

## 論文テーマ

サプライヤー企業のカーボンニュートラル  
～自社製品の LCA・CFP への対応～

## 論文の主旨

大手企業を中心に GHG（温室効果ガス）の排出量算定が求められつつある。特に、GHG プロトコルの Scope3 と言われる、自社の外部での排出量算定の重要性が増してきている。

当時に、当該企業へ原材料や部品を提供しているサプライヤー企業には、ライフサイクルアセスメント(LCA)やカーボンフットプリント(CFP)を使用することが要求される。サプライヤー企業における、今後の戦略や競争力の源泉として、重要な要素となりつつある。

本論文ではサプライヤー企業における LCA、CFP の位置づけを明確にし、取り組み方法とポイントについて、具体事例とともに提言する。

まず、LCA のプロセスについて述べる。算定の原則である活動量の把握と排出原単位の考え方についても触れていく。

次に、提供する製品について BOM（部品構成表）を利用した算定方法について提言する。BOM では足りないデータを明確にするとともに、その収集方法や利用方法について述べる。

最後に、算定事例を紹介しながら、上記ポイントについて触れたい。ここでは、LCA で使用する一次データと二次データについても考察する。特に、一次データの取得が重要となる工程について検討するとともに、一次データの実測事例を示しながら、実測する時のポイントについても紹介する。

## 発表者の紹介

氏名	黒田 啓介	主任コンサルタント	生産・業務改革コンサルティング事業部
専門分野	生産性改善、5S、VM、現場改善活動、ISO、HACCP など		
コンサルティング歴	エネルギー管理士、中小企業診断士、LCA エキスパート 製造業を中心に生産性改善支援、品質管理、5S・VM の導入と推進、ISO マネジメントシステム構築		

氏名	木村 耕太	コンサルタント	生産・業務改革コンサルティング事業部第1部
専門分野	工場の収益改善、生産管理、現場改善、管理会計、原価計算、原価管理、生産設備の設計・開発、設計・開発リードタイムの短縮、生産工程の自動化		
コンサルティング歴	工場の収益改善、生産管理、現場改善、原価管理などのテーマを中心に、コンサルティング経験多数		

## 1. はじめに

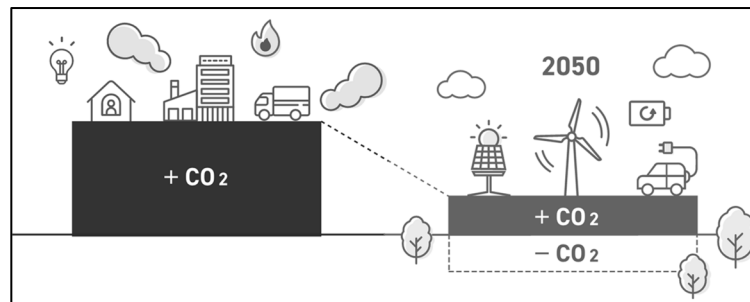
### (1) カーボンニュートラルの目標

毎年「記録的な猛暑」というニュースが流れるが、今年（2023年）も「記録的な猛暑」であった。日本気象協会のWebサイト（Weather X）では、次のように伝えている（図表1）。

<p>【日本】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 夏の平均気温が、統計開始以降最高を記録</li><li>• 夏の平均気温の年差も、統計開始以降最高を記録</li><li>• 東京では64日間最高気温30℃以上の真夏日が続き過去最長を記録</li><li>• 全国のアメダス地点で観測された猛暑日地点数の積算数も2010年以降最多</li></ul> <p>【世界全体】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 世界の夏の平均気温も1891年の統計開始以降最高を記録</li><li>• 地中海沿岸や米国南部では最高気温が45℃を超え、ギリシャのアテネでは観光地アクロポリスを一時封鎖</li></ul>
---

図表1 2023年の記録的な猛暑  
出典：日本気象協会 Web サイト（Weather X）

地球温暖化が進んでいる大きな要因として温室効果ガス（GHG; Green House Gas）の排出があること、日本は国連において「2050年にカーボンニュートラルを目標とし、2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減すること」を宣言したことはよく知られている（図表2）。なお、温室効果ガスとして二酸化炭素が有名であるが、他に、メタン、一酸化二窒素、フロンなども含まれる。



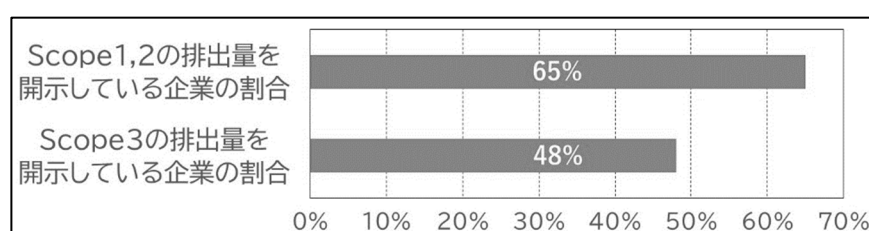
図表2 2050年カーボンニュートラルの目標  
出典：環境省 脱炭素ポータル Web サイト

日本の産業界でもカーボンニュートラルへの取り組みが進展している。多くの大手企業が自主的にカーボンニュートラルの目標を掲げ、温室効果ガスの排出削減に取り組んでいる。温室効果ガスの排出量の算定に使用されている標準が「GHG プロトコル」である。事業者自身の排出量だけでなく、サプライチェーンや顧客を含めた利害関係者の温室効果ガス排出量を含めて計算することを要求している。

## (2) GHG 排出量算定の義務と開示

温暖化対策防止法では、特定排出者においてエネルギー起因 CO2 排出量の算定と報告の義務がある。

東京証券取引所のプライム市場に上場する企業では、主要国の金融当局が立ち上げた「気候関連財務情報開示タスクフォース (TCFD)」の提言に基づき、気候変動関連の事業リスクの開示が義務化されている。JPX 日経インデックス 400 構成銘柄における Scope1,2 排出量 (自社の活動による直接的な排出量) の開示企業は 65%、Scope3 排出量 (自社以外の活動による間接的な排出量) の開示企業は 48%となっている (図表 3)。今後もその割合は増えていくであろう。なお、Scope1, 2, 3 については次項で解説する。



図表 3 プライム市場での GHG 排出量を開示している企業の割合  
(n=JPX 日経インデックス 400 構成銘柄 (2022 年 10 月末時点))

出典:「TCFD 提言に沿った情報開示の実態調査 (2022 年度)」(日本取引所グループ、2023 年)

## 2. サプライヤー企業としての温室効果ガス削減活動

### (1) GHG プロトコル

GHG の算定方法は国際的な基準である GHG プロトコルで行われる。GHG プロトコルを使用することで、企業や組織が自らの活動によって放出される温室効果ガスを評価し報告することができる。自社から排出された GHG 排出量 (自社による直接の排出) の算定だけでなく、自社のサプライチェーン全体における排出量 (自社以外による間接的な排出) 等の算定もカバーしている点が特徴となる。

策定したのは、米国の世界資源研究所と世界経済人会議が主体となって発足した GHG プロトコルイニシアチブという独立機関である。GHG プロトコルは、CDP や RE100、SBT などのベースとなる基準にもなっている。

### (2) GHG プロトコルの Scope1, 2 と Scope3 の意味

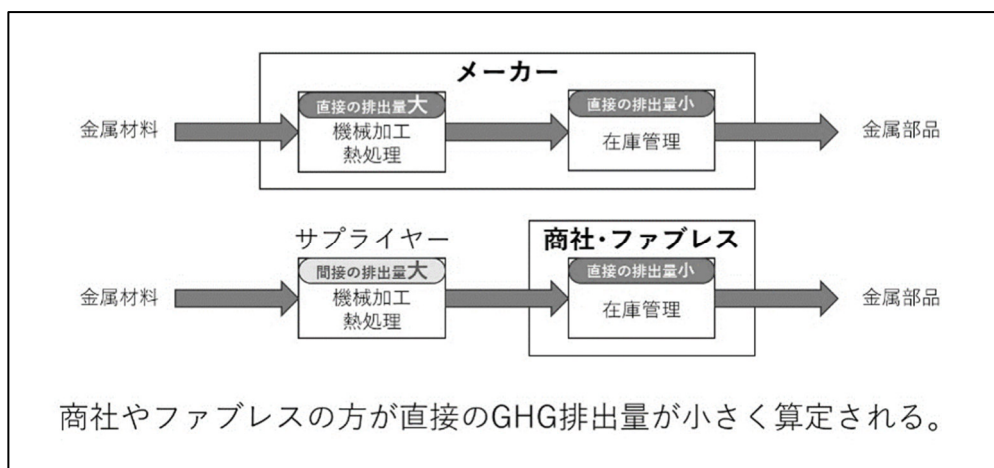
GHG プロトコルは、Scope1~3 までの区分が設けられている。

- Scope1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)
- Scope2 : 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
- Scope3 : Scope1、Scope2 以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

Scope1 は、自社で使用する重油、軽油、LPG、ガソリンなどによる GHG 排出量が相当する。ま

た、Scope2は、電力会社から購入する電気によるGHG排出量が一般的である。

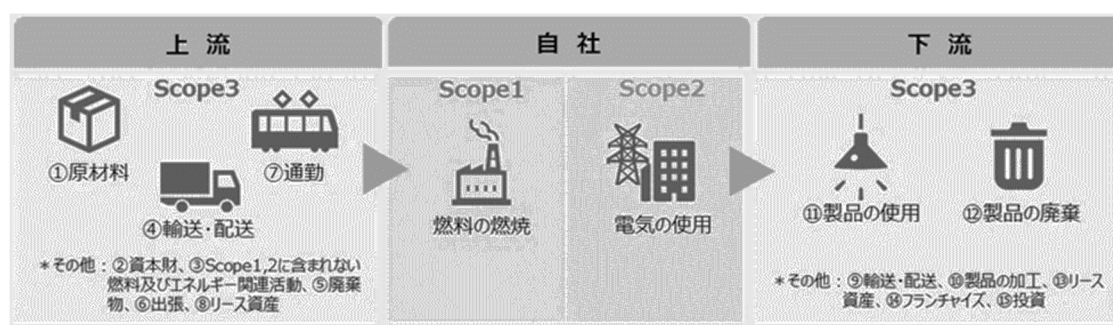
Scope1,2は自社のエネルギーの購入量より算定するため、比較的容易に算定ができる。しかし、似た製品を取り扱う企業であっても、製造機能を持つメーカーと、製造機能を持たない商社やファブレスでは、GHG排出量の算定値が大きく違っている（図表4）。



図表4 メーカーと商社・ファブレスでのGHG排出量の比較

図表4においては、商社・ファブレスについては、サプライヤーのGHG排出量も加えなければ公平とは言えないだろう。この公平性の問題を解決する趣旨でScope3が設けられた。Scope3では、サプライヤーによる原材料製造や部品製造によるGHG排出量などについても算定する。Scope3の正確な算定は、さまざまな調査が必要となり比較的難しいものとなる。

一般にGHG排出量は、このGHGプロトコルに従い、Scope1, Scope2, Scope3を合算して算定することが推奨されている。原材料・部品以外にも、輸送・配送、製品の使用、製品の廃棄についてもScope3に含めGHG排出量を算定する（図表5）。



図表5 GHGプロトコルのScope1, 2, 3

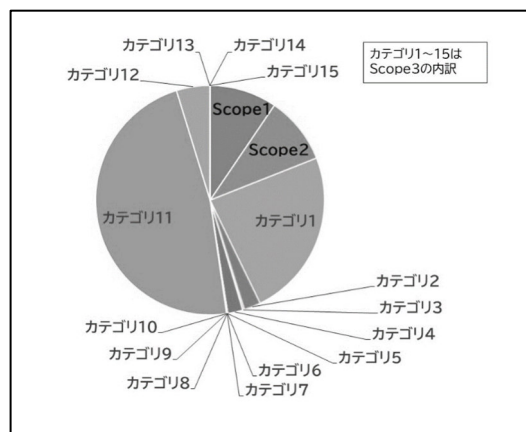
出典：グリーン・バリューチェーンプラットフォーム Web サイト（環境省、経産省）

以下にScope3の全15区分（一般に「カテゴリ」と言う）（図表6）と、GHG排出量の算定事例（図表7）を示す。なお、この論文のテーマは、サプライヤーからの原材料・部品のGHG排出量

であり、主にこの表のカテゴリ 1 が対象となる。

区分(カテゴリ)	該当する排出活動(例)
1 購入した製品・サービス	原材料の調達、パッケージングの外部委託、消耗品の調達
2 資本財	生産設備の増設(複数年にわたり建設・製造されている場合には、建設・製造が終了した最終年に計上)
3 Scope1,2に含まれない燃料及びエネルギー活動	調達している燃料の上流工程(採掘、精製等) 調達している電力の上流工程(発電に使用する燃料の採掘、精製等)
4 輸送、配送(上流)	調達物流、横持物流、出荷物流(自社が荷主)
5 事業から出る廃棄物	廃棄物(有価のものは除く)の自社以外での輸送(※1)、処理
6 出張	従業員の出張
7 雇用者の通勤	従業員の通勤
8 リース資産(上流)	自社が賃借しているリース資産の稼働(算定・報告・公表制度では、Scope1,2に計上するため、該当なしのケースが大半)
9 輸送、配送(下流)	出荷輸送(自社が荷主の輸送以降)、倉庫での保管、小売店での販売
10 販売した製品の加工	事業者による中間製品の加工
11 販売した製品の使用	使用者による製品の使用
12 販売した製品の廃棄	使用者による製品の廃棄時の輸送、処理
13 リース資産(下流)	自社が賃貸事業者として所有し、他者に賃貸しているリース資産の稼働
14 フランチャイズ	自社が主宰するフランチャイズの加盟者のScope1,2に該当する活動
15 投資	株式投資、債券投資、プロジェクトファイナンスなどの運用

図表 6 Scope3 の区分 (カテゴリ)  
参考: GHG プロトコル



図表 7 GHG 排出量の算定事例

### (3) カテゴリ 1 の算定とサプライヤー企業への要求

Scope3 での GHG 排出量算定のため、原材料製造や部品製造 (カテゴリ 1) についても GHG 排出量の算定が必要となる。簡易的な方法として排出原単位データベースが使用されることが多い。鉄 1kg 製造するのに GHG が〇〇kg 排出される、鉄 1kg を熱処理や機械加工するのに GHG が〇〇kg 排出される、という情報になる。図表 8 は材料 (鉄) の排出原単位のイメージである。

この排出原単位データベースの問題のひとつは、購買や設計開発における改善や工夫は GHG 排出量に

材料名	t-CO2/t-材料
銑鉄	3.99
フェロアロイ	4.63
粗鋼(転炉)	1.59
粗鋼(電気炉)	5.08
熱間圧延鋼材	5.87
鋼管	2.38
冷間仕上鋼材	1.05
めっき鋼材	3.76
鑄鍛鋼	2.10
鑄鉄管	5.00
...	...

図表 8 排出原単位データのイメージ  
(数字はダミーデータ)

影響を与えないことをあげることができる。例えば、サプライヤーに GHG の削減を指導しても、仕入れ先を見直して再生エネルギーを使用している会社から仕入れても、排出原単位が変わらないため、GHG 排出量の算定結果が改善されないことになる。

企業がより正確な GHG 排出量を算定するために、サプライヤー企業に対して、部品 1 個、材料 1kg を製造するのに何 kg の GHG を排出したか算定を求めようになりつつある。この時に使用する算定方法が LCA (Life Cycle Assessment、ライフサイクルアセスメント) や CFP (Carbon Footprint、カーボンフットプリント) である。

#### (4) LCA と CFP

LCA は、製品やサービスのライフサイクル全体の環境影響を評価する手法である。本論文の 3 章より LCA について解説し、算定の事例を示す。

CFP は、LCA と同様に製品のライフサイクルにおける GHG 排出量を算定する方法である。算定方法の考え方に大きな違いはないが、ステークホルダー (B2B での顧客や B2C での最終消費者) への開示を前提としているため、製品ごとや業界ごとに算定ルールを定める必要があり、算定結果についても第三者による検証が求められる (図表 9)。例えば、同じ部品でも A 社と B 社が異なる算定ルールとなる可能性や、同じ製品でも日本国内の算定ルールと輸出先の算定ルールが異なる可能性もある。

	対象	開示	ISO規格	その他
LCA	製品の環境影響	自社内での使用が基本。開示する義務はない。	ISO14040 ISO14044	算定した当事者での使用が前提である。
CFP	製品の環境影響 (地球温暖化に限る)	ステークホルダーへの開示が前提となる。	ISO14067	開示が前提となり、製品間で比較される機会もある。よって、製品ごとの算定ルールや第三者による検証が必須。

図表 9 LCA と CFP

#### (5) LCA、CFP の動向

昨今の国内外の動向の事例を紹介する。

##### ①カーボンフットプリントガイドライン

2023 年 3 月に経済産業省及び環境省が作成公表した。CFP に対する関心が高まる中、算定方法に解釈の余地があり公平な選択が難しい、取引先ごとに算定方法を変えなければならない、一次データの利用が進まなければ企業努力が反映されないなどの問題に対応することが目的である。

このガイドラインでは CFP に関する取組について、ISO 等を補足する要求事項・方針を示し、類似製品の CFP を比較するときの取り組みについて、より分かりやすくまとめられている。しかし、算定単位、システム境界、一次データの取り方、インベントリデータベースの有り方などに

ついて、業界や利害関係者での協議し、製品別算定ルール（PCR ; Product Category Rule）を作成することを示すレベルとなっている。

サプライヤー企業としては、顧客から示される PCR に基づいて CFP を算定することとなる。今後のリスクとしては、顧客が自動車・航空機・家電など複数の業界をまたぐときには、それぞれの PCR に対応する必要が出てくる可能性がある。

## ②EU の炭素国境調整メカニズム（CBAM）

2022 年 12 月 EU においては CBAM が導入されることが合意された。CBAM はカーボンリーケージ（炭素規制の厳しい国での製造を避け、炭素規制の低い企業での製造に置き換え、GHG 排出量の削減が進まないこと）のリスクに対応するための枠組みである。欧州に輸入される製品について、その生産過程における GHG 排出量を評価し、EU の炭素価格との差額を課税する制度である。CBAM の制度の導入により、EU 内で生産される製品と、EU 外で生産された製品の競争力が公平に評価されることが期待される。

スタートとして 2023 年 10 月より、セメント、鉄・鉄鋼、アルミニウム、肥料、電力、水素を対象とし GHG 排出の報告義務が発生し、各ステークホルダーで算定方法を検討・確定していく。

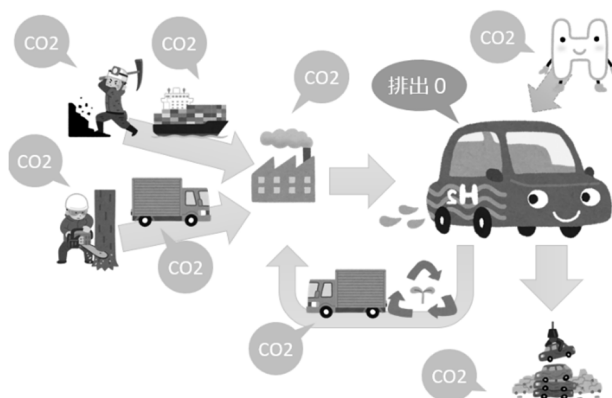
サプライヤー企業の今後のリスクとして、海外への輸出品については、LCA による GHG 排出量の算定が義務化される可能性が高い。

## 3. LCA の概要と取り組み方

### （1）GHG 排出量の見える化のニーズとライフサイクルアセスメント

#### ① LCA の概要

ライフサイクルアセスメント（LCA）とは、ある製品・サービスの一生（資源採取～原料生産～製品生産～流通・消費～廃棄・リサイクル）又は、その特定段階における環境負荷を定量的に評価する手法である。例えば燃料電池車は、走行中に排出する GHG はゼロであるが、資源の採掘から輸送、加工、組立しクルマが完成するまでには多くの GHG が発生する。（図表 10）。このように資源の採掘から廃棄・リサイクルに至るまでの環境負荷を定量的に算出する手法が LCA である。環境負荷には、地球温暖化をはじめ、オゾン層の破壊、酸性化、富栄養化など、多くが含まれるが、本論文では GHG ガス排出による地球温暖化の影響に絞って話を進める。



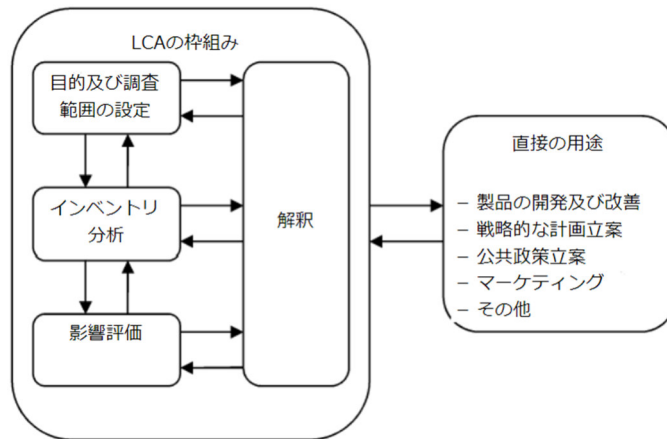
図表 10 様々なフェーズで発生する GHG ガス

## ② LCA の目的とメリット

LCA を実施することで、資源・エネルギー・排出物の総量が明確になり、環境負荷が見える化することができる。また、自社の旧製品と新製品について GHG 排出量を比較することにより、製品の環境負荷の改善や、生産プロセスの改善につなげられる。

### (2) LCA の実施手順

LCA の実施方法については、ISO14040(2006)および ISO14044(2006)にて規定されており、①目的及び調査範囲の設定、②インベントリ分析、③影響評価、④解釈、となる(図表 11)。以下に概略を述べる。



図表 11 LCA の手順  
出典：JISQ14040:2010

### ① 目的及び調査範囲の設定

はじめに LCA を実施する製品と目的を決める。目的の設定は LCA において極めて重要であり、調査範囲の設定やインベントリ分析に影響を与える。サプライヤー企業は主に B to B で部品加工の事業者が多いため、主な目的はサプライチェーン上での GHG ガス排出量の報告と、排出削減努力の見える化になる場合が多い。この場合、調査範囲は Cradle to Gate (資源採取～原料生産～製品生産～出荷まで) に設定される。(図表 12)。



図表 12 Cradle to Gate と Cradle to Grave

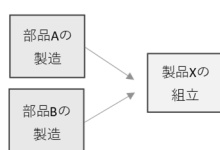
### ② インベントリ分析 (LCI)

インベントリ分析とは、対象製品における原材料やエネルギーのデータを収集し、環境負荷項



目に対する入出力の一覧表を作成することを指す。例として製品 X の製造について示す。製品 X は 2 部品（部品 A、部品 B）のみで構成されているとする。部品加工工程においては、部品 A、部品 B の製造に必要な材料や電力をインプットとし、部品 A、B および廃棄物をアウトプットとする。組立工程については、製品 A と B および電力がインプットであり、アウトプットは製品 X である。

これらのインプット、アウトプットの数量（重量や消費電力など）を計測する。これらの数量のことを活動量という。それぞれの活動量に排出原単位を乗じて、GHG 排出量を求める（図表 13、図表 14）。



部品Aの製造		活動量	単位	CO2排出原単位	単位	CO2排出量	単位
入力	炭素鋼		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2
入力	電力		kWh	x	kg-CO2/kWh	=	kg-CO2
出力	部品A		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2
出力	鉄くず		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2

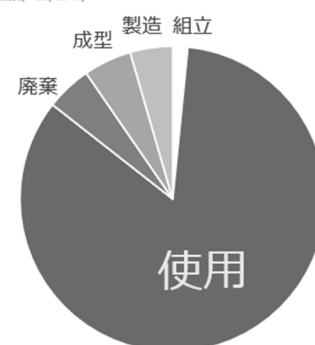
部品Bの製造		活動量	単位	CO2排出原単位	単位	CO2排出量	単位
入力	ポリプロピレン		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2
入力	電力		kWh	x	kg-CO2/kWh	=	kg-CO2
出力	部品B		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2

製品Xの組立		活動量	単位	CO2排出原単位	単位	CO2排出量	単位
入力	部品A		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2
入力	部品B		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2
入力	電力		kWh	x	kg-CO2/kWh	=	kg-CO2
出力	製品X		kg	x	kg-CO2/kg	=	kg-CO2

図表 13 インベントリ分析の例

ケーススタディ 製品A (仮)  
 サブシステム 金属部品製造  
 影響領域 気候変動  
 特性化モデル 100年指数(IPCC, 2013)



図表 14 影響評価

### ③ 影響評価と解釈

得られた結果から何が言えるか、解釈を行う。この例では製品の使用時に発生する GHG が約 8 割を占めるため、使用時の消費エネルギーを削減することが非常に重要であることがわかる。

### ④ 一次データと二次データ

LCA の計算に使用するデータには、一次データと二次データがある。一次データとは、事業者が自らの責任において収集・把握したデータを指す。例えば材料や製品の重量、加工時の消費電力などである。これに対し二次データとは自ら収集したものではないデータで、例えば産業平均の排出原単位データベース（IDEA）などである。

「カーボンフットプリントガイドライン」（2023 年 3 月 経済産業省、環境省）では、活動量・排出原単位の両方において、できる限り一次データを収集するよう勧めている。

しかし排出原単位については、自社で取得することが難しい場合が多いため、排出原単位デー

データベース（IDEA）などのデータを用いることとなる。よって、CO2 排出量の計算は、主に以下の方法を取る。

$$\text{GHG 排出量} = \text{活動量（一次データ）} \times \text{排出原単位(二次データ)}$$

活動量（一次データ）については、もれなく列記し、収集する。

排出原単位(二次データ)には、排出原単位データベース(IDEA)などの業界平均値を用いる。排出原単位の改善による GHG 削減を LCA に反映させたい場合は、排出原単位においても一次データを取得する。

一次データを出来る限り使用することにより、正確性が高くなる。また、サプライチェーン上で各事業者が一次データを引き継いでいくことで、各事業者の排出削減努力を自社の製品に反映させることができる。一次データの測定や収集には、時間と労力、専門性が求められる。また、一度収集して終わりではなく、定期的な収集・更新が必要である。

### (3) LCA の実施事例

A 社は産業用機械メーカーである。部品加工の一部と組立を自社でおこなっている。LCA による製品の GHG 排出量算定のご要望を受けて、支援をおこなった。

まず LCA の算定対象として、代表製品 B を選定した。その BOM（部品構成表）は、図表 15 のような状態であった。（※BOM(部品構成表)とは製品の製造や組立に必要な部品情報の一覧表をさす。設計、製造、調達、在庫管理など各段階において、重要な情報源となる。）

#### ① BOM の情報の収集

- ・ 品番、個数、品名、材質、製品重量
- ・ 材質は鉄系、アルミ系、樹脂、電気部品の購入品など、さまざまである。

番号	品番	個数	品名	材質	重量(g)
1	000-001	1	加工品A001	A6063	***g
2	000-002	2	ねじ	SCM***	***g
3	000-003	3	ねじ	SCM***	***g
4	000-004	1	ワッシャ	SS400	***g
5	000-005	1	加工品B001	AC4C	***g
6	000-006	1	加工品B002	AC4C	***g
7	000-007	1	加工品B003	A6063	***g
8	000-008	1	加工品B004	A2017	***g
9	000-009	2	購入品1	PET	***g
10	000-010	2	購入品2	P.P.	***g

.....

図表 15 BOM の情報

これだけの情報では、GHG 算定に足りない。追加で必要な情報として、次をピックアップし、提供をお願いした。

② GHG 算定にあたり、追加で必要な情報

- a. 素材重量：材料の購入量や運送量を知るためにも素材重量は必要である。また、製品重量との差をとれば、切りくずの廃棄量を知ることができる。
- b. 出荷元：素材や購入品の出荷元を明らかにし、輸送手段や輸送距離を特定する。
- c. 材質のカテゴリー分け：現行の BOM では、「材質」欄に、JIS に基づく材質表記（S45C など）が記載され、全部で 50 種類ほどの材質が使われていた。これでは種類が多すぎて、LCA 計算が煩雑になる。LCA 計算は、結果に大きく影響を与えない程度に簡便化し、必要以上に計算に時間をかけないことが大事である。そのため、大まかな括りでカテゴリー分けを行った。鉄鋼、アルミ合金、ステンレス鋼、樹脂、電気部品、などに分類することをご提案した。
- d. 自社加工品の場合、工程順と加工時間の調査が必要である。各工程にて消費電力を実測し、一次データを取得する。

③ BOM（部品構成表）の完成

上記 a～d の情報を加えれば、GHG 排出量の計算が行える。これらを BOM に盛り込んだ例を示す（図表 16）。太枠内が、今回の取り組みにて BOM に追加した項目である。

番号	品番	個数	品名	材質	重量(g)	素材重量	仕入先	分類	工程					
									旋盤		マシニングセンタ		熱処理	
									加工	段取	加工	段取	加工	段取
1	000-001	1	加工品A001	A6063	***g	△△g		アルミニウム合金						
2	000-002	2	ねじ	SCM***	***g	-		ボルト、ナット						
3	000-003	3	ねじ	SCM***	***g	-		ボルト、ナット						
4	000-004	1	ワッシャ	SS400	***g	-		ボルト、ナット						
5	000-005	1	加工品B001	AC4C	***g	△△g		アルミ鋳物						
6	000-006	1	加工品B002	AC4C	***g	△△g		アルミ鋳物						
7	000-007	1	加工品B003	A6063	***g	△△g		アルミニウム合金						
8	000-008	1	加工品B004	A2017	***g	△△g		アルミニウム合金						
9	000-009	2	購入品1	PET	***g	-		ポリテトラフルオロエチレン						

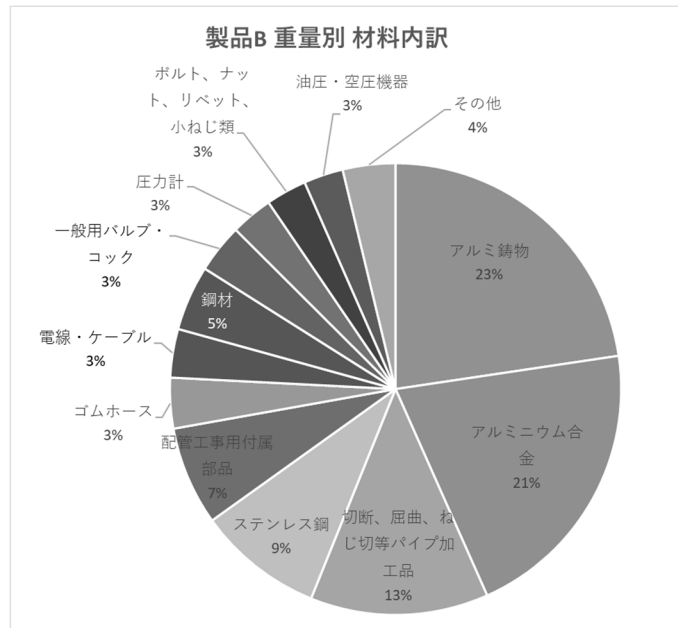
図表 16 BOM に追記した情報

④ 製品に使用されている材料（分類別）

c. の「分類」欄では、材料を大まかなカテゴリーに分けた。50 種以上使われている材質を、12 に分けた。重量比で集計したものが下表である。重量が多いものから順に、アルミ鋳物、アルミニウム合金、パイプ加工品、ステンレス鋼・・・、と続く（図表 17）。

「その他」が重量比で 4% となった。カットオフルールでは、「カットオフする場合は、当該商品又はサービスの各ライフサイクル段階の CO2 総排出量に対してそれぞれ 5% 以内とする」とある（※1）。「その他」の中には特段、GHG 排出の高いと思われる材質は無かったため、重量比 4% であることをもって、カットオフを適用することとした。

※1: カーボンフットプリント制度 商品種別算定基準（PCR）策定基準（環境省）



図表 17 材料の分類別内訳

#### ⑤ 消費電力量の実測

自社加工品のなかで、重量比が最も大きい「加工品 A001」について、機械加工で消費する電力の実測を行った。加工部品 A001 を加工している NC 工作機械には、積算電力量を記録する機能が装備されていたため、この機能を使用することとした。

連続で約 5 時間加工した際の消費電力量を、NC 加工機の画面から読み取った。ワークの加工サイクルタイムが約 23min のため、13 個ほど加工できる計算である。プログラムによる自動加工であるから、ワーク個差によるばらつきは小さいため n=10 以上あれば十分と判断した。

加工開始時の積算電力量 P1 (kWh) を記録し、ワークを 13 個、連続で加工し、加工が完了した時の積算電力量 P2 (kWh) を記録する。P2 から P1 を引き、加工したワーク数で除し、ワーク 1 個当たりの消費電力量を求めた。

取得データ

時間	積算電力量
加工開始(10:00:00)	P1: 561kWh
加工終了(15:08:25)	P2: 607kWh

ワーク加工数 n 13(個)

ワーク 1 個あたりの消費電力は

$$(P2-P1) \div n = (607 - 561) \div 13 = 3.53 \text{ (kWh/個)}$$

この値に電力会社の CO2 排出原単位 0.388 (kg-CO2/kWh) を乗ずることにより、ワーク 1 個当たりの CO2 を求めた。

加工部品 A001 を 1 個加工した際に排出される CO2 は

$$0.388 \text{ (kg-CO2/kWh)} \times 3.53 \text{ (kWh/個)} = 1.36 \text{ (kg-CO2/個)}$$

このように、NC 加工機の加工による製品 1 個あたりの消費電力を CO2 に換算することができた。設備に電力量計が設置されていない場合は、電力ロガー等を適切に設置して、消費エネルギーを計測しなければならない。測定方法については JIS 規格「JIS B0955-2 工作機械—環境評価—第 2 部：工作機械及びその構成要素に供給されるエネルギーの測定方法」に記載されている。

#### (4) 設備の定格電力から求めた概算値との比較

消費電力量を実測せず、設備の定格電力を用いておよその消費電力量を計算する方法があり、下記の計算式となる。

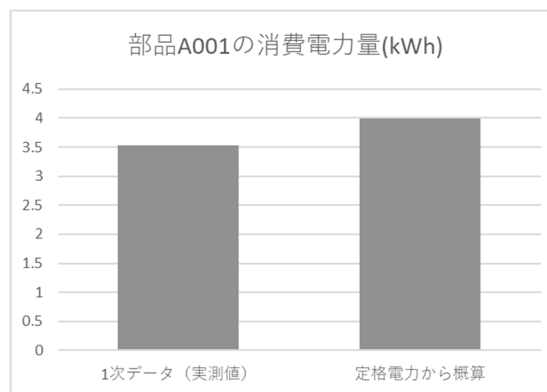
$$\text{概算消費電力量 (kWh)} = \text{加工機の定格電力 (kW)} \times \text{サイクルタイム (h)} \times \text{使用率 (\%)}$$

加工機の定格電力:15kW、サイクルタイム:23分(=0.38h) である。

使用率は一般的に、50~70%の間をとることが多いとされている。安全をみて、70%として概算した。

$$\text{電力量 (kWh)} = 15 \text{ (kW)} \times 0.38 \times 0.7 = 3.99 \text{ (kWh/個)}$$

(3) で得られた消費電力の実測値と、概算消費電力量を比較すると、下記のように実測値のほうが少し小さい値となった。当然であるが、実測値のほうがより正確性が高いといえる(図表 18)。



図表 18 消費電力量の比較

以上の例のように一次データを取得し、製品 B の Cradle to Gate における LCA を実施した。その結果、自社の加工工程で発生する GHG の割合は小さく、特に上流側において金属材料の製造時に発生する GHG の割合が非常に多かった。本製品においては、金属材料を削減すること、あるいはサプライチェーン上流へ働きかけて GHG 削減を促すことが重要であることが分かった

#### 4. おわりに

サプライヤー企業にとって、自社製品の GHG 排出量の算定ができないことは、今後のビジネス展開のリスクになることをご理解いただけたら幸いである。GHG 排出量を算定できるようになることで、取り組むべき課題が明確になり、顧客からの信頼を得ることができるであろう。

本論文の事例企業のように、LCA の手法を理解すること、BOM からスタートし、GHG 排出量の大きい工程・プロセスを中心に一次データを収集することから始めることを推奨する。