

温室効果ガス 削減に向けた 新たな視点



International Year of
CHEMISTRY
2011



国内における化学製品の ライフサイクル評価

carbon-Life Cycle Analysis (c-LCA)



2011年7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
-国内における化学製品のライフサイクル評価-
carbon-Life Cycle Analysis (c-LCA)

ある一定の条件を設定した上で算出したケーススタディ



2011年7月
一般社団法人 日本化学工業協会



目 次

はじめに	1
エグゼクティブ・サマリー	2
<u>1. 化学産業について</u>	6
1. 1 化学産業の特徴	6
1. 2 日本の化学産業の特徴（2008年における概要）	6
1. 3 日本における化学産業の地球温暖化防止への取組み	7
<u>2. c-LCA (carbon-Life Cycle Analysis) について</u>	13
2. 1 評価方法	13
2. 2 ICCA の c-LCA レポート	14
<u>3. 日本国内における c-LCA 評価について</u>	18
3. 1 背景と目的	18
3. 2 評価対象	18
3. 3 評価対象期間に関する考え方	20
3. 4 排出削減貢献量の算定	20
<u>4. 評価事例（ある一定の条件を設定した上で算出した CO₂ 排出量）</u>	21
4. 1 再生可能エネルギー その1 -太陽光発電用材料-	21
4. 2 再生可能エネルギー その2 -風力発電用材料-	25
4. 3 軽量化による燃費向上 その1 -自動車用材料（炭素繊維）-	29
4. 4 軽量化による燃費向上 その2 -航空機用材料（炭素繊維）-	31
4. 5 省エネルギー その1 -LED 関連材料-	35
4. 6 省エネルギー その2 -住宅用断熱材-	38
4. 7 省エネルギー その3 -ホール素子、ホール IC-	41
4. 8 省エネルギー その4 -配管材料-	44
4. 9 省エネルギー その5 -海水淡水化プラント材料（RO 膜）-	47
<u>5. 結論と提言</u>	50
5. 1 評価事例のまとめ	50
5. 2 結論と提言	51
<u>6. 化学業界が進める今後の計画</u>	52
6. 1 国内における c-LCA 評価事例の拡大	52
6. 2 国際貢献の推進	52
6. 3 革新的技術の開発	53
<u>7. 「c-LCA 報告書」レビュー委員会</u>	55
7. 1 レビュー委員会の概要	55
7. 2 「c-LCA 報告書」に対する識者の意見	55
<u>8. 付録 c-LCA ファクトシート</u>	60

はじめに

世界の化学工業協会の団体である国際化学工業協会協議会（ICCA）は、2009年にマッキンゼー社とエコ・インスティテュートの協力を得て、「温室効果ガス削減に向けた新たな視点/化学産業が可能にする低炭素化対策の定量的ライフサイクル評価」と題する冊子を発行しました。その中で、化学製品を製造する過程で排出されるCO₂と、製造された化学製品の使用によって削減されるCO₂を比較するカーボンライフサイクル分析という論理的で実証的な解析を行い、世界のCO₂削減に化学産業が大きく貢献していることを明らかにしました。

即ち、地球温暖化問題に関して、化学産業は次のような貢献と役割を果たしています。

- ・化学産業は、エネルギー使用効率の向上と、燃料転換等で、生産量の増加にもかかわらず、CO₂排出を抑制してきている。
- ・化学産業は、提供する製品を通じ、他の産業や人びとの生活でのCO₂排出の削減に極めて大きく貢献している。
- ・化学産業は、地球温暖化対策に必要な製品と技術を提供していく“ソリューションプロバイダー（解決策の提供者）”である。

日本化学工業協会では、この度、日本国内における具体的な化学製品の使用によるCO₂排出削減量の定量化を行い、再生可能エネルギー、軽量化による燃費向上、省エネルギーの分野の9つの事例で、化学産業の貢献度合いを取りまとめました。本報告書を通じて、化学産業がCO₂排出削減において社会に貢献する“ソリューションプロバイダー”であることをご理解いただくとともに、地球温暖化対策には、製品のライフサイクルを通じたCO₂の排出状況を把握し、真のCO₂削減を目指していくことが重要であることをご理解いただければ幸いです。本報告書が、ライフサイクル分析のコンセプトを取り入れた政策の立案や、CO₂排出削減に資する化学製品の技術・素材開発の一助となることを期待しております。

末筆ながら、本報告書の発刊にあたりご指導、ご支援を賜った「みずほ情報総研株式会社」「株式会社産業情報研究センター」及びレビュー委員会の先生方に謝意を表します。

2011年7月



一般社団法人 日本化学工業協会会長

藤吉 建二

エグゼクティブ・サマリー

1. 概要及び結論

化学産業（プラスチック、ゴムを含むが、金属、硝子、セメントは含まない¹⁾）は製品の使用を通じて、他の業界及び社会全体のCO₂排出削減に貢献している。この観点よりICCA（International Council of Chemical Association：国際化学工業協会協議会）では、原料採取から、製造、使用、廃棄に至るライフサイクル全体を俯瞰した視点で化学製品のCO₂排出量を調査し、c-LCA²⁾レポートを作成した。

本報告では、2020年を評価対象年として、対象年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排出削減貢献量を評価し、国内における具体的な化学製品の使用による社会全体でのCO₂排出削減貢献量の定量化を目的に、再生可能エネルギー、軽量化による燃費向上、省エネの分野で、国内にデータがあり削減貢献効果の大きい9事例について分析した。なお、評価対象となる製品は、現状の製品と2020年時点で普及する見込みの製品を比較するのではなく、化学製品がなかった場合に使わざるを得ない製品を対象として比較した。

これらの分析の結果、化学製品は原料～製造～廃棄までのCO₂排出量が約475万トンであることに対して、完成品ベースで約1.1億トンの削減に貢献するキーマテリアルであることがわかった。なお、排出削減貢献量には、化学製品だけでなく他の原料、部材関連の製品分も含まれるが、現時点で他製品分を定量化する手段を持ち合わせていないため、排出削減貢献量を構成製品毎に配分することは行っていない。

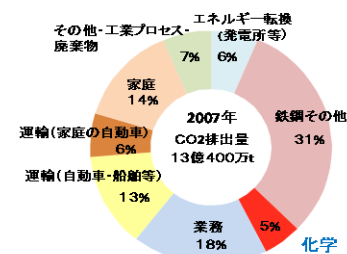
以上の事から、グローバルな課題であるCO₂削減を推進するためには、製造時におけるCO₂削減といった部分最適の議論ではなく、製品のライフサイクルを十分に理解したうえで、全体最適の視点からの対策が重要であるといえる。今後、化学産業は、製造時の排出削減にとどまらず、ライフサイクル全体における化学技術・製品の活用による削減貢献を目指し、社会全体のCO₂削減を推進するものである。

2. 日本の化学産業

化学産業は、石油を中心とした化石資源を、燃料及び原料として使用するエネルギー多消費型産業だが、日本の化学産業は、石油ショック以降、省エネに対する積極的な取組みを推進し、世界最高レベルのエネルギー効率を達成している。その結果、日本における化学製品が製造時に排出するエネルギー起源のCO₂は、2007年において日本全体（約13億トン）の約5%、約6,800万トンを占めている状況になっている。

温室効果ガス排出量の現状

化学(含む石油化学)の二酸化炭素排出量の割合
2007年 日本全体の5% 約6,800万トン/年



出典：国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス・データベース 2007

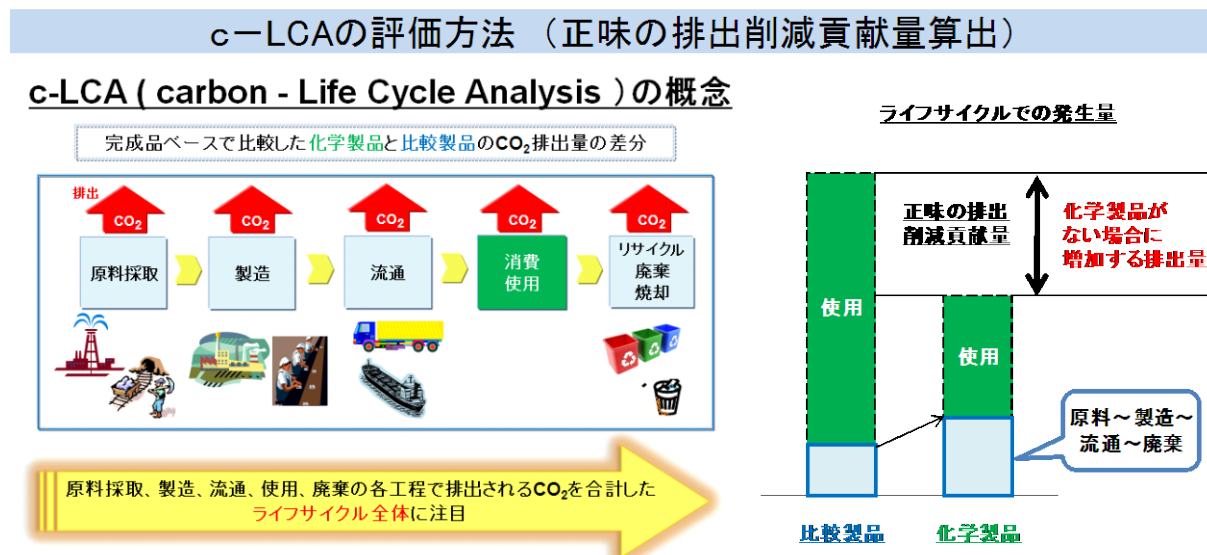
¹ 参照：経済産業省ウェブサイト「工業統計調査 分類関係資料 産業分類名称ファイル」

<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-4.html#menu08> 産業中分類(2桁)で16、18、19が対象。

² carbon-Life Cycle Analysis

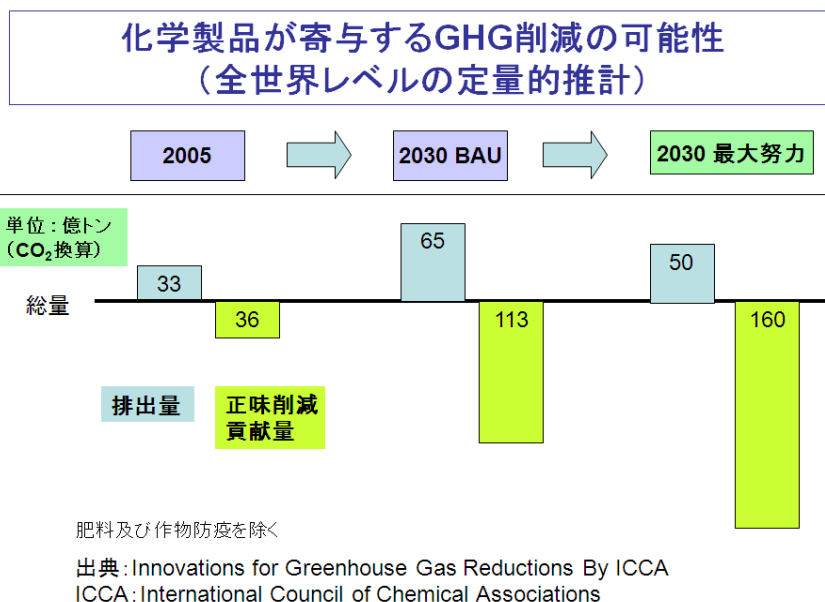
3. c-LCA のコンセプト (ICCA レポートより)

化学産業は、自動車、電機・電子などのユーザー企業に製品を提供し、他産業を支える基盤産業。c-LCAの評価方法とは、他産業で使用される時に排出されるGHG³に注目し、化学製品を使用した完成品と、比較製品を使用した完成品におけるライフサイクルでの排出量を比べ、その差分を化学製品がなかった場合に増加する排出量と考え、正味の排出削減貢献量として算出する。



ICCA レポートによると 2030 年の世界全体における最大努力ケースの正味削減貢献量は、農業資材の GHG 発生量を除外し、合計▲160 億トンと推計されている。

2005 年における世界全体での人為的GHG排出量は、460 億トン程度 (WEF2007⁴) と推定されており、160 億トンの削減量は、約 1/3 相当の削減貢献が期待できることになる。



³ Greenhouse Gas: 二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O) (=一酸化二窒素)、
ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)の6種類

⁴ World Economic Forum 2007 (通称: ダボス会議)

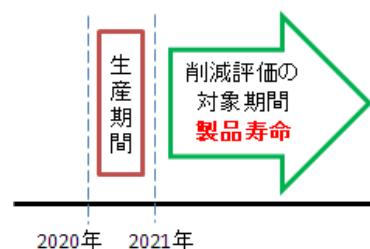
4. 2020年における日本国内の評価事例まとめ

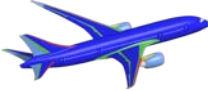
【対象期間】

評価対象年を **2020年** とし、対象年 **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 排出削減貢献量を評価。

【削減効果に寄与する対象製品の範囲】

化学製品は、エネルギー部門、輸送部門、民生家庭部門など、様々な分野の**完成品**において、**他の素材、部材関連の製品と連携して** CO₂ 削減の実現に貢献。



	再生可能エネルギー		軽量化による燃費向上	
	太陽光発電	風力発電	自動車	航空機
コンセプト				
機能	太陽光のエネルギーを半導体の原理を応用して直接電気に変える。	風力により発電機を直接回す。炭素繊維に因る剛性アップによる大型化。	炭素繊維を用い、従来と同じ性能・安全性を保ちつつ軽量化。	同左
対象製品 (化学製品を使用した完成品)	多結晶シリコン系太陽電池	炭素繊維強化プラスチックを使用した風力タービン	炭素繊維強化プラスチック	炭素繊維強化プラスチック
比較製品 (比較製品を使用した完成品)	公共電力	公共電力	鉄	アルミ合金
削減効果の内容	化石燃料を使用しないためCO ₂ を排出しない。	同左	軽量化により燃費が向上し、燃料消費量減。	同左
原料~製造~廃棄 排出量 (トン) 「範囲」 ^(*)	129 万 原料~製造	0.9 万 原料~製造	9.3 万 原料~製造/組立~廃棄	17.6 万 原料~製造/組立
正味削減貢献量 (トン)	▲898 万	▲854 万	▲7.5 万	▲122 万
合計 (海水淡水化除く)	日本における正味の排出削減貢献量 :			

(*) : 青字は化学製品だけの有効なデータ範囲。緑字は化学製品を使用した完成品の有効なデータ範囲

【削減貢献効果】

今回の 8 事例の合計から化学製品は、**ライフエンドまでに約 1.1 億トンの排出削減に貢献するキーマテリアル**であることが分かる。但し、削減貢献効果の大きい住宅用断熱材については、比較製品に問題を残しており、算定方法の改良を今後の課題とした。

【削減貢献度合】

削減貢献効果を生み出すために、化学製品を使用した完成品自体が排出する CO₂ 排出量が、475 万トン程度であることから、自らの排出量に対して、これを大きく上回る削減の実現に寄与していることが読み取れる。

省エネルギー				
LED	住宅用断熱材	ホール素子	配管材料 ^(*2)	海水淡水化 ^(*3)
				
電流を流すと発光する半導体。発光効率が高く、長寿命。	住まいの気密性と断熱性を高める。	整流子のないモータ。ロータの位置検出に素子を用い、駆動電力の効率向上。	铸铁製パイプと同じ性能を有し、上下水道に広く使われている。	半透膜を用い、逆浸透原理により海水を淡水化。
LED 電球	発泡断熱材 ポリウレタン ポリスチレン	直流ブラシレスモータ (エアコン用)	塩ビ製パイプ	逆浸透膜製 淡水化膜
白熱電球	無断熱住宅	交流モータ (エアコン用)	ダクタイル铸铁製パイプ	蒸発法
長寿命、かつ消費電力が少ない。	冷暖房の消費電力を減らす。	効率を上げて消費電力を減らす。	製造時に高温を使用しないため、エネルギー消費量少。	加熱を必要としないため、エネルギー消費量少。
9.2 万	235 万	<<1	74 万	150 万
原料~製造/組立~廃棄	原料~製造~廃棄	原料~製造	原料~製造/加工~廃棄	原料~製造/建設~廃棄
▲745 万	▲7,600 万	▲640 万	▲330 万	▲1 億 7,000 万 (世界全体の効果)
▲1 億 1,200 万トン				

(*2) : 使用時ではなく原料~製造~廃棄時の排出量を比較。 (*3) : 海外での普及がメイン。

1. 化学産業について

1. 1 化学産業の特徴

化学産業は自動車、電機・電子、医薬品、化粧品等他産業へ原料・素材を供給し、国民生活に重要な役割を果たしている。

暮らしと産業を支える化学工業



図1. 暮らしと産業を支える化学産業

1. 2 日本の化学産業の特徴（2008年における概要）

- ① 日本の製造業の中で、付加価値額が第二位の産業。
- ② 93万人の雇用を担う。
- ③ 高度な部材の供給を通じて、自動車、電機・電子等のユーザー企業に製品を提供し、日本の産業の競争力を支える基盤産業。
- ④ 原料、燃料用に化石資源を使用するエネルギー多消費型産業。
- ⑤ 欧米、アジア等との国際競争にさらされている産業。

	出荷額	付加価値額	従業員数	一人当たり付加価値額
	兆円	兆円	万人	万円
製造業合計	335.6	101.3	836.5	1,211
化学工業全体 (対製造業合計の比率)	43.7 (13%)	15.4 (15%)	92.9 (11%)	1,660
電気・情報・電子全体	51.9	15.1	127.2	1,190
輸送機械器具製造業	63.8	15.7	103.0	1,520
一般機械器具製造業	40.2	14.8	121.9	1,214

出典：経済産業省「工業統計表」、総務省「科学技術研究調査」、財務省「法人企業統計調査」

表1. 産業別、出荷額、付加価値、従業員数

1. 3 日本における化学産業の地球温暖化防止への取組み

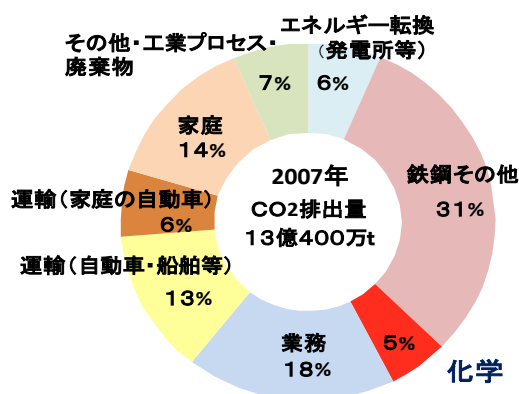
(1) CO₂排出の現状

「部門別 CO₂ 排出量の割合」

産業分野の CO₂ 排出量は日本全体の 36%で、残り 64%は業務、運輸、家庭等からの排出が占めている。産業部門における化学のポジションは、鉄鋼につき第 2 位の排出で、日本全体の 5%を占めている。

温室効果ガス排出量の現状

化学(含む石油化学)の二酸化炭素排出量の割合
2007年 日本全体の 5% 約6,800万トン/年



出典: 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス・データベース 2007

図 2 化学産業の CO₂ 排出量割合

(2) 日本の化学産業における省エネ活動の取組み

「部門別エネルギー使用量の推移」

化学産業が属する産業部門のエネルギー消費量は横這い。一方で、近年、業務、家庭部門でのエネルギー使用量は増加しており、日本全体での CO₂ 削減に向けた課題となっている。

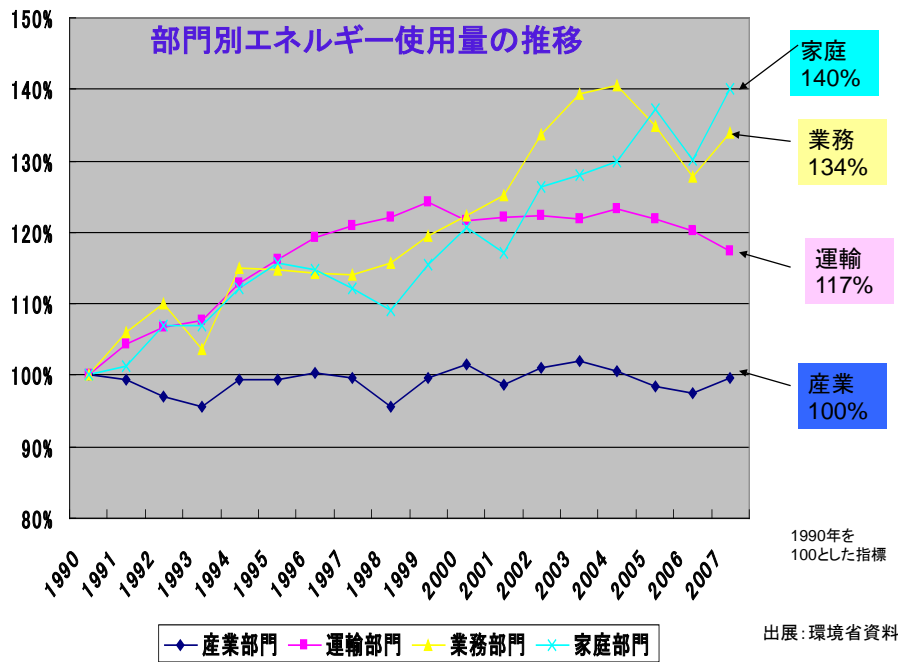


図3. 部門別エネルギー使用量の推移

「省エネ活動の全体的な推移」

化学産業は化石資源を燃料として多く使用するが、各種製品の原料としても大量に使用しており、燃料及び原料両面のセキュリティ確保の観点から、オイルショック以降、省エネに対する取組みを積極的に推進し、1980年代後半までに大幅な省エネを進めてきた。

エネルギー換算したエチレンなど石化製品の原料としての消費量の推移は、生産量の伸びにより増加傾向だが、エネルギー（燃料等）としての利用量は横這いで、継続的な省エネ活動に努めていることが分かる。

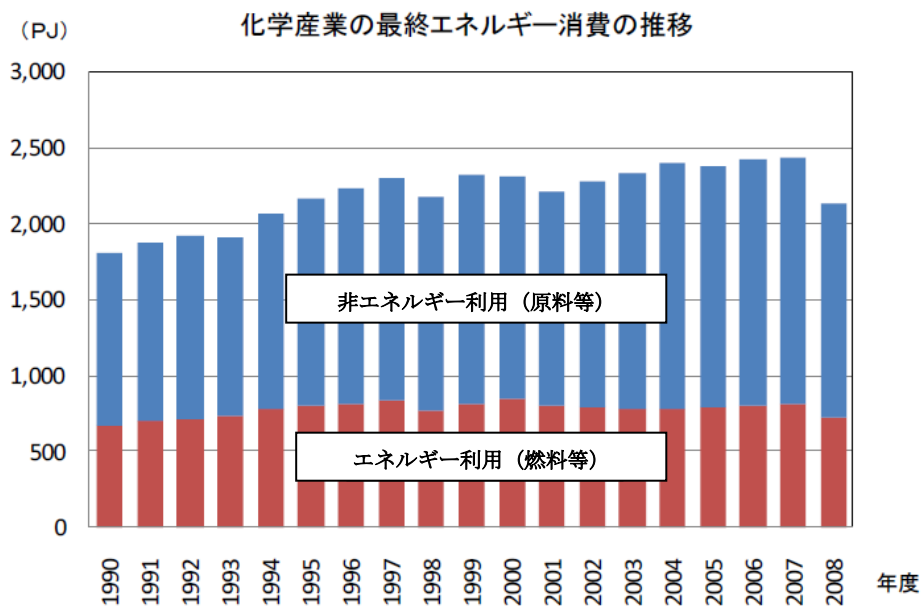


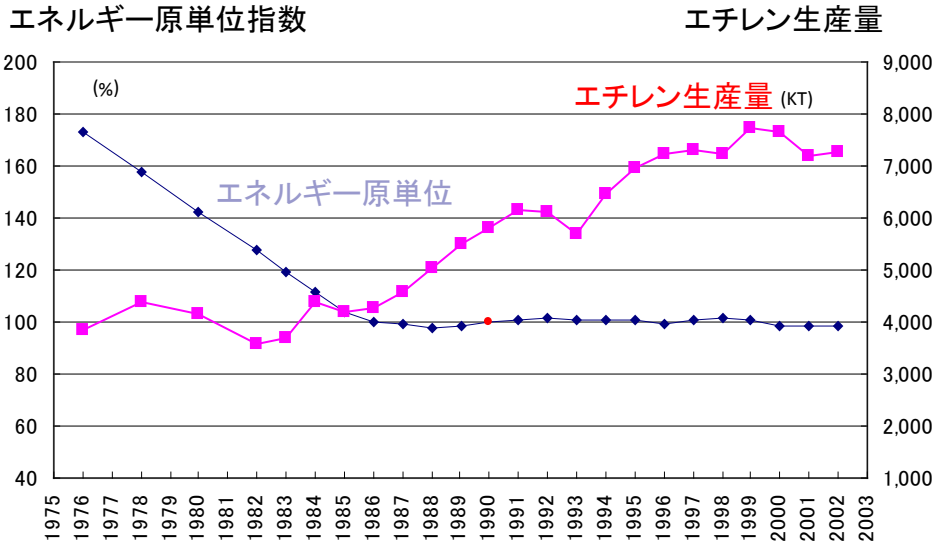
図4. 日本における最終エネルギー消費の推移⁵

⁵ 出典：経済産業省 資源エネルギー庁 平成20年度エネルギー需給実績
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyu/result-1.htm>

「製品別省エネ活動の推移」

製品別に分析すると、1990年までにエチレン生産におけるエネルギー原単位はおよそ半減。か性ソーダの電力原単位は約30%改善してきた。

省エネ活動の実績 ① (日本のエチレン生産量と原単位推移)

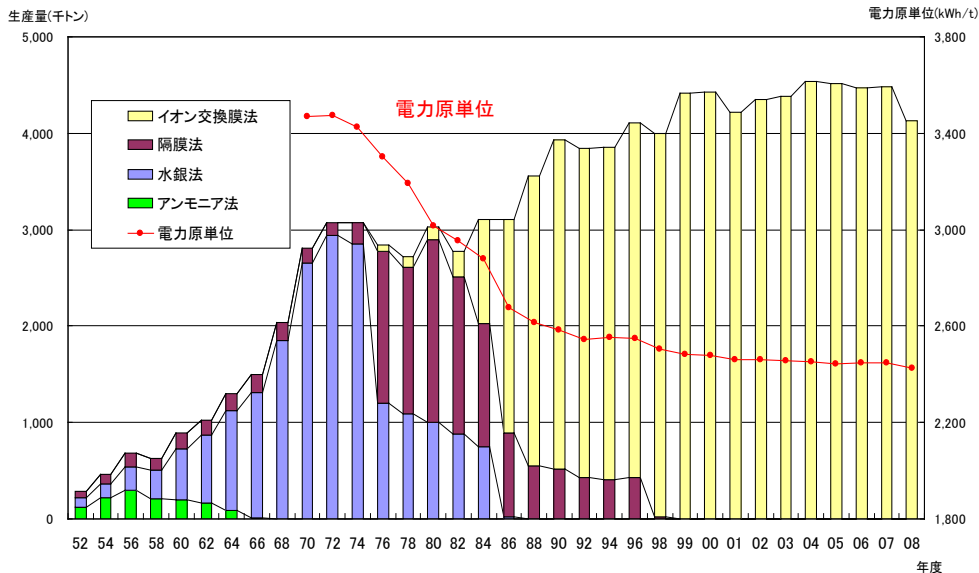


1990年までにエネルギー原単位をおよそ半減とする改善を達成

出典: 2003 NEDO調査資料

省エネ活動の実績 ②

日本におけるか性ソーダ製法別生産量と電力原単位の推移



1990年までに電力原単位を約30%改善するとともに、1999年には最新技術であるイオン交換膜法にほぼ100%転換

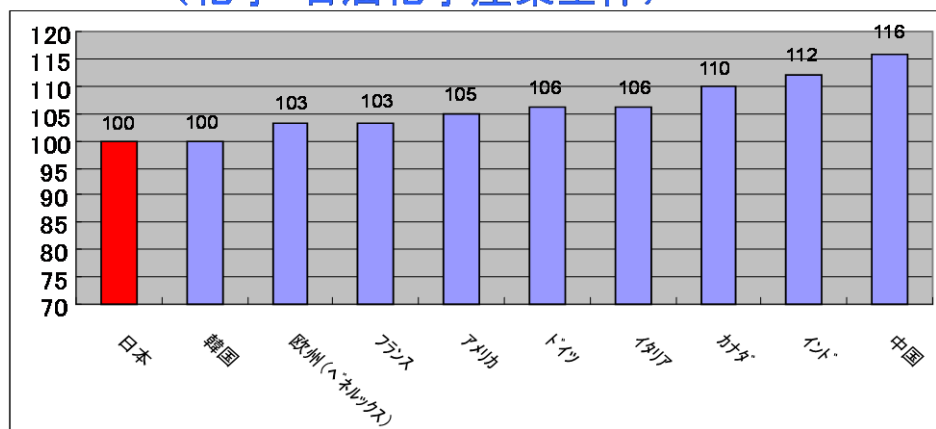
図5. 日本におけるエチレン及びか性ソーダ製造プロセスの原単位推移

(3) 化学産業のエネルギー効率の国際比較

「エネルギー効率の全体的な国際比較」

化学産業はオイルショック以降、①製法転換、プロセス開発、②設備・機器効率の改善、③運転方法の改善、④排出エネルギーの回収、⑤プロセスの合理化等の省エネ活動を積極的に推進してきた。これらの省エネ努力により化学・石油化学産業全体において、世界最高レベルのエネルギー効率を達成している。

エネルギー効率の国際比較 (化学・石油化学産業全体)



出典: IEA Energy Efficiency Potential of the Chemical & Petrochemical sector by application of Best Practice Technology Bottom up Approach -2006 including both process energy and feedstock use -

図6. 化学産業におけるエネルギー効率の国際比較

「製品別エネルギー効率の国際比較」

化学産業のエネルギー消費を業態毎に区分すると、その内訳は石油化学製品とソーダ製品で全体の65%を占めており、これらの製造プロセスは、世界最高レベルのエネルギー効率を達成している。

化学産業のエネルギー統計(2008年度)

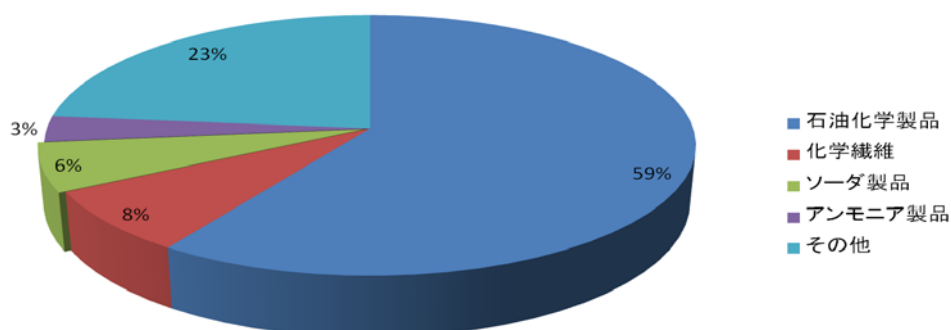


図7. 化学産業におけるエネルギー消費量の部門別内訳(2008年度)

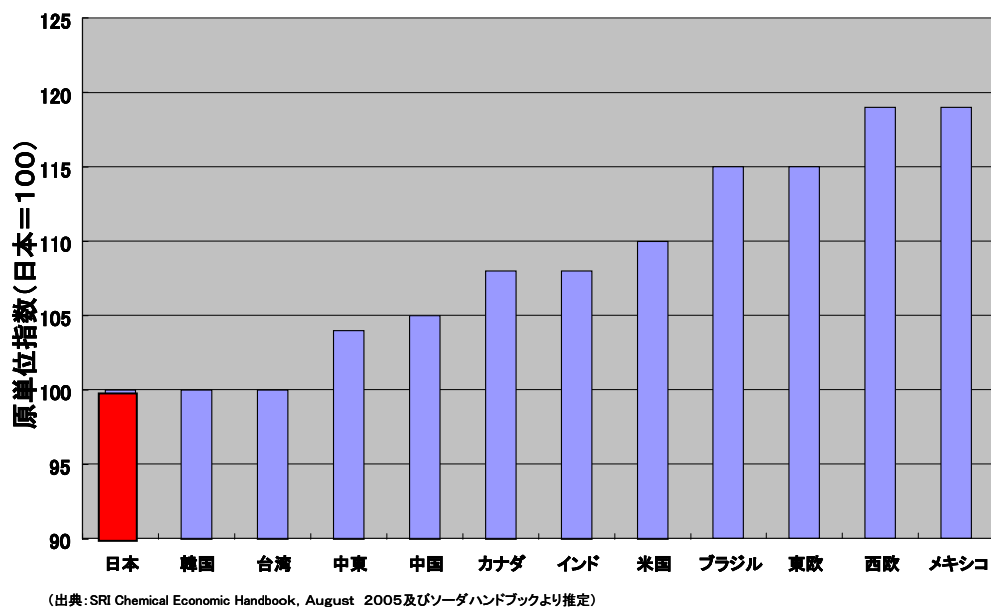
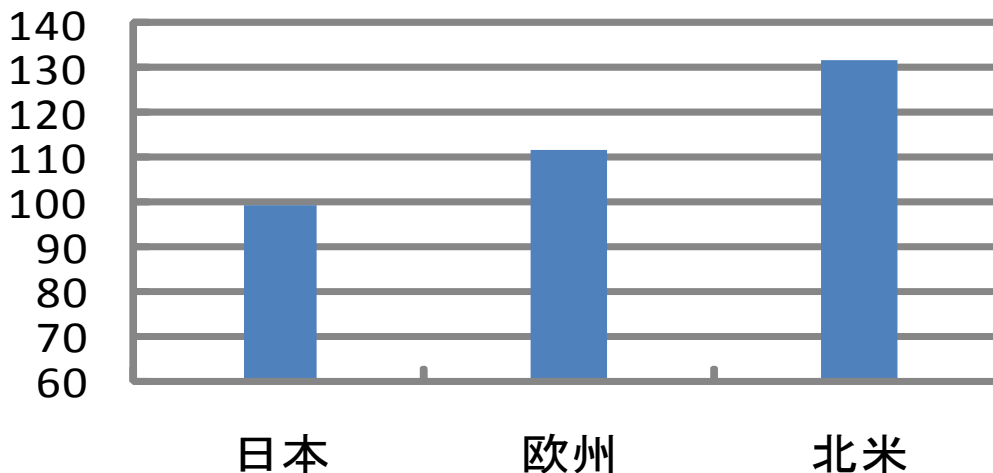


図8. か性ソーダのエネルギー効率各国比較 (電解電力原単位、2004年度)



出典: Chemical and Petrochemical Sector 2009
(国際エネルギー機関(OECD傘下の国際機関))

図9. エチレンプラントのエネルギー効率各国比較 (エネルギー原単位)

化学産業は今後も省エネ活動を継続するとともに、①生産設備更新時の最先端設備及び世界最高水準であるBPT (Best Practice Technologies)の普及 (より具体的にはエチレンクラッカーの省エネプロセス技術の構築)、②燃料のベストミックス化、③廃棄物の有効利用、④バイオマス等の再生エネルギーの利用等を進め、さらなる省エネルギー・CO₂排出削減を進める。

(4) 化学産業 自主行動による削減努力

① エネルギー原単位指数の改善

日本経団連は、1991年の地球環境憲章の制定以来、地球温暖化問題の解決に向け、主体的かつ責任ある取組みを進めてきた。とりわけ、1997年には京都議定書の採択に先駆け、環境自主行動計画（1997～2012年度）を策定し、産業・エネルギー部門を中心に国内のCO₂削減に努めてきた。化学産業も、「日本経団連 環境自主行動計画」に1997年度当初から参画し、エネルギー原単位指数の改善に取組み、2002年度には当初目標を達成した。2007年度には努力目標値を見直し、目標達成に向けて現在邁進中である。

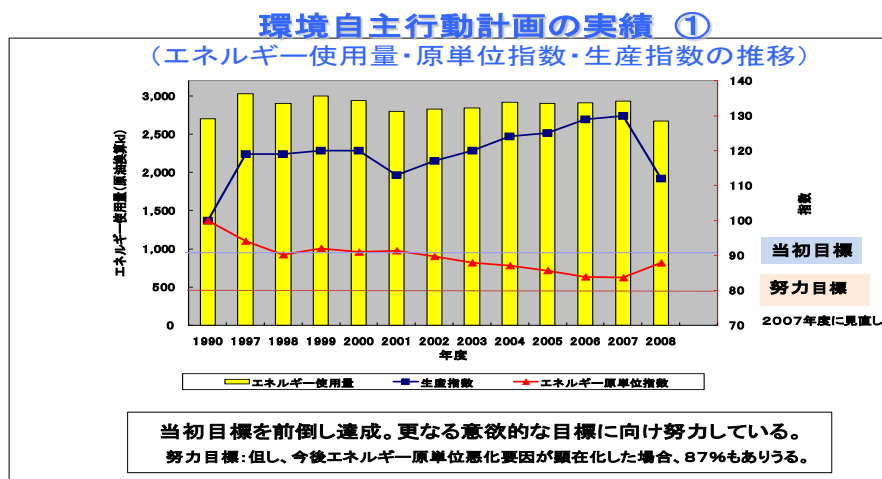


図10. 化学産業における原単位指数の推移

② GHG 排出量の削減

GHG排出量削減対策の実行により2008年において基準年(CO₂は1990年度、代替フロン等3ガス⁶は1995年暦年)比26%削減を達成している。特に代替フロン等3ガスは作業工程の見直し、日常点検強化、設備の計画的更新等の排出削減に努めるとともに、政府からの助成金の活用により稀薄排出ガス燃焼除害設備を設置し、大幅な排出削減を達成した。

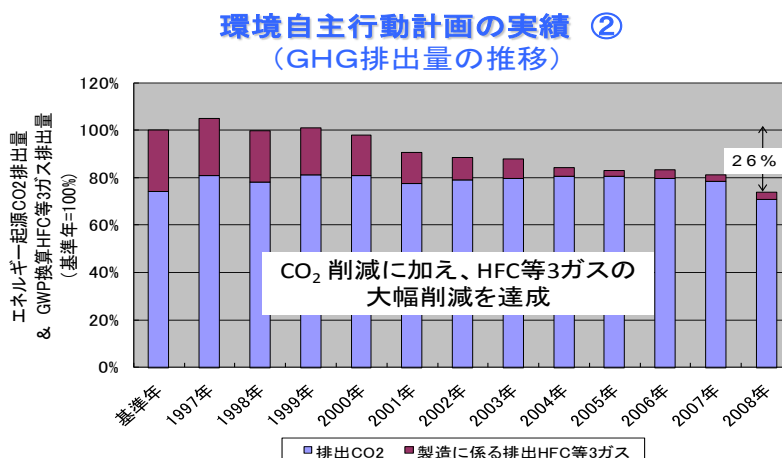


図11. 化学産業におけるGHG排出量の推移

⁶ HFCs (ハイドロフルオロカーボン)、PFCs (パーフルオロカーボン)、SF₆ (六フッ化硫黄)

2. c-LCA (carbon-Life Cycle Analysis) について

2. 1 評価方法

ライフサイクルでの CO₂ 排出量とは、原料採取、製造、流通、使用、リサイクル・廃棄されるまでの排出量合計になる。

c-LCA (carbon - Life Cycle Analysis) の概念

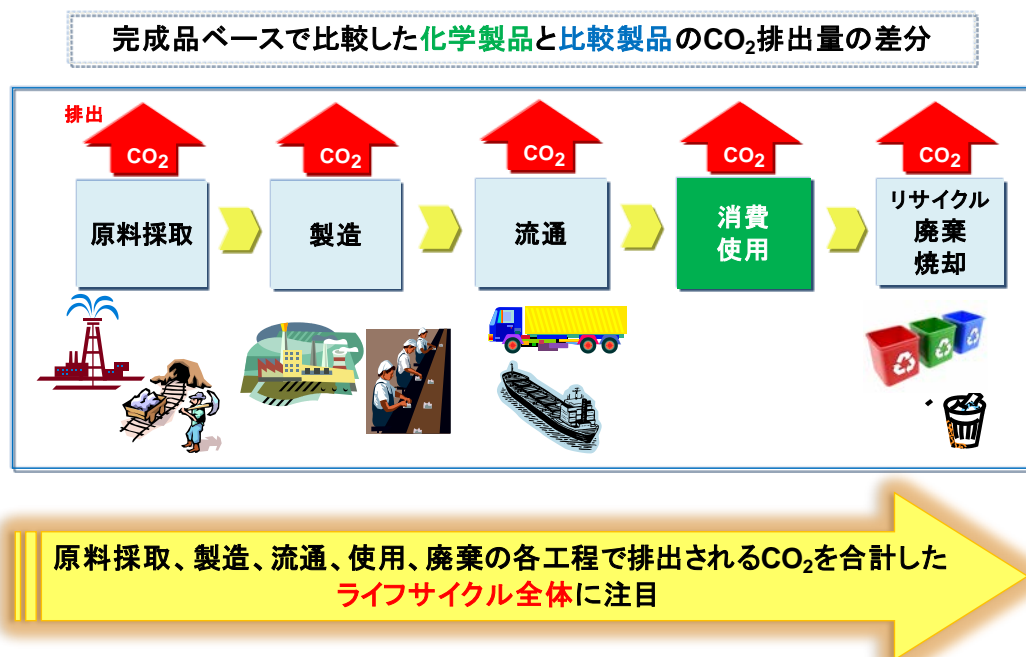


図 1 2. c-LCA の概念

化学産業は、燃料として化石資源を使用して多くの温室効果ガスを排出している一方、他産業へ部材の供給を行っている。c-LCA の評価方法とは、他産業で使用される時に排出される CO₂ に注目し、化学製品を使用した完成品と、比較製品を使用した完成品におけるライフサイクルでの排出量を比べ、その差分を 化学製品がなかった場合に増加する排出量と考え、正味の排出削減貢献量 として算出する。

c-LCA の評価方法 (正味の排出削減貢献量算出)

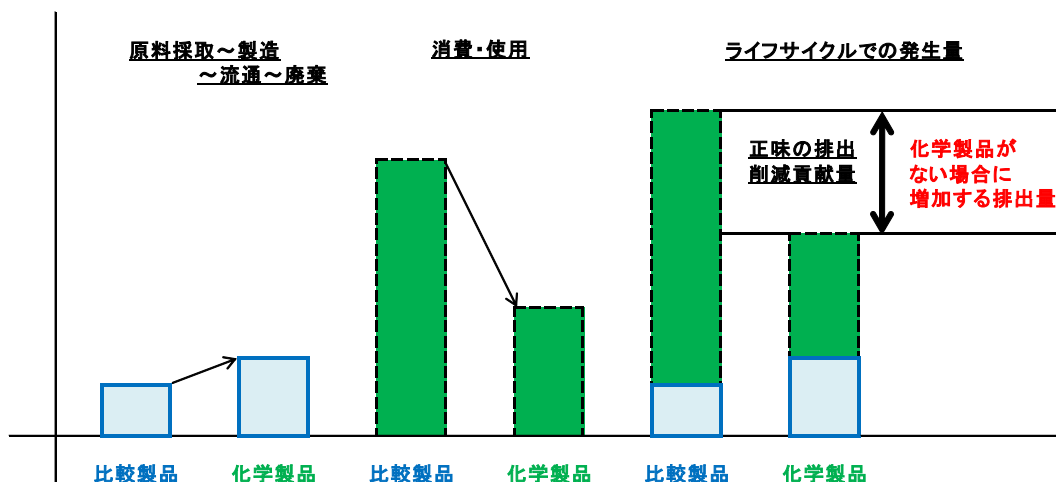


図 1 3. c-LCA の評価方法

なお、算出するときに、完成品の製造時等（例、住宅の施工）、その工程において化学製品と比較製品との間で排出量が同じ場合、差分はゼロとなるため、絶対値の算出を省く場合がある。

2. 2 ICCA⁷のc-LCAレポート

(1) 目的と概要

今後、CO₂ 排出削減を進めるにあたり、これまで注力してきた製造時の省エネ・CO₂ 排出削減努力だけでは不十分であり、民生部門、業務部門等での CO₂ 排出削減につながる製品開発、普及により、社会全体での CO₂ 削減貢献を図ることが重要となってきた。

この観点より、製造部門でのCO₂ 排出削減を考えるこれまでの議論から、原料採取、製造、流通、消費を経てリサイクル・廃棄に至るライフサイクル全体を俯瞰した新しい視点でCO₂ の排出状況、及び削減への貢献を訴える手段として、“Innovations for Greenhouse Gas Reductions⁸” というc-LCAレポートが2009年7月にICCAより発表された。

ここでc-LCAとは、原料採取、製造、流通、使用、廃棄の全段階を通じて世界全体で排出する、特定用途における化学製品のCO₂e（eはequivalentの略で、温室効果ガスの二酸化炭素等価量）排出量を、化学産業以外の次善の代替製品と比較したもので、化学製品が社会全体の炭素収支に与える影響を評価するため、100以上の化学製品利用事例についての「CO₂e ライフサイクル分析」を行っている。

なお、このICCAのc-LCAは、客観性・透明性を期するため、手法はMcKinsey社が提案する方法を採用し、数値解析の分野別定量データは、全てドイツの第三者機関である「エコ研究所」によって検証された。

「c-LCA レポート」

“Innovations for Greenhouse Gas Reductions”

邦題「温室効果ガス削減に向けた新たな視点」



(2) 2005年の評価結果

「化学産業における全世界でのCO₂排出量」

c-LCAの結果、2005年における化学産業に係わるCO₂換算の排出量は、全世界で33億トンであった。そのうち過半数以上の21億トンは、化学産業が原料を仕入れ、化学物質を製造した結果である。また、温室効果が高い代替フロン等3ガス⁹の排出が4億トン含まれている。

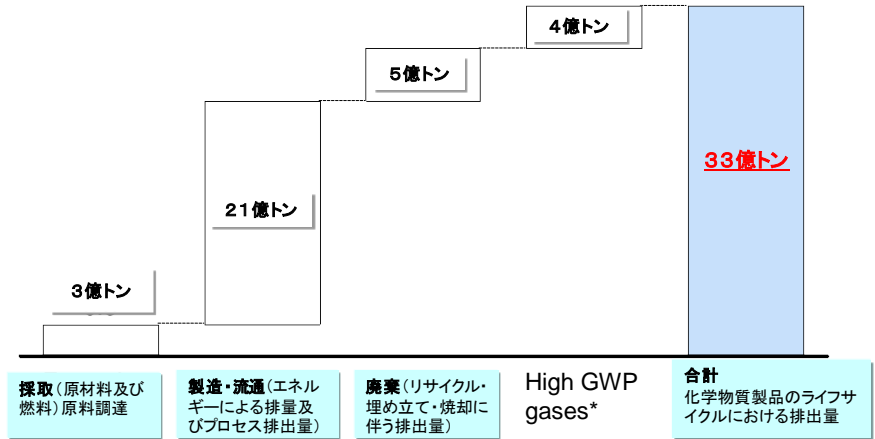
⁷ International Council of Chemical Associations：国際化学工業協会協議会

⁸ 邦題「温室効果ガス削減に向けた新たな視点」

⁹ HFCs：ハイドロフルオロカーボン、PFCs：パーフルオロカーボン、SF₆：六フッ化硫黄

化学産業に由来するCO₂排出量（2005年）

原料採取～製造～流通～廃棄に関連したCO₂e発生量合計：33億トン



* HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HAFC-1521, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-4310mee, CF₄, C₂F₆, C₄F₁₀, C₆F₁₄, SF₆;
GWP factors according to IPCC 1996
Source: IEA, EPA, IPCC, WEF ("Contribution of the chemical industry to greenhouse-gas reduction" December 2007), McKinsey analysis

図 1 4. 2005 年化学産業に由来する CO₂ 排出量（全世界）

「正味の排出削減貢献量」

分析した c-LCA から、化学産業の 2005 年における正味の排出削減貢献量は 36 億トンであり、使用を除くライフサイクルで排出された 33 億トンを上回る結果となった。うち削減量の大きい事例としては、断熱材、照明がトップ 2 を占めている。

農業分野については、国や地域における農業技術のばらつきが大きく、農業資材（農薬、肥料等）の CO₂ 削減効果への共通理解が得にくいと考えられたため、合計から除外した。

c-LCA 評価結果 2005

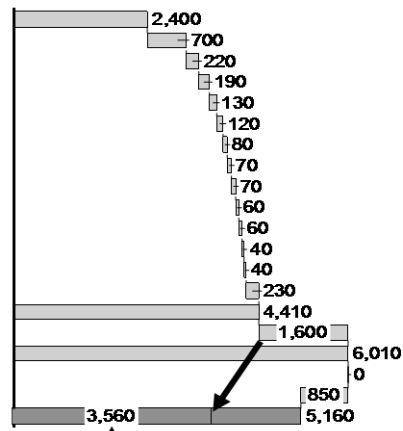
(除: 農業)

正味の削減量
単位: 百万CO₂トン

化学製品使用による
正味GHG
排出削減量
単位: 百万トン

正確に計算できない製品
代替品が存在しない製品

- 断熱
- 照明
- 包装
- 船舶防汚
- 合成繊維
- 自動車軽量化
- 太陽光発電
- 低温合成洗剤
- エンジン効率化
- 配管
- 風力発電
- 地域暖房
- グリーンタイヤ
- その他
- 小計
- 肥料及び植物防疫
- 合計
- 1 : 1
- 0 : 1
- Net



肥料及び作物防疫がない場合

正味削減量：5160-1600=3560百万t ⇒ 36億トン

Source: ICCA/ McKinsey analysis

図 1 5. 2005 年の正味排出削減貢献量

(3) 2030年の評価結果

「化学産業における全世界でのCO₂排出量予想量」

化学産業に由来する2030年のBAUケース（business-as-usual：現状の規制、生活スタイルはそのままで、省エネの努力を現状並みに推進した場合）と、2030年に実現するとみられる革新技術の利用及び可能な規制を盛り込んだ最大努力ケースの排出量を示す。

2030年BAUは、2005年を起点にBAUをベースとした生産拡大分から、生産効率を改善した分を控除し、さらに生産基地を移動させたことに伴う排出増加分を加えた。その結果、排出量は約2倍となる見通しとなった。

最大努力ケースは、BAUより機能製品の積極的な導入等の施策による削減効果と、その機能材自体を生産することにより増加する排出量を加味し算出した。その結果、BAUベースでは約2倍増となったものを1.5倍に抑制できる見通しとなった。

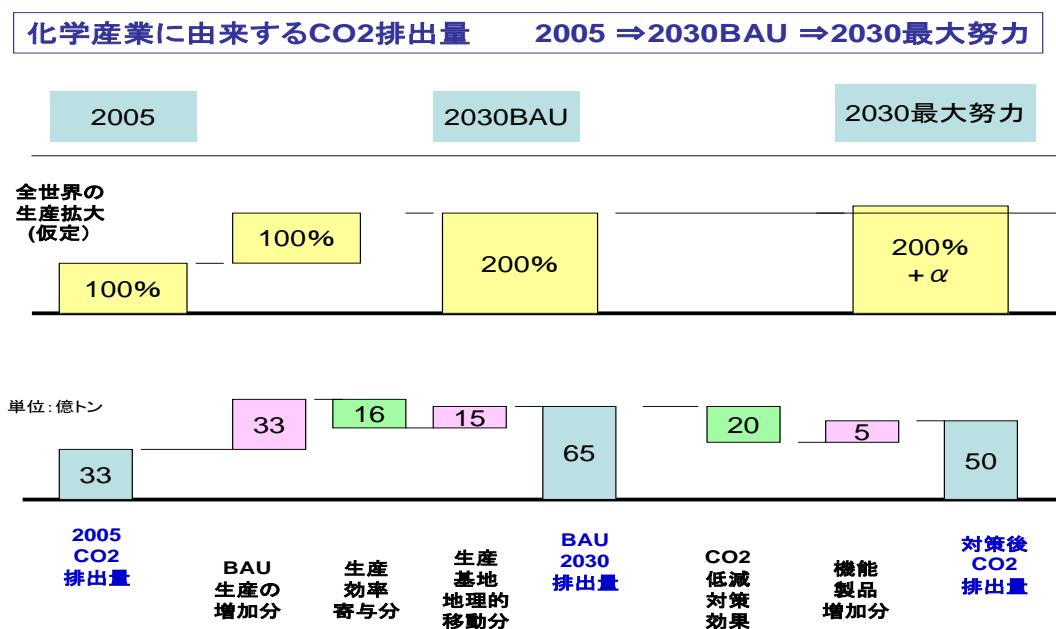


図16. 2030年の化学産業に由来するCO₂e排出量

「正味の排出削減貢献量」

2030年における最大努力ケースの正味の排出削減貢献量は、農業資材のCO₂発生量を除外し、合計160億トンと推計されている。内訳としては、断熱材（68億トン）、照明器具（41億トン）、太陽光発電（20億トン）と続いている。

2005年における世界全体での人為的GHG排出量は、460億トン程度（WEF2007¹⁰）と推定されており、160億トンの削減量は、約1/3相当の削減貢献が期待できることになる。

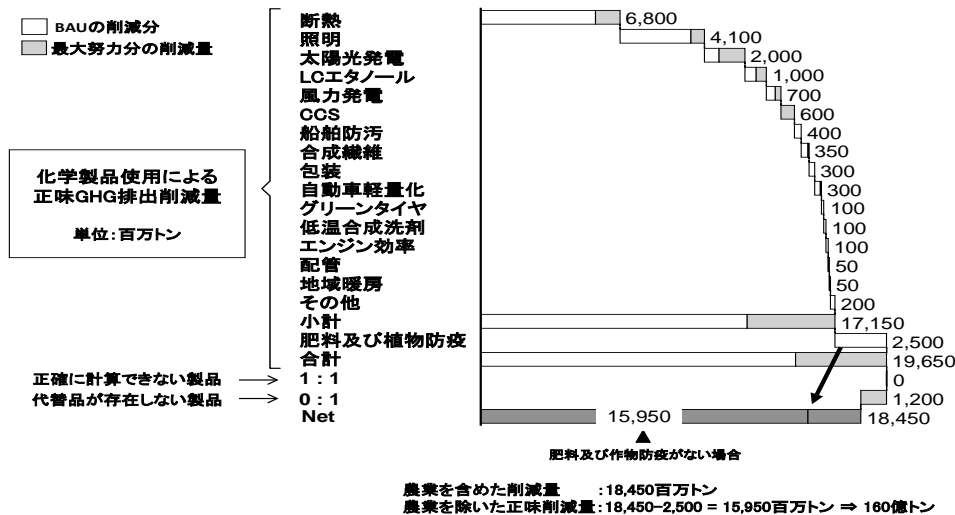
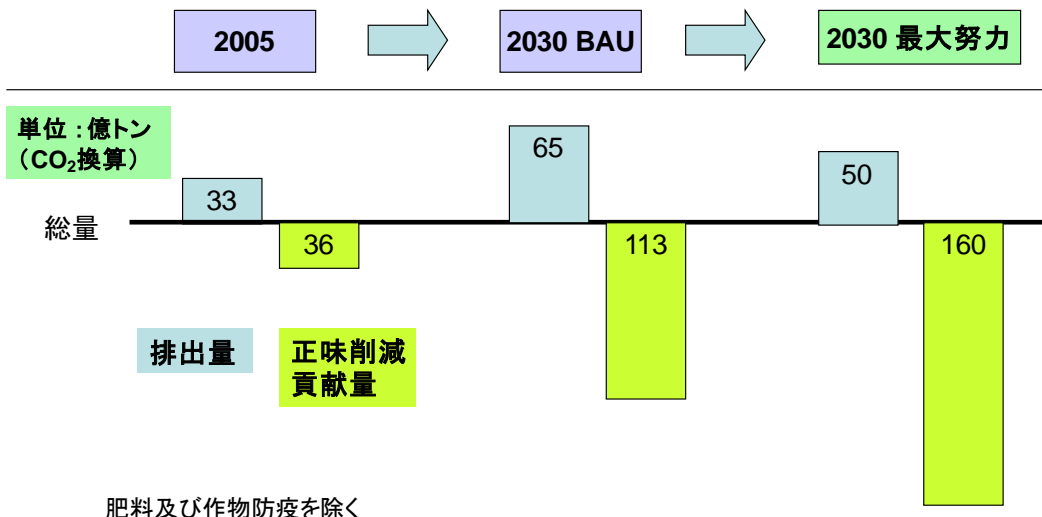


図17. 2030年の正味排出削減貢献量（最大努力ケース）

「まとめ」

化学製品が寄与するGHG削減の可能性 （全世界レベルの定量的推計）



出典: Innovations for Greenhouse Gas Reductions By ICCA
 ICCA: International Council of Chemical Associations

図18. 2030年の化学産業に由来する排出量と正味の排出削減量のまとめ

¹⁰ World Economic Forum 2007（通称：ダボス会議）

3. 日本国内における c-LCA 評価について

3. 1 背景と目的

地球温暖化対策のための中期目標として、2010年8月に経済産業省から公表された「新成長戦略」の工程表では、2020年をターゲット年としている。このような状況下、化学産業は、前述の通り製造段階での省エネ・CO₂排出削減努力に加え、化学製品を用いた最終製品の使用段階における削減貢献や、業種間の連携を通じた社会全体のCO₂排出量削減への貢献を目指している。

ICCA レポートは、世界全体の化学産業における2005年と2030年のグローバルな排出削減貢献量を算定した。本報告は、経済産業省「新成長戦略」の工程表を考慮して、日本国内における具体的な化学製品の事例を評価し、CO₂の排出状況を示すことを目的とした。

- ① 経済産業省「新成長戦略」の工程表を尊重し、その対象期間である **2020年** を目標年度として採用した。
- ② 2020年における、**国内**の具体的な化学製品の使用による正味のCO₂排出削減貢献量を定量化した。

今回の報告は、LCI¹¹データが公表され、裏付けのある9事例を対象としたが、今後、LCIデータの拡充とともに事例を拡大し、低炭素社会実現のため、化学産業における貢献度合いの定量化を推し進め、排出削減の政策に対して社会全体での方向性を提供していく。

3. 2 評価対象

今回のc-LCAの評価対象としては、①国内にLCIデータがあること ②ICCAレポートにおいて、化学製品使用による正味の排出削減効果が大きいことを考慮して、以下9種の事例を取り上げた。

評価対象となる製品は、2010年時点での現状製品・技術をベースとしており、技術開発の進歩により2020年時点で普及する見込みの製品を対象としていない。

また、比較対象は、化学製品がなかった場合に、使わざるを得ない製品を対象としている。排出削減貢献量については、これをベースに2020年時点での製造予想量を掛けて算出している。

なお、排出削減貢献量には、化学製品だけでなく他の原料、部材関連の製品分も含まれるが、現時点で化学製品分と非化学製品分を定量的に仕分けする手法を持ち合わせていないため、削減貢献量を構成製品毎に配分することは行っていない。

図19、表2に、今回CO₂排出削減貢献量が試算された化学製品と、c-LCAの評価対象となった最終製品及び比較対象を示す。

¹¹ Life Cycle Inventory：製造から廃棄されるまでの環境負荷量

日本国内での評価事例

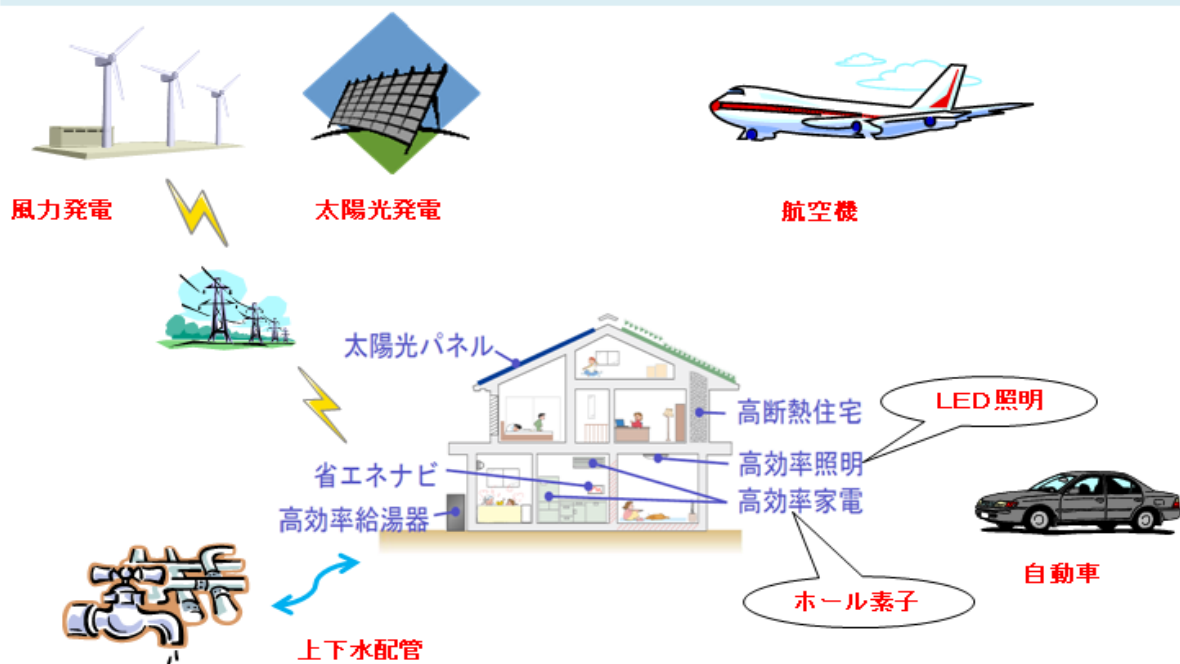


図 19. 評価対象製品イメージ

分類	化学製品	最終製品	比較対象
再生可能 エネルギー	太陽光発電用材料	太陽光発電設備	公共電力
	風力発電用材料	風力発電設備	公共電力
軽量化による 燃費向上	自動車用材料	自動車 (炭素繊維)	自動車 (鉄)
	航空機用材料	航空機 (炭素繊維)	航空機 (アルミ合金)
省エネ	LED 関連材料	LED 電球	白熱電球
	住宅用断熱材	住宅 (断熱材使用)	住宅 (断熱材不使用)
	ホール素子、 ホール IC	エアコン (DC ブラシレス モータ使用)	エアコン (AC モータ使用)
	配管材料	ポリ塩化ビニル管	ダクタイル鋳鉄管
	海水淡水化プラント 材料	海水淡水化プラント (RO 膜)	海水淡水化プラント (蒸発法)

表 2. 評価対象製品一覧

3. 3 評価対象期間に関する考え方

- ① 対象年 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 排出削減貢献量を評価する。
- ② 対象年時点までに普及し稼働している製品総台数が、対象年 1 年間に稼働することによる CO₂ 排出削減貢献量を評価する。

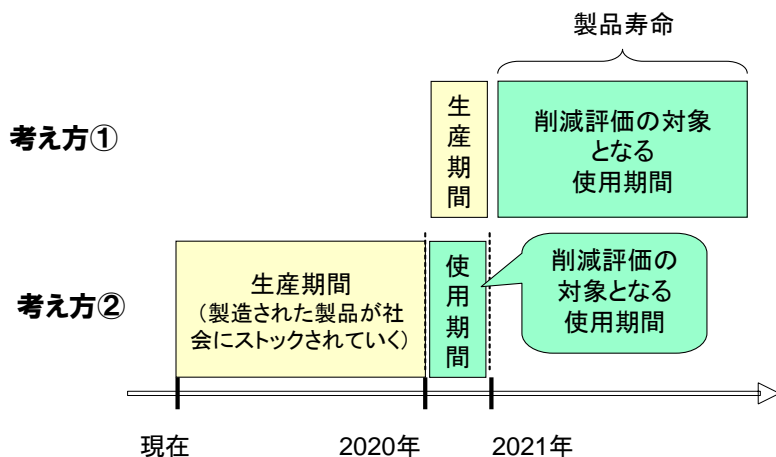


図 20. 評価対象期間に関する 2 つの考え方

今回の c-LCA 評価では、化学製品の排出削減ポテンシャルを把握することを目的としているため考え方①を採用することとし、基準年である 2020 年の 1 年間に製造される製品 を対象とした。

3. 4 排出削減貢献量の算定

(1) CO₂ 排出係数

比較対象となる代替製品の CO₂ 排出量は、2020 年での従来製品の技術レベルを予測することが困難なため、2010 年時点で把握できる過去の実績データ を使用。(除く公共電力 CO₂ 排出係数)

(2) 地理的条件

評価対象品の使用による CO₂ 排出量の排出削減貢献量に関しては、原則として 日本国内 における効果に限定。但し、海水淡水化プラントについては、海外市場が主体であるため、世界全体での普及による評価を行った。

(3) 算出方式

従来製品が製造されているケースをベースラインとし、評価対象の製品が従来製品を代替した時の差分に、基準年 1 年間の製造量をかけて CO₂ 排出削減貢献量としている。

第 1 ステップ：評価対象品の単位量（例、kg、個）あたりの CO₂ 排出削減貢献量を算出。

評価対象の単位量あたりライフサイクル CO₂ 排出量

$$\text{— 比較対象の単位量あたりライフサイクル CO}_2\text{ 排出量} = A$$

第 2 ステップ：評価対象品の 2020 年における導入量を掛けて算出。

A の排出削減効果 × 2020 年（1 年間）における評価対象品の製造予想量

4. 評価事例（ある一定の条件を設定した上で算出した CO₂ 排出量）

4. 1 再生可能エネルギー その1 - 太陽光発電用材料 -

(1) 太陽光発電の概要

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、この太陽電池に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太陽電池を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。

① CO₂ 排出削減効果の内容

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¹²
- ・ 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 日本における太陽光発電の出荷量

- ・ 2009年度：約170万kW¹³
(内訳) 出荷先別：海外約100万kW、国内約70万kW
種類別：多結晶、単結晶シリコン合計146万kW（総出荷量の約90%）
- ・ 2007年までの累積導入量：世界全体7,841MW、日本国内1,919MW

⑤ 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

¹² 出典：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）

¹³ 出典：太陽光発電協会 太陽電池出荷量（2011年5月）<http://www.jppea.gr.jp/04doc01.html>

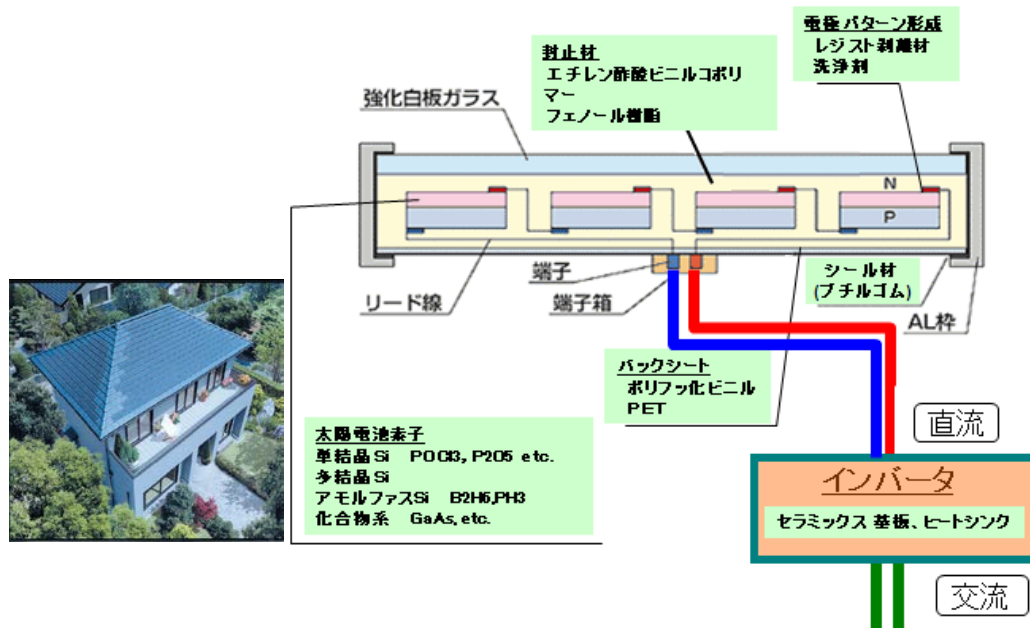


図 2 1. 太陽光発電システム構造例

(2) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

太陽光発電システムと公共電力のそれぞれ 1kWh 発電時の CO₂ 排出量について比較を実施し、その削減効果を算定した。

- ・ 評価対象：多結晶シリコン太陽電池（国内で最もシェアが高いため）
- ・ 比較対象：公共電力（火力・原子力・水力等の電源ミックス。日本の発電所の平均構成ベース）

② システム境界（評価した範囲）

太陽光発電については、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。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。

公共電力は、電源ミックスによる発電システム及び燃料生産、燃料輸送、廃棄物処分用の原料・製造・使用・保守（部品交換）と廃棄までの排出全てを含む。

③ 排出削減効果の算定基準

- ・ 化学品の CO₂ 排出量

SiO₂ の採掘・金属 Si の製造～結晶 Si ウェハの製造、封止材及びバックシートの原料調達～製造までを算定。太陽光発電 CO₂ 排出係数の内数で含まれる部分を抽出。

- ・ CO₂ 排出係数 (kWh 当たりの発電に伴い排出された CO₂ 量)
 太陽光発電 : 0.047kg-CO₂/kWh¹⁴
 公共電力 : 0.33kg-CO₂/kWh¹⁵ 2020 年時点での受電端における電力排出係数
- ・ 日射量条件 : 東京
- ・ 太陽光発電システム使用年数 : 20 年間
- ・ 単位導入量あたりの年間 CO₂ 排出削減量 (太陽光発電の定格出力 1kW)
 公共電力と太陽光発電との 1kWh 発電時の CO₂ 排出量差分
 × 出力 1kW あたりの年間発電量

(3) 評価の結果

① 単位当たり (太陽光発電出力 1kW) c-LCA 評価の結果

「化学製品 原料～製造までの CO₂ 排出量 表 3 青字部分の計」 : 735kg-CO₂/kW
 有効データが入手可能な素材・部材について算出。太陽光発電 CO₂ 排出係数の中に含まれている。

	評価対象	比較対象
	太陽光発電	公共電力
1) 原料～製造段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW)		
・ SiO ₂ 輸送と金属 Si の製造 ¹⁴	57.95	CO ₂ 排出係数 (0.33kg-CO ₂ /kWh) に含ま れる
・ 多結晶 Si 粒塊 ¹⁴	445.91	
・ 多結晶 Si インゴット製造 ¹⁴	26.72	
・ ウェハ製造 ¹⁴	145.02	
・ 封止材 ¹⁶	42.9	
・ バックシート ¹⁶	16.5	
製造段階合計 (kg-CO ₂ /kW)	<u>735</u>	—

表 3. 単位当たりの太陽電池製造段階での CO₂ 排出量

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

東京の日照条件にて発電される年間発電量を基準として、太陽光発電と公共電力の CO₂ 排出量の差を排出削減貢献量とした。

- ・ 年間発電量 : 902kWh/年/kW¹⁴
 東京の日照条件を適用した太陽光発電出力 1kW あたり
- ・ 年間 CO₂ 排出削減量 : ▲約 255kg-CO₂/kW/年
 出力 1kW 導入時の公共電力発電との差分
- ・ CO₂ 排出削減貢献量 : ▲5,105kg-CO₂/kW
 生涯の排出削減量 (寿命 20 年、出力 1kW あたり)

¹⁴ 出典 : 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)

¹⁵ 出典 : 低炭素社会実行計画 電気事業連合目標値

¹⁶ 出典 : 「太陽光発電工学」(小宮山ら) P147

	評価対象	比較対象
	太陽光発電	公共電力
2) 太陽光発電の CO ₂ 排出削減効果		
・ 発電時の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh) (a)	0.047	0.33
・ 太陽光発電 1kW あたり年間発電量 (kWh@東京) (b)	902	902
・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW/年) (a) x (b) (c)	42.39	(d) 297.66
・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 削減量 差分 (kg-CO ₂ /kW/年) (c) - (d)	▲255.27	—
3) 太陽光発電の生涯の CO ₂ 排出削減効果 (kg-CO ₂ /kW/20 年間)	▲5,105	—

表 4. 単位あたり CO₂ 排出削減量 (太陽光発電 vs 公共電力)

③ 日本全体の導入効果

2020 年の日本全体の導入量に対する CO₂ 排出削減効果を算定した。

- ・ 2020 年 1 年分の導入量 : 176 万 kW

導入量により CO₂ 排出削減効果が大きく変わるため、評価が過大にならないように配慮して、2005 年と 2020 年の太陽光発電システムの累積導入量¹⁷の差分をとり、これを 15 年間で割って、1 年の平均増加分を導入量とみなした。

- ・ 化学製品製造段階での CO₂ 排出量 : 129 万トン

1kW あたり排出量 735kg-CO₂ に導入量 176 万 kW を乗じた。排出削減効果の内数。

- ・ 2020 年に生産される太陽光発電の生涯の CO₂ 排出削減効果 : ▲898 万トン

2020 年 1 年分の導入量 176 万 kW に、1kW あたり生涯の CO₂ 削減効果

▲5,105 kg-CO₂/kW/20 年間に掛けて、排出削減効果を推計した。

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 年までの年平均増加量 (万 kW) → 2020 年 1 年間の生産量		176
2) 化学製品 原料～製造時の排出量 (2020 年) (万 t-CO ₂)		129
3) 生涯の CO ₂ 排出削減効果 (2020 年、20 年使用分) (万 t-CO ₂)		▲898

表 5. 2020 年時点での排出削減効果

¹⁷ 出典：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>

4. 2 再生可能エネルギー その2 -風力発電用材料-

(1) 炭素繊維の概要

PAN系炭素繊維は、ナフサを粗原料とするアクリロニトリルを重合・製糸して繊維化し、これを熱処理することにより得られる「微細な黒鉛結晶構造をもつ繊維状の炭素材料」である。その軽くて強い機械的性能（高比強度、高比弾性率）と、炭素質であることから得られる特徴（低密度、低熱膨張率、耐熱性、耐腐食性、化学的安定性、X線透過性、自己潤滑性など）を併せ持つため、様々な用途に幅広く使われる。

炭素繊維は単独で使用されることは稀で、通常は樹脂・セラミックス・金属等をマトリックスとする複合材料として使用される。中でも炭素繊維に樹脂を含浸した複合材料 CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化プラスチック) が広く使われている。

本報告では、この CFRP の使用用途のうち、特に風力発電用途（本節で評価）と、自動車用材料としての用途（4. 3 節）及び航空機用材料としての用途（4. 4 節）について、従来の材料からの環境負荷改善を評価した。

(2) 風力発電の概要

風力発電は、自然エネルギーの一つとして古くから利用されており、地球温暖化対策につながるクリーンエネルギーとして期待される。

設備の規模としては、中大型の風車の他、施設内で発電可能な小型の発電機まで様々な発電規模が存在するが、今後特に大きな伸びが見込まれるのは 3MW 以上の超大型発電機であり、欧米・アジアを中心に導入が進んでいる。発電能力はブレード長さの 2 乗に比例するため大型化は今後ますます進むと考えられ、既にブレード長が 70m を超える 10MW レベルの開発が進んでいる。

① CO₂ 排出削減効果の内容

化石燃料を使用しないため発電時に CO₂ の排出がない。

② 風力発電の特徴

- ・ 風力のエネルギーのうち約 40% を電気エネルギーに変換可能
自然エネルギーの中では比較的効率の高いエネルギー
- ・ 太陽光発電と異なり、夜間でも発電できるため、稼働率が高い
- ・ 稼働率・変換効率が高いことから、発電にかかるコストが太陽光発電に比べ安価
- ・ CO₂ 排出係数が、他の自然エネルギーに比べ小さい。また、さらなる発電能力向上、風車ブレードの大型化により CO₂ 排出係数の低減が期待される

太陽光発電：0.047kg-CO₂/kWh¹⁸

風力発電：0.005kg-CO₂/kWh¹⁹

¹⁸ 出典：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）

¹⁹ 出典：VESTAS 社報告書 “Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on VesTas V90-3.0 MW turbines.”（2006 年 6 月）

③ 日本における風力発電導入状況²⁰

- ・ 2009年時点：2,200MW
- ・ 2020年頃：5,000～7,500MW。国の導入予想量は、最大で450MW/年平均増加

④ 風力発電に使用される化学製品例

発電能力3MW以上の超大型機では、風車ブレードの大型化に伴い、風荷重によるブレードのたわみによる風車タワーへの衝突を避けるため、従来のガラス繊維に対して弾性率が3倍以上高い炭素繊維がブレード桁材として必要となっている²¹。

- ・ 炭素繊維
- ・ エポキシ樹脂

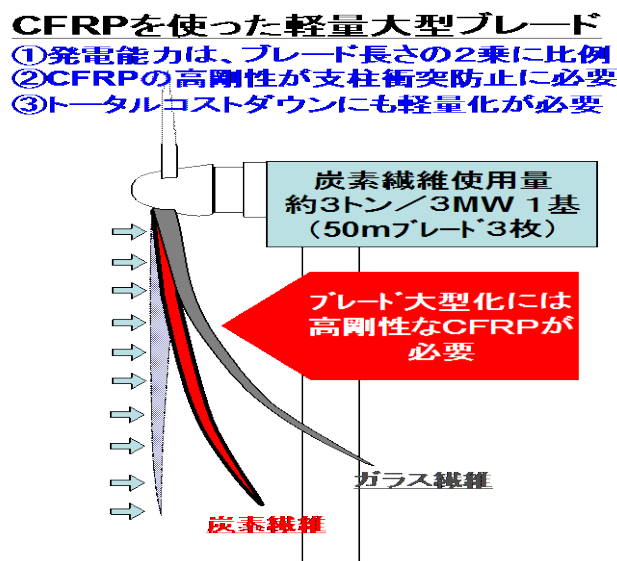


図2.2. CFRP製とガラス繊維製の風力発電用ブレード比較

(3) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

風力発電用の炭素繊維における評価では、風力発電システムと公共電力のそれぞれ1kWh発電時のCO₂排出量について比較を実施し、その削減効果を算定した。

- ・ 評価対象：炭素繊維の利用により実現する大型の風力発電機（3MWクラス）
- ・ 比較対象：公共電力（火力・原子力・水力等の電源ミックス。日本の発電所の平均構成ベース）

② システム境界（評価した範囲）

風力発電については、発電システムの原料・製造・使用・保守（部品交換）までの排出を含む。廃棄については、実績がないため計算の対象外とした。また、炭素繊維の原料から製造までのCO₂排出量が考慮されていないため、設備製造時の増加分として加えたが、炭素繊維に代替される材料（例、ガラス繊維等）の排出量は控除していない。

公共電力は、電源ミックスによる発電システム及び燃料生産、燃料輸送、廃棄物処分用の原料・製造・使用・保守（部品交換）と廃棄までの排出全てを含む。

²⁰ 出典：経済産業省 ウェブサイト <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/framework.html>

²¹ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

③ 削減効果の算定基準

- ・ 化学品の CO₂ 排出量
炭素繊維の原料から製品製造までを算定
- ・ CO₂ 排出係数 (kWh 当たりの発電に伴い排出された CO₂ 量)
風力発電 : 0.005kg-CO₂/kWh²²
公共電力 : 0.33kg-CO₂/kWh²³ 2020 年時点での受電端における電力排出係数
- ・ 風力発電設備使用年数 : 20 年間
- ・ 風力発電機 1 機あたり炭素繊維使用量 : 3 トン
- ・ 単位導入量あたりの年間 CO₂ 排出削減量 (出力 3MW の風力発電 1 機)
公共電力と風力発電との 1kWh 発電時の CO₂ 排出量差分
× 3MW 風力発電機の年間発電量

(4) 評価の結果²⁴

① 単位当たり (風力発電 1 機) c-LCA 評価の結果

「化学製品 原料～製造の CO₂ 排出量 表 6 青字部分」 : 60t-CO₂/機

1 機あたり炭素繊維の純増分。代替される材料分 (例、ガラス繊維等) は風力発電の CO₂ 排出係数に含まれているが、抽出が困難であるため控除せず、排出量をダブルカウント。

炭素繊維 1 トン当たりの CO₂ 排出量 20 トン

× 風力発電 1 機あたり炭素繊維使用量 3 トン

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

出力 3MW/機の風力発電機にて発電される年間発電量を基準として、風力発電と公共電力の CO₂ 排出量の差を排出削減貢献量とした。

- ・ 年間発電量 : 8,760MWh/年/機
出力 3MW/機、1 時間あたりの発電可能量 1MW/機として算出
- ・ 年間 CO₂ 排出削減量 : ▲ 2,847t-CO₂/kW/年
出力 3MW/機導入時の公共電力発電との差分
- ・ CO₂ 排出削減貢献量 : ▲56,940t-CO₂/kW
生涯の排出削減量 (寿命 20 年、出力 3MW 設備 1 機あたり)

²² 出典 : VESTAS 社報告書 “ Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on VesTas V90-3.0 MW turbines.” (2006 年 6 月)

²³ 出典 : 低炭素社会実行計画 電気事業連合目標値

²⁴ 「炭素繊維協会」の公表しているモデルとは異なる。当該モデルの詳細は 8. 付録参照

	評価対象	比較対象
	風力発電 3MWクラス	公共 電力
1) 炭素繊維 原料～製造段階での CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /機)	60	—
2) 風力発電の CO ₂ 排出削減効果		
・発電時の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh) (a)	0.005	0.33
・風力発電 1 機あたり年間発電量 (MWh) (b)	8,760	8,760
・風力発電 1 機の年間発電量に対する CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /機/年) (a) x (b)	(c) 43.8	(d) 2,890.8
・風力発電 1 機の年間発電量に対する CO ₂ 削減量 差分 (t-CO ₂ /機/年) (c) - (d)	▲2,847	—
3) 風力発電 1 機の生涯の CO ₂ 排出削減効果 (t-CO ₂ /機/20 年間)	▲56,940	—

表 6. 単位当たり CO₂ 排出削減量 (風力発電 vs 公共電力)

③ 日本全体の導入効果

2020 年の日本全体の炭素繊維生産量に対する CO₂ 排出削減効果を算定した。

- ・2020 年 1 年分の導入台数 : 150 機
- ” 炭素繊維使用量 : 450 トン

国の導入予想²⁵では、2020 年頃年間最大で 450MW の風力発電が追加される。風力発電 1 機あたり 3MW とすると、国内メーカーによる風車導入数は 150 機。1 機当たり 3 トン使用されるので、風車用の炭素繊維使用量は 450 トンと推計。

- ・化学製品製造段階での CO₂ 排出量 : 0.9 万トン
- 1 機あたり排出量 60t-CO₂/機に導入台数 150 機を乗じた。炭素繊維純増分。

- ・2020 年に導入される風力発電の生涯の CO₂ 排出削減効果 : ▲854 万トン
- 2020 年 1 年分の導入台数 150 機に、1 機あたり生涯の CO₂ 排出削減効果 ▲56,940 t-CO₂/機/20 年間に掛けて、排出削減効果を推計した。

1) 2020 年頃の導入量		
・2020 年の導入量 (MW)		450
・2020 年の風力発電機導入台数 (機)		150
(2020 年の風力発電機用途炭素繊維使用量) (トン)		(450)
2) 炭素繊維 原料～製造時の排出量 (2020 年) (万 t-CO ₂)		0.9
3) 生涯の CO ₂ 排出削減効果 (2020 年、20 年使用分) (万 t-CO ₂)		▲854

表 7. 2020 年時点での排出削減効果

²⁵ 出典：経済産業省 ウェブサイト <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/framework.html>

4. 3 軽量化による燃費向上 その1 —自動車用材料（炭素繊維）—

(1) 自動車用材料としての炭素繊維の概要²⁶

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。本報告では、炭素繊維を導入した場合の、従来自動車からの燃費削減によるCO₂排出削減量の評価を行う²⁷。

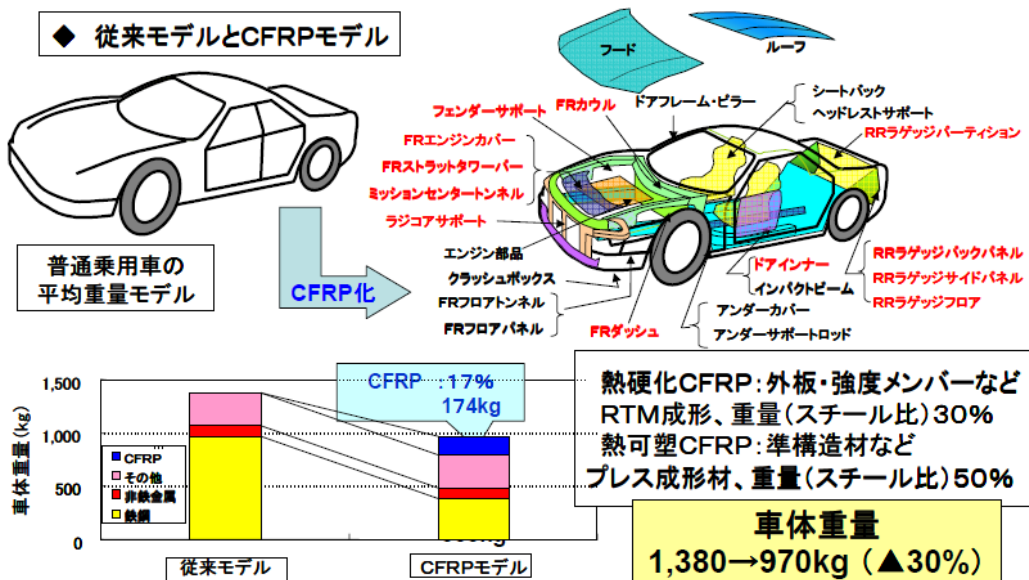


図 2.3. 自動車向け炭素繊維

① CO₂削減効果の内容

軽量化により燃費向上し、燃料消費量減。

② 自動車に使用される化学製品例

- ・ 炭素繊維
- ・ エポキシ樹脂

(2) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

- ・ 評価対象：従来材料を炭素繊維に代替した自動車（CFRP²⁸モデル）
- ・ 比較対象：炭素繊維を使用しない自動車（従来モデル）

② システム境界（評価した範囲）

自動車のライフサイクル全体を考慮。すなわち、原料の製造から部品製造・自動車組立、使用（走行）、自動車の廃棄の段階で、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。

²⁶ 炭素繊維の概要は、4. 2節 風力発電用材料参照

²⁷ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

²⁸ Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化プラスチック

③ 削減効果の算定基準

- 対象の自動車 : ガソリンのみを燃料とする自動車
- 想定車重 : CFRP モデル 970kg/台 従来モデル 1,380kg/台 (2006年時点の平均的車両重量)
→従来モデル比 車重 30%減。CFRP を全体で 174kg/台使用
- 想定燃費²⁹ : CFRPモデル ガソリン1リットルあたり 12.40km走行
従来モデル // 9.83km 走行
- 生涯走行距離³⁰ : 使用年数 10年 で 9.4 万km と想定。
- 単位導入量あたりの CO₂ 排出削減量

単位導入量としては、自動車1台を対象とし、自動車1台あたりの CO₂ 排出削減量は、CFRP モデルの自動車のライフサイクル全体と従来モデルの自動車のライフサイクル全体との差分を算定している (10年間、9.4 万 km の走行及び廃棄を全て含む)。

(3) 評価の結果³¹

① 単位当たり (1台導入分) c-LCA 評価の結果

「**完成品** 原料～製造、自動車組立～廃棄までの CO₂ 排出量 表8 緑字部分の計」: **6.2t-CO₂/台**

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

炭素繊維の使用による軽量化に伴い燃費が向上し、それによって削減されるガソリンの CO₂ 排出量差を排出削減貢献量とした。

自動車に使われる原材料～組立～廃棄までの CO₂ 排出量は、従来モデルに比べて CFRP モデルでは 0.8 トン/台の増加となる。一方、走行時では CFRP モデルが ▲約 5.4 トン/台の CO₂ 排出量削減となり、ライフサイクル全体で約 ▲5 トン/台・10年の CO₂ 排出削減貢献量となっている。

- CO₂ 排出削減貢献量 : ▲5t-CO₂/台・10年

		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 ³² (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
排出削減効果 (t-CO ₂ /台・10年)		▲5	

表 8. 自動車 1 台あたりのライフサイクル CO₂ 排出量

²⁹ 自動車工業会の資料をもとに設定 (2008年資料、2006年実績)

³⁰ 国土交通省の資料をもとに設定 (2008年3月調査、2006年実績)

³¹ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

³² 環境省、各協会、各自動車メーカーの値より設定

③ 日本全体の導入効果

2020年の日本全体の炭素繊維生産量に対するCO₂排出削減効果を算定した。

・炭素繊維を使用する自動車の導入台数試算方法

2020年で国内メーカーの製造する炭素繊維が自動車に使用される量を推計し、1台あたり100kg使用されるものと仮定して、炭素繊維を使用する自動車の導入台数を求めている。

a. 国内メーカーによる自動車用途の炭素繊維使用量推計³³：

世界全体 3万トン
日本国内向け 1,500トン（世界の約5%）

b. 1台あたり炭素繊維使用量 : 100kg/台

c. 導入台数 : 世界全体 約30万台
日本国内 1.5万台

・原材料/組立/廃棄段階のCO₂排出量 : 9.3万トン (6.2 t-CO₂/台×1.5万台)

・CO₂排出削減貢献量 : ▲7.5万トン/10年

	日本	世界(参考)
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	30,000
・炭素繊維使用自動車の導入台数 (万台)	1.5	30
2) 導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減効果		
・1台あたりのライフサイクルCO ₂ 削減貢献量 (t-CO ₂ /台・10年)	▲5	
・2020年の自動車(炭素繊維利用)による排出削減効果 (万トン-CO ₂ /10年)	▲7.5	▲150

表9. 2020年時点での排出削減効果

日本が生産した自動車用途炭素繊維が貢献する排出削減量は、世界全体への供給を全て考慮すると2020年で150万トンと想定することができる。このうち、日本国内分は7.5万トンとなる。

4.4 軽量化による燃費向上 その2 -航空機用材料(炭素繊維)-

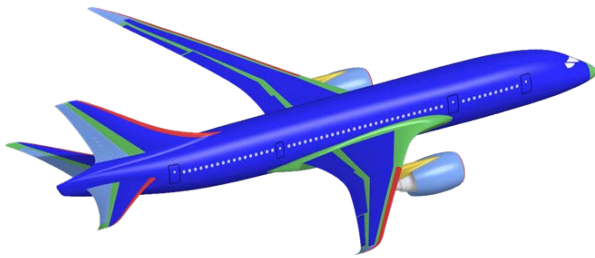
(1) 航空機用材料としての炭素繊維の概要³⁴

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。自動車と同様に航空機の軽量化はそのまま燃費向上へとつながるため、運輸部門のCO₂排出量削減に貢献する。本報告では、炭素繊維を導入した場合の、従来航空機からの燃費削減によるCO₂排出削減量の評価を行う³⁵。

³³ 炭素繊維協会推定

³⁴ 炭素繊維の概要は、4.2節 風力発電用材料参照

³⁵ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>



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機体構造

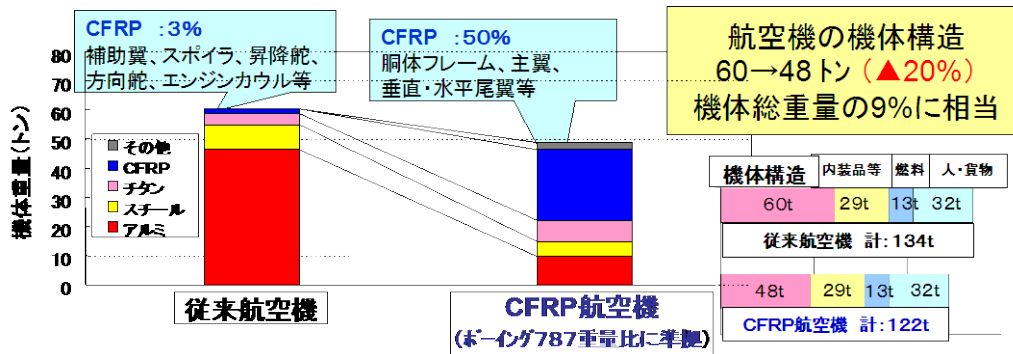


図 2 4. 航空機向け炭素繊維

① CO₂ 排出削減効果の内容

軽量化により燃費向上し、燃料消費量減。

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) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

- ・ 評価対象：機体構造の 50%に CFRP を適用した機体 (CFRP 航空機)
- ・ 比較対象：機体構造の 3%に CFRP を適用した機体 (従来航空機)

具体的に評価の対象とする航空機は、ボーイング 767 をモデルとして、従来のボーイング 767 (従来航空機) とボーイング 787 と同じ素材構成のモデル機体 (CFRP 航空機) を想定している。

② システム境界 (評価した範囲)

航空機のライフサイクル全体を考慮。すなわち、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、廃棄については、実績がないため計算の対象外とした。

③ 排出削減効果の算定基準

- ・ 機体重量

従来航空機	60 トン/機	CFRP 使用割合	3%	
CFRP 航空機	48 トン/機	"	50%	従来機比 20%削減
- ・ 燃費

従来航空機	ジェット燃料 1 キロリットルあたり	103km 飛行
CFRP 航空機	"	110km 飛行

- ・ 生涯航行距離：使用年数 10 年で、羽田空港～千歳空港間（500 マイル）を年 2,000 便飛行するものと想定。
- ・ 単位導入量あたりの CO₂ 排出削減量
 単位導入量としては、航空機 1 機を対象とし、航空機 1 機あたりの CO₂ 排出削減量は、CFRP 航空機のライフサイクル全体と従来航空機のライフサイクル全体の差分を算定している（10 年間、2 万便の航行は含むが、廃棄は含まない）。

（3）評価の結果³⁶

① 単位当たり（1 機導入分）c-LCA 評価の結果

「**完成品** 原料～製造、航空機組立までの CO₂ 排出量 表 10 緑字部分の計」：**3.9kt-CO₂/機**

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

炭素繊維の使用による軽量化に伴い燃費が向上し、それによって削減されるジェット燃料の CO₂ 排出量差を削減貢献量とした。

航空機 1 機当たりの原料～材料製造時の CO₂ 排出量は、従来航空機に比べて CFRP 航空機では 0.2kt の増加となる。一方、組立時では CFRP 航空機が ▲0.8kt、航行時では ▲26.3kt の CO₂ 排出量削減となり、ライフサイクル全体で ▲27kt の CO₂ 排出削減貢献量となる。

・ CO₂ 削減貢献量 : ▲27kt-CO₂/機・10 年

		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	
	生涯ガソリン使用量 (kl/機)	145,500	155,300
	ジェット燃料燃焼時の CO ₂ 排出量 ³⁷ (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
排出削減効果 (kt-CO ₂ /機・10 年)		▲27	

表 10. 航空機 1 機あたりのライフサイクル CO₂ 排出量

② 日本全体の導入効果

2020 年の日本全体の炭素繊維生産量に対する CO₂ 排出削減効果を算定した。

- ・ 炭素繊維を使用する航空機の導入機数試算方法
 2020 年で国内メーカーの製造する炭素繊維が航空機に使用される量を推計し、1 機当たり 20 トン使用されるものと仮定して、炭素繊維を使用する航空機の導入機数を求めている。

³⁶ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

³⁷ 航空会社の情報をもとに設定。

a.国内メーカーによる航空機用途の炭素繊維使用量推計³⁸：

世界全体 1.8 万トン
 日本国内向け 900 トン（世界の約 5%）

b. 1 機あたり炭素繊維使用量 : 20 トン/機

c. 導入機数 : 世界全体 約 900 機
 国内 45 機

・ 原材料/組立段階の CO₂ 排出量 : 17.6 万トン (3.9k t-CO₂/機×45 機)

・ CO₂ 排出削減貢献量 : ▲122 万トン/10 年

1) 2020 年の導入量	日本	世界 (参考)
・ 2020 年の航空機用途炭素繊維使用量 (トン)	900	18,000
・ 炭素繊維使用航空機の導入機数 (機)	45	900
2) 導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減効果 (kt-CO ₂)		
・ 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 年の航空機 (炭素繊維利用) による排出削減効果 (万トン-CO ₂ /10 年)	▲122	▲2,430

表 1 1. 2020 年時点での排出削減効果

この 1 トンあたりの排出削減と航空機用途の炭素繊維使用量から、日本が生産した航空機用途炭素繊維が貢献する排出削減量は、世界全体への供給を全て考慮すると 2020 年で 2,430 万トンと想定することができる。このうち、日本国内分は 122 万トンとなる。

³⁸ 炭素繊維協会推定

4. 5 省エネルギー その1 - LED 関連材料 -

(1) LED 照明の概要

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、高効率が期待できる。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。

① CO₂ 排出削減効果の内容

長寿命、かつ消費電力が少ない。

② LED 電球の特徴

- ・ 発光効率 (lm/W) が高い

LED電球 150 lm/W (2015 年頃の見込み³⁹⁾)

蛍光灯 100 lm/W 前後 (現時点)

白熱電球 15 lm/W 前後 (")

- ・ 小型、長寿命、発熱量が小さい
- ・ 調光機能に優れている

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。

③ LED 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

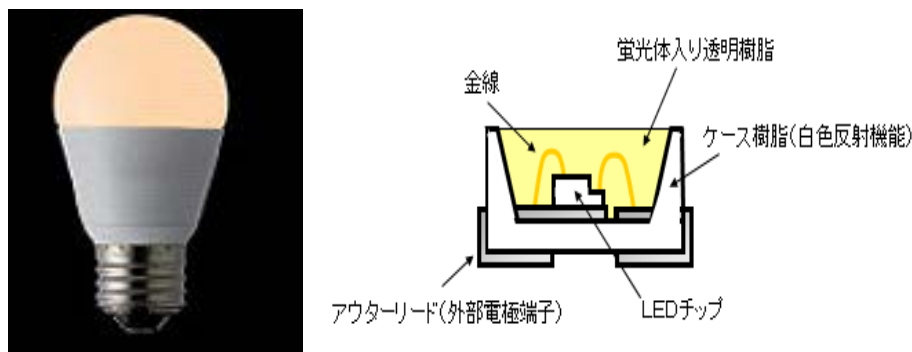


図 2 5 . LED 電球の外観と構造

³⁹ 出典 : LED 照明推進協議会「白色 LED の技術ロードマップ」(2008 年)

(2) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

LED 関連材料としては、LED 電球の製造、使用及び廃棄含めた総合的な CO₂ 削減貢献を、既存製品である白熱電球に比べて評価した。

- ・ 評価対象：LED 電球
- ・ 比較対象：白熱電球

② 排出削減効果の算定基準

- ・ 製品機能の定義

製品の機能は、同一の期間に同一の明るさを提供するものと定義し、LED 電球と白熱電球において、設定した機能を実現する単位を評価対象としている。本評価においては、LED の製品寿命が 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。

	評価対象 LED 電球	比較対象 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 (W/個)	8	40

表 1 2. LED関連材料の評価対象 (LED照明) と比較対象 (白熱電球) ⁴⁰

- ・ 単位導入量あたりの年間 CO₂ 排出削減量

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 排出量を比較した。

③ システム境界 (評価した範囲)

完成品 (電球) の原料の採取、製品の製造、使用及び廃棄に関わる全てのプロセス。廃棄については、不燃ゴミとして排出され、中間処理後、埋立処分とした。

(3) 評価の結果

① 単位当たり (LED 電球の寿命 25,000 時間) c-LCA 評価の結果

「**完成品 (LED 電球) 原料～製造・組立～廃棄までの CO₂ 排出量** 表 1 3 緑字部分の計」
: **3.27kg-CO₂/25,000 時間**

- ・ 原料～製造～廃棄までに使用する電力の CO₂ 排出量比較

1 個あたりの製造時消費電力は LED 電球の方が 16 倍程度 (LED : 9.9kWh/個、白熱 : 0.612Wh/個) 大きいですが、製品寿命あたり (25,000 時間) に換算すると、小計値は LED 電球の方が少なくなっている。

⁴⁰ 出典 : OSRAM “Life Cycle Assessment of Illuminants:A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps” (2009 年 12 月)

「CO₂削減貢献量の算出」

・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、寿命見合いの必要個数が少ない（25,000 時間まで使用、LED：1 個、白熱：25 個）ため、使用時の消費電力削減が大きな CO₂ 排出削減貢献に繋がる。

・CO₂ 排出削減貢献度 : ▲266 kg-CO₂/25,000 時間

LED 電球のライフサイクル全体 CO₂ 排出削減量は、白熱電球との差分を取り ▲266 kg-CO₂/25,000 時間となる。

対象プロセス	LED 電球	白熱電球
① 原料採取～製造・組立時		
原料採取～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 ⁴¹ (kg-CO ₂ /kWh)	0.33	0.33
小計：原料採取～製造に係わる CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	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：使用に係わる CO ₂ 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：廃棄に係わる CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	0.002	0.225
ライフサイクル全体の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂) (①～③の合計)	69.272	335.275
排出削減効果 (kg-CO ₂ /25,000 時間)	▲266	

表 1.3. LED電球の評価結果⁴²

② 日本全体の導入効果

2020 年の日本全体の導入量に対する CO₂ 排出削減効果を算定した。

- ・ 2020 年におけるLED電球の年間販売予想量⁴³ : 28 百万個
- ・ LED 製品原料/製造/埋立段階の CO₂ 排出量 : 9.2 万トン
- ・ CO₂ 排出削減貢献量 : ▲745 万トン

⁴¹ 2020 年度の電力排出係数（受電端）：電気事業連合会目標値

⁴² 出典：OSRAM “Life Cycle Assessment of Illuminants:A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps” (2009 年 12 月)

⁴³ 出典：富士キメラ総研「2010 LED 関連市場総調査（上巻）」

4. 6 省エネルギー その2 - 住宅用断熱材 -

(1) 住宅用断熱材の概要

住宅において消費されるエネルギーのうち、特に割合が大きいもののひとつとして冷暖房（特に暖房）に用いるエネルギーが挙げられる。冷暖房による消費エネルギーを無駄にしないためには、住まいの断熱性と気密性を高める必要がある。これは、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・流入してしまうからである。このようなことを避けるために、断熱材を用いて室内を包むようにすき間なく覆うことで、住まいの断熱性を高めることができる。

① CO₂ 排出削減効果の内容

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を用いたもの
- ・ ポリスチレンやウレタンを中心とした樹脂材料を用いたもの

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、樹脂材料より施工時に厚く使うが、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、断熱材を用いた住宅と、用い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⁴⁴

- ・ 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。



図 26. 断熱材

④ 断熱材として使用される化学製品例

- ・ 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

⁴⁴出典：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>

- ・ 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) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

評価対象は、ビーズ法ポリスチレンフォームとし、これを戸建住宅及び集合住宅に導入した場合の評価を行った。

- ・ 評価対象：断熱材を用いた住宅
- ・ 比較対象：断熱材を用いない住宅

② 排出削減効果の算定基準

- ・ 製品の機能：

一定の期間内に、一定の空間及び一定の気温等の条件を実現することのできる住宅を対象とした。断熱材を使用しない場合、住宅で使用されるエアコンや暖房による冷気、暖気が断熱材を使用した住宅よりも失われやすいことから、失った冷気、暖気を補うために電気や燃料を多く消費する。

本評価においては、同一の住宅に対して、一定の気温等の条件を満たす内容で断熱材の効果を比較した。

- ・ 住宅の使用年数⁴⁵：戸建住宅 30 年、集合住宅 60 年

断熱材を使用する場合も使用しない場合も、住宅自体は同じ年数使用されるものとして評価を行った。

- ・ 単位導入量あたりの年間 CO₂ 排出削減量

断熱材を使用した住宅と、断熱材を使用しない住宅の CO₂ 排出量の差分を求めている。単位導入量は、戸建住宅、及び集合住宅それぞれ 1 戸あたりの排出削減量とした。なお、住宅の冷暖房エネルギーは、国内の地域によって大きく異なるため、北海道から九州まで 5 つの地域に分けて算定を行った。

③ システム境界（評価した範囲）

- ・ 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. 住宅そのものの建設
 - b. 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 発生量の差がなく、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プロセスと考えられるため。

⁴⁵ 出典：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）

(3) 評価の結果

① 単位当たり（住宅1戸）c-LCA 評価の結果

「**化学製品** 原料～製造～廃棄までの CO₂ 排出量 表 1 4、1 5 青字部分の計」

断熱材の原料～製造～廃棄 : 戸建て住宅 平均 **3,505kg-CO₂/戸**

集合住宅 // **1,677kg-CO₂/戸**

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

断熱材を使用した場合は、使用しない場合と比較して、断熱材の製造にかかるCO₂ 排出量が増加するが、住宅の使用時は、断熱材を使用する場合の方がCO₂ 排出量は少なく排出削減効果がある。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）での排出削減効果⁴⁶は、地域格差が生じ、戸建てで9トン～45トン/戸、平均で約26トン/戸の削減となり、集合住宅では44トン～170トン/戸、平均では約105トン/戸の削減となった。

・ **CO₂ 削減貢献量** : 戸建て住宅 平均 **▲25,975kg-CO₂/戸**
 集合住宅 // **▲104,705kg-CO₂/戸**

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 1 4. 戸建て住宅の1戸あたり算定結果（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	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

表 1 5. 集合住宅の1戸あたり算定結果（単位：kg-CO₂/戸・60年間）

⁴⁶ 出典：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)

② 日本全体での排出削減効果

上記の平均1戸あたりの評価結果を元に、2020年の戸建住宅、集合住宅の新築数を乗じ、2020年に新築される住宅のライフエンドを考慮した排出削減効果を求めた。

- ・ 2020年に断熱材を導入する住宅数⁴⁷： 100万戸
- ・ 戸建・集合住宅比率⁴⁸
 - ： 戸建て住宅 36.7% (36万7千戸)
 - 集合住宅 63.3% (63万3千戸)
- ※ [算出方法]分譲住宅のマンション数と新築の戸建て件数の比率から算出
- ・ 断熱材製造/廃棄段階のCO₂排出量： 235万トン
- ・ 2020年に新築される断熱材使用戸建・集合住宅全体のCO₂削減量：▲7,600万トン

① 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
② 住宅1戸あたりの断熱材導入によるCO ₂ 排出削減効果		
・ 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
③ 導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減効果		
・ 戸建て住宅 (30年分)	(万t-CO ₂)	▲950
・ 集合住宅 (60年分)	(万t-CO ₂)	▲6,650
合計	(万t-CO ₂)	▲7,600

表16. 2020年時点での削減効果

4. 7 省エネルギー その3 - ホール素子、ホールIC -

(1) DCブラシレスモータの概要

DCブラシレスモータとは、整流子がない直流のモータである。ACモータ（誘導モータ）と比較して、効率の高さ（省電力化）という特長を有している。従来は、エアコンの室内機及び室外機FAN用にはエネルギー効率が悪いACモータが使用されていたが、エアコン省エネ規制の厳しい日本においては、現在DCブラシレスモータが使用されている。

DCブラシレスモータでは、その極性を変化させる方法として、ホール素子、またはホールICによりロータの位置を検出し、その信号を制御回路にフィードバックすることにより駆動電力の極性を変化させている。

① CO₂排出削減効果の内容

効率を上げて消費電力を減らす。

⁴⁷ 出典：矢野経済研究所「2009年版 断熱材市場白書」をもとに設定

⁴⁸ 出典：国土交通省「建設統計年報」（2006年）

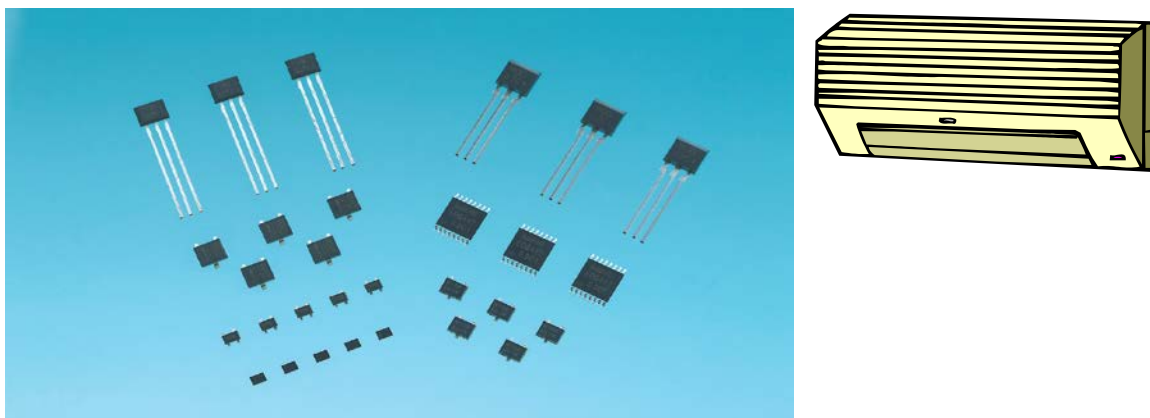


図 27. ホール素子、ホール IC、エアコン

(2) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

- ・ 評価対象：DC ブラシレスモータ
- ・ 比較対象：同じ交流電源を用いる AC モータ

② 排出削減効果の算定基準

- ・ 製品の機能：両製品は、同一の期間に同一のモータ出力を提供し、差はないと定義。
- ・ 1 台当たりの年間消費電力量 (kWh/台)：
 - 室内機、室外機毎の出力 W を、DC ブラシレスモータ、AC モータ別の効率 (%) で除して入力 W を算出し、年間運転時間をかけて算出した。
- ・ 製品寿命：8 年 (両製品の寿命は同じ)

	評価対象 DC ブラシレスモータ	比較対象 AC モータ
製品寿命 (年)	8	
年間稼働時間 (時間/台)	2,000	
機能単位	<ul style="list-style-type: none"> ・ エアコン室外機のモータ出力：70 (W/台・エアコン) ・ エアコン室内機のモータ出力：60 (W/台・エアコン) 	
効率 (%)	80	40
消費電力量 (kWh/台)	325	650

表 17. ホール IC の評価対象 (DC ブラシレスモータ) と比較対象 (AC モータ) ⁴⁹

・ 単位導入量あたりの年間 CO₂ 排出削減量

ある年に生産された DC ブラシレスモータが、ライフサイクルのエンドまでの将来にわたって運転し続けることとし、AC モータの代替による CO₂ 排出削減量を求めることとした。つまり、ある年に生産された製品の効果は、実際には将来にわたって排出削減効果を発揮することとなるが、その年の排出削減効果としてみることにする。

⁴⁹ 旭化成㈱提供データ

③ システム境界（評価した範囲）

本評価での対象とするプロセスは、ホール素子・IC製品の製造及び使用に係わるプロセスのみとした。

完成品であるエアコン製品の原料・材料、輸送、製造、廃棄・リサイクル、及び資本財の製造に係わるプロセスは、素子の使用、不使用の違いで差が生じないため、評価対象外としている。特に、エアコンの廃棄については、家庭用であれば家電リサイクル法に定められた方法で処理される等、処理方法が多岐に渡っているため、算出は困難な状況。

（3）評価の結果

① 単位当たり（エアコン1台分）c-LCA 評価の結果

「**化学製品** 原料～製造時のCO₂排出量 表18青字部分」 : <<1kg-CO₂/台

DC ブラシレスモータは、AC モータにホール IC が組み込まれた構成と想定する。よって、DC ブラシレスモータ製造時のCO₂排出量は、AC モータ製造時のCO₂排出量に、ホール素子・ICの製造に係わるCO₂排出量が加算されたものと想定。ホール素子・ICの製造に係わるCO₂排出量は極めて小さく、モータの製造に係わるCO₂排出量の差は、算定の対象外とする。

「CO₂排出削減貢献量の算出」

DC モータは、使用時の消費電力がAC モータの半分であるため、ライフサイクル全体のCO₂排出削減効果は、大きな値になる。

・CO₂排出削減貢献量 : ▲858kg-CO₂/台

対象プロセス	DC ブラシレスモータ	AC モータ
① 原料～製造時に係わるプロセス		
ホール素子の原料～製造に係わるCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /台)	<<1	—
ホールICの原料～製造に係わるCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /台)	<<1	—
小計：製造に係るCO₂排出量 (kg-CO₂/台)	<u><<1</u>	—
② 使用時の消費電力に係わるプロセス		
年間の消費電力量 (2,000時間) (kWh/年/台)	325	650
稼動年数 (年)	8	8
稼動年数の総電力量 (kWh/台)	2,600	5,200
電力のCO ₂ 排出量 ⁵⁰ (kg-CO ₂ /kWh)	0.33	0.33
小計：使用に係るCO₂排出量 (kg-CO₂/台)	<u>858</u>	<u>1,716</u>
ライフサイクル全体に係わるCO₂排出量 (kg-CO₂/台)	<u>858</u>	<u>1,716</u>
①と②の合計		
排出削減効果 (kg-CO₂/台)	▲858	

表18. DCブラシレスモータの評価結果⁵¹

⁵⁰ 2020年度の電力排出係数（受電端）：電気事業連合会目標値

⁵¹ 旭化成㈱提出データ（電力のCO₂排出量除く）

② 日本全体の導入効果

2020年の世界のエアコン需要台数は、約1億台⁵²と予想されており、これが仮にDCモータタイプになったと仮定し、かつエアコン1台当たりのCO₂排出削減量が前述の数値であると仮定すると、8,580万トンの削減となる。

2020年の日本国内におけるエアコン需要台数は、2010年から横這いと予測。これが仮にDCモータタイプになったと仮定して日本国内のCO₂排出削減量を算出した。

- ・ 2020年におけるエアコンの年間販売台数 : 7,460千台/年
- ・ CO₂排出削減貢献量 : ▲640万トン

4. 8 省エネルギー その4 - 配管材料 -

(1) ポリマー配管材料の概要

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⁵³。

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。

上下水道にはポリ塩化ビニル管が広く用いられるのに対して、ガス供給においてはポリエチレン管が用いられている。ポリエチレン管は、継手部を融着接合（エレクトロフュージョン接合）できることもあって特に高い耐震性が特徴であり、地震国である日本のガス管材料として適している。

この他の身近なポリマー配管材料としては、温水用配管として用いられるポリエチレン管とポリブテン管があげられる。



図28. ポリマー配管

⁵² 出典：富士キメラ総研「2009 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査 ～AV、家電、情報・通信機器、電子ユニットの市場分析と今後の動向～」(2009年)

⁵³ 出典：「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>)

① CO₂削減効果の内容

製造時に高温を使用しないため、エネルギー消費量少

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) 評価の条件

管を製造するデータが入手できるポリ塩化ビニル管について CO₂ 排出削減効果を評価した。

一般的にポリ塩化ビニル管よりもダクタイル鋳鉄管の方が強度はあり、一定以上の強度を必要とする用途では、当然ながら安全性が優先される。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、強度や安全性を評価結果におりこまなかった。

このため、ポリ塩化ビニル管による全用途の代替は見込まず、2020年のポリ塩化ビニル管の生産量は、一部代替できない用途があることを考慮して、需要予測について控え目に評価し2005年度と同一とした。

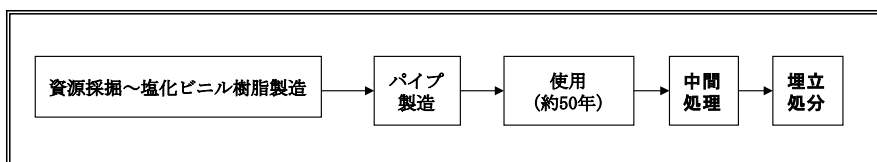
① 評価対象と比較対象

- ・ 評価対象：ポリ塩化ビニル管
- ・ 比較対象：ダクタイル鋳鉄管

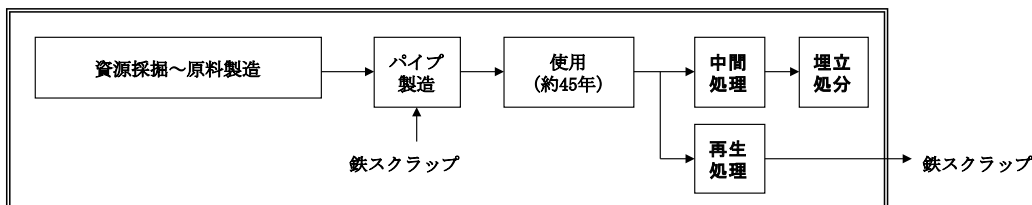
② システム境界（評価した範囲）

本評価で対象とするプロセスは、製品の原材料調達（資源採掘～素材製造）、製品の生産（加工）及び製品の廃棄（全量中間処理後、埋立処分とした）に係わるプロセスであり、製品の使用段階及び製品の輸送に係わるプロセスは評価対象外とした。

塩化ビニル製パイプのライフサイクルフロー



ダクタイル鋳鉄製パイプのライフサイクルフロー



注1：二重線がシステム境界（評価した範囲）

注2：出典によるとダクタイル鋳鉄管に使用される原料は約9割が鉄スクラップである

図29. 配管のシステム境界

③ 削減効果の算出基準

- ・ 単位導入量あたりの CO₂ 排出削減量

ポリ塩化ビニル管とダクタイル鋳鉄管では、比重に加えて、想定寿命も異なることから、これらに対する補正を行った。

(3) 評価の結果

① 単位当たり（ポリ塩化ビニル管 1kg）c-LCA 評価の結果あたり

「**完成品**（塩ビパイプ） 原料～製造・加工～廃棄までの CO₂ 排出量 表 18 緑字部分の計」
 : **1.5 kg-CO₂/kg**

「CO₂ 排出削減貢献量の算出」

ポリ塩化ビニル管 1kg のライフサイクル CO₂ 排出量及びダクタイル鋳鉄管 1kg の CO₂ 排出量について、文献による評価事例⁵⁴を示す。

	塩化ビニル管	ダクタイル鋳鉄管
原材料調達（資源採掘～素材製造）(kg-CO ₂ /kg)	1.4	0.146
製品の生産（加工）(kg-CO ₂ /kg)	0.1	1.925
製品の廃棄（埋立）(kg-CO ₂ /kg)	0.018	0.018
合計 (kg-CO ₂ /kg)	1.5	2.1

表 18. 単位重量あたりライフサイクル CO₂ 排出量

	塩化ビニル管	ダクタイル鋳鉄管
150mm 口径・1m 長あたり重量 (kg)	6.7	23.8
想定寿命 (年)	50	45
塩化ビニル管 1kg 相当量 (kg)	1.0	3.95
CO₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kg)	1.5	8.2
排出削減効果 (kg-CO ₂ /kg)	▲6.7	—

表 19. ポリ塩化ビニル管 1kg のライフサイクル CO₂ 排出量削減効果

1m 当たり必要な重量と寿命で補正すると、ポリ塩化ビニル管 1kg あたり、
▲6.7kg-CO₂ /kg のライフサイクル CO₂ 排出量を削減する効果があることとなる。

- ・ **CO₂ 排出削減貢献量** : **▲6.7kg-CO₂ /kg**

⁵⁴ 出典：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）

② 日本全体の排出削減効果

2020年の塩化ビニル管の生産量を2005年度と同一⁵⁵と仮定して算出。

同等のダクタイル鋳鉄管に対する素材代替効果のCO₂排出削減量は303万トンとなる。

さらにパイプの接続に用いる「継手」の素材代替効果を加えると、CO₂排出削減量は330万トンとなる。

	塩化ビニル管	同継手	合計
2020年想定生産量 (トン) (2005年度実績値と同等と仮定)	452,878	40,214	493,092
ライフサイクル全体のCO ₂ の 排出削減量 (万トン)	303	27	330

表20. ポリ塩化ビニル管によるダクタイル鋳鉄管代替のCO₂排出量削減効果

- ・ 塩ビ管製造/廃棄段階のCO₂排出量 : 74万トン
- ・ CO₂排出削減貢献量 : ▲330万トン

4.9 省エネルギー その5 - 海水淡水化プラント材料 (RO膜) -

(1) RO膜及び海水淡水化プラントの概要

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、半透膜を経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。



図30. RO膜

⁵⁵ 出典：塩化ビニル管・継手協会 ウェブサイト <http://ppfa.gr.jp>

① CO₂削減効果の内容

加熱を必要としないため、エネルギー消費量少。

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膜による塩分除去法。

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、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少ない膜法は、少ない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) 評価の条件

① 評価対象と比較対象

- ・ 評価対象 : RO膜法による海水淡水化プラント
- ・ 比較対象 : 蒸発法による海水淡水化プラント

② 排出削減効果の算定基準⁵⁶

- ・ 単位導入量あたりのCO₂排出削減量

RO膜エレメント1本分の生涯造水量である2.6万m³を基準とし、これに見合った量を蒸発法にて造水した時に生じるライフサイクル全体のCO₂排出量を比較。

- ・ RO膜の寿命 : 5年として試算 (実態、5~7年)

③ システム境界 (評価した範囲)

評価対象、比較対象ともに、海水淡水化プラントの材料製造、プラント建設、使用に関わるプロセスがシステム境界に含まれている。

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、システム境界に含まれていないが、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。

(3) 評価の結果

① 単位当たり (RO膜エレメント1本分) c-LCA 評価の結果 (単位量導入分)

「**完成品 (RO膜淡水化プラント)** 原料~製造・建設~廃棄までのCO₂排出量

表2.1 緑字部分の計 : **2.46 トン-CO₂/本 (造水量2.6万m³)**

⁵⁶ 東レ提供データ 2010年度推定

「CO₂削減貢献量の算出」

RO膜エレメント1本分の生涯造水量である2.6万m³を実現するため、評価対象（RO膜法）における海水淡水化プラントのライフサイクル全体のCO₂排出量は53.0トン。比較対象（蒸発法）のCO₂排出量335.9トンに比べ、▲282.9トンの排出削減効果がある。

・CO₂排出削減貢献量 : ▲282.9トン-CO₂/本（造水量2.6万m³）

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	比較対象
原材料製造	RO膜エレメント製造	0.01	—
プラント製造	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
使用		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
排出削減効果（トン-CO ₂ /造水量2.6万m ³ ）		▲282.9	

表2.1. 海水淡水化プラント材料（RO膜）単位導入量あたりのCO₂排出削減量⁵⁷

② 世界全体での導入効果

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。

また2020年の導入規模に関する客観的な資料がないため、最も近縁のデータである2016年の導入規模⁵⁸の資料データ⁵⁹を2020年のデータとして用いた。

- ・ 2016年に新たに付加される世界のRO膜淡水化能力 : 約870万m³/日
- ・ RO膜の寿命あたり淡水化量 :

$$870 \text{ 万 m}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日} \times 5 \text{ 年間} = 158 \text{ 億 } 7,750 \text{ 万 m}^3$$
- ・ 必要RO膜エレメント数 : $158 \text{ 億 } 7,750 \text{ 万 m}^3 \div 2.6 \text{ 万 m}^3 = 610 \text{ 千本}$
- ・ RO膜エレメント製造/廃棄段階のCO₂排出量 : 150万トン
- ・ CO₂排出削減貢献量（2020年、世界全体） : ▲約1億7,000万トン

⁵⁷ 東レ提供データ 2010年度推定

⁵⁸ 出典：Desalination Markets 2010,P54

⁵⁹ 出典：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）

5. 結論と提言

5. 1 評価事例のまとめ

今回 c-LCA で評価を行った 9 事例のうち、日本における CO₂ 排出削減効果の 8 事例を表 2 2 に示す。

事例	化学製品原料 ～製造～廃棄 までの CO ₂ 排 出量 (万トン)	生産量 (2020 年度)	正味 CO ₂ 排出削減 貢献量 (万トン)	寿命 (年)	比較材料等
太陽光発電用材料	129	176 万 kW	▲898	20	電源ミックス
CFRP 風力発電	0.9	150 基	▲854	20	電源ミックス
CFRP 自動車	9.3	15,000 台	▲7.5	10	鉄製自動車
CFRP 航空機	17.6	45 機	▲122	10	アルミ製航空機
LED 関連材料	9.2	28 百万個	▲745	10	白熱電球
建築用断熱材 (戸建住宅)	129	367,000 戸	▲950	30	無断熱
建築用断熱材 (集合住宅)	106	633,000 戸	▲6,650	60	無断熱
DC モータ用 ホール素子・IC	<<1	7,460 千台 (エアコン台数)	▲640	8	AC モータ
配管材料 (注 1)	74	493,092 トン	▲330	50	ダクタイル鋳鉄管
計	475		▲11,200		

注 1：使用差ではなく、原料～製造～廃棄時の排出量差

表 2 2. 評価例のまとめ

(世界全体の効果のため参考値)

海水淡水化	150	610 千本	▲17,000	5	蒸発法
-------	-----	--------	---------	---	-----

5. 2 結論と提言

化学製品は、エネルギー部門（太陽光発電、風力発電）、民生家庭部門（LED 電球、住宅、エアコン、配管）、輸送部門（自動車、航空機）など、様々な分野の完成品において、他の素材、部材関連の製品と連携して CO₂ 排出削減の実現に貢献していることが窺える。

今回の 9 事例のうち海水淡水化を除く 8 事例の合計から、化学製品は製品自体の CO₂ 排出量が約 475 万トンであることに対して、完成品ベースで約 1.1 億トンの排出削減に貢献するキーマテリアルであることが分かる。これは 2007 年における日本全体の CO₂ 排出量約 13 億トンと比較して、約 1/12 相当の削減効果が期待できることになる。

なお、排出削減貢献量には、化学製品だけでなく他の原料、部材関連の製品分も含まれるが、現時点で他製品分を定量化する手段を持ち合わせていないため、排出削減貢献量を構成製品毎に配分することは行っていない。

以上のことから化学産業は、原料、部材の供給を通じて産業を支える基盤産業としての位置付けだけでなく、環境が人類にとって喫緊の課題となった現代において、CO₂ 排出削減を通じて社会に貢献する産業であることが明確になってきている。

このためグローバルな課題である CO₂ 排出削減を推進するためには、製造時における CO₂ 排出削減といった部分最適の議論ではなく、製品のライフサイクルを十分に理解したうえで、全体最適の視点からの対策が重要であるといえる。今後、化学産業は、製造時の排出削減にとどまらず、ライフサイクル全体における化学技術・製品の活用による排出削減貢献を目指し、社会全体の CO₂ 排出削減を推進するものである。

6. 化学業界が進める今後の計画

6. 1 国内における c-LCA 評価事例の拡大

今回の9事例のc-LCAの実施は、日本の化学産業が寄与することで実現するCO₂排出削減貢献量の大きさを示した点で非常に意義深いものといえる。しかし、化学製品がCO₂排出削減に貢献する低炭素型の最終製品は、今回の9事例には留まらない。これは2007年度の化学産業の総排出量が、約6,800万トンであるのに対し、2020年度における9事例の原料～製造～廃棄までの排出量は、総計475万トンと一部に過ぎないことから理解できる。

今後は、次世代自動車も含めた自動車の軽量化に貢献する材料（エンジニアリングプラスチック等）、二次電池用材料（正極材、負極材、電解液、セパレータ）、フラットパネルディスプレイ用材料等、c-LCAの事例を拡大していく予定である。CO₂排出削減に貢献する材料については、c-LCA評価の側面を考慮することで、エネルギー多消費産業の製品ではあるが、化学製品を積極的に使用することがCO₂排出削減に通じるという理解を深めていく必要がある。



図31. 化学製品のCO₂排出削減貢献例

6. 2 国際貢献の推進

化学産業では、製品の開発から製造、使用、廃棄に至る全ての過程において、自主的に環境・安全・健康を確保し、社会からの信頼性向上とコミュニケーションを推進する、いわゆるレスポンスブルケアの精神に則って、海外で新たな工場を建設する場合に、世界最高水準の化学プロセスや省エネ技術を採用・提供することにより、途上国はじめ海外各国での低炭素化に貢献してきた。

本報告の海水淡水化プラント材料（RO膜）に見られるように、日本の化学製品・技術の技術移転による海外での排出削減への貢献も今後増々重要となる。市場が世界に拡大している現実を反映し、化学製品・技術の国際貢献に関するc-LCAについても実施していくことが重要であろう。

「海外への低炭素技術の移転による貢献例」

＜製造技術＞ ー世界最高水準の化学プロセスや省エネ技術を提供ー

- ・ 中東、アジア諸国での CO₂ を原料とするポリカーボネートの製造技術
- ・ インド、中国での最新鋭のテレフタル酸製造設備
- ・ 韓国におけるバイオ技術を用いたアクリルアミド製造技術
- ・ 中東、アジア、欧米でのイオン交換膜法を用い、電気分解における省電力を達成したか性ソーダ製造設備
- ・ シンガポールにおける世界トップレベルのエネルギー効率のエチレンプラント

＜素材・製品＞ ー使用段階で、従来の素材、方法に比べて CO₂ を大幅削減可能ー

- ・ 逆浸透膜による海水淡水化技術
- ・ 多段階曝気槽による排水処理システム
- ・ エアコン用 DC モーターの制御素子

＜代替フロン等 3 ガスの無害化＞ ーNEDO の支援を受けて開発ー

- ・ 排ガス燃焼設備設置による代替フロン等 3 ガスの排出削減
- ・ 基準年比で排出原単位を PFCs は 70%、SF₆ は 95% と大幅な削減を達成
- ・ 今後は国と連携し、企業が保有する代替フロン排出削減の生産技術と、排ガス燃焼設備を活用して、海外技術移転による温室効果ガスの排出削減を推進

6. 3 革新的技術の開発

化学産業は、化石資源を原料、燃料に使用しており、低炭素社会の実現に向けた技術開発は重要な役割を担っている。このため開発すべき技術課題、障壁について、政府ともロードマップを共有・連携し、開発を推進する必要がある。また、このような技術開発についても、c-LCA 的な定量評価を実施することで、それらの環境面での貢献度を示していくことが望まれる。

化学産業の主要な中長期的技術開発を次に示す。

① 革新的プロセス開発

- ・ 廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセスの開発
- ・ 革新的ナフサ分解プロセスの開発
- ・ 精密分離膜による蒸留分離技術の開発
- ・ 高性能多孔性材料による副生ガスの高効率分離・精製プロセスの開発

② 化石資源を用いない化学品製造プロセスの開発

- ・ CO₂ を原料として用いた化学品製造プロセスの開発
- ・ セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセスの開発

③ LCA 的に GHG 排出削減に貢献する高機能材の開発

- ・ 高効率建築用断熱材
- ・ 太陽電池用材料（高効率化合物半導体、有機系太陽電池他）
- ・ 次世代自動車
 - 軽量化材料（エンジニアリングプラスチック等）
 - 二次電池部材（正極材、負極材、電解液、セパレータ他）
 - 燃料電池用部材

- ・ 次世代高効率照明（高効率 LED、有機 EL 他）
 - ・ フラットパネルディスプレイ用材料（有機 EL 他）
 - ・ 高効率ヒートポンプ用材料（冷媒、蓄熱材）
 - ・ CO₂ 分離膜、水素製造、貯蔵技術、他
- ④ 「Cool Earth エネルギー革新技术計画」に沿った化学技術の開発と新規部材、材料、製品の創出

7. 「c-LCA 報告書」レビュー委員会

7. 1 レビュー委員会の概要

2011年6月2日 15:00～17:00（鉄鋼会館ビル8階 805室）に「c-LCA 報告書」レビュー委員会を開催した。レビュー委員は、平尾雅彦委員長（東京大学 工学系研究科 化学システム工学専攻 教授）、稲葉敦委員（工学院大学 環境エネルギー化学科 教授）、松野泰也委員（東京大学 工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授）、本藤祐樹委員（横浜国立大学 環境情報研究院 准教授）の4名である。調査結果をまとめた資料は予め委員に提示した。本藤祐樹委員については、当日欠席のため、事前に面談で意見を提出した。

なお、レビュー委員は、調査で使用されたデータ取得には関知しておられず、報告書に記載されたデータそのものの完全性、代表性、精度等に関しては、直接の検証を行っていない。従って、データの時間的有効範囲などについて意見を提示した部分以外については責任を有しない。

レビュー委員から指摘を受けた事項については、以下に「レビュー結果の概要」として、項目毎に整理して記述した。

7. 2 「c-LCA 報告書」に対する識者の意見

(1) レビュー結果の概要

1) 正味の排出削減貢献量の算定

海水淡水化の事例についてのみ、正味の排出削減貢献量（1億7,000万トン）の対象が国内でなく海外となっており、9事例の正味の排出削減貢献量の集計値（2億8,197万トン）とは、別扱いとした方がよい。

2) 正味の排出削減貢献量における化学製品の貢献度

本報告書においては、評価対象としている化学製品がない状態を比較対象とすることが基本であるが、排出削減貢献量は化学製品の貢献だけではなく、評価対象製品のトータルの削減効果が記載されている事例がある。例えば、炭素繊維の事例の中で自動車と飛行機の事例では、軽量化（素材の変化）によってもたらされた効果と理解できるが、風力発電の事例における効果は、素材だけではなく装置全体での削減効果であり、異なる性質のものである。

3) 比較製品の妥当性

住宅用断熱材事例における比較対象を断熱を用いない住宅としているが、化学製品ではない断熱材も存在するため、現実との乖離があり、その妥当性に疑義がある。

4) 廃棄処理に関する記述

プラスチックの評価に関する部分において、廃棄段階で焼却処理を想定しておらず、結果的にプラスチックを燃焼する際に発生するCO₂排出量相当分が少なく計算されている。このことで、化学製品に有利な結果を導いているという疑念を持たれる可能性がある。廃棄段階でのCO₂排出量をどのように評価しているのか明確に記載すべきである。

5) CO₂ 排出削減に対する考え方

CO₂ 排出削減効果を評価するための比較対象としての BAU (business-as-usual) をどう考えるかという視点でみると、化学製品がないことを想定している本報告書の評価方法は、一般的に実施されている調査と比べて独自の方法である。

6) 2005 年、2020 年の位置づけ

基準年の 2005 年と評価で想定している 2020 年の位置づけは何か。2005 年は 6 年前で、既に世の中の状況は変わっている。2005 年時点の評価をするときは、公共電力も 2020 年の計画値ではなく、2005 年とすべきである。

7) 関係者とのコミュニケーション

原則として、比較に関する調査・公表を行う場合は、比較評価対象となる関係者の全てがレビューに参加することが求められる。今後、本報告書の内容について、当該関係者とのコミュニケーションを図ることが望まれる。

8) 本報告書の意義について

色々なステークホルダーに、素材の貢献（化学の貢献）というものを、どのように考えていくべきかということに注目してもらいよい機会になると思う。

9) 個別事項

① 太陽光発電

2005 年と 2020 年の太陽光発電システムの累積導入量の差分をとり、15 年間で割ったという箇所に「CO₂ 排出削減量の評価が過大とならないために配慮した」ことを追記した方がよい。

② 風力発電

日本の評価事例なので、3MW クラスの大型風力発電機だけではなく、小型風力発電機の寄与もあると考える。発電量のばらつきが考えられるので、感度分析を行った方がよいのではないか。一方、本調査は、大きな変動がある将来予測を含む分析なので、個々のパラメータの変動について分析を行うことは困難ではないかという意見もあった。

③ 自動車

比較対象となっている従来モデルの重量、燃費のデータ、生涯走行距離が、現在の値よりも悪いと思われる。引用データが基準年より古いものではないか、時間的有効性の検討が必要である。

④ 配管

ポリ塩化ビニル製配管とダクタイル鋳鉄製配管は用途によって使い分けられていて、常に代替可能とはいえないのではないか。用途別使用状況を記載しておいた方がよい。

⑤ 出典

出典の記載内容は、例えば経済産業省ウェブサイトというような簡略な記載でなく、発行年も含め詳しく記載し、可能な範囲でデータの代表性、時間的有効範囲について記述することが望ましい。

⑥ その他

- ・ レビュー資料のエグゼクティブサマリーは、本報告書内（結論部分か冒頭のいずれか）に取り込んだ方が読者にとって有益である。またエグゼクティブサマリーに書かれている「貢献の内容」に相当する文章を報告書に明記した方がよい。
- ・ 「6. 3 革新的技術の開発」の項目については、もう少し丁寧に記述し、かつ内容を充実してほしい。

(2) レビュー結果に対する検討、対応

1) 正味の排出削減貢献量の算定（地理的条件）

委員の指摘通り、海水淡水化のみ算定対象が海外となっているため、他の国内事例と別扱いとするとともに、国内での正味の排出削減貢献量に加算しないこととした。

2) 正味の排出削減貢献量における化学製品の貢献度

委員の指摘通り、排出削減貢献量には、化学製品だけでなく他の原料、部材関連の製品分も含まれるが、現時点で化学製品と非化学製品分を定量的に配分する手法が確立していないため、本報告書においては、排出削減貢献量について構成製品毎に配分は行わず、その旨を本文に明記した。

3) 比較製品の妥当性

今回は、断熱材の効果の算定に必要な比較製品として、先行文献を鋭意調査した結果、無断熱住宅以外に適切な比較対象がなく、これを採用した。①無断熱住宅、旧省エネ基準、新省エネ基準、次世代省エネ基準の住宅数と断熱性の差異の把握、②ロックウールあるいはグラスウールといった他素材の断熱材との比較等については、算定方法の改良における今後の課題とした。

4) 廃棄処理に関する記述

各事例の廃棄段階におけるCO₂排出量の評価について、以下の如く記述するとともに本文に加筆した。

① 太陽電池

- ・ 撤去・回収した太陽電池モジュールから分別したアルミフレームと端子ボックス（結線用ケーブルを含む）は、再生業者によってリサイクル。
- ・ 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、そうでないものは埋立処分とした。

② 風力発電用材料

廃棄実績がないため、計算の対象外とした。

③ 自動車用材料

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として再利用することとした。

④ 航空機材料

廃棄実績がないため、計算の対象外とした。

⑤ LED

不燃ゴミとして排出され、中間処理後、埋立処分とした。

⑥ 断熱材（ビーズ法ポリスチレンフォーム）

焼却処理とした。

⑦ ホール素子・IC

エアコンは、家庭用であれば家電リサイクル法に定められた方法で処理される。エアコンの処理方法は、多岐に渡るため、本報告では計算の対象外とした。

⑧ 配管材料

中間処理後、埋立処分とした。

⑨ 海水淡水化

RO 膜エレメントは産業廃棄物として埋立処分とした。

5) CO₂ 排出削減に対する考え方

評価対象となる製品は、2010年時点の現状製品・技術をベースとしており、技術開発の進歩により2020年時点で普及する見込みの製品を対象としていない。また、比較対象は、化学製品がなかった場合に使用されるを得ない製品を対象としている。排出削減貢献量については、これをベースに2020年時点での製造予想量を掛けて算出している。

以上の点については、本報告書に記載済みである。

6) 2005年、2020年の位置づけ

2005年度は中期目標における基準年の意味はあるが、本報告書では2005年度との比較は行っていない。また2020年度を評価年とした理由は「3.1の背景と目的」に追記した。

7) 関係者とのコミュニケーション

本「c-LCA 報告書」完成後、これを活用し、産学官及び一般市民等、種々のステークホルダーとの対話を通じて、コミュニケーションを一層深めていく予定。

8) 個別事項

① 太陽光発電

2005年と2020年の太陽光発電システムの累積導入量の差分をとり、15年間で割った数値を導入量として使用した理由を、「②日本全体の導入効果」に追記した。

② 風力発電

今後再生可能エネルギー導入のさらなる促進が予想されるため、小型風力発電機に関する寄与についても、今後設置計画が明確になった時点で見直しを行う予定。

③ 自動車

ベースとなるデータの実績年、出典の発行年度について追記した。

④ 配管

ポリ塩化ビニル製配管では、一部代替できない用途があることを考慮して、ポリ塩化ビニル製配管の需要予測については、控え目に評価したことを追記した。

⑤ 出典

年度、報告書名、URL 等について丁寧に記載した。

⑥ その他

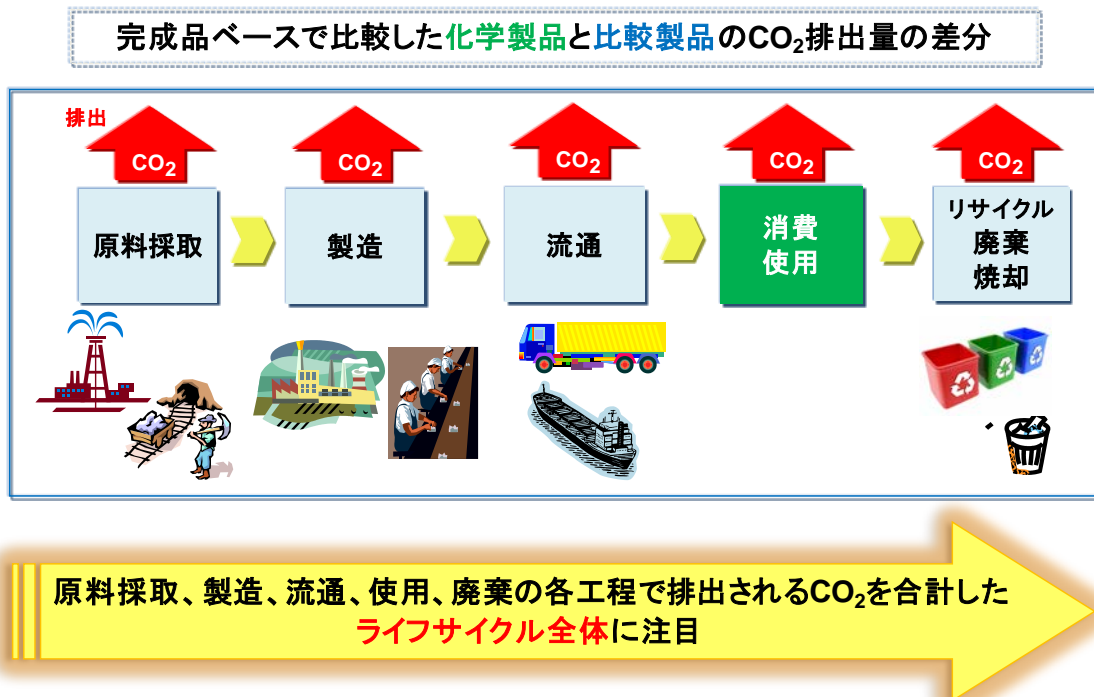
- ・ 指摘のとおり、エグゼクティブサマリーの内容については報告書内に取り込んだ。
- ・ 「6. 3 革新的技術の開発」欄については、より多くの具体的な開発項目を追加し、改訂した。

8. 付録 c-LCA ファクトシート

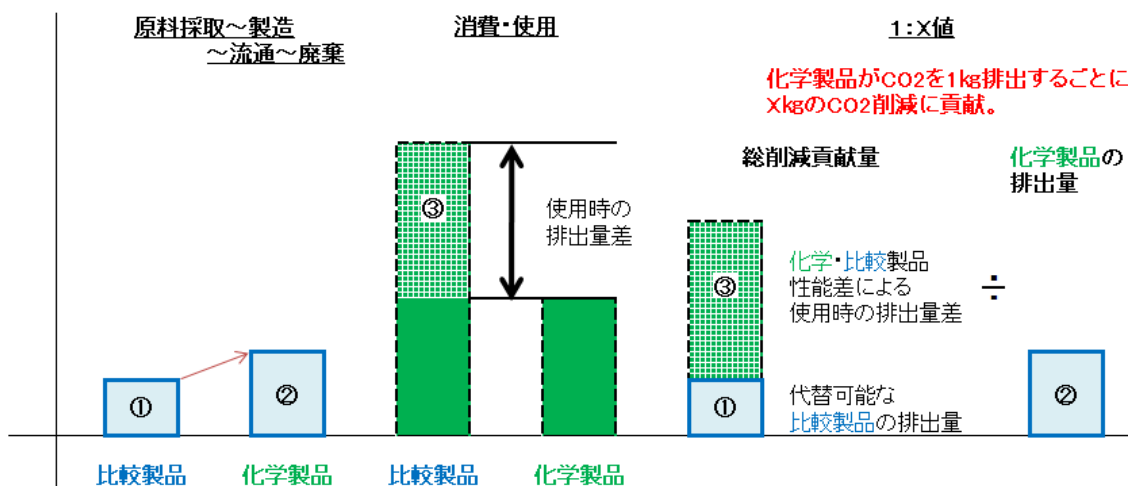
「1 : X値」

本文に示した正味の CO₂ 排出削減貢献量に加え、もう一つの c-LCA の評価方法として、「1 : X値 (いちたいエックスち)」を採用しているので、付録に加えた。

c-LCA (carbon - Life Cycle Analysis) の概念



c-LCA の評価方法 (総削減貢献量、1 : X値算出)



本指標は、もし化学品がなかった場合に排出する比較製品の原料～製造～廃棄までの排出量に、化学製品・比較製品の性能差による使用時の排出量差を加え、化学製品自体の排出量で除して算出する。

この指標の意味は、化学製品が原料～製造～廃棄の段階において CO₂ を 1kg 排出する毎に、Xkg の CO₂ 排出削減に貢献するという比率を算出している。

■太陽光発電用材料

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【太陽電池とは】</p> <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、直接光を電気エネルギーに変換する装置であり、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るため、一般の住宅に導入することが可能であり、再生可能エネルギーとしてさらなる普及が期待される。</p> <p>【太陽電池の構成】</p>   <p>太陽電池素子 単結晶Si POC13, P2O5 etc. 多結晶Si アモルファスSi B2H6, PH3 化合物系 GaAs, etc.</p> <p>【太陽電池に使用される化学製品例】</p> <ul style="list-style-type: none"> 多結晶 Si、SiH₄ ガス、 Si ウェハ 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

2	c-LCA 評価の範囲																																																			
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：多結晶 Si 太陽電池、使用年数：20 年、出力：4kW クラス <p>【比較対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：公共電力（電源ミックス） 																																																		
2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> 対象は一定電力量の供給 																																																		
2-3	機能単位と基準フロー	<p>【機能単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電量：902kWh（出力 1kW あたりの発電量）@東京 <p>【基準フロー】</p> <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電：1kWh 相当分（1kW あたり年間 902kWh 発電） 公共電力（電源ミックス） 																																																		
2-4	システム境界	<p>【対象とするプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電については、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含む 公共電力は、電源ミックスによる発電システム及び燃料生産、燃料輸送、廃棄物処分用の原料・製造・使用・保守（部品交換）と廃棄までの排出全てを含む（2020 年時点の予想値） 																																																		
2-5	c-LCA の前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 化学品の増加分としては、多結晶 Si、封止材、バックカバーの製造分を含む 排出削減効果としては、公共電力の発電量（2-2）との比較に基づいて算定 																																																		
3	c-LCA 評価の結果																																																			
3-1		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th>評価対象</th> <th>比較対象</th> </tr> <tr> <th>多結晶太陽電池</th> <th>公共電力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) 製造段階での CO₂ 排出量 (kg-CO₂/kW)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ SiO₂ 輸送と金属 Si の製造</td> <td>57.95</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ 多結晶 Si 粒塊</td> <td>445.91</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ 多結晶 Si インゴット製造</td> <td>26.72</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ ウェハ製造</td> <td>145.02</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ 封止材</td> <td>42.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ バックシート</td> <td>16.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>製造段階合計</td> <td>735</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>2) 太陽光発電の CO₂ 排出削減効果</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>・ 発電時の CO₂ 排出量 (kg-CO₂/kWh)</td> <td>0.047</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>・ 太陽光発電 1kW あたり年間発電量 (東京) (kWh)</td> <td>902</td> <td>902</td> </tr> <tr> <td>・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO₂ 排出量 (kg-CO₂/kW/年)</td> <td>42.39</td> <td>297.66</td> </tr> <tr> <td>・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO₂ 削減量 (kg-CO₂/kW/年)</td> <td>255.27</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3) 太陽光発電の生涯の CO₂ 排出削減効果 (kg-CO₂/kW/20 年)</td> <td>5,105</td> <td></td> </tr> <tr> <td>■ 1 : X</td> <td>7</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		評価対象	比較対象	多結晶太陽電池	公共電力	1) 製造段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW)			・ SiO ₂ 輸送と金属 Si の製造	57.95		・ 多結晶 Si 粒塊	445.91		・ 多結晶 Si インゴット製造	26.72		・ ウェハ製造	145.02		・ 封止材	42.9		・ バックシート	16.5		製造段階合計	735	—	2) 太陽光発電の CO ₂ 排出削減効果			・ 発電時の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh)	0.047	0.33	・ 太陽光発電 1kW あたり年間発電量 (東京) (kWh)	902	902	・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW/年)	42.39	297.66	・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /kW/年)	255.27		3) 太陽光発電の生涯の CO ₂ 排出削減効果 (kg-CO ₂ /kW/20 年)	5,105		■ 1 : X	7	
	評価対象	比較対象																																																		
	多結晶太陽電池	公共電力																																																		
1) 製造段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW)																																																				
・ SiO ₂ 輸送と金属 Si の製造	57.95																																																			
・ 多結晶 Si 粒塊	445.91																																																			
・ 多結晶 Si インゴット製造	26.72																																																			
・ ウェハ製造	145.02																																																			
・ 封止材	42.9																																																			
・ バックシート	16.5																																																			
製造段階合計	735	—																																																		
2) 太陽光発電の CO ₂ 排出削減効果																																																				
・ 発電時の CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWh)	0.047	0.33																																																		
・ 太陽光発電 1kW あたり年間発電量 (東京) (kWh)	902	902																																																		
・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kW/年)	42.39	297.66																																																		
・ 太陽光発電 1kW の年間発電量に対する CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /kW/年)	255.27																																																			
3) 太陽光発電の生涯の CO ₂ 排出削減効果 (kg-CO ₂ /kW/20 年)	5,105																																																			
■ 1 : X	7																																																			

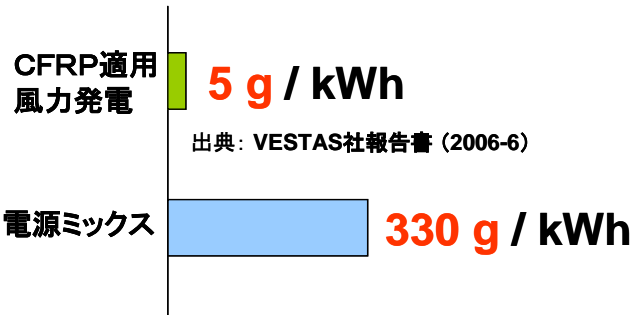

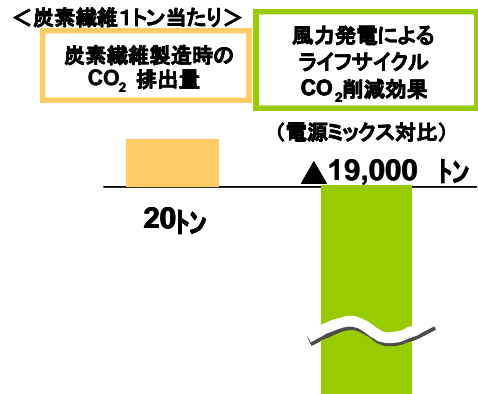
3-2	単位導入量 あたりの CO ₂ 排出削 減量	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 増加分として、太陽光発電に使用される化学製品（結晶 Si ウェハ、バックシート、封止材）製造時の CO₂ 排出量を算定。太陽光発電 CO₂ 排出係数の内数に含まれる部分を抽出 ・ 排出削減貢献量としては、2020 年に生産された太陽光発電システムが、ライフエンドまで発電し続けることにより、公共電力（電源ミックス）との CO₂ 排出削減量を求める（1kWh あたりで算定） <p>【評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 公共電力に対する削減効果：5,105（kg-CO₂/kW/20 年）
3-3	CO ₂ 排出削 減貢献度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公共電力に対する評価：[1:X] 7
4	導入シナリオによる評価	
4-1	国等の導入 目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年の導入量としては、導入量により CO₂ 排出削減効果が大きく変わるため、評価が過大にならないように配慮して、2005 年の累積導入量（140 万 kW）と 2020 年の累積導入量（2,780 万 kW）の差分をとり、これを 15 年間で割って、1 年の平均増加分を導入量とみなした
4-2	導入シナリ オに基づく 導入量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年の導入量は 176 万 kW と想定
4-3	導入シナリ オに基づく CO ₂ 排出削 減量	<p>【算出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (3-2) × (4-2) <p>【算出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 898（万 t-CO₂）

■風力発電用材料

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【風力発電とは】</p> <p>風力発電は、自然エネルギーの一つとして古くから利用されており、地球温暖化対策につながるクリーンエネルギーとして期待される。風力発電は、夜間でも発電できることから、稼働率も高く、また変換効率が高いこともあり、発電にかかるコストも安価なエネルギーである。</p> <p>風力発電の発電量向上にはブレードの大型化が必須であるが、ブレードのタワーへの衝突を防ぐため、ブレードの剛性向上が重要である。そのため、従来のガラス繊維に対して弾性率が3倍以上高い炭素繊維をブレードの桁材に適用した大型ブレードが増えている。今後は風況がよく高速回転も可能な洋上風力発電が世界的に大きく伸びる予定であり、そこでは3MW以上の大型風車が採用される。さらに5MW、10MWと大型化が進んでおり、炭素繊維の重要性がますます拡大する。</p> <p style="text-align: center;">【風車のイメージ】⁶⁰</p> <p style="text-align: center;">CFRPを使った軽量大型ブレード</p> <p style="text-align: center;">①発電能力は、ブレード長さの2乗に比例 ②CFRPの高剛性が支柱衝突防止に必要 ③トータルコストダウンにも軽量化が必要</p> <p style="text-align: center;">炭素繊維使用量 約3トン/3MW 1基 (50mブレード3枚)</p> <p style="text-align: center;">ブレード大型化には 高剛性なCFRPが 必要</p> <p style="text-align: center;">炭素繊維</p> <p style="text-align: center;">ガラス繊維</p> <p>【風力発電に使用される化学製品】</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素繊維 エポキシ樹脂

⁶⁰ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

2	c-LCA 評価の範囲				
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：風力発電機、使用年数：20年、出力：定格3MW（実効1MW）（炭素繊維を桁材の剛性部材に適用したもの） <p>【比較対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：公共電力（電源ミックス） 			
2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> c-LCA 評価の対象は、一定の電力量を提供する機能とする 			
2-3	機能単位と基準フロー	<p>【機能単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> 風力発電機：3MW クラス1機 発電量：175,200MWh（風力発電1機の生涯発電量） 電源ミックス：上記発電量に相当する分量 			
2-4	システム境界	<p>【対象とするプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 風力発電については、発電システムの原料・製造・使用・保守（部品交換）までの排出全てを含む。廃棄については、実績がないため計算の対象外とした。また、炭素繊維の原料から製造までのCO₂排出量が考慮されていないため、設備製造時の増加分として加えたが、炭素繊維に代替される材料（例、ガラス繊維等）の排出量は控除していない 公共電力は、電源ミックスによる発電システム及び燃料生産、燃料輸送、廃棄物処分用の原料・製造・使用・保守（部品交換）と廃棄までの排出全てを含む（2020年時点の予想値） 			
2-5	c-LCA の前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 化学品の増加分としては、炭素繊維の製造分を考慮 排出削減効果としては、風力発電と電源ミックスの同じ発電量((2-2)の機能を同一に有するもの)における比較にもとづいて算定を実施した 			
3	c-LCA 評価の結果		風力発電 3MW クラス	電源 ミックス ケース A	火力発電 ケース B
3-1	ライフサイクル全体に係わるCO ₂ 排出量	・ 電力の原単位 (kg-CO ₂ /kWh)	0.005	0.33	0.86
		・ 風力発電 1 機あたり年間発電量 (MWh)	8,760	—	—
		・ 風力発電 1 機の年間発電量に対するCO ₂ 排出量 (千 t-CO ₂ /機/年)	0.04	2.9	7.5
		・ 風力発電 1 機の生涯発電量に対するCO ₂ 排出量 (風車ライフ 20 年) (千 t-CO ₂ /機/年)	0.8	58	150

		<p><ライフサイクルCO₂ 排出量>⁶¹ <1kwh 当たり></p> <p>【ケースA】(対 電源ミックス)</p>  <p>CFRP適用風力発電 5 g / kWh 出典: VESTAS社報告書 (2006-6)</p> <p>電源ミックス 330 g / kWh</p> <p>【ケースB】(対 火力発電)</p>  <p>CFRP適用風力発電 5 g / kWh 出典: VESTAS社報告書 (2006-6)</p> <p>火力発電 860 g / kWh 製作 30g 発電 830g 廃棄 0.2g 出典: 電力中央研究所報告書 (2000-3)</p>
3-2	<p>単位導入量あたりのCO₂ 排出削減量</p>	<p>【ケースA】(対 電源ミックス)</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減効果: 56,940 (t/機・20年) CF⁶²使用量: 3 (t/機) <p>⇒ CF 1t当たりのCO₂ 排出削減効果=19,000 (t)⁶³</p>  <p><炭素繊維1トン当たり></p> <p>炭素繊維製造時のCO₂ 排出量: 20t</p> <p>風力発電によるライフサイクルCO₂削減効果 (電源ミックス対比): ▲19,000 t</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減貢献度 火力発電に対する評価: 【1:X】 960

⁶¹ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁶² CF: Carbon Fiber

⁶³ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

		<p>【ケースB】（対 火力発電）</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂削減効果：150,000（t/機・20年） CF使用量：3（t/機） <p>⇒ CF 1t 当たりの CO₂ 排出削減効果=50,000（t）</p> <div style="text-align: center;"> <p>＜炭素繊維1トン当たり＞</p> <p>炭素繊維製造時のCO₂排出量</p> <p>風力発電によるライフサイクルCO₂削減効果 (火力発電対比) ▲50,000 トン</p> <p>20トン</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減貢献度 火力発電に対する評価：【1:X】 2,500
4	導入シナリオによる評価	
4-1	導入予測	<p>【ケース1】（国の導入予想に基づく試算）</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020年の日本の年間風車導入量：450（MW） 2020年の日本の風車用途CF使用量：450（t） <p>【ケース2】（CF協会試算値）</p> <ul style="list-style-type: none"> CF協会の2020年の日本の年間風車導入量：1,500（MW） 2020年の風車用途CF使用量 （国内PAN系CFメーカー3社が世界で生産し、風車に使用される量） 世界：30,000（t） 日本：1,500（t）（世界の5%）
4-2	導入シナリオ及び導入シナリオに基づく導入量	<p>【ケース1】（国の導入予想に基づく試算）⁶⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020年の日本の年間風車導入量：450（MW） CF使用量：3（t/機） 風力発電機：3MWクラス/1機 2020年の日本のCFRP適用風車数：150（機） <p>【ケース2】（CF協会試算値）</p>

⁶⁴ 出典：経済産業省 ウェブサイト <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004629/framework.html>

		<ul style="list-style-type: none"> 2020年の使用量は2007年実績の15倍と推定⁶⁵ CF使用量：3（t/機）。 風力発電機：3MWクラス/1機 2020年のCFRP適用風車数 世界：10,000（機） 日本：500（機）
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量	<p>【ケース1 A】（国の導入予想に基づく試算／対電源ミックス）</p> <ul style="list-style-type: none"> CF 1t当たりのCO₂削減効果が19,000（t/20年） 2020年の日本のCO₂削減量：854（万t-CO₂/20年） <p>【ケース2 B】（炭素繊維協会試算値／対火力発電）</p> <ul style="list-style-type: none"> CF 1t当たりのCO₂排出削減効果が50,000（t/20年） 2020年のCO₂排出削減量 世界：150,000（万t-CO₂/20年） 日本：7,500（万t-CO₂/20年）
4-4	上記CO ₂ 排出削減量に関する留意点	<p>【ケース1】（国の導入予想に基づく試算）</p> <ul style="list-style-type: none"> CF製造時のCO₂排出量 日本向け：0.9（万t-CO₂） <p>【ケース2】（炭素繊維協会試算値）</p> <ul style="list-style-type: none"> CF製造時のCO₂排出量 世界向け：60（万t-CO₂） 日本向け：3（万t-CO₂）
4-5	その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 特になし

⁶⁵ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

■自動車用材料（炭素繊維）

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【自動車用炭素繊維とは】</p> <p>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。</p> <p>本報告では、炭素繊維を導入した場合の、従来自動車からの燃費削減によるCO₂排出削減量の評価を行う⁶⁶。</p> <p>【普通自動車の従来モデルとCFRPモデル】⁶⁷</p> <p>◆ 従来モデルとCFRPモデル</p> <p>普通乗用車の平均重量モデル</p> <p>CFRP化</p> <p>CFRP: 17% 174kg</p> <p>熱硬化CFRP: 外板・強度メンバーなど RTM成形、重量(スチール比)30% 熱可塑CFRP: 準構造材など プレス成形材、重量(スチール比)50%</p> <p>車体重量 1,380→970kg (▲30%)</p> <p>従来モデル: スチール 969kg</p> <p>CFRPモデル: スチール 385kg</p> <p>【使用される化学製品】</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素繊維 エポキシ樹脂
2	c-LCA 評価の範囲	
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 普通自動車のCFRPモデル <p>CFRP利用車: CFRP17%適用、30%軽量化(従来車対比)</p> <p>車両重量: 970 (kg)</p> <p>・・・CFRP17% (174kg)適用による全体重量30% (410kg)減</p> <p>生涯走行距離: 9.4万 (km) (平均使用年数10年)</p>

⁶⁶ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁶⁷ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

		実走行燃費 : 12.40 (km/l) ⁶⁸ 【比較対象】 ・ 普通自動車の従来モデル 車両重量 : 1,380 (kg) 生涯走行距離 : 9.4 万 (km) ⁶⁹ (平均使用年数 10 年) 実走行燃費 : 9.83 (km/l)		
2-2	機能	・ c-LCA 評価の対象は、普通自動車の平均重量モデルの生涯走行距離、機能を実現するものとする		
2-3	機能単位と基準フロー	【機能単位】 ・ 普通自動車の CFRP モデル : 1 台 (平均使用年数 10 年) ・ 普通自動車の 従来モデル : 1 台 (平均使用年数 10 年) ・ 生涯走行距離 : 9.4 万 km (平均使用年数 10 年)		
2-4	システム境界	【対象とするプロセス】 ・ 原材料から製造に係わるプロセス ・ 製品の組み立てに係わるプロセス ・ 製品の使用に係わるプロセス ・ 製品の廃棄に係わるプロセス 【省略するプロセス】 ・ 製品の輸送に係わるプロセス		
2-5	c-LCA の前提条件	・ 対象とする製品の使用時における c-LCA の評価は、(2-2) の機能を同一に有するものとし、比較のために追加及び省略する機能はないと仮定した		
3	c-LCA 評価の結果	対象プロセス	CFRP 自動車	従来自動車
3-1	原料から材料に係わる CO ₂ 排出量	原料から材料に係わる CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /台)	<u>5.1</u>	<u>3.9</u>
3-2	組立に係わる CO ₂ 排出量	組立に係る CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /台) ・ 重量比で低減と仮定	<u>0.8</u>	<u>1.2</u>
3-3	使用に係わる CO ₂ 排出量	使用時のガソリンの燃焼に係わるプロセス		
		車両重量 (kg/台)	970	1,380
		実走行燃費 (km/l・ガソリン)	12.40	9.83
		生涯走行距離 9.4 万 (km)のガソリン量 (l/台)	7,580	9,560
		ガソリン燃焼の原単位 (kg-CO ₂ /l)	2.72	2.72
		使用に係わる CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /台・10年)	<u>20.6</u>	<u>26.0</u>

⁶⁸ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁶⁹ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

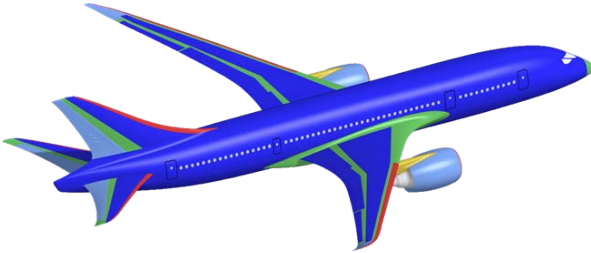
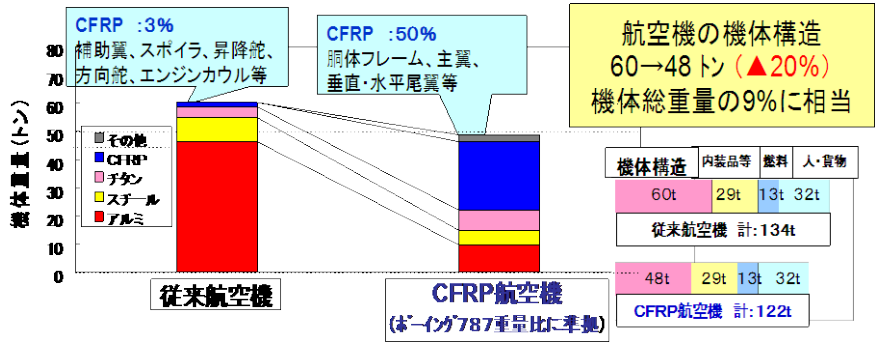
3-4	廃棄に係わる CO ₂ 排出量	<u>廃棄に係わる CO₂ 排出量 (t-CO₂/台)</u> <ul style="list-style-type: none"> 鉄、非鉄は 90%以上リサイクル CFRP 部材はミルド CF として 100%リサイクル (他用途向け) 	<u>0.3</u>	<u>0.3</u>
3-5	ライフサイクル全体に係わる CO ₂ 排出量	<u>ライフサイクル全体に係わる CO₂ 排出量 (t-CO₂/台・10年) (3-1~3-4 の合計)</u>	26.8	31.4
3-6	単位導入量あたりの CO ₂ 排出削減量	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減効果 : 5 (t/台・10年) CF 使用量 : 0.1 (t/台) <p>⇒ CF1tあたりのCO₂ 排出削減効果=50 (t)⁷⁰</p> <p style="text-align: center;"><炭素繊維1トン当たり></p> <div style="text-align: center;"> <p>The chart shows two bars on a horizontal axis. The left bar is orange and labeled '炭素繊維製造時のCO₂排出量' with the value '20トン' below it. The right bar is green and labeled 'ライフサイクルCO₂削減効果 (製造時含む)' with the value '▲50トン' above it.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減貢献度 鉄製従来自動車に対する評価 : 【1:X】 2.5 		
4	感度分析			
4-1	導入予測	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の自動車用途CF使用量⁷¹ (国内 PAN 系 CF メーカー3社が世界で生産し、自動車に使用される量) 世界 : 30,000 (t) 日本 : 1,500 (t) (世界の 5%) 		
4-2	導入シナリオ及び導入シナリオに基づく導入量	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の使用量は2007年実績の15倍と推定 CF 使用量 : 0.1 (t/台) 2020年のCFRP適用自動車数 世界 : 30万 (台) 日本 : 1.5万 (台) 		
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減効果 : 5 (t/台・10年) 2020年のCO₂ 排出削減量 世界 : 150万 (t-CO₂/10年) 日本 : 7.5万 (t-CO₂/10年) 		
4-4	上記 CO ₂ 排	<ul style="list-style-type: none"> 原材料~組立~廃棄までのCO₂ 排出量 (6.2 t-CO₂/台から算出) 		

⁷⁰ 出典 : 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁷¹ 出典 : 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

	出削減量に関する留意点	世界向け：186万 (t-CO ₂) 日本向け：9.3万 (t-CO ₂)
4-5	その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 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

■航空機用材料（炭素繊維）

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【航空機用炭素繊維とは】</p> <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。自動車と同様に航空機の軽量化はそのまま燃費向上へとつながるため、運輸部門のCO₂排出量削減に貢献する。本報告では、炭素繊維を導入した場合の、従来航空機からの燃費削減によるCO₂排出削減量の評価を行う⁷²。</p> <p>【航空機の仕様】</p>  <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>  <p>【使用される化学製品】</p> <ul style="list-style-type: none"> 炭素繊維 エポキシ樹脂
2	c-LCA 評価の範囲	
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】⁷³</p> <ul style="list-style-type: none"> 機体：ボーイング 767 の機体でボーイング 787 と同等の素材構成構造とし、機体構造⁷⁴の50%にCFRPを適用し20%軽量化した機体総重量としては、9%の軽量化に相当する。運行：国内線（羽田－

⁷² 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁷³ 出典：炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁷⁴ 航空機の重量は機体構造、内装品等、燃料、人・貨物から構成される

		千歳：500 マイル)。生涯運行距離：2000 便/年、10 年 【比較対象】 ・ 製品：ボーイング 767、座席数 280 席、機体構造の 3%に CFRP 適用。 運行：国内線（羽田ー千歳：500 マイル）。生涯運行距離：2000 便/年、10 年		
2-2	機能	・ c-LCA 評価の対象は、ボーイング 767 と同一の期間旅客運搬サービスを提供する機能を実現するものとする		
2-3	機能単位と基準フロー	【機能単位】 ・ ボーイング 787 同等素材構成モデル機：1 機（平均使用年数 10 年） ・ ボーイング 767：1 機（平均使用年数 10 年）		
2-4	システム境界	【対象とするプロセス】 ・ 原料採掘～製品の製造に係わるプロセス ・ 製品の組立に係わるプロセス ・ 製品の使用に係わるプロセス ・ 製品の廃棄に係わるプロセス（但し、廃棄についてはデータがないためカウントしていない） 【省略するプロセス】 ・ 製品の輸送に係わるプロセス ・ 資本財の製造に係わるプロセス		
2-5	c-LCA の前提条件	・ 対象とする製品の使用時における c-LCA の評価は、(2-2) の機能を同一に有するものとし、比較のために追加及び省略する機能はないと仮定した		
3	c-LCA 評価の結果	対象プロセス	CFRP 航空機	従来 航空機
3-1	原料・材料～製造に係わる CO ₂ 排出量	<u>原材料～製造に係わる CO₂ 排出量 (kt-CO₂/機)</u>	0.9	0.7
3-2	組立に係わる CO ₂ 排出量	<u>組立に係わる CO₂ 排出量 (kt-CO₂/機)</u> ・ 重量比で低減と仮定	3.0	3.8
3-3	使用に係わる CO ₂ 排出量	使用時の燃料消費に係わるプロセス		
		機体重量 (t/機)	48	60
		実飛行燃費 (km/kl)	110	103
		生涯飛行でのジェット燃料使用量 (kl/機)	145,500	155,300
		ジェット燃焼の原単位 (kg-CO ₂ /l)	2.5	2.5
		<u>使用に係る CO₂ 排出量 (kt-CO₂/機・10 年)</u>	364	390
3-4	廃棄に係わる CO ₂ 排出	<u>廃棄に係る CO₂ 排出量 (kt-CO₂/機)</u>	No data	No data

	量			
3-5	ライフサイクル全体に係わるCO ₂ 排出量 ⁷⁵	<p>ライフサイクル全体に係わる CO₂ 排出量 (kt-CO₂/機・10年) (3-1~3-3 の合計)</p> <p>368 395</p> <p><ライフサイクルCO₂排出量></p> <p>削減効果: 27,000トン(7%)</p> <p>従来航空機: 組立: 3,800 t, 素材製造: 700 t, 合計: 395,000 t</p> <p>CFRP航空機: 組立: 3,000 t, 素材製造: 900 t, *廃棄 = 0 t, 合計: 364,000 t</p> <p>CO₂ [トン/(機・10年)]</p>		
3-6	単位導入量あたりのCO ₂ 排出削減量 ⁷⁶	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減効果: 27,000 (t/機・10年) CF使用量: 20 (t/機) <p>⇒ CF1t当たりのCO₂排出削減効果=1,400 (t)</p> <p><炭素繊維1トン当たり></p> <p>炭素繊維製造時のCO₂排出量: 20トン</p> <p>ライフサイクルCO₂削減効果(製造時含む): ▲1400トン</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂ 排出削減貢献度 アルミ製従来航空機に対する評価: 【1:X】 70 		
4	導入シナリオによる評価			
4-1	導入予測	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の航空機用途CF使用量⁷⁷ <p>(国内 PAN 系 CF メーカー3社が世界で生産し、航空機に使用される量)</p> <p>世界: 18,000 (t)</p> <p>日本: 900 (t) (世界の5%)</p>		


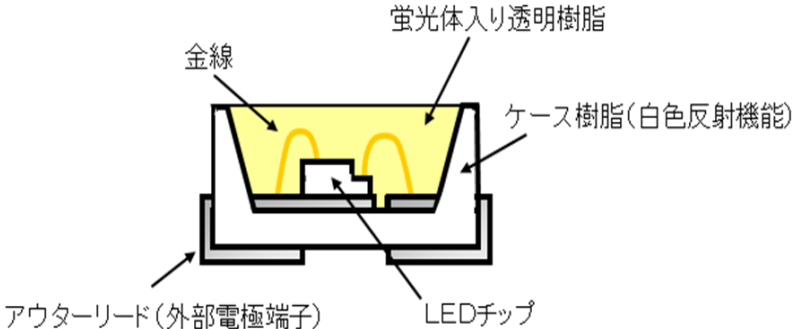
⁷⁵ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁷⁶ 出典: 炭素繊維協会 ウェブサイト <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

⁷⁷ 炭素繊維協会推定

4-2	導入シナリオ及び導入シナリオに基づく導入量	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の使用量は2007年実績の5倍と推定 CF使用量：20（t/機） 2020年のCFRP適用航空機数 世界：900（機） 日本：45（機）
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量	<ul style="list-style-type: none"> CO₂削減効果：27,000（t/機・10年） 2020年のCO₂排出削減量 世界：2,430万（t-CO₂/10年） 日本：122万（t-CO₂/10年）
4-4	上記CO ₂ 排出削減量に関する留意点	<ul style="list-style-type: none"> 原材料～組立までのCO₂排出量（3.9 t-CO₂/機から算出） 世界向け：351万（t-CO₂） 日本向け：17.6万（t-CO₂）
4-5	その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 特になし

■ LED 関連材料

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【LED とは】</p> <p>LED (Light Emitting Diode) とは、電流を流すと発光する「発光ダイオード」のことであり、化合物半導体から作製される半導体素子の一つである。従来の主流だった白熱灯や蛍光灯と異なり、発熱せずに発光するため、高効率照明として期待されている。</p> <p>【LED の構成】</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 • LED 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 用樹脂パッケージ (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 用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	c-LCA 評価の範囲			
2-1	対象とする製品システム	【評価対象】 ・ 製品：LED電球、寿命 ⁷⁸ ：25,000（時間/個）、消費電力：8（W/個） 【比較対象】 ・ 製品：白熱電球、寿命 ⁷⁸ ：1,000（時間/個）、消費電力：40（W/個）		
2-2	機能	・ c-LCA 評価の対象は、同一の期間に同一の明るさを提供する		
2-3	機能単位と基準フロー	【機能単位】 ・ 寿命：25,000（時間） 【基準フロー】 ・ LED 電球：1 個 ・ 白熱電球：25 個		
2-4	システム境界	【対象とするプロセス】 ・ 原料の採掘・輸送～製品の製造に係わるプロセス ・ 製品の使用に係わるプロセス ・ 製品の廃棄に係わるプロセス		
2-5	c-LCA の前提条件	・ 対象とする製品の使用時における c-LCA の評価は、(2-2) の機能を同一に有するものとした		
3	c-LCA 評価の結果	対象プロセス	LED 電球	
3-1	原料の採取～製造に係わる CO ₂ 排出量	① 原料の採取～製造時		
		製造時の消費電力（kWh/個）	9.9	0.612
		製造個数（個）	1	25
		電力の原単位 ⁷⁹ （kg-CO ₂ /kWh）	0.33	0.33
		原料の採取～製造に係わる CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	<u>3.27</u>	<u>5</u>
3-2	使用に係わる CO ₂ 排出量	② 使用時		
		使用時の消費電力（25,000 時間）（kWh）	200	1,000
		電力の原単位 ⁷⁹ （kg-CO ₂ /kWh）	0.33	0.33
		使用に係わる CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	<u>66</u>	<u>330</u>
3-3	廃棄に係わる CO ₂ 排出量	③ 埋立		
		埋立個数（個）	1	25
		埋立の原単位（kg-CO ₂ /個）	0.002	0.009
		廃棄に係わる CO₂ 排出量 (kg-CO₂)	<u>0.002</u>	<u>0.225</u>
3-4	ライフサイクル全体に係わる	ライフサイクル全体に係わる CO₂ 排出量 (kg-CO₂/25,000 時間) (①～③の合計)	<u>69.272</u>	<u>335.225</u>

⁷⁸ 出典：OSRAM “Life Cycle Assessment of Illuminants:A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps” (2009 年 12 月)

⁷⁹ 2020 年度の電力排出係数（受電端）：電気事業連合会目標値

	る CO ₂ 排出量	<table border="1"> <caption>ライフサイクル全体に係るCO₂排出量[kg-CO₂]</caption> <thead> <tr> <th>電球の種類</th> <th>製造</th> <th>使用</th> <th>廃棄</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LED電球</td> <td>~5</td> <td>~65</td> <td>~0</td> <td>~70</td> </tr> <tr> <td>白熱電球</td> <td>~5</td> <td>~335</td> <td>~0</td> <td>~340</td> </tr> </tbody> </table>	電球の種類	製造	使用	廃棄	合計	LED電球	~5	~65	~0	~70	白熱電球	~5	~335	~0	~340
電球の種類	製造	使用	廃棄	合計													
LED電球	~5	~65	~0	~70													
白熱電球	~5	~335	~0	~340													
3-5	単位導入量あたりの CO ₂ 排出削減量	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ある年に生産された LED 電球が、ライフエンドまで点灯し続けることによる代替の白熱電球との比較により CO₂ 排出削減量を求めた 生涯点灯時間は 25,000（時間）として評価する <p>【評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 266（kg-CO₂/個） 															
3-6	CO ₂ 排出削減貢献度	<ul style="list-style-type: none"> 82 [1:X] 															
4	導入シナリオによる評価																
4-1	国等の導入目標	<p>【エネルギー基本計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> 高効率照明（LED 等）を 2020 年にフローで 100 %、2030 年にストックで 100 % 															
4-2	導入シナリオに基づく導入量 ⁸⁰	<ul style="list-style-type: none"> 将来の年間の販売予測を導入シナリオとする LED 電球の年間の販売量（千個）：28,000（2020 年、国内） 															
4-3	導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減量	<p>【算出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> (3-5) × (4-2) <p>【導入シナリオに基づく CO₂ 排出削減量】</p> <ul style="list-style-type: none"> 745（万 t-CO₂） 															
4-4	上記 CO ₂ 排出削減量に関する留意点	<ul style="list-style-type: none"> 特になし 															
4-5	その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 特になし 															

⁸⁰ 出典：富士キメラ総研「LED 関連市場総調査（上巻）」（2010 年）

■住宅用断熱材

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【住宅用断熱材の役割】⁸¹</p> <p>住宅において消費されるエネルギーのうち、割合が大きいエネルギーに冷暖房（特に暖房）が挙げられる。</p> <p>冷暖房による消費エネルギーを無駄にしないためには、住まいの断熱性と気密性を高める必要がある。これは、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・流入する。断熱材を用いて室内を包むようにすき間なく覆えば、住まいの断熱性を高めることができる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>【住宅用断熱材として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、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 <p>【ビーズ法ポリスチレンフォームとは】⁸²</p> <p>ビーズ法ポリスチレンフォームは「Expanded Poly-Styrene」の頭文字をとって「EPS」と呼ばれており、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である。</p> <p>ビーズ法ポリスチレンフォームの製造方法は、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 倍に発泡させるというものであり、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。</p>

⁸¹ 出典：住宅生産団体連合会ウェブサイト内「省エネ住宅 web 省エネ住宅すすめよう」
<http://eco.judanren.or.jp/learning/103.html>

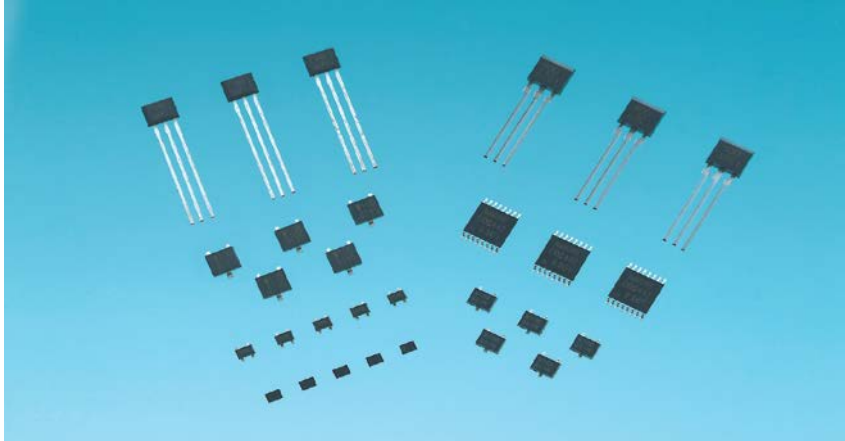
⁸² 出典：発泡スチロール協会・EPS 建材推進部ウェブサイト内「EPS 建材の概要」
<http://www.epskenzai.gr.jp/what/what01.html>

2	c-LCA 評価の範囲							
2-1	対象とする製品システム	【評価対象】 ⁸³ <ul style="list-style-type: none"> 製品：戸建住宅（単一素材で断熱）、寿命：30年 製品：集合住宅（単一素材で断熱）、寿命：60年 【比較対象】 <ul style="list-style-type: none"> 製品：戸建住宅（断熱材なし）、寿命：30年 製品：集合住宅（断熱材なし）、寿命：60年 						
2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> c-LCA 評価の対象：2020年に建設が予想される新築住宅 						
2-3	機能単位と基準フロー	【機能単位】 <ul style="list-style-type: none"> 寿命：30年（戸建住宅）、60年（集合住宅） 【基準フロー】 <ul style="list-style-type: none"> 戸建住宅：36万7千戸（評価対象、比較対象共通） 集合住宅：63万3千戸（評価対象、比較対象共通） 合計：100万戸 						
2-4	システム境界	【対象とするプロセス】 <ul style="list-style-type: none"> 断熱材の原料、製造、廃棄に係わるプロセス 住宅の使用に係わるプロセス 【省略するプロセス】 <ul style="list-style-type: none"> 住宅の製造及び廃棄に係わるプロセス 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） 						
2-5	c-LCA の前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする製品の使用時における c-LCA の評価は、(2-2) の機能を同一に有する 						
3	c-LCA 評価の結果 (戸建住宅)	対象プロセス	札幌	盛岡	仙台	東京	鹿児島	平均
3-1	製造段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)		2,295	1,687	1,520	1,520	1,520	1,709
3-2	使用段階での CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /戸)		-49,443	-40,564	-28,613	-16,642	-12,140	-29,480
3-3	廃棄段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)		2,412	1,773	1,598	1,598	1,598	1,796
3-4	正味 CO₂ 排出削減量 (kg-CO₂/戸)		-44,736	-37,104	-25,495	-15,122	-9,022	-25,975
4	c-LCA 評価の結果 (集合住宅)	対象プロセス	札幌	盛岡	仙台	東京	鹿児島	平均
4-1	製造段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)		1,145	855	714	687	687	818

⁸³ 出典：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)

4-2	使用段階での CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /戸)	-173,405	-146,661	-100,622	-65,361	-45,861	-106,382
4-3	廃棄段階での CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)	1,204	899	751	722	722	859
4-4	正味 CO₂ 排出削減量 (kg-CO₂/戸)	<u>-171,056</u>	<u>-144,908</u>	<u>-99,157</u>	<u>-63,952</u>	<u>-44,452</u>	<u>-104,705</u>
5	導入シナリオによる評価						
5-1	国等の導入目標	【エネルギー基本計画】 ・ ZEB・ZEH（ネット・ゼロエネ・ビル・ハウス）を 2030 年までに新築平均で実現					
5-2	導入シナリオに基づく導入量	【戸建住宅】 ・ 導入戸数：36 万 7 千戸 【集合住宅】 ・ 導入戸数：63 万 3 千戸					
5-3	導入シナリオに基づく CO ₂ 排出削減量	【戸建住宅】 ・ 正味排出削減量：計 <u>950 万 t-CO₂</u> ・ 排出削減貢献度 [1：X]： <u>7.4</u> 【集合住宅】 ・ 正味排出削減量：計 <u>6,650 万 t-CO₂</u> ・ 排出削減貢献度 [1：X]： <u>62.4</u>					
5-4	上記 CO ₂ 排出削減量に関する留意点	・ 地域毎の導入戸数については情報がないため、ここでは全ての地域の単純平均値を日本全体の導入戸数に乗じている。より詳細な地域別導入戸数の考え方が必要					
5-5	その他特記事項	・ 特になし					

■ホール素子、ホール IC

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【DC ブラシレスモータとは】</p> <p>DC ブラシレスモータとは、整流子がない直流のモータである。AC モータ（誘導モータ）と比較して、効率の高さ（省電力化）という特長を有している。従来は、エアコンの室内機及び室外機 FAN 用にはエネルギー効率が悪い AC モータが使用されていたが、エアコン省エネ規制の厳しい日本においては、現在 DC ブラシレスモータが使用されている。</p> <p>DC ブラシレスモータでは、その極性を変化させる方法として、ホール IC によりロータの位置を検出し、その信号を制御回路にフィードバックすることにより駆動電力の極性を変化させている。</p> <p>【ホール IC の外観】</p> 
2	c-LCA 評価の範囲	
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：DC ブラシレスモータ、効率：80（%）、寿命：8年 <p>【比較対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：AC モータ、効率：40（%）、寿命：8年
2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> c-LCA 評価の対象は、同一の期間に同一のモータ出力を提供する機能を実現するものとする
2-3	機能単位と基準フロー	<p>【機能単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> エアコンの室外機のモータ出力：70（W/台・エアコン） エアコンの室内機のモータ出力：60（W/台・エアコン） 寿命：8年、年間運転時間：2,000時間 <p>【基準フロー】</p> <ul style="list-style-type: none"> DC ブラシレスモータと AC モータの機能は同一であるため、エアコン1台に搭載されるそれぞれのモータ数は同一である

2-4	システム境界	<p>【対象とするプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> ホール素子・IC製品の製造及び使用に係わるプロセスのみとした <p>【省略するプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成品であるエアコン製品の原料・材料、輸送、製造、廃棄・リサイクル 資本財の製造に係わるプロセス 		
2-5	c-LCAの前提条件	<ul style="list-style-type: none"> エアコン1台に搭載されるモータにてc-LCAを評価する 対象とする製品の使用時におけるc-LCAの評価は、(2-2)の機能を同一に有するものとし、比較のために追加及び省略する機能はないと仮定した DCブラシレスモータの構成は、ACモータにホールIC（ホール素子とアンプを内蔵したIC）が組み込まれた構成と想定する（DCブラシレスモータの製造時のCO₂排出量は、ACモータの製造時のCO₂排出量にホール素子及びホールICの製造に係わるCO₂排出量が加算されたものと想定する） そのため、評価対象及び比較対象におけるモータの製造に係わるCO₂排出量は算定の対象外とする 		
3	c-LCA評価の結果	対象プロセス	DCブラシレスモータ	ACモータ
3-1	原料・材料に係わるCO ₂ 排出量	対象外	—	—
3-2	製造に係わるCO ₂ 排出量	① 製造		
		ホール素子の製造に係わるCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /台)	<<1	—
		ホールICの製造に係わるCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /台)	<<1	—
		<u>製造に係わるCO₂排出量 (kg-CO₂/台)</u>	<u><<1</u>	—
3-3	使用に係わるCO ₂ 排出量	② 使用時		
		年間の消費電力量 (2,000時間) (kWh/年/台)	325	650
		稼働年数 (年)	8	8
		稼働年数の総電力量 (kWh/台)	2,600	5,200
		電力の原単位 (kg-CO ₂ /kWh)	0.33	0.33
		<u>使用に係わるCO₂排出量 (kg-CO₂/台)</u>	<u>858</u>	<u>1,716</u>
3-4	廃棄に係わるCO ₂ 排出量	対象外	—	—

3-5	ライフサイクル全体に係わるCO ₂ 排出量	ライフサイクル全体に係る CO₂ 排出量 (kg-CO₂/台) (①～②の合計)	858	1,716									
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>ライフサイクル全体に係るCO₂排出量 [kg-CO₂/台・エアコン]</caption> <thead> <tr> <th>モータータイプ</th> <th>製造 (kg-CO₂/台)</th> <th>使用 (kg-CO₂/台)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCブラシレスモーター</td> <td>858</td> <td>~0</td> </tr> <tr> <td>ACモーター</td> <td>~0</td> <td>1,716</td> </tr> </tbody> </table>					モータータイプ	製造 (kg-CO ₂ /台)	使用 (kg-CO ₂ /台)	DCブラシレスモーター	858	~0	ACモーター	~0	1,716
モータータイプ	製造 (kg-CO ₂ /台)	使用 (kg-CO ₂ /台)											
DCブラシレスモーター	858	~0											
ACモーター	~0	1,716											
3-6	単位導入量あたりのCO ₂ 排出削減量	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ある年に生産されたDCブラシレスモーターを搭載するエアコンが、ライフサイクルのエンドまでの将来にわたって稼働し続けることによるACモーターを搭載するエアコンの代替によるCO₂排出削減量を求めることとする 生涯稼働時間は16,000（時間）として評価する <p>【評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 858（kg-CO₂/台・エアコン） 											
3-7	CO ₂ 排出削減貢献度	<ul style="list-style-type: none"> 約 6,000 [1:X] 											
4	導入シナリオに評価												
4-1	導入予測 ⁸⁴	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の世界エアコン需要台数：100,832（千台） 											
4-2	導入シナリオに基づく導入量	<ul style="list-style-type: none"> 2020年の日本国内における販売台数は、2010年から横這いと予測し、2010年の地域別需要予測値を用いる エアコンの年間販売台数（千台）：7,460（2020年、国内） 											
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 削減量	<p>【算出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> (3-6) × (4-2) <p>【導入シナリオに基づくCO₂排出削減量】</p> <ul style="list-style-type: none"> 640（万 t-CO₂/年） 											
4-4	上記CO ₂ 排出削減量に関する留意点	<ul style="list-style-type: none"> 特になし 											
4-5	その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 特になし 											

⁸⁴ 出典：富士キメラ総研「2009 ワールドワイドエレクトロニクス市場総調査～AV、家電、情報・通信機器、電子ユニットの市場分析と今後の動向～」(2009年)

■配管材料（ポリ塩化ビニル管）

No.	項目	内容
1	製品の概要	<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>このうち、ポリ塩化ビニル管はポリマー配管材料の中でも、材料中に占める炭素分の割合が低く、化石資源の消費量が少なくて済むとともに、ライフサイクルを通した CO₂ 排出量が少ないという特徴を有している。</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	c-LCA 評価の範囲	
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】 ポリ塩化ビニル管</p> <p>【比較対象】 ダクタイル鋳鉄管</p>
2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ c-LCA 評価の対象は、同一の期間に同一の流体を搬送する管としての機能を発現
2-3	機能単位と基準フロー	<p>【機能単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポリ塩化ビニル管 1kg （150mm 水道管 14.9cm 相当） ・ ポリ塩化ビニル管の想定寿命：50 年 <p>【基準フロー】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同一口径の塩化ビニル管とダクタイル鋳鉄管の流体を搬送する性能を同等とみなす ・ 寿命の差異による補正を行う

2-4	システム境界	<p>【対象とするプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原料・材料に係わるプロセス（資源採掘～素材製造） 製品の製造に係わるプロセス（管としての加工） 製品の廃棄に係わるプロセス（埋立） <p>【省略するプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品の輸送に係わるプロセス 製品の使用に係わるプロセス 資本財の製造に係わるプロセス 		
2-5	c-LCA の前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 150mm 口径の水道管 1m あたり重量比をもとに、ダクタイル鋳鉄管の重量補正の係数を 3.55 倍として設定 想定寿命の差異により、ダクタイル鋳鉄管の寿命補正の係数を 0.90 倍として設定する 同一口径・延長における単位重量の補正及び想定寿命による補正を行って、ポリ塩化ビニル管 1kg のライフサイクル CO₂ 排出量をダクタイル鋳鉄管 3.95kg のライフサイクル CO₂ 排出量と比較する 		
3	c-LCA 評価の結果	対象プロセス	塩化ビニル管	ダクタイル鋳鉄管
3-1	原料・材料に係わる CO ₂ 排出量	① 材料調達に係わるプロセス（原料採掘～素材製造）		
		単位重量 (kg)	1	3.95
		原材料調達までの原単位 (kg-CO ₂ /kg)	1.4	0.146
		原材料調達に係わる CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kg)	1.4	0.577
3-2	製品の生産に係わる CO ₂ 排出量	② 製品の生産に係わるプロセス（加工）		
		単位重量 (kg)	1	3.95
		加工の原単位 (kg-CO ₂ /kg)	0.1	1.925
		生産に係わる CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kg)	0.1	7.60
3-3	製品の使用に係わる CO ₂ 排出量	対象外	—	—
3-4	廃棄に係わる CO ₂ 排出量	③ 製品の廃棄に係わるプロセス（埋立）		
		単位重量 (kg)	1	3.95
		埋立の原単位 (kg-CO ₂ /kg)	0.018	0.018
		廃棄に係わる CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kg)	0.018	0.071
3-5	ライフサイクル全体に係わる CO ₂ 排出量	<u>ライフサイクル全体に係わる CO₂ 排出量 (kg-CO₂/kg) (①～③の合計)</u>	1.5	8.2
3-6	単位導入量あたりの CO ₂ 排出削減	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 生産されたポリ塩化ビニル管 1kg が、ダクタイル鋳鉄管を代替することによるライフサイクル全体の CO₂ 排出削減量を求める 		

	減量	【評価結果】 ・ 6.7 (kg-CO ₂ /kg)
3-7	CO ₂ 排出削減貢献度	・ 4.5 [1:X]
4	導入シナリオによる評価	
4-1	導入予測	・ 2020年のポリ塩化ビニル管・継手の生産量：493,092 (t)
4-2	導入シナリオに基づく導入量	・ 2020年の日本国内における生産量を2005年度実績と同等と仮定
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量	【算出方法】 ・ (3-6) × (4-1) 【導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量】 ・ 330 (万 t-CO ₂ /年)
4-4	上記CO ₂ 削減量に関する留意点	・ 近年、国内人口の減少や住宅着工数の伸び悩み等を背景に配管材料の需要は減少傾向にあり、今後の動向を見守る必要がある
4-5	その他特記事項	・ 特になし

■海水淡水化プラント材料 (RO 膜)

No.	項目	内容
1	製品の概要	<p>【RO 膜とは】</p> <p>RO 膜（逆浸透膜、Reverse Osmosis Membrane）は、分子レベルで塩分などをブロックして、真水だけを透過させ、塩分などの除去物質を含む濃縮液を分離する機能をもつ水処理用の半透膜のことである。</p> <p>半透膜を通過して希薄溶液から濃厚溶液に溶媒が移行する現象が浸透であり、移行させる力が浸透圧である。一方、濃厚溶液に浸透圧以上の圧力をかけると溶媒が逆に濃厚溶液から希薄溶液に移行する現象が起こり、これが逆浸透である。</p> <p>この原理を利用し、塩分などの除去物質を含む溶液に圧力をかけて膜を介して水を透過させ、淡水（清浄な水）を得ることができ、水処理技術として用いられている。</p>  <p>【海水淡水化プラントへの適用】</p> <p>現在の海水淡水化プラントは、気化海水や加熱蒸気から淡水を得る蒸発法が主流だが、所要エネルギーの大きさが課題視されている。RO 膜の逆浸透作用を活用して圧力をかけて海水から淡水を得る RO 膜法が、エネルギー所要量の少ない海水淡水化方式として注目を浴びている。</p> 
2	c-LCA 評価の範囲	
2-1	対象とする製品システム	<p>【評価対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：RO 膜法による海水淡水化プラント <p>【比較対象】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品：蒸発法による海水淡水化プラント

2-2	機能	<ul style="list-style-type: none"> 海水を原料とした淡水の製造 		
2-3	機能単位と基準フロー	<p>【機能単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> RO 膜エレメント 1 本の生涯造水量 2.6 万 m³ <p>【基準フロー】</p> <ul style="list-style-type: none"> RO 膜法による海水淡水化プラント (RO 膜エレメント 1 本分相当) 蒸発法による海水淡水化プラント (RO 膜法による海水淡水化プラントの RO 膜エレメント 1 本分相当) 		
2-4	システム境界	<p>【対象とするプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品の製造に係わるプロセス (原料・材料製造プロセスを含む) 製品の使用に係わるプロセス (薬剤の原料・材料製造プロセス含む) 製品の廃棄に係わるプロセス (RO 膜エレメント及び関連部材のみ) <p>【省略するプロセス】</p> <ul style="list-style-type: none"> 製品の輸送に係わるプロセス 製品の廃棄に係わるプロセス (RO 膜エレメント及び関連部材以外) プラントの解体 		
2-5	c-LCA の前提条件	<ul style="list-style-type: none"> 対象とする製品の使用時における c-LCA の評価は、(2-2) の機能を同一に有するものとし、比較のために追加及び省略する機能はないと仮定した 		
3	c-LCA 評価の結果	対象プロセス	RO 膜法	蒸発法
3-1	原料・材料～製造に係わる CO ₂ 排出量	RO 膜エレメント製造プロセス	0.01	—
		RO 膜エレメントの原料・材料の製造プロセス	0.1	—
		RO 膜エレメント以外の原料・材料の製造プロセス、プラント建設プロセス	2.2	12.4
3-2	使用に係わる CO ₂ 排出量	プラント稼動によるエネルギー消費、薬剤の原料・材料の製造プロセス	50.5	323.5
3-3	廃棄に係わる CO ₂ 排出量	RO 膜エレメント、関連部材の廃棄処理	0.15	—
3-4	ライフサイクル全体に係わる CO ₂ 排	<u>ライフサイクル全体に係わる CO₂ 排出量 (t-CO₂) (3-1～3-3 の合計)</u>	<u>53.0</u>	<u>335.9</u>

	出量	<p>蒸発法</p> <p>RO膜法</p> <p>ライフサイクル全体に関わるCO₂排出量 [t-CO₂]</p> <p>■ 原料・材料+製造 ■ 使用 ■ 廃棄</p>
3-5	単位導入量あたりのCO ₂ 排出削減量	<p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> 単位導入量をRO膜エレメント1本あたりとし、CO₂排出削減量は、プラントレベルでのライフサイクルCO₂排出量全体を考慮し、蒸発法海水淡水化プラントがRO膜法海水淡水化プラントに代替された場合の排出削減効果を表す <p>【評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> RO膜エレメント1本あたり 282.9 (t-CO₂/造水量2.6万m³)の削減(3-4の「蒸発法」－「RO膜法」より)
4	導入シナリオによる評価	
4-1	国等の導入目標	<ul style="list-style-type: none"> 産業競争力懇談会で技術の強みを活かした新たな水ビジネス産業を育成し、近い将来日本の有力な輸出産業とするため、政府及び関係諸機関の全面的なバックアップ体制の構築の必要性を訴えている。RO膜は、強みを活かせる技術として取り上げられている
4-2	導入シナリオ及び導入シナリオに基づく導入量	<ul style="list-style-type: none"> 2016年新たに付加される世界の海水淡水化RO膜による供給能力:約870万m³/day⁸⁵ 2016年新たに付加される日本メーカーによる海水淡水化RO膜による供給能力:約610万m³/day(シェア70%)⁸⁶
4-3	導入シナリオに基づくCO ₂ 排出削減量	<p>膜の寿命は5～7年であるが、仮に5年として試算</p> <ul style="list-style-type: none"> 【算出方法】 (3-5)×(4-2)×365×5÷(2-3) 世界 1億7000万(t-CO₂) 日本メーカーによるRO膜プラントによる排出削減量1億2000万(t-CO₂)
4-4	上記CO ₂ 排出削減量に関する留意	<ul style="list-style-type: none"> RO膜の製造は国内で行う場合が多いが、実際の使用、運転は海外の水が不足している地域で行われ、CO₂排出削減の効果が現れるのは、海外の割合が高い

⁸⁵ 出典：Desalination Markets 2010のFigure4.2

⁸⁶ 出典：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【急拡大する世界水ビジネス市場へのアプローチ】(2008年3月18日)の図-9

	点	
4-5	その他特記 事項	・ 特になし

温室効果ガス削減に向けた新たな視点
国内における化学製品のライフサイクル評価
carbon-Life Cycle Analysis (c-LCA)

<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

第2版 2011年8月

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。



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