

概要シート

対策名	131111 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.	冷却水システム	
内容・目的.	<p>この対策はチラーを用いる冷却水システムを対象とする。チラー用冷却水設定温度を適正值にすることで、チラーの効率向上を図る。</p> <p>水冷チラー（ターボ、スクリュー、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°C ターボチラー：20°C スクリューチラー：15°C</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。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。その一例をスクリューチラーについて、図2に示す。図より、冷水出口温度 7°Cで、標準の冷却水入口温度 32°Cに対して、冷却水入口温度が 15°C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>	
対策技術の概要		

図1. 冷却塔のバイパス制御

概要シート

	<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>
補足説明	<p>図2. 冷却水温度と COP (スクリューチラー R134a)</p> <p>図2 性能変化 (COP 比率) は、スクリュー (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。</p> <p>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。</p> <ol style="list-style-type: none"> ターボチラー <p>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、</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>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、$(128.2\% - 100\%) \div (20^\circ\text{C} \sim 32^\circ\text{C}) = -2.4\%/\text{°C}$</p> 吸収式チラー <p>冷却水温度変化に対する、ガス消費量変化は、</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>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、$(107.5\% - 100\%) \div (-2^\circ\text{C}) = -3.8\%/\text{°C}$</p> <p>一方、上記、スクリューチラーの場合は、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</p>

概要シート

	<p>能への影響は、$(140\% \sim 100\%) \div (20^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}) = -3.3\%/{\text{ }^{\circ}\text{C}}$となっている。</p> <p>・本対策シートは空調システムの対策シートNo111132 冷却水流量の適正化 と同じ内容である。</p>
参考資料	<ul style="list-style-type: none">[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	131111 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	冷却水システム	
内容・目的	<p>この対策はチラーを用いる冷却水システムを対象とする。水冷スクリューチラー(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°Cになっているが、容積型圧縮機であるスクリューチラーの場合、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>	

図1. 冷却塔のバイパス制御

算定シート

計算条件	<ul style="list-style-type: none"> ・設置場所：東京 ・運転時間：t = 220 時間/月 (10 時間/日 × 22 日/月) ・冷凍機定格消費電力：P_{co} = 78.1kW (冷却水入口温度 32°C、冷水出口温度 7°C) ・冷房期間：4 月～11 月 ・冷却塔出口 (チラー入口) 冷却水設定温度：T_{w2o} <ul style="list-style-type: none"> 従来 = 22°C 改善 = 15°C ・冷房負荷率は、別図 1 による。 ・チラー冷却負荷率 CL は、冷房負荷率と等しいとする。 ・冷却塔設計アプローチ：A_o = 5°C ・冷却塔負荷率 CTL は、チラー冷却負荷率 CL に等しいとする。 ・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。 ・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。 																																																																																																																																												
補足説明																																																																																																																																													
計算方法	<ul style="list-style-type: none"> ・チラー冷却 (冷却塔) 負荷率：別図 1 より $CL (CTL) = 4.17e-5 \cdot DB^3 - 1.398e-3 \cdot DB^2 + 2.2828e-2 \cdot DB - 0.0634$ ただし、DB：外気乾球温度 (別表 1. より) ・アプローチ余力：$A_p = T_{w2o} - WB$ ただし、T_{w2o}：冷却塔出口冷却水設定温度 WB：外気湿球温度 (別表 2 より) ・必要アプローチ：$A_r = \text{設計アプローチ } A_o (5°C) \times CTL$ ・冷却塔出口 (チラー入口) 冷却水温度： $T_{w2} = WB + A_r \quad (A_p < A_r \text{ の時})$ $= T_{w2o} \quad (A_p \geq A_r \text{ の時})$ ・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、T_{w2} である。 そして、冷水出口温度は 7°C とする。 ・消費電力：$P_c = P_{co} \times CL (CTL) \div COP \text{ 補正係数}$ 添え字 1：改善前 2：改善後 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">改善前 1</th> <th colspan="5">改前後 2</th> </tr> <tr> <th>DB</th> <th>WB</th> <th>CL</th> <th>Ar</th> <th>A_p</th> <th>T_{w2}</th> <th>COP</th> <th>P_c</th> <th>A_p</th> <th>T_{w2}</th> <th>COP</th> <th>P_c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 月</td> <td>16.6</td> <td>11.2</td> <td>21%</td> <td>1.1</td> <td>10.8</td> <td>22.0</td> <td>1.34</td> <td>12.4</td> <td>3.8</td> <td>15.0</td> <td>1.60</td> <td>10.3</td> </tr> <tr> <td>5 月</td> <td>20.8</td> <td>15.1</td> <td>29%</td> <td>1.5</td> <td>6.9</td> <td>22.0</td> <td>1.34</td> <td>17.2</td> <td>-0.1</td> <td>16.6</td> <td>1.54</td> <td>14.9</td> </tr> <tr> <td>6 月</td> <td>24.4</td> <td>19.3</td> <td>40%</td> <td>2.0</td> <td>2.7</td> <td>22.0</td> <td>1.34</td> <td>23.3</td> <td>-4.3</td> <td>21.3</td> <td>1.36</td> <td>22.9</td> </tr> <tr> <td>7 月</td> <td>27.9</td> <td>23.0</td> <td>54%</td> <td>2.7</td> <td>-1.0</td> <td>25.7</td> <td>1.21</td> <td>35.3</td> <td>-8.0</td> <td>25.7</td> <td>1.21</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td>8 月</td> <td>29.5</td> <td>23.9</td> <td>63%</td> <td>3.1</td> <td>-1.9</td> <td>27.0</td> <td>1.16</td> <td>42.2</td> <td>-8.9</td> <td>27.0</td> <td>1.16</td> <td>42.2</td> </tr> <tr> <td>9 月</td> <td>26.1</td> <td>21.1</td> <td>47%</td> <td>2.3</td> <td>0.9</td> <td>23.4</td> <td>1.29</td> <td>28.3</td> <td>-6.1</td> <td>23.4</td> <td>1.29</td> <td>28.3</td> </tr> <tr> <td>10 月</td> <td>20.3</td> <td>15.2</td> <td>28%</td> <td>1.4</td> <td>6.8</td> <td>22.0</td> <td>1.34</td> <td>16.6</td> <td>-0.2</td> <td>16.6</td> <td>1.54</td> <td>14.5</td> </tr> <tr> <td>11 月</td> <td>15.5</td> <td>10.2</td> <td>19%</td> <td>1.0</td> <td>11.8</td> <td>22.0</td> <td>1.34</td> <td>11.4</td> <td>4.8</td> <td>15.0</td> <td>1.60</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td><td>合計</td><td>186.6</td><td></td><td></td><td></td><td>合計</td><td>177.8</td><td></td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・期間消費電力量：$PP_c(2) = \sum P_c(2) \times t$ 		改善前 1					改前後 2					DB	WB	CL	Ar	A _p	T _{w2}	COP	P _c	A _p	T _{w2}	COP	P _c	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	
	改善前 1					改前後 2																																																																																																																																							
	DB	WB	CL	Ar	A _p	T _{w2}	COP	P _c	A _p	T _{w2}	COP	P _c																																																																																																																																	
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																																																																																																																																		

算定シート

	<p>・ $PPc1 = 186.6 \times 220 = 41,051 \text{ kWh}$ $PPc2 = 177.8 \times 220 = 39,117 \text{ kWh}$</p> <p>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。 $PPc2 = \sum \{Pc1 \times (COP1 \div COP2)\}$</p>			
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	$\text{①} \div 1,000 \times 9.97 \text{ GJ/千 kWh} \times 0.0258 \text{ kL/GJ}$
	③ CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	0.916	$\text{①} \div 1,000 \times 0.474$
	④ 削減金額	千円/年	41	$\text{①} \times 21.2 \text{ 円/kWh}$
	⑤ 投資回収年数	年		
測定/取得データ	⑥ 投資金額	千円		投資は無。
	<ul style="list-style-type: none"> ・冷却塔の冷却水出口温度制御の設定値 ・運転時間 			
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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） ・本対策シートは空調システムの対策シートNo111132 冷却水流量の適正化 と同じ内容である。 			
参考資料	<ul style="list-style-type: none"> [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]RefpropVer.6 (NIST : National Institute of Standard and Technology, USA) 			

算定シート

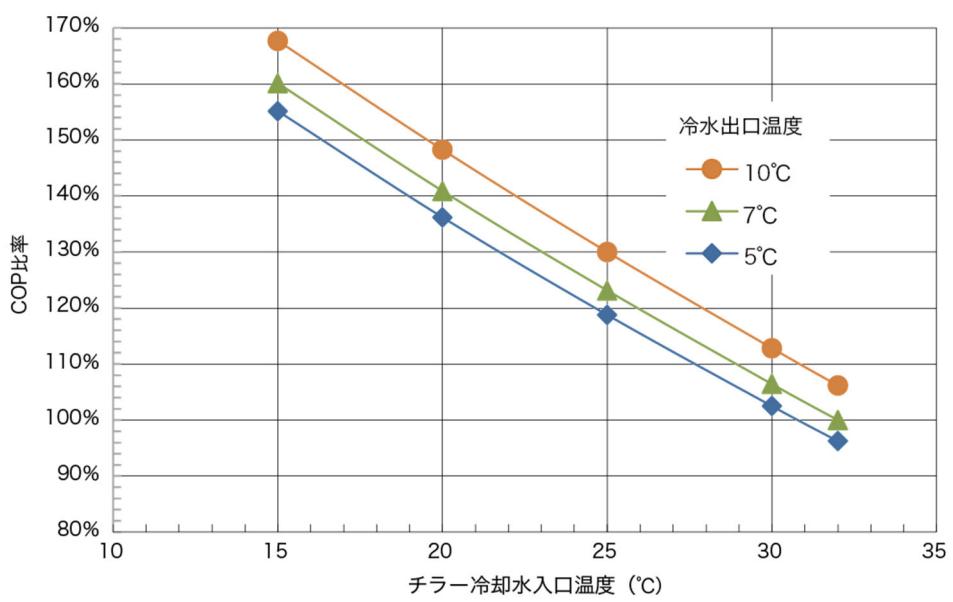
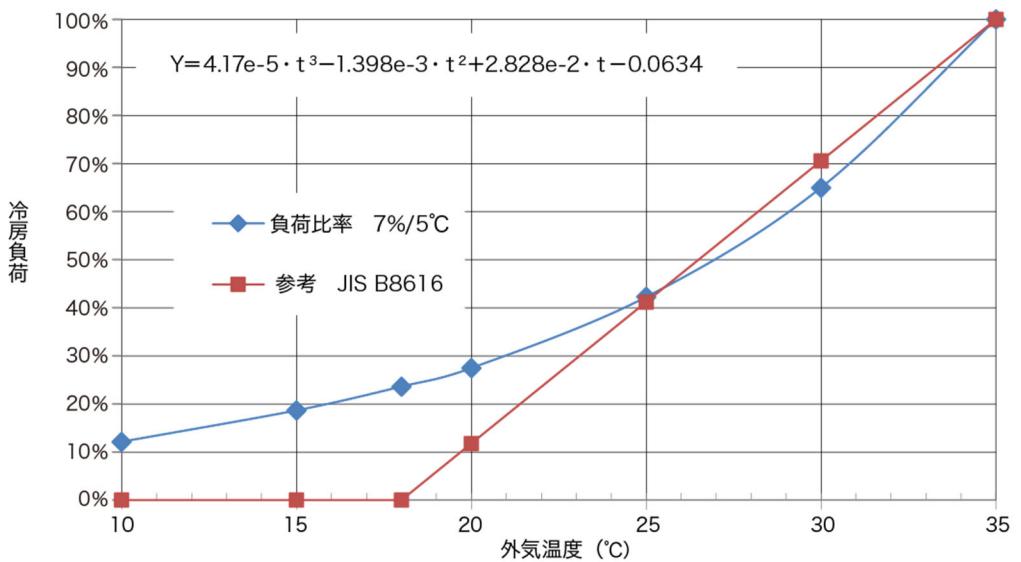


図2. 冷却水温度と COP

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