

「産業用ヒートポンプシミュレーター」の詳細

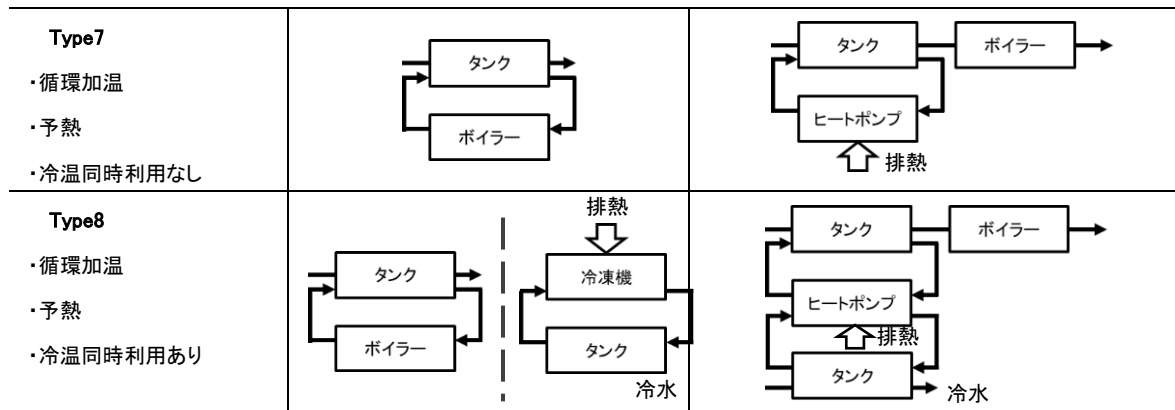
1. 計算可能な基本構成パターン

想定する利用方法を組み合わせて、8種類の基本構成パターンに対応しています(表1)。それぞれのパターンでボイラー・バーナーとヒートポンプの比較が可能です。また、地球温暖化係数の低い冷媒を探索するために、冷媒を変更した場合の比較も容易に行えます。

- ・循環加温: タンクを介して、循環して加温する
- ・非循環加温: タンクを介さずに、加温する
- ・置換: 従来の機器をヒートポンプで置換する
- ・予熱: 既設の機器に対して予熱する
- ・冷温同時利用あり: 温水と冷水を同時に利用する
- ・冷温同時利用なし: 冷水を利用せず、加熱のみ利用する

表 1 産業用ヒートポンプシミュレーターでの計算可能な基本構成パターン一覧

基本構成パターン	ボイラー・バーナー	ヒートポンプ
Type1 ・非循環加温 ・置換 ・冷温同時利用なし		
Type2 ・非循環加温 ・置換 ・冷温同時利用あり		
Type3 ・非循環加温 ・予熱 ・冷温同時利用なし		
Type4 ・非循環加温 ・予熱 ・冷温同時利用あり		
Type5 ・循環加温 ・置換 ・冷温同時利用なし		
Type6 ・循環加温 ・置換 ・冷温同時利用あり		



2. 産業用ヒートポンプシミュレーターでの計算

本シミュレーターでは、想定する利用方法に適した基本構成パターンを表1の中から選択し、表2に示した冷媒の種類や定格加熱能力、各時刻における給水温度や流量を入力します。これらの入力データが、たとえば1日単位であっても、本シミュレーターは、時刻変動や季節変動を踏まえたさまざまな運転条件のエネルギー消費効率(COP)を計算することができます。この計算の結果、一次エネルギー消費量とCO₂排出量、一次エネルギー消費の詳細な時間変化が表示されます。また、選択した時刻における圧力、エンタルピー※¹のデータから、ヒートポンプのp-h線図※²を表示できます。その他、COP、加熱能力も計算結果として出力されます。図1は、ユーザーインターフェース画面の一例です。なお、ボイラー・バーナーとヒートポンプの比較だけでなく、ヒートポンプ同士の性能比較も可能であるため、冷媒の種類の変更や基本構成パターンの変更に対応できます。

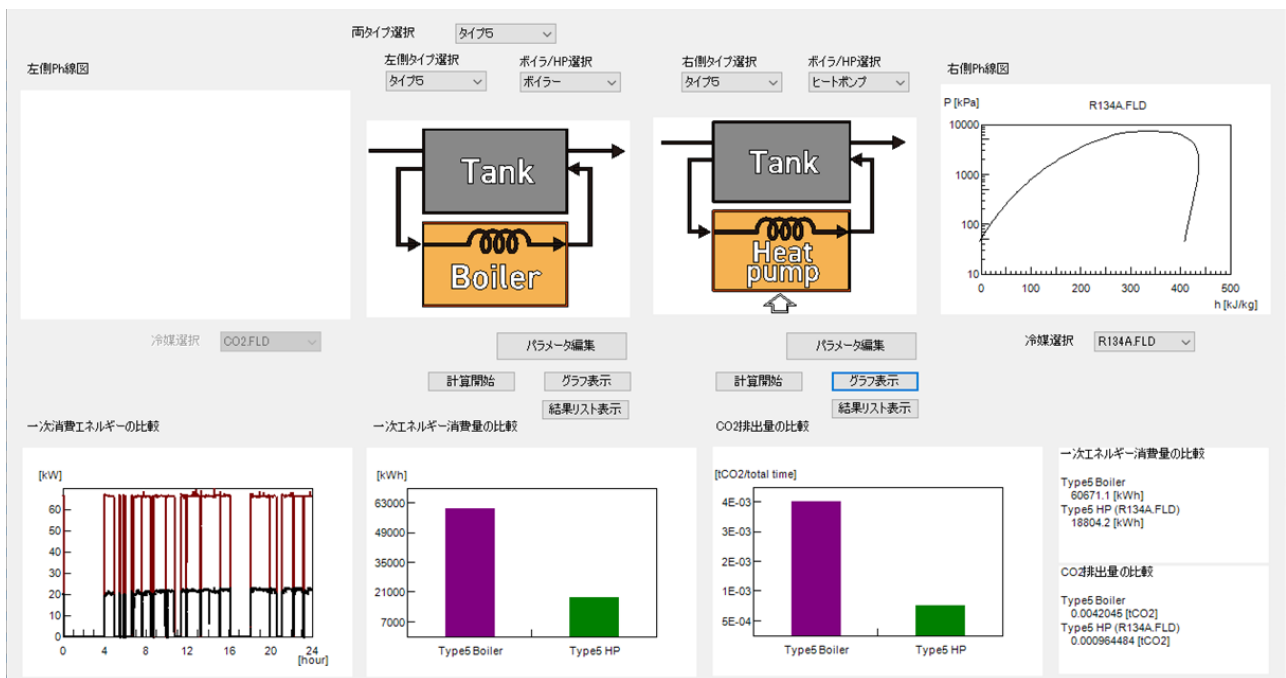


図1 開発した「産業用ヒートポンプシミュレーター」のユーザーインターフェース画面の一例

表 2 入出力データ(ヒートポンプ)

入力項目	単位	出力項目	単位
定格加熱能力	kW	加熱 COP	-
高温側の給水温度	°C	加熱能力	kW
高温側の供給温度	°C	エネルギー消費	kW
高温側の流量	kg/s	一次エネルギー消費	kW
低温側の給水温度	°C	CO ₂ 排出	t-CO ₂
冷媒の種類	-		
圧縮機の断熱効率	%		
ガスクーラー内部ピンチ温度 ^{※3}	°C		
ガスクーラー空気入口ピンチ温度	°C		
CO ₂ 排出係数	t-CO ₂ /kWh		

3. 産業用ヒートポンプシミュレーターの精度

本シミュレーターを用い、洗浄用途で70°Cの温水を生成する産業用ヒートポンプシステムの実測データと比較して精度を検証したところ、1日の合計値の計算値と実測値の誤差が0.81%となり、非常に高い精度で計算できることを確認できました。

今後、さまざまな生産プロセスにおける実測データとの比較を行い、精度を高めていきます。

【注釈】

※1 エンタルピー

物質の発熱・吸熱挙動にかかわる状態量のことで、ここでは、冷媒の温度で決まる熱エネルギーと冷媒にかかる圧力で決まる仕事エネルギーを足したものになります。冷媒にかかる圧力が同じときには、冷媒の温度が高くなると、エンタルピーはあがります。

※2 p-h線図

縦軸に圧力p、横軸に比エンタルピーhをとり、冷媒の気相と液相の境界である飽和曲線が示されます。縦軸は、実用上の利便性から、圧力の対数で目盛られます。モリエル線図や圧力-比エンタルピー線図とも呼びます。

※3 ピンチ温度

ここでは、ヒートポンプの熱交換器において、水や蒸気などの流体と冷媒が熱交換するときの最小温度差を表しています。実際のピンチ温度は、運転条件によって値が変わります。本シミュレーターでは、ピンチ温度を想定値として入力することによって、ヒートポンプの加熱COPや加熱能力を簡易に予測できます。