

不動産事業における「建設時GHG排出量算定」の検討について

三井不動産エンジニアリング株式会社 プロジェクト本部 副本部長
 (一般社団法人不動産協会/建設時GHG排出量算定マニュアル検討会委員) 中村 仁

1 はじめに

近年、温暖化防止のための国際的枠組み「パリ協定」が採択され、2021年4月に政府が脱炭素に向けた新たな目標を掲げるなど、気候変動に対するグローバルな関心と対策の重要性が一層高まっています。こうした流れを受け、不動産事業、建設事業の各企業も温室効果ガス（GHG）排出量削減の中長期目標を設定するなど、具体的な取組みが加速しています。

三井不動産グループでは、2020年12月に温室効果ガス排出量（GHG）の中長期目標を設定しました。更に、2021年11月に具体的なアクションを実行するべく、2030年度のGHG削減率目標を40%（2019年度比）に引き上げるとともに、2050年度のネットゼロ達成のため、「脱炭素社会の実現に向けたグループ行動計画」（以下、「行動計

画」という）を策定しました。

「行動計画」の一つが、建築時のCO₂排出量削減に向けたサプライチェーン全体でのパートナーシップ強化です。建築時CO₂排出量を把握するツール整備や、建設会社等へ削減計画書提出を義務化するなど、建設会社や部資材メーカーを巻き込んだサプライチェーン全体でのCO₂削減を推進することとしました。

その具体策として、2021年末より「建設時GHG排出量の算出方法」について、三井不動産・三井不動産エンジニアリング・日建設計の取組みとしてスタートし、2022年3月末にその内容をプレスリリースしています。

並行して、2022年9月に（一社）日本建築学会「脱炭素都市・建築タスクフォース」においてこの取組みについて報告させていただいたところ、同業数社から同じ課題意識をお持ちである旨の反応をいただきました。これを受けて、2022年11月

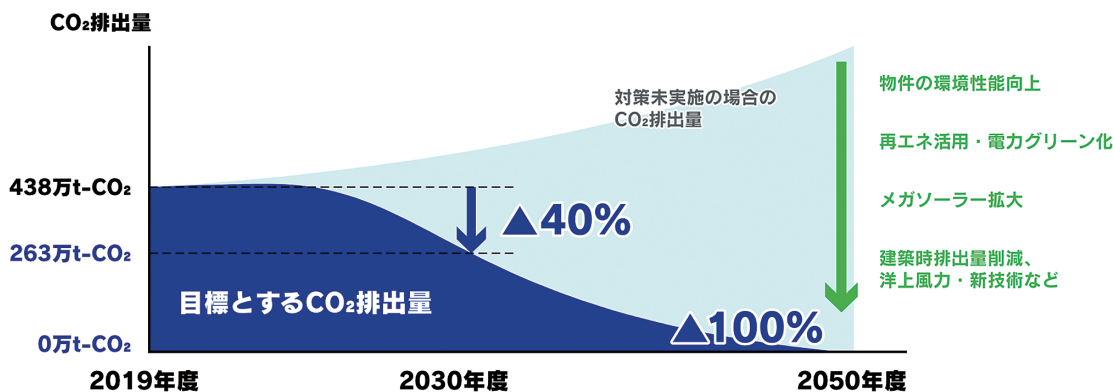


図1 排出量削減の目標設定

から（一社）不動産協会内に有識者を交えた検討会を組成して同業他社の方々と議論を深めているところです。2023年4月以降、当面は（一社）不動産協会内でマニュアルを公開し、協会会員会社の任意による運用開始の予定となっています。

本稿では、不動産事業における「建設時GHG排出量算定」の検討についてご紹介させていただきます。

2 GHG排出量削減に向けたサプライチェーン連携と算定ルールの必要性

現在、多くの企業が参加する国際的な温室効果ガス排出量(GHG)削減/目標達成イニシアティブであるSBT (Science Based Targets)¹では、自社 (Scope² 1、2) だけでなくサプライチェーン (Scope 3) からのGHG排出量の削減も求められています。当社グループにおけるScope 3には建設時（上流）と運用時（下流）がありますが、建設時が全体排出量の約半分を占めてお

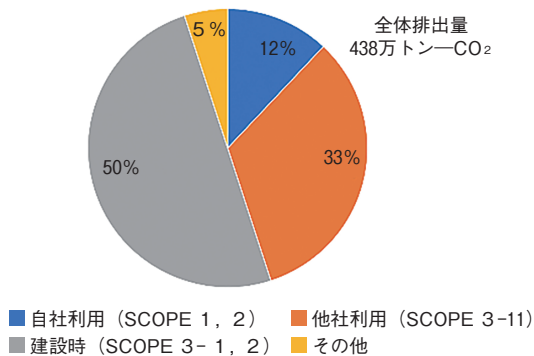


図2 SBTに基づく当社グループの温室効果ガス排出量 (2019年度分)

- 1 パリ協定（世界の気温上昇を産業革命前より2℃を十分に下回る水準（Well Below 2℃）に抑え、また1.5℃に抑えることを目指すもの）が求める水準と整合した、5年～15年先を目標年として企業が設定する、温室効果ガス排出削減目標のこと。
- 2 Scope 1：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）
Scope 2：他社から供給された電気・熱・蒸気の使用に伴う間接排出
Scope 3：1、2以外の間接排出（事業者の活動に関連する他社の排出）
更にカテゴリが細分化されている。

り、削減目標達成のためにはサプライチェーン全体で連携しながら建設時GHG排出量を削減していくことが不可欠となっています。

建設時GHG排出量削減に向けた行動の第一歩は排出量の算定・把握です。そのあり方について検討を始めました。

注：建設時GHG排出量については、EN規格³で定めるEmbodied Carbon⁴の中のUpfront Carbon⁵と同じ範囲であると捉えています。

3 建設時GHG排出量算定上の課題

GHG排出量算定方法のグローバルスタンダードとしては、SBTが準拠する「GHGプロトコルSCOPE 3 算定報告基準」が策定されており、日本では環境省/経済産業省がこの基準に基づいて「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン」（以下、「基本ガイドライン」という）を発行しています。

基本ガイドラインでは「排出量＝活動量×排出原単位」を算定の基本としており、現在の当社グループにおける建設時GHG排出用の算定方法は、「排出量＝総工事金額（＝活動量）×排出原単位[kg/円]」となっています。この手法は、統計的に求められた「産業連関表」を参照し、企業活動における金額からCO₂排出量を推計する方法として、世界でもあまり類を見ない非常に優れた手法です。

しかし、建設時GHG排出量の削減を目的とした場合、この算定方法には以下のような課題があることが分かりました。

①物価変動や契約の状況により工事金額が変わっ

- 3 European Norm. EU域内における加盟国相互の貿易円滑及び産業水準の統一を狙った規格。欧州電気標準化委員会 (CENELEC：電気工学)、欧州電気通信標準化委員会 (ETSI：電気通信)、欧州標準化委員会 (CEN：その他) の三つの組織が策定。
- 4 「資材製造」、「建設」、「運用」、「廃棄」までの建物を建築・維持時に排出されるCO₂。運用時のエネルギー利用、水利用は含まない。
- 5 「資材製造」時の原材料調達から輸送・加工、「建設」時の資材輸送から建築までの建物の稼働前に排出されるCO₂。

てしまうと排出量も変わってしまう。

- ②工種別、資材別の排出量の内訳が把握できないため、削減計画が立てられない。
- ③資材毎や工種毎に排出量削減の取組みを行っても削減量を数値に反映できない。

4 「資材数量方式」の必要性和日本建築学会「建物のLCA指針」の活用

現状の算定方法「排出量＝総工事金額（＝活動量）×排出原単位[kg/円]」の課題を解決するには、工種や資材別にGHG排出量を算定する「資材数量方式」（排出量＝Σ（資材数量または金額×排出原単位））による計算とする必要があります。

「資材数量方式」で算定して排出量を可視化することにより、建設時サプライチェーンにおける排出量削減ポテンシャルがどこにあるかを把握し、効果的な削減目標の設定が可能となります。また、企業による削減努力を数値に反映することも可能となり、削減量を経時的に追跡して進捗管理をすることや類似物件との比較検証をすることも可能となります。

「資材数量方式」による建設時GHG排出量を算定できるツールは複数あるようですが、工種別、資材別の物量や工事金額と国内の統計データに基づいた排出原単位の積上げ法で算定できる（一社）日本建築学会の「建物のLCA指針」を活用することが最も適切であると以下の理由により判断いたしました。

- ①特定の企業ではない公的学術機関により公平な視点で作成され、適宜更新されていること。
- ②学会により作成された原単位データベースは、「基本ガイドライン」の示す要件を満たしており、信頼性（データ典拠・情報源（産業関連表に紐づいている））、代表性（時間、対象地域、技術）が高く、かつ建設時サプライチェーンの実務算定者が容易に入手できること。
- ③表計算ベースの入力操作による計算によって工

種別、資材別にGHG排出量の算定・可視化ができる計算ソフトがあること。

図3は現状の算定方法と資材数量方式による算定方法の違いのイメージです。図の左側のように一つの数字だったものが、見積内訳の資材数量を活用することで工種や資材別の排出量に見える化されるというものです。

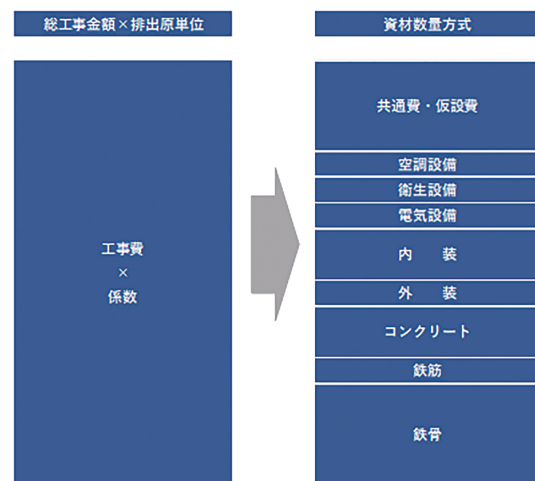


図3 算定方法の変化のイメージ

5 「マニュアル」策定の必要性

しかしながら、「建物のLCA指針」は様々な使用目的に応じられるように入力方法の自由度が高いため、利用者・算定者によって結果のばらつきが生じやすくなっています。そこで「建設時GHG排出量の算定」に携わる建設業界の実務者が同じルールで算定できるよう、以下のようなポイントにフォーカスした「マニュアル」の策定を行いました。

①解説などの充実

LCA算出などに関する実務者向けの情報を充実させ、理解を進みやすくした。

②入出力ツール

算出に用いる部材の仕訳や数量把握、それらの結果をまとめて計算、結果を分かりやすくグラフなどにアウトプットするエクセルシートを準備し、取りかかりやすくした。

③算出範囲の定義

事業費と整合する範囲の算出を明確化、物件比較範囲の明示（確認申請範囲等）。

④バウンダリー定義

SBT認証のバウンダリーと整合させるよう、海外消費まで含むように定義。

⑤原単位の工夫

建築学会DBを基本とし、一定の条件で他の原単位を利用するルールを示した。

⑥施工時削減の反映

現場管理費に紐づく仮囲い内の施工時エネルギー（軽油・電力）消費の反映。

で、一部の鉄骨を電炉材へ変更した場合の削減量が推計できます。コンクリートも部分的にB種コンクリートなどへ変更した場合の削減量が推計できます。

表1 資材別の排出量（例）

	工種	資材	排出量	割合
			kg-CO ₂ /m ²	%
1	建築	3.3 鉄骨	249.0	23.8%
2	建築	5.1 内部床	106.0	10.1%
3	建築	3.1 コンクリート	89.5	8.5%
4	建築	5.3 内部開口部	37.0	3.5%
5	建築	5.2 内壁	34.3	3.3%
6	建築	3.4 鉄筋	33.4	3.2%
7	建築	2.2 杭・基礎	25.5	2.4%
8	建築	5.9 内部雑	25.2	2.4%
9	昇降機	1.昇降機設備機器	24.5	2.3%
10	建築	3.9 その他	23.9	2.3%
11	建築	4.2 外壁	19.6	1.9%
12	電気	11. 雑材	16.6	1.6%
13	空調	4.2 パッケージ型	15.7	1.5%
14	空調	10.3 計装工事	14.0	1.3%
15	電気	1.1 キュービクル	14.0	1.3%

注 図4と表1は参考に掲載した算定結果のため、数値は一致しない。

6 算定のアウトプット

モデルビルの算定結果は以下のようになります。

- 用途：オフィスビル
- 延床面積：3,000坪
- 規模：地上11階地下なし 高さ約60m
- 主体構造：鉄骨造
- 外装：ECPパネル、アルミサッシュ窓

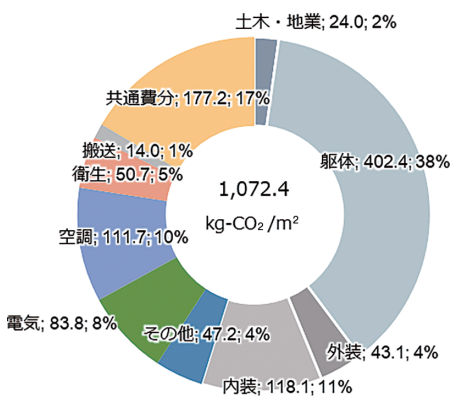


図4 排出量と工種別の比率

建築・電気・機械等工種別の排出量を見ると、躯体、外装、内装が大きいことが分かります。ここで、削減に有用となるのは、資材別の情報です。モデルビルは鉄骨構造であるため24%が鉄骨由来です。すべて高炉材を用いている前提なの

このように計算してみると、意外な事実が分かりました。それは、内部開口部と内部床の排出量が大きかったことです。内部開口部は鋼製建具が主であり、内部床は鉄とコンクリートによるOAフロアです。排出量の大きい素材を使っているために当たり前と言えば当たり前ですが、数値として見える化されると、今後の設計や新たな製品（木製建具や木製OAフロア等）の開発モチベーションに繋がるのではないかと期待されます。

7 算定方法の広がり

前述のとおり、総排出量が把握できる算定方法として現状の「総工事金額×排出原単位」による算定から、「建物のLCA指針」を活用して、事業主として発注した工事全般にわたって、できる限り細かく資材数量で入力を行い、一定の精度で工種別、資材別の排出量算定を行う「資材数量方式」へ切り替えることで、幅広くサプライチェーン全体の排出量削減の検証に繋げることを目指しました。これを「詳細算定法」と呼んでいます。

一方で、いくつかの事例の試算の結果、この算定には多大な時間と労力が必要となり、この算定マニュアルが多く事業者のサプライチェーンで汎用的に使われるためには、必要最小限の入力で一定レベルの精度の算定ができる方法も必要であると考えられました。

複数の物件で試算分析を実施したところ、建築の主要工事細目（土工・地業、躯体、内部仕上、外部仕上等）の排出量を合算すれば、建物の用途や規模によらず建設時GHG排出量の概ね6割～7割を把握できることが判明しました。これらの主要工事細目だけを資材別に資材数量で入力し、残りは「建物のLCA指針」で示された金額から推計される排出量で入力して加算した場合でも、算定精度の差が概ね10%前後程度であることが分かりました。これを「標準算定法」と呼んでいます。

事例研究や用途別の標準原単位の策定、新しい技術の検証等については「詳細算定法」を用いる必要がありますが、実務的には以下のような理由から「標準算定法」を主に利用すべく策定を進めています。

- ①事業者の算定目的は、工種・資材別の排出量を数値化し、より排出量の少ない工法・部材へ変更することによる削減効果を得ることにあるが、現段階では、部材等の排出量を表す「原単位」がまだ十分そろっていないために、実務的には排出量が多い鉄やコンクリートといった主要部材の削減効果の定量化が中心であること。
- ②算定に取り組みやすい状況を作ることが優先される時期であること。

更に、設計の初期段階において、地下工事の有無、フレームの評価、コンクリート等資材の選定等排出量を大きく左右する構造躯体のあり方を評価しやすくなるように、躯体だけの資材数量を算入して、残りは「建物のLCA指針」で示された金額から推計される排出量を用いた「簡易算定法」も定義しています。こうして建設ステージ・

算出の目的に合わせて算出方法を選べるようにしました。異なる算出方法で算出された数字は等価に比較することはできませんが、原単位などは同じものを用いているので、設計や施工の計画を進める上でよい羅針盤になると期待されています。

8 本マニュアル策定の課題

本マニュアルはまだ試行段階にあり、現時点での主要な課題は以下のとおりです。

1) SBT等のグローバルな認証との関係

本マニュアルを用いた計算によりSBT認証を得られることはまだ確認できていません。認証機関から認めてもらうのか、SBTの審査を行う監査機関から認めてもらうか、などいくつかの方法が想定されており調査中です。また、国際基準となっているGHG排出量算定方法との整合性、脱炭素化を中心に世界的な潮流となるESG投資⁶に活用できるグリーンビルディング認証（LEED）⁷等との連携等も重要な課題となっています。

例えば、算定範囲についてもしっかりした整理が必要です。「建物のLCA指針」をベースにした算出方法では、EN規格A1～A5、工種も建築、設備、施工などすべてを含み、原単位には「産業関連表」の考え方である波及効果を含んでいます。一方でLEED認証では、ISO準拠の原単位や計算方法を用いるという点が大きく異なりますが、原単位は一次データが基本であり、範囲はA1～A3、部位としては建築躯体と外装が評価の対象であるといった違いもありますし、このような算定範囲の違いは、各国の算定基準や認証機関でも考え方が異なることがあるようです。こうした算定範囲別の算定にも対応できるような仕組みの検討も進めています。

6 環境・社会・企業統治に配慮している企業を重視・選別して行う投資のこと。

7 人や環境について考慮した建物（グリーンビルディング）を評価する国際認証制度のこと。

2) 原単位の充実

「建物のLCA指針」に納められている原単位はまだ種類が少ないため、様々な建物における様々な資材の状況を反映し、資材の選択による削減効果を算出するには十分ではありません。既存のLCAデータベースや企業が提供するEPD⁸等の参照・取込、製品毎の複合原単位等の整備、米国などでも取組み事例がある業界標準値のような考え方等、様々な取組みを通して原単位を充実させ、算定と削減効果の確認が進めやすくなるような環境の整備が必要となっています。

3) カーボンオフセット

現在、Scope 3算定における炭素貯蔵の評価については様々な議論がなされていますが、具体的な評価方法は未だ定まっておられません。しかし昨今、建築物において木材による炭素貯蔵の重要性が指摘されており、炭素貯留の考え方、クレジット活用の考え方についても検討を進めていきたいと考えています。

4) 利用者のリテラシーの醸成

GHGは測定が困難です。算定結果については、「Scope 3算定は多くの場合、絶対の正しい方法、値は存在しません。」（出典：「スコープ3排出量算定の考え方について」CDP Worldwide-Japan、2022年5月19日）とあるように、分析精度と評価の限界に考慮して解釈する必要があります。

現状、国や都市、研究機関、評価機関においても基準や原単位の取扱いが異なっているという状況です。本マニュアルの利用にあたっては一定のルールの下で運用し、細かな数字に拘泥せず、「相場観」、「項目と規模を把握し削減に取り組むための指標」等を求めることが重要であると認識しています。幅広い選択肢の中で逐次適切な選択を行いながら算出し削減に取り組むという、利用

者のリテラシーの醸成が非常に重要な課題となります。

9 おわりに

（一社）日本建築学会「建物のLCA指針」という日本で唯一かつ貴重な研究成果を活用させていただいて、一定の算定結果は得られるようになったとはいえ、まだまだ課題が多い算定手法ではあります。（一社）不動産協会における活動を起点に、学識経験者との協働による様々な研究や建築時のCO₂排出量削減に向けたサプライチェーン全体でのパートナーシップの強化に今後も取り組んでまいります。

8 Environmental Product Declarationの略称。環境製品宣言と訳され、ISO14025に規定されるタイプⅢの環境ラベル。商品やサービスに関する関連する検証済の環境情報をライフサイクルの観点からまとめた報告書。