

H. CGS設備操作マニュアル

BEST-P

The BEST Program

I 操作方法編	
1 サンプルシステムを用いた操作の一連の流れ.....	2
1.1 サンプルシステムの概要	2
1.2 操作の流れ.....	5
1.3 サンプルシステムの計算結果.....	17
2 用意した部品	19
2.1 モジュール.....	19
2.2 テンプレート	27
3 新たにシステムを入力する場合	28
3.1 部品の登録.....	28
3.2 ノードの接続.....	32
3.3 計算順序の編集	37
II 計算モデル編	
1. コージェネレーションの基本システム.....	1
2. 基本アルゴリズム.....	2
3. 各種計算モデル	3
3.1 設備機器	3
3.2 境界条件	20
3.3 制御.....	21

BEST-P

The BEST Program

I 操作方法編

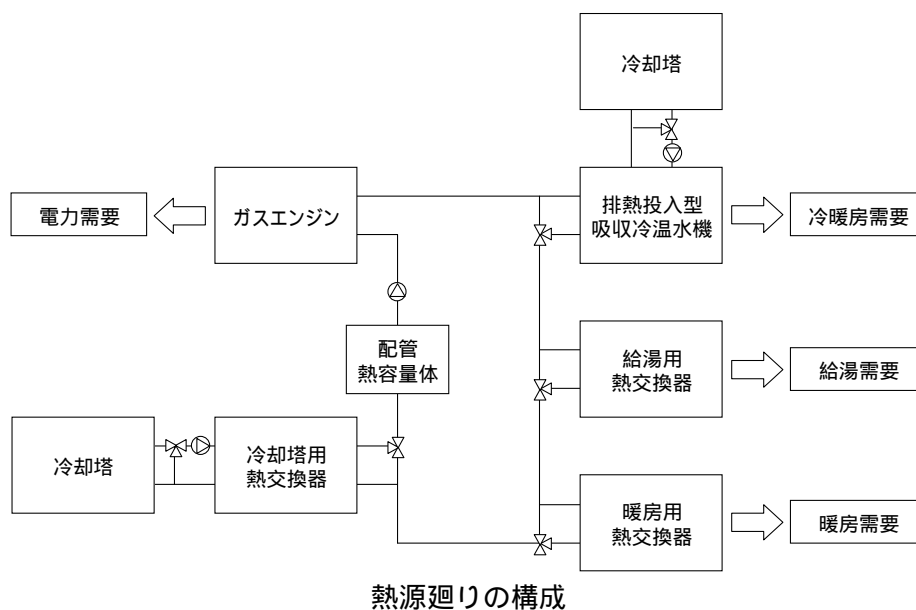
1 サンプルシステムを用いた操作の一連の流れ

1.1 サンプルシステムの概要

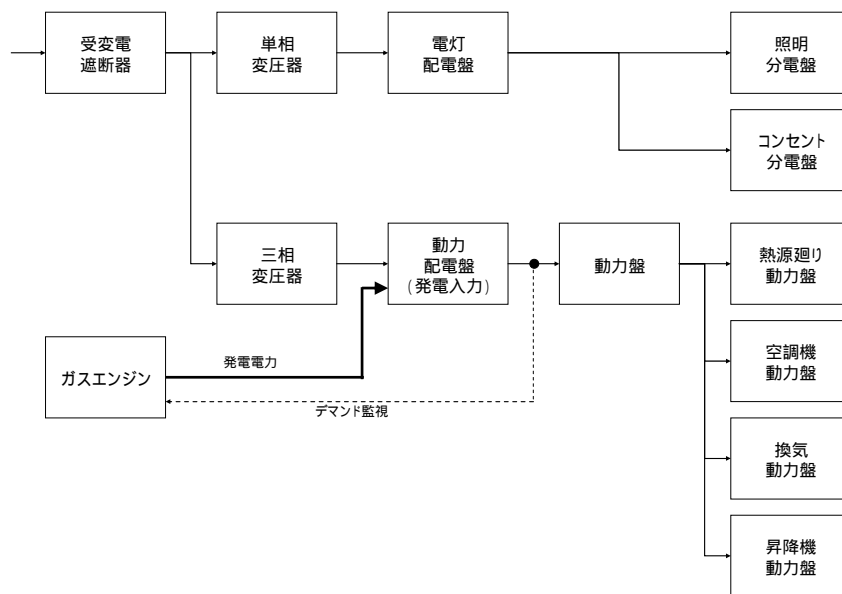
BEST のダウンロードサイトからサンプルシステムの定義ファイルを入手することができます。コージェネレーションシステム用のサンプルシステムとしては、「テンプレートによる建物全体 コージェネシステム最小発電量変更 20090303.zip」および「テンプレートによる建物全体 コージェネシステム単相負荷追加 20090303.zip」を用意しています。

2つのサンプルシステムは建物モデルや熱源周りの構成は同じですが、ガスエンジンの最小発電量、発電電力の利用範囲が異なります。「最小発電量変更」では、ガスエンジンの最小発電量を 80kW とし、発電電力は三相負荷のみに利用し、単相負荷への利用はできません。一方、「単相負荷追加」では、ガスエンジンの最小発電量を 175kW (デフォルト値) とし、発電電力を単相負荷にも利用できるようになっています。

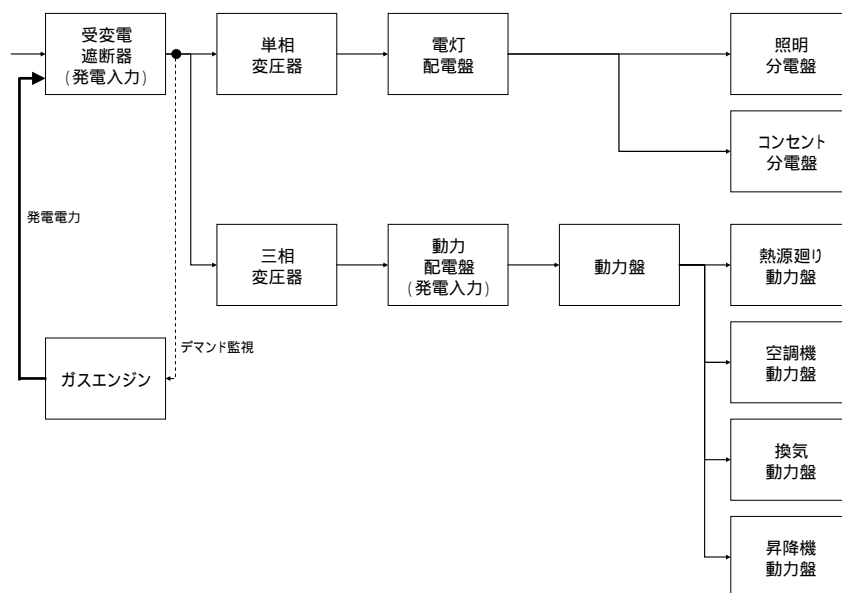
サンプルシステムの熱源廻りは、ガスエンジン、排熱投入型吸収冷温水機、冷却塔、熱交換器などから構成されます。冷房時には排熱はまず排熱投入型吸収冷温水機の加熱源として利用した後、熱交換器を介して給湯、暖房に利用します。一方、暖房時には排熱投入型吸収冷温水機での排熱利用は行わずに、給湯、暖房に利用します。



ガスエンジンで発電した電力を各負荷に利用するために、「最小発電量変更」では動力配電盤に、「単相負荷追加」では受変電遮断器に入力します。また、電力負荷追従運転のためのデマンド監視用として、「最小発電量変更」では動力配電盤出口、「単相負荷追加」では受変電遮断器出口の電力量を観測する設定をしています。



電気設備の構成（最小発電量変更）



電気設備の構成（単相負荷追加）

主な設定項目と設定例

主な設定項目	設定例
運転スケジュール	運転時間 : 8:00 ~ 22:00 月曜 ~ 金曜 冷水 7 : 期間 5/1 ~ 11/30 温水 45 : 期間 12/1 ~ 4/30
ガスエンジン	定格発電能力 : 350kW 最小発電能力 : 80kW(最小発電量変更) 175kW(単相負荷追加) 定格ガス/電力消費量 : 864kW / 17.5kW 定格発電効率 : 40.5%(LHV) 定格排熱回収効率 : 34.5%(LHV) 定格排熱温水流量 : 426L/min 発電は電力負荷追従運転を行う。
排熱投入型吸収冷温水機	定格冷房能力 : 1055kW 定格暖房能力 : 692kW 冷房ガス/電力消費量 : 822kW / 5.1kW 暖房ガス/電力消費量 : 822kW / 4.8kW 定格排熱入口温度 : 90 定格排熱回収量 : 362kW 排熱温水流量 : 482L/min 冷水出口目標温度 : 7 温水出口目標温度 : 60 冷温水流量 : 3024L/min 冷却水流量 : 5000L/min
暖房用熱交換器	能力 : 298kW
排熱冷却用冷却塔	冷却水流量 : 964L/min 定格消費電力 : 2.2kW
冷温水機用冷却塔	冷却水流量 : 5000L/min 定格消費電力 : 16.5kW
冷却水 三方弁制御	熱源の冷却水入口温度を観測対象とし、目標設定温度になるように冷却水三方弁の流量比にPID制御を行う。
熱源台数制御	還りヘッド入口と送りヘッド出口の状態から求めた熱量を観測対象とし、熱源2台の台数制御を行う。

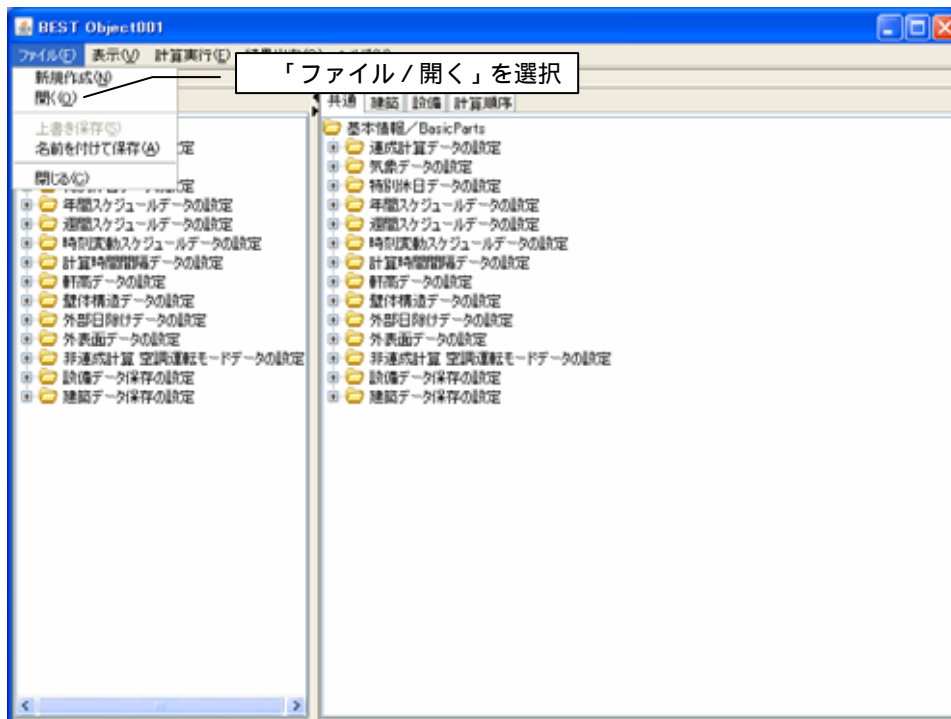
1.2 操作の流れ

1.2.1 サンプルデータの読み込み

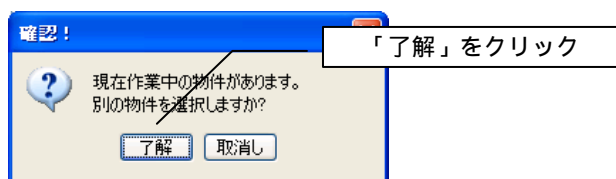
サンプルシステム定義ファイル「テンプレートによる建物全体 コージェネシステム最小発電量変更 20090303.zip」を読み込みます。

現在作業中の物件を後で編集する場合は、事前にデータを保存してください。

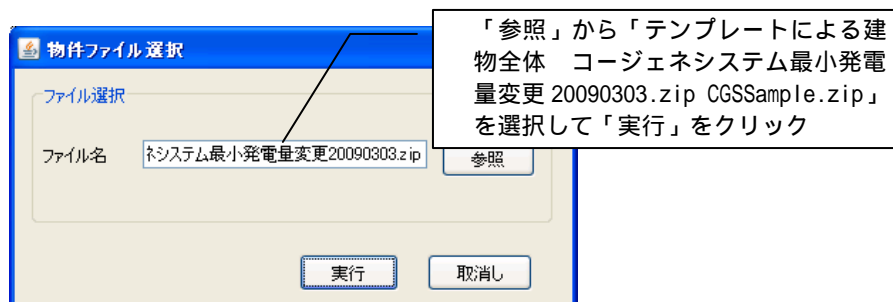
「ファイル/開く」を選択します。



確認ダイアログが表示されますので「了解」をクリックします。



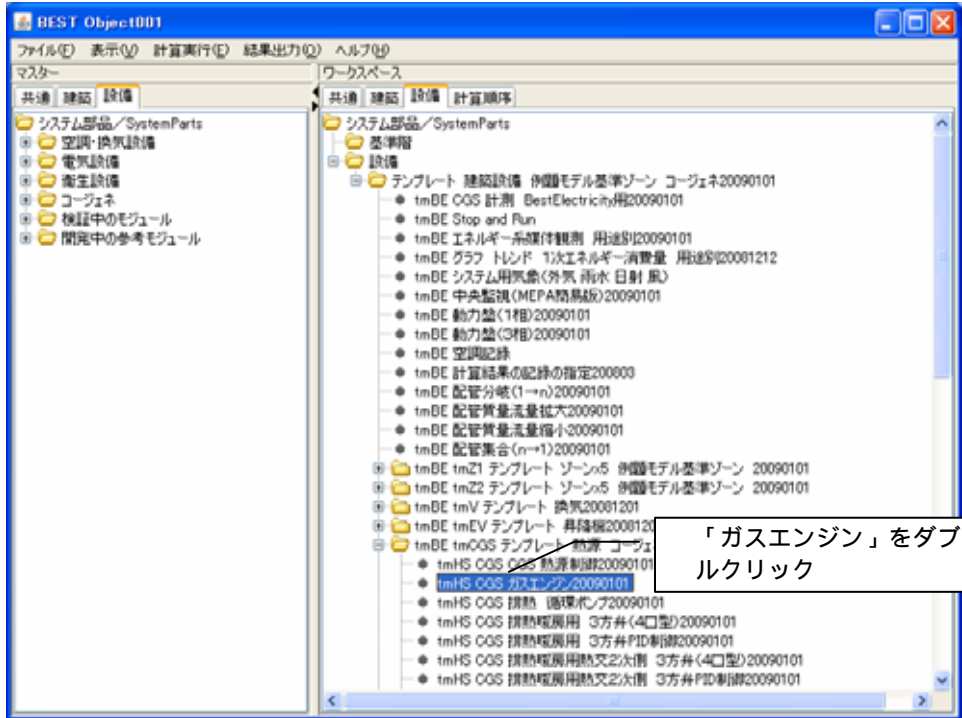
「参照」から「CGSSample.zip」を選択して「実行」をクリックします。



1.2.2 登録データの確認

例として、「ガスエンジン」の登録データの内容を確認します。

「システム部品 / 設備 / テンプレート 建築設備例題モデル基準ゾーン コージェネ / テンプレート 熱源 コージェネ / ガスエンジン」をダブルクリックします。



個別表示ダイアログで登録データを確認し、「了解」をクリックします。このダイアログで機器のスペック変更を行うことができます。スペックを入力する際には、カタログ等を参考として適切な値を設定して下さい。

tmHS CGS ガスエンジン20090101

項目	値	単位	備考
定格発電出力	350	[kW]	
最小発電出力	80	[kW]	
定格発電効率	40.5	[%]	真発熱
負荷率75%時の発電効率	39.1	[%]	デフォルト
負荷率50%時の発電効率	35	[%]	デフォルト
定格排熱回収効率	34.5	[%]	真発熱
負荷率75%時の排熱回収効率	35.9	[%]	
負荷率50%時の排熱回収効率	40	[%]	
定格排熱温水流量	428	[L/min(m)]	
補機動力	5	[kW]	定格発
補機動力電力消費率	50	[Hz]	
発電相数	3	[-]	
発電定格電圧	6600	[V]	

登録データ確認後「了解」をクリック

入力項目

- 発電能力
- 定格発電出力
- 最小発電出力
- 発電効率
- 定格発電効率 (LHV 基準)
- 負荷率 75%時の発電効率
- 負荷率 50%時の発電効率
- 排熱回収効率
- 定格排熱回収効率 (LHV 基準)
- 負荷率 75%時の排熱回収効率
- 負荷率 50%時の排熱回収効率
- 定格排熱温水流量
- 補機動力
- 補機動力電力消費率
- 発電周波数
- 発電相数
- 発電定格電圧

「グラフを表示する」をチェックすると、計算実行中に状態値が表示され、稼動状況を確認できます。また、「記録を有効とする」をチェックすると、このモジュールの状態値変化が結果ファイルに記録され、計算終了後に結果を確認できます。

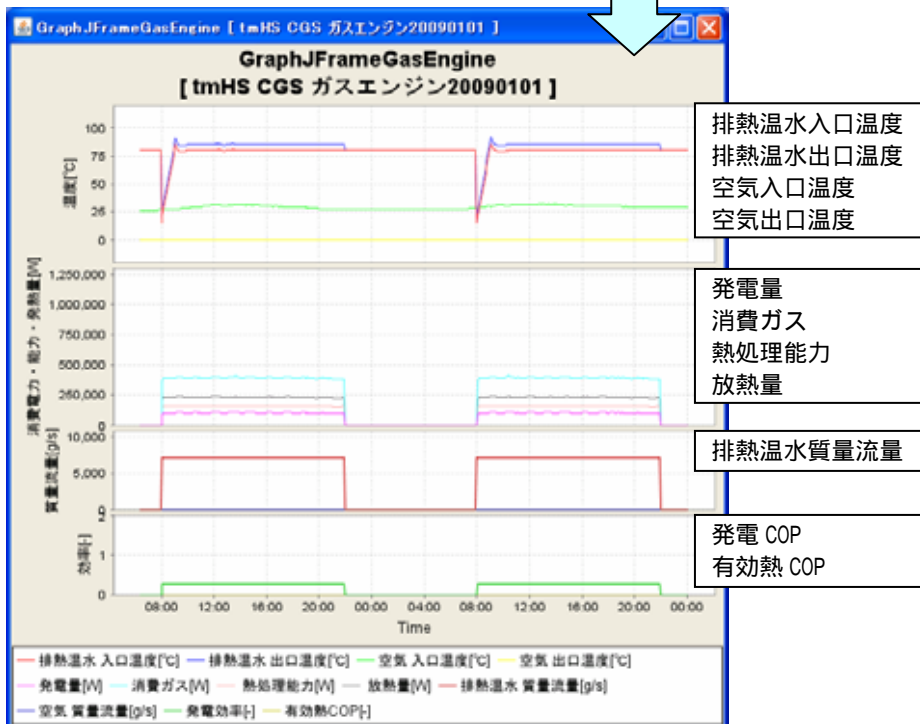
tmHS CGS ガスエンジン20090101

名称 tmHS CGS ガスエンジン20090101

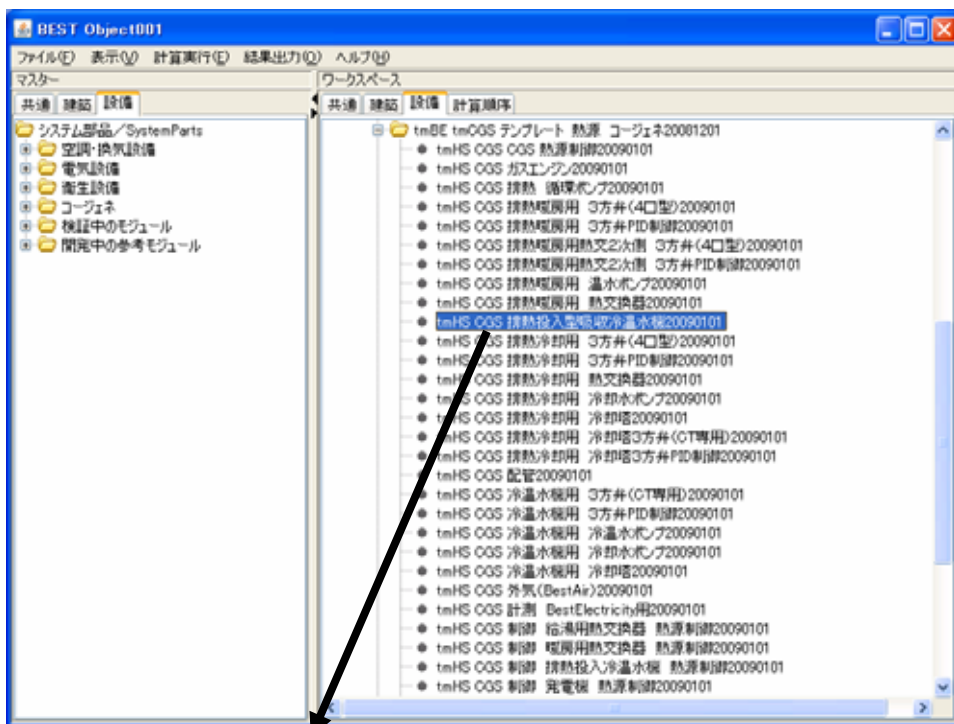
発電能力
 定格発電出力 350 [kW]
 最小発電出力 80 [kW]
 発電効率
 定格発電効率 40.5 [%]
 負荷率75%時の発電効率 39.1 [%]
 負荷率50%時の発電効率 35 [%]
 排熱回収効率
 定格排熱回収効率 34.5 [%]
 負荷率75%時の排熱回収効率 35.9 [%]
 負荷率50%時の排熱回収効率 40 [%]
 定格排熱温水流量 428 [L/min(m³)]
 補機動力
 補機動力電力消費率 6 [%]
 発電周波数 50 [Hz]
 発電相数 3 [-]
 発電定格電圧 6600 [-]
 記録・グラフ表示
 グラフを表示する グラフを表示する [-]
 最大同時表示ステップ数 500 [-]
 記録を有効とする 記録を有効とする [-]
 ★接続ノード図を表示する★

真熱熱量(LHV)基準
 デフォルトは定格発電効率の93%です。
 デフォルトは定格発電効率の92%です。
 真熱熱量(LHV)基準
 定格発電出力に対する割合

入力データを登録しますか？
 了解 取消し



同様の操作で、他の登録データについても確認できます。



排熱投入型吸収冷温水機

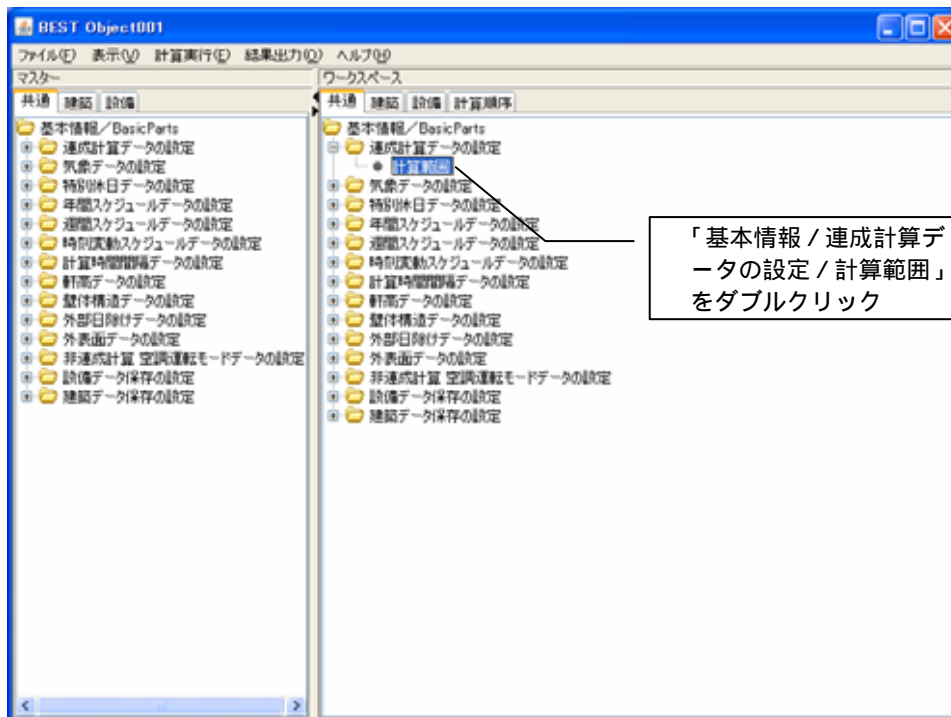
冷暖房能力	
定格冷房能力	1055 [kW]
定格暖房能力	692 [kW]
入力	
定格冷房ガス消費量	822 [kW]
定格暖房ガス消費量	822 [kW]
定格冷房消費電力	5.1 [kW]
定格暖房消費電力	4.8 [kW]
排熱の仕様	
定格排熱入口温度	90 [°C]
排熱出口下限温度	80 [°C]
定格排熱温水流量	481.68 [L/min@w]
定格排熱回収量	326 [kW]
冷温水の仕様	
冷水出口目標温度	7 [°C]
定格冷水入口温度	12 [°C]
定格冷水流量	3024 [L/min@w]
温水出口目標温度	60 [°C]
定格温水入口温度	56.7 [°C]
定格温水流量	3024 [L/min@w]
冷却水の仕様	
定格冷却水入口温度	32 [°C]
定格冷却水流量	5000 [L/min@w]
電源等の仕様	
相数	3 [-]
電圧	200 [V]
周波数	50 [Hz]
力率	1 [-]
設置空間への熱損失を計算する	<input type="checkbox"/> 設置空間への熱損失を計算する [-] ←計算す 熱損失を
熱透過率	1 [W/(m ² K)]
外表面積	36 [m ²]
保有水量	380 [kg]
■記録・グラフ表示■	
グラフを表示する	<input type="checkbox"/> グラフを表示する [-] ←グラフを
? 入力データを登録しますか?	
<input type="button" value="了解"/> <input type="button" value="取消し"/>	

入力項目

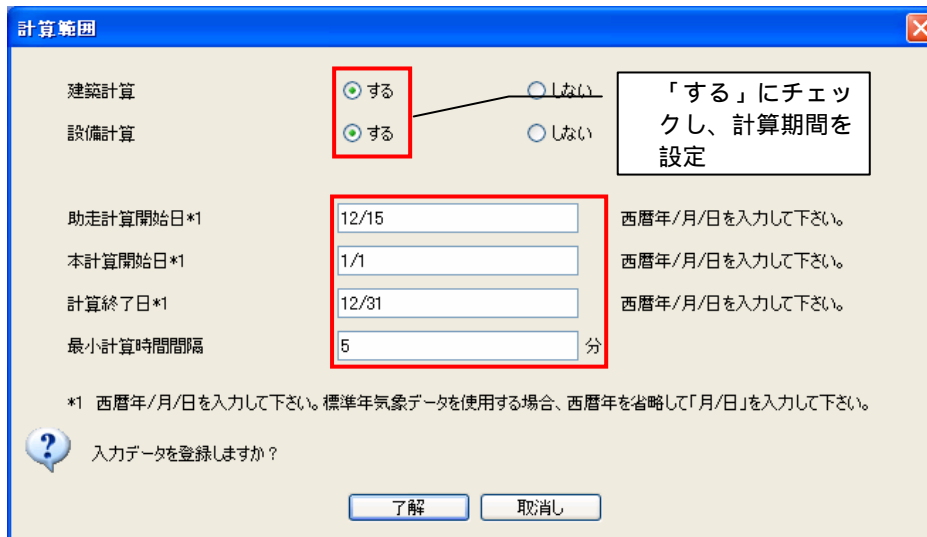
- 冷暖房能力
- 定格冷房能力
- 定格暖房能力
- 入力
- 定格冷房ガス消費量
- 定格暖房ガス消費量
- 定格冷房消費電力
- 定格暖房消費電力
- 排熱の仕様
- 定格排熱入口温度
- 排熱出口下限温度
- 定格排熱温水流量
- 定格排熱回収量
- 冷温水の仕様
- 冷水出口目標温度
- 定格冷水入口温度
- 定格冷水流量
- 温水出口目標温度
- 定格温水入口温度
- 定格温水流量
- 冷却水の仕様
- 定格冷却水入口温度
- 定格冷却水流量
- 電源等の仕様
- 相数
- 電圧
- 周波数
- 力率

1.2.3 計算実行

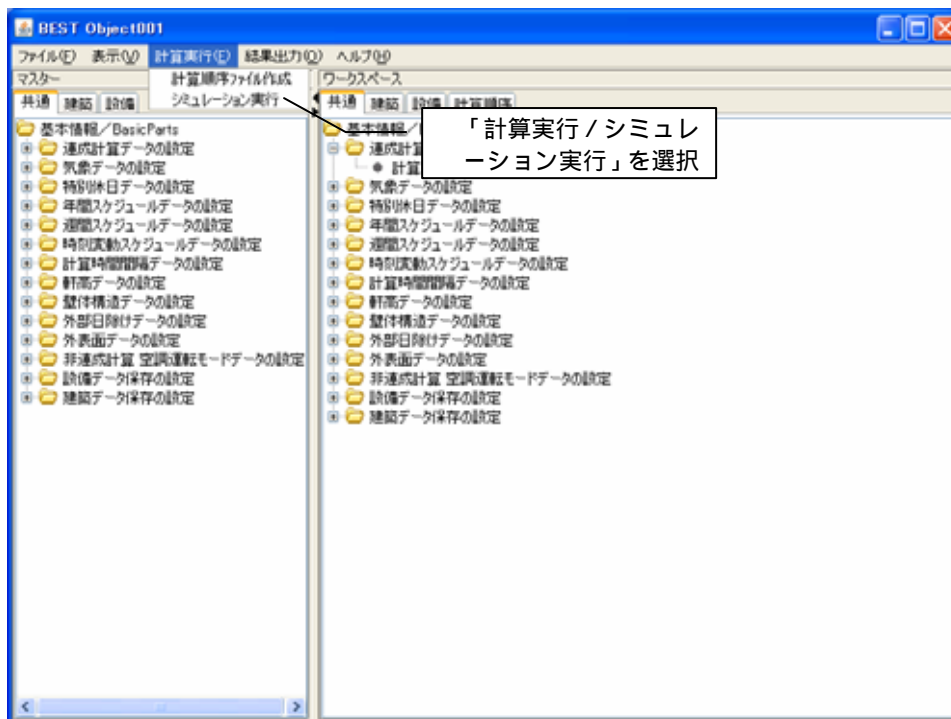
「基本情報 / 達成計算データの設定 / 計算範囲」をダブルクリックします。



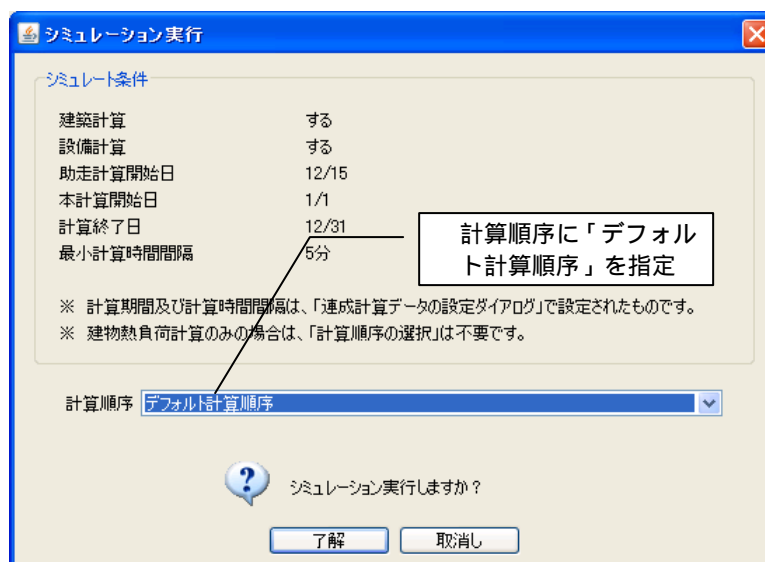
建築計算と設備計算を「する」にチェックし、計算期間を設定した後、了解をクリックします。



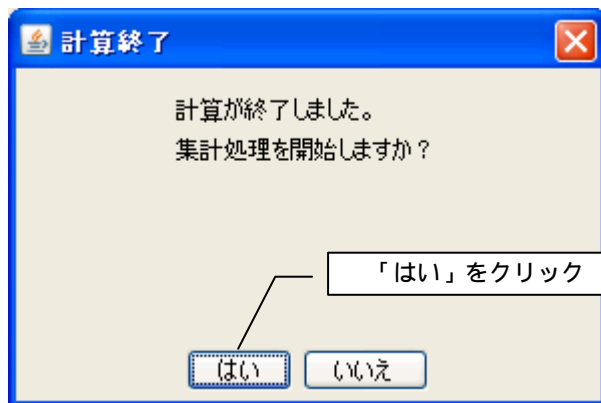
「計算実行 / シミュレーション実行」を選択します。



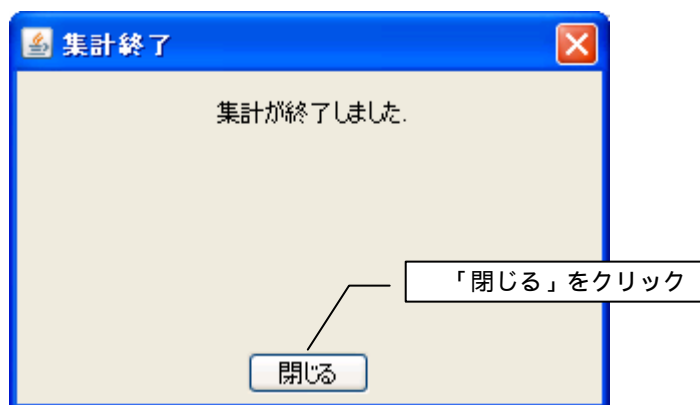
計算順序に「デフォルト計算順序」を指定し、了解をクリックすると計算を開始します。



計算が終了すると計算終了ダイアログが表示されますので、「はい」をクリックし集計処理を開始します。

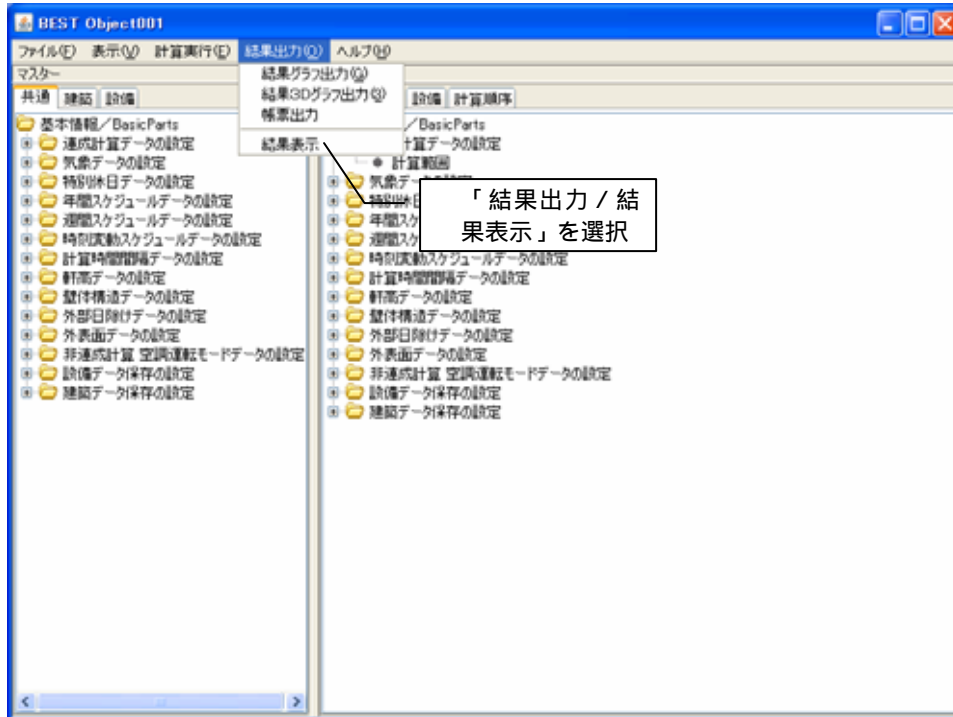


集計終了ダイアログが表示されたことを確認し、「閉じる」をクリックします。

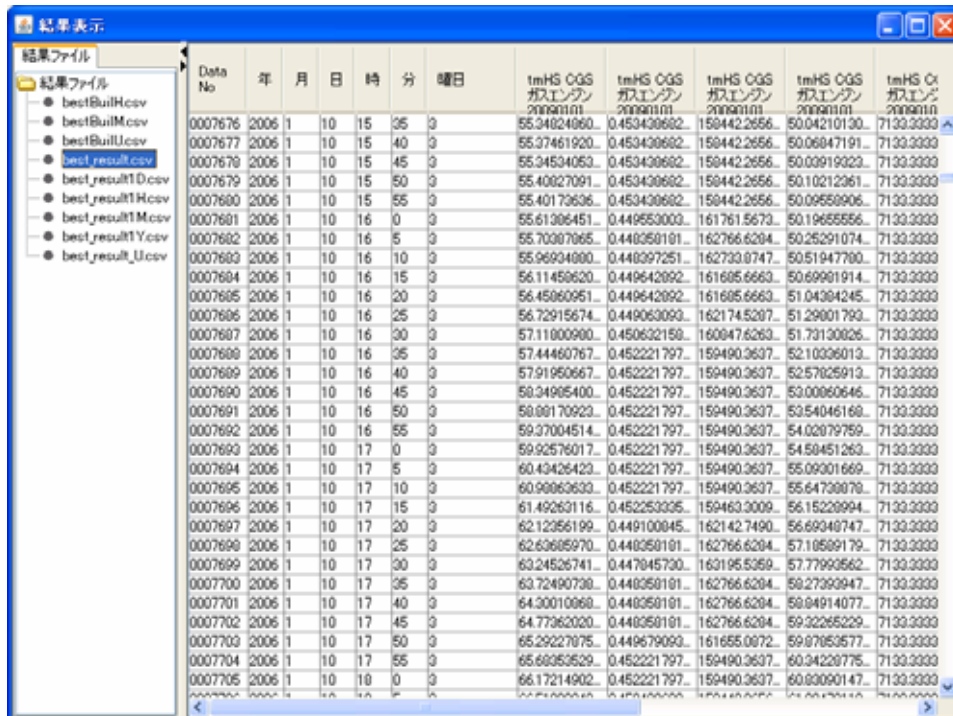


1.2.4 結果の確認

「結果出力 / 結果表示」を選択します。



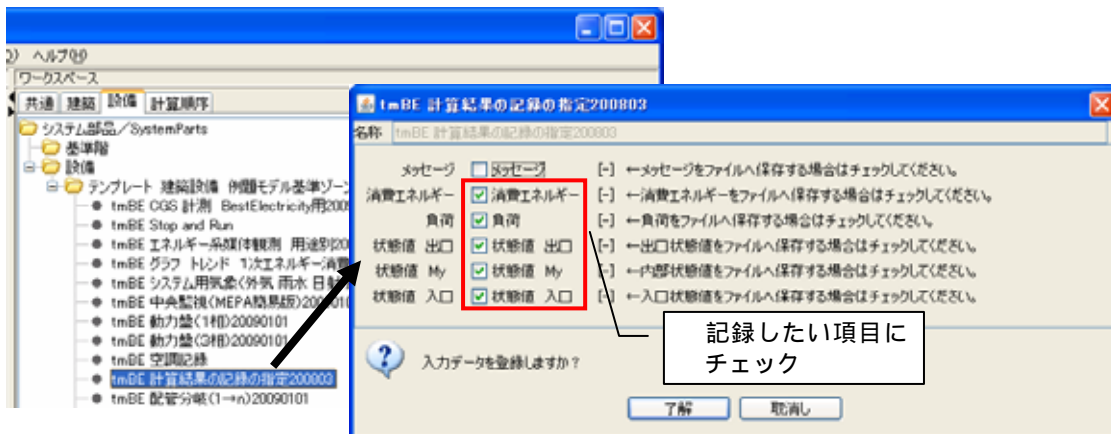
結果ファイルをダブルクリックで指定して、結果が表示されることを確認します。



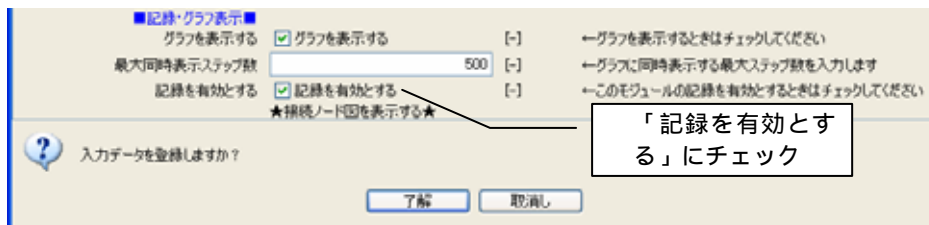
結果ファイルの内容は以下の通りです。

結果ファイル名	内容
bestBui lM.csv	建築計算・月集計結果ファイル
bestBui lH.csv	建築計算・時刻集計結果ファイル
bestBui lU.csv	建築計算・計算間隔集計結果ファイル
best_result.csv	設備計算・集計前結果ファイル
best_result1Y.csv	設備計算・年集計結果ファイル
best_result1M.csv	設備計算・月集計結果ファイル
best_result1D.csv	設備計算・日集計結果ファイル
best_result1H.csv	設備計算・時刻集計結果ファイル
best_result1U.csv	設備計算・計算間隔集計結果ファイル

設備計算の結果ファイルが表示されない場合は、以下の確認を行って下さい。
計算結果の記録の指定は有効になっていますか？



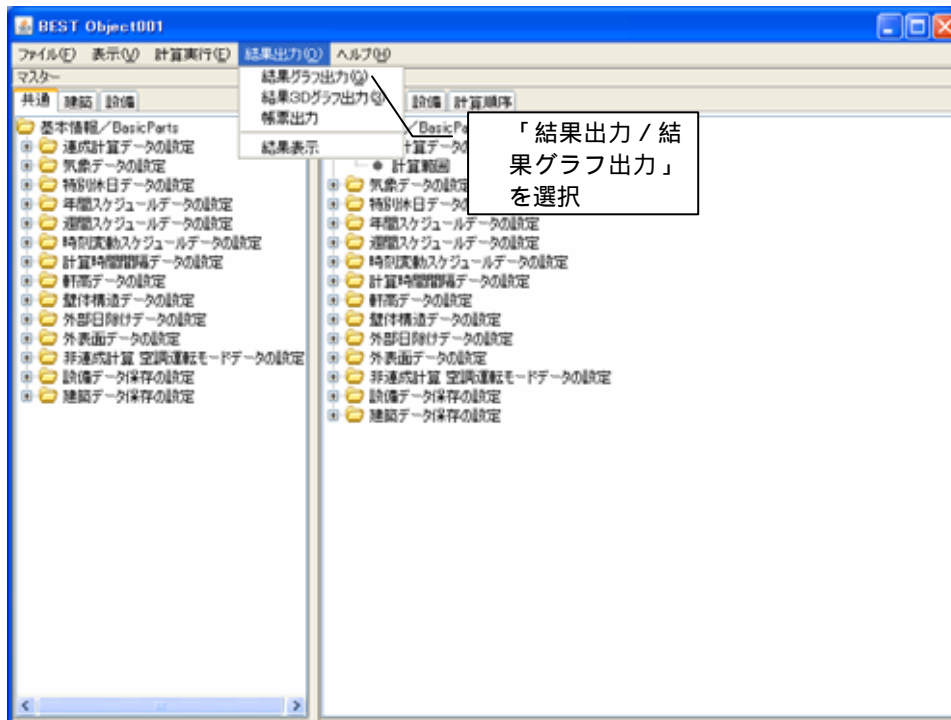
記録したいモジュールの記録は有効となっていますか？



1.2.5 グラフ表示

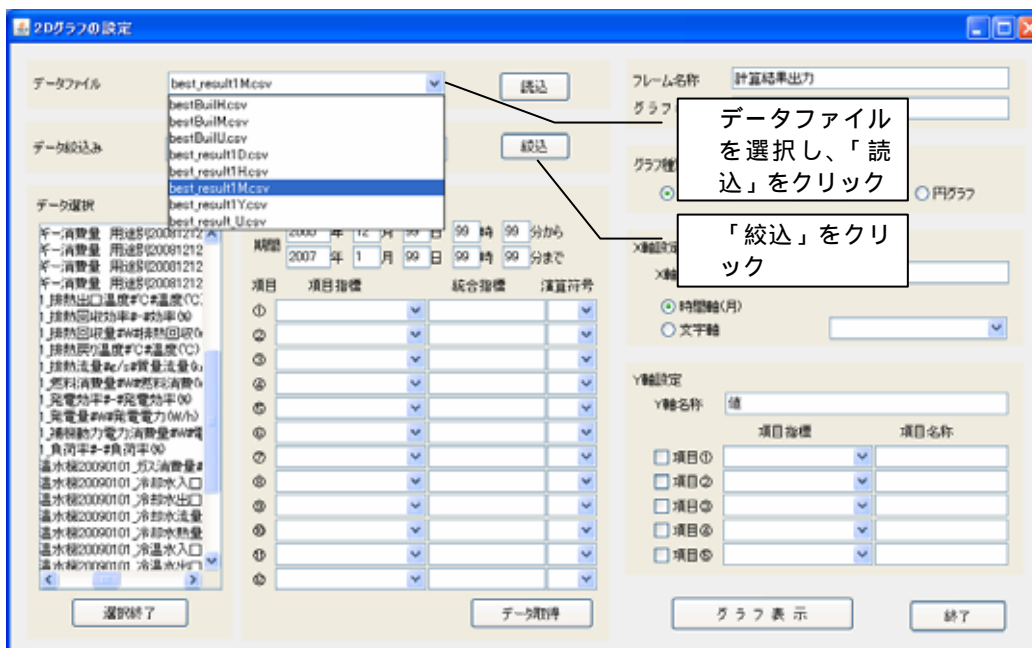
例として、月別の発電量および排熱回収量を表示します。

「結果出力 / 結果グラフ出力」を選択します。

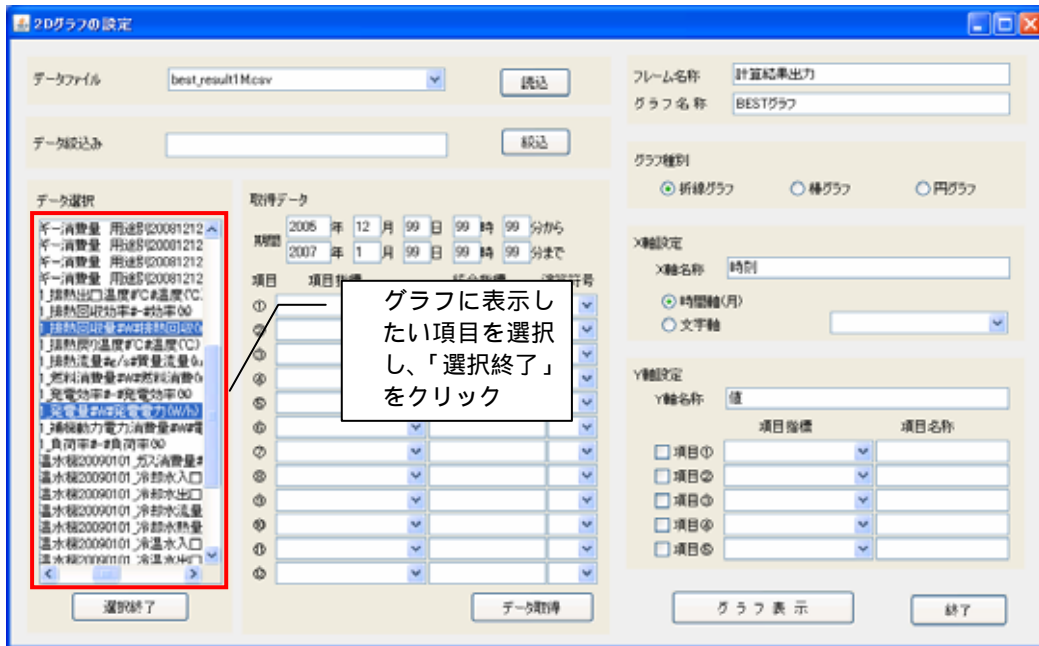


データファイルを選択し「読込」をクリックします（ここでは、データファイルとして「best_result1M.csv」を選択します）。

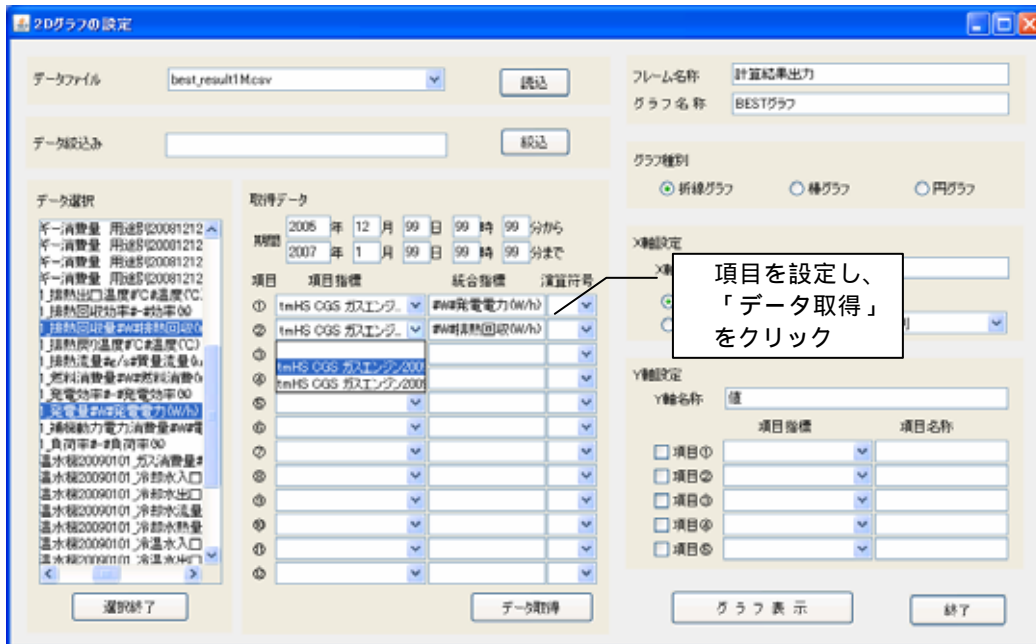
「絞込」をクリックすると、「データ選択」欄に項目が表示されます。



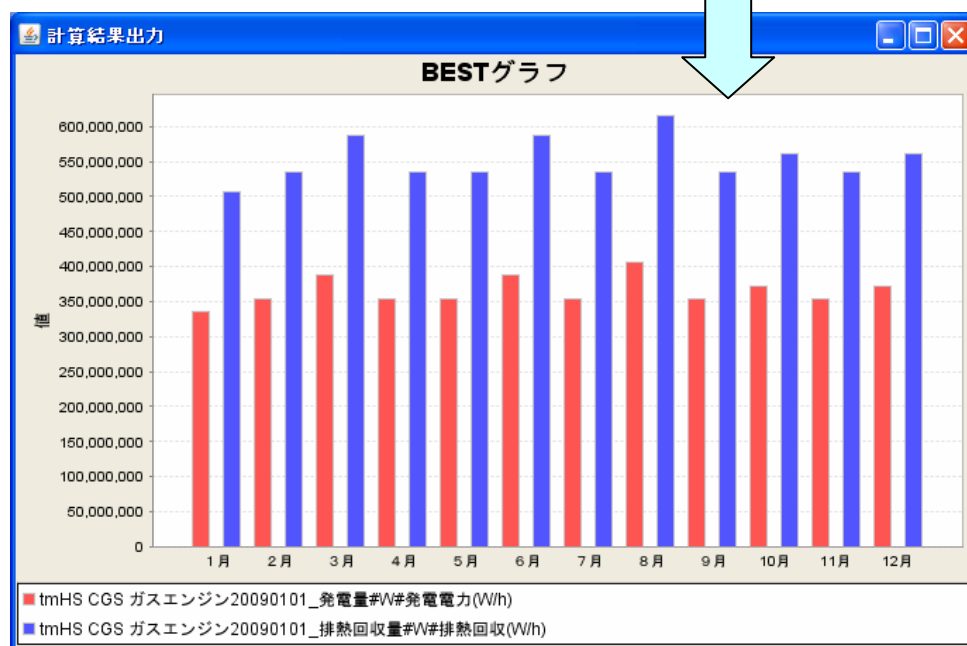
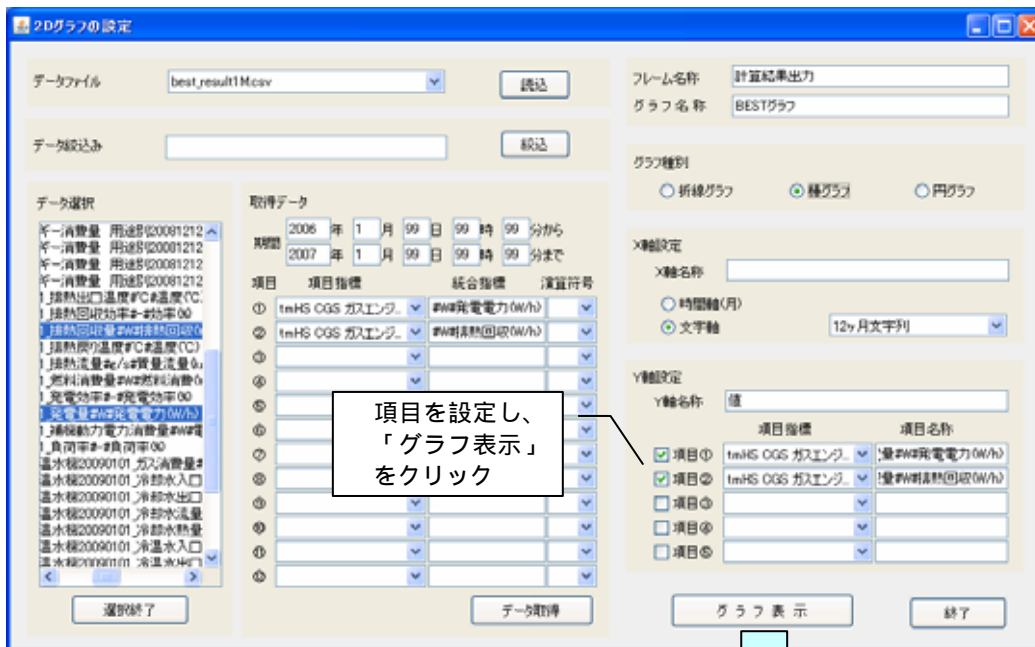
「データ選択」欄からグラフに表示したい項目を選択し、「選択終了」をクリックします。



「取得データ」で項目を設定し、「データ取得」をクリックします。



「Y 軸設定」で項目を設定し、「グラフ表示」をクリックすると、グラフが表示されます。グラフ種別は折線グラフ、棒グラフ、円グラフを選択できます。

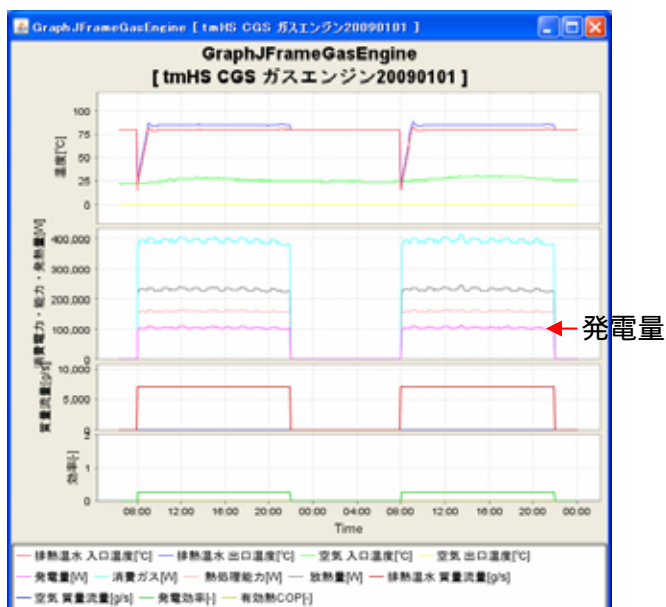


「テンプレートによる建物全体 コージェネシステム単相負荷追加 20090303.zip」についても、同様の流れで一連の操作を行うことができます。

1.3 サンプルシステムの計算結果

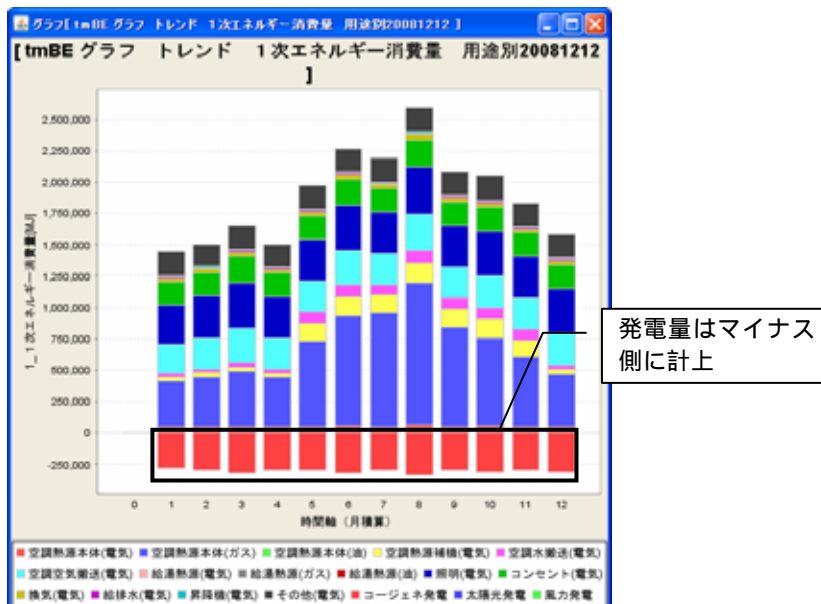
1.3.1 コージェネシステム最小発電量変更 20090303.zip

下のグラフから発電量が 100kW 前後で推移していることがわかります。このサンプルシステムでは三相負荷のみに発電電力を利用しています。



ガスエンジンの稼動状況（8月1日・2日）

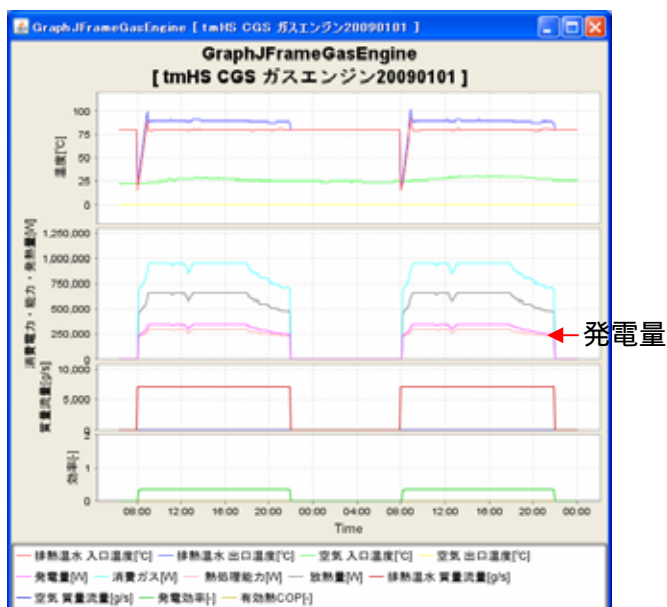
一次エネルギーのグラフでは発電量はマイナス側に計上されます。



一次エネルギー消費量（三相負荷のみに供給した場合）

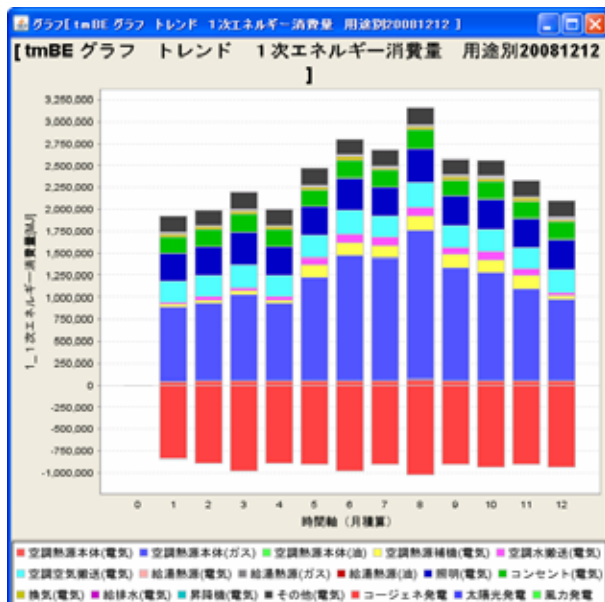
1.3.2 コージェネシステム単相負荷追加 20090303.zip

発電量は 250 ~ 350kW で変動しています。このサンプルシステムでは発電電力を三相負荷に加えて単相負荷にも利用することができますので、より多くの発電を行うことが可能になっています。



ガスエンジンの稼動状況 (8月1日・2日)

一次エネルギー消費量のグラフからも、より多くの発電を行っていることがわかります。



一次エネルギー消費量 (単相負荷および三相負荷に供給した場合)

2 用意した部品

2.1 モジュール

2.1.1 「ガスエンジン」モジュール

(1) 機器仕様入力

tmHS CGS ガスエンジン

名称 |

■**発電能力**■
 定格発電出力 [kW]
 最小発電出力 [kW]

■**発電効率**■
 定格発電効率 [%] 真発熱量(LHV)基準
 負荷率75%時の発電効率 [%] デフォルトは定格発電効率の93%です。
 負荷率50%時の発電効率 [%] デフォルトは定格発電効率の82%です。

■**排熱回収効率**■
 定格排熱回収効率 [%] 真発熱量(LHV)基準
 負荷率75%時の排熱回収効率 [%]
 負荷率50%時の排熱回収効率 [%]

定格排熱温水流量 [L/min(w)]

■**補機動力**■
 補機動力電力消費率 [%] 定格発電出力に対する割合
 発電周波数 [Hz]
 発電相数 [-]
 発電定格電圧 [V]

■**記録・グラフ表示**■
 グラフを表示する グラフを表示する [-] ←グラフを表示するときはチェックしてください
 最大同時表示ステップ数 [-] ←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します
 記録を有効とする 記録を有効とする [-] ←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

★接続ノード図を表示する★

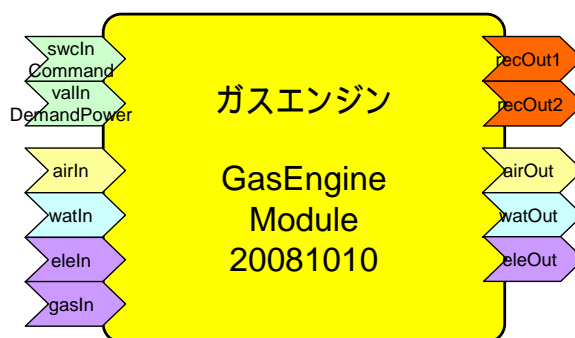
? 入力データを登録しますか?

大項目	項目名	単位	上限値	下限値	備考
発電能力	定格発電出力	kW		0	
	最小発電出力	kW		0	
発電効率	定格発電効率	%		0	真発熱量(LHV)基準
	負荷率75%時の発電効率	%		0	不明な場合は定格発電効率の93%
	負荷率50%時の発電効率	%		0	不明な場合は定格発電効率の82%
排熱 回収効率	定格排熱回収効率	%		0	真発熱量(LHV)基準
	負荷率75%時の排熱回収効率	%		0	
	負荷率50%時の排熱回収効率	%		0	
	定格排熱温水流量	L/min(w)		0	
補機動力	補機動力電力消費率	%	100	0	補機動力 ÷ 定格発電出力 × 100
	発電周波数	Hz		0	
	発電相数	-		0	
	発電定格電圧	V		0	

機器容量ごとのデフォルト値

大項目	項目名	単位	350kW 機	200kW 機	115kW 機
発電能力	定格発電出力	kW	350	200	115
	最小発電出力	kW	175	100	57.5
発電効率	定格発電効率	%	40.5	33.6	33.5
	負荷率 75%時の発電効率	%	39.1	32.5	31.1
	負荷率 50%時の発電効率	%	35	29.2	27.9
排熱 回収効率	定格排熱回収効率	%	34.5	50.9	54
	負荷率 75%時の排熱回収効率	%	35.9	51.8	56.5
	負荷率 50%時の排熱回収効率	%	40	54.7	58.1
	定格排熱温水流量	L/min(w)	428	868	532
補機動力	補機動力電力消費率	%	5	7	5
	発電周波数	Hz	50	50	50
	発電相数	-	3	3	3
	発電定格電圧	V	6600	6600	200

(2) 接続ノード



ノード名	ノード区分	媒体区分	InOut 区分	説明
recOut1	記録	メモリ	出口	必須記録ノード用
recOut2	記録	メモリ	出口	選択記録ノード用
swcInCommand	制御	On/Off 信号	入口	起動・停止信号
valInDemandPower	状態	double 値	入口	発電目標量
watIn	状態	水	入口	排熱温水入口
watOut	状態	水	出口	排熱温水出口
eleIn	状態	電気	入口	電力消費量
eleOut	状態	電気	出口	発電量
gasIn	状態	ガス(燃料)	入口	ガス消費量
airIn	状態	空気	入口	外気
airOut	状態	空気	入出口	排気

2.1.2 「排熱投入型吸収冷温水機」モジュール

(1) 機器仕様入力

tmHS CGS 排熱投入型吸収冷温水機

名称 |

冷暖房能力		
定格冷房能力	1055	[kW]
定格暖房能力	692	[kW]
入力		
定格冷房ガス消費量	822	[kW]
定格暖房ガス消費量	822	[kW]
定格冷房消費電力	5.1	[kW]
定格暖房消費電力	4.8	[kW]
排熱の仕様		
定格排熱入口温度	90	[°C]
排熱出口下限温度	80	[°C]
定格排熱温水流量	481.68	[L/min(w)]
定格排熱回収量	326	[kW]
冷温水の仕様		
冷水出口目標温度	7	[°C]
定格冷水入口温度	12	[°C]
定格冷水流量	3024	[L/min(w)]
温水出口目標温度	60	[°C]
定格温水入口温度	56.7	[°C]
定格温水流量	3024	[L/min(w)]
冷却水の仕様		
定格冷却水入口温度	32	[°C]
定格冷却水流量	5000	[L/min(w)]
電源等の仕様		
相数	3	[-]
電圧	200	[V]
周波数	50	[Hz]
力率	1	[-]
設置空間への熱損失を計算する	<input type="checkbox"/> 設置空間への熱損失を計算する	[-]
熱通過率	1	[W/(m ² K)]
外表面積	35	[m ²]
保有水量	380	[kg]
記録・グラフ表示		
グラフを表示する	<input type="checkbox"/> グラフを表示する	[-]

←計算する場合にチェックする
熱損失を計算する場合は、以下の項目への入力が必要です

←グラフを表示するときはチェックしてください

? 入力データを登録しますか?

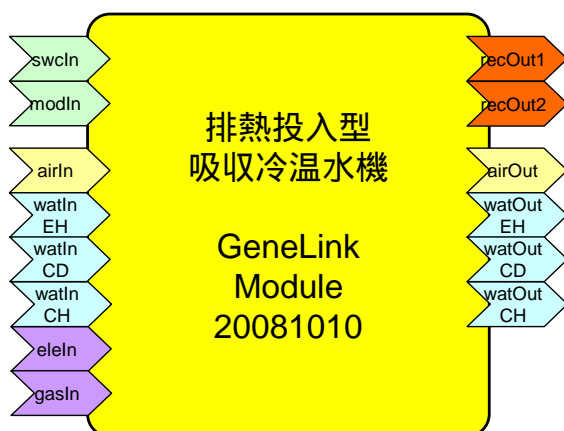
了解 取消し

大項目	項目名	単位	上限値	下限値	備考
冷暖房能力	定格冷房能力	kW		0	
	定格暖房能力	kW		0	
入力	定格冷房ガス消費量	kW			排熱回収無の時の定格ガス消費量
	定格暖房ガス消費量	kW	1000000	0	
	定格冷房電力消費量	kW			
	定格暖房電力消費量	kW	1000000	0	
排熱の仕様	定格排熱入口温度				
	排熱出口下限温度				
	定格排熱温水流量	L/min(w)			
	定格排熱回収量	kW			
冷温水の仕様	冷水出口目標温度				
	定格冷水入口温度				
	定格冷水流量	L/min(w)			
	温水出口目標温度		100	0	
	定格温水入口温度		100	0	
	定格温水流量	L/min(w)	1000000	0	
冷却水の仕様	定格冷却水入口温度				
	定格冷却水流量	L/min(w)			
電源等の仕様	相数	-	3	1	
	電圧	V	1000000	0	
	周波数	Hz	60	50	
	力率	-	1	0	

機器容量ごとのデフォルト値

大項目	項目名	単位	300RT 機	200RT 機	100RT 機
冷暖房能力	定格冷房能力	kW	1155	703	352
	定格暖房能力	kW	692	469	234
入力	定格冷房ガス消費量	kW	822	400	200
	定格暖房ガス消費量	kW	822	533	267
	定格冷房電力消費量	kW	5.1	9.1	6.7
	定格暖房電力消費量	kW	4.8	7.8	5.4
排熱の仕様	定格排熱入口温度		90	90	90
	排熱出口下限温度		80	80	80
	定格排熱温水流量	L/min(w)	481.66	325	163.3
	定格排熱回収量	kW	326	220	110
冷温水の仕様	冷水出口目標温度		7	7	7
	定格冷水入口温度		12	15	15
	定格冷水流量	L/min(w)	3024	1260	630
	温水出口目標温度		60	55	55
	定格温水入口温度		56.7	49.7	49.7
	定格温水流量	L/min(w)	3024	1260	630
冷却水の仕様	定格冷却水入口温度		32	32	32
	定格冷却水流量	L/min(w)	5000	3333	1667
電源等の仕様	相数	-	3	3	3
	電圧	V	200	200	200
	周波数	Hz	50	50	50
	力率	-	1	1	1

(2) 接続ノード



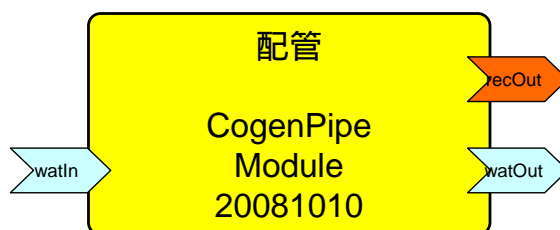
ノード名	ノード区分	媒体区分	InOut 区分	説明
recOut1	記録	メモリ	出口	必須記録ノード用
recOut2	記録	メモリ	出口	選択記録ノード用
swcIn	制御	On/Off 信号	入口	起動・停止信号
modIn	制御	制御モード	入口	冷房・暖房切替
watInEH	状態	水	入口	排熱温水入口
watOutEH	状態	水	出口	排熱温水出口
watInCD	状態	水	入口	冷却水入口
watOutCD	状態	水	出口	冷却水出口
watInCH	状態	水	入口	冷温水入口
watOutCH	状態	水	出口	冷温水出口
eleIn	状態	電気	入口	電力消費量
gasIn	状態	ガス(燃料)	入口	ガス消費量
airIn	状態	空気	入口	外気
airOut	状態	空気	出口	排気

2.1.3 「コージェネ配管」モジュール

(1) 機器仕様入力

大項目	項目名	単位	デフォルト値	上限値	下限値	備考
	配管長	m				
	内径	mm				
	計算時間間隔	s	300			連成計算の時間間隔と一致させる
	配管周囲温度		15			
	初期内部温度		15			

(2) 接続ノード



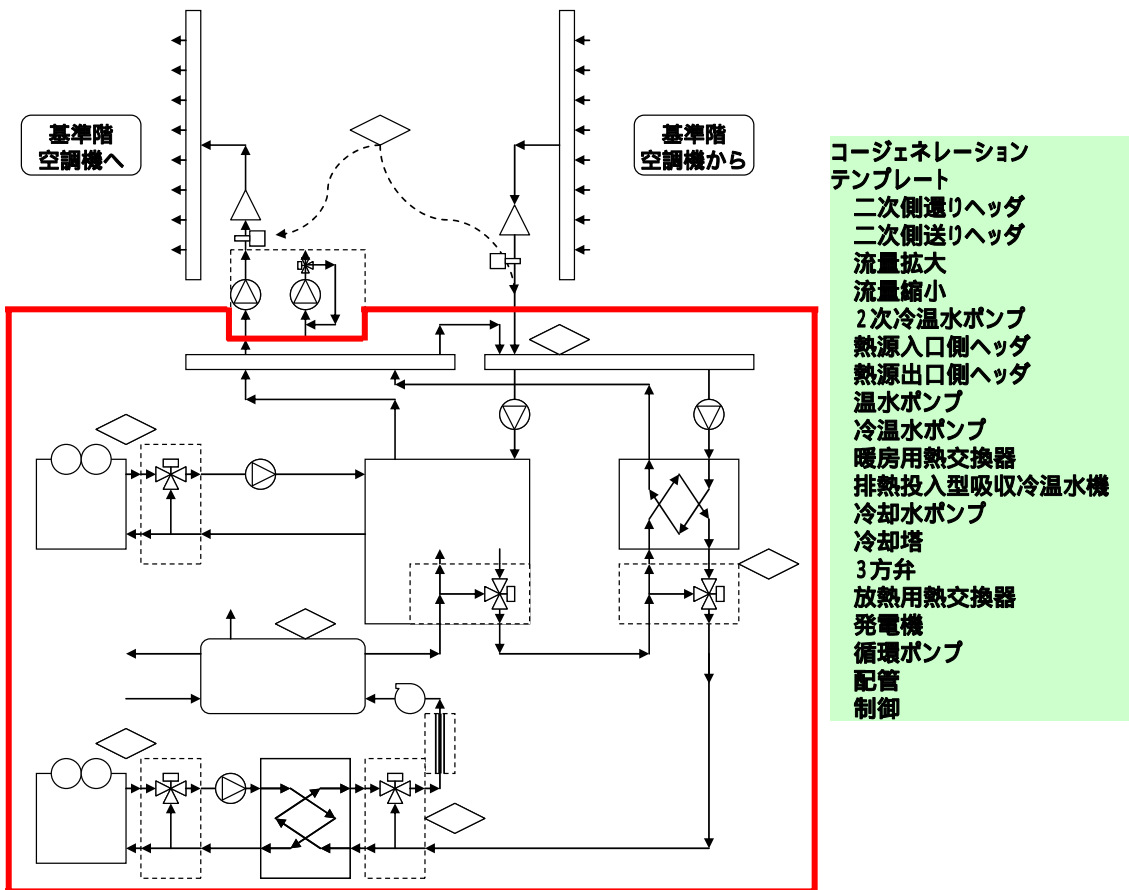
ノード名	ノード区分	媒体区分	InOut 区分	説明
recOut	記録	メモリ	出口	必須記録ノード用
watIn	状態	水	入口	配管入口
watOut	状態	水	出口	配管出口

2.2 テンプレート

2.2.1 「コージェネレーション」テンプレート

ユーザーの入力作業を簡略化するために、複数のモジュールで構成されたテンプレートを用意しています。テンプレートを構成するモジュール間のノード接続はあらかじめ設定済みであり、ユーザーはテンプレート外部のノード接続を行うことでシステムの構築が可能になります。

「コージェネレーション」テンプレートは、ガスエンジン、排熱投入型吸収冷温水機、冷却塔、熱交換器、ポンプなどの要素機器、およびこれらを制御するコントローラから構成されています。

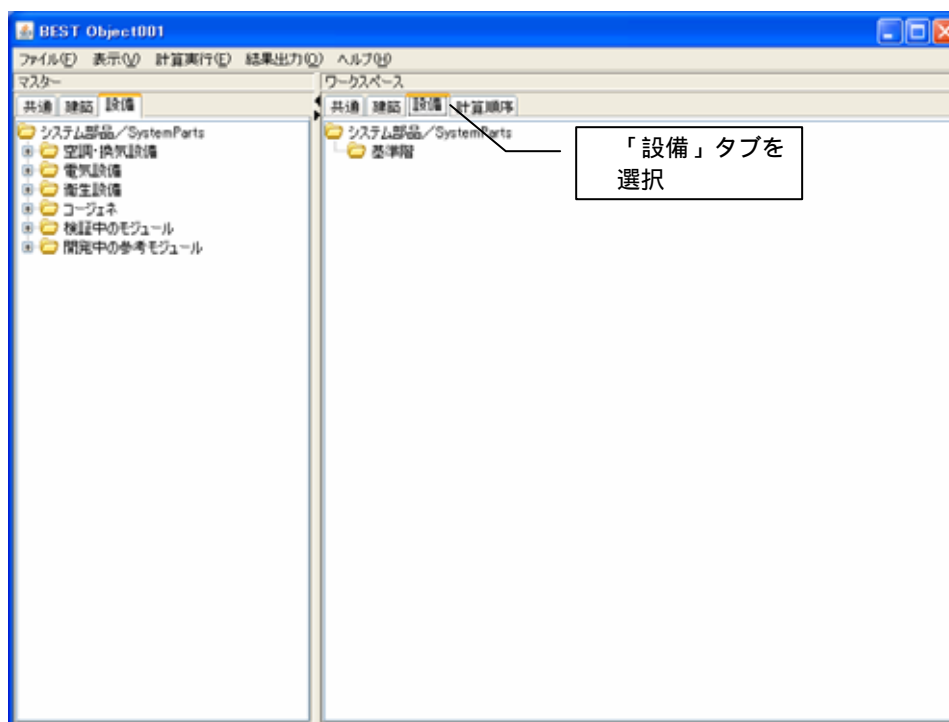


3 新たにシステムを入力する場合

3.1 部品の登録

3.1.1 モジュール

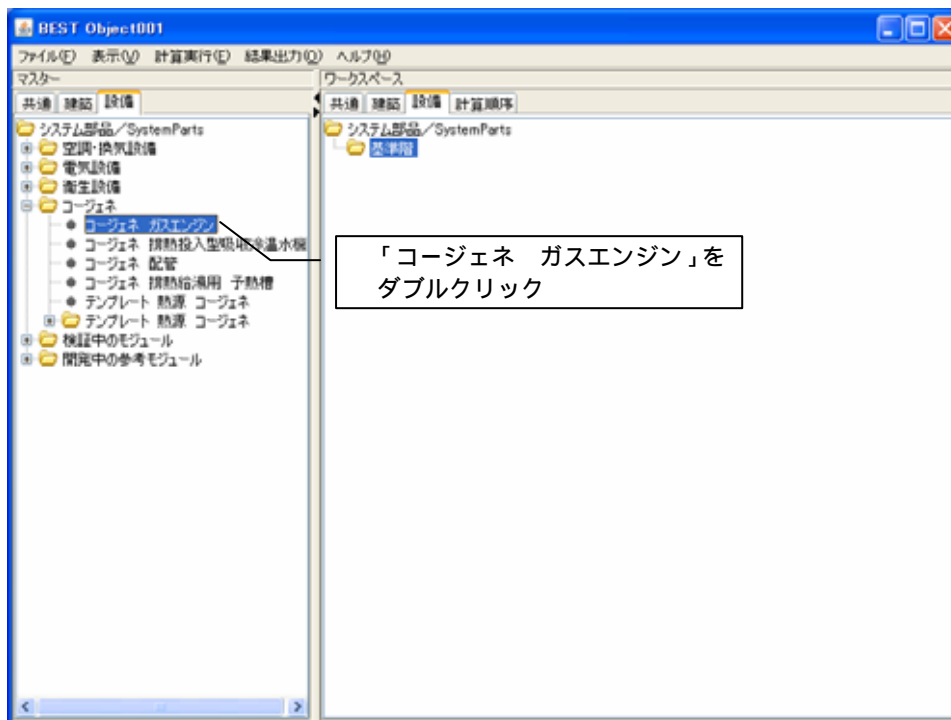
例として、「コージェネ ガスエンジン」モジュールを「基準階」に登録します。
「設備」タブを選択します。



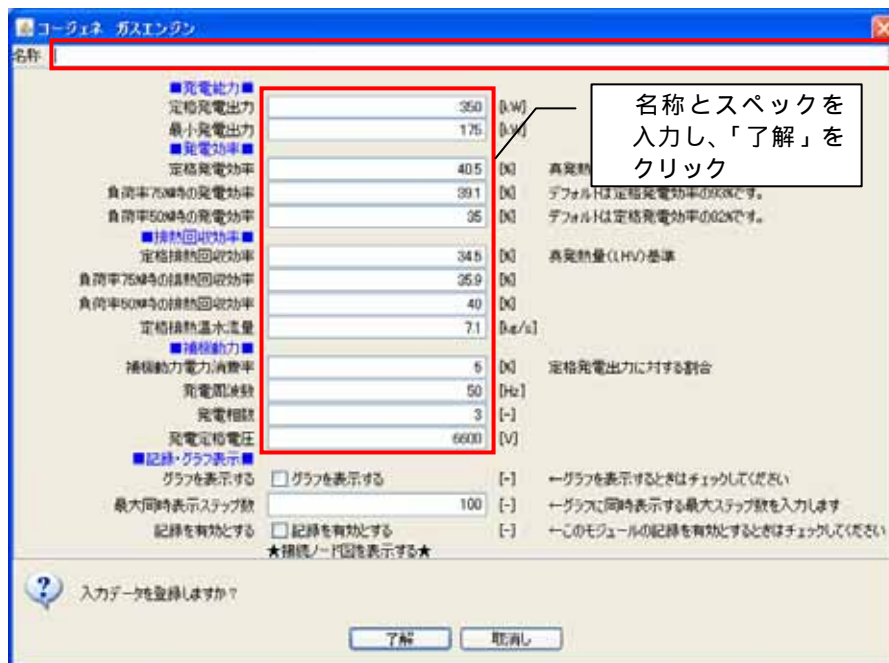
ワークスペースの中の「基準階」を指定します。



マスタ情報ツリーの中の「コージェネ ガスエンジン」をダブルクリックします。



個別表示ダイアログに名称とスペックを入力し、「了解」をクリックします。



3.1.2 テンプレート

例として、「コージェネレーション」テンプレートを「基準階」に登録します。

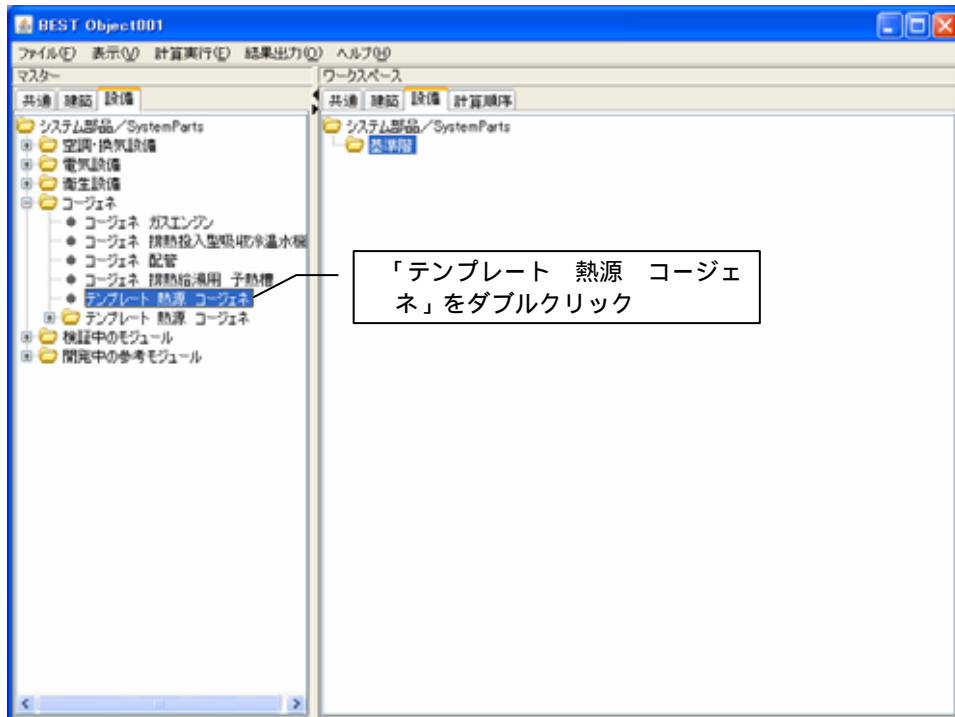
「設備」タブを選択します。



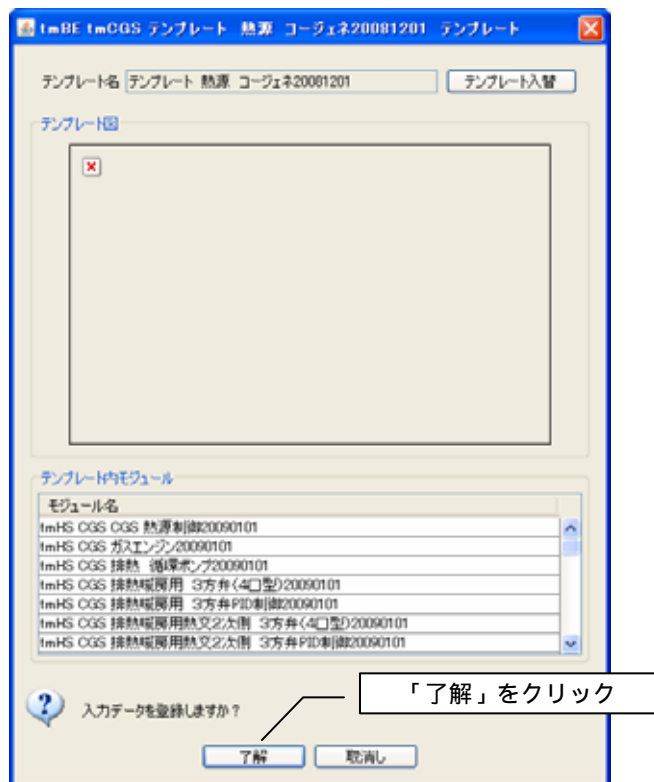
ワークスペースの中の「基準階」を指定します。



マスタ情報ツリーの中の「テンプレート 熱源 コージェネ」をダブルクリックします。



個別表示ダイアログが表示されますので、「了解」をクリックします。

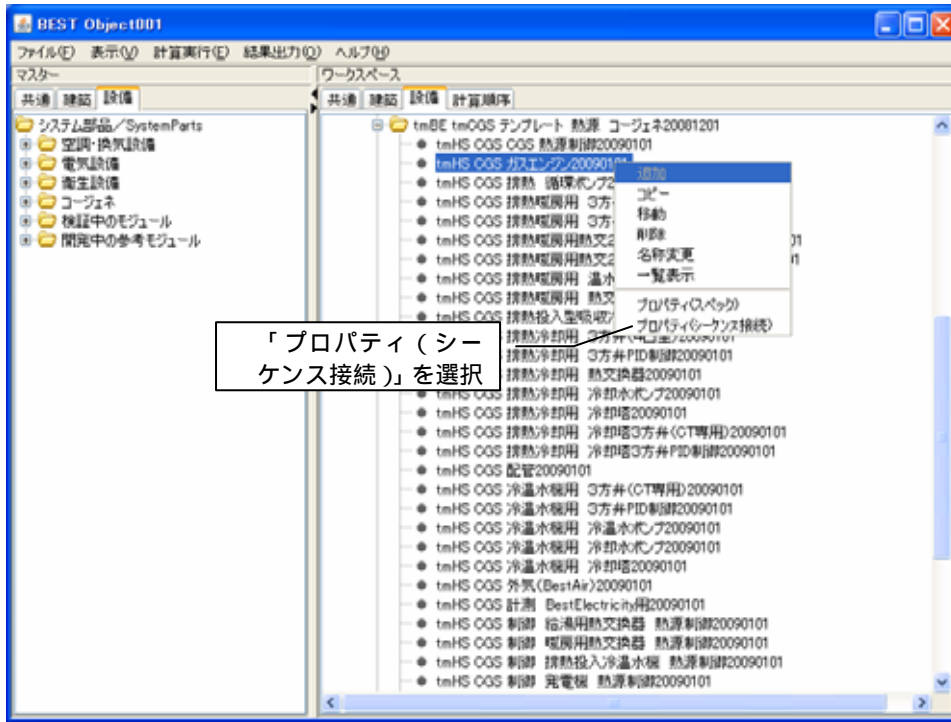


3.2 ノードの接続

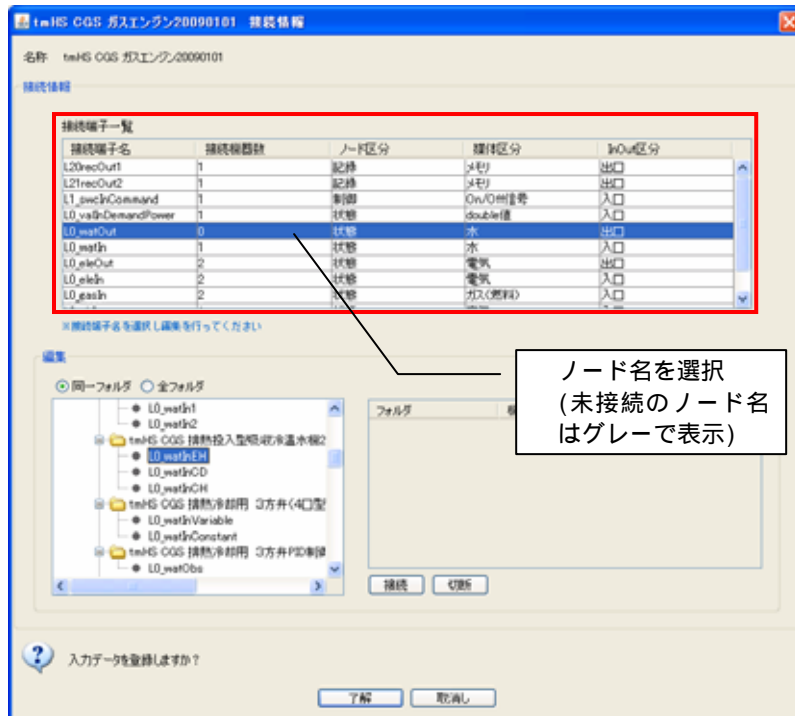
3.2.1 モジュール

例として、「コージェネ ガスエンジン」のノード接続を行います。

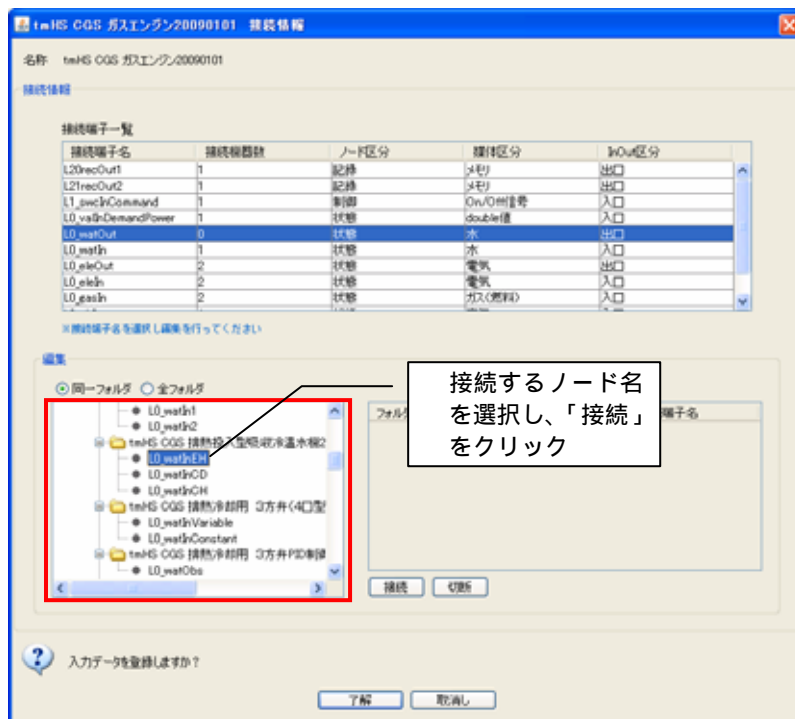
「コージェネ ガスエンジン」を右クリックし、「プロパティ（シーケンス接続）」を選択します。



接続情報ダイアログでノード名を選択すると、接続先の候補が表示されます。



候補の中から接続するノード名を選択し、「接続」をクリックします。



(1)「ガスエンジン」モジュール

「ガスエンジン」モジュールでは、以下のようにノード接続を行います。

接続元		接続先		
ノード名	説明	モジュール	ノード名	説明
recOut1	必須記録ノード用	空調記録	recIn	記録申請受付
recOut2	選択記録ノード用	空調記録	recIn	記録申請受付
swcInCommand	起動・停止信号	発電機 熱源制御	swcOutMain	起動・停止信号
valIn DemandPower	発電目標量	計測 BestElectricity	valOut ActivePower	有効電力量 計測出口
watIn	排熱温水入口	排熱 循環ポンプ	watOut	排熱温水 ポンプ出口
watOut	排熱温水出口	排熱投入型吸収 冷温水機	watInEH	排熱温水入口
eleIn	電力消費量	熱源廻り 空調動力盤	eleOut	動力盤出口
eleOut	発電量	配電盤 (発電入口あり)	eleInG1	配電盤 発電入口
gasIn	ガス消費量			
airIn	給気	外気	airOut0A	外気
airOut	排気			

(2) 「排熱投入型吸収冷温水機」モジュール

「排熱投入型吸収冷温水機」モジュールでは、以下のようにノード接続を行います。

接続元		接続先		
ノード名	説明	モジュール	ノード名	説明
recOut1	必須記録ノード用	空調記録	recIn	記録申請受付
recOut2	選択記録ノード用	空調記録	recIn	記録申請受付
swcIn	起動・停止信号	排熱投入型吸収 冷温水機熱源制御	swcOutMain	起動・停止信号
modIn	冷房・暖房切替	排熱投入型吸収 冷温水機熱源制御	modOut	冷房・暖房切替
watInEH	排熱温水入口	ガスエンジン	watOut	排熱温水出口
watOutEH	排熱温水出口	排熱暖房用 3方弁(4口型)	watInConstant	排熱温水 3方弁入口
watInCD	冷却水入口	冷温水機用 冷却水ポンプ	watOut	冷却水 ポンプ出口
watOutCD	冷却水出口	冷温水機用 3方弁(CT専用)	watIn	冷却水 3方弁入口
watInCH	冷温水入口	冷温水機用 冷温水ポンプ	watOut	冷温水 ポンプ出口
watOutCH	冷温水出口	配管集合(2 1) バイパス出口付	watIn2	配管集合 (ヘッダー)入口
eleIn	電力消費量	熱源廻り 空調動力盤	eleOut[8]	動力盤出口
gasIn	ガス消費量			
airIn	給気	外気	airOut0A	外気
airOut	排気			

(3) 「コージェネ配管」モジュール

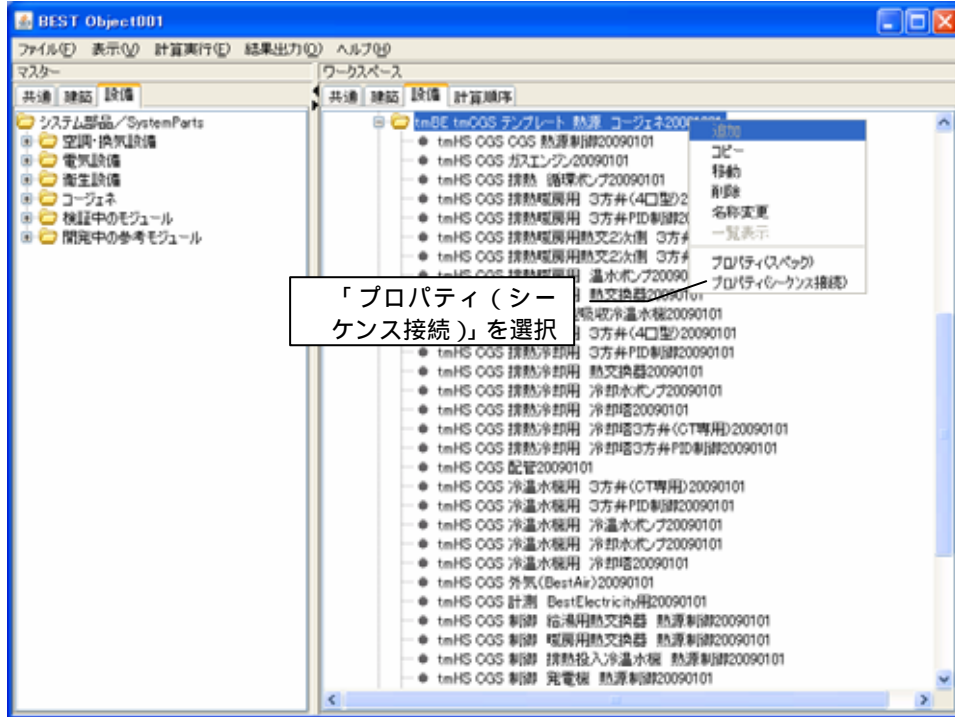
「コージェネ配管」モジュールでは、以下のようにノード接続を行います。

接続元		接続先		
ノード名	説明	モジュール	ノード名	説明
recOut	必須記録ノード用	空調記録	recIn	記録申請受付
watIn	配管入口	排熱冷却用 3方弁(4口型)	watOutConstant	排熱温水 3方弁出口
watOut	配管出口	排熱 循環ポンプ	watIn	排熱温水 ポンプ入口

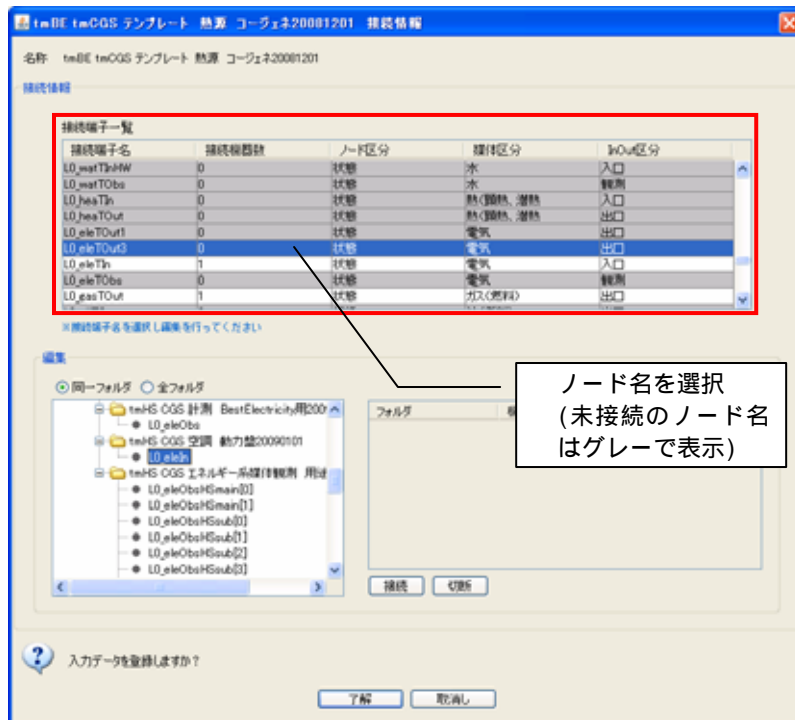
3.2.2 テンプレート

例として、「テンプレート 熱源 コージェネ」のノード接続を行います。

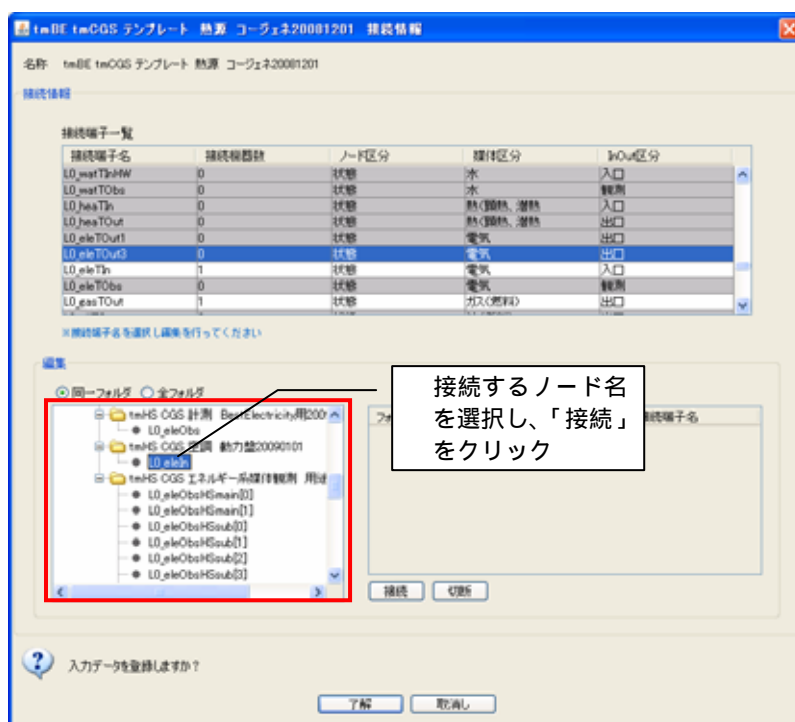
「テンプレート 熱源 コージェネ」を右クリックし、「プロパティ(シーケンス接続)」を選択します。



接続情報ダイアログでノード名を選択すると、接続先の候補が表示されます。

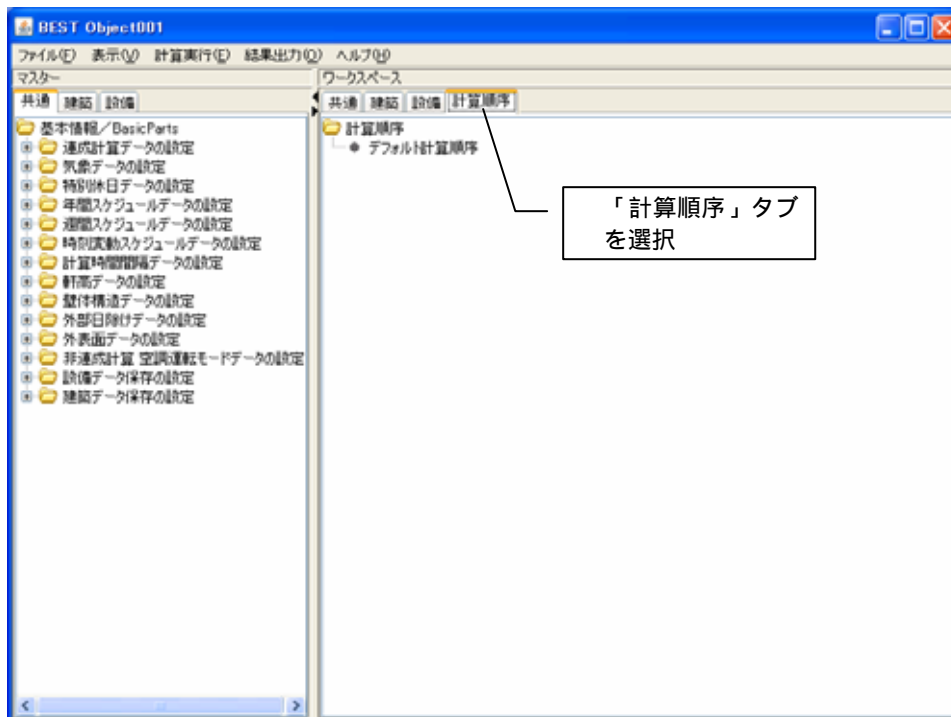


候補の中から接続するノード名を選択し、「接続」をクリックします。

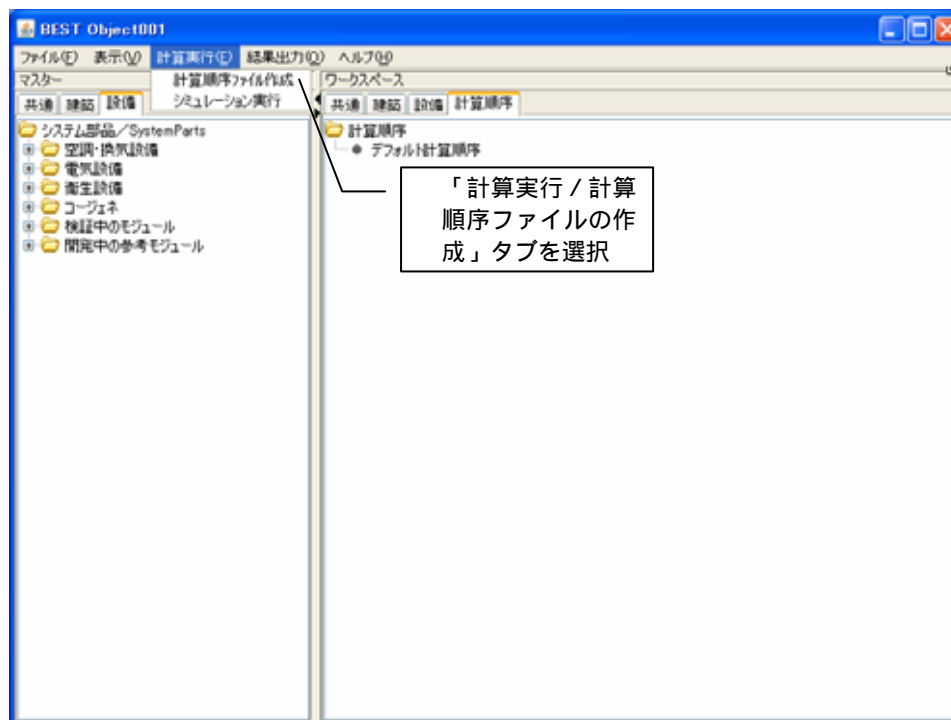


3.3 計算順序の編集

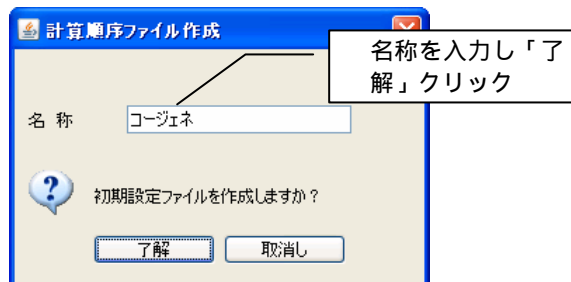
デフォルト計算順序は編集できませんので、新しい計算順序ファイルを作成します。
「計算順序」タブを選択します。



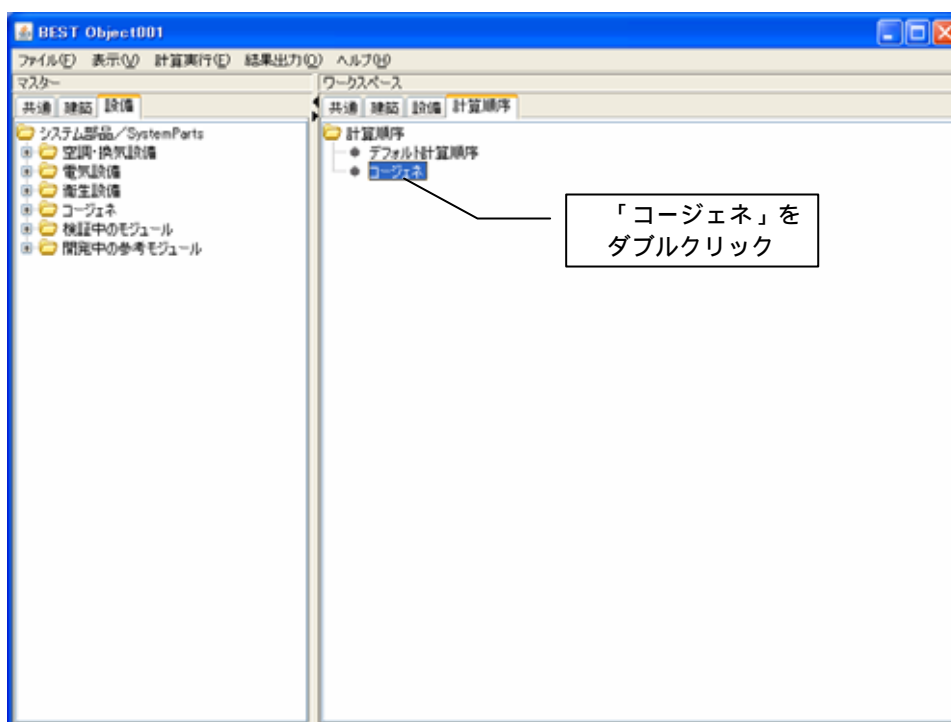
「計算実行 / 計算順序ファイルの作成」を選択します。



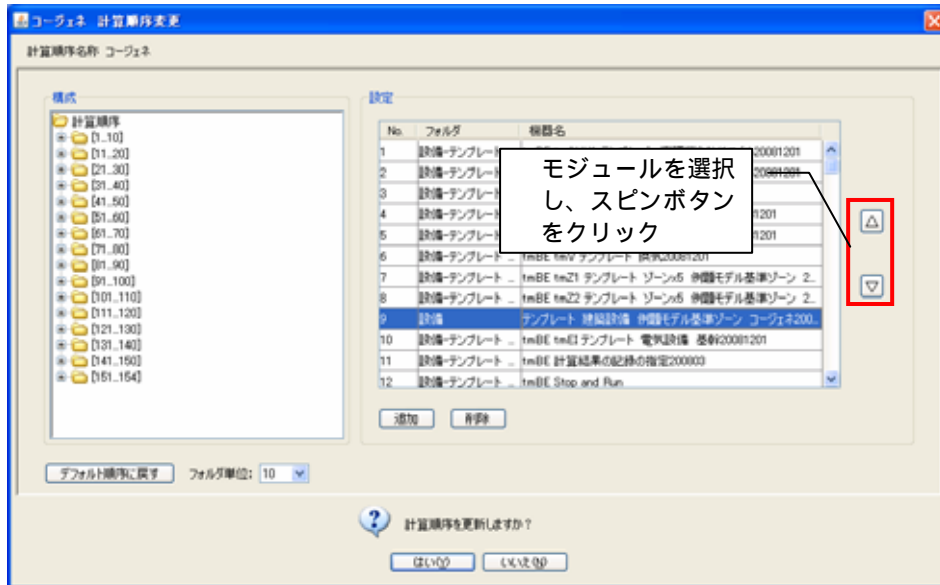
名称を入力し「了解」をクリックします。(ここでは名称を「コージェネ」とします。)



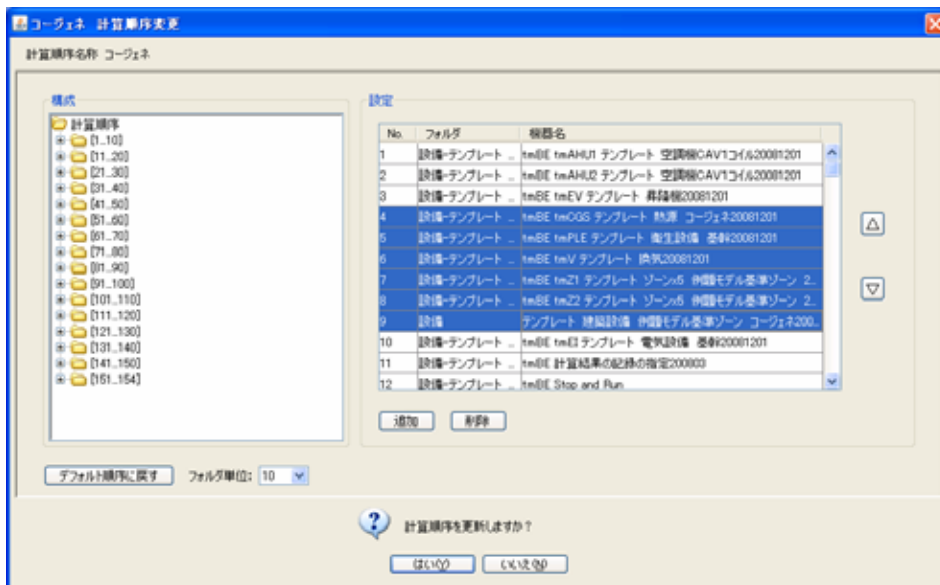
「コージェネ」をダブルクリックします。



計算順序を変更したいモジュールを選択し、スピントラン()をクリックすると計算順序の変更ができます。



複数のモジュールを選択し、まとめて計算順序の変更を行うことも可能です。



テンプレートシステムでは計算順序はあらかじめ調整済みですので、計算順序の変更は特に必要ありません。

BEST-P

The BEST Program

II 計算モデル編

1. コージェネレーションの基本システム

基本的なコージェネレーションシステムを図 1 に示す。排熱の利用順序は、①排熱投入型吸収式冷温水機、②給湯用熱交換器、③暖房用熱交換器とする。給湯用熱交換器で加熱された 2 次側水は、予熱槽を加熱するのに用いられる。

事務所ビルのように、給湯需要の少ないシステムでは、給湯排熱利用系統がない場合が多いため、それらにも対応可能である。

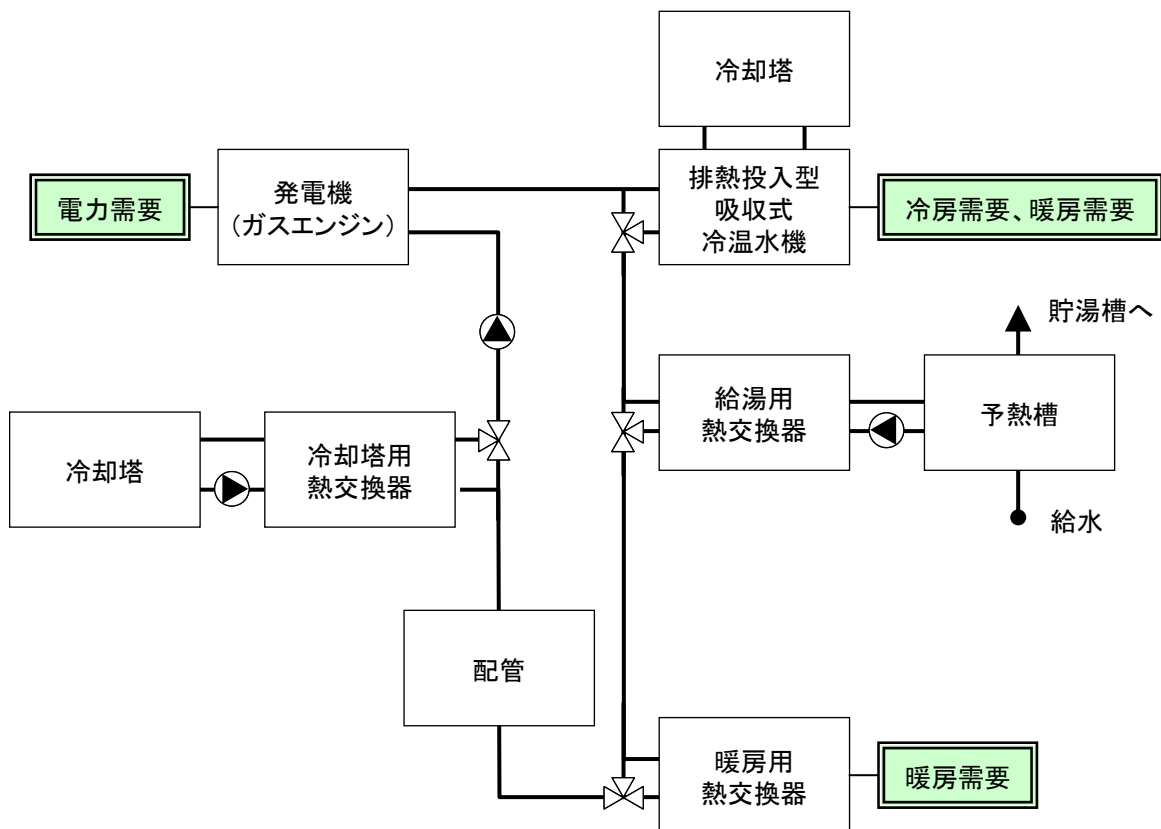


図 1 コージェネレーションシステムの基本システム

2. 基本アルゴリズム

基本アルゴリズムを図 2 に示す。熱容量を有する機器(予熱槽)については前時刻の入口温度、熱容量を無視する機器(予熱槽以外の全ての機器)については現在時刻の上流機器出口温度を用いて計算する。

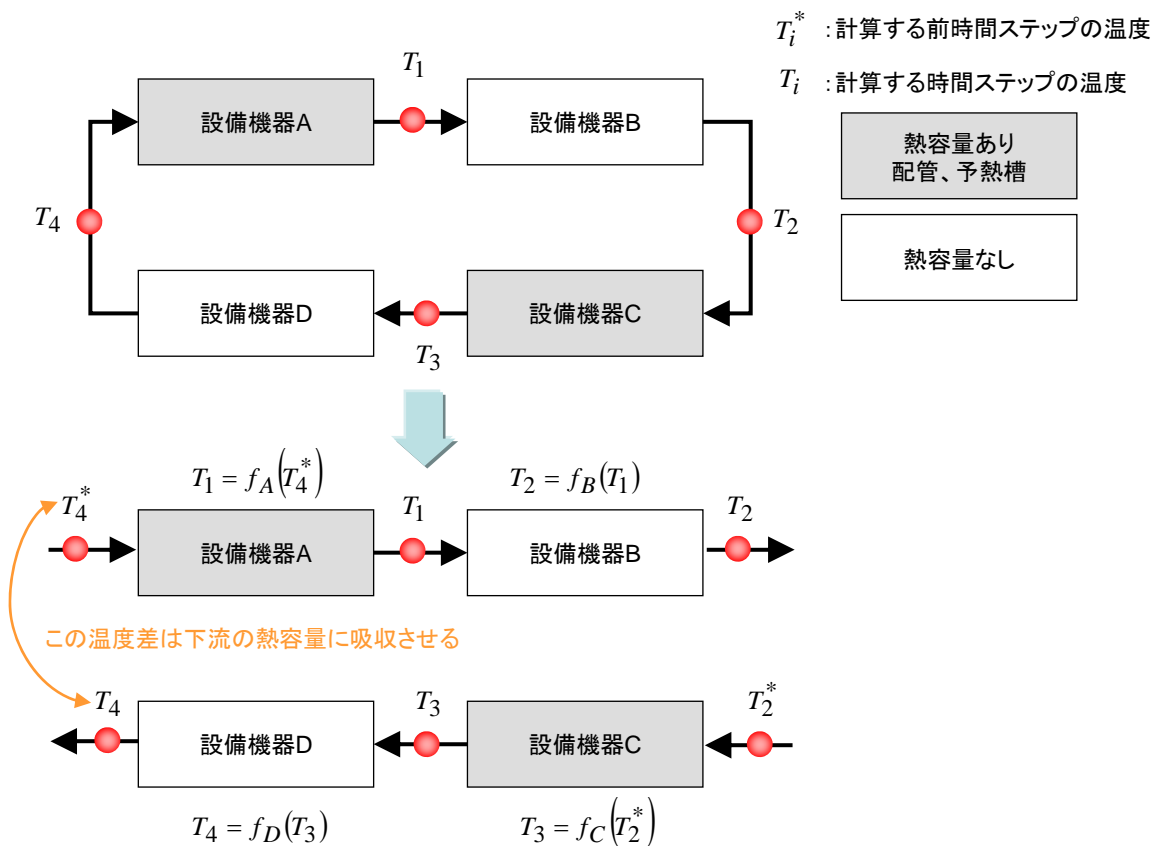


図 2 試算の基本アルゴリズム

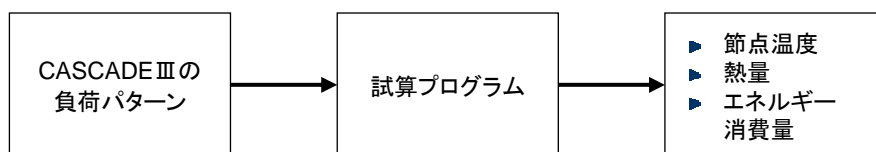


図 3 試算プログラムの入出力項目

3. 各種計算モデル

3.1 設備機器

3.1.1 発電機

(1) 考え方

発電量は、4.3.2 で述べる発電機用のコントローラから得られた発電需要量に応じて決定する。発電需要量から機器の発電量を決定する部分は、発電機ではなくコントローラである。よって、ここで扱う発電機では、コントローラの要求に応じて発電し、発電量に応じてガス消費と排熱が発生する機器であるとする。

発電機は、部分負荷時に発電効率が低下し、排熱回収効率が向上する。数機種の部分負荷特性を確認したところ、発電効率と排熱回収効率を合計した総合効率は、部分負荷時においても定格に近いことから、ここでは以下の前提に則り発電機のモデルを構築する。

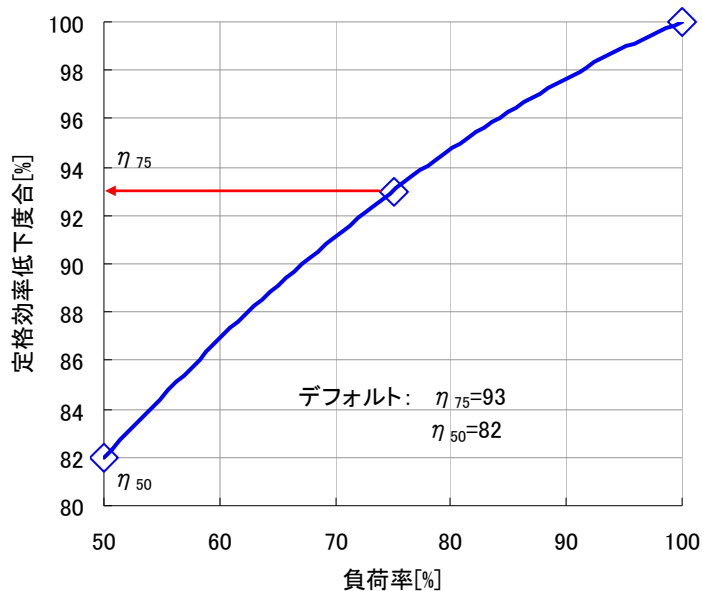


図 4 発電機の発電効率の定格からの低下度合

(2) 計算方法

1) 発電量

発電量は、コントローラより要求のあった発電需要量に等しい。

$$\text{発電量} = \text{発電需要量}$$

数式 1

単位は、発電量[kW]、発電需要量[kW]である。

2) 発電効率

$$\begin{aligned} \text{発電効率} = & \left[(-16 \cdot \eta_{75} + 8 \cdot \eta_{50} + 8) \cdot \left(\frac{x}{100} \right)^2 \right. \\ & + (24 \cdot \eta_{75} - 14 \cdot \eta_{50} - 10) \cdot \frac{x}{100} \\ & \left. + (-8 \cdot \eta_{75} + 6 \cdot \eta_{50} + 3) \right] / 100 \\ & \cdot \text{定格発電効率} \end{aligned}$$

数式 2

ここで、 x : 負荷率[%]

η_{75} : 定格発電効率に対する負荷率 75%時の発電効率の割合[%]

η_{50} : 定格発電効率に対する負荷率 50%時の発電効率の割合[%]

定格発電効率[%]

3) 排熱回収効率

a) 部分負荷時の排熱回収効率の低下度合が未入力するとき

$$\text{排熱回収効率} = \text{定格発電効率} + \text{定格排熱回収効率} - \text{発電効率}$$

数式 3

単位は、排熱回収効率[%]、定格発電効率[%]、定格排熱回収効率[%]、発電効率[%]

b) 部分負荷時の排熱回収効率の低下度合が入力されるとき

$$\begin{aligned} \text{排熱回収効率} = & \left[(-16 \cdot \gamma_{75} + 8 \cdot \gamma_{50} + 8) \cdot \left(\frac{x}{100} \right)^2 \right. \\ & + (24 \cdot \gamma_{75} - 14 \cdot \gamma_{50} - 10) \cdot \frac{x}{100} \\ & \left. + (-8 \cdot \gamma_{75} + 6 \cdot \gamma_{50} + 3) \right] / 100 \\ & \cdot \text{定格排熱回収効率} \end{aligned}$$

数式 4

ここで、 γ_{75} : 定格排熱回収効率に対する負荷率 75%時の排熱回収効率の割合[%]

γ_{50} : 定格排熱回収効率に対する負荷率 50%時の排熱回収効率の割合[%]

定格排熱回収効率[%]

4) 燃料消費量

$$\text{燃料消費量} = \frac{\text{発電量}}{\text{発電効率} / 100} \cdot \frac{45}{40.63}$$

数式 5

単位は、燃料消費量[kW]、発電量[kW]、発電効率[%]である。

5) 排熱回収量

$$\text{排熱回収量} = \frac{\text{燃料消費量}}{\text{排熱回収効率}/100} \cdot \frac{40.63}{45}$$

数式 6

単位は、排熱回収量[kW]、燃料消費量[kW]、排熱回収効率[%]である。

6) 排熱出口温度

$$\text{排熱出口温度} = \text{排熱入口温度} + \frac{1000 \cdot \text{排熱回収量}}{c \cdot G}$$

数式 7

ここで、 c : 排熱熱媒比熱[J/kgK]、 G : 質量流量[kg/s]

単位は、排熱出口温度[°C]、排熱入口温度[°C]、排熱回収量[kW]である。

7) 補機動力の電力消費量

$$\text{補機動力電力消費量} = \text{定格発電量} \cdot \frac{\text{補機動力電力消費率}}{100}$$

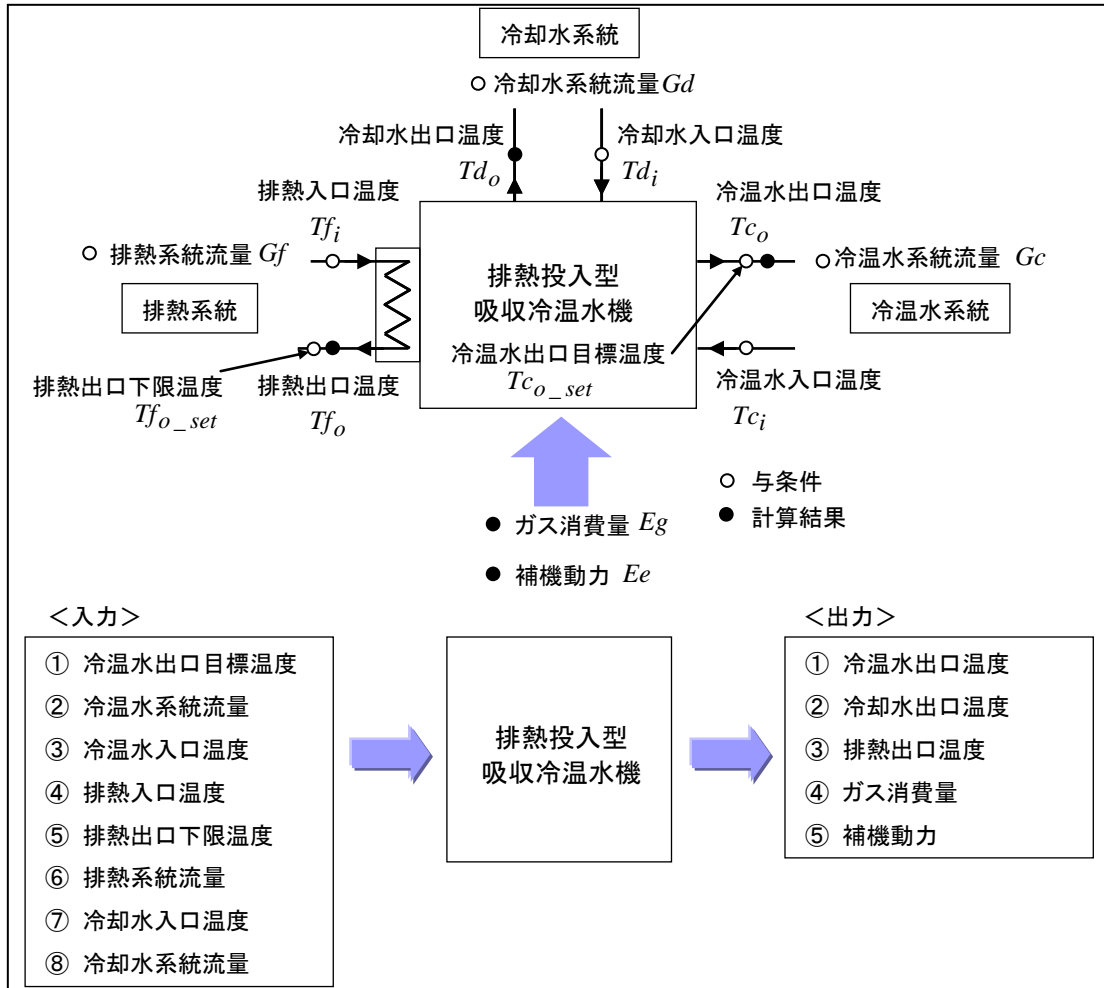
数式 8

単位は、補機動力電力消費量[kW]、定格発電量[kW]、補機動力電力消費率[%]である。

3.1.2 排熱投入型冷温水機

(1) 概要

ここでは、排熱投入型吸収式冷温水機において排熱によって冷水を作成する場合について記す。排熱を使用しない場合の冷温水の作成過程については、参考として(4)2)に掲載した。



(2) 計算モデル

図 5 排熱投入型冷温水機の計算モデル

(3) 計算の概略

おおまかな計算の流れは図 6 に示す順序で行われる。はじめに、冷水需要量を求め、この需要量と排熱のポテンシャル(排熱入口温度、排熱流量)によって排熱回収量を算出する。排熱回収量が求めれば、ガス量や全ての系統における出口温度が算出可能となる。

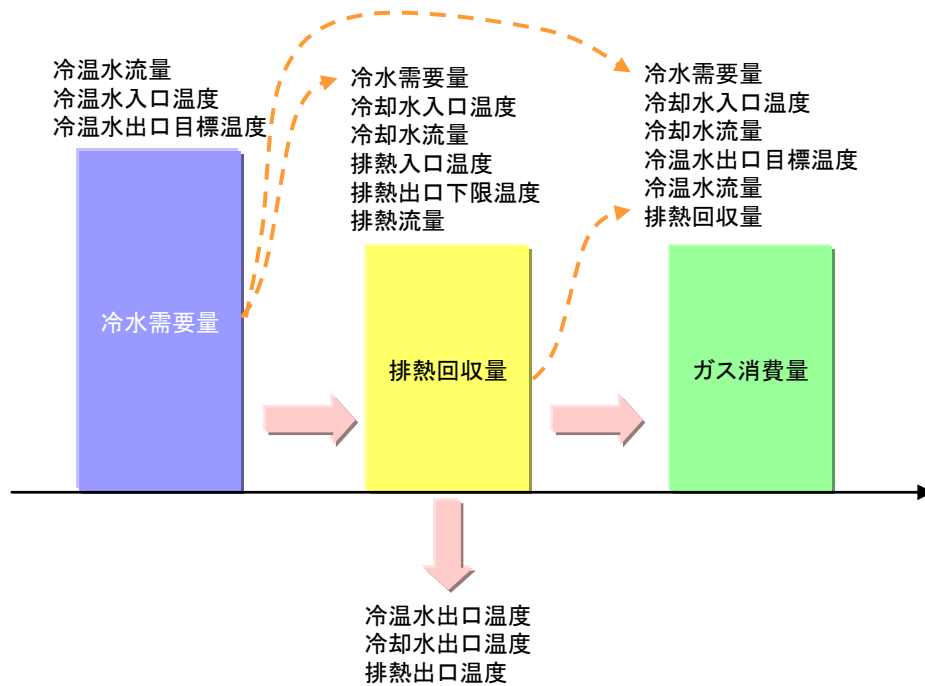


図 6 排熱投入型冷温水機の計算フロー

(4) 計算方法

1) 排熱を投入する冷房時

a) 排熱入口温度のチェック

もし、排熱入口温度が排熱出口下限温度よりも低い場合には、排熱は排熱投入型冷温水機をバイパスし、2)に示す直燃吸収式冷温水機のロジックで各種計算を行う。

$$Tf_i < Tf_{o_set}$$

数式 9

b) 冷水需要量の計算

冷水需要量 Q_c は、冷温水の流量、入口温度、出口目標温度から次式によって計算することが出来る。

$$Q_c = \frac{c \cdot G_c \cdot (Tc_i - Tc_{o_set})}{1000}$$

数式 10

ここで、

- Q_c 冷水需要量[kW]
- c 冷温水の熱媒比熱[J/kgK]
- G_c 冷温水の流量[kg/s]
- T_{c_i} 冷温水入口温度[°C]
- $T_{c_o_set}$ 冷温水出口目標温度[°C]

である。

また、冷水需要量が求めれば負荷率 q は次式から計算できる。

$$q = \frac{Q_c}{Q_{c_{rc}}} \cdot 100$$

数式 11

ここで、

- $Q_{c_{rc}}$ 定格能力[kW]

である。もしも負荷率 q が 1 を超える場合には、過負荷状態にあるとして負荷率 q を 1 に置き換える。また、冷水需要量 Q_c を定格能力 $Q_{c_{rc}}$ とし、数式 10 から冷温水出口目標温度 $T_{c_o_set}$ を計算する

c) 排熱回収量の計算

排熱回収量は、図 7 に示すステップで計算する。まず、各系統の入口温度、流量から排熱回収可能量を算出する。この排熱回収可能量を基に、排熱出口温度をチェックし、最終的な排熱回収量を算出する。

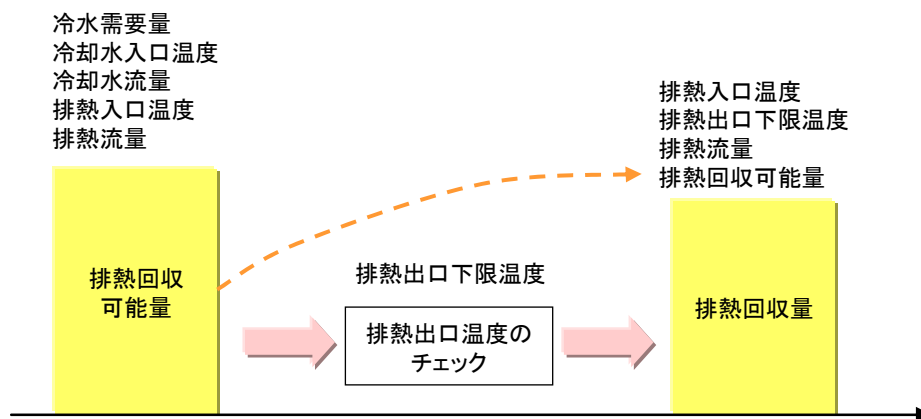


図 7 排熱回収量の計算フロー

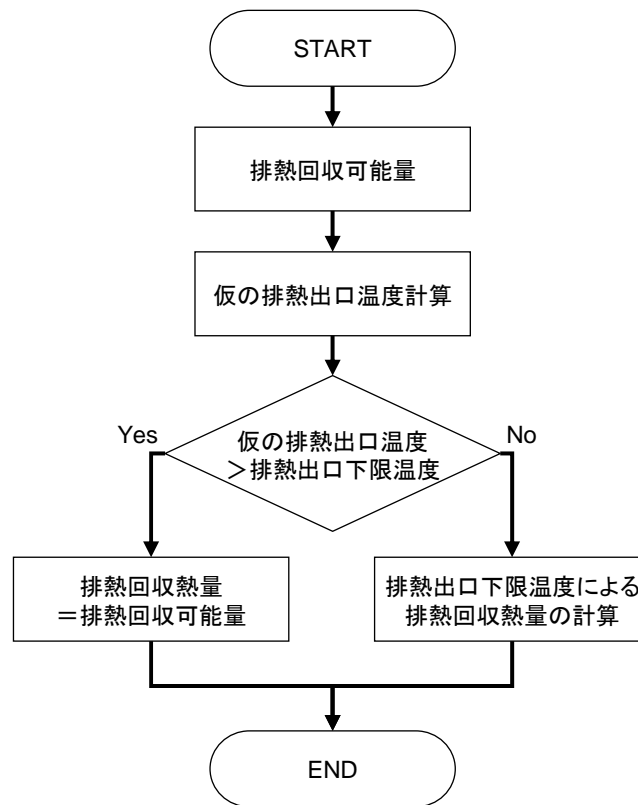


図 8 排熱回収量計算のフロー

d) 排熱回収可能量の計算

排熱回収可能量は、冷水需要量、冷却水入口温度、冷却水流量、排熱入口温度、排熱流量から次式によって計算する。

$$Qh_{cap} = Qh_{rc} \cdot qh$$

数式 12

ここで、

Qh_{cap} 排熱回収可能量[kW]

Qh_{rc} 定格廃熱回収量[kW]

qh 排熱回収率(定格入力比)[-]

である。排熱回収率 qh は、負荷率と排熱入口温度、排熱流量によって計算することができる。(詳細略 数式略)

e) 排熱回収量の計算

数式 12 から排熱回収可能量が算出できるが、排熱回収可能量をそのまま回収した場合には、排熱系統の温度が低下することとなる。そのため、排熱出口温度が設定下限温度を下回らないかどうかのチェックを行う。チェックは、排熱回収可能量を全て回収したときの仮の排熱出口温度を算出し、これと排熱出口下限温度によってチェックする。仮の排熱出口温度は次式で

算出することができる。

$$Tf_{o_temp} = Tf_i - \frac{1000 \cdot Qh_{cap}}{c \cdot Gf}$$

数式 13

ここで

Tf_{o_temp}	仮の排熱出口温度[°C]
Tf_i	排熱入口温度[°C]
Qh_{cap}	排熱回収可能量[kW]
c	排熱の熱媒比熱[J/kgK]
Gf	排熱流量[kg/s]

である。

よって、最終的な排熱回収量は、数式 13 で求められた仮の排熱出口温度と排熱出口下限温度の大小から次式により算出できる。

$$Qh = \begin{cases} Qh_{cap} & (Tf_{o_temp} > Tf_{o_set}) \\ \frac{c \cdot Gf \cdot (Tf_i - Tf_{o_set})}{1000} & (Tf_{o_temp} \leq Tf_{o_set}) \end{cases}$$

数式 14

f) ガス消費量の計算

排熱投入時のガス消費量は、排熱を投入したいときのガス消費量を算出し、これからガス削減量を減じることで求められる。

a) 排熱を投入しないときのガス消費量の計算

排熱を投入しないときのガス消費量は、次式で計算することが出来る。

$$Eg_{ref} = eg_{ref} \cdot Eg_{ref_rc} \cdot \frac{q}{100}$$
$$eg_{ref} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \leq 1$$

数式 15

ここで

Eg_{ref}	排熱を投入しないときのガス消費量[kW]
eg_{ref}	ガス消費率[-]
Eg_{ref_rc}	定格ガス消費量[kW]
q	負荷率[%]
C_1	負荷率・冷却水入口温度影響係数[-]
C_2	冷却水流量比影響係数[-]
C_3	冷水出口目標温度影響係数[-]
C_4	冷水流良否影響係数[-]

である。

負荷率・冷却水入口温度影響係数 C_1 は、数式 16 に見られるような冷却水入口温度、負荷率から算出することができる。

$$C_1 = a_1 \cdot q^4 + b_1 \cdot q^3 + c_1 \cdot q^2 + d_1 \cdot q + e_1$$

数式 16

(詳細 数式は略)

b) ガス削減量の計算

ガス削減量は、排熱回収量に換算係数を乗じることで求められる。

$$Eg_{red} = 0.6183 \cdot Qh$$

数式 17

ここで

$$Eg_{red} \quad \text{ガス削減量[kW]}$$

である。

c) ガス消費量の計算

排熱を投入した場合の実際のガス消費量は、数式 15、数式 17 から次式により計算することが出来る。

$$Eg = Eg_{ref} - Eg_{red}$$

数式 18

ここで

$$Eg \quad \text{ガス消費量[kW]}$$

である。

g) 冷温水出口温度

当面の間は過負荷状態にはならないこととし、以下の式を採用する。

$$Tc_o = Tc_o_{set}$$

数式 19

h) 冷却水出口温度

$$Td_o = Td_i + \frac{1000 \cdot (Eg + Qh + Qc)}{c \cdot Gd}$$

数式 20

i) 排熱出口温度

$$Tf_o = Tf_i - \frac{1000 \cdot Qh}{c \cdot Gf}$$

数式 21

j) 補機動力

$$Ee = e_{ref} \cdot Eref_{rc}$$

数式 22

(詳細略 数式は略)

2) 排熱を投入しない冷房時

a) 冷房

d) ガス消費量

本文 a) に掲載した方法で計算する。

e) 冷却水出口温度

本文 1) h) に掲載した方法で計算する。

f) 排熱出口温度

排熱は使用していないので排熱入口温度に等しいとして計算する。

$$Tf_o = Tf_i$$

数式 23

g) 補機動力

本文 1) j) に掲載した方法で計算する。

3) 排熱を投入しない暖房時

排熱投入型冷温水機で温水を作成する場合、通常のボイラと同様な扱いとなる。排熱系統、冷却水系統共に停止するため、計算は冷温水系統のみとなる。

$$Eg_{ref} = eg_{ref} \cdot Eg_{ref_rh} \cdot \frac{q}{100}$$

4) 排熱を投入する暖房時

本モデルでは扱わない。

3.1.3 熱交換器

(1) 計算フロー

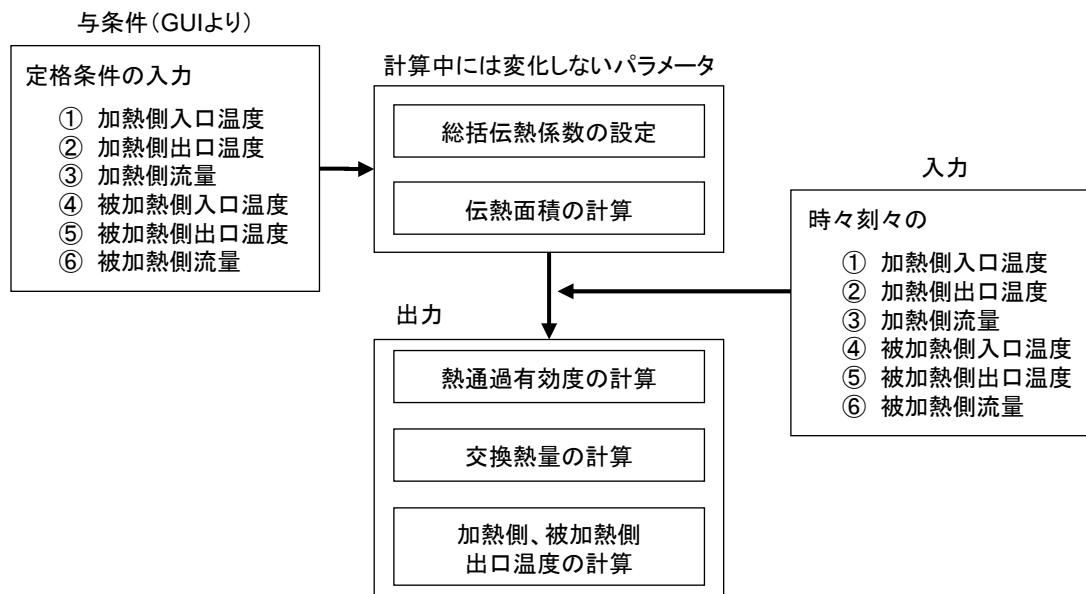


図 9 熱交換器の計算フロー

(2) 計算の基礎式

計算モデルは図 10 に示すものである。

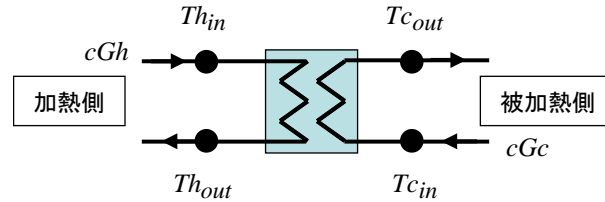


図 10 熱交換器の計算モデル

1) 交換熱量の計算

熱交換器における交換熱量は、熱交換器の熱通過有効度を用いて数式 24 から算出することができる。

$$Q_{ex} = \frac{cGh \cdot \varepsilon_h \cdot (Tc_{in} - Th_{in})}{1000} = \frac{cGc \cdot \varepsilon_c \cdot (Tc_{in} - Th_{in})}{1000}$$

数式 24

ここで、 ε_h 、 ε_c : 加熱側基準、被加熱側基準の熱交換器の熱通過有効度

Q_{ex} : 熱交換器交換熱量[kW]

2) 出口温度の計算

$$Tc_{out} = Tc_{in} - \varepsilon_c \cdot (Tc_{in} - Th_{in})$$

数式 25

$$Th_{out} = Th_{in} + \varepsilon_h \cdot (Tc_{in} - Th_{in})$$

数式 26

(3) 機器特性値の計算(機器ごとに 1 回のみ計算)

1) 伝熱面積の計算

伝熱面積は、定格状態における対数平均温度差と総括伝熱係数、交換熱量とから

$$A = \frac{Q_{ex_{ref}} \cdot 1000}{\Delta Tm_{ref} \cdot U}$$

数式 27

ここで、 $Q_{ex_{ref}}$: 定格状態における交換熱量[kW]

ΔTm_{ref} : 定格状態における対数平均温度差[°C]

定格状態における交換熱量と対数平均温度差は次式から計算することが出来る。

$$Q_{ex_{ref}} = cG_h \cdot (Th_{in} - Th_{out}) = cG_c \cdot (Tc_{out} - Tc_{in})$$

数式 28

$$\Delta T_{m,ref} = \begin{cases} \frac{\Delta T_{out} - \Delta T_{in}}{\ln(\Delta T_{out} / \Delta T_{in})} & \Delta T_{out} \neq \Delta T_{in} \\ \frac{\Delta T_{out} + \Delta T_{in}}{2} & \Delta T_{out} = \Delta T_{in} \end{cases}$$

数式 29

$$\begin{aligned} \Delta T_{out} &= Th_{in,ref} - Tc_{out,ref} \\ \Delta T_{in} &= Th_{out,ref} - Tc_{in,ref} \end{aligned}$$

数式 30

ここで、 $Th_{out,ref}$ 、 $Tc_{out,ref}$: 定格条件における加熱側、被加熱側出口温度[°C]

$Th_{in,ref}$ 、 $Tc_{in,ref}$: 定格条件における加熱側、被加熱側入口温度[°C]

2) 総括伝熱係数

総括伝熱係数 U は熱交換器固有の数値で、メーカーが独自に試験した結果から同定するパラメータである。このパラメータは、一般にカタログ等には記載されていないため、何らかの近似法の採用が必要である。

ここでは、設計条件における加熱側、被加熱側の出入口温度を固定とし、交換熱量(加熱側、被加熱側流量)が変化した時の総括伝熱係数を求める計算式を作成する方針とした。

表 1 総括伝熱係数決定のための出入口温度想定値

		給湯用熱交換器	暖房用熱交換器
1 次側	入口温度	90°C	90°C
	出口温度	80°C	80°C
2 次側	入口温度	15°C	43°C
	出口温度	60°C	50°C

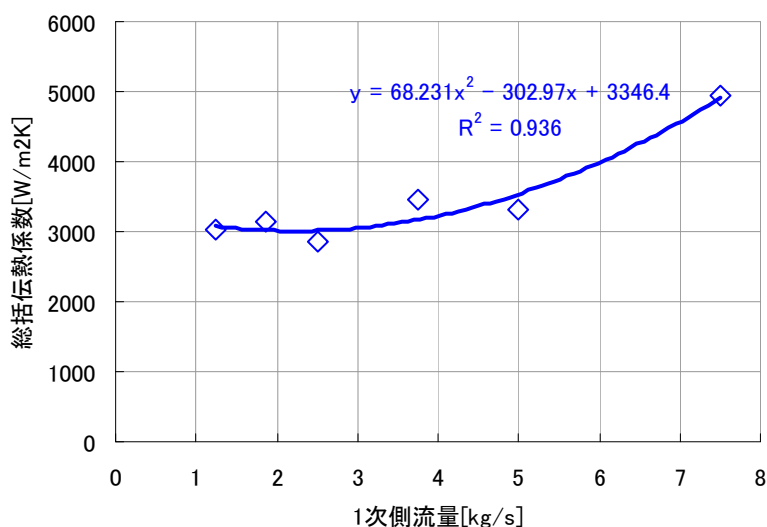


図 11 給湯用熱交換器の総括伝熱係数計算式

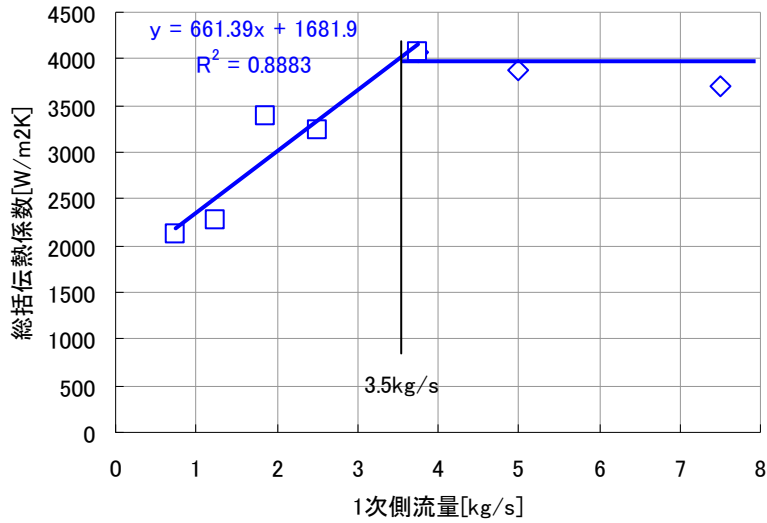


図 12 暖房用熱交換器の総括伝熱係数計算式

(4) 熱通過有効度の計算 (毎計算ステップでの計算)

1) 熱移動単位数 NTU の計算

$$NTU = \frac{UA}{\min(cG_c, cG_h)}$$

数式 31

ここで、 U : 総括伝熱係数 [W/m²K]

A : 伝熱面積 [m²]

2) 熱通過有効度の計算

a) $cG_h < cG_c$ のとき

$$R = \frac{cG_h}{cG_c}$$

数式 32

$$\varepsilon_h = \frac{1 - \exp[-NTU \cdot (1 - R)]}{1 - R \cdot \exp[-NTU \cdot (1 - R)]}$$

数式 33

$$\varepsilon_c = \frac{\varepsilon_h}{R}$$

数式 34

b) $cG_h = cG_c$ のとき

$$\varepsilon_h = \varepsilon_c = \frac{NTU}{1 + NTU}$$

数式 35

c) $cG_h > cG_c$ のとき

$$R = \frac{cG_c}{cG_h}$$

数式 36

$$\varepsilon_h = \frac{1 - \exp[-NTU \cdot (1 - R)]}{1 - R \cdot \exp[-NTU \cdot (1 - R)]} \cdot \frac{1}{R}$$

数式 37

$$\varepsilon_c = R \cdot \varepsilon_h$$

数式 38

3.1.4 予熱槽

(1) 考え方

予熱槽の計算では、以下の前提条件を設けたモデル化を行う。

- ① 熱容量は槽内水のみを考慮する
- ② 予熱槽は密閉形を想定し、槽内水の容量は変化しない
- ③ 槽内水の温度分布は無視する完全混合モデルを想定する
- ④ 計算法は熱収支モデルを採用する

今後、予熱槽内の温度分布を検討する場合には、ブロックモデルを用いなければならない。

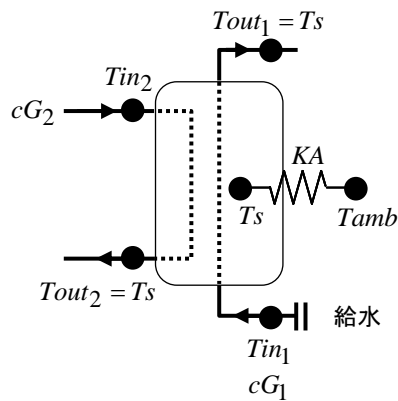


図 13 予熱槽の計算モデル

(2) 計算方法

1) 槽内水温、出口温度

槽内水の熱収支式は以下のようにあらわされる。

$$M \frac{dT_s}{dt} = \sum_{j=1}^{Nin} \{cG_j \cdot (Tin_j - Ts)\} + KA(Tamb - Ts)$$

数式 39

ここで、 M : 槽内水の熱容量[J/K] ($M = \rho \cdot c \cdot V$)

ρ : 槽内水の密度[kg/m³]

c : 槽内水の比熱[J/kgK]

V : 槽内水容積[m³]

Nin : 予熱槽への流入数(図 13 の場合は $Nin = 2$)

である。

数式 39 を後退差分で離散化し整理すると次式が得られる。

$$T_{out} = T_s = \frac{\frac{M}{\Delta t} \cdot T_s^* + \sum_{j=1}^{Nin} cG_j \cdot Tin_j + KA \cdot Tamb}{\frac{M}{\Delta t} + \sum_{j=1}^{Nin} cG_j + KA}$$

数式 40

ここで、 T_s^* : 前時刻の槽内水温[°C]

Δt : 計算時間間隔[s]

2) 予熱槽放熱量

$$Q_{loss} = \frac{KA \cdot (Tamb - Ts)}{1000}$$

数式 41

単位は、 Q_{loss} が[kW]、 KA が[W/K]である。

3) 流入水熱量(予熱槽加熱量、給水加熱量等)

$$Q_j = \frac{cG_j \cdot (Tin_j - Ts)}{1000}$$

数式 42

単位は、 Q_j が[kW]、 c が[J/kgK]、 G_j が[kg/s]である。

3.1.5 冷却塔

(1) 考え方

冷却塔は、理想的な機器が設置されていると仮定したモデルとする。

(2) 計算法

冷却塔は、図 14 に示すモデルを想定する。

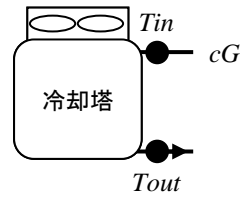


図 14 冷却塔の計算モデル

1) 出口温度

$$Tout = \min(Tin, Tout_{set})$$

数式 43

ここで、 $Tout_{set}$: 設定出口温度[°C]

2) 放熱量

$$Q = \frac{cG \cdot (Tin - Tout)}{1000}$$

数式 44

単位は、 Q が[kW]、 c が[J/kgK]、 G が[kg/s]である。

3.1.6 ボイラ

(1) 考え方

ボイラも冷却塔とほぼ同様に、理想的な機器が設置されていると仮定したモデルとする。

(2) 計算法

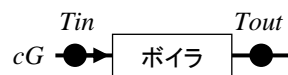


図 15 ボイラの計算モデル

1) 出口温度

$$Tout = \max(Tin, Tout_{set})$$

数式 45

ここで、 T_{out_set} : 設定出口温度[°C]

2) ボイラ熱量

$$Q = \frac{cG \cdot (T_{out} - T_{in})}{1000}$$

数式 46

単位は、 Q が[kW]、 c が[J/kgK]、 G が[kg/s]である。

3.2 境界条件

3.2.1 冷暖房負荷

(1) 考え方

与条件である冷暖房負荷に応じて出口温度が変化(冷房時は上昇、暖房時は低下)するモデルである。本来であれば、空調や建築と連成させることで、同時に得られる負荷を処理するようなモデルとすることができるが、今後の課題である。

(2) 計算法

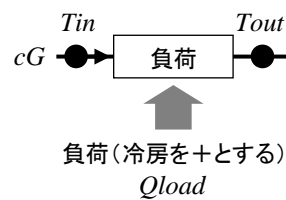


図 16 暖冷房負荷の計算モデル

1) 出口温度

$$T_{out} = T_{in} + \frac{1000 \cdot Q_{load}}{cG}$$

数式 47

単位は、 Q_{load} が[kW] (冷房負荷を正とする)、 c が[J/kgK]、 G が[kg/s]である。

3.3 制御

3.3.1 ポンプ、冷却塔、熱交換器三方弁

(1) スケジュール運転の場合

1) 概要

他の機器の状態値によらず、指定されたスケジュールどおりに運転するポンプのこと。

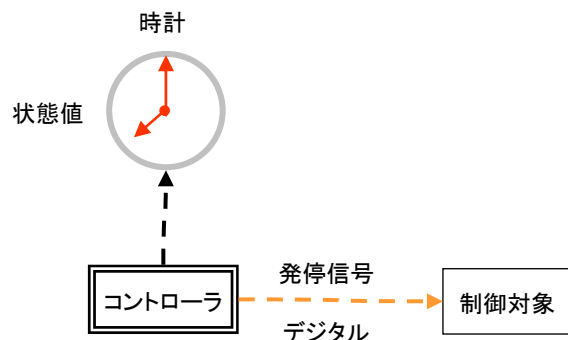


図 17 スケジュール運転の場合のコントローラの役割

2) 対象機器

図 18 に示す赤色のポンプ。

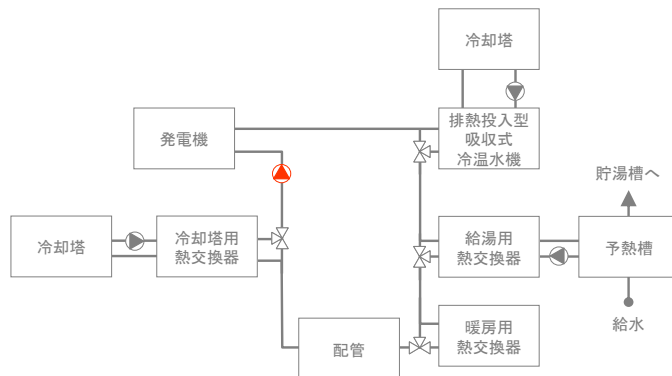


図 18 スケジュール運転を行うポンプ

3) 制御方法

単純に、時計、カレンダーをチェックし、当該時刻の運転状態を決定し、制御対象に発停信号を送る。

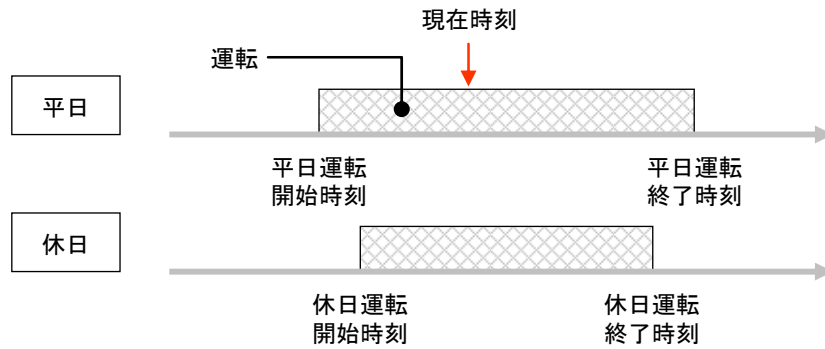


図 19 スケジュール運転の場合の制御方法

(2) 状態値と連動運転する場合

1) 概要

他の機器の状態値(運転信号などのデジタル値もしくは温度、流量などのアナログ値)に応じて発停するポンプ、冷却塔および熱交換器三方弁のこと。

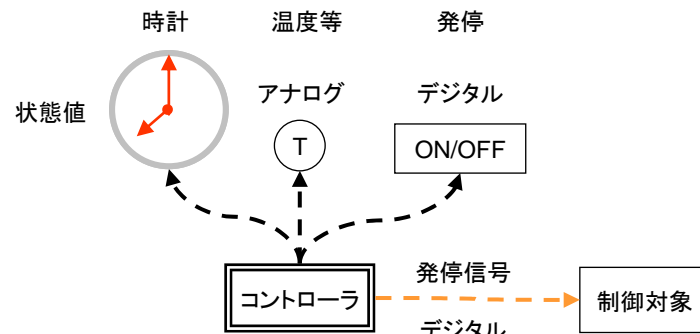


図 20 状態値と連動する場合のコントローラの役割

2) 対象機器

図 21 に示す赤色のポンプ、冷却塔および熱交換器の三方弁である。

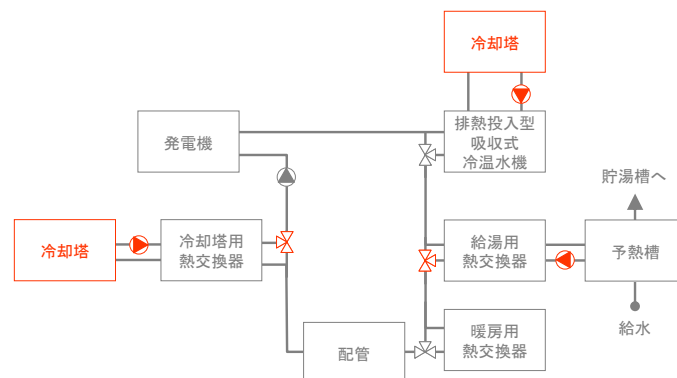


図 21 スケジュール運転を行うポンプ

(3) 制御方法

時計、カレンダーによる発停信号、アナログ状態値による発停信号、デジタル状態値による発停信号のすべてを満たした時に、制御対象機器に発停信号を出す。ただし、アナログ状態値とデジタル状態値の両方が定義されるとは限らないので、定義されていないものについてはつねに ON 信号を出すこととする。

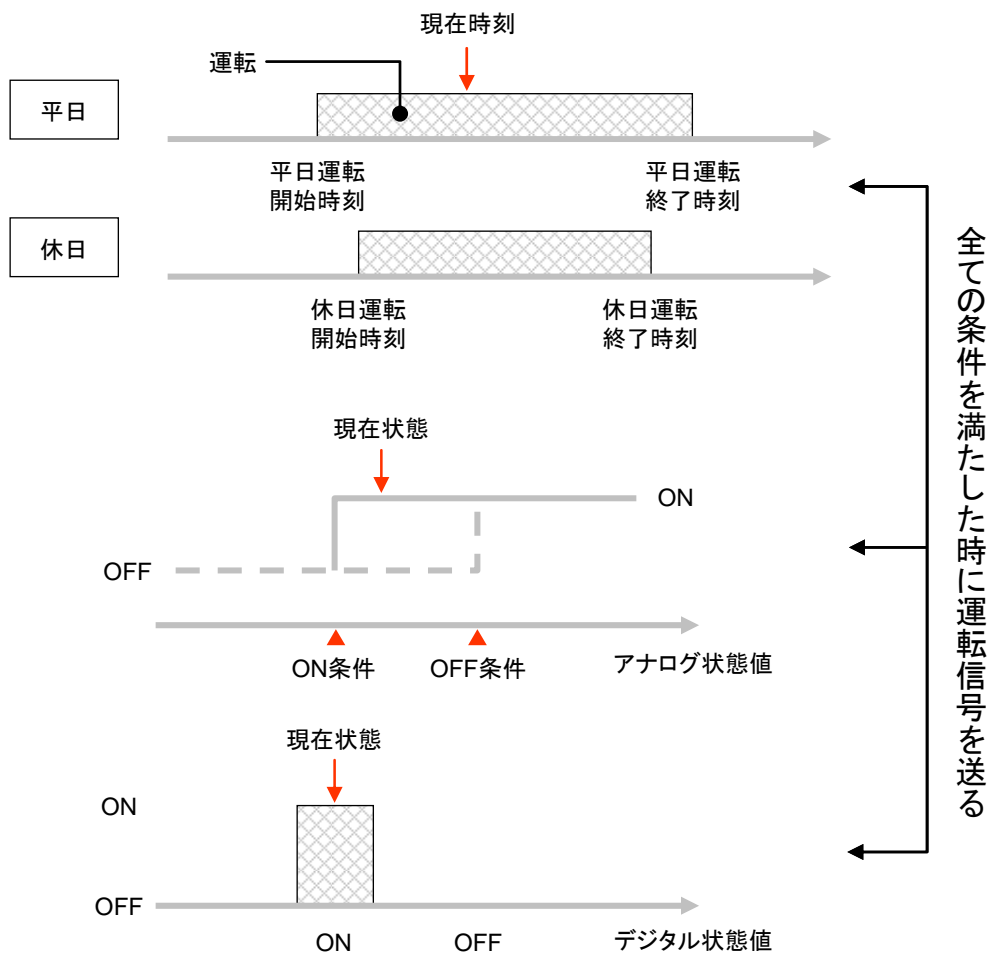


図 22 状態値と連動運転する場合の制御方法

3.3.2 発電機

(1) 概要

電力需要から発電機の発電目標量を計算し、制御対象の発電機へ発電目標量を送る。

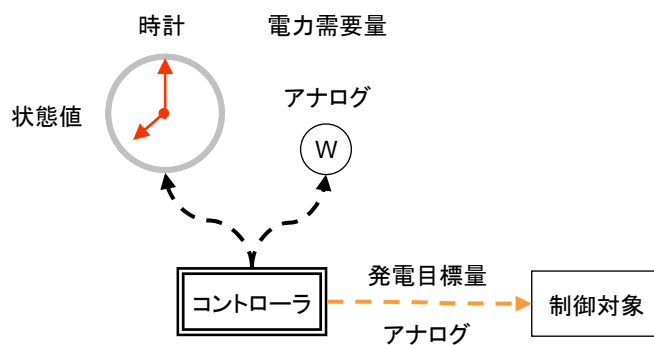


図 23 発電機用コントローラの役割

(2) 対象機器

図 24 に示す赤色の発電機である。

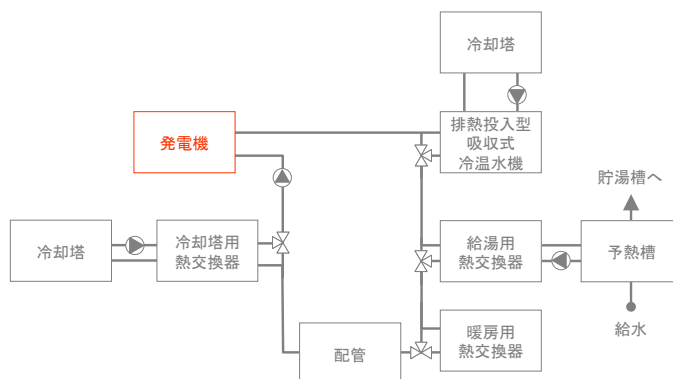


図 24 制御対象の発電機

3.3.3 制御方法

時計、カレンダーによる発停信号をベースに、出力一定制御の場合は「発電目標量＝対象発電機の定格発電」として、制御対象発電機に制御信号を送る。一方、電力追従制御の場合は、図 25 に示すロジックで発電目標量を求め、制御対象発電機に制御信号を送る。

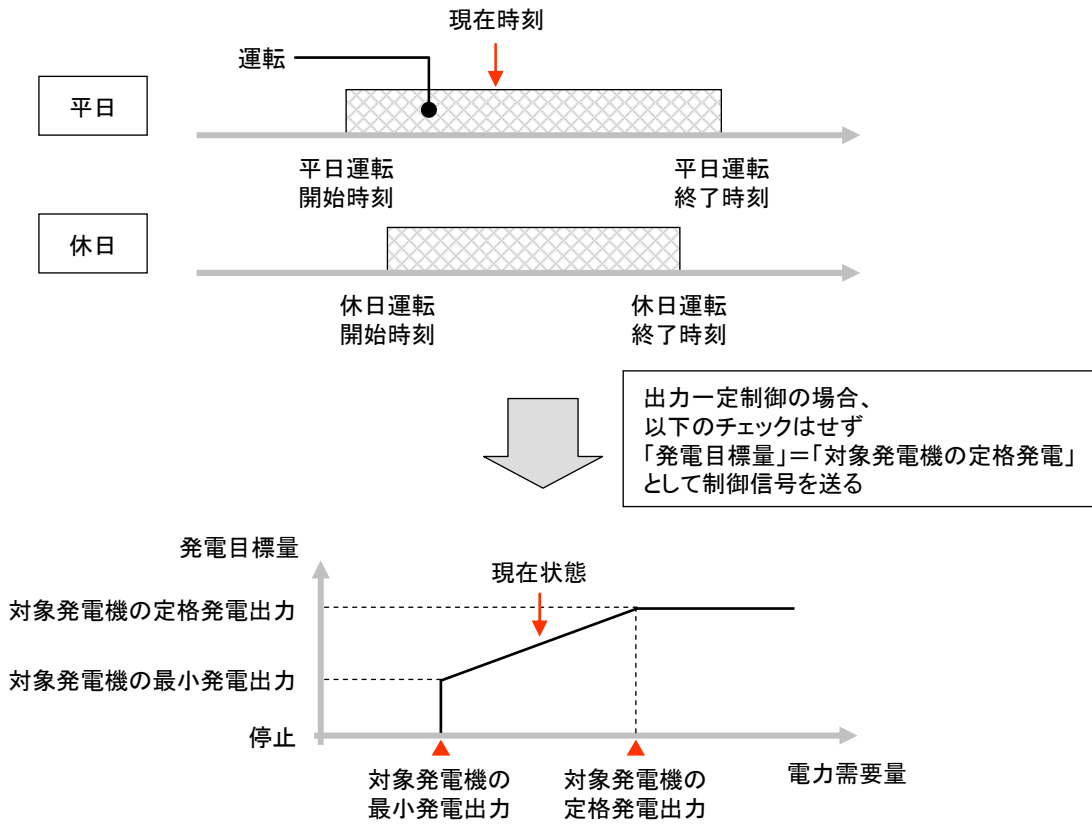


図 25 発電機の発電目標量の制御方法