

空調年間活動量算定ツール(GHP 版)を用いた GHP の 年間ガスおよび電力使用量の算定

[本ツールの目的]

空調年間活動量算定ツール（GHP 版）（以下、本ツールという）は、ガスエンジン・パッケージエアコン（以下、「GHP」という）の年間エネルギー使用量および電力使用量を GHP の基本性能と使用条件だけから合理的に推算することを目的としたものである。推算の考え方は、JIS B 8627:2015「ガスヒートポンプ冷暖房機」の期間成績係数算出基準に基づいている。

本来、GHP のガスおよび電力使用量は実測することが前提であるが、何らかの理由で実測ができない場合の代替手段として本ツールの使用を想定している。そのため、本ツールによって得られた結果は算定の不確かさが小さくないことに留意する必要がある。したがって、本ツールで得た結果は、1 週間程度の実測により補正されることが望ましい。ただし、本ツールで出力される期間の電力使用量と実測した電力使用量との差異により全体を補正すること、すなわち電力計測による各合計使用量の補正は認められない。

[本ツールの特徴]

本ツールは、空調負荷および GHP の性能が外気温度により一義的に決まるものと考え、外気温度の発生頻度（時間）を地域、運転期間・時間帯ごとに計算して積算し、年間のエネルギーおよび電力使用量を推算している。代表地点の気温データや計算式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な事項を入力すれば計算が実行され、GHP の年間エネルギーおよび電力使用量（冷房・暖房期間別、さらに月別）が算定される。本解説書ではその計算過程を説明する。

[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、都道府県庁所在都市と気象条件が大きく異なる場合は、ツールが提供する [既定値入力] ではなく、[個別入力] が必要である。[個別入力] では、当該地の所属都道府県を離れた入力も可能である。たとえば、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、本ツールは標準的な空調用 GHP の使用を想定している。発熱の大きな設備機器のある工場空調や負荷が外気温に依存しないデータセンター、冷房の室温設定が異常に低い中温空調への適用は想定していない。

[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、事前に EXCEL のマクロの設定を有効にしておく必要がある（設定方法は EXCEL のバージョンによるが、例えばファイル ⇒ オプション ⇒ トラストセンター ⇒ トラストセンターの設定 ⇒ マクロの設定 で設定できる）。本ツールの EXCEL ファイルをダウンロードしたら、ファイルを開く前にファイル名を右クリックしてプロパティを開き、一番下に表示されるセキュリティの項目の「許可する」にチェックを入れてから OK ボタンを押す。



図 1 利用開始前の EXCEL ファイルのプロパティ画面

以降は、ファイルを開いた状態での説明になる。

利用者が入力する必要がある項目については、[]付の太字にて示した。また、シート上では、入力する必要があるセルは全て黄色に着色されている。

1.GHP 年間ガスおよび電力使用量算定のための条件入力

初めに【設置場所(都道府県名)】のプルダウンによる入力を行う。条件入力セルは、全て黄色に着色されている。

空調年間活動量算定ツール(GHP版)			Ver.1.2
ガスエンジン・ヒートポンプ(GHP)の年間ガスおよび電力使用量の算定			
ここからスタート	GHPを設置する都道府県を選択	選択	
Y 既定値	選択した都道府県所在地	自動表示	
	都道府県所在地の【暖・冷房負荷比：y値】	自動表示	
	表示された【y値】で使用するシート	自動表示	
使用するシートを選択(各シートが開く)			
		温暖地(y既定値)	寒冷地(y既定値)
都道府県所在地と気候条件が大きく異なる場合、以下にy値を入力し、表示されたシートを使用			
Y 個別入力	都道府県所在地の既定値以外を使用する場合の【y値】	入力	
	入力した【y値】で使用するシート	自動表示	
使用するシートを選択(各シートが開く)			
		温暖地(y個別入力)	寒冷地(y個別入力)

空調年間活動量算定ツール(GHP版)			Ver.1.2
ガスエンジン・ヒートポンプ(GHP)の年間ガスおよび電力使用量の算定			
ここからスタート	GHPを設置する都道府県を選択	選択	▼
Y 既定値	選択した都道府県所在地	自動表示	北海道
	都道府県所在地の【暖・冷房負荷比：y値】	自動表示	青森
	表示された【y値】で使用するシート	自動表示	岩手
使用するシートを選択(各シートが開く)			
		温暖地(y既定値)	寒冷地(y既定値)
都道府県所在地と気候条件が大きく異なる場合、以下にy値を入力し、表示されたシ			
Y 個別入力	都道府県所在地の既定値以外を使用する場合の【y値】	入力	
	入力した【y値】で使用するシート	自動表示	
使用するシートを選択(各シートが開く)			
		温暖地(y個別入力)	寒冷地(y個別入力)

図 2 GHP 年間ガスおよび電力使用量算定のための条件の入力画面

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）を都道府県庁所在都市で代表することになっているので、上記の入力に対して都道府県庁所在都市名が返され、同時に各県庁所在都市で妥当と考えられる「暖・冷房負荷比」*1 γ の既定値が表示される。この γ の値は特別な理由がない限り変更する必要はない。しかし、個別入力にも対応しているため、必要な場合は所定欄に入力する。

*1：設備設計時の空調負荷計算における最大暖房負荷と最大冷房負荷の比率で、ここでは、負荷の大きな方で GHP の機種選定がなされたものとする。冷房負荷に対して GHP を選定した場合は、 $\gamma \leq 1$ となる。

本ツールでは、 γ を既定値で設定する場合と個別入力で設定する場合の 2 通りの入力画面が用意されている。どちらを利用するかが決まったら、それに対応した画面（図 2 参照）を利用する（ γ が既定値のままの場合は“上段の画面”、個別に設定する場合は“下段の画面”）。

最後に、以上の操作でいずれかのセル（「温暖地（ γ 既定値）」、「寒冷地（ γ 既定値）」、「温暖地（ γ 個別入力）」、「寒冷地（ γ 個別入力）」）がハイライトされるので、そのセルをクリックすると新たなシートが開く。

そのあと【冷房、暖房の運転期間】、【運転時間帯】、【月毎の運転日数】を入力する。その方法を以下に示す。

初めに図 3 に示す画面で、空調を行う月、および時間のセルを指定の色で塗りつぶす。指定の色は、EXCEL 画面上部メニューからホームを選択し、塗りつぶしの色ボタンの右側▼を押して、冷房であれば左から 5 列目の一番薄い青、暖房であれば左から 6 列目の一番薄いオレンジを選択する（図 4、5）。指定の色以外で塗りつぶすと正しく計算できないので注意が必要である。運転時間帯は月毎に変えることも可能である。図 3 は 8 時から 20 時までの運転の例であり、20 時の列まで塗ると終了が 21 時になる。

GHPの設置場所		時刻																								年間日	Ver.1.2
月	時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	運転日数	月
4	13.3	13.0	12.7	12.4	12.1	11.9	12.0	12.8	13.7	14.9	15.9	16.7	17.4	17.8	17.8	17.6	17.3	16.8	16.0	15.4	14.9	14.5	14.1	13.8		4	
5	17.8	17.5	17.3	17.0	16.8	16.7	17.0	17.8	18.8	19.7	20.6	21.4	21.9	22.2	22.2	22.0	21.6	21.1	20.4	19.7	19.2	18.8	18.5	18.2		5	
6	21.0	20.8	20.6	20.4	20.2	20.2	20.5	21.1	21.8	22.6	23.3	24.0	24.4	24.8	24.9	24.7	24.4	24.0	23.5	22.8	22.3	22.0	21.7	21.4		6	
7	24.8	24.6	24.4	24.3	24.1	24.0	24.3	25.0	25.7	26.6	27.4	28.0	28.5	28.8	28.9	28.7	28.3	27.9	27.3	26.6	26.1	25.7	25.4	25.2		7	
8	26.3	26.1	25.9	25.7	25.5	25.4	25.6	26.2	27.0	27.9	28.8	29.5	30.0	30.4	30.4	30.1	29.7	29.2	28.5	27.8	27.3	27.0	26.7	26.5		8	
9	23.0	22.8	22.6	22.4	22.2	22.0	22.5	23.3	24.2	25.0	25.6	26.1	26.5	26.4	26.3	26.0	25.4	24.8	24.3	23.9	23.6	23.4	23.1		9		
10	17.9	17.6	17.4	17.1	16.9	16.7	16.5	16.9	17.6	18.6	19.5	20.3	20.9	21.2	21.2	21.1	20.8	20.2	19.7	19.3	18.9	18.6	18.3	18.0		10	
11	12.6	12.3	11.9	11.6	11.4	11.1	11.0	11.1	11.8	12.9	14.0	15.0	15.7	16.2	16.3	16.1	15.7	15.1	14.7	14.3	13.9	13.5	13.1	12.8		11	
12	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.2	6.1	6.0	6.6	7.8	9.0	9.9	10.8	11.3	11.5	11.2	10.8	10.1	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.8		12	
1	4.9	4.6	4.3	4.0	3.8	3.6	3.4	3.4	4.0	5.2	6.4	7.5	8.3	8.9	9.1	8.9	8.5	7.9	7.3	6.9	6.5	6.0	5.7	5.3		1	
2	5.6	5.3	5.0	4.6	4.4	4.2	4.0	4.1	4.9	6.0	7.1	8.2	8.9	9.5	9.8	9.7	9.4	8.9	8.2	7.7	7.2	6.8	6.5	6.1		2	
3	8.9	8.5	8.1	7.7	7.5	7.3	7.1	7.6	8.4	9.5	10.5	11.5	12.2	12.7	12.9	12.8	12.6	12.1	11.4	10.9	10.4	10.0	9.7	9.3		3	

図 3 空調運転時間等入力画面（東京）

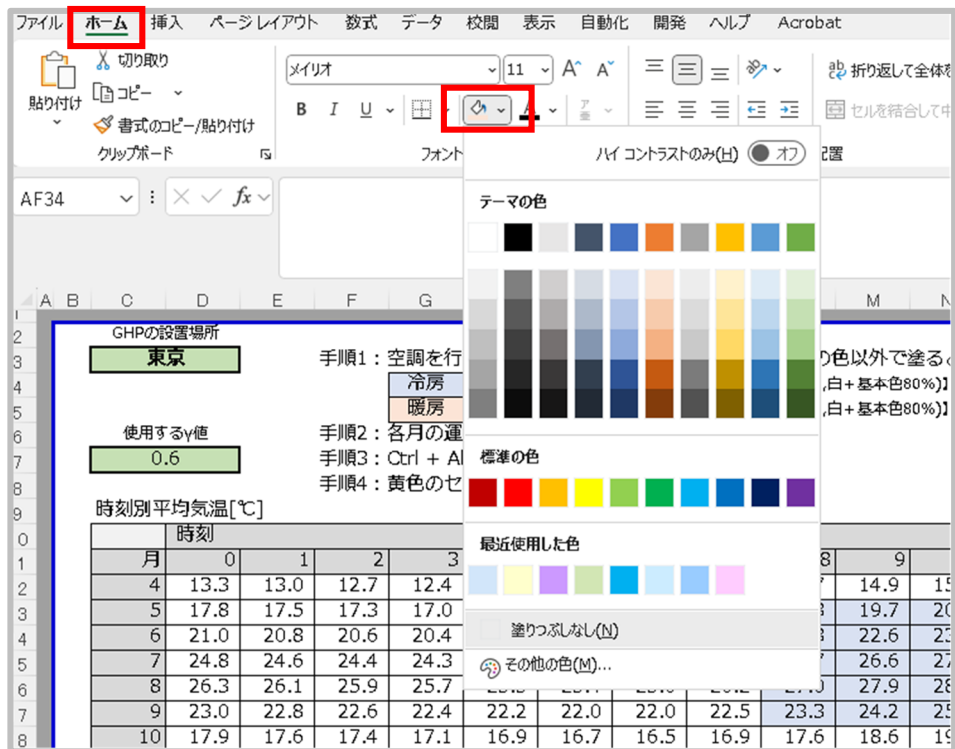


図 4 塗りつぶす色の選択画面_1

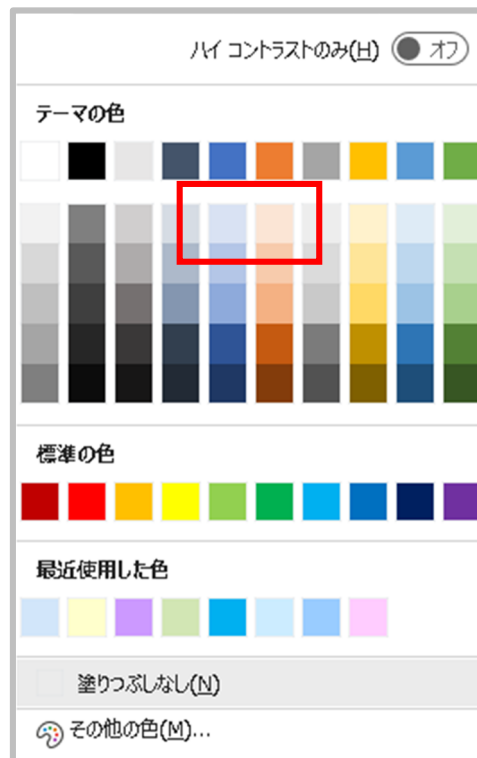


図 5 塗りつぶす色の選択画面_2

空調を行う月の塗りつぶしを終えたら、次に各月の運転日数を最終列に入力する。空調を行わない月については、空欄のままで良い。

GHPの設置場所		時刻																								年間171日	Ver.1.2
月	0	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	運転日数	月							
4	13.3	13.0	12.8	13.7	14.9	15.9	16.7	17.4	17.8	17.8	17.6	17.3	16.8	16.0	15.4	14.9	14.5	14.1	13.8	5	4						
5	17.8	17.5	17.8	18.8	19.7	20.6	21.4	21.9	22.2	22.2	22.0	21.6	21.1	20.4	19.7	19.2	18.8	18.5	18.2	20	5						
6	21.0	20.8	21.1	21.8	22.6	23.3	24.0	24.4	24.8	24.9	24.7	24.4	24.0	23.5	22.8	22.3	22.0	21.7	21.4	20	6						
7	24.8	24.6	25.0	25.7	26.6	27.4	28.0	28.5	28.8	28.9	28.7	28.3	27.9	27.3	26.6	26.1	25.7	25.4	25.2	22	7						
8	26.3	26.1	26.2	27.0	27.9	28.8	29.5	30.0	30.4	30.4	30.1	29.7	29.2	28.5	27.8	27.3	27.0	26.7	26.5	21	8						
9	23.0	22.8	22.5	23.3	24.2	25.0	25.6	26.1	26.5	26.4	26.3	26.0	25.4	24.8	24.3	23.9	23.6	23.4	23.1	21	9						
10	17.9	17.6	16.9	17.6	18.6	19.5	20.3	20.9	21.2	21.2	21.1	20.8	20.2	19.7	19.3	18.9	18.6	18.3	18.0		10						
11	12.6	12.3	11.1	11.8	12.9	14.0	15.0	15.7	16.2	16.3	16.1	15.7	15.1	14.7	14.3	13.9	13.5	13.1	12.8		11						
12	7.5	7.2	6.0	6.6	7.8	9.0	9.9	10.8	11.3	11.5	11.2	10.8	10.1	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.8	20	12						
1	4.9	4.6	3.4	4.0	5.2	6.4	7.5	8.3	8.9	9.1	8.9	8.5	7.9	7.3	6.9	6.5	6.0	5.7	5.3	20	1						
2	5.6	5.3	4.1	4.9	6.0	7.1	8.2	8.9	9.5	9.8	9.7	9.4	8.9	8.2	7.7	7.2	6.8	6.5	6.1	21	2						
3	8.9	8.5	7.6	8.4	9.5	10.5	11.5	12.2	12.7	12.9	12.8	12.6	12.1	11.4	10.9	10.4	10.0	9.7	9.3	21	3						

図 6 空調運転時間等入力例（東京）

GHPの設置場所		時刻																								年間198日	Ver.1.2
月	0	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	運転日数	月							
4	6.1	5.1	6.1	7.6	9.2	10.5	11.6	12.4	12.8	13.0	12.9	12.5	11.7	10.7	9.7	8.8	8.0	7.3	6.8	20	4						
5	11.8	11.4	12.3	13.7	15.1	16.3	17.5	18.3	18.8	19.0	18.9	18.5	17.8	16.8	15.7	14.7	13.8	13.1	12.5	20	5						
6	16.3	15.9	16.9	18.1	19.3	20.4	21.4	22.2	22.6	22.9	22.9	22.5	21.8	20.9	19.9	19.0	18.2	17.5	16.9	20	6						
7	20.5	20.2	20.8	21.8	22.9	23.9	24.7	25.4	25.9	26.0	26.0	25.7	25.1	24.2	23.3	22.5	21.9	21.4	20.9	20	7						
8	21.6	21.1	21.7	22.8	24.0	25.1	26.0	26.7	27.1	27.2	27.1	26.7	26.1	25.1	24.0	23.3	22.8	22.2	21.9	20	8						
9	17.3	17.1	17.1	18.4	19.8	21.0	22.0	22.7	23.1	23.2	23.0	22.5	21.6	20.4	19.5	18.8	18.3	17.8	17.5	20	9						
10	10.7	10.4	9.9	11.4	13.0	14.5	15.6	16.4	16.8	16.9	16.7	16.0	14.7	13.6	12.8	12.2	11.7	11.2	10.8		10						
11	4.9	4.6	3.8	4.9	6.3	7.6	8.6	9.4	9.7	9.8	9.6	8.8	7.8	7.0	6.5	5.9	5.6	5.2	4.9	20	11						
12	0.0	-0.2	-1.0	-0.5	0.6	1.6	2.4	3.0	3.3	3.3	3.1	2.4	1.7	1.3	0.9	0.6	0.4	0.2	0.0	20	12						
1	-2.8	-3.1	-3.8	-3.3	-2.1	-1.0	-0.1	0.5	0.8	0.9	0.7	0.2	-0.5	-1.0	-1.3	-1.7	-2.0	-2.3	-2.6	20	1						
2	-2.2	-2.1	-3.4	-2.5	-1.1	0.0	0.9	1.6	2.0	2.0	2.0	1.5	0.8	0.2	-0.3	-0.7	-1.1	-1.4	-1.7	18	2						
3	1.0	0.1	0.2	1.5	2.9	4.1	5.0	5.7	6.1	6.3	6.1	5.7	4.9	4.1	3.4	2.8	2.2	1.8	1.4	20	3						

図 7 空調運転時間等入力例（岩手）

以上の入力が終わったら、**Ctrl + Alt + f9** キーを同時に押す。これにより、計算シートがアクティブになる。

次に、[空調負荷がゼロになると想定される外気温度]を、冷房・暖房のそれぞれについて入力する。

[冷房負荷ゼロ点] *2	Tco	18.0	[°C]	既定値 18 [°C]
[暖房負荷ゼロ点] *2	Two	12.0	[°C]	既定値 12 [°C]

*2：冷暖それぞれ空調負荷がゼロになると想定した外気温度。本計算では、簡単のため空調負荷は外気温度のみに依存し、負荷がゼロになると想定される外気温度があるとしている。数値の入力は、冷・暖房ともに空調が不要になると想定される外気温度を入力すれば良い。ただし、本ツールの性格（標準的な空調を想定）上、特別な理由がない限り、既定値のまま使用することが望ましい。

共通	冷房負荷ゼロ点	冷房が不要になると想定される外気温度を入力	Tco	18.0	°C
	暖房負荷ゼロ点	暖房が不要になると想定される外気温度を入力	Two	12.0	°C

		前1	前2	前3	前4	前5	前6	前7	前8	前9	前10	
設 備 選 入 前	定格冷房能力	GHPの仕様を入力	φco	22.4								kW
	定格冷房力次消費量	GHPの仕様を入力	pco	19.1								kW
	冷房消費電力	GHPの仕様を入力	Ac	0.38								kW
	定格冷房COP	自動計算 (εp= 2.40)	σco	1.12								σco = φco / (Pco + Acεep)
	定格暖房能力	GHPの仕様を入力	φwo	25.0								kW
	定格暖房力次消費量	GHPの仕様を入力	Pwo	18.7								kW
	暖房消費電力	GHPの仕様を入力	Aw	0.47								kW
	定格暖房COP	自動計算	σwo	1.26								σwo = φwo / (Pwo + Awεep)
	最大冷房負荷	設計時の値を入力 (不明の際は空白のまま)	Qc									kW
	台数	同じ容量の空調機の台数を入力										台

図 8 [空調負荷がゼロになると想定される外気温度] の入力画面

次に、GHP の仕様を入力する。γ の値により入力項目が異なるので、それぞれについて説明する。

2.冷・暖選定 $\gamma \leq 1$ 「温暖地シート」の場合の年間ガスおよび電力使用量

[GHPの定格性能]を以下により入力する。

[定格冷房能力]	Φ_{co}	22.4	[kW]
[定格冷房ガス消費量]	P_{co}	19.1	[kW]
[冷房消費電力]	A_c	0.38	[kW]
[定格冷房 COP]	σ_{co}	1.12	= $\Phi_{co} \div (P_{co} + A_c \times ep^{*3})$
[定格暖房能力]	Φ_{wo}	25.0	[kW]
[定格暖房ガス消費量]	P_{wo}	18.7	[kW]
[暖房消費電力]	A_w	0.47	[kW]
[定格暖房 COP]	σ_{wo}	1.26	= $\Phi_{wo} \div (P_{wo} + A_w \times ep)$
[最大冷房負荷]	Q_c		[kW]

*3：電力エネルギーの一次/二次変換係数 ($ep = 8,640/3,600 = 2.40$)

			前1	前2	前3	
設備 導入 前	定格冷房能力	GHPの仕様を入力	Φ_{co}	22.4		
	定格冷房ガス消費量	GHPの仕様を入力	P_{co}	19.1		
	冷房消費電力	GHPの仕様を入力	A_c	0.38		
	定格冷房COP	自動計算 (ep= 2.40)	σ_{co}	1.12		
	定格暖房能力	GHPの仕様を入力	Φ_{wo}	25.0		
	定格暖房ガス消費量	GHPの仕様を入力	P_{wo}	18.7		
	暖房消費電力	GHPの仕様を入力	A_w	0.47		
	定格暖房COP	自動計算	σ_{wo}	1.26		
	最大冷房負荷	設計時の値を入力 (不明の際は空白のまま)	Q_c			
	台数	同じ容量の空調機の台数を入力				

			後1	後2	後3	
設備 導入 後	定格冷房能力	GHPの仕様を入力	Φ_{co}			
	定格冷房ガス消費量	GHPの仕様を入力	P_{co}			
	冷房消費電力	GHPの仕様を入力	A_c			
	定格冷房COP	自動計算 (ep= 2.40)	σ_{co}			
	定格暖房能力	GHPの仕様を入力	Φ_{wo}			
	定格暖房ガス消費量	GHPの仕様を入力	P_{wo}			
	暖房消費電力	GHPの仕様を入力	A_w			
	定格暖房COP	自動計算	σ_{wo}			
	最大冷房負荷	設計時の値を入力 (不明の際は空白のまま)	Q_c			
	台数	同じ容量の空調機の台数を入力				

図9 [GHPの定格性能] ($\gamma \leq 1$) の入力画面

以上の入力で、目的のGHP年間ガスおよび電力使用量が算定される。なお、算出式の詳細は末尾のAppendixを参照のこと。

$\gamma \leq 1$ 「温暖地シート」の場合 例：東京

冷房時の期間ガス使用量	Gc	:	24,071	[MJ]
暖房時の期間ガス使用量	Gw	:	6,522	[MJ]
合計年間ガス使用量	G	:	30,593	[MJ]

冷房時の期間電力使用量	Auxc	:	133	[kWh]
暖房時の期間電力使用量	Auxw	:	46	[kWh]
合計年間電力使用量	Aux	:	179	[kWh]

冷房時の期間エネルギー使用量	Ec	:	7,006	[kWh]
暖房時の期間エネルギー使用量	Ew	:	1,921	[kWh]
合計年間エネルギー使用量	E	:	8,927	[kWh]

設備導入前ガス使用量 [MJ]			
	冷房(Gc)	暖房(Gw)	合計
	24,071	6,522	30,593

設備導入前電力使用量[kWh]			
	冷房(Auxc)	暖房(Auxw)	合計
	133	46	179

設備導入前エネルギー使用量 [kWh]			
	冷房(Ec)	暖房(Ew)	合計
	7,006	1,921	8,927

図 10 結果出力 ($\gamma \leq 1$ の場合) 画面例

以上の入力で、目的の GHP 年間ガスおよび電力使用量が算定される。なお、算出式の詳細は末尾の Appendix を参照のこと。

$\gamma > 1$ 「寒冷地シート」の場合 例：岩手

冷房時の期間ガス使用量	Gc	:	7,888	[MJ]
暖房時の期間ガス使用量	Gw	:	67,661	[MJ]
合計年間ガス使用量	G	:	75,549	[MJ]
冷房時の期間電力使用量	Auxc	:	44	[kWh]
暖房時の期間電力使用量	Auxw	:	472	[kWh]
合計年間電力使用量	Aux	:	516	[kWh]
冷房時の期間エネルギー使用量	Ec	:	2,296	[kWh]
暖房時の期間エネルギー使用量	Ew	:	19,928	[kWh]
合計年間エネルギー使用量	E	:	22,224	[kWh]

設備導入前ガス使用量 [MJ]			
	冷房(Gc)	暖房(Gw)	合計
	7,888	67,661	75,549

設備導入前電力使用量[kWh]			
	冷房(Auxc)	暖房(Auxw)	合計
	44	472	516

設備導入前エネルギー使用量 [kWh]			
	冷房(Ec)	暖房(Ew)	合計
	2,296	19,928	22,224

図 12 結果出力 ($\gamma > 1$ の場合) 画面例

Appendix

A1. 「温暖地シート」 ($\gamma \leq 1$) の期間エネルギー使用量、期間電力使用量および期間ガス使用量算定式

① 冷房

$$E_c = \left(\frac{\Phi_{co}}{\sigma_{co}} \right) \times \left(\sum_{i=1}^m \varepsilon_{ci} \times t_{ci} \right) \times f_s \quad (1)$$

ここで、

$$\begin{aligned} E_c &: \text{冷房の期間エネルギー使用量 [kWh]} \\ \Phi_{co} &: \text{定格冷房能力 [kW]} \\ \sigma_{co} &: \text{定格冷房 COP [-]} \\ Aux_c &: \text{冷房の期間電力使用量 [kWh]} \\ &= E_c \times \{Ac \times ep \div (P_{co} + Ac \times ep)\} \div ep^{*3} \end{aligned} \quad (1')$$

$$\begin{aligned} G_c^{*4} &: \text{冷房の期間ガス使用量 [MJ]} \\ &= 3.6 \times (E_c - Aux_c \times ep) \end{aligned} \quad (1'')$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &: \text{冷房時エネルギー消費量比 [-]} \\ &= \alpha_c \div \beta_c \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \alpha_c &: \text{冷房空調負荷率 [-]} \\ &= \{1 / (35 - T_{co})\} \times (T - 35) + 1 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} T_{co} &: \text{冷房負荷ゼロ点 [°C]} \\ \beta_c &: \text{冷房 COP 比 [-]} \\ &= \sigma_c \div \sigma_{co} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_c &: \text{冷房 COP [-]} \\ &= \Phi_c \div (P_c + Ac \times ep \times \alpha_c) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Phi_c &: \text{冷房能力 [kW]} \\ &= \{(\Phi_{co} - \Phi_{c29}) / (35 - 29)\} \times (T - 35) + \Phi_{co} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} P_c &: \text{冷房エネルギー消費量 [kW]} \\ &= \{(P_{co} - P_{c29}) / (35 - 29)\} \times (T - 35) + P_{co} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} P_{co} &: \text{定格冷房エネルギー消費量 [kW]} \\ \Phi_{c29} &: \text{中温冷房能力 [kW] (JIS による)} \\ &= 1.054 \times \Phi_{co} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} P_{c29} &: \text{中温エネルギー消費量 [kW] (JIS による)} \\ &= 0.94 \times P_{co} \end{aligned} \quad (9)$$

$$T : \text{外気温度 [°C]}$$

tc^{*5}	:	冷房運転時間 [h]	
fs^{*6}	:	機器選定余裕率 [-]	
		$= Qc \div \Phi_{co}$	(10)
Auxc	:	冷房の期間電力使用量 [kWh] (二次電力)	
Ac	:	冷房消費電力 [kW]	
Gc	:	冷房の期間ガス使用量 [MJ]	

- *3 : 電力エネルギーの一次/二次変換係数 ($ep = 8,640/3,600 = 2.40$)
- *4 : 定格冷房ガス消費量 [kW] は、燃料の高位発熱量基準で表示されている。したがって、式 (1') で、エネルギー単位 [kWh] から [MJ] へ変換されたエネルギー量は高位発熱量基準である。
- *5 : システムのデータベースより地域、運転期間、時間帯、他の入力に応じた値が返される。
- *6 : 最大冷房負荷と定格冷房能力の差を埋めるための補正係数。空調設備設計時に想定した最大冷房負荷が不明で未入力の場合は、既定値として 0.8 で計算を行う。

添え字	i	:	1~m (冷房を行う外気温度番号)
	c	:	冷房
	o	:	定格 (基準)

以上、式 (1) ~ 式 (10) の内容を図解すると、図 13 のようになる。

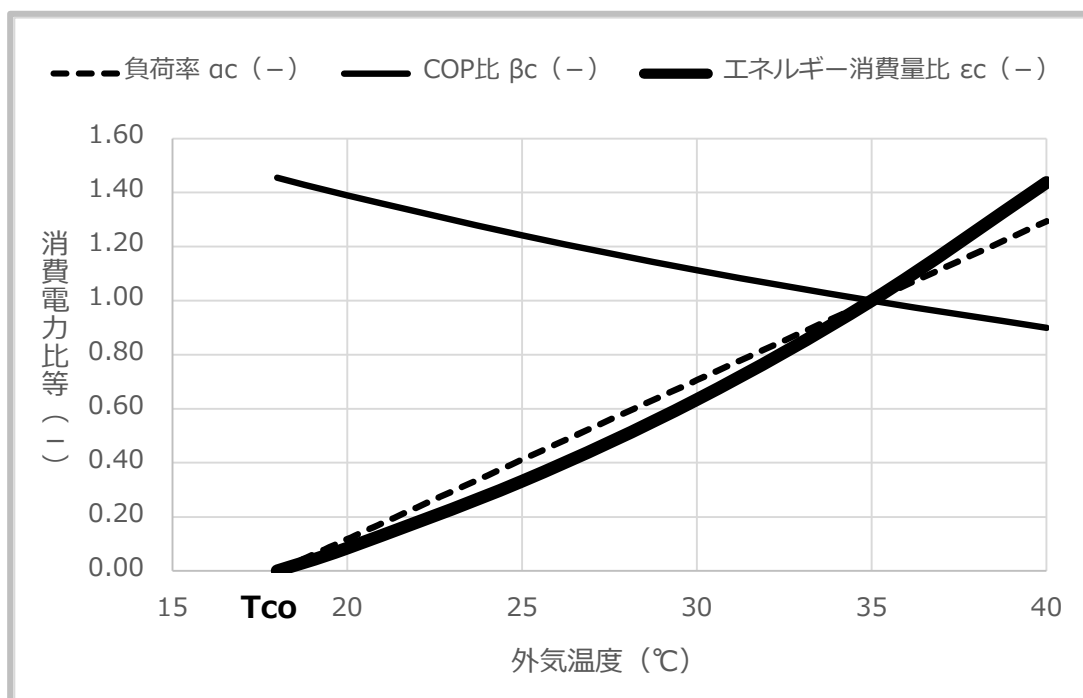


図 13 消費電力費等比等と外気温度の関係 (冷房 $\gamma \leq 1$)

負荷率 α_c は外気温度 35 [°C] を基準として、先に入力した冷房負荷ゼロ点 T_{co} を結んだ直線 (式 (3)) となる。また COP 比 β_c は、外気温度 35 [°C] (GHP の定格条件) を基準として、JIS による中温 (29 [°C]) 性能との関係から、冷却能力 Φ_c およびガス消費量 P_c について式 (6) および式 (7) で直線近似した結果を式 (5) に代入して冷房 COP σ_c を求め、式 (4) により得た。そして α_c と β_c の比が、外気温度 35 [°C] の基準点におけるエネルギー消費量に対するエネルギー消費量比 ε_c となる。

ここで、式 (1) の右辺の最初の () 内数値は、定格冷房能力を定格 COP で除した GHP の定格冷房エネルギー消費量 (補機の消費電力分を含む) ($P_{co} + A_c \times e_p$) となるので、 Σ 内のエネルギー消費量比 ε_c と外気温度の発生頻度 t_c (時間) を掛けたものを足し合わせれば期間のエネルギー使用量が算定される。

② 暖房

$$E_w = \left(\frac{\Phi_{CO} \times \gamma}{\sigma_{wo}} \right) \times \left(\sum_{j=1}^n \varepsilon_{wj} \times t_{wj} \right) \times fs \quad (11)$$

ここで、

$$\begin{aligned} E_w &: \text{暖房の期間エネルギー使用量 [kWh]} \\ Aux_w &: \text{暖房の期間電力使用量 [kWh]} \\ &= E_w \times \{Aw \times ep \div (Pwo + Aw \times ep)\} \div ep \end{aligned} \quad (11')$$

$$\begin{aligned} G_w &: \text{暖房の期間ガス使用量 [MJ]} \\ &= 3.6 \times (E_w - Aux_w \times ep) \end{aligned} \quad (11'')$$

$$\begin{aligned} \gamma &: \text{暖・冷房負荷比 [-]} \\ \Phi_{CO} &: \text{定格冷房能力 [kW]} \\ \sigma_{wo} &: \text{定格暖房 COP [-]} \\ \varepsilon_w &: \text{暖房時エネルギー消費量比 [-]} \\ &= \alpha_w \div \beta_w \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \alpha_w &: \text{暖房空調負荷率 [-]} \\ &= \{1 / (0 - T_{wo})\} \times T + 1 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} T_{wo} &: \text{暖房負荷ゼロ点 [°C]} \\ \beta_w &: \text{暖房 COP 比 [-]} \\ &= \sigma_w \div \sigma_{wo} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \sigma_w &: \text{暖房 COP [-]} \\ &= \Phi_w \div (P_w + Aw \times ep \times \alpha_w) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} &\text{または (着霜領域: } -7[\text{°C}] < T < 4.5[\text{°C}]) \\ &= \Phi_{wf} \div (P_{wf} + Aw \times ep \times \alpha_w) \end{aligned} \quad (15')$$

$$\begin{aligned} \Phi_w &: \text{暖房能力 [kW]} \\ &= \{(\Phi_{wo} - \Phi_{w-7}) / (7 - (-7))\} \times (T - 7) + \Phi_{wo} \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \Phi_{wf} &: \text{着霜域暖房能力 [kW] (JIS による)} \\ &= \Phi_w \div 1.12 \end{aligned} \quad (16')$$

$$\begin{aligned} P_w &: \text{暖房ガス消費量 [kW]} \\ &= \{(P_{wo} - P_{w-7}) / (7 - (-7))\} \times (T - 7) + P_{wo} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} P_{wf} &: \text{着霜域暖房ガス消費量 [kW] (JIS による)} \\ &= P_w \div 1.06 \end{aligned} \quad (17')$$

$$\begin{aligned} \Phi_{wo} &: \text{定格暖房能力 [kW]} \\ P_{wo} &: \text{定格暖房ガス消費量 [kW]} \\ \Phi_{w-7} &: \text{極低温暖房能力 [kW] (JIS による)} \end{aligned}$$

$$= 0.65 \times \Phi_{wo} \quad (18)$$

Pw₋₇ : 極低温暖房ガス消費量 [kW] (JISによる)

$$= 0.93 \times P_{wo} \quad (19)$$

T : 外気温度 [°C]

tw^{*5} : 暖房運転時間 [h]

fs^{*6} : 機器選定余裕率 [-]

Auxw : 暖房の期間電力使用量 [kWh] (二次電力)

Aw : 暖房消費電力 [kW]

Gw : 暖房の期間ガス使用量 [MJ]

*3 : 電力エネルギーの一次/二次変換係数 (ep = 8,640/3,600 = 2.40)

*5 : システムのデータベースより地域、運転期間、時間帯、他の入力に応じた値が返される。

*6 : 最大冷房負荷と定格冷房能力の差を埋めるための補正係数。空調設備設計時に想定した最大冷房負荷が不明で未入力の際には、既定値として 0.8 で計算を行う。

添え字 j : 1~n (暖房を行う外気温度番号)

w : 暖房

o : 定格 (基準)

f : 着霜状態

以上、式 (11) ~ 式 (19) の内容を図解すると、図 14 のようになる。

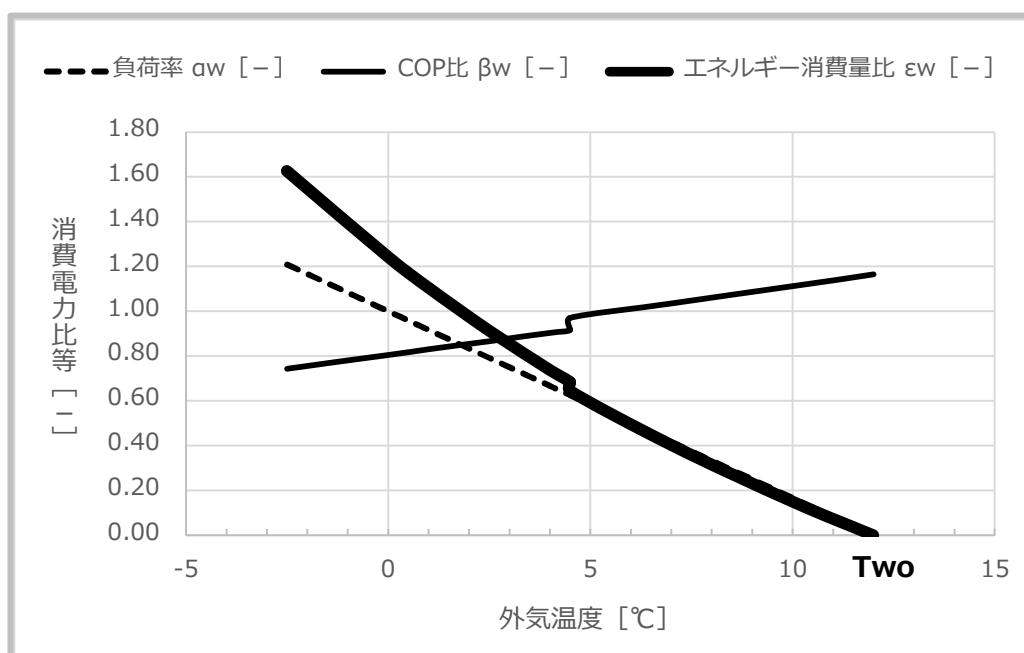


図 14 消費電力比等と外気温度の関係 (暖房 $\gamma \leq 1$)

負荷率 α_w は、外気温度 0 [°C] を基準に先に入力した、暖房負荷ゼロ点 T_{wo} を結んだ直線 (式 (13)) となる。そして COP 比 β_w は、外気温度 7 [°C] (GHP の定格条件) を基準として、JIS による極低温 (-7 [°C]) 性能との関係から、暖房能力 Φ_w およびガス消費量 P_w について式 (16) および式 (17) で直線近似した結果を式 (15) に代入して暖房 COP σ_w を求め、式 (14) より得た。ただし、式 (15') に示した通り、外気温度が 4.5 [°C] を下回って -7 [°C] までは着霜領域となり、ここでは、暖房能力、ガス消費量は、それぞれ式 (16')、式 (17') に従うことになり、式 (15') の結果を式 (14) に代入し、COP 比 β_w を得る。

そして α_w と β_w の比が、外気温度 7 [°C] 時のエネルギー消費量に対するエネルギー消費量比 ϵ_w である。(ただし、基準時 (7 [°C]) の ϵ_w は、本例の場合は 0.42 となっている。)

ここで、式 (11) の右辺の最初の () 内数値は、最大暖房負荷 (定格冷房能力 $\times \gamma$) を GHP の定格暖房 COP σ_{wo} で除しているため、最大暖房負荷が外気温度 7 [°C] 時に発生した場合の仮想のエネルギー消費量 (ただし、補機の消費電力分を含む) である。これに Σ 内のエネルギー消費量比 ϵ_w と、外気温度の発生頻度 t_w (時間) を掛け合わせれば期間のエネルギー使用量が算定される。

なお、着霜限界温度が EHP の 5.5 [°C] から GHP は 4.5 [°C] に低下しているが、これは GHP の特徴であるエンジン排熱回収の効果の表れと言えるであろう。

A2. 「寒冷地シート」 ($\gamma > 1$) の期間エネルギー使用量、期間電力使用量および期間ガス使用量算出式

① 暖房

$$E_w = \left(\frac{\Phi_{wd}}{\sigma_{ww}} \right) \times \sum_{j=1}^n \varepsilon_{wj} \times (1 + \delta_j) \times tw_j \quad (20)$$

ここで、

E_w : 暖房時の期間エネルギー使用量 [kWh]
 Aux_w : 暖房時の期間電力使用量 [kWh]
 $= E_w \times \{A_w \times ep \div (P_w + A_w \times ep)\} \div ep \quad (20')$

G_w : 暖房時の期間ガス使用量 [MJ]
 $= 3.6 \times (E_w - Aux_w \times ep) \quad (20'')$

Φ_{wd} : 設計暖房負荷 [kW] (外気温度 T_d 時)

σ_{ww} : 低温または定格暖房 COP [-]

$$\sigma_{ww} = \sigma_{wo} \quad (T \geq 4.5^\circ\text{C} \text{ or } T \leq -7^\circ\text{C})$$

$$\sigma_{ww} = \sigma_w \quad (-7^\circ\text{C} < T < 5.5^\circ\text{C})$$

σ_{wo} : 定格暖房 COP [-]

σ_w : 低温暖房 COP [-]

ε_w : 暖房時エネルギー消費量比 [-]
 $= \alpha_w \div \beta_w \quad (21)$

α_w : 暖房空調負荷率 [-]
 $= \{1 / (T_d - T_{wo})\} \times (T - T_d) + 1 \quad (22)$

T_d : 暖房設計外気温 [$^\circ\text{C}$]

T : 外気温度 [$^\circ\text{C}$]

T_{wo} : 暖房負荷ゼロ点 [$^\circ\text{C}$]

β_w : 暖房 COP 比 [-]
 [非着霜領域] ($T \geq 4.5^\circ\text{C}$ or $T \leq -7^\circ\text{C}$) (23) ((14) と同じ)
 $= \sigma_w \div \sigma_{wo}$
 -7°C 以下は、着霜量が少なくなるので非着霜域として扱う

σ_w : 暖房 COP [-]
 $= \Phi_w \div (P_w + A_w \times ep \times \alpha_w) \quad (15)$

Φ_w : 暖房能力 [kW] (16)
 $= \{(\Phi_{wo} - \Phi_{-7}) / (7 - (-7))\} \times (T - 7) + \Phi_{wo}$

P_w : 暖房エネルギー消費量 [kW] (17)
 $= \{(P_{wo} - P_{w-7}) / (7 - (-7))\} \times (T - 7) + P_{wo}$

- Φ_{wo} : 定格暖房能力 [kW]
 P_{wo} : 定格暖房エネルギー消費量 [kW]
 Φ_{w-7} : 極低温暖房能力 [kW] (JIS による)
 $= 0.65 \times \Phi_{wo}$ (18)
 P_{w-7} : 極低温暖房ガス消費量 [kW] (JIS による)
 $= 0.93 \times P_{wo}$ (19)
 T : 外気温度 [°C]

[着霜領域] ($-7^{\circ}\text{C} < T < 4.5^{\circ}\text{C}$)

- β_{wf} : 暖房 COP 比 [-]
 $\sigma_w \div \sigma_{w2}$ (24)
 σ_{wf} : 暖房 COP [-]
 $= \Phi_w \div (P_w + A_w \times \epsilon_p \times a_w)$ (15) (((15) と同じ))
 Φ_{wf} : 暖房能力 [kW]
 $= \{(\Phi_{w2} - \Phi_{w-7}) / (2 - (-7))\} \times (T - 2) + \Phi_{w2}$ (26)
 P_{wf} : 暖房ガス消費量 [kW]
 $= \{(P_{w2} - P_{w-7}) / (2 - (-7))\} \times (T - 2) + P_{w2}$ (27)
 Φ_{w2} : 低温暖房能力 [kW]
 P_{w2} : 低温暖房ガス消費量 [kW]
 Φ_{w-7} : 極低温暖房能力 [kW] (式 (18) による。)
 P_{w-7} : 極低温暖房ガス消費量 [kW] (式 (19) による。)
 δ : 集積加熱補正係数 [-]
 $\delta = 0$ (28)
 $(T \geq 4.5^{\circ}\text{C} \text{ or } T \leq -7^{\circ}\text{C})$
 $\delta = (-0.15/4.5) \times T + 0.15^{*10}$ (29)
 $(0^{\circ}\text{C} \leq T < 4.5^{\circ}\text{C})$
 $\delta = (0.15/7) \times T + 0.15$ (30)
 $(-7^{\circ}\text{C} < T < 0^{\circ}\text{C})$
 tw^{*5} : 暖房運転時間 [h]
 Aux_w : 暖房の期間電力使用量 [kWh] (二次電力)
 A_w : 暖房消費電力 [kW]
 G_w : 暖房の期間ガス使用量 [MJ]

*3 : 電力エネルギーの一次/二次変換係数 ($ep=8,640/3,600=2.40$)

*10 : 集積加熱補正は、0 [°C] の時に最大で、その値は 15 [%] とした。

添え字 j : 1~n (暖房を行う外気温度番号)
 w : 暖房
 d : 設計点
 2 : 低温 (2°C)
 o : 定格 (基準、7°C)
 f : 着霜状態

以上、式 (20) ~ 式 (30) の内容を図解すると、図 15 のようになる。

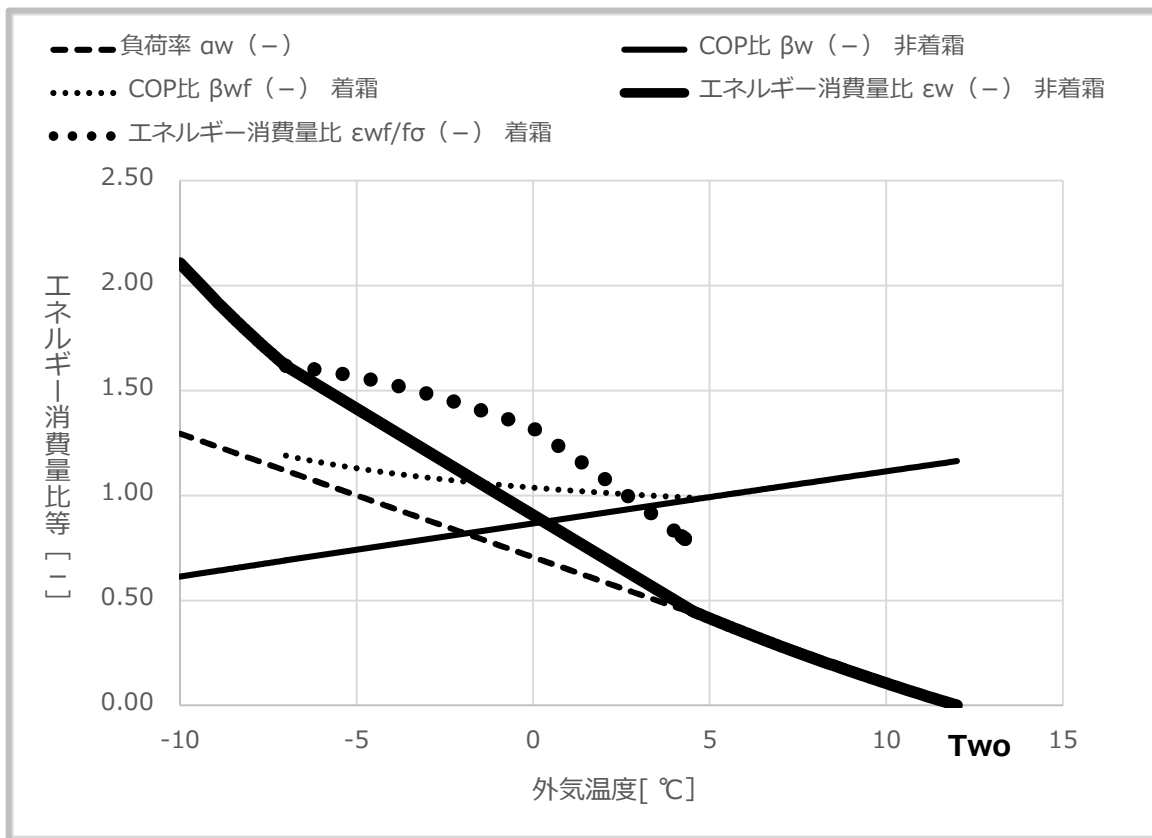


図 15 エネルギー消費量比等と外気温度の関係 (暖房 $\gamma > 1$)

負荷率 α_w は、暖房設計外気温 T_d を基準に先に入力した、暖房負荷ゼロ点 T_{wo} を結んだ直線 (式 (22)) となる。

COP 比 β_w は非着霜域と着霜域に区分けされる。非着霜域の COP 比 β_w は、外気温度 7 [°C] 性能 (GHP の定格条件) を基準として、JIS の極低温 (-7 [°C]) 性能との間をそれぞれ直線で結んだ暖房能力式 (16) およびエネルギー消費量式 (17) を実行し、その結果を式 (15) に代入して暖房 COP σ_w を求め、さらに式 (23) を実施して得た。

一方、着霜域の COP 比 β_{wf} は、低温暖房性能として先に入力した外気温度 2 [°C] の時の COP を基準として、同じく JIS の極低温 (-7 [°C] ^{*11}、着霜と非着霜の境界点) 性能との間をそれぞれ直線で結んだ暖房能力式 (26) およびエネルギー消費量式 (27) を実行し、その結果を式 (25) に代入して暖房 COP σ_{wf} を求め、さらに式 (24) を実施して得た。

α_w / β_w が外気温度 7 [°C] または 2 [°C] の時のエネルギー消費量に対するエネルギー消費量比 ε_w であるが、図 15 では同一の平面に基準性能 (σ_0 と σ_2) の異なる ε_w の連続性を確保するために、着霜域のエネルギー消費量比 ε_{wf} を補正係数 $f\sigma$ ($=\sigma_2/\sigma_0=0.581$) で除してグラフに表示した。

図 15 より、エネルギー消費量比 (ε または $\varepsilon_{wf} / f\sigma$) は、暖房開始外気温度 (12 [°C]) から温度の低下につれて負荷直線に沿って上昇し (非着霜領域)、着霜の始まる外気温度 4.5 [°C] で急増し (着霜領域)、その後上昇を続け、非着霜となる外気温度 -7 [°C] で、非着霜曲線と合致することが分かる。

なお、着霜領域に見られるエネルギー消費量比の膨らみは集積加熱補正によるものである。集積加熱補正の値は、外気温度 0 [°C] 時が最大で 15% であり、そこから補正がゼロとなる外気温度 4.5 [°C] および -7 [°C] のそれぞれの方向に対して、0 [°C] との温度差に反比例するとした。

式 (20) の右辺の最初の () 内数値は、設計暖房負荷 (能力) を GHP の定格暖房 COP σ_{wo} または低温暖房 COP σ_w で除しているため、仮にそれぞれの外気温度において設計暖房負荷に対応した場合の仮想的なエネルギー消費量である (ただし、補機の消費電力分を含む)。これに Σ 内のエネルギー消費量比 ε_w と外気温度の発生頻度 t_w (時間) を掛け合わせれば期間のエネルギー使用量が算定される。

寒冷地向け GHP は、着霜領域での暖房能力の充実に特徴があり、着霜条件下の低温暖房能力 (外気温 2 [°C]) が定格暖房能力 (外気温 7 [°C]) を確保するのが通常である。

^{*11}: 本ツールでは、外気温度が -7 [°C] 未満の場合は、絶対湿度の低下により着霜の性能への影響はなくなるとしている。

② 冷房

$$E_c = \left(\frac{\Phi_{wd}}{\gamma \cdot \sigma_{co}} \right) \times \sum_{i=1}^m \varepsilon_{ci} \times t_{ci} \quad (31)$$

ここで、

$$E_c \quad : \quad \text{冷房時の期間エネルギー使用量 [kWh]} \\ A_{auxc} \quad : \quad \text{冷房時の期間電力使用量 [kWh]} \quad (31')$$

$$= E_c \times \{A_c \times ep \div (P_{co} + A_c \times ep^{*3})\} \div ep$$

$$G_c \quad : \quad \text{冷房時の期間ガス使用量} \quad (31'') \\ = 3.6 \times (E_c - A_{auxc} \times ep)$$

$$\Phi_{wd} \quad : \quad \text{設計暖房能力 [kW]}$$

$$\gamma \quad : \quad \text{暖・冷房負荷比 [-]}$$

$$\sigma_{co} \quad : \quad \text{定格冷房 COP [-]}$$

$$\varepsilon_c \quad : \quad \text{冷房時エネルギー消費量比 [-]} \quad (2) \\ = \alpha_c \div \beta_c$$

$$\alpha_c \quad : \quad \text{冷房空調負荷率 [-]} \quad (3) \\ = \{1 / (35 - T_{co})\} \times T - T_{co} / (35 - T_{co})$$

$$\beta_c \quad : \quad \text{冷房 COP 比 [-]} \quad (4) \\ = \sigma_c \div \sigma_{co}$$

以下、式 (5) ～式 (9) を共用

$$T \quad : \quad \text{外気温度 [°C]}$$

$$t_c^{*5} \quad : \quad \text{冷房運転時間 [h]}$$

$$A_{auxc} \quad : \quad \text{冷房の期間電力使用量 [kWh]}$$

$$A_c \quad : \quad \text{冷房消費電力 [kW]}$$

$$G_c \quad : \quad \text{冷房の期間エネルギー使用量 [MJ]}$$

*3 : 電力エネルギーの一次/二次変換係数 ($ep = 8,640/3,600 = 2.40$)

*5 : システムのデータベースより地域、運転期間、時間帯、他の入力に応じた値が返される。

$$\begin{array}{ll} \text{添え字 } i & : \quad 1 \sim m \text{ (冷房を行う外気温度番号)} \\ c & : \quad \text{冷房} \\ o & : \quad \text{定格 (基準)} \end{array}$$

ここで、式 (25) の右辺の () 内数値は、最大冷房負荷を定格冷房 COP で除している
ので、最大負荷時 (外気温度 35 [°C]) のエネルギー消費量 (補機の消費電力分を含む) を
示している。 Σ 内のエネルギー消費量比 ε_c と外気温度の発生頻度 t_c (時間) を掛けたも
のを足し合わせれば期間のエネルギー使用量が算定される。

5.単位換算

先に求めた期間エネルギー使用量の単位は MJ で示されている。これを質量や体積単位に換算する場合は以下による。

$$F = (G/1,000) \div H \quad (26)$$

ここで、

F：燃料消費量（t、kL、または 千 Nm³）

G：ガス（液体の場合もある）使用量（MJ）

H：単位発熱量（GJ/t、kL、または 千 Nm³）

単位発熱量は、SHIFT 事業 モニタリング報告ガイドライン 表Ⅱ-4 による。そして、LPG 使用の場合の体積から質量への変換は 表Ⅱ-1 によること。また、電力使用量 Aux [kWh] は、そのままの値を入力のこと。

以上