



LCA 日本フォーラムニュース

No.89

2026年2月

Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA)

<目 次>

特集：GHG 削減貢献量算定研究会 報告書

はじめに	2
LCA 日本フォーラム GHG の削減貢献量算定研究会 委員長 醍醐 市朗	
ブラザー工業株式会社	4
スポット空調に着眼した PureDrive-FL の活用による環境貢献	
キヤノン株式会社	9
ナノインプリント半導体製造装置における削減貢献量の考察	
株式会社 日立製作所	14
日立エナジーの高圧直流送電 (HVDC ; High-Voltage Direct Current)	
株式会社 デンソー	17
自動車部品における GHG 削減貢献評価法に関する考察	
株式会社 TBM	20
削減貢献量の評価に向けた実践的知見 —TBM の 3 つの事業における算定手法の試行と課題の整理—	

■ はじめに ■

この報告書は、令和元年（2019年）12月に開始したLCA日本フォーラムの「GHGの削減貢献量算定」の参加企業の方々の成果を事例集としてまとめたものです。

ネットゼロの実現には、生産段階における温室効果ガス（GHG, greenhouse gases）排出量だけでなく、使用段階等を含めた、製品・サービスのライフサイクル全体におけるGHG排出量を削減することが重要となります。一方、ライフサイクルを通じたGHG排出量を低減する高機能製品では、生産時のGHG排出量が従来製品よりも大きくなることも少なくありません。そのような製品が市場の従来技術を代替していってこそ社会全体でGHG排出量が低減されますが、事業者単位での評価では、生産増加によってGHG排出量が増加することになります。そのため、生産事業者の直接排出だけに着目した評価では、社会をネットゼロに移行するための勘定としては不十分ではないかと考えられます。

そこで、ライフサイクルアセスメント（LCA）によって、生産段階だけでなく、使用段階等を含めた、製品・サービスのライフサイクルを通じた社会全体でのGHGの排出削減量を算定することが広く行われるようになってきました。製品やサービスのGHGの排出削減量を算定するための方法の標準化を目指して、日本LCA学会は2015年に「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン」を発行し、その後2022年には第2版を発行しました。この方法論は、2023年にWBCSDから発行された「Guidance on Avoided Emissions」にも参照されています。さらに2018年3月に経済産業省が日本LCA学会も含め様々な機関のガイドラインを参考に「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン」を発行し、（一社）日本経済団体連合会がその実施例を掲載したコンセプトブックを同年12月に発行しました。さらには、削減貢献が見込まれる複数の製品やサービスを提供する組織としての削減貢献量を算定するための方法についても、日本LCA学会 環境負荷削減貢献量評価手法研究会が2024年に「組織の温室効果ガス排出削減貢献量の算定と開示に関するガイドライン」を発行しました。

GHGの削減貢献量は、ライフサイクルアセスメント（LCA）におけるコンセクエンシャル法に基づいて算定されます。まず、評価対象の製品・サービスが導入されなかったことを仮定して、それに代わって導入が想定される従来製品・サービスを同定します。次に、従来製品のライフサイクルでのGHG排出量（ベースライン）からの、評価対象製品によるライフサイクルでのGHG排出量の削減量を、削減貢献量として算定します。さらに、場合によっては、部材などが評価対象製品のと看、組み込まれた最終製品のライフサイクルでの削減量のうちの、当該部材の寄与分を削減貢献量として算定します。ガイドラインでは、過度な主張とならないように算定方法を準備してきました。

国際的にも、先のWBCSDのガイダンスの他、ISOの国際ワークショップ協定プロセスを通じ英国規格協会が Our 2050 World イニシアチブとともに主催して開発された IWA 42: 2022 (ネットゼロガイドライン) では、組織のGHG 排出量ならびにネットゼロ目標とは別に扱うことが望ましいとしながらも、削減貢献を緩和策の1つとして明記している。

ネットゼロへの社会の移行を標榜しながら、実態としてなかなか移行が進まない実情は、国や組織などの意思決定単位ごとに区分された排出量の算定と、その区分での排出量の低減を目指してきたことが理由の1つに考えられる。多くの国や組織を横断したグローバル化したサプライチェーンが大半である現状を鑑みると、削減貢献量を適切に定量し、主張することによって、カーボンニュートラルへの移行に有効な製品や技術を市場に導入することに役立っており、今後ますます重要になると考えています。

ここで紹介するGHG削減貢献量の算定事例は、いずれも参加企業の革新的な製品・サービスであり、研究会で議論しながらベースラインを設定し評価した結果です。これらの好事例が、他の事業者の参考になり、削減貢献量の算定と主張が広がることで、ネットゼロ実現に向かってライフサイクルでのGHG排出のより小さな製品・サービスの普及に寄与することを願っています。

2026年2月

LCA 日本フォーラム GHG の削減貢献量算定研究会 委員長
東京大学先端科学技術研究センター 教授
醍醐 市朗



ブラザー工業株式会社

スポット空調に着眼した PureDrive-FL の活用による環境貢献

【今回評価の背景/気候変動問題への対応および削減貢献量評価の目的】

■ はじめに

ブラザーグループでは、「ブラザーグループ 環境ビジョン 2050」を策定し、エネルギーや資源、紙や糸、布などの生物由来の素材を使用する製品を提供する企業として、気候変動や資源枯渇、環境汚染、生態系破壊といった社会的な重要課題を事業上のリスクと捉え、長期的かつ継続的にその解決に取り組む方針を明確にしています。また、「環境ビジョン 2050」のCO₂排出削減に関する「2030 年度中期目標」については、パリ協定の「1.5℃目標」達成のための科学的根拠に基づく削減目標として SBT イニシアチブから認定を取得しています。さらに、2020 年 2 月には「気候関連財務情報開示タスクフォース (TCFD)」提言への賛同も表明しています。

■ 物流倉庫のリフト作業者の猛暑対策が急務に

近年、気候変動の影響による猛暑が深刻化し、物流倉庫内の温度上昇が大きな問題となっておりました。物流倉庫は天井が高く広大な空間で、外部からの荷物の出し入れが頻繁なことから、空調設備の導入が進みにくい状況が続いており、昨今は最高気温が 35℃を超える猛暑日が頻発し、倉庫内の作業空間でも 35℃を超えるケースが多発しています。

また、夏日が 5 月から 10 月上旬までと長期化し、空調設備導入の検討が進む一方で、倉庫は本来の目的が物品保管であり、人の密度が極端に少ないことが導入の障壁となっています。これらの要因により、リフト作業者の健康状態が危惧される状況が続き、労働安全対策が急務となっております。¹⁾

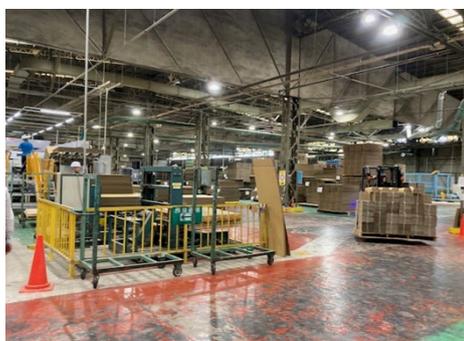


図 1-1 工場内の様子



図 1-2 日本における熱中症年間死者数の推移

実際、段ボール製造工場の現場・倉庫では、広い空間に少人数の作業者が配置されるため、

空調の効率やコスト面で課題が残ります。加えて、図 1-2 に示されるように、日本国内では熱中症による年間死亡者数が増加傾向にあり、今後さらに対策の必要性が高まるとみられます。

物流業界では、従業員の安全確保と GHG 排出削減の両立を目指し、空調設備の導入や新たな暑熱対策の検討が急がれている状況にありました。

【削減貢献量の評価範囲と算定方法】

■ リフト作業者の健康と GHG 排出削減を両立するフォークリフト用フロンレススポットクーラー「PureDrive-FL」開発

上述のような社会的課題への対応の一つとして、ブラザーはフォークリフト用フロンレススポットクーラー「PureDrive-FL」を開発しました。「PureDrive-FL」は、冷媒やコンプレッサーを使用しないブラザー独自の気化冷却方式を採用しており、環境に配慮しながらも作業者に涼感を提供できる製品です。また、コンプレッサーを用いないことで消費電力を 60 W に抑え、高い省エネ性を実現しています。8 時間稼働してもリフトの稼働に与える影響が非常に小さく、1.5 トン車のバッテリー容量への負荷も 2.5% 程度で運用が可能です。さらに、強い衝撃や振動にも耐える構造となっており、JIS C 60068-2-27（環境試験方法）や JIS D1601（自動車部品振動試験方法）に準拠しています。これにより、作業者の健康に配慮しつつ、結果的に GHG（温室効果ガス）排出削減にも寄与することが期待されます。



図 1-3 フォークリフト用フロンレススポットクーラー「PureDrive-FL」

■ PureDrive-FL の LCA データ

ブラザーが開発したフォークリフト用フロンレススポットクーラー「PureDrive-FL」の LCA 算定データは、業務用空調メーカーが想定する耐用年数である 13 年間の使用を前提とし、1 台あたりの GHG 排出量は 682 kg-CO₂eq となりました。使用時の比率は 85.18% となっております。内訳をみると、製品使用時のエネルギー使用による排出量が全体の約 85% を占めており、その他は原材料・部材調達や廃棄物処理、製品製造、流通、水使用などの工程が含まれます。

■ 一般的な業務用空調機の GHG 排出量、LCA 算定データ

一般的な業務用空調機が環境に与える影響について、LCA（ライフサイクルアセスメント）による算定データが公表されており、1台あたりのGHG排出量は、9,521 kg-CO₂eqと算定されています。業務用空調メーカーが想定する耐用年数は13年であり、下記図で示されるように、冷房のみで使用される場合の割合は95.8%となっています。GHG排出構成の内訳を見ると、素材・製造・流通・リサイクルの各段階ではそれぞれ100 kg-CO₂程度と全体のごく一部を占めるにとどまっている一方で、使用段階での排出量は19,658 kg-CO₂※と非常に大きく、全体の98.01%を占めています。冷房のみで使用した場合も、排出量は9,121 kg-CO₂で、使用段階の構成比は95.8%となっています。

業務用空調機（従来型）排出構成（冷房*暖房）			構成比	冷房のみ※	構成比
素材	100	kg-CO ₂	0.50%	100	1.05%
製造	100	kg-CO ₂	0.50%	100	1.05%
流通	100	kg-CO ₂	0.50%	100	1.05%
使用	19,658	kg-CO ₂	98.01%	9,121	95.80%
リサイクル	100	kg-CO ₂	0.50%	100	1.05%
合計	20,059	kg-CO ₂	100.00%	9,521	100.00%

図 1-4 一般的な業務用空調機(従来型) のCO2 排出構成

このことから、空調機のLCA全体を通じて最も多くのGHGが排出されるのは「使用段階」であることがわかり、業務用空調機の省エネ化や効率的な運用が、GHG排出削減の鍵となることがわかります。²⁾

※ 冷房の使用時負荷は引用文献当時の業務用空調メーカーが想定した冷房割合46.4%から算出しました。冷房割合＝冷房能力／（冷房能力＋暖房能力）
製品カタログにおけるシステム総合馬力が5馬力における定格性能として、冷房時消費電力が3.71kW、暖房時消費電力が3.73kWであり、ほぼ同等であった。また5馬力は25坪（約85㎡）程度の8m×10mの一般的なオフィス・店舗で使用されるサイズとして推奨されています。³⁾

【削減貢献量の評価結果の概要】

■ PureDrive-FL 導入で大幅な省エネと GHG 排出削減を実現

一般的な業務用空調機と PureDrive-FL の導入による GHG 排出削減のサンプルケースとして事例を 2 つ挙げます。それぞれの事例ベースシナリオについては、平易な説明のため割合が高い使用時の消費電力差を示します。

ケース 1 としては、既存工場の業務用空調を稼働させながら PureDrive-FL を導入し、温度設定を変更して、空調の稼働負荷を下げて省エネを実現したケースです。従来はエアコン 16 kW×2 台（計 32 kW）を使用していましたが、PureDrive-FL 導入後はエアコンの設定温度を 1 度上げる⁴⁾ことで 3 kW の省エネ効果が得られ、さらに PureDrive-FL (0.06 kW×2 台) を加えても合計消費電力は 29.12 kW まで削減されました。これにより、既存設備の稼働設定を抑えることで消費電力が削減され、GHG 排出量の削減が見込まれます。ケース 2 としては、新設工場における室内空間に部分空調などの設備導入計画を中止し、省エネを実現したケースです。計画ではエアコン 16 kW×4 台（計 64 kW）を予定していましたが、PureDrive-FL を 4 台導入することで、消費電力はわずか 0.24 kW に抑えられました。PureDrive-FL が直接作業者に冷風を送ることで体の表面温度を低下させ、部分空調の設備導入が不要となり、大幅な消費電力削減と GHG 排出削減が期待できます。

※ PureDrive-FL の LCA 算定データ： 682 kg-CO₂eq/台
業務用空調との比較のため 13 年間使用として算定
使用時の割合が 85.18%である。



図 1-5 PureDrive-FL の LCA 算定データ詳細結果 (LCA Plus 利用)

【評価結果の活用】

PureDrive-FL について、作業者の適切な利用場所を想定し、最適な空調配置を検討した結果、GHG 排出削減に大きく貢献できることが明らかになりました。図 1 - 4 の温度計測画像でも、PureDrive-FL を使用した場合、作業者の体表面温度が大きく低下している様子が確認できます。



図 1-6 PureDrive-FL を使用した場合の温度計測画像

また、既存の空調設備と併用した場合でも、消費電力の削減効果が期待できることが分かりました。ただし、実測による検証方法の確立が今後の課題となっています。

今後の活動としては、外部気温の変化に応じて、低温域から一定の気温以上で空調を稼働させ、その後 PureDrive-FL も併用することで、空調機器の稼働を最小限に抑えられる可能性があります。さらに、暑さ指数（WBGT 値）を活用した管理により、より効率的な運用が目指せます。また、PureDrive-FL における LCA 算定では使用時の CO₂ 排出量の割合が最も高い 85% である一方、残り 15% の製造時等の負荷も今後は削減を考慮が必要と考えております。さらに、LIME3 を活用した評価方法の検討も進めており、人間健康の障害調整生存年数（DALY※）など熱中症関連の被害ケースの評価も行う予定です。これらの取り組みを通じて、今後も CO₂ 排出量の極小化に配慮した環境貢献を目指してまいります。

※ Disability-Adjusted Life Year の略称

参考文献

- 1) JCCCA（全国地球温暖化防止活動推進センター）、「日本における熱中症による年間死亡者数の推移（出典：人口動態調査（厚生労働省）日本の年平均気温偏差（気象庁）」）
URL <https://www.jccca.org/download/13160>, (アクセス日 2025-10-1)
- 2) 滋賀県、「参考情報（代表的製品の LCA 事例）の提示について」, 滋賀県, 全 13 頁.
URL <https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/47464.pdf>(参照 2025-10-01)
- 3) ダイキン公式「容量から選ぶ」ページ
URL: <https://www.ac.daikin.co.jp/shopoffice/info/pw> (アクセス日 2025-10-1)
- 4) 空気調和・衛生工学会,「学会誌 1977 年 5 月号」, 空気調和・衛生工学会誌, 1977, pp.2-41.
- 5) URL: <https://www.shasej.org/gakkaishi/archive/pdf/SHASE19770500.pdf> (アクセス日 2025-10-1)



キヤノン株式会社

ナノインプリント半導体製造装置における 削減貢献量の考察

■ はじめに

キヤノンでは企業理念「共生」に基づき環境活動に取り組んでおります。特に LCA 手法を活用した環境評価には長年取り組んでおり、製品ライフサイクルを通じた温室効果ガス (GHG) 排出量を 2050 年にネットゼロとすることをめざしています。その達成に向けて、2030 年にスコープ 1、2 の GHG 排出量を 2022 年比 42%削減、スコープ 3 (カテゴリー 1、11) の GHG 排出量を 2022 年比で 25%削減することを掲げ、SBTi (Science Based Targets initiative) の認定を 2023 年 11 月に取得しました。

2024 年は、種々の省エネ施策の推進や再生可能エネルギーの導入、製品の小型、軽量化や炭素排出量の小さな部品の採用などにより、2022 年比でスコープ 1、2 で 12.8%、スコープ 3 (カテゴリー 1、11) で 17.7%の削減を達成しています¹⁾。

また、2008 年以来、キヤノングループ環境目標の総合目標として「ライフサイクル CO₂ 製品 1 台当たりの改善指数 年平均 3%改善」(原単位目標) を掲げ、2024 年は、目標を上回る年平均 3.76%の改善、2008 年比 44.6%の改善を達成しております¹⁾。キヤノンは、今後も GHG 排出量の削減を進め、次年度以降も、継続的な達成をめざします。

- ※ スコープ 1：直接排出 (都市ガス、LPG、軽油、灯油、非エネルギー系温室効果ガスなど)
 スコープ 2：間接排出 (電気、蒸気など)
 スコープ 3：サプライチェーンでの排出 (購入した物品・サービス、輸送・流通、販売した製品の使用など)

【GHG 削減貢献量算定研究会への参加について】

ライフサイクルアセスメント (LCA) の研究が進み、製品やサービスの GHG 排出量の算定と開示の重要性が高まるなか、企業が提供する製品やサービスが、ユーザーや社会の GHG 排出量の削減に貢献している量 (削減貢献量) への注目が高まっています。

そこで、キヤノンは 2019 年 12 月より LCA 日本フォーラム「GHG 削減貢献量算定研究会」に参加し、自社製品・サービスの削減貢献量の検討に取り組んで参りました。

ここでは、キヤノンが開発したナノインプリント半導体製造装置「FPA-1200NZ2C (図 2-1、図 2-2)」を題材に、本研究会を通して行った削減貢献量の算出方法の検討についてご紹介いたします。



図 2- 1 FPA-1200NZ2C²⁾



図 2- 2 工場内の FPA-1200NZ2C²⁾

【ナノインプリント半導体製造装置について】

キャノンは、2023 年にナノインプリントリソグラフィ（NIL）技術を使用した新たな半導体製造装置「FPA-1200NZ2C」を発表しました。本装置では、これまでの投影露光技術とは異なる方式で回路パターンを形成する NIL 技術を使用した半導体製造装置を世界で初めて実用化しました。従来の半導体露光装置が、ウエハー上に塗布されたレジスト（樹脂）に光を照射して回路を焼き付けるのに対し、NIL 技術を使用した半導体製造装置は、ウエハー上のレジストに回路パターンを刻み込んだナノレベルのマスク（型）をハンコのように押し付けて、回路パターンを形成します³⁾（図 2-3）。

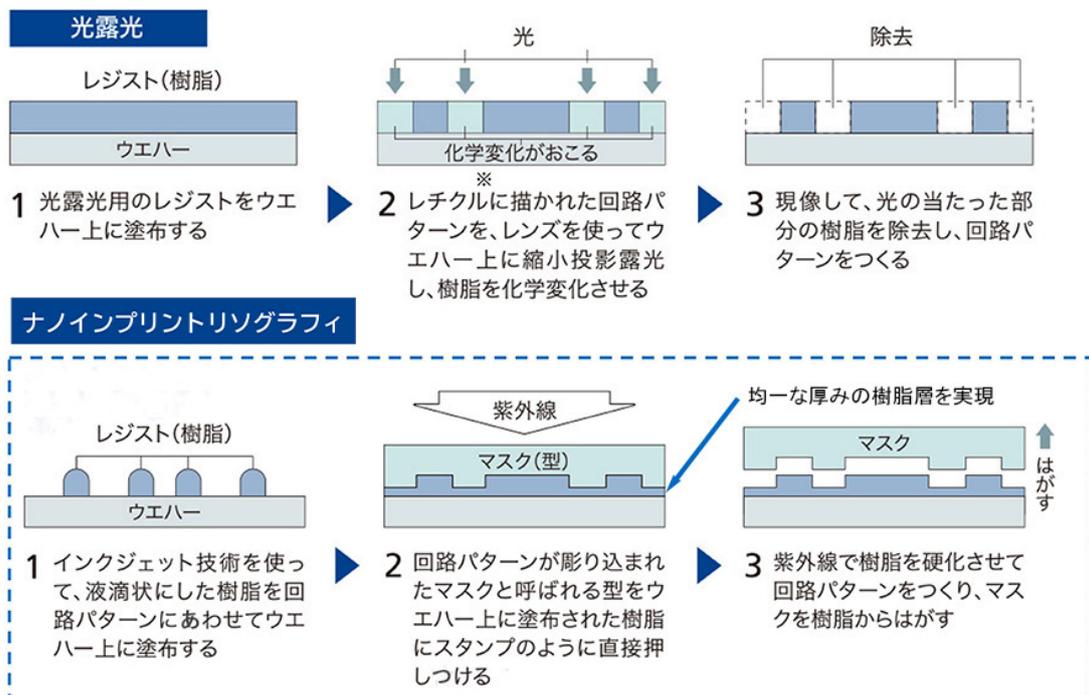


図 2-3 ナノインプリントリソグラフィのしくみ⁴⁾

こうした技術により、本装置は次のような特徴を持ちます。

① 消費電力量の大幅な削減

本装置は、回路パターンが刻み込まれたマスクをハンコのように押し当てて回路を形成するため、従来の投影露光装置のように光源の波長による微細化を必要とせず、既存の最先端ロジック向け露光技術（5 ナノノード／線幅 15nm）における消費電力は、投影露光装置と比べ大幅に削減できます²⁾。このため、半導体製造プロセスの露光工程における大幅な GHG 排出量の削減が期待されます。

② 露光回数の削減

既存の露光装置では、エッチングをくり返すことで複雑な回路パターンを形成していますが、製造プロセス全体で見ると、その分だけ時間や製造コストがかかってしまいます。一方、本装置は、複雑な 2 次元、3 次元の回路パターンを一回で形成することが可能なため、副資材や露光後のウエハー処理工程数を減らすことができます(図 2-4)⁴⁾。これにより、露光工程の際に必要な電力量の削減に加え、関連プロセスにおける GHG 排出量の削減も期待できます。

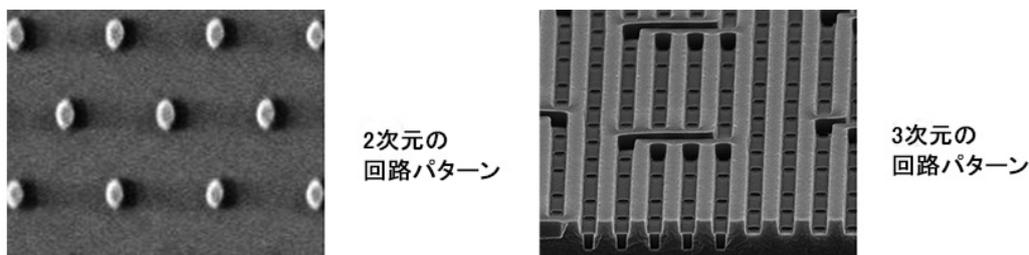


図 2- 4 NIL で形成した 2 次元、3 次元の回路パターン⁴⁾
画像提供：キオクシア株式会社

以上のことから、本装置は、既存の露光技術を搭載した半導体製造装置と比較して、半導体製造プロセスにおける GHG 排出量を大幅に削減できるポテンシャルを持つことが期待できます(図 2-5)。

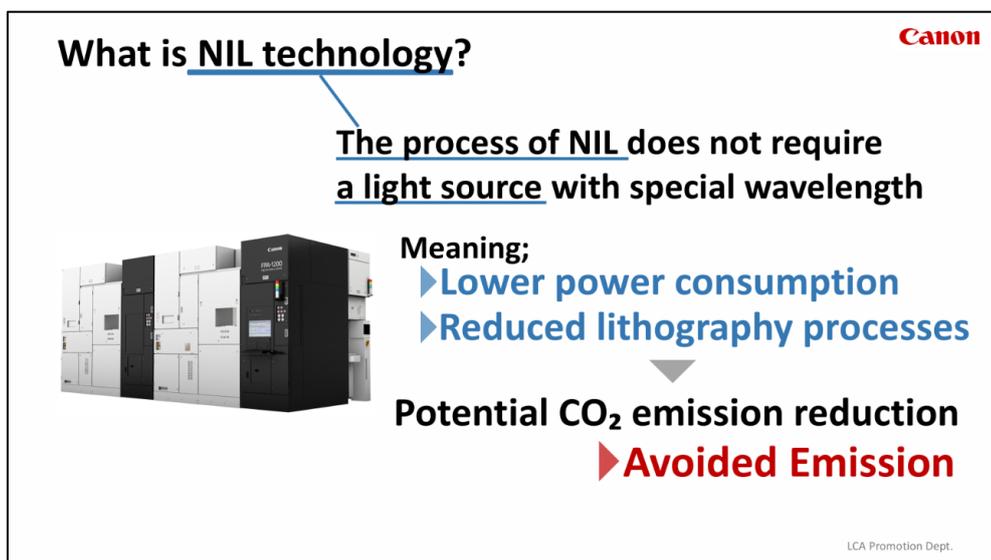


図 2- 5 NIL における GHG 排出量の削減ポテンシャル

【削減貢献量の算出方法の検討】

本装置における削減貢献量の算出方法の検討にあたり、日本 LCA 学会が 2022 年に公開した「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン第 2 版」⁵⁾を参考にしました。評価対象製品である本装置はそれ自体では削減効果を発揮しないため、算定の対象製品として、本装置で製造する半導体ウエハーを設定し、機能単位を半導体ウエハー 1 枚とします。

次に比較対象となるベースラインを設定します。本装置は、既存の最先端ロジック半導体製造レベルの 5 ナノノードにあたる最小線幅 14nm のパターン形成が可能のため²⁾、同程度の線幅の回路パターンを形成できる既存の露光技術を搭載した半導体製造装置で製造する半導体ウエハーをベースラインと設定し、本装置の稼働期間(耐用年数)などを考慮して検討します。なお、半導体露光装置のライフサイクル GHG 排出量は、半導体製造時(装置稼働時)の電力消費によるものが主であり、他の段階の GHG 排出量は全体への影響は小さいと考えられるため、半導体製造段階に着目します。

上記内容をもとに、本研究会を通して、本装置における削減貢献量の算出方法を次のように検討しました。まず、本装置で製造する半導体ウエハーとベースラインでの製造プロセスにどのような違いがあるかを把握します。本装置では、既存の露光装置と比較して、①レジスト塗布工程におけるレジスト使用量、②露光工程における消費電力量、③露光回数削減に伴う半導体ウエハー製造の関係プロセスの工程数削減が違いとして挙げられます。

次に、本装置とベースラインとなる装置を用いて半導体ウエハー 1 枚を製造する際の GHG 排出量を算出します。これにより、それぞれの GHG 排出量を比較することで、半導体ウエハー 1 枚あたりの削減貢献量が算出されます。

そして、この半導体ウエハー 1 枚あたりの削減貢献量に、本装置の稼働期間(耐用年数)で製造するウエハー枚数を乗じることで、本装置 1 台あたりの削減貢献量を算出することができますと考えております。また、本装置 1 台あたりの削減貢献量に販売台数を乗じ、普及シナリオなどを考慮することで、組織としての削減貢献量を算出することができると考えております(図 2-6)。

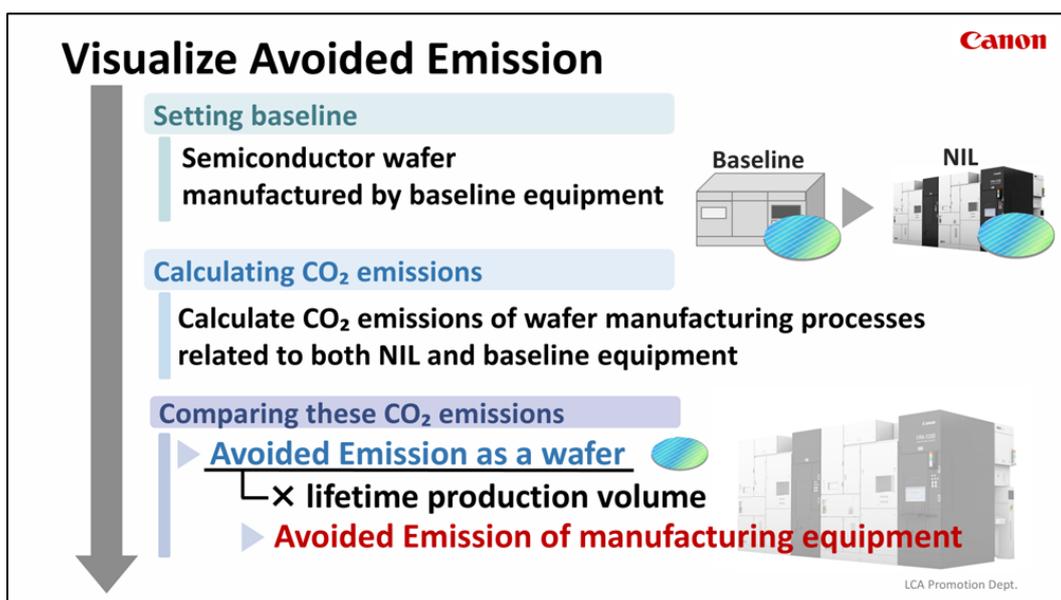


図 2-6 NIL の削減貢献量の算出方法

【おわりに】

今回はナノインプリント半導体製造装置「FPA-1200NZ2C」を題材に、GHG 削減貢献量算定研究会を通して検討し、エコバランス国際会議で発表した内容について取り上げさせていただきました。自社で開発した全く新しい製品の場合、既に普及している製品と代替することで世の中に排出されるであろう GHG を削減できる見込みがあったとしても、自社の Scope3 は増加と表現されてしまう課題があると認識しています。本事例のような製品の、社会に対する GHG 排出量の削減効果の表現方法について、削減貢献量の活用は有効な手段だと考えられます。今後も弊社では、様々な GHG 削減効果の見える化に取り組むことで、LCA のさらなる普及と GHG 排出量の削減に貢献していきます。

参考文献

- 1) キヤノン株式会社, 2025, 「サステナビリティレポート 2025」, キヤノン株式会社ホームページ, (2025 年 8 月 25 日取得, <https://global.canon/ja/sustainability/report/pdf/canon-sus-2025-j.pdf>)
- 2) キヤノン株式会社, 2023, 「ニュースリリース：ナノインプリントリソグラフィ技術を使用した半導体製造装置を発売」, キヤノン株式会社ホームページ, (2025 年 8 月 25 日取得, <https://global.canon/ja/news/2023/20231013.html>)
- 3) キヤノン株式会社, 2025, 「ニュースリリース：キヤノンのナノインプリントリソグラフィ技術が第 33 回地球環境大賞において最高位の「地球環境大賞」を受賞」, キヤノン株式会社ホームページ, (2025 年 8 月 25 日取得, <https://global.canon/ja/news/2025/20250304.html>)
- 4) キヤノン株式会社, 2023, 「テクノロジー：ナノインプリントリソグラフィ」, キヤノン株式会社ホームページ, (2025 年 8 月 25 日取得, <https://global.canon/ja/technology/nit-2023.html>)
- 5) 日本 LCA 学会, 2022, 「温室効果ガス排出削減貢献量算定ガイドライン第 2 版」, 日本 LCA 学会ホームページ, (2025 年 8 月 25 日取得, https://www.ilcaj.org/assets/doc/guideline/guideline_ver2_.pdf)



株式会社日立製作所

日立エナジーの高圧直流送電 (HVDC ; High-Voltage Direct Current)

【ケーススタディ】



Source: Hitachi Energy

日立エナジーのHVDCシステムは、洋上風力発電で発電した電力を送電し、年間150万世帯以上に再生可能エネルギーを供給しています。

本ケーススタディにおいては、日立エナジー社が提供する高圧直流送電が導入された英国において洋上風力発電を含むHVDCシステムの削減貢献量を算定するものです。

近年、HVDCの建設が急速に拡大している理由は長距離・低損失・ケーブル送電のニーズが主ですが、他の要因の一

つとして、既存の交流システムの安定化への貢献があります。交流システムには、電圧不安定、周波数不安定、電力動揺、過渡現象など、さまざまな不安定現象が潜在しており、それらが発生しないよう、また発生しても小さくかつ短時間に抑制されるように、電力システムにおいてはさまざまな対策が取られています。大規模な再生可能エネルギーの適地などは、システムが弱い（短絡容量が小さい）場合が多く、そのために不安定現象が発生しやすい傾向があるため、再生可能エネルギーの連系増加により追加のシステム安定化対策が必要となることが多いです。

HVDCは、連系により電力を低損失で送電するだけでなく、こうした既存の交流システムの安定化にも貢献することができるため、そうしたHVDCの機能を積極的に活用する事例が増えています。

【評価概要】

- 機能単位：kWh
- 機能：20年間の送電量
- インパクト(機能単位あたりのライフサイクルでのGHG削減貢献量)：213.2 gCO₂/kWh
- 期間：システム接続寿命期間(20年間)
- 対象地域：英国
- システム境界：再生可能エネルギー源からシステム接続点まで。これには、エネルギー源とHVDCシステムのライフサイクル排出量が含まれます。

【リファレンスシナリオとソリューションシナリオ】

■ リファレンスシナリオ

リファレンスシナリオとして英国全体の電力網の平均グリッドの従来電力を想定し、排出係数は、IEA(International Energy Agency)の排出係数に基づく最新の英国全体の電力網に基づいています。

これまで、英国全土の電力供給の大部分はガスによって担われてきましたが、ゼロカーボンへの高い目標設定により、技術革新が急速に進んでいます。英国の電力網はもともと、イングランド北部とミッドランド、そして南ウェールズ産の石炭などの化石燃料を燃料とする発電所で発電された電力を連系するために構築されました。

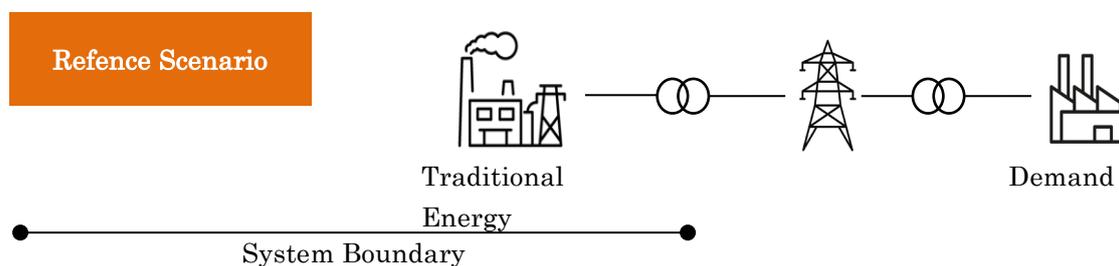


図 3-1 リファレンスシナリオ

■ ソリューションシナリオ

ソリューションシナリオはHVDC 接続された洋上風力発電を導入した電力であり、再生可能エネルギー発電はNREL(U.S. Department of Energy's primary national laboratory for energy systems)のデータに基づき、HVDC 接続のライフサイクル排出量はシステム境界に含まれます。

日立エナジーのHVDC システムは、大容量のエネルギーを長距離にわたって効率的に送電します。遠隔地にある再生可能エネルギー源を接続することで、HVDC は化石燃料電源と比較してCO2 排出量を削減し、エネルギーシステムの変革と柔軟性の向上に大きく貢献します。

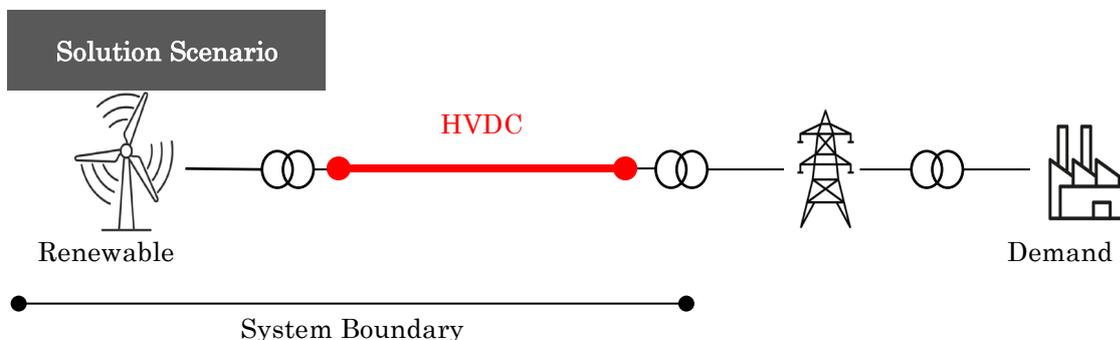


図 3-2 ソリューションシナリオ

■ 環境への副作用

HVDC は、再生可能エネルギーの効率的な長距離送電を可能にし、資源の多様性とシステム全体の信頼性を向上させます。大規模なインフラプロジェクトは、建設段階で地域社会に一時的な影響を及ぼす可能性があります。HVDC は、交流と比較して、電磁場、土地利用、景観への影響、騒音公害といった環境負荷が小さい傾向があります。

【評価結果の活用】

今後 20 年間で、HVDC 接続された 1,200MW の洋上風力発電プロジェクトにより、リファレンスシナリオの系統電力由来の系統接続点までの電力供給と、ソリューションシナリオの洋上風力および HVDC による系統接続点までの電力供給との差分により、HVDC を含めた系統接続点までの電力供給システムで 1,800 万トンの CO2 排出量が削減されます。HVDC によってサポートされる再生可能エネルギーの統合により、発電事業者はスコープ 1 排出量を削減し、送電事業者と消費者はスコープ 2 排出量を削減し、日立エナジーのような製造企業はよりクリーンなエネルギーミックスを通じてスコープ 3 排出量を削減します。



株式会社デンソー

自動車部品における GHG 削減貢献評価法に関する考察

【今回評価の背景/気候変動問題への対応および削減貢献量評価の目的】

日本自動車部品工業会（JAPIA）では、これまで「JAPIA LCI 算出ガイドライン」を発行する等、自動車部品における環境影響の定量的評価に関するガイドラインを整備してきましたが、今回自動車部品における製品の環境負荷削減効果に関するガイドラインとして「環境負荷削減貢献度合い算出方法ガイドライン」を発行しました。

自動車部品における環境負荷削減貢献は、必ずしも単独の自動車部品によって為されるものではなく、システム化された複数の自動車部品による場合が少なくありません。そのため、自社だけで貢献度を算出する方法がなく、また自社の貢献分と他社の貢献分をどのように配分するかが問題となります。

本ガイドラインでは、自動車部品における環境負荷削減貢献の定量的な算出の考え方について述べており、この考え方を明確化することで自動車部品における環境負荷削減の貢献を主張するのみならず、製品製造における環境保護への取り組み姿勢がより効果的に示され環境活動のさらなる促進につながることを期待されます。

【削減貢献量の評価範囲と算定方法】

自動車部品における製品システムの環境負荷削減貢献を定量的に論じる場合、その環境負荷量の変化、つまり新旧の比較をもって「環境負荷削減貢献量」を定義することができます。ガイドラインではこれらに大きく二つの考え方があることを明確にしました。一つは車両のように最終製品自体が環境負荷を削減するのと同じように、自動車部品自体が環境負荷を削減した（したであろう）量をもって貢献とする場合、もう一つは評価対象の自動車部品を含む最終製品である車両全体としての削減効果によって環境負荷を削減した（したであろう）量をもって貢献とする場合です。これら2つの削減貢献はそれぞれ自己完結型貢献、外部作用型貢献と定義しました。

自己完結型貢献は、評価対象製品のライフサイクル（システム境界）内で環境負荷削減貢献が完結している場合であり、生涯のシステム境界が製品単体となる場合に適用されます。また自己完結型貢献は全ての自動車部品、かつ製品のライフサイクルすべての段階で考えられます。

(自己完結型貢献量) =
 (標準製品の製造段階*1 環境負荷量) - (評価対象製品の製造段階環境負荷量)
 + (標準製品の輸送*2 段階環境負荷量) - (評価対象製品の輸送段階環境負荷量)
 + (標準製品の使用段階環境負荷量) - (評価対象製品の使用段階環境負荷量)
 + (標準製品の廃棄*3 段階環境負荷量) - (評価対象製品の廃棄段階環境負荷量)
 *1 資源採掘、材料製造、部品製造、製品製造を含む
 *2 製造段階における輸送および製品製造後の輸送を含む
 *3 廃棄およびリサイクルを含む

外部作用型貢献は、評価対象製品を含む最終製品である車両全体として、その評価対象製品の本来機能に由来するライフサイクル（システム境界）外における削減効果によって環境負荷を削減する場合に適用されます。すなわち、使用段階の当該評価対象製品の機能として自動車燃費に影響を及ぼす場合、当該評価対象製品自体の環境負荷とは別に考えるという意味で外部作用型と称しています。

(外部作用型貢献量) =
 {(標準製品システムを搭載した標準車両使用段階環境負荷量)
 - (標準製品システムから評価対象製品を含むシステムに置換した標準車両使用段階環境負荷量)}
 ×評価対象製品の配分比率

もしくは、

(外部作用型貢献量) =
 {(標準製品システムを搭載した任意の車両使用段階環境負荷量)
 - (標準製品システムから評価対象製品を含むシステムに置換した前項と同一車両使用段階環境負荷量)}
 ×評価対象製品の配分比率

外部作用型貢献では、配分、配分比率の概念を考える必要があります。評価対象製品が要求される機能を発現するシステムの一部を構成する場合、配分が必要となり、構成に基づく配分比率は製品ごとに定義されます。一方で、評価対象製品が単独でシステムを構成し車両の使用段階における環境負荷削減に貢献する場合は、配分比率は 1 となります。

【削減貢献量の評価結果の概要】

削減貢献量における 2 つの考え方を、自動車部品におけるシステム製品の代表事例として、ディーゼルエンジン用燃料噴射システムで検証しました。

ディーゼルエンジン用燃料噴射システムにおいて、自己完結型貢献の例は小型化・軽量化による製造、使用、輸送、廃棄段階における環境負荷削減であり、それぞれの部品単独で評価することができます。一方、外部作用型貢献は、構成部品それぞれの機能向上によりシステム全体で車両走行燃費が向上されるため、削減貢献量は適正な配分比率を用いて各部品に割付けする必要があります。

システム全体で燃費を向上する外部作用型貢献の場合、構成部品への貢献度配分は LCA 的には技術ポテンシャル、すなわち開発費の多寡や機能材料の使用、高度な生産技術で配分できると考えられ、それは構成部品のコストに反映されると想定されます。しかし、独占禁止法上、同業社間での売価開示は不可能のため、コストに代わる考え方での割振りを検討する必要がありました。

ディーゼルエンジン用燃料噴射システムでは、コストに代わる評価方法として製造段階の CO₂ 排出量に着目しました。各構成部品において、JAPIA の考え方に基づく製造段階の CO₂ 排出量と部品コスト（付加価値）を算出し比較したところ、両者の相関が認められ製造段階の CO₂ 排出量がコストの代替となる配分比率として考えられることが検証できました。

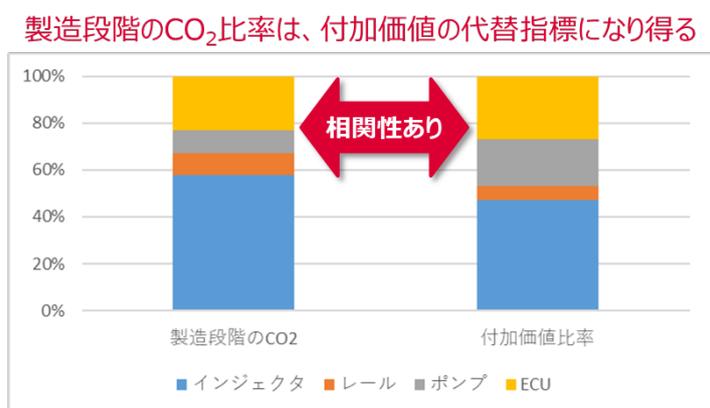


図 4- 1 ディーゼルエンジン用燃料噴射システムにおける製造段階の CO₂ 量と付加価値の相関

【評価結果の活用】

今回発行した「環境負荷削減貢献度合い算出方法ガイドライン」では、ディーゼルエンジン用燃料噴射システムについて、評価検証と標準化を完了し、適正な配分比率が必要となる外部作用型貢献においてその考え方を明確にすることができました。今後、自動車部品に関わる他のシステム製品において事例を拡大し、透明性のある配分の考え方を拡充していきたいと考えています。



株式会社 TBM

削減貢献量の評価に向けた実践的知見 -TBM の3つの事業における算定手法の 試行と課題の整理-

【今回の評価の背景/気候変動問題への対応および削減貢献量評価の目的】

当社は「進みたい未来へ、橋を架ける」というミッションのもと、気候変動や資源枯渇といった地球規模の課題解決に事業を通じて取り組んでいます。その具体的な目標が、2030年に向けたコミットメント「TBM Pledge 2030」です。これは、自社のバリューチェーンにおける GHG 排出量を実質ゼロ以下にする「Go Carbon Negative」と、100万トンの LIMEX とプラスチックを 50 カ国で循環させる「Go Circular」という2つの大きな目標を柱としています。

サステナビリティの取り組み

「TBM Pledge 2030」の達成を目指す

TBMのミッション「進みたい未来へ、橋を架ける」の実現に向け、2030年を目標年とする野心的な目標を設定



図 5- 1 2030 年に向けたコミットメント「TBM Pledge 2030」

これまで、主原料を炭酸カルシウム等の無機物とする新素材「LIMEX」や再生材「CircleX」といった個別の製品・サービス単位では、LCA に基づき環境性能を評価し、お客様への情報提供を行ってきました。しかし、会社全体の活動が社会全体の GHG 排出量削減にどれだけ貢献しているかを統合的に示す指標はありませんでした。

そこで今回、私たちの事業活動の環境価値を定量的に示す「削減貢献量」を算定しました。

今回の評価結果は、実践を通じて得られた学びを積み上げていくための第一歩であり、日々の業務に取り組む従業員はもちろんのこと、お客様、パートナー企業、投資家といったステークホルダーの皆さまとのこの評価に関する対話を通じて、改善と協業の契機とするものです。

【削減貢献量の評価範囲と算定方法】

本評価では、当社の主要 3 事業を対象範囲としました。

1. LIMEX の製造

主原料を炭酸カルシウム等の無機物とし、石油由来樹脂の使用量を削減する新素材「LIMEX」の事業です。

2. リサイクル工場の運営

使用済みプラスチックをマテリアルリサイクルし、再生ペレットを製造する事業です。当社の横須賀サーキュラー工場での活動を対象範囲としています。

3. 使用済みプラスチックの売買

排出事業者とリサイクラーや、リサイクラーと再生材料ユーザーを仲介し、使用済みプラスチックのリサイクルを促進する事業です。



図 5- 1 評価対象範囲の主要 3 事業

算定は、製品・サービスのライフサイクル全体で GHG 排出量を評価する LCA（ライフサイクルアセスメント）の手法に基づき、ベースライン（従来製品や代替サービス）との GHG 排出量の差分を「削減貢献量」として定量化しました。算定には LCI データベース「IDEA version 3.2.0」を、地球温暖化係数には「IPCC 2013 GWP 100a」を用いました。

各事業のベースラインとシステム境界は以下の通り設定しました。

●LIMEX の生産

当社が開発・製造する LIMEX は、炭酸カルシウムを主原料とし、ポリオレフィンバインダーとして用いることで、従来の石油由来プラスチックの使用量を削減する素材であり、その GHG 排出削減貢献量を評価しました。

○ 機能単位

一般的なプラスチック製品（ポリプロピレンやポリエチレンで製造された製品）と同等の形状・サイズを有する製品を製造するための、1,000 cm³ の素材を提供すること。

○ ベースライン

一般的なプラスチック製品（ポリプロピレンやポリエチレンで製造された製品）

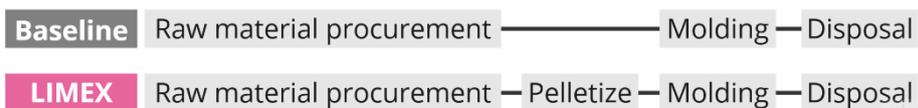
※2023年に製造された LIMEX 製品の重量と密度から体積を算出し、当該製品に一般的に用いられるプラスチックの種類から基準密度を設定したうえで、体積と基準密度から必要なプラスチック素材の重量を推計しました。

○ 比較の妥当性と設定の背景

- 素材の代替性：バインダーにポリオレフィン樹脂を使用する LIMEX は用途に応じた物性を担保するための処方（例：ポリ袋用にはポリエチレンをバインダーに使用した LIMEX）や製造条件を確立しているため、既存プラスチックの機能的な代替が可能です。
- 体積による換算：炭酸カルシウム等を含む LIMEX は通常の樹脂に比べ密度が高い傾向があります。単純な重量比較ではなく、製品としての「機能」を維持するために必要な「体積（サイズ）」を基準とし、密度差を考慮してベースラインの素材量を算出しています。

○ システム境界

● System Boundary



● リサイクル工場の運営

自社工場でのプラスチックのマテリアルリサイクルによる GHG 削減排出削減貢献量を評価しました。

○ 機能単位

1 トンの使用済みプラスチックを処理し、再生プラスチック製品（プラスチックパレット 23.7 枚）を製造すること。

○ ベースライン

当社の工場でリサイクルされた使用済みプラスチックが、代わりに「焼却処理（エネルギー回収あり）」され、かつ、リサイクルによって製造される再生プラスチック製品（本評価ではプラスチックパレットを想定）が「バージンプラスチック」で代替されたシナリオ

○ 比較の妥当性と設定の背景

令和6年7月16日に公益財団法人日本容器包装リサイクル協会から発表されたプラスチック製容器包装および分別収集物の再商品化能力に関するヒアリング調査結果によれば、令和6年度の市町村申込量が716千トンに対し、登録再生処理事業者の最大処理可能量は732千トンであり、その差はわずか16千トン（市町村申込量に対して約2%）かつ減少傾向です。処理能力不足により再商品化業務に支障をきたすことへの懸念が示されています。このことから、当社が運営するリサイ

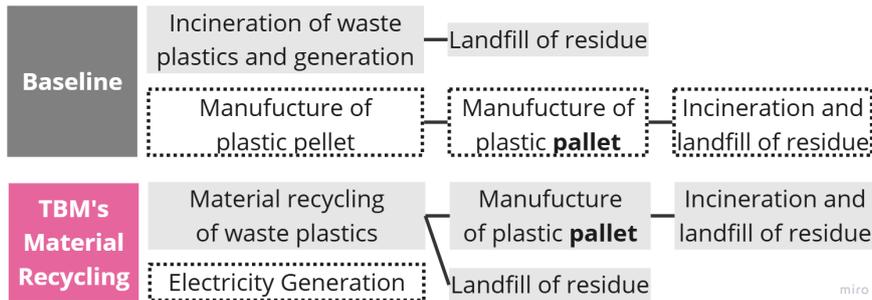
クル工場が運営していなかった場合にはリサイクルの実施が困難になる使用済みプラスチックが生じることが予想されるため、ベースラインシナリオを上記の通り設定しました。

参考 URL :

https://www.jcpra.or.jp/Portals/0/resource/00oshirase/pdf/pla_hearing_20240716.pdf

○ システム境界

● System Boundary



●使用済みプラスチックの取引

○ 機能単位

1 トンの使用済みプラスチック（例：工場端材などの比較的高品質な使用済みプラスチック）がリサイクルされ、製品プラスチックが 1 トン提供されること。

※当社が取引した使用済みプラスチック量に基づいて評価

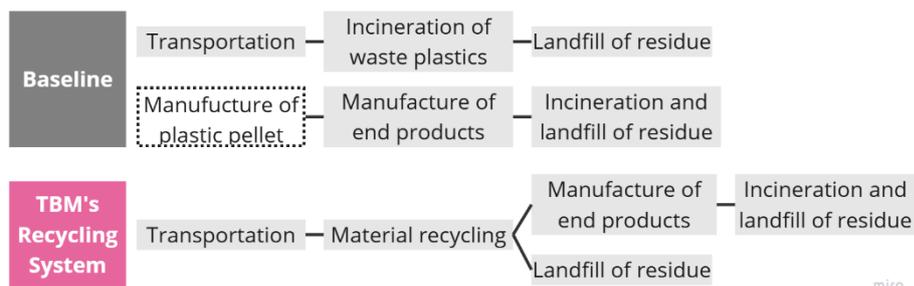
○ ベースライン

当社が取引することでリサイクルされたプラスチックが、代わりに「焼却処理」され、リサイクルによって製造される再生プラスチック製品が「バーシンプラスチック」で代替されたシナリオ

※効果を過大評価しないよう、後述の通り、「当社が取り扱う前の対象物の扱われ方」や「当社の貢献率」などを調整係数として加味しました。

○ システム境界

● System Boundary



○ 比較の妥当性と設定の背景および算定上の工夫

本事業のように複数の事業者が関与するリサイクルに関わる削減貢献量を評価する場合、自社の貢献度を適切に評価することが重要です。そこで、以下の「調整係数」を GHG 排出量の差分に乗じることで、過大な主張にならないよう配慮しました。これらの調整係数は、参照可能な値が限られているため、現時点では合理的と考えられる仮定を置いて設定しました。

- **有効削減率**： 当社の仲介がなければリサイクルされなかったであろうプラスチックの割合を有効削減率としました。当社の仕入販売チームへヒアリングを行い、当社が取り扱う前の対象物の扱われ方に基づき、係数を設定しました。具体的には、元々焼却されていた場合は当社の仲介がなければリサイクルされなかったと判断し、他の事業者によって元々リサイクルされていた場合は当社の仲介がなくともリサイクルされていたと判断しました。
- **貢献率**： リサイクルが実施されるバリューチェーン全体における、当社の付加価値の割合を当社の貢献率として推定しました。具体的には、リサイクルペレットの市場価格単価に対する当社の平均粗利額単価の比を当社の貢献率として設定しました。これは、リサイクルという環境価値創出のプロセスにおいて、当社が仲介者として果たした経済的な付加価値の大きさが、リサイクル実現への寄与度（貢献度）に相関するという仮定に基づいた試行的なアプローチです。
- **代替率**： 本来であれば、リサイクルペレットのバージンペレットに対する代替率を設定すべきですが、取り扱っているペレットのグレードは多岐にわたるほか、用途によっても代替率は大きく異なることから、今回の試算にあたっては代替率は考慮しませんでした。

【削減貢献量の評価結果の概要】

各事業における GHG 削減貢献量の算定結果は以下の通りです。

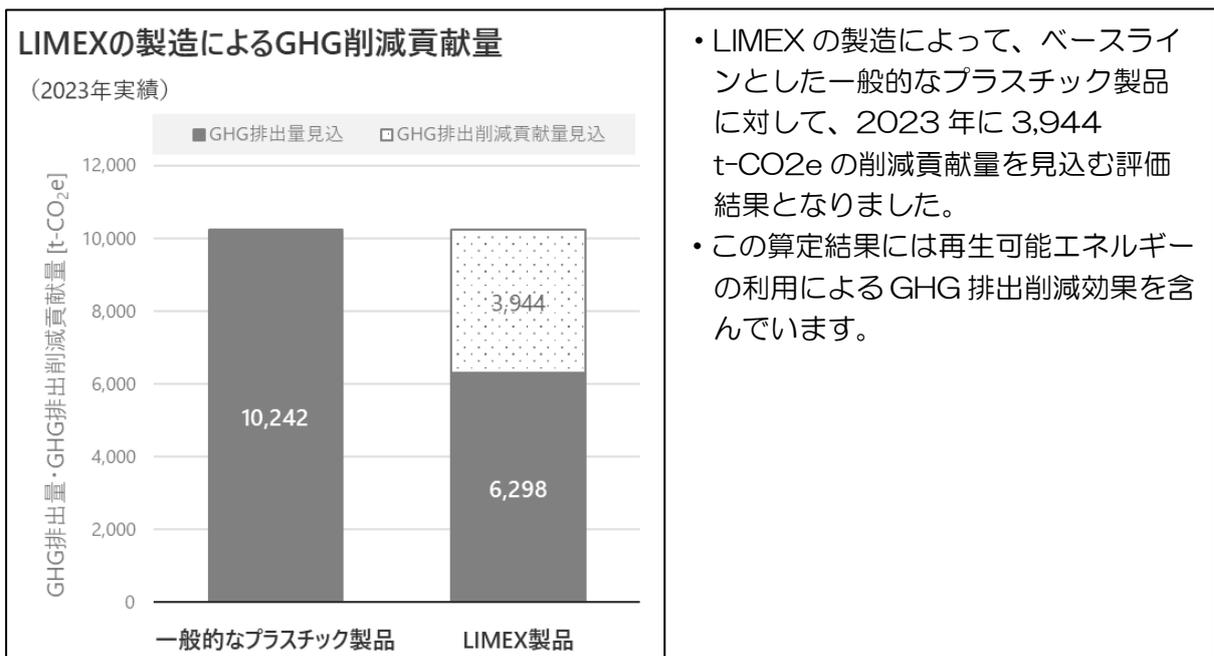
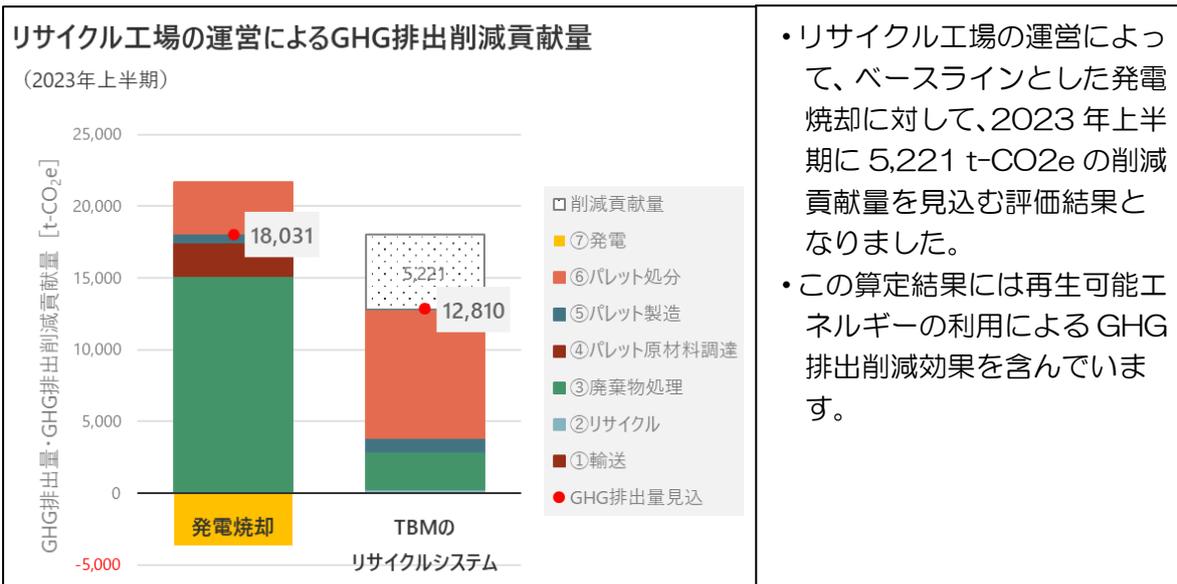
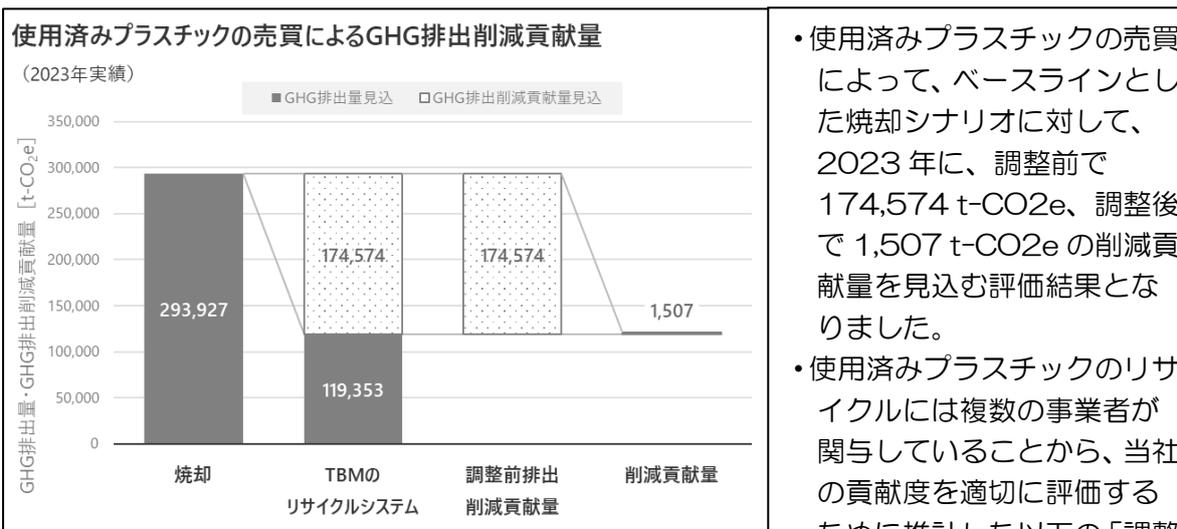


図 5- 3 LIMEX の製造による GHG 削減貢献量 (2023 年実績)： 3,944 t-CO₂e



- リサイクル工場の運営によって、ベースラインとした発電焼却に対して、2023年上半期に5,221 t-CO₂eの削減貢献量を見込む評価結果となりました。
- この算定結果には再生可能エネルギーの利用によるGHG排出削減効果を含んでいません。

図5-2 リサイクル工場の運営によるGHG削減貢献量(2023年上半期実績): 5,221 t-CO₂e



- 使用済みプラスチックの売買によって、ベースラインとした焼却シナリオに対して、2023年に、調整前で174,574 t-CO₂e、調整後で1,507 t-CO₂eの削減貢献量を見込む評価結果となりました。
- 使用済みプラスチックのリサイクルには複数の事業者が関与していることから、当社の貢献度を適切に評価するために推計した以下の「調整係数」をGHG排出量の差分に乘じました(詳細は先述の「比較の妥当性と設定の背景および算定上の工夫」を参照のこと)。
 - 有効削減率: 当社の関与がなければリサイクルされなかったであろうプラスチックの割合
 - 貢献率: リサイクルが実施されるバリューチェーン全体における、当社の付加価値の割合

図5-5 使用済みプラスチックの売買によるGHG排出削減貢献量(2023年実績): 1,507 t-CO₂e

今回の算定を通じて、今後の削減貢献量評価の高度化や普及において重要となる、以下の2つの実践的な知見を得ることができました。

1. 再生可能エネルギー利用の取り扱い

LIMEXの生産やリサイクル工場の運営において、再生可能エネルギーの利用はGHG排出量削減に寄与します。今回は、当社の活動によるGHG排出量削減量を算定することが目的であったため、追加費用を要している再生可能エネルギー利用の効果を含めました。他方、例えば「技術そのもの」の純粋な環境性能を評価した場合は、再生可能エネルギー利用の効果は含めずに算定する方が適切な場合もあります。削減貢献量を算定・開示する際は、その目的に応じて再生可能エネルギー利用の貢献を含めるか否かを判断し、含める場合はその旨を明記することが重要であると確認しました。

2. リサイクル事業における調整係数の設定

特に使用済みプラスチックの取引事業のように、複数のプレイヤーが関わることで環境価値が創出される場合、自社の貢献分をいかに切り分けるかが大きな論点となります。今回は「有効削減率」や「貢献率」といった調整係数を設定しましたが、これらの調整係数には業界標準が現時点では存在せず、各社が独自に、透明性・客観性のあるロジックを構築する必要があることが分かりました。今後、同様の取り組みが広がることで、参照可能な事例が増えていくことが期待されます。

【評価結果の活用】

今回の削減貢献量の評価結果は、社内外のステークホルダーとのコミュニケーションを深め、サステナビリティ経営を加速させるための重要な基盤情報として、既に多岐にわたって活用しています。

外部コミュニケーションでの活用

サステナビリティレポートといった情報開示媒体において、自社の事業がもたらすポジティブな環境インパクトを示すデータとして本評価結果を掲載しています。お客様に対しては、個別の製品LCA情報とあわせて、当社と取引することの社会的な意義をお伝えする材料として活用しています。また、投資家や金融機関とのエンゲージメントにおいても、非財務情報の中核として、当社の環境問題解決への貢献姿勢をご説明する際に用いています。

内部での活用

本評価は、当社の目標である「TBM Pledge 2030」の進捗を測る上での重要な指標として位置づけています。社内向けには、ESGに関するデータを一元的に可視化する

「Sustainability Dashboard」を通じて、削減貢献量の実績や意義を全従業員に共有しています。これにより、従業員一人ひとりが自社の事業の社会的意義を再認識し、日々の業務へのモチベーションを高めるインナーブランディングにも繋がっています。

＜投稿編集のご案内＞

LCA日本フォーラムニュースレターでは、会員の方々のLCAに関連する活動報告を募集しています。活動のアピール、学会・国際会議等の参加報告、日頃LCAに思うことなどを事務局(lca-project@jemai.or.jp)までご投稿ください。

＜発行 LCA 日本フォーラム＞

一般社団法人 産業環境管理協会内

〒100-0011 東京都千代田区内幸町一丁目3番1号

幸ビルディング3階

E-mail : lca-project@jemai.or.jp Tel: 03-3528-8162

URL: <http://lca-forum.org/>

(バックナンバーが上記URLからダウンロードできます)