

7.10 温室効果ガス等（二酸化炭素）

7.10 温室効果ガス等（二酸化炭素）

(1) 予測及び評価

予測及び評価項目は、表7.10-1に示すとおりである。

表7.10-1 予測及び評価項目

区 分	予測及び評価項目
施設が存在 及び施設の供用	①施設の供用による二酸化炭素の排出量

① 施設の供用による二酸化窒素の排出量

ア 予 測

(7) 予測地域・地点

計画地内とした。

(4) 予測時期

事業活動等が定常状態となる時期とした。

(ウ) 予測手法

施設の供用による二酸化炭素（CO₂）排出量の予測手順は、図7.10-1に示すとおりである。

主要な二酸化炭素の発生要因である空調設備及び電気設備等の稼働について、今回の事業計画並びに既存資料等をもとに、二酸化炭素排出量の削減対策を行わない施設（以下「標準的な施設」という。）の二酸化炭素排出量を算出した。

次に、標準的な施設の二酸化炭素排出量に、本事業において計画している二酸化炭素排出削減対策による建物用途別・使用用途別の低減率を乗じて、計画施設の二酸化炭素排出量を算出した。

二酸化炭素排出削減量は、標準的な施設の二酸化炭素排出量と計画施設の二酸化炭素排出量から算出した。

なお、二酸化炭素排出削減対策による低減率については、想定される省エネルギー対策についての設備仕様の比較、または「建築物の省エネルギー基準と計算の手引」（(財)住宅・建築省エネルギー機構発行）（以下「計算の手引」という。）などにより示される効果率をもとに算出した。

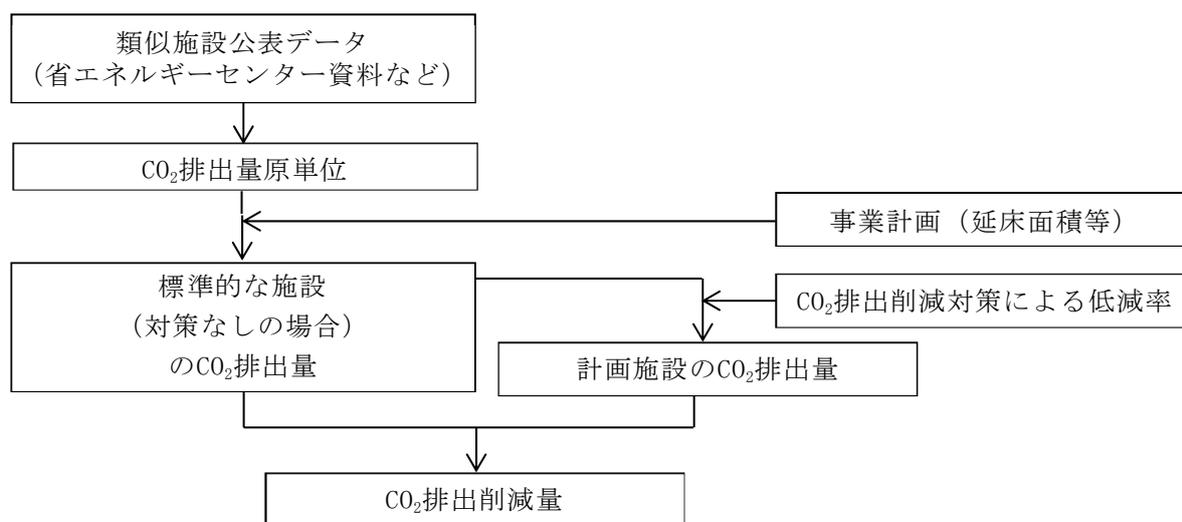


図7.10-1 施設の供用による二酸化炭素（CO₂）排出量の予測手順

(I) 予測条件

a 標準的な施設における原単位等

標準的な施設における二酸化炭素排出量の算出は、(一財)省エネルギーセンター等による類似施設の公表データをもとに設定した。

表7.10-2に示す建物用途別エネルギー原単位及び表7.10-3に示す建物用途別・使用用途別エネルギー消費割合をもとに、表7.10-4に示す建物用途別・使用用途別エネルギー原単位を設定した。

次に、表7.10-5及び表7.10-6に示す二酸化炭素排出原単位を乗じ、表7.10-7の建物用途別・使用用途別二酸化炭素排出原単位を設定した。

なお、これらのデータは様々な施設を対象とした現在における平均的な原単位と考えられる。

表7.10-2 建物用途別エネルギー原単位

用途	原単位	資料
業務施設	1,717 MJ/年・m ²	省エネルギーセンターHP レンタブル60%以上 熱源保有
商業施設	4,123 MJ/年・m ²	省エネルギーセンターHP 百貨店相当
ホテル	2,772 MJ/年・m ²	省エネルギーセンターHP ホテル
住宅	963 MJ/年・m ²	超高層マンションのエネルギー消費に関する実態調査(2002年度大会(北陸) 学術講演梗概集)

表7.10-3 建物用途別・使用用途別エネルギー消費割合

単位：%

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)	合計
業務施設	31.1	2.6	9.4	0.8	21.3	21.1	5.0	0.8	2.8	5.1	0.0	100.0
商業施設	30.6	2.9	6.3	3.2	28.9	11.0	2.5	0.4	6.9	7.3	0.0	100.0
ホテル	28.6	2.9	15.7	9.9	14.7	7.7	3.9	0.8	3.0	12.8	0.0	100.0
住宅	26.0	0.0	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	100.0

資料：業務施設、商業施設、ホテルは、省エネルギーセンターHPより設定。

住宅は、「家庭用エネルギー消費の動向」(平成30年2月、第5回住宅・建築物のエネルギー消費性能の実態等に関する研究会)より設定。

表7.10-4 建物用途別・使用用途別エネルギー原単位

単位：MJ/年・m²

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)	合計
業務施設	534	45	161	14	366	362	86	14	48	0	0	1,629
商業施設	1,262	120	260	132	1,192	454	103	16	284	0	0	3,822
ホテル	793	80	435	274	407	213	108	22	83	0	0	2,417
住宅	250	0	0	327	0	0	0	0	0	0	385	963

表7.10-5 使用エネルギー別二酸化炭素排出原単位

エネルギー区分	排出原単位	資料
電力	0.055kg-CO ₂ /MJ	中国電力2022年度実績 (0.545kg-CO ₂ /kWh) より換算 ^{注1)}
都市ガス	0.050kg-CO ₂ /MJ	二酸化炭素排出量の算定に用いる排出係数 ^{注2)} 環境省
水	上水	「上水道・下水道における温室効果ガス排出量の実態」(2020年、空気・調和衛生工学会大会学術講演論文集)
	下水	

注1) 電力 0.545kg-CO₂/kWh / 9,970KJ/kWh = 0.0547kg-CO₂/MJ

注2) ガス 2,230kg-CO₂/1,000Nm³ / 44.8GJ/1,000Nm³ / 1,000 = 0.050kg-CO₂/MJ

表7.10-6 ガス利用を考慮した二酸化炭素排出原単位

単位：kg-CO₂/MJ

使用用途(建物用途)	排出CO ₂ の想定	排出原単位
熱源(業務施設・ホテル)	ガス：電気=40：60	0.053
熱源(商業施設・住宅)	ガス：電気=0：100	0.055
給湯(業務施設)	ガス：電気=0：100	0.055
給湯(商業施設・住宅)	ガス：電気=100：0	0.050
給湯(ホテル)	ガス：電気=75：25	0.051
上記以外	ガス：電気=0：100	0.055

表7.10-7 建物用途別・使用用途別二酸化炭素排出原単位

単位：kg-CO₂/年・m²

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)	合計
業務施設	28.26	2.46	8.88	0.76	20.11	19.93	4.72	0.76	2.64	0.00	0.00	88.5
商業施設	69.39	6.58	14.29	6.57	65.54	24.94	5.67	0.91	15.65	0.00	0.00	209.5
ホテル	41.95	4.42	23.94	14.02	22.41	11.74	5.95	1.22	4.57	0.00	0.00	130.2
住宅	13.77	0.00	0.00	16.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.19	51.3

b 計画施設の用途別延床面積の設定

二酸化炭素排出量の算出にあたり用いる表7.10-7の二酸化炭素排出原単位は、「延床面積」あたりのデータであることから、駐車場・駐輪場用途の面積を業務施設、商業施設、ホテル、住宅にそれぞれの面積比率に合わせ加重配分し、表7.10-8のとおり計画施設の用途別に「計算上の延床面積」を設定した。

なお、上下水使用に伴う二酸化炭素排出量については、表7.10-9に示す計画使用水量に、表7.10-5に示した水(上水・下水)の二酸化炭素排出原単位を乗じて算出した。

表7.10-8 計算に用いた用途別の延床面積

用途	事業計画 (m ²)	比率 (%)	計算上の延床面積 (m ²)
業務施設	42,500	27.45	46,600
商業施設	31,300	20.22	34,300
ホテル	17,600	11.37	19,300
住宅	63,400	40.96	69,600
小計	154,800	100.00	169,800
北棟駐車場・駐輪場	6,900		
南棟駐車場・駐輪場	8,100		
合計	169,800		

注) 計算上の延床面積とは、事業計画の用途別延床面積に「北棟駐車場・駐輪場」、「南棟駐車場・駐輪場」の容積率不算定部分の面積を業務施設、商業施設、ホテル及び住宅に加重分配した面積である。

表7.10-9 上水・下水の計画使用水量

単位：m³/年

用途	上水	下水
業務施設、商業施設、ホテル、住宅	265,000	265,000
冷却塔補給水	73,000	0
合計	338,000	265,000

c 二酸化炭素排出削減対策による低減率

二酸化炭素排出削減対策による低減率については、事業計画をもとに表7.10-10に示す現時点で定量化が可能な削減対策を講じた場合の算定条件を設定し、表7.10-11で示す方法で算出した。

二酸化炭素排出削減対策による低減率は、表7.10-12に示すとおりである。

表7.10-10 二酸化炭素排出削減対策による低減率の計算条件

区分	削減対策	標準的な施設における算定条件	削減対策を講じた場合の算定条件	業務施設	商業施設	ホテル	住宅
建築計画	外壁の高断熱化	普通ガラス（透明8mm）	Low-E複層ガラス	○		○	○
		押出ポリスチレンフォーム保湿板1種25	押出ポリスチレンフォーム保湿板1種50				
空調設備	高効率熱源	ターボ冷凍機	インバータターボ冷凍機	○		○	
		—	モジュールチラーに散水システムを導入		○		
	高効率モータの採用	—	高効率モータの採用	○	○	○	
	外気冷房	外気冷房なし	外気冷房あり	○	○	○	
	水搬送 大温度差利用	$\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 7^{\circ}\text{C}$	○	○	○	
	ファンの変風量制御	—	インバータ制御	○	○	○	
	ファン効率アップ (低圧損対策)	ファン静圧効率：45% 空調機ファン静圧：1000Pa	ファン静圧効率：60% 空調機ファン静圧：1000Pa	○	○	○	
	外気取入量可変制御 (CO ₂ 濃度)	外気定量 (6CMH/m ²) (0.2人/m ² ×30CMH)	CO ₂ 濃度による制御 (平均0.1人/m ² として50%)	○	○		
AI予測空調制御	BEMSによるSP制御	前日BEMSデータと人流センサーによるAI予測空調制御		○			
電気設備	高効率照明器具	HFC	LED	○	○	○	○
	センサー等による 在室検知制御	補正を行わない	補正を行うことで 消費電力量20%削減	○			
	適正照度補正	補正を行わない	補正を行うことで 消費電力量5%削減	○			
	タイムスケジュール 制御	制御を行わない	制御を行うことで 消費電力量10%削減		○		
昇降機	高効率制御	インバーター制御 (電力回生制御なし)	インバーター制御 (電力回生制御あり)	○		○	
衛生設備	節水器具	大便器 10L洗浄	大便器 7L洗浄	○	○	○	○
	高効率加圧給水	加圧給水ポンプ	推定末端圧インバータ制御加圧ポンプ	○	○	○	○
	節湯器具	補正を行わない	補正を行うことで 消費電力量25%削減				○
	高効率型給湯器	一般的な給湯器	潜熱回収型ガス給湯器				○
	雨水利用	雨水利用なし	雨水利用あり	○	○		

表7.10-11 二酸化炭素排出削減対策による低減率の計算方法

区分	削減対策	計算方法の内容
建築計画	外壁の高断熱化	「ZEB設計ガイドライン(中規模オフィス編)」に基づき左記による外皮性能向上により8%の省エネ効果が見込めるとする。
空調設備	高効率熱源 (インバータターボ冷凍機)	基準モデル:COP=3.24に対し、インバータターボ冷凍機:COP=6.0と想定する。全熱源に対するターボ冷凍機の能力割合は0.4程度であり、低減率は $0.4 \times 3.24/6 + (1-0.5) = 0.82$ となる。
	高効率熱源 (モジュールチラーに散水システムを導入)	メーカーカタログより、10%の省エネ効果が見込めるとする。
	高効率モータの採用	省エネルギーセンター 省エネポテンシャル推計ツールより低減率0.95とする。
	外気冷房	省エネルギーセンターモデルケースにより、外気冷房導入省エネルギー効果は10%より低減率0.9とする。
	水搬送大温度差利用	一般的な熱源における熱源温度差を5℃、本計画で7℃とすると、必要水量が71%となり、水量比によりその分の動力分のCO ₂ は排出量の差を求める。
	ファンの変風量制御	省エネルギーセンター 省エネポテンシャル推計ツールより低減率0.7とする。
	ファン効率アップ (低圧損対策)	一般的なファン静圧効率(45%)、ファン静圧(1000Pa)を想定すると、今回計画における仕様(60%、800Pa)との差より理論動力比率は60%(800/1000×45/60)となるが安全率を50%と見込み低減率は0.8と設定し動力削減分のCO ₂ 排出量の差を求める。
	外気取入量可変制御 (CO ₂ 濃度)	空調和・衛生設備の環境負荷削減対策マニュアルより0.95とする。
	AI予測空調制御	既存導入事例にて30%程度削減の実績があることから低減率を $1-0.3=0.7$ とする
電気設備	高効率照明器具	WEBプログラムにおける基準設定照明の消費電力(16.3W/m ²)に対し、オフィス事務室内LEDのm ² あたり消費電力を8.8W/m ² と想定すると、消費電力比率は54%(8.8/16.3)となる。その比率より照明電力削減分のCO ₂ 排出量の差を求める。商業、ホテルは演出照明分を除いてLEDが90%採用する想定で算出する。住宅はその他(住宅)のうち、照明が20%占めていると想定し算出する。
	センサー等による 在室検知制御	WEBプログラムにおける「在室検知制御の方式による係数」を用いる。
	適正照度補正	WEBプログラムにおける「初期照度補正機能の有無による係数」を用いる。
	タイムスケジュール 制御	WEBプログラムにおける「タイムスケジュール制御の方式による係数」を用いる。
昇降機	高効率制御	WEBプログラムにおける「制御方式によって定められる係数」を用いる。電力回生制御なし:1/40、電力回生制御あり:1/45のため低減率としては $1/40 \div 1/45 = 0.89$ となる(電力回生はオフィス80%、ホテル40%)。
衛生設備	節水器具	節水器具の使用により、便器洗浄水が3割削減されると想定(例:大便器で10L/回⇒7L/回)し、その分の上水、下水CO ₂ 排出量が削減されるとする。
	高効率加圧給水	インバータ効果により、低減率0.7とする。住宅はその他(住宅)のうち、給排水が5%占めていると想定し算出する。
	節湯器具	WEBプログラムにおける「節湯器具による湯使用量削減率」を用いる。
	高効率型給湯器	日本ガス協会HPより、13%の省エネ効果が見込めるとする。
	雨水利用	雨水利用により、屋根に降る雨水の90%が利用可能とすると、年間6,997m ³ の雨水利用が可能と想定している。雨水利用量分の上水CO ₂ 排出量が削減されるとする。なお、衛生動力分も削減されるが、濾過機動力とみなし、計算には含めない。

表7.10-12 二酸化炭素排出削減対策による低減率

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)
業務施設	0.6450	0.4152	0.4894	1.0000	0.4104	1.0000	0.6650	0.7000	0.9111	1.0000	1.0000
商業施設	0.5387	0.3159	0.3724	1.0000	0.5274	1.0000	0.6650	0.7000	1.0000	1.0000	1.0000
ホテル	0.6790	0.4370	0.4894	1.0000	0.5860	1.0000	0.6650	0.7000	0.9556	1.0000	1.0000
住宅	0.9200	1.0000	1.0000	0.6525	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8944

(オ) 予測結果

a 標準的な施設における二酸化炭素排出量

標準的な施設の二酸化炭素排出量は、表7.10-13に示すとおりである。

表7.10-7に示した建物用途別・使用用途別の二酸化炭素排出原単位に、表7.10-8に示した計画上の延床面積を乗じて算出した。

表7.10-13 標準的な施設における建物用途別・使用用途別二酸化炭素排出量

単位：t-CO₂/年

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)	小計	上下水	合計
業務施設	1,317	114	414	35	937	929	220	35	123	0	0	4,124	—	—
商業施設	2,380	226	490	225	2,248	856	194	31	537	0	0	7,186	—	—
ホテル	810	85	462	271	433	227	115	24	88	0	0	2,513	—	—
住宅	958	0	0	1,135	0	0	0	0	0	0	1,475	3,568	—	—
合計	5,465	425	1,366	1,666	3,618	2,011	529	90	748	0	1,475	17,392	201	17,593

b 削減対策を講じた場合の二酸化炭素排出量

削減対策を講じた場合の二酸化炭素排出量は、表7.10-14に示すとおりである。表7.10-13に示した標準的な施設における建物用途別・使用用途別の二酸化炭素排出量を元に、表7.10-12に示した削減対策による低減率を乗じて算出した。

二酸化炭素排出削減量は、熱源が約1,902t-CO₂/年、水搬送が約269t-CO₂/年、空気搬送が約755t-CO₂/年、給湯が約394t-CO₂/年、照明が約1,794t-CO₂/年、換気が約177t-CO₂/年、給排水が約27t-CO₂/年、昇降機が約15t-CO₂/年、その他（住宅）が約156t-CO₂/年、上下水が約24t-CO₂/年となり、合計で約5,513t-CO₂/年になると予測される。これは、削減対策を講じない標準的な施設における二酸化炭素排出量である約17,593t-CO₂/年の約31%に相当する。

表7.10-14 削減対策を講じた場合の二酸化炭素排出量

単位：t-CO₂/年

用途	熱源	水搬送	空気搬送	給湯	照明	コンセント	換気	給排水	昇降機	その他	その他(住宅)	小計	上下水	合計
業務施設	849	48	202	35	385	929	146	25	112	0	0	2,731	—	—
商業施設	1,282	71	182	225	1,186	856	129	22	537	0	0	4,490	—	—
ホテル	550	37	226	271	253	227	76	16	88	0	0	1,740	—	—
住宅	882	0	0	740	0	0	0	0	0	0	1,319	2,942	—	—
合計	3,563	156	611	1,272	1,824	2,011	352	63	733	0	1,319	11,903	177	12,080
削減量	1,902	269	755	394	1,794	0	177	27	15	0	156	5,489	24	5,513

c 標準的な施設と計画施設の比較

標準的な施設及び計画施設の年間二酸化炭素排出量並びに単位面積当たりの二酸化炭素排出量は、表7.10-15に示すとおりである。

計画施設の二酸化炭素排出量は約12,080t-CO₂/年であり、標準的な施設の約17,593t-CO₂/年と比較すると、年間で約5,513t-CO₂/年、単位面積当たりで約32.5kg-CO₂/年・m²削減されると予測され、本事業により計画している削減対策を講じることにより、約31.3%の削減効果があると予測される。

表7.10-15 二酸化炭素排出量の比較

区分	年間二酸化炭素排出量 (t-CO ₂ /年)	単位面積当たりの 二酸化炭素排出量 (kg-CO ₂ /年・m ²)
標準的な施設	17,593	103.6
計画施設	12,080	71.1
削減量	5,513 (-31.3%)	32.5 (-31.3%)

イ 環境保全措置

本事業では、以下の環境保全のための措置を講じる計画である。

- ・ 二酸化炭素排出量削減に向けては、「ZEB設計ガイドライン」((一社)環境共創イニシアチブホームページ)を踏まえた、計画建築物の外皮性能の向上や自然換気などのパッシブ手法と、空調・電気設備における高効率熱源や高効率照明等の導入などのアクティブ手法を組み合わせることで市街地再開発事業としての事業性を考慮しながら省エネルギー性能の向上に取り組む。
- ・ 施設計画の取り組みと合わせて、BEMSの導入によるエネルギーマネジメントといった施設運営における取り組みも検討する。
- ・ 低層棟の屋上広場など可能な限り緑化に努めることにより、環境負荷低減に取り組む。
- ・ 2050年に温室効果ガス排出量実質ゼロを目指す国の方針や「広島市地球温暖化対策実行計画」(令和5年3月、広島市)の長期目標の実現に向けては、発電分野における二酸化炭素排出量の削減など地域全体での取り組みが必要な対策もあるが、施設計画・運営においては引き続き事業の脱炭素化やエネルギー消費量の低減に向けた検討、最新動向を踏まえた再生可能エネルギーの導入検討を行うなど、地球温暖化対策の推進に努める。

ウ 評価

計画施設の二酸化炭素排出量は約12,080t-CO₂/年であり、標準的な施設の約17,593t-CO₂/年と比較すると、年間で約5,513t-CO₂/年、単位面積当たりで約32.5kg-CO₂/年・m²削減されると予測され、本事業により計画している削減対策を講じることにより、約31.3%の削減効果があると予測される。

本事業の実施にあたっては、「ZEB設計ガイドライン」を踏まえた、計画建築物の外皮性能の向上や自然換気などのパッシブ手法と、空調・電気設備における高効率熱源や高効率照明等の導入などのアクティブ手法を組み合わせることで市街地再開発事業としての事業性を考慮しながら省エネルギー性能の向上に取り組むとともに、BEMSの導入によるエネルギーマネジメントといった施設運営における取り組みも検討する等の環境保全措置を講じる。さらに、2050年に温室効果ガス排出量実質ゼロを目指す国の方針や「広島市地球温暖化対策実行計画」の長期目標の実現に向けては、施設計画・運営において引き続き事業の脱炭素化やエネルギー消費量の低減に向けた検討、最新動向を踏まえた再生可能エネルギーの導入検討を行うなど、地球温暖化対策の推進に努める。

したがって、環境への影響が実行可能な範囲でできる限り回避又は低減されていると評価する。