品であるマンションが発揮する機能は変わらないことから、マンションの外壁へ使用される塗料に焦点を当てて比較することが可能である。

したがって、評価対象製品および比較製品の機能はマンションの外壁への塗装、機能単位はマンションの使用期間 (50 年間) における外壁の塗装面積 1m²とした。

マンションの外壁へ使用される塗料による便益を受けるユーザーはマンションの維持管理業者、所有者である。

- ・機能

- マンション外壁への塗装

- ・機能単位

- マンションの使用期間 50 年間における外壁の塗装面積 1m²

- ・便益を受けるユーザー

- マンションの維持管理業者・所有者

4.2 品質要件

マンションの外壁へ使用される塗料の機能 (役割) は、コンクリートの保護、外観 (デザイン) の充実である。これらの機能は評価対象製品と比較製品において同等である。

技術的品質において重要な事項は耐久性である。評価対象製品であるシリコン樹脂

系塗料とフッ素樹脂系塗料は耐久性に優れており、耐用年数⁸²はシリコン樹脂系塗料が10年、フッ素樹脂系塗料が14年である。比較製品の耐用年数はアクリル樹脂系塗料が4年、ウレタン樹脂系塗料7年である。

表 72 長期使用される外壁用塗料の耐用年数

塗料種	シリコン樹脂系 塗料	フッ素樹脂系 塗料	アクリル樹脂系 塗料	ウレタン樹脂系 塗料
耐用年数 (年)	10	14	4	7

4.3 製品のサービス寿命

本事例はマンション外壁への塗装を対象としており、マンションの使用期間は50年⁸³であることから、50年間をサービス寿命とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

GHG排出量の算定に用いた塗料のデータは2012年の業界平均に基づくものである。2020年の需要は2012年着工件数実績と同一とした。

GHG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GHG排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

ライフサイクルにおけるGHG排出量は、事例提供者が算定した結果の開示を受けたものである。フォアグラウンドデータ（実施者が自ら収集するデータ）は対象とした製品仕様に基づき、一般社団法人日本塗料工業会の「LCAガイドブック（第1版）」、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラムの二次データを用いて算出されている。バックグラウンドデータ（実施者が収集していないデータ）は公開されているものを用いた。

5.1 境界の設定

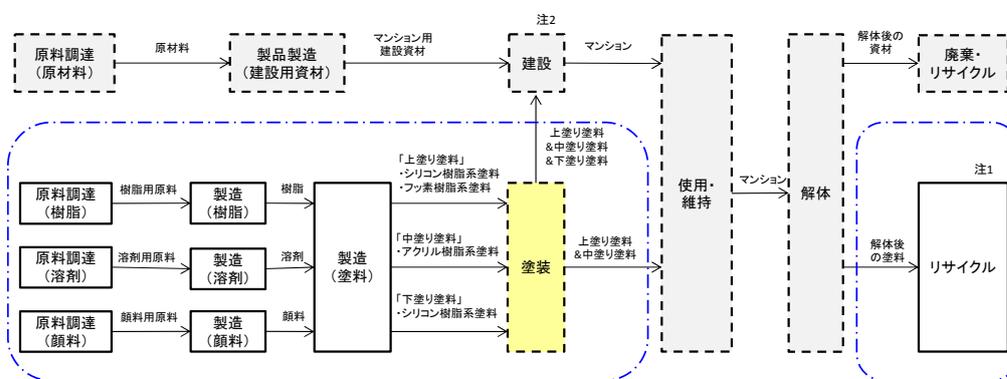
評価対象製品と比較製品の双方について、塗料の原料調達（樹脂、溶剤、顔料）、塗料の製造、マンション解体後の廃棄処理に係るプロセスをシステム境界に含む。

マンションの外壁への塗装は、作業者が塗装を行う場合とコンプレッサーなどを用いて塗料の吹き付けを行う場合があり、一般的には作業者が塗装を行う場合が多い。コンプレッサーなどの機械を用いて吹き付けした場合においても、GHG排出量は塗料を製造するまでのGHG排出量の2%程度⁸⁴である。以上のことから、塗装プロセスはカットオフとした。

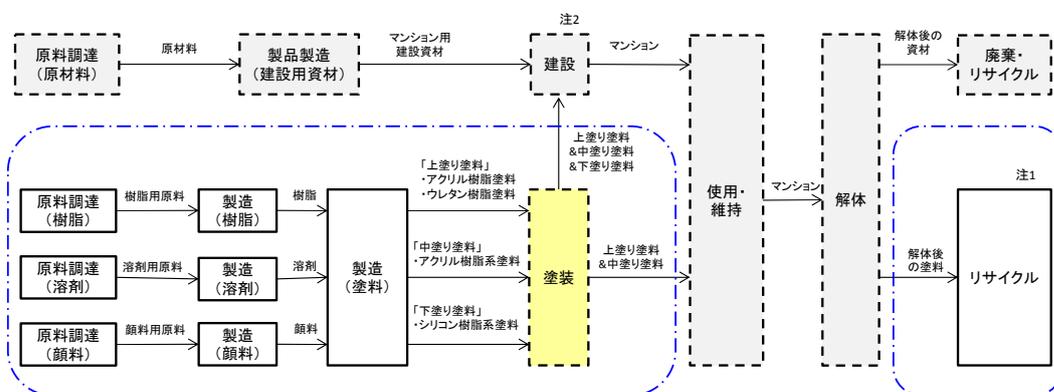
使用後の塗料はコンクリートに付着した状態であるため、コンクリートの廃棄処理と同じプロセスを経ることとなる。建築リサイクル法に基づくコンクリートの処理方法はリサイクルされて砕石や再生骨材として利用されることから、塗料の廃棄段階においても、その使用量に応じてリサイクルに伴う GHG 排出量を計上した。容器、包装資材、プロセス間の輸送については評価していない。

「マンションの建設に使用される資材の原料調達と製品製造、マンションの建設、使用・維持、解体、マンション解体後の廃棄」のプロセスはシステム境界外で算定の対象外とした。

【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1：塗料はコンクリートに付着しているため、コンクリートの処理と同じプロセスを経る。

注2：マンションの建設は直接仮設→土工・地業→躯体→外部仕上→内部仕上の流れで実施され、初塗りの塗装は外部仕上の過程で行われる。

注3：輸送プロセスは省略している。

- GHG 排出量を考慮しているプロセス
- GHG 排出量がわずかであるためカットオフとしたプロセス
- GHG 排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 69 システム境界

表 73 システム境界に関する補足事項

区分	評価対象製品			比較製品		
	上塗り	中塗り	下塗り	上塗り	中塗り	下塗り
原料調達	○	○	○	○	○	○
製品製造	○	○	○	○	○	○
塗装	カットオフ	カットオフ	カットオフ	カットオフ	カットオフ	カットオフ
廃棄	○	○	○	○	○	○

5.2 前提条件

・塗装形式

塗装の形式は表 74 のとおりである。いずれの上塗り塗料種においても、下塗りはマンション新築時のみ塗装を行い、塗り替え時には中塗りと上塗りを行う。

表 74 塗装形式

【新設時】

上塗り	シリコン樹脂系塗料	フッ素樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料
中塗り	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料
下塗り	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料

【塗り替え時】

上塗り	シリコン樹脂系塗料	フッ素樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料
中塗り	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料
下塗り	なし	なし	なし	なし

・マンション使用期間（50年間）における塗装回数

マンションの使用期間における塗装回数は、上塗り塗料にシリコン樹脂系塗料を使用した場合に初回を含め計 5 回となる。フッ素樹脂系塗料を使用した場合は計 4 回、ウレタン樹脂系塗料を使用した場合は計 8 回、アクリル樹脂系塗料を使用した場合は計 13 回である。

表 75 50 年間における塗装回数

上塗り塗料種	シリコン樹脂系 塗料	フッ素樹脂系 塗料	アクリル樹脂系 塗料	ウレタン樹脂系 塗料
初回 (回)	1	1	1	1
塗り替え (回)	4	3	12	7
計	5	4	13	8

・塗装量

新設時に行う下塗りに用いられるシリコン樹脂系塗料の使用量は 0.13kg/m^2 、中塗りに使用されるアクリル樹脂系塗料の使用量は 1.2kg/m^2 とした。上塗り塗料の使用量は、シリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料、アクリル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料とも 0.26kg/m^2 とした。

塗り替え時の中塗りに用いられるアクリル樹脂系塗料の使用量は 0.5kg/m^2 とし、上塗り塗料はシリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料、アクリル樹脂系塗料、ウレタン樹脂系塗料とも 0.26kg/m^2 とした。

50 年間における塗装回数を考慮した塗装量を表 76 に示す。

表 76 50 年間における上塗り塗料種別の塗装量

上塗り塗料種		シリコン 樹脂系塗料	フッ素 樹脂系塗料	アクリル 樹脂系塗料	ウレタン 樹脂系塗料	単位
新設時	塗装回数 (50 年間)	1	1	1	1	回
	上塗り	0.26	0.26	0.26	0.26	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{回}$
	中塗り (アクリル系)	1.2	1.2	1.2	1.2	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{回}$
	下塗り (シリコン系)	0.13	0.13	0.13	0.13	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{回}$
塗替時	塗装回数 (50 年間)	4	3	12	7	回
	上塗り	0.26	0.26	0.26	0.26	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{回}$
	中塗り (アクリル系)	0.5	0.5	0.5	0.5	$\text{kg/m}^2 \cdot \text{回}$
計	上塗り	$1.30^{1)}$	1.04	3.38	2.08	kg/m^2
	中塗り (アクリル系)	$3.2^{2)}$	2.7	7.2	4.7	kg/m^2
	下塗り (シリコン系)	0.13	0.13	0.13	0.13	kg/m^2

1) $0.26 \times 4 + 0.26 = 1.30$ 2) $0.5 \times 4 + 1.2 = 3.2$

5.3 主要パラメータ

GHG 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①各塗料の使用割合、②各塗

料の耐用年数、③各塗料の塗装量である。

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:将来何の変化もおこらないと想定(2012年のデータを使用)した2020年のGHG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)

塗料の上塗りに耐久性の高い種類を用いることによって、一定期間(本事例ではマンションの平均寿命である50年間)における外壁への塗装回数を減らすことができ、その結果として塗料の使用量を少なくすることができ、GHG排出削減に貢献している。ただし、GHG排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から耐久性塗料のユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. GHG排出量の算定結果

7.1 塗料のGHG排出量

●塗料の原料調達から製造までのGHG排出量

一般社団法人日本塗料工業会の「LCAガイドブック(第1版)」に基づき、各樹脂系塗料の組成情報を調査し、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラムの二次データを用いて算出した(表77)。

シリコン樹脂系塗料は塗料1kgあたり2.204 kg-CO_{2e}、フッ素樹脂系塗料は1.727 kg-CO_{2e}、アクリル樹脂系塗料のGHG排出量は塗料1kgあたり1.969 kg-CO_{2e}、ウレタン樹脂系塗料は塗料1kgあたり1.931 kg-CO_{2e}である。

●廃棄・リサイクル段階のCO₂排出量

塗料を塗布するコンクリートは建築リサイクル法に基づき再生骨材または砕石として有効利用されるものとして扱った。したがって、MiLCA(MiLCAマスタ・データベース構造バージョン:1.2.0、IDEAバージョン名:IDEA Ver.1.1.0)に搭載されているコンクリート再生処理プロセスのGHG排出原単位を用いて、塗料の使用量分を対象にGHG排出量を算出した。GHG排出量の算定は塗料のみを対象としており、容器や輸送資材は計算していない。

全ての塗料の廃棄段階においては、計算に用いたGHG排出原単位が同一で、塗料1kgあたりのGHG排出量は0.004 kg-CO_{2e}である。

表 77 塗料の GHG 排出原単位

単位：kg-CO_{2e}/kg

上塗り塗料種	シリコン樹脂系 塗料	フッ素樹脂系 塗料	アクリル樹脂系 塗料	ウレタン樹脂系 塗料
原料調達	2.157	1.680	1.922	1.884
塗料製造	0.043	0.043	0.043	0.043
塗装	カットオフ	カットオフ	カットオフ	カットオフ
廃棄・リサイクル	0.004	0.004	0.004	0.004
計	2.204	1.727	1.969	1.931

7.2 ライフサイクルにおける GHG 排出量

上塗り塗料種別のライフサイクルにおける GHG 排出量を表 78 に示す。

●上塗り塗料種別の GHG 排出量

・シリコン樹脂系塗料：

塗装面積 1m²あたり 9.453205kg-CO_{2e}（下塗りと中塗りを含む）

・フッ素樹脂系塗料：

塗装面積 1m²あたり 7.399kg-CO_{2e}となった（下塗りと中塗りを含む）

・アクリル樹脂系塗料：

塗装面積 1m²あたりの GHG 排出量は 21.120kg-CO_{2e}（下塗りと中塗りを含む）

・ウレタン樹脂系塗料：

塗装面積 1m²あたり 13.557kg-CO_{2e}（下塗りと中塗りを含む）

表 78 上塗り塗装種別の GHG 排出量（50 年間）

上塗り塗料種		シリコン 樹脂系塗料	フッ素 樹脂系塗料	アクリル 樹脂系塗料	ウレタン 樹脂系塗料	単位
上塗り	塗装量	1.30	1.04	3.38	2.08	kg/m ²
	GHG 排出量	2.865	1.796	6.656	4.016	kg-CO _{2e} /m ²
中塗り (アクリル樹脂系塗料)	塗装量	3.20	2.70	7.20	4.70	kg/m ²
	GHG 排出量	6.301	5.316	14.177	9.254	kg-CO _{2e} /m ²
下塗り (シリコン樹脂系塗料)	塗装量	0.13	0.13	0.13	0.13	kg/m ²
	GHG 排出量	0.287	0.287	0.287	0.287	kg-CO _{2e} /m ²
合計	GHG 排出量	9.453	7.399	21.120	13.557	kg-CO _{2e} /m ²

・面積当たりの GHG 排出削減貢献量

●評価対象製品：

市場構成比のシリコン樹脂系塗料 0.9 に対してフッ素樹脂系塗料が 0.1（2020 年の市場構成：シリコン樹脂系塗料 90%、フッ素樹脂系塗料 10%）を使用し、面積当たりの GHG 排出量は 50 年間で 9.248kg-CO_{2e}/m² と算定。

●比較製品：

市場構成比のアクリル樹脂系塗料 0.67 に対してウレタン樹脂系塗料が 0.33（2012 年の市場構成：アクリル樹脂系塗料 30%、ウレタン樹脂系塗料 15%）を使用し、面積当たりの GHG 排出量は 50 年間で 18.624 kg-CO_{2e}/m² と算定。

●面積当たりの GHG 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面積当たりの GHG 排出削減貢献量は 50 年間で 9.376 kg-CO_{2e}/m² となる。

表 79 塗料の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量（面積当たり）

単位：kg-CO_{2e}/m²

	評価対象製品	比較製品
原料調達	9.032	18.177
塗料製造	0.196	0.407
廃棄・リサイクル	0.020	0.042
ライフサイクル全体	9.248	18.624
GHG 排出削減貢献量	▲9.376	

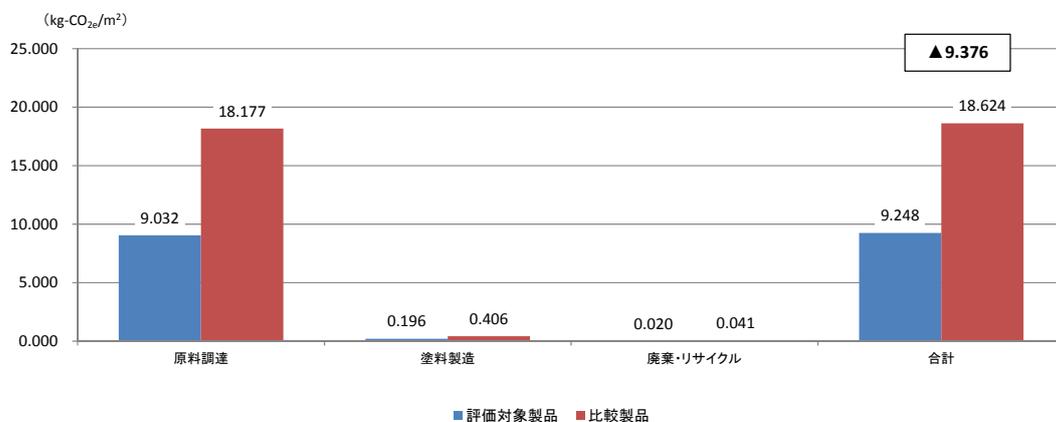


図 70 塗料の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量（面積当たり）

8. 今後の予測

塗装面積はマンションの設計思想やマンションの大きさによって異なると考えられるが、本事例においては、以下の設定の下に算定した。

①マンションの大きさと塗装面積

- ・ 地上9階 1棟あたり 88戸
- ・ 外周を 40m と 20m、
高さ：1階あたり 3.5m として 9階分 (31.5m)
- ・ 塗装面積：
マンション外壁の面積は総外周⁸⁵120m と高さ 31.5m の積をとると 3,780m²となり、この数値を丸めてマンション 1棟あたり 4,000m²とした

②マンションの供給戸数 2010年 92,000戸、2020年 61,000戸

2010年のマンション供給戸数は 92,000戸⁸⁶であり、2020年の新規住宅着工件数の見込み⁸⁷は現在の 2/3 として 61,000戸を想定。

③2020年の評価対象製品の対象戸数 27,450戸 (約 300棟)

比較製品の市場構成は 2012年で 45%であり、これが 2020年に評価対象製品にシフトすることから、27,450戸(61,000×0.45)の外壁塗装が比較製品から評価対象製品に置き換わることになる。

④面積当たりの GHG 排出削減貢献量 9.376kg-CO_{2e}/m²

⑤GHG 排出削減貢献量

$$\begin{aligned} & \text{面積当たりの GHG 排出削減貢献量} \times \text{塗装面積} \\ & = 9.376\text{kg-CO}_{2e}/\text{m}^2 \times 4,000\text{m}^2 \times 300 \text{棟} \\ & = 11,251\text{t-CO}_{2e} \end{aligned}$$

表 80 2020年における高耐久性塗料による GHG 排出削減貢献量

1) 2020年の導入量		
・ 塗装面積	(m ²)	1,200,000
2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量		
・ 1 m ² あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量	(kg-CO _{2e} /m ²)	▲9.376
・ 2020年の評価対象製品による GHG 排出削減貢献量	(万トン-CO _{2e})	▲1.1

評価対象製品のライフサイクルにおける GHG 排出量は $9.376\text{kg}\cdot\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2$ であり、対象となる塗装面積は $1,200,000\text{m}^2$ である。したがって、評価対象製品の GHG 総排出量は 1.2 万 $\text{t}\cdot\text{CO}_2\text{e}$ ($9.376\text{kg}\cdot\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2 \times 1,200,000\text{m}^2 = 11,251\text{t}\cdot\text{CO}_2\text{e}$) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は、マンション外壁の上塗り塗料にシリコン樹脂系塗料とフッ素樹脂系塗料を使用した場合のライフサイクルを評価しており、2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。したがってマンションの外壁以外に塗装されるケース、マンションのサイズが大きくことなるケース、種類が異なる塗料を塗装するケースについては個別の評価が必要であり、その結果によって GHG 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

10. 課題

将来シナリオ（今後の予測）においては特定のマンションを想定して推計しているため cLCA の適用範囲を限定せざるを得ない。したがって、本事例のみならず塗料の使用状況と用途別の出荷量がより詳細に把握できるようになれば、より確度の高い cLCA 評価が可能となる。

1. 15 再生可能資源 – シャンプー容器 (サトウキビ由来ポリエチレン)

1. 調査の目的

シャンプーとは、薬事法で「化粧品」、「医薬部外品」または「雑貨」と規定される製品のうち、塗布、洗浄、濯ぎまたは清拭などの行為により、頭髮及び頭皮を清潔かつ健やかに保つことを主たる目的とする製品を指し、化粧品・日用品などパーソナルケアを目的とする商品の中で、最も多く流通している商品である。

一般に、シャンプーの製品ライフサイクルの中で、環境負荷（GHG 排出）が高いのは、ユーザーによる使用段階の湯沸かしのエネルギー利用に伴う排出で、およそ 80% を占める。一方、使用段階をシステム境界から除外して評価を実施した場合には、容器の製造や廃棄に由来する GHG 排出量は約 1/3 を占め、その影響は決して小さくない。

今回、化石資源の節約や GHG 排出の削減など、環境負荷を軽減する目的で、ブラジル産サトウキビを原料とするポリエチレンを容器素材として採用し、GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 71 シャンプー容器

①GHG 排出削減貢献の内容

エチレン原料として再生可能なバイオマス資源であるサトウキビを用いるために、GHG 排出量が少ない。

②シャンプー容器に使用される化学製品例

バイオエチレンから製造されるバイオポリエチレン

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例はシャンプーに使用される容器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。

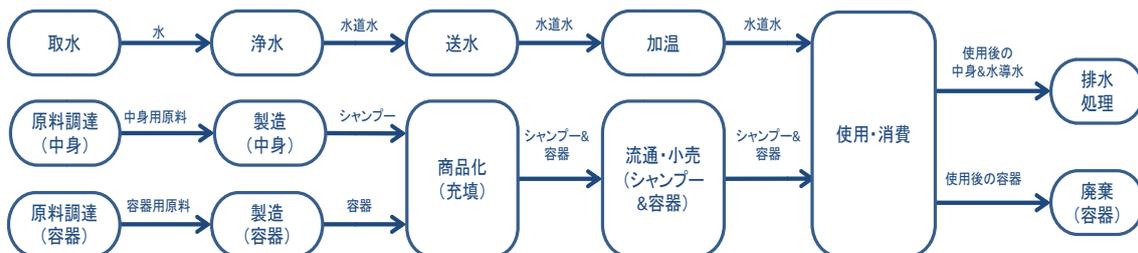


図 72 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、シャンプーに使用するボトル容器に異なる素材を使用したものである。評価対象製品はサトウキビ由来のバイオポリエチレン製、比較製品は石油由来のポリエチレン製である。どちらも容器（ボトル、ポンプ式ディスペンサー）のライフサイクルを考慮して GHG 排出量を算定した。評価対象製品のボトルに使用するバイオポリエチレンはカーボンニュートラルとなり、焼却時に発生する CO₂ を 0 とするため、比較製品のポリエチレンに比べて焼却処理に伴って排出される CO₂ が少ない。

2010 年の秋以降、比較対象製品から評価対象製品への切り替えを行い、2020 年においてもその生産量を維持しているものと仮定して削減貢献量を推計した。

表 81 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
バイオポリエチレン製容器	ポリエチレン製容器

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の説明

本事例はシャンプーに使用する容器の比較であり、評価対象製品と比較製品のどちらを使用しても、最終製品であるシャンプーが発揮する機能は変わらないことから、容器に焦点を当てて比較することが可能である。

したがって、評価対象製品と比較製品の機能は液状であるシャンプー600ml を保持することで、機能単位は 1 個とした。

本事例は異なる製法によって生産された同じ素材を用いた容器を対象としており、容器のユーザーはシャンプーのメーカーとなる。ただし、評価対象製品によって便益を受けるユーザーは特定できない（またはバリューチェーン全体）。

- ・機能
シャンプーを保持する機能
- ・機能単位
600ml のシャンプーを保持する容器 1 個
- ・便益を受けるユーザー
特定できない（またはバリューチェーン全体）

4.2 品質要件

評価対象製品はボトルとポンプ式ディスペンサーからなる製品であり、ボトルの材

料にサトウキビ由来のバイオエタノールから製造したバイオポリエチレンを使用したものである。

比較製品はボトルの材料となるポリエチレンをナフサを分解して得られるエチレンから製造したものである。

したがって、異なる製法によって生産された同じ素材を用いた同一の容器を対象としていることから、評価対象製品と比較製品は同一の機能を発揮するものである。

4.3 製品のサービス寿命

評価対象製品と比較製品は消費財であるため、サービス寿命という定義に当てはまらない。

4.4 時間的及び地理的基準

GHG 排出量の算定に用いたデータは 2012 年のデータに基づくものである。2020 年の需要予測を行うためのベースラインは 2012 年とした。

GHG 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 GHG 排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本での使用とした。

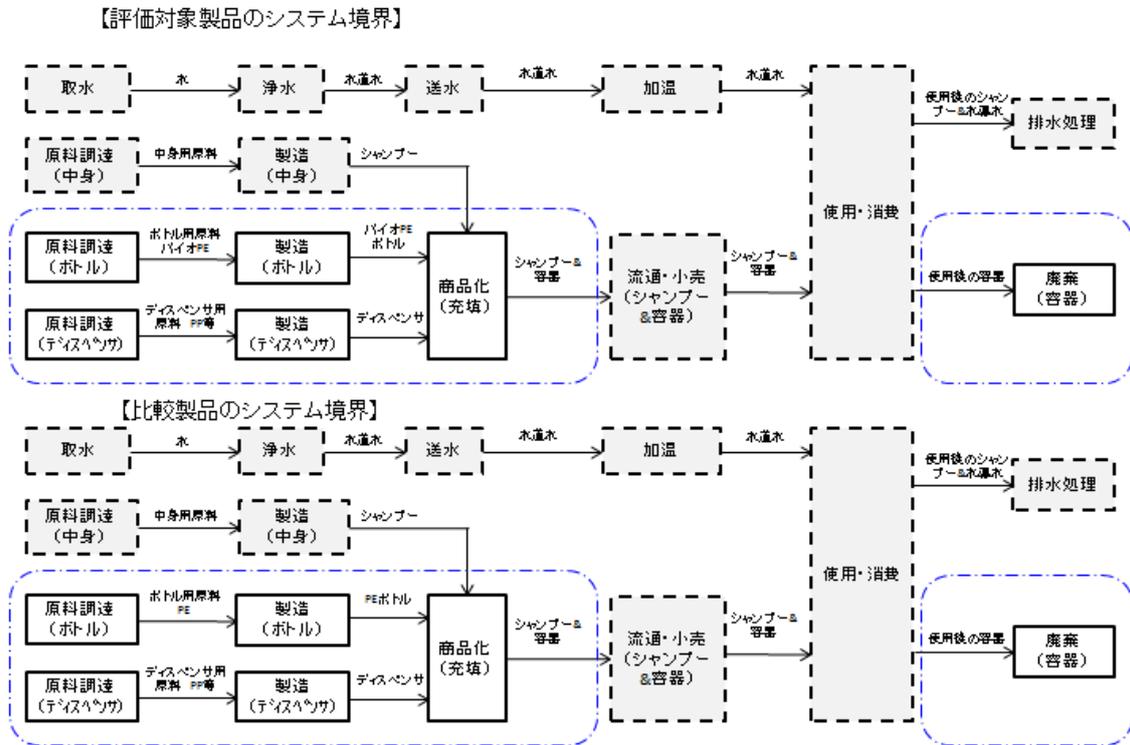
5. 算定の方法論

ライフサイクルにおける GHG 排出量は、事例提供者が算定した結果の開示を受けたものである。フォアグラウンドデータ（実施者が自ら収集するデータ）は対象とした製品の生産実績に基づくものである。バックグラウンドデータ（実施者が収集していないデータ）は公開されているものを用いた。

5.1 境界の設定

評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、（ボトルとポンプ式ディスペンサー）の製造、流通、廃棄をシステム境界に含む。充填プロセスで使用される包装資材の廃棄に係る GHG 排出量は製造に含めた。

小売店などでの販売は、商品として購入されるまでの時間経過が商品毎に異なるため、GHG 排出量の算定条件を想定することが難しいことと、評価対象製品と比較製品において共通プロセスとなることから、システム境界外として算定の対象外とした。



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- GHG 排出量を考慮しているプロセス
- GHG 排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 73 システム境界

表 82 システム境界に関する補足事項

区分	評価対象製品		比較製品	
	容器	ディスペンサー	容器	ディスペンサー
調達	○	○	○	○
製造	○	○	○	○
流通	○	○	○	○
販売	—	—	—	—
使用	○	—	○	—
廃棄	○	○	○	○

注：○含まれる —含まれない

5.2 前提条件

・仕様

評価対象製品と比較製品における製品1個あたりのシャンプー容量は600ml、容器重量は70.8gであり、ボトル部分の重量は45.0g、ポンプ式ディスペンサーは25.8gである。評価対象製品と比較製品で異なる点は、評価対象製品のボトルはサトウキビ由来のバイオエタノールを原料として生産されるバイオポリエチレン⁸⁸から作られており、比較製品は化石資源由来のナフサから得られるエチレンを原料として生産されるポリエチレンから製造されている点である。

表 83 製品仕様

	評価対象製品		比較製品	
容器	70.8g	600ml	70.8g	600ml
ボトル	45.0g	バイオPE	45.0g	PE
ポンプ式ディスペンサー	25.8g	PPなど	25.8g	PPなど

・土地利用変化に伴うGHG排出

評価対象製品の原料となるサトウキビ栽培に関する土地利用変化に伴うGHG排出量は考慮していない。ブラジルでは、広大な(22,000万ha)開墾済みの未利用地や放牧地が広がっており、現在、その未利用地のサトウキビ畑への転作が図られていることから、土地利用変化に伴うGHG排出への影響は非常に軽微ないしゼロと考えられるからである。

・廃棄段階

容器と製造過程で使用される包装資材の廃棄段階については、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム(Carbon Foot Print Communication Program: CFP)で用いられているプロダクト・カテゴリー・ルール(Product Category Rule: PCR)を参考に一般廃棄物の処理状況等調査結果(平成18年度実績)を適用した。処理対象物がプラスチックの場合は焼却92%、埋立3%、リサイクル5%とし、段ボールの場合は焼却4%、リサイクル96%とした。

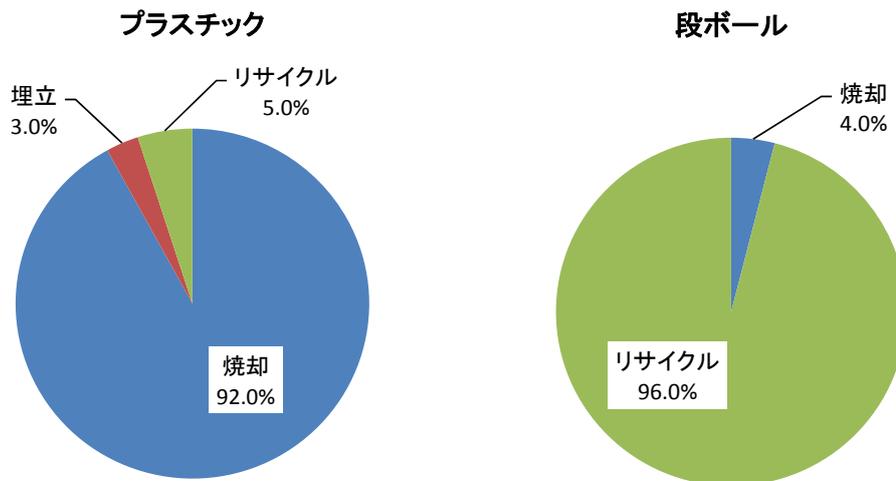


図 74 容器及び包装資材の廃棄段階

5.3 主要パラメータ

GHG 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①バイオポリエチレン製造までのプロセス、②カーボンニュートラルの適用、③プラスチックの廃棄処理における焼却処分の割合である。

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：将来何の変化もおこらないと想定（最新の 2012 年のデータを使用した 2020 年の GHG 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）

シャンプーを入れる容器にバイオポリエチレンを使用することによって、容器を焼却処分する際に発生するバイオマス由来の CO₂ にカーボンニュートラルを適用することにより、GHG 排出削減へ貢献している。ただし、GHG 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から日用品メーカーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. GHG 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける GHG 排出量を表 81 に示す。

● 容器の原料調達から廃棄までの GHG 排出量⁸⁹

評価対象製品 1 個当たりの原料調達から廃棄までの GHG 排出量は 0.335kg-CO_{2e}、比較製品の GHG 排出量は 0.464kg-CO_{2e} である。評価対象製品の原料であるバイオポリエチレンについてはカーボンニュートラルを適用し、焼却時に発生する CO₂ は計算していない。

・容器 1 個あたりの GHG 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 GHG 排出削減貢献量は 0.129kg-CO₂e/個となる。

表 84 容器 1 個あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

単位：kg-CO₂e/個

	評価対象製品	比較製品
原料調達（容器）	0.130	0.134
製品製造（容器）	0.134	0.134
廃棄（容器）	0.0709	0.196
ライフサイクル全体	0.335	0.464
GHG 排出削減貢献量		▲0.129

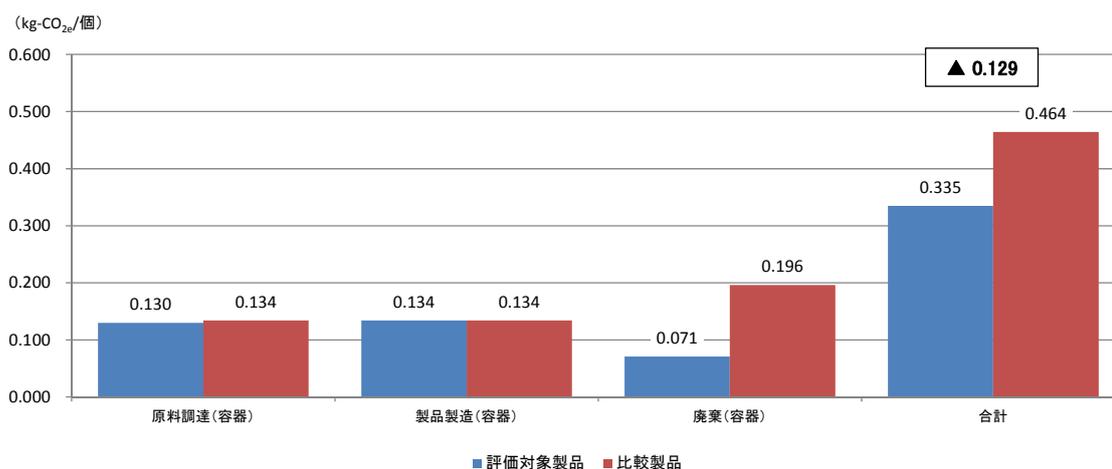


図 75 容器 1 個あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の 2020 年における GHG 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①評価対象製品の国内出荷量 2012 年 1,000,000 個⁹⁰

2020 年も 2012 年と同規模を維持しているものとした。

②容器 1 個あたりの GHG 排出削減貢献量 0.129 kg-CO₂e/個

③GHG 排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{容器 1 個当たりの GHG 排出削減貢献量} \times \text{生産量} \\
 & = 0.129 \text{ kg-CO}_2\text{e/個} \times 1,000,000 \text{ 個} \\
 & = 129\text{t-CO}_2\text{e}
 \end{aligned}$$

表 85 2020 年における評価対象製品による GHG 排出削減貢献量

1) 2020 年の導入量		
・ 生産量	(個)	1,000,000
2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量		
・ 1 個あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ e/個)	0.129
・ 2020 年の評価対象製品による GHG 排出削減貢献量	(万トン-CO ₂ e)	▲0.0129

評価対象製品の容器 1 個当たりの GHG 排出量は 0.335 kg-CO₂e、生産量は 1,000,000 個である。評価対象製品の GHG 総排出量は 0.034 万 t-CO₂e (0.335 kg-CO₂e/個×1,000,000 個=0.335kt-CO₂e) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は容量 600ml の容器を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。したがって容器の重量・サイズが異なる製品、容器の素材が異なる製品については個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

10. 課題

- ・土地利用変化に伴う GHG 排出は現段階において考慮していない。資源作物の栽培地域における土地利用変化に伴う GHG 排出量の算定については今後の課題である。
- ・本事例集は GHG 排出量に焦点を当てているため、他の環境影響については評価していない。しかしながら、事例提供者は GHG 排出量だけではなく、シャンプーのライフサイクルを通じた水資源消費量についても評価を実施している（後述する「シャンプーのライフサイクルにおける評価」を参照）。この結果によると、容器の素材としてバイオポリエチレンを採用し、カーボンニュートラルを適用することによって GHG 排出量は削減されると同時に、水資源の消費量は増大するという側面が示されている。地球温暖化だけでなく他の環境影響についても考慮していくことは重要である。

【Appendix】シャンプーのライフサイクルにおける GHG 排出量と水資源消費量

本事例では、容器だけではなく、シャンプーという製品についてもライフサイクルを通じた GHG 排出量と水資源消費量を評価している。本項では、前提条件と GHG 排出量の算定結果、水資源消費量の算定結果における要点を以下に提示する。

A-1 製品の比較

評価対象製品はバイオポリエチレン製容器を使用したシャンプー、比較製品は石油由来のポリエチレン製容器を使用したシャンプーとした。

表 86 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
シャンプー& バイオポリエチレン製容器	シャンプー& ポリエチレン製容器

A-2 前提条件

・サービス寿命

評価対象製品と比較製品のどちらも容器を廃棄した時点でサービス寿命を消化したことになる。

・洗浄時のシャンプー使用量

本事例では、評価対象製品と比較製品における洗浄 1 回あたりのシャンプー使用量を 6ml（ポンプを 2 回押して得られる量）とした。したがって製品 1 個あたりの総洗浄回数は 100 回となる。

洗浄時に使用するシャンプーの使用量はユーザー毎に異なることから、洗浄 1 回あたりシャンプー使用量が変わると総洗浄回数は変化する。このため、洗浄 1 回あたりシャンプー使用量の設定は、ライフサイクルにおける GHG 排出量の算定に影響する項目である。

本事例では、評価対象製品と比較製品で洗浄時のシャンプー使用量は同じ量に設定しており、両製品において同じ方法で製造されたシャンプーを同じ量使用していることとなるため、GHG 排出削減貢献量の大小には影響しない。

・洗浄時の水使用量

洗浄 1 回あたり 6ml のシャンプーを使用することを想定し、この量のシャンプーを洗い落とすために使用する水量は実際の測定結果に基づき 150 とした。洗浄時の水

温は日本における一般的な入浴時の温度設定である 40℃とした。

本事例では、評価対象製品と比較製品で洗浄時に使用する水の温度と量は同じに設定しており、両製品において同じ温度の水を同じ量使用していることとなるため、GHG 排出削減貢献量の算出には影響しない。

- 容器の使用回数

容器の使用回数は1回とし、使用後の容器は廃棄されるものとみなしている。

洗浄剤ではシャンプーを使用し終えた後、詰め替え用のシャンプーで充填することが一般的な使い方であるとの見方もあるが、詰め替える回数がユーザー毎に異なることが想定され、日本での平均的な詰め替え回数は把握されていないことから、詰め替え用のシャンプーについては考慮しなかった。

- 土地利用変化に伴う GHG 排出

評価対象製品の原料となるサトウキビ栽培に関する土地利用変化に伴う GHG 排出量は考慮していない。ブラジルでは、広大な (22,000 万 ha) 開墾済みの未利用地や放牧地が広がっており、現在、その未利用地のサトウキビ畑への転作が図られていることから、土地利用変化に伴う GHG 排出への影響は非常に軽微ないしゼロと考えられるからである。

- 廃棄段階

製品中身 (シャンプー) のユーザーによる使用後の下水に流出した中身成分の分解まで考慮している。容器と製造過程で使用される包装資材の廃棄段階については、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム (Carbon Foot Print Communication Program : CFP) で用いられているプロダクト・カテゴリー・ルール (Product Category Rule : PCR) を参考に一般廃棄物の処理状況等調査結果 (平成 18 年度実績) を適用した。

A-3 GHG 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける GHG 排出量⁹¹を表 87 に示す。

- シャンプー1個あたりの GHG 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 GHG 排出削減貢献量は 0.129kg-CO_{2e}/個となる。

表 87 シャンプー1個あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

単位：kg-CO_{2e}/個

区分		評価対象製品	比較製品
原料調達	シャンプー原料	0.589	0.589
	容器材料	0.264	0.268
	小計	0.853	0.856
製品製造		0.054	0.054
流通		0.128	0.128
シャンプーの使用		12.0	12.0
廃棄	原料成分の分解	0.0950	0.0950
	材料（焼却分）	0.0709	0.196
	その他	0.749	0.749
	小計	0.921	1.057
合計		13.95	14.08
GHG 排出削減貢献量		▲0.129	

注：少数第3位の不一致は四捨五入による。

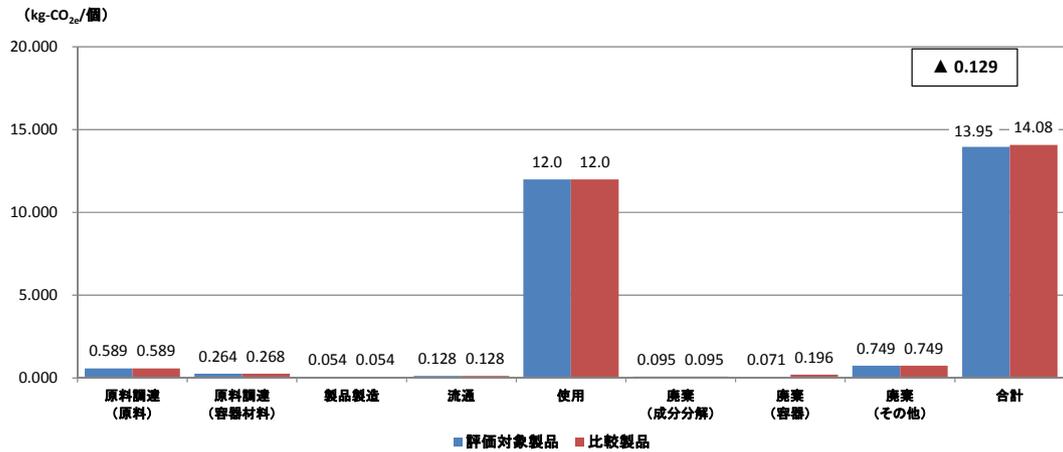


図 76 シャンプー1個あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

A-4 水資源消費量の算定結果

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける水資源消費量⁹²を表 85 に示す。

表 88 シャンプー1個あたりの水資源消費

単位：m³-water/個

区分		評価対象製品	比較製品
原料調達	シャンプー原料	261	261
	容器材料	141	1.7
	小計	403	263
製品製造		1.50	1.50
流通		0.317	0.317
使用シャンプーの使用		1,672	1,672
廃棄		1.86	1.86
合計		2,079	1,940
水資源消費増加量		139	

A-5 GHG 排出量と水資源消費量のトレードオフ

ライフサイクルにおける GHG 排出量は、評価対象製品 13.95kg-CO_{2e}/個、比較製品 14.08kg-CO_{2e}/個である。水資源消費量は、評価対象製品 2,079m³、比較製品 1,940m³となり、1個あたりにおける GHG 排出量は評価対象製品の方が 0.129kg-CO_{2e}少なく、水消費量は評価対象製品の方が 139m³多い。

水資源は、地理的にも時季的にも偏在性の強い資源であることから、その価値や資源消費に伴う環境影響も、使用する地域、時季によって大きく異なる。したがって、水資源の消費を評価するに当たっては、単純に量だけを問題とすることなく、地理的（国、水系など）、時季的要因も含めた管理が求められる。さらには、バイオマス資源の活用が GHG 排出削減の有効な手段である以上、その活用拡大に伴ってトレードオフとして増大ないし発生する環境影響に留意の目を向ける重要性は、今後ますます高まると予想される。

水資源消費量とGHG排出量の対比

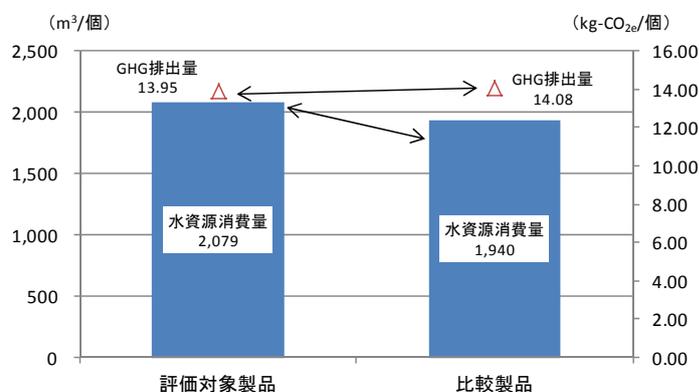


図 77 水資源消費量と GHG 排出量の対比

1. 1 6 N₂O 排出抑制 —飼料添加物—

1. 調査の目的

近年の畜産経営の大規模化・集約化に伴い、家畜排泄物に起因する悪臭、土壌の富栄養化・酸性化、地球温暖化といった種々の環境問題が顕在化している。特に、家畜排泄物管理過程で発生する一酸化二窒素（N₂O）は、二酸化炭素（CO₂）の310倍の温室効果を有しており、日本国内における総排出量のうち25%が家畜排泄物に由来することからも、その排出削減が強く求められている。

これらの問題解決の基本は、家畜の排泄窒素の削減であり、最も有効な方法の一つとして、飼料中のタンパク質含量、すなわち余剰なアミノ酸を削減し、不足する必須アミノ酸を単体の合成アミノ酸で補った配合飼料の給餌が知られている。

肉用鶏や採卵鶏といった家禽用飼料ではメチオニンが最も不足しやすい第一制限アミノ酸となるため、大豆粕を始めとするタンパク質原料のみを用いて肉や卵といった家禽生産に必要な栄養要求量を満たす場合、メチオニン以外のアミノ酸は要求量を超えて過剰に供給されることと



図 78 養鶏用飼料添加物

なる。この余剰アミノ酸は、家禽生産に利用されることなく、排泄窒素として体外に放出される。したがって、単体の合成アミノ酸（DL-メチオニン）を飼料に添加し、メチオニン要求量を効率的に充足することによって余剰なアミノ酸を削減することができ、その結果、排泄窒素の削減および排泄物管理過程におけるN₂Oの発生を抑制することが可能である。

本事例では、DL-メチオニン添加配合飼料を用いることによる排泄物管理過程におけるN₂Oの発生抑制、すなわちGHG排出削減貢献を定量的に把握するため、cLCAによる評価を行った。

①GHG 排出削減貢献の内容

飼料にDL-メチオニンを添加し、飼料中の必須アミノ酸バランスを効率的に整えることによって余剰なアミノ酸を削減し、排泄窒素の削減および排泄物管理過程におけるN₂O排出量を抑制することが可能である。

②飼料添加剤に使用される化学製品例

- ・ DL-メチオニン
- ・ ビタミンプレミックス
- ・ ミネラルプレミックス

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例はDL-メチオニン添加配合飼料と無添加配合飼料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。

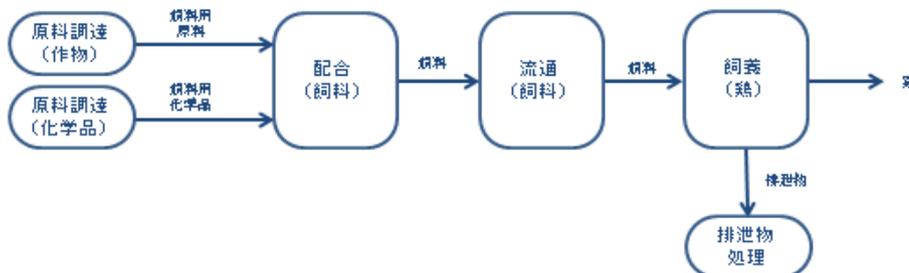


図 79 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、タンパク質含量の異なるブロイラー用配合飼料を比較したものである。

評価対象製品はDL-メチオニン添加配合飼料、比較製品は無添加配合飼料である。評価対象製品では、DL-メチオニンを添加することによって飼料中の必須アミノ酸バランスを効率的に整え、ブロイラーの生産に利用されない余剰なアミノ酸を削減する。その結果、排泄物中の窒素量を削減することができ、排泄物管理過程における N_2O 発生を抑制することが可能である。

比較製品は無添加配合飼料であり、飼料中のタンパク質含量が高く、ブロイラーの生産に利用されない余剰なアミノ酸が多く含まれているため、排泄物中の窒素量が相対的に高くなる。

表 89 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
DL-メチオニン添加配合飼料	無添加配合飼料

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例はタンパク質含量の異なるブロイラー用配合飼料の比較であり、評価対象製品と比較製品のアミノ酸スコアは等しく、いずれの製品を使用しても、最終製品であ

るブロイラーが発揮する機能（生産成績）は変わらないことから、配合飼料に焦点を当てて比較することが可能である。

したがって、評価対象製品および比較製品の機能はブロイラーの飼養、機能単位は配合飼料 1kg とした。

DL-メチオニン添加配合飼料の使用によって便益を受けるユーザーは養鶏業者である。

- ・機能
 ブロイラーの飼養
- ・機能単位
 配合飼料 1kg
- ・便益を受けるユーザー
 養鶏業者

4.2 品質要件

配合飼料の機能性（役割）はブロイラーの飼養、すなわち家禽生産に必要な栄養源の供給である。

適切な家禽生産のために必要な栄養素として、ブロイラー用配合飼料中の代謝エネルギーは 3,210 kcal/kg、可消化メチオニン+シスチンの含量は 0.76% の水準を満たさなければならない。この条件において、DL-メチオニン添加配合飼料中の粗タンパク質含量は 19.5%、無添加配合飼料では 25.6% となる。いずれの配合飼料もブロイラーの育成成績は変わらない。

表 90 配合飼料中の栄養組成

区分	DL-メチオニン 添加配合飼料	無添加配合飼料
代謝エネルギー	3,210 kcal/kg	3,210 kcal/kg
粗タンパク質	19.5%	25.6%
可消化メチオニン+シスチン	0.76%	0.76%

図 80 に、DL-メチオニン添加配合飼料および無添加配合飼料における必須アミノ酸含量のブロイラー要求量に対する充足率を示す。ここで、適切な家禽生産のためには、必須アミノ酸含量が充足率 100% の水準を満たしている必要がある。いずれの飼料においても、メチオニン+シスチンを含む必須アミノ酸含量は充足率 100% の水準を満たしていることから、配合飼料の機能性は同等と言える。

一方、100% の水準を超えて供給されるアミノ酸は、ブロイラーの生産に利用されず

に排泄されるため、DL-メチオニンを添加して効率的に要求量を満たしている評価対象製品では（赤色箇所）、排泄窒素の削減が可能となる。

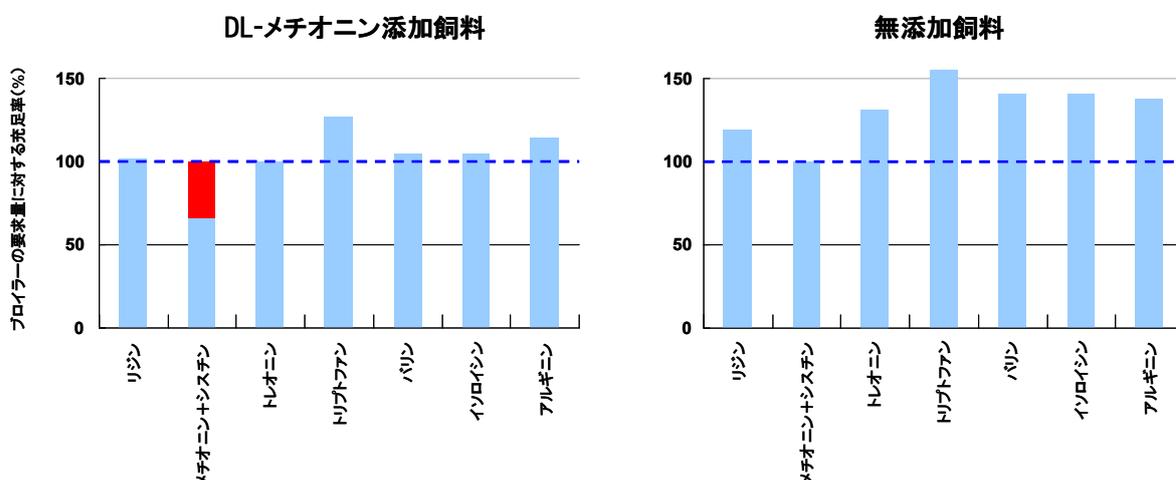


図 80 ブロイラーの要求量に対する飼料中必須アミノ酸含量の充足率

4.3 製品のサービス寿命

本事例ではブロイラーの飼養期間をサービスライフとした。日本国内における一般的な飼養期間は48日（48日齢）であり、給餌量⁹³は1羽あたり6.11kgとした。

4.4 時間的基準と地理的基準

GHG 排出量の算定に用いた配合飼料のデータは2011年の飼料構成に基づくものである。2020年の需要は2011年実績と同一とした。

GHG 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GHG 排出削減貢献量として算定された。

対象地域は日本での使用とした。

5. 算定の方法論

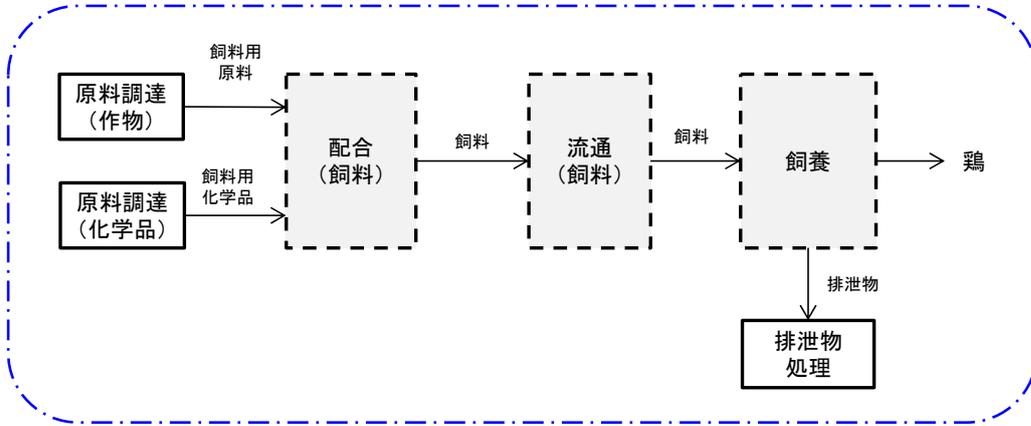
本事例では配合飼料におけるGHG 排出量を算定しているが、GHG 排出量の差異が生じる部分は原料調達段階と排泄物管理段階の部分であり、それ以外は両製品で共通のプロセスとなることから相殺し、配合飼料に焦点を絞った評価を行うために簡易算定法を用いた。

5.1 境界の設定

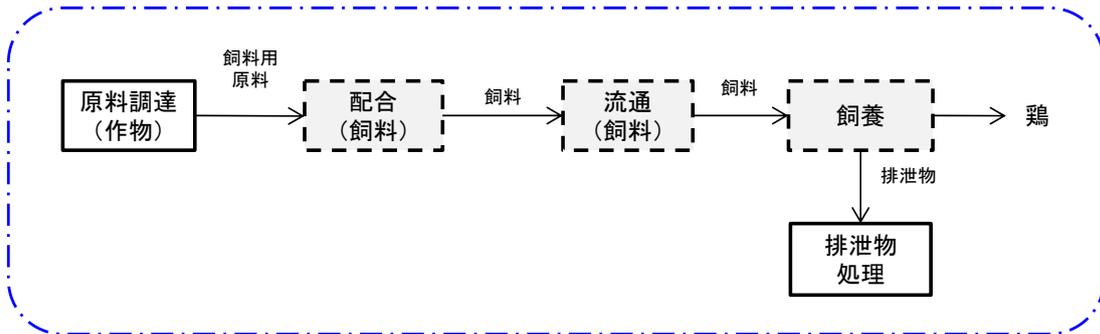
評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達および排泄物管理過程をシステ

ム境界を含む。

【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。

- GHG 排出量を考慮しているプロセス
- GHG 排出量が共通のプロセス
- システム境界

図 81 システム境界

表 91 システム境界に関する補足事項

	評価対象製品	比較製品
原料調達	○	○
配合飼料製造	—	—
流通	—	—
飼養	—	—
排泄物管理	○	○

注：○含まれる —含まれない

5.2 前提条件

・配合飼料組成

配合飼料組成を表 92 に示す。いずれの配合飼料においても、ブロイラーの飼養条件は同様であり、粗タンパク質含量を除いて、代謝エネルギー、可消化メチオニン＋シスチンおよびその他の必須栄養素は適切な家禽生産に必要な要求量を満たしていることを前提とする。

表 92 配合飼料組成

区分	DL-メチオニン 添加配合飼料	無添加配合飼料
トウモロコシ	58.0%	45.0%
大豆粕	33.3%	38.3%
コーングルテンミール	0.0%	7.8%
大豆油	5.5%	5.9%
ビタミン・ミネラル等	3.0%	3.0%
DL-メチオニン	0.2%	0.0%
計	100.0%	100.0%

・ブロイラーの飼育日数と給餌量⁹⁴

ブロイラー1羽の飼養日数は48日間とし、この期間の給餌量は6.11kgとした。

5.3 簡易算定法

比較に用いる製品同士のライフサイクルにおける同一部分/プロセスのGHG排出量は同量であり、削減貢献量の絶対値に影響を与えていないため、算定を省略した。

●省略したプロセス

A：配合飼料製造段階のGHG排出量

B：流通段階（飼料製造会社～養鶏場）のGHG排出量

C：養鶏場における飼養段階のGHG排出量

●基準ケースの総排出量に対する省略された排出量の程度

A、B、Cの同一部分の総排出量に対する割合は把握できなかった。

5.4 主要パラメータ

GHG 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①排泄物管理方法、②配合飼料組成である。

5.5 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2011年のデータを使用）した2020年のGHG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）

本事例は、DL-メチオニンを添加することによって配合飼料中の余剰なアミノ酸を削減し、ブロイラーの排泄窒素を削減することができ、GHG排出削減に貢献している。ただし、GHG排出削減貢献量は、化学産業のみに帰属しておらず、原料調達から養鶏業者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. GHG 排出量の算定結果

7.1 素材のGHG排出量

配合飼料組成（表90）を元に、食品関連材料CO₂排出係数データベース⁹⁵、MiLCA（MiLCA マスタ・データベース構造バージョン：1.2.0、IDEA バージョン名：IDEA Ver.1.1.0）を用いて飼料製造段階のCO₂排出量を算出した。

ただし、食品関連材料CO₂排出係数データベースは引用元の数値がCO₂を対象としたものであるが、素材の製造段階においてはCO₂以外の温室効果ガスの影響は少ないと考えられることから、CO₂排出量≒GHG排出量とみなして合算することとした。

表 93 配合飼料の原料製造に伴うGHG排出量

単位：kg-CO₂e/kg-飼料

区分	DL-メチオニン 添加配合飼料	無添加配合飼料
トウモロコシ	0.044	0.034
大豆粕	0.058	0.067
コーングルテンミール	0	0.009
大豆油	0.025	0.027
ビタミン・ミネラル等	0.071	0.071
DL-メチオニン	0.019	0
計	0.217	0.209

7.2 廃棄段階の GHG 排出量

廃棄段階（排泄物管理過程）における GHG 排出量は以下の条件に基づき算出した。排泄物中の有機物から発生する二酸化炭素とメタン発生量については、DL-メチオニン添加配合飼料および無添加配合飼料のいずれにおいても、排泄物中の有機物量は同等と考えられることから、cLCA ガイドラインの相殺ケースを適用し、算定の対象に含めなかった。

排泄物中の窒素低減率は下式によって得られる。ここで DL-メチオニン添加配合飼料中の粗タンパク質（CP: Crude Protein）低減率は 6.1%（前提条件の栄養組成より）であることから、排泄物中の窒素低減率は 44.9%となる。

$$\text{排泄物中の窒素低減率（\%）}^{38} = 0.64 + 7.25 \times \text{飼料中の CP 低減率（\%）}$$

無添加配合飼料を給与した飼養鶏の排泄物に含まれる窒素含有量を 2.62g-N/羽/日⁹⁶とすると、DL-メチオニン添加配合飼料を給与した飼養鶏の1羽、1日あたりの排泄物に含まれる窒素含有量は（2.62g-N/羽/日 ×（1-窒素低減率 0.449=0.551））1.44 g-N/羽/日と算出されることから、その削減量は 1.18 g-N/羽/日となる。また、飼育日数が 48 日であることから、ブロイラー1羽の排泄する総窒素量は DL-メチオニン添加配合飼料を使用した場合は 69.12 g-N/羽（1.44 g-N/羽/日 × 48 日）、無添加配合飼料を使用した場合は 125.76 g-N/羽（2.62g-N/羽/日 × 48 日）と算出される。

家畜排泄物の処理方法として、天日乾燥、火力乾燥、強制発酵、堆積発酵、焼却、メタン発酵などがあり、日本における処理比率を図 82、排泄物処理方法別の N₂O 排出係数を表 94 に示す。排泄窒素量と排泄物の処理比率、処理方法別 N₂O 排出係数を用いて、ブロイラーの排泄物管理過程における GHG 排出量を算出した（表 96）。

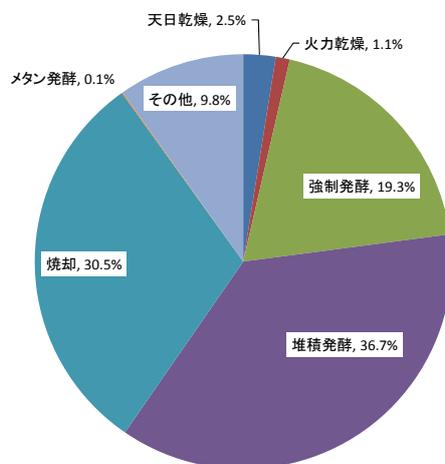


図 82 排泄物の処理比率⁵⁰

表 94 排泄物の処理方法別 N₂O 排出係数⁹⁷

単位：g-N₂O-N/g-N

天日乾燥	2.00%
火力乾燥	2.00%
強制発酵	0.16%
堆積発酵	2.00%
焼却	0.10%
メタン発酵	2.00%
その他	2.00%

表 95 排泄物中の窒素量と GHG 排出量⁹⁸

処理法	DL-メチオニン添加配合飼料		無添加配合飼料	
	排泄物中の窒素量	GHG 排出量	排泄物中の窒素	GHG 排出量
	g-N/羽 (48 日)	g-CO _{2e} /羽 (48 日)	g-N/羽 (48 日)	g-CO _{2e} /羽 (48 日)
天日乾燥	1.73	16.84	3.14	30.63
火力乾燥	0.76	7.41	1.38	13.48
強制発酵	13.34	10.40	24.27	18.92
堆積発酵	25.37	247.15	46.15	449.67
焼却	21.08	10.27	38.36	18.69
メタン発酵	0.07	0.67	0.13	1.23
その他	6.77	66.00	12.32	120.08
計	69.12	358.74	125.76	652.68

表 96 排泄物管理過程における GHG 排出量 (飼料 1kg あたり)

	DL-メチオニン添加配合飼料	無添加配合飼料
	kg-CO _{2e} /kg-飼料	kg-CO _{2e} /kg-飼料
天日乾燥	0.0028	0.0050
火力乾燥	0.0012	0.0022
強制発酵	0.0017	0.0031
堆積発酵	0.0405	0.0736
焼却	0.0017	0.0031
メタン発酵	0.0001	0.0002
その他	0.0108	0.0197
計	0.0587	0.1069

7.3 ライフサイクルにおける GHG 排出量

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける GHG 排出量を表 97 に示す。

評価対象製品 1kg あたりの GHG 排出量は 0.276kg-CO_{2e}、比較製品は 0.316kg-CO_{2e} である。

・配合飼料 1kg あたりの GHG 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 GHG 排出削減貢献量は 0.040kg-CO_{2e}/kg-飼料となる。

表 97 配合飼料 1kg あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

	評価対象製品	比較製品
原料調達	0.217	0.209
配合飼料製造	A	A
流通	B	B
飼養	C	C
排泄物管理	0.059	0.107
ライフサイクル全体	0.276	0.316
GHG 排出削減貢献量	▲ 0.040	

kg-CO_{2e}/kg-飼料

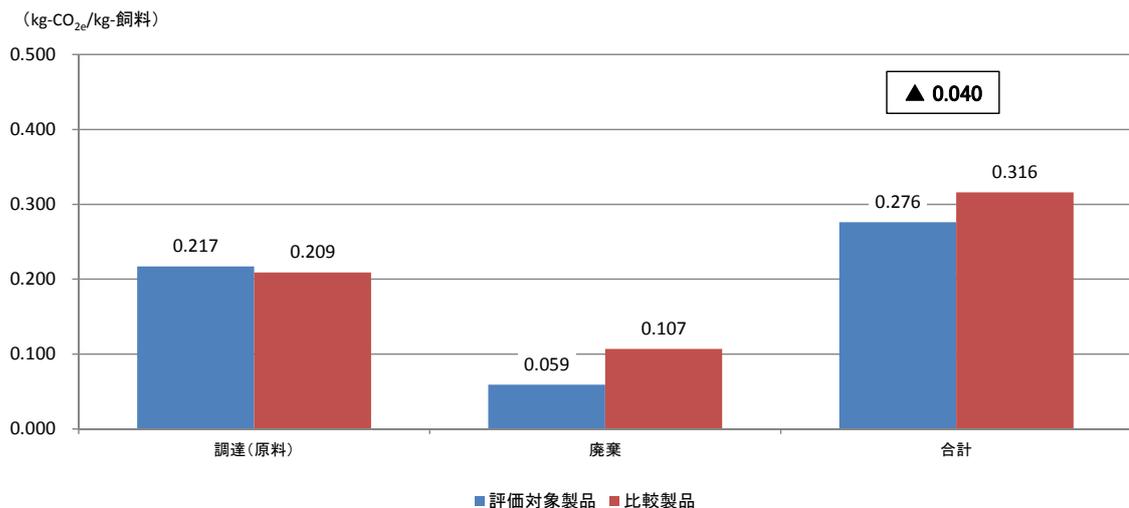


図 83 配合飼料 1kg あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量

8. 今後の予測

本事例の2020年におけるGHG排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

- ①評価対象製品の国内処理羽数 2011年 617,180,000羽⁹⁹、2020年 649,070,000羽
 2020年の処理羽数は、OECD-FAO Agricultural Outlook 2012の日本における家禽肉生産量の予測値から、食鳥流通統計（農水省）の2005-2011年までのブロイラー年間処理羽数実績データから1羽当たりの重量を算出し、この平均値から649,070,000羽と推計した。
- ②ブロイラー1羽当たりの給餌量（48日齢） 6.11kg
- ③配合飼料1kg当たりのGHG排出削減貢献量 0.040 kg-CO_{2e}/kg-飼料
- ④GHG排出削減貢献量
 配合飼料1kg当たりのGHG排出削減貢献量×1羽当たりの給餌量×年間処理羽数
 =0.040 kg-CO_{2e}/羽×6.11kg×649,070,000羽
 =158,633 t-CO_{2e}

表 98 2020年における評価対象製品によるGHG排出削減貢献量

1) 2020年の導入量		
①年間処理羽数	(羽)	649,070,000
②飼料給餌量	(kg/羽)	6.11
③配合飼料消費量 (①×②)	(t)	3,963,870
2) 導入シナリオに基づくGHG排出削減貢献量		
・DL-メチオニン添加配合飼料1kgのライフサイクルGHG排出削減貢献量	(kg-CO _{2e} /kg-飼料)	▲0.040
・2020年の評価対象製品によるGHG排出削減貢献量	(万トン-CO _{2e})	▲15.86

評価対象製品のDL-メチオニン添加配合飼料1kgあたりのライフサイクルにおけるGHG排出量は0.276kg-CO_{2e}であり、年間消費量は3,963,870トンであることから、評価対象製品のGHG総排出量は109万t-CO_{2e}（0.276kg-CO_{2e}/kg-飼料×3,963,870トン＝1,094,028t-CO_{2e}）となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例はブロイラー用配合飼料を評価したものであり、今後の予測は2020年の需要予測に基づいてGHG排出削減貢献量を算定したものである。したがって、採卵鶏や養豚、養牛といった配合飼料組成の異なる他の家畜種においては個別の評価が必要であり、その結果によってはGHG排出量の算定結果に違いが生じる。

10. 課題

配合飼料製造、流通、飼養の段階については、評価対象製品と比較製品において共通のプロセスであり、簡易算定法を用いてGHG排出量の計算を省略した。省略したプロセスのGHG総排出量に対する割合を記述する必要があるが、文献調査等によっても、配合飼料製造、流通、飼養の段階のGHG排出量を算定した事例を把握できなかったため、今後の課題とした。

【参考文献】

- (1) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)に関する見直し検討委員会」報告書(太陽光発電ロードマップPV2030+) (2009年6月)
- (2) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)に関する見直し検討委員会」報告書(太陽光発電ロードマップPV2030+) (2009年6月)
- (3) 表示に関する業界自主ルール(平成22年度) 太陽光発電協会
- (4) NEDO 委託業務報告書: 太陽電池発電システム共通基盤技術開発「太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009年3月)
- (5) 低炭素社会実行計画 電気事業連合会目標値 2009年時点での2020年目標値
- (6) 表示に関する業界自主ルール(平成22年度) 太陽光発電協会
- (7) 経済産業省 資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの全量買取制度の大枠について」(2010年8月4日) <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/framework03.pdf>
- (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) CO₂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
- (14) 炭素繊維協会推定
- (15) 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>
- (16) 航空会社の情報をもとに設定
- (17) 炭素繊維協会推定
- (18) 一般社団法人日本自動車タイヤ協会ホームページ
<http://www.jatma.or.jp/labeling/faq01.html>
- (19) PCRはPassenger Car Radial、TBRはTruck and Bus Radialの略
- (20) CO₂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
- (21) マツダ株式会社のウェブサイト
http://www.mazda.co.jp/csr/environment/management/lca_measures.html
- (22) 日野自動車のウェブサイト <http://www.hino.co.jp/csr/environment/activity/lca.html>
- (23) 「タイヤのLCCO₂算定ガイドラインVer. 2.0」一般社団法人日本自動車タイヤ協会
- (24) 「2011年自動車タイヤ国内需要実績」一般社団法人日本自動車タイヤ協会
- (25) 「2011年プラスチック高機能化材料の現状と将来展望」(株)富士キメラ総研
- (26) OSRAM “Life Cycle Assessment of Illuminants:A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps” (2009年12月)
- (27) LED照明推進協議会「白色LEDの技術ロードマップ」(2008年)
- (28) OSRAM “Life Cycle Assessment of Illuminants:A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps” (2009年12月)
- (29) 低炭素社会実行計画 電気事業連合目標値 2009年時点での2020年目標値
- (30) 富士キメラ総研「2010 LED関連市場総調査(上巻)」
- (31) 発泡スチロール協会・EPS建材推進部ウェブサイト内「EPS建材の概要」
<http://www.epskenzai.gr.jp/what/what01.html>
- (32) 建材による建物の省エネ性能の向上について 社団法人日本建材・住宅設備産業協会 総合資源エネルギー調査会第15回エネルギー部会(2011年12月)
- (33) 住生活基本法参考資料 <http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/07/070915/05.pdf>
- (34) 「断熱部材のLCCO₂評価・算定法の標準化調査」成果報告書(平成20年3月)
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託先 社団法人 日本建材・住宅設備産業協会

- (35) 発泡スチロール再資源化協会「EPS製品の環境負荷(LCI)分析調査報告書」(2007年4月)
- (36) 平成17年度成果報告書 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発—環境技術開発の効率の展開を目指した評価手法の開発—製品等に係る環境影響評価手法の開発 成果報告書(平成18年3月) NEDO
- (37) NEDO-GET-9709
- (38) 矢野経済研究所「2009年版 断熱材市場白書」をもとに設定
- (39) 国土交通省 「建設統計年報」(2006年)
- (40) 「住宅の省エネルギー基準・早わかりガイド」 ((財)建築環境・省エネルギー機構、(社)日本建材産業協会編)
- (41) 建材による建物の省エネ性能の向上について 社団法人日本建材・住宅設備産業協会 総合資源エネルギー調査会第15回エネルギー部会(2011年12月)
- (42) 住生活基本法参考資料 <http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/07/070915/05.pdf>
- (43) 国土交通省 平成22年度 住宅・建築物環境対策事業補助金 環境・リフォーム推進事業(技術基盤強化)「住宅窓のCO₂排出量の量的把握と削減予測」研究成果報告書(平成23年3月)(社)日本サッシ協会、プラスチックサッシ工業会、板硝子協会
- (44) 国土交通省 平成22年度 住宅・建築物環境対策事業補助金 環境・リフォーム推進事業(技術基盤強化)「住宅窓のCO₂排出量の量的把握と削減予測」研究成果報告書(平成23年3月)(社)日本サッシ協会、プラスチックサッシ工業会、板硝子協会
- (45) 「LIME」を用いた戸建住宅用サッシのLCIA ケーススタディ<トステム株式会社:(現)株式会社LIXIL>
- (46) 『Window25 研究会モデル』 住宅暖冷房負荷計算による窓の性能向上による省エネルギー効果について(社)日本サッシ協会、プラスチックサッシ工業会、板硝子協会
- (47) 建築着工統計年報(平成22年度2010年度)、持家及び分譲一戸建
- (48) 住宅着工件数の見込み(経産省資料)
http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/jyutaku_vision/files/20070423_06.pdf
- (49) 平成22年度「使用済み家電4品目の経過年数等調査」報告書(平成23年3月)財団法人家電製品協会
- (50) ダイキン工業株式会社 CSR 報告書2012
- (51) 富士通ゼネラルホームページによると、室外機と室内機のモータの重量の合計は、DCモータは2.3 kg、ACモータの重量の合計は2.6 kgである。
<http://www.fujitsu-general.com/jp/products/motor/lineup.html>
- (52) 事例1 ダウ化工株式会社 熱と環境(2006年)(20rps)
- (53) 事例2 ダウ化工株式会社 熱と環境(2006年)(40rps)
- (54) 事例3 株式会社上村工業 ホームページ <http://kami-kogyo.co.jp/main2.html>
- (55) 経済産業省資源エネルギー庁「省エネ性能カタログ2011冬」
冷暖房兼用・壁掛け形・冷房能力2.8kWクラス省エネルギー型の代表機種種の単純平均値
- (56) CO₂Emissions from Fuel Combustion 2011 (International Energy Agency)。2009年のデータを使用。「その他」地域には世界平均を適用。
- (57) 富士キメラ総研「2012 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査」
- (58) 「プラスチック配管材料 最近の動向」(ウェブサイト「三菱化学・三菱樹脂グループの建築・土木・プラント設備」トピック2008年8月27日掲載)
(<http://www.construction-biz.com/topics/topics080827.html>)
- (59) 塩化ビニルリサイクル推進協議会調査委員会「塩化ビニル樹脂製品のライフサイクル評価」(1995年7月)
- (60) 塩化ビニル樹脂加工製品のLCI データ調査報告書-更新版-(2010年3月)塩化ビニル環境対策協議会
- (61) 塩化ビニルリサイクル推進協議会調査委員会「塩化ビニル樹脂製品のライフサイクル評価」(1995年7月)
- (62) 塩化ビニル管・継手協会 ウェブサイト <http://ppfa.gr.jp>

- (63) 東レ㈱提供データ 2010年度推定
- (64) Desalination Markets 2010, P54
- (65) 産業競争力懇談会報告書
「水処理と水資源の有効活用技術【急拡大する世界水処理市場へのアプローチ】」(2008年3月18日)
- (66) 花王株式会社提供資料
- (67) 処理人口普及率 (H24. 3. 31 現在) (社) 日本下水道協会 HP
- (68) JEMAILCApro、LCA 日本フォーラムデータベース、MiLCA マスタ・データベース構造バージョン 1.2.0 IDEAver1.1.0
産業連関表による環境負荷原単位データブック (3 E I D) (独立行政法人 国立環境研究所 地球環境センター)
Hirsinger, F., et al. A Life-Cycle Inventory for the Production of Oleochemical Raw Materials: Tenside Surf. Det. 32 (1995) 5, p. 420
- (69) 花王株式会社提供資料
- (70) 「油脂」 Vol. 66 No. 5 (2013) p. 18, p. 19
- (71) JEMAILCApro、LCA 日本フォーラムデータベース、MiLCA マスタ・データベース構造バージョン 1.2.0 IDEAver1.1.0
産業連関表による環境負荷原単位データブック (3 E I D) (独立行政法人 国立環境研究所 地球環境センター)
Hirsinger, F., et al. A Life-Cycle Inventory for the Production of Oleochemical Raw Materials: Tenside Surf. Det. 32 (1995) 5, p. 420
- (72) 花王株式会社提供資料
- (73) JEMAILCApro、LCA 日本フォーラムデータベース、MiLCA マスタ・データベース構造バージョン 1.2.0 IDEAver1.1.0
産業連関表による環境負荷原単位データブック (3 E I D) (独立行政法人 国立環境研究所 地球環境センター)
Hirsinger, F., et al. A Life-Cycle Inventory for the Production of Oleochemical Raw Materials: Tenside Surf. Det. 32 (1995) 5, p. 420
- (74) 経済産業省生産動態統計
- (75) 花王株式会社提供資料より
- (76) 建築工事標準仕様書 (JASS5 鉄筋コンクリート工事・日本建築学会)
- (77) 財務省・PRE 戦略検討会
http://www.mof.go.jp/national_property/councils/pre/shiryou/221021_05.pdf
- (78) 日本建築学会「建築物の LCA 指針 (第 3 版)」 集合住宅事例を参考に算出
- (79) マンション供給戸数 (国交省資料)
<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/tenpu/H22stock.pdf>
- (80) 住宅着工件数の見込み (経産省資料)
http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/jyutaku_vision/files/20070423_06.pdf
- (81) 一般社団法人日本塗料工業会提供資料
- (82) 建築物の長期使用に対応した材料・部材の品質確保ならびに維持保全の開発に関する検討委員会
(外装分科会編) 報告書 独立行政法人建築研究所 (平成 23 年 3 月) p. 21 表 2.16
- (83) 住生活基本計画 (全国計画) 参考資料 国土交通省
<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/jyuseikatsu/sankoshiryo.pdf>
- (84) 2004 年一般社団法人日本塗料工業会調査結果に基づく。
- (85) マンションの外周: $40\text{m} \times 2 + 20\text{m} \times 2 = 120\text{m}$
- (86) マンション供給戸数 (国交省資料)
<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/tenpu/H22stock.pdf>
- (87) 住宅着工件数の見込み (経産省資料)
http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/jyutaku_vision/files/20070423_06.pdf

- (88) バイオポリエチレンの製造に至るまでのプロセスにおいて、製法上の理由から最大で4%の化石資源成分が入ってしまうためサトウキビ由来の成分は96%である。
- (89) カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム 基本データベース ver. 1.01 (国内データ)
 菊池康紀, 平尾雅彦, 成田賢治, 杉山英路, Oliveira Sueli, Chapman Sonia, Marzullo Rita M., Arakaki Mariana M., Novaes Leonora M. (2010) バイオマス由来ポリエチレンのライフサイクル評価, 日本LCA学会第6回研究発表会
 Jannick H. Schmidt et al. (2008) Shift in the marginal supply of vegetable oil: The International Journal of Life Cycle Assessment, Volume 13, Issue 3, pp 235-239
 輸送用燃料のWell-to-Wheel評価 バイオ燃料を中心とした輸送用燃料製造(Well-to-Tank)における温室効果ガス排出量に関する研究報告書(2008) トヨタ自動車株式会社, みずほ情報総研株式会社
 2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について(2007) 資源エネルギー庁 総合政策課
- (90) 株式会社資生堂
- (91) カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム 基本データベース ver. 1.01 (国内データ)
 菊池康紀, 平尾雅彦, 成田賢治, 杉山英路, Oliveira Sueli, Chapman Sonia, Marzullo Rita M., Arakaki Mariana M., Novaes Leonora M. (2010) バイオマス由来ポリエチレンのライフサイクル評価, 日本LCA学会第6回研究発表会
 Jannick H. Schmidt et al. (2008) Shift in the marginal supply of vegetable oil: The International Journal of Life Cycle Assessment, Volume 13, Issue 3, pp 235-239
 輸送用燃料のWell-to-Wheel評価 バイオ燃料を中心とした輸送用燃料製造(Well-to-Tank)における温室効果ガス排出量に関する研究報告書(2008) トヨタ自動車株式会社, みずほ情報総研株式会社
 2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について(2007) 資源エネルギー庁 総合政策課
- (92) 小野雄也, 堀口健, 伊坪徳宏(2012): 水の消費と汚染に着目したWF用データベースの開発, 第7回LCA学会研究発表会
- (93) 「ROSS Broiler Performance Objectives, 2012」における目標成績
- (94) 味の素(株)環境・安全部
- (95) Animal Science Journal 72. (8): J177-199, 2001
- (96) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2013年4月) 独立行政法人国立環境研究所
- (97) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2013年4月) 独立行政法人国立環境研究所
- (98) 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 地球温暖化係数 N₂O 310
- (99) 食鳥流通統計(農林水産省)

2. 付録 cLCA ファクトシート

■太陽光発電用材料

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>太陽電池は、太陽光のエネルギーを半導体の原理を利用して直接電気エネルギーに変える装置であり、電力を直流から交流に変えるパワーコンディショナーや屋根に設置するための架台などを含めて、太陽光発電システムと呼ばれる。</p> <p>太陽光発電システムはどのような場所でも発電が可能で、規模を自由に選べるシステムであり、一般の住宅に導入することも可能であることから、さらなる普及が期待される。また、化石資源の枯渇や地球温暖化といった環境問題が顕在化しつつあり、これらの問題を解決するための重要な技術として、「太陽光発電」には大きな期待がよせられている。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>本事例は太陽光発電の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】 化石燃料を使用しないため発電時に CO₂ を排出しない。</p> <p>【太陽光発電システムに使用される化学製品例】 太陽電池はモジュールを構成する材料のうち、多結晶シリコン、バックシート（樹脂）、封止材（樹脂）が主たる化学製品であり、これらの材料を算定の対象とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> 多結晶 Si、Si ウェハ、SiH₄ ガス 太陽電池用封止材（エチレン酢酸ビニルコポリマー、フェ

		ノール樹脂) <ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池用バックシート (ポリフッ化ビニル、PET) ・ 各種薬品 (洗浄液、レジスト剥離剤) ・ ジエチル亜鉛、BCl₃、CVD 材料 ・ インバータ向けセラミックス基板、ヒートシンク 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
		本事例は太陽光発電と公共電力 (全国平均) との比較評価を行ったものである。	
3	製品の比較		
		評価対象製品	太陽光発電によって生産された電力
		比較製品	公共電力 (全国平均)
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	電力の生産 (発電)
		機能単位	電力 1kWh の発電 (東京)
		便益を受けるユーザー	電力の利用者
4-2	品質要件	<p>評価対象製品は太陽光発電システムを用いて電力の生産を行うものである。現在、結晶シリコン系でのモジュール効率は 16%程度であり、NEDO の技術開発ロードマップでは 2025 年の目標として結晶シリコン系のモジュール効率 25%、化合物系 40%を掲げている。</p> <p>比較製品は公共電力 (全国の平均) であり、電力の CO₂ 排出係数は電気事業連合会の低炭素社会実行計画に基づく 2009 年時点での 2020 年目標値である 0.33kg-CO₂/kWh とした。</p>	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	太陽光発電システムは 20 年
		比較製品	公共電力は、サービス寿命という概念を適用せず、太陽光発電と同じ期間 (20 年) に設定
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年 (報告書発行年) のデータを使用 ・ CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。 ・ 2020 年までの平均導入量は、2005 年導入実績と 2020 年導入計画値から求めた。
		地理的基準	対象地域は東京 (日本)
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	評価対象製品の太陽光発電は、多結晶シリコン太陽電池による発電システムの原料・製造・使用・保守 (部品交換) と廃棄までの排	

		出全てをシステム境界に含む。 公共電力は、低炭素社会実行計画における電気事業連合会目標値を用いているが、システム境界については詳細が不明のため記載していない。														
5-2	前提条件	<p>【CO₂ 排出係数(kWh あたりの発電に伴い排出された CO₂ 排出量)】</p> <p>太陽光発電システムの CO₂ 排出係数は NEDO の報告書に基づき 1kWh あたり 0.047kg-CO₂ とした。公共電力の CO₂ 排出係数は電気事業連合会の 2009 年時点での 2020 年目標値に基づき 0.33 kg-CO₂/kWh とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電：0.047kg-CO₂/kWh (多結晶 Si 太陽光発電システムの公共・産業用 10kW システムにおいて、モジュールのリサイクル促進ケースにおける CO₂ 排出原単位) ・公共電力：0.33 kg-CO₂/kWh <p>【太陽光発電システムによる発電電力量】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>多結晶 Si</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>システム電力[kW]</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>モジュール電力[W]</td> <td>186</td> </tr> <tr> <td>モジュール枚数[枚]</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>年間日射量(東京)[kWh/m²/年]</td> <td>1,342</td> </tr> <tr> <td>システム出力係数</td> <td>0.79</td> </tr> <tr> <td>年間発電量[kWh/システム/年]</td> <td>9,932</td> </tr> </tbody> </table>	項目	多結晶 Si	システム電力[kW]	10.0	モジュール電力[W]	186	モジュール枚数[枚]	54	年間日射量(東京)[kWh/m ² /年]	1,342	システム出力係数	0.79	年間発電量[kWh/システム/年]	9,932
項目	多結晶 Si															
システム電力[kW]	10.0															
モジュール電力[W]	186															
モジュール枚数[枚]	54															
年間日射量(東京)[kWh/m ² /年]	1,342															
システム出力係数	0.79															
年間発電量[kWh/システム/年]	9,932															
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量に与える影響が大きい主要パラメータは、各電力の CO ₂ 排出係数と太陽光発電システムのサービス寿命である。														
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：将来何の変化もおこらないと想定（2009 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO ₂ 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）															
		太陽光発電システムに使用される多結晶 Si 等の化学製品は太陽光を電力に変換する重要な機能を有し、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし CO ₂ 排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から電力の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。														
7	CO ₂ 排出量の算定結果															
	電力 1kWh 当たりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量															
		評価対象製品	比較製品													
	原料調達～廃棄段階 CO ₂ 排出係数 [kg-CO ₂ /kWh]	0.047	0.33													

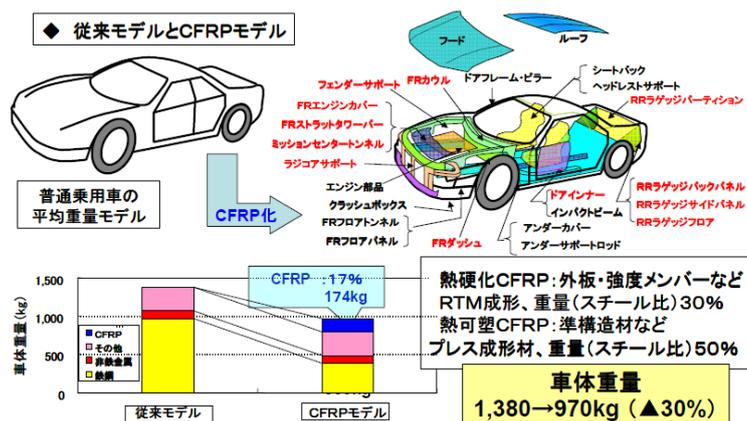
	合計	[kg-CO ₂ /kg]	0.047	0.33
	CO ₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /kWh・20 年]	▲0.283	—
8	今後の予測			
	2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量			
	1) 2020 年の導入量			
	2005 年の累積導入量実績	[万 kW]	140	
	2020 年の累積導入量予測	[万 kW]	2,780	
	2020 年の導入予測	[kW]	1,760,000	
	太陽光発電の出力 1kW 当たりの生涯発電量	[kWh・20 年]	18,040	
	2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量			
	評価対象製品による電力 1kWh 当たりの CO ₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /kWh]	0.283	
	2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂]	▲898	
9	調査の限界と将来に向けた提言			
	<p>本事例は出力 10kW タイプの多結晶シリコン太陽光発電システムで生産された電力を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって発電の方法や出力規模が異なるシステムについては個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>			
10	課題			
	<p>①CO₂ 排出削減貢献量の算定にあたって、太陽光発電による電力 1kWh 当たりの CO₂ 排出量は、原料調達、製品製造、使用、廃棄などの段階別に表記することが望ましい。しかし、引用した報告書は 1kWh 当たりの CO₂ 排出量について cLCA 事例に合わせた段階別表記がなされていないため、本事例においては原料調達から廃棄段階における CO₂ 排出量の合算値となっている。</p> <p>②安定的な電力供給</p> <p>天候に左右されやすい発電形態である太陽光発電による電力生産の比率が高まると、安定的な電力供給を実現するために予備的な装置や施設が追加的に必要となる可能性が考えられる。現段階においては、こうした将来の電力供給形態を想定した CO₂ 排出量の評価を行なった事例がないため、本事例では太陽光発電と公共電力のライフサイクルにおける CO₂ 排出量の比較に留めた。</p>			

■自動車用材料（炭素繊維複合材料）

No.	項目	内容
1	調査の目的	
		自動車用材料としての炭素繊維は、様々な箇所に使用されている。炭素繊維複合材料(CFRP)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。自動車の軽量化はそのまま燃費向上へとつながり、運輸部門の CO₂ 排出量削減に貢献する。

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 CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

【CO₂ 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。

【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)

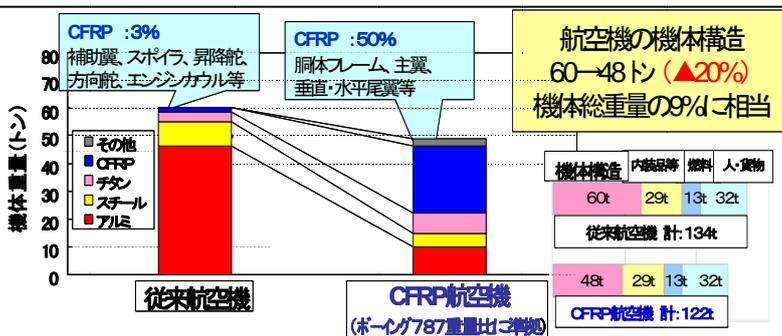
2	バリューチェーンにおけるレベル		
		本事例は自動車を対象としたものである。	
3	製品の比較		
	評価対象製品	CFRP 自動車	
	比較製品	従来自動車	
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	自動車の走行
		機能単位	自動車 1 台
		便益を受けるユーザー	自動車の利用者
4-2	品質要件	評価対象製品は CFRP 自動車、比較製品は従来型の自動車であ	

		り、評価対象製品と比較製品は同等の機能を発揮するものである。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	CFRP 自動車については 10 年
		比較製品	従来自動車については 10 年
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2007 年のデータを使用 CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。 2020 年の需要予測を行うためのベースラインは、2007 年実績をベースに予想
		地理的基準	対象地域は日本と世界（日本を含む）
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	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。	
5-2	前提条件	<p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>【燃費】 CFRP モデルの燃費は 12.40km/l、従来モデルは 9.83km/l とした（自動車工業会の資料をもとに設定）。</p> <p>【生涯走行距離】 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。</p>	
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 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 ₂ 削減貢献量を使用）し、2020 年の CO ₂ 排出削減量をベースケースとして算定した。	
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、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 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 ₂ 排出量の算定結果		
	自動車 1 台あたりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量		
		評価対象 製品	比較製品
	原料～材料製造段階	[t-CO ₂ /台]	5.1
	自動車組立段階	[t-CO ₂ /台]	0.8
自動車 使用 段階	実走行燃費	[km/ℓガソリン]	12.40
	生涯走行距離	[km]	94,000
	生涯ガソリン使用量	[ℓ]	7,580
	ガソリン燃焼時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /ℓ]	2.72
	使用段階	[t-CO ₂ /台・10年]	20.6
	廃棄・リサイクル段階	[t-CO ₂ /台]	0.3
	ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量	[t-CO ₂ /台・10年]	26.8
	CO ₂ 排出削減貢献量	[t-CO ₂ /台・10年]	▲5
8	今後の予測		
	2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量		
	①日本での導入効果		
	1) 2020 年の導入量		
	・2020 年の自動車用途炭素繊維使用量	[t]	1,500
	・炭素繊維使用自動車の導入台数	[万台]	1.5
	2) CO ₂ 排出削減貢献量		
	・1 台あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	[t-CO ₂ /台・10年]	▲5
	・2020 年の自動車（炭素繊維利用）による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂ /10年]	▲7.5
	②世界での導入効果		
	1) 2020 年の導入量		
	・2020 年の自動車用途炭素繊維使用量	[t]	30,000
	・炭素繊維使用自動車の導入台数	[万台]	30
	2) CO ₂ 排出削減貢献量		
	・1 台あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	[t-CO ₂ /台・10年]	▲5
	・2020 年の自動車（炭素繊維利用）による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂ /10年]	▲150
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 CO₂ 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 CO₂ 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は、CO₂ 排出削減貢献量の算定が別途必要である。

■航空機用材料（炭素繊維複合材料）

No.	項目	内容																				
1	調査の目的	<p>航空機用材料としての炭素繊維は、航空機の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・安全性を保ちつつ航空機の軽量化が可能となる。</p> <p>CFRP 航空機は、機体の 50%以上に炭素繊維複合材料を使用しても、従来機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し、運航時に消費されるジェット燃料の消費量を削減することができる。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>ボーイング767において、ボーイング787と同じ素材構成のモデル</p> </div>  <p>航空機の機体構造 60→48ト (▲20%) 機体総重量の9%に相当</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機体構造</th> <th>内装品等</th> <th>燃料</th> <th>人・貨物</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60t</td> <td>29t</td> <td>13t</td> <td>32t</td> </tr> <tr> <td colspan="4">従来航空機 計:134t</td> </tr> <tr> <td>48t</td> <td>29t</td> <td>13t</td> <td>32t</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CFRP航空機 計:122t</td> </tr> </tbody> </table> <p>CFRP :3% 補助翼、スポイラ、昇降舵、方向舵、エンジンカウル等</p> <p>CFRP :50% 胴体フレーム、主翼、垂直・水平尾翼等</p> <p>機体重量 (ト)</p> <p>■ その他 ■ CFRP ■ チタン ■ スチール ■ アルミ</p> <p>従来航空機</p> <p>CFRP航空機 (ボーイング787重量比に準拠)</p>	機体構造	内装品等	燃料	人・貨物	60t	29t	13t	32t	従来航空機 計:134t				48t	29t	13t	32t	CFRP航空機 計:122t			
機体構造	内装品等	燃料	人・貨物																			
60t	29t	13t	32t																			
従来航空機 計:134t																						
48t	29t	13t	32t																			
CFRP航空機 計:122t																						

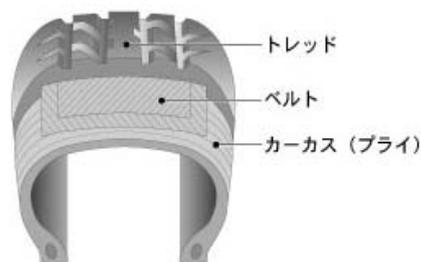
		<p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】 軽量化により燃費が向上し、燃料消費量が削減される。</p> <p>【航空機に使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 炭素繊維 ・ エポキシ樹脂 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例は航空機を対象としたものである。		
3	製品の比較		
		評価対象製品	CFRP 航空機 (機体構造の 50%に CFRP を適用した機体)
		比較製品	従来航空機 (機体構造の 3%に CFRP を適用した機体)
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	乗客および貨物の航空輸送
		機能単位	航空機 1 機
		便益を受けるユーザー	航空機の利用者
4-2	品質要件	CFRP 航空機は、機体の 50%以上に CFRP を使用することによって、従来機と同じ強度・安全性を保ちつつ機体の重量を低減し、運航時に消費されるジェット燃料の消費量を削減することができる。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	CFRP 航空機については 10 年
		比較製品	従来航空機については 10 年
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2007 年のデータ ・ CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。 ・ 2020 年の需要予測は 2007 年実績をベースに予想
		地理的基準	対象地域は日本と世界 (日本を含む)
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	原料の製造から部品製造・航空機組立、使用(飛行)の段階を、CFRP 航空機と従来航空機のそれぞれについて評価を実施した。廃棄については実績がないため計算の対象外とした。	

5-2	前提条件	<p>【機体重量】</p> <p>従来航空機の機体重量は 60 トン/機 (CFRP 使用割合 3%)、CFRP 航空機 48 トン/機 (CFRP 使用割合 50%) であり、CFRP 航空機は従来機よりも機体重量が 20%少ない。</p> <p>【燃費】</p> <p>従来航空機はジェット燃料1キロリットルあたり 103km、CFRP 航空機は 110km 飛行するとした。</p> <p>【使用 (運航) 段階】</p> <p>羽田空港から千歳空港間 (500 マイル) を年 2000 便飛行するとした。</p>		
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは飛行距離、離着陸回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：将来何の変化もおこらないと想定 (2007 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用) し、2020 年の CO ₂ 排出量をベースケースとして算定した。		
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機体構造材を軽量化し、運航時に消費されるジェット燃料を削減することができるため、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から航空機の運航、廃棄に至るまでのバリューチェーン全体に帰属している。		
7	CO ₂ 排出量の算定結果			
	航空機 1 台あたりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量			
		評価対象製品	比較製品	
	原料～材料製造段階 CO ₂ 排出量	[kt-CO ₂ /機]	0.9	0.7
	航空機組立段階 CO ₂ 排出量	[kt-CO ₂ /機]	3.0	3.8
航空機 使用 段階	実走行燃費	[km/kl-ジェット燃料油]	110	103
	生涯飛行距離	[マイル]	500[マイル]×20,000[便]	
	生涯ジェット燃料油使用量	[kl/機]	145,500	155,300
	ジェット燃料油燃焼時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /ℓ]	2.5	
	使用段階 CO ₂ 排出量	[kt-CO ₂ /機・10 年]	364	390
	廃棄段階 CO ₂ 排出量	[kt-CO ₂ /機]	No Data	No Data

	ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量	[kt-CO ₂ /機・10年]	368	395
	CO ₂ 排出削減貢献量	[kt-CO ₂ /機・10年]	▲27	
8	今後の予測			
	2020年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量			
	①日本での導入効果			
	1) 2020年の導入量			
	・2020年の航空機用途炭素繊維使用量	[t]	900	
	・炭素繊維使用航空機の導入機数	[機]	45	
	2) CO ₂ 排出削減貢献量			
	・1機あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	[kt-CO ₂ /機・10年]	▲27	
	・2020年の CFRP 航空機 (炭素繊維利用) による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂ /10年]	▲122	
	②世界での導入効果			
	1) 2020年の導入量			
	・2020年の航空機用途炭素繊維使用量	[t]	18,000	
	・炭素繊維使用航空機の導入機数	[機]	900	
	2) CO ₂ 排出削減貢献量			
	・1機あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	[kt-CO ₂ /機・10年]	▲27	
	・2020年の CFRP 航空機 (炭素繊維利用) による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂ /10年]	▲2,430	
9	調査の限界と将来に向けた提言			
	<p>本事例は機体構造の 50%に CFRP を適用した機体 (CFRP 航空機) と機体構造の 3%に CFRP を適用した機体 (従来航空機) を評価しており、2020年の需要予測に基づいて CO₂ 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機体の重量、燃費、運航頻度が大幅に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 CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>			

■低燃費タイヤ用材料

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>低燃費タイヤはタイヤの転がり抵抗を小さくすることで自動車の燃料消費を減らすことができ、GHG 排出量削減に大きく貢献する。</p> <p>燃費の向上には、地面と直接接触するトレッド部が大きく貢献するが、一方でトレッド部にはグリップ性能（ブレーキ性能）が求められる。燃費の向上とグリップ性能の維持という背反する性能を満たすために、化学製品が大きな役割を果たしている。トレッド部には、天然ゴム、合成ゴム（SBR（スチレン-ブタジエンゴム）など）、フィラー（カーボンブラック、シリカなど）、シランカップリング剤などを含んだゴムコンパウンドが使用されている。SBR はポリマーの一次構造を制御することで物性を変化させ、タイヤの摩擦による自動車走行時のエネルギーロスを減少させる機能を有しており、この機能が燃費向上に寄与する。また、シリカの添加は転がり抵抗とグリップ性の維持を両立させるための重要なポイントとなっている。</p> <p>本事例は低燃費タイヤの GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【GHG 排出削減貢献の内容】 低燃費タイヤの使用により燃費が向上し、燃料消費量が削減される。</p> <p>【低燃費タイヤに使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 溶液重合 SBR（スチレン-ブタジエンゴム） ・ BR（ブタジエンゴム） ・ カーボンブラック（化学変性したもの） ・ シランカップリング剤 ・ シリカ ・ 亜鉛華 ・ 各種ゴム葉



2	バリューチェーンにおけるレベル		
		本事例は低燃費タイヤ及び汎用タイヤを装着した自動車を対象としている。	
3	製品の比較		
		評価対象製品	<ul style="list-style-type: none"> ・低燃費タイヤを装着した乗用車 ・低燃費タイヤを装着したトラック・バス
		比較製品	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用タイヤを装着した乗用車 ・汎用タイヤを装着したトラック・バス
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	<ul style="list-style-type: none"> ・乗用車：乗客の運搬 ・トラック／バス：貨物または乗客の運搬
		機能単位	<ul style="list-style-type: none"> ・乗用車のタイヤ（PCR）の走行寿命：30,000km ・トラック／バスのタイヤ（TBR）の走行寿命：120,000km
		便益を受けるユーザー	低燃費タイヤの利用者
4-2	品質要件	本調査の対象とする調査対象製品と比較製品は、同じ機能を発揮し、且つ、最低限の要件（機械的特性と安全面での特性を含む）を満たしているものとする。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	<ul style="list-style-type: none"> ・乗用車のタイヤ（PCR）の走行寿命：30,000km ・トラック・バスのタイヤ（TBR）の走行寿命：120,000km
		比較製品	評価対象製品に準ずる。
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・GHG 排出量の算定に用いたデータは 2010 年のデータ ・2020 年の需要は 2016 年の市場予測値と同一と仮定 ・GHG 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時の GHG 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・原料採取、製造・流通・使用（自動車走行時）・廃棄の段階で低燃費タイヤと汎用タイヤのそれぞれについてライフサイクルにおける GHG 排出量を評価 ・タイヤの使用段階については、タイヤが車に装着された状態における自動車の燃料消費量（燃費）を算出 ・タイヤに焦点を絞った評価を行うため、本事例では簡易算定法を 	

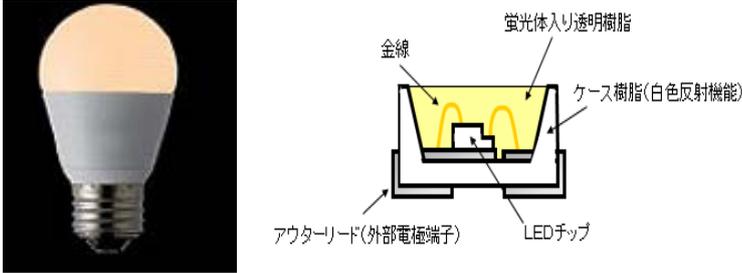
		<p>用い、両製品で共通のプロセスとなるタイヤ以外の原材料の製造段階、部品の生産・流通段階、原材料・部品の廃棄・リサイクル段階での GHG 排出量を相殺</p> <p>・相殺した同一部分の総排出量に対する割合は、乗用車で 20%、トラック・バスで 8%</p>																																																	
5-2	前提条件	<p>【使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出削減貢献量】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="2">評価対象製品</th> <th colspan="2">比較製品</th> </tr> <tr> <th>汎用 タイヤ</th> <th>低燃費 タイヤ</th> <th>汎用 タイヤ</th> <th>低燃費 タイヤ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実走行燃費 (l/km)</td> <td>0.1</td> <td>0.0975</td> <td>0.25</td> <td>0.2375</td> </tr> <tr> <td>装着タイヤ数</td> <td colspan="2">4</td> <td colspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>タイヤ走行寿命 (km)</td> <td colspan="2">30,000</td> <td colspan="2">120,000</td> </tr> <tr> <td>燃料使用量 (l)</td> <td>3,000</td> <td>2,925</td> <td>30,000</td> <td>28,500</td> </tr> <tr> <td>燃料燃焼時 GHG 排出量 (kg-CO₂e/l)</td> <td colspan="2">揮発油 (ガソリン) 2.81</td> <td colspan="2">軽油 2.89</td> </tr> <tr> <td>使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出量 (kg-CO₂e/台)</td> <td>8,430</td> <td>8,219</td> <td>86,700</td> <td>82,365</td> </tr> <tr> <td>GHG 排出削減貢献量 (kg-CO₂e/台)</td> <td></td> <td>▲211</td> <td></td> <td>▲4,335</td> </tr> <tr> <td>タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量 (kg-CO₂e/本) (GWP は、IPCC で使用された 100 年間の期間を使用)</td> <td></td> <td>▲52.75</td> <td></td> <td>▲433.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>【出典】一般社団法人 日本自動車タイヤ協会「タイヤの LCCO₂ 算定ガイドライン Ver. 2.0」</p>	項目	評価対象製品		比較製品		汎用 タイヤ	低燃費 タイヤ	汎用 タイヤ	低燃費 タイヤ	実走行燃費 (l/km)	0.1	0.0975	0.25	0.2375	装着タイヤ数	4		10		タイヤ走行寿命 (km)	30,000		120,000		燃料使用量 (l)	3,000	2,925	30,000	28,500	燃料燃焼時 GHG 排出量 (kg-CO ₂ e/l)	揮発油 (ガソリン) 2.81		軽油 2.89		使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出量 (kg-CO ₂ e/台)	8,430	8,219	86,700	82,365	GHG 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ e/台)		▲211		▲4,335	タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ e/本) (GWP は、IPCC で使用された 100 年間の期間を使用)		▲52.75		▲433.5
項目	評価対象製品			比較製品																																															
	汎用 タイヤ	低燃費 タイヤ	汎用 タイヤ	低燃費 タイヤ																																															
実走行燃費 (l/km)	0.1	0.0975	0.25	0.2375																																															
装着タイヤ数	4		10																																																
タイヤ走行寿命 (km)	30,000		120,000																																																
燃料使用量 (l)	3,000	2,925	30,000	28,500																																															
燃料燃焼時 GHG 排出量 (kg-CO ₂ e/l)	揮発油 (ガソリン) 2.81		軽油 2.89																																																
使用段階における自動車 1 台あたりの GHG 排出量 (kg-CO ₂ e/台)	8,430	8,219	86,700	82,365																																															
GHG 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ e/台)		▲211		▲4,335																																															
タイヤ 1 本あたりの GHG 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ e/本) (GWP は、IPCC で使用された 100 年間の期間を使用)		▲52.75		▲433.5																																															
5-3	主要パラメータ	GHG 排出量全体に与える影響が大きい主要なパラメータは、①転がり抵抗低減による燃費向上、②タイヤ走行寿命、③燃料の種類等。																																																	
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：将来何の変化もおこらないと想定（2012 年時の GHG 削減貢献量を使用）した 2020 年度の GHG 排出量の算定をベースケースとした。																																																	
6	貢献の度合い（重要性）																																																		
		<p>本事例の化学製品である合成ゴム、シリカ等は、低燃費タイヤの主材料であり、自動車の燃費向上による GHG 排出削減に貢献している。但し、排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から廃棄に至るまでのバリューチェーン全体に帰属している。</p>																																																	
7	GHG 排出量の算定結果																																																		
	乗用車用タイヤ（PCR）の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量																																																		
		低燃費タイヤ	汎用タイヤ																																																
	原料～材料製造段階 [kg-CO ₂ e/台]	95.6+A	100.0+A																																																
	生産段階 [kg-CO ₂ e/台]	28.0+B	31.2+B																																																
	流通段階 [kg-CO ₂ e/台]	6.0+C	6.4+C																																																
	使用段階 [kg-CO ₂ e/台]	8,219	8,430																																																

廃棄・リサイクル段階	[kg-CO ₂ e/台]	2.8+D	11.6+D
合計	[kg-CO ₂ e/台]	8,351.9 +A+B+C+D	8,579.2 +A+B+C+D
GHG 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ e/台]	▲227.3	
〃 (タイヤ1本あたり)	[kg-CO ₂ e/本]	▲56.8	
トラック・バス用タイヤ (TBR) の GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量			
		低燃費タイヤ	汎用タイヤ
原料～材料製造段階	[kg-CO ₂ e/台]	1,397+A	1,480+A
生産段階	[kg-CO ₂ e/台]	352+B	356+B
流通段階	[kg-CO ₂ e/台]	101+C	104+C
使用段階	[kg-CO ₂ e/台]	82,365	86,700
廃棄・リサイクル段階	[kg-CO ₂ e/台]	▲309+D	▲311+D
合計	[kg-CO ₂ e/台]	83,906 +A+B+C+D	88,329 +A+B+C+D
GHG 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ e/台]	▲4,423	
〃 (タイヤ1本あたり)	[kg-CO ₂ e/本]	▲442.3	
注. 原料～材料製造段階の GHG 排出量は原材料の輸送分を含む。 A：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料の製造段階での GHG 排出量 B：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の生産段階での GHG 排出量 C：自動車に使用されるタイヤ以外の部品の流通段階での GHG 排出量 D：自動車に使用されるタイヤ以外の原材料、部品の廃棄・リサイクル段階での GHG 排出量			
8	今後の予測		
2020年における評価対象製品による GHG 排出削減貢献量			
1) 2020年の導入量			
・タイヤの国内需要	[千本]		78,000
うち、乗用車用			93.5%
トラック・バス用			6.5%
2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量			
・低燃費タイヤ1本当たりの GHG 排出削減貢献量			
乗用車用	[kg-CO ₂ e/本]		▲56.8
トラック・バス用	[kg-CO ₂ e/本]		▲442.3
・GHG 排出削減貢献量			
乗用車用	[万 t-CO ₂ e]		▲415
トラック・バス用	[万 t-CO ₂ e]		▲221
GHG 排出削減貢献量 計	[万 t-CO ₂ e]		▲636

9	調査の限界と将来に向けた提言
	<p>本事例は低燃費タイヤを装着した自動車の GHG 排出量を評価しており、020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。自動車のライフサイクルにおいては使用段階（すなわち、走行時の燃料消費量とタイヤの走行寿命）が大半を占めており、算定結果は車種と走行条件に影響を受けることから、車種と走行条件が異なる事例においては個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。</p>

■LED 関連材料

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>LED (Light Emitting Diode : 発光ダイオード) とは、電流を流すと発光する半導体 (ダイオード) である。その LED を光源とする電球が LED 電球である。LED 電球は、有機 EL 照明と共に次世代の省エネ型の照明として注目されており、省エネの一つの指標である発光効率 (lm/W) は、高効率期待できる。今後、照明だけでなく IT 機器やエレクトロニクス機器における表示装置や車向けランプなど様々な用途が期待されている。</p> <p>本事例は照明に使用する LED 電球の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】 長寿命、かつ消費電力が少ない。</p> <p>【LED で使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LED パッケージ、チップ ・ LED 基板 (GaAs、GaP、GaN、SiC、サファイア) ・ MO-CVD 用有機金属 ・ LED 封止材 (エポキシ、シリコーン) ・ LED 樹脂パッケージ (リフレクタ樹脂 : ポリアミド系、シリコーン、液晶ポリマー) ・ LED セラミックスパッケージ ・ 蛍光体、高放熱性基板、高反射率フィルム、照度向上塗料など

			
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例は LED 電球と白熱電球を対象としたものである。		
3	製品の比較		
	評価対象製品	LED 電球	
	比較製品	白熱電球	
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	明るさの提供
		機能単位	25,000 時間の点灯 (LED 電球の生涯点灯時間)
		便益を受けるユーザー	LED 電球の利用者
4-2	品質要件	<p>評価対象製品は LED 電球、比較製品は白熱電球である。どちらの製品も明るさを提供するための役割を果たすものであり、評価対象製品と比較製品は同じ機能を発揮するものである。</p> <p>評価対象製品である LED 電球は発光効率が 150lm/W (2015 年頃の見込み) と高く、この効果によって消費電力が少ない。これに対して白熱電球の発光効率は 15lm/W である。また LED 電球は調光機能にも優れており、HEMS/BEMS といったエネルギー管理システムの一部に組み込まれ、エネルギー利用のキーテクノロジーとなる可能性を秘めている。</p>	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	LED 電球については 25,000 時間
		比較製品	白熱電球については 1,000 時間
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いた電球のデータは 2009 年のデータ 2020 年の需要は市場予測値を使用 CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、製品製造、	

		製品の使用、廃棄に関わるプロセスをシステム境界に含む。	
5-2	前提条件	【点灯時間】 LED の製品寿命が 1 個あたり 25,000 時間であることから、製品寿命の違いにより LED 電球では必要個数が 1 個に対し、白熱電球は 25 個となる。したがって LED 電球 1 個分の生涯点灯時間 25,000 時間を基準とし、これに見合った電球の必要個数 (LED 電球 1 個、白熱電球 25 個) において比較した。	
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①電球の消費電力、②電球の製品寿命である。	
5-4	不確実性と将来的進捗シナリオの統合	シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定 (2009 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用) した 2020 年の CO ₂ 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)		
		LED 電球を使用することによって、使用時に消費する電力量を低減することができるため CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から電球の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。	
7	CO ₂ 排出量の算定結果		
	点灯時間 25,000 時間あたりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量		
		評価対象製品	比較製品
	① 原料調達～製品製造時 [kg-CO ₂]		
	原料調達～製造・組立時の消費電力 [kWh/個]	9.9	0.612
	LED 製品寿命見合いの製造個数 [個]	1	25
	電力の CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /kWh]	0.33	0.33
	小計： 原料調達～製造に係る CO₂ 排出量 [kg-CO ₂]	3.27	5.05
	② 使用時 [kg-CO ₂]		
	25,000 時間使用時の消費電力 [kWh]	200	1000
	電力の CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /kWh]	0.33	0.33
	小計： 使用に係る CO₂ 排出量 [kg-CO ₂]	66	330
	③ 埋立		
	埋立個数 [個]	1	25
	埋立に係る CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /個]	0.002	0.009
	小計： 廃棄に係る CO₂ 排出量 [kg-CO ₂]	0.002	0.225
	ライフサイクル全体の CO₂ 排出量 [kg-CO ₂]	69.272	335.275

	CO₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /25,000 時間]	▲266	—
8	今後の予測			
	2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量			
	1) 2020 年の導入量			
	・LED 電球販売予想量	[百万個]	28	
	・LED 電球 1 個あたりの CO ₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /個]	▲266	
	2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量			
	・2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	[万 t-CO ₂]	▲745	
9	調査の限界と将来に向けた提言			
	<p>本事例は LED 電球の製品寿命を 25,000 時間で評価し、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。使用段階の消費電力、明るさが異なる LED 電球、直管型の LED 照明については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>			

■住宅用断熱材

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>住宅において消費されるエネルギーのうち、消費量が大きいものの一つとして冷暖房(特に暖房)に必要なエネルギーが挙げられる。冷暖房によって室内を快適な温度にしても室外との温度差があると、住宅の壁や天井、屋根、床、窓や出入口などから熱が流出・流入してしまう。冷暖房時の省エネルギーを行うには、住まいの断熱性と気密性を高めることが有効である。断熱材を用いて室内を包むようにすき間なく覆うことにより、住まいの断熱性を高めることができ、省エネルギーに繋がる。</p> <p>本事例は平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】</p> <p>断熱効果により冷暖房の消費電力を減らす。</p> <p>【現在使用されている住宅用断熱材の種類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロックウールやグラスウールなどの無機材料 ・ポリスチレンやウレタンを中心とした樹脂材料 <p>【断熱材、遮熱材に使用される化学製品】</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・押出発泡ポリスチレンフォーム・ビーズ法ポリスチレンフォーム ・硬質ウレタンフォーム、 ・ウレタン樹脂 ・酸化プロピレン ・高発泡ポリスチレンフォーム、フェノールフォーム ・塩ビサッシ、塩ビ樹脂 ・遮熱塗料、遮熱シート、遮熱フィルム、高断熱カーテン、不織布、アルミナ繊維 	
			
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例は平成 11 年省エネルギー基準を満たす断熱性能を有する住宅と昭和 55 年基準以前の住宅を対象としたものである。		
3	製品の比較		
		評価対象製品	平成 11 年省エネルギー基準を満たす断熱性能を有する住宅
		比較製品	昭和 55 年基準以前の住宅
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	居住スペースの提供と住宅における冷暖房の使用
		機能単位	使用期間 30 年の戸建住宅 1 戸 使用期間 60 年の集合住宅 1 戸
		便益を受けるユーザー	住宅の所有者
4-2	品質要件	評価対象製品は平成 11 年省エネルギー基準を満たす住宅、比較製品は昭和 55 年基準以前の住宅であり、同じ住宅モデルを前提としたものである。したがって、住居として両製品は同じ機能を発揮するものである。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	戸建住宅：30 年 集合住宅：60 年
		比較製品	戸建住宅：30 年 集合住宅：60 年

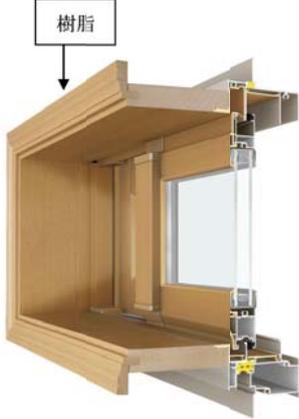
4-4	時間的基準 と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2000 年のデータを使用 2020 年の需要は戸建住宅と集合住宅の新築数を合計 100 万戸として算出 CO₂ 排出削減貢献量は、対象年(2020 年)1 年間に製造された製品をライフエンドまで使用した時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	<p>評価対象製品は、EPS 断熱材の原料調達、EPS 断熱材の製造、使用後の廃棄処理、住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。</p> <p>EPS 断熱材以外に住宅へ使用される資材の原料調達、建築資材の製造、住宅の建設、住宅の解体、廃棄・リサイクルのプロセスは簡易算出法により算定を省略した。</p>	
5-2	前提条件	<p>【住宅モデル】</p> <p>戸建住宅のモデルとして日本建築学会木造標準問題のモデル(床面積約 125 m²)を用いた。集合住宅のモデルは「住宅の新省エネルギー基準と方針」等で用いられているモデル(床面積 70 m²)を用いた。</p> <p>【地域と気象条件】</p> <p>平成 11 年省エネルギー基準では全国を 6 地区に区分し、各地域の断熱性能を規定しており、本事例では沖縄を除く 5 地域を想定した。都市は最も住宅着工数が多い地域を設定した。</p> <p>【換気回数条件】</p> <p>平成 11 年省エネルギー基準の住宅の換気回数は 0.5 回/hr、昭和 55 年以前の住宅は換気回数を 1 回/hr とした。夏期の窓開放条件は、室温 28℃以上かつ外気 26℃以下の場合に窓を開放するとして換気回数 10 回/hr を設定した。</p> <p>【空調運転期間と運転条件】</p> <p>空調機器による暖冷房スケジュールは熱負荷計算ソフト(SMASH)の標準暖冷房期間及び標準内部発熱条件を使用した。</p> <p>【空調運転運転条件】</p> <p>暖房温度 18℃、冷房温度 28℃</p>	

【空調運転期間】		
地区	空調運転期間	
I 地区（札幌）	暖房	9月25日～6月9日
	冷房	7月21日～8月17日
II 地区（盛岡）	暖房	9月29日～5月24日
	冷房	7月15日～8月29日
III 地区（仙台）	暖房	10月11日～5月16日
	冷房	7月18日～9月3日
IV 地区（東京）	暖房	11月2日～4月22日
	冷房	6月22日～9月19日
V 地区（鹿児島）	暖房	11月3日～4月8日
	冷房	6月1日～10月9日
【EPS 断熱材使用量】		
EPS 断熱材 熱伝導率 0.0341W/mK、密度 22.4kg/m ³		
地区	断熱材使用量[kg/戸]	
I 地区（札幌）	戸建住宅	713
	集合住宅	356
II 地区（盛岡）	戸建住宅	524
	集合住宅	266
III 地区（仙台）	戸建住宅	472
	集合住宅	222
IV 地区（東京）	戸建住宅	472
	集合住宅	213
V 地区（鹿児島）	戸建住宅	472
	集合住宅	213
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①断熱材の物性と使用量（熱伝導率と厚み）、②空調の運転期間と運転条件である。
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：将来何の変化もおこらないと想定（2000年時のCO ₂ 削減貢献量を使用）した2020年のCO ₂ 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）	
		断熱材を使用して住宅の断熱性能を高めることによって、居住期間に使用する冷暖房の消費電力を低減することができるため、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただしCO ₂ 排出削減貢献量は化学産業だ

	けに帰属しておらず、原料調達から断熱材メーカー、建築業者、住宅の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。	
7	CO ₂ 排出量の算定結果	
	戸建住宅の1戸あたりのCO ₂ 排出削減貢献量（日本平均）	
		評価対象製品
	断熱材原料～製造時 CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /戸・30年間]	1,709
	住宅使用時 CO ₂ 排出削減量 [kg-CO ₂ /戸・30年間]	▲29,480
	断熱材廃棄時 CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /戸・30年間]	1,796
	合計 [kg-CO ₂ /戸・30年間]	▲25,975
	集合住宅の1戸あたりのCO ₂ 排出削減貢献量（日本平均）	
		評価対象製品
	断熱材原料～製造時 CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /戸・60年間]	818
	住宅使用時 CO ₂ 排出削減量 [kg-CO ₂ /戸・60年間]	▲106,382
	断熱材廃棄時 CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /戸・60年間]	859
	合計 [kg-CO ₂ /戸・60年間]	▲104,705
8	今後の予測	
	2020年における評価対象製品によるCO ₂ 排出削減貢献量	
	2020年の断熱材使用住宅の導入戸数	
	・戸建て住宅 [戸]	367,000
	・集合住宅 [戸]	633,000
	住宅1戸あたりの断熱材導入によるCO ₂ 排出削減貢献量	
	・戸建て住宅（30年分） [t-CO ₂ /戸]	▲26
	・集合住宅（60年分） [t-CO ₂ /戸]	▲105
	CO ₂ 排出削減貢献量	
	・戸建て住宅（30年分） [万トン-CO ₂]	▲953
	・集合住宅（60年分） [万トン-CO ₂]	▲6,628
	合計 [万トン-CO ₂]	▲7,581
9	調査の限界と将来に向けた提言	
	<p>本事例は、平成11年省エネルギー基準を満たす戸建住宅と集合住宅を評価しており、2020年の需要予測に基づいてCO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。住居の形態は住宅毎に様々であることから、仕様が異なる住宅、前提条件に記した冷暖房の使用条件が異なる住宅、断熱材が異なる住宅には個別の評価が必要であり、その結果によってはCO₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。</p>	

■樹脂アルミ複合窓及び断熱材

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>家庭からの CO₂ 排出量は家電等の省エネ化が進んでいるにも係らず年々増え続けている。生活水準の向上によるエネルギー消費量の増大とともに住宅そのものの断熱性能が低いため熱の出入りが大きいことによるエネルギーのロスに起因している。</p> <p>住宅における熱の出入りは窓、壁、天井、床といった箇所からで、冷暖房の熱損失を低減するためには窓と壁、天井、床への断熱対策が最も有効と言われている。このうち、夏は熱(日射)の 73%が窓を通じて室内に入り込み、冬は 58%の熱が窓を通じて逃げるとも言われている。</p> <p>窓は窓枠(サッシ)とガラスにより構成されており、窓枠は自体の断熱性能を高めることが重要である。樹脂アルミ複合サッシは、屋外側がアルミ、室内側が樹脂(塩化ビニル樹脂)という構造をしており、塩化ビニル樹脂の熱伝導率がアルミの 1/1000 と熱を伝え難く室内の熱を逃がさず結露しづらいことから、近年東京等の大都市圏においても普及が進んでいる。一方、ガラスは単層ではなく、複層ガラスが一般的である。他にも複層ガラスの内面部に特殊な金属膜を施したりアルゴンガスを充填して断熱性能を高めた Low-E 複層ガラスの使用、樹脂内窓を設置して二重窓とすることで断熱性能を高める方法など様々な技術が実用化されている。</p> <p>本事例では樹脂アルミ複合と断熱材を使用した平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅による GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【GHG 排出削減貢献の内容】</p> <p>断熱性能の高い樹脂アルミ複合サッシの使用により冷暖房に使用されるエネルギー消費量が削減される。</p> <p>【樹脂アルミ複合サッシに使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PVC (ポリ塩化ビニル樹脂) <p>【断熱材に使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 押出発泡ポリスチレンフォーム ・ ビーズ法ポリスチレンフォーム ・ 硬質ウレタンフォーム ・ ウレタン樹脂

		<p>・高発泡ポリスチレンフォーム、フェノールフォーム</p> 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例は断熱性能の異なる戸建住宅を対象としたものである。		
3	製品の比較		
	評価対象製品	平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅	
	比較製品	昭和 55 年基準以前の戸建住宅	
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	居住スペースの提供と戸建住宅における冷暖房の使用
		機能単位	使用期間 30 年の戸建住宅 1 戸
		便益を受けるユーザー	戸建住宅の所有者
4-2	品質要件	評価対象製品は樹脂アルミ複合窓と断熱材を使用した平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅である。比較製品は昭和 55 年基準以前の断熱材を使用せずにアルミ窓を使用している戸建住宅である。どちらも同じ戸建住宅モデルを前提としたものであり、住居として同じ機能を発揮するものである。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	30 年
		比較製品	30 年
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・GHG 排出量の算定に用いたデータは 2010 年のデータを使用 ・2020 年の需要は住宅着工件数の見込み(経産省)をもとに 2010 年実績の 2/3 ・GHG 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時の GHG 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は東京
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	評価対象製品は、窓の原料調達、窓の製造、使用後の廃棄処理、	

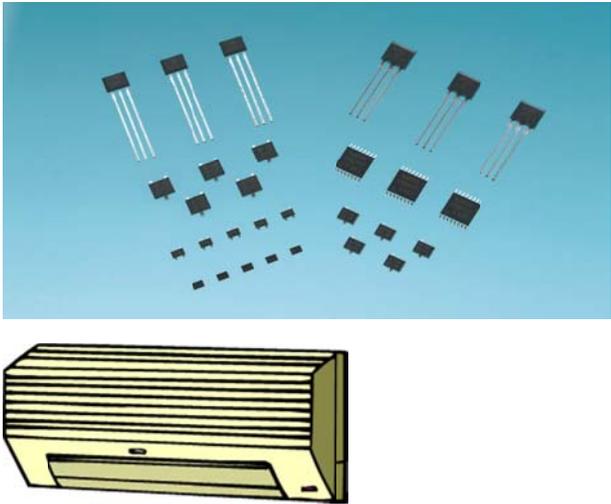
		<p>断熱材の原料調達、断熱材の製造、使用後の廃棄処理、住宅使用期間における冷暖房の使用に係るプロセスをシステム境界に含む。比較製品は住宅使用期間における冷暖房の使用に関わるプロセスをシステム境界に含む。なお、冷暖房の使用状況については対象地域を東京とした。</p> <p>断熱材と窓以外に住宅へ使用される資材の原料調達、建築資材の製造、住宅の建設、住宅の解体、廃棄・リサイクルのプロセスからの排出量は評価対象製品、比較製品とも同量のため簡易算定方法を採用し、算定を省略した。</p>																					
5-2	前提条件	<p>【戸建住宅のモデル】</p> <p>戸建住宅のモデルは延床面積 120.07m²、階高 2.825m、開口比率 26.8%、開口面積 32.20m²とした。</p> <p>【断熱性能】</p> <p>評価対象製品に用いた断熱材は天井、壁、床の全てにグラスウール（天井は吹き込みのグラスウール）とし、窓は樹脂アルミ複合サッシと一般複層ガラス（6mm）の組み合わせとした。</p> <table border="1" data-bbox="443 1016 1297 1599"> <tr> <td>省エネルギー基準</td> <td>平成 11 年 省エネルギー基準</td> <td>昭和 55 年以前 基準なし</td> </tr> <tr> <td>断熱材 天井</td> <td>BGW13K-210 mm</td> <td>無断熱</td> </tr> <tr> <td>壁</td> <td>GW16K-100 mm</td> <td>無断熱</td> </tr> <tr> <td>床</td> <td>GW16K-100 mm</td> <td>無断熱</td> </tr> <tr> <td>窓</td> <td>樹脂アルミ複合サッシ 複層ガラス as6 (一般複層ガラス 6mm)</td> <td>アルミサッシ 単板ガラス</td> </tr> <tr> <td>Q 値 (住宅の熱損失係数)</td> <td>2.58</td> <td>10.24</td> </tr> <tr> <td>U 値 (窓の熱貫流率)</td> <td>4.65</td> <td>6.51</td> </tr> </table> <p>【冷暖房に関する諸条件】</p> <p>冷暖房負荷計算は「AE-Sim/Heat」によるシミュレーションに基づくものである。地域は東京とし、冷暖房の機器性能（COP）を 3.00 とした。気象データは日本建築学会の「拡張アメダス気象データ」、冷暖房の運転条件は「部分間欠冷暖房」とした。</p>	省エネルギー基準	平成 11 年 省エネルギー基準	昭和 55 年以前 基準なし	断熱材 天井	BGW13K-210 mm	無断熱	壁	GW16K-100 mm	無断熱	床	GW16K-100 mm	無断熱	窓	樹脂アルミ複合サッシ 複層ガラス as6 (一般複層ガラス 6mm)	アルミサッシ 単板ガラス	Q 値 (住宅の熱損失係数)	2.58	10.24	U 値 (窓の熱貫流率)	4.65	6.51
省エネルギー基準	平成 11 年 省エネルギー基準	昭和 55 年以前 基準なし																					
断熱材 天井	BGW13K-210 mm	無断熱																					
壁	GW16K-100 mm	無断熱																					
床	GW16K-100 mm	無断熱																					
窓	樹脂アルミ複合サッシ 複層ガラス as6 (一般複層ガラス 6mm)	アルミサッシ 単板ガラス																					
Q 値 (住宅の熱損失係数)	2.58	10.24																					
U 値 (窓の熱貫流率)	4.65	6.51																					
5-3	主要パラメータ	GHG 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、冷暖房の運転条件である。																					
5-4	不確実性と	シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2012 年時の																					

	将来的進展 シナリオの統合	GHG 削減貢献量を使用) した 2020 年の GHG 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)								
		戸建住宅の断熱性能を高めることによって、居住期間に使用する冷暖房の消費電力を低減することができる。樹脂アルミ複合サッシと断熱材の使用による省エネにより GHG 排出削減に貢献する。ただし、GHG 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から窓メーカー、断熱材メーカー、建築業者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。							
7	GHG 排出量の算定結果								
	戸建住宅の 1 戸あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量 [kg-CO _{2e} /戸]								
	区分	平成 11 年省エネルギー基準				昭和 55 年以前の基準			
		窓	断熱材	住宅使用 (冷暖房)	計	窓	断熱材	住宅使用 (冷暖房)	計
	原料調達	2,440	486	-	2,926	1,780	-	-	1,780
	製品製造	374	916	-	1,290	271	-	-	271
	使用 (30 年)	-	-	15,055	15,055	-	-	35,648	35,648
	廃棄・ リサイクル	61	2	-	63	52	-	-	52
	ライフサイク ル全体	2,875	1,405	15,055	19,335	2,102	0	35,648	37,750
	GHG 排出削減 貢献量	▲18,415							
8	今後の予測								
	2020 年における評価対象製品による GHG 排出削減貢献量								
	1) 2020 年の導入量								
	・ 新設戸建住宅戸数 [戸]							25,000	
	2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量								
	・ 1 戸あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量 [kg-CO _{2e} /戸]							▲18,415	
	・ 2020 年の新設戸建住宅による GHG 排出削減貢献量 [万 t-CO _{2e}]							▲46.0	
9	調査の限界と将来に向けた提言								
	本事例は、東京における平成 11 年省エネルギー基準を満たす戸建住宅を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。住居の形態は住宅毎に様々であることから、住宅仕様が異なる住宅、東京以外の地域を対象とした住宅、前提条件に記した冷暖房の使用条件が異なる住宅、窓と断熱材が異なる住宅には個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG								

	排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。
10	「住宅用断熱材」との関係
	<p>「住宅用断熱材」の事例は平成11年省エネルギー基準を満たす全国の戸建住宅と集合住宅を対象として、EPS断熱材に係るCO₂排出量と住宅の使用段階におけるCO₂排出量を評価し、CO₂排出削減貢献量を算定した事例である。本事例は、平成11年省エネルギー基準を満たす東京都の戸建住宅のみを対象として、グラスウール製の断熱材と樹脂アルミ複合窓に係るGHG排出量と住宅の使用段階におけるGHG排出量を評価し、GHG排出削減貢献量を算定した事例である。したがって、本事例は樹脂アルミ複合サッシに係るGHG排出量が追加された事例であるが、住宅用断熱材の事例のCO₂排出削減貢献量と重複している部分がある。</p>

■ ホール素子、ホール IC

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>エアコンの室内機と室外機には空調を行うためのFAN用のモータが搭載されている。モータにはDCブラシレスモータとACモータ（誘導モータ）とがある。DCブラシレスモータを搭載したエアコンはインバータエアコンと呼ばれ、電力の周波数を変えてモータの回転数を制御できることから、非インバータエアコン（ACモータを搭載）に比べ温度を細かく制御でき、消費電力を削減することができる。従来、エアコンの室内機及び室外機のFAN用にはACモータが使用されていたが、省エネ規制の厳しい現在の日本においては、エネルギー効率の良いDCブラシレスモータが使用されている。</p> <p>現在主流のDCブラシレスモータは、ホール素子の採用によって小型化・損失低減を実現し、高精度な回転制御が可能となった。ホール素子を使うメリットとしては、①非接触で位置を検出できるため耐久性が高い、②磁気を検出するため塵・埃・油などの汚れに強い、③小型化・軽量化・損失低減が可能の3点が挙げられる。</p> <p>本事例はホール素子、ホールICを用いたDCブラシレスモータを搭載したインバータエアコンによるCO₂排出削減貢献を定量的に把握するためにcLCAによる評価を行った。</p> <p>【CO₂排出削減貢献の内容】</p> <p>DCモータを使用したインバータエアコンの使用時における消費電力は、従来の非インバータエアコンよりも少ない。</p>

	<p>【エアコンの種類と特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インバータエアコン：DC ブラシレスモータを搭載したエアコン。DC ブラシレスモータは AC モータよりも高効率であり、DC ブラシレスモータを搭載した製品の使用時の省電力化に貢献する機器である。DC ブラシレスモータにはホール素子・ホール IC が使用されている。 ・非インバータエアコン：従来の AC モータを搭載したエアコン。 <p>【DC ブラシレスモータに使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホール素子 ・ホール IC 							
								
2	バリューチェーンにおけるレベル							
	<p>本事例は化学製品であるホール素子・ホール IC を使用したインバータエアコン（DC ブラシレスモータを搭載）と非インバータエアコン（AC モータを搭載）を対象としたものである。</p>							
3	製品の比較							
	<table border="1"> <tr> <td>評価対象製品</td> <td>インバータエアコン（DC ブラシレスモータを搭載）</td> </tr> <tr> <td>比較製品</td> <td>非インバータエアコン（AC モータを搭載）</td> </tr> </table>	評価対象製品	インバータエアコン（DC ブラシレスモータを搭載）	比較製品	非インバータエアコン（AC モータを搭載）			
評価対象製品	インバータエアコン（DC ブラシレスモータを搭載）							
比較製品	非インバータエアコン（AC モータを搭載）							
4	機能単位							
4-1	機能及び機能単位の詳細	<table border="1"> <tr> <td>機能</td> <td>エアコン使用による冷暖房</td> </tr> <tr> <td>機能単位</td> <td>2.8kW 型家庭用エアコン 1 台</td> </tr> <tr> <td>便益を受けるユーザー</td> <td>エアコンの利用者</td> </tr> </table>	機能	エアコン使用による冷暖房	機能単位	2.8kW 型家庭用エアコン 1 台	便益を受けるユーザー	エアコンの利用者
機能	エアコン使用による冷暖房							
機能単位	2.8kW 型家庭用エアコン 1 台							
便益を受けるユーザー	エアコンの利用者							
4-2	品質要件	<p>評価対象製品は DC ブラシレスモータを搭載したインバータエアコン、比較製品は AC モータを搭載したエアコンであり、評価対象</p>						

		製品と比較製品は同等の冷暖房機能を発揮するものである。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	経過年数調査の結果に基づき 14.8 年
		比較製品	経過年数調査の結果に基づき 14.8 年
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2010 年のデータを使用 2020 年の需要については市場予測に基づいて設定 CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本、中国、アジア、北米、中南米、欧州、その他とし、出荷台数は需要予測に基づいて設定した。エアコンの使用期間における電気消費量は、日本の電気消費量に基づき算定した。本来であれば、エアコンに使用される電気消費量は地域別に設定することが必要であるが、地域別の平均的な電気消費量は把握できなかったため、日本のデータを用いた。
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	<p>エアコンのライフサイクルにおける CO₂ 排出量を算定した事例では、使用段階の電力消費に伴う CO₂ 排出量は 95.3% を占め、原料調達段階、製品製造段階、廃棄段階は 4.7% である。また一般的に DC モータの方が AC モータよりも小型であることから、原料調達、製品製造、廃棄段階における CO₂ 排出量に大差はないものと考えられる。本事例においては、エアコンに搭載されているモータの違いが反映される使用段階の電力消費に伴う CO₂ 排出量が主要なパラメータであることから、エアコンの使用段階のみを算定の対象とした。</p>	
5-2	前提条件	<p>【製品寿命】 14.8 年（両製品の寿命は同じ）</p> <p>【モータの効率】 同条件下による消費電力量に関する情報が得られなかったため、各モータの効率を用いて、AC モータを搭載した非インバータエアコンの使用段階における消費電力を推定した。AC モータの効率は、複数の調査事例を参考に非インバータエアコンの消費電力をインバータエアコンの 1.5 倍と推算して CO₂ 排出量の計算を行った。</p>	

		<p>【年間消費電力量】 インバータエアコン : 845kWh/台 非インバータエアコン : 1,268kWh/台 (845 kWh/年×1.5 倍) 非インバータエアコンは、上記のモータ効率の比を利用して設定。 冷房期間 : 3.6 ヶ月 (6月2日～9月21日) 暖房期間 : 5.5 ヶ月 (10月28日～4月14日) 設定温度 : 冷房時 27℃ / 暖房時 20℃ 使用時間 : 6:00～24:00 の 18 時間</p> <p>【各地域における電力の CO₂ 排出係数】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地域</th> <th>CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/kWh]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>日本</td> <td>0.330</td> </tr> <tr> <td>中国</td> <td>0.743</td> </tr> <tr> <td>アジア</td> <td>0.745</td> </tr> <tr> <td>北米</td> <td>0.466</td> </tr> <tr> <td>中南米</td> <td>0.175</td> </tr> <tr> <td>欧州</td> <td>0.326</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>0.500</td> </tr> </tbody> </table>	地域	CO ₂ 排出係数 [kg-CO ₂ /kWh]	日本	0.330	中国	0.743	アジア	0.745	北米	0.466	中南米	0.175	欧州	0.326	その他	0.500
地域	CO ₂ 排出係数 [kg-CO ₂ /kWh]																	
日本	0.330																	
中国	0.743																	
アジア	0.745																	
北米	0.466																	
中南米	0.175																	
欧州	0.326																	
その他	0.500																	
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①運転条件、②モータ効率 (≒エアコンの消費電力) である。																
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 : 将来何の変化もおこらないと想定(2010 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用)した 2020 年の CO ₂ 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)																	
		インバータエアコンを使用することによって、長期間にわたって使用されるエアコン稼働時の消費電力を低減することができる。インバータエアコンに使用される化学製品のホール素子・ホール IC の使用は省エネに重要な要素の一部であり CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。																
7	CO ₂ 排出量の算定結果																	
	エアコン使用段階における地域別の電気消費量と CO ₂ 排出量																	
		評価対象製品	比較製品															
	年間の消費電力量 [kWh / 年 / 台]	845	1,268															
	稼働年数 [年]	14.8	14.8															

	稼働年数の総電力量 [kWh / 台]	12,506	18,766
使用に係る CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /台]	日本	<u>4,127</u>	<u>6,190</u>
	中国	<u>9,292</u>	<u>13,938</u>
	アジア	<u>9,317</u>	<u>13,975</u>
	北米	<u>5,828</u>	<u>8,742</u>
	中南米	<u>2,189</u>	<u>3,283</u>
	欧州	<u>4,077</u>	<u>6,115</u>
	その他	<u>6,253</u>	<u>9,380</u>
インバータエアコン 1 台あたりの CO ₂ 排出削減貢献量			
地域	CO ₂ 排出削減貢献量 (kg-CO ₂ /台(14.8 年間))		
日本	▲2,063		
中国	▲4,646		
アジア	▲4,658		
北米	▲2,914		
中南米	▲1,094		
欧州	▲2,038		
その他	▲3,127		
8	今後の予測		
2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量			
1) 評価対象製品の出荷予想			
・ 出荷予想 (世界)		[万台]	4,731
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量			
地域	インバータエアコン 導入台数 (万台)	CO ₂ 排出削減 貢献量 (kg-CO ₂ /台)	CO ₂ 排出削 減貢献量 (万 t-CO ₂)
日本	795	▲2,063	▲1,640
中国	3,322	▲4,646	▲15,433
アジア	237	▲4,658	▲1,105
北米	0	▲2,914	0
中南米	0	▲1,094	0
欧州	334	▲2,038	▲680
その他	44	▲3,127	▲136
計	4,732	▲20,540	▲18,994
9	調査の限界と将来に向けた提言		
本事例は冷暖房兼用・壁掛け形・冷房能力 2.8kW クラス省エネルギー型の代表機種種の CO ₂ 排出量を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO ₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって冷房能力が大きく異なる製品、異なる使			

	用条件（使用時の電気使用量）等については個別の評価が必要であり、その結果によってはCO ₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。
--	---

■配管材料（ポリ塩化ビニル管）

No.	項目	内容		
1	調査の目的	<p>ポリマー配管材料には、ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管、ポリブテン管などがあり、金属配管材料（炭素鋼鋼管、亜鉛メッキ鋼管、樹脂被覆鋼管、ステンレス鋼管、銅管、アルミニウム管、鋳鉄管、鉛管）とならんで、水道管（配水管、給水管、排水管）やガス管（低圧導管）として広く使われている。</p> <p>ポリマー配管材料に共通する特徴は、可撓性が高く、耐震性に優れていることが挙げられる。一方で太陽光線によって劣化するため、埋設管や室内配管が主な用途となる。</p> <p>このうち、ポリ塩化ビニル管は耐食性に優れているため、住宅内の排水設備や下水道管に広く用いられている。さらに、上水道管においても、ダクタイル鋳鉄管と並び広く使用されている。</p> <p>本事例は配管材料として使用されるポリ塩化ビニル管のCO₂排出削減貢献を定量的に把握するためにcLCAによる評価を行った。</p> <p>【CO₂排出削減貢献の内容】 製造時に高温を使用しないため、エネルギー消費量が少ない。</p> <p>【配管材料に使用される化学製品】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩化ビニル（EDC、モノマー、ポリマー） ・高密度ポリエチレン ・ポリブテン 		
2	バリューチェーンにおけるレベル	本事例は配管を対象としたものである。		
3	製品の比較	<table border="1"> <tr> <td>評価対象製品</td> <td>ポリ塩化ビニル樹脂管</td> </tr> </table>	評価対象製品	ポリ塩化ビニル樹脂管
評価対象製品	ポリ塩化ビニル樹脂管			

		比較製品	ダクタイトル鋳鉄管	
4	機能単位			
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	配管としての機能	
		機能単位	150mm 口径の配管 1 m	
		便益を受けるユーザー	配管の利用者	
4-2	品質要件	評価対象製品は PVC 製の配管、比較製品はダクタイトル鋳鉄製の配管である。どちらの製品も水道水、排水等を送るための役割を果たすものであり、評価対象製品と比較製品は同じ機能を発揮するものである。		
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	ポリ塩化ビニル管については 50 年	
		比較製品	ダクタイトル鋳鉄管については 45 年	
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年に業界団体が実施した調査事例のデータを使用 2020 年の需要は 2005 年の生産実績と同一と仮定 CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。 	
		地理的基準	対象地域は日本	
5	算定の方法論			
5-1	システム境界	評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、製品製造、廃棄段階をシステム境界に含む。使用段階は設置されている状態であるため CO ₂ の排出はない。		
5-2	前提条件	【口径及び重量】		
		配管の口径は 150mm とした。この口径におけるポリ塩化ビニル管 1m あたりの重量は 6.7 kg、ダクタイトル鋳鉄管 1m あたりの重量は 23.8 kg である。		
		【製品寿命を加味した製品重量】		
		項目	評価対象製品	比較製品
		製品	ポリ塩化ビニル樹脂管	ダクタイトル鋳鉄管
		口径	150mm	150mm
		重量[kg/m]	6.7	23.8
		製品寿命[年] () 内は比	50 (1.0)	45 (0.9)
寿命を加味した 1m あたりの重量[kg/m]	6.7	26.4 (23.8kg÷0.9)		

		<p>【強度に関する事項】</p> <p>一般的にダクタイル鋳鉄管の方がポリ塩化ビニル管よりも強度があり、一定以上の強度を必要とする用途では、安全性の問題から使用が優先されることがある。しかしながら、本評価では製品の重量と製品寿命を評価の前提条件とし、強度や安全性は評価結果に織り込んでいない。</p>		
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①製品寿命、②重量である。		
5-4	不確実性と将来的進捗シナリオの統合	シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2005年時のCO ₂ 排出削減貢献量を使用）した2020年のCO ₂ 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）			
	ポリ塩化ビニル管は配管製造時のCO ₂ 排出量を削減することができ、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただしCO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から配管の利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。			
7	CO ₂ 排出量の算定結果			
	配管 1mあたりのCO ₂ 排出量とCO ₂ 排出削減貢献量			
		評価対象製品	比較製品	
	原材料調達（資源採掘～素材製造）	[kg-CO ₂ /kg]	1.373	0.146
	製品の生産（加工）	[kg-CO ₂ /kg]	0.115	1.925
	製品の廃棄（埋立）	[kg-CO ₂ /kg]	0.018	0.018
	合計	[kg-CO₂/kg]	1.506	2.089
	①150mm口径・1mあたり重量	[kg/m]	6.7	23.8
	②製品寿命	[年]	50	45
	③寿命を加味した1mあたりの重量	[kg/m]	6.7	26.4
	CO₂排出量	[kg-CO₂/m]	10.090	55.150
	CO₂排出削減貢献量	[kg-CO₂/m]	▲45.059	—
8	今後の予測			
	2020年における評価対象製品によるCO ₂ 排出削減貢献量			
	1) 2020年の導入量			
	・生産量	[t]	493,092	
	(長さへの換算値)	[km]	73,596	
	2) 導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減貢献量			
	・1mあたりのライフサイクルCO ₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /m]	45.059	
	・2020年の評価対象製品によるCO ₂ 排出削減貢献量	[万t-CO ₂]	▲332	
9	調査の限界と将来に向けた提言			

<p>本事例は口径 150mm の配管を対象としたものであり、ポリ塩化ビニル管 6.7 kg/m、ダクタイル鋳鉄管 23.8 kg/m、製品寿命をポリ塩化ビニル管 50 年、ダクタイル鋳鉄管 45 年とし、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定した。したがって、口径の異なる配管、製品寿命や交換周期が異なる場合には個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>
--

■海水淡水化

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>RO 膜（逆浸透膜、Reverse Osmosis Membrane）は、分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物は透過させない性質を持ち、真水と塩分などを分離する機能を発揮する半透膜である。</p> <p>浸透とは、半透膜を經由して希薄溶液から濃厚溶液に溶媒が移行する現象であり、浸透作用が収まり平衡に達した時点で両液間に生じた圧力差のことを浸透圧と呼ぶ。逆浸透は、濃厚溶液側に浸透圧以上の圧力をかけることで溶媒が濃厚溶液側から希薄溶液側に移行する現象である。この原理を利用し、塩分などの除去対象物質を含む溶液（海水など）に圧力をかけ、逆浸透膜を介して水のみを透過させて淡水を得ることが可能であり、海水の淡水化技術として利用されている。</p> <p>本事例では、RO 膜法による淡水化技術の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】</p> <p>加熱を必要としないためエネルギー消費量が少ない。</p> <p>【海水淡水化プラントの種類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸発法 : 海水を蒸発させて蒸留水を作る方法 ・膜法 : RO 膜による塩分除去法 <p>【海水淡水化プラントのトレンド】</p> <p>かつては蒸発法による海水淡水化が主流であったが、膜法は造水に要するエネルギー消費量が少なく、現状では大型プラントにおいて膜法の採用が主流となっている。</p> <p>世界的な淡水需要の増加を反映し、海水淡水化プラントの大型化傾向は続くと考えられ、エネルギー消費量の少ない膜法は、少ない</p>

		<p>ランニングコストで大きな造水量を実現するとともに、エネルギー起源の CO₂ 排出量が少ないといった環境配慮性の優位性もあるため、今後さらに主要な方式としての地位を固めていくことが予想される。</p> 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
		本事例は海水から淡水を造るための技術を対象としたものである。	
3	製品の比較		
		評価対象技術	RO 膜法による海水淡水化技術
		比較技術	蒸発法による海水淡水化技術
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	水の提供
		機能単位	水 26,000 m ³
		便益を受けるユーザー	水の利用者
4-2	品質要件	評価対象技術は RO 膜法による海水淡水化技術、比較技術は蒸発法による海水淡水化技術であり、海水から同じ品質の淡水を得る技術である。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象技術	5 年 (RO 膜の平均的な使用実態)
		比較技術	なし
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年のデータを使用 2020 年の需要については 2016 年の市場予測値を横這いとして使用 CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は世界
5	算定の方法論		

5-1	境界の設定	原料の製造から海水淡水化プラントの材料製造、プラント建設、使用に関わる段階を、RO 膜法による水と蒸発法による水のそれぞれについて評価を実施した。ただし廃棄に関しては、RO 膜利用による CO ₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分とした。また RO 膜エレメント以外のプラント構成材料の廃棄処理に関するプロセス、及び材料の輸送プロセスはシステム境界に含めていないが、それぞれ CO ₂ 排出量は相対的に小さく、無視できるレベルである。	
5-2	前提条件	<p>【単位導入量】 RO 膜エレメント 1 本分の生涯造水量である 2.6 万 m³</p> <p>【使用済み RO 膜エレメントの廃棄】 RO 膜利用による CO₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分するものとした。</p>	
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①淡水化プロセスの電力使用量、②化石資源の使用による熱エネルギー使用量である。	
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：将来何の変化もおこらないと想定（2009 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO ₂ 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）		
		評価対象技術である RO 膜法による海水淡水化技術は、RO 膜が分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物を透過させない性質を使ってライフサイクルで使用されるエネルギー消費量が蒸発法よりも小さいため CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から淡水化プロセス、廃棄プロセスまでバリューチェーン全体に帰属している。	
7	CO ₂ 排出量の算定結果		
	評価対象製品の造水量 2.6 万 m ³ あたりの CO ₂ 排出量は 52.96t-CO ₂ 、比較製品は 31.4t-CO ₂ である。		
	単位：トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³ (RO 膜エレメント 1 本分)	評価対象製品	比較対象製品
原料調達、プラント製造	RO 膜エレメント製造	0.01	—
	RO 膜エレメントの原材料製造	0.1	—
	RO 膜エレメント以外の原材料製造、プラント建設	2.2	12.4
製品製造（淡水化）		50.5	323.5
廃棄	RO 膜エレメントの廃棄処理	0.15	—
	プラント解体、RO 膜エレメント以外の原材料廃棄	（システム境界外）	

	合計	(トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)	52.96	335.9
	CO ₂ 排出削減貢献量	(トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)	▲282.9	
8	今後の予測			
	2020 年に世界で建設される海水淡水化プラントによる CO ₂ 排出削減貢献量			
	1) 2020 年の需要予測と CO ₂ 排出削減貢献量			
	・ RO 膜エレメント数需要	(千本)		610
	・ RO 膜エレメントによる CO ₂ 排出削減量 差分	(kg-CO ₂ /本)		▲282.9
	2) CO ₂ 排出削減貢献量		(万 t-CO ₂)	▲17,257
9	調査の限界と将来に向けた提言			
	<p>本事例は造成量 2.6 万 m³ タイプの RO 膜エレメントによる水の製造と蒸発法による水の製造を評価しており、2016 年の市場予測値に基づいて 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって比較対象の技術が異なるケース、処理能力が大きく異なる設備については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>			

■濃縮型液体衣料用洗剤

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>衣料用洗剤は、衣料を繰り返し快適に使用することを可能にする製品として旧来より社会に貢献してきた。また、衣料用洗剤は、洗浄機能を発現する界面活性剤等化学製品で構成され、洗浄機能だけでなく環境面でも進化してきた。今回評価した「1 回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤」は、従来 2 回必要であったすすぎ回数を 1 回に減らすことが可能で、洗濯時のすすぎに必要な水量と電力量を低減できる。この節水、節電は、ライフサイクル視点から見て CO₂ 排出削減に貢献する。また、濃縮タイプであることから、容器樹脂量や輸送エネルギーの削減にも貢献し、ライフサイクル全体に渡って環境負荷の低減に貢献する製品となっている。</p> <p>本事例では、1 回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤が CO₂ 排出削減に貢献する度合いを、従来品との比較により定量的に明らかにすることを目的とした。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すすぎ回数の低減による洗濯機の節電、及び節水による上水、下水処理に必要な電力量の低減 ・濃縮化で実現したコンパクト化による容器重量の低減により、原料調達段階や廃棄段階における CO₂ 排出削減、輸送エネルギー低減による CO₂ 排出削減

		<p>【濃縮型液体衣料用洗剤に使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・親水性ノニオン型界面活性剤 ・アニオン型界面活性剤  <p style="text-align: center;">従来型洗剤 超濃縮衣料用洗剤</p>	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例は1回すすぎ濃縮型液体衣料用洗剤と従来型の2回すすぎ液体衣料用洗剤を対象としたものである。		
3	製品の比較		
	評価対象製品	濃縮型液体衣料用洗剤	
	比較製品	従来型液体衣料用洗剤	
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	衣料品の洗濯
		機能単位	衣料品 4kg の洗濯 1 回
		便益を受けるユーザー	濃縮型液体衣料用洗剤の利用者
4-2	品質要件	<p>評価対象製品、比較製品とも、各社の品質基準をクリアし、「家庭用品品質表示法」による品質表示をしたものが流通している。</p> <p>両製品は製品中身（洗剤）と容器（ボトル、キャップ）からなる製品である。評価対象製品である濃縮型液体衣料用洗剤は洗浄力が強化されているため、洗濯時のすすぎが1回で済むと同時に濃縮されているため洗濯に使用する際の洗剤使用量が比較製品にくらべて少ない。比較製品は従来型の液体衣料用洗剤であり、洗濯時のすすぎを2回行う必要がある。評価対象製品は衣料品 4kg に対して 16.8g、比較製品は 41.8g で同等の洗浄力を発揮する。</p>	
4-3	製品のサービスマン寿命	評価対象製品	衣料品 4kg の 洗濯 1 回
		比較製品	衣料品 4kg の 洗濯 1 回
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂ 排出量の算定に用いた洗剤データは 2012 年の実績データに基づく。 ・2020 年の需要は 2012 年実績値と同一と仮定

			<p>・ CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。</p>																																			
		地理的基準	対象地域は日本																																			
5	算定の方法論																																					
5-1	境界の設定	<p>評価対象製品と比較製品の双方について、洗剤の原料調達、洗剤の製造、流通、使用（洗濯）、使用后洗剤の排水処理に関わるプロセスをシステム境界に含む。</p> <p>洗剤の製造過程で使用される資材の原料調達、製造、廃棄処理をシステム境界に含む。</p>																																				
5-2	前提条件	<p>【洗剤入り容器の構成】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th colspan="2">評価対象製品</th> <th colspan="2">比較製品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>洗剤重量</td> <td>400g</td> <td>濃縮型 界面活性剤</td> <td>1,000g</td> <td>界面活性剤</td> </tr> <tr> <td>容器重量</td> <td>65g</td> <td>PET/PP</td> <td>117g</td> <td>HDPE/PP</td> </tr> </tbody> </table> <p>【1 回洗濯当たりの衣料品の量と洗剤の使用量】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>評価対象製品</th> <th>比較製品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>衣料品量</td> <td>4kg</td> <td>4kg</td> </tr> <tr> <td>洗剤使用量</td> <td>16.8g</td> <td>41.8g</td> </tr> </tbody> </table> <p>【洗濯時の電力消費量、水使用量】</p> <p>日本では衣料品に洗剤が残らないように通常 2 回のすすぎを行う。評価対象製品は 1 回のすすぎで洗濯することが可能である。したがってすすぎの回数を減らすことによって、洗濯機を動かす際の電力消費量と水の使用量を少なくすることができる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>評価対象製品</th> <th>比較製品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力消費量</td> <td>52 Wh/回</td> <td>67 Wh/回</td> </tr> <tr> <td>水使用量</td> <td>102 ℓ /回</td> <td>130 ℓ /回</td> </tr> </tbody> </table> <p>【輸送に関する事項】</p> <p>評価対象製品の輸送条件は、工場から物流拠点までは 20t 車で 500km、積載率 95%とした。物流拠点から小売店までは 3t 車で 100km、積載率 70%とした。比較製品の輸送条件も同じである。ただし、製品 1 個あたりの容量が異なるため、1 台あたりの輸送個数は評価対象製品の方が多くなり、輸送段階における CO₂ 排出量の算定結果にも反映されている。</p> <p>【廃棄に関する事項】</p>				区分	評価対象製品		比較製品		洗剤重量	400g	濃縮型 界面活性剤	1,000g	界面活性剤	容器重量	65g	PET/PP	117g	HDPE/PP	区分	評価対象製品	比較製品	衣料品量	4kg	4kg	洗剤使用量	16.8g	41.8g	区分	評価対象製品	比較製品	電力消費量	52 Wh/回	67 Wh/回	水使用量	102 ℓ /回	130 ℓ /回
区分	評価対象製品		比較製品																																			
洗剤重量	400g	濃縮型 界面活性剤	1,000g	界面活性剤																																		
容器重量	65g	PET/PP	117g	HDPE/PP																																		
区分	評価対象製品	比較製品																																				
衣料品量	4kg	4kg																																				
洗剤使用量	16.8g	41.8g																																				
区分	評価対象製品	比較製品																																				
電力消費量	52 Wh/回	67 Wh/回																																				
水使用量	102 ℓ /回	130 ℓ /回																																				

		<p>洗剤においては、洗剤成分の分解と洗濯後に排水される水の処理まで考慮している。排水処理については下水処理 75.8%と浄化槽処理・放流 24.2%とした。</p> <p>容器の廃棄段階については、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム（Carbon Foot Print Communication Program : CFP）で用いられているプロダクト・カテゴリー・ルール（Product Category Rule : PCR）を参考に一般廃棄物の処理状況等調査結果（平成 18 年度実績）を適用した、焼却 92%、埋立 3%、リサイクル 5%とした。評価対象製品と比較製品でそれぞれ容器の組成に応じた CO₂ 排出量の算出を行った。</p>															
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①洗剤の使用量、②洗濯時の消費電力である。															
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：将来何の変化もおこらないと想定（2012 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO ₂ 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、洗濯 1 回あたりのすすぎ回数を 2 回から 1 回へ減らすことができるため、洗濯 1 回あたり洗濯機を動かすための電力消費量を低減できる。この結果、評価対象製品は洗濯時の CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。															
7	CO ₂ 排出量の算定結果																
	洗濯 1 回あたりの液体衣料用洗剤の CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量 kg-CO ₂ /回																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>評価対象製品</th> <th>比較製品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原料調達</td> <td>0.0355</td> <td>0.0470</td> </tr> <tr> <td>製品製造</td> <td>0.0004</td> <td>0.0004</td> </tr> <tr> <td>流通</td> <td>0.0019</td> <td>0.0032</td> </tr> <tr> <td>使用</td> <td>0.0370</td> <td>0.0474</td> </tr> </tbody> </table>		評価対象製品	比較製品	原料調達	0.0355	0.0470	製品製造	0.0004	0.0004	流通	0.0019	0.0032	使用	0.0370	0.0474
	評価対象製品	比較製品															
原料調達	0.0355	0.0470															
製品製造	0.0004	0.0004															
流通	0.0019	0.0032															
使用	0.0370	0.0474															

	廃棄・リサイクル	0.0489	0.0588
	ライフサイクル全体	0.1237	0.1568
	CO ₂ 排出削減貢献量	▲0.0331	
8	今後の予測		
	2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量		
	1) 2020 年の導入量		
	・生産量	(トン)	148,000
	2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量		
	・洗濯 1 回あたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /回)	0.0331
	・2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	(万トン-CO ₂)	▲29.2
9	調査の限界と将来に向けた提言		
	<p>本事例は 4kg の衣料品に使用する洗剤量が 16.8g 程度 である濃縮型液体衣料用洗剤を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって製品中身や容器の重量・サイズが異なる製品、濃縮率が大幅に異なる製品、使用する素材が異なる製品については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p> <p>またすすぎ回数を 1 回にすることにより洗濯時の電力消費量と水消費量の低減を達成する為には、洗濯時の「すすぎ 1 回」の設定を確実に実行する等消費者の協力が必要である。</p>		

■低温鋼板洗浄剤

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>自動車用ボディなどに使用される鋼板は、圧延油を塗布した鋼板を 2 本のロールで圧延するプロセスを経て製造される。圧延工程後の洗浄工程において、鋼板の表面に付着した圧延油や、鋼板を薄く引き延ばしたときに発生する微細な鉄粉を除去するためアルカリ洗浄剤が用いられてきたが、短時間の洗浄と所定の洗浄力を発揮するために、70～80℃の高温域での洗浄が必要であった。低温鋼板洗浄剤は、40～50℃の低い洗浄温度において従来品と同等の洗浄効果を達成した製品である。低温下では洗浄対象となる油の粘度が高く、高粘度の油にも浸透性が高いノニオン型界面活性剤を用いて洗浄温度の低減を達成した結果、洗浄溶液の加熱に用いる蒸気量を低減することができる。</p> <p>本事例は、低温鋼板洗浄剤が CO₂ 排出削減に貢献する度合いを、</p>

		<p>従来品との比較により定量的に明らかにすることを目的とした。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】</p> <p>高粘度の油にも浸透性の高いノニオン型界面活性剤を使用することにより、洗浄温度を 80℃から 40℃に低下することが可能となり、加熱に必要な蒸気量が低減される。</p> <p>【鋼板洗浄剤に使用される化学製品】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ノニオン型界面活性剤 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
		本事例は鋼板の洗浄に使用する洗浄剤を対象としたものである。	
3	製品の比較		
		評価対象製品	低温鋼板洗浄剤
		比較製品	従来型鋼板洗浄剤
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	鋼板の洗浄
		機能単位	鋼板 1kg の洗浄 (洗浄剤使用量 0.54kg/t-鋼板)
		便益を受けるユーザー	鋼板の製造メーカー
4-2	品質要件	<p>評価対象製品は高粘度の油にも浸透性の高い低温鋼板洗浄剤であり、鋼板の製造工程で行う洗浄プロセスの温度を 40℃～50℃の温度域で行うことが可能である。比較製品は従来の鋼板洗浄剤であり、70℃～80℃の高温での洗浄を行う必要がある。どちらの製品も同等の洗浄効果を発揮する。</p>	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	評価対象製品と比較製品は消費財であるため、サービス寿命という定義に当てはまらない。
		比較製品	
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂ 排出量の算定に用いた洗浄剤データは 2012 年の実績データに基づく。 ・2020 年の需要は 2012 年実績と同一とした。 ・CO₂ 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時の CO₂ 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	<p>評価対象製品と比較製品の双方について、洗浄剤の原料調達、洗浄剤の製造、流通、鋼板製造過程での洗浄、洗浄剤の使用後における排水処理をシステム境界に含む。</p> <p>鋼板の原料調達、製品製造、廃棄のプロセスは算定の対象外とした。</p>	

5-2	前提条件	【洗浄剤の使用量】 ・評価対象製品、及び比較製品とも鋼板 1 t あたり 0.54kg 【洗浄時の水・蒸気（水加温用）使用量】			
			使用水温	使用水量 (排水量)	鋼板 1 トン 洗浄あたり 蒸気量
		評価対象製品	50℃	0.0123m ³	460kg
		比較製品	70℃	0.0123m ³	700kg
		【流通における輸送の条件】 ・洗浄剤の製造工場から鋼板の製造施設までの流通 ・使用車両 10t 車、輸送距離 550km、積載率 100% 【廃棄段階の考え方】 ・排水処理運転及び製品中身成分の分解（化石由来炭素分）における CO ₂ 排出量を計上			
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①洗剤の使用量、②洗浄温度（蒸気の使用量）である。			
5-4	不確実性と将来的進捗シナリオの統合	シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2005 年の CO ₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO ₂ 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）				
		従来の鋼板洗浄剤では洗浄水の温度が 70℃であったのに対し、評価対象製品である低温鋼板洗浄剤を使用することによって、洗浄水の温度が 50℃でも同等の洗浄を行うことが可能であり、蒸気の使用量を削減することができる。この結果、評価対象製品は CO ₂ 排出削減削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から鋼板メーカーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。			
7	CO ₂ 排出量の算定結果				
	鋼板の洗浄 1 トンあたりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量				
			評価対象製品	比較製品	
	原料調達時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	0.198	0.288	
	洗浄剤製造時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	0.002	0.002	
	洗浄剤流通時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	0.030	0.030	
	洗浄時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	9.420	14.332	
	洗浄剤廃棄時 CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	0.051	0.086	

	ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]	9.700	14.738
	CO₂ 排出削減貢献量	[kg-CO ₂ /t-鋼板]		▲5.038
8	今後の予測			
	2020 年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量			
	1) 2020 年の導入量			
	・評価対象製品によって洗浄された鋼板の生産量	(トン)		8,750,000
	2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減貢献量			
	・鋼板 1 トンあたりのライフサイクル CO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /t-鋼板)		5.038
	・2020 年の評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	(万 t-CO ₂)		▲4.4
9	調査の限界と将来に向けた提言			
	<p>本事例は、低温鋼板洗浄剤を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。CO₂ 排出削減貢献量の大半が洗浄工程の蒸気使用に伴う CO₂ 排出量の違いであることから、前提条件で設定した蒸気の使用量、他のプラントから副生する蒸気などを利用している場合には算定される CO₂ 排出削減貢献量が異なる。</p>			

■高耐久性マンション用材料

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>コンクリートの乾燥収縮低減剤は、混和剤として生コンクリート製造時に水と同時に添加される。乾燥収縮低減剤の役割は、コンクリート内部の水分が蒸発する際に発生する毛細管張力を低下させることで乾燥による収縮を低減させ、コンクリートのひび割れ発生を抑制することであり、その効果により鉄筋コンクリートの耐久性の向上につながり、鉄筋コンクリート造建築物の寿命を伸ばすことができる。</p> <p>本事例では乾燥収縮低減剤を使用して耐久性を向上させたマンションの長寿命化による CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【CO₂ 排出削減貢献の内容】</p> <p>乾燥収縮低減剤は、コンクリートの耐久性を向上させることがで</p>

		<p>き、マンションの寿命を延ばすことができるため、マンションの建て替え回数を減らすことができ、マンションの建設時に使用される資源の節約につながる。</p> <p>【コンクリートの耐久性向上のために使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥収縮低減剤（特殊ポリオキシアルキレングリコール誘導体） ・高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤） ・減水剤（リグニンスルホン酸塩） 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
		<p>本事例は乾燥収縮低減剤を使用することによって耐久性を高めたマンションと通常のマンションを対象としたものである。</p>	
3	製品の比較		
		評価対象製品	高耐久性マンション
		比較製品	通常のマンション
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	鉄筋コンクリート集合住宅の提供
		機能単位	100年間の住居空間1戸
		便益を受けるユーザー	マンションの管理者・所有者
4-2	品質要件	<p>評価対象製品と比較製品はコンクリートの耐久性に違いがあり、サービス寿命が異なるものの最終製品である住居用マンションとしては同じ機能を発揮するものである。</p>	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	<p>本事例では評価対象製品である高耐久性マンションの大規模補修不要予定期間である100年間をサービス寿命とした。</p>
		比較製品	評価対象製品に準ずる。
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂排出量の算定に用いたデータは2011年のデータを使用 ・2020年の需要は2010年着工実績の2/3と仮定 ・CO₂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時のCO₂排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本
5	算定の方法論		
5-1	境界の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・評価対象製品と比較製品の双方について、原料採取～製造（建設）、使用・維持管理、廃棄の段階におけるCO₂排出量をシステム境界に含む。 ・ただし、居住期間（100年間）におけるエネルギー消費（冷暖房、調理、照明、電気機器など）に伴うCO₂排出量は算定の対象外と 	

		した。	
5-2	前提条件	【マンションの仕様】	
		地域	東京近郊
		構造	RC 構造
		延床面積	7,280.85m ²
		階数	地上 9 階
		戸数	88 戸
		評価対象製品及び比較製品の寿命は以下の通りとした。 <ul style="list-style-type: none"> ・高耐久性マンション：100 年（長期供用級） ・通常のマンション：50 年（鉄骨造共同住宅） 	
5-3	主要パラメータ	CO ₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要なパラメータは、製品のサービス寿命である。	
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：将来何の変化もおこらないと想定（2010 年時の CO ₂ 削減貢献量を使用）した 2020 年の CO ₂ 排出量の算定をベースケースとした。	
6	貢献の度合い（重要性）		
		乾燥収縮低減剤をコンクリートへ使用することによってマンションのサービス寿命を 100 年間に伸ばすことができ、マンションの建設に使用される資材消費に伴う CO ₂ 排出量と廃棄に係る CO ₂ 排出量の削減となり、CO ₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO ₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からマンションの利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。	
7	CO ₂ 排出量の算定結果		
	マンション 1 戸当たりの CO ₂ 排出量と CO ₂ 排出削減貢献量（100 年間）		
		高耐久性 マンション	通常の マンション
	建築に伴う CO ₂ 排出量		
	設計監理 [kg-CO ₂ /戸]	4,517	4,493
	新築（建替含む） [kg-CO ₂ /戸]	79,974	159,948
	混和剤 [kg-CO ₂ /戸]	3,888	194
	使用維持管理に伴う CO ₂ 排出量		
	修繕 [kg-CO ₂ /戸]	58,073	58,073
	改修 [kg-CO ₂ /戸]	104,571	61,349
	維持管理 [kg-CO ₂ /戸]	13,635	13,635
	廃棄・リサイクルに伴う CO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /戸]	6,718	10,483
	合計 [kg-CO₂/戸]	271,376	308,174
	CO₂ 排出削減貢献量 [kg-CO₂/戸]	▲36,798	
	注 1. 修繕は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、天井などの内部仕上げに関する資材の修繕に係る CO ₂		
	注 2. 改修は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、		

	天井などの内部仕上げに関する資材の改修に係る CO ₂ 注3. 維持管理は保安警備、衛生清掃、昇降機、電気機械設備関係などに伴う CO ₂	
8	今後の予測	
	2020年における評価対象製品による CO ₂ 排出削減貢献量	
	1) 2020年に建築される戸数	
	・高耐久性マンションの建築戸数 [戸]	61,000
	2) CO ₂ 排出削減貢献量 (100年間)	
	・1戸あたりの CO ₂ 排出削減貢献量 [kg-CO ₂ /戸]	▲36,798
	・2020年に建築される高耐久性マンションによる CO ₂ 排出削減貢献量 [万 t-CO ₂]	▲224
9	調査の限界と将来に向けた提言	
	<p>本事例は乾燥収縮低減剤を使用した大規模補修不要予定期間が 100 年である長期供用級の地上 9 階建て、延床面積 7,280.85m²、88 戸のマンションの CO₂ 排出量を評価したものであり、2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがってマンションの規模、コンクリート使用量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 CO₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。</p>	

■高耐久性塗料

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>塗料は通常、下塗り、中塗り、上塗り等が複合した塗装系により、素材保護や様々な色彩等の機能を比較的簡便な手段で実現できる材料である。耐久性に優れた塗料を建築物に使用した場合、その塗膜は長期間にわたり所定の性能を保つため、塗替えの回数を少なくすることができ、使用する塗料の重量を削減することが可能である。</p> <p>本事例では新築マンションの外壁を対象として、上塗り塗料に高耐久性塗料を使用した場合における塗料使用量の削減に伴う GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【GHG 排出削減貢献の内容】</p> <p>耐久性の高いシリコン樹脂系塗料、フッ素樹脂系塗料を使用することで塗り替えの回数を削減することができ、塗料の使用量を削減できる。</p>

		【配管材料に使用される化学製品】 <ul style="list-style-type: none"> ・ シリコン樹脂系塗料 ・ フッ素樹脂系塗料 	
2	バリューチェーンにおけるレベル		
	本事例はマンションの外壁に使用される塗料を対象としたものである。		
3	製品の比較（比較製品）		
	評価対象製品	シリコン樹脂系塗料(90%)とフッ素樹脂系塗料(10%)	
	比較製品	アクリル樹脂系塗料(67%)とウレタン樹脂系塗料(33%)	
	()は使用割合		
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	マンション外壁への塗装
		機能単位	マンションの使用期間 50 年間における外壁の塗装面積 1m ²
		便益を受けるユーザー	マンションの維持管理業者・所有者
4-2	品質要件	マンションの外壁へ使用される塗料の役割は、コンクリートの保護、外観（デザイン）の充実である。どちらの製品もこれらの役割を果たすものであり、評価対象製品と比較製品は同じ機能を発揮するものである。	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	マンションの使用期間である 50 年
		比較製品	マンションの使用期間である 50 年
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ GHG 排出量の算定に用いた塗料のデータは 2012 年の業界平均に基づく ・ 2020 年の需要は 2012 年着工件数実績と同一と仮定 ・ GHG 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時の GHG 排出削減貢献量を算定した。
		地理的基準	対象地域は日本

5	算定の方法論																																			
5-1	境界の設定	<p>評価対象製品と比較製品の双方について、塗料の原料調達（樹脂、溶剤、顔料）、塗料の製造、マンション解体後の廃棄処理に係るプロセスをシステム境界に含む。</p> <p>なお、塗装プロセスはカットオフしている。</p> <p>塗料の廃棄段階においても、その使用量に応じてリサイクルに伴う GHG 排出量を計上した。</p> <p>マンションの建設に使用される資材の原料調達と製品製造、マンションの建設、使用・維持、解体、マンション解体後の廃棄のプロセスはシステム境界外で算定の対象外とした。</p>																																		
5-2	前提条件	<p>【塗装形式】</p> <p>・新設時</p> <table border="1"> <tr> <td>上塗り</td> <td>フッ素樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>ウレタン樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> </tr> <tr> <td>中塗り</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> </tr> <tr> <td>下塗り</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> </tr> </table> <p>・塗り替え時</p> <table border="1"> <tr> <td>上塗り</td> <td>フッ素樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>ウレタン樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> </tr> <tr> <td>中塗り</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> </tr> <tr> <td>下塗り</td> <td>なし</td> <td>なし</td> <td>なし</td> <td>なし</td> </tr> </table>					上塗り	フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	中塗り	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	下塗り	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	上塗り	フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	中塗り	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	下塗り	なし	なし	なし	なし
上塗り		フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料																															
中塗り		アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料																															
下塗り		シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料																															
上塗り		フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料																															
中塗り		アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料																															
下塗り		なし	なし	なし	なし																															
<p>【マンション使用期間（50年間）における塗装回数】</p> <table border="1"> <tr> <td>上塗り塗料種</td> <td>フッ素樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>ウレタン樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> </tr> <tr> <td>初回(回)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>塗り替え(回)</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>13</td> </tr> </table>						上塗り塗料種	フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	初回(回)	1	1	1	1	塗り替え(回)	3	4	7	12	計	4	5	8	13											
上塗り塗料種		フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料																															
初回(回)		1	1	1	1																															
塗り替え(回)		3	4	7	12																															
計		4	5	8	13																															
<p>【塗装量】</p> <table border="1"> <tr> <td>上塗り塗料種</td> <td>フッ素樹脂系塗料</td> <td>シリコン樹脂系塗料</td> <td>ウレタン樹脂系塗料</td> <td>アクリル樹脂系塗料</td> <td>単位</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">新設時</td> <td>塗装回数(50年間)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>上塗り</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> </tr> </table>						上塗り塗料種	フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	単位	新設時	塗装回数(50年間)	1	1	1	1	上塗り	0.26	0.26	0.26	0.26														
上塗り塗料種		フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	単位																														
新設時	塗装回数(50年間)	1	1	1	1																															
	上塗り	0.26	0.26	0.26	0.26																															
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td>kg/m²・回</td> </tr> </table>								kg/m ² ・回																												
		kg/m ² ・回																																		

		中塗り (アクリル系)	1.2	1.2	1.2	1.2	kg/m ² ・回
		下塗り (シリコン系)	0.13	0.13	0.13	0.13	kg/m ² ・回
	塗替時	塗装回数 (50年間)	3	4	7	12	回
		上塗り	0.26	0.26	0.26	0.26	kg/m ² ・回
		中塗り (アクリル系)	0.5	0.5	0.5	0.5	kg/m ² ・回
	計	上塗り	1.04 ¹⁾	1.30	2.08	3.38	kg/m ²
		中塗り (アクリル系)	2.7 ²⁾	3.2	4.7	7.2	kg/m ²
		下塗り (シリコン系)	0.13	0.13	0.13	0.13	kg/m ²
	1)0.26×3+0.26=1.04 2)0.5×3+1.2=2.7						
5-3	主要パラメータ	GHG 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは、①各塗料の使用割合、②各塗料の耐用年数、③各塗料の塗装量である。					
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:将来何の変化もおこらないと想定(2012年のGHG削減貢献量を使用)したGHG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)						
		塗料の上塗りに耐久性の高い種類を用いることによって、一定期間(本事例ではマンションの平均寿命である50年間)における外壁への塗装回数を減らすことができ、その結果として塗料の使用量を削減し、GHG排出削減に貢献している。ただし、GHG排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から耐久性塗料のユーザーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。					
7	GHG排出量の算定結果						
	【塗料のGHG排出原単位】						
		単位: kg-CO _{2e} /kg					
	上塗り塗料種	フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料		
	原料調達	1.68	2.157	1.884	1.922		
	塗料製造	0.043	0.043	0.043	0.043		
	塗装	カットオフ	カットオフ	カットオフ	カットオフ		
	廃棄・リサイクル	0.004	0.004	0.004	0.004		
	計	1.727	2.204	1.931	1.969		

【上塗り塗料種別の GHG 排出量(50 年間)及び各製品の GHG 排出量】						
上塗り塗料種		評価対象製品		比較製品		単位
		フッ素樹脂系塗料	シリコン樹脂系塗料	ウレタン樹脂系塗料	アクリル樹脂系塗料	
上塗り	塗装量	1.04	1.30	2.08	3.38	kg/m ²
	GHG 排出量	1.796	2.865	4.016	6.656	kg-CO _{2e} /m ²
中塗り (アクリル樹脂系塗料)	塗装量	2.70	3.20	4.70	7.20	kg/m ²
	GHG 排出量	5.316	6.301	9.254	14.18	kg-CO _{2e} /m ²
下塗り (シリコン樹脂系塗料)	塗装量	0.13	0.13	0.13	0.13	kg/m ²
	GHG 排出量	0.287	0.287	0.287	0.287	kg-CO _{2e} /m ²
合計	GHG 排出量	7.399	9.453	13.557	21.120	kg-CO _{2e} /m ²
市場構成比		0.1	0.90	0.33	0.67	—
製品の面積あたり GHG 排出量 (50 年間)		9.248		18.624		kg-CO _{2e} /m ²
製品の面積あたり GHG 排出削減貢献量(50 年間)		▲9.376				kg-CO _{2e} /m ²
【製品のプロセス別 GHG 排出量】						
		評価対象製品		比較製品		単位
原料調達		9.032		18.177		kg-CO _{2e} /m ²
塗料製造		0.196		0.406		kg-CO _{2e} /m ²
廃棄・リサイクル		0.020		0.041		kg-CO _{2e} /m ²
計		9.248		18.624		kg-CO _{2e} /m ²
GHG 排出削減貢献量		▲9.376				kg-CO _{2e} /m ²
8	今後の予測					
<p>2020 年における評価対象製品による GHG 排出削減貢献量</p> <p>【マンション 1 棟あたり塗装面積】 4,000m²</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地上 9 階 1 棟あたり 88 戸 ・外周を 40m と 20m、高さを 31.5m (1 階あたり 3.5m×9 階) ・マンション外壁の面積は 120m×31.5=3,780 m² ・上記数値を丸めて 1 棟あたり 4,000m² <p>【マンションの供給戸数】 2010 年 92,000 戸、2020 年 61,000 戸</p> <p>【2020 年の評価対象製品の対象戸数】 27,450 戸 (約 300 棟)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2012 年における比較製品は 2020 年には評価対象製品に代替される。 ・比較製品の 2012 年における市場構成は 45% (61,000×0.45=27,450) ・マンション 1 棟あたり 88 戸であるから、約 300 棟 						

	1) 2020年の導入量	
	・対象戸数 [戸]	27,450
	・対象棟数 [棟]	300
	・1棟あたり塗装面積 [m ²]	4,000
	・対象塗装面積 [m ²]	1,200,000
	2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量	
	・1 m ² あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量 [kg-CO _{2e} /m ²]	▲9.376
	・2020年の評価対象製品による GHG 排出削減貢献量 [万トン-CO _{2e}]	▲1.1
9	調査の限界と将来に向けた提言	
	<p>本事例は、マンション外壁の上塗り塗料にシリコン樹脂系塗料とフッ素樹脂系塗料のライフサイクルを評価しており、2020年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。したがってマンションの外壁以外に塗装されるケース、マンションのサイズが大きくことなるケース、種類が異なる塗料を塗装するケースについては個別の評価が必要であり、その結果によって GHG 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。</p>	
10	課題	
	<p>将来シナリオ（今後の予測）においては特定のマンションを想定して推計しているため cLCA の適用範囲を限定せざるを得ない。したがって、本事例のみならず塗料の使用状況と用途別の出荷量がより詳細に把握できるようになれば、より確度の高い cLCA 評価が可能となる。</p>	

■シャンプー容器（サトウキビ由来ポリエチレン）

No.	項目	内容
1	調査の目的	<p>シャンプーとは、薬事法で「化粧品」、「医薬部外品」または「雑貨」と規定される製品のうち、塗布、洗浄、濯ぎまたは清拭などの行為により、頭髮及び頭皮を清潔かつ健やかに保つことを主たる目的とする製品を指し、化粧品・日用品などパーソナルケアを目的とする商品の中で、最も多く流通している商品である。</p> <p>一般に、シャンプーの製品ライフサイクルの中で、環境負荷（GHG 排出）が高いのは、ユーザーによる使用段階の湯沸かしのエネルギー利用に伴う排出で、およそ 80%を占める。一方、使用段階をシステム境界から除外して評価を実施した場合には、容器の製造や廃棄に由来する GHG 排出量は約 1/3 を占め、その影響は決して小さくない。</p> <p>本事例はブラジル産サトウキビを原料とするポリエチレン製シ</p>

		<p>シャンプー容器の GHG 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。</p> <p>【GHG 排出削減貢献の内容】 エチレン原料として再生可能なバイオマス資源であるサトウキビを用いるために、化石燃料由来の GHG 排出量が少ない。</p> <p>【シャンプー容器に使用される化学製品】 ・バイオエチレンを重合して作られるポリエチレン</p>	
			
2	バリューチェーンにおけるレベル	本事例はシャンプーに使用される容器を対象としたものである。	
3	製品の比較	評価対象製品	バイオポリエチレン製容器
		比較製品	ポリエチレン製容器
4	機能単位		
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	液状であるシャンプーを保持する機能
		機能単位	600ml のシャンプーを保持する容器 1 個
		便益を受けるユーザー	特定できない（またはバリューチェーン全体）。
4-2	品質要件	<p>評価対象製品はボトルとポンプ式ディスペンサーからなる製品であり、ボトルの材料にサトウキビ由来のバイオエタノールから製造したバイオポリエチレンを使用したものである。</p> <p>比較製品はボトルの材料となるポリエチレンをナフサを分解して得られるエチレンから製造したものである。</p> <p>したがって、異なる製法によって生産された同じ素材を用いた同一の容器を対象としていることから、評価対象製品と比較製品は同一の機能を発揮するものである。</p>	
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	容器の廃棄時
		比較製品	容器の廃棄時

		評価対象製品と比較製品のどちらも容器を廃棄した時点でサービス寿命を消化したことになる。				
4-4	時間的基準 と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> GHG 排出量の算定に用いたデータは 2012 年のデータに基づく。 2020 年の需要予測を行うためのベースラインは 2012 年 GHG 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時の GHG 排出削減貢献量を算定した。 			
		地理的基準	対象地域は日本			
5	算定の方法論					
5-1	境界の設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達、(ボトルとポンプ式ディスペンサー)の製造、流通、廃棄をシステム境界に含む。 充填プロセスで使用される包装資材の廃棄に関わる GHG 排出量は製造に含めた。 販売は、システム境界外として算定対象外とした。 				
5-2	前提条件	【製品仕様】				
		項目	評価対象製品		比較製品	
		容器	70.8 g	600ml	70.8 g	600ml
		ボトル	45.0 g	バイオ PE	45.0 g	PE
		ポンプ式ディスペンサー	25.8 g	PP など	25.8 g	PP など
【土地利用変化に伴う GHG 排出】 評価対象製品の原料となるサトウキビ栽培に関する土地利用変化に伴う GHG 排出量は考慮していない。						
【廃棄方法別割合】 容器と製造過程で使用される包装資材の廃棄段階については、 <ul style="list-style-type: none"> プラスチックの場合：焼却 92%、埋立 3%、リサイクル 5% 段ボールの場合：焼却 4%、リサイクル 96% 						
5-3	主要パラメータ	GHG 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、①バイオポリエチレン製造までのプロセス、②カーボンニュートラルの適用、③プラスチックの廃棄処理のうち焼却処分される割合である。				
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：将来何の変化もおこらないと想定（2012 年時の GHG 削減貢献量を使用）した 2020 年の GHG 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）		
	<p>シャンプーを入れる容器にバイオポリエチレンを使用することによって、容器を焼却処分する際に発生するバイオマス由来の CO₂ にカーボンニュートラルを適用することにより、GHG 排出削減に貢献している。ただし、GHG 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から日用品メーカーを通じたバリューチェーン全体に帰属している。</p>		
7	GHG 排出量の算定結果		
	容器 1 個あたりの GHG 排出量と GHG 排出削減貢献量		
		評価対象製品	比較製品
	原料調達（容器）	[kg-CO _{2e} /個]	0.130
	製品製造（容器）	[kg-CO _{2e} /個]	0.134
	製品廃棄（容器）	[kg-CO _{2e} /個]	0.0709
	合計	[kg-CO _{2e} /個]	0.335
	GHG 排出削減貢献量	[kg-CO _{2e} /個]	▲0.129
8	今後の予測		
	2020 年における評価対象製品による GHG 排出削減貢献量		
	1) 2020 年の導入量		
	・生産量	[個]	1,000,000
	2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量		
	・1 個あたりのライフサイクル GHG 排出削減貢献量	[kg-CO _{2e} /m]	0.129
	・2020 年の評価対象製品による GHG 排出削減貢献量	[万 t-CO _{2e}]	▲0.0129
9	調査の限界と将来に向けた提言		
	<p>本事例は容量 600ml の容器を評価しており、2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。したがって容器の重量・サイズが異なる製品、容器の素材が異なる製品については個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出削減貢献量の算定結果が異なる。</p>		
10	課題		
	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用変化に伴う GHG 排出は現段階において考慮していない。資源作物の栽培地域における土地利用変化に伴う GHG 排出量の算定については今後の課題である。 ・本事例集は GHG 排出量に焦点を当てているため、他の環境影響については評価していない。しかしながら、事例提供者は GHG 排出量だけではなく、シャンプーのライフサイクルを通じた水資源消費量についても評価を実施している。この結果によると、容器の素材としてバイオポリエチレンを採用し、カーボンニュートラルを適用することによって GHG 排出量は削減されると同時に、水資源の消費量は増大するという側面が示されている。このことからわかるとおり、製品のライフサイクルにおける環境影響評価ではトレードオフが生じる 		

	可能性がある。したがって、地球温暖化だけでなく他の環境影響についても考慮していくことは重要である。
--	---

■ 飼料添加物

No.	項目	内容		
1	調査の目的	<p>肉用鶏や採卵鶏といった家禽用飼料ではメチオニンが最も不足しやすい第一制限アミノ酸となるため、大豆粕を始めとするタンパク質原料のみを用いて肉や卵といった家禽生産に必要な栄養要求量を満たす場合、メチオニン以外のアミノ酸は要求量を超えて過剰に供給されることとなる。この余剰アミノ酸は、家禽生産に利用されることなく、排泄窒素として体外に放出される。したがって、単体の合成アミノ酸（DL-メチオニン）を飼料に添加し、メチオニン要求量を効率的に充足することによって余剰なアミノ酸を削減することができ、その結果、排泄窒素の削減および排泄物管理過程における N₂O の発生を抑制することが可能である。</p> <p>本事例では、DL-メチオニン添加配合飼料を用いることによる排泄物管理過程における N₂O の発生抑制、すなわち GHG 排出削減貢献を定量的に評価するため、cLCA による検証を行った。</p>  <p>【GHG 排出削減貢献の内容】</p> <p>飼料に DL-メチオニンを添加し、飼料中の必須アミノ酸バランスを効率的に整えることによって余剰なアミノ酸を削減し、排泄窒素の削減および排泄物管理過程における N₂O 排出量を抑制することが可能である。</p> <p>【飼料添加剤に使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・DL-メチオニン ・ビタミンプレミックス ・ミネラルプレミックス 		
2	バリューチェーンにおけるレベル	<p>本事例は DL-メチオニン添加配合飼料と無添加配合飼料を対象としている。</p>		
3	製品の比較	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">評価対象製品</td> <td>DL-メチオニン添加配合飼料</td> </tr> </table>	評価対象製品	DL-メチオニン添加配合飼料
評価対象製品	DL-メチオニン添加配合飼料			

		比較製品	無添加配合飼料	
4	機能単位			
4-1	機能及び機能単位の詳細	機能	ブロイラーの飼養	
		機能単位	配合飼料 1kg	
		便益を受けるユーザー	養鶏業者	
4-2	品質要件	<p>配合飼料の機能性（役割）はブロイラーの飼養、すなわち家禽生産に必要な栄養源の供給である。</p> <p>適切な家禽生産のために必要な栄養素として、ブロイラー用配合飼料中の代謝エネルギーは 3,200 kcal/kg、可消化メチオニン+シスチンの含量は 0.76%の水準を満たさなければならない。この条件において、DL-メチオニン添加配合飼料中の粗タンパク質含量は 19.5%、無添加配合飼料では 25.6%となる。いずれの配合飼料もブロイラーの育成成績は変わらない。</p>		
4-3	製品のサービス寿命	評価対象製品	本事例ではブロイラーの飼養期間をサービス寿命とした。日本国内における一般的な飼養期間は 48 日（48 日齢）であり、給餌量は 1 羽あたり 6.11kg とした。	
		比較製品	評価対象製品に準ずる。	
4-4	時間的基準と地理的基準	時間的基準	<ul style="list-style-type: none"> GHG 排出量の算定に用いた配合飼料のデータは 2011 年の飼料構成に基づく 2020 年の需要は 2011 年実績と同一と仮定 GHG 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時の GHG 排出削減貢献量を算定した。 	
		地理的基準	対象地域は日本	
5	算定の方法論			
5-1	境界の設定	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象製品と比較製品の双方について、原料調達および排泄物管理過程をシステム境界に含む。 比較に用いる製品同士のライフサイクルにおける同一部分/プロセスの GHG 排出量は同量であり、削減貢献量の絶対値に影響を与えていないため、下記のプロセスの算定を省略した。 <p>A：配合飼料製造段階の GHG 排出量</p> <p>B：流通段階（飼料製造会社～養鶏場）の GHG 排出量</p> <p>C：養鶏場における飼養段階の GHG 排出量</p>		
5-2	前提条件	【配合飼料組成】		
		区分	DL-メチオニン添加配合飼料	無添加配合飼料
		トウモロコシ	58.0%	45.0%
		大豆粕	33.3%	38.3%

		コーングルテンミール	0.0%	7.8%
		大豆油	5.5%	5.9%
		ビタミン・ミネラル等	3.0%	3.0%
		DL-メチオニン	0.2%	0.0%
		計	100.0%	100.0%
		ブロイラー1羽の飼養日数は48日間とし、この期間の給餌量は6.11kgとした。		
5-3	主要パラメータ	GHG排出量全体に与える影響が大きい主要なパラメータは、①排泄物管理方法、②配合飼料組成である。		
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:将来何の変化もおこらないと想定(2011年時のGHG削減貢献量を使用)した2020年のGHG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)			
		本事例は、DL-メチオニンを添加することによって配合飼料中の余剰なアミノ酸を削減し、ブロイラーの排泄窒素を削減することができる。その結果、排泄物管理過程におけるN ₂ O排出量を抑制することが可能で、GHG排出削減に貢献している。ただし、GHG排出削減貢献量は、化学産業のみに帰属しておらず、原料調達から養鶏業者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。		
7	GHG排出量の算定結果			
	配合飼料の原料製造に伴うGHG排出量(kg-CO ₂ e/kg-飼料)			
		DL-メチオニン 添加配合飼料	無添加配合飼料	
	配合飼料の原料製造に伴うGHG排出量			
	トウモロコシ	0.044	0.034	
	大豆粕	0.058	0.067	
	コーングルテンミール	0	0.009	
	大豆油	0.025	0.027	
	ビタミン・ミネラル類	0.071	0.071	
	DL-メチオニン	0.019	0	
	廃棄段階(排泄物管理過程)におけるGHG排出量		0.059	0.107
	合計		0.276	0.316
	GHG排出削減貢献量		▲0.040	
8	今後の予測			
	2020年における評価対象製品によるGHG排出削減貢献量			
	1) 2020年の導入量			
	①年間処理羽数	[羽]	649,070,000	
	②飼料給餌量	[kg/羽]	6.11	
	③配合飼料消費量(①×②)	[t]	3,963,870	

	2) 導入シナリオに基づく GHG 排出削減貢献量	
	<ul style="list-style-type: none"> DL-メチオニン添加配合飼料 1kg のライフサイクル GHG 排出削減貢献量 [kg-CO₂e/kg-飼料] 	▲0.040
	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年の評価対象製品による GHG 排出削減貢献量 [万 t-CO₂e] 	▲15.86
9	調査の限界と将来に向けた提言	
	<p>本事例はブロイラー用配合飼料を評価したものであり、2020 年の需要予測に基づいて GHG 排出削減貢献量を算定したものである。したがって、採卵鶏や養豚、養牛といった配合飼料組成の異なる他の家畜種においては個別の評価が必要であり、その結果によっては GHG 排出量の算定結果が異なると考えられる。</p>	
10	課題	
	<p>配合飼料製造、流通、飼養の段階については、評価対象製品と比較製品において共通のプロセスであり、簡易算定法を用いて GHG 排出量の計算を省略した。省略したプロセスの GHG 総排出量に対する割合を記述する必要があるが、文献調査等によっても、配合飼料製造、流通、飼養の段階の GHG 排出量を算定した事例を把握できなかったため、今後の課題とした。</p>	

温室効果ガス削減に向けた新たな視点
国内および世界における化学製品のライフサイクル評価
carbon-Life Cycle Analysis (cLCA)

<http://www.nikkakyo.org/>



一般社団法人 日本化学工業協会

〒104-0033

東京都中央区新川 1-4-1 住友不動産六甲ビル 7F

TEL 03-3297-2578 (技術部) FAX 03-3297-2612

本冊子の著作権は一般社団法人日本化学工業協会に帰属します。
本冊子の一部または全部を無断で複写・複製・転載することを
禁じます。

第3版2014.3



環境負荷の少ない
ベジタブルオイルインクを
使用しています