

株式会社シムックスイニシアティブ 代表取締役 中島 高英

はじめに

カーボンニュートラルの取り組みは複雑かつ困難な道である。CO₂ 排出量をゼロにすることは机上の計算、ルールでできたとしても実際には大変難しい問題であるからである。そもその目的である「地球にも人にもやさしい社会」を作る(前章図 9 参照)ことを忘れることなく CO₂ 排出量の削減に向けた地味で地道な努力が求められている。

現状では数値の公表開示による会社価値、株価や融資条件に結びついた会社評価に対する動きと実際の省エネ、生産性向上と言った実践実務に結びついた 2 つの動きがある。

2 つの側面

カーボンニュートラルに取り組むには 2 つの側面がある。一つ目は外側の圧力への対応である。例えば CDP (カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト)、SCOPE 1, 2, 3、CFP (カーボンフットプリント)、LCA (ライフサイクルアセスメント) など製品やサービスに対して **CO₂ 排出量の見える化要求に答えるための開示作業**がある。これらの課代に応じてくれる専門のコンサル会社があり、そこに相談すれば解決可能である。

二つ目は**実際に CO₂ 削減を実施**していくというリアルな側面である。削減するには、各社各工場には既存の建物、生産設備と生産方式があるため、各社の実情に沿った処方箋が必要となる。ただ、専門コンサルは実際の CO₂ 削減に対しては対応できないため、自分たちで「大カイゼン」に立ち向かう「自助」が求められている。

CO₂ 排出量の複雑さの原因

CO₂ の見える化の最終は「製品」に帰属するという視点と CO₂ はすべての「プロセス」で発生しているという視点が合成されている。CO₂ 排出量の算定はリアルな計測値だけでなくそれぞれに設定された仮定値で行っている。

この仮定値の CO₂ 排出量の見える化を利用している主な人たちは「金融・投資家」である。「金融・投資家」は上場企業の「会社価値」の判断材料にしている。そのため、上場企業は株価、融資、投資を評価につながるため必死の対応に迫られる。逆に、非上場の中小企業がカーボンニュートラルに薄い反応しかないのはここに原因がある。

攻略のための用語

2 つの道を攻略のするためには新しい用語を理解しておく必要がある。本稿では、これだ

けは覚えておいてほしい4つの用語（CFP、LCA、SCOPE、EP100）を紹介する。

さらに工場においてリアルな CO2 削減に挑むための道筋を紹介していく。

CFP、LCAとは

CFP（カーボンフットプリント）とは製品の原材料調達から製造、販売物流から廃棄までの間のCO2排出量の見える化である（図1）。CFPを算定する手法がLCA（ライフサイクルアセスメント）である（図2）。



<図1 カーボンフットプリント>

ライフサイクル・コスト（LCC）の考え方

$$\text{購入コスト} + \text{電気・水道代} + \text{メンテナンスコスト} + \text{買い替え費用} + \text{廃棄コスト} = \text{LCC}$$

グリーン購入でコストセーブ

<電球形蛍光ランプの例>

白熱電球を電球形蛍光ランプに
すると、同じ明るさで・・・

★電気代は約1/4～1/5

★寿命は約6倍

購入費用は高くても、電気代が
安くトータルでコスト削減

LCCを組み入れた入札は可能か？



出典：環境省ホームページ https://www.env.go.jp/policy/hozen/green/g-law/jirei_db/haifusiryo/ha_r_H22kanto_tokyo_kogi1_61-80.pdf

<図2 ライフサイクル・コストの考え方>

Scope 1, Scope 2, Scope 3 とは

温室効果ガス（**Greenhouse Gas : GHG**）の排出量の算定・報告について定めた国際的な基準である GHG プロトコルでは、事業者に対し原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量の把握を求めている。

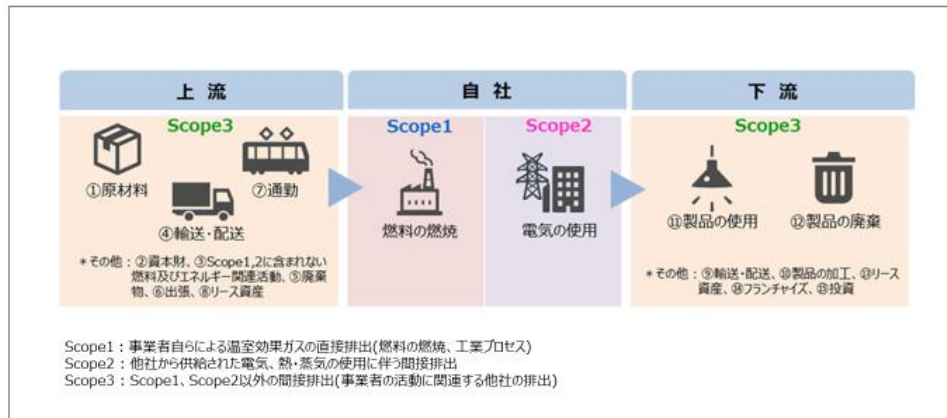
自社で出す CO2 排出量の定義を Scope 1, Scope 2 とし自社から見て上流、下流を Scope 3 としている（図3）¹⁾。

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)

サプライチェーン排出量 Scope1,Scope2,Scope3



出典：環境省ホームページ https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/supply_chain.html

<図3 サプライチェーン排出量 Scope 1, Scope 2, Scope 3>

工場は Scope 2 が重要

工場において Scope2 が重要なミッションとなる。何故ならば製品を製造する過程で使われるエネルギー≒電力による CO2 排出量を開示していかなければならないからである。

CO2 排出量の算出には3つの方法がある。一つ目は工場全体のエネルギー≒電力から製品への按分する方法。二つ目は全体と一部生産設備の電力使用量の実測値を合成させて製品に按分する方法。三つ目はすべての生産設備の電力使用量の実測値と製品と紐付けてリアルな数値を使用する方法がある。

リアルな計測のメリット

上記の三つ目のリアルな計測法は計測システムの初期投資は掛かるが、次のようなメリットがある。①エネルギー生産性を実測できる。②実測値を使ってエネルギー生産性のカイゼンが行える。③エネルギー生産性のカイゼンができれば電力代の削減ができる。④按分法を使う他社より信用を得られる。

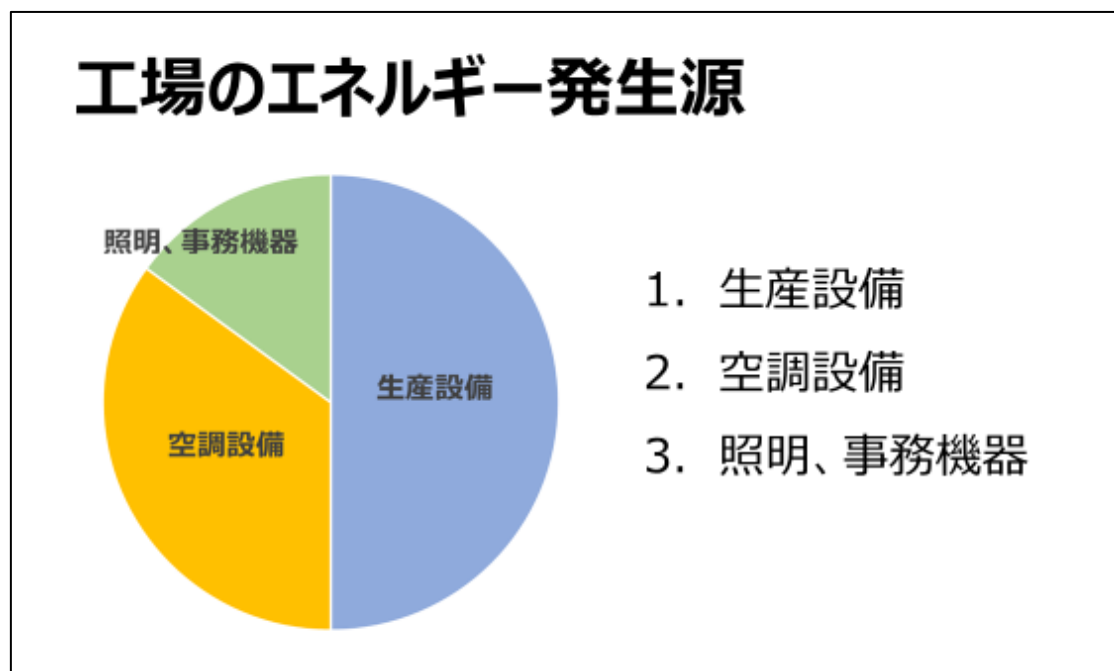
Scope3 について

Scope 1, 2 は CO2 排出量の把握を企業・工場をひとつの単位として考えているが、Scope3 になるとサプライチェーンを回る製品ごとに見ようとしている。下請け中小企業にとっては大手元請け企業へ納入する部品ごとの CO2 排出量の開示を求められる可能性があることに留意しておくことが大事である。

EP100 の 3 本柱

EP100 についてはすでに前章で述べているので、概要は割愛する。EP100 は①エネルギー効率 2 倍にする②EMS（エネルギーマネジメントシステム）の導入を行う③ZEB（Net Zero Energy Building）に置き換えることを 3 つの柱にしている。工場現場には②と③は一見関係ないように見えるが実は密接な関係がある。

何故ならば工場のエネルギー消費の半分は生産機械設備以外から発生しているからである（図 4）。言い替えるならば、空調や照明は建物に依存していることを表している。そのため、既存の工場ならば②EMS の導入を、新規の工場ならば工場建屋に③ZEB が求められるということになる。



<図 4 工場のエネルギー発生源>

工場における CO2 削減の 3 つの攻め口

次に、工場において CO2 削減に挑むためにどうすれば良いかについて、その道筋を紹介する。工場のエネルギー発生源のうち、直接付加価値を生み出す生産設備と他のふたつはそれぞれ攻め口が違ってくる（図 5）。

一つ目の生産設備で取る手法は生産性のカイゼンになる。生産性のカイゼンは加工技術のカイゼンとプロセス技術のカイゼンの 2 本を柱とする。二つ目の空調設備、コンプレッサー類では室温だけでなく様々なパラメーターから制御するより一層インテリジェンスな制御の強化が有効な手段になる。パッケージエアコンの普及により全体最適な制御が難しいため、それを補うシステムを新たに導入することである。三つ目の照明、事務機器類は省エネタイプの機器に切り替え、さらに個人の行動変容を行うことで必要ある。

エネルギー発生源別 攻略方法

- | | |
|------------|-----------|
| 1. 生産設備 | → 生産性の改善 |
| 2. 空調設備 | → 制御の強化 |
| 3. 照明、事務機器 | → 個人の行動変容 |

<図5 エネルギー発生源別 攻略方法>

数値・データなくしてカイゼンなし

日本の製造業は現場まで浸透したカイゼンはすでに文化ともいえるレベルで達している。カイゼンを学ぶとき最初に教わるのが「数値なくしてカイゼンなし」という言葉である。次に5S（整理、整頓、整備、清潔、躰）である。この2つはEP100を攻略する上でも重要な手法である。これまでと違うと点は、人の思い込みを排除してデータを素直な目で見ることが優先されるということである。これをデータドリブンと呼ぶ。いづれにしてもデータを中心にカイゼンサイクルを動かしていくことになる。

次に3つの攻略先に対してどのようにデータを使えばよいか紹介していく。

生産設備の生産性カイゼン

加工技術のカイゼンとプロセス技術のカイゼンの2つ両輪のようにバランスよく動かすことが求められる。従来の工作機械に求められていたものは「加工精度」と回転、送りの「速度」であった。工作機械の進化は目を見張るものの、全体最適にはつながらない可能性があるからこそ、加工技術とプロセス技術の両輪が必要となる。すでにベストセラーになった『ザ・ゴール』（ダイヤモンド社）の制約理論でも明らかである。

最近の工作機械は通信インターフェースを常備しており、そのインターフェースからマシンのデータを取得することが可能となっている。筆者の知る範囲であるがFANUCの制御装置からは1400種類ものデータを発生時ごとに取得できる。しかし、電力データは取得できない。

加工技術のカイゼンのためのデータは制御装置と電力計測器から取得できる。更に何を作っていたか知るために制御装置の傍においたバーコード、QRコード読み取り器から製造番号のデータを取得する。この3種類のデータの時刻同期をきっちり取っておけばあとはAIが特徴量を計算してくれるので、問題の箇所を簡単に見つけられるようになる。

プロセス技術のカイゼンは加工技術で使用したデータのうちマシンごとに製造番号と開始、終了の3つのデータを集めて同様に分析でき、加工技術の時と同じように問題の箇所を簡単に見つけられるようになる。

空調設備のカイゼン

空調設備は熱との闘いである。エネルギー消費にとっても熱との闘いが主戦場でもある。

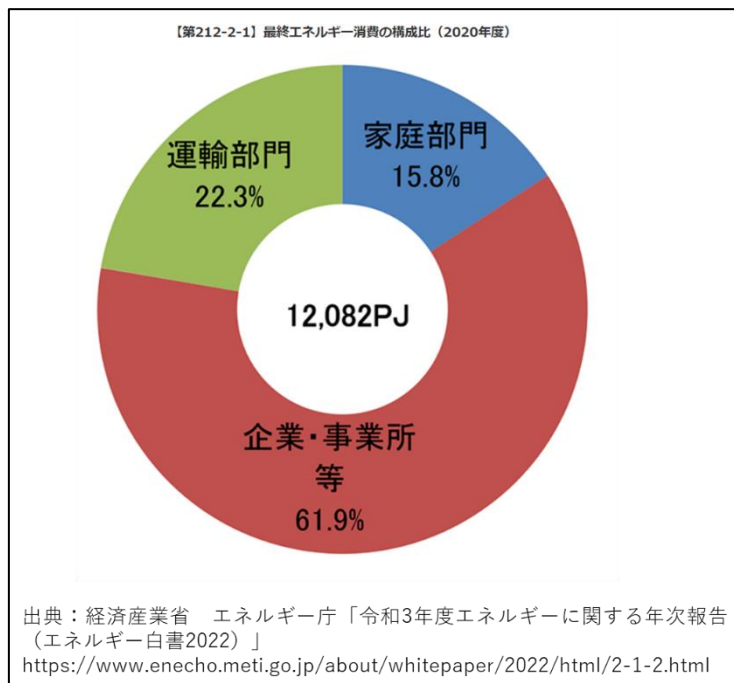
熱は地球の回転による気候変化によるものとモノから発生されるものに分かれる。モノはさらにマシンと人に分かれる。熱は放射、伝導、対流によって伝わる。熱の移動のしやすさを熱伝導率という。鉄の熱伝導率は 94、ステンレスは 16.7—20.9、エポキシ樹脂は 0.21、空気は 0.0241 である。一番熱伝導率が悪い空気（部屋）を冷やしたり暖めたりしているのが空調設備である。ビルの空調設備は、熱の対流を利用したセントラル型と個別型（パッケージエアコン型）に分かれる。熱交換器を行う室外機と空気を運ぶ室内機とダクトで構成されている。

空調機、コンプレッサー類の対策として、次の 3 つがある。①物理的な劣化に対するカイゼン、②空気の流れを阻害している設備配置の見直し③さらなるインテリジェントな制御を行うことで大きな効果が得られる。

照明、事務機器類のカイゼン

照明、事務機器類は省エネタイプ (LED) への切り替えと、人が自分の意志で自由に電源スイッチのオンオフが出来る領域に対してさらに個人の行動変容を職場や家庭において行うことが重要である。

家庭でのゴミの分別は地方自治体ごとに異なるものすっかり定着化してきている。ゴミが分別できるならばエネルギーの分別もできるはずである。製造業のカイゼン力を家庭にまで広められれば大変喜ばしいことである。



<図 6 エネルギー消費の構成比>

ブレイクスルーに向けて

EP100 の実現のためには新しい発想によるブレイクスルーとそれを経済の循環に取り込むイノベーションが求められている。何故ならば時間との闘いでもあるから。価値観の転換をどのように行うかそしてそれを現場に浸透させるための具体的な手法を次に紹介する。

参考文献

- 1) https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/supply_chain.html