「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

【対策効果算定シート】

対策の種類	対策名称	シート番号	対策メニュー名
部分更新・機能付加	CO_2 センサーを利用した外気量自動制御システムの導入	C11322	センサーを利用した外気量自動制御システムの導入
工程名	空調	対象設備	空調
システム／設備区分名	空調システム		
対策内容	室内の CO_2 濃度計測値によって過剰に設定された外気導入量を制御し、空調電力使用量を低減することで、CO_2 排出量を削減する。		

1．計画時の効果算定

効果算定のポイント		① 対策実施前の空調電力使用量は本対策による CO_2 削減量には直接影響しないが、CO_2 排出量の現状認識の観点から、把握しておく必要がある。（補足説明①） ② 実施計画の空調電力削減量は、毎月の気象データと外気削減量から削減される外気負荷熱量を空調機の COP で除して求める。 ③ 空気の比エンタルピーの正確な値が分からない場合は、補足説明②で提供する値を用いる。 ④ 本シートは、外気量自動制御システムを導入し室内 CO_2 濃度を 650[ppm]から 900[ppm]に引き上げる対策の効果算定手順例を示す。
対策実施前	活動種別	系統電力
	年間活動量	対策実施前の空調電力使用量 E1 は表 1 の数値とする。 E1＝29.6[千 kWh/年]

表 1　対策実施前の空調に係わる数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
E1	対策実施前の空調電力使用量	29.6[千 kWh/年]	補足説明①
COPc	空調機の冷房 COP	3.5	仕様書
COPw	空調機の暖房 COP	3.7	仕様書
tc	冷房運転時間	720[h/年]	8[h/日]×30[日/月]×3[月/年]
tw	暖房運転時間	960[h/年]	8[h/日]×30[日/月]×4[月/年]
q	外気導入量	10,500[m^3/h]	仕様書
gc1	対策実施前の CO_2 濃度	650[ppm]	計測値。補足説明③
H	電力の一次エネルギー換算係数	8.64[GJ/千 kWh]	省エネ法施行規則（経産省 2024.4.1 施行）
α	電力の CO_2 排出係数	0.000436[t-CO_2/kWh]	SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン Ver.4.1

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

<table>
<tr><td rowspan="2">対策実施前</td><td>エネルギー使用量</td><td>対策実施前のエネルギー使用量 PE1 は、対策実施前の電力使用量 E1 に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて下記になる。
PE1＝E1×H28
＝29.6[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝256[GJ/年]</td></tr>
<tr><td>CO_2 排出量</td><td>対策実施前の CO_2 排出量 C1 は、対策実施前の空調電力使用量 E1 に電力の CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。
C1＝E1×α
＝29.6[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.0129[千 t-CO_2/年]
＝12.9[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">実施計画</td><td>活動種別</td><td>系統電力</td></tr>
<tr><td>年間活動量</td><td>実施計画の空調電力使用量は表 1、表 2 に示す数値例を使用して算定する。
E2＝E1－(Qc÷COPc＋Qw÷COPw)÷fe　(1)
ここで、E2　：実施計画の空調電力使用量 [kWh/年]
Qc　：冷房期に制限する外気負荷熱量 [kJ/年]
Qw　：暖房期に制限する外気負荷熱量 [kJ/年]
COPc：空調機の冷房 COP
COPw：空調機の暖房 COP
Fe　：熱電換算係数 [kJ/kWh]
Qc＝Δhc×Δq×ρ×tc　(2)
Qw＝Δhw×Δq×ρ×tw　(3)
ここで、Δhc　：冷房期の室内外空気の平均比エンタルピー差 [kJ/kg]
Δhw　：暖房期の室内外空気の平均比エンタルピー差 [kJ/kg]
Δq　：外気削減量 [m^3/h]
ρ　：空気密度 [kg/m^3]
tc　：冷房運転時間 [h/年]
tw　：暖房運転時間 [h/年]
Δq＝q×{1－(gc1－gc0)÷(gc2－gc0)}　(4)
ここで、q　：外気導入量 [m^3/h]
gc0　：外気の CO_2 濃度 [ppm]
gc1　：対策実施前の CO_2 濃度 [ppm]
gc2　：実施計画の CO_2 濃度 [ppm]
表 1、表 2 の数値を式(4)に代入して、外気削減量を求める。
Δq＝10,500[m^3/h]×{1－(650[ppm]－450[ppm])÷(900[ppm]－450[ppm])}
＝5,834[m^3/h]＝5.8[千 m^3/h]
表 1、表 2 の数値と外気削減量Δq を式(2)、式(3)に代入して、制限する外気負荷熱量 Qc、Qw を求める。
Qc＝10.8[kJ/kg]×5.8[千 m^3/h]×1.2[kg/m^3]×720[h/年]＝54,121[千 kJ/kg]
＝54.1GJ/年]</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

<table>
<tr><td rowspan="3">実施計画</td><td>年間
活動量</td><td>
Qw＝23.5[kJ/kg]×5.8[千 m^3/h]×1.2[kg/m^3]×960[h/年]＝157,018[千 kJ/kg]
＝157[GJ/年]
以上の Qc、Qw と表 1、2 の数値を式(1)に代入して、実施計画の空調電力使用量 E2 は下記になる。
E2＝E1－(Qc÷COPc＋Qw÷COPw)÷fe
＝E1－(54.1[GJ/年]÷3.5＋157[GJ/年]÷3. 7)÷0.0036[GJ/kWh]
＝E1－16,080[kWh/年]
＝29.6[千 kWh/年]－16.1[千 kWh/年]
＝13.5[千 kWh/年]

表 2　実施計画の空調電力使用量の算定に使用する数値とその根拠
<table>
<tr><th>記号</th><th>項目</th><th>数値</th><th>根拠</th></tr>
<tr><td>gc0</td><td>外気の CO_2 濃度</td><td>450[ppm]</td><td>平均値。補足説明③</td></tr>
<tr><td>gc2</td><td>実施計画の CO_2 濃度</td><td>900[ppm]</td><td>設定値</td></tr>
<tr><td>Δhc</td><td>冷房期の室内外空気の比エンタルピー差</td><td>10.8[kJ/kg]</td><td>室温：26[℃]、湿度：55[%]
東京（補足説明②）</td></tr>
<tr><td>Δhw</td><td>暖房期の室内外空気の比エンタルピー差</td><td>23.5[kJ/kg]</td><td>室温：22[℃]、湿度：45[%]
東京（補足説明②）</td></tr>
<tr><td>ρ</td><td>空気密度</td><td>1.2[kg/m^3]</td><td>20[℃]の値</td></tr>
<tr><td>fe</td><td>熱電換算係数</td><td>3,600[kJ/kWh]</td><td>1[kWh]＝1[kJ/S]×3600[S]</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>エネルギー使用量</td><td>
実施計画のエネルギー使用量 PE2 は、実施計画の電力使用量 E2 に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて下記になる。
PE2＝E2×H
＝13.5[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝117[GJ/年]
</td></tr>
<tr><td>CO_2
排出量</td><td>
実施計画の CO_2 排出量 C2 は、実施計画の空調電力使用量 E2 に電力の CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。
C2＝E2×α
＝13.5[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.0059[千 t-CO_2/年]
＝5.9[t-CO_2/年]
</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
エネルギー削減量</td><td>
対策実施前と実施計画のエネルギー使用量の差異より下記になる。
PE1－PE2＝256[GJ/年]－117[GJ/年]＝139[GJ/年]
</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
CO_2 削減量</td><td>
対策実施前と実施計画の CO_2 排出量の差異より下記になる。
C1－C2＝12.9[t-CO_2/年]－5.9[t-CO_2/年]＝7.0[t-CO_2/年]
</td></tr>
<tr><td colspan="2">補足説明</td><td>
① 対策実施前の空調電力使用量
対策実施前の空調電力使用量は本対策の CO_2 削減量の算定には直接影響しないが、CO_2 排出量の現状認識の観点から、できるだけ正確に把握しておく必要がある。実測することが望ましいが、それが困難な場合には空調機の仕様と稼働
</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

補足説明

状況から算出する。パッケージエアコンの年間電力使用量を推定するツールとして、別添に「空調年間活動量算定ツール」とその説明書を収録したので利用して戴きたい。

② 室内外空気の比エンタルピー差

算定の前提とした室内条件は、冷房時：室温 26[℃]、湿度 55[%]、暖房時：室温 22[℃]、湿度 45[%]である。また、場所は東京都とした。

下記表 4、表 5 から外気の月平均比エンタルピーを得て、室内空気の比エンタルピーとの差を月ごとに求め、冷房期と暖房期に分けてそれらを平均した値を算定に用いた。

表 3　室内外空気の比エンタルピー差⊿h（場所：東京）

月	比エンタルピー [kJ/kg]		空調モード	室内外比エンタルピー差(Δh) [kJ/kg]	
	外気	室内		冷房	暖房
1	14.4	41.2	暖房		26.8
2	15.5	41.2	暖房		25.7
3	20.9	41.2	暖房		20.3
4	32.0		なし		
5	42.1		なし		
6	54.9		なし		
7	68.1	56.1	冷房	12.0	
8	71.6	56.1	冷房	15.5	
9	61.0	56.1	冷房	4.9	
10	42.3		なし		
11	29.7		なし		
12	19.9	41.2	暖房		21.3
平均				10.8	23.5

表 4　空気の比エンタルピーh [kJ/kg]

気温＼湿度	40[%]	45[%]	50[%]	55[%]	60[%]
20[℃]	35.0	36.9	38.8	40.6	42.5
21[℃]	37.0	39.0	41.0	43.0	45.0
22[℃]	39.1	41.2	43.3	45.4	47.5
23[℃]	41.2	43.4	45.7	47.9	50.2
24[℃]	43.3	45.7	48.1	50.6	53.0
25[℃]	45.6	48.1	50.7	53.3	55.8
26[℃]	47.9	50.6	53.3	56.1	58.8
27[℃]	50.3	53.2	56.1	59.0	61.9
28[℃]	52.8	55.8	58.9	62.0	65.1

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

補足説明

$h = 1.006t + (2501 + 1.805t)x$

ここで、 t ：気温[℃]、 x ：絶対湿度[kg/kg(DA)]（DA：乾き空気）

表 5　各地の月別平均エンタルピー [kJ/kg]，日中データ（8～17 時）

	東京	大阪	名古屋	仙台	福岡	広島	高松	富山	前橋	盛岡	札幌	鹿児島
1 月	14.4	16.8	14.7	10.6	18.0	16.6	17.0	14.0	12.6	—	—	22.6
2 月	15.5	17.8	15.9	11.2	18.8	17.4	17.6	15.3	14.0	—	—	23.7
3 月	20.9	22.2	20.5	16.2	24.5	22.2	22.2	20.6	18.9	12.2	9.8	28.5
4 月	32.0	33.0	31.8	26.0	35.0	32.5	33.0	31.1	29.6	21.8	18.2	38.3
5 月	42.1	43.8	42.4	36.0	44.4	43.2	43.8	43.3	41.3	34.0	30.4	48.5
6 月	54.9	58.6	56.9	50.1	60.4	58.2	58.9	57.3	54.5	47.7	43.3	63.6
7 月	68.1	70.3	69.2	60.8	72.4	71.2	71.5	71.2	65.8	56.9	51.4	76.0
8 月	71.6	72.3	70.3	67.3	74.0	71.9	73.5	75.7	69.2	62.5	57.2	77.3
9 月	61.0	63.2	62.1	56.3	63.6	61.0	63.5	63.6	58.2	50.1	44.7	69.6
10 月	42.3	45.0	43.8	38.4	46.4	44.7	45.9	45.3	41.0	34.0	29.9	52.6
11 月	29.7	31.6	29.4	25.2	32.0	30.4	32.0	30.9	27.1	20.4	16.2	37.3
12 月	19.9	21.4	19.3	15.7	21.4	20.2	21.2	19.8	17.2	10.3	—	26.5

③ 室内 CO_2 濃度設定は基本的に、ビル管理法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）に該当する特定建築物にもとづいて計測した、少なくとも冷房期・中間期・冬期の記録によるものと同等程度の計測であることが望ましい。

留意事項

① 表 5 は 2017～2018 年の気象データから算出した値だが、気象庁のホームページから最新の平均外気温と平均相対湿度のデータを入手し、空気線図を使用して比エンタルピーを得るのが望ましい。

② 推定による数値を用いる場合には、必ず根拠を明確にすること。

③ 数値は参考値なので、より信頼性が高いデータがあればそれを用いること。

④ CO_2 排出係数など係数の値は、最新のものを確認して使用すること。

⑤ 外気量制御は室内人員数や観客数等に応じて計測値の CO_2 濃度が変化し外気量を増減させていくので一時的な計測値での外気量制御は不可である。

⑥ CO_2 濃度のように実測データを使用する際は、実測に使用した計測機器の名称・型式及び精度等を示し、精度管理されていることを説明する必要がある。

（記載例）

CO_2 濃度計の仕様は、以下の通りである。

メーカー名　：〇〇精機
型式型番　：PA-123
計測精度　：±〇 [%]
精度管理方法　：毎年〇月に〇〇計器にて校正

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

備考	① 定期的な作業環境測定等により、室内の CO_2 濃度が管理基準をクリアしていることを確認すること。

2．対策実施後の効果算定

対策実施前	活動種別	系統電力
	エネルギー使用量	計画時の効果算定で得た対策実施前のエネルギー使用量 PE1。 PE1＝256[GJ/年]
	CO_2 排出量	計画時の効果算定で得た対策実施前の CO_2 排出量 C1。 C1＝12.9[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 電力会社の請求書から、年間電力使用量を算定する。 ② 対策実施前に算定した実施計画の年間電力使用量 E2 と比較し、大きな差異がないことを確認する。 年間電力使用量：15.0[千 kWh/年]
	エネルギー使用量	対策実施後の年間電力使用量に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて対策実施後のエネルギー使用量の実績値 PE3 を求める。 PE3＝15.0[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝130[GJ/年]
	CO_2 排出量	対策実施後の年間電力使用量に電力の CO_2 排出係数αを乗じて対策実施後の CO_2 排出量の実績値 C3 を求める。 C3＝15.0[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.0065[千 t-CO_2/年] ＝6.5[t-CO_2/年]
対策実施後のエネルギー削減量		対策実施前と対策実施後のエネルギー使用量の差異より下記になる。 PE1－PE3＝256[GJ/年]－130[GJ/年]＝126[GJ/年]
対策実施後の CO_2 削減量		対策実施前と対策実施後の CO_2 排出量の差異より下記になる。 C1－C3＝12.9[t-CO_2/年]－6.5[t-CO_2/年]＝6.4[t-CO_2/年]
留意事項		① 可能であれば、対策実施後の空調電力使用量を実測する。
備考		

3．対策効果の検証・有効性評価

効果検証と有効性評価の手順	① 対策実施前（診断・計画時）に算定した CO_2 削減量と対策実施後（報告時）に算定した CO_2 削減量を比較する。 ② 対策によって、他のシステムの CO_2 排出量に与える影響があれば調査する。 ③ ①、②を総合的に判断して、対策の有効性を評価する。