

## 概要シート

対策名	111131 冷却水設定温度の適正化
対策タイプ	運用改善
対象業種	産業用    業務用
分類	空調システム
内容・目的	<p>水冷チラー（ターボ、スクリー、吸収式、他）の冷却塔においては、冷却水温度が下がり過ぎるのを防止するため混合（又は分岐）三方弁による冷却水バイパス制御が行われている（図1）。これは、チラーを保護するためのもので、その許容温度はチラー形式によって異なる。一般的にチラー入口（冷却塔出口）の冷却水下限温度は、以下のようにいわれている。</p> <p>吸収式チラー：22℃  ターボチラー：20℃  スクリーチラー：15℃</p> <p>したがって、図1のバイパス温度制御の設定値は、通常、この値程度になっている。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">図1. 冷却塔のバイパス制御</p> </div> <p>しかし、チラーの性能はチラーの冷却水入口温度により大きく影響され、冷却水温度が低いほど、その性能は向上する。その一例をスクリーチラーについて、図2に示す。図より、冷水出口温度7℃で、標準の冷却水入口温度32℃に対して、冷却水入口温度が15℃の場合には、COPが160%に増加することがわかる。すなわち、消費電力量は100%/160%=63%に削減される。</p> <p>本提案は、この冷却水設定温度が、必要以上に高く（安全側）に設定されているためチラーの性能に悪影響を与えているところを排除するものである。</p>

## 概要シート

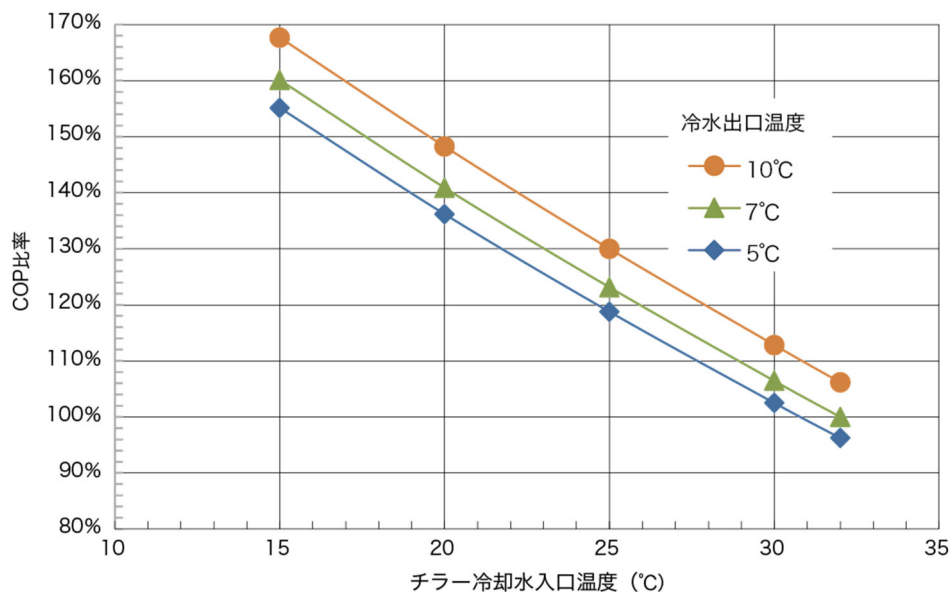


図2. 冷却水温度と COP  
(スクリーチャー R134a)

### 補足説明

図2 性能変化 (COP 比率) は、スクリー (容積型圧縮機) チラーについてのものであるが、他の形式については、以下の通りである。

省エネ手帳による冷却水温度と性能 (消費電力、ガス消費率) との関係は以下の通りである。

#### 1. ターボチラー

冷水出口温度：7°C (一定) 条件下で、冷却水入口温度の電動機入力 (消費電力) への影響は、

冷却水入口温度：32°C時 100%に対して

冷却水入口温度：20°C時 78%としている。

COP 比率は、この逆数であるから、

$COP \text{ 比率} = 1/78\% = 128.2\%$

これより、 $(128.2\% - 100\%) \div (20^\circ\text{C} \sim 32^\circ\text{C}) = -2.4\%/^\circ\text{C}$

#### 2. 吸収式チラー

冷却水温度変化に対する、ガス消費量変化は、

標準設定温度時 100%に対して

冷却水入口温度 2°C低下で、93%程度としている。

COP 比率は、この逆数であるから、

$COP \text{ 比率} = 1/93\% = 107.5\%$

これより、 $(107.5\% - 100\%) \div (-2^\circ\text{C}) = -3.8\%/^\circ\text{C}$

一方、上記、スクリーチャーの場合は、冷水出口温度 7°C条件で、冷却水入口温度 32°Cを基準として、冷却水入口温度 20°Cで、COP 比率 140%となっている。性能への影響は、 $(140\% \sim 100\%) \div (20^\circ\text{C} \sim 32^\circ\text{C}) = -3.3\%/^\circ\text{C}$ となっている。

## 概要シート

参考資料	[1] 『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) [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] Refprop Ver.6 (NIST : National Institute of Standard and Technology, USA)
------	---

# 算定シート

対策名	111131 冷却水設定温度の適正化
対策タイプ	運用改善
対象業種	産業用    業務用
分類	空調システム
内容・目的	<p>水冷スクリーチラー（100RT）の冷却塔において、冷却水温度が下がり過ぎるのを防止するため混合（又は分岐）三方弁による冷却水バイパス制御が行われている（図1）。その設定温度が22℃になっているが、容積型圧縮機であるスクリーチラーの場合、許容下限温度はもっと低いはずである。チラーの性能は冷却水温度が低いほど高くなる（図2）ので、設定値を下げて省エネを図る。</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p style="text-align: center;">図1. 冷却塔のバイパス制御</p>
計算条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設置場所：東京</li> <li>・ 運転時間：<math>t = 220</math> 時間/月（10 時間/日×22 日/月）</li> <li>・ 冷凍機定格消費電力：<math>P_{co} = 78.1</math> kW（冷却水入口温度 32℃、冷水出口温度 7℃）</li> <li>・ 冷房期間：4 月～11 月</li> <li>・ 冷却塔出口（チラー入口）冷却水設定温度：<math>T_{w2o}</math>                従来    = 22℃                改善    = 15℃</li> <li>・ 冷房負荷率は、別図1による。</li> <li>・ チラー冷却負荷率 CL は、冷房負荷率と等しいとする。</li> <li>・ 冷却塔設計アプローチ：<math>A_o = 5</math>℃</li> <li>・ 冷却塔負荷率 CTL は、チラー冷却負荷率 CL に等しいとする。</li> <li>・ 冷却塔のアプローチ（冷却水出口温度－外気湿球温度）は、冷却塔負荷率 CTL に比例するものとする。</li> <li>・ 圧縮機消費電力量の月別の実測データがある場合は、次項「計算方法」の末尾、注1による。</li> </ul>

# 算定シート

補足説明														
計算方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・チラー冷却（冷却塔）負荷率： 別図 1 より  <math>CL (CTL) = 4.17e-5 \cdot DB^3 - 1.398e-3 \cdot DB^2 + 2.2828e-2 \cdot DB - 0.0634</math>                      ただし、DB：外気乾球温度（別表 1. より）</li> <li>・アプローチ余力： <math>Ap = Tw2o - WB</math>                      ただし、Tw2o：冷却塔出口冷却水設定温度                      WB：外気湿球温度（別表 2 より）</li> <li>・必要アプローチ： <math>Ar = \text{設計アプローチ } Ao (5^\circ C) \times CTL</math></li> <li>・冷却塔出口（チラー入口）冷却水温度：  <math>Tw2 = WB + Ar</math> (<math>Ap &lt; Ar</math> の時)  <math>= Tw2o</math> (<math>Ap \geq Ar</math> の時)</li> <li>・COP 補正係数： 図 2 グラフより読み取り。                      図 2 の横軸、チラー冷却水入口温度は、上記、Tw2 である。                      そして、冷水出口温度は 7°C とする。</li> <li>・消費電力: <math>Pc = Pco \times CL (CTL) \div COP \text{ 補正係数}</math>                      添え字 1：改善前                      2：改善後</li> </ul>													
						改善前 1				改前後 2				
		DB	WB	CL	Ar	Ap	TW2	COP	Pc	Ap	TW2	COP	Pc	
	4月	16.6	11.2	21%	1.1	10.8	22.0	1.34	12.4	3.8	15.0	1.60	10.3	
	5月	20.8	15.1	29%	1.5	6.9	22.0	1.34	17.2	-0.1	16.6	1.54	14.9	
	6月	24.4	19.3	40%	2.0	2.7	22.0	1.34	23.3	-4.3	21.3	1.36	22.9	
	7月	27.9	23.0	54%	2.7	-1.0	25.7	1.21	35.3	-8.0	25.7	1.21	35.3	
	8月	29.5	23.9	63%	3.1	-1.9	27.0	1.16	42.2	-8.9	27.0	1.16	42.2	
	9月	26.1	21.1	47%	2.3	0.9	23.4	1.29	28.3	-6.1	23.4	1.29	28.3	
	10月	20.3	15.2	28%	1.4	6.8	22.0	1.34	16.6	-0.2	16.6	1.54	14.5	
11月	15.5	10.2	19%	1.0	11.8	22.0	1.34	11.4	4.8	15.0	1.60	9.5		
								合計	186.6				合計	177.8
<ul style="list-style-type: none"> <li>・期間消費電力量： <math>PPc1(2) = \sum Pc1(2) \times t</math></li> <li>・ <math>PPc1 = 186.6 \times 220 = 41,051 \text{ kWh}</math>  <math>PPc2 = 177.8 \times 220 = 39,117 \text{ kWh}</math></li> </ul>														
注 1： 上記、期間消費電力量 PPc1 の月ごとの実測値 Pc1 が分かっている場合は、改善後の電力消費量 PPc2 は、以下により算出する。 $PPc2 = \sum \{Pc1 \times (COP1 \div COP2)\}$														
効果					単位	効果	備考							
	①	電力削減量			kWh/年	1,934	PPc1 - PPc2							
	②	原油換算削減量			kL/年	0.497	① ÷ 1,000 × 9.97GJ/千 kWh × 0.0258kL/GJ							
	③	CO <sub>2</sub> 削減量			t-CO <sub>2</sub> /年	0.916	① ÷ 1,000 × 0.474							
	④	削減金額			千円/年	41	① × 21.2 円/kWh							
	⑤	投資回収年数			年									
⑥	投資金額			千円		投資は無。								

## 算定シート

測定/取得データ	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 冷却塔の冷却水出口温度制御の設定値</li><li>・ 運転時間</li></ul>
留意事項	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 冷却水温度の下限値は、チラーの製造会社に問合せ、確認のこと。</li><li>・ 現状の三方弁制御に代えて冷却塔ファンのインバータ制御も検討のこと（1-0091参照）</li></ul>
出典・参考資料	<ul style="list-style-type: none"><li>[1] 『ビル省エネ手帳』（省エネルギーセンター）</li><li>[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）</li><li>[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）</li><li>[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）</li><li>[5] RefpropVer.6（NIST: National Institute of Standard and Technology, USA）</li></ul>

# 算定シート

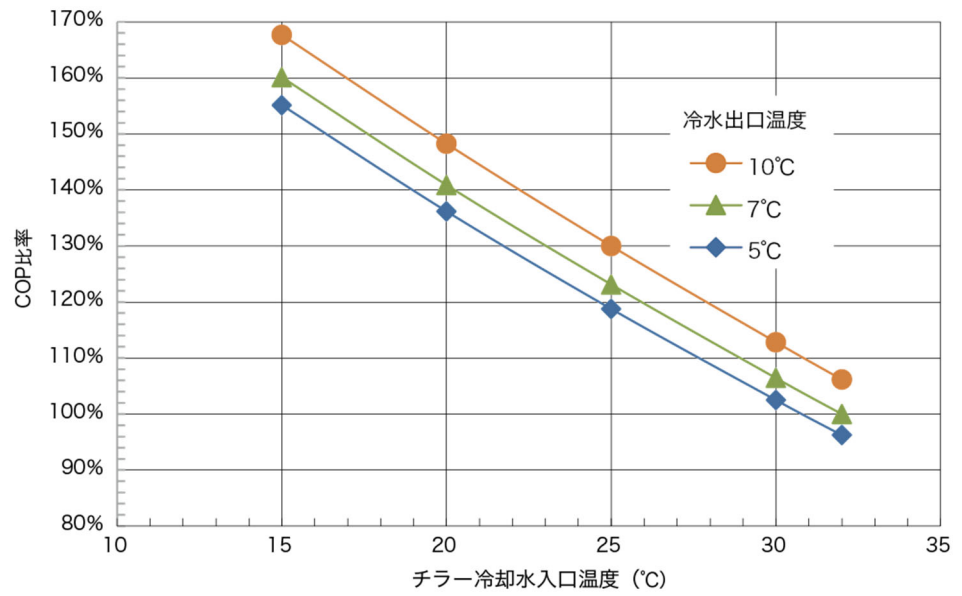
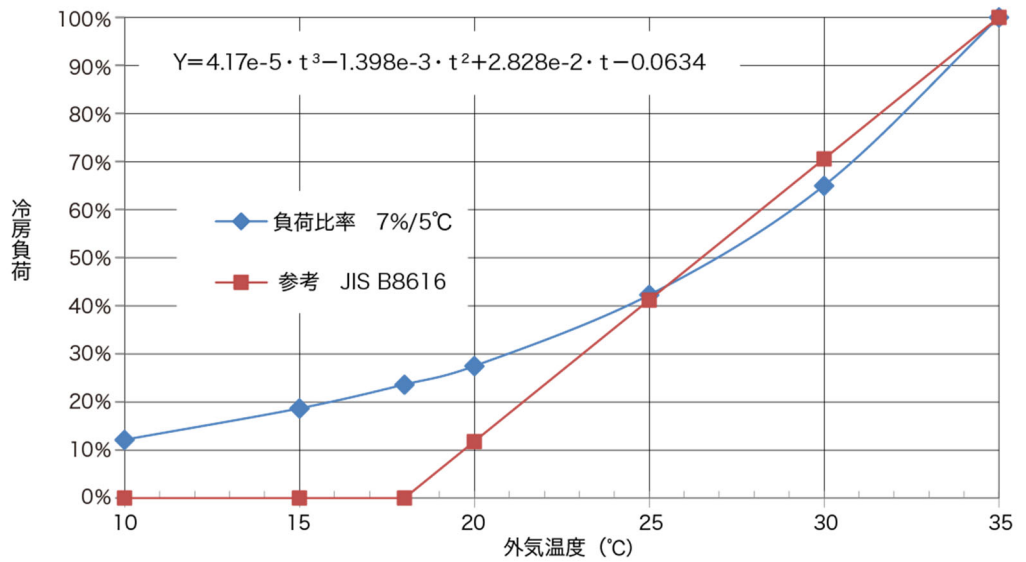


図2. 冷却水温度と COP

参考図表等



別図1. 外気温度と冷房負荷率の関係

## 算定シート

別表 1. 各地の季節別日中外気乾球温度 (DB)

	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

別表 2. 各地の季節別日中外気湿球温度 (WB)

	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	2.8	4.1	3.0	0.7	4.7	4.0	4.2	2.6	1.8	—	—	7.0
2月	3.4	4.6	3.6	1.0	5.1	4.4	4.5	3.3	2.6	—	—	7.5
3月	6.2	6.8	6.0	3.8	7.9	6.8	6.8	6.0	5.2	1.6	0.2	9.7
4月	11.2	11.6	11.1	8.6	12.4	11.4	11.6	10.8	10.2	6.6	4.8	13.7
5月	15.1	15.7	15.2	12.8	15.9	15.5	15.7	15.5	14.8	12.0	10.5	17.3
6月	19.3	20.4	19.9	17.8	20.9	20.3	20.5	20.0	19.2	17.0	15.5	21.8
7月	23.0	23.6	23.3	21.0	24.1	23.8	23.9	23.8	22.4	19.9	18.2	25.0
8月	23.9	24.1	23.6	22.8	24.5	24.0	24.4	24.9	23.3	21.5	20.0	25.3
9月	21.1	21.7	21.4	19.7	21.8	21.1	21.8	21.8	20.3	17.8	16.0	23.4
10月	15.2	16.1	15.7	13.7	16.6	16.0	16.4	16.2	14.7	12.0	10.3	18.6
11月	10.2	11.0	10.1	8.2	11.2	10.5	11.2	10.7	9.1	5.9	3.8	13.3
12月	5.7	6.4	5.4	3.5	6.4	5.8	6.3	5.6	4.3	0.5	—	8.8