「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	冷凍・冷蔵設備の冷却能力の回復	C26018	冷凍・冷蔵設備の冷却能力の回復
工程名	冷凍・冷蔵	対象設備	冷凍・冷蔵設備
システム／設備区分名	冷凍・冷蔵設備		
対策内容	冷蔵倉庫で運用されている冷凍機の吸入圧力が庫内温度に対して異常に低い場合に、適切な圧力に上げて冷却能力を回復させることにより電力使用量を低減し、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 冷凍機の蒸発温度が、何らかの原因で庫内温度から期待される蒸発温度よりも異常に低い場合に、専門業者によって異常の原因が取り除かれ、蒸発温度が上昇した場合について、CO_2 削減効果を算定する例を示す。 ② ①を想定した場合に、対策実施前は蒸発温度の異常低下により冷凍機の冷却能力が不足するため、凝縮負荷が減り凝縮温度も低かったが、対策によって凝縮温度も上昇する。
対策実施前	活動種別	系統電力
	年間活動量	対策実施前の冷凍機の年間電力使用量を算定する。 以下に、対策実施前の冷凍機の使用状況が表 1 の場合の算定例を示す。 $E1 = W \times r \times t$ (1) ここで、E1 ：対策実施前の冷凍機の電力使用量 [kWh/年] W ：冷凍機の定格消費電力[*1] [kW] r ：負荷率 [%] t ：稼働時間 [h/年] 表 1 の数値を式(1)に代入して、対策実施前の電力使用量を求める。 $E1 = 55[kW] \times 0.4 \times 8,760[h/年]$ $= 192,720[kWh/年] = 193[千\ kWh/年]$

「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）

<table>
<tr><td rowspan="3">対策実施前</td><td>年間
活動量</td><td>

表 1　対策実施前の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
	冷媒	R-404A	仕様書
W	冷凍機の定格消費電力*1	55[kW]	カタログ
T	冷蔵庫庫内温度	-10[℃]	設定値
Tw	冷却水凝縮器出口温度	35[℃]	計測値
Ps1	対策実施前の吸入圧力	0.10[MPa-G]	計測値
Pd1	対策実施前の吐出圧力	1.55[MPa-G]	計測値
Te1	対策実施前の蒸発温度	-31[℃]	Ps1、図 1 (補足説明①)
Tc1	対策実施前の凝縮温度	36[℃]	Pd1、図 2 (補足説明①)
t	稼働時間	8,760[h/年]	24[h/日]×365[日/年]
r	負荷率	40[%]	計測値 (補足説明③)
COP1	対策実施前の成績係数	1.33	Te1、Tc1 (補足説明②)
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

*1：仕様書、カタログ等に記載の冷凍機の消費電力であり、モータの定格出力ではない。

</td></tr>
<tr><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×H
＝193[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝ 1,670[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
＝193[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝84.1[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>実施計画の冷凍機の電力使用量は表 2 に示す数値例を使用して算定する。
E2＝E1×COP1÷COP2　　(2)
ここで、E2　：実施計画の冷凍機の電力使用量 [千 kWh/年]
COP1 ：対策実施前の成績係数
COP2 ：実施計画の成績係数
表 1、表 2 の数値を式(2)に代入して、実施計画の電力使用量を求める。
E2＝193[千 kWh/年]×1.33÷1.75
＝147[千 kWh/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）

表 2　実施計画の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
Te2	実施計画の蒸発温度	-20[℃]	目標値（補足説明②）
Tc2	実施計画の凝縮温度	40[℃]	目標値（補足説明②）
COP2	実施計画の成績係数	1.75	Te2、Tc2（補足説明②）
Ps2	実施計画の吸入圧力	0.21[MPa-G]	Te2、図 1（確認する値）
Pd2	実施計画の吐出圧力	1.75[MPa-G]	Tc2、図 2（確認する値）

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

＝147[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝1,270[GJ/年]

CO_2 排出量

実施計画の CO_2 排出量 C2 は、実施計画の電力使用量 E2 に電力の CO_2 排出係数α を乗じて下記になる。

C2＝E2×α

＝147[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝64.1[t-CO_2/年]

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＝ 1,670[GJ/年]－1,270[GJ/年]＝ 400[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＝84.1[t-CO_2/年]－64.1[t-CO_2/年]＝20.0[t-CO_2/年]

補足説明

① 冷媒の熱物性

冷凍機に設置された圧力計の読み取り値から、下記グラフにより冷媒の蒸発温度、凝縮温度を得ることができる。

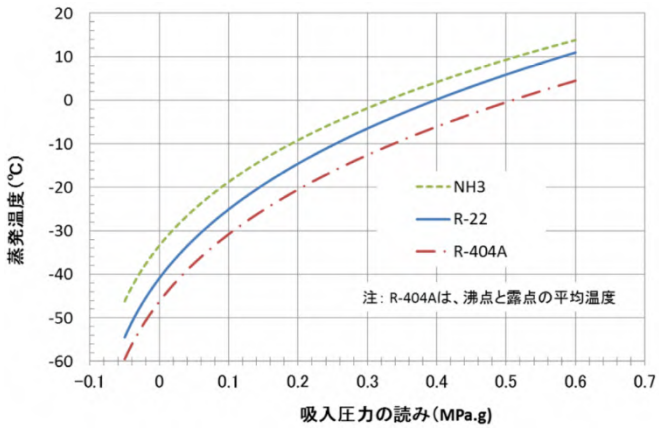


図 1　吸入圧力と蒸発温度の関係

作成：省エネルギーセンター（引用：『Refprop ver.6』（NIST；National Institute of Standard and Technology, USA））

「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）

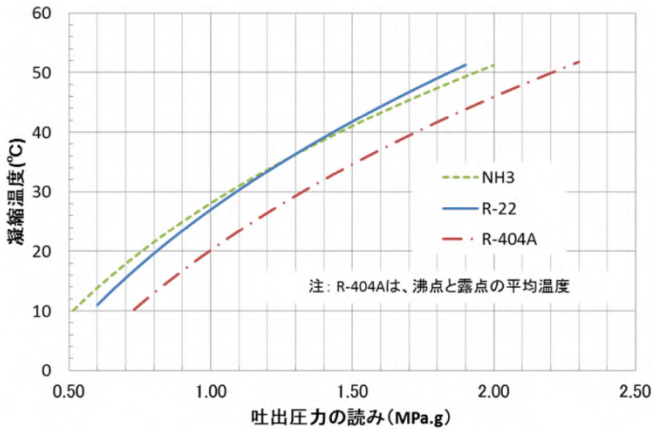


図２　吐出圧力と凝縮温度の関係

作成：省エネルギーセンター（引用：『Refprop ver.6』（NIST；National Institute of Standard and Technology, USA））

補足説明

② 成績係数

冷凍機の性能は、COP（Coefficient Of Performance（成績係数））で表わされる。

$$COP = \frac{\text{冷却能力[kW]}}{\text{消費電力[kW]}} \qquad (3)$$

COP は単位消費電力でどれだけの冷却能力を発揮するかを示している。冷却能力は、冷やすべき冷蔵倉庫の熱負荷なので、冷凍機の消費電力は COP に逆比例する。

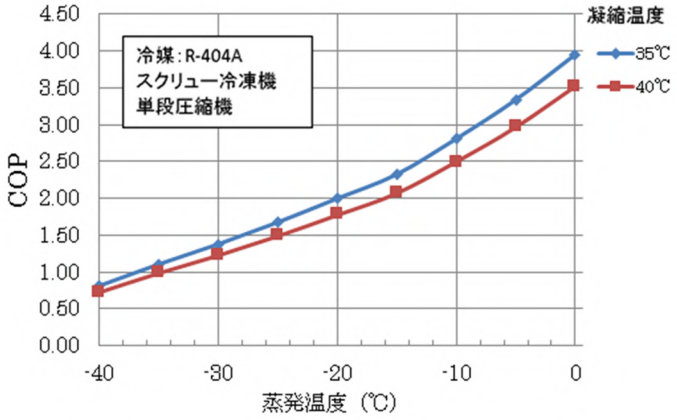
実際の冷凍機では、蒸発温度が上昇すると COP は上昇する（図 3 参照）が、式(3)の分子の冷却能力が増加するためであり、必ずしも分母の消費電力が低下するとは限らない。しかし、冷却能力が増加することから、同じ冷却負荷を得るために必要な電力使用量は必ず低下する。

本算定例では、対策実施前の蒸発温度 Te1 は、吸入圧力 Ps1 が 0.1[MPa-G]の時の値を図 1 から読み取ると-31[℃]であり、この値は-10[℃]の冷蔵庫としては異常に低い。（-10[℃]の冷蔵庫の蒸発温度は、設計上-20[℃]前後が望ましい。）

一方、冷凍機の吐出圧力 Pd1 は 1.55[MPa-G]であり、図 2 から凝縮温度 Tc1 を読み取ると 36[℃]程度なので、水冷凝縮器の冷却水出口温度 Tw＝35[℃]に対して低過ぎる。（通常は 40[℃]前後となる。）本来、凝縮温度は低い方が望ましいが、本算定例の場合は、その低さの原因が蒸発温度の異常低下により冷却能力が不足し、冷凍機が凝縮器で放出すべき熱負荷が減ったためなので、望ましいことではない。

いま、蒸発温度の異常低下の原因が専門業者の手で除かれて、蒸発温度 Te2 が-20[℃]、凝縮温度 Tc2 が 40[℃]と設計上望ましい状態に改善されたとする

「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）

	と、対策実施前と実施計画の COP は図 3 から下記になる。 対策実施前： COP1＝1.33（蒸発温度：-31[℃]、凝縮温度：36[℃]） 実施計画　： COP2＝1.75（蒸発温度：-20[℃]、凝縮温度：40[℃]）  **図 3　冷凍機の性能の一例** 作成：省エネルギーセンター（引用：『Refprop ver.6』（NIST；National Institute of Standard and Technology, USA），Bitzer 技術資料） ③ 負荷率 ここでは、負荷率を下記式により求めた。 r＝【実測電力使用量】[kWh/年]÷（【冷凍機の設計消費電力】[kW]×【稼働時間】）[h/年] 電力使用量の実測値がない場合は推定値を用いるが、その場合は根拠・出典を示すこと。本算定では計測により 40[%]を得たとした。
留意事項	① 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。 ② 数値は参考値なので、実際に即して適宜変更すること。 ③ 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。 ④ 電力使用量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） 電力量計の仕様は、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
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）

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＝ 1,670[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＝84.1[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 精度管理された計測器により、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：172[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＝172[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝ 1,490[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＝172[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝75.0[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＝ 1,670[GJ/年]－ 1,490[GJ/年]＝ 180[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＝84.1[t-CO_2/年]－75.0[t-CO_2/年]＝9.1[t-CO_2/年]
留意事項		① 冷却機能を低下させた原因が取り除かれ、再発しないことを確認すること。 ② 吸入圧力が管理基準内であることを確認すること。
備考		① 蒸発温度異常低下の原因が判明したときには、定期保守点検等により再発防止を図ること。

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。