

建築物からのライフサイクルCO₂排出量ゼロへのチャレンジ「T-ZCB」

大成建設株式会社 サステナビリティ経営推進本部環境経営推進部環境共創推進室長 重見 聡一

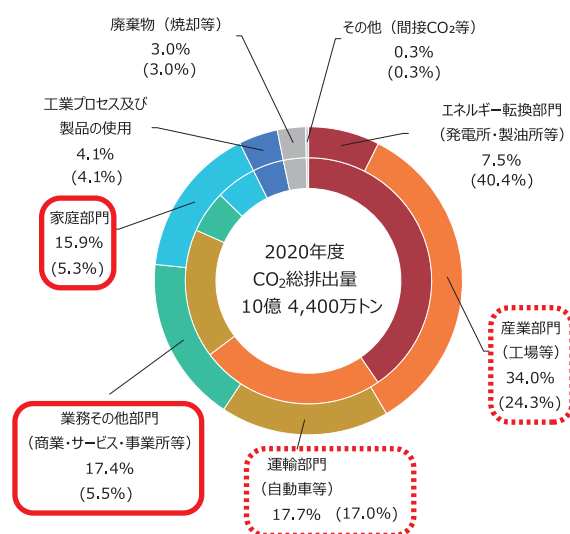
1 背景・取組み意義

再生エネルギーや低炭素燃料の開発・EVの普及など、2050年のカーボンニュートラル実現に向けた取組みが各地・各業界で進行している。最近では、世界情勢の不安定化やエネルギー価格の高騰で、脱炭素どころではないとの風潮もあるが、経済安全保障の観点でも再生エネルギーの重要性が再認識されているため、今後、更にカーボンニュートラルへの取組みが加速していくと考えられる。

我が国のCO₂排出量全体（2020年度10.44億t：図1参照）のうち、工場や自動車などから排出されるCO₂が大きいことは社会的によく知られているところである。

一方、建築物の運用に関わる排出量を明確に捉えることは困難であるものの、「家庭部門」「業務その他部門（商業・サービス・事業所等）」の排出量の多くの部分と、「産業部門（工場等）」の一部の排出に含まれていると考えれば概ね3分の1と考えられ、大きなウェイトを占めていると想定できる（図1）。

また、本誌読者の多くが関わっておられる「建設資材」に係る排出量については、当社が想定した標準モデル上、建物ライフサイクル全体の約15%を占めている。事務所等、一般的な建物の運用期間は60年と想定している中での比率であり、「建設資材」の排出量の大きさをご想像いただけ



(注1) 内側の円は、電気・熱配分前の排出量の割合（下段括弧内）。
外側の円は、電気・熱配分後の排出量の割合。
(注2) 統計誤差、四捨五入等のため、排出量の割合の合計は必ずしも100%にならないことがある。

図1 環境省2020年度（令和2年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について

出典：環境省「2020年度（令和2年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について」P.17より

るのではないだろうか。

これらより、運用段階のみならず、建築物のライフサイクル全体のCO₂排出量削減が重要であることがご理解いただけるであろう。

更に、大阪大学下田教授が本誌115号（2022.1）で述べられているとおり、「建築は寿命が長く、おそらく2050年の風景の半分程度は既にできている状態」だと考えられる。現在計画・設計中の多くの建築物は、国がカーボンニュートラルを謳う2050年でも存在し続けることを踏まえると、一刻も早く建築物の脱炭素化を目指す必要があること

を実感していただけるのではないだろうか。

そのような中、現状、主に戸建て住宅に関するカーボンニュートラルの取組みが先行し、既にLCCM（ライフサイクルカーボンマイナス）住宅の評価方法は確立されている一方、非住宅建築物に関する「ゼロカーボンビル」に関する評価方法はまだ確立されておらず、取組みが後手に回っている。

そこで、当社は非住宅建築物の脱炭素化を推進するため、ライフサイクル全体のCO₂排出量評価システムとして「T-ZCB（ゼロカーボンビル）」を開発し、当社グループ次世代技術研究所の新築に適用することでゼロカーボンビル実現に向けた取組みをスタートした。

2 T-ZCBと「ゼロカーボンビル」のポイント

建設資材の調達や施工から、建物竣工後の運用・修繕段階、解体に至るまでのCO₂排出量がライフサイクルで実質ゼロとなる建築物を「ゼロカーボンビル」と定義している。その実現は簡単ではないが、当社の目指すべき商品・サービスの象徴として、まずその評価システム「T-ZCB」を開発し、CO₂削減状況に応じた建物の評価指標を設定することで、ゼロカーボンビルそのものの実現・普及を目指している。

主なポイントは以下の3点である。

①「ライフサイクル」の「CO₂排出量」で建築物を評価

T-ZCBは建築物の「ライフサイクル全体」の「CO₂排出量」を評価している。これに対し、国が普及を推進し、少しずつ数を増やしている「ZEB」（ゼロエネルギービルディング）は、建築物の「運用段階」の「エネルギー消費量」の1年間の収支を評価したものとなっている（図2）。

このようにT-ZCBは、建築物に関連するCO₂排出量を直接評価することが可能なシステムとなっており、ZEBの考え方を、建築物の脱炭素化に向けて、更に進めたものと言えることができる。

②CO₂削減状況を「見える化」し、削減比率に応じたゼロカーボンビル目標を設定

建設を計画している建築物について、標準的な設計に基づくライフサイクルCO₂排出量と、採用するCO₂削減技術に応じたCO₂削減量を「見える化」することに加えて、目標を段階的に設定することで、敷地条件や予算等の制約・技術革新状況等に応じた目標設定が可能となっている。

これは、現在の技術・一般的な建設予算では、「ライフサイクルCO₂排出量がトータルで実質ゼロ」となるような「ゼロカーボンビル」の実現が非常に難しいことから、それを実現する前段階の目標も設定し、ゼロカーボンビルへの取組みを容易にすることを目的としたものである。

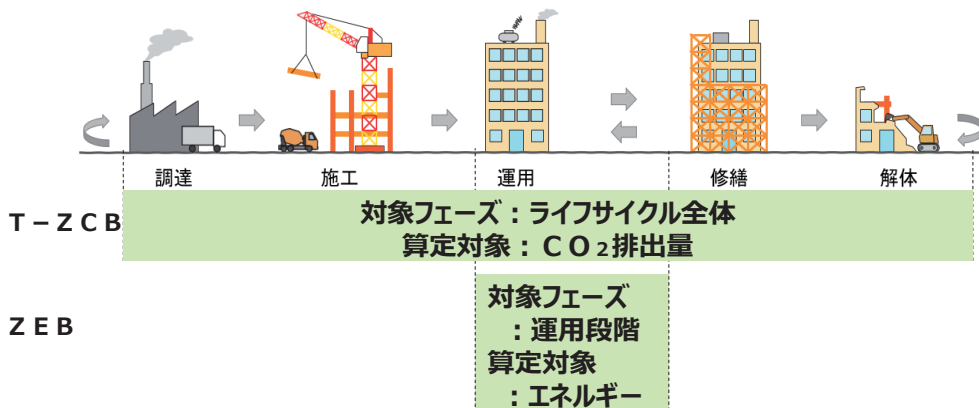


図2 T-ZCBとZEBの評価対象の違い

③建築物のライフサイクルCO₂削減の取組みをサプライチェーン全体で促進

T-ZCBの運用を進めることで、ゼロカーボンビルを実現するための具体的な活動にも繋げることができる。

建築物のライフサイクルCO₂排出量を削減することは、当社だけでは決して実現できないことである。異業種企業の皆様とも協働しながら、サプライチェーン全体での建築物の脱炭素化に繋げていくことを予定している。

T-ZCBに基づくCO₂排出量評価の中で、どのフェーズで、何に取り組むと、どれくらいのCO₂削減効果があるかを定量的に示すとともに、様々な脱炭素技術の具体的な採用シーン・コストを意識して進めることで、より効果的な技術開発を促進することを目指しているものである。

3 T-ZCBの概要

①T-LCAシミュレーター CO₂

「T-LCAシミュレーター CO₂」は、建築物の初期計画段階からライフサイクルCO₂排出量を容易に算出できるツールである。まず、計画している建物を標準的な建築物として設計した場合のCO₂排出量を計算し、次に、採用する脱炭素技術によって削減されるCO₂排出量を算出して、標準設計の場合の数値と比較し、CO₂削減割合を表示するものである。

主な特長は以下のとおりとなっている。

- ・早期にかつ容易に算出・評価可能

本ツールは、『建物のLCA指針』（(一社)日本建築学会から発行されている、建築物のライフサイクルにおけるCO₂排出量評価の指針）に準拠した評価体系を維持しつつ、当社独自の評価手法と蓄積したノウハウを利用することにより絞り込

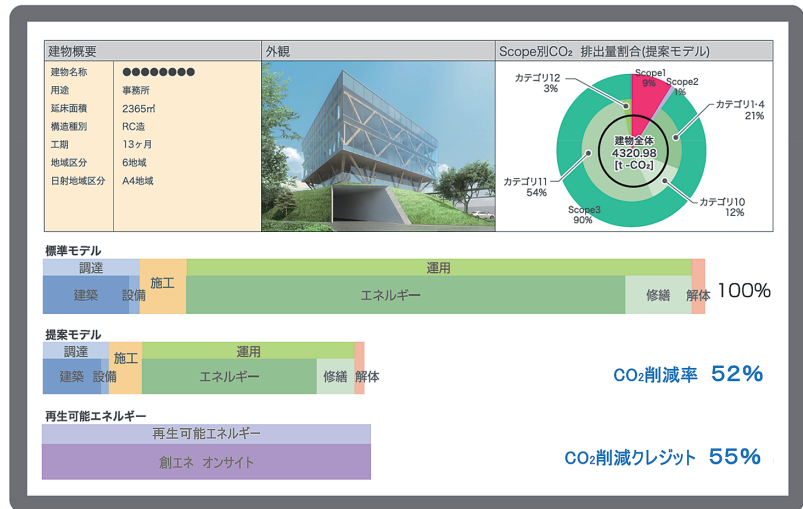


図3 「T-LCAシミュレーター CO₂」によるLCA全体評価

んだ約40項目から、短時間で容易に概算値を算出し、評価することが可能となっている（図3）。

- ・フェーズ毎のCO₂削減策を考慮した検討が可能

本ツールの適用により、建築物ライフサイクルの段階毎に設定されたCO₂削減策を選択することで、CO₂排出量や削減効果が算定できるため、初期検討段階からCO₂削減策を考慮した設計案の検討が可能となる（表1）。

表1 調達フェーズのCO₂削減評価例

調達フェーズ					
建築分野			設備分野		
番号	資材	削減率	番号	設備機器	削減率
1	CO ₂ 吸収RC	0.40%	1	ビルマル減	0.20%
2	高炉セメント	0.70%	2	照明減	0.10%
3	電炉鋼	0.60%	3	ダクト・配管再生	0.08%
4	木質化	2.20%	4		
5	グリーン調達品	0.20%	5		
6	緑地化	0.10%	6		
7			7		
8			8		
合計		4.20%	合計		0.38%

②T-ZCBチャート

T-ZCBチャートは、T-LCAシミュレーターCO₂の算定結果をグラフで表示するものである。横軸を年数、縦軸を累積のCO₂排出量として、標準的に設計した場合のライン・脱炭素技術を採

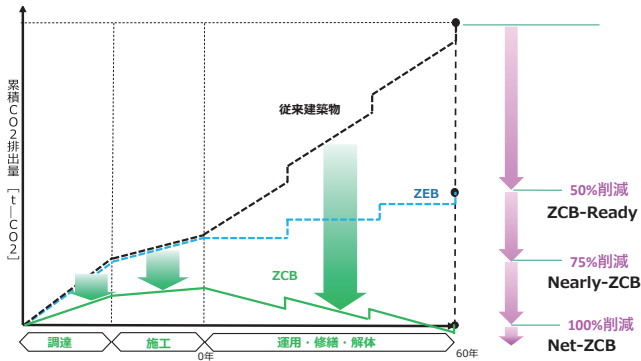


図4 T-ZCBチャート

用した場合のラインを表示し、ライフサイクル毎のCO₂評価を分かりやすく見える化したものとなっている（図4）。

これにより、建築物のライフサイクルにおけるCO₂の削減状況などを視覚的に把握することが可能となる。

また、段階的なゼロカーボンビルの普及・展開を目指し、標準的な設計からのCO₂削減率に応じてランク付けを行っている。具体的には、以下のとおりである。

- ・ 50%以上削減：ZCB-Ready
- ・ 75%以上削減：Nearly-ZCB
- ・ 100%以上削減：Net-ZCB

これは、お客様と対話しながら、立地や敷地条件・建設コストの制約などで、現状ではNet-ZCBが実現できない場合でも、手の届く目標を設定することで、できることから建築物の脱炭素化に着手することに繋げる意図がある。更に、将来的に新たなCO₂削減技術を導入することなども考慮した設計とすることで、長期的にゼロカーボンビルを実現していくことにも繋がるものと考えている。

もちろん、ZCB-Readyでさえ手の届かない物件も数多いことが想定される。その場合でも、お客様に対し、フェーズ毎の

脱炭素技術を体系的に提案することで、できることから脱炭素への取組みを開始することも可能となる。

4 ゼロカーボンビルを実現するための技術

建築物のライフサイクルCO₂を実質ゼロにすることは、当社の取組みだけでは実現できるものではない。ライフサイクルのすべてにわたるフェーズで異業種連携も含めて推進していく必要がある。

まず、現状、フェーズ毎に想定している様々な技術についてご紹介させていただく。

・設計・調達フェーズ：ゼロカーボン・デザイン

設計段階での使用資材の削減、低炭素型建材・長寿命化建材やCO₂吸収・固定建材の採用に加え、素材メーカー（セメント・鉄・プラスチックなど）や、商社、自治体・森林組合（木材）などの連携で材料製造時のCO₂削減への取組みを推進していく（図5）。

・施工フェーズ：ゼロカーボン・コンストラクション

掘削土量の抑制や専門工事会社と連携した重機の低燃費運転、建設機械メーカーと連携した低燃費・電動重機の開発・利用、作業所事務所のZEB化やLED照明の採用による電力消費量の削減、エネルギー関連企業と連携した脱炭素燃料・再生エネルギーの活用を進めている。また、施工時期や施工フェーズによって工事で使用する電力量が大きく変動するため、非化石証書やクレジット等を活用することによるCO₂排出量のオフセット

1 調達フェーズにおけるCO₂削減 ゼロカーボン・デザイン

<p>■ 資材の使用量削減</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄骨使用量の削減 (TASMO) ・ 杭本数の削減 など 	<p>■ 低炭素型建材</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄骨の電炉鋼採用 ・ 高炉セメントB種・C種の採用 ・ T-eConcrete® 	<p>■ 長寿命化建材</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 長寿命化外装の採用 (フッ素樹脂塗装PC板) ・ 長寿命内装の採用 (アスロック板、PC板) 	<p>■ CO₂吸収・固定建材</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ T-eConcrete®/Carbon-Recycle ・ 地場産木材利用
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

➡ グリーン調達の最大化 (主要4品目に加えて、内装・外装・設備も考慮)

図5 調達フェーズ：ゼロカーボン・デザイン

を図るなど、経済合理性も踏まえたCO₂削減を進めているところである（図6）。

・運用フェーズ：ゼロカーボン・オペレーション

自然換気・自然採光の活用、高効率機器の採用・断熱性能の向上等、様々なZEB化技術の採用、外構・屋上・壁面緑化に加え、高効率な太陽光発電パネルの開発など創エネルギーの導入を行っている。また、地中熱、CO₂回収・貯留技術の活用等、将来的な革新技術の導入も見据えて技術開発を推進していく（図7）。



図6 施工フェーズ：ゼロカーボン・コンストラクション



図7 運用フェーズ：ゼロカーボン・オペレーション

以上の個別技術に関連して、CO₂排出量を削減するカーボンリサイクル・コンクリートや、CO₂排出量を適切に把握するシステムなど、異業種連携でサプライチェーンにおける脱炭素活動が始

表2 2022年度のCO₂削減に向けた主な異業種連携一覧

リリース内容	連携先等
「埼玉県森林（もり）づくり協定」を締結	埼玉県、ウッドイーコイケ
船舶輸送を用いた大規模広域CCS（CO ₂ の分離回収・輸送・貯留）バリューチェーン事業の実施可能性に係る共同スタディの実施について	伊藤忠商事株式会社 三菱重工業株式会社 株式会社INPEX
「T-eConcrete®/Carbon-Recycle」に製紙工程で生じる炭酸カルシウムを活用	広島県内製紙企業
大成建設株式会社、BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS社、DR. TECHN. OLAV OLSEN社による、日本国内での浮体式洋上風力発電の開発に関するMOU（覚書）締結について	BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS社、DR. TECHN. OLAV OLSEN社
「カーボンリサイクル・コンクリートを用いた根固めブロック」の現場実証を開始	日建工学（コンクリート製品メーカー）
建設業向けCO ₂ 排出量計測管理サービスの開発に着手	リバスタ（IT）
CO ₂ を固定した炭酸カルシウムのT-eConcrete®への活用に向け伊藤忠商事株式会社・Mineral Carbonation International社と協業開始	伊藤忠商事株式会社・Mineral Carbonation International社
CO ₂ を炭酸カルシウムとして固定化する技術のカーボンリサイクル・コンクリートへの活用に関する共同開発契約を締結	アイシン（自動車部品等メーカー）

まっている。当社のCO₂削減に向けた主な異業種連携の一覧は表2のとおりとなっている。

5 T-ZCBを活用し、ゼロカーボンビルの実現に着手

埼玉県幸手市に計画している当社グループ次世代技術研究所の新築において、国内初のゼロカーボンビルの実現を目指して取組みを具体的に開始



図8 グループ次世代技術研究所（埼玉県幸手市）のイメージ

したところである。前章で触れた様々な技術を活用しながら、まずは自社グループ施設で実装し、実務上の問題点の洗い出し・その解決策の立案を進めながら、近い将来、お客様の施設での実現を目指していく。

6 ゼロカーボンビル実現の課題

ここまで、当社の「T-ZCB」の概要と「ゼロカーボンビル」実現のための取組みについて述べてきたが、現実としてはまだまだ課題が多いことも事実である。主な課題は以下のとおりとなっている。

- ・規制緩和：建築基準法上、T-eConcrete[®]（CO₂排出量削減に寄与する当社独自のコンクリート技術）が活用できる部分が限られている。今後、規制緩和により、その活用の幅を広げていく必要がある。
- ・材料調達・施工フェーズのCO₂削減：コンクリートの脱炭素に関する取組みや、低燃費運転に関する専門工事会社との取組みなど、一部の企業との取組みには着手しているが、建設時の使用量が大きい鋼材関連企業、燃料の燃焼によるCO₂排出量が大きい建設機械関連企業、エネルギー関連企業との連携など、サプライチェーン全体での脱炭素への取組みを更に進めていく必要がある。
- ・運用フェーズのCO₂削減：設備機器の効率化に基づく省エネ性能向上には限界があり、再生可能エネルギーや炭素固定等の技術活用が必須と想定され、脱炭素技術の更なる多様化が必要である。
- ・GHGプロトコル¹との整合性：CO₂削減に関する第三者保証を取得する場合、「GHGプロトコル」に則る必要があるが、現状、先に挙げている「CO₂回収貯留技術」や森林等によるCO₂吸収固定については削減手法として認められて

いない状況である。CO₂吸収固定を認めるかどうか検討中との情報もあり、その検討結果によっては、お客様がCO₂削減技術の採用可否を判断する際に影響があると想定されるため、今後の動向を注視していく必要がある。

- ・コスト抑制：カーボンプライシング・脱炭素技術の導入に対する補助金の支給等、政策的に脱炭素化を促進する方策が実施されているが、更なる導入が望まれる。また、脱炭素技術のコストダウンに向けた継続的な努力も必要である。
- ・認知度UP：ZEB（ゼロエネルギービル）でさえまだまだ普及しているとは言いがたい状況である中、ZEBを更に進めたゼロカーボンビルの知名度は更に低いのが実情である。建築物の脱炭素化実現のため、長期的に粘り強く取り組み、同時に効果的に社会に情報発信しながら進めていく必要がある。

7 むすび

当社内でZEBに取り組み始めた頃、その実現は無理だという意見もある中、粘り強くチャレンジを続けることで、当社技術センターにおいて国内で初めて都市型ZEBを実現することができた。その普及はまだまだ道半ばであるものの、社会的にも徐々に広がりを見せている。冒頭で記載したとおり、今後計画される建築物の大部分は、国がカーボンニュートラルを目指す2050年にも存在し続けることを考えると、ZEBを更に進めたゼロカーボンビルへの取組みを今始めることは、決して早過ぎるものではない。できるところ・可能性があるところから具体的な取組みを始め、連携先も増やしながら進めていく。

あわせて、価格競争力のある技術開発を行い、環境価値を社会にアピールしながら、ゼロカーボンビルの普及を着実に進めていく決意である。

1 GHGプロトコル：温室効果ガス（Greenhouse Gas：GHG）の排出量を算定・報告する際の国際的な基準