

設備更新等によるCO₂削減効果の算定ツール (冷凍冷蔵設備の高効率化)

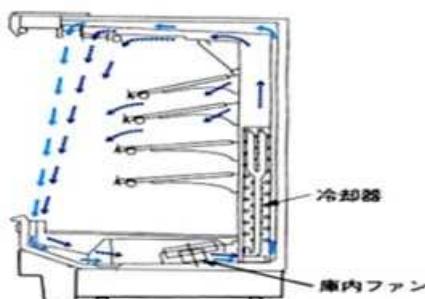
[本ツールの目的]

設備更新の効果算定ツール（冷凍冷蔵設備コンデンシングユニット）（以下、本ツールという）は、冷凍冷蔵ショーケースや保管庫およびコンデンシングユニットの効果を基本性能から簡易に推算し、設備更新の計画策定に資することを目的としたものである。

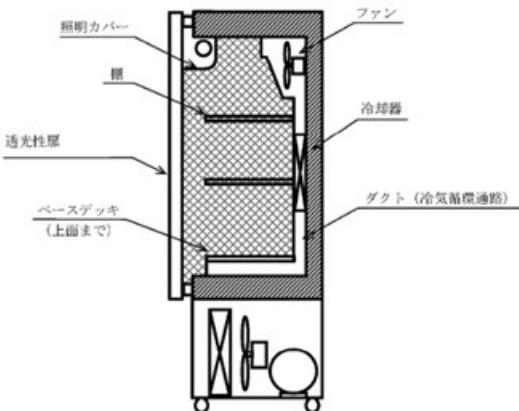
[本ツールの特徴]

冷凍冷蔵設備の構成は冷凍冷蔵ショーケース・保管庫と冷凍機・コンデンシングユニットの2つの要素から成り立っている。冷凍冷蔵ショーケースにはオープンタイプ（図a）とクローズドタイプ（図b）がある。平型や多段型ショーケース等のオープンタイプでは庫内外を分ける扉のないものを総称するが、コンデンシングユニットを屋外に集約する別置型とするものが多く見られる。また、クローズドタイプでは小型のショーケースで冷凍機および冷却器と凝縮器を内蔵するものが多く見られる。本ツールでは、冷凍機、凝縮器（コンデンシングユニット）を別置きとするショーケースと冷凍機、凝縮器、冷却器を内蔵するショーケースの消費電力量を分けて集計するため、ショーケースの仕様と冷凍機の仕様とは別置型と内蔵型に分けて入力するようになっている。別置型は空冷式と水冷式が選定できるようにしている。

ショーケース・保管庫の性能はケース内温度と店内環境温度から決まり、コンデンシングユニットの性能は冷媒種、蒸発温度、凝縮温度として、空冷式では外気温度、水冷式では湿球温度で一義的に決まるとしている。また、外気温度および湿度の発生頻度（時間）は地域、運転期間・時間帯ごとに計算して集計し、地域の代表都市の月別平均温湿度として年間の電力使用量を推算している。代表地点の気温データ・湿度データはすべて計算シートに含まれているので、指定の入力セルに必要事項を入力すれば計算式が実行され、コンデンシングユニットの年間電力使用量およびショーケース・保管庫の年間消費電力量が計算される。本解説書ではその計算手順を説明する。なお、本ツールは用途や保管温度ごと複数の冷凍冷蔵系統に対応しているが、現状の既存設備と導入設備の入力は本ツールではそれぞれ別に算定するものとする。



図a. オープンタイプショーケース



図b. クローズドタイプショーケース

[使用条件]

本ツールは、簡略のため、都道府県内各地の気象条件を当該都道府県庁所在都市の過去30年間の時別平均外気温度で代表している。山間部、僻地等、都道府県庁所在地と気象条件が大きく異なる場合は、例として東京都小笠原村の場合、最初の設置場所入力で、東京都ではなく沖縄県と入力する方が算定の不確かさは小さくなる。

また、本ツールでは冷凍冷蔵設備の周囲温度の変化による性能比は JISB8623 の 5.1 に示す方法で測定した代表冷媒のデータを使用して推計している。代表冷媒は R22、R404A、401A、R448A、R463A、R744 の 6 通の測定結果データ（次世代冷媒 R449 は R448 と性能はほぼ同じ）をもとに低温・超低温および高温・中温の蒸発温度に分けて容量補正係数を推計している。また、容量補正係数は JRAIA 日本冷凍空調工業会のエネルギー効率算定式に従っており、インバータ式か定速式かを選定できるようになっている。

なお、ショーケース、保管庫などの冷却器の所要冷凍能力やコンデンシングユニットの定格仕様（能力/消費電力）および型式の入力をすることが必須となっているので注意されたい。ちなみに、冷凍機内蔵型のショーケースのコンデンシングユニットでは、圧縮機の呼称出力を入力すればその定格仕様（冷凍能力と消費電力）が表示されるが異なる仕様であれば入力されたい。

[本ツールの適用範囲]

本ツールは、設備更新の効果を簡易的に把握するために開発されたものであり、他の目的に利用することは想定されていない。

[免責事項]

本ツールは、あらゆる入力に対して正しい計算結果が得られることを保証するものではない。計算結果の取り扱いについては自己責任とすることに同意できる場合のみ使用できる。

[本ツールの改訂]

本ツールは、予告なく改訂される場合がある。利用の際には、環境省ウェブサイトから最新版を入手し、使用していただきたい。

[本ツールの使い方]

本ツールを使用するに当たって、初めにシート【1 フローチャート】で更新設備が本ツールの適用範囲にあることを確認し、利用可能であれば、シート【20 運転条件(共通)】、【21 運転条件(既存 別置)】、【22 運転条件(既存 内蔵)】、【23 運転条件(導入 別置)】、【24 運転条件(導入 内蔵)】に必要事項を入力すれば、【25 効果算定シート】に対策前後の CO₂ 排出量や CO₂ 削減効果、エネルギーコストなどが算出される。(条件入力セルは黄色に、選択セルは緑色に、自動表示は青色とする。)

また、エネルギーコストについては、取引業者や公的機関等が公開する電気料金の単価を入力することで算定される。

本ツールの計算の考え方は、巻末の Appendix に記載のとおりである。

1. コンデンシングユニット 年間電力使用量算定のための条件入力

1.1_設備を設置する店舗について

【20 運転条件(共通)】シートにて、

Step1 冷凍冷蔵設備を設置する都道府県をプルダウンメニューより選択する。本ツールでは、簡略のため当該都道府県内各地の気象条件（外気温度、相対湿度）を県庁所在都市等で代表することにしているので、この入力に対して都道府県庁所在都市名と電源周波数が自動表示される。

Step2 店舗の名称を入力する。

Step3 現在お使いの電気料金、または公的機関等が公開する電気料金の単価を入力する。単位は「円/kWh」。

Step4 年間の営業日数を入力する「日/年」。

Step 1	冷凍冷蔵設備を設置する都道府県を選択してください。 選択した都道府県の都道府県庁所在都市と電源周波数が表示されます。	選択 (都道府県)		
2	店舗の名称を入力してください。 (例: スーパー、食品店舗、食堂、レストラン)	入力		
3	現在お使いの電気料金、または公的機関等が公開する電気料金の単価を、表示されている単位に注意して入力してください。	入力		円/kWh
4	年間の営業日数を入力してください。	入力		日/年

【図 1 設備を設置する店舗情報の入力画面】

Step5 店内設定温度と店内湿度を各月毎に入力する。ツールにはデフォルト値が入力されているので、実際と異なる場合は変更する。

5	以下の表に各月の店内設定温度と店内湿度を選択してください。											
店内温度と湿度												
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
店内設定温度[℃]	18.0	19.0	19.0	21.0	21.0	20.0	18.0	17.0	16.0	14.0	15.0	16.0
店内湿度[%]	48.0%	50.0%	58.0%	60.0%	61.0%	62.0%	48.0%	46.0%	31.0%	28.0%	28.0%	34.0%

【図 2 室内温度等の入力画面】

※店内温度と湿度はショーケースの負荷率を推計されるために入力が必要です。

Step6 ショーケースの照明の一日あたり点灯時間を入力する。

Step7 ショーケースのファンや防露ヒーターの一日あたり動作時間を入力する。終日稼働の場合は24を入力する。

Step8 他の電力の一日あたり使用時間を入力する。

Step9 ショーケースのクーラーファンの一日あたり動作時間を入力する。終日稼働の場合は24を入力する。

Step10 ショーケースのデフロストヒーターの一日あたり動作時間を入力する。昼または夜等、2回行われる場合は合計時間を入力する。

6	ショーケースは一日のうち、何時間、照明を点けていますか。点灯時間を入力してください。	入力		時間／日
7	ショーケースのファンや防露ヒーターの動作時間を入力してください。終日稼働の場合、24を入力してください。	入力		時間／日
8	他の電力の使用時間を入力してください。	入力		時間／日
9	ショーケースのクーラーファンの動作時間を入力してください。終日稼働の場合、24を入力してください。	入力		時間／日
10	ショーケースのデフロストヒーターの動作時間を入力してください。※1日2回の場合は合計時間を入力してください。	入力		時間／日

【図3 ショーケースの動作時間の入力画面】

1.2_既存設備の運転条件（コンデンシングユニットが別置型）

1.2.1_ショーケースや保管庫の運転条件

【21 運転条件(既存 別置)】シートにて、コンデンシングユニット毎を1系統とし、既存のショーケースや保管庫の各種運転条件を入力する。系統は「既存1」から「既存25」までの25系統あり、入力できるショーケースや保管庫の数が決まっている。以下の表を参考にし、お使いのコンデンシングユニットに接続しているショーケース数や保管庫数に見合う系統を選択し、使用してください。途中の系統が空欄であっても問題ありません。

【表1 系統に入力可能な台数】

系統	入力可能な台数
既別1～既別7	15台
既別8～既別17	20台
既別18～既別22	30台
既別23～既別25	40台

- ① **[系統名]**を入力する。
- ② **[機器型式または番号]**を入力する。
- ③ **[用途]**を入力する。
- ④ **[庫内温度]**はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ⑤ **[ケース蒸発温度]**はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ⑥ **[所要冷凍能力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑦ **[照明の消費電力]**、**[ファンの消費電力]**、**[防露ヒーターの消費電力]**、**[その他の消費電力]**、**[クーラーファンの消費電力]**、**[デフロストヒーターの消費電力]**を入力する（使用していない場合は空欄のままで良い。単位は「W」）。

既存ショーケース＆既存保管庫											
系統	No.	機器型式 または 番号	用途	庫内温度	ケース 蒸発温度	所要 冷凍能力	消費電力				
							照明	ファン	防露 ヒーター	その他	クーラー ¹⁾ ファン
				(℃)	(℃)	(kW)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)
	-01										
(既別1) (～15台)	-02										
	-03										
	-04										
	-05										
	-06										
	-07										
	-08										
	-09										
	-10										
	-11										
	-12										
	-13										
	-14										
	-15										
計						0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

【図 4 既存ショーケースや既存保管庫の運転条件入力画面(別置型)】

1.2.2_コンデンシングユニットの運転条件

次に、既存のコンデンシングユニットの各種運転条件を入力する。

- ① **[機器型式]**を入力する。
- ② **[選定蒸発温度]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ③ **[冷媒種]**をプルダウンメニューより選択する。
- ④ **[コンデンサーの凝縮方法]**をプルダウンメニューより選択する。
- ⑤ **[制御方法]**をプルダウンメニューより選択する。
- ⑥ **[定格能力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑦ **[定格消費電力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑧ **[COP]**の値は自動で表示される。

既存コンデンシングユニット							
※ 本体または接続する別置冷凍機の型式							
機器型式	選定 蒸発温度	冷媒種	コンデンサー の凝縮方法	制御方法	定格能力	定格 消費電力	COP
(※)	(℃)				(kW)	(kW)	
水冷式冷凍機の場合、以下を入力してください。							
冷却塔ポンプの冷却水量				$\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$			
冷却塔ポンプのポンプ揚程				mH			
冷却塔ポンプのポンプ効率				%			

【図 5 既存コンデンシングユニットの運転条件入力画面(別置型)】

1.2.3_コンデンシングユニットが水冷式冷凍機の場合

コンデンシングユニットが水冷式冷凍機の場合は、系統毎に冷却塔ポンプに関して以下を入力する。

- ① [冷却塔ポンプの冷却水量] 単位は「 $\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$ 」。
- ② [冷却塔ポンプのポンプ揚程] 単位は「mH」。
- ③ [冷却塔ポンプのポンプ効率] 単位は「%」。

既存コンデンシングユニット								※ 本体または接続する別置冷凍機の型式	
機器型式	選定 蒸発温度	冷媒種	コンデンサー の凝縮方法	制御方法	定格能力	定格 消費電力	COP		
(※)	(℃)				(kW)	(kW)			
			水冷	▼					
	水冷式冷凍機の場合、以下を入力してください。								
	冷却塔ポンプの冷却水量				$\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$				
	冷却塔ポンプのポンプ揚程				mH				
冷却塔ポンプのポンプ効率				%					

【図 6 水冷式冷凍機の運転条件入力画面(別置型)】

1.3_既存設備の運転条件（コンデンシングユニットが内蔵型）

1.3.1_ショーケースや保管庫の運転条件

【22 運転条件(既存 内蔵)】シートにて、コンデンシングユニット毎を 1 系統とし、既存のショーケースや保管庫の各種運転条件を入力する。

- ① [機器型式または番号]を入力する。
- ② [用途]はプルダウンメニューより選択する。
- ③ [庫内温度]はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ④ [照明の消費電力]、[ファンの消費電力]、[防露ヒーターの消費電力]、[その他の消費電力]、[クーラーファンの消費電力]、[デフロストヒーターの消費電力] を入力する（把握している数値を入力。使用していない場合は空欄のままで良い。単位は「W」）。

既存ショーケース & 既存保管庫								
系統	機器型式 または 番号	用途	庫内温度	消費電力(把握している数値を入力してください。)				
				照明	ファン	防露 ヒーター	その他	クーラー ¹ ファン
既内01			(℃)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)
既内02								
既内03								
既内04								
既内05								
既内06								
既内07								
既内08								
既内09								
既内10								
既内11								
既内12								
既内13								
既内14								
既内15								
既内16								
既内17								
既内18								
既内19								
既内20								

【図 7 既存ショーケースや既存保管庫の運転条件入力画面(内蔵型)】

1.3.2_コンデンシングユニット(CDU)の運転条件

次に、既存のコンデンシングユニットの各種運転条件を入力する。

- ① **[呼称出力]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「kW」。
 - ② **[CDU 台数]**は、デフォルト値として「1」が入力されているので、変更の場合に入力する。
 - ③ **[選定蒸発温度]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
 - ④ **[冷媒種]**をプルダウンメニューより選択する。
 - ⑤ **[制御方法]**をプルダウンメニューより選択する。
 - ⑥ **[定格能力]**が分かる場合は入力する。不明の場合は呼称出力等を基に最終的に推定値が表示されます。単位は「kW」。
 - ⑦ **[定格消費電力]**が分かる場合は入力する。不明の場合は呼称能力等を基に最終的に推定値が表示されます。単位は「kW」。
 - ⑧ **[COP]**の値は自動で表示される。

【図8 既存コンデンシングユニットの運転条件入力画面(内蔵型)】

1.4_導入設備の運転条件（コンデンシングユニットが別置型）

1.4.1_ショーケースや保管庫の運転条件

【23 運転条件(導入 別置)】シートにて、コンデンシングユニット毎を1系統とし、既存のショーケースや保管庫の各種運転条件を入力する。系統は「導入 1」から「導入 25」までの25系統あり、入力できるショーケースや保管庫の数が決まっている。以下の表を参考にし、導入予定のコンデンシングユニットに接続するショーケースや保管庫に見合う系統を選択し、使用してください。途中の系統が空欄であっても問題ありません。

【表2 系統に入力可能な台数】

系統	入力可能な台数
導別 1～導別 7	15台
導別 8～導別 17	20台
導別 18～導別 22	30台
導別 23～導別 25	40台

- ① **[系統名]**を入力する。
- ② **[機器型式または番号]**を入力する。
- ③ **[用途]**を入力する。
- ④ **[庫内温度]**はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ⑤ **[ケース蒸発温度]**はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ⑥ **[所要冷凍能力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑦ **[照明の消費電力]**、**[ファンの消費電力]**、**[防露ヒーターの消費電力]**、**[その他の消費電力]**、**[クーラーファンの消費電力]**、**[デフロストヒーターの消費電力]**を入力する（使用していない場合は空欄のままで良い。単位は「W」）。

導入ショーケース&導入保管庫											
系統	No.	機器型式 または 番号	用途	庫内温度 (℃)	ケース 蒸発温度 (℃)	所要 冷凍能力 (kW)	消費電力				
							照明 (W)	ファン (W)	防露 ヒーター (W)	その他 (W)	クーラー ⁺ ファン (W)
	-01										
(導別1) (～15台)	-02										
	-03										
	-04										
	-05										
	-06										
	-07										
	-08										
	-09										
	-10										
	-11										
	-12										
	-13										
	-14										
	-15										
計						0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

【図9 導入ショーケースや導入保管庫の運転条件入力画面(別置型)】

1.4.2_コンデンシングユニットの運転条件

次に、導入予定のコンデンシングユニットの各種運転条件を入力する。

- ① **[機器型式]**を入力する。
- ② **[選定蒸発温度]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ③ **[冷媒種]**をプルダウンメニューより選択する。
- ④ **[コンデンサーの凝縮方法]**をプルダウンメニューより選択する。
- ⑤ **[制御方法]**をプルダウンメニューより選択する。
- ⑥ **[定格能力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑦ **[定格消費電力]**を入力する。単位は「kW」。
- ⑧ **[COP]**の値は自動で表示される。

導入コンデンシングユニット							
※ 本体または接続する別置冷凍機の型式							
機器型式	選定 蒸発温度	冷媒種	コンデンサー の凝縮方法	制御方法	定格能力	定格 消費電力	COP
(※)	(℃)				(kW)	(kW)	
水冷式冷凍機の場合、以下を入力してください。							
冷却塔ポンプの冷却水量				$\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$			
冷却塔ポンプのポンプ揚程				mH			
冷却塔ポンプのポンプ効率				%			

【図 10 導入コンデンシングユニットの運転条件入力画面(別置型)】

1.4.3_コンデンシングユニットが水冷式冷凍機の場合

導入予定のコンデンシングユニットが水冷式冷凍機の場合は、系統毎に冷却塔ポンプに関する以下を入力する。

- ① [冷却塔ポンプの冷却水量] 単位は「 $\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$ 」。
- ② [冷却塔ポンプのポンプ揚程] 単位は「mH」。
- ③ [冷却塔ポンプのポンプ効率] 単位は「%」。

導入コンデンシングユニット							
※ 本体または接続する別置冷凍機の型式							
機器型式	運定 蒸発温度	冷媒種	コンデンサー の凝縮方法	制御方法	定格能力	定格 消費電力	COP
(※)	(°C)				(kW)	(kW)	
			水冷	▼			
	水冷式冷凍機の場合、以下を入力してください。						
	冷却塔ポンプの冷却水量				$\ell /(\text{min} \cdot \text{kW})$		
	冷却塔ポンプのポンプ揚程				mH		
冷却塔ポンプのポンプ効率				%			

【図 11 導入コンデンシングユニットの運転条件入力画面(別置型)】

1.5_導入既存設備の運転条件（コンデンシングユニットが内蔵型）

1.5.1_ショーケースや保管庫の運転条件

【24 運転条件(導入 内蔵)】シートにて、コンデンシングユニット毎を1系統とし、既存のショーケースや保管庫の各種運転条件を入力する。

- ① [機器型式または番号]を入力する。
- ② [用途]を入力する。
- ③ [庫内温度]はプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
- ④ [ケース蒸発温度]はプルダウンメニューより選択する。
- ⑤ [照明の消費電力]、[ファンの消費電力]、[防露ヒーターの消費電力]、[その他の消費電力]、[クーラーファンの消費電力]、[デフロストヒーターの消費電力]を入力する（把握している数値を入力。使用していない場合は空欄のままで良い。単位は「W」）。

導入ショーケース＆導入保管庫							
系統	機器型式 または 番号	用途	庫内温度	消費電力(把握している数値を入力してください。)			
				照明	ファン	防露 ヒーター	その他
			(℃)	(W)	(W)	(W)	(W)
導内01							
導内02							
導内03							
導内04							
導内05							
導内06							
導内07							
導内08							
導内09							
導内10							
導内11							
導内12							
導内13							
導内14							
導内15							
導内16							
導内17							
導内18							
導内19							
導内20							

【図 12 導入ショーケースや既存保管庫の運転条件入力画面(内蔵型)】

1.5.2_コンデンシングユニット(CDU)の運転条件

次に、導入予定のコンデンシングユニットの各種運転条件を入力する。

- ① **[呼称出力]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「kW」。
 - ② **[CDU 台数]**は、デフォルト値として「1」が入力されているので、変更の場合に入力する。
 - ③ **[選定蒸発温度]**をプルダウンメニューより選択する。単位は「℃」。
 - ④ **[冷媒種]**をプルダウンメニューより選択する。
 - ⑤ **[制御方法]**をプルダウンメニューより選択する。
 - ⑥ **[定格能力]**が分かる場合は入力する。不明の場合は呼称出力等を基に最終的に推定値が表示されます。単位は「kW」。
 - ⑦ **[定格消費電力]**が分かる場合は入力する。不明の場合は呼称能力等を基に最終的に定値が表示されます。単位は「kW」。
 - ⑧ **[COP]**の値は自動で表示される。

【図 13 導入コンデンシングユニットの運転条件入力画面(内蔵型)】

2. 効果の算定結果

本ツールを使用し、【20 運転条件(共通)】、【21 運転条件(既存 別置)】、【22 運転条件(既存 内蔵)】、【23 運転条件(導入 別置)】、【24 運転条件(導入 内蔵)】、【25 算定シート】に必要事項を入力すれば、対策前後の CO₂排出量や CO₂削減量 (CO₂削減効果)、電気料金などが算出される。

効果の算定結果		
項目	対策前	対策後
所要冷凍能力 (kW)	0.00	0.00
コンデンシングユニット定格能力 (kW)	0.00	0.00
年間電力使用量 (kWh/年)	内蔵型ショーケース	0
	別置型ショーケース	0
	別置型コンデンシングユニット	0
	合計	0
CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	0	0
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)		0
電気料金 (千円/年)	0	0

CO ₂ 排出係数	電気	0.438	t-CO ₂ /kWh
----------------------	----	-------	------------------------

【図 14 効果の算定結果画面】

Appendix

A1. ショーケース

1-1 ショーケースの区分

生鮮食品のショーケースや保管庫内の保管温度により冷媒の蒸発温度が定まり、冷蔵（高温・中温）と冷凍（低温・超低温）の区分に分けられる。

【表 3 ショーケースや保管庫の基準温度と区分】

(: 本ツール対象外)

種類	基準温度	保管温度例	保管品の例
冷蔵	15°C	12~15°C	米、バナナ
	0°C	0~10°C	青果、果実、牛乳、茶
		-2~0°C	卵
冷凍	-6°C	-10~-2°C	乾燥魚、バター
	-15°C	-20~-10°C	塩サケ、凍結卵、ベーコン
	-25°C	-30~-20°C	冷凍食品、アイス
	-35°C	-40~-30°C	鮮魚冷凍庫、精肉冷凍庫
	-45°C	-50~-40°C	凍結カツオ
	-55°C	-60~-50°C	凍結マグロ

1-2 ショーケースの冷凍冷蔵負荷率

ショーケースの負荷率は保管品と周囲環境により推計される。

ショーケースの各月店内温度湿度（計測値）とカタログ表示の定格店内温湿度表 5 とは差があるので外部負荷率として補正している。補正は表 4 の内部負荷率（a）を一定とし外部負荷率（β）を補正して修正する。

$$\text{各月のショーケース冷凍負荷率} = \text{内部負荷率}a + \text{外部負荷率}\beta \times (a/b) \quad (1)$$

ここで

a : 各月の周囲(店内)環境とケース内環境とのエンタルピー差

b : カタログで表示される周囲環境とケース内環境のエンタルピー差

【表 4 内部と外部の負荷比率】

	内部負荷率(a)	外部負荷率(β)
冷蔵	0.25	0.75
冷凍	0.50	0.50

【表 5 ショーケース周囲環境の定格カタログ条件】

温度(t) [°C]	湿度(Φ) [%]	比エンタルピー(ha) [kJ/kg]
27	60	61.0
25	60	55.2

1-3 ショーケースの稼働時間と営業日

ショーケース本体の消費電力推定するため区分ごとに時間帯を入力する。

【表 6 ショーケースの稼動時間例】

区分	稼働日 d (日)	用途	時間帯 t (h/日)
照明	営業日	営業時間	10
防露ヒーター		終日稼働	24
その他電力			12
クーラーファン			23
デフロストヒーター			0.5

1- 4 ショーケースの消費電力計算

運転条件（共通）シートで入力された稼働日 d （日/年）と稼働時間 t （h/日）、また、運転条件（各方式別）シートで入力された各区分の消費電力 ψ_i (W) によりショーケース自体の年間消費電量量 (kWh) が積算されます。

$$P = \psi_i / 1000 \times d \times t \quad [\text{kWh/年}] \quad (2)$$

ここで

P : ショーケース自体の年間消費電力 [kWh]

ψ_i : 照明、防露ヒータ、その他電力、クーラーファン、デフロストヒータの消費電力 [W]

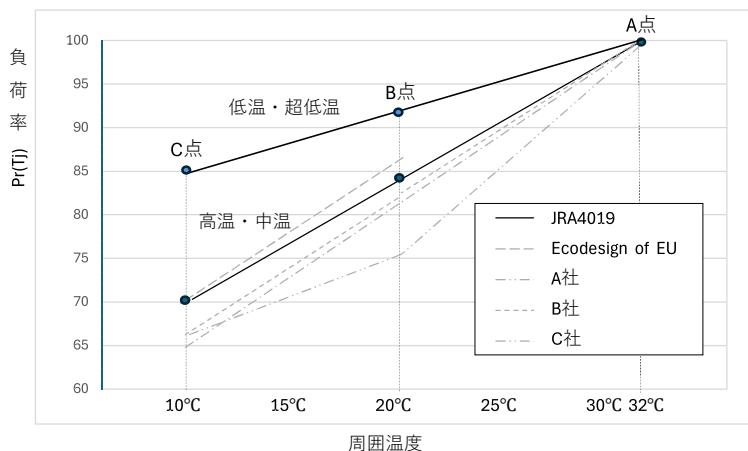
A2. コンデンシングユニット

2-1 コンデンシングユニットの周囲温度と負荷率

日本冷凍空調工業会 JARIA ではコンデンシングユニットの周囲温度と負荷率は概ね比例するのものとして上限温度 32°C、下限温度 10°C、上限負荷率 100%、下限負荷率（高・中温用）70%、（低・超低温用）85%としている（表 7、図 15 参照）。

【表 7 コンデンシングユニット周囲温度と負荷率】

種類	空気凝縮器などに流入する 空気温度(°C)			負荷率(%)		
	A 点	B 点	C 点	A 点	B 点	C 点
高温・中温用	32	20	10	100	84	70
低温・超低温用	32	20	10	100	92	85



【図 15 コンデンシングユニットの周囲温度と冷凍、冷蔵による負荷率 $Pr(Tj)$ 】

2-2 コンデンシングユニットの成績係数比算出

コンデンシングユニットの周囲温度 T_j (°C) と冷媒別的能力変化率 Qr 、消費電力変化率 Pci は蒸発温度 ET (高温、低温)、負荷率 Pr (T_j) により JISB8623 の 5.1 に示す方法で計測された成績係数 COP_m は A 点 (全負荷時) を 1.0 として、成績係数 COP_R (回転数制御)、 COP_{PL} (回転数制御) が計算され全負荷時に対する比率として求められている。

2-2-1 回転数制御の成績係数比算出

A 点 (全負荷時) ではコンデンシングユニットの定格能力、定格消費電力から成績係数を算出する。B 点、C 点 (部分負荷時) では表 8 の区分に従って成績係数を算出する。

【表 8 回転数制御方式の算出方法】

区分	$x = Qr/Pr_r$	算出手法	COP_R の計算手法	備考
1	$98\% \leq x \leq 102\%$	実測試験結果	実測値 COP_m	
2	$102\% < x \leq 110\%$ $90\% \leq x < 98\%$	直線近似	COP_m の直線近似	直線近似
3	$110\% < x \leq 120\%$ $80\% \leq x < 90\%$	減衰定数で補正	$COP_m \times (1 - Ca)$	直線近似 Ca は減衰定数
4	$120\% < x$	劣化定数で補正	$COP_m \times \{1 - Cd \times (1 - Cr)\}$	直線近似 Cd は劣化定数

成績係数 COP_R は表 8 の x (Qr/Pr) の区分に従って推計されている。

ここで

x : 要求負荷 Pr [kW] と冷凍能力 Qr [kW] の差分で算出方法の判定に用いている

判定式 $x = Qr/Pr$

Qr : 周囲温度による冷凍能力変化率 (計測値) [-]

Pr : 周囲温度による要求負荷変化率 [-]

COP_R : 回転数制御時の成績係数補正率 [-]

COP_m : A, B, C 点で冷凍能力が同じか上回るときの成績係数計測値 ($= Qr/Pi$) [-]

Pi : 周囲温度による電力変化率 (計測値) [-]

Ca : 減衰定数、区分 3 の推定式に用い、 X の差分に従って選定している

(表 9 参照) [-]

推定式 $COP_R = COP_m \times (1 - Ca)$

区分4の場合

$$\text{推定式 } \text{COP}_R = \text{COP}_M \times \{ 1 - Cd \times (1 - C_R) \}$$

Cd : 劣化定数 (表 10 参照)

C_R : 能力比 ($= Pr/Qr$)

【表 9 要求負荷に対する減衰定数】

要求負荷に対する差分	減衰定数 Ca	
	高温・中温	低温・超低温
$\pm 10\% < Qr/Pr < \pm 15\%$	0.05	0.04
$\pm 15\% < Qr/Pr < \pm 20\%$	0.1	0.08

【表 10 要求負荷に対する劣化定数】

劣化定数 Cd	
高温・中温	低温・超低温
0.85	0.7

2-2-2 回転数制御以外の成績係数比算出

2-2-1 で求めた回転数制御方式 COP_R から、次の式を使って回転数制御以外の成績係数補正率 COP_{PL} を求めている。

$$\text{COP}_{PL} = \text{COP}_R \times \{ 1 - Cd \times (1 - C_R) \}$$

A3. コンデンシングユニットの年間消費電力量 [kWh]

3-1 空冷式コンデンシングユニットの月別消費電力

別置型ではショーケースや保管庫の負荷率と所要冷凍能力から選定された冷凍機の定格冷凍能力と消費電力を用いて、月毎のコンデンシングユニットの月別消費電力量を求め、年間の消費電力量を計算する。

$$\Phi = \sum_{m=1}^{12} \Phi_m \quad [\text{kWh/年}] \quad (3)$$

ここで

Φ_m : 各月のコンデンシングユニットの消費電力量 [kWh/月]

各月のコンデンシングユニットの消費電力量 Φ_m は

$$\Phi_m = \sum_{j=1} (P_m / COP_x \times h_j) \quad [\text{kWh/月}] \quad (4)$$

また

P_m : ショーケースの要求負荷に対するコンデンシングユニットの消費電力 [kW]

$$P_m = Q_m / COP_c \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

COP_x : 規格書 JRA4019(2020)に対応した計算方式で本文 A2 項のコンデンシングユニットの周囲温度 T_j [°C] と負荷率 $Pr(T_j)$ において実測された要求負荷と消費電力の変化率から推計された「成績係数補正率」で COP_R (回転数制御) または COP_{PL} (回転数制御以外)。

h_j : 各月に出現する周囲温度別時間数 [h/月]

ここで

Q_m : ショーケースの要求負荷

$$Q_m = q_s \times \eta_m \quad [\text{kW}]$$

COP_c : 冷凍機の定格成績係数

$$COP_c = q_c \times p_c \quad [-]$$

q_s : ショーケース系統別所要冷凍負荷 [kW]

η_m : ショーケース測定周囲温度と庫内温度による月別負荷率 [-]

q_c : コンデンシングユニットの定格能力 [kW]

p_c : コンデンシングユニットの定格消費電力 [kW]

また、空冷内蔵型では、ショーケース所要冷凍負荷 q_s [kW] = コンデンシングユニット定格冷凍能力 q_s [kW] として扱う。

3-2 水冷式コンデンシングユニットの月別消費電力

水冷式コンデンシングユニットの冷却水入口温度 T_{win} (°C) は、該当地域の月平均湿球温度 T_{wb} (°C) から推計し周囲温度 T_j (°C) に替えて空冷式の式 (4) と同様に COP_x が算定され消費電力量が推計される。

コンデンシングユニット入口冷却水温度 T_{win} (°C) の推計は、冷却塔のアプローチ k (°C) と負荷率 $Pr(T_j)$ 、必要アプローチ Ar [°C]、アプローチ余力 Ap [°C] を算定し、 Ar と Ap の大きさにより算定式が決められる。

$$\begin{aligned} T_{win} &= T_{wb} + Ar & (Ap < Ar) & [°C] \\ &= T_{ws} & (Ap \geq Ar) & [°C] \end{aligned}$$

ここで

T_{win} : コンデンシングユニット入口冷却水温度 [°C]

T_{wb} : 地域別月平均湿球温度 [°C]

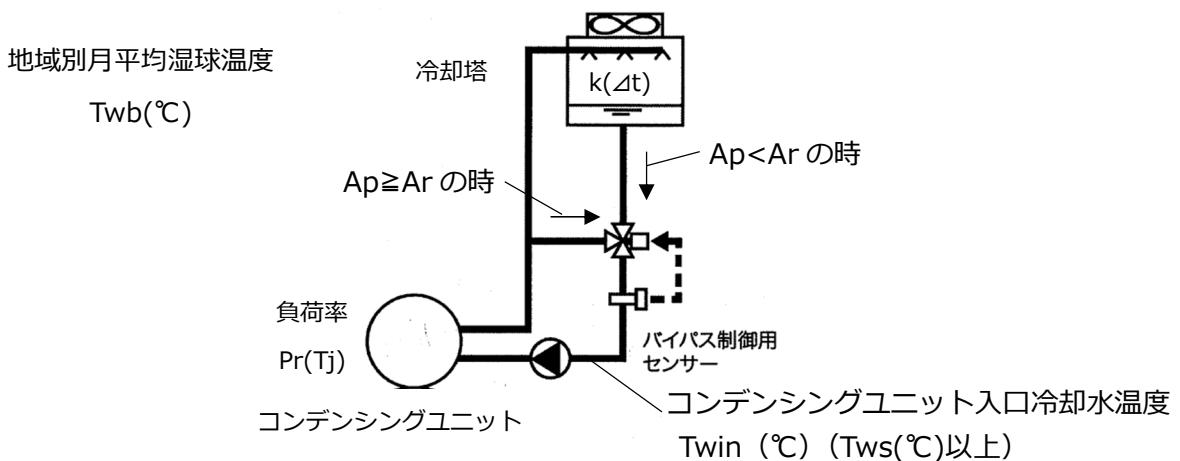
Ar : 冷却塔必要アプローチ $Ar = k \times Pr(T_j)$ [°C]

Ap : アプローチ余力 $Ap = T_{ws} - T_{wb}$ [°C]

T_{ws} : 冷却水設定温度 15.0 [°C] (コンデンシングユニットの冷却水入口最低温度)

k : 冷却塔定格アプローチ $k = 5$ [°C] (定格冷却水温度差 $\Delta t = 5.0$ [°C])

$Pr(T_j)$: コンデンシングユニット負荷率 (周囲温度による負荷率)



【図 1 6 水冷式コンデンシングユニットと冷却水温度】