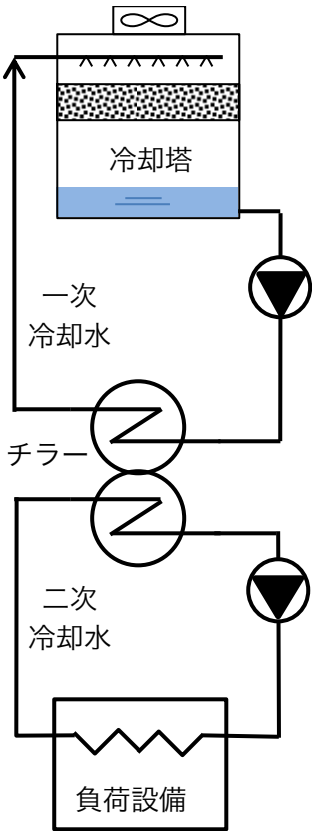
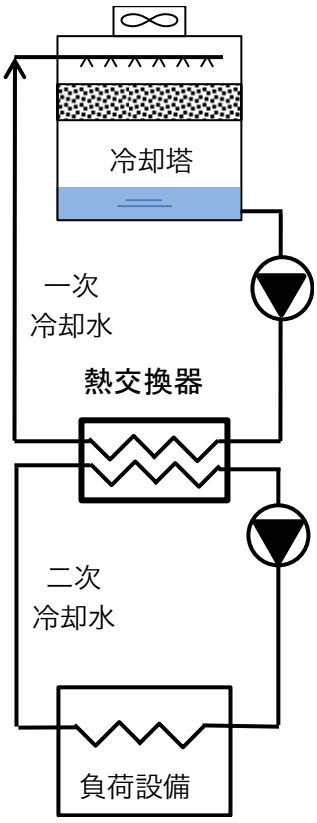
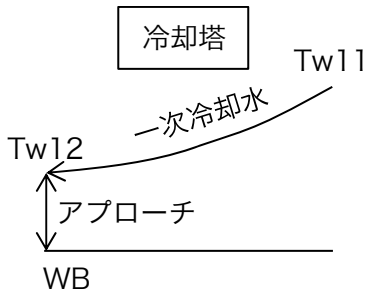
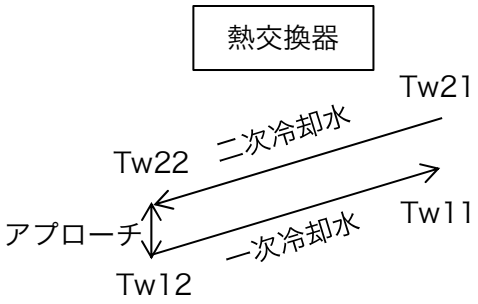
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	131221　フリークーリング制御機能の追加
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	冷却水システム
内容・目的	冬期・中間期の気温の低い期間においては、チラーの冷水（二次冷却水）を直接冷却塔の冷却水（一次冷却水）で冷やすことができ、チラーの運転を停止することができる。これをフリークーリング（FC）という。FC を行なうために新たに熱交換器を設置する。
対策技術の概要	チラーを使用した冷却水システムは図 1 の構成となる。FC が可能な時は、図 2 に示す通り、一次・二次の冷却水はチラーをバイパスし、熱交換器で直接熱交換する。この運転切り替えは、外気の湿球温度を検知し、これにより行なう。  図 1．チラーを使用の冷却水システム  図 2．フリークーリング
補足説明	
参考資料	

「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）

算定シート

対策名	131221　フリークーリング制御機能の追加
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	冷却水システム
内容・目的	フリークーリング（FC）時の冷却塔および熱交換器の温度関係を図１および図２に示す。図１で、一次冷却水は、外気の湿球温度(WB)に対して、冷却負荷に応じて定まるアプローチ分、WB より高い温度 Tw12 で冷却塔を出る。そして、図２の熱交換器に入り、二次冷却水を冷却し、自身は温度 Tw11 となり冷却塔に戻る。一方、二次冷却水は熱交換器で冷却され、Tw22 の温度で負荷設備に送られ、負荷設備を冷却して温度 Tw21 となって、熱交換器に戻る。 次に、FC の可能時間を算出するには以下のようにする。中間期・冬期における負荷設備への二次冷却水送水温度（Tw22）を設定し、これを FC で達成できる外気の湿球温度を求め、これを各地の標準気象条件データ（表 2）にて与えられる湿球温度と対比し FC の可能性を決定する。  図１　冷却塔の温度関係  図２　熱交換器の温度関係
計算条件	・ 設置場所：　東京 ・ 電力使用量 P：　表 1 に示す通り。チラーの電力使用量は実測されている。 ・ 湿球温度 WB：　表 2 による。 ・ 負荷設備の負荷率 ϕ：　表 1 のとおり仮定する。 ・ 二次冷却水送水温度 Tw22o：　表 1 のとおり仮定する。 ・ 二次冷却水量：　一次冷却水量と同じとする。 ・ 電力単価　ye：　18.9 円/kWh ・ 電力の CO_2 排出係数　fc：　0.474t-CO_2/千 kWh ・ 電力の熱量換算係数　He：　9.97GJ/千 kWh ・ 原油換算係数　fo：　0.0258kL/GJ
補足説明	

「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）

算定シート

計算方法

・ 冷却塔のアプローチ（一次冷却水出口温度－外気湿球温度）は、負荷設備負荷率φに比例するものとする。ただし、負荷率 100%の 8 月のアプローチは 5℃とする。
　APt＝設計アプローチ（5℃）×φ
・ 冷却塔出口冷却水温度：　Tw12＝WB＋APt
・ 熱交換器のアプローチ（二次冷却水出口温度－一次冷却水入口温度）は、負荷設備負荷率φに比例するものとする。ただし、負荷率 100%の 8 月のアプローチは 2℃とする。
　APex＝設計アプローチ（2℃）×φ
・ 二次冷却水送水（出口）温度：　Tw22＝Tw12＋Apex
・ FC の可否：　Tw22＜Tw22o　・・・＞　可
✧Tw22＞＝Tw22o・・・＞　否
・ 消費電力:　ΔP＝P×（Tw22o－Tw22）÷Apex
　ただし、ΔP>P　・・・＞　ΔP＝P

計算結果を表 1 に示す。
表 1.　計算条件と計算結果

月	電力使用量	湿球温度	負荷設備負荷率	二次冷却水送水温度	冷却塔アプローチ	冷却塔出口冷却水温度	熱交換器アプローチ	二次冷却水送水温度	FC可否	電力削減量
記号	P	WB	φ	Tw22o	APt	Tw12	APex	Tw22		ΔP
単位	kWh	℃	%	℃	℃	℃	℃	℃		kWh
1月	2,622	2.8	50%	11	2.5	5.3	1.0	6.3	可	2,622
2月	2,207	3.4	50%	11	2.5	5.9	1.0	6.9	可	2,207
3月	2,328	6.2	50%	11	2.5	8.7	1.0	9.7	可	2,328
4月	3,210	11.2	60%	9	3.0	14.2	1.2	15.4	否	0
5月	5,489	15.1	70%	9	3.5	18.6	1.4	20	否	0
6月	6,459	19.3	80%	7	4.0	23.3	1.6	24.9	否	0
7月	12,383	23.0	90%	7	4.5	27.5	1.8	29.3	否	0
8月	16,272	23.9	100%	7	5.0	28.9	2.0	30.9	否	0
9月	12,064	21.1	80%	7	4.0	25.1	1.6	26.7	否	0
10月	5,496	15.2	70%	9	3.5	18.7	1.4	20.1	否	0
11月	4,141	10.2	60%	9	3.0	13.2	1.2	14.4	否	0
12月	2,437	5.7	50%	11	2.5	8.2	1.0	9.2	可	2,437
合計	75,108									9,594
										12.8%

効果

	単位	効果	備考
①　電力削減量	kWh/年	9,594	表 1 より
②　原油換算削減量	kL/年	2.32	①÷1,000×He×fo
③　CO_2 削減量	t-CO_2/年	4.55	①÷1,000×fc
④　削減金額	千円/年	181	①÷1,000×ye
⑤　投資回収年数	年		
⑥　投資金額	千円		投資は無。

測定/取得データ

1.　月ごとのチラーの電力使用量
2.　電力単価

「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）

算定シート

留意事項	1. 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。 2. 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 （「111241 冷却塔ファンのインバータ制御機能の追加」 を参照）
出典・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』（NIST）
参考図表等	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