

# 電気設備のホールライフカーボン検討 ーデータベース整備 2024ー

Study on Whole Life Carbon on Electrical Installations – Date Base 2024 –

地球環境委員会

## 1. はじめに

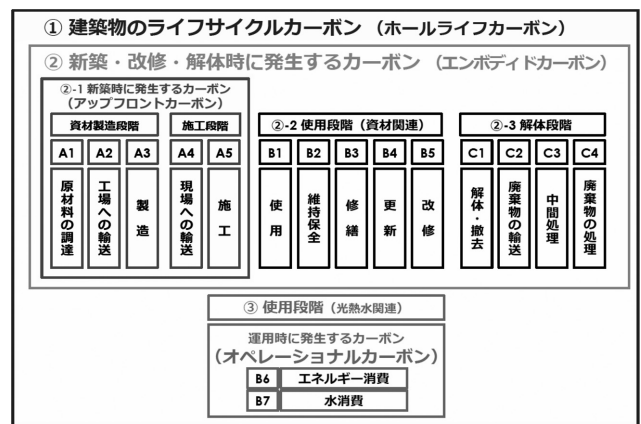
2050年カーボンニュートラルの実現に向け、使用時のエネルギー(オペレーショナルカーボン)だけでなく、新築・改修・解体時に発生するカーボン(エンボディドカーボン)の削減に向けた議論が急速に進んでいる。両者を合わせた建築物のホールライフカーボン(図-1)は、住宅・建築SDGs推進センター(IBECS)及び日本サステナブル建築協会(JSBC)を事務局として設置された「ゼロカーボンビル推進会議」を中心として検討が進められ、建築物ホールライフカーボン算定ツール(以下J-CAT/Japan Carbon Assessment Tool for Building Lifecycle)も2024年10月に正式公開されている<sup>1)</sup>。

電気設備学会地球環境委員会は、前身の地球環境を考慮した電気設備調査研究委員会(~2003年)から、電気設備のLCCO<sub>2</sub>、LCC削減の検討に取り組み、データベースの整備やケーススタディを学会誌並びにホームページで公開を行ってきた<sup>2)</sup>。

本稿では、電気設備分野のホールライフカーボンの算

出に必要となるデータベースを、J-CAT正式公開に合わせて最新情報として整備した内容を報告する(表-1)。

なお、誌面の都合で割愛した内容もあり、算定に関する留意事項はJ-CATマニュアル<sup>1)</sup>を、後述の詳細算定法の利用法は日本建築学会の「建物のLCA指針」「建築物のLCAツール」<sup>3)</sup>を併せて、ご覧いただきたい。また、各環境負荷低減技術の最新動向、LCCを含めた検討は別途報告するケーススタディを参照されたい。



ライフサイクルカーボンの枠組み (WBCSD, 2021)  
図-1 ライフサイクルカーボンの枠組み<sup>1)</sup>

表-1 本稿の構成

1. はじめに	
2. 算定の考え方	(1) 算定法の種類 (2) 詳細算定法
3. エンボディドカーボン算出用データベース	(1) データベースの構造 (2) 資機材別排出量原単位 (3) 資機材別数量の係数 (4) 更新同期・修繕率など (5) 代表的な資機材の質量例
4. その他の配慮事項	(1) A5(施工)のカーボン算定 (2) B1(使用)のカーボン算定(SF <sub>6</sub> ガス使用機器の扱い) (3) B6(エネルギー消費)のカーボン算定

## 2. 算定の考え方

### (1) 算定法の種類

J-CATには、簡易、標準、詳細の3つの算定法があるが、本稿では設備工事についても資材数量入力×排出量原単位で算出する「詳細算定法」で用いる電気設備関連のデータベースについて主として記載する。この考え方はJ-CAT詳細算定法に限らず、電気設備分野の各種技術のケーススタディにも適用できる。

表-2 算定方法別の入力項目

	概要	電気設備の扱い
簡易算定法	建築躯体等6工事細目の資材数量を入力	工事ごとの標準値 <sup>注1)</sup>
標準算定法	建築主要14工事細目の資材数量を入力	工事ごとの標準値 <sup>注1)</sup>
詳細算定法	可能な限り資材数量を入力	資機材数量×資機材別 <sup>注2)</sup> 排出量原単位

注1) 建物用途・規模に応じて設定されている。

注2) 文献1ではコード別排出量原単位となっているが、本稿では文献3の標準コード以外の資機材原単位も用いることを想定して資機材別という記載とした。

### (2) 詳細算定法

基本的な考え方を以下に示す。

なお、①～⑤中のアルファベット＋数値は図-1のWBCSDの枠組みの段階を、→後の項目番号は本稿内の参照先を示す。また、GHG排出量をカーボンの総称として説明するが、CO<sub>2</sub>排出量のみを対象とする場合は適宜読み替えを行う。

- ①新築時に資機材製造(A1～A3)と現場への輸送(A4)に伴って発生するGHG排出量は、資機材別排出量原単位(→3(2)項)に資機材数量(→3(3)項)を乗じる。
- ②新築時に発生するGHG排出量(アップフロントカーボン、A1～A5)は、①(A1～A4)に工事分倍率(→4(1)項)を乗じて施工(A5)分を算出し、①に加算する。
- ③使用(B1)のGHG排出量は、SF<sub>6</sub>ガスなど地球温暖化物質の使用量に、その漏えい率を乗じて算出する(→4(2)項)。
- ④修繕(B3)及び更新(B4)のGHG排出量は、①の排出量(A1～A4)に更新・修繕の係数を乗じて算出(→3(4)項)し、施工分(A5)を加える。
- ⑤エネルギー消費(B6)は、GHG排出量に用いる原単位にエネルギー消費量を乗じて算出する(→4(3)項)。

## 3. エンボディドカーボン算出用データベース

### (1) データベースの構造

エンボディドカーボンの算定に用いるデータベース

の構造を図-2に示す。資機材ごとの排出量原単位、数量の扱い、更新・修繕の係数から構成される「本表」と、資機材それぞれの代表的な質量数値を例示した「別表」から構成し、どちらも学会ホームページの地球環境委員会からのお知らせで公開予定である<sup>2)</sup>(<https://www.ieiej.or.jp/activity/environment/env.html>)。

本表の縦軸に当たる資機材は、建築工事全般で使われることが多い国土交通省官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編)」<sup>4)</sup>を参考に、使用頻度の高いものを抽出した。標準仕様書は電力、受変電、電力貯蔵、発電、通信・情報、中央監視までの各設備工事(医療関係設備は割愛)を編単位として、編の下位に章、節、項があり、例えばキュービクル式配電盤のキャビネットは3編の1章1節3項に記載がある。データベースでは、編章節項を各2桁の数値で示し、冒頭に電気設備工事のEを、末尾に項未満の資機材区分のための任意の3桁を付与できる12桁の数値コードとした(キュービクル式配電盤の例ではE03010103001～となる)。

### (2) 資機材別排出量原単位

電気設備で用いる資機材は汎用的なものが多く、複雑なシステム製品を除き、「建物のLCA指針」<sup>1)</sup>の原単位データベース(書籍購入者に対して開示、執筆時点では2024年9月27日公開のv1.02、以下AIJ-LCA原単位)に該当品目がある。原単位としてはGHG(温室効果ガス)やCO<sub>2</sub>などの種類別の排出量数値が、生産者価格、購入者価格当たり(kg-CO<sub>2</sub>/千円)、単位物量当たり(kg-CO<sub>2</sub>/☆、☆はkgや台・個など資機材ごとに異なる)で整備されている。

本データベースでは、それぞれの資機材に対し、AIJ-LCA原単位の原典である産業連関表の解説<sup>5)</sup>に基づきAIJ-LCA原単位の該当品目(行部門名称)を考慮して反映している。

なお、単位物量当たりの原単位がない資機材もあり(表-3)、その場合は購入者価格当たり原単位を利用した計算となる。

利用頻度の多い太陽電池アレイも、「その他の電気機械器具部門」であって単位物量当たりの原単位がない。本委員会では従前から(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)による調査研究から単位物量当たりの原単位を整備してきた経緯があり、今回も同機構の最新調査研究<sup>6)</sup>から単位物量(定格kW)当たり原単位を作成し提案している(表-4)。

なお、アレイ種別は、製品シェアが高い単結晶Siを代表的な数値と考える。



表-3 電気設備工事関連のAIJ-LCA原単位の整備状況

整備状況	AIJ-LCA 原単位の項目 (行部門名称)
物量当たり + 価格当たり	普通鋼鋼管, 電線・ケーブル, 光ファイバケーブル, 伸銅品, 建築用金属製品, ボルト・ナット・リベット・スプリング, 金属製容器・製缶板金製品, 原動機, 光学機械・レンズ, 液晶パネル, その他の電子部品, 発電機器, 電動機, 変圧器・変成器, 開閉制御装置・配電盤, 配線器具, その他の産業用電気機器, 電球類, 電気照明器具, 電池, 有線電気通信機器, その他の電気通信機器, ビデオ機器・デジタルカメラ, 電気音響機器, パーソナルコンピュータ, 塗料, プラスチック板・管・棒, セメント製品, 耐火物
価格当たり	複写機, 電子応用装置, その他の電気機械器具, プラスチック容器, 工用陶磁器

表-4 太陽電池アレイの排出量原単位  
(定格出力kW当たり)

種別	資機材製造 CO <sub>2</sub> 排出量 <sup>注1)</sup> kg-CO <sub>2</sub> /kW	同左 + 流通 CO <sub>2</sub> 排出量 <sup>注2)</sup> kg-CO <sub>2</sub> /kW	同左 GHG 排出量 <sup>注3)</sup> kg-CO <sub>2</sub> eq/kW
単結晶 Si	715.05	733.8	1020.9
多結晶 Si	800.6	821.6	1143.0
CIS	451.32	463.2	644.3

注1) 資機材製造分は参考文献6の表1.3-3「太陽電池モジュール製造にかかるCO<sub>2</sub>排出量」(起源別)に拠る。  
 注2) 流通段階分として、AIJ-LCA原単位のその他電気機械器具部門の購入者価格当たりのCO<sub>2</sub>排出量原単位の流通/生産の数値を乗じて加算した(流通分は資機材製造分2.62%)。  
 注3) GHG排出量は、同様に購入者価格当たりのGHG排出量/CO<sub>2</sub>排出量の数値を乗じた(1.426倍)。

参考まで、太陽電池アレイの排出量原単位の年次比較を図-3に示す。軽量化技術などを反映し、単結晶Siの原単位が2008年比54%となっていて興味深い。

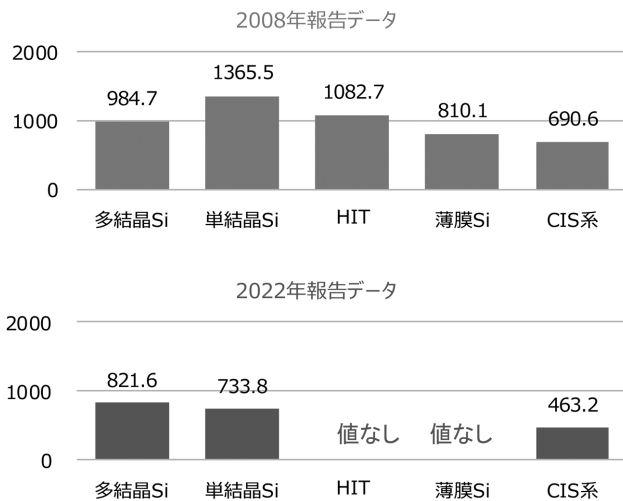


図-3 太陽電池アレイのCO<sub>2</sub>排出量原単位  
(kg-CO<sub>2</sub>/kW)の比較(NEDO研究の年次違いによる)

ガス絶縁機器を含む変圧器・変成器部門及び開閉制御装置・配電盤の2部門は、ガス絶縁機器を採用した場合、後述のB1(使用)のカーボン算定でSF<sub>6</sub>分を別計上することから、文献1の考え方と合わせGHG排出量においては該当分を差し引いた数値としており、「AIJ-LCA原単位」より小さいことに留意されたい。

### (3) 資機材数量の係数

資機材数量は、見積内訳書や数量拾い表などから個、台やmなどの単位で入力するが、配管継手といった附属品や雑材料は一式で計上されることも多い。公共建築工事積算基準<sup>7)</sup>では、主要材料に対する附属品率や雑材料率を価格ベースで定めていて、数量(結果的に質量になる)においても、この比率が適用できるものと考えた。すなわち、以下の式となる。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{附属品や雑材料を含む数量} \\ & = \text{主要材料の数量} \times (1 + \text{附属品率}) \times (1 + \text{雑材料率}). \end{aligned}$$

なお、電気設備の主要構成材であるケーブルラックの支持材は別途計上すべきとされている<sup>7)</sup>ため、附属品率に準じた扱いができるよう本委員会で仮設計して検討を行った(配管の支持材に対しては標準化が難しく割愛)。平均的な数値と考えるが、耐震支持の種別や部位、積載重量によっては不足側となる可能性がある。

#### ① 検討条件(記号等は電気設備工事監理指針<sup>8)</sup>による)

- ・耐震支持の種類 A種(一般施設の上層~中間階, 特定施設の中間階以下)
- ・管軸直角方向をラーメン構造で支持
- ・架台幅 1m, 架台高さ 1.5m, 支持間隔 8m
- ・部材選定用重量 5kN(電力幹線ケーブルを想定)

#### ② 選定結果(文献6)資料表3.9による)

- ・溝形鋼 75×40×5×7(6.92kg/亘長<sup>こう</sup>m)
- ・鋼材質量 27.68kg=6.92kg/m×亘長 4m
- ・平均鋼材質量 3.5kg/m=27.68kg÷支持間隔 8m

#### ③ 附属品率(ケーブルラック本体質量比)の決定

$$40\% \div 3.5\text{kg/m} \div 8.7\text{kg/m} (\text{ZM1000B製品例})$$

### (4) 更新周期・修繕率など

評価期間・建物更新周期は算定の目的に合わせ設定する。J-CATでは標準値を、CASBEE-建築に倣い、新築の事務所、病院、ホテル、学校、集会所で60年、物販店、飲食店、工場で30年と設定している(集合住宅

は住宅性能表示の劣化対策等級により異なる)。

更新周期・修繕率は、J-CATが参考としている「建物のLCA指針」<sup>1)</sup>、ロングライフビル推進協会の「建築物のライフサイクルマネジメント用データ集改訂版」、建築保全センター「令和5年版建築物のライフサイクルコスト」等の費用データから、本委員会独自にデフォルト値を設定した。

ここで各資機材の年間修繕率は、

- ①修繕項目ごとに更新周期までの修繕回数を出し、
- ②修繕費用(新築時建設費用との比率)に回数を乗じて合算し、
- ③更新年数で除す

としており、ライフサイクル全体の平均として扱うことができる数値としている。また、更新率は、更新費

用を建設費用で除したもので、撤去・処分を含む。更新回数は評価期間(建物更新周期)/当該資機材更新周期の小数点以下1位を四捨五入して求めることが一般的である。

- ・修繕のカーボン(B3) = GHG排出量(A1～A4) × 修繕率 × 評価年数 × (1 + 工事分倍率 [後述])
- ・更新のカーボン(B4) = GHG排出量(A1～A4) × 更新率 × 更新回数 × (1 + 工事分倍率 [後述])

#### (5) 代表的な資機材の質量例

資機材の具体的な質量を整理した資料は少ない。本委員会では一般的な建築で用いられる電気設備の資機材について、公的規格、関連協会調査並びに製造者カタログやヒアリングなどの出典により「別表」で質量を例示(図-4)し、「本表」中では出典の別を記載している。

数値コード	E 02010201001		品目	金属管及び附属品		種類等	厚鋼電線管	
関連コード・品目					関連コード・品目			
出典	JIS C8305-19		https://kikakurui.com/c8/C8305-2019-01.html		表-2			
単位	寸法:mm、単位質量kg/m				整備方法	規格引用		
摘要	外径	厚さ	単位質量					
G16	21.0	2.3	1.06					
G22	26.5	2.3	1.37					

JISなど公的規格に質量記載あるもの

数値コード	E 05010103001		品目	発電機(ディーゼル発電装置)		種類等	(キュービクル式)	
関連コード・品目					関連コード・品目			
出典	日本内燃力発電設備協会調べ							
単位	寸法:mm、質量kg				整備方法	ヒアリング		
摘要	外径(幅)	外径(奥行)	外径(高さ)	質量				
20kVA	900.0	2,200.0	1,700.0	700.0				
37.5kVA	1,000.0	2,400.0	1,700.0	1,000.0				
50kVA	1,100.0	2,900.0	2,100.0	1,400.0				
100kVA	1,300.0	3,500.0	2,200.0	2,100.0				
200kVA	1,500.0	4,500.0	2,600.0	3,600.0				
250kVA	1,500.0	5,000.0	2,800.0	4,300.0				
300kVA	2,000.0	5,300.0	3,000.0	4,500.0				
500kVA	2,200.0	6,000.0	3,800.0	9,900.0				
750kVA	2,700.0	8,600.0	4,300.0	14,500.0				
1,000kVA	2,900.0	8,600.0	4,500.0	18,000.0				
注記1)	建築設備計画基準(令和3年版)電気設備諸室の計画資料の項目を参照し、本委員会にて日本内燃力発電設備協会にヒアリングを行った。							
注記2)	質量は調査値。始動用蓄電池、排気消音器、容器内の燃料、潤滑油及び冷却水を含む。屋内低騒音タイプ(機側1m、85dB(A))の例。							
注記3)	750kVA未満は配電盤搭載形低圧発電機、750kVA以上は配電盤搭載形高圧発電機を示す。							

関連工業会などにヒアリング

数値コード	E 02010401003		品目	照明器具		種類等	LED/システム天井照明器具	
関連コード・品目					関連コード・品目			
出典	Panasonic							
単位	寸法:mm、質量kg				整備方法	製造者ヒアリング		
摘要	質量	寸法	備考					
LRS7-4	3.4	1300×200以上	システム天井用					
LRS28-6、29-6	4.4	740×740以上	システム天井用					
注記1)	摘要は標準図に拠る。							
注記2)	摘要に含まれる照明器具質量の中央値相当とした。							
注記3)								

製造者にヒアリング/カタログ引用

図-4 「別表」 資機材の質量の例

#### 4. その他の配慮事項

##### (1) A5(施工)のカーボン算出

施工段階のカーボン(A5)はA1～A4の小計に、「工事分倍率」を乗じて求める。この工事分倍率はJ-CATの検討の中で整備されたものを用いることとする(文献3とは異なる)。

表-5 代表的な工事分倍率<sup>1)</sup>

	木造	RC造	S造	SRC造
事務所	4.2%	6.6%	6.1%	5.3%
工場	4.5%	6.3%	5.3%	7.1%
住宅	9.1%	12.7%	10.5%	13.9%

##### (2) B1(使用)のカーボン算出(SF<sub>6</sub>ガス使用機器の扱い)

環境省の温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度<sup>9)</sup>では、特定事業所排出者(定義は割愛)に対し、SF<sub>6</sub>ガスが絶縁材料として封入される電気機械器具(ガス絶縁変圧器、ガス絶縁開閉器、断路器、ガス遮断器等)の使用に伴う排出量を報告するよう義務付けている。ガス封入質量(kg)を製造者ヒアリング等で確認した上で、表-6に示す排出係数、更新周期などを入力して算定する。

表-6 SF<sub>6</sub>ガスの排出係数

	環境省 <sup>9)</sup> (採用)	経産省実績 <sup>10)</sup> (採用)	電気協同研究 <sup>11)</sup> (参考)
製造及び使用開始	1.9%	(左記に反映)	6.0%
使用	0.1%/年	(左記に反映)	0.1%以下/年 (実測)
点検に伴う回収	(設定なし)	1.0%	3.0%
廃棄に伴う回収	(設定なし)	1.0%	1.0%

延べ床面積45,000m<sup>2</sup>の建物に、ガス封入量150kgのC-GISと同150kgのガス絶縁変圧器2台(計450kg、単位床面積当たり0.010kg/m<sup>2</sup>)とした計算例を図-5に示す。

なお、J-CATでは、詳細だけでなく、簡易、標準の算定法全てで計算を行うこととしている。

物質名	化学式	地球温暖化係数	オゾン層破壊係数	建築関連用途	遮断器、変圧器 (kg/m <sup>2</sup> )	
SF <sub>6</sub>	六フッ化硫黄	SF <sub>6</sub>	23500	0	ガス絶縁遮断器、ガス絶縁変圧器	0.010
フロンなどの漏洩量	CO <sub>2</sub> e換算重量(kg-CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> )				235.0	
	評価対象期間(年)				60.0	
	建替回数(回/評価期間)				0.0	
	改修回数(回/評価期間)				1.0	
	更新周期(年)				30.0	
	年平均漏洩率(%/年)				0.1%	
	工場での漏洩割合(%)				1.9%	
	現場での漏洩割合(%)				1.0%	
	廃棄時フロン回収率(%)				99.0%	
	資材製造(新築工事)				0.074	
	資材製造(建替工事)				0	
	建設(新築工事)				0.04	
	建設(建替工事)				0	
	運用(経常的漏洩)				0.235	
	改修工事(資材製造)				0.074	
	改修工事(建設)				0.039	
廃棄(建替、改修含む)				0.076		
年平均漏洩量(kg-CO <sub>2</sub> e/年m <sup>2</sup> )				0.538		

図-5 J-CAT(標準算定法)における入力例

##### (3) B6(エネルギー消費)のカーボン算出

J-CATでは、新築建物のエネルギー消費量はCASBEE-建築(新築)に倣い、リファレンス建物に対し一次エネルギー消費率BEI、自然エネルギー利用、効率運用を考慮したエネルギーを基に算定したCO<sub>2</sub>排出量となっている(電力消費の排出量原単位は計算者が選定)<sup>12)</sup>。既存建物は各エネルギー消費量の実績値に換算係数を乗じることとしている。また、電力消費の排出量原単位が2050年に向かって低減する経年変化の検討例も増えている。

#### 5. おわりに

電気設備のホールライフカーボン検討に必要なデータベースを整備した。学会ホームページ<sup>2)</sup>上に掲載予定の「本表」「別表」と併せて活用いただければ幸いである。

#### 参考文献

- 1) 建築環境・省エネルギー機構、ゼロカーボンビル推進会議、[https://www.ibec.or.jp/zero-carbon\\_building/](https://www.ibec.or.jp/zero-carbon_building/)
- 2) 電気設備学会地球環境委員会：<https://www.iciej.or.jp/activity/environment/env.html>
- 3) 日本建築学会、建物のLCA指針改定版、2024年3月
- 4) 公共建築協会、公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編) 令和4年版、2022
- 5) 総務省、平成17-23-27年接続産業連関表一総合解説編一、[https://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/data/io/172327index.html](https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/172327index.html)
- 6) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、太陽光発電の持続可能化技術に関する調査、2022
- 7) 建築コスト管理システム研究所、公共建築工事積算基準 令和3年版、2021
- 8) 公共建築協会、電気設備工事監理指針 令和4年版、2022
- 9) 環境省、温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver5.0)、<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>
- 10) 経済産業省、産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委フロン類等対策WG、1995～2020年におけるHFC等の推計排出量、[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo\\_sangyo/kagaku\\_bussuitsu/flon\\_taisaku/pdf/017\\_03\\_02.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/kagaku_bussuitsu/flon_taisaku/pdf/017_03_02.pdf)
- 11) 電気協同研究会、電力用SF<sub>6</sub>ガス取扱基準、1998
- 12) 建築環境・省エネルギー機構、建築環境総合性能評価システムCASBEE-建築(新築)評価マニュアル(2021年SDGs対応版)、2021

