

「中小企業におけるLCA支援」
～製品環境性能の見える化支援～

南山 賢悟
(社)中部産業連盟

第60回全能連論文要旨

「中小企業における LCA 支援」～製品環境性能の見える化支援～

社団法人中部産業連盟 南山賢悟

1. 背景と目的

- ・ 地球温暖化防止など企業活動における環境対策が、企業規模を問わず重要な経営課題になってきている。
- ・ 特に中小企業では自社製品の環境性能について、製品を中心とした環境負荷の把握や対策改善が十分とられていないことが多い。
- ・ 製品の環境性能把握のために、ライフサイクルアセスメント（以下 LCA）という手法が注目されている。
- ・ 経済産業省が実施する製品グリーンパフォーマンス高度化事業における実務指導員として中小企業での LCA を支援する機会を得て、このプロセスを考案し、その普及、進展を目的としている。

2. 内容

- ・ 「ゆりかごから墓場まで」製品の環境性能を把握する LCA の基本的な概念とその導入について中小企業の企業特性を加味して概説する。
- ・ 中小企業向けの LCA 支援プロセスを4段階のフローとその支援内容を考案しその適用した内容を示す。
- ・ その支援プロセス適用事例である産業送風機製造販売の F 社の事例を示す。
- ・ F 社に関しては従来製品と比較して新製品は、地球温暖化防止のカテゴリーで約 1 / 9 の環境性能の向上が LCA の分析で確認できた。

3. 成果と結論

- ・ LCA 報告書においても産業環境管理協会の主催するクリティカルレビューパネルを受審し、その妥当性について確認された。
- ・ F 社においても、今後の製品開発の方向性確認できたとともに、社内での環境意識が大きく高まり、設計開発レビューでの LCA 導入を計画している。
- ・ また、別の事例企業である廃塩ビリサイクルベンチを製造販売する S 社においては、LCA の取り組みが評価の一因となって、大手デベロッパーやメーカーとの取引が開始され、業容を拡大している。
- ・ 企業規模や体制の違いのある 2 社での事例から、この支援方法の有効性が確認できたので、その他の中小企業においても適用可能であると考えられる。

第60回全国能率大会 応募論文

自由課題論文：経営革新に関するもの

分野：環境

タイトル：『中小企業におけるLCA支援』

～製品環境性能の見える化支援～

社団法人中部産業連盟 南山賢悟

目次

1. 背景と目的
2. LCAとは
3. LCA支援のポイントとプロセス
4. 支援事例
5. LCAによる成果
6. 今後の展開

1. 背景と目的

近年環境問題への取組が、企業経営にも重要な割合をしめており、提供している製品やサービスとともに、ユーザーや取引先から評価されるようになってきている。なかでも、地球温暖化に関する問題はマスメディアを通じて、一般消費者にも認知され、レジ袋削減などの身近な運動となって進展している。2008年は地球温暖化防止の京都議定書の第一約束期間に入り、より実行性のある温暖化防止対策が求められるようになってきている。

これまで、企業の環境活動はISO14000シリーズ等で定着し、普及してきた。しかしこれらは、環境マネジメントシステム（EMS）を中心としており、提供する製品やサービス自体は現状を前提として、環境負荷低減に取り組んできた。しかし、より一層環境負荷を低減していくためには、企業が提供している製品やサービス自体にも着目して、環境負荷を低減する取組を進めていく必要がある。

そこで注目されているのが、製品やサービスをライフサイクル全般にわたって環境負荷を分析するライフサイクルアセスメント（以下LCA）という手法である。LCAはまだ日本にその手法が導入されて約15年程度と歴史は浅いものの、近年その手法が進展し、一部先進的な大手企業で、その取り組みが導入されている。

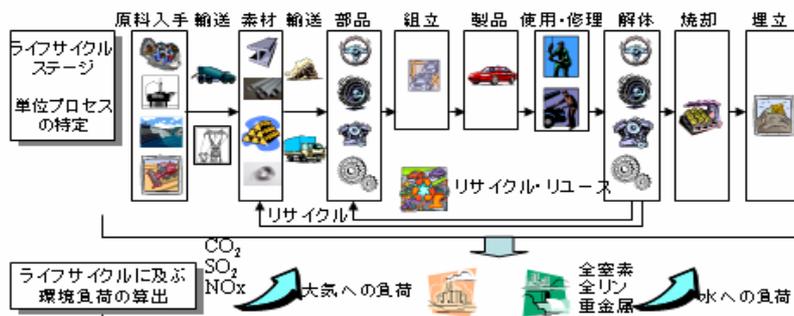
本論はその先進的なLCA手法を中小企業に導入するという機会を、経済産業省が実施する製品グリーンパフォーマンス高度化推進事業の指導員として得ることができた。その導入支援経験を通じて、経営資源が豊富でない中小企業が、LCAを導入し、成果を出すための手順や支援のポイントなどを明らかにすることによって、LCAの普及、製品環境性能の見える化とその改善がさらに進展することを目的としている。

2. LCAとは

LCAとは、製品やサービスに関して、資源の採掘から、製造、輸送、使用、そして最終的な廃棄に至るすべての段階の環境負荷を計算し、その環境影響を定量的に分析する手法である。資源の採掘から廃棄までをスコープにすることから、「ゆりかごから、墓場まで」の環境負荷を定量化する手法である。そのイメージを右に示す。

この手法の特徴はまず、環境負荷のデータ収集を、自ら収集できるフォアグラウンドデータと、資源や原材料として購入している中間製品についてのデータであるバックグラウンドデータという2つのデータを組み合わせて分析することである。これで、自らが収集することに限界がある資源採取や廃棄といった段階においても、その環境負荷を想定し、分析に盛り込み、見える化することができる。

図表1：LCAの概念



次に、環境負荷をより多面的に、複数のインパクトカテゴリーで分析することである。例えば、昨今話題となっている地球温暖化だけにとどまらず、酸性化、エネルギー消費、資源枯渇、などといったカテゴリーもあり、製品やサービスが生まれる過程で排出物質や、消費される資源物質に対応して、その環境影響が分析できるようになっている。

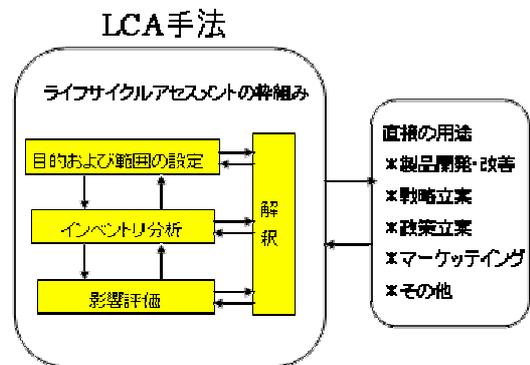
具体的には、カテゴリー毎にどの物質がどの程度影響があるかが、共通のデータベースで整備されており、その原単位を用いることにより、複数のインパクトカテゴリーを同時に多面的に分析できるようになっている。

このように、LCAによって様々な環境負荷を定量分析して見える化し、製品やサービスの環境負荷の改善点や方向性を明らかにすることができる。また、新製品やサービスへの開発過程での評価や設計レビュー、旧来製品との改善度合いの定量分析などの利用することが有効である。

LCAの手法の大きな枠組みは右に示すとおりであり、ISO14040Sで規定されている。分析部分と解釈部分に分かれ、双方向の矢印が引かれている。これは、LCAが目的志向であり、当初設定された目的に応じて、その分析手法と結果の解釈を吟味し、フィードバックしながら進めていくことを意味している。

現在、環境対策に先進的な一部大手企業においてはLCA手法が導入され、製品やサービスの環境負荷の改善やそのPRに活用されている。

図表2：LCAの構成段階（枠組み）



図表3：大手企業のLCA例

産業界へのLCAの浸透の事例

産業	企業名	先進的取り組み内容
自動車	トヨタ	LCAに基づく総合環境評価システム「Eco-Vehicle Assessment System」を2005年から全ての新車開発に適用。（プリウス等）
	三菱自動車	LCA手法を用いた車両設計を導入。
	ホンダ	「Honda LCAシステム」を構築し、全車種の環境負荷を評価。（インストルメントパネル）
	日産自動車	自動車部品を含む設計にLCA手法を適用。
電機・事務機器	三菱電機・松下電器	ファクター（価値/環境影響）を用いた製品評価を実施中。
	NEC	製品のCO2排出削減をLCA手法で評価。
	富士通	環境会計指標などに、LCAファクターなどを適用。
	シャープ	太陽電池等のLCAを実施。
	リコー	環境ラベルタイプIII スターデン認証
	コニカ	主要製品16種について工程別CO2を算出
素材他	クラレ	LCAを全社的に導入し、各種製品のLCAを実施。
	島津製作所	LCAに基づく、エコラベルを創設。
	富士写真フイルム	新製品の商品化項目にLCAに基づく「環境」を適用。
	ミズノ	製品の設計・開発にLCAを導入。
	アサヒビール	独自の統合指標AGE
	宝通達	原料～消費の環境負荷「赤字決算」



抜粋：トヨタ自動車HP

LCA結果

上記のように、大手企業には浸透しているものの、中小企業への展開事例はまだ少なく、その導入方法も十分確立されているとはいえない状況である。しかし、圧倒的多数の中小

企業が製品やサービスのレベルで環境負荷の実践的改善に行っていくことは非常に重要である。今後の企業活動において、「環境負荷の低減」は最重要テーマであり、中小企業にとっても、経営革新や差別化競争戦略につながる取り組みでもあるといえる。

3. 中小企業におけるLCA支援ポイントとプロセス

ここでは、中小企業におけるLCA実施の支援ポイントとプロセスを示す。

(1) 中小企業の特性と支援ポイント

中小企業の一般的な特性として、以下のような点が上げられる。

- ✓ 環境担当の専任者を置けない
- ✓ 日常業務が忙しく特別に時間がさけない
- ✓ 製品やサービスが自社だけで完結せず、社外資源を利用せざるを得ない
- ✓ あらかじめ製品やサービスに関する基礎データがそろっていない

などがあり、自社の社内資源だけではLCAを実施しようにも困難である場合が多い。

そこで、コンサルタントがあたかもマラソンの伴走者のように取り組みを支援することで、目的までの最短距離を走れるように支援し、目的を達成することができる。ここが本論の大きな特徴である。中小企業にとって最小限の負担で目的を達成するためには、中小企業ほどその導入支援がポイントとなる。

(2) LCA支援プロセス

考案した中小企業におけるLCA導入プロセスと支援ポイントを示す。

1) 目的および範囲の設定段階

① 目的の明確化

まず、LCAに取り組むも目的を明確にする。

「なぜ、LCAに取り組むのか」明確にする必要がある。

以下の2つの場合が一般的に考えられる例である。

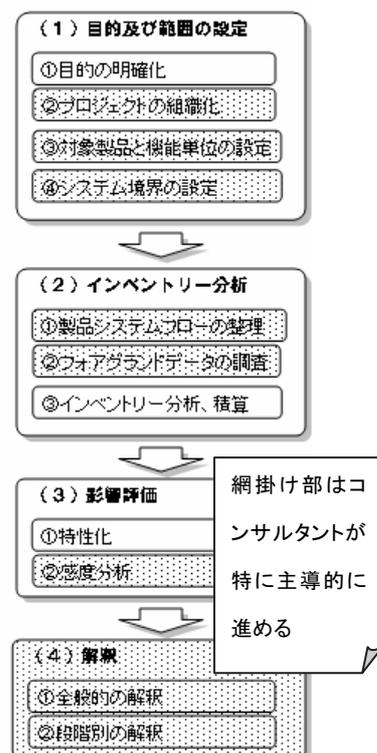
< LCA導入の目的例 >

- ✓ 現在の製品やサービスの環境負荷を定量把握し、改善点や方向性を明確にする。
- ✓ 新規の製品やサービスの環境負荷が、従来の製品やサービスに対してどの程度改善できているか定量把握する。

留意点として、後者の環境負荷の新旧比較は、共に自社製品にでなければならない。これは、ISO14040Sで他社製品の場合は、利

図表4：LCA支援

— 4段階のステップ



害関係者を含めたレビューがない場合、そのLCAは妥当性が認められないためである。実質的には比較対象となる競合他社が自社のレビューに参加する可能性は低く、その妥当性が確保できないからである。

②プロジェクトの組織化

目的が明確になった段階で、LCAのプロジェクトを組織化する。

経営者がプロジェクトのリーダーとなり、LCAの目的と展開を決定周知する。メンバーは兼任で差し支えない。ただし、製品やサービスの設計部門、調達製造部門の担当者が必須である。その理由は、データの収集に主導的な立場であるからである。他方で、品質・環境といったISO事務局担当者は任意である。目的や組織形態によって対応する。

ここでコンサルタントは、LCAの導入目的から調査作業量やLCAのシナリオをイメージして、プロジェクト期間とメンバーの選定をリーダーである社長にアドバイスする。プロジェクトを成功に導くアドバイザーとして伴走者となって、月1～2回、4ヶ月程度のプロジェクトで無理なく進めることができるのがこの方式での実績としての標準である。

③対象製品と機能単位の設定

LCA実施目的に基づいて、対象製品とその機能を設定する。

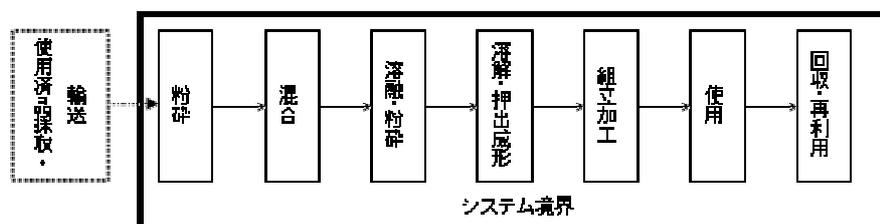
対象製品設定のポイントは、製品の詳細な設計仕様や製造プロセスが調査でき、再現性があるかである。当面中小企業の場合は、まず既存製品がLCA導入時は望ましい。

次に、重要なポイントは、製品の機能単位を明確にすることである。LCAでは製品やサービスの効用を定量的に定義してこれを基準に環境負荷を分析する。例えば、ベンチの機能単位の設定は、単に「人が座ることができる」ではなく、「大人3人がゆったりとした間隔で30分以上座ることができる」と具体的に定義することがポイントである。コンサルタントの論理性、定量分析能力を発揮して機能単位の設定を支援していく。

④システム境界の設定

システム境界とは、実施するLCAで検討範囲のことである。これ規定し、目的にあった分析結果を妥当な分析調査作業量で達成することが求められる。よって、毎回必ず、資源の採掘から製造、使用、廃棄までをシステム境界にする必要はない。例えば、新旧製品の環境負荷比較がLCAの目的であれば、その製品間の相違点のみをシステム境界とした調査分析でも問題はない。ここはコンサルタントが対象範囲をしっかりと見極めるところである。

図表5：システム境界の例



上記フローで廃棄物を埋め立て現場や特定排出先からの採取・輸送するプロセスは除外した。

また、分析調査の制約や作業量が多く、またその環境負荷の影響がLCAの目的に対し軽微である場合は、自らカットオフルールを規定して、分析対象から除外する。例えば、複数のメーカーから海外調達しているような微小部品なら、その製造プロセスを詳細に海外まで調査することは工数がかかるが、その部品による影響は小さく、カットオフしてもインベントリー分析への影響は低く、カットオフし調査を効率的に行うように支援する。

コンサルタントはそのカットオフルールの妥当性を判断、支援していく。カットオフの判定はコンサルタントが主導的に行うが、インベントリー結果との総合評価で判定すべきで、完全性を求めるあまり膨大な調査作業を中小企業に求めるべきではない。

2) インベントリー分析段階

①製品システムフローの整理

まず、対象製品の資源採取から、製造、使用、廃棄までの一連のフローを明確にする。

そのフローの中に、システム境界の範囲内で投入される原材料、エネルギー、排出される廃棄物、製品を明示する。これは、設計者が中心となって作成するが、詳細な部品や原材料レベルで調達入手経路まで、把握できていることはまれであるので、調達製造部門の協力を要請することが望ましい。また製品ユーザーの使用状況や廃棄の方法も不明である場合は、営業やサービス部門から実態を情報収集して製品システムフローを完成させることがポイントとなる。

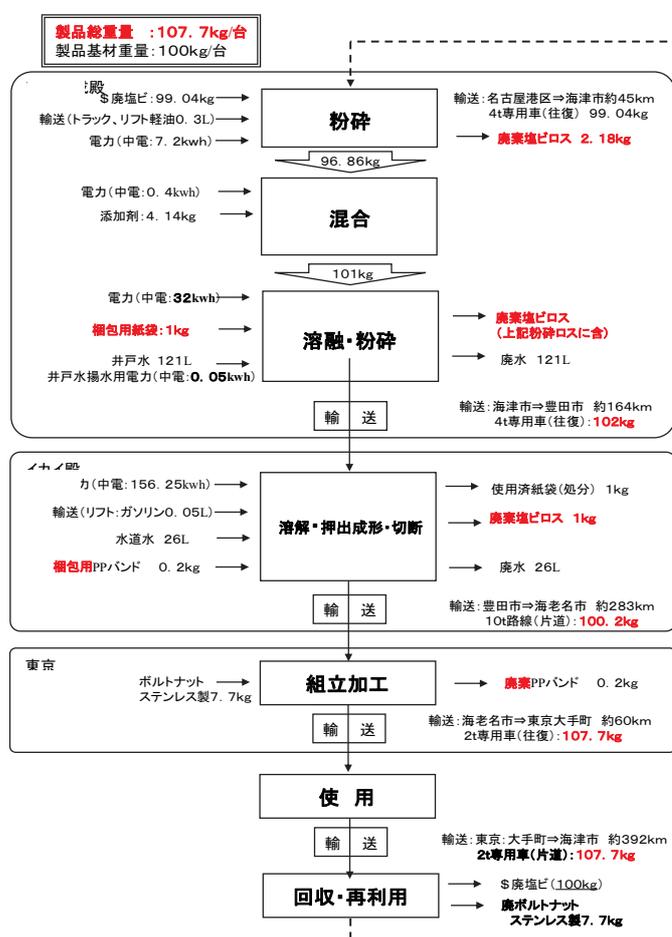
②フォアグラウンドデータの調査

ここで現物製品の調査にはいる。製品システムフローの中に出てくる物質を調査する。その際に、製品は部品の原材料別に質量ベースで調査し、投入される原材料、電力などのユーティリティーや廃棄物も調査する。実地調査は、設定した機能単位を原則とするが、実際の製造ロットが現実と異なる場合は、調査後、按分計算を用いて調整を行う。その按分方法にも妥当性が求められコンサルタントが支援する。

また、自社内ですべての工程が完結することは少ないので、外注している協力工場にも調査協力を要請するなどして、実際に調査に向くことも必要である。

調査の際にはデータが完全にそろっているか、製品として代表性があるかということこの2点を考慮しながら、コンサルタントが調査の範囲とその方法を逐次支援していく。

図表6：製品システムフローの例



③インベントリー分析、積算

調査した製品システムフローの物質の収支を、LCA専用ソフトウェアに入力する。しかし、調査した物質すべてがデータベースに完備されていない場合もあるので、日本LCAフォーラム等のデータベースを利用して対応することが望ましいが、それでも困難な場合は、類似物質で代用することも目的に応じて行う。

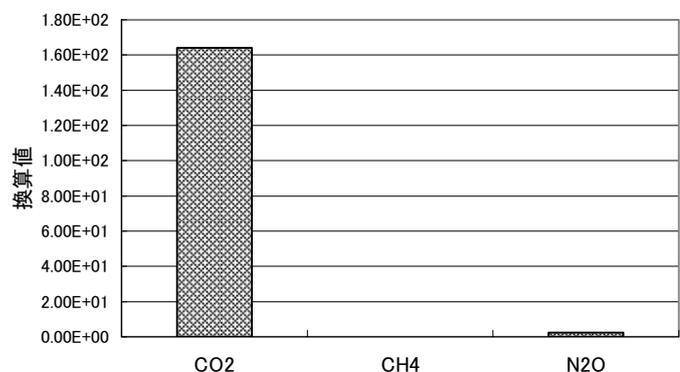
ソフトウェアに入力すると、通常自社で調査したフォアグラウンドデータだけでなく、これに紐づくバックグラウンドデータも含めたインベントリーデータが積算され、製品の環境負荷が具体的に見える化していく。

3) 影響評価段階

①特性化

インベントリー分析結果をもとに、特性化というインパクトカテゴリー毎の評価を行う。具体的には、地球温暖化などの影響を基準となる物質に換算して評価する。例えば、地球温暖化であれば、フロンやメタンなどの排出物質をCO₂の影響に換算して分析するのである。これにより、厳密な環境影響が見える化し、把握することができる。

図表7：特性化結果の例
(地球温暖化 IPCC100年基準)



②感度分析

これまで、目的に沿って分析してきたインベントリーデータやシナリオの一部を変更することで、どのような変化が生まれるかを吟味し、結果の妥当性を確認するものである。

例えば、「製品の使用時間を削減したらどうか」、や「製品の材質や重量を削減してはどうか」という仮説を立て、特性化の評価をさらに検討するわけである。

そこで、どの変数を感度分析の対象にするかを、LCAの目的もとにコンサルタントが検討し、支援していくこと、次の「解釈」や製品の環境性能の改善に役立つ。

4) 解釈段階

①全般的な解釈

まず、当初設定した目的に適合しているかを検証する。また、LCA全体を通じて結果の妥当性や分析手法の限界を検討する。さらに、トータルとして環境負荷はどのようであったかも、総論として検討し、その解釈を形成していく。

②段階別の解釈

資源の採取、製造、使用、輸送、廃棄の各段階での結果の解釈を行う。具体的な環境影響への改善を分析する。特性化の結果を、発生量、発生段階、誘発物質を明確にして、従来製品から改善実績、今後の改善点、技術的課題、等を明確にする。

4. 支援事例

次に上記の支援プロセスに沿って行ったLCA導入支援事例を示す。

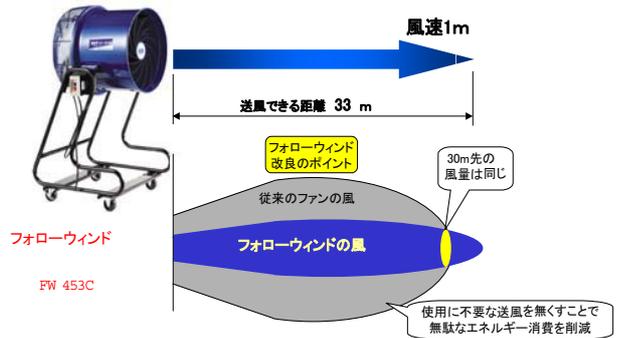
(1) 産業用送風機設計製造するF社

目的：新旧製品の環境性能比較 / 対象カテゴリー：地球温暖化等

対象製品：産業用送風機（新製品：FW453C）

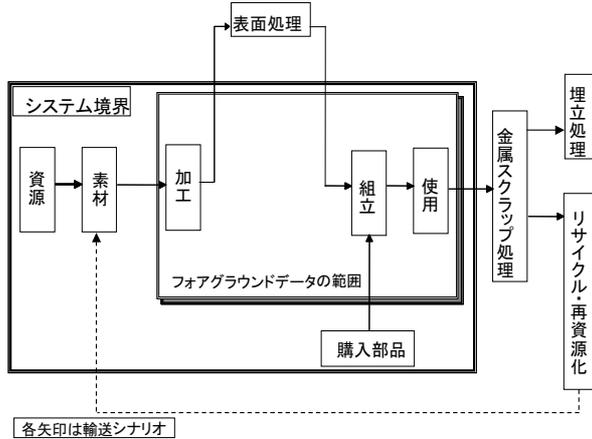
機能単位：30m先の地点で、風速1mの風を得る

図表8：機能単位



システム境界

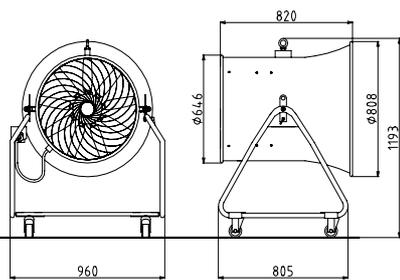
図表9：システム境界



表面処理は、調査が膨大になり影響も少ないため除外。また廃棄は製品寿命がまだ到達していないため除外となった。製品システムフローは企業機密であるため公開できない。

部品別重量は、新旧製品とも実際に解体し、重量測定を物質別に行って以下の結果を得た。

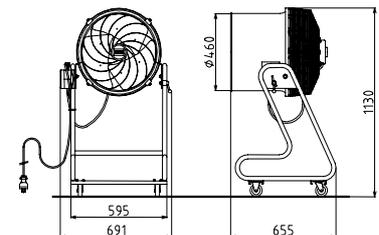
従来製品



図表10：新旧製品重量調査結果

FWB615		FW453C
88.35kg	総質量	38.21kg
30.65kg	本体	12.03kg
2.90kg	ガード	3.43kg
20.00kg	スタンド	8.65kg
3.90kg	羽根	3.25kg
18.15kg	モータ	8.50kg
12.75kg	その他	2.35kg

新製品

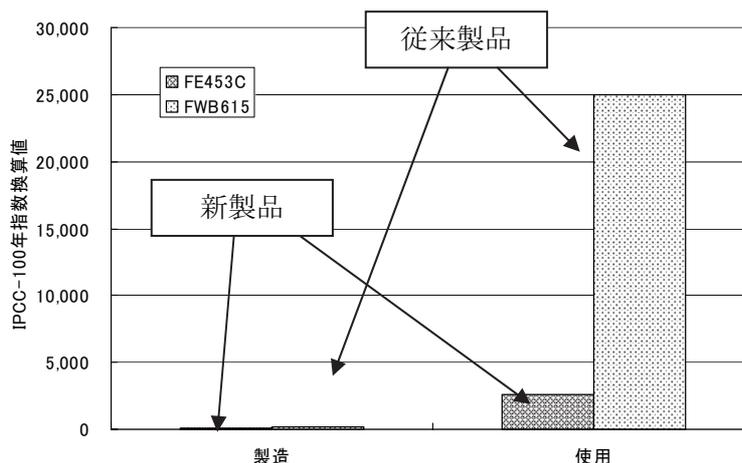


新製品のインベントリー分析結果（企業機密にあたり一部抜粋としている）

図表11：インベントリー分析結果

	項目	単位	合計	製造									
				本体	ガード	スタンド	塗装	羽根	モ	他			
入力	エネルギー(特定せず)	MJ	1.60E+03	4.72E+00	1.27E+00	2.31E+00		3.19E+00	6.1				
	Al	kg	2.68E-01							2.6			
	Cr	kg	1.40E-02						7.96E-03				
	Cu	kg	4.97E-01							4.9			
	Fe	kg	2.51E+01	8.65E+00	2.46E+00	6.22E+00		2.34E+00	4.0				
	Mn	kg	1.56E-01	5.52E-02	1.57E-02	3.97E-02		1.59E-02	2.1				
	Ni	kg	1.03E-02					5.88E-03					
	U	kg	5.49E-02	1.54E-04	4.11E-05	7.33E-05		1.07E-04	5.36E				
	原料炭	kg	1.75E+01	6.13E+00	1.74E+00	4.39E+00		1.66E+00	2.40E				
	一般炭	kg	5.22E+02	2.44E+00	6.70E-01	1.40E+00		1.29E+00	1.57E				
	天然ガス	kg	3.24E+02	9.91E-01	2.60E-01	4.76E-01	3.81E-07	6.57E-01	4.53E				
	原油	kg	1.19E+02	6.73E-01	1.71E-01	3.68E-01	2.19E-05	3.39E-01	7.10E				
	出力	CO2	kg	2.69E+03	3.04E+01	8.35E+00	1.96E+01	6.83E-02	1.16E+01	1.57E			
		CH4	kg	5.94E-02	2.86E-04	7.71E-05	1.62E-04		1.49E-04	1.05E			
	N2O	kg	1.23E-01	5.26E-04	1.41E-04	2.88E-04	1.13E-09	2.95E-04	5.93E				

図表 1 2 : 特性化結果 (地球温暖化)



⑥影響評価

地球温暖化の特性化の評価を行ったところ、圧倒的な環境負荷の削減に至った。約 1 / 9 に環境負荷が減少していることがわかる。特に使用段階で著しい。

⑦解釈

環境負荷の改善は、徹底的な軽量化と省エネ化に取り組んだ結果である。これは、顧客の使用場面を調査分析し、実は顧客は使用される風が単に大きな風量ではなく、「直線的な風」であることをつきとめ、思い切ってモーターや羽根を大幅に見直し、コンパクトにした結果である。同社のコア技術をフル活用して軽量化と省エネ化を実現し、その環境性能が端的に見える化された結果となった。

また、今後の製品改善の方向性は、使用段階の環境負荷の割合が圧倒的に大きいため、この部分の省エネ化を一層進める必要があり、多少の製造段階での環境負荷が高まっても、使用段階での省エネ化効果が高いものを実施することで、トータルの環境負荷を低減していくべきであるとの結論が得られた。

⑧妥当性検証

上記の調査分析結果は、LCA 報告書としてまとめるため、その支援も行った。

LCA 報告書の妥当性を検証するために、製品グリーンパフォーマンス高度化推進事業において、外部専門家によるクリティカルレビューを受審した。

このレビューは ISO 14040S の要求事項に基づいて、社団法人産業環境管理協会によって実施された。その結果、一部報告書内の表現修正などを指摘されたものの、LCA の分析方法や解釈についての妥当性が確認された。

今後この結果をもとに、新製品の環境性能の見える化を行って、製品の環境性能の PR をより積極的に推進する予定である。

図表 1 3 : クリティカルレビューパネル



5. LCA による成果

今回紹介した事例企業について、先に述べた LCA 支援プロセスに基づいて LCA を進めた結果、良好な成果が得ることができた。

F 社については、設計者だけでなく経営者も、LCA を契機に環境負荷改善への道筋をはっきりと認識することにつながった。「資源や製造段階よりも、使用段階の負荷を

いかにさげるか」の方向である。従来はなんとなく感じていた使用段階への省エネ化が、一層強く必要であることを認識することとなった。今後当該製品と同じコンセプトでラインナップを増強していき、F社が提供する製品全体の環境負荷を低減することも決定した。さらに、環境関連セミナーに社長が講師として積極的にLCAの取り組みをPRして社内外への環境負荷改善の取り組みを発信するようにコンサルタントとしてアドバイスも行い、実行された。これは直接の取引先以外にも、F社が環境に配慮する姿勢をアピールすることで、競合他社との差別優位性を発揮させるためでもある。F社の製品自体が環境関連製品であることも大きな要因であり、環境配慮する企業姿勢が製品選択の要素になると考えたからである。その結果、良好な反響も返ってきている状況である。

他方で、製品システムフローの複雑さを顕在化できたので、製造工程・輸配送見直しの契機にもなった。コンサルタントとしては、今後環境負荷だけでなく、生産性・コスト改善も提案し、これに着手する予定で、波及効果としても大きなものが得られた。

また別の支援事例である廃塩ビリサイクルベンチを製造するS社においては、LCAの導入が顧客評価となって、本業の産業廃棄物処理業から大きな飛躍をとげ、大手ディベロッパーや官公庁との取引を開始するにいたっている。同社は、新連携事業体を利用して、ファブレスで設計製作設置を社外資源の活用で構築し、廃塩ビのリサイクルを粘り強く技術確立した。その優位性をさらに、LCAの結果を社外へのPRや環境性能の改善に活用し、改良重ね順次モデルチェンジをして環境性能を高めている。LCAの導入を契機に、同業他社ではまったく考えられない優位性が生まれ、新たなビジネスチャンスを獲得することにつながったのである。

これは、製品の環境性能を大手企業等が納得できる定量データで見える化し、評価されたからである。このような、優れた環境性能のアピールが中小企業には不足しており、積極的に一般消費者をはじめとする社会全体や大手企業へPRしていくべきである。

最後に、いずれの事例においても環境負荷を低減する方策として、経営資源の乏しい中小企業にとって地味ではあるが、製品の省エネ化と軽量化は決定的に有効であることが2社の事例に共通して、環境性能改善の切り札であることがこの支援を通じて実感を持って経験することができた。

6. 今後の展開

事例企業の2社は、製品や企業規模、設計生産体制など共通点はなく異なった企業特性を持っていたが、2社とも当初の目的に対して良好な成果をあげることができた。

本論でのコンサルタントが伴走者となって進めるLCA支援方法は、その他中小企業においても、適用可能で成果に貢献できると考える。今後LCAの普及が進み、より環境負荷の低い製品サービスが提供され、環境負荷がトータルで低減することを目指して、この伴走方式のLCA導入システムで、環境性能見える化の支援充実を図っていきたい。