

三菱電機グループでの環境配慮設計の取り組み

深井泰雄*
Yasuo Fukai
広瀬悦子†
Etsuko Hirose

Mitsubishi Electric Group's Initiatives of Design for Environment

要旨

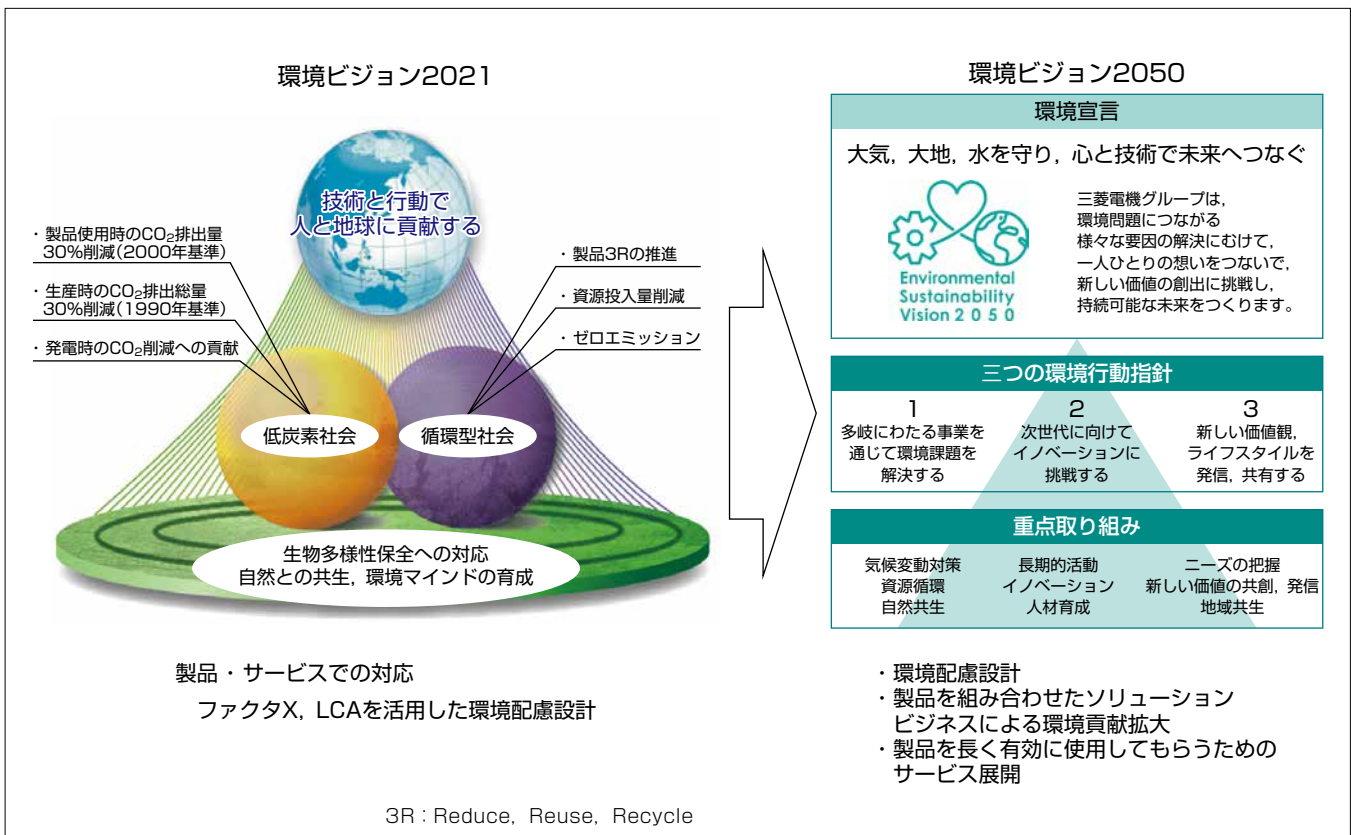
三菱電機グループは、三菱電機の創立100周年である2021年を目標年とする“環境ビジョン2021”を策定し、“低炭素社会の実現”“循環型社会の形成”“自然共生社会の実現”の三つのテーマに分けて取組みを推進してきた。

特に、低炭素社会の実現では、“製品使用時のCO₂削減”と“製品使用時CO₂削減貢献量の拡大”を重要課題と定めて、製品の改善に取り組んできた⁽¹⁾。

製品の設計開発段階では、資源の採取から設計・製造、使用後までの製品ライフサイクル全体を俯瞰(ふかん)し、環境負荷の低減を志向する“ライフサイクル思考”を取り入れるため、“資源の有効活用”“エネルギーの効率利用”“環境リスク物質の排出回避”の視点で定めた製品環境アセス

メントを導入し、製品開発も推進してきた。また、製品環境アセスメントでの定量評価を実現するため、製品の環境配慮設計を数値化するツールとして、ファクタXやLCA(Life Cycle Assessment)を独自に開発し、製品での環境負荷の特定や評価に活用してきた。

当社グループでは、環境ビジョン2021の下で環境配慮設計を主に進めてきたが、2019年6月に新たに“環境ビジョン2050”を策定して、新しい取組みを開始した。環境ビジョン2050では、製品単体だけでなく、製品を組み合わせさせたソリューションビジネスや、製品を長く有効に使用してもらうためのサービスなども評価していき、製品やサービスを通じた環境貢献の拡大につなげていく。



当社グループの“環境ビジョン2021”と“環境ビジョン2050”の概念

環境ビジョン2021では、独自に定量評価ツールを開発し、設計開発段階の製品環境アセスメントに導入することで、環境配慮設計を推進してきた。環境ビジョン2050では、環境配慮設計だけでなく、“製品を組み合わせさせたソリューションビジネス”や“製品を長く有効に使用してもらうためのサービス”による環境負荷を評価・低減し、当社グループの製品やサービスを通じた環境貢献を更に拡大していく。

1. ま え が き

当社グループでは、環境ビジョン2021の下で、“製品使用時のCO₂削減”と“製品使用時CO₂削減貢献量の拡大”について目標を定めて、環境配慮設計を進めてきた。

製品の設計開発段階では、新規開発製品を対象に、社内規定で定められた“製品環境アセスメント”を実施し、環境配慮製品の開発に取り組んできた。この製品環境アセスメントでは、CO₂削減の貢献にとどまらず、“MET(Material(資源の有効活用)Energy(エネルギーの効率利用)Toxicity(環境リスク物質の排出回避))”の視点で定めた定量評価も実施してきた。

また、製品環境アセスメントの中でライフサイクル思考を実現するため、当社グループでは、LCAやDfD(Design for Disassembly)のツールを使って、製品を評価する独自のシステムを開発した。これによって、当社グループの製品での環境負荷に影響を及ぼす材料の特定や、当社グループが推進する自己循環サイクルによる、温室効果ガス排出量の削減効果の定量化を行うことができた。

2. 環境ビジョン2021と成果

当社グループは、“低炭素社会の実現”に向けて、製品の省エネルギー性向上や温室効果ガスの抑制に取り組んできた。環境ビジョン2021の最終年度となる2020年度には、“2000年度比で、製品使用時のCO₂排出量について平均削減率35%”という目標を掲げて取組みを推進してきた。

直近の集計データになる2019年度では、パワーデバイスや空調機を中心にエネルギー効率を向上させ、また省エネルギー性能の高いパワーデバイスや給湯システム機器などの販売を促進したことから、平均削減率は98製品群で2000年度比で37%になっており、2020年度以降も引き続き、省エネルギー性能の改善を進めている(図1)。

また、当社グループでは、“製品使用時CO₂削減貢献量”の見える化・拡大にも取り組んできた。CO₂削減貢献量とは、旧製品から省エネルギー性能の高い新製品への置き換えによって削減できたとみなすCO₂の量で、式(1)で定義する。

$$\text{CO}_2\text{削減貢献量} = 1\text{台当たりの製品使用時CO}_2\text{削減効果} \\ \times \text{当年度販売台数} \dots\dots\dots (1)$$

CO₂削減貢献量の算出に当たっては、公的規格や業界で定めた算定方法を用いているが、算定方法がないものについては、独自に製品の使用シナリオを定めて算出する。中間製品は、GHG(GreenHouse Gas)プロトコルのScope 3ガイドラインに基づき、製品質量や売上高比で按分(あんぶん)して算出する。

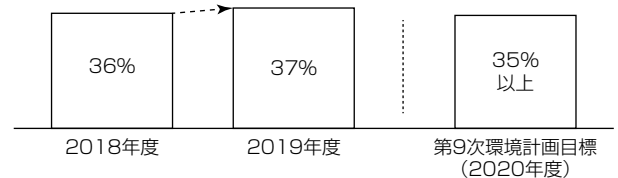


図1. 2000年度を基準とした製品使用時CO₂の平均削減率

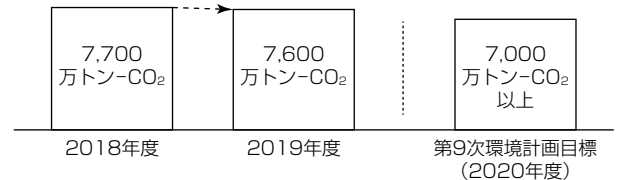


図2. 製品使用時のCO₂削減貢献量

第9次環境計画(2018~2020年度)では“CO₂削減貢献量7,000万トンの維持”という目標を掲げた。2019年度は、国内外の設備投資の需要停滞や各国での新車販売の減少などによって、産業メカトロニクス部門の事業が低迷した影響を受けて、2018年度よりも低い結果になった。しかし一方で、パワーデバイスや空調機を中心にエネルギー効率を向上させ、また省エネルギー性能の高いパワーデバイスや給湯システム機器などの販売を促進したことから、CO₂削減貢献量は7,600万トンになり、目標を達成できた(図2)。これら製品やシステムによる省エネルギー効果は、当社グループが2019年度に排出したCO₂の約70倍に相当する。製品やサービスを通じた温室効果ガスの排出抑制は、ますますその重要性や社会からの期待が大きくなっていると感じており、製品のエネルギー効率を高めながら、製品使用に伴うCO₂排出量の削減に引き続き貢献していきたい。

また、当社グループは、2020年1月に2030年に向けた当社グループの温室効果ガス削減目標を設定し、科学的な根拠に基づいた目標であると承認され、SBT(Science Based Targets)イニシアチブの認定を取得した。今後、長期的な温室効果ガス削減に向けたロードマップをより具体化し、更なる削減施策を進めていくことにしている。

3. 環境配慮設計の推進

3.1 ファクタXによる環境配慮設計評価

当社グループでは、2003年度から全ての新規開発製品を対象に“MET”の視点で定めた“製品環境アセスメント”を実施してきた。2015年度からは、ライフサイクル思考をベースとする国際標準規格に対応した環境適合設計のルールに基づいて運用している。そして、製品の環境効率の向上度指標“ファクタX”についても、“製品環境アセスメント”に使用できるよう、これに合わせたMET基準での独自の算出法を定めて取り組んできた⁽²⁾。

式(2)で定義するファクタは、製品の価値(性能)と環境負荷について新旧製品など複数製品の比較を行う指標であり、多機能化する製品での環境負荷の増加の妥当性を評価する手段の一つになる。

$$\text{ファクタ} = \frac{\text{現在の評価製品の環境効率}}{\text{基準年の製品の環境効率}} \dots\dots\dots (2)$$

ファクタの基になる“環境効率”については、2012年5月に国際標準規格ISO 14045が発行され、価値を分子、環境負荷を分母として評価することが一般的になっている。そこで、当社グループのファクタでは、環境効率は式(3)のように価値を製品性能、環境負荷は資源(M)、エネルギー消費(E)、有害物質(T)を考慮したMETを用いて、環境配慮設計を評価してきた。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{価値(製品性能)}}{\text{環境負荷(資源・エネルギー消費・有害物質)}} \dots (3)$$

環境負荷は、METそれぞれで与えられたベクトルの合成方式によって算出されるため、この方式では、バランスの取れた環境性能の改善を行うことによって、より環境効率を高めることができる(図3)。

また、環境負荷の考え方では、エネルギー消費(E)では、製品使用時だけでなく、製品ライフサイクル全体で発生するCO₂排出量を、有害物質(T)では、RoHS(Restriction of Hazardous Substances)対象物質などの環境負荷物質の含有量を、それぞれ加味させた計算式を導入している。この考え方によって、製品ライフサイクル全体を考慮した定量評価を実現し、新規開発製品の環境配慮評価に適用してきた。

3.2 ライフサイクル思考を実現する評価・設計手法

LCAは、製品の環境負荷を原料調達から製造、輸送、使用、廃棄のライフサイクル全体にわたって評価する手法であり、環境配慮設計に不可欠である。一方、DfDは、各素材や部品構成から製品のリサイクルコストや資源の有効利用の観点でリサイクル率などを評価する手法であり、解体・リサイクル性も環境配慮設計の重要な要素である。そこで、製品環境アセスメントを行うに当たって、LCAとDfDを同時に評価できる簡易評価ツールを開発した。この

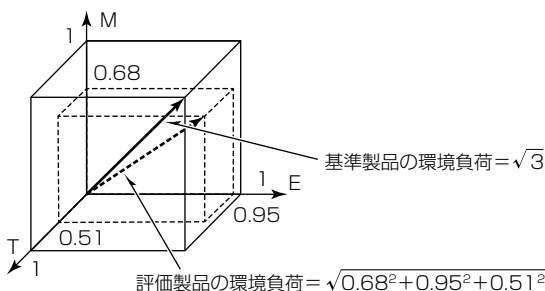
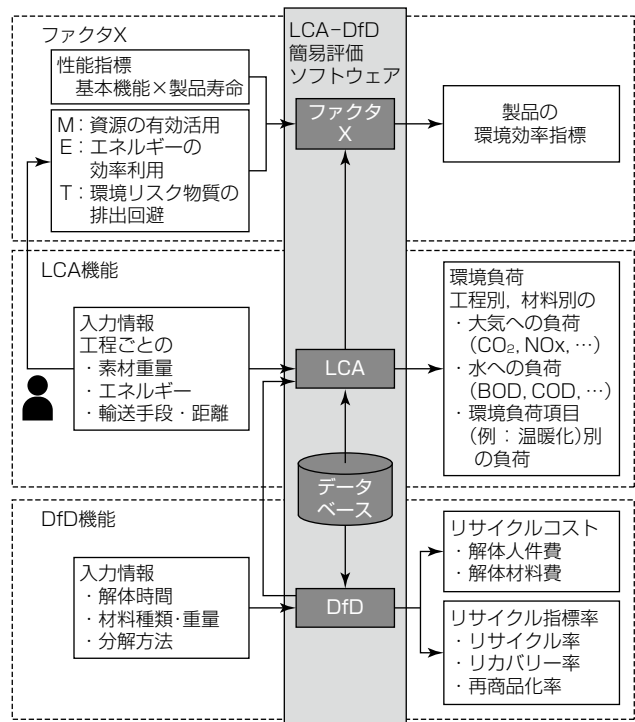


図3. 環境負荷の考え方(基準製品=√3固定)

ツールでは、社内共通部品や廃棄処理プロセスなど、当社独自のLCA用データベースを構築し、評価手順も規格化した。また、DfD評価時に入力した構成部品のリサイクルデータを共有化することで、従来に比べて少ない入力項目で使用材料や製造・工程プロセスの見直しなどが可能になり、さらにファクタXとの連携も確立した(図4)。

LCAは国際規格(ISO 14000/14040)に基づいて評価することで客観性・信頼性もあり、定量化した自社製品の評価結果の公表に適している。当社グループでも、1単位面当たり制御・計装・監視の三つの機能を複合した“電子化複合機能盤”やコンパクトで屋外設置可能な低消費電力タイプの屋外光ネットワーク装置“MELNET-ES1100/ES1200”にLCAを用いて、環境情報を定量的に開示する“エコリーフ環境ラベル”を取得し、製品カタログなどの資料にこのラベルを表示することで、製品環境情報を積極的に公開してきた(図5)。

近年、環境意識の高い欧州では、顧客からLCA結果の情報開示を要求されるケースがある。当社グループの欧州向け製品“ATW(Air to Water)ヒートポンプシステム”に



BOD : Biochemical Oxygen Demand, COD : Chemical Oxygen Demand

図4. DfD-LCA簡易評価ツールの構成

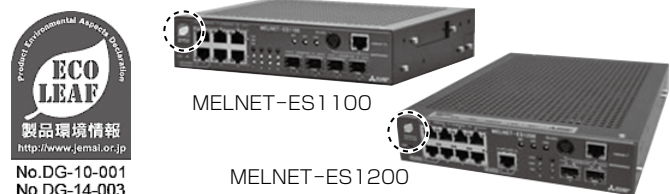


図5. 製品へのエコリーフ環境ラベルの表示

についても、海外販社に対して情報開示要求があり、ライフサイクル全体を通して排出される温室効果ガスの排出量を算定した。この算定結果については、クリティカルレビュー(ISO 14071準拠)を受審し、空調機器で国内初^(注1)のLCA認証を取得できた。

さらに、ATWについては、地球温暖化だけを重視したLCAではなく、水や資源、人間健康など15項目の環境影響評価を対象とする“環境フットプリント”についても評価した⁽³⁾。その結果、15の影響領域の中から重要な領域と、その中から環境負荷に影響を及ぼす材料を特定し、対策として熱交換器の伝熱管の材料変更を行い、それに伴う環境負荷低減効果を検証できた⁽⁴⁾。

(注1) 2015年3月12日現在、当社調べ

3.3 LCAによるリサイクル工程の評価

当社グループでは、1999年から業界初になる家電リサイクル工場を稼働させ、手解体で回収したプラスチックを再び家電製品に用いる“自己循環リサイクル”を推進してきた。2010年には、これまでシュレッダーダストとして埋立て又は焼却処分されてきた使用済み家電の混合破碎プラスチックから、主要3大プラスチック(PP(ポリプロピレン)、PS(ポリスチレン)、ABS(アクリルニトリルブタジエンスチレン))を自動選別・回収し、高純度で家電製品に利用可能な国内初^(注2)の“大規模・高純度プラスチックリサイクル”を開始した⁽⁵⁾。これによって、安定的に高純度のPP、PS、ABSが調達可能になり、冷蔵庫、エアコンを中心に従来の手解体工程では6%程度であったプラスチックの“自己循環リサイクル”を80%へと飛躍的に拡大した(図6)。これまでに、この一連の家電リサイクル工程での温室効果ガス排出量を定量化し、自己循環リサイクルの優位性を検証してきた⁽⁶⁾。

現在は、リサイクルプラントの処理量、処理時間、マテ

リアルバランス、各処理工程のエネルギー量などのデータを基に、温室効果ガス排出量を算出できる評価ツールを使用している。このツールでは、混合プラスチックの構成比と破碎・選別、リペレット工程のデータを入力することによって、工程別の温室効果ガス排出量や他のプラスチック処理法との比較が可能になり、混合プラスチック処理時の環境負荷の定量値を毎年更新できる仕組みを構築している。

このツールを使用し、各リサイクル処理で不足する産物を新規材料によって補い、アウトプットが等価になるように設定した製品バスケット法で算定したところ、2019年度の自己循環リサイクルでは、埋立て時に比べて約76%、ケミカルリサイクルに比べて約82%の温室効果ガス排出量の削減につながる結果が得られた。

このように、環境負荷物質からの温室効果ガスの排出量を定量化することによって、製品のライフサイクル全体にわたる各工程で様々な分析が行われ、環境負荷になる主要因の特定が可能になる。また、その結果を製品の設計開発にフィードバックすることで、より効果的な環境対策を講じることができると考える。

(注2) 2010年6月2日現在、当社調べ

4. む す び

今後は、全ての新規開発製品について、製品の基本データと合わせて、製品環境アセスメントの環境データを登録・分析するシステムを構築し、当社グループでの環境配慮設計を一元管理できる仕組みを構築することとしている。これによって、環境配慮設計のきめ細かな管理が可能になり、全製品で環境配慮設計が着実に推進されることを目指す。また、当該システムでは、製品を組み合わせたソリューションビジネスや、製品を長く有効に使用してもらうためのサービスなどによって生まれる環境負荷の低減も評価する仕組みも導入する。これによって、環境ビジョン2050の達成に向けて、当社グループの製品やサービスを通じた環境貢献の拡大につなげていく。

参考文献

- (1) 三菱電機グループ 環境報告2020
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/environment/report/pdf/2020/all.pdf>
- (2) 高橋徹也, ほか: 持続可能な社会の実現を目指した指標“ファクターX”の評価手法とその適用事例, 三菱電機技報, 79, No.5, 321~325 (2005)
- (3) Product Environmental Footprint Pilot Guidance, Version 5.2-February 2016 (2016)
https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/Guidance_products.pdf
- (4) 廣瀬悦子, ほか: 空調冷熱システムを対象とした環境フットプリント, 第13回日本LCA学会研究発表会, 414~415 (2018)
- (5) 遠藤康博, ほか: 使用済み家電混合プラスチックのリサイクル技術, 三菱電機技報, 81, No.6, 385~388 (2007)
- (6) 廣瀬悦子, ほか: 大規模・高純度プラスチックリサイクルの環境負荷評価, 第6回日本LCA学会研究発表会, 422~423 (2010)

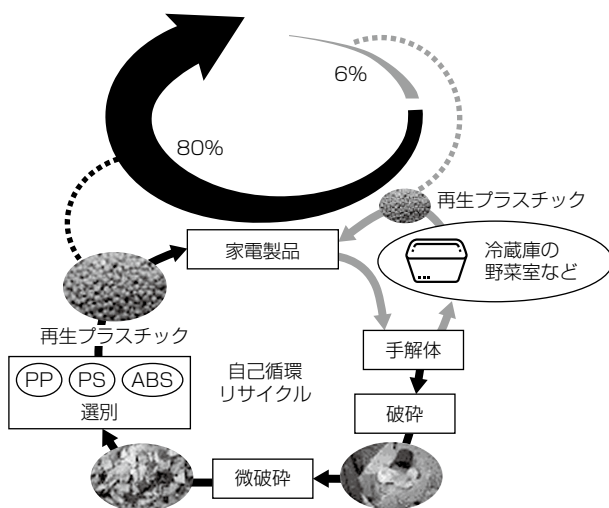


図6. プラスチックの自己循環リサイクルフロー