「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
運用改善	空冷ヒートポンプチラー冷水出口温度の緩和	C11114-1	冷水・温水出口温度の調整
工程名	空調	対象設備	空冷ヒートポンプチラー
システム／設備区分名	空調システム		
対策内容	空冷ヒートポンプチラーの運転で、冷房負荷が低下する中間期・冬期に冷水出口温度の設定を緩和することで冷凍機の電力使用量を低減し、CO_2 排出量を削減する。（補足説明①）		

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、本シートが提供する図表を利用して算出する。設置場所は東京とする。 ② 本シートは、スクリュー型の空冷ヒートポンプチラーにおいて、低負荷時（4～6 月、および 10、11 月）の冷水出口温度を高負荷時の 7[℃]から 10[℃]に緩和することで CO_2 を削減する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	対策実施前の電力使用量 E1 を表 1 に示す数値を用いて算定する。 月のチラー消費電力は COP 補正係数 fσc（外気温度 35[℃]、冷水出口温度 7 [℃]を標準とする）を用いて下記になる。 Pc1m＝Pco×CLm÷fσc1m　　(1) ここで、Pco　：チラー定格消費電力 [kW] CLm　：m 月のチラー冷房負荷率 [%] fσc1m　：対策実施前の m 月の COP 補正係数（冷房） チラー負荷率(CL)は冷房負荷率に等しく、冷房負荷率は外気温度(DB)で決まるとする。補足説明②の図 1 に外気温度と冷房負荷率の関係を示す。 COP 補正係数（冷房）(fσc)は外気温度(DB)と冷水出口温度(Tc)で決まる。補足説明③の図 2 に外気温度 35[℃]、冷水出口温度 7 [℃]を標準とした場合の外気温度、冷水出口温度と COP 補正係数（冷房）の関係を示す。 図 1、図 2 を用いて、空調使用月の外気乾球温度(DB)の平均値から、月ごとのチラー冷房負荷率と COP 補正係数（冷房）を決定する。本例では設置場所を東京とした。参考に各地の月別日中外気乾球温度の例を補足説明④の表 5 に示す。 以上の方法で対策実施前のチラー消費電力を月ごとに算出した結果を表 2 に示す。 電力使用量は月ごとの空調使用時間を乗じて求める。毎月の運転時間は 220[h/月]なので、チラー消費電力の月ごとの合計値を乗じて下記になる。 E1＝Pc1×t ＝242.6[kW]×220[h]＝53,372[kWh]＝53.4[千 kWh]

「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）

表 1　対策実施前の空調電力使用量の算定に使用する数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
Pco	チラー定格消費電力	117[kW]（外気温度 35[℃]、冷水出口 7[℃]）	仕様書
Pc1	対策実施前の月ごとの消費電力の合計値	242.6[kW]	表 2
t	運転時間	220[h/月](4 月～11 月)	10[h/日]×22[日/月]
Tc1	対策実施前の冷水出口温度	7[℃]	設定値
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	0.000 436[t-CO_2/kWh]	SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン Ver.4.1

表 2　対策実施前の消費電力の算定

	DB [℃]	CL [%]	Tc1 [℃]	fσc1 [%]	Pc1 [kW]
4 月	16.6	21	7	185	13.3
5 月	20.8	30	7	165	21.3
6 月	24.4	40	7	148	31.6
7 月	27.9	54	7	132	47.9
8 月	29.5	62	7	125	58.0
9 月	26.1	47	7	140	39.3
10 月	20.3	28	7	167	19.6
11 月	15.5	19	7	191	11.6
				合計	242.6

対策実施前

年間活動量

エネルギー使用量

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×H

＝53.4[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 461[GJ/年]

CO_2 排出量

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

＝53.4[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh]＝0.0 233[千 t-CO_2/年]

＝ 23.3[t-CO_2/年]

実施計画

活動種別

系統電力

年間活動量

実施計画の空調電力使用量 E2 は、対策実施前と同様な方法で式(2)により表 1、表 3 の数値を用いて算定する。

Pc2m＝Pco×CLm÷fσc2m　　(2)

「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）

実施計画

年間活動量

ここで、Pco　：チラー定格消費電力 [kW]
CLm　：m 月のチラー冷房負荷率 [%]
fσc2m　：m 月対策実施前の COP 補正係数（冷房）[%]

実施計画のチラー消費電力を月ごとに算出した結果を表 4 に示す。

毎月の運転時間は220[h/月]なので、表4の月ごとの消費電力の合計値239.6[kW]を乗じて、下記になる。

E2＝Pc2×t
＝239.6[kW]×220[h]＝52,712[kWh]＝52.7[千 kWh]

表 3　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

記号	項目	数値	根拠
Pc2	実施計画の月ごとの消費電力の合計値	239.6[kW]	表 4
Tc2	実施計画の冷水出口温度	7[℃] (7 月～9 月) 10[℃] (4～6, 10, 11 月)	計画値

表 4　実施計画の消費電力の算定

	DB [℃]	CL [%]	Tc2 [℃]	fσc2 [%]	Pc2 [kW]
4 月	16.6	21	10	190	12.9
5 月	20.8	30	10	170	20.6
6 月	24.4	40	10	153	30.6
7 月	27.9	54	7	132	47.9
8 月	29.5	62	7	125	58.0
9 月	26.1	47	7	140	39.3
10 月	20.3	28	10	172	19.0
11 月	15.5	19	10	196	11.3
				合計	239.6

エネルギー使用量

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。

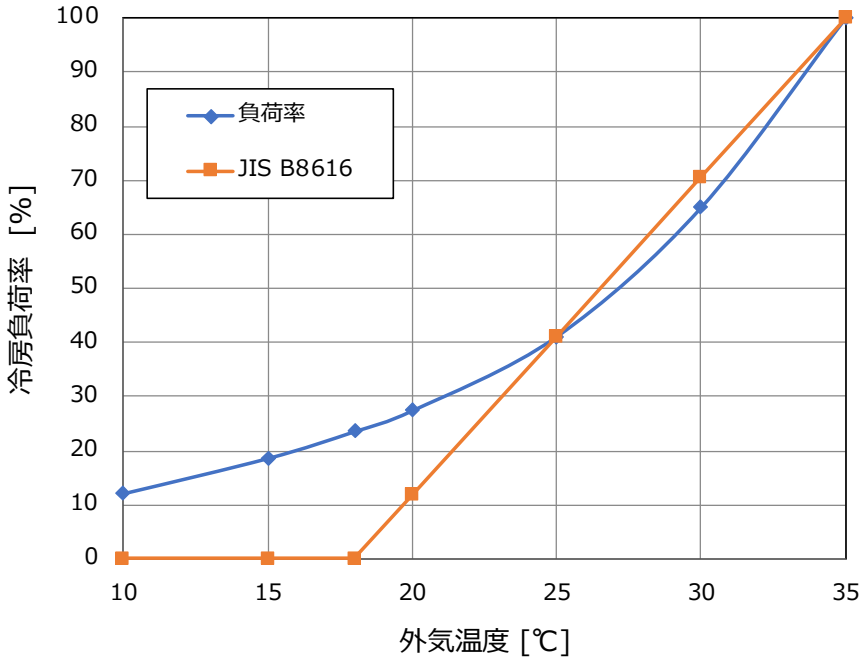
PE2＝E2×H
＝52.7[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 455[GJ/年]

CO_2 排出量

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
＝52.7[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh]＝0.0 230[千 t-CO_2/年]
＝ 23.0[t-CO_2/年]

「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）

実施計画の エネルギー削減量	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＝ 461[GJ/年]－ 455[GJ/年]＝ 6[GJ/年]
実施計画の CO_2 削減量	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＝ 23.3[t-CO_2/年]－ 23.0[t-CO_2/年]＝0.3[t-CO_2/年]
補足説明	① 本対策の考え方 通常、空調機（AHU）は最大冷房負荷時でも 7℃の冷水が所定量送られれば空調が滞りないように設計されている。そのため、空調負荷が半減する中間期・冬期にはチラーの冷水出口温度（AHU への送り温度）を上げても十分に空調は賄える。 一方、補足説明③の図 2 に示す通り、空冷ヒートポンプチラーで、冷水出口温度を上げるとチラーの性能は向上する（COP 補正係数は大きくなる）ので、冷凍機の電力使用量を低減することができる。本提案は、空調機能力に余力が生じる季節にはチラーの冷水出口温度の設定を上げて、冷凍機の電力使用量を低減し、CO_2 排出量を削減するものである。 なお、空調に余裕があることの判断は、空調機の能力制御弁の開度が恒常的に絞られ気味であることによる。 ② 外気温度と冷房負荷率の関係 外気温度(DB)と冷房負荷率(CL)の関係（想定）を図 1 に示す。JIS B8616 の方法をより実態に近いものにしている。 $(CL=4.17\times10^{-5}DB^3-1.398\times10^{-3}DB^2+2.828\times10^{-2}DB-0.0634)$  **図 1　外気温度と冷房負荷率の関係（想定）**

「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

③ 外気温度と COP 補正係数（冷房）の関係

外気温度 35[℃]、冷水出口温度 7 [℃]を標準としたときの、外気温度・冷水出口温度と COP 補正係数（冷房）の関係を図 2 に示す。外気温度 16.6[℃]の時は、冷水出口温度を 7[℃]から 10[℃]に緩和すると COP 補正係数は 185[%]から 190[%]に向上する。

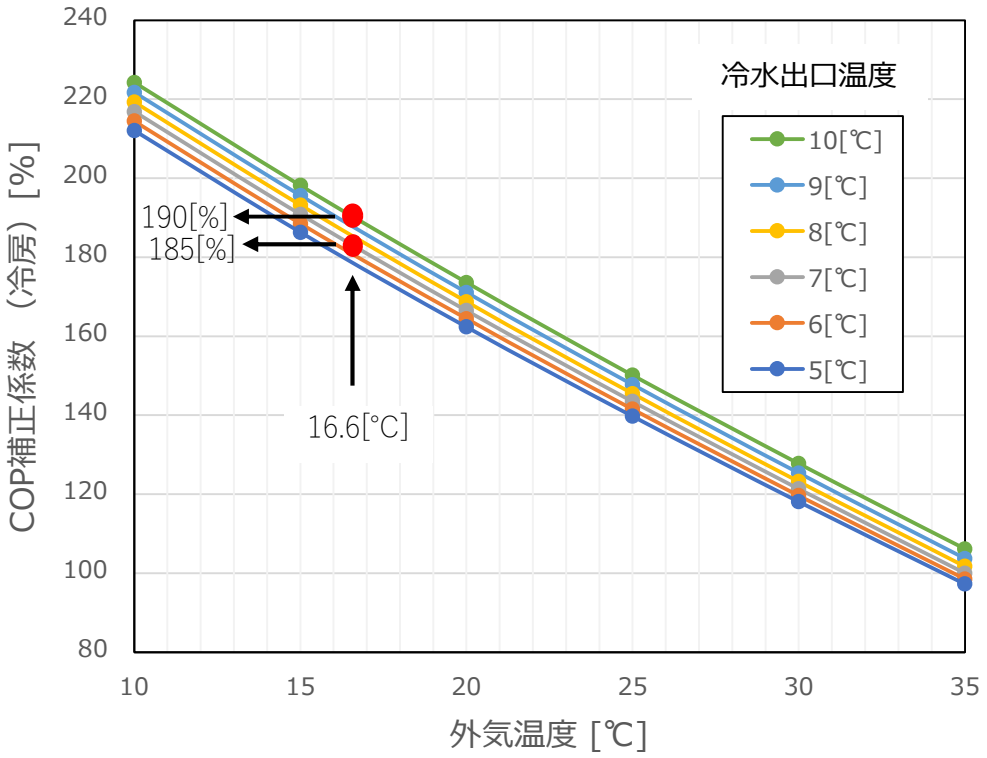


図 2　外気温度・冷水出口温度と COP 補正係数（冷房）の関係例

「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）

④ 各地の月別日中外気乾球温度

各地の月別日中外気乾球温度の例を表 5 に示す。最新の気象データは気象庁のウェブサイト等から入手できる。

表 5　各地の月別日中外気乾球温度 [℃]

	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	7.7	7.7	7.0	3.5	8.3	7.3	7.7	4.4	6.4	0.0	-2.2	10.8
2 月	8.8	8.6	8.0	4.1	9.3	8.3	8.6	5.3	7.5	0.9	-1.3	12.1
3 月	11.8	11.7	11.5	7.4	12.3	11.3	11.6	9.1	11.0	4.7	2.8	14.7
4 月	16.6	17.5	17.6	12.7	17.8	17.3	17.5	15.3	16.6	11.1	8.8	19.5
5 月	20.8	22.3	21.9	16.9	21.9	21.8	22.1	19.8	21.1	16.9	14.8	23.2
6 月	24.4	26.2	25.7	21.3	25.4	25.6	25.8	23.9	25.0	22.3	20.2	25.9
7 月	27.9	29.6	29.2	23.6	29.5	29.0	29.7	27.2	27.8	23.9	22.8	30.5
8 月	29.5	31.3	30.8	26.3	30.4	30.4	30.7	29.7	29.4	26.3	25.2	30.8
9 月	26.1	27.8	27.2	23.1	27.0	27.2	27.2	25.6	25.5	22.1	21.2	28.6
10 月	20.3	21.8	21.3	17.7	22.4	21.9	21.7	19.8	19.7	15.7	14.7	24.6
11 月	15.5	16.1	15.2	12.1	16.4	15.4	16.0	13.7	14.3	8.8	7.1	18.5
12 月	10.5	10.3	9.2	6.2	10.5	9.4	10.1	7.6	9.0	2.5	0.4	13.0

補足説明

⑤ スクリュー冷凍機以外の場合の取り扱い

本シートでは、スクリュー冷凍機の場合について検討したが、他の冷凍機に対する扱いは下記のようにする。

1) 容積型冷凍機

レシプロ（往復動）やスクロール等、他の容積型冷凍機においては、スクリュー冷凍機と同様に取り扱うことができる。

2) 吸収式冷凍機やターボ冷凍機

吸収式冷凍機やターボ冷凍機も冷水出口温度を上げれば性能が向上するのはスクリュー冷凍機と同様だが、性能への影響度合が異なる。しかし、これらの冷凍機に関する性能特性については正確な情報を提供することができない。

本対策の実施に当たっては、メーカー等のサポートの下、その効果を独自に算定することを推奨するが、算定の考え方は本シートと同様である。

（参考）

冷水出口温度が 1[℃]上昇した場合に対する COP 向上率について

スクリュー冷凍機：2.0[%/℃]（図 2 の外気温度 30[℃]～35[℃]の間）

吸収式冷凍機　　：3.5[%/℃]（2021 ビル省エネ手帳 p.44 2 章 5.4 項）

ターボ冷凍機　　：3.7[%/℃]（2021 ビル省エネ手帳 p.42 2 章 5.2 項）

出典・参考資料

[1]『2021 ビル省エネ手帳』（省エネルギーセンター）

[2]『吸収式冷凍機』高田秋一・吉川光雄（省エネルギーセンター）

「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	[３]『新版　省エネチューニングマニュアル』（省エネルギーセンター） [４]『省エネチューニングガイドブック』（省エネルギーセンター） [５]『RefpropVer.6』（NIST：National Institute of Standard and Technology, USA）
留意事項	① 本対策の省エネ効果は、空調機（AHU）に余裕が生じる中間期・冬期のみに発揮される。 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。
備考	

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＝ 461[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＝ 23.3[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 対象の空冷ヒートポンプチラーの年間電力使用量を実測する。 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：52.5[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＝52.5[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 454[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＝52.5[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh]＝0.0 229[千 t-CO_2/年] ＝ 22.9[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＝ 461[GJ/年]－ 454[GJ/年]＝ 7[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＝ 23.3[t-CO_2/年]－ 22.9[t-CO_2/年]＝ 0.4[t-CO_2/年]
留意事項		① 冷水出口温度を緩和しても、冷房時の体感に問題がないことを確認する。
備考		

「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）

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。