

製品カーボンフットプリント算定システム CFP-TOMO

住友化学株式会社

技術・研究企画部

当 麻 正 明

レスポンシブルケア部

林 真 弓

泉 知行^{*1}

真 鍋 沙 希

IT推進部

大 澤 宏 規



はじめに

欧州委員会は2011年から環境フットプリントの取り組みを開始し、2020年に発表した「新循環型経済行動計画」の下、製品ライフサイクル全体での循環型経済への移行を推進している。この中でグリーンかつサーキュラーな製品を規範に位置付ける「持続可能な製品政策枠組み」を提唱し、循環型経済への移行のカギとなる分野を中心に、施策を定めている。この第1弾であるバッテリー規則では、2024年7月からEVバッテリーや産業用充電電池を対象に、製造者や製造工場の情報、バッテリーとそのライフサイクルの各段階での二酸化炭素（CO₂）総排出量、独立した第三者検証機関の証明書などを含む、製品カーボンフットプリント（CFP：Carbon Footprint of Products）の申告が義務化されている¹⁾。

さらに欧州議会とEU理事会は2022年12月、カーボン・リンケージのリスクを見据え、炭素国境調整措置（CBAM：Carbon Border Adjustment Mechanism）の設置について、政治的合意に達した。CBAMとは、EU域内の温室効果ガス削減規制を強化する中で、規制の緩いEU域外からの輸入増加への対策として、輸入品に対して製品炭素含有量（embedded emission）に応じた賦課金を課すというものである。2023年10月から移行期間として、鉄、アルミニウム、セメント、肥料などの輸入者に報告義務が課され、欧州議会は

今後有機化学品やポリマーなどを対象に含めることを提案しているが、製品炭素含有量の算定方法等詳細はまだ定まっていない²⁾。

さまざまな産業分野に素材・部材を提供する化学産業では、欧州の化学企業を中心に組織されたイニシアチブ「Together for Sustainability」が、化学産業におけるCFP算定ガイドラインの最新版を2022年11月に公表して、算定の標準化を提案している³⁾。

日本国内では、こうした国際潮流を踏まえ、2023年3月に、経済産業省および環境省より、「カーボンフットプリント レポート」および「カーボンフットプリント ガイドライン」が策定・公表された⁴⁾。化学産業の動きとして、一般社団法人日本化学工業協会（以下、日化協）では当社提案のもと、かねてより検討していた「化学産業における製品のカーボンフットプリント算定ガイドライン」を、上位概念となる「CFPガイドライン」の公表に合わせて発表した⁵⁾。また、一般社団法人石油化学工業協会では2022年9月より、カーボンニュートラルワーキンググループの下部組織として、「LCA/LCI^{*2} サブワーキンググループ」を発足し、業界としてのLCAのレベル向上を目指している。

CFP算定システム CFP-TOMOの開発・展開

1. 開発の背景

当社では以前よりLCAに取り組んできたが、2020

*1 所属：環境省（執筆時は当社に outward）

*2 LCA：ライフサイクルアセスメント、LCI：ライフサイクルインベントリ。LCAはLCIと環境影響評価を含む。CFPはLCA評価の一部で、温室効果ガス（GHG）のみを扱ったもの。

年頃より顧客からのCFP算定要請がますます増加し、社会的にその重要性が高まっていることを認識し始めた。それまではCFP算定の依頼を受ける度に、環境部門や事業部門から関係者が集まり議論を重ね、工場の担当者がExcelを使って計算していたが、手間がかかる、複雑なプロセス（後述）では対応困難といった課題があった。

そこで2021年3月に全社横断でCFPの算定について議論するワーキンググループを発足し、自社向けにCFP算定システム（CFP-TOMO）を開発することを決定した。同年12月にはVer1.0が完成し、自社製品約2万品目について、ひと通り算定を完了した。

2. 算定の考え方

当社のような素材産業では、原料の採掘から工場を出荷するまでの範囲（Cradle to Gateと呼ぶ）でのCFPを算定し、サプライチェーン下流の顧客につなげるのが一般的である。CFP-TOMOでも、Cradle to GateをCFPの基本算定範囲（システム境界）とした。

CFP-TOMOでは、原価計算のBOM（Bill Of Materials）情報を使用することを算定の基本とした。算定対象である「親品目」のCFPは、活動量（各「構成部品目」の親品目単位量あたりの数量）にそれぞれのGHG排出係数を掛けたものを合計して算定される。BOMにおいてはCFP算定における基準フロー、システム境界、活動量等の情報が既に整理されており、効率的にCFP算定に必要なデータを準備することができる。（なお、当社では会計システムのBOM情報を元にCFP算定を行ったが、製品ごとの原料・用役・廃棄物等の量を整理した情報があれば算定可能である。）

GHG排出係数は、CFP-TOMOの利用者が適切な数値を設定するようにした。原料に係る係数については、サプライヤーから提供を受けたCFP（1次データ）を使用することが最も好ましいが、CFP-TOMOの利用各社で契約・準備したデータベースの値や各業界団体が製造者のCFP情報を平均化して整備した協会値等（2次データ）を使うことも可能である。用役や廃棄物処理のGHG排出係数は温室効果ガス算定報告・公表・制度（SHK制度）対応等で当社の各工場が算定しているGHG排出量を元に計算して求めることができる。

3. CFP-TOMOの特長

CFP-TOMOは、Microsoft AccessとExcelをベースに開発している。したがって、ビジネスパソコンさえあれば追加の費用は不要であり、GHG排出低減に取り組むさまざまな部署での活用が期待される。

化学製品のCFP算定は、他産業の製品の場合に比べて、以下に述べるようなさまざまな難しい面がある。CFP-TOMOではそれらの困難に対応し、解決している。

(1) 物質やエネルギーの複雑な流れに対応

化学製品の製造プロセスでは、工場内の上流の製品・中間品が下流の製品の原料になることがごく普通にあり、また下流の製品が上流の製品の原料になることもしばしば起きる（Fig. 1）。

このようなCFPの計算を数式化すると線形の多元連立方程式となる。その解法としては、ガウスの掃き出し法のように行列式を使って解析的に解く方法もあるが、CFP-TOMOでは同じ計算を繰り返して数値的に解く「反復法（直接代入法）」を採用した。直接代入法はプログラミングが容易であり、実際に、製造工程が長い場合や収束計算になる場合でも、問題なく計算が完了する。

本システムは、実用面を重視して、データ入力が完全でない場合でも計算を進める思想で設計しており、データが不足している品目にはレポートに「フラグ」を表示してCFP-TOMOの利用者に詳細の確認を要求する仕様としている。Ver1.0では算定完了にかなりの時間を要したが、Ver2.0でフラグ処理のロジックを最適化することで、計算時間を大きく低減した。千葉工場では約10,000品目のCFPを一度に算定しており、当初計算に約10時間かかっていたが、現在は1時間弱と大幅に短縮することができた。

(2) 副生物の取り扱い

化学製品のCFP算定の困難さの二つ目は副生する有価物が多いことである。例えば、副生製品や副生蒸気、燃料として利用する副生廃油、未反応原料などで、これらは一般に原価計算において負の数量が入力され、それぞれ単価をかけて足し算（実質引き算）することにより、主製品の製造コストがその分低くなるという計算が行われる。

CFPの計算においては、必ずしもこの方法が適切ではない。筆者らは全工場のBOMを精査し、各副生物の性質やBOMの記述方法によって最も合理的な計

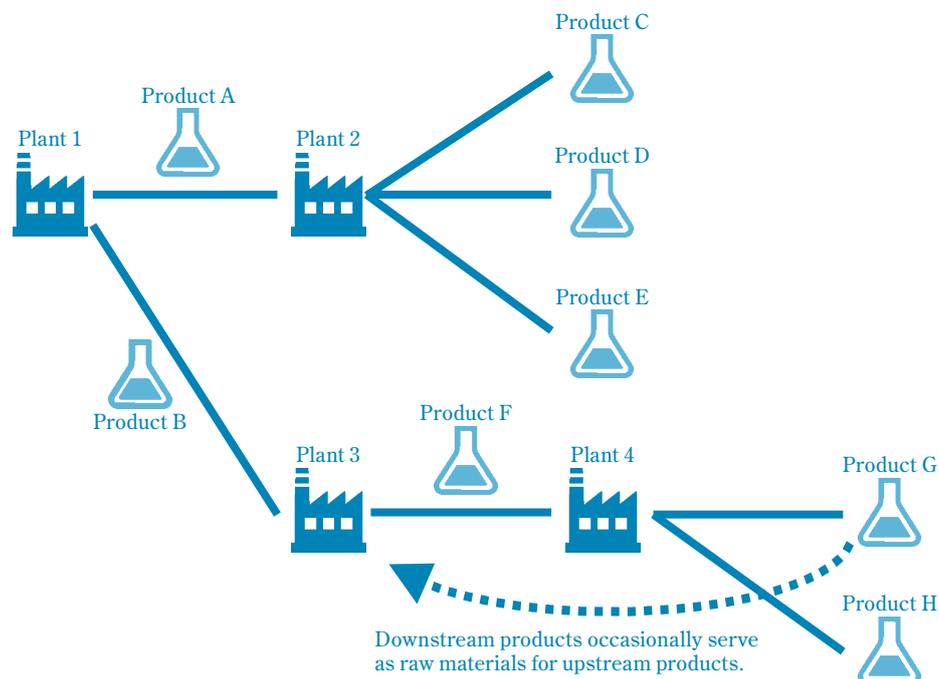


Fig. 1 Material flow in a chemical plant

算方法はどうかあるべきかを検討し、それをシステムに組み込んだ。結果として、最も標準的な考え方であるGHG排出量を主製品との間で重量配分する方法の他、経済価値に従う配分、ゼロ評価、システム拡張など11種類の算定方法が必要であると見だし、メニューとして用意した (Table 1)。ユーザーは、それぞれの副生物について適切な計算方法を選択してCFPを算定する。

4. CFP-TOMOの展開

CFP-TOMOは当初からグループ会社での使用を念頭に置いて、英語でシステム開発した。説明資料やマニュアル、および紹介動画と詳細説明動画は日本語版と英語版を作成した。加えてマニュアルは韓国語、台湾語、中国語にも翻訳し、参考資料として提供している。既に海外を含むグループ会社へのシステム提供を進めている。

さらに当社では、CFPの算定は競争領域ではなく協調領域であるという考えのもと、社会全体でのカーボンニュートラルの実現に向けた貢献の観点から、CFP-TOMOを他社に無償で提供している⁶⁾。

2023年5月時点で化学業界を中心に、国内外70社以上がCFP-TOMOを使用している状況である。また、CFP算定の普及と拡大に向けては、前述の日化協のCFP算定ガイドラインとCFP-TOMOを合わせて利用することで、化学産業全体でのカーボンニュートラルに向けて相乗効果が期待できることから、日化協との連携を開始している。連携の第一歩として、日化協の技術委員会の会員企業を対象に、日化協を通じてCFP-TOMOを提供している。

CFP算定の課題

当社ではCFP-TOMOでのCFP算定において、主に2次データを使用しており、具体的には国立研究開発法人産業技術総合研究所 (産総研) のライフサイクルインベントリデータベースIDEA v.3.1を用いた。しかし当社が扱う化学原料は多種多様で5,000種に及び、データベース値がない原材料の方が多い。より実態に近いCFPを算定するためには、サプライヤーからの1次データ提供が必須であり、今後サプライヤーとの連携を加速していきたい。

またカーボンニュートラルの実現に向けて、リサ

Table 1 Allocation in CFP-TOMO

	By-product	Evaluation Method	By-product CFP
STD	Co-product	Allocation based on mass	Same as main product CFP
VAL	Co-product (Economic Value)	Allocation based on economic value (When price ratio is larger than 5)	Different from main product CFP
ZERO	Byproduct (oil, gas, and solid) used as fuel	Set as zero	Zero
SY-EX	Generated steam, generated power, etc.	Minus evaluation using the GHG emission factor calculated at another process (“System Expansion”)	Same as CFP calculated at another process
UNR	Unreacted raw materials	Same as virgin material	Same as raw material CFP
SUB1	Sub-standard product	System expansion calculation using the GHG emission factor of the designated representative grade	Same as main product CFP of representative grade
SUB2	Sub-standard product	Allocation with mass based on the BOM of each grade. This value is not used for other calculations to avoid contradiction.	Same as main product CFP
SUB1- VAL	Sub-standard product (Economic value)	Similar to SUB1 with economic value allocation	Same as substandard product CFP of representative grade
SOL	Recovered solvent	Plus/Minus balancing before CFP calculation	Not calculated
REC	Mixture containing solvent to be recovered	When the independent solvent recovery process BOM exists, the GHG emission factor of pre-recovery mixture in the main process BOM should be set considering its concentration.	Input by user
PREM	Precious metals to be recovered	GHG emissions factor of the precious metal as an input	Input by user

イクルの拡大は最重要取り組みのひとつであり、当社でも研究開発が進められている。ただし、リサイクル材のCFP算定方法については、焼却回避によるGHG排出削減効果をCradle to GateのCFPにどのように表現すべきか、学会や業界でも議論が続いており、まだ明確な結論が出ていない。筆者らは、この分野で先行する欧州の化学業界の動きを注視するとともに、アカデミアや同業他社との議論を進めている。

おわりに

CFPへの関心の高まりと共に、昨今さまざまなシステムが開発・販売されている。ブロックチェーンを介した、CFPのサプライチェーン連携なども進みつつある。しかしながら化学業界の特性を理解した上で、適切に化学製品のCFPを算定できるシステムはほとんどないと言える。一方で、社会のあらゆる産業のCFPは、上流にさかのぼると必ず化学品をはじめとする素材にたどり着くことから、化学産業がCFP算定に取り組むことは非常に重要である。この点で、当社が果たした役割は大きいと自負している。

CFPの算定は重要な一歩であるが、それだけではカー

ボンニュートラルにはつながらない。次のステップとして、CFP算定結果を理解し、GHG排出が多い“ホットスポット”を特定し、削減につなげていく取り組みこそが本質的に重要であり、当社でも他社においてもCFP-TOMOが活用されることを期待している。

引用文献

- 1) JETRO, “製品ライフサイクル全体で循環型経済を推進 (EU)”, <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2020/0601/c648d5d12f7ec61a.html> (参照 2023/3/22).
 - 2) JETRO, “欧州委、循環型経済に向けたバッテリー規制の改正案発表 (EU)”, <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/47bc18d866bce008.html> (参照 2023/3/22).
- JETRO, “『欧州グリーン・ディール』の最新動向 (第2回) 政策パッケージ「Fit for 55」におけるカーボン・プライシングと再生可能エネルギー関連政策”, https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/862f1a922a2742b1/20210051_01.pdf (参照 2023/3/22).

-
- 3) Together for Sustainability, “Product Carbon Footprint Guideline by Tfs”, <https://www.tfs-initiative.com/how-we-do-it/scope-3-ghg-emissions>(参照2023/3/22).
 - 4) 経済産業省, “カーボンフットプリント レポート”, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_footprint/pdf/20230331_2.pdf (参照2023/4/21).
 - 5) 経済産業省, “カーボンフットプリント ガイドライン”, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_footprint/pdf/20230331_3.pdf (参照2023/4/21).
 - 6) 住友化学, “製品カーボンフットプリント (CFP) 算定ツール CFP-TOMO”, https://www.sumitomo-chem.co.jp/sustainability/information/cfp_tomo/ (参照2023/3/22).