

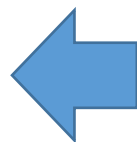
ENEPRO21の概要説明

(株)E.I.エンジニアリング

1.Enepro21の概要

分散型発電設備と集中熱電設備

- 新規設計
- 既存設備の分析
- 省エネ検討
- 設備リニューアル



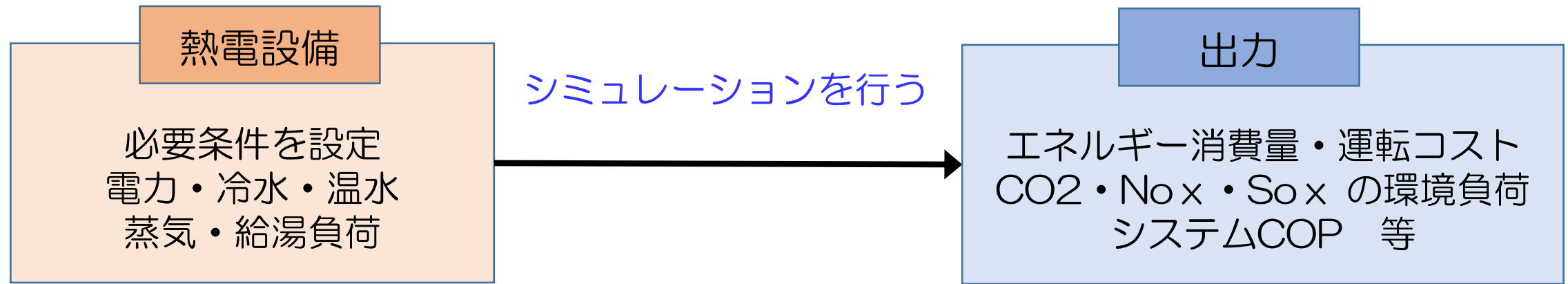
高精度に効率よく検討できるソフト

Energy simulation Software
Enepro21

【開発の基本理念】

- ① 地域の負荷特性に合った高効率なシステム設計に柔軟に対応できること。
- ② 既存設備の年間運転を正確に再現でき、これをベースケースとして正確な省エネ診断、及びリニューアルの提案ができること。
- ③ エネルギー関係者の誰もが使いやすい「汎用技術ソフト」であること。
- ④ Online-Helpを充実させ、計算式も公開してブラックボックスをなくすこと。

【基本構造】



主な必要条件の設定

- ① 熱電負荷、外気温度、外気湿球温度、冷水・温水の供給温度および戻り温度
- ② 熱電設備の機器構成の設定
- ③ 機器性能データ、環境負荷評価データ、料金データ、気象データの設定
- ④ 機器の運転パターン（運転優先順位）の設定

これらの設定の下で、汎用システムフローで構築された任意のシステムについてシミュレーションを正確に実行します。

2.Enepro21の特徴

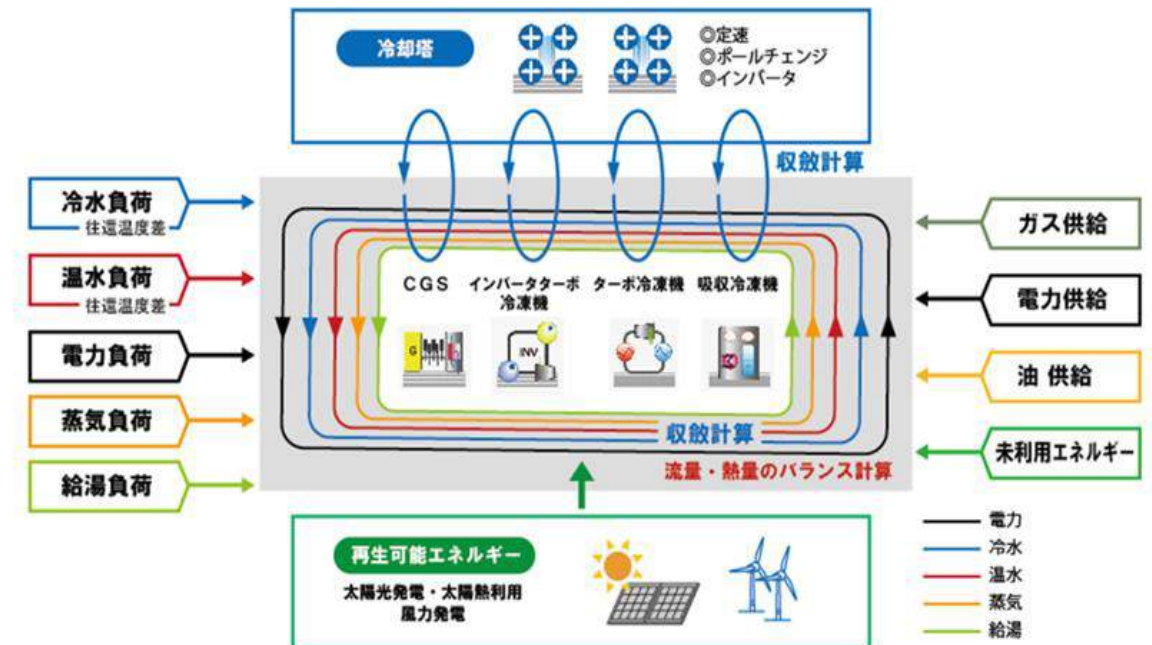
特長 1. 既存設備を正確に再現

既存設備の年間運転実績を高い精度で再現でき、シミュレーションによる消費エネルギーと、実設備の消費エネルギーとの差を1～2%の誤差範囲に収めることができます。これを実現できるのは、電力、熱及び流量のバランス計算により、運転状態の正確な再現ができるためです。バランス計算は各エネルギーバランスが相互に影響するため、それぞれのバランスの繰り返し計算と同時に全バランスを通した全体の繰り返し計算によりバランス点を見いだしています。

バランス計算は、次の順序で計算

- | | |
|------------|------------|
| ① 冷熱バランス | ② 温熱バランス |
| ③ 低冷水バランス | ④ 低圧蒸気バランス |
| ⑤ 高圧蒸気バランス | ⑥ 給湯バランス |
| ⑦ 電力バランス | ⑧ 排熱バランス |

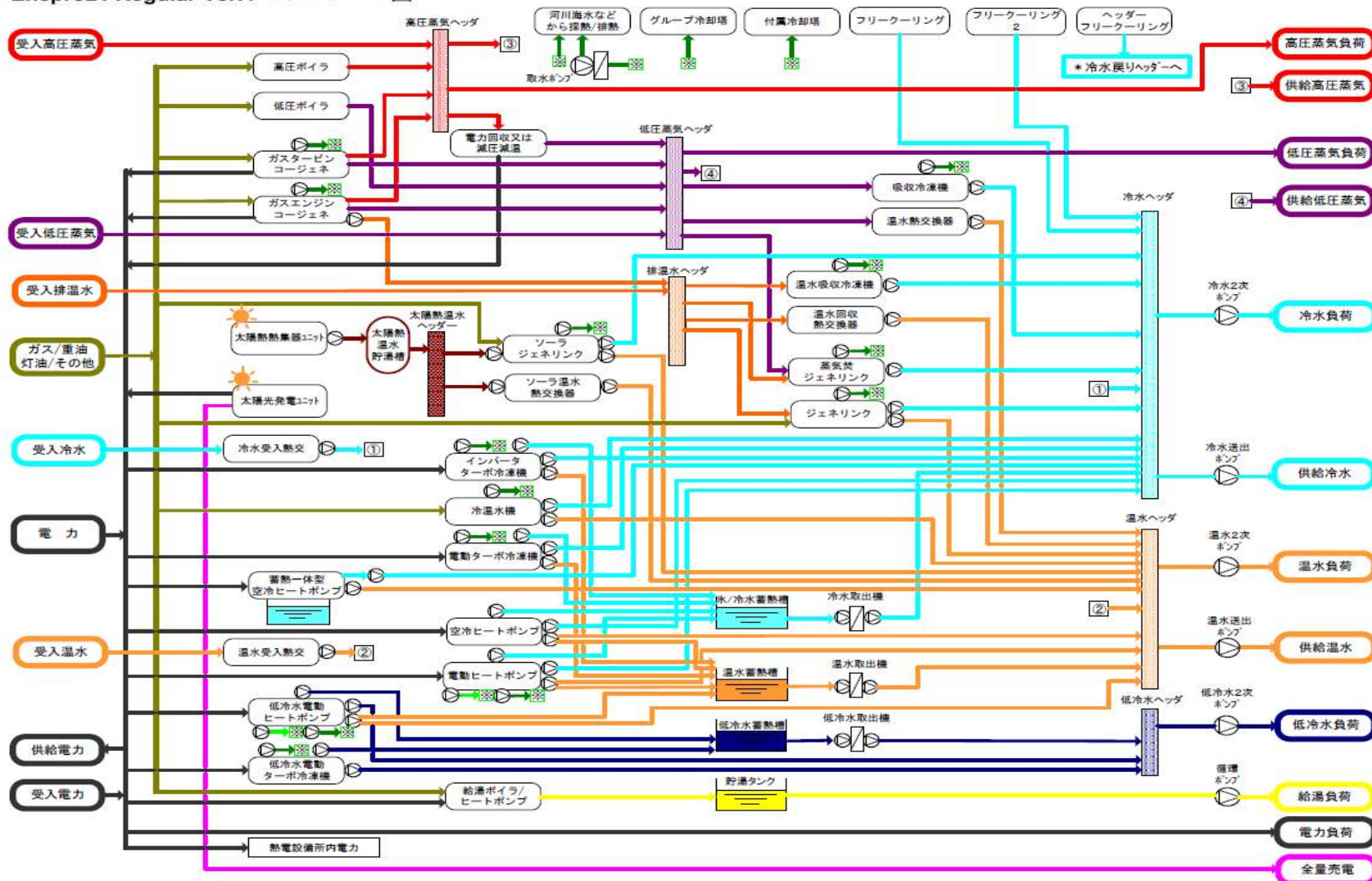
冷熱、温熱及び低冷熱バランスについては、熱バランスだけでなく2次側空調機が要求する冷水、低冷水、及び温水の“流量”バランスもととり、必要な冷凍機台数及び冷凍機の分担負荷率を決めています。



特長 2. 広範囲な熱電システムを容易に構築

汎用システムフローの機器を任意に組み合わせて、熱電負荷に最適なシステムを容易に構築することができます。

Enepro21 Regular Ver.4 モデルフロー図



更に、次に示す項目を熱電システムにフレキシブルに組み入れることができ、バランス計算を正確に行います。

- ① 一次ポンプ方式、二次ポンプ方式、フリークーリングの組み込み
- ② 未利用エネルギーの海水、河川水、下水、地下水を、熱源水又は冷却水として利用
- ③ 電力、冷水、温水、蒸気及び排温水を他の設備から受入れて利用
- ④ 再生可能エネルギーの太陽光発電、太陽熱利用と熱電設備を一体としたシステム
- ⑤ GEコージェネ、GTコージェネを組み合わせたフレキシブルな運転
 - ・ 逆潮を起こさない最低売電量制御運転
 - ・ 売電を意図した最大発電運転
 - ・ 蒸気負荷に合わせた熱主運転
- ⑥ GEの排温水利用の順位を任意に設定
ジェネリンク、排温水回収熱交、給湯設備の熱利用の優先順位を負荷に応じて自由に設定
- ⑦ 蓄熱システムのフレキシブルな運転
 - ・ 蓄熱しながらの放熱運転
 - ・ 夜間及び昼間の時間帯の蓄熱運転
 - ・ 逆詰で蓄熱運転
 - ・ 蓄熱機器の運転を6パターンで設定
 - ・ 最優先での放熱運転
 - ・ 運転優先機器順位での放熱運転 など

特長 3. 実際の運転に即して運転条件を設定できる柔軟性

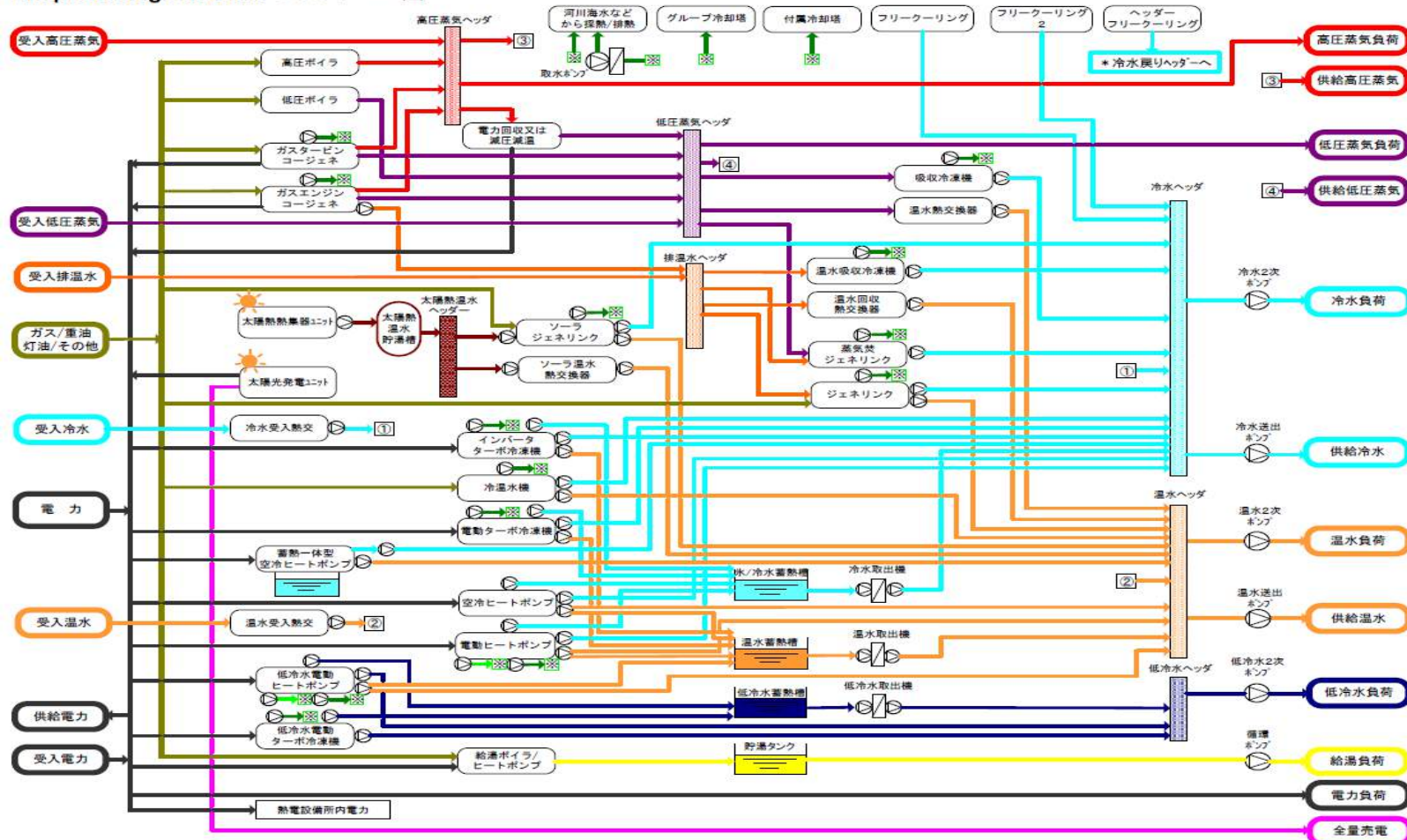
次に示す項目を設定することが可能です。

- ① 負荷パターンに応じて時間帯ごとに機器の運転優先順位を設定。
- ② 発電設備の多用な電力システムモードへの対応。
 - ・ 熱電設備の電力負荷のみに対応
 - ・ 需要家の電力負荷のみに対応
 - ・ 熱電設備プラス需要家の電力負荷への対応」 など。
- ③ 冷凍機ごとに冷水出口温度を変更した際のCOPの自動補正
- ④ 設備の経年変化に伴う能力低下やCOP劣化などの反映
- ⑤ 冷却塔の冷水出口温度を月ごとに設定
- ⑥ 蓄熱インバータターボ冷凍機の蓄熱時の負荷率を月ごとに設定
- ⑦ 蓄熱槽の蓄熱効率を月ごとに設定
- ⑧ 冷却塔ファンの制御の設定：定速、ポール変換（4P⇔6P、4P⇔8P）、インバータ制御
- ⑨ ポンプの制御方法の設定：定流量制御、圧力一定制御、調節弁による制御、インバータ制御
- ⑩ 定流量ポンプとインバータ制御ポンプの組合せ運転

特長 4. エネルギー関係者の誰もが容易に使える汎用技術ソフト

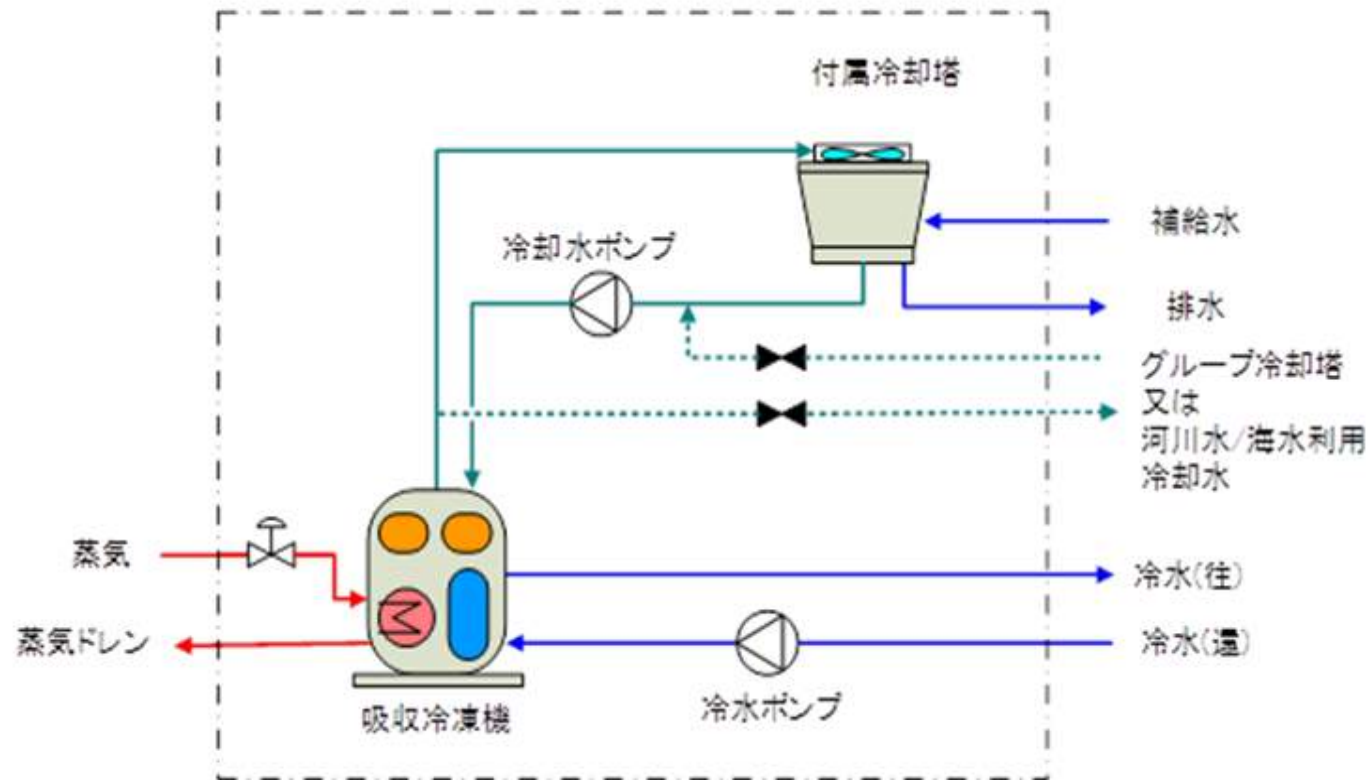
① システムフロー図により、視覚的にシステムの構築が可能

Enepro21 Regular Ver.4 モデルフロー図



② 各熱源機のモデルは機能でまとめられているため、関連する機器を接続不要。

例えば冷熱機器については冷水ポンプ、冷却水ポンプ、付属冷却塔などの付属機器が主要機器の設定と同時に組み込まれます。



ポンプ自動設定、付属冷却塔の自動設定機能 → さらにユーザーの手間を減らす

- ポンプの自動設定：ポンプ容量の自動計算、JISに基づくポンプ効率のデータ入力補助機能があります。

効率 (ポンプ効率×モータ効率)を計算します

ポンプ定格容量	216	m3/h	ポンプを指定	冷水ポンプ
ポンプ軸動力	40.4	kW		
モータ所要動力	46.5	kW		
電圧(級)	200V級			

効率計算結果 %

- 付属冷却塔の自動設定：Enepro21データベースからの機器のダウンロードデータに基づいてデータを自動設定できます。

☒ 冷却塔の詳細計算を行う

温度条件・流量

必要台数	2	台	☐ 台数指定
冷却塔入冷却水温度	37	℃ (37℃～50℃)	
冷却塔出冷却水温度	32	℃ (入出温度差:2.5℃以上)	
冷却水流量	195	m3/h・台	
外気湿球温度	27	℃	
冷却能力	4081.4	MJ/h・台	

冷却能力補正

外気湿球温度(℃)	10	20	27	30
冷却能力(%)	100	100	100	100

冷却能力補正

冷却塔入冷却水温度(℃)	15	25	35	40
冷却能力(%)	100	100	100	100

冷却塔ファン

冷却塔1台当たりのファン消費電力(kW)	7.5	kW/台
風量制御	☒ 定速モータ	
	☐ ボールチェンジモータ	☒ 4Pole/6Pole ☐ 4Pole/8Pole
	☐ インバーターモータ	下限回転数(商用の) 5 %

③ その他の補助機能も充実

- 蒸気の圧力からエンタルピーの自動入力機能

The screenshot shows a software window titled '低圧蒸気のエンタルピー計算' (Low Pressure Steam Enthalpy Calculation). On the left, there is a table with input fields for steam properties:

低圧蒸気の圧力(MPaG)	0.784
低圧蒸気のエンタルピー(kJ/kg)	2771
低圧蒸気還水のエンタルピー(kJ/kg)	251
低圧蒸気回収率(%)	100

On the right, the dialog box has two radio buttons: '飽和蒸気' (Saturated Steam) which is selected, and '過熱蒸気' (Superheated Steam). Below them is a temperature input field set to '0' °C. At the bottom, there are buttons for '計算' (Calculate) and 'エンタルピー' (Enthalpy).

- 計算結果をExcel形式で出力 → グラフの出力と合わせて報告書を作成
- その他多数の便利な機能があります。詳しくは、「Enepro21の操作説明動画」にて紹介しています。

④ Enepro21データベースが利用可能

シミュレーションに必要な条件設定を容易に行えるようにEnepro21データベースが整備されています。



⑤ 詳細なオンラインヘルプ機能

Window画面ごとに、詳細なオンラインヘルプが表示でき、入力方法及び計算内容についても公開しています。

ガスエンジンのヘルプ画面：フローモデルや計算式を表示

内容

[4.3 ガスエンジンコージェネ](#)

[4.3.1 モデル・フロー図](#)

[4.3.2 関連機器](#)

[4.3.3 データ入力ー「性能・能力・台数・燃料など」](#)

[4.3.4 データ入力ー「補機消費電力」](#)

[4.3.5 データ入力ー「冷却塔など」](#)

[4.3.6 計算式](#)

4.3.6 計算式

1) 燃料使用量

式4.3.1から

$$\text{燃料使用量 [Nm}^3/\text{h]} = \frac{\text{発電出力 [kW]} \times 3.6 [\text{MJ/kWh}]}{\text{燃料低位発熱量 [MJ/Nm}^3] \times \text{発電効率 [\%]}} \times 100$$

2) 廃熱ボイラ実際蒸発量

廃熱ボイラの定格実際蒸発量は式4.3.1、式4.3.2と式4.3.5を組み合わせると

$$\begin{aligned} \text{実際蒸発量 [kg/h]} \\ = \frac{\text{発電出力 [kW]} \times 3600 [\text{kJ/kWh}]}{\Delta H_S [\text{kJ/kg}] + \Delta H_B [\text{kJ/kg}] \times \text{ブロー率 [\%]} / 100} \times \frac{\text{蒸気熱回収率 [\%]}}{\text{発電効率 [\%]}} \end{aligned}$$

ただし

$$\Delta H_S [\text{kJ/kg}] = \text{蒸気エンタルピー [kJ/kg]} - \text{給水エンタルピー [kJ/kg]}$$

$$\Delta H_B [\text{kJ/kg}] = \text{ブローダウン水エンタルピー [kJ/kg]} - \text{給水エンタルピー [kJ/kg]}$$

式4.3.9はブローダウンを差し引いた、実際に使用できる蒸気流量を示しています。

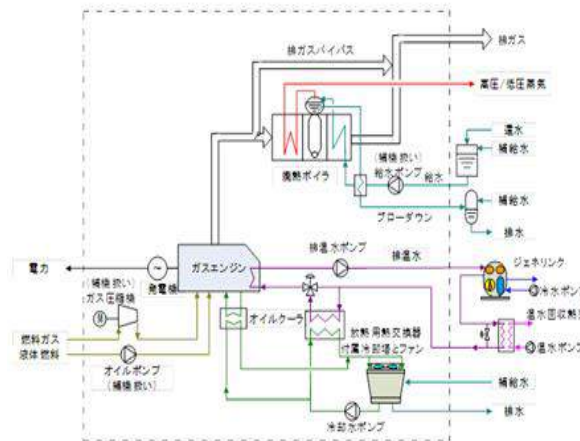


図4.3.1

3. Enepro21 データベースの紹介

Enepro21活用データ集

- ① 機器性能データ
- ② 環境負荷評価データ
- ③ 電力料金データ
- ④ ガス料金データ
- ⑤ 温度データ



Enepro21 活用データ集 ダウンロード へようこそ

Enepro21 活用データ集のトップページ

画期的なシステム

「Enepro21活用データ集」から、必要なデータをダウンロードしてEnepro21に取り込むと、各種のデータが自動的に設定される。



最新のメーカーデータを使った、さまざまなケーススタディを簡単に行うことが可能！
ユーザーがこれらのデータを入手する困難さと、データの検討や入力に関わる時間を抜本的に解決！

①機器性能データ

Energy Simulation Software
Enepro21

ENEPRO21 活用データ集 ダウンロード

レギュラーテストユーザ 様

ログアウト



機器性能データ

環境負荷評価データ

電力料金データ

ガス料金データ

温度データ

ユーザー情報変更

製品アップデート

E1 発電系

ガスタービンコージェネ

ガスエンジンコージェネ

バイオガスエンジンコージェネ 使い方

太陽光発電モジュール

E2 蒸気系

高圧ボイラー

低圧ボイラー

E3 冷水系

ジェネリンク

吸収冷凍機

温水吸収冷凍機

冷温水機

電動ターボ冷凍機

インバータターボ冷凍機

電動ヒートポンプ

空冷ヒートポンプ

蓄熱一体型空冷ヒートポンプ

蒸気焚ジェネリンク

ソーラージェネリンク

空冷インバータヒートポンプ

機器性能データ一覧

冷水系> インバータターボ冷凍機> メーカー : 三菱重工サマルシステムズ株式会社

ecoターボ ETIシリーズ - 高性能機
冷水入口温度10℃、出口温度5℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

ecoターボ ETIシリーズ - 高性能機
冷水入口温度12℃、出口温度7℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

水蓄熱
ecoターボ ETIシリーズ - 高性能機
冷水入出口温度 冷房：12℃→7℃ 蓄熱：10℃→5℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

ecoターボ ETIシリーズ - 超高性能機 ETI-ES
冷水入口温度17℃、出口温度7℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

ecoターボ ETIシリーズ - 超高性能機 ETI-ES
冷水入口温度12℃、出口温度7℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

超低GWP冷媒採用 HF0-1233zd(E) 次世代ターボ冷凍機 ETI-Zインバータ SERIES
冷水入口温度10℃、出口温度5℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

超低GWP冷媒採用 HF0-1233zd(E) 次世代ターボ冷凍機 ETI-Zインバータ SERIES
冷水入口温度12℃、出口温度7℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

機器メーカーの選定

シリーズ名の選定

機種を選定

【型番の選定画面】



ENEPRO21 活用データ集 ダウンロード

[レギュラーテストユーザ 様](#)

[ログアウト](#)



機器性能データ

環境負荷評価データ

電力料金データ

ガス料金データ

温度データ

ユーザー情報変更

製品アップデート

E1 発電系

ガスタービンコージェネ

ガスエンジンコージェネ

バイオガスエンジンコージェネ 使い方

太陽光発電モジュール

E2 蒸気系

高圧ボイラー

低圧ボイラー

E3 冷水系

ジェネリンク

吸収冷凍機

温水吸収冷凍機

冷温水機

電動ターボ冷凍機

インバーターターボ冷凍機

電動ヒートポンプ

空冷ヒートポンプ

水蓄熱
ecoターボ E T I シリーズ - 高性能機
冷水入出口温度 冷房：12℃→7℃ 蓄熱：10℃→5℃
冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃

型番	冷房能力 【kW】	冷房能力 【USRT】	冷水蓄熱 能力【KW】	機器情報
ETI-15	527	150	527	詳細
ETI-20	703	200	703	詳細
ETI-25	879	250	879	詳細
ETI-25A	879	250	879	詳細
ETI-30A	1055	300	1055	詳細
ETI-35A	1231	350	1231	詳細
ETI-40	1407	400	1407	詳細
ETI-50	1758	500	1758	詳細
ETI-50A	1758	500	1758	詳細
ETI-60A	2110	600	2110	詳細
ETI-70A	2461	700	2461	詳細

【機器の詳細画面】

シリーズ	水蓄熱 ecoターボ ETIシリーズ - 高性能機 冷水入出口温度 冷房：12℃→7℃ 蓄熱：10℃→5℃ 冷却水入口温度32℃、冷却水出口温度37℃	メーカーホームページ
型番	ETI-50	メーカーのホームページへ
データ作成日／更新日	作成日 2016/08/05 更新日 2018/06/06	
冷房能力[kW]	1758	
冷房能力【USRT】	500	
冷水蓄熱能力[kW]	1758	
冷水出口温度【℃】	7	
設計温度差：冷蓄熱【℃】	5	
設計温度差：冷水間接出し【℃】		
共通条件	冷水出口温度7℃ ・JIS B8621-2011 遠心冷凍機に準拠 ・適用可能範囲 冷却水入口温度：12～37℃、冷水出口温度：5～12℃、冷却水流量：5 ・冷水、冷却水の設計圧力：1MPa ・スケールファクター：冷水、冷却水ともに0.000086m ² K/W ・補助電源・低圧インバータ起動-200/220V 3 相 5kVA、高圧インバータ起動-お問い合わせ	
備考1	1 COPはインバーター入力を基準にしています。 2 付属冷却塔性能データはEIE推算値です。 3 冷却水データの [温度データ+] の値はEIE推算値です。 下限値は機器運転下限温度です。(メーカー験データ)	機器データダウンロード
備考2		機器データダウンロード

【ETI-50のデータをEnepro21 に取り込んだ機器性能画面】

ETI-50 (1750kW)インバータターボ冷凍機のダウンロード性能

冷水供給温度7℃の性能データ

部分負荷特性グラフ

性能 | 能力・台数・付属冷却塔 | ボンプ | 冷却方式 | 部分負荷特性グラフ | 付属冷却塔性能グラフ | フロー図

冷水モード(M1) | 冷水蓄熱モード(M4)

性能データ(負荷率-冷却水温度-COPの関係)

負荷率 %

冷却水温度	冷却水温度と負荷率に対応するCOP					
12℃	16.11	26.16	25.83	23.85	19.4	11.95
15℃	8.76	16.93	17.88	17.57	15.01	10.69
20℃	4.53	10.11	11.33	11.79	11.17	8.92
25℃	2.88	6.03	8.03	8.63	8.7	7.54
29℃	2.17	5.43	6.42	7.01	7.32	6.66
32℃	1.81	4.64	5.54	6.12	6.52	6.1

※ 冷却水温度がゼロ以下の行は未入力と判断します
※ 冷却水温度は上から低い温度の順に設定してください

設計ベースとなる冷却水温度は ℃

設計温度差

冷水 ℃
温水 ℃
冷却水 ℃
冷蓄熱 ℃
冷水間接取出し ℃

設計能力に対するポンプの定格容量を計算

冷却水温度の設定(℃)

温度データ+ ℃で下限値 ℃以上で変化

(注) [温度データ]
冷却方式の①、②: 冷却水温度=外気/室外温度 + α
③: 冷却水温度=河川水/海水温度
④: 冷却水温度=河川水/海水温度 + α
冷却水温度下限値は①~④に適用される。

COP補正
冷水出口温度によるCOP補正 設定なし
冷却水流量によるCOP補正 設定なし
任意割合設定によるCOP補正 設定あり
[詳細設定](#)

冷水5℃の蓄熱モード性能データ

性能 | 能力・台数・付属冷却塔 | ボンプ | 冷却方式 | 部分負荷特性グラフ | 付属冷却塔性能グラフ | フロー図

冷水モード(M1) | 冷水蓄熱モード(M4)

性能データ(負荷率-冷却水温度-COPの関係)

負荷率 %

冷却水温度	冷却水温度と負荷率に対応するCOP					
12℃	14.59	23.7	23.39	21.6	16.66	10.83
15℃	7.93	15.33	16.19	15.92	13.6	9.68
20℃	4.11	9.16	10.26	10.67	10.12	8.08
25℃	2.6	6.28	7.28	7.81	7.88	6.83
29℃	1.96	4.92	5.81	6.35	6.63	6.03
32℃	1.64	4.2	5.02	5.54	5.9	5.53

※ 冷却水温度がゼロ以下の行は未入力と判断します
※ 冷却水温度は上から低い温度の順に設定してください

設計ベースとなる冷却水温度は ℃

設計温度差

冷水 ℃
温水 ℃
冷却水 ℃
冷蓄熱 ℃
冷水間接取出し ℃

設計能力に対するポンプの定格容量を計算

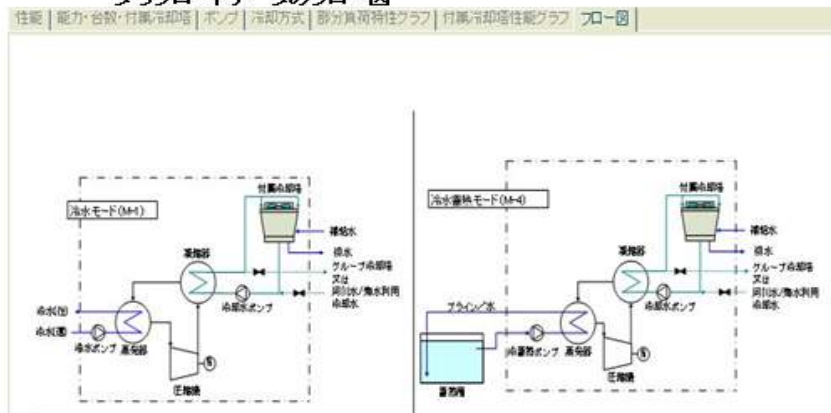
冷却水温度の設定(℃)

温度データ+ ℃で下限値 ℃以上で変化

(注) [温度データ]
冷却方式の①、②: 冷却水温度=外気/室外温度 + α
③: 冷却水温度=河川水/海水温度
④: 冷却水温度=河川水/海水温度 + α
冷却水温度下限値は①~④に適用される。

COP補正
冷却水流量によるCOP補正 設定なし
任意割合設定によるCOP補正 設定なし
[詳細設定](#)

ダウンロードデータのフロー図



能力・台数・付属冷却塔

性能 | 能力・台数・付属冷却塔 | ボンプ | 冷却方式 | 部分負荷特性グラフ | 付属冷却塔性能グラフ | フロー図

主機の台数と能力(単位 kW)

台数 設計能力 kW 実際の能力は運転台数の計算に使用

冷水モード(M1) kW 1年間平均実際の能力を設定

冷水蓄熱モード(M4) kW

月別に実際の能力を設定(%)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	夏季	冬季
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	70.0	75.0	100.0	70.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

付属冷却塔のファン1台あたりの能力・消費電力

冷却能力(kW/h台) 消費電力(kW/h台) 必要運転台数はプログラムで計算します

ベース室外温度(℃)

付属冷却塔のファン1台あたりの能力・消費電力

外気室外温度(℃)

冷却能力 (%)

ファン1台の能力を補正し運転台数を計算

付属冷却塔その他

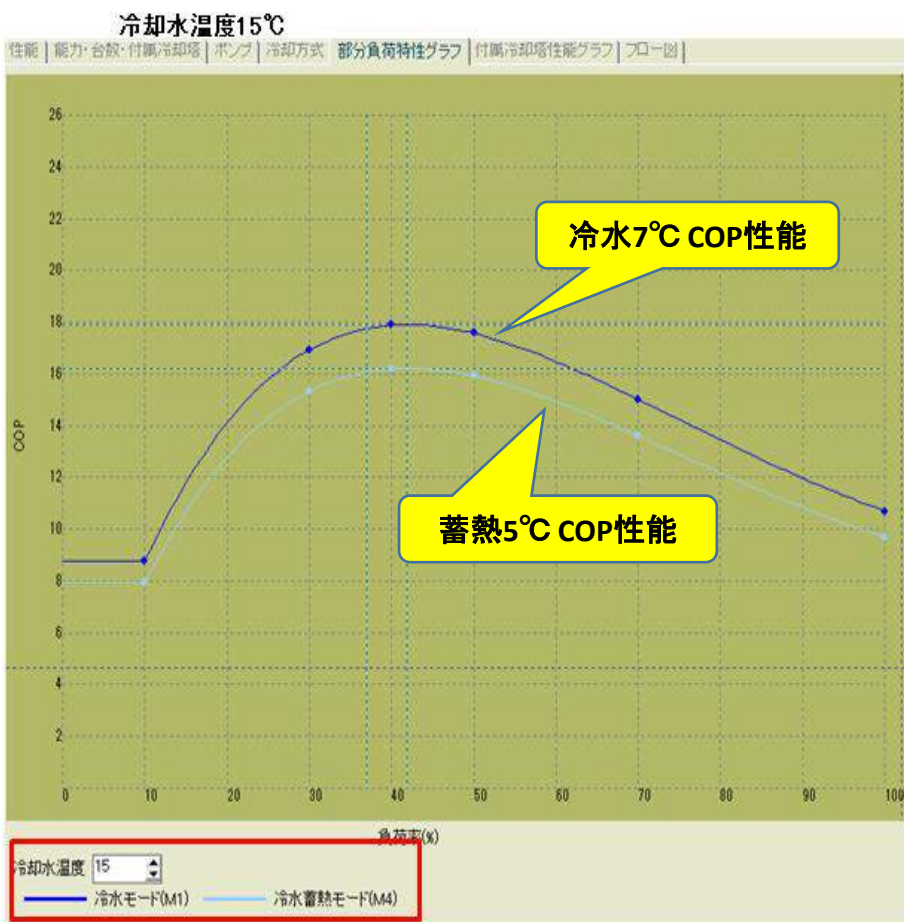
補機消費電力(冷凍機1台あたり)(kW)

補給水温度係数

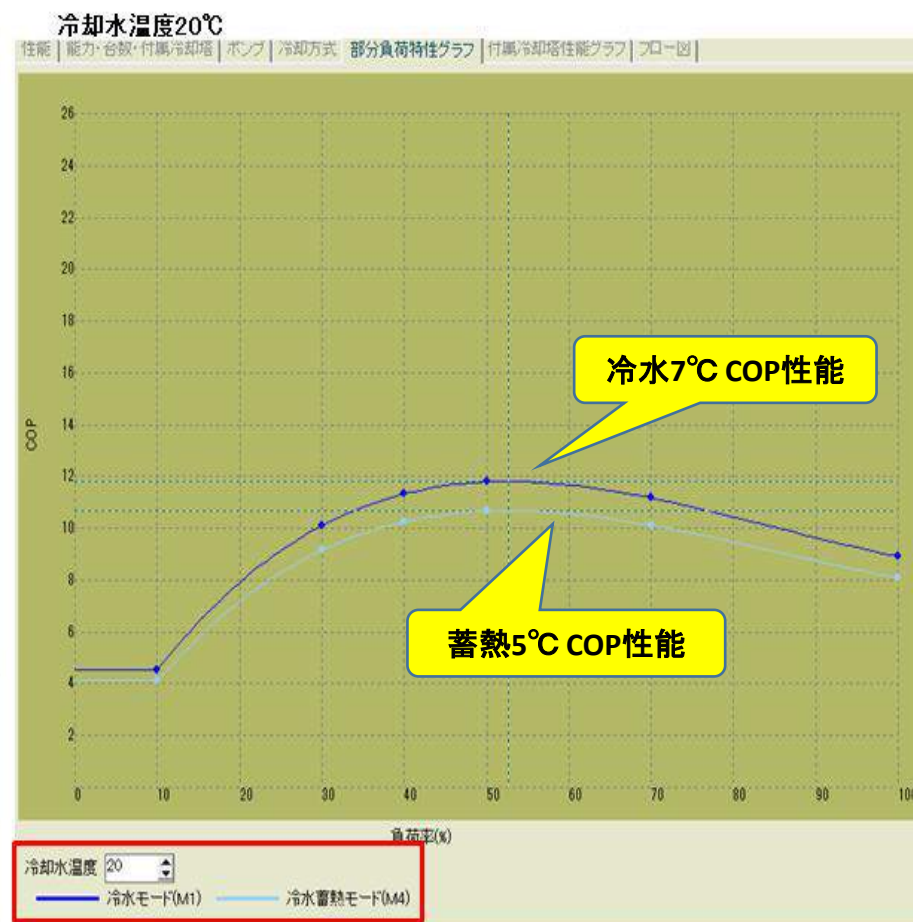
蓄熱運転時 付属冷却塔の消費電力を蓄熱電力として扱う

【インバータ冷凍機の負荷率とCOPグラフ】

冷水7℃供給モード及び冷水5℃の蓄熱モードの部分負荷COP特性



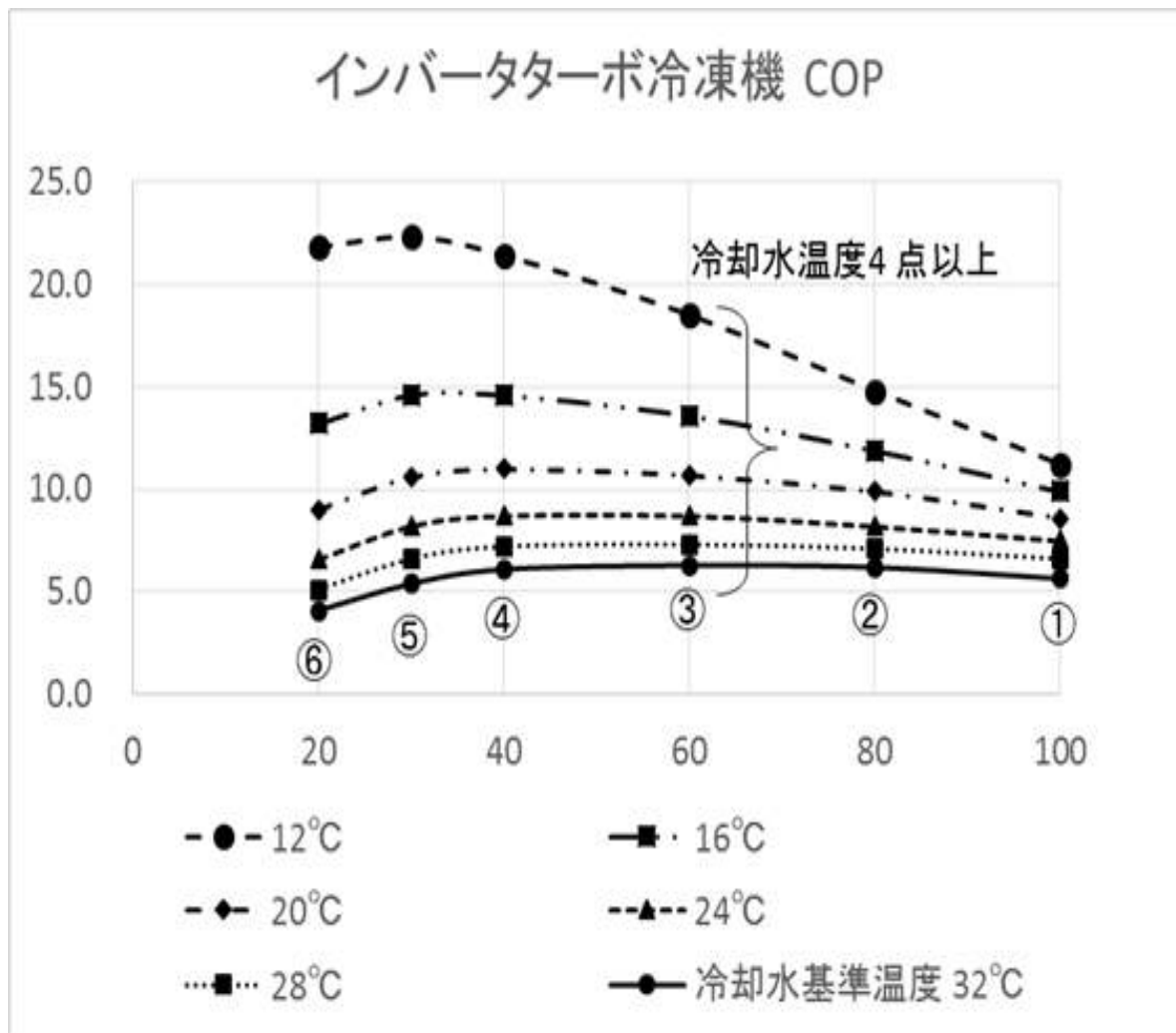
冷却水15℃に設定
(冷水7℃モード、蓄熱5℃モード)



冷却水20℃に設定
(冷水7℃モード、蓄熱5℃モード)

①インバータターボ冷凍機のCOP特性

- 冷却水温度4点以上に対してそれぞれ負荷率対COPデータ6組（①～⑥）を設定しCOP特性を規定
- 冷却水温度はそれぞれ一定（負荷率に対しては変化させない）
- 最小の負荷率⑥は原則として運転下限負荷率とし、通常は20%
- 最低の冷却水温度は冷却水運転下限温度とする
- インバータターボの場合、冷却水温度によって形が変わるので、グラフに示すように負荷率6点に対してそれぞれの負荷率対COPを4次多項式で回帰している。



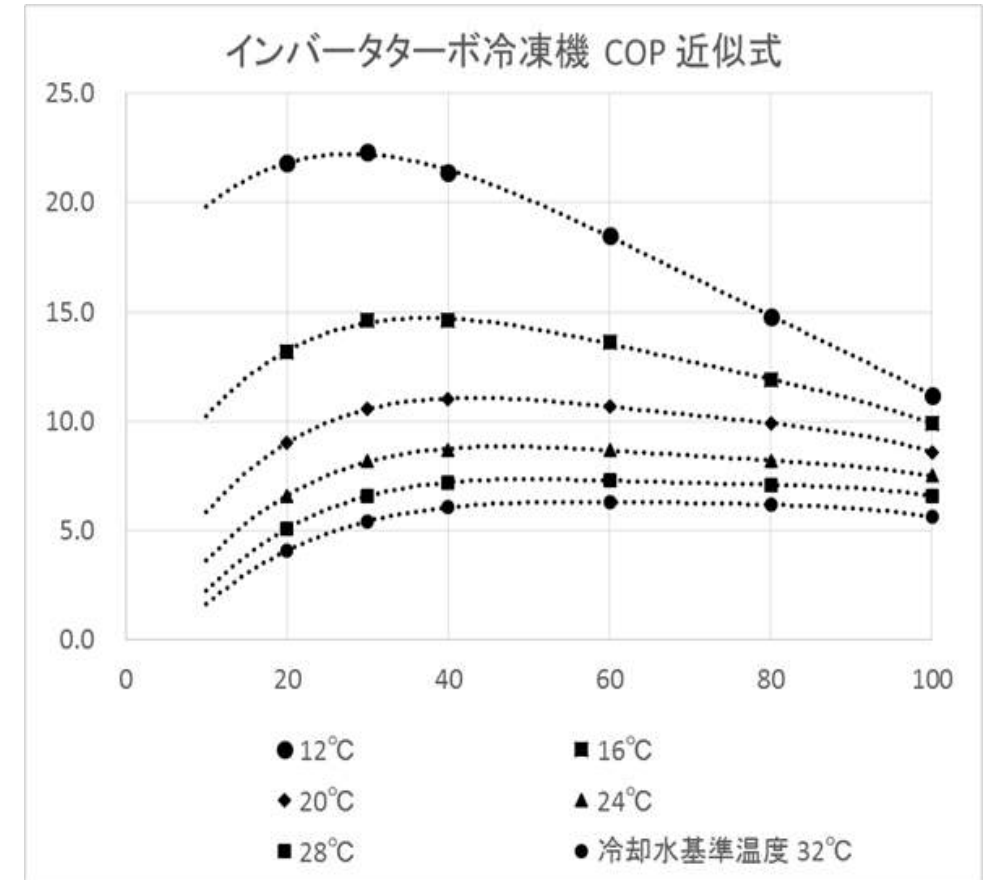
【インバータターボ冷凍機 COPグラフ作成】

冷凍機の最低運転負荷率は通常20%。
20%以下の負荷率の場合、実際の運転ではON-OFF運転領域に入る。

一方、電力消費量計算では20%以下の負荷率でも計算する必要があるため、ON-OFF運転状態を連続運転で模擬し、その時のCOPは回帰式を20%以下まで外挿している。

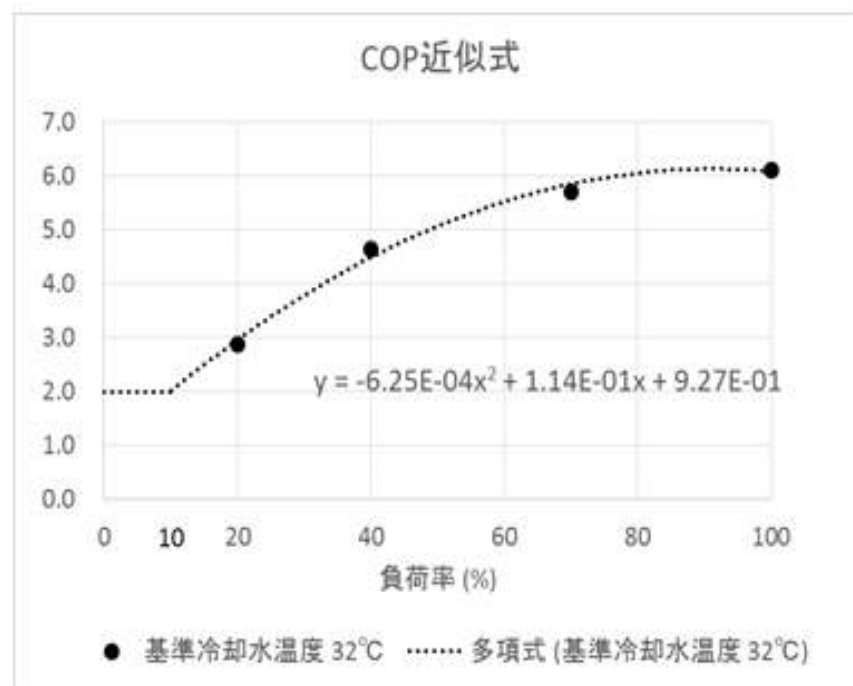
10%以下の負荷率までCOPを外挿するとCOPが非常に小さくなり、電力消費量計算に大きな誤差を含むことがあるため、負荷率10%以下ではCOPは一定と仮定して計算している。

電力消費量計算では、計算時間帯の冷凍機の冷却水温度に対してその冷却水温度を挟む2つの回帰式を選択し、その時間帯の負荷率でのCOPの2つの値から当該冷却水温度でのCOPを内挿して計算している。

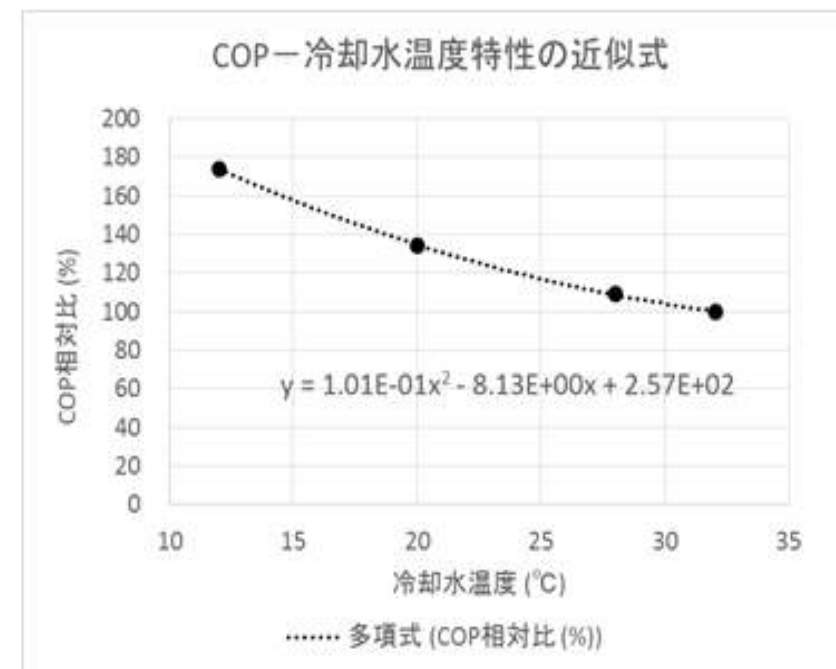


【インバータターボ冷凍機 COPグラフ】

②ターボ冷凍機・吸収冷凍機等のCOP特性



基準温度におけるCOP特性



COPと冷却水温度特性

冷凍機の最低運転負荷率は通常20%であるため、20%以下の負荷率では実際の運転ではON-OFF運転に入る。一方、電力・ガス消費量計算では20%以下の負荷率でも計算する必要があるため、ON-OFF運転状態を連続運転で模擬し、その時のCOPは回帰式を20%以下まで外挿している。

ただし10%以下の負荷率までCOPを外挿するとCOPが非常に小さくなり、電力・ガス消費量計算に大きな誤差を含むことがあるため、負荷率10%以下ではCOPは一定と仮定して計算している。

COP—冷却水温度特性の近似方法は2次多項式の回帰式で4点に基づき作成。

この2式により、冷却水温度と機器の負荷率から機器の運転COPが決まる。

②環境負荷評価データ



ENEPRO21 活用データ集 ダウンロード

レギュラーテストユーザ 様

ログアウト



機器性能データ

環境負荷評価データ

電力料金データ

ガス料金データ

温度データ

ユーザー情報変更

製品アップデート

環境負荷評価データ CO₂, SO_x, NO_x排出原単位

電力会社:

東京電力

実績年度:

平成30年度(CO₂基礎排出係数)

■ 東京電力 平成30年度(CO₂基礎排出係数)

項目	昼間		夜間	
	値	単位	値	単位
CO ₂ 排出原単位	0.468	kg-CO ₂ /kWh	0.468	kg-CO ₂ /kWh
SO _x 排出原単位	0.03	g-SO ₂ /kWh	0.03	g-SO ₂ /kWh
NO _x 排出原単位	0.09	g-NO ₂ /kWh	0.09	g-NO ₂ /kWh
備考	- CO₂排出原単位は環境省発表の電気事業者別基礎排出係数に基づいています。 - SO_x, NO_x排出原単位は東京電力殿ホームページ記載の平成30年度火力平均実績値です。			

電力会社の選定

年度及び排出係数の選定

- ・実排出係数
- ・調整後排出係数

買電電力の一次エネルギー換算や、システムCOPの算出に使用

■ 受電電力

項目	昼間		夜間	
	値	単位	値	単位
電力一次エネルギー換算値(HHVベース)	9.970	kJ/kWh	9.280	kJ/kWh
電力一次エネルギー原油換算値	0.257	l/kWh	0.239	l/kWh

【Enepro21に読み込まれた環境負荷データ】

一次エネルギー・環境負荷係数

受電電力

一次エネルギー換算値HHV (kJ/kWh)

9970

CO2排出原単位 (kg-CO2/kWh)

0.400

SOx排出原単位 (g-SO2/kWh)

0.03

NOx排出原単位 (g-NO2/kWh)

0.09

原油換算値 (l/kWh)

0.257

昼間

9280

夜間

9280

ガス

CO2排出原単位 (kg-CO2/Nm3)

2.24

SOx排出原単位 (g-SO2/Nm3)

0

NOx燃料換算値 (g-NO2/Nm3/ppm)

0.0198

原油換算値 (l/Nm3)

1.16

重油

CO2排出原単位入力単位

☐ kg-CO2/kg
☒ kg-CO2/l

CO2排出原単位 (kg-CO2/l)

2.71

SOx排出原単位 (g-SO2/kg)

12

NOx燃料換算値 (g-NO2/kg/ppm)

0.0214

原油換算値 (l/l)

1.01

灯油

CO2排出原単位入力単位

☐ kg-CO2/kg
☒ kg-CO2/l

CO2排出原単位 (kg-CO2/l)

2.49

SOx排出原単位 (g-SO2/kg)

0

NOx燃料換算値 (g-NO2/kg/ppm)

0.0218

原油換算値 (l/l)

0.95

その他油

CO2排出原単位入力単位

☐ kg-CO2/kg
☒ kg-CO2/l

CO2排出原単位 (kg-CO2/l)

2.58

SOx排出原単位 (g-SO2/kg)

10

NOx燃料換算値 (g-NO2/kg/ppm)

0.0217

原油換算値 (l/l)

0.97

補給水/排水

補給水のCO2排出係数 (t-CO2/m3)

0.000000

排水のCO2排出係数 (t-CO2/m3)

0.000000

製造エネルギー換算値

発電電力の換算値(昼) (MJ/MWh)

9970

発電電力の換算値(夜) (MJ/MWh)

9280

(注) システムCOPの計算に用います。

コメント

CO2排出原単位は環境省発表の電気事業者別基礎排出係数に基づいています。

SOx、NOx排出原単位は東京電力殿ホ

23

③電力料金データ ④ガス料金データ

【Enepro21に読み込まれた電力料金・ガス料金画面】

ユーティリティ料金 -【熱電設備】

電気料金-1 | 電気料金-3 | 電気料金-4 | 燃料料金 | 水・熱料金

高圧・特別高圧電力契約

基本料金単価 1900.8 円/kW・月

契約電力 3150 kW (1月 ~ 12月)

力率 100 %

従量料金 1-3月 13.14 4-6月 13.14 7-9月 13.95 10-12月 13.14 円/kWh

季節別・時間帯別電力契約

基本料金単価 1771.2 円/kW・月

契約電力 0 kW (1月 ~ 12月)

力率 0 %

☒ ピーク時間の設定 13時 ~ 16時

従量料金 昼間 1-3月 14.12 4-6月 14.12 7-9月 14.92 10-12月 14.12 円/kWh

夜間 10.56 10.56 10.56 10.56 円/kWh

ピーク時間 17.03 円/kWh

※ 日曜・休日扱い日の従量料金は 該当月の夜間従量料金単価で計算します。
夏季は 7~9月固定です

※夏季設計日は8月、冬季設計日は1月と同じとします

コメント

電力会社名 九州電力

契約種別 業務用電力A(20kV)

備考

- ・標準供給条件 平成28年4月1日実施料金表 平成28年10月1日実施および選択供給条件から抜粋
- ・再生可能エネルギー発電促進賦課金単価は平成28年5月~平成29年4月に適用
- ・ENEPROの従量料金は上記の単価を加算して取り込まれる

電力の契約種別

☒ 高圧・特別高圧電力

☐ 季節別・時間帯別電力

☐ 時間帯別電力

選択した電力契約種別で電力コストの計算を行います。

選択約款の付加

☐ ピーク時間調整契約

☐ 予備電力契約

☐ 蓄熱調整契約/蓄熱槽付

☒ 自家発補給電力

☒ アンシラリーサービス

OK キャンセル ファイルに保存 ファイルから読込

契約電力または
契約ガスを入力

契約種別が表示
される

ユーティリティ料金 -【熱電設備】

電気料金-1 | 電気料金-3 | 電気料金-4 | 燃料料金 | 水・熱料金

ガス料金

夏期の定義 4 ~ 11月 ※通常 4~11月

夏期定額基本料金 0 円/月

冬期定額基本料金 0 円/月

夏期流量基本料金 0 円/Nm3/h・月

冬期流量基本料金 0 円/Nm3/h・月

契約最大使用量 0 Nm3/h

期間(月) 1 ~ 12 0 ~ 0 0 ~ 0 0 ~ 0

夏期従量料金 65 0 0 0 円/Nm3

冬期従量料金 65 0 0 0 円/Nm3

油燃料/その他燃料料金

期間(月) 1 ~ 12 0 ~ 0 0 ~ 0 0 ~ 0

重油 0 0 0 0 円/l

灯油 0 0 0 0 円/l

その他 油 0 0 0 0 円/l

※夏季設計日は8月、冬季設計日は1月と同じとします

OK キャンセル

⑤温度データ

【温度データの選択画面】

Energy Simulation Software
Enepro21 ENEPRO21 活用データ集 ダウンロード レギュラーデス

機器性能データ 環境負荷評価データ 電力料金データ ガス料金データ **温度データ**

温度データ 種類 外気温度・外気湿球温度

関東	単年	5年平均
宇都宮	【最新】2018 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 2012, 2011, 2010, 2009, 2008 2007, 2006, 2005, 2004	【最新】2018 2013~2017, 2012~2016, 2011~2015 2010~2014, 2009~2013, 2008~2012 2007~2011, 2006~2010, 2005~2009 2004~2008
前橋	【最新】2018 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 2012, 2011, 2010, 2009, 2008 2007, 2006, 2005, 2004	【最新】2014~2018 2013~2017, 2012~2016, 2011~2015 2010~2014, 2009~2013, 2008~2012 2007~2011, 2006~2010, 2005~2009 2004~2008
富山	【最新】2018 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 2012, 2011, 2010, 2009, 2008 2007, 2006, 2005, 2004	【最新】2014~2018 2013~2017, 2012~2016, 2011~2015 2010~2014, 2009~2013, 2008~2012 2007~2011, 2006~2010, 2005~2009 2004~2008
東京	【最新】2018 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 2012, 2011, 2010, 2009, 2008 2007, 2006, 2005, 2004	【最新】2014~2018 2013~2017, 2012~2016, 2011~2015 2010~2014, 2009~2013, 2008~2012 2007~2011, 2006~2010, 2005~2009 2004~2008

外気温度・外気湿球温度
河川水温度
海水温度

全国28地点より
地域の選択

5年間の平均データ

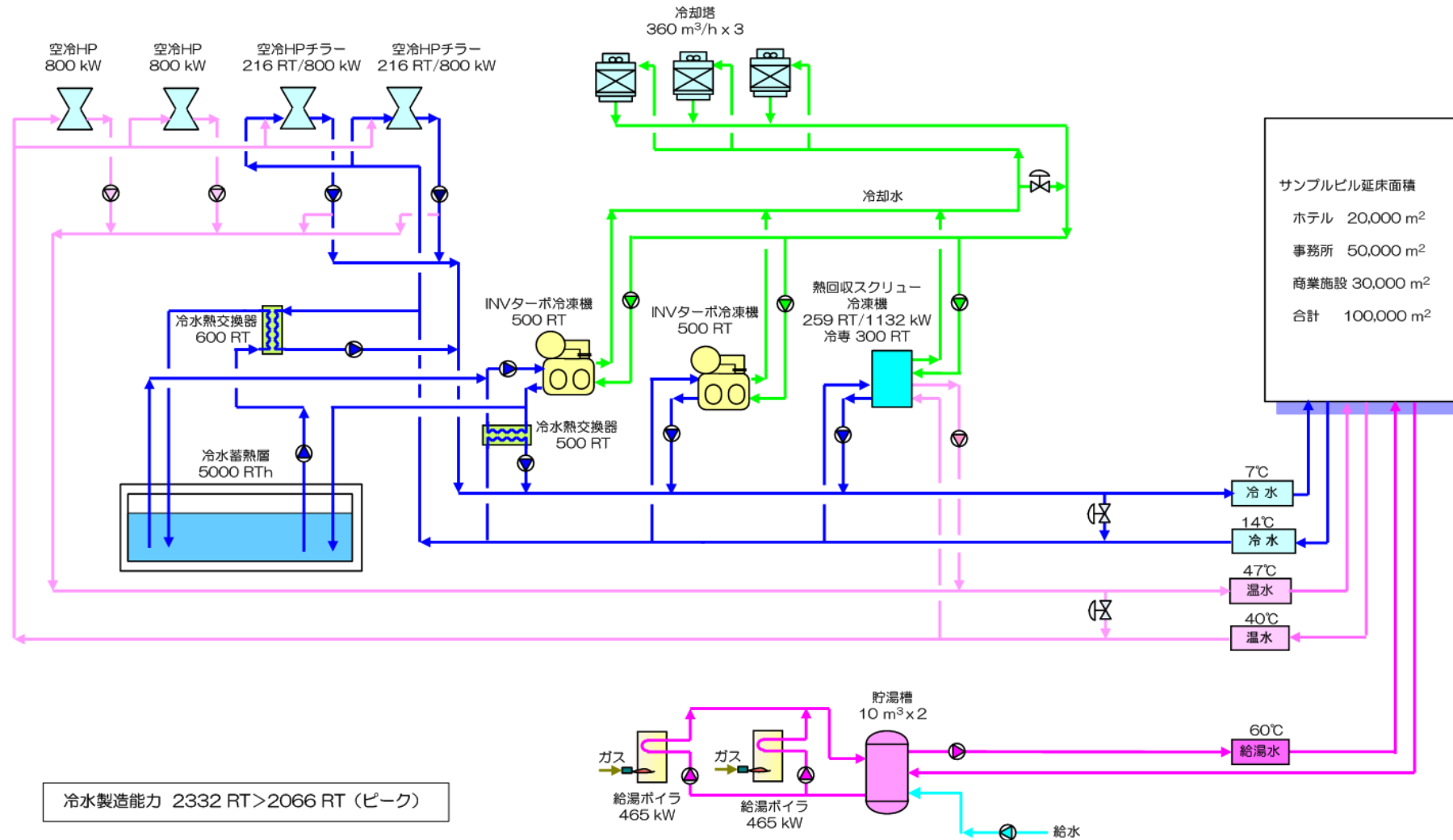
【Enepro21に読み込まれた外気温度・外気湿球温度データ】

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	夏季設計	冬季設計
平均値	5.7	6.3	10.2	15.3	20.3	22.4	26.8	27.2	23.2	18.4	13.1	8.0	29.1	4.8
0-1時	3.7	4.3	8.0	12.7	17.3	20.1	24.5	25.2	21.5	17.0	11.4	6.1	25.8	2.1
1-2時	3.4	3.8	7.6	12.4	17.1	19.8	24.3	25.0	21.2	16.7	11.1	5.9	25.8	2.0
2-3時	3.0	3.5	7.0	12.0	16.9	19.6	24.1	24.8	21.0	16.4	10.8	5.6	25.7	1.1
3-4時	2.8	3.3	6.7	11.7	16.6	19.4	23.9	24.6	20.8	16.1	10.6	5.3	25.5	1.0
4-5時	2.5	3.0	6.3	11.4	16.4	19.4	23.8	24.4	20.7	15.8	10.3	5.0	25.7	1.4
5-6時	2.3	2.9	6.2	11.7	17.2	20.0	24.3	24.7	20.6	15.5	10.2	4.8	26.2	1.1
6-7時	2.4	3.0	7.1	13.1	18.6	21.0	25.4	25.5	21.3	16.1	10.3	4.7	27.3	0.7
7-8時	3.4	4.4	8.5	14.5	20.0	22.0	26.5	26.7	22.4	17.3	11.4	6.0	29.3	1.6
8-9時	5.3	5.9	10.0	16.0	21.5	23.1	27.5	27.7	23.5	18.5	12.8	7.9	30.0	2.7
9-10時	6.9	7.3	11.4	17.2	22.6	23.9	28.5	28.9	24.5	19.7	14.2	9.4	31.0	4.0
10-11時	8.3	8.5	12.6	18.3	23.4	24.7	29.3	29.6	25.2	20.8	15.3	10.6	32.9	5.8
11-12時	9.3	9.5	13.4	19.1	24.0	25.4	29.8	30.2	26.0	21.5	16.1	11.5	32.7	7.0
12-13時	10.0	10.2	14.1	19.5	24.4	25.8	30.1	30.7	26.4	21.7	16.7	12.1	31.7	8.6
13-14時	10.1	10.4	14.3	19.7	24.6	25.8	30.2	30.6	26.4	21.8	16.6	12.0	32.7	8.3
14-15時	9.6	10.1	14.2	19.4	24.2	25.6	29.9	30.2	26.1	21.4	16.1	11.5	31.4	7.7
15-16時	8.9	9.6	13.5	18.7	23.6	25.3	29.4	29.6	25.6	20.7	15.3	10.4	32.7	7.8
16-17時	7.7	8.6	12.7	17.7	22.7	24.6	28.6	28.8	24.7	19.6	14.4	9.3	31.4	7.4
17-18時	6.9	7.6	11.6	16.4	21.5	23.7	27.8	28.0	23.8	19.1	14.1	8.9	30.6	7.2
18-19時	6.3	7.0	10.9	15.6	20.4	22.8	26.9	27.2	23.3	18.7	13.6	8.5	30.1	6.8
19-20時	5.8	6.5	10.4	14.9	19.8	22.1	26.3	26.7	22.9	18.3	13.3	8.0	29.1	6.7
20-21時	5.3	6.1	9.9	14.4	19.1	21.7	25.9	26.3	22.5	17.9	12.9	7.6	29.1	6.7
21-22時	4.9	5.7	9.5	14.0	18.7	21.2	25.5	26.0	22.2	17.6	12.4	7.1	28.2	6.5
22-23時	4.5	5.3	9.1	13.7	18.2	20.8	25.3	25.7	21.9	17.3	12.1	6.7	27.7	4.2
23-24時	4.1	4.8	8.6	13.3	17.8	20.4	24.9	25.3	21.7	17.1	11.7	6.3	26.7	5.6

外気温度 外気湿球温度 河川水温度 海水温度

4.計算の実行とアウトプット

【サンプルモデルのシステム構成 （延床面積10万平方メートルの複合ビル）】



5. 不適切な設定の対策

【ワーニングメッセージの表示】

間違った設定や記載漏れがあった場合、ワーニングメッセージを表示し、注意喚起を行います。ワーニング機能により、間違ったシミュレーションを行うことを防ぐことができます。

事例 1. 機器の優先順位で出口温度の設定忘れ

屋間時間帯の運転優先順位を指定

屋間①の時間帯	8時～22時	1	2	3	4	5	6	7
冷水優先順位	蓄熱放熱	INVタ-ホ冷1-M1	INVタ-ホ冷2-M1	ヒ-ホ冷1-M1	空冷ヒ-ホ冷3-M1	空冷ヒ-ホ冷4-M1		
冷水出口設定温度		7			7	7	7	
温水優先順位								
温水出口設定温度								
低冷水優先順位								
低冷出口設定温度								

屋間②の時間帯 0時～0時

1	2	3
冷水優先順位		
冷水出口設定温度		
温水優先順位		

警告

屋間①冷水：優先順位を設定するときは出口温度を設定してください。

OK

事例 2. 機器の優先順位に同じ機器が設定されている場合

屋間時間帯の運転優先順位を指定

屋間①の時間帯	8時～22時	1	2	3	4	5	6	7
冷水優先順位	蓄熱放熱	INVタ-ホ冷1-M1	INVタ-ホ冷2-M1	ヒ-ホ冷1-M1	空冷ヒ-ホ冷3-M1	INVタ-ホ冷2-M1		
冷水出口設定温度		7		7	7	7	7	
温水優先順位								
温水出口設定温度								
低冷水優先順位								
低冷出口設定温度								

屋間②の時間帯 0時～0時

1	2	3
冷水優先順位		
冷水出口設定温度		
温水優先順位		

警告

屋間①の冷水優先順位に IVR2_M1 が重なって設定されています

OK

事例 3. 機器の設定温度差に異常がある場合

アウトプットの計算開始時に、異常設定についてワーニングを表示

時間帯別計算メニュー | 年間計算メニュー

☐ 全てのチェックをオフ

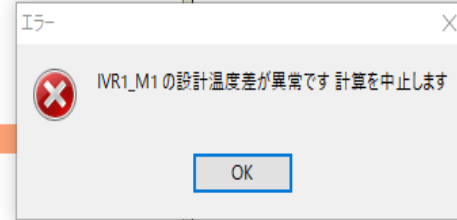
☐ 電力バランス
☐ 太陽光全量売電
☐ 高圧蒸気バランス
☐ 低圧蒸気バランス
☐ 燃料消費
☐ 補給水量/排水処理量
☒ 冷水バランス
☐ 温水バランス
☐ 給湯バランス
☐ 低冷水バランス
☐ 運転台数
☐ 電力消費

☐ 全てのチェックをオフ

8月 ☐ 全てのチェックをオフ

☒ パターン 1 - 日数(23日)
☐ パターン 2 - 日数(8日)

☐ 1月
☐ 2月
☐ 3月
☐ 4月
☐ 5月
☐ 6月
☐ 7月
☒ 8月 パターン(1)
☐ 9月
☐ 10月
☐ 11月
☐ 12月



性能 | 能力・台数・付属冷却塔 | ポンプ | 冷却方式 | 部分負荷特性グラフ | 付属冷却塔性能グラフ | フロー図

冷水モード(M1) | 冷水蓄熱モード(M4)

性能データ(負荷率-冷却水温度-COP の関係)

負荷率	10	30	40	50	70	100%
冷却水温度 12℃	16.11	26.16	25.83	23.85	18.4	11.95
15℃	8.76	16.93	17.88	17.57	15.01	10.69
20℃	4.53	10.11	11.33	11.79	11.17	8.92
25℃	2.88	6.93	8.03	8.63	8.7	7.54
29℃	2.17	5.43	6.42	7.01	7.32	6.66
32℃	1.81	4.64	5.54	6.12	6.52	6.1

※ 冷却水温度がゼロ以下の行は未入力と判断します
※ 冷却水温度は上から低い温度の順に設定してください

設計ベースとなる冷却水温度は 32℃

設計温度差

冷 水	0℃
温 水	0℃
冷却水	5℃
冷却熱	0℃
冷水間接取出し	0℃

冷却水温度の設定(℃)

温度データ + 5℃で下限値 12℃以上で変化

冷却方式の①、②: 冷却水温度 = 外気露点温度 + α
③: 冷却水温度 = 河川水/海水温度
④: 冷却水温度 = 河川水/海水温度 + α
冷却水温度下限値は①～④に適用される。

設計能力に対するポンプの定格容量を計算

事例 4. 負荷に対して、能力・台数が不足している場合

年間の計算を止めることなく、優先順位の最後に設定されている機器を自動的に追起動してバランス計算を継続。

自動起動した時間帯は右側にワーニングとして記載。

年間計算完了後にこのワーニングに従って機器を追加するか、又は機器の能力を変更する等の修正が可能。

☐ 低圧蒸気バランス
☐ 燃料消費
☐ 補給水量/排水処理量
☒ 冷水バランス
☐ 温水バランス
☐ 給湯バランス
☐ 低冷水バランス
☐ 電力消費
☐ 電力消費詳細
☐ ユーティリティコスト
☐ 一次エネルギー/環境負荷集計
☐ システムCOP/CO2排出原単位

3月 パターン 1 日数20日を計算中です
3月 パターン 2 日数11日を計算中です
4月 パターン 1 日数20日を計算中です
4月 パターン 2 日数10日を計算中です
5月 パターン 1 日数21日を計算中です
5月 パターン 2 日数10日を計算中です
6月 パターン 1 日数21日を計算中です
6月 パターン 2 日数9日を計算中です
7月 パターン 1 日数21日を計算中です
7月 パターン 2 日数10日を計算中です
8月 パターン 1 日数23日を計算中です
10時に空冷ヒートポンプ<4>の台数が自動増加しました。
15時に空冷ヒートポンプ<4>の台数が自動増加しました。
8月 パターン 2 日数8日を計算中です
9月 パターン 1 日数18日を計算中です
9月 パターン 2 日数12日を計算中です

6. Enepro21の活用

Enepro21に習熟していただき、さまざまな使い方を工夫して地球温暖化防止にご活用ください。

① 既存熱電設備の分析

現状の運転データから年間の現状負荷を作成



機器の性能を分析して現状の性能を入力し、現状の負荷に合わせた運転パターンの情報を入力



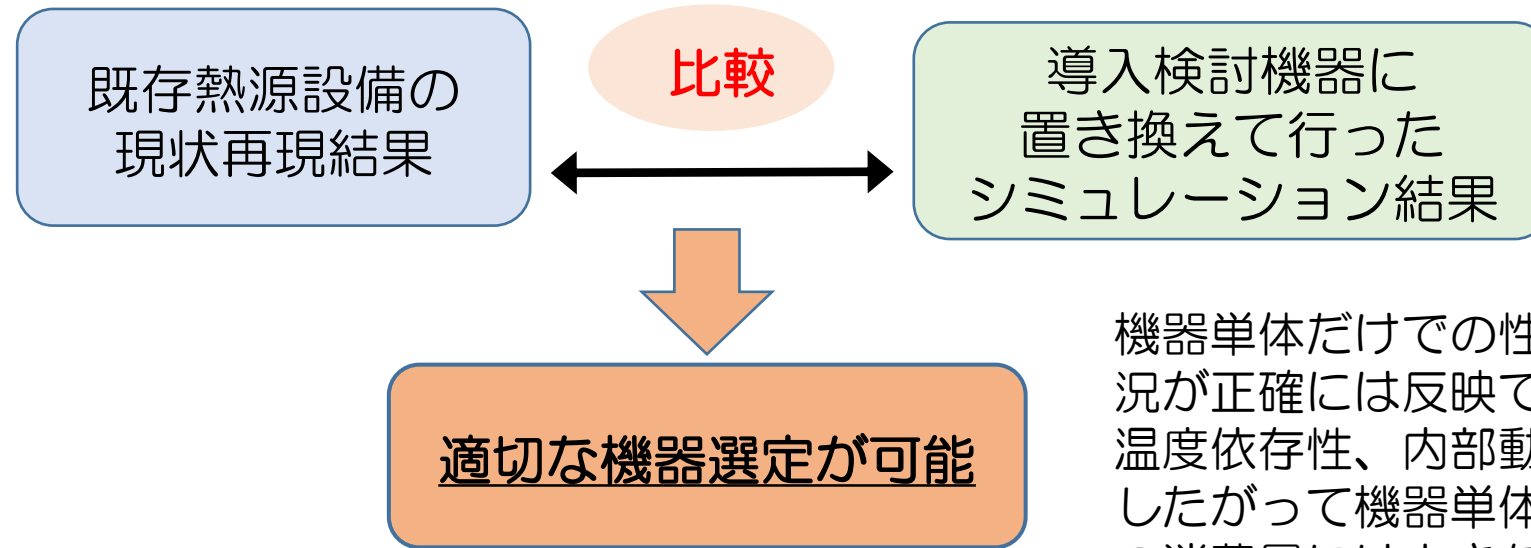
年間のエネルギー消費量のシミュレーションを行う

- ・シミュレーション結果と実際のエネルギー消費量の相違が1～2%の誤差範囲で再現可能。
- ・機器性能や運転パターンが熱電設備の運転実態を正確に反映。
- ・この現状再現のケースファイルが省エネルギー対策およびシステム改善検討のベースケースとなる。

② 機器運転方法の再検討

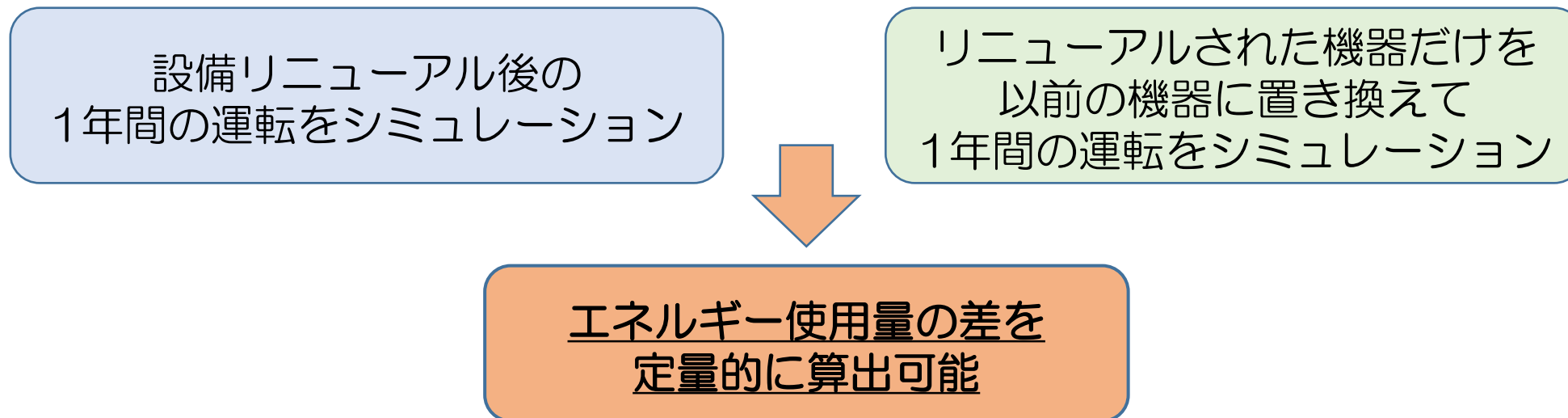
- ① で再現した現状再現のケースファイルを、種々の設定を変更してシミュレーションした結果と比較することにより、次のような検討を行うことができます。
- ・負荷に見合うように設定した機器が適切に割り付けられた運転計画になっているか
 - ・能力の異なる機器が適切な運転順位で運転されているか
 - ・冷却水温度と機器効率の関係、機器出口温度と機器負荷率を考慮した運転がなされているか

③ 設備リニューアルの検討



機器単体だけの性能比較では、熱電設備全体の運転状況が正確には反映できず、部分負荷特性や性能の冷却水温度依存性、内部動力などが正しく評価されません。したがって機器単体で計算したエネルギー消費量と実際の消費量には大きな差が出てしまいます。

④ 設備リニューアル後の検証



⑤ 最適運転の検討及び運転員の研修への活用

次の手順により、熱電機器の最適な運転を検討することができます。
運転員の技術向上にもつながり、運転員の研修としても活用できます。

- 1) 1週間の実際の熱電負荷を作成します。
熱電負荷プログラムは1ヶ月8パターンの負荷を設定できるので、パターン1～パターン7に1週間分の負荷を順番に設定日に入力します。
- 2) 事前にベースケースで作成したケースファイルに、1)で作成した熱電負荷プログラムを接続します。
- 3) パターン（設定日）ごとに実績の機器運転パターン及び運転のパラメータを設定します。
- 4) パターン（設定日）ごとにシミュレーションを実施し、設定日のエネルギー消費量とシミュレーション結果を比較してほぼ合致することを確認します。
もし相違が大きい場合は、機器の運転パターン及びパラメータの設定に違いがないかを確認して必要に応じて修正します。
- 5) パターン（設定日）ごとに機器の運転パターン及びパラメータを変更してシミュレーションを実施し、実運転結果と比較検討することにより運転の改善策を見出すことができます。

7. Enepro21の実績および特許

① 国土交通省により認証

国土交通省の新設熱電プラント及び大規模リニューアルの「建築物省エネ法申請書類作成のガイドライン」において「Enepro21」がシミュレーションソフトとして認証されました。

② ライセンス実績

大手設計会社、エネルギー会社、熱供給会社、機器メーカー及び大学等の日本を代表する企業様に2008年からEnepro21をご利用頂き、実質日本のエネルギーシミュレーションソフトのデファクトスタンダードとなっています。

- ・(株)日本設計 ・(株)日建設計 ・(株)関電エネルギーソリューション ・国際石油開発帝石(株)
- ・東京ガス(株) ・東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株) ・(株)九電工
- ・東京熱供給(株) ・三菱電機（最先端総合研究所）(株) ・新宿南エネルギーサービス(株)
- ・Daigasエナジー(株) ・大阪ガス(株) ・東邦ガス(株) ・竹中工務店
- ・横浜国立大学大学院 ・工学院大学 ・芝浦工業大学 （敬称略、順不同）

③ 特許

国内特許と米国特許を取得

- | | | | |
|----|--------------------------------|----------------|-------------------|
| 名称 | 「熱電設備のシミュレーションシステム」 | 特許番号：第4564594号 | 米国特許：S8,396,605B2 |
| 名称 | 「熱電設備のシミュレーションシステムおよび熱電設備運転方法」 | | |
| 名称 | 「熱源機器の負荷率決定法」 | 特許番号：6847428 | |

④ 受賞歴

- ・ 第22回 中小企業優秀新技術・新製品賞 ソフトウェア部門 「優秀賞」「環境貢献特別賞」 受賞
- ・ 第27回 空気調和・衛生工学会振興賞 「技術振興賞」 受賞