



## 5. 蓄熱システムの計算を体験しよう

# BEST

## 5.1 水蓄熱式システムの熱源出口水温を変えてみよう

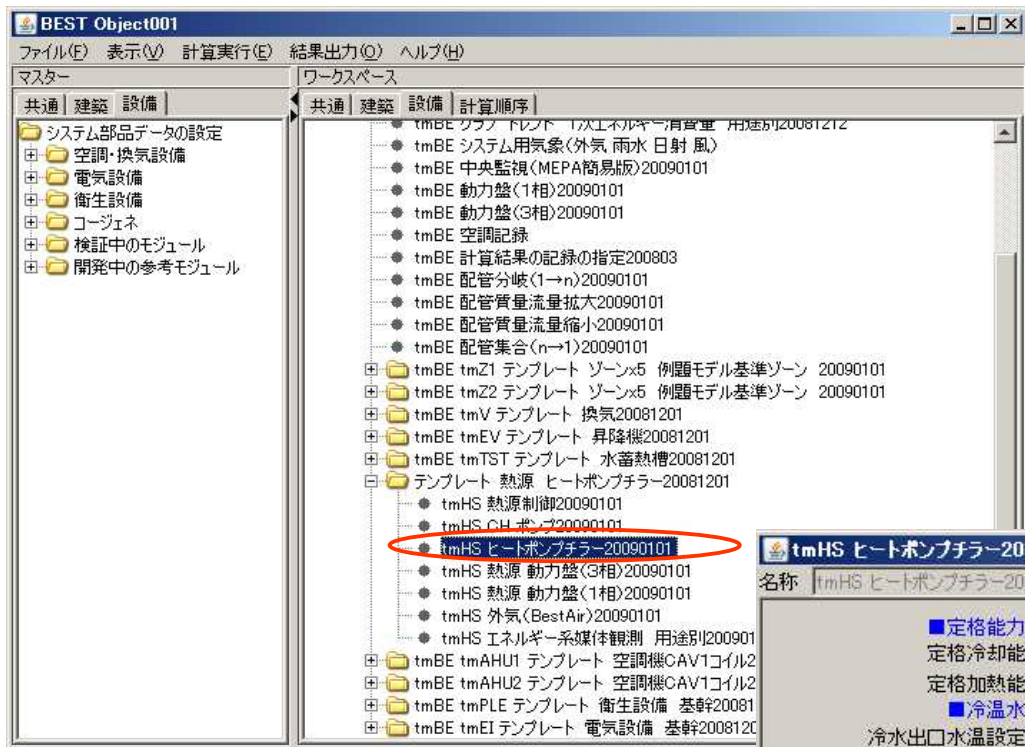
この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。水蓄熱式セントラル熱源システムの熱源出口水温の変更によって、蓄熱槽内水温、熱源運転状況の比較が行なえます。ランニングコストの低減、CO2排出量の削減など目的に応じて、最も適切な熱源出口水温を検討することも可能です。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.1.zip」です。このデータは、熱源出口水温が7、二次側送水限界水温が9に設定されています。計算期間は8月の一ヶ月間です。このデータでもシミュレーションを実行してみてください。槽内水温プロフィール、熱源の出入口水温、処理熱量、消費電力などのグラフ、二次側送水温度のヒストグラムが表示されるように設定されています。

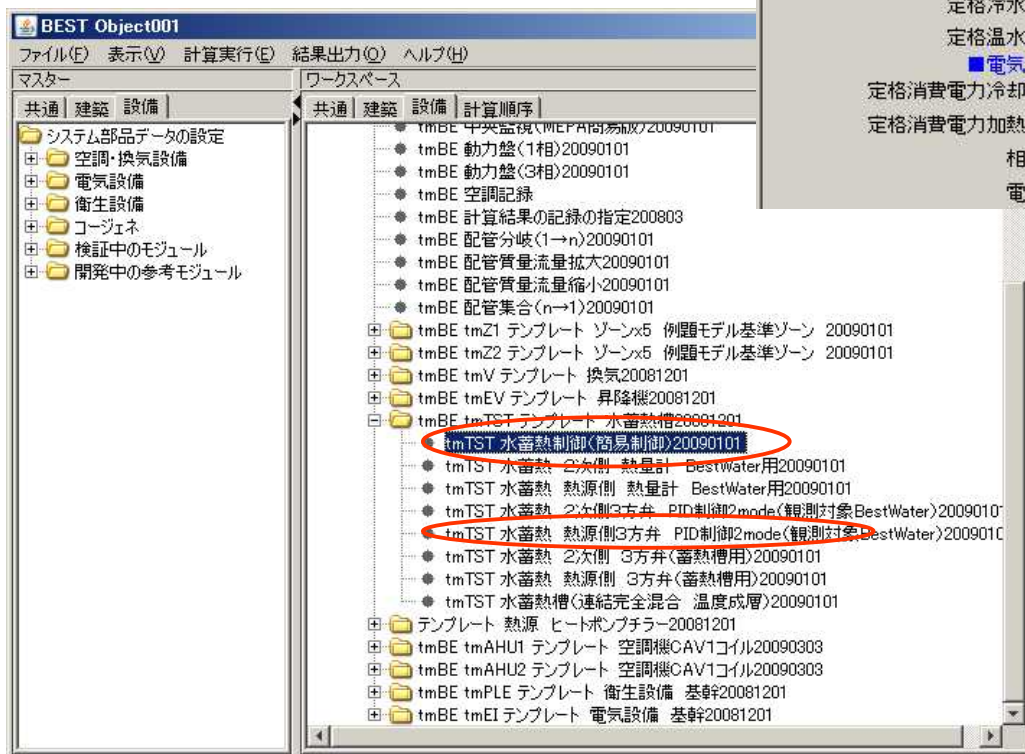
### (2) 熱源出口水温を変更するために必要な操作

ここでは、熱源出口水温の変更のために必要な操作内容について説明します。熱源モジュール以外にも変更が必要になりますので、注意してください。



ワークスペースのテンプレート熱源ヒートポンプチャラ20081201の中のtmHSヒートポンプチャラ-20090101をダブルクリックで選択する  
冷水出口水温設定値を7から5に変更する  
定格消費電力冷却時の値を177から186kWに変更する（この値は機種により異なる）  
この例題では、冷房計算のみ行なうため、冷水側しか変更していないが、年間計算を行なう場合は、温水側も変更する

tmHS ヒートポンプチャラ-20090101	
名称 tmHS ヒートポンプチャラ-20090101	
■定格能力■	
定格冷却能力	530 [kW]
定格加熱能力	530 [kW]
■冷温水■	
冷水出口水温設定値	5 [°C]
温水出口水温設定値	45 [°C]
定格冷水量	1500 [L/min(w)]
定格温水量	1500 [L/min(w)]
■電気■	
定格消費電力冷却時	186 [kW]
定格消費電力加熱時	177 [kW]
相数	3 [-]
電圧	200 [V]



ワークスペースのtmBEtmTSTテンプレート水蓄熱槽20081201の中のtmTST水蓄熱制御（簡易制御）20090101をダブルクリックで選択する。この設定画面の変更内容は次項に示す。  
同じテンプレート内のtmTST水蓄熱 熱源側3方弁 PID制御2modeをダブルクリックで選択する。この設定画面の変更内容は次項に示す。

■ 制御方式・条件 ■	
冷水出口温度の設定値	5 [°C]
温水出口温度の設定値	45 [°C]
冷房時熱源への限界送水温度	9 [°C]
暖房時熱源への限界送水温度	44 [°C]
冷房時2次側への限界送水温度	9 [°C]
暖房時2次側への限界送水温度	42 [°C]
簡易翌日熱源運転時間制御を行う	<input checked="" type="checkbox"/> 簡易翌日熱源運転時間制御を行う [-]
翌日熱源運転時間補正係数(0~1)	0.5 [-]

tmTST水蓄熱制御（簡易制御）20090101の 制御方式・条件 の項目において、冷水出口温度の設定値を7から5 に変更する

tmTST水蓄熱制御（簡易制御）20090101の 制御方式・条件 の項目において、冷房時熱源への限界送水温度を11から9 に変更

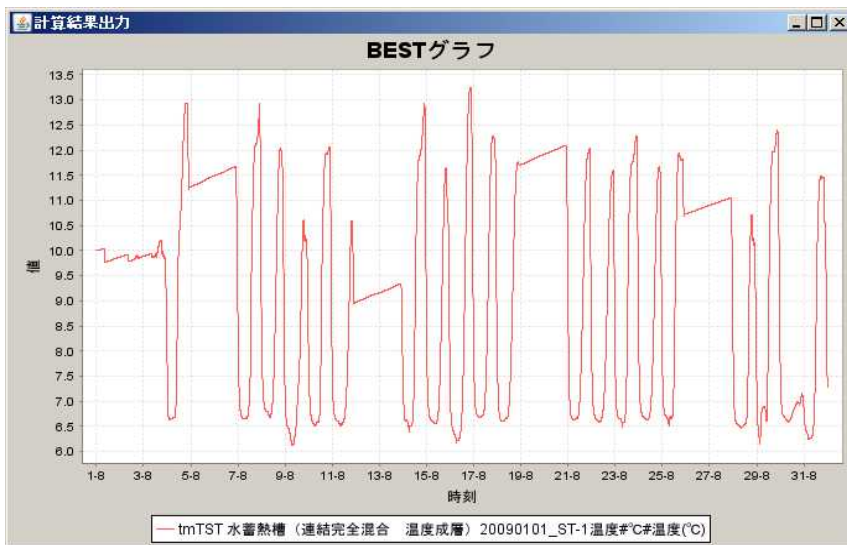
tmTST 水蓄熱 熱源側3方弁 PID制御2mode(観測対象BestWater)20090101	
名称	tmTST 水蓄熱 熱源側3方弁 PID制御2mode(観測対象BestWater)20090101
mode1観測対象	0 温度[°C] [-] ← 観測対象を選択
mode1設定値	10 [-] ← 観測対象で選択
mode1正逆動作	1 逆動作 [-] ← 0_正動作=観測
mode1比例ゲイン[b/a]	0.05 [-]
mode1積分時間[s]	600 [s]
mode1微分時間[s]	0 [s]
mode1off時の操作量[b]	0 [-]

tmTST水蓄熱熱源側3方弁 PID制御2mode（観測対象 BestWater）20090101において、mode1設定値を12から10 に変更する。

以上で、熱源出口水温を変更するための操作は終了です。

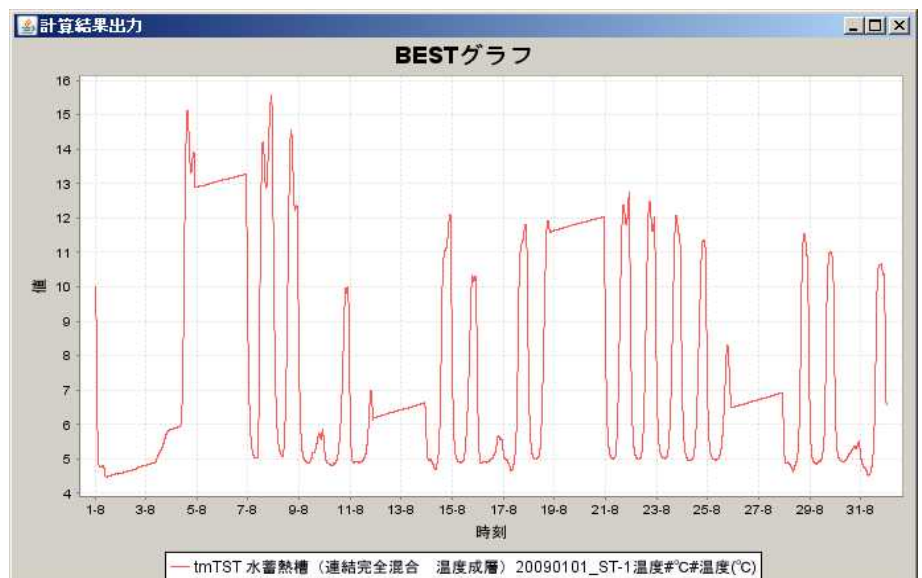
### (3)シミュレーションを実行してみる

様々な評価方法がありますので、表示させるグラフや記録させるグラフは色々工夫してみてください。また、サンプルデータでは8月のみの計算ですが、実際の検討では年間での効果を評価する必要があります。ここでは、一例として熱源出口水温の影響を受けやすい始端槽（第1槽）の水温変動グラフを示します。



熱源出口水温7 の場合の始端槽水温変動

熱源出口水温5 の場合の始端槽水温変動



#### 本例題の応用課題

年間の計算結果から、次のような検討もしてみてください

1. 夜間移行率がどの程度変化するか
2. 消費電力ではどちらが大きくなるか
3. ランニングコストでは、どちらが優位になるか
4. CO2排出量では、どちらが優位になるか

## 5.2 水蓄熱式システムの熱源入口三方弁故障をシミュレートしてみよう

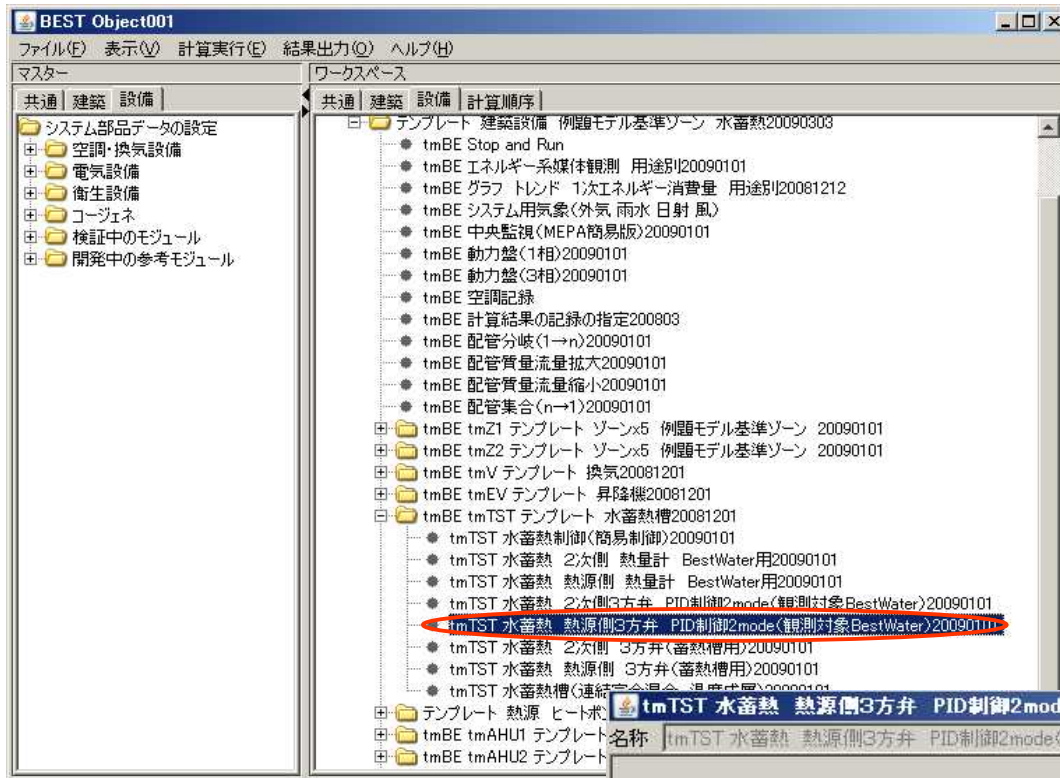
この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。水蓄熱式セントラル熱源システムにおいては、熱源が定流量の場合は熱源入口水温は三方弁によって制御されます。もし、この三方弁が故障し、末端槽水温がそのまま熱源に投入されてしまった場合にどのような現象になるのかを体験するものです。一種のフォルトシミュレーションとなります。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.2.zip」です。このデータは、熱源出口水温が7、二次側送水限界水温が9に設定されています。計算期間は8月の一ヶ月間です。このデータでもシミュレーションを実行してみてください。槽内水温プロフィール、熱源の出入口水温、処理熱量、消費電力などのグラフ、熱源入口水温のヒストグラムが表示されるように設定されています。

### (2) 熱源入口三方弁の故障状態を作り出すために必要な操作

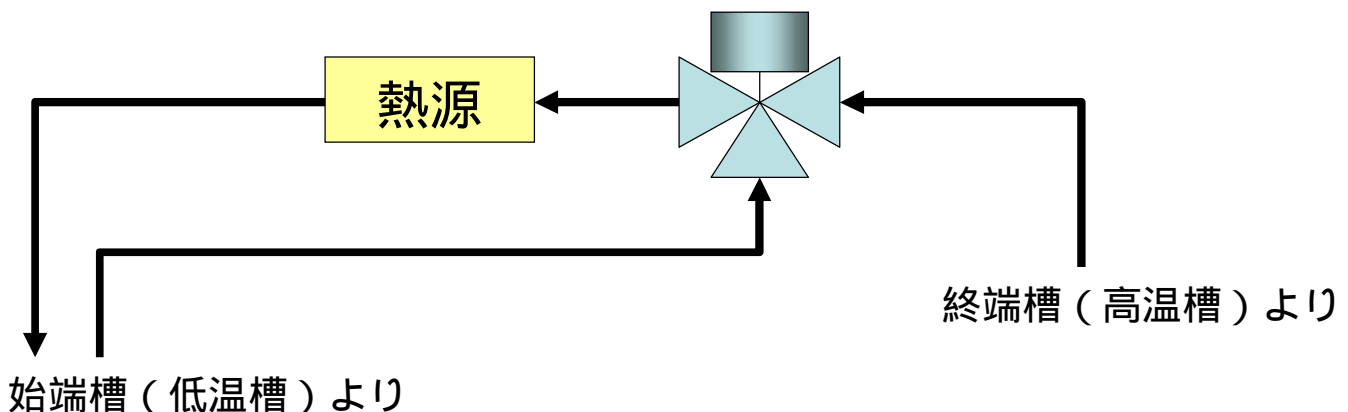
ここでは、熱源入口三方弁の故障状態を作り出すために必要な操作内容について説明します。



ワークスペースのtmBEtmTSTテンプレート水蓄熱槽20081201の中のtmTST水蓄熱 熱源側3方弁 PID制御2modeをダブルクリックで選択する。

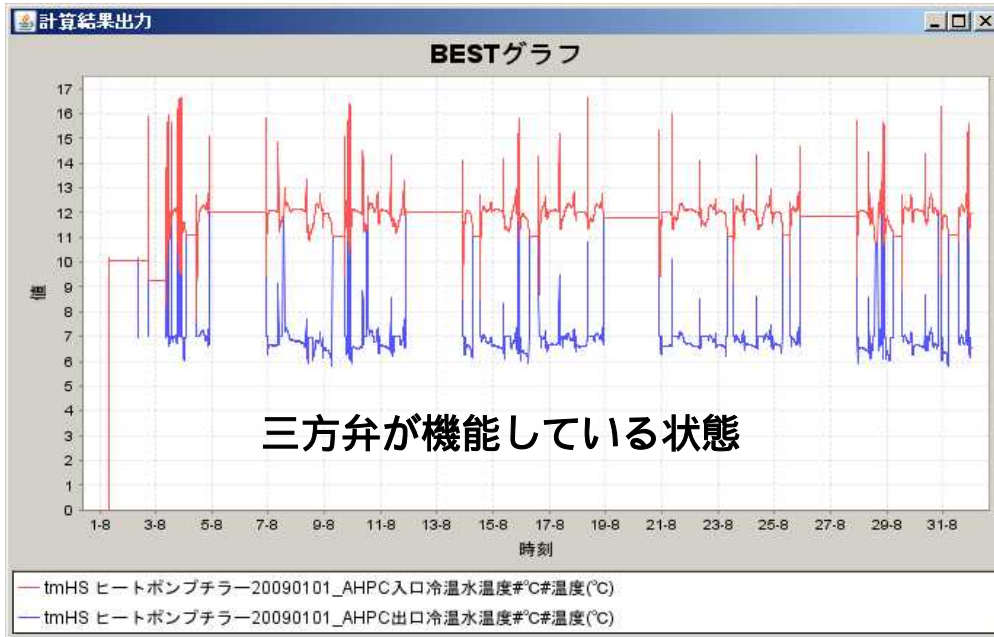
tmTST水蓄熱 熱源側3方弁PID制御2modeの中の、mode1設定値を12から30に変更する。30はあくまでも例であり、想定される末端槽水温に対して十分に大きい値であれば良い。

上記の設定により、熱源入口三方弁の故障状態のシミュレートが可能となりますが、考え方について下図で説明します。三方弁は熱源へ供給する水温を高めたいときには、末端槽側のバルブを開けます。そこで、設定温度を十分に高い温度にしておけば、常に末端槽からのみ吸い上げることになり、三方弁が機能しない、つまり故障状態をシミュレートできることとなります。

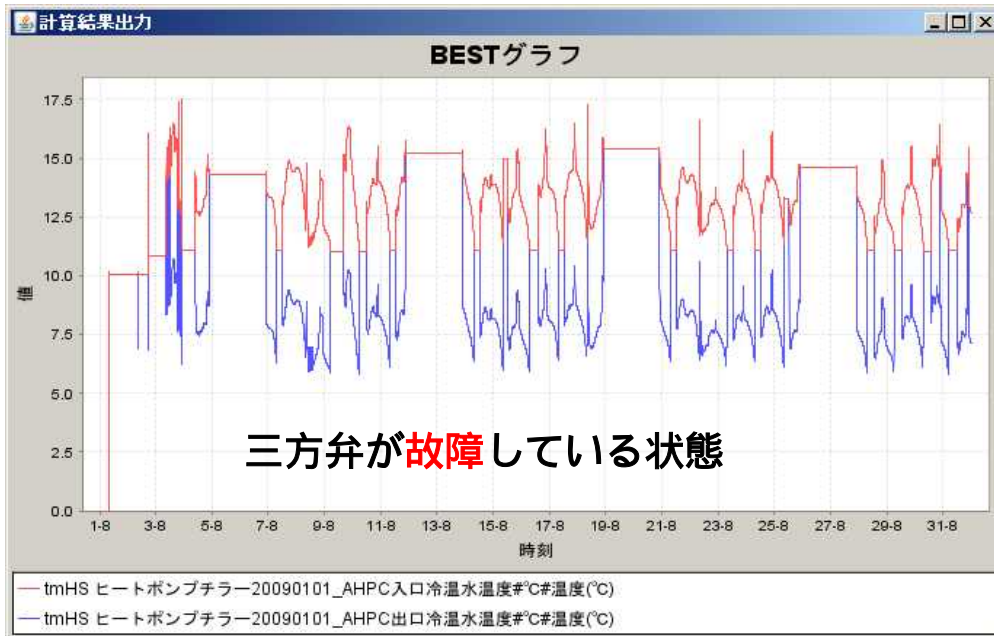


### (3)シミュレーションを実行してみる

熱源入口三方弁が機能している場合と、故障状態の設定にした場合でシミュレーションを実行します。



両者の熱源出入口水温の計算結果を示しています。三方弁が機能している状態では、熱源起動時に若干の変動はあるものの、ほぼ設定値の12 に制御されています。一方、三方弁が故障した状態では、熱源の入口水温は、11 ~16 程度で変動しています。これにより、熱源の出口水温も6 ~9 と変動が大きくなっています。二次側のシステムが、大温度差であるほどこの故障の影響は顕著に現れ、室温が上昇してしまうなどの重大な問題に発展する恐れもあります。



#### 本例題の応用課題

次のようなケースでどのように変化するか試してください

1. 二次側の利用温度差を拡大した状態で計算し、三方弁故障による悪影響がどの程度まで拡大するか確認してみてください。
2. 暖房時でも三方弁故障の状態をシミュレーションし、冷房に比べて影響度合いがどうなるかを確認してみてください。
3. この他にもフォルトシミュレーションが可能なものが無いか検討してみてください。

## 5.3(1) 連結完全混合槽型水蓄熱槽の槽数を変えてみよう

この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。連結槽型水蓄熱槽の場合は、槽数を変更することにより総蓄熱量、槽からの熱ロス等の比較が行えます。蓄熱槽の熱利用効率向上等を目的として、より適切な槽分割数を検討することも可能です。比較の一例として、サンプルデータをもとに幾つかのパラメータを変更し、シミュレーション実行結果がどのように変化するかをみてみましょう。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.3(1).zip」です。このデータは、連結完全混合槽型水蓄熱層として、槽容量1,000m<sup>3</sup>、蓄熱槽本体の分割数20、蓄熱槽水深2mに設定されています。計算期間は8月の一ヶ月間です(ただし、7月25日～31日の7日間に助走運転を実施)。

### (2) サンプルデータによるシミュレーション実行

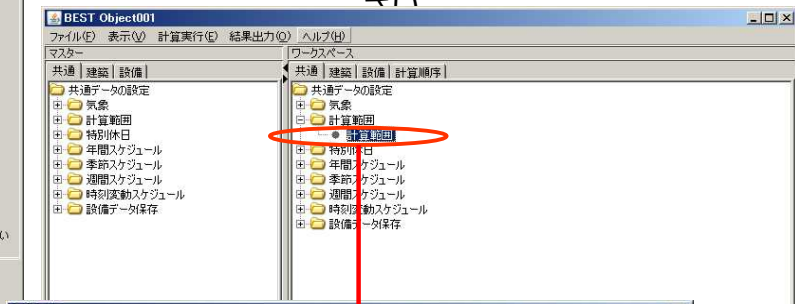
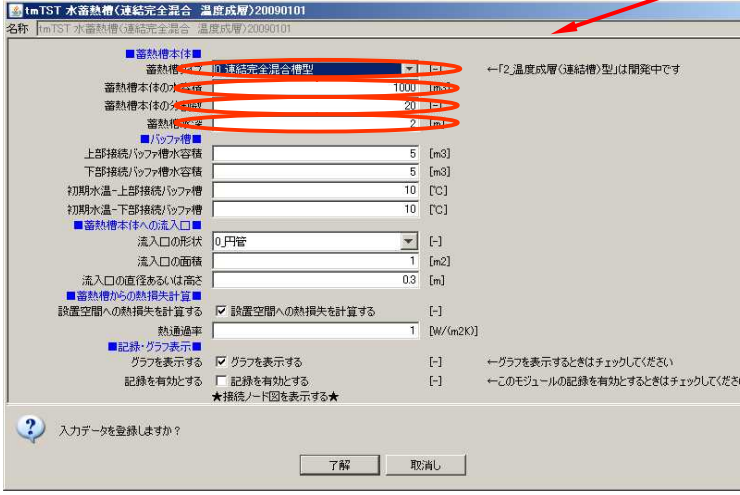
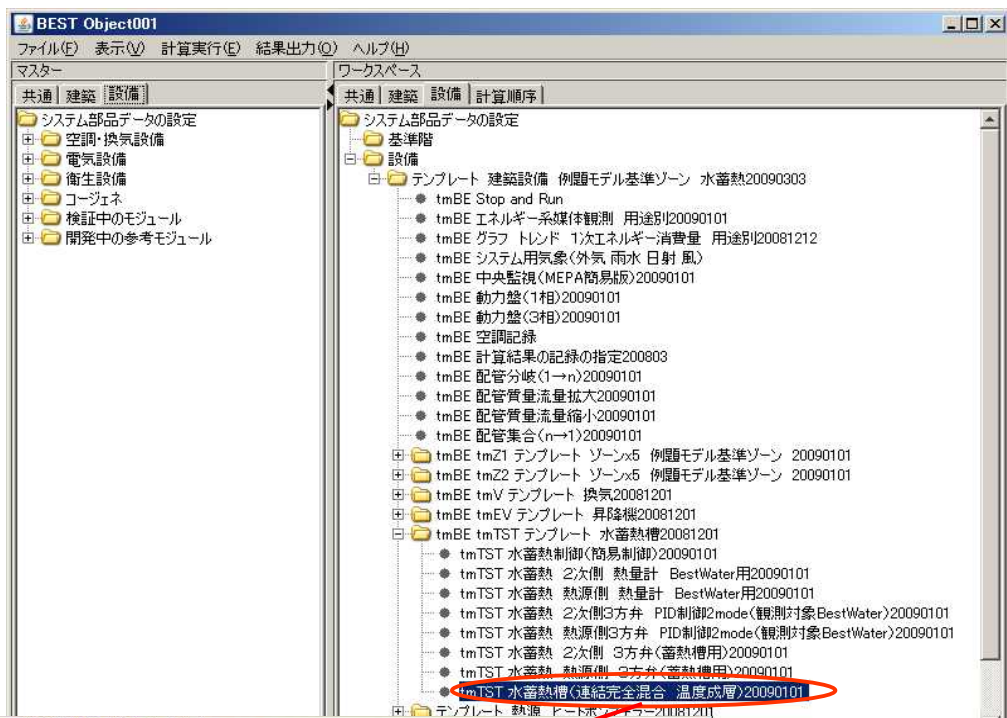
ここでは、サンプルデータに手を加えずにそのままシミュレーション計算のみを実行します。まずはシミュレーション実行の前に、各パラメータを確認してみましょう。

ワークスペースの例題テンプレートの下の、tmBE tmTST テンプレート水蓄熱槽20081201の中のtm TST水蓄熱槽(連結完全混合温度成層)20090101をダブルクリック(または、右クリック プロパティ(スペック)を選択)して開きます。

蓄熱槽の各パラメータが、蓄熱槽のタイプ：連結完全混合型、蓄熱槽本体の水容積：1000m<sup>3</sup>、蓄熱槽本体の分割数：20、蓄熱槽水深2m、となっているか確認してみてください。その他のパラメータについてはここでは気にしないで結構です。

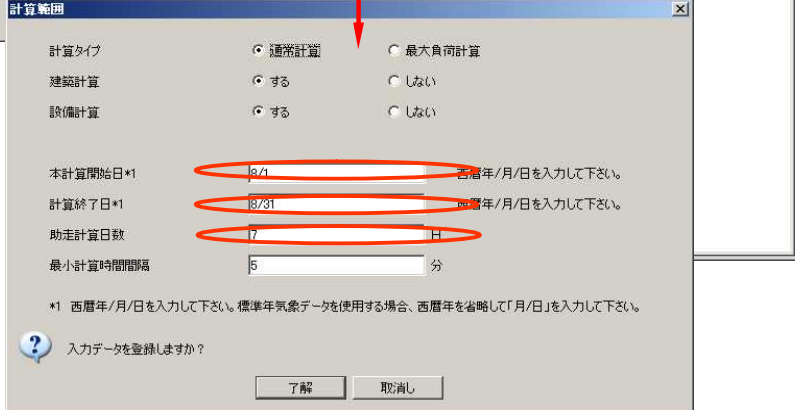
次に、ワークスペースの「共通」を選択し、「計算範囲」-「計算範囲」をダブルクリックで選択し、本計算開始日が「8/1」に、計算終了日が「8/31」になっていることを確認してください。

また、助走計算日数が「7」になっていることを確認してください。



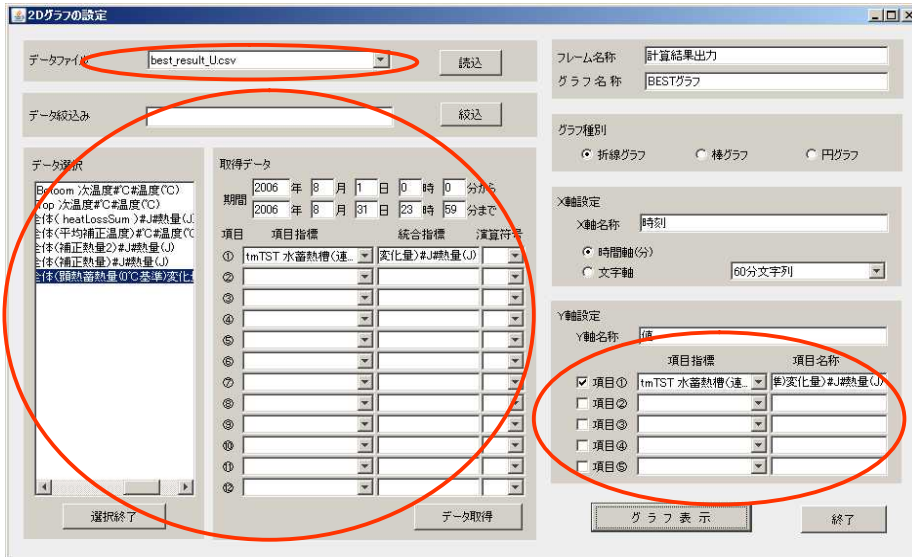
### (3) サンプルデータで、さっそくシミュレーションを実行する

「計算実行」「シミュレーション実行」を選ぶと、7/25～8/31までシミュレーションが実行されます(助走期間の7日間を含むため)。また、シミュレーションの実行と同時に蓄熱槽の温度プロフィールの変化のグラフが表示されますので確認しましょう。



### (3) シミュレーション結果をグラフに描いてみよう

蓄熱槽内温度や二次側送水及び還水温度の時系列変化のグラフを描いて、その状態を確認してみます。



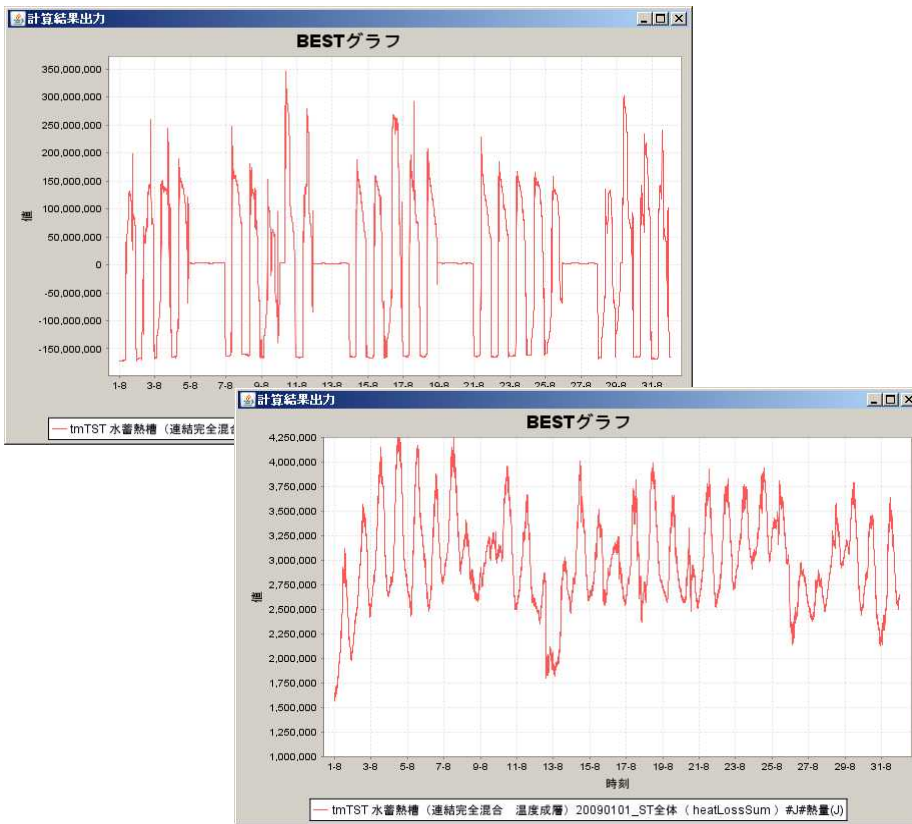
メインメニューから「結果」-「グラフ出力」を選択し、「データファイル」をプルダウンし「best\_result\_U.csv」を選択、「読み込み」を押します。

「データ読み込み」の「読み込み」を押すと、左側にデータ項目が現われ、グラフ化したいデータ項目を選択します。ここでは、「顕熱蓄熱量(0基準)変化量」データを選択し、取得データの日付を、8月1日0時~8月31日23時とし一ヶ月間のデータを取得します(助走期間は、8月1日からの計算精度を上げるための設定ですので、データ期間に入れなくて結構です)。

「Y軸設定」項目にて表示させたいデータ項目を選択し、「グラフ表示」でグラフが作画されます。

結果のグラフを見てみましょう。運転スケジュール( )に従って、土日祝日を除いた平日運転で蓄放熱が繰り返されている様子がわかると思います。

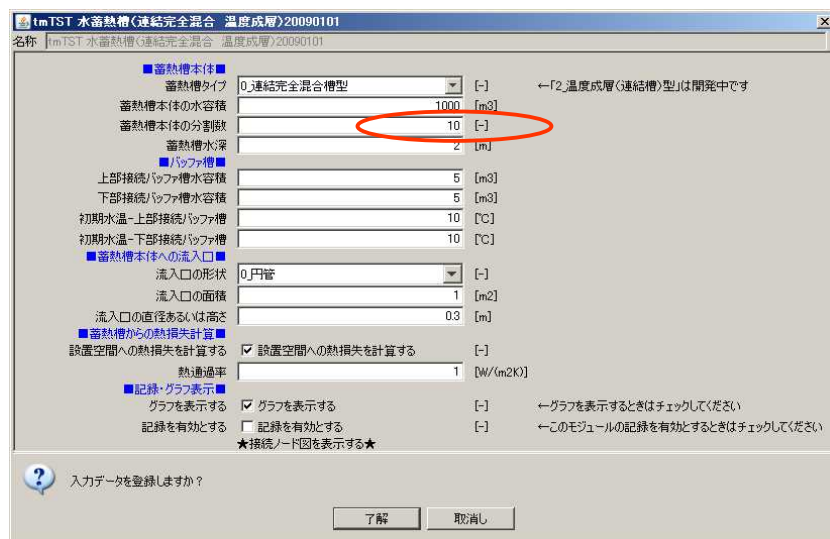
同様にして“heatLossSum”データを選択します。描画されるグラフを左に示します。次項では自分でパラメータを変更し、結果のグラフがどのようになるか確認してみます。



( : 別途、テンプレート水蓄熱槽 20081201のtmTST水蓄熱制御(簡易制御)20090101から確認できますがここでは省略します。余力のある方は、ワークスペースからダブルクリックで確認してみましょう。)

### (4) 蓄熱槽の条件を変更してみよう

サンプルデータをもとに、ここでは蓄熱槽の条件を変更するとどのように結果が変わるのか、実際に自分でパラメータを入力しながら確認してみます。



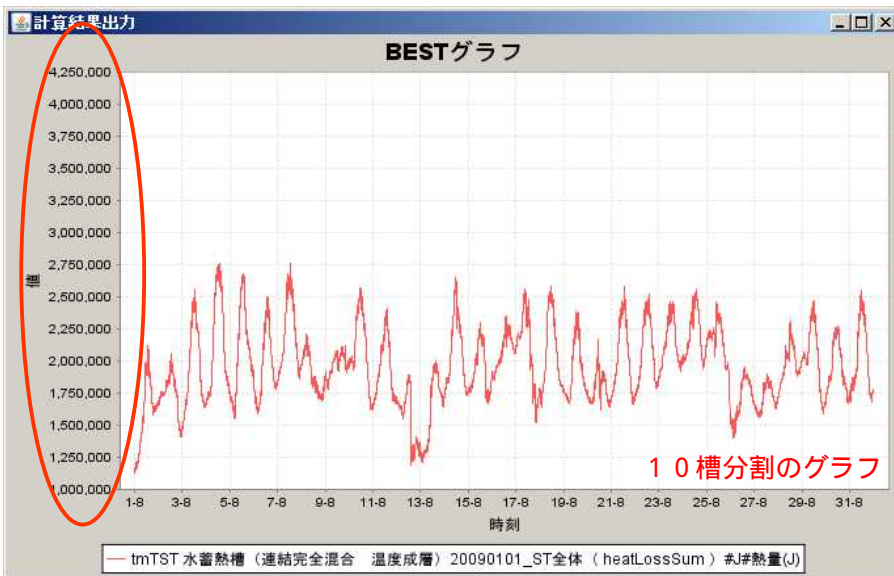
ワークスペースの例題テンプレートから、tm TST水蓄熱槽(連続完全混合 温度成層)20090101を開きます。蓄熱槽本体の分割数を、“20”から“10”に変更します。

この操作によって、1,000m<sup>3</sup>の蓄熱槽が20分割(一槽当りの平面積25m<sup>2</sup>)されていたものが、10分割(一槽当りの平面積50m<sup>2</sup>)に変更されました。

(5)変更した条件でシミュレーションしてみよう

蓄熱槽の分割数条件を変更してシミュレーションを実施してみます。

シミュレーションの実行は、(2)と同様に行います。シミュレーションが終了したら、(3)と同様なシミュレーション結果をグラフに描いてみましょう。(3)と同様にして、取得データの日付を8月1日0時~8月31日23時の一ヶ月間のデータを取得し、変更前と変更後のデータを比較します。

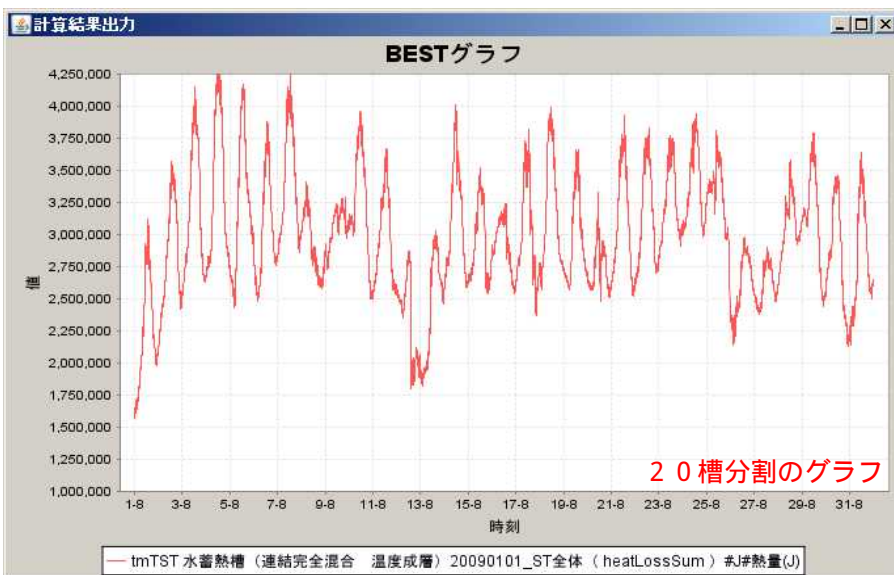


条件変更後のシミュレーション実行結果に従って、グラフが描画されました。パラメータ変更前のグラフと比較してみましょう。

比較しやすくするために、グラフの縦軸のスケールを合わせます。合わせ方は、グラフ縦軸の部分をクリックしてpropertiesメニューからPlotタブを選択し、更にRangeAxisタブを選ぶと下にRangeタブが現れますので、これを選択します。

Auto-adjust rangeのチェックボックスのチェックを外し、Minimum Range valueに縦軸の最小値、Maximum Range valueに縦軸の最大値を入力します(ここでは、それぞれ1,000,000、4,250,000となります)。

20槽分割のときの結果のグラフと比較すると、熱ロス量が大幅に低下していることがわかります。これは、蓄熱槽の分割数を少なくしたことにより、槽の表面積が小さくなることで放熱量が少なくなることによるものです。このように連結型の蓄熱槽では、蓄熱槽数の違いによる影響を、放熱ロスの違いという形で確認することができます。

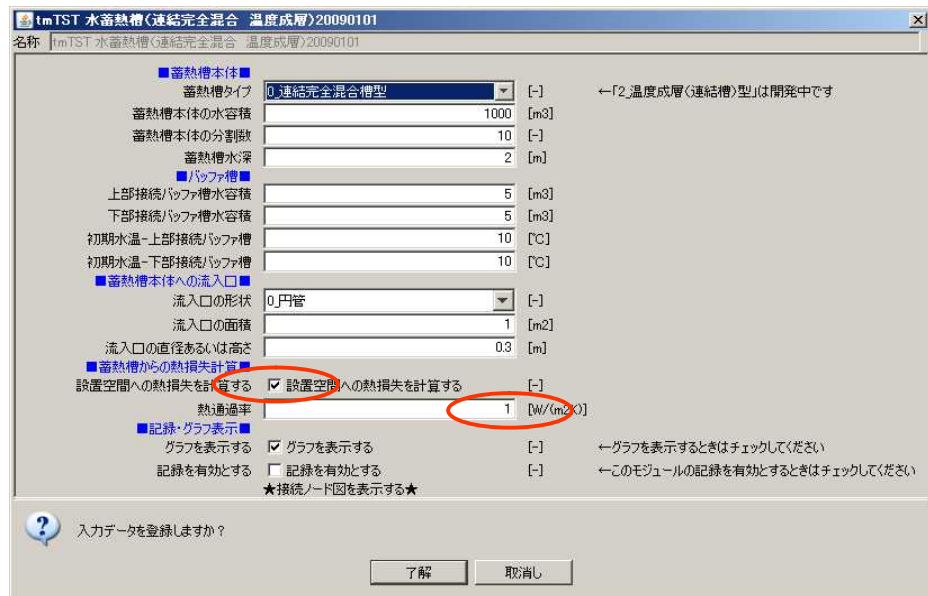


(6)応用課題を試してみよう

本例題の応用課題

本例題と同様にして、次のような検討もしてみてください

1. 更に5分割、40分割とした場合との比較
2. 槽内温度の変化の比較
3. 熱通過量を増減させてみる
4. 設置空間への熱損失を計算するチェックボックスのチェックを外して計算する





## 5.3(2) 温度成層型水蓄熱槽の成層状況を変えてみよう

この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。温度成層型水蓄熱槽の場合は、吹き出し口の形、吹き出し流量、槽高さ等を変更することにより総蓄熱量、総内温度等の比較が行えます。蓄熱槽の熱利用効率向上等を目的として、より適切な槽形状や吹き出し口形状を検討することも可能です。

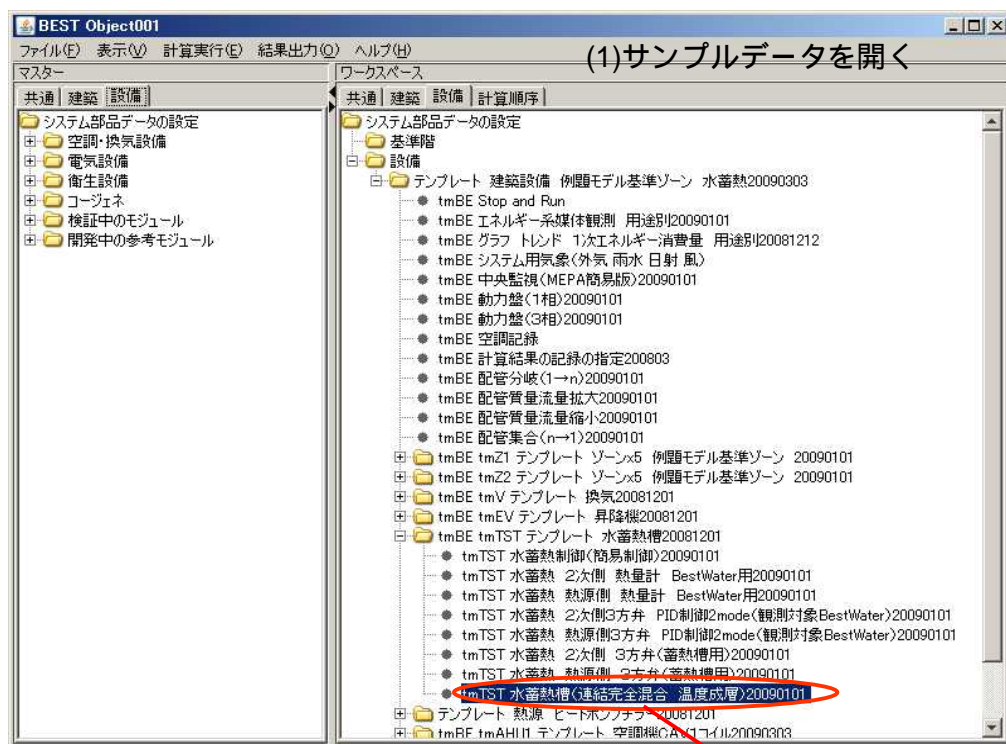
比較の一例として、サンプルデータをもとに幾つかのパラメータを変更し、シミュレーション実行結果がどのように変化するかをみてみましょう。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.3(2).zip」です。このデータは、温度成層型水蓄熱層として、槽容量1,000m<sup>3</sup>、蓄熱槽本体の分割数20、蓄熱槽水深8mに設定されています。計算期間は8月の一ヶ月間です(ただし、7月25日～31日の7日間に助走運転を実施)。

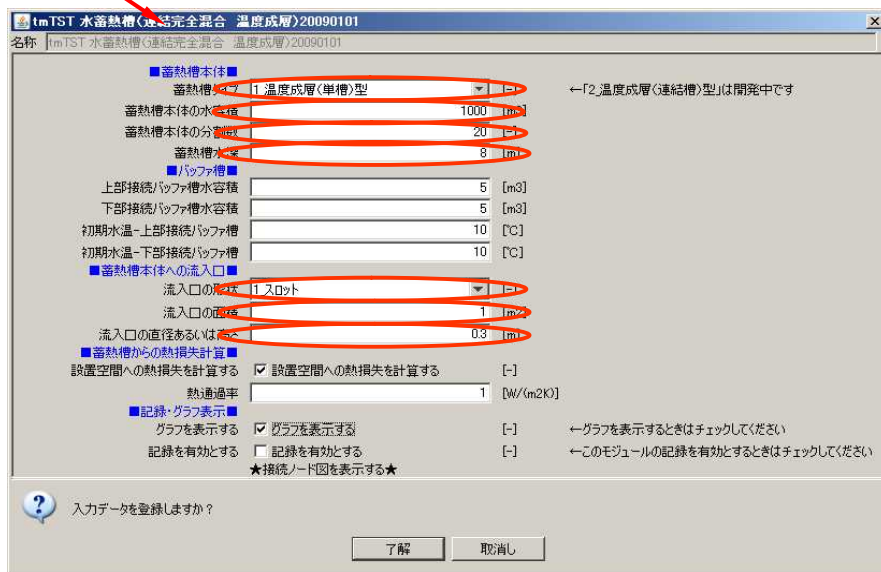
### (2) サンプルデータによるシミュレーション実行

ここでは、サンプルデータに手を加えずにそのままシミュレーション計算のみを実行します。まずはシミュレーション実行の前に、各パラメータを確認してみましょう。



ワークスペースの例題テンプレートの下の、tmBE tmTST テンプレート水蓄熱槽20081201の中のtm TST水蓄熱槽(連結完全混合温度成層)20090101をダブルクリック(または、右クリック プロパティ(スペック)を選択)して開きます。

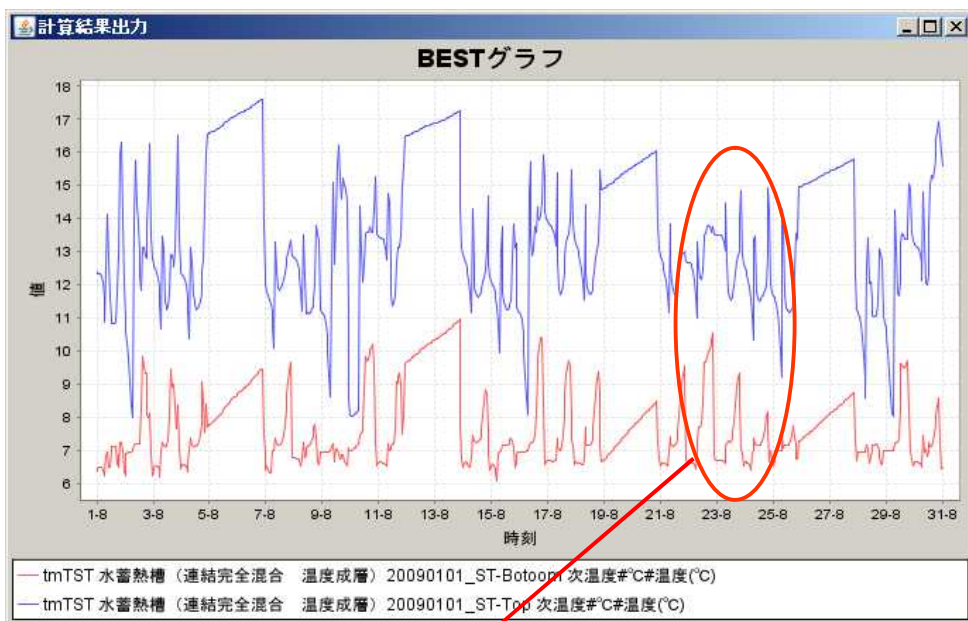
蓄熱槽の各パラメータが、蓄熱槽のタイプ：温度成層(単層)型、蓄熱槽本体の水容積：1000m<sup>3</sup>、蓄熱槽本体の分割数：20、蓄熱槽水深8m、流入口の形状：スロット、流入口の面積：1m<sup>2</sup>、流入口の直径あるいは高さ：0.3mとなっているか確認してみてください。その他のパラメータについてはここでは気にしないで結構です。



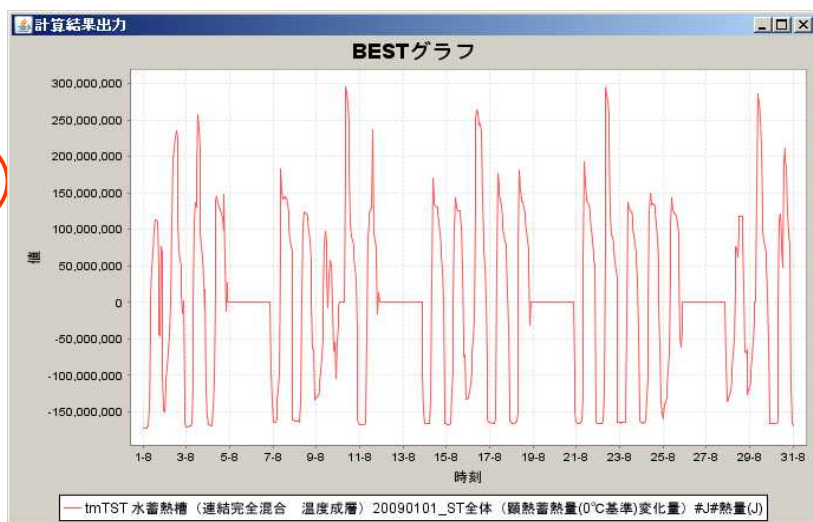
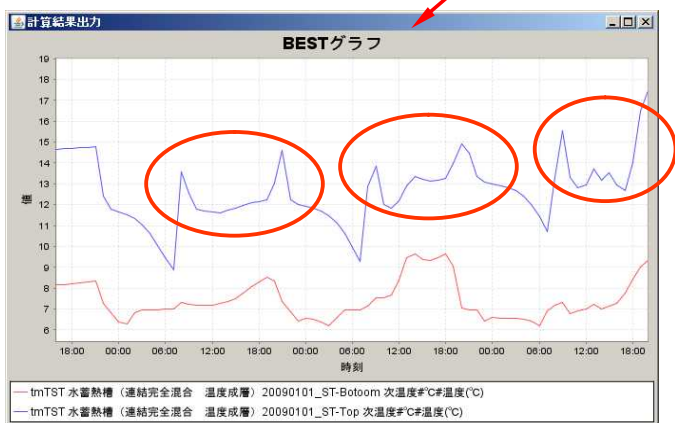
### (3) サンプルデータで、さっそくシミュレーションを実行する

「計算実行」「シミュレーション実行」を選ぶと、7/25～8/31までシミュレーションが実行されます(助走期間の7日間を含むため)。また、シミュレーションの実行と同時に蓄熱槽の温度プロファイルの変化のグラフが表示されますので確認しましょう。

蓄熱槽内温度や二次側送水及び還水温度の時系列変化のグラフを描いて、その状態を確認してみます。グラフの描き方は、先の例題と同様です。ただし、ここではデータ選択において“ST\_Bottom温度”、“ST\_Top温度”を選択します(2項目以上選択する場合は、shiftキーを押しながらクリックします)。



左のグラフでは、青いラインが槽の上部温度、赤いラインが槽の下部の温度となります。運転スケジュールに従って温度変化が起きていますが、部分を拡大すると(拡大操作は、見たい範囲をドラッグするようにします。表示を元に戻す場合は、右から左にドラッグします。)槽上部温度は放熱開始とともに温度上昇しますが、昼間の熱源運転により温度が下がっている様子がわかります。蓄放熱量の推移のグラフです。



#### (4)蓄熱槽の条件を変更してみよう

サンプルデータをもとに、ここでは蓄熱槽の条件を変更するとどのように結果が変わるのか、実際に自分でパラメータを入力しながら確認してみます。

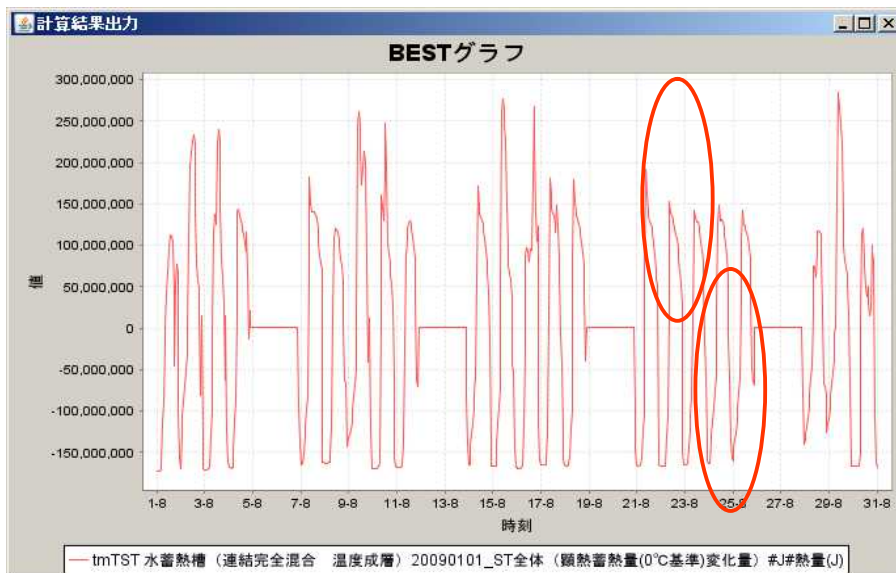
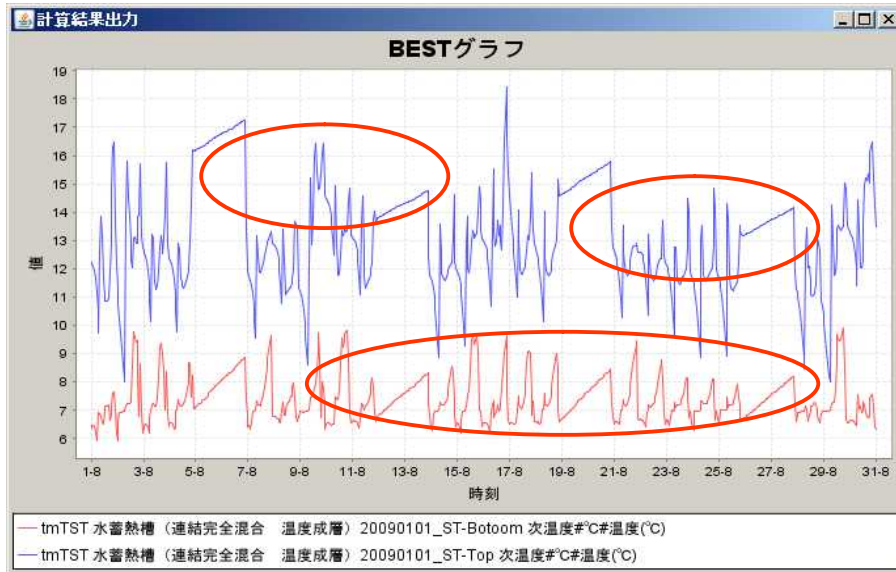
ワークスペースの例題テンプレートから、tm TST水蓄熱槽(連結完全混合温度成層)20090101を開きます。蓄熱槽本体の分割数を“20”から“10”に、蓄熱槽水深を“8”から“4”に、流入口形の形状を“円管”に、流入口面積を“1”から“0.3”に、流入口の直径あるいは高さを“0.3”から“0.1”にそれぞれ変更します。

この変更操作によって、蓄熱槽形状が低くなり、槽内への流入速度が速くなるために、槽内での混合が生じやすい状態(成層が崩れやすい状態)となります。

(5)変更した条件でシミュレーションしてみよう

蓄熱槽の分割数条件を変更してシミュレーションを実施してみます。

シミュレーションの実行は、(2)と同様に行います。シミュレーションが終了したら、(3)と同様なシミュレーション結果をグラフに描いてみましょう。(3)と同様にして、取得データの日付を8月1日0時~8月31日23時の一ヶ月間のデータを取得し、変更前と変更後のデータを比較します。



条件変更後のシミュレーション実行結果に従って、グラフが描画されました。パラメータ変更前のグラフと比較してみましょう。

槽内水が混合することにより、槽上部の温度が幾つかの部分で低くなっています。

槽上部と同様に、槽下部においても蓄熱完了時の温度が全体的に高くなっており、逆に放熱時は十分に温度が上昇していません。

このような運転状態では、混合ロスにより利用可能熱量が低減してしまいます。

次に、熱量変化のグラフについて見てみましょう。必要負荷に対して、蓄熱量が十分にあるため大きな変化は出ていません。しかし、一部で放熱量が少なくなるなどの現象が確認できます。温度成層型の蓄熱槽の場合には一般に、蓄熱槽の高さを確保すること、吹き出し口を槽の上面・下面にできるだけ近いところに設け、吹き出し流速を遅くすることが槽効率の向上につながるといわれています。

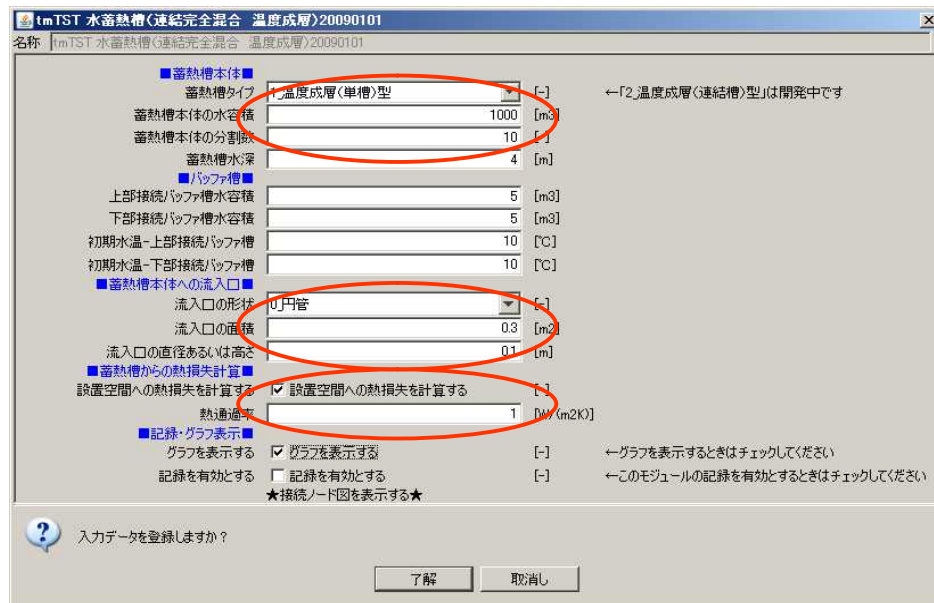
これらの点について、以下の応用課題に取り組み確認してみましょう。

(6)応用課題を試してみよう

本例題の応用課題

本例題と同様にして、次のような検討もしてみてください

- 1.蓄熱槽高さを2m、10mなどさまざまに変化させてみる
- 2.流入口の面積を変化させて成層状況の違いを確認する
- 3.流入口の形状を変更してみる
- 4.熱損失の影響など、同容量の連結型蓄熱槽と比較してみる

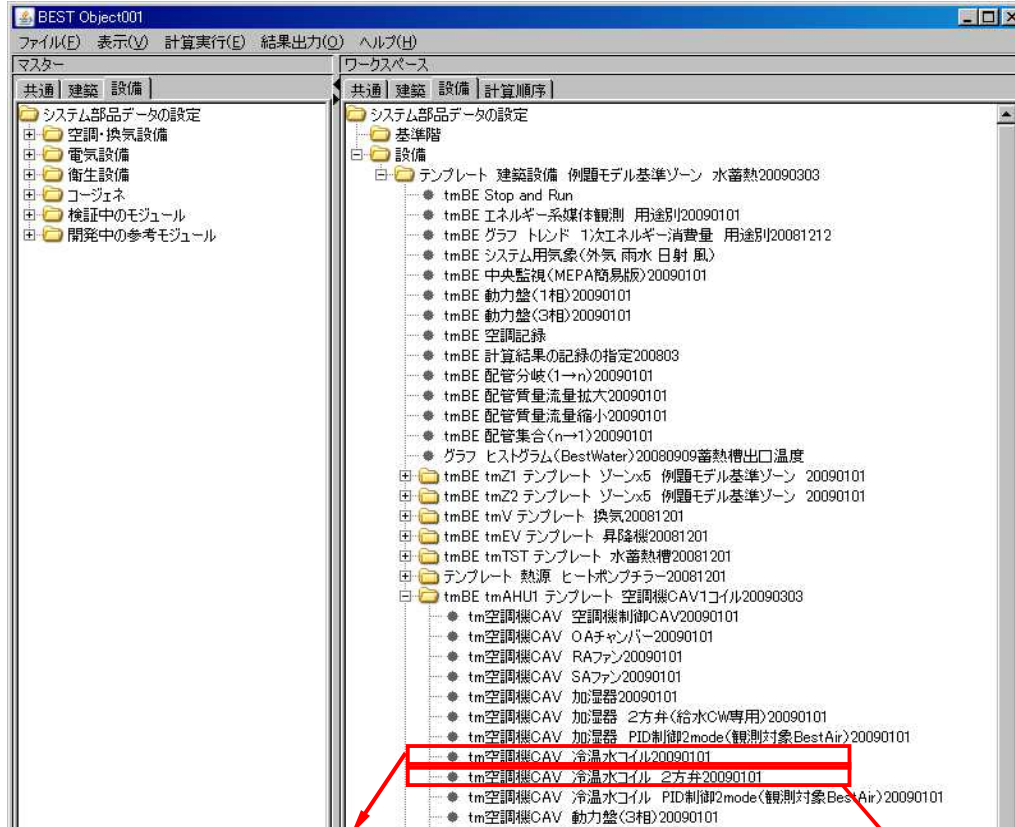


## 5.4 水蓄熱システムの空調機仕様を変更してみよう

この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。水蓄熱式セントラル熱源システムでの二次側空調機のコイル仕様を変更することによって、蓄熱利用温度の変化や熱源機の運転状況の比較が行えます。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.4.zip」です。サンプルデータの、空調機コイル条件を確認してください。空調機の設計水量は160L/min、列数は6に設定されています。また、冷温水コイル制御用2方弁の最大流量も160L/minとなっています。まず、計算期間を8月の一ヶ月間として、シミュレーションを実行してみてください。

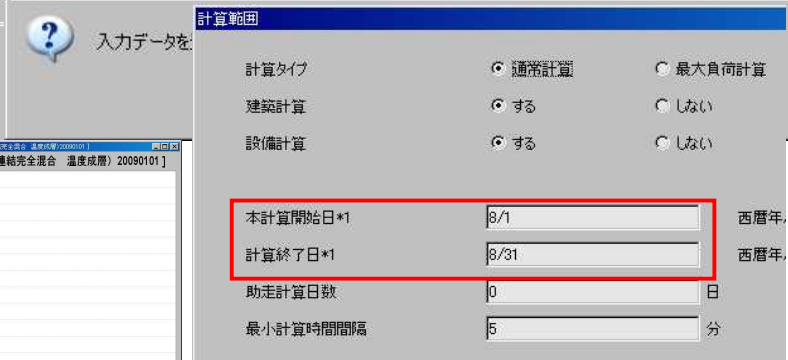
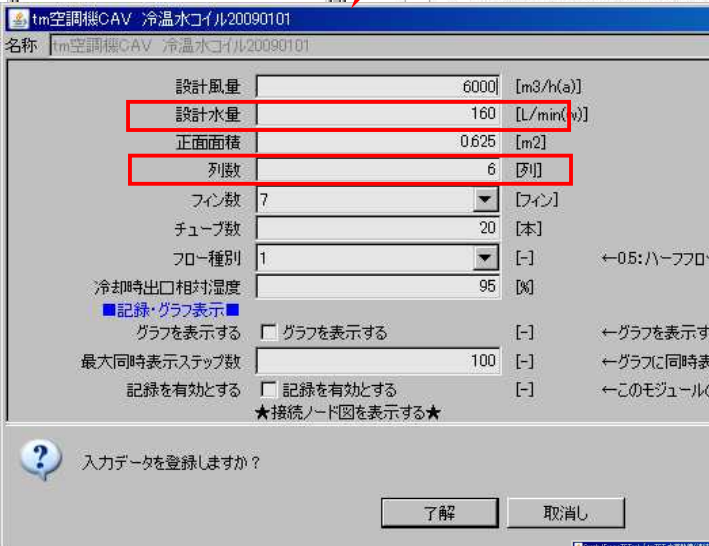


ワークスペースの「設備」を選択しテンプレート「tmBE tmAHU1 テンプレート 空調機 CAV 1 コイル20090303」の中の「tm空調機CAV 冷温水コイル 20090101」をダブルクリックで選択し、設計水量と列数を確認する。

同じく「tm空調機CAV 冷温水コイル 2方弁20090101」をダブルクリックで選択し、最大流量を確認する。また、同様にして、AHU2も確認する。

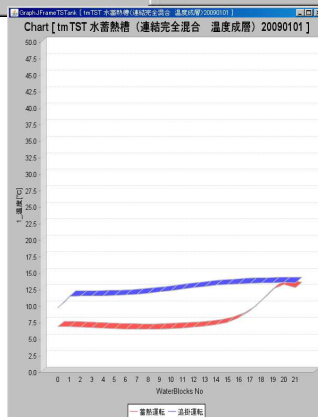
ワークスペースの「共通」を選択し、「計算範囲」「計算範囲」をダブルクリックで選択し、本計算開始日が「8/1」、計算終了日が「8/31」であることを確認してください。

この例題では、冷房計算のみ行なうため、冷水側しか操作しませんが、年間計算を行なう場合は、温水側も確認します。



### (2) サンプルデータで、さっそくシミュレーションを実行する

「計算実行」「シミュレーション実行」を選ぶと、8/1~8/31までシミュレーションが実行されます。また、シミュレーションの実行と同時に蓄熱槽の温度プロフィールの変化のグラフが右図の様に表示されますので確認しましょう。



#### 計算中のグラフ表示

この例題では、計算実行中に蓄熱槽の温度プロフィールの変化のグラフを表示するように設定しています。

### (3)シミュレーション結果をグラフに描いてみよう

蓄熱槽内温度や二次側送水及び還水温度の時系列変化のグラフを描いて、その状態を確認します。



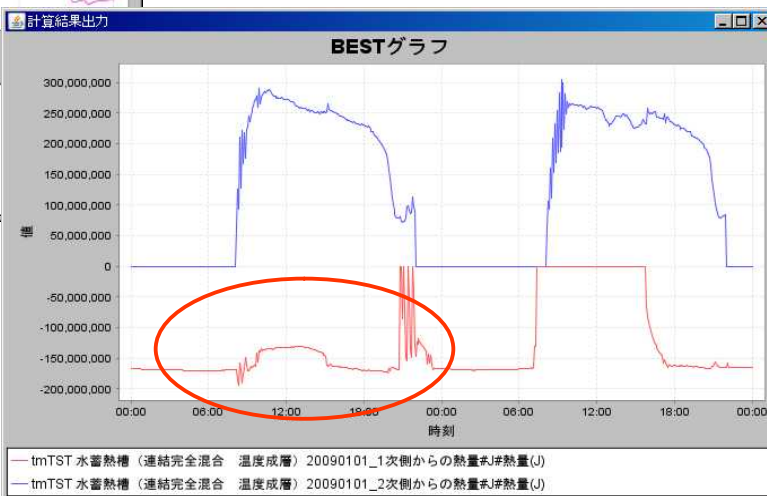
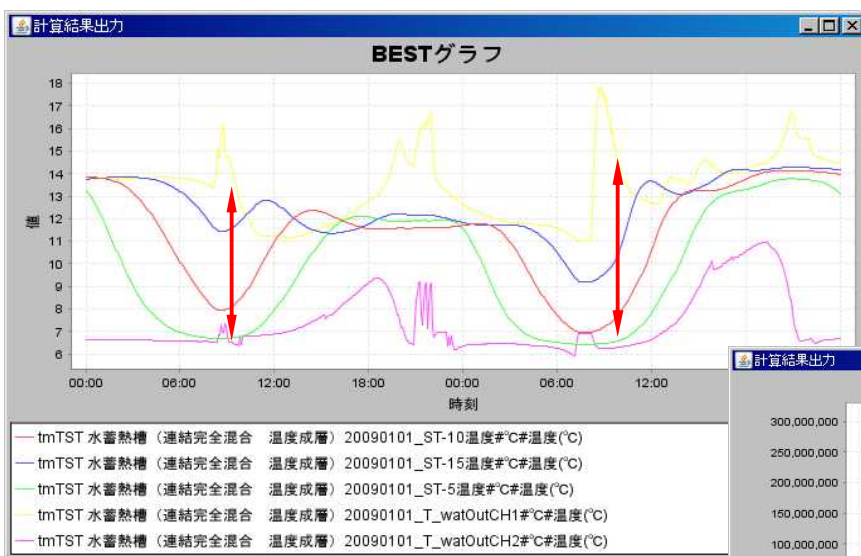
メインメニューから「結果」「グラフ出力」を選択、「データファイル」をプルダウンし「best\_result\_U.csv」を選択、「読み込み」を押します。

「データ読み込み」の「読み込み」を押すと、左側にデータ項目が現われ、グラフ化したいデータ項目を選択します。ここでは、蓄熱槽水温データのST-5、ST-10、ST-15及びT\_watOutCH1 温度(二次側還水温度)、T\_watOutCH2 温度(二次側送水温度)を選択し、取得データの日付を、8月14日0時~8月16日0時とし2日間のデータを取得します。「Y軸設定」項目にて表示させたいデータ項目を選択し、「グラフ表示」でグラフが表示されます。

また、同様にして、二次側負荷(二次側からの熱量)と熱源機側熱量(一次側からの熱量)をグラフ化します。

#### 蓄熱槽温度

シミュレーションでは始端槽側(ST-0)から終端槽側(ST-19)を計算していますが、例題ではその中から3項目を選んで表示しています。

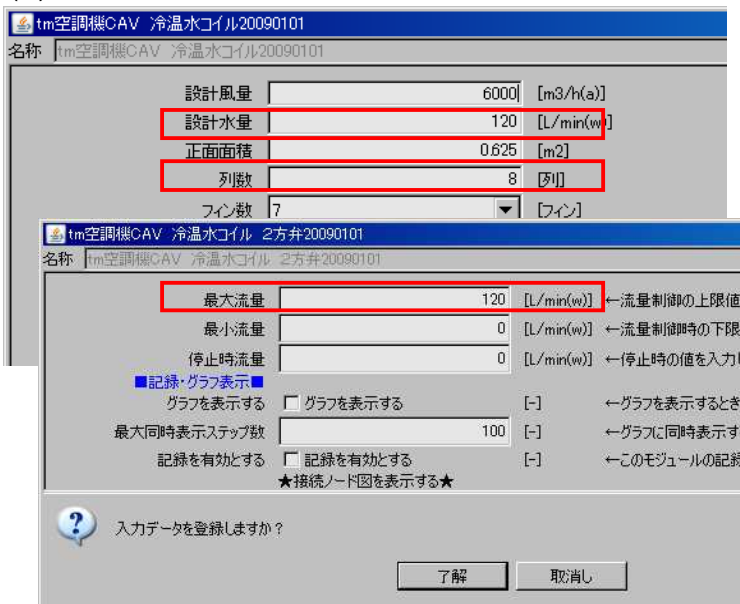


グラフでは、2日間の蓄熱槽の各槽の温度、二次側の送水、還水温度の推移や蓄熱利用温度差が5.5~7程度(6.5 12~13.5)であることが確認できます。

グラフでは二次側、熱源側熱量の推移より熱源機は14日終日運転していることが確認できます。

### (4)空調機コイル条件を変更してみよう

(1)の空調機コイル条件を確認した時と同様に操作して、空調機のコイル条件を変更します。



ワークスペースの「設備」を選択しテンプレート「tmBE tmAHU1 テンプレート 空調機CAV 1コイル20090303」の中の「tm空調機CAV 冷温水コイル20090101」をダブルクリックで選択し、設計水量を120L/minへ、列数を8列へ変更する。

同じく「tm空調機CAV 冷温水コイル 2方弁20090101」をダブルクリックで選択し、最大流量を120L/minへ変更する。また、同様にしてAHU2も変更する。

#### 空調機コイル条件

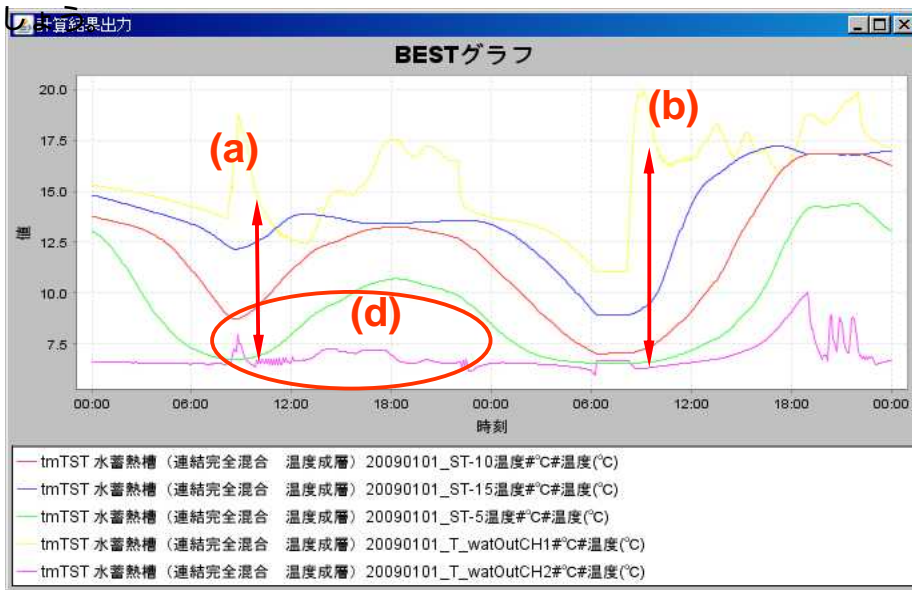
例題では、少ない水量で空調機能力を満足できるように大温度差型の条件へ変更しています。

## (5)変更した条件でシミュレーションしてみよう

空調機コイル条件を変更してシミュレーションを実施します。

シミュレーションの実行は、(2)と同様に行います。なお、ワークスペースの「共通」を選択し、「計算範囲」

「計算範囲」をダブルクリックで選択し、本計算開始日が“8/1”に計算終了日が“8/31”であるか再確認してください。シミュレーションが終了したら、(3)と同様なシミュレーション結果をグラフに描いてみま



(3)と同様にして、取得データの日付を8月14日0時～8月16日0時の2日間のデータを取得し、変更前と変更後のデータを比較します。

空調機コイル条件変更後のグラフでは、二次側の還水温度が変更前より高くなり、蓄熱利用温度差は7.5～10.5程度（6.5 14～17 程度）になったことを確認できます。(a) また、8/15においては、二次側還水温度が17 以上となる状況(b)もみられ、二次側温度差がより拡大した運転状態を確認できます。

グラフでは、変更前と二次側負荷は同じものの、8/15の熱源停止時間が延長された状態(c)が確認されます。これは、空調機コイルの仕様を、より大温度差となる条件に変更したことで蓄熱槽の利用温度差が拡大した結果、蓄熱容量が実質拡大した状況となりました。

8/14においては、始端槽側(ST-5)や二次側送水の水温上昇が終日小さくなっているのが確認(d)できます。1日を通して7 の安定した冷水を二次側に送水できるようになったことを確認できます。

また、熱源機の出力変動(e)も小さくなり、より安定した熱源機運転になったことも確認できます。

このように水蓄熱式システムでは、二次側(空調機コイル仕様)条件の如何によって、蓄熱状態や熱源機運転状態が大きく変化することが確認できます。

### 本例題の応用課題

次のようなケースでどのように変化するか試してください。

1. グラフ表示期間を変更し、他の月日でどのような運転状況となっているかを確認する。
2. グラフ表示項目を変更し、蓄熱槽の各槽の温度状況を確認する。
3. 空調機のコイル条件を、より大流量(160 190L/minなど)で、列数を小さく(6 4列など)したものに變更し、蓄熱槽の温度状況を確認する。
4. 温水コイル条件を冷水コイル条件のように變更し、暖房期間で計算する。

## 5.5 水蓄熱システムの熱源能力や蓄熱槽容量を変更してみよう

この例題では、建物全体をテンプレートで構築した例題をもとにシステムシミュレーションを体験できます。水蓄熱式セントラル熱源システムでの熱源能力や蓄熱槽容量を変更することによって、さまざまな熱源機容量の組合せによる運転状況を確認できます。

### (1) サンプルデータを開く

他の例題と同様にサンプルデータを開いてください。ファイル名は、「5.5.zip」です。サンプルデータの、熱源機能力を確認してください。熱源機の定格冷却能力は530kWに設定されています。また、蓄熱槽の容量は1000m<sup>3</sup>となっています。まず、計算期間を8月の一ヶ月間として、シミュレーションを実行してみてください。

ワークスペースの「設備」を選択しテンプレート「テンプレート 熱源 ヒートポンプチャラ-20081201」の中の「tmHS ヒートポンプチャラ-20090101」をダブルクリックで選択し、定格冷房能力などヒートポンプチャラ-熱源機の仕様を確認する。同じく「tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201」の「tmTST 水蓄熱槽(連結完全混合 温度成層)20090101」をダブルクリックで選択し、蓄熱槽本体の水容積など蓄熱槽仕様を確認する。ワークスペースの「共通」を選択し、「計算範囲」「計算範囲」をダブルクリックで選択し、本計算開始日が「8/1」に計算終了日が「8/31」であるか確認しシミュレーションを実行してください。

tmHS ヒートポンプチャラ-20090101

■ 定格能力 ■	
定格冷却能力	530 [kW]
定格加熱能力	530 [kW]
■ 冷温水 ■	
冷水出口水温設定値	7 [°C]
温水出口水温設定値	45 [°C]
定格冷水量	1500 [L/min(w)]
定格温水量	1500 [L/min(w)]
■ 電気 ■	
定格消費電力冷却時	177 [kW]
定格消費電力加熱時	177 [kW]

tmTST 水蓄熱槽(連結完全混合 温度成層)20090101

■ 蓄熱槽本体 ■	
蓄熱槽タイプ	0 連結完全混合槽型 [-]
蓄熱槽本体の水容積	1000 [m³]
蓄熱槽本体の分割数	20 [-]
蓄熱槽水深	2 [m]
■ パッファ槽 ■	
上部接続パッファ槽水容積	5 [m³]
下部接続パッファ槽水容積	5 [m³]
初期水温-上部接続パッファ槽	10 [°C]
初期水温-下部接続パッファ槽	10 [°C]
■ 蓄熱槽本体への流入口 ■	
流入口の形状	0 円管 [-]

この例題では、冷房計算のみ行なうため、冷水側しか操作しませんが、暖房計算を行なう場合は、温水側も確認します。

### (2) シミュレーション結果をグラフに描いてみよう

二次側負荷と熱源機側熱量の時系列変化のグラフを描いて、熱源機の運転状態を確認します。

2Dグラフの設定

データファイル: best\_result\_U.csv [読み込み]

フレーム名称: 計算結果出力  
グラフ名称: BESTグラフ

グラフ種別:  折線グラフ  棒グラフ  円グラフ

×軸単位:  時間軸(分)  文字軸

×軸名称: 時刻  
×軸単位: 60分文字列

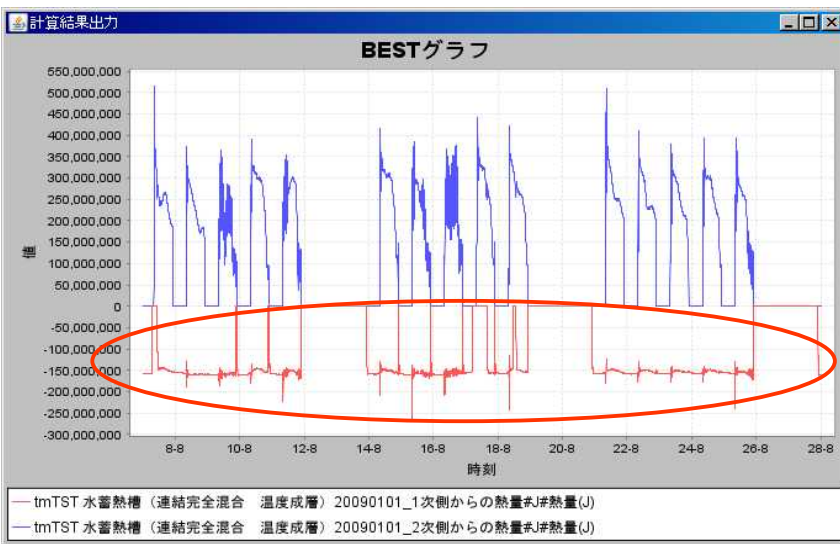
×軸単位: 値

項目	項目指標	項目名称
<input checked="" type="checkbox"/>	tmTST 水蓄熱槽(速) ②の熱量(kJ)	からの熱量(蓄熱槽)
<input checked="" type="checkbox"/>	tmTST 水蓄熱槽(速) ①の熱量(kJ)	からの熱量(熱源機)
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		

データ取得日時: 2006年8月6日 24時0分から 2006年8月27日 0分まで

データ取得: [グラフ表示] [終了]

メインメニューから「結果」「グラフ出力」を選択し、「データファイル」をプルダウンし「best\_result\_U.csv」を選択、「読み込み」を押します。「データ読み込み」の「読み込み」を押すと、左側にデータ項目が現われ、グラフ化するデータ項目を選択します。例題では、二次側負荷(二次側からの熱量)と熱源機側熱量(一次側からの熱量)をグラフ化します。なお、取得データの日付を8月6日0時~8月27日0時として20日間のデータを表示させます。



グラフでは二次側熱量と熱源側熱量の20日間の運転状況が確認できます。熱源機の熱量の変化を見ると、熱源機は、二次側負荷の小さな日を除けば、ほぼ終日運転していることが確認できます。

### (3)熱源機の変更してみよう

熱源機能力の変更は、「テンプレート 熱源 ヒートポンプチラー-20081201」の中の「tmHS ヒートポンプチラー-20090101」をダブルクリックで選択し、定格冷房能力を、530kWを640kWへ、定格冷水量を640kWの能力に相当する1840L/minへ変更します。

例題では出入口温度差を5℃として定格冷水量を求めています。

$$640\text{kW} \times 3600 / (4.186 \times 5 \times 60) = 1840\text{L/min}$$

熱源機能力の変更に伴い関連データの変更を行います。「テンプレート 熱源 ヒートポンプチラー-20081201」の中の「tmHS CH ポンプ20090101」をダブルクリックで選択し、定格流量を、1840L/minへ変更します。

また、「tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201」の中の「tmTST 水蓄熱 熱源側 3方弁 (蓄熱槽用) 20090101」をダブルクリックで選択し、最大流量を1840L/minへ変更します。

変更が済んだら、「計算実行」し、(2)と同様にしてグラフを作成します。

グラフを見ると、熱源機能力が増加したことで、熱源機の連続停止時間が長く、且つ停止回数が多くなったことが確認できます。

### (4)蓄熱槽容量を変更してみよう

蓄熱槽容量の変更は、「tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201」の「tmTST 水蓄熱槽 (連結完全混合 温度成層) 20090101」をダブルクリックで選択し、蓄熱槽本体の水容積を1000m<sup>3</sup>から800m<sup>3</sup>へ変更します。

変更したら、「計算実行」し、(2)と同様にしてグラフを作成します。

グラフを見ると、熱源機の発停回数が増加したのが確認できます。

このように、水蓄熱システムでは、熱源機能力や蓄熱槽容量が変化することで、熱源機の

tmHS ヒートポンプチラー-20090101

名称 tmHS ヒートポンプチラー-20090101

■定格能力■

定格冷却能力 640 [kW]

定格加熱能力 530 [kW]

■冷温水■

冷水出口水温設定値 5 [°C]

温水出口水温設定値 45 [°C]

定格冷水量 1840 [L/min(w)]

定格温水量 1500 [L/min(w)]

---

tmHS CH ポンプ20090101

名称 tmHS CH ポンプ20090101

定格流量 1840 [L/min(w)]

---

tmTST 水蓄熱 熱源側 3方弁 (蓄熱槽用) 20090101

名称 tmTST 水蓄熱 熱源側 3方弁 (蓄熱槽用) 20090101

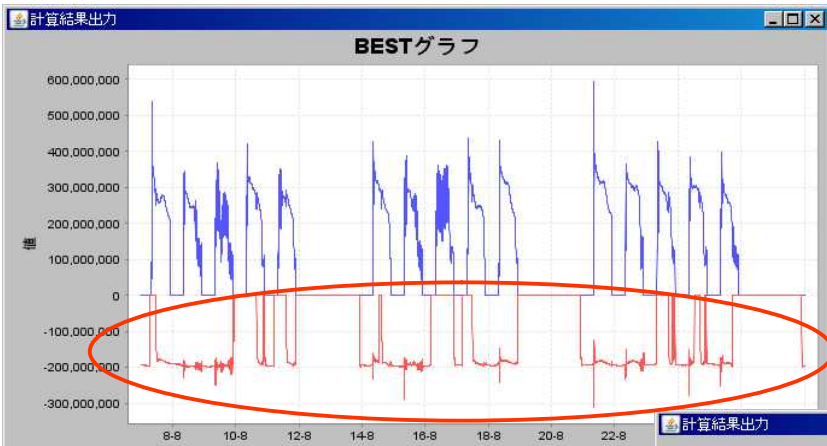
最大流量 1840 [L/min(w)] ←流量

最小流量 0 [L/min(w)] ←流量

停止時流量 0 [L/min(w)] ←停止

■記録・グラフ表示■

グラフを表示する  グラフを表示する  [-] ←グラフ



tmTST 水蓄熱槽 (連結完全混合 温度成層) 20090101

名称 tmTST 水蓄熱槽 (連結完全混合 温度成層) 20090101

■蓄熱槽本体■

蓄熱槽タイプ 0\_連結完全混合槽型 [-]

蓄熱槽本体の水容積 800 [m<sup>3</sup>]

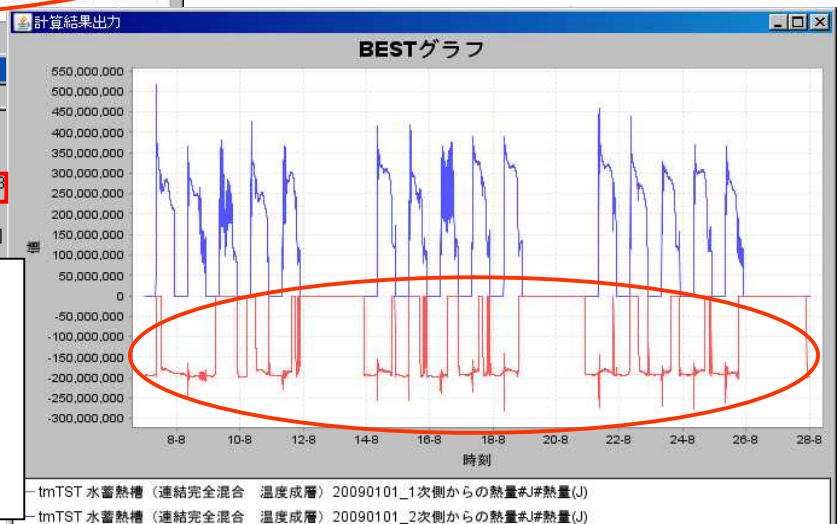
蓄熱槽本体の分割数 20 [-]

蓄熱槽水深 2 [m]

### 本例題の応用課題

次のようなケースでどのように変化するか試してください。

1. 暖房時の能力を変化させて、熱源機の運転状態を確認する。
2. 熱源機の消費電力や蓄熱槽温度などをグラフ化して、蓄熱槽の水温状況の違いを確認する。

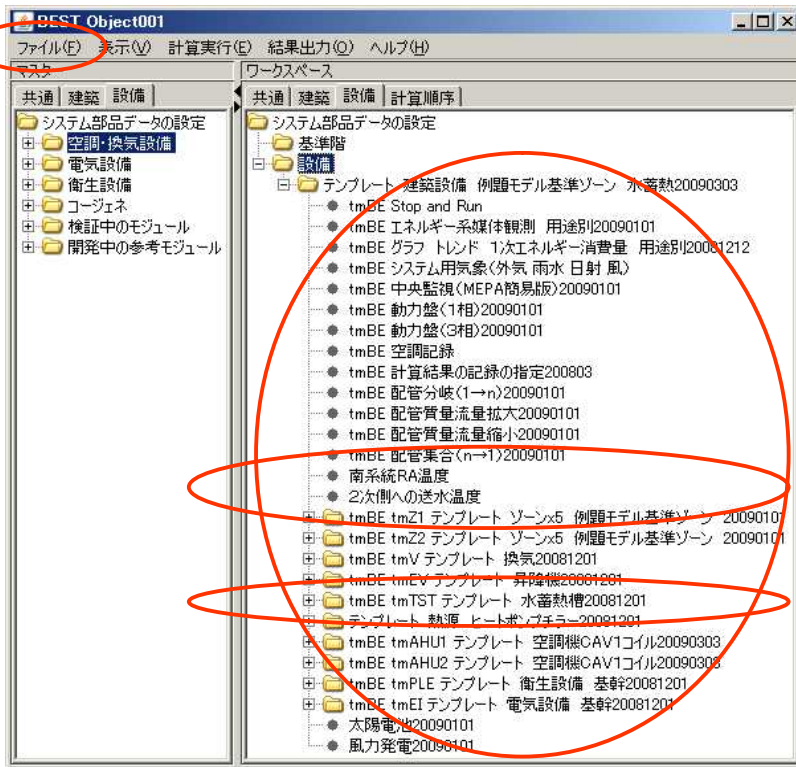




# 5.6 二次側限界送水温度を変えて熱源の追いかけ運転の違いをみよう

この例題では、水蓄熱システムにおいて二次側への限界送水温度（熱源追いかけ運転の条件）を変えて、熱源追いかけ運転の変化をみます。また、夜間運転への移行率などがどのように変化するかをみます。

## (1) サンプルデータを開く

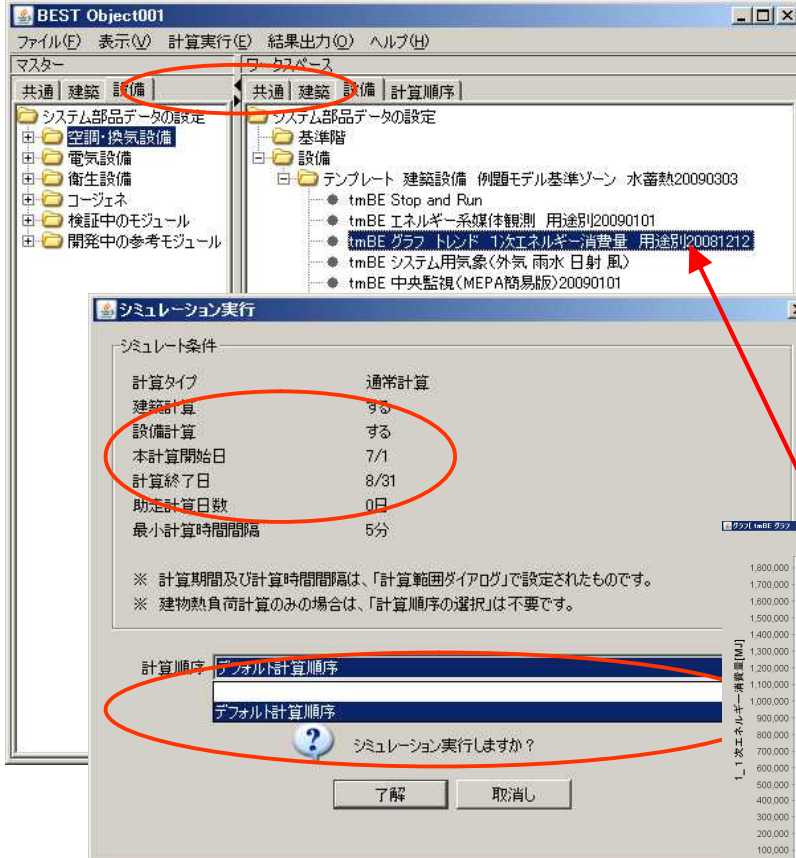


「ファイル」「開く」を選ぶ  
物件ファイル選択画面で、「参照」ボタンを押して「5.6.zip」を選択  
「実行」ボタンを押す



ワークスペースの「設備」画面を表示し、さらに「設備」のフォルダー内に建築設備例題モデル基準ゾーン水蓄熱のテンプレートデータがあることを確認しましょう  
この例題で使用するモジュールは「tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201」フォルダーにあります  
「南系統RA温度」「2次側への送水温度」モジュールで結果をグラフ表示します

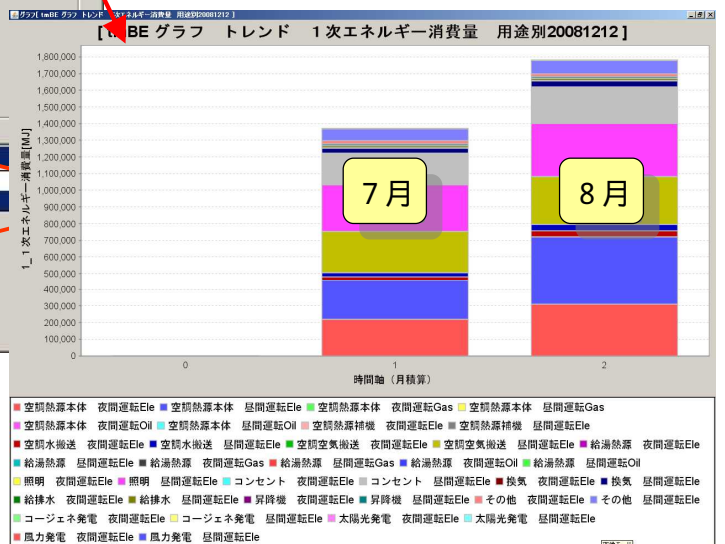
## (2) サンプルデータで、さっそくシミュレーションを実行する



「計算実行」「シミュレーション実行」を選ぶ

連成計算なので、設備計算が「する」になっていることを確認する  
シミュレーション実行画面の計算順序で「デフォルト計算順序」を指定し、「了解」ボタンを押すと実行開始。  
一次エネルギー消費量、蓄熱槽温度プロフィール、2次側への送水温度、南系統RA温度のグラフが表示されます

\*読み込んだ例題の「2次側への限界送水温度」は10に設定しています  
この温度を変えて計算してみます



### 計算中のグラフ表示

この例題では、計算実行中に消費先別エネルギー消費量の月積算グラフを表示するように設定しています。  
( tmBE グラフ トレンド 1次エネルギー消費量 用途別20081212 モジュールにて設定 )

### (3)冷房時 2次側への限界送水温度を変えて計算してみよう

冷房時の2次側への限界送水温度を変えて追いかけ運転(夜間移行)の状況などを確認してみます。

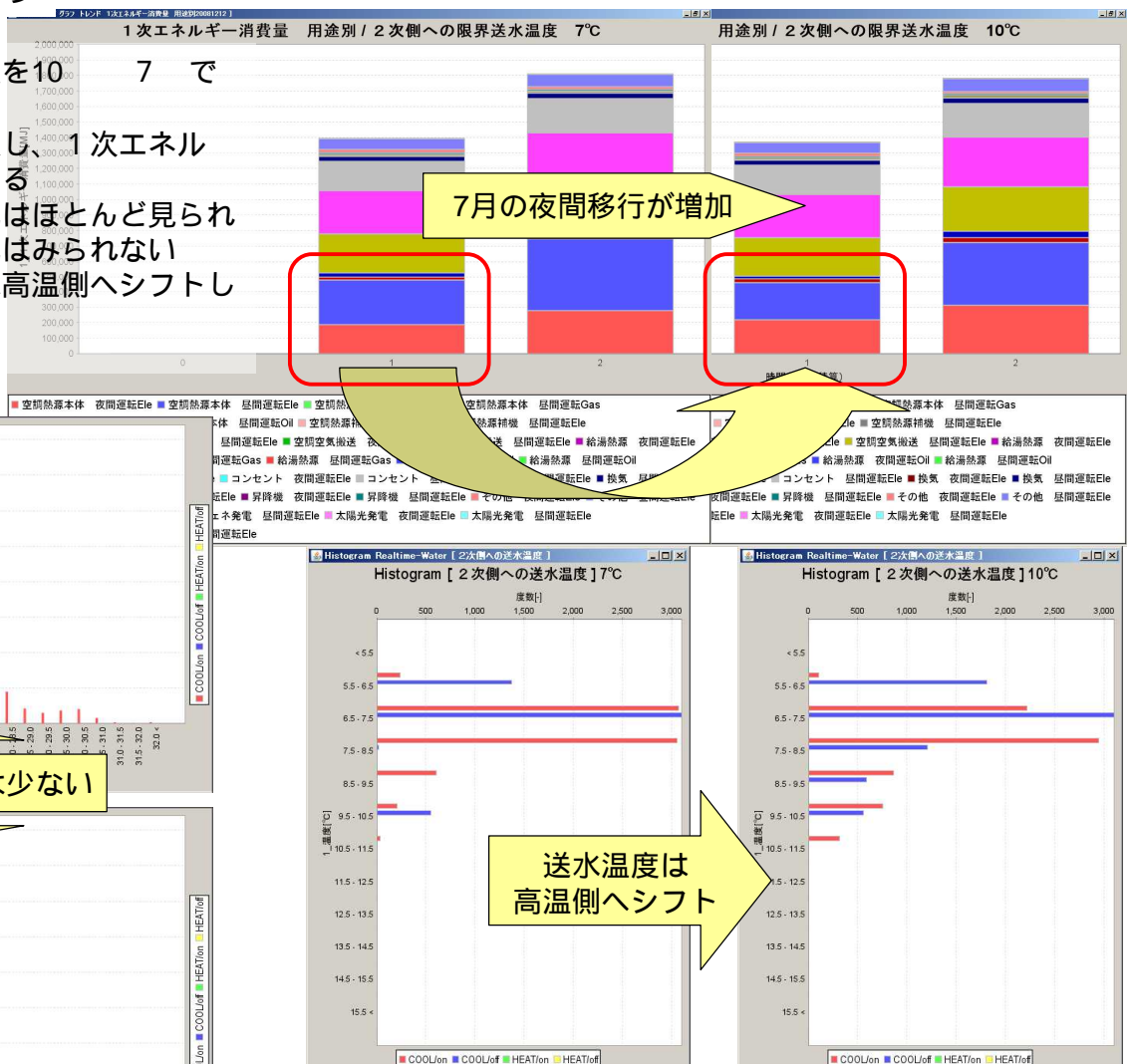
ワークスペースの「tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201」の中の「tmTST 水蓄熱制御(簡易制御)20090101」モジュールをダブルクリックで選択します

出現するスペックダイアログの「冷房時2次側への限界送水温度」を7 に変更します  
「解」ボタンを押して入力を確定します  
前の(2)の要領で計算を実行します

制御方式・条件	設定値	単位
冷水出口温度の設定値	7	[C]
温水出口温度の設定値	45	[C]
冷房時熱源への限界送水温度	8	[C]
暖房時熱源への限界送水温度	44	[C]
冷房時2次側への限界送水温度	10	[C]
暖房時2次側への限界送水温度	42	[C]

### (4)計算結果を比較してみよう

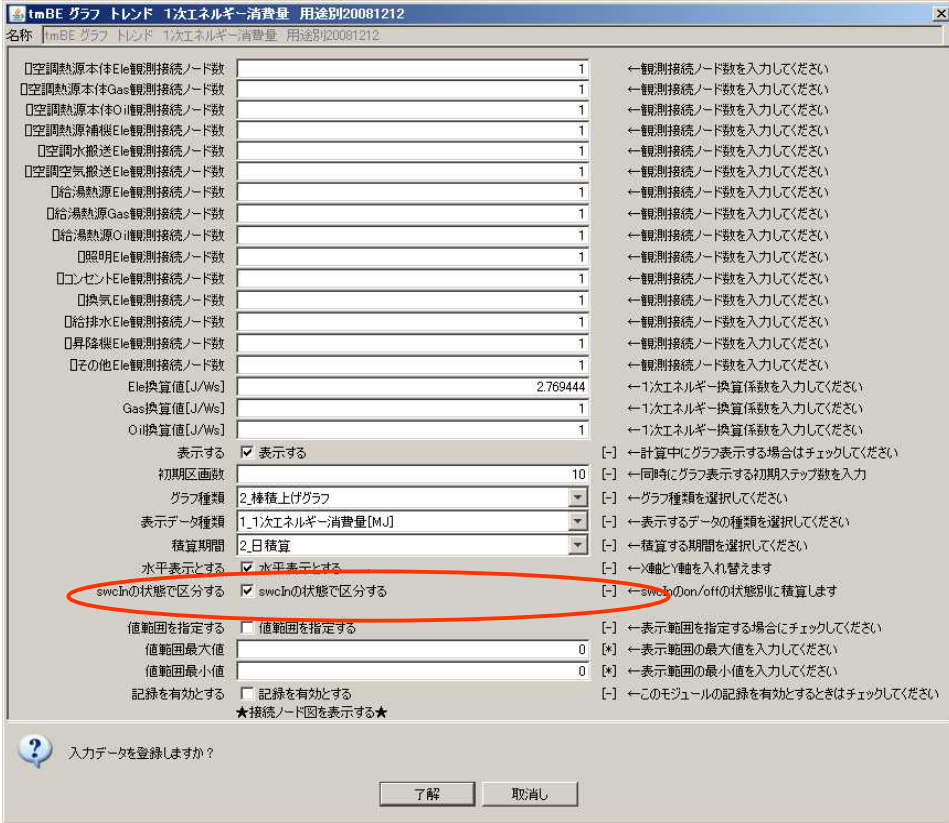
2次側への限界送水温度を10、7で比較すると  
7月の夜間移行が増大し、1次エネルギー消費量も減少している  
南系統のRA温度の変化はほとんど見られず、室の冷房環境の悪化はみられない  
2次側への送水温度は高温側へシフトしている  
などがわかります



本例題の応用課題  
1.暖房時2次側への限界送水温度を変えるとどうなるか  
2.負荷の小さい6月や10月ではどうか などを試して下さい

# 付録5.1 1次エネルギー消費量のグラフを昼・夜に分けて表示する手順

蓄熱システムで熱源運転が夜間へどれだけ移行したかを確認する方法の一つとして、1次エネルギー消費量の積算グラフを昼と夜に分けて表示する方法を説明します。



ワークスペースの「テンプレート 建築設備 例題モデル基準ゾーン 水蓄熱20090303」フォルダの中にある「tmBE グラフトレンド 1次エネルギー消費量用途別20081212」モジュールのスペック入力画面で「swcInの状態区分する」チェックボックスにチェックします

補足)  
このモジュールでは、L1\_swcIn ノードに接続された制御情報の on/off を判定し、on の時を昼間、off の時を夜間として積算処理を行います

同じモジュールのシーケンス接続画面で次のようにL1\_swcIn ノードの接続相手を変更します

L1\_swcIn (制御On/Off信号入口)  
設備-テンプレート 建築設備 例題モデル基準ゾーン 水蓄熱20090303 / tmBE tmTST テンプレート 水蓄熱槽20081201 / L1\_swcOut2Pump



計算を実行すると  
下図のグラフとなりました  
空調熱源本体と空調水搬送の電力が昼間と夜間に分離されたことがわかります

\* 作業が終了していない場合は「付録5.1 (変更後).zip」を読み込んで計算を実行してください

