

資料編

他人から供給された熱の一次エネルギー換算係数の算定方法

1. 適用範囲

本算定方法は、新設および大規模改修を行う熱供給施設を対象として、平成 28 年国土交通省告示第 265 号別表第 6 に定める「他人から供給された熱（蒸気、温水、冷水）の一次エネルギー換算係数」を算出する方法を規定するものである。

本算定方法の適用範囲は以下の通りとする。

- ・ 実績値が存在しない新設熱供給施設及び大規模改修を行う熱供給施設を対象とする^{※1}。
- ・ 検討の対象とする熱供給施設は、供給熱量とエネルギー消費量の実績を供給開始後報告することが求められている「熱供給事業法に基づく熱供給施設^{※2}」、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（以下「東京都環境確保条例」という）に基づく地域冷暖房区域内の熱供給施設^{※3}」とする。

※1 既存の熱供給施設の一次エネルギー換算係数は、省エネルギー基準の告示別表第 1 において表 1.1.1 のように規定されており、算出の根拠を明確に示すことができれば、任意の換算係数を使用してもよいとされている。このため、既存の熱供給施設は本算定方法の対象外とする。

表 1.1.1 他人から供給された熱の一次エネルギー換算係数（告示別表第 1）

他人から供給された熱 (蒸気、温水、冷水)	1キロジュールにつき 1.36 キロジュール(他人から供給された熱を発生するために使用された燃料の発熱量を算出する上で適切と認められるものを求めることができる場合においては、当該係数を用いることができる。)
--------------------------	---

※2 熱供給開始後、毎年の運転実績（供給熱量、エネルギー消費量等）を経済産業省に提出するとともに、その内容を（一社）日本熱供給事業協会が「熱供給事業便覧」として毎年発行している。

※3 東京都環境確保条例では、地域エネルギー供給事業者は地域エネルギー供給報告書を毎年東京都に提出し、東京都はその内容を公表することとしている。

本算定方法で対象とする熱供給プラントと地域導管の概要を図 1.1.1 に示す。熱供給プラントは冷熱源、温熱源、冷却塔、冷却水ポンプ、一次ポンプ、二次ポンプで構成されているものとする。

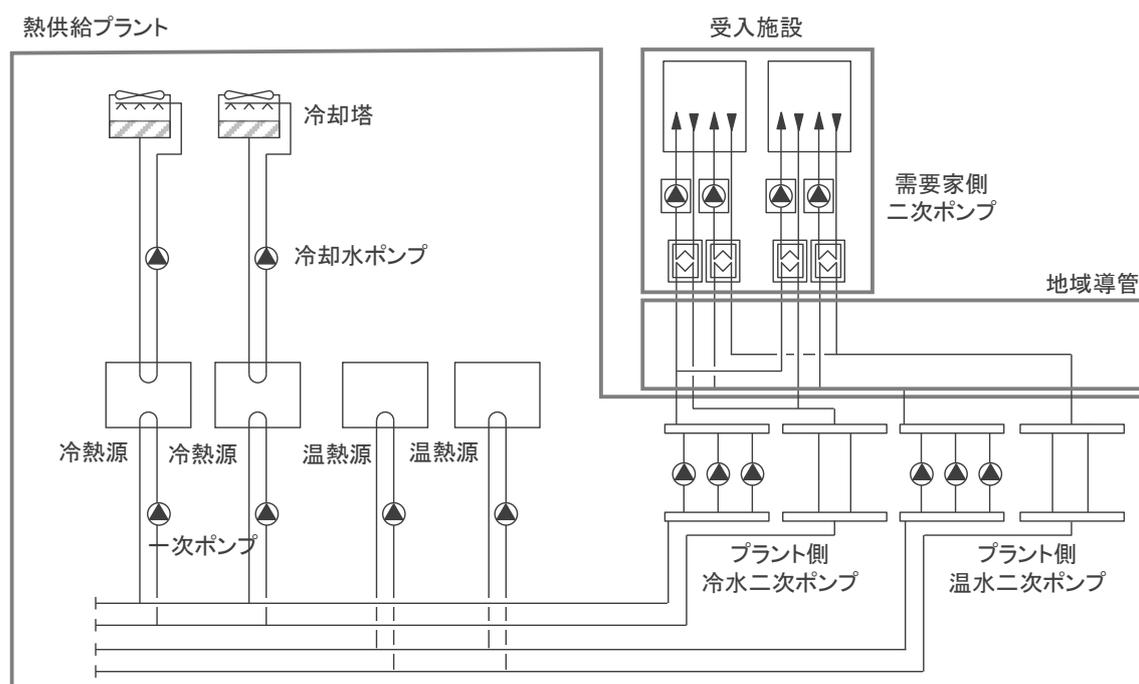


図 1.1.1 熱供給施設のシステム例

2. 引用規格等

- 1) 一般社団法人 日本熱供給事業協会：「熱供給事業における冷熱・温熱別換算係数算出に係わるガイドライン」、2017年6月

3. 用語の定義

本算定方法で用いる主な用語の定義は、「熱供給事業における冷熱・温熱別換算係数算出に係わるガイドライン」によるほか、次による。

3.1 熱供給施設

複数の建物に冷熱・温熱等を供給する施設。熱供給プラントと地域導管で構成されている。熱供給事業法に基づく熱供給施設の他に、自治体の条例に基づき計画や実績の報告制度がある地域冷暖房施設を含む。

3.2 大規模改修

需要家の新築工事など確認申請が必要な工事の際に、既存の熱供給施設の改修工事や増設工事を行ったり、同一の供給区域内にサブプラント等の新設工事を行うこと。

3.3 一次エネルギー換算係数

冷熱一次エネルギー換算係数とは、冷熱製造に要する一次エネルギー消費量を冷熱の負荷で除した係数をいう。温熱一次エネルギー換算係数とは、温熱製造に要する一次エネルギー消費量を温熱負荷

で除した係数をいう。総合一次エネルギー換算係数とは、冷熱と温熱製造に要する一次エネルギー消費量を冷熱負荷と温熱負荷の合計で除した係数をいう。

3.4 冷熱負荷、温熱負荷

冷熱負荷とは、冷房に使用される冷水負荷をいう。温熱負荷とは、暖房・給湯に使用される温水負荷及び蒸気負荷の合算負荷をいう。

3.5 需要家熱負荷

需要家が受け入れた熱量をいう。

3.6 受入施設等

熱供給施設から熱を受け入れている施設をいう。

3.7 製造熱量

熱供給施設が製造する冷熱量及び温熱量をいう。その熱量は、需要家熱負荷に導管熱損失とポンプ熱損失と機械室内熱損失を加えた値になる。

3.8 冷熱源、温熱源

冷熱源とは、冷熱を製造する熱源機器をいう。温熱源とは、温熱を製造する熱源機器をいう。

3.9 冷却塔、冷却水ポンプ

冷却塔とは、水などの熱媒体を大気と接触させて冷却を行う機器をいう。冷却水ポンプとは、冷却塔と熱源機器の冷却水を循環させるポンプをいう。

3.10 一次ポンプ

冷温熱源機器に直接接続され、冷温水を循環させるポンプをいう。

3.11 二次ポンプ

複数の熱源機器から製造された冷温水を需要家側に供給する場合、ヘッド側でまとめて供給する場合の供給ポンプをいう。熱供給施設側の二次ポンプと受入施設側の二次ポンプが存在するが、本算定方法では熱供給施設側の供給ポンプを対象とする。

3.12 補機

熱源機器に付随し運転する、冷却塔・冷却水ポンプ・冷温水一次ポンプ等を表す。

3.13 システム COP

熱源機器別製造熱量を熱源機器の一次エネルギー消費量とその補機の一次エネルギー消費量の合計で除した値をいう。

3.14 搬送効率 (WTF)

熱供給施設が供給した熱量を搬送ポンプのエネルギー消費量で除した値をいう。

3.15 地域導管

熱供給プラントから製造された熱量を需要家に供給する場合の、熱供給プラント出口（壁面または天井・床、以下「壁面等」という）から受入施設等の入口（壁面等）までの供給配管をいう。

3.16 導管熱損失

熱供給プラント出口から受入施設等の入口に至る、地域導管からの熱損失をいう。

3.17 その他の電力

熱製造に利用される電力量に直接的には含まれない機械室の換気・空調、照明、給排水設備ポンプ、計装コンプレッサー、制御電源等の電力をいう。

3.18 高位・低位発熱量

燃焼によって生成された水蒸気の凝縮分を含めた発熱量を高位発熱量という。また、高位発熱量から水蒸気の凝縮潜熱分を差し引いたものを低位発熱量という。

東京ガスの例：都市ガスの高位発熱量 $45\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 、低位発熱量 $40.63\text{MJ}/\text{Nm}^3$

4. 記号及び単位

本算定方法で用いる記号及び単位は、表 4.1.1 による。

表 4.1.1 記号及び単位

記号	意味	単位
Q, ref	熱源製造熱量	MJ
Q, ac	需要家熱負荷	MJ
Q, ac, c	冷熱負荷	MJ
Q, ac, h	温熱負荷	MJ
Q, loss	導管熱損失	MJ
L, nt	部分負荷率	%
Q, nt	熱源機器の時刻における製造熱量	MJ
Q, n	熱源機器の定格能力	MJ
Q, pump	ポンプ搬送熱量	MJ
E, pump	搬送ポンプ電力消費量	kWh
K, cop	総合一次エネルギー換算係数	-
K, cop, c	冷熱一次エネルギー換算係数	-
K, cop, h	温熱一次エネルギー換算係数	-
E, ac, c	冷熱一次エネルギー消費量	MJ
E, ac, h	温熱一次エネルギー消費量	MJ

5. 一次エネルギー換算係数の算出手順

5.1 全体の流れ

5.1.1 任意評定の取得に必要な手続き

一次エネルギー換算係数の任意評定の取得に必要な手続きを図 5.1.1 に示す。

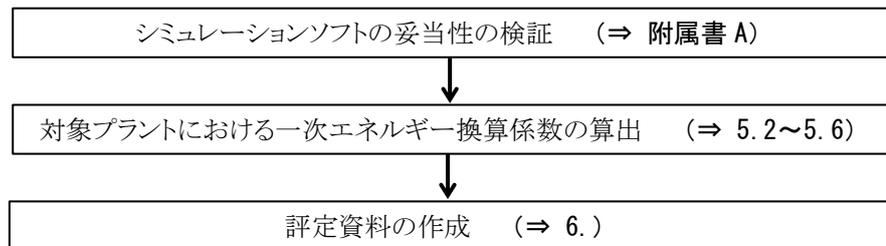


図 5.1.1 一次エネルギー換算係数の任意評定の取得に必要な手続き

5.1.2 シミュレーションの妥当性の検証

一次エネルギー換算係数は、シミュレーションソフトを使用して算出することとする。計算に用いるシミュレーションソフトは市販・自作は問わないが、使用するソフトは附属書 A に示す方法により事前にその精度が検証されている必要がある。また、計算の妥当性を登録省エネ審査機関等が客観的に検証できるようにするために、シミュレーションソフトにおける計算過程を提示することが求められる。

5.1.3 一次エネルギー換算係数の算出手順

一次エネルギー換算係数の算出手順を図 5.1.2 に示す。

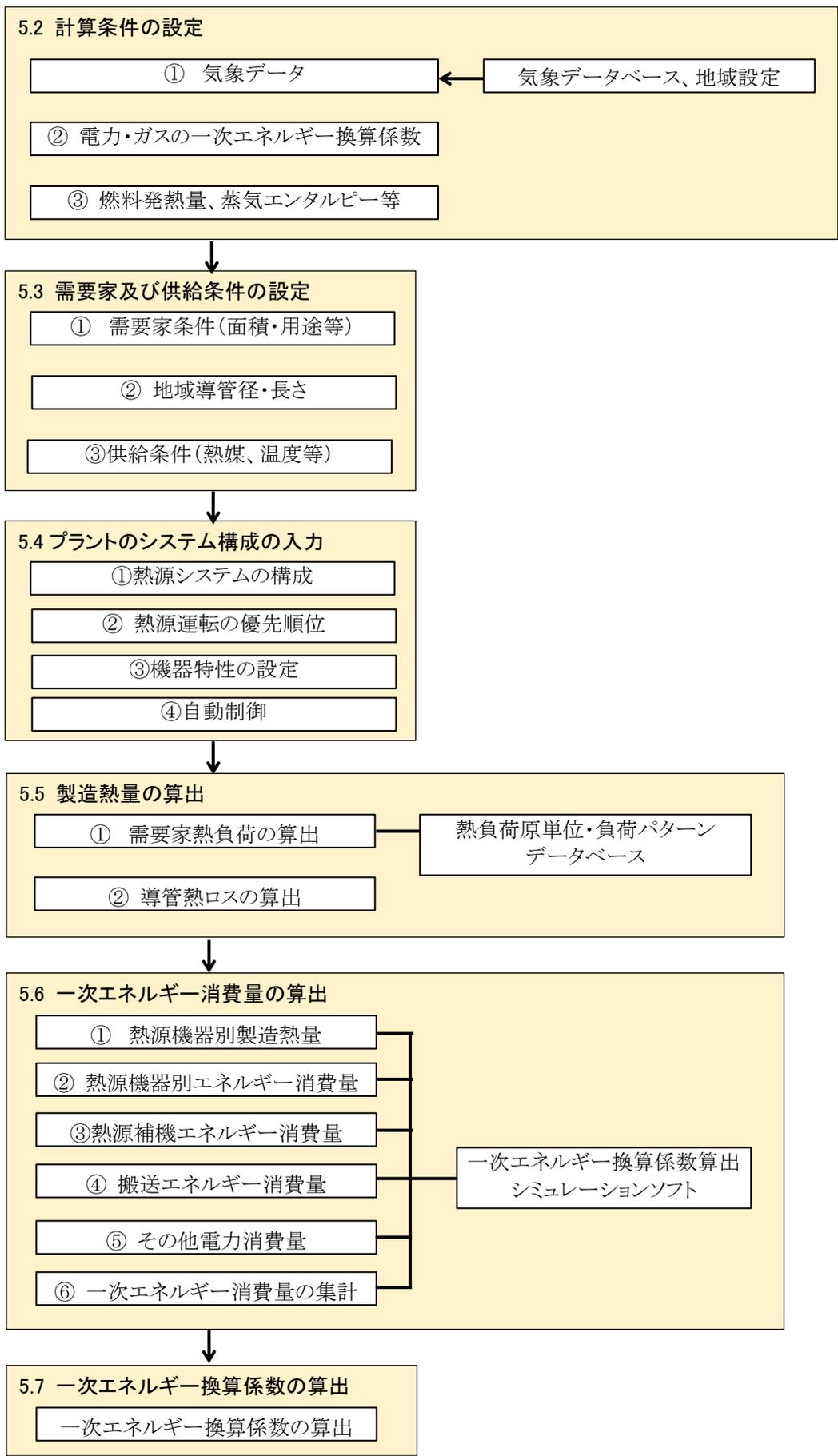


図 5.1.2 一次エネルギー換算係数の算出の手順

5.2 計算条件の設定

5.2.1 気象データ

「平成 28 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説」（以下「省エネ基準解説」という。）に記載されている気象データを使用することとする。気象データは省エネルギー基準における地域区分（1～8 地域）毎に定まっているため、当該プラントの所在地より地域区分を調べ、使用する気象データを決定する。

なお、地下水や河川水等の未利用エネルギーを用いる場合は、対象となる水温等の実測値を用いるか、類似の文献の値を用いる。

5.2.2 電力・ガスの一次エネルギー換算係数

電力・ガスの一次エネルギー換算係数は、次の値を用いる。

電力：9.76MJ/kWh、都市ガス：45MJ/Nm³

5.2.3 燃料等の発熱量

冷熱 COP 及び温熱 COP の計算には、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）で定められた一次エネルギー換算係数（高位発熱量ベース）を用いる。機器カタログなどに低位発熱量ベースで効率が記載された場合、高位発熱量ベースに換算を行う。

5.2.4 蒸気のエンタルピー

蒸気エンタルピーは飽和蒸気のエンタルピーを使用する。

5.3 需要家及び供給条件の設定

5.3.1 需要家条件

供給対象とする需要家について、熱供給事業申請書、あるいは需要家との規模・供給時期が分かる協議資料をもとに名称、延べ面積、建物用途別床面積等の情報をまとめる。需要家条件のまとめ方の例を表 5.3.1 に示す。なお、需要家については、認定を受ける段階で熱を供給することが決まっている建築物を計算の対象とすることを基本とする。

建物の詳細用途が決まっている場合は、附属書 C に記載された用途区分コード毎に床面積を集計する。建物の詳細用途が決まっていない場合は、需要家と協議の上、附属書 C を参照し建物用途を設定して床面積を集計する。

表 5.3.1 需要家一覧表の例

名称	竣工年月	任意評定対象施設	延べ面積 (㎡)	用途別床面積(㎡)						
				事務所	商業	宿泊	病院	官公庁	ホール	
A銀行ビル	2020.04	○	120,000	120,000						
B会館	2020.06	○	90,000	20,000	10,000			10,000	50,000	
C不動産ビル	2022.12	○	150,000	100,000	20,000	30,000				
D生命ビル	2024.04		100,000	80,000	15,000		5,000			
合計			360,000	240,000	30,000	30,000	0	10,000	50,000	

5.3.2 地域導管径・長さ

地域導管の径と長さを、熱供給事業申請書の配管図から集計し、熱損失を算出するための材料とする。延長長さについては、10m 単位とする。

5.3.3 供給条件

熱媒の種類（冷水・温水・蒸気等）と温度（送り温度、還り温度）は、熱供給規程に記載された、もしくは需要家との協議資料をもとに記載予定のものを使用する。

なおシミュレーション上、送り温度と還り温度は一定として計算する。

5.4 プラントのシステム構成の入力

5.4.1 熱源システムの構成

設計図書等より、機器構成及び系統を明らかにする。熱源機器の製造熱量及びエネルギー（電力・ガス等）消費量は、JIS等の規格に基づき規定された値もしくはメーカーがJIS等に準拠して測定した値を用いる。また、機器性能の測定等について準拠するJIS規格等を、設計図書等に記載する。なお、熱源機器は、供給開始時に設置される機器のみを計算の対象とする。

設計図書の記載事項の例を表5.4.1に示す。

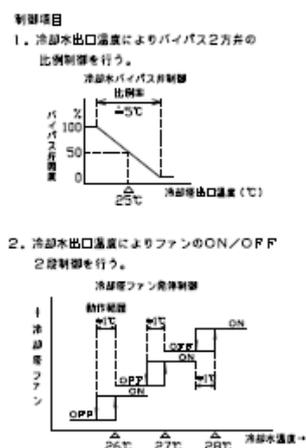
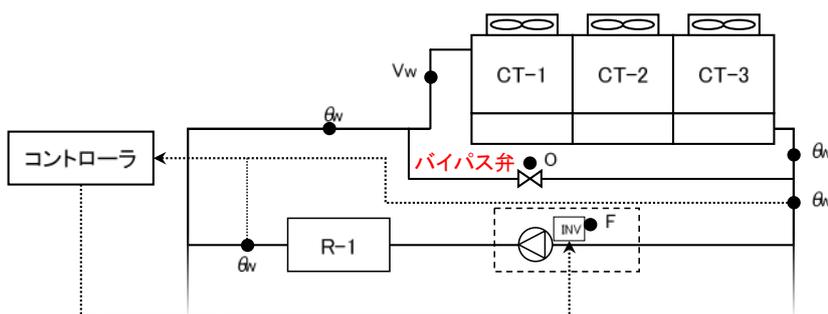
表 5.4.1 設計図書の記載事項の例

資料名	確認内容
機器表	熱源台数、製造熱量、効率、製造温度帯、エネルギー消費量 など
系統図	機器の系統、熱源接続状況
自動制御図	制御フロー、動作説明 など

5.4.2 自動制御

冷却塔ファン制御やポンプ変流量制御等の自動制御を採用する場合、その制御ロジックがわかる図面等を添付する。自動制御の例を以下に示す。

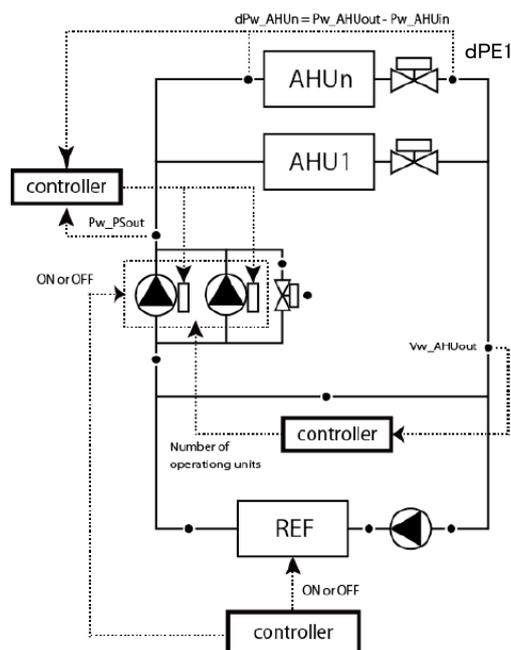
【参考】自動制御の制御例（冷却水温度制御）



(参考) 冷凍機入口温度による冷却水ポンプINV周波数制御方式

- ・冷却水の冷凍機出入口温度差に応じて冷却水ポンプのインバータ周波数を変更する。
- ・バイパス弁が開いている場合は最低周波数で運転し、バイパス弁開度が0%（全閉）のときのみインバータ周波数を変更する。

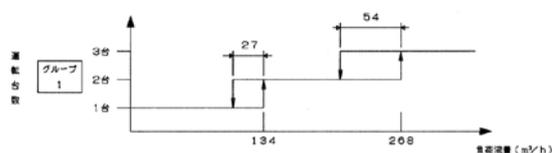
【参考】自動制御の制御例（VWV 制御）



中央監視室より冷水ポンプ群指令をONとする事により、冷水ポンプの台数制御を開始します。冷水ポンプの増減段判断は、通り配管に設置された電磁流量計（FM）で計測された負荷流量によって行われます。台数制御用の負荷流量は、瞬時値に対して5分間の移動平均を行う事により求められます。移動平均値が増段設定値を超えた場合、冷水ポンプを1台運転します。また移動平均値が減段設定値を下回った場合、冷水ポンプを1台停止します。増段判断流量はポンプ定格の60%とします。増段または減段後は一定時間経過するまでは台数制御の判断を行わないものとします。（効果待ちタイマー）

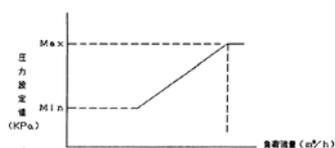
低層冷水ポンプ台数制御

低層冷水ポンプ運転パターン一覧				運転パターン毎の運転順序			
グループ	記号	名称	能力 (m ³ /h)	1	2	3	4
1	WL-T-PC-WB1-01	冷水動交一次ポンプ	224	停止	ローテーション 1台	ローテーション 2台	ローテーション 3台
	WL-T-PC-WB1-02	冷水動交一次ポンプ	224				
	WL-T-PC-WB1-03	冷水動交一次ポンプ	224				



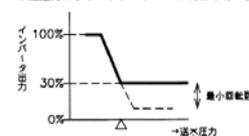
往還に設置された差圧発信器（dPE1）の計測値が、台数制御器にて設定された値に追従するよう、バイパス弁及び、冷水ポンプのインバータ制御を行います。往還差圧設定値は、負荷流量上昇時は設定を高く、負荷流量下降時は設定を低くなるよう、台数制御器内部にて自動的に変更されます。

往還差圧設定値追従



2) インバータ制御

・末端圧力によりポンプインバータ制御を行う。



（参考）ポンプ VWV 制御（送水圧力可変制御）

- 二次ポンプ回転数制御のうち、受入施設の末端にある空調機やファンコイルユニット等の負荷機器と制御弁の差圧（末端差圧）等により、熱供給プラント側の吐出圧力やヘッド差圧の目標値を自動的に変更する。

5.4.3 熱源機器特性

熱源等の機器特性については、次のように設定する。

- ・ 省エネ基準において機器特性が設定されている機種については、省エネ基準と同一の機器特性を使用する。

なお、省エネ基準の機器特性は以下の URL で公開されている。

https://www.kenken.go.jp/becc/documents/building/Definitions/REFLIST_H28_REFCURVE_H28.zip

- ・ 上記以外の機種については、JIS 等の規格に準拠した計測方法に基づいて測定した機器特性値、または測定値をもとに計算により求めた機器特性値を用いる。

5.4.4 熱源の運転順位

熱源の運転順位は、設計図書等に記載がある場合はその順位を用いる。記載がない場合は、シミュレーション上の熱源機器の運転優先順位（昼間/夜間、平日/休日、月または季節別）を設定する。

なお、熱源運転機種及び台数の増減段を行う際の判断基準として、製造熱量を用いる場合と供給流量を用いる場合がある。ただし、本算定方法では 5.3.3 供給条件に示すように、往還温度差をつねに一定として計算するため、どちらの基準を用いても、運転機種及び台数は同じ結果となる。

5.5 熱源製造熱量の算出

5.5.1 需要家熱負荷の算出

需要家熱負荷（冷熱・温熱）は、建物用途別原単位に、表 5.3.1 に示した建物用途別面積を乗じて求める。

建物用途別原単位は、「エネルギーシステムの設計情報データベース」（2015.10.30 公益社団法人空気調和・衛生工学会、以下「設計情報データベース」という）に記載された表 5.5.1 の値を用いる。

これらから定まった建物用途別原単位に、表 5.5.2 に示す地域係数を乗じて、ピーク熱負荷及び年間熱負荷を求める。

$$\text{ピーク熱負荷} = \Sigma (\text{建物用途別床面積} \times \text{建物用途別ピーク負荷原単位}) \times \text{地域係数}$$

$$\text{年間熱負荷} = \Sigma (\text{建物用途別床面積} \times \text{建物用途別年間負荷原単位}) \times \text{地域係数}$$

表 5.5.1 建物用途別熱負荷原単位

	年間熱負荷原単位						ピーク熱負荷原単位				
	事務所	官公庁	商業	宿泊	病院		事務所	官公庁	商業	宿泊	病院
冷房負荷 [MJ/m ² y]	301.7	159.8	471.8	323.5	260.7	冷房負荷 [W/m ²]	61.9	47.1	80.7	49.7	47.9
温熱負荷 [MJ/m ² y]	84.2	132.7	48.7	420.9	127.6	温熱負荷 [W/m ²]	31.8	40.4	13.1	42.5	30.7
電力負荷 [kWh/m ² y]	175.4	106.6	149.9	153.2	212.5	電力負荷 [Wh/m ²]	37.7	22.1	34.5	28.5	52.7

【出典 1】「エネルギーシステムの設計情報データベース」(2015.10.30 公益社団法人空気調和・衛生工学会)

表 5.5.2 地域係数

	最大熱負荷		年間熱負荷	
	冷房	暖房	冷房	暖房
北海道	0.8 [0.8]	1.5 [1.0]	0.5 [0.6]	2.4 [1.6]
東北	1.0	1.0	0.7	1.4
北陸			0.9	
関東			1.0	1.0
東海			1.1	0.9
近畿				
中国	1.2	0.7		
四国	1.1	0.5	1.5	0.7
九州			1.5	0.07
沖縄	1.1	0.5	1.5	0.07

【出典 2】「地域冷暖房技術手引書(改訂第 4 版)」(2013.11 一般社団法人都市環境エネルギー協会)

月別熱負荷、時刻別熱負荷については、設計情報データベースに記載された月別負荷パターン及び時刻別負荷パターンを用いて、年間熱負荷から平日、休日別に算出する。平日と休日の日数は省エネ基準のカレンダーパターンと合わせる。

省エネ基準のカレンダーパターンは以下の URL で公開されている。

https://www.kenken.go.jp/becc/documents/building/Definitions/CalendarPattern_20140303.pdf

なお、附属書 C で、一次エネルギー換算係数計算上の建物用途がない場合は、「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」（国土技術政策総合研究所）を用いて熱負荷を算出する。建物の詳細が決定していない場合は、床面積と階数から建物形状を設定して計算を行う。

「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」で求められた年間熱負荷から各月の時刻別熱負荷を作成する。具体的には、附属書 D に記載された各用途別の月別負荷比率、月別平日負荷比率、月別日数、時刻別負荷比率を考慮し、各月の時刻別熱負荷（平日、休日）を作成する。

5.5.2 導管熱損失・蓄熱槽放熱損失

熱供給プラント出口から受入施設等の入口までの導管熱損失は、以下の方法により求める。

- ・ 新設熱供給施設：本文 3.4 節の地域導管の熱損失の検討で定める導管熱損失算定方法を用いる。
- ・ 改修熱供給施設：同上または、実績値が利用できる場合は実績値を採用してもよい。

なお、蓄熱槽の放熱損失は、1日あたりの蓄熱量に対し 3%とする。

5.5.3 熱源製造熱量

熱源製造熱量は、需要家熱負荷と導管熱損失の合計とする。

$$Q_{\text{ref}} = Q_{\text{ac}} + Q_{\text{loss}}$$

Q_{ref} : 熱源製造熱量 [MJ]

Q_{ac} : 需要家熱負荷 [MJ]

Q_{loss} : 導管熱損失 [MJ]

5.6 一次エネルギー消費量の算出

5.5 で算出された熱源製造熱量を用いた年間計算により、一次エネルギー換算係数を求める。計算は、時刻別または日別に行う。

5.6.1 熱源機器別製造熱量

時刻別または日別に求めた熱源製造熱量と、熱源機器の定格能力から、5.4.4 で定めた熱源機器の運転順位に従って、優先順位の高い熱源機器から順番に運転する容量を割り当てる。

5.6.2 熱源機器別エネルギー消費量

時刻別または日別に、各機器のエネルギー消費量（電力・ガス等の使用量）を求める。熱源機器のエネルギー消費量は、熱源機器の部分負荷率、冷却水（熱源水）温度（空気熱源の場合は外気乾球温度）、冷水（温水）温度、冷却水（熱源水）流量等をもとに算出することとする。

熱源機器の部分負荷率は、以下の式により求める。

$$L_{,nt} = Q_{,nt} / Q_{,n}$$

$L_{,nt}$: 熱源機器の部分負荷率 [%]

$Q_{,nt}$: 熱源機器 n の時刻（日） t における製造熱量 [MJ]

$Q_{,n}$: 熱源機器 n の定格能力 [MJ]

冷却水（熱源水）温度は、冷却塔性能特性または外気温度との冷却水出口温度により求める。冷却塔性能特性による場合、冷却水温度は、外気湿球温度（ヒートポンプ加熱運転の場合は外気乾球温度）、熱源機器の製造熱量、冷却水流量等をもとに算出する。なお、熱源機器ごとに冷却水入口温度の下限値を設定し、その下限値を下回らないものとする。

5.6.3 熱源補機エネルギー消費量

冷却塔、冷却水ポンプ、冷水・温水一次ポンプ等の補機エネルギー消費量を算出する。冷却塔制御・冷却水ポンプ変流量制御等の自動制御を用いる場合は、制御フローや計算式を示した制御アルゴリズムどおりに算出することを基本とする。

5.6.4 搬送エネルギー消費量

冷水・温水二次ポンプ等の搬送エネルギー消費量及び搬送効率（WTF）を算出する。搬送ポンプの変流量制御等の自動制御を用いる場合は、制御フローや計算式を示した制御アルゴリズムどおりに算出することを基本とする。

搬送ポンプの WTF は、以下の式より求める。

$$WTF = Q_{\text{pump}} / E_{\text{pump}} / 3.6$$

Q_{pump} : ポンプ搬送熱量 [MJ]

E_{pump} : 搬送ポンプ電力消費量 [kWh]

5.6.5 その他の電力消費量

その他の電力として、当該熱供給施設のコージェネレーションシステムの発電量を除いた一次エネルギー消費量に対して、3%の電力消費量を加算する。

5.6.6 一次エネルギー消費量の集計

冷熱・温熱別に、年間一次エネルギー消費量を集計する。冷熱・温熱を同時に製造する熱源機器のエネルギー消費量は、「熱供給事業における冷熱・温熱別換算係数算出に係るガイドライン」(2017.6 一般社団法人日本熱供給事業協会)に従い、冷熱製造熱量と温熱製造熱量で按分する。冷熱・温熱一次エネルギー消費量は、以下の式により求める。

冷熱一次エネルギー消費量 = Σ 冷熱源機器の一次エネルギー消費量 + Σ 冷熱源補機の一次エネルギー消費量 + Σ 冷熱搬送ポンプの一次エネルギー消費量 + その他電力 (冷熱)

温熱一次エネルギー消費量 = Σ 温熱源機器の一次エネルギー消費量 + Σ 温熱源補機の一次エネルギー消費量 + Σ 温熱搬送ポンプの一次エネルギー消費量 + その他電力 (温熱)

【参考】エネルギー消費量の按分方法、「熱供給事業における冷熱・温熱別換算係数算出に係るガイドライン」
(2017.6 一般社団法人日本熱供給事業協会)

5) 冷温熱関連機器の消費電力量

- 冷温熱関連機器の消費電力量は、下記式により冷温水製造機器電力量（冷水製造用）と冷温水製造機器電力量（温水製造用）に振り分ける。

冷温水製造機器電力量（冷水製造用）

$$E. ch. co = E. corh. co + E. c\&h. to \times \frac{Q. c\&h. co}{Q. c\&h. co + Q. c\&h. ho}$$

冷温水製造機器電力量（温水製造用）

$$E. ch. ho = E. corh. ho + E. c\&h. to \times \frac{Q. c\&h. ho}{Q. c\&h. co + Q. c\&h. ho}$$

E. ch. co : 冷温水製造機器電力量（冷水製造用）[kWh]

E. ch. ho : 冷温水製造機器電力量（温水製造用）[kWh]

E. corh. co : 冷温水切替製造機器電力量（冷水製造用）[kWh]

E. corh. ho : 冷温水切替製造機器電力量（温水製造用）[kWh]

E. c&h. to : 冷温水同時製造機器電力量[kWh]

Q. c&h. co : 冷温水同時製造機器の冷水製造熱量[GJ]

Q. c&h. ho : 冷温水同時製造機器の温水製造熱量[GJ]

6) その他の電力量

- 熱供給事業に使用される電力量から熱製造用電力量を差し引いた電力量は、その他の電力量(所内電力量)とする。

$$\begin{aligned} E. ot. to &= E. to. pl - (E. co. co + E. st. co + E. ch. co) + (E. ho. ho + \\ & E. st. ho + E. ch. ho) + E. st. st \\ &= E. to. pl - (E. co. co + E. ho. ho + E. st. to + E. ch. co + E. ch. ho) \end{aligned}$$

E. ot. to : その他の電力量(所内電力量) [kWh]

E. to. pl : 熱供給事業に使用される電力量[kWh]

E. co. co : 冷水製造機器電力量[kWh]

E. ho. ho : 温水製造機器電力量[kWh]

E. st. to : 蒸気製造機器電力量[kWh]

E. st. co : 蒸気製造機器電力量（冷水製造用）[kWh]

E. st. ho : 蒸気製造機器電力量（温水製造用）[kWh]

E. st. st : 蒸気製造機器電力量（蒸気製造用）[kWh]

E. ch. co : 冷温水製造機器電力量 (冷水製造用) [kWh]

E. ch. ho : 冷温水製造機器電力量 (温水製造用) [kWh]

その他電力量 (所内電力量) は下記式によりその他の電力量 (冷水製造用) とその他の電力量 (温水製造用) とその他の電力量 (蒸気製造用) に振り分ける。

その他の電力量 (冷水製造用)

$$E. ot. co = E. ot. to \times \frac{Q. co. ld}{Q. co. ld + Q. ho. ld + Q. st. ld}$$

その他の電力量 (温水製造用)

$$E. ot. ho = E. ot. to \times \frac{Q. ho. ld}{Q. co. ld + Q. ho. ld + Q. st. ld}$$

その他の電力量 (蒸気製造用)

$$E. ot. st = E. ot. to \times \frac{Q. st. ld}{Q. co. ld + Q. ho. ld + Q. st. ld}$$

E. ot. to : その他の電力量 (所内電力量) [kWh]

E. ot. co : その他の電力量 (冷水製造用) [kWh]

E. ot. ho : その他の電力量 (温水製造用) [kWh]

E. ot. st : その他の電力量 (蒸気製造用) [kWh]

Q. co. ld : 冷水販売熱量 [GJ]

Q. ho. ld : 温水販売熱量 [GJ]

Q. st. ld : 蒸気販売熱量 [GJ]

5.7 一次エネルギー換算係数の算出

冷熱・温熱別に、一次エネルギー換算係数を求める。一次エネルギー換算係数は、以下の式により求める。一次エネルギー換算係数は、小数点以下 3 位を四捨五入し 2 桁とする。

$$K, cop, c = E, ac, c / Q, ac, c$$

$$K, cop, h = E, ac, h / Q, ac, h$$

$$K, cop = (E, ac, c + E, ac, h) / (Q, ac, c + Q, ac, h)$$

K, cop, c : 冷熱一次エネルギー換算係数 [-]

E, ac, c : 冷熱一次エネルギー消費量 [MJ]

Q, ac, c : 冷熱負荷 [MJ]

K, cop, h : 温熱一次エネルギー換算係数 [-]

E, ac, h : 温熱一次エネルギー消費量 [MJ]

Q, ac, h : 温熱負荷 [MJ]

K, cop : 総合一次エネルギー換算係数 [-]

6. 評定員による評定

6.1 妥当性の確認事項

評定員は、評定対象となる熱供給施設の一次エネルギー換算係数の算出について、以下の点について妥当性を確認する。

6.1.1 シミュレーションソフトの妥当性の検証

附属書 A に示す検証方法に基づき、シミュレーションソフトの妥当性を検証する。

- ① 使用するシミュレーションソフトで既存の熱供給施設の熱源システムを適切に設定できること
- ② シミュレーションソフトを用いて算出した計算値と既存の熱供給施設の実測値が附属書 A で定めた誤差の範囲であること。

6.1.2 評価対象とする熱供給施設の検討範囲

以下の項目が適切に示されていること。

- ① 検討範囲及び対象需要家の条件、地域導管（径・長さ・保温仕様）
- ② 供給条件（熱媒、供給温度等）
- ③ 熱源システムの構成
- ④ ほかに対象となる機器システムを特徴づける事項

6.1.3 一次エネルギー換算係数の算出と検証

- ① 気象条件及び需要家の熱負荷の設定及び計算が妥当であること
 - ・ 地域区分の選択、気象条件の設定が適切か
 - ・ 需要家の建物用途及び熱負荷原単位の設定が適切か
- ② 対象となる熱源システムの設定及び計算が妥当であること
 - ・ 熱源機器特性の設定が適切か
 - ・ 自動制御のアルゴリズムの設定が適切か
- ③ 熱源機器別製造熱量の設定及び計算が妥当であること
 - ・ 機器別製造熱量の合計値が、製造熱量（需要家熱負荷＋導管熱損失）と一致しているか
 - ・ 機器別運転時間が、熱源機器の運転優先順位通りになっているか
 - ・ 各機器の平均負荷率が適切か
- ④ 熱源機器別エネルギー消費量の計算が妥当であること
 - ・ 熱源機器特性からエネルギー消費量の求め方、冷却水温度の求め方が適切か。
 - ・ 機器別 COP が、機器表に記載の値に比べて大きくずれていないか
 - ・ 各機器の平均負荷率と COP が、機器特性に対して大きくずれていないか
- ⑤ 搬送エネルギー消費量の計算が妥当であること
 - ・ 各月の平均 WTF が、実績値の WTF と大きくかい離していないか

⑥ 一次エネルギー換算係数の計算が妥当であること

- ・ 総合、冷熱、温熱の一次エネルギー換算係数が、実績値と大きくずれていないか

6.2 評価に要する資料

任意評価のために必要な提出資料は、以下のとおりとする。

なお申請例は、附属書 B. を参照のこと。

6.2.1 一次エネルギー換算係数の算出（附属書 B.1）

（1）評価対象とする熱供給施設及び対象需要家の範囲

1）検討範囲及び対象需要家の条件、地域導管径・長さ

- ①熱供給施設の概要（熱供給事業登録申請書等）
- ②供給範囲
- ③対象需要家一覧
- ④地域導管径・長さ・保温仕様

2）供給条件

- ①熱媒、供給温度等

3）熱源システムの構成

- ①熱供給設備（機器表、系統図、自動制御図等）

4）ほかに評価対象となる機器システムを特徴づける事項

（2）一次エネルギー換算係数の算出に必要となる入力項目

1）地域及び需要家の熱負荷に関する事項

- ①気象条件
- ②熱負荷原単位・負荷パターン
- ③需要家の熱負荷

2）対象となる熱源システムに関する事項

- ①熱源機器特性
- ②熱源の運転順位
- ③自動制御のアルゴリズム

（3）一次エネルギー換算係数の算出過程及び結果

- 3）月別供給熱量、製造熱量（冷熱・温熱）
- 4）熱源機器別製造熱量、エネルギー消費量、運転時間、補機エネルギー消費量
- 5）熱源機器別一次エネルギーCOP（単体 COP・システム COP）
- 6）搬送ポンプ電力消費量、搬送効率（WTF）

- 7) 一次エネルギー消費量 (冷熱・温熱)
- 8) 一次エネルギー換算係数 (総合・冷熱・温熱)

6.2.2 シミュレーションソフトの検証 (附属書 B.2)

- (1) 使用したシミュレーションソフトの概要
- (2) 実測した既存プラントの熱源システムの系統図、機器表及び検証概要
- (3) 実測と比較する際にシミュレーションソフトに与える計算条件
- (4) シミュレーションソフトを用いて算出した計算値と既存プラントの運転実測値との比較による妥当性の検証
 - 1) 年間製造熱量
 - 2) 熱源機器別エネルギー効率
 - 3) 冷却塔の性能
 - 4) システム別エネルギー効率
 - 5) 搬送動力のエネルギー効率
 - 6) 一次エネルギー消費量
 - 7) 一次エネルギー換算係数

7. 評定書に記載する性能

評定書には、任意評定実施要領に定める事項と併せ、以下の性能を明示する。

- ・ 評定書が適用される熱供給範囲
- ・ 一次エネルギー換算係数の値 (総合・冷熱・温熱)

附属書 A シミュレーションソフトの妥当性の検証方法

熱供給プラントの場合、過去の運転実績に基づく膨大なデータを積み重ねており、計算値と運転実績値との差異を比較的容易に検証できるという特徴がある。このため、申請に使用するシミュレーションソフトを用いて、あらかじめ既存の熱供給プラントの運転実績値と計算値との比較を行い、シミュレーションソフトの妥当性を検証することとする。検討に使用するシミュレーションソフトについては、A-4 で定めた検証項目が確認できるソフトとする。

A.1 検証手順

一次エネルギー換算係数の計算に用いるシミュレーションソフトの妥当性を検証するために、実際に運転している既存の熱供給プラントの負荷データをもとに、あらかじめ本シミュレーションソフトを用いて算出した計算結果と運転実測データとの比較検証を行う。既存の熱供給プラントの場合、機器の劣化等があるため、必ずしも計算結果と一致するわけではないが、参考として比較検証を行う。検証手順を図 A.1.1 に示す。

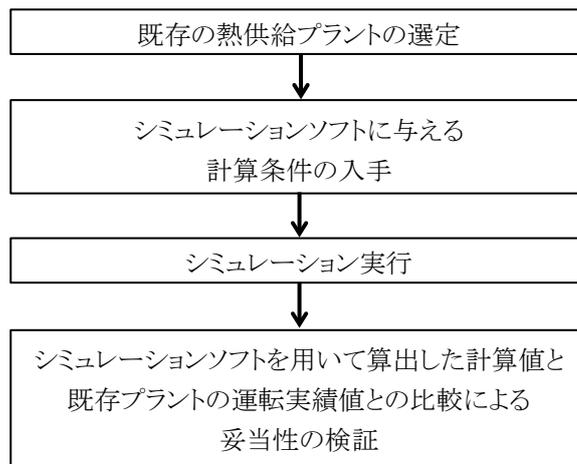


図 A.1.1 シミュレーションソフト妥当性の検証手順

A.2 既存の熱供給プラントの選定

シミュレーションソフトの妥当性を検証するために実測値を用いる既存プラントは、以下の項目を考慮し申請を行うプラントの機器構成に近いものを選定する。

- ・熱源機器システム構成（熱源機器種類、機器仕様など）
- ・自動制御（CGS 制御、冷却水制御、冷温水制御など）
- ・供給条件（熱媒、供給温度）

A.3 実測と比較する際にシミュレーションソフトに与える計算条件

1) 既存の熱供給プラントの供給条件、仕様等

- ・熱源機器種別、機器仕様
- ・熱源機器の運転順位
- ・自動制御、制御アルゴリズム
- ・供給条件（熱媒、供給温度）

2) 既存の熱供給プラントの実測値

既存の熱供給プラントとシミュレーションソフトの機器の運転状態を一致させるため、以下の条件は既存の熱供給プラントの実測値を用いる。熱供給プラントの実績値は1年間のデータを使用する。

- ・気象条件
- ・需要家の熱負荷（冷熱、温熱）

3) 機器特性等

- ・シミュレーション上の機器特性値は、Webプログラムの機器特性を用いる。
- ・シミュレーション上の往還温度は、実績値を用いることを基本とする。

4) 入力情報の提示

- ・1)～3)までの情報をまとめてシミュレーション上に入力した入力情報や入力画面等を提示する。

A.4 シミュレーションソフトを用いて算出した計算値と既存プラントの運転実測値との比較による妥当性の検証

シミュレーションソフトを用いて以下の計算値を求め、既存プラントの実測値との比較により、シミュレーションソフトの妥当性を検証する。

1) 年間製造熱量

①計算値と実測値との比較

熱源機器の年間製造熱量について計算値と実績値との比較を行う。

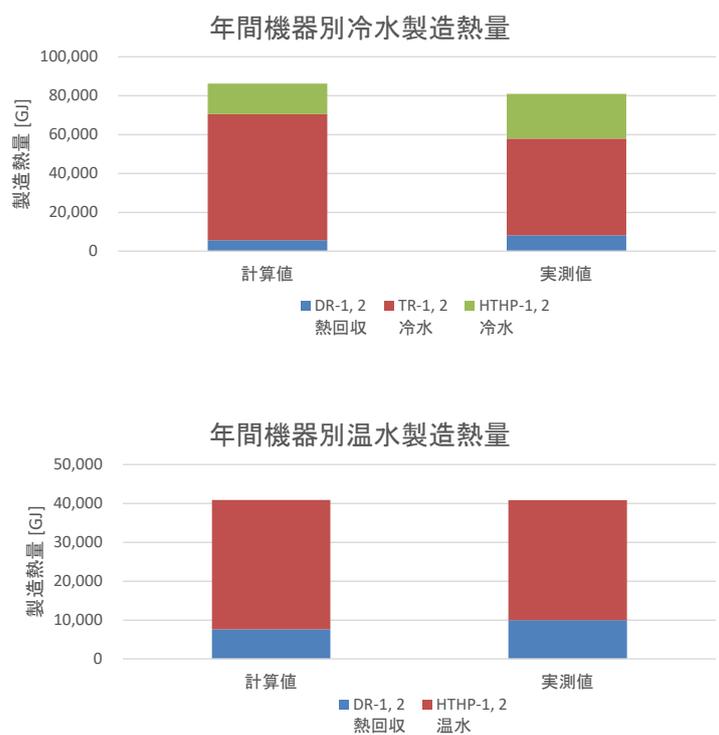


図 A. 4. 1 熱源機器別製造熱量の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 熱源機の年間製造熱量について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

2) 熱源機器別エネルギー効率

①計算値と実測値との比較

熱源機器の単体 COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

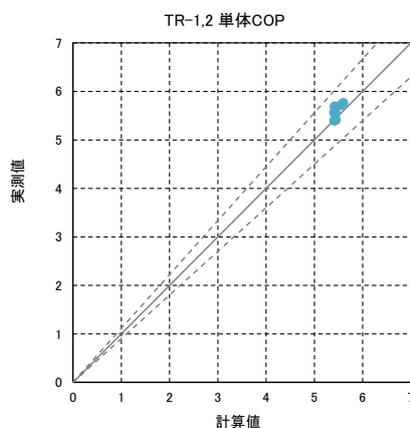


図 A. 4. 2 熱源機器別単体 COP の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 熱源機の単体 COP について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

3) 冷却塔の性能

①計算値と実測値との比較

冷却塔の冷却水出口温度について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

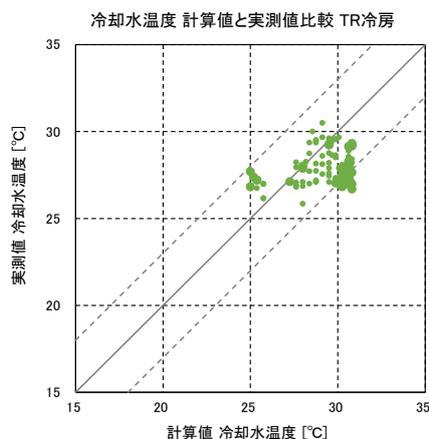


図 A. 4. 3 冷却塔の冷却水出口温度の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 冷却水出口音素について、計算値と実績値が±3°Cの範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±3°C以上の場合、その理由を明らかにする。

4) 熱源システム別エネルギー効率

①計算値と実測値との比較

熱源機器のシステム COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

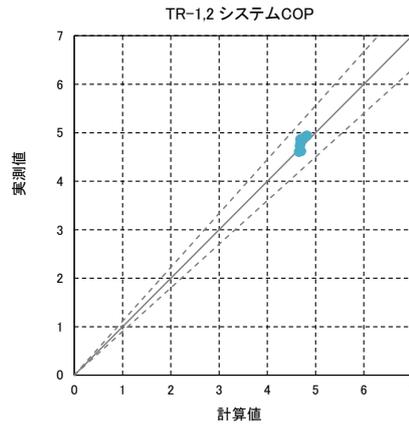


図 A. 4. 4 熱源機器別システム COP の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 熱源システムのシステム COP について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

5) 搬送動力のエネルギー効率

①計算値と実測値との比較

搬送ポンプの WTF について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

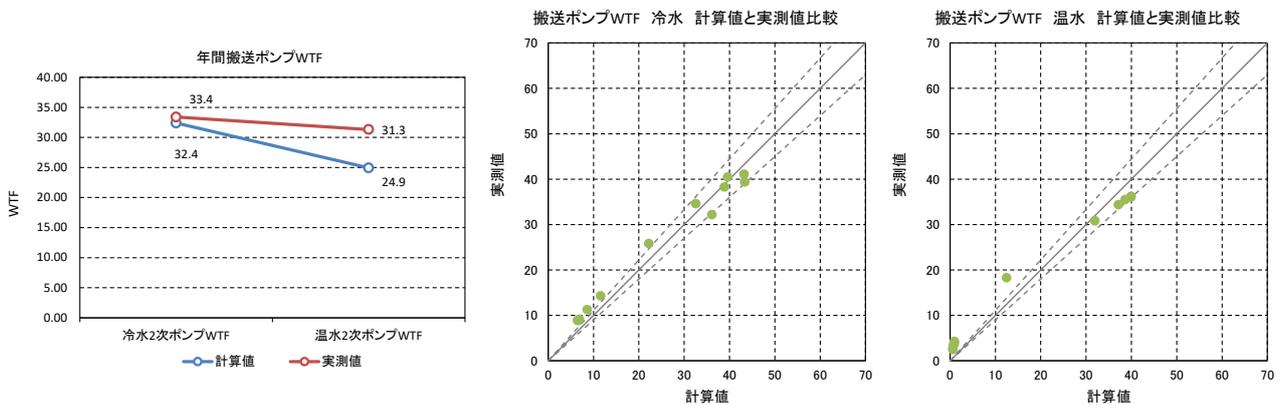


図 A. 4. 5 搬送ポンプ WTF の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 搬送ポンプ WTF について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

6) 一次エネルギー消費量

①計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー消費量、温熱一次エネルギー消費量、全体一次エネルギー消費量について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

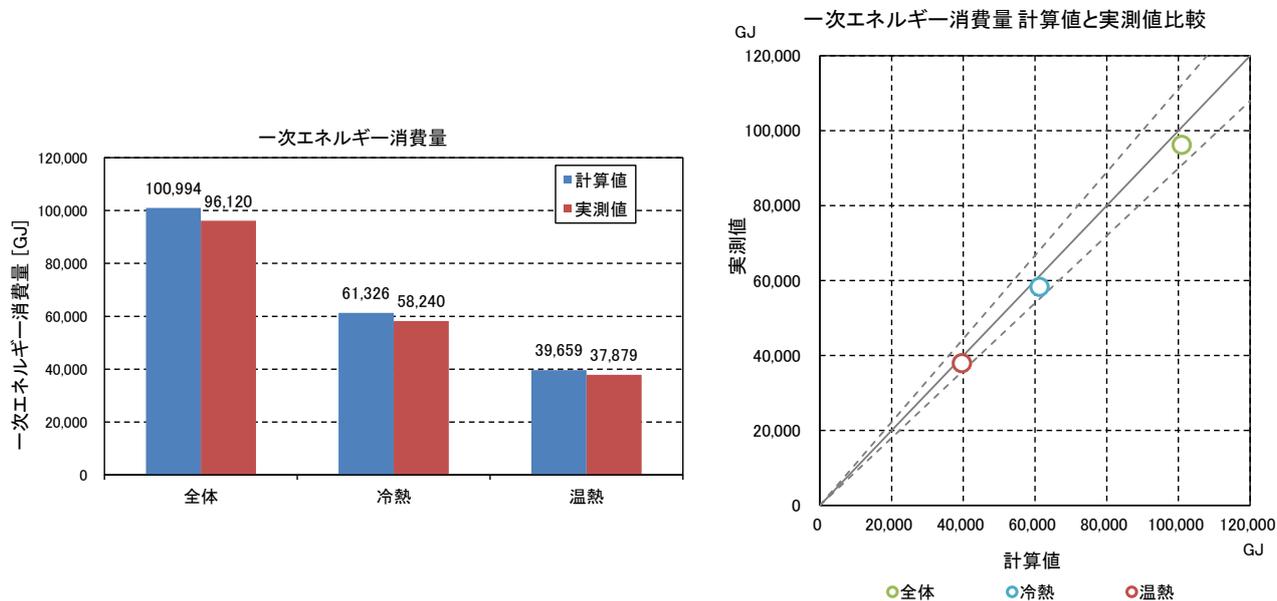


図 A.4.6 一次エネルギー換算係数の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 一次エネルギー換算係数について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

7) 一次エネルギー換算係数

①計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー換算係数、温熱一次エネルギー換算係数、総合一次エネルギー換算係数について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

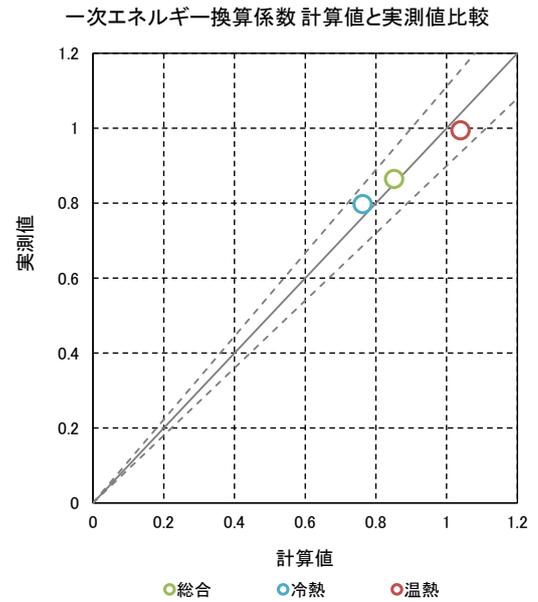
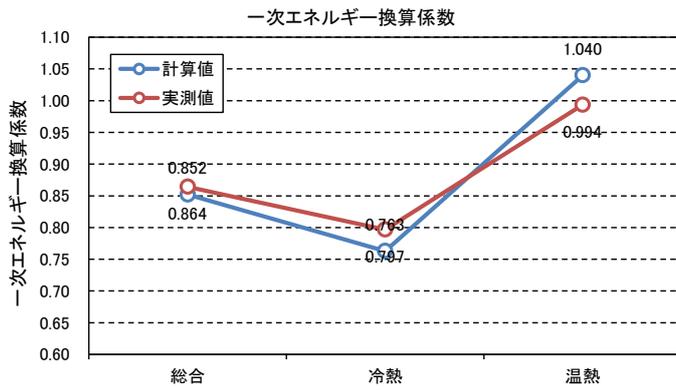


図 A. 4. 7 一次エネルギー換算係数の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

計算結果の妥当性は、以下の観点から判断する。

- ・ 一次エネルギー換算係数について、計算値と実績値が±10%の範囲であることを確認する。
- ・ 計算値と実績値の差±10%以上の場合、その理由を明らかにする。

附属書 B 一次エネルギー換算係数の算出に関わる根拠資料の例（その1）

B.1 一次エネルギー換算係数の算出

(1) 評価対象とする熱供給プラントの検討範囲

1) 検討範囲及び対象需要家の条件、地域導管径・長さ

① 熱供給プラントの概要（熱供給事業登録申請書等）

様式第1（第3条関係）

熱供給事業登録申請書

平成〇〇年〇〇月〇〇日

経済産業大臣 〇〇 〇〇 殿

住所 東京都港区虎ノ門10-3-20

氏名 日本熱供給株式会社

代表取締役社長 〇〇 〇〇 印

熱供給事業法第3条の規定により、熱供給事業の登録を受けたいので、次のとおり申請します。

(虎ノ門10丁目地域)

主たる営業所	名称		日本熱供給株式会社			
	所在地		東京都港区虎ノ門10-3-20			
その他の営業所	名称					
	所在地					
熱供給施設	設置の場所 (都道府県郡市区町村 字番地及び事業場名 を記載すること。)		種類	能力		
				加熱能力	冷却能力	
ボイラー	東京都港区 虎ノ門10-3- 20	虎ノ門10丁目エネルギー センター	蒸気ボイラー (都市ガス)	55,000GJ/h		
ヒートポンプ				30,000GJ/h	30,000GJ/h	
熱交換器 (他の者から供給され る温水等を使用する ものに限る。)						
冷凍設備 (冷却用のみに使用 されるものに限る。)			ターボ冷凍機		30,000GJ/h	
			吸収式冷凍機		30,000GJ/h	
温水又は冷水の貯水槽			—	2,000m ³		
輸送導管	設置の場所		内径 (mm)	温水等の温度 (℃)	温水等の圧力 (MPa)	
	区間	経過地				
	港区10丁目 ●●番地○ ○号から● ●番地△△ 号まで	国道1号線を 縦横断	温水管 (往) 300.0 (復) 300.0 冷水管 (往) 400.0 (復) 400.0	温水管 (往) 90.0 (復) 50.0 冷水管 (往) 7.0 (復) 14.0	温水管 (往) 0.93 (復) 0.93 冷水管 (往) 0.93 (復) 0.93	

- 1 -

他の者から温水等の供給を受ける場合における当該温水等の熱量等	契約の相手方の事業者名・所在地・契約締結日等						
	事業者名	事業者の所在地	契約締結日	契約期間	温水等の別	契約容量 (GJ/h)	備考
供給能力	温水等の別	供給能力の内訳 (GJ/h)				備考	
		熱源機器能力	蓄熱能力	他の者から調達する供給能力	合計		
	温水	85,000	0	0	85,000		
	冷水	90,000	30,000	0	120,000		
熱供給に対する需要	温水等の別	契約容量の見込み (単純合計)		最大需要の見込み	備考		
	温水	80,000 GJ/h		75,000 GJ/h			
	冷水	100,000 GJ/h		90,000 GJ/h			
事業開始の予定年月日	平成28年4月1日						
電話番号、電子メールアドレスその他の連絡先	本社 電話 03-3508-00001、 エネルギーセンター 電話 03-3508-00002 アドレス OOO@△△△.co.jp						
その行う熱供給事業以外の事業の概要	なし						

- 備考 1 ボイラーの「種類」の欄には、型式及び使用燃料を付記すること。
- 2 「能力」の欄には、加熱能力又は冷却能力（温水又は冷水の貯水槽にあつては、最大貯水容量）を記載すること。
- 3 輸送導管の「設置の場所」を記載するに当たつては、連続する導管であつて、その内径及び導管内の蒸気等の温度及び圧力が同一である範囲のものを一区間とし、「区間」の欄にはその始点及び終点の所在地を記載するとともに、「経通地」の欄には当該導管が経過する地名を記載すること。また、同一の輸送導管により温水等を輸送する場合には、「温水等の温度」及び「温水等の圧力」の欄には温水等を区分して記載すること。
- 4 他の者から温水等の供給を受ける場合にあつては、「契約の相手方の事業者名・所在地・契約締結日等」の「備考」の欄に当該他の者の施設がメンテナンスに入る期間を記載すること。また、当該期間に当該他の者からの温水等が供給能力として見込めない場合には、その温水等については、供給能力に算入しないこと。
- 5 該当事項のない欄は、省略すること。
- 6 用紙の大きさは、日本工業規格 A 4 とすること。
- 7 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。

図 B.1.1 熱供給事業登録申請書

熱供給事業を営む地域を明示した縮尺五万分の一の地形図

1:50,000 地形図 NI-54-25-2
とうきょうとうほくぶ (東京2号)

東京東北部

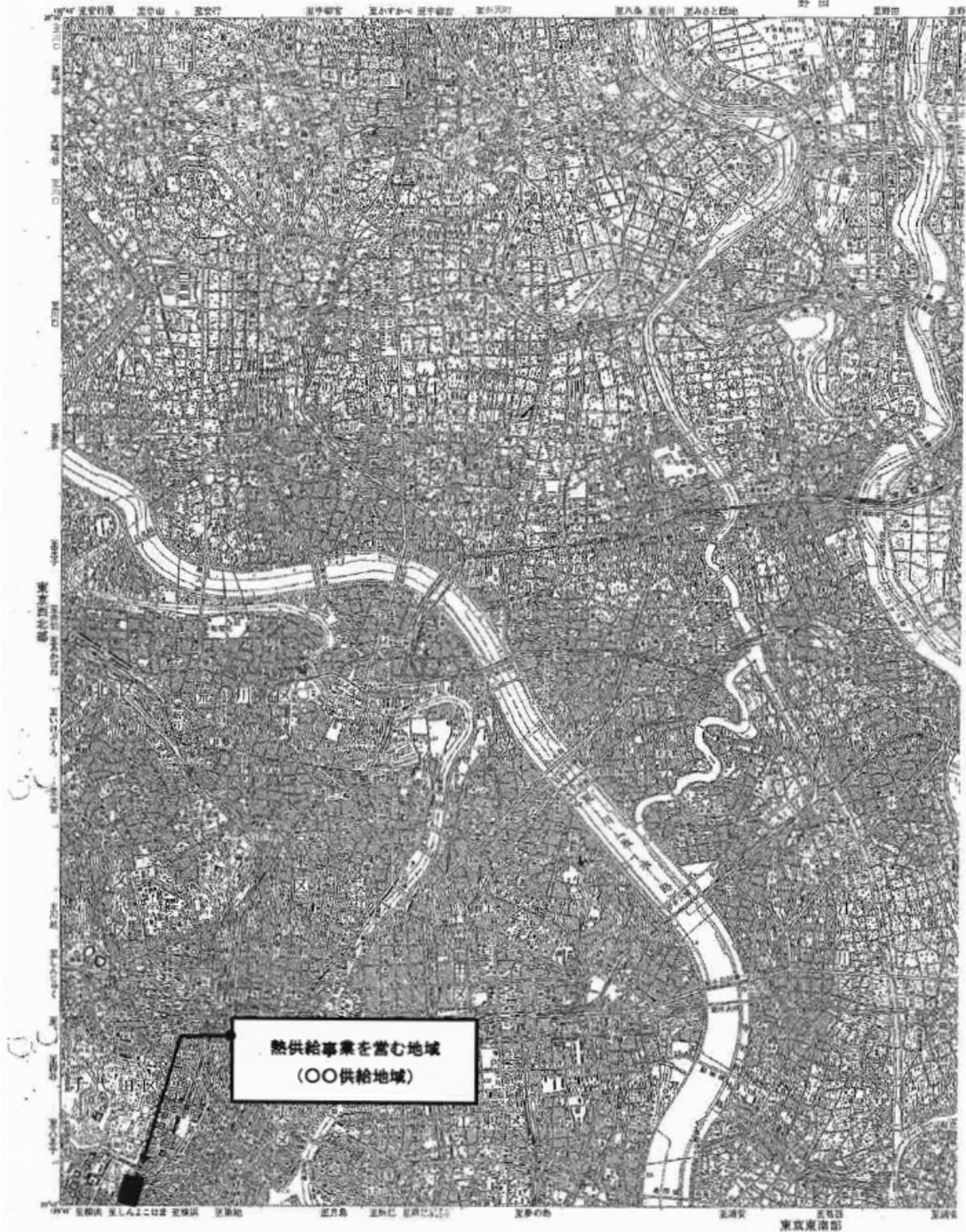


図 B. 1.2 熱供給事業の位置図

② 供給範囲

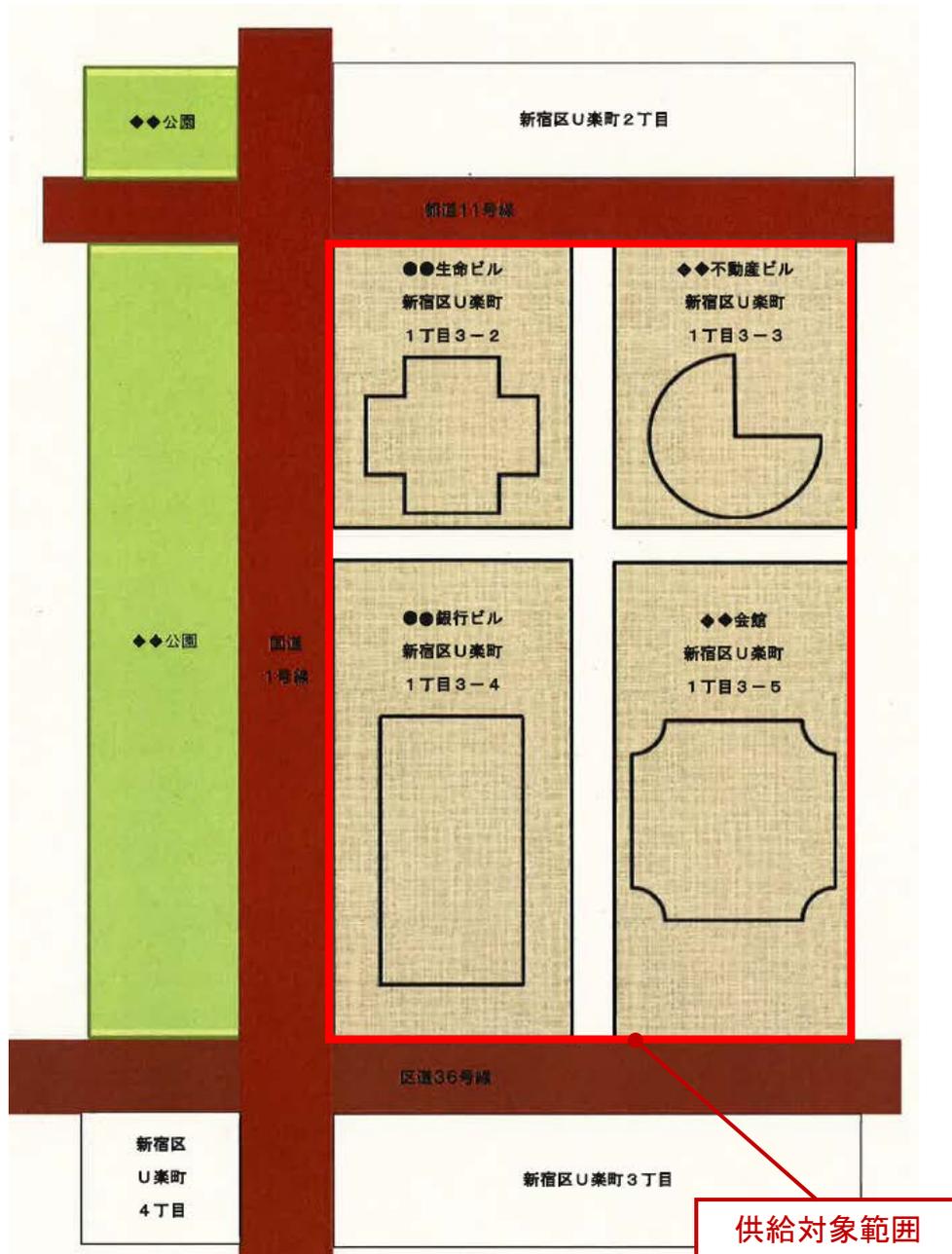


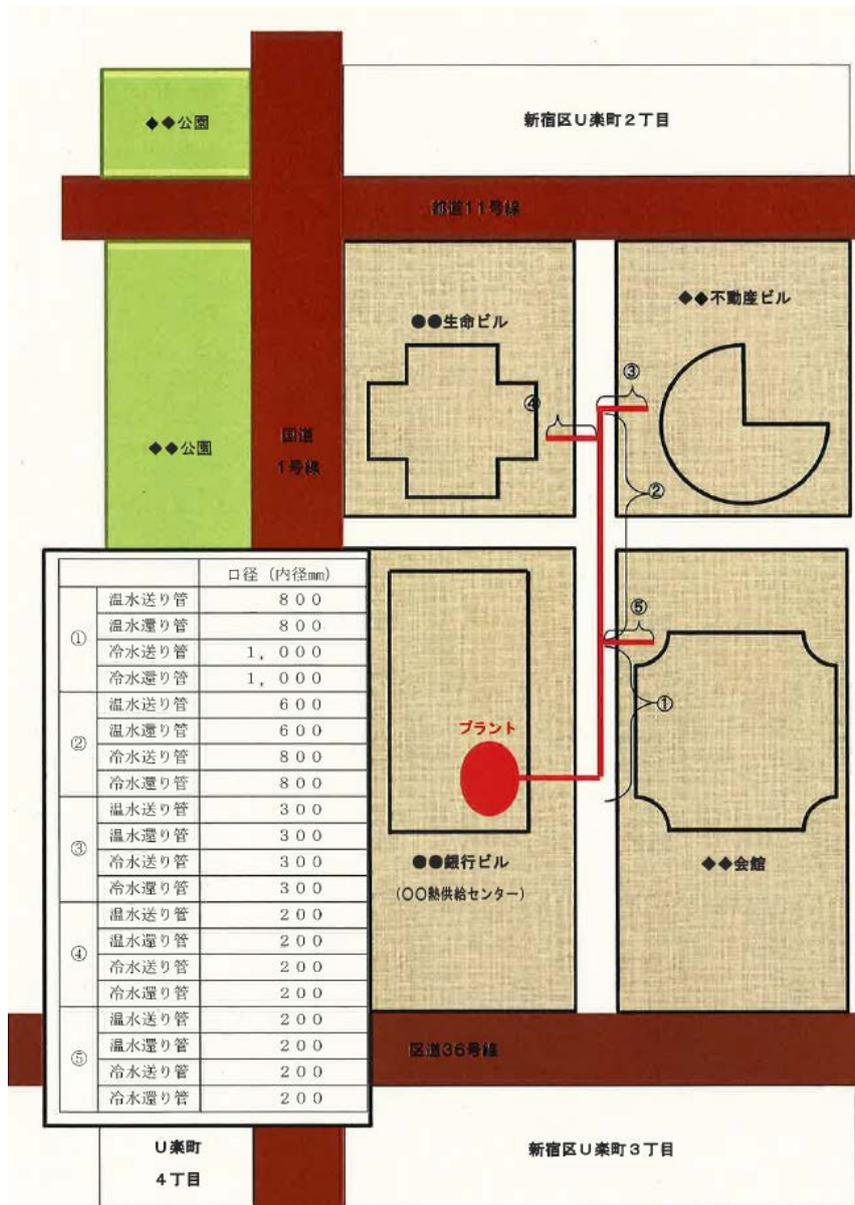
図 B.1.3 熱供給の対象範囲

③ 対象需要家一覧

表 B.1.1 需要家一覧表

名称	竣工年月	任意評定 対象施設	延床面積 (㎡)	用途別床面積(㎡)						
				事務所	商業	宿泊	病院	官公庁	ホール	
A銀行ビル	2020.04	○	120,000	120,000						
B会館	2020.06	○	90,000	20,000	10,000			10,000	50,000	
C不動産ビル	2022.12	○	150,000	100,000	20,000	30,000				
D生命ビル	2024.04		100,000	80,000	15,000		5,000			
合計			360,000	240,000	30,000	30,000	0	10,000	50,000	0

④ 地域導管径・長さ・保温仕様



熱媒種類	区間	口径(A)	設置方法	保温仕様	延長(m)
冷水(片道長さ)		250A	洞道	高密度ウレタン保温材	100
		300A	洞道	高密度ウレタン保温材	100
温水(片道長さ)		250A	直埋	高密度ウレタン保温材	200

図 B.1.4 地域導管の設置内容

2) 供給条件

① 熱媒、供給温度等

シミュレーション上の往還温度は、表 B.1.2 の値で固定とする。

表 B.1.2 熱供給条件

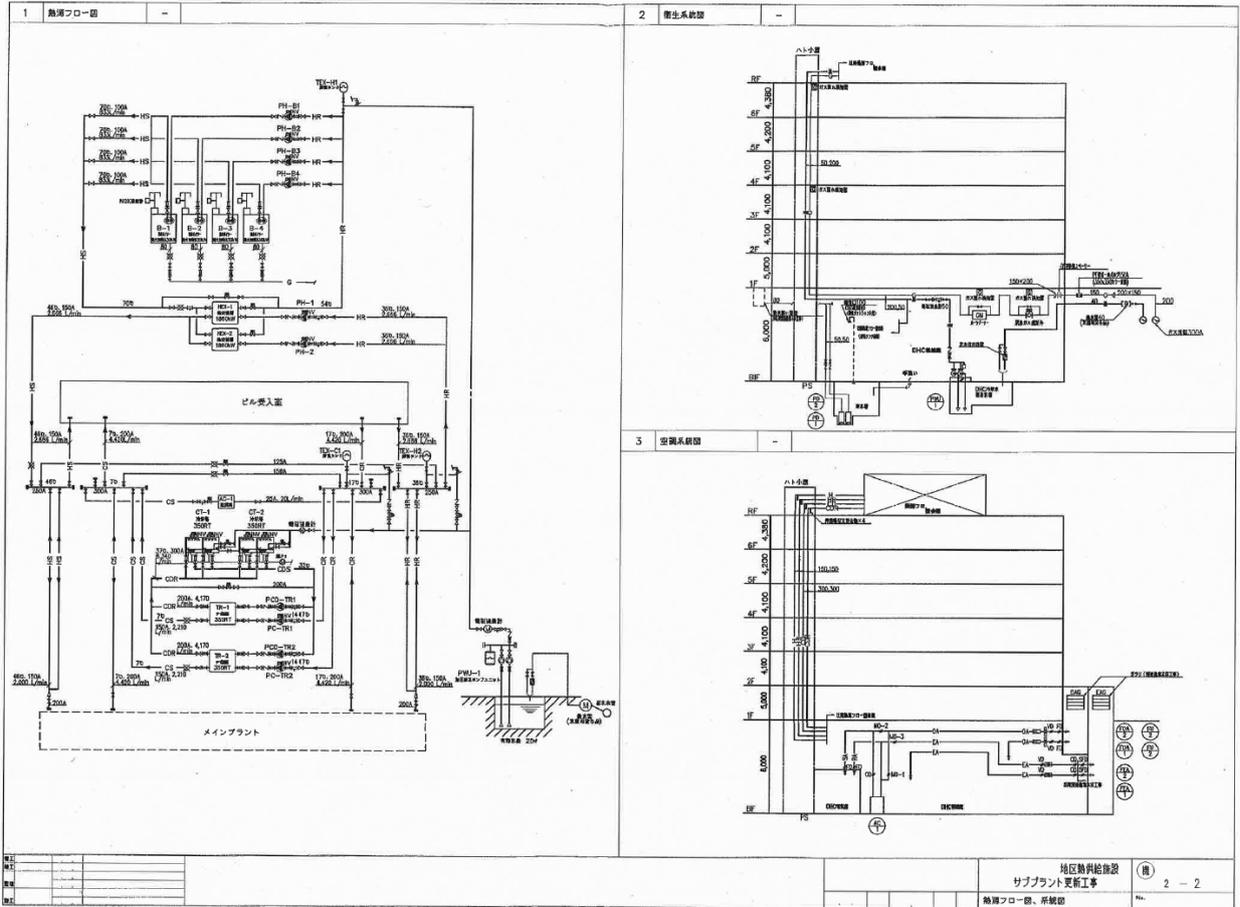
熱媒種類	往温度	還温度
冷水	7°C	17°C
温水	45°C	35°C

3) 熱源システムの構成

① 熱供給設備（機器表、系統図、自動制御図等）

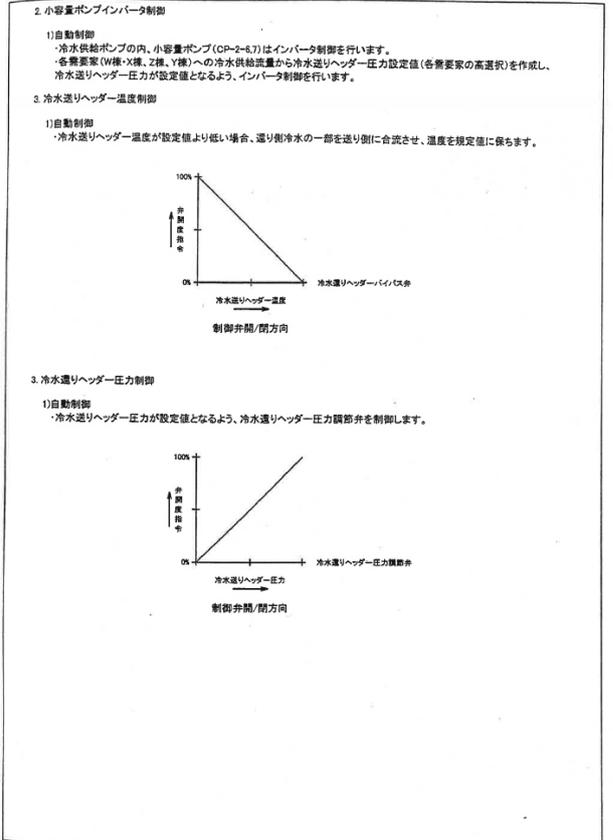
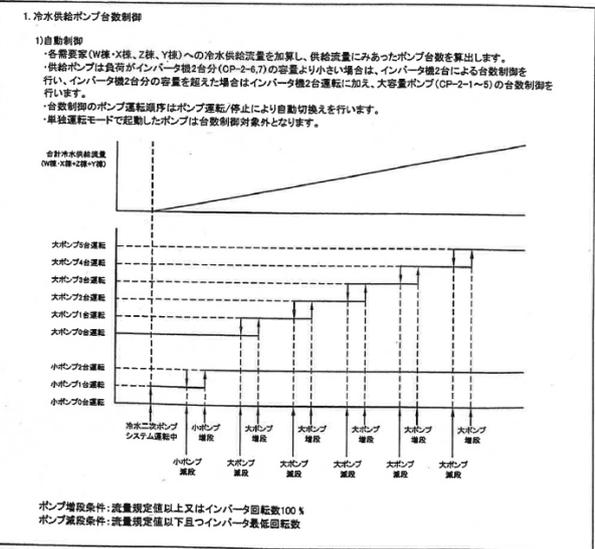
表 B.1.3 機器リスト

記号	名称	仕様	台数 合計	動力 [kW]	電圧 [V]	備考					
HTHP-1, 2	ヒータリングタワー ヒートポンプ	型式	ターボヒートポンプ	冷媒 R-123	2						
		冷水能力	kW (RT)								
		冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)								
		冷却水条件	m ³ /h (31.0℃~36.0℃)								
		電力消費量	kW								
		COP	消費電力ベース)								
		温水能力	kW (Mcal/h)								
		温水条件	m ³ /h (40.0℃~48.0℃)								
		ブライン条件	m ³ /h (-7.0℃~-11.0℃)								
		電力消費量	kW								
		COP	消費電力ベース)								
		冷温同時能力	kW (RT)								
		冷水条件	kW (Mcal/h)								
		温水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)								
電力消費量	kW										
冷COP	消費電力ベース) (冷温COP: 6.40)										
メインモータ	メイン: kW x 2、ブースター: kW x 1				6,600						
					6,600						
DR- 1, 2	熱回収ターボ冷凍機	型式	ダブルバンドルターボヒートポンプ	冷媒 R-123	2						
		冷水能力	kW (RT)								
		冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)								
		冷却水条件	m ³ /h (31.0℃~36.0℃)								
		電力消費量	N								
		COP	消費電力ベース)								
		熱回収時能力	kW (RT)								
		冷水条件	kW (Mcal/h)								
		温水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)								
		電力消費量	N								
		冷COP	消費電力ベース) (冷温COP: 6.80)								
		メインモータ	N							6,600	
		TR- 1, 2	ターボ冷凍機	型式				ターボ冷凍機	冷媒 R-123	2	
冷水能力	kW (RT)										
冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)										
冷却水条件	m ³ /h (31.0℃~36.0℃)										
電力消費量	N										
COP	消費電力ベース)										
メインモータ	N					6,600					
CHT- 1, 2	冷却加熱塔	型式	開放式角型クロスフロー、低騒音型		2						
		冷却能力	kW (Mcal/h)								
		冷却水条件	m ³ /h (36.0℃~31.0℃)								
		外気条件	/B								
		加熱能力	kW (Mcal/h)								
		ブライン条件	m ³ /h (-11.0℃~-7.0℃)								
		外気条件	:WB								
		ファンモータ	V x 8							400	
制御方式	台数制御										
CT- 1	冷却塔	型式	開放式角型クロスフロー、低騒音型		1						
		冷却能力	kW (Mcal/h)								
		冷却水条件	m ³ /h (38.0℃~31.0℃)								
		外気条件	B								
		ファンモータ	x 8							400	
制御方式	台数制御										
Z- 1, 2	冷水蓄熱槽	型式	成層型 冷水専用		2						
		容量	m ³								
		温度差	8℃								
Y- 2, 3	冷温水蓄熱槽	型式	成層型 冷温水切替		2						
		容量	m ³								
		温度差	8℃								
CP1- T-1, 2	冷水一次ポンプ (TR系統)	型式	片吸込渦巻ポンプ		2						
		水量	m ³ /h								
		揚程	20.5 m								
		モータ	37 kW							37	400
総合効率	69.8%										
HP1- H-1, 2	温水一次ポンプ (HTHP系統)	型式	片吸込渦巻ポンプ		2						
		水量	m ³ /h								
		揚程	26 m								
		モータ	37 kW							37	400
総合効率	68.4%										
CP2- 1~5	冷水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		5						
		水量	m ³ /h								
		揚程	64.5 m								
		モータ	180 kW							180	400
総合効率	72.0%										
CP2- 6, 7	冷水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		2						
		水量	m ³ /h								
		揚程	64.5 m								
		モータ	110 kW インバータ制御							110	400
総合効率	69.9%										
HP2- 1~3	温水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		3						
		水量	m ³ /h								
		揚程	64.5 m								
		モータ	132 kW							132	400
総合効率	71.2%										



冷温水供給制御-1

<p>運用概要</p> <p>1.各モード共通制御です。 2.需要家の負荷に対応し、ポンプの台数制御及び小容量ポンプのインバータ制御を行います。又供給側温水の温度圧力制御を行います。</p>	<p>監視ポイント</p> <p>＜＜冷水系＞＞</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.W棟・X棟複合冷水供給流量 (FT-WX01) 2.2棟冷水供給流量 (FT-Z01) 3.Y棟冷水供給流量 (FT-Y01) 4.冷水送りヘッダー温度 (TE-PC01) 5.冷水送りヘッダー圧力 (PT-PC01) 6.冷水送りヘッダー温度 (TE-PC02):監視用 7.冷水送りヘッダー圧力 (PT-PC02) 8.冷水PH (NH-PC01):監視用 9.冷水導電率 (Cl-PC01):監視用 10.冷水ポンプ (CP-2-1~7) 運転状態 <p>＜＜温水系＞＞</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.W棟・X棟複合温水供給流量 (FT-WX02) 2.2棟温水供給流量 (FT-Z02) 3.Y棟温水供給流量 (FT-Y02) 4.温水送りヘッダー温度 (TE-PH01) 5.温水送りヘッダー圧力 (PT-PH01) 6.温水送りヘッダー温度 (TE-PH02):監視用 7.温水送りヘッダー圧力 (PT-PH02) 8.温水PH (NH-PH01):監視用 9.温水導電率 (Cl-PH01):監視用 10.温水ポンプ (HP-2-1~6) 運転状態
--	--



CT-1冷却塔制御

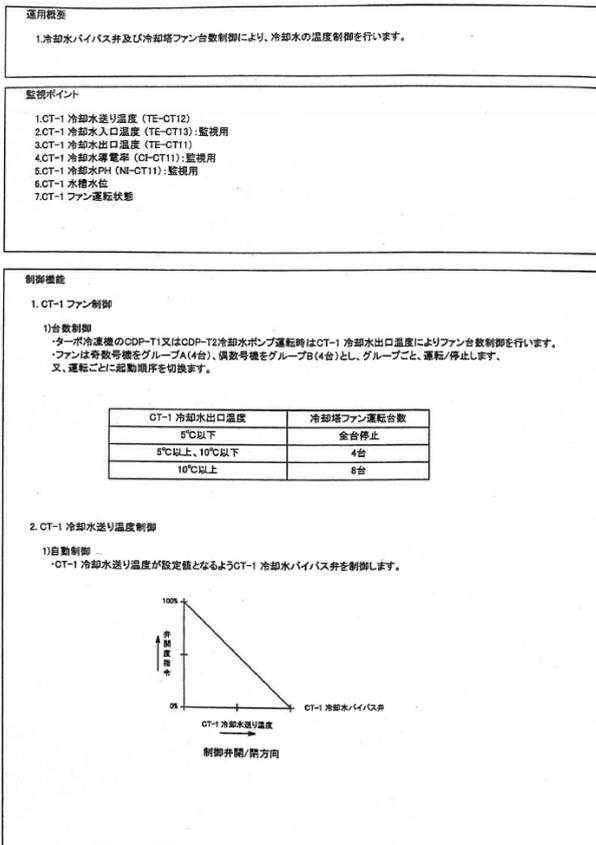


図 B. 1. 5 自動制御の計装図

4) ほかに評価対象となる機器システムを特徴づける事項

(2)一次エネルギー換算係数の算出に用いる資料

1) 地域及び需要家の熱負荷に関する事項

① 気象条件

外気温度と湿球温度は、WEB データを月別時刻別で単純平均したデータを使用する。

表 B.1.4 外気の乾球温度及び湿球温度（第6地域）

WEBデータの平均乾球温度
℃

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	8月2日	2月25日
													夏季設計日	冬季設計日
0-1時	3.4	3.1	5.3	12.5	16.2	21.2	25.3	26.0	21.9	15.3	10.3	5.2	25.3	-2.7
1-2時	3.1	2.7	4.9	12.0	15.7	20.7	25.0	25.6	21.6	15.0	10.0	5.0	24.8	-2.9
2-3時	2.9	2.2	4.6	11.4	15.2	20.4	24.7	25.2	21.3	14.7	9.7	4.8	24.0	-3.2
3-4時	2.7	1.9	4.4	10.9	14.9	20.0	24.5	24.9	20.9	14.5	9.3	4.6	23.4	-3.6
4-5時	2.6	1.6	4.1	10.6	14.6	19.8	24.3	24.6	20.7	14.2	9.0	4.3	23.1	-3.8
5-6時	2.3	1.6	3.8	10.4	14.5	19.7	24.2	24.5	20.4	13.9	8.8	4.2	23.0	-3.8
6-7時	2.1	1.5	3.8	10.5	14.9	20.1	24.6	24.7	20.4	13.8	8.6	4.0	23.5	-3.7
7-8時	2.1	1.8	4.7	11.4	15.9	21.0	25.5	25.6	21.1	14.3	8.9	4.1	25.0	-3.0
8-9時	3.0	3.0	6.4	13.0	17.3	22.3	26.6	26.8	22.5	15.8	9.9	5.0	27.4	-1.1
9-10時	4.5	4.6	8.3	14.8	18.7	23.6	27.6	27.9	23.9	17.7	11.6	6.5	29.8	1.6
10-11時	5.9	6.1	9.8	16.2	19.9	24.6	28.5	28.9	25.0	19.2	13.3	7.9	31.7	4.1
11-12時	6.8	7.1	10.7	17.2	20.8	25.5	29.3	29.6	26.0	20.2	14.5	9.0	33.1	5.3
12-13時	7.4	7.6	11.4	17.9	21.5	26.1	29.8	30.1	26.6	20.7	15.2	9.5	33.7	5.7
13-14時	7.7	7.8	11.9	18.4	22.1	26.3	30.1	30.6	26.9	21.1	15.6	9.8	34.2	5.1
14-15時	7.9	7.9	12.1	18.7	22.4	26.4	30.2	30.9	26.9	21.2	15.8	10.0	34.9	4.3
15-16時	7.7	7.7	12.0	18.7	22.4	26.3	30.0	30.9	26.7	21.0	15.6	9.9	35.3	4.6
16-17時	7.3	7.3	11.6	18.4	22.1	26.1	29.7	30.5	26.4	20.5	15.1	9.4	34.8	4.9
17-18時	6.7	6.7	10.7	17.8	21.5	25.7	29.2	29.9	25.8	19.7	14.4	8.6	33.5	4.4
18-19時	6.0	6.1	9.7	17.0	20.6	25.0	28.6	29.1	25.0	18.7	13.6	7.8	31.4	3.6
19-20時	5.4	5.5	8.6	16.1	19.7	24.3	28.0	28.3	24.3	17.9	12.7	7.1	29.7	2.6
20-21時	4.9	5.0	7.8	15.3	18.9	23.6	27.3	27.7	23.6	17.1	12.1	6.6	28.7	1.9
21-22時	4.4	4.5	7.1	14.5	18.3	22.9	26.8	27.2	23.1	16.5	11.5	6.1	27.5	1.1
22-23時	4.0	3.9	6.5	13.8	17.7	22.3	26.3	26.8	22.5	15.9	11.0	5.7	26.7	0.0
23-24時	3.7	3.5	6.0	13.2	17.0	21.7	25.8	26.4	22.1	15.4	10.5	5.3	26.2	-0.6

WEBデータの平均湿球温度
℃

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	8月2日	2月25日
													夏季設計日	冬季設計日
0-1時	1.3	0.8	3.7	9.3	13.4	18.1	22.7	23.5	19.1	13.2	8.2	3.1	22.0	-4.5
1-2時	1.2	0.5	3.4	9.0	13.2	18.0	22.6	23.4	19.0	13.0	8.0	3.0	21.7	-4.6
2-3時	1.0	0.3	3.1	8.8	13.1	17.9	22.5	23.3	18.8	12.9	7.8	2.8	21.5	-4.6
3-4時	0.9	0.1	3.0	8.6	12.9	17.7	22.4	23.2	18.7	12.7	7.5	2.7	21.4	-4.9
4-5時	0.7	-0.1	2.8	8.5	12.8	17.7	22.3	23.1	18.6	12.6	7.3	2.5	21.5	-5.1
5-6時	0.6	0.0	2.7	8.4	12.7	17.7	22.3	23.0	18.6	12.5	7.1	2.5	21.5	-5.1
6-7時	0.5	-0.1	2.8	8.5	12.9	17.9	22.5	23.1	18.6	12.4	6.9	2.4	21.7	-5.0
7-8時	0.6	0.1	3.4	9.0	13.3	18.3	22.9	23.4	18.9	12.6	7.0	2.4	22.2	-4.3
8-9時	1.1	0.9	4.4	9.9	13.9	18.8	23.3	23.7	19.4	13.2	7.6	3.0	23.0	-2.6
9-10時	2.1	1.8	5.4	10.6	14.5	19.3	23.7	24.0	19.8	13.9	8.5	3.8	23.7	-0.6
10-11時	2.9	2.6	6.2	11.1	14.9	19.6	23.9	24.3	20.1	14.5	9.4	4.6	24.3	0.9
11-12時	3.4	3.1	6.6	11.5	15.2	19.8	24.1	24.4	20.4	14.8	10.1	5.2	24.7	1.4
12-13時	3.7	3.3	6.9	11.7	15.4	20.0	24.3	24.6	20.5	15.0	10.4	5.4	24.9	1.5
13-14時	3.8	3.5	7.2	11.8	15.5	20.0	24.3	24.7	20.6	15.1	10.5	5.5	25.0	0.9
14-15時	3.9	3.6	7.3	11.8	15.4	20.0	24.2	24.7	20.5	15.1	10.5	5.6	25.2	1.0
15-16時	3.9	3.5	7.3	11.7	15.4	20.0	24.2	24.7	20.5	15.0	10.5	5.6	25.1	1.3
16-17時	3.7	3.4	7.0	11.5	15.2	19.9	24.1	24.6	20.4	14.9	10.4	5.3	24.4	1.2
17-18時	3.3	3.0	6.7	11.3	15.0	19.7	24.0	24.5	20.3	14.6	10.3	4.9	23.5	1.2
18-19時	3.0	2.7	6.2	10.9	14.9	19.5	23.9	24.3	20.1	14.3	10.0	4.5	22.4	0.9
19-20時	2.6	2.4	5.7	10.7	14.7	19.3	23.7	24.1	19.9	14.0	9.6	4.2	21.4	0.1
20-21時	2.3	2.1	5.2	10.5	14.5	19.0	23.5	24.0	19.8	13.8	9.3	3.9	20.4	-0.5
21-22時	2.0	1.8	4.8	10.3	14.3	18.8	23.3	23.9	19.6	13.6	9.0	3.7	19.7	-0.9
22-23時	1.8	1.4	4.4	9.9	14.0	18.6	23.0	23.7	19.3	13.3	8.7	3.4	19.5	-1.8
23-24時	1.5	1.1	4.1	9.6	13.8	18.4	22.9	23.6	19.1	13.1	8.4	3.2	19.3	-2.1

② 熱負荷原単位・負荷パターン

原単位及び負荷パターンは、エネルギーシステムの設計情報データベースの新負荷原単位を使用する。

表 B. 1. 5 建物用途別熱負荷原単位

	年間熱負荷原単位					ピーク熱負荷原単位					
	事務所	官公庁	商業	宿泊	病院	事務所	官公庁	商業	宿泊	病院	
冷房負荷 [MJ/m ² y]	301.7	159.8	471.8	323.5	260.7	冷房負荷 [W/m ²]	61.9	47.1	80.7	49.7	47.9
温熱負荷 [MJ/m ² y]	84.2	132.7	48.7	420.9	127.6	温熱負荷 [W/m ²]	31.8	40.4	13.1	42.5	30.7
電力負荷 [kWh/m ² y]	175.4	106.6	149.9	153.2	212.5	電力負荷 [Wh/m ²]	37.7	22.1	34.5	28.5	52.7

【出典 1】「エネルギーシステムの設計情報データベース」(2015.10.30 公益社団法人空気調和・衛生工学会)

各月の平日と休日の日数は、2016年度カレンダー（2016年4月～2017年3月）に基づくものとし、平日は年間244日、休日は年間121日として年間熱負荷を集計する。

③ 需要家の熱負荷

需要家の用途別床面積と熱負荷原単位を用いて、需要家の熱負荷を算出する。

需要家の月別・時刻別熱負荷を図 B. 1. 6 に示す。

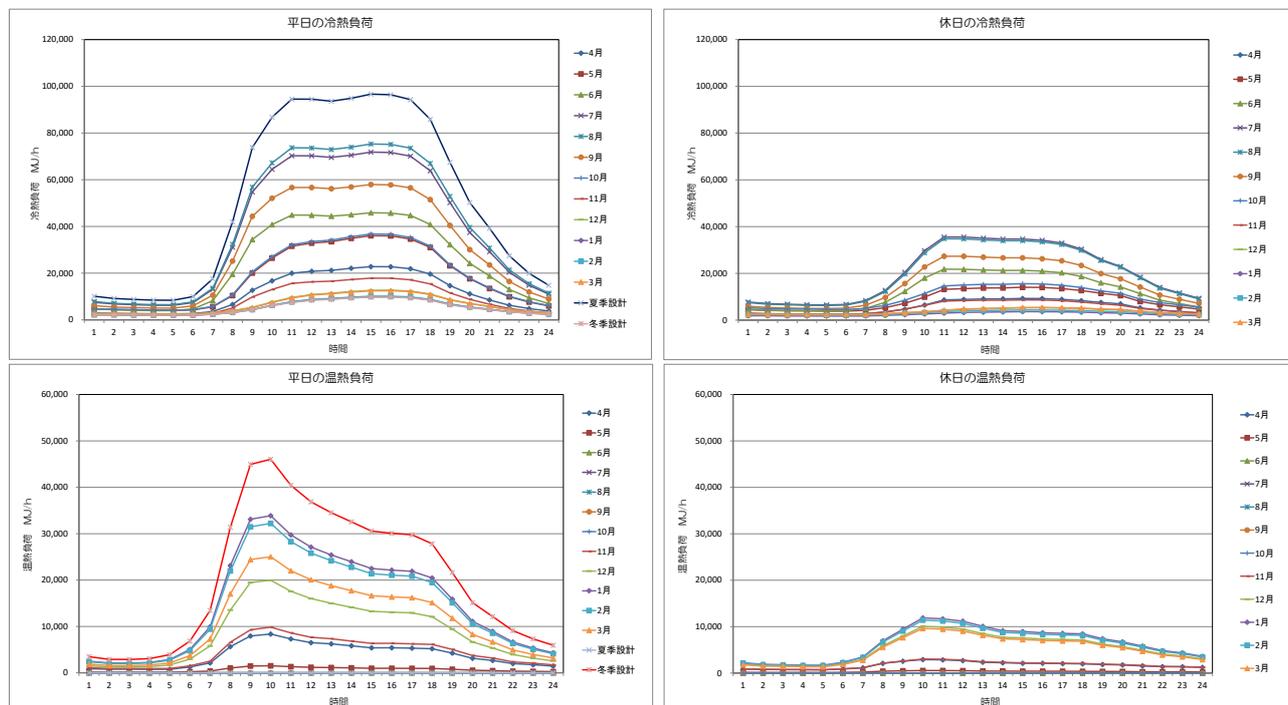
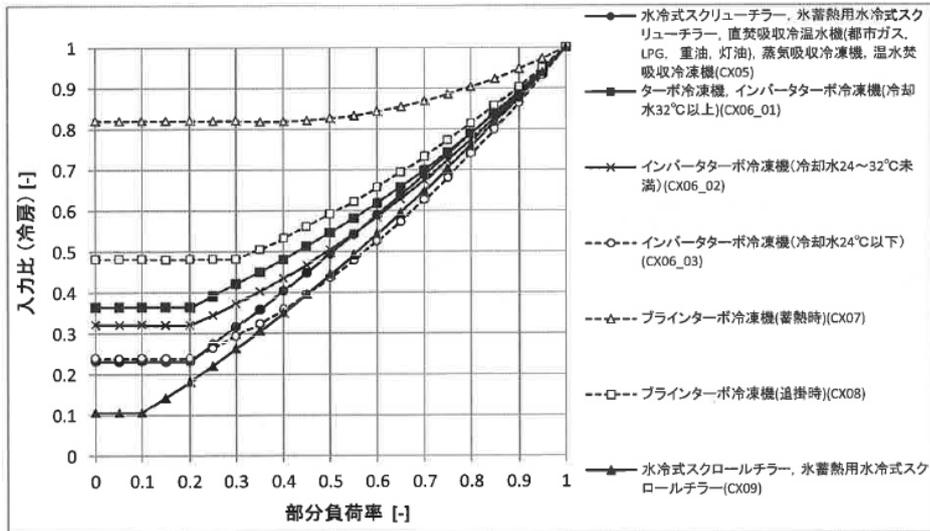


図 B. 1. 6 需要家の月別・時刻別熱負荷

2) 対象となる熱源システムに関する事項

① 熱源機器特性

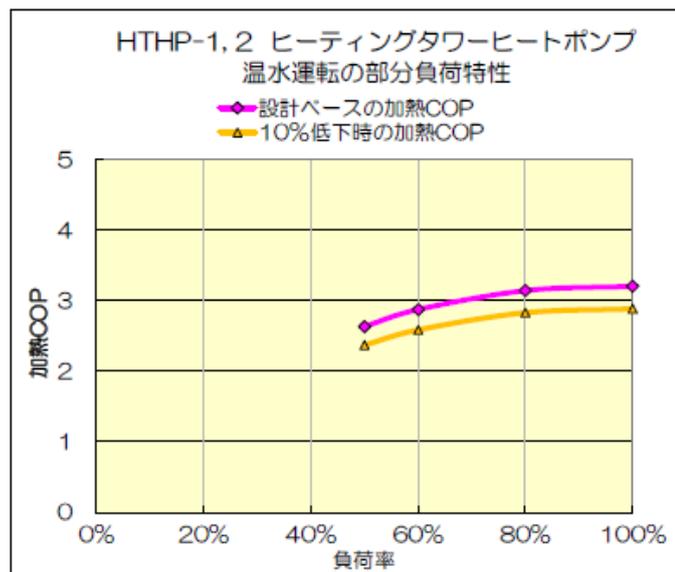
ターボ冷凍機の特性は省エネ基準の値を用いる（図 B. 1. 7）。



出典：「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説」

図 B. 1. 7 熱源機器の部分負荷特性

ヒーティングタワーヒートポンプ（冷却運転）及び熱回収冷凍機の特性は省エネ基準解説に記載がないが、概ねターボ冷凍機の特性に近いと考えられるため、ターボ冷凍機の特性値を用いる。一方、ヒーティングタワーヒートポンプの加熱運転は省エネ基準解説に記載がなく、また類似の特性値もない。このため、メーカー提示の特性値を用いる。



出典：メーカー提示資料をもとに作成

図 B. 1. 8 ヒーティングタワーヒートポンプ（加熱運転）の部分負荷特性

② 熱源の運転順位

効率の良い機器から優先的に運転するものとし、以下に示す。

- 夏期の冷水製造：①TR-1,2 ②HTHP の冷水運転
- 他期の冷水製造：①DR-1, 2 の熱回収運転 ②TR-1, 2
- 他期の温水製造：①DR-1, 2 の熱回収運転 ②HTHP-1, 2 の温水運転

上記で、夏期は冷水負荷のみの6月～10月の期間、他期は冷温水負荷のある11月～5月の期間とする。

③ 自動制御のアルゴリズム

・ 熱源機器の負荷率

熱源機器はすべて蓄熱槽を介して熱供給するため、冷凍機やヒートポンプは常に100%の負荷率で運転されるものとする。ただし、冷却水温度は、冷却塔ファンの台数制御により25℃～31℃での運転とする。

・ 冷却塔のファン制御

冷却塔の制御については、2台のターボ冷凍機に対応する集合冷却塔が1セットと、1台の熱回収ターボ冷凍機と1台のヒーティングタワーヒートポンプに対応する集合冷却加熱塔が2セット設置されている。

それぞれの集合冷却塔または集合冷却加熱塔は、8台の定速ファンを有しており、ファンの運転台数制御により冷却塔出口温度を段階的に制御している。いかに、2台のターボ冷凍機に対応する1セットの集合冷却塔について、通水台数、ファン運転台数（ファン電力）、冷却水温度を計算するアルゴリズムを示す。

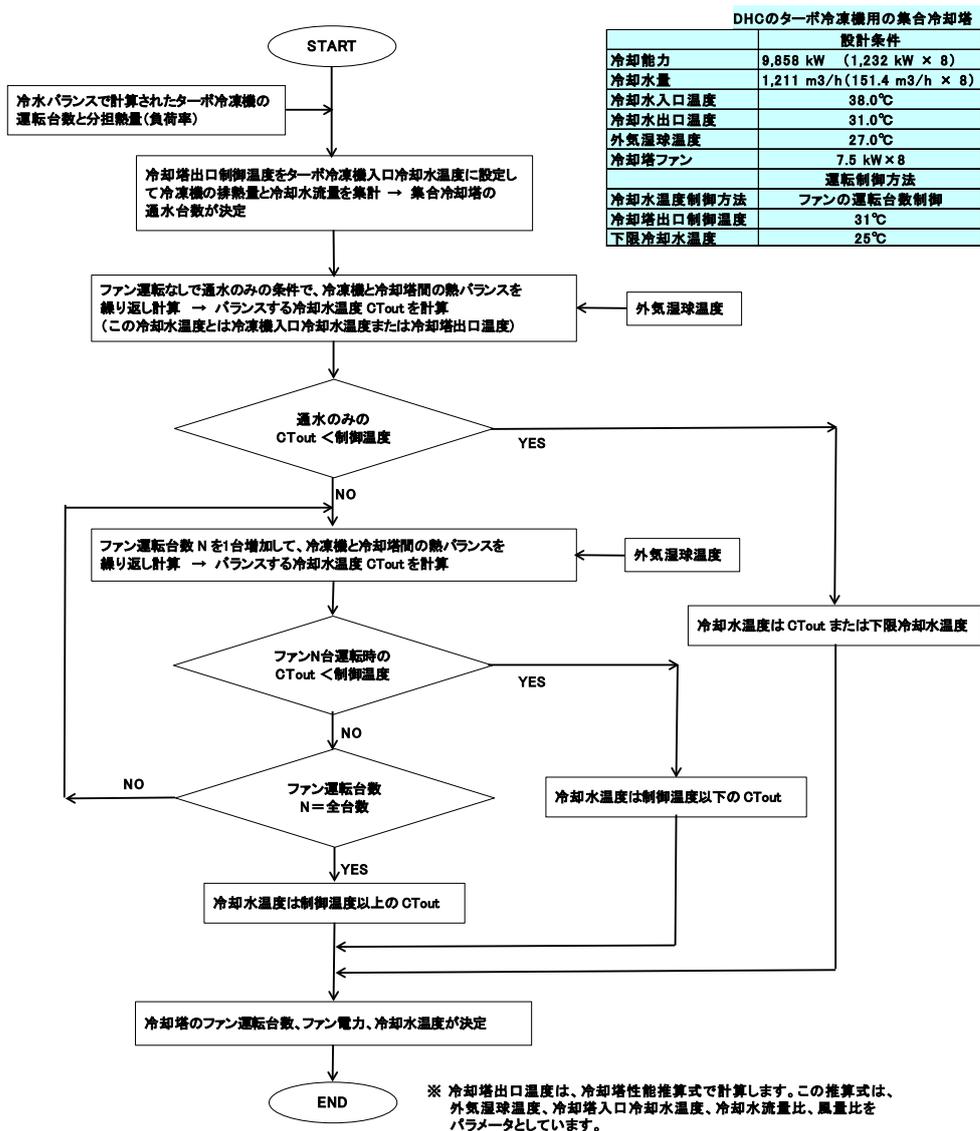


図 B.1.9 冷却塔ファンの制御アルゴリズム

・プラント側二次ポンプの変流量制御

プラント側二次ポンプの制御については、小容量機が2台と大容量機から構成されている。小容量機はインバータによる変流量運転で優先的に運転され、大容量機は定格流量の定流量運転として消費電力を計算する。供給差圧は一定と想定して、変流量運転時のポンプ揚程も変化しないものとする（吐出圧一定制御）。

冷水二次ポンプの電力計算アルゴリズムを以下に示す。温水二次ポンプについても同様の考え方とする。

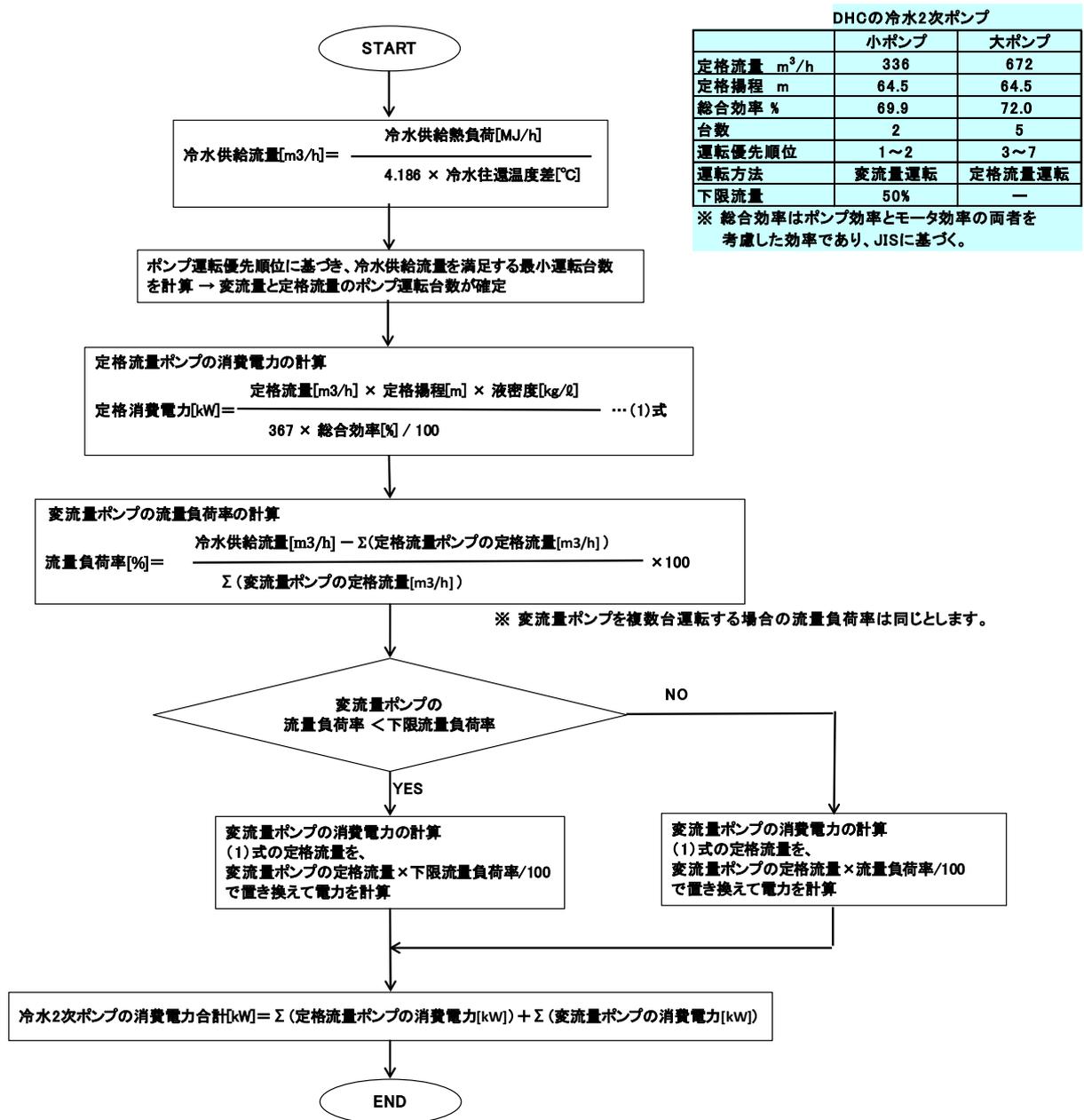


図 B.1.10 二次ポンプの制御アルゴリズム

3) 月別供給熱量、製造熱量 (冷熱・温熱)

①月別供給熱量

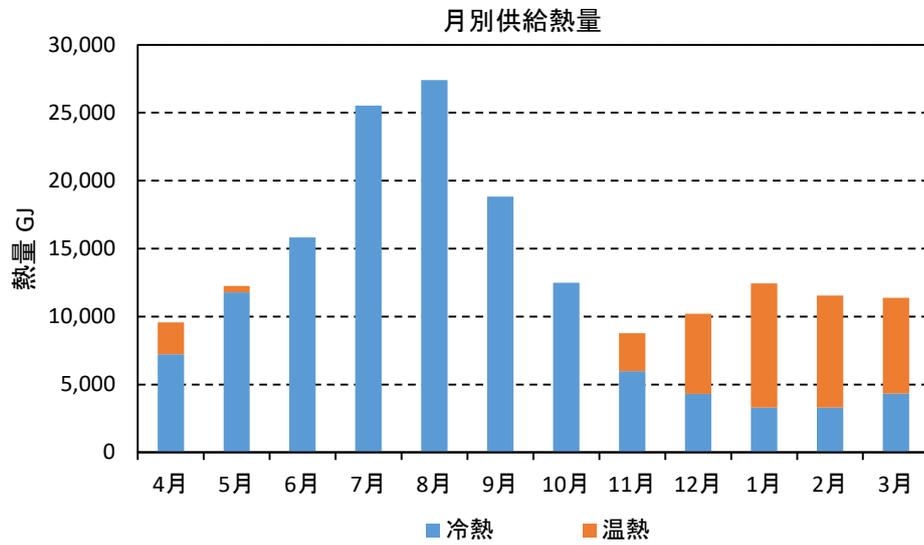


図 B. 1. 11 月別供給熱量

②月別製造熱量

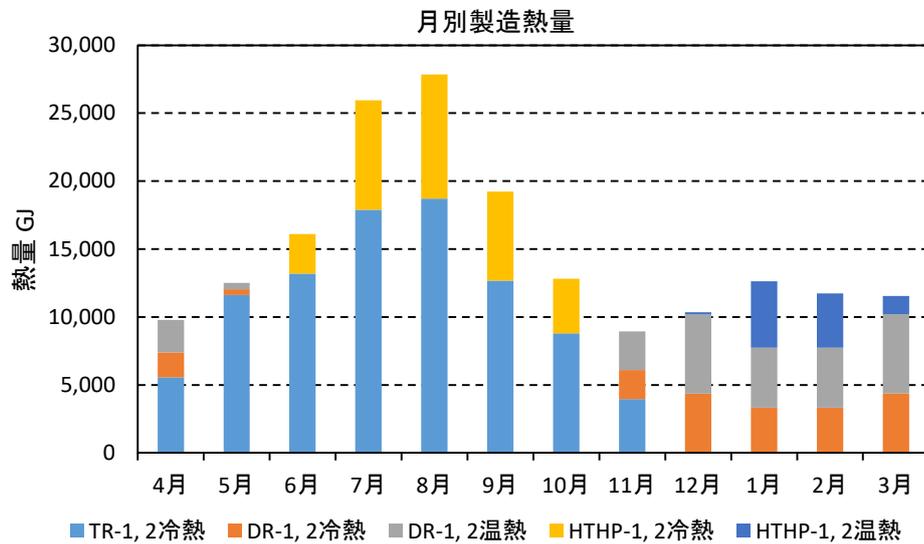


図 B. 1. 12 月別製造熱量

4) 熱源機器別製造熱量、エネルギー消費量、運転時間、補機エネルギー消費量

①年間熱源機器別の製造熱量（冷水、温水）

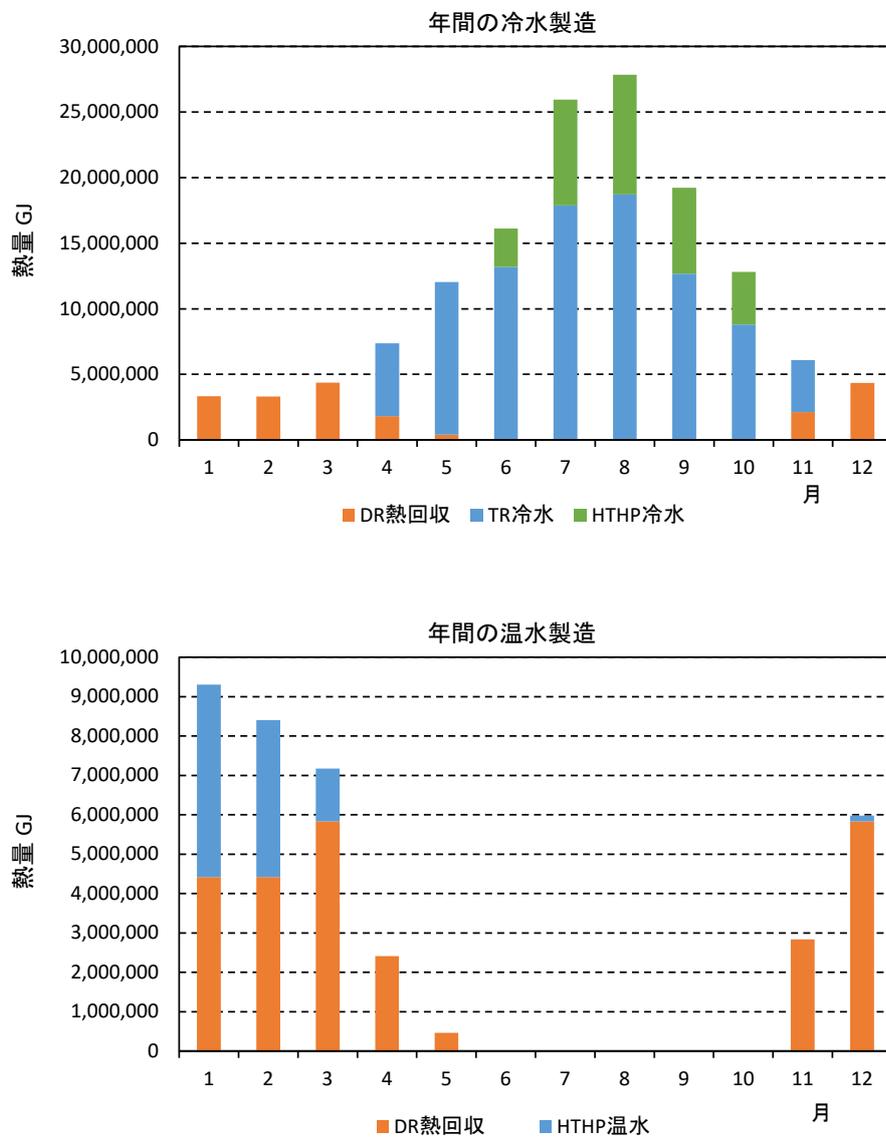


図 B. 1. 13 熱源機器別の製造熱量（上段：冷水、下段：温水）

②年間消費先別のエネルギー消費量

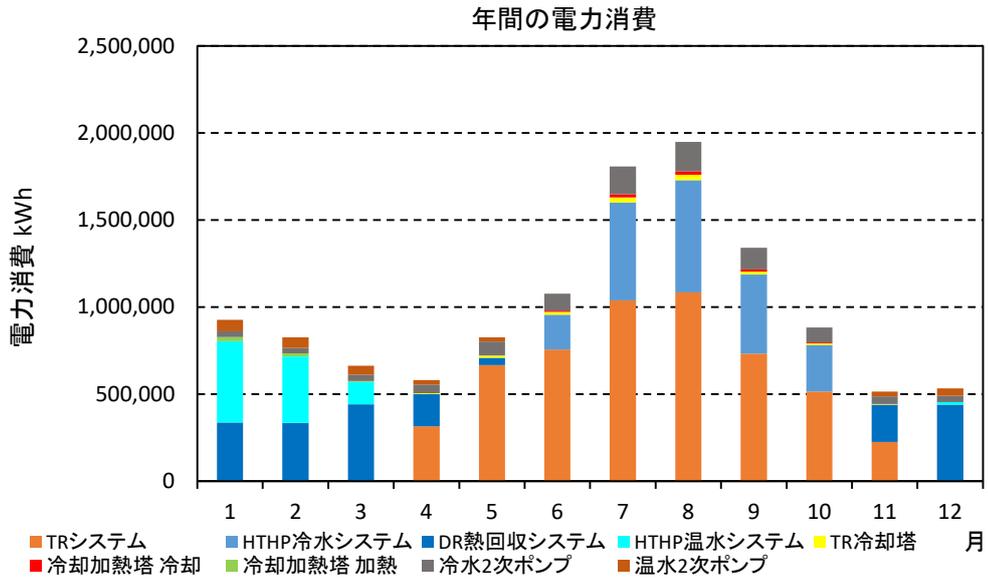


図 B. 1. 14 消費先別の電力消費量

③機器別の年間運転時間

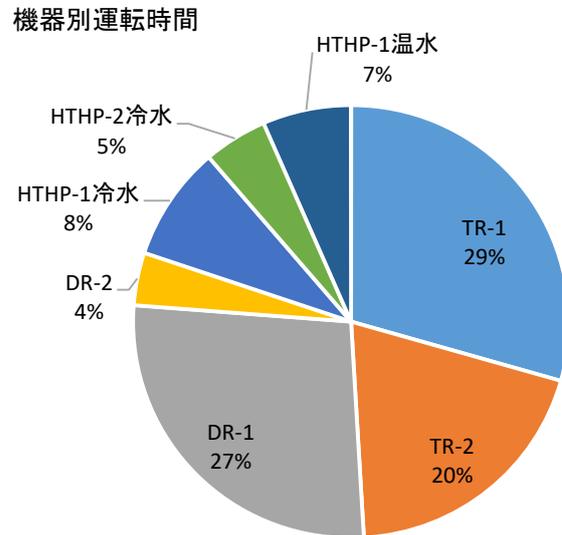


図 B. 1. 15 機器別の運転時間比率

④年間主機・補機エネルギー消費量

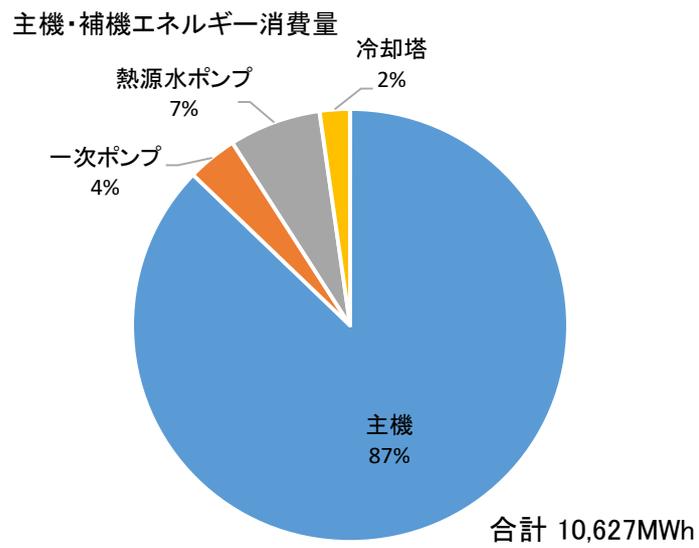


図 B. 1. 16 主機・補機のエネルギー消費量比率

5) 熱源機器別の効率 (単体 COP・システム COP)

① 単体 COP

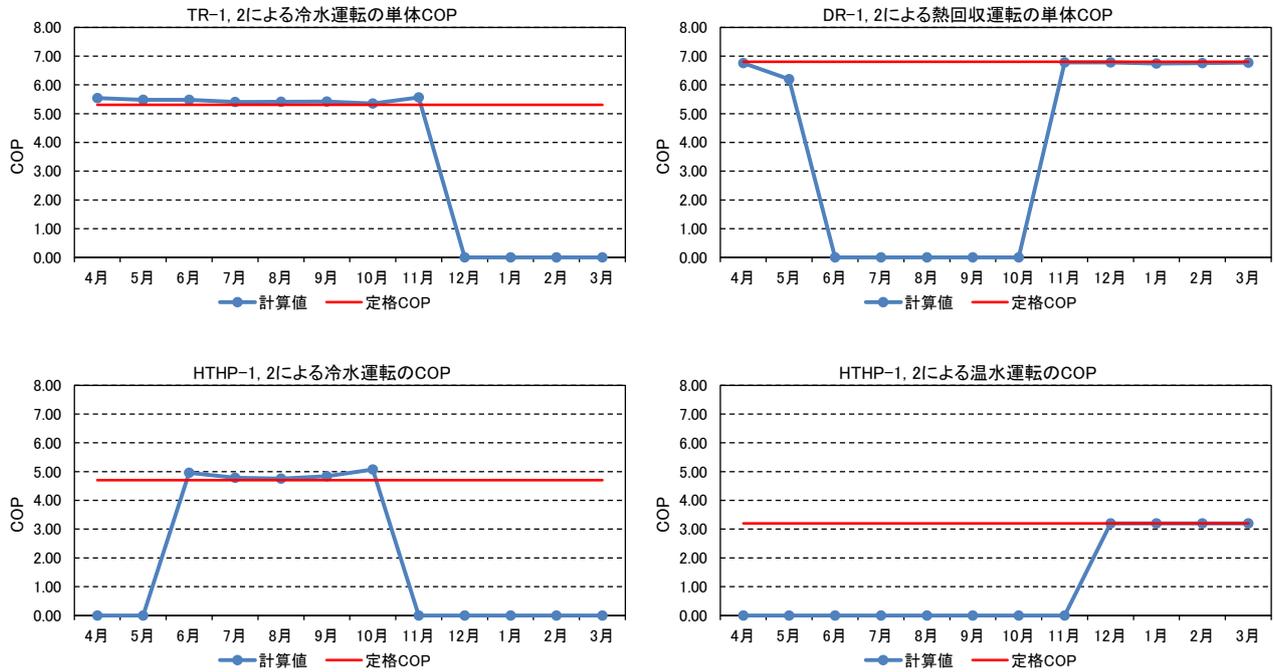


図 B. 1. 17 機器別の単体 COP

② システム COP

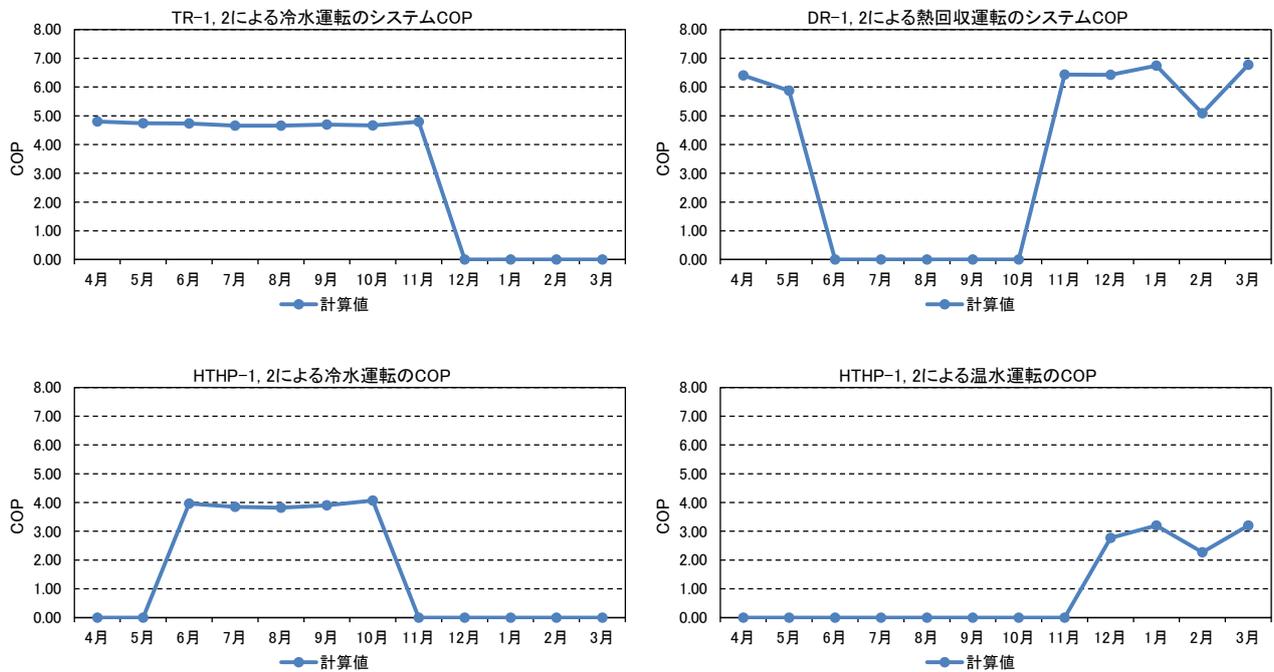


図 B. 1. 18 機器別のシステム COP

③熱源計算結果のまとめ

表 B.1.6 熱源運転結果まとめ

冷熱運転															
	機器表より						シミュレーション結果より				運転状況チェック				
	主機性能				補機性能		製造 熱量 GJ/年	電力消費量		運転 時間 h/年	全負荷 相当運 転時間 h/年	平均負荷率		年間COP	
	冷却 能力 kW	電力 消費量 kW	定格 COP	台数	補機 動力 kW	シス テム COP		主機	補機			製造 熱量	補機	主機	シス テム
TR-1,2	4,150	781	5.31	2	142	4.50	92,453	4,722	744	3,137	3,094	99%	84%	5.44	4.70
HTHP-1,2	5,082	1,081	4.70	2	300	3.68	30,654	1,759	429	850	838	99%	84%	4.84	3.89
温熱運転															
	機器表より						シミュレーション結果より				運転状況チェック				
	主機性能				補機性能		製造 熱量 GJ/年	電力消費量		運転 時間 h/年	全負荷 相当運 転時間 h/年	平均負荷率		年間COP	
	冷却 能力 kW	電力 消費量 kW	定格 COP	台数	補機 動力 kW	シス テム COP		主機	補機			製造 熱量	補機	主機	シス テム
HTHP-1,2	3,517	1,098	3.20	2	314	2.49	10,350	898	142	839	817	97%	54%	3.20	2.76
1台のみ運転															
熱回収運転															
	機器表より						シミュレーション結果より				運転状況チェック				
	主機性能				補機性能		製造 熱量 GJ/年	電力消費量		運転 時間 h/年	全負荷 相当運 転時間 h/年	平均負荷率		年間COP	
	冷却 加熱 能力 kW	電力 消費量 kW	定格 COP	台数	補機 動力 kW	シス テム COP		主機	補機			製造 熱量	補機	主機	シス テム
DR-1,2	1,407 1,892	486	6.79	2	26	6.44	19,729 26,224	1,890	104	1,987	1,935	97%	101%	6.75	6.40

6) 搬送ポンプ電力消費量、搬送効率 (WTF)

①搬送ポンプ電力消費量

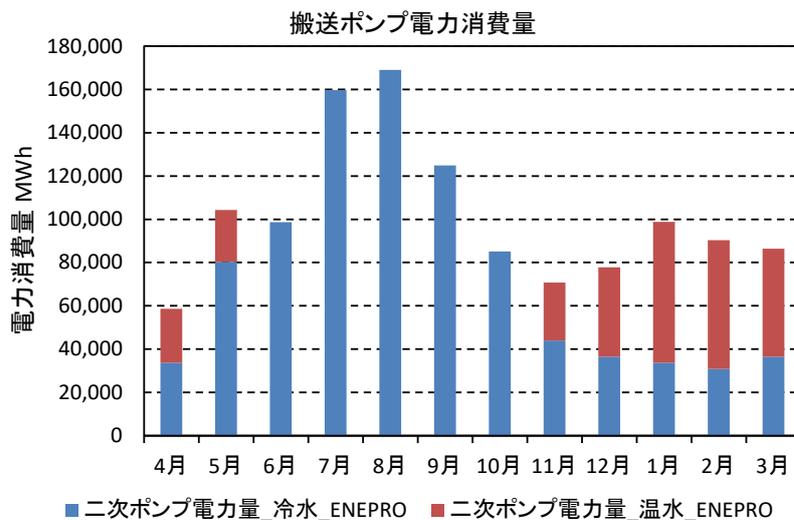


図 B. 1. 19 搬送ポンプの月別電力消費量

②搬送効率 (WTF)

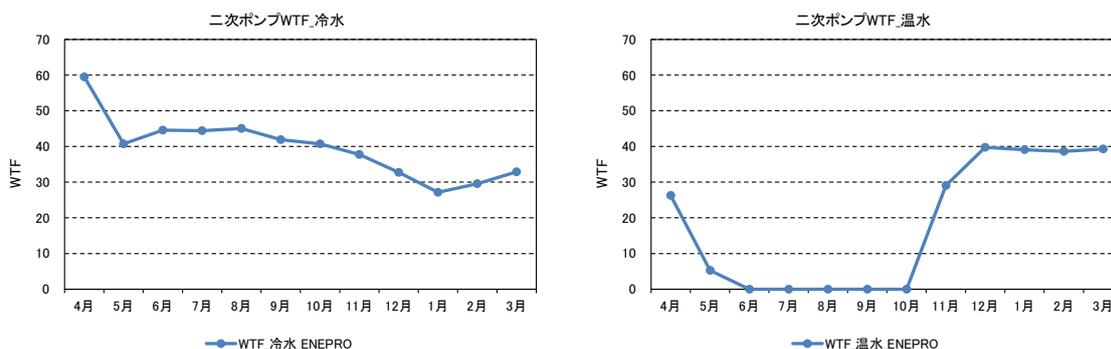
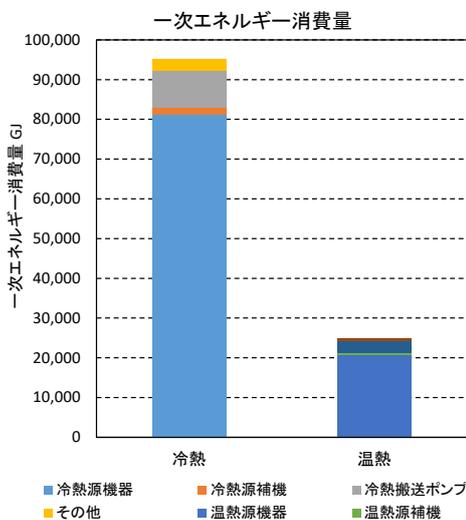


図 B. 1. 20 搬送ポンプのWTF

7) 一次エネルギー消費量 (冷熱・温熱)

一次エネルギー消費量の計算結果を図 B. 1. 21 に示す。



	冷熱	温熱
冷熱源機器	81,206	
冷熱源補機	1,856	
冷熱搬送ポンプ	9,269	
その他	2,770	
温熱源機器		20,776
温熱源補機		482
温熱搬送ポンプ		2,844
その他		723

図 B. 1. 21 年間一次エネルギー消費量の計算結果

8) 一次エネルギー換算係数（総合・冷熱・温熱）

一次エネルギー換算係数の計算結果を図 B. 1. 22 に示す。

		冷熱	温熱	合計
熱負荷	GJ/年	133,587	34,273	167,860
一次エネルギー消費量	熱源機器 GJ/年	84,400	19,700	104,100
	搬送ポンプ GJ/年	9,269	2,844	12,113
	その他電力 GJ/年	2,774	712	3,486
	合計 GJ/年	96,444	23,255	119,699
一次エネルギー換算係数		0.72	0.68	0.71

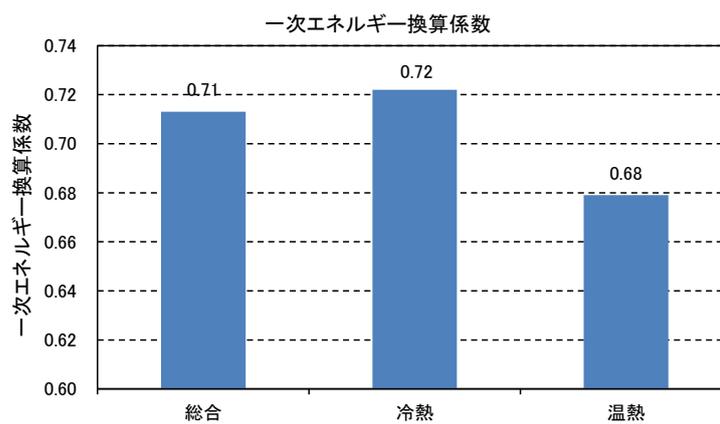


図 B. 1. 22 一次エネルギー換算係数の計算結果

B.2 シミュレーションソフトの検証

(1) 使用したシミュレーションソフトの概要

シミュレーションソフトは Enepro21 ver 4.5.2 を使用する。

(2) 既存の熱供給プラントの選定

実測した既存プラントは、東京都内に立地する A プラントとする。実測した A プラントの検討範囲及び対象需要家の条件概要を以下に示す。

① 熱供給プラントの概要（熱供給事業登録申請書等）

様式第1 (第3条関係)

熱供給事業登録申請書

平成〇〇年〇〇月〇〇日

経済産業大臣 〇〇 〇〇 殿

住所 東京都港区虎ノ門10-3-20

氏名 日本熱供給株式会社

代表取締役社長 〇〇 〇〇 印

熱供給事業法第3条の規定により、熱供給事業の登録を受けたいので、次のとおり申請します。

(虎ノ門10丁目地域)

主たる営業所	名称		日本熱供給株式会社			
	所在地		東京都港区虎ノ門10-3-20			
その他の営業所	名称					
	所在地					
熱供給施設	設置の場所 (都道府県市区町村 字番地及び事業場名 を記載すること。)		種 類	能 力		
				加熱能力	冷却能力	
ボイラー	東京都港区 虎ノ門10-3- 20	虎ノ門10丁 目エネルギー センター	蒸気ボイラー (都市ガス)	55,000GJ/h		
ヒートポンプ				30,000GJ/h	30,000GJ/h	
熱交換器 (他の者から供給され る温水等を使用する ものに限る。)						
冷凍設備 (冷却用のみに使用 されるものに限る。)			ターボ冷凍機		30,000GJ/h	
			吸収式冷凍機		30,000GJ/h	
温水又は冷水の貯水槽			—	2,000m ³		
輸送導管	設置の場所		内 径	温水等の温度	温水等の圧力	
	区 間	経 過 地				(mm)
	港区10丁目 ●●番地○ ○号から● ●番地△△ 号まで	国道1号線を 縦横断	温水管 (往) 300.0 (復) 300.0 冷水管 (往) 400.0 (復) 400.0	温水管 (往) 90.0 (復) 50.0 冷水管 (往) 7.0 (復) 14.0	温水管 (往) 0.93 (復) 0.93 冷水管 (往) 0.93 (復) 0.93	

- 1 -

他の者から温水等の供給を受ける場合における当該温水等の熱量等	契約の相手方の事業者名・所在地・契約締結日等						
	事業者名	事業者の所在地	契約締結日	契約期間	温水等の別	契約容量 (GJ/h)	備考
供給能力	温水等の別	供給能力の内訳 (GJ/h)				備考	
		熱源機器能力	蓄熱能力	他の者から調達する供給能力	合計		
	温水	85,000	0	0	85,000		
	冷水	90,000	30,000	0	120,000		
熱供給に対する需要	温水等の別	契約容量の見込み (単純合計)		最大需要の見込み	備考		
	温水	80,000 GJ/h		75,000 GJ/h			
	冷水	100,000 GJ/h		90,000 GJ/h			
事業開始の予定年月日	平成28年4月1日						
電話番号、電子メールアドレスその他の連絡先	本社 電話 03-3508-00001、 エネルギーセンター 電話 03-3508-00002 アドレス OOO@△△△.co.jp						
その行う熱供給事業以外の事業の概要	なし						

- 備考 1 ボイラーの「種類」の欄には、型式及び使用燃料を付記すること。
2 「能力」の欄には、加熱能力又は冷却能力（温水又は冷水の貯水槽にあつては、最大貯水容量）を記載すること。
3 輸送導管の「設置の場所」を記載するに当たつては、連続する導管であつて、その内径及び導管内の蒸気等の温度及び圧力が同一である範囲のものを一区間とし、「区間」の欄にはその始点及び終点の所在地を記載するとともに、「経通地」の欄には当該導管が経過する地名を記載すること。また、同一の輸送導管により温水等を輸送する場合には、「温水等の温度」及び「温水等の圧力」の欄には温水等を区分して記載すること。
4 他の者から温水等の供給を受ける場合にあつては、「契約の相手方の事業者名・所在地・契約締結日等」の「備考」の欄に当該他の者の施設がメンテナンスに入る期間を記載すること。また、当該期間に当該他の者からの温水等が供給能力として見込めない場合には、その温水等については、供給能力に算入しないこと。
5 該当事項のない欄は、省略すること。
6 用紙の大きさは、日本工業規格A4とすること。
7 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。

図 B.2.1 熱供給事業登録申請書

熱供給事業を営む地域を明示した縮尺五万分の一の地形図

1:50,000 地形図 NI-54-25-2
とうきょうとうほくぶ (東京2号)

東京東北部

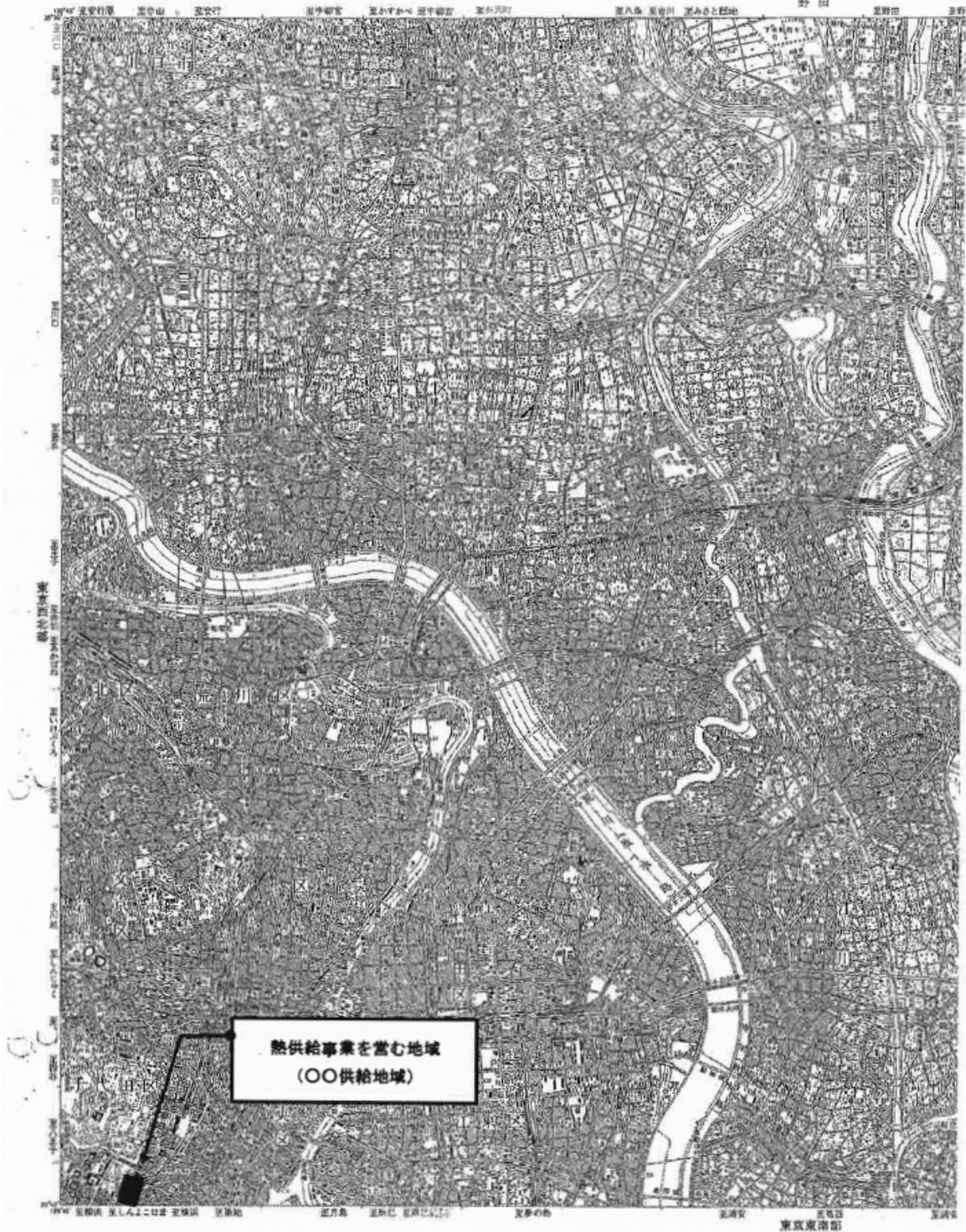


図 B. 2. 2 熱供給事業の位置図

② 供給範囲

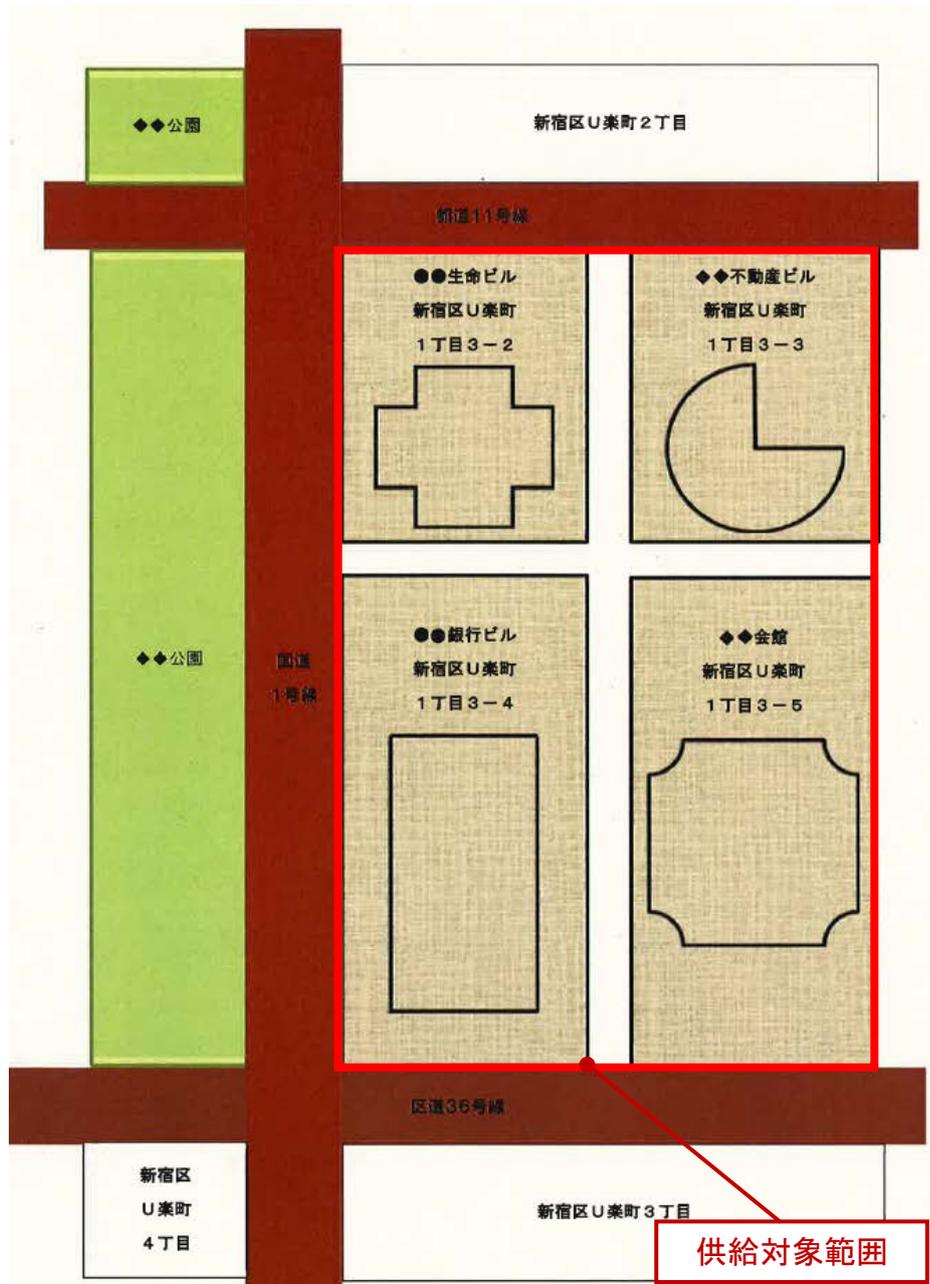


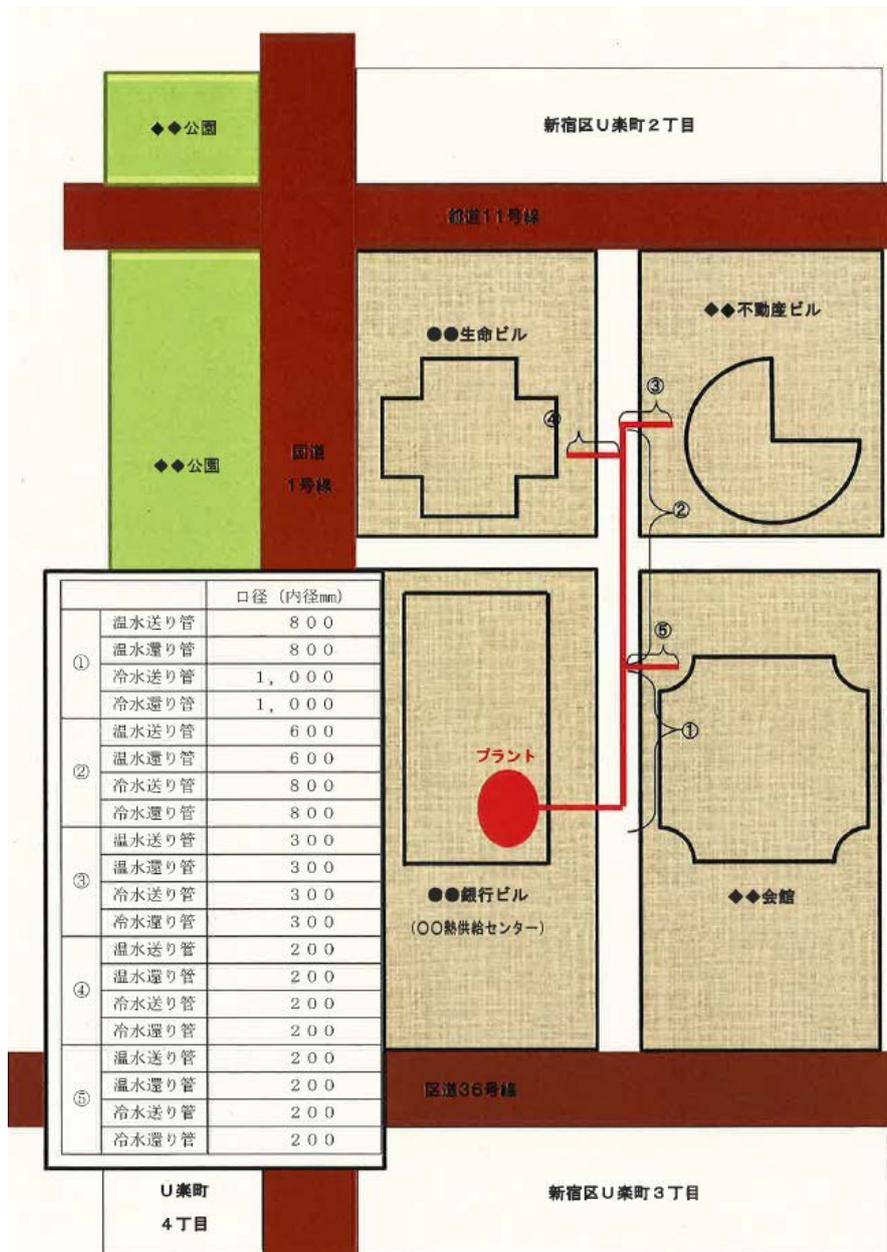
図 B. 2. 3 熱供給の対象範囲

③ 対象需要家一覧

表 B. 2. 1 需要家一覧表

名称	竣工年月	任意評定 対象施設	延床面積 (㎡)	用途別床面積(㎡)						
				事務所	商業	宿泊	病院	官公庁	ホール	
A銀行ビル	2020.04	○	120,000	120,000						
B会館	2020.06	○	90,000	20,000	10,000			10,000	50,000	
C不動産ビル	2022.12	○	150,000	100,000	20,000	30,000				
D生命ビル	2024.04		100,000	80,000	15,000		5,000			
合計			360,000	240,000	30,000	30,000	0	10,000	50,000	0

④ 地域導管径・長さ・保温仕様



熱媒種類	区間	口径(A)	設置方法	保温仕様	延長(m)
冷水(片道長さ)		250A	洞道	高密度ウレタン保温材	100
		300A	洞道	高密度ウレタン保温材	100
温水(片道長さ)		250A	直埋	高密度ウレタン保温材	200

図 B.2.4 地域導管の設置内容

(3) 実測と比較する際にシミュレーションソフトに与える計算条件

1) 既存の熱供給プラントの供給条件、仕様等

① 供給条件（熱媒、供給温度等）

シミュレーション上の往還温度は、表 B. 2. 2 の値で固定とする。

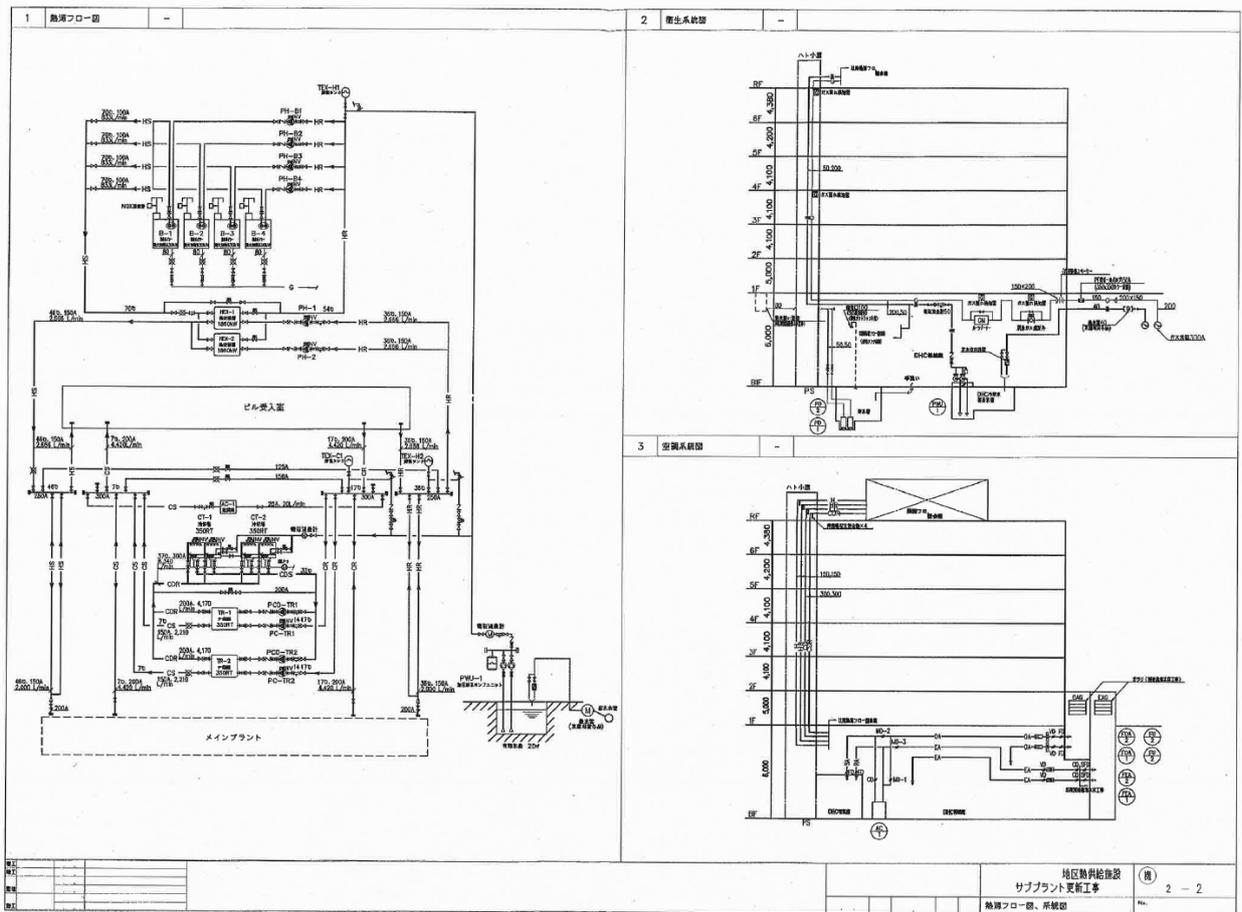
表 B. 2. 2 熱供給条件

熱媒種類	往温度	還温度
冷水	7°C	17°C
温水	45°C	35°C

② 熱供給設備（機器表、系統図、自動制御図等）

表 B.2.3 機器リスト

記号	名称	仕様	台数 合計	動力 [kW]	電圧 [V]	備考		
HTHP- 1.2	ヒータリングタワー ヒートポンプ	型式	ターボヒートポンプ	冷媒 R-123	2			
		冷水能力	kW (RT)					
		冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)					
		冷却水条件	m ³ /h (31.0℃~36.0℃)					
		電力消費量	kW					
		COP	消費電力ベース)					
		温水能力	kW (Mcal/h)					
		温水条件	³ /h (40.0℃~48.0℃)					
		フライン条件	³ /h (-7.0℃~-11.0℃)					
		電力消費量	kW					
		COP	消費電力ベース)					
		冷温同時能力	kW (RT)					
		冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)					
		温水条件	³ /h (40.0℃~48.0℃)					
電力消費量	kW							
冷COP	消費電力ベース) (冷温COP: 6.40)							
メインモータ	メイン: kW x 2,、ブスター: kW x 1				6,600 6,600			
DR- 1.2	熱回収ターボ冷凍機	型式	ダブルバンドルターボヒートポンプ	冷媒 R-123	2			
		冷水能力	kW (RT)					
		冷水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)					
		冷却水条件	³ /h (31.0℃~36.0℃)					
		電力消費量	N					
		COP	消費電力ベース)					
		熱回収時能力	kW (RT)					
		冷水条件	kW (Mcal/h)					
		温水条件	m ³ /h (13.0℃~5.0℃)					
		電力消費量	m ³ /h (40.0℃~48.0℃)					
		冷COP	N					
		消費電力ベース)	消費電力ベース) (冷温COP: 6.80)					
		メインモータ	N				6,600	
		TR- 1.2	ターボ冷凍機	型式	ターボ冷凍機	冷媒 R-123	2	
冷水能力	kW (RT)							
冷水条件	³ /h (13.0℃~5.0℃)							
冷却水条件	m ³ /h (31.0℃~38.0℃)							
電力消費量	N							
COP	消費電力ベース)							
メインモータ	N						6,600	
CHT- 1.2	冷却加熱塔	型式	開放式角型クロスフロー、低騒音型		2			
		冷却能力	kW (Mcal/h)					
		冷却水条件	m ³ /h (36.0℃~31.0℃)					
		外気条件	/B					
		加熱能力	kW (Mcal/h)					
		フライン条件	³ /h (-11.0℃~-7.0℃)					
		外気条件	W/B					
		ファンモータ	V x 8				400	
制御方式	台数制御							
CT- 1	冷却塔	型式	開放式角型クロスフロー、低騒音型		1			
		冷却能力	kW (Mcal/h)					
		冷却水条件	m ³ /h (38.0℃~31.0℃)					
		外気条件	B					
		ファンモータ	x 8				400	
制御方式	台数制御							
Z- 1.2	冷水蓄熱槽	型式	成層型	冷水専用	2			
		容量	m ³					
		温度差	8℃					
Y- 2.3	冷温水蓄熱槽	型式	成層型	冷温水切替	2			
		容量	m ³					
		温度差	8℃					
CP1- T-1.2	冷水一次ポンプ (TR系統)	型式	片吸込渦巻ポンプ		2			
		水量	m ³ /h					
		揚程	20.5 m					
		モータ	37 kW		37	400		
総合効率	69.8%							
HP1- H-1.2	温水一次ポンプ (HTHP系統)	型式	片吸込渦巻ポンプ		2			
		水量	m ³ /h					
		揚程	26 m					
		モータ	37 kW		37	400		
総合効率	68.4%							
CP2- 1~5	冷水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		5			
		水量	m ³ /h					
		揚程	64.5 m					
		モータ	180 kW		180	400		
総合効率	72.0%							
CP2- 6.7	冷水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		2			
		水量	m ³ /h					
		揚程	64.5 m					
		モータ	110 kW	インバータ制御	110	400		
総合効率	69.9%							
HP2- 1~3	温水二次ポンプ	型式	片吸込渦巻ポンプ		3			
		水量	m ³ /h					
		揚程	64.5 m					
		モータ	132 kW		132	400		
総合効率	71.2%							



冷温水供給制御-1

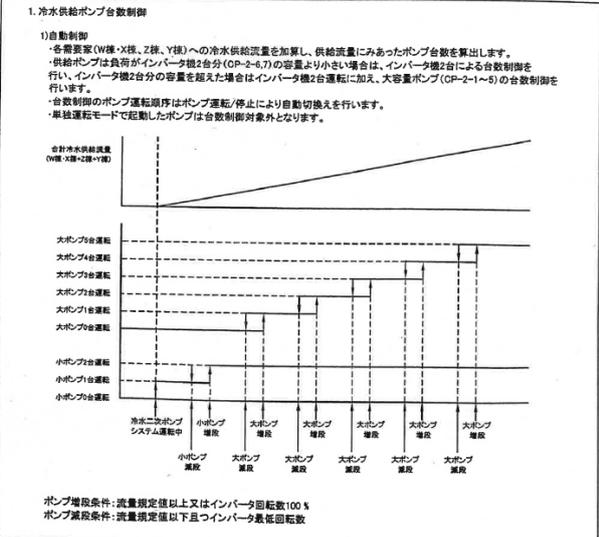
運用概要

- 1.全モード共通制御です。
- 2.親室家の負荷に対応し、ポンプの台数制御及び小容量ポンプのインバータ制御を行います。又供給側温水の温度圧力制御を行います。

監視ポイント

<< 冷水系 >>

1.W棟-X棟複合冷水供給流量 (FT-WX01)	1.W棟-X棟複合温水供給流量 (FT-WX02)
2.2棟冷水供給流量 (FT-Z01)	2.2棟温水供給流量 (FT-Z02)
3.Y棟冷水供給流量 (FT-Y01)	3.Y棟温水供給流量 (FT-Y02)
4.冷水送りヘッダー温度 (TE-PC01)	4.温水送りヘッダー温度 (TE-PH01)
5.冷水送りヘッダー圧力 (PT-PC01)	5.温水送りヘッダー圧力 (PT-PH01)
6.冷水送りヘッダー温度 (TE-PC02): 監視用	6.温水送りヘッダー温度 (TE-PH02): 監視用
7.冷水送りヘッダー圧力 (PT-PC02)	7.温水送りヘッダー圧力 (PT-PH02)
8.冷水PH (NH-PC01): 監視用	8.温水PH (NH-PH01): 監視用
9.冷水電圧率 (CI-PC01): 監視用	9.温水電圧率 (CI-PH01): 監視用
10.冷水ポンプ (CP-2-1~7) 運転状態	10.温水ポンプ (HP-2-1~6) 運転状態



2. 小容量ポンプインバータ制御

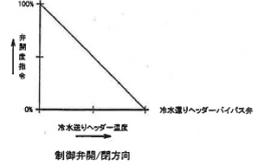
1) 自動制御

- 冷水供給ポンプの内、小容量ポンプ (CP-2-6,7) はインバータ制御を行います。
- 各親室家(W棟-X棟、Z棟、Y棟)への冷水供給流量から冷水送りヘッダー圧力設定値 (各親室家の高差状) を作成し、冷水送りヘッダー圧力が設定値となるよう、インバータ制御を行います。

3. 冷水送りヘッダー温度制御

1) 自動制御

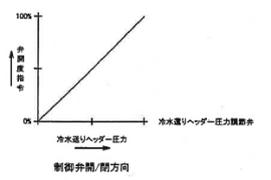
- 冷水送りヘッダー温度が設定値より低い場合、送り側冷水の一部を送り側へ合流させ、温度を規定値に保ちます。



3. 冷水送りヘッダー圧力制御

1) 自動制御

- 冷水送りヘッダー圧力が設定値となるよう、冷水送りヘッダー圧力調節弁を制御します。



CT-1冷却塔制御

<p>運用概要</p> <p>1.冷却水バイパス弁及び冷却塔ファン台数制御により、冷却水の温度制御を行います。</p>								
<p>監視ポイント</p> <p>1.CT-1 冷却水送り温度 (TE-CT12) 2.CT-1 冷却水入口温度 (TE-CT13): 監視用 3.CT-1 冷却水出口温度 (TE-CT11) 4.CT-1 冷却水循環電圧 (GH-CT11): 監視用 5.CT-1 冷却水PH (NH-CT11): 監視用 6.CT-1 水槽水位 7.CT-1 ファン運転状態</p>								
<p>制御機能</p> <p>1. CT-1 ファン制御</p> <p>1)台数制御</p> <ul style="list-style-type: none"> -ターボ冷凍機のODP-T1又はODP-T2冷却水ポンプ運転時はCT-1 冷却水出口温度によりファン台数制御を行います。 -ファンは奇数番機をグループA(4台)、偶数番機をグループB(4台)とし、グループごと、運転/停止します。又、運転ごとに起動順序を切替えます。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>CT-1 冷却水出口温度</th> <th>冷却塔ファン運転台数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5℃以下</td> <td>全台停止</td> </tr> <tr> <td>5℃以上、10℃以下</td> <td>4台</td> </tr> <tr> <td>10℃以上</td> <td>8台</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. CT-1 冷却水送り温度制御</p> <p>1)自動制御</p> <ul style="list-style-type: none"> -CT-1 冷却水送り温度が設定値となるようCT-1 冷却水バイパス弁を制御します。 <p style="text-align: center;">制御弁開/閉方向</p>	CT-1 冷却水出口温度	冷却塔ファン運転台数	5℃以下	全台停止	5℃以上、10℃以下	4台	10℃以上	8台
CT-1 冷却水出口温度	冷却塔ファン運転台数							
5℃以下	全台停止							
5℃以上、10℃以下	4台							
10℃以上	8台							

図 B. 2. 5 自動制御の計装図

2) 既存の熱供給プラントの実測値

既存の熱供給プラントとシミュレーションソフトの機器の運転状態を一致させるため、以下の条件は既存の熱供給プラントの実測値を用いる。

① 気象条件

実績値を集計した該当年度の気象条件を用いてシミュレーションを実施する。

② 需要家の熱負荷 (冷熱、温熱)

シミュレーションに用いた熱負荷の実績値を以下に示す。

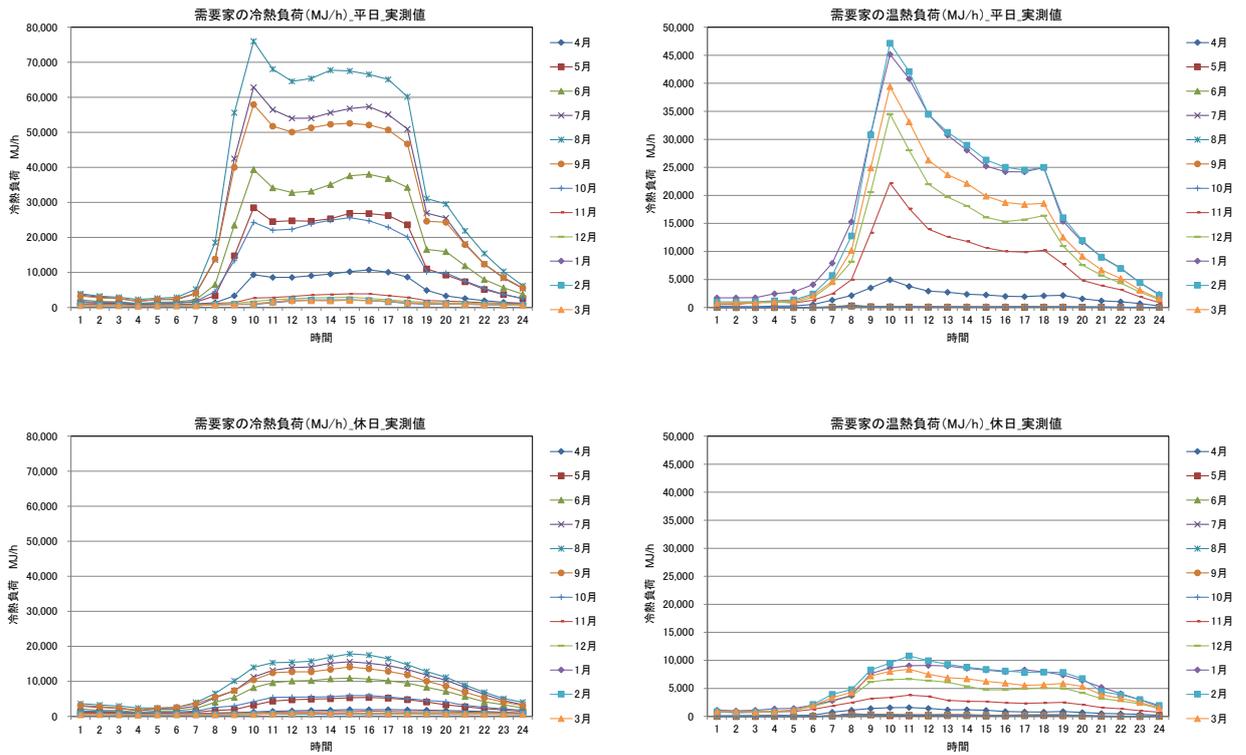


図 B.2.6 需要家の熱負荷（平日、休日）

3) 機器特性等

① 機器特性

シミュレーション上の機器特性値は、WEBプログラムの機器特性を用いる。

② 往還温度差

シミュレーション上の往還温度は固定とし、設計値を用いて計算を行った。

4) 入力情報の提示

シミュレーション時の主な事項の入力画面を以下に示す。

① 熱負荷

平日、休日ごとに、蓄熱槽に入れる冷水や温水の製造熱量のパターンを熱負荷として設定する。蓄熱槽に入れる冷水や温水の製造熱量パターンは、蓄熱槽から取り出す冷水供給の熱量パターンに対して夜間蓄熱や蓄熱ロスを考慮して作成する。

☆ 4月パターン1（平日）の設定

時間	外気温度 [°C]	地球温度 [°C]	冷水負荷A [MJ]	冷水負荷B [MJ]	冷水負荷C [MJ]	低冷水負荷 [MJ]	温水負荷A [MJ]	温水負荷B [MJ]	温水負荷C [MJ]	低圧蒸気 [MJ]	高圧蒸気 [MJ]	給湯負荷 [MJ]	電力負荷 [kW]	冷水供給 [°C]	冷水戻り [°C]	低冷水供給 [°C]	低冷水戻り [°C]	温水供給 [°C]	温水戻り [°C]
0-1	0.0	0.0	20,005.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1-2	0.0	0.0	20,005.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-3	0.0	0.0	20,005.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-4	0.0	0.0	5,065.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4-5	0.0	0.0	2,187.0	0.0	0.0	0.0	2,940.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5-6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6-7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7-8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8-9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10-11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12-13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13-14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17-18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20-21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21-22	0.0	0.0	13,992.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22-23	0.0	0.0	20,005.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23-24	0.0	0.0	20,005.2	0.0	0.0	0.0	6,811.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	-----	-----	120,670.2	-----	-----	0.0	43,806.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----

図 B. 2.7 熱源機器の製造熱量設定

② 機器モデル

④運転優先順位

平日、休日の冷水や温水の製造熱量パターンに対して、冷凍機やヒートポンプの運転優先順位を設定する。

☆4月パターン1（平日）の昼時と夜時の設定例



図 B.2.9 熱源機器の運転パターン

(4) シミュレーションソフトを用いて算出した計算値と既存プラントの運転実測値との比較による妥当性の検証

Enepro21 を用いて以下の計算値を求め、既存プラントの実測値との比較により、Enepro21 の妥当性を検証する。

1) 年間製造熱量

① 計算値と実測値との比較

熱源機器の年間製造熱量について計算値と実績値との比較を行う。

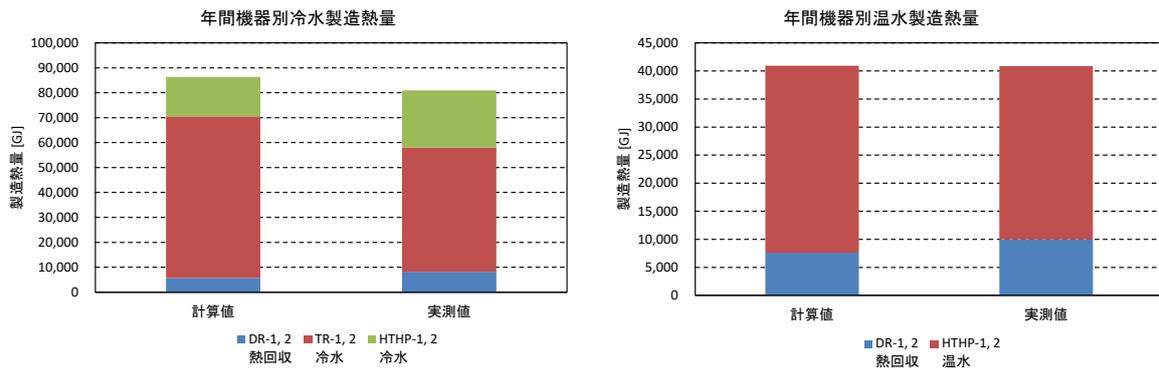


図 B. 2. 10 熱源機器別製造熱量の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

熱源機の年間製造熱量について、計算値と実績値の差が±10%の範囲である。

参考として機器別の月別製造熱量を下記に示す。計算値の TR 製造熱量比率が高くなっている。

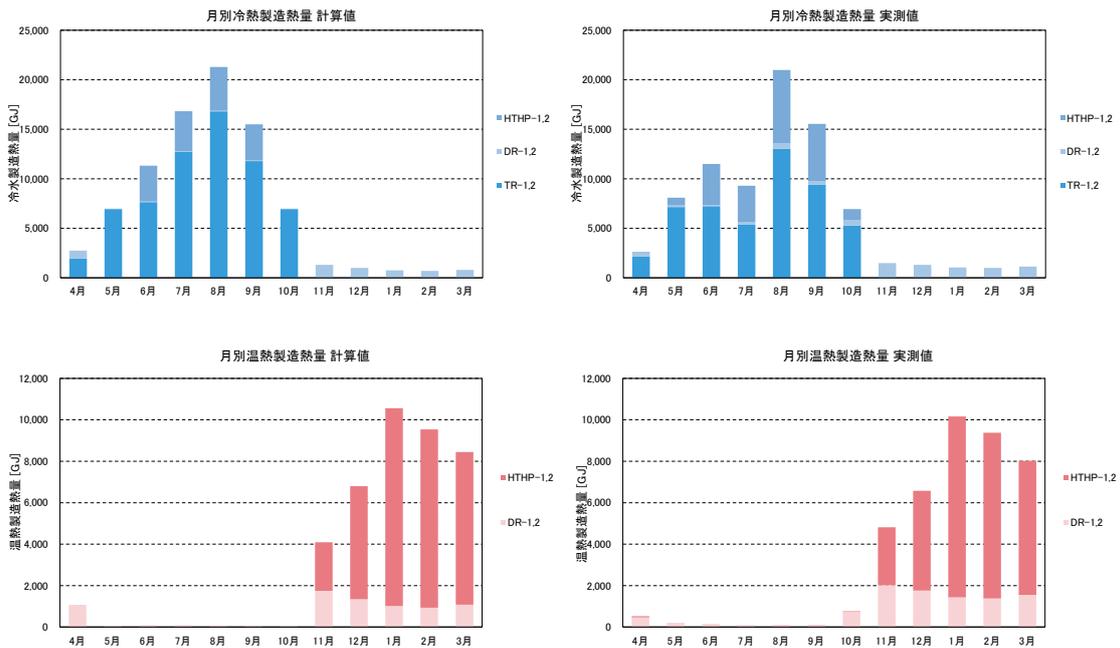


図 B. 2. 11 月別製造熱量の計算値と実績値との比較（上段：冷水、下段：温水）

2) 熱源機器別エネルギー効率

① 計算値と実測値との比較

熱源機器の単体 COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

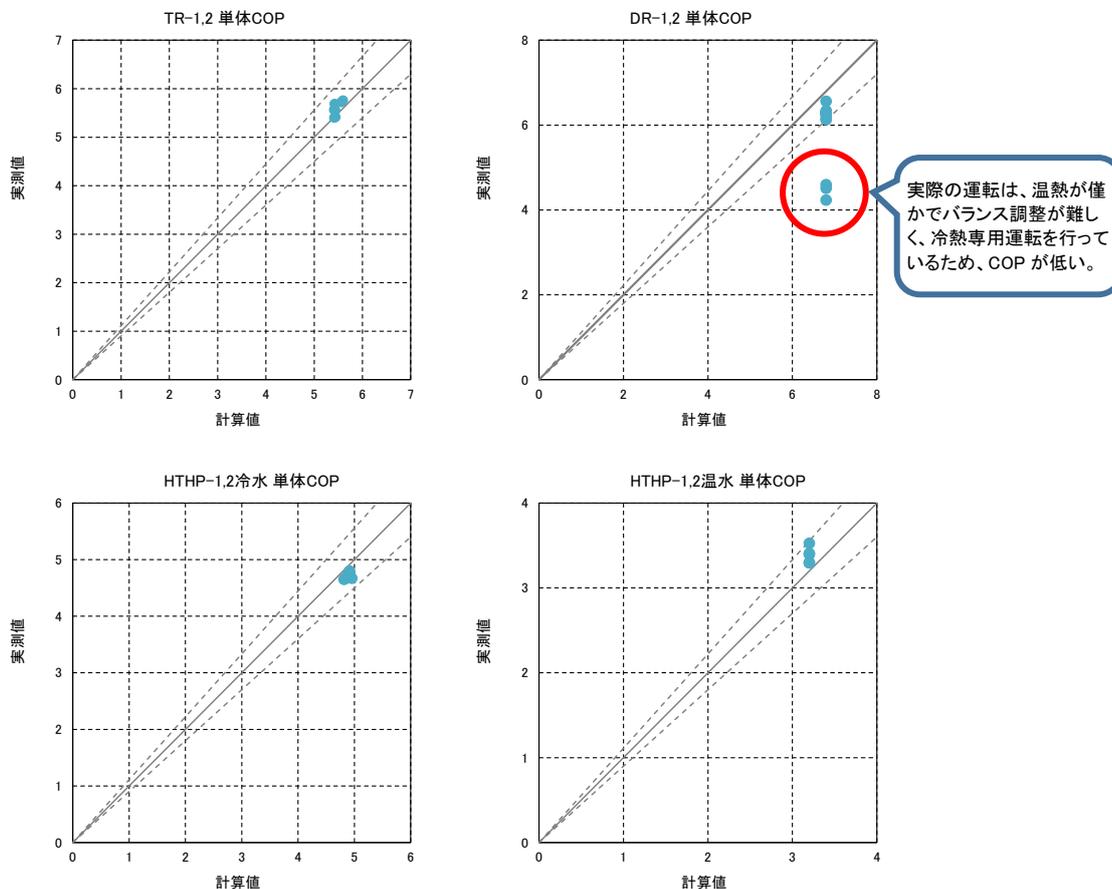


図 B. 2. 12 熱源機器別単体 COP の計算値と実績値との比較

②妥当性の検証

熱源機の単体 COP について、計算値と実績値の差が概ね±10%の範囲である。±10%の範囲を外れている DR-1, 2 の計算値については、夏期（7月～9月）の実績値が冷熱専用運転を行い計算時の運転条件と異なるため、実績値と離れている。（機器別の月別単体 COP 参照）

ただし、DR-1, 2 の夏期運転は、製造熱量が非常に少なく、全体への影響はないと考えられる。従って、熱源機器別エネルギー効率の計算は妥当と判断される。

参考として機器別の月別単体 COP を下記に示す。

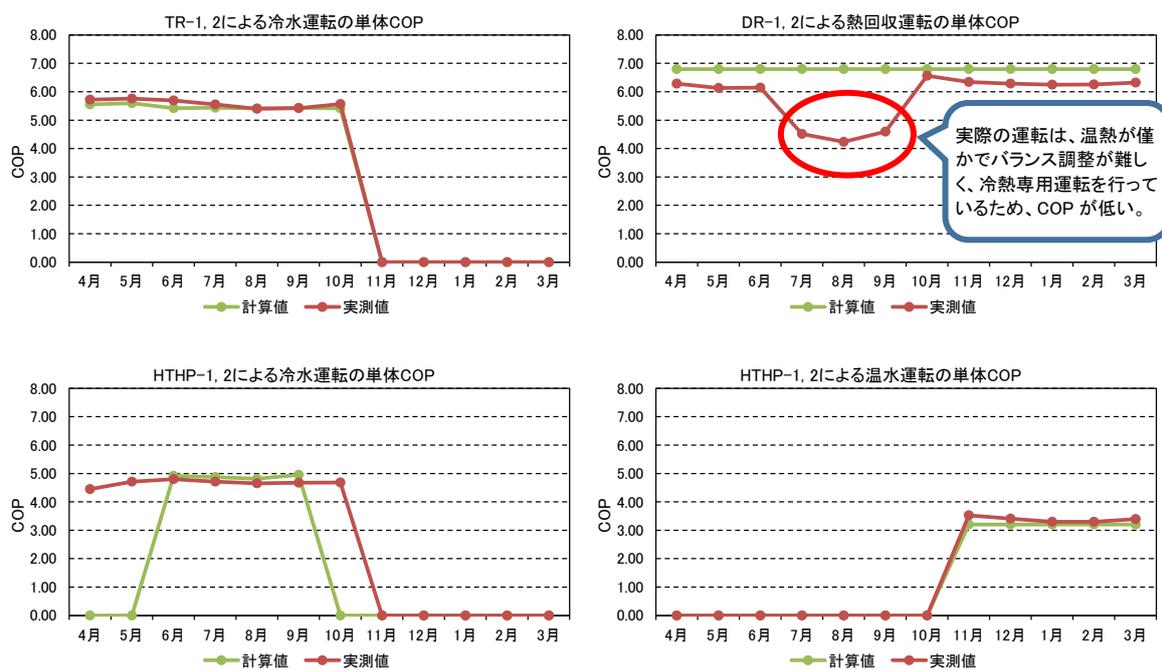


図 B. 2. 13 機器別の月別単体 COP の計算値と実績値との比較

3) 冷却塔の性能

① 計算値と実測値との比較

冷却塔の冷却水出口温度について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

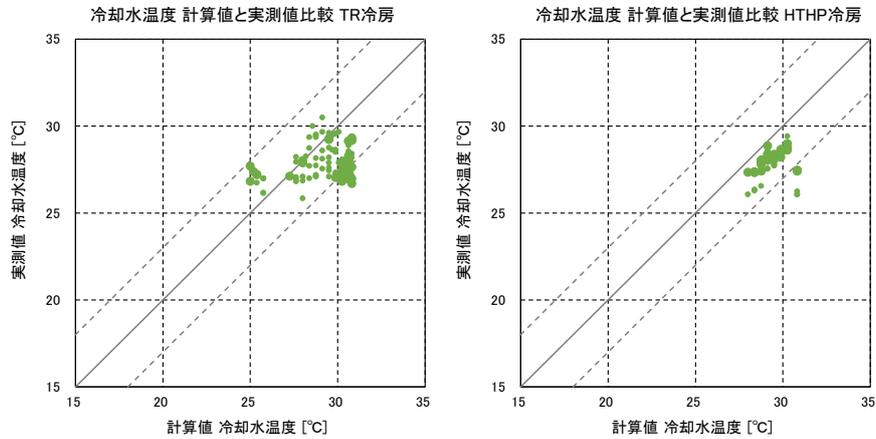


図 B. 2. 14 冷却塔の冷却水出口温度の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

冷却水出口温度について、計算値と実績値の差が概ね±3°Cの範囲である。参考として冷却塔の冷却水出口温度と湿球温度のグラフを下記に示す。

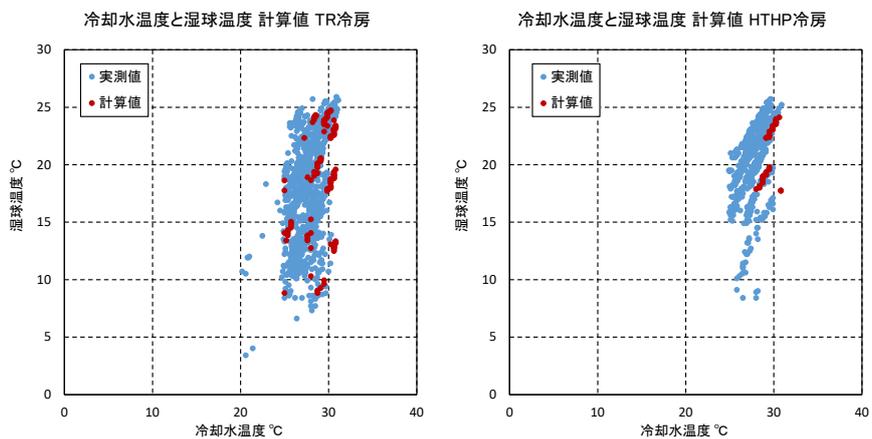


図 B. 2. 15 冷却塔の冷却水出口温度と湿球温度の比較

4) システム別エネルギー効率

①計算値と実測値との比較

熱源機器のシステム COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

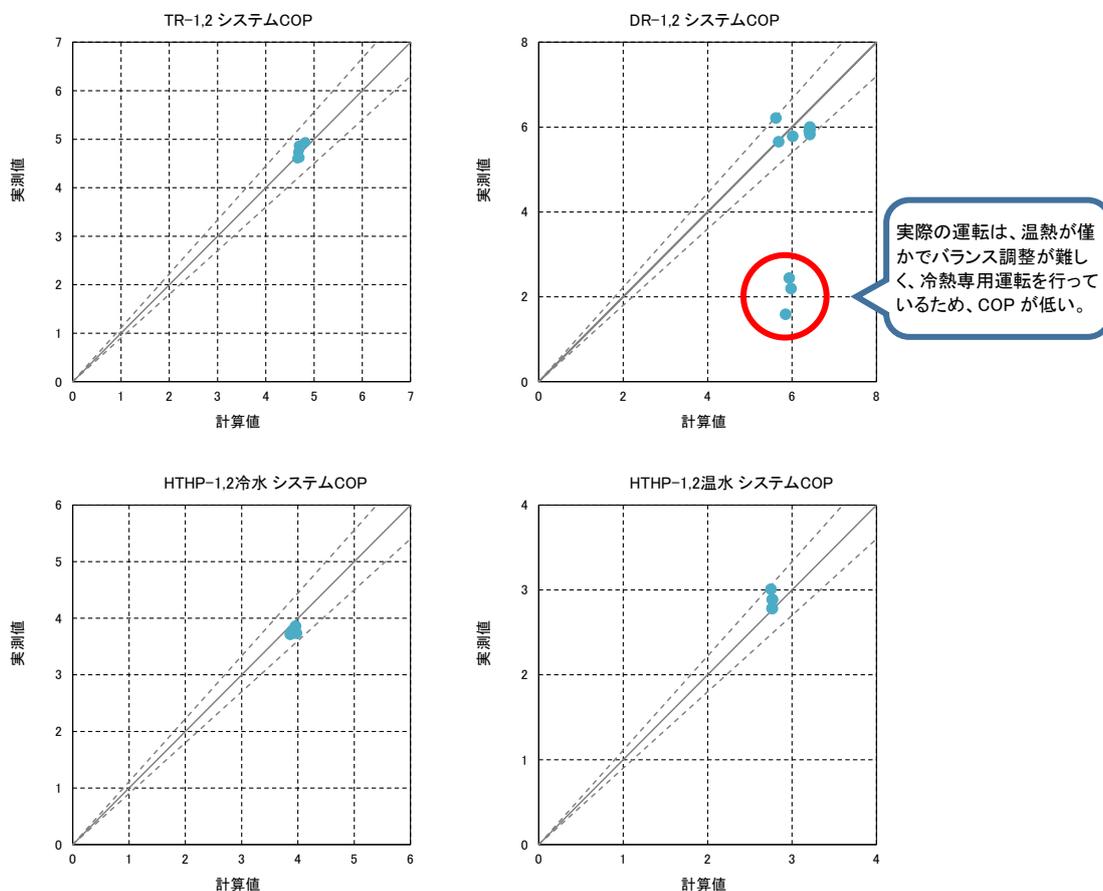


図 B. 2. 16 熱源機器別システム COP の計算値と実績値との比較

②妥当性の検証

熱源機のシステム COP について、計算値と実績値の差が概ね±10%の範囲である。±10%の範囲を外れている DR-1, 2 の計算値については、夏期（7月～9月）の実績値が冷熱専用運転を行い計算時の運転条件と異なるため、実績値と離れている。（機器別の月別システム COP 参照）

ただし、DR-1, 2 の夏期運転は、製造熱量が非常に少なく、全体への影響はないと考えられる。従って、システム別エネルギー効率の計算は妥当と判断される。

参考として機器別の月別システム COP を図 B. 2. 17 に示す。

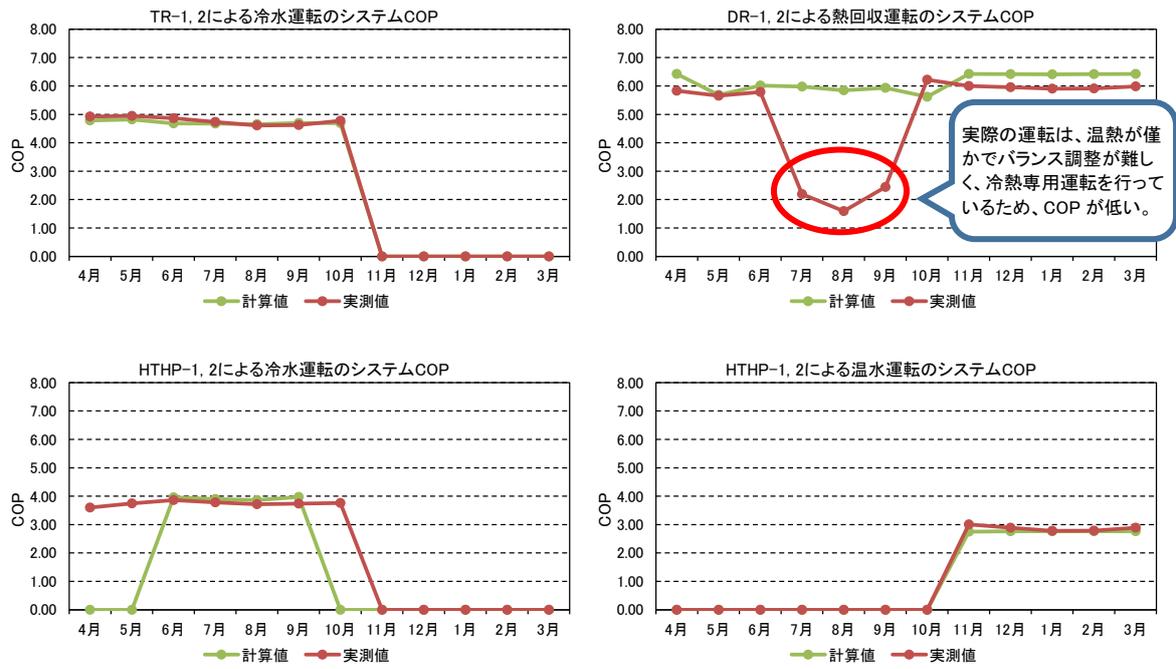


図 B. 2. 17 機器別の月別システム COP の計算値と実績値との比較

5) 搬送動力のエネルギー効率

① 計算値と実測値との比較

搬送ポンプの WTF について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

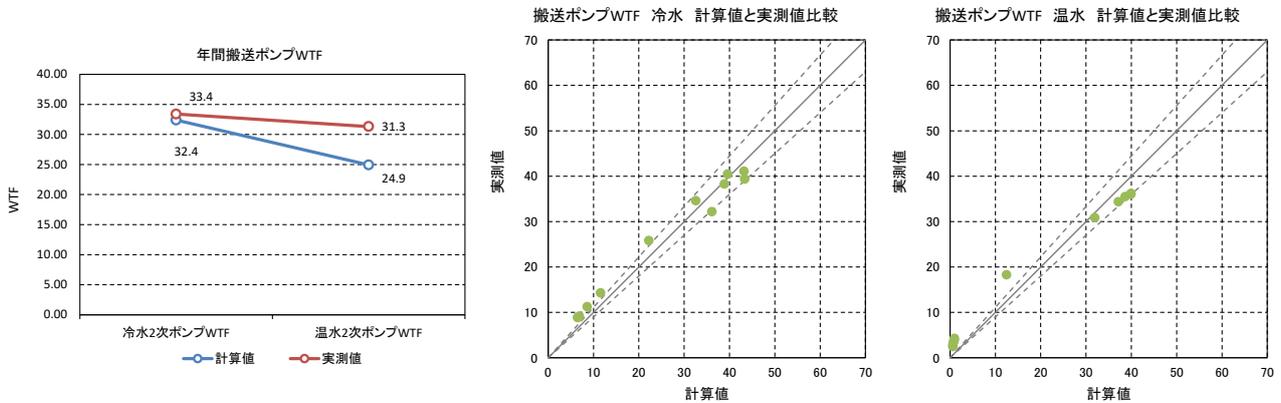


図 B. 2. 18 搬送ポンプ WTF の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

年間搬送ポンプ WTF について、計算値と実績値の差が±10%の範囲である。±10%の範囲を外れているポイントについては、供給熱量が非常に少ない時期であるため、実績値と離れている。従って、搬送動力のエネルギー効率の計算は妥当と判断される。

参考として二次ポンプの月別 WTF のグラフを下記に示す。

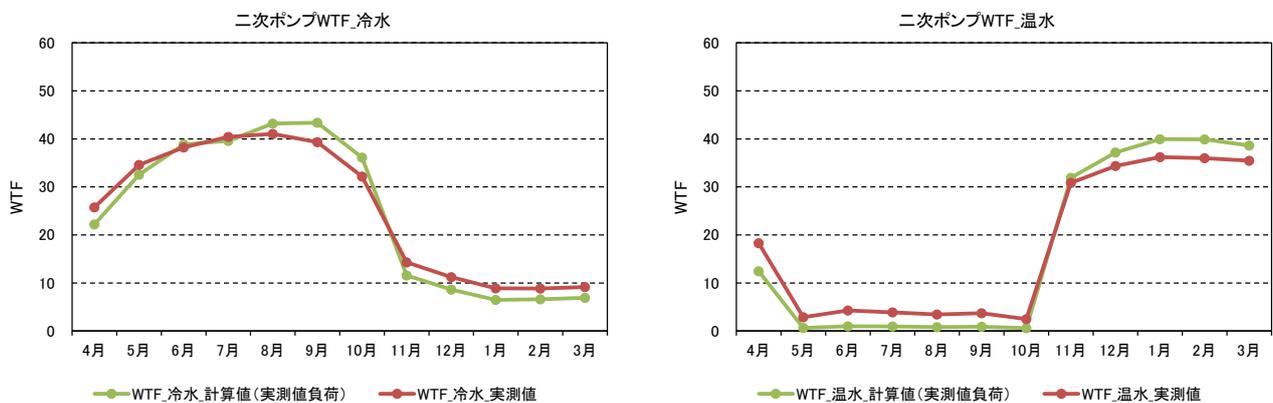


図 B. 2. 19 月別搬送ポンプ WTF の計算値と実績値との比較

6) 一次エネルギー消費量

① 計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー消費量、温熱一次エネルギー消費量、全体一次エネルギー消費量について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

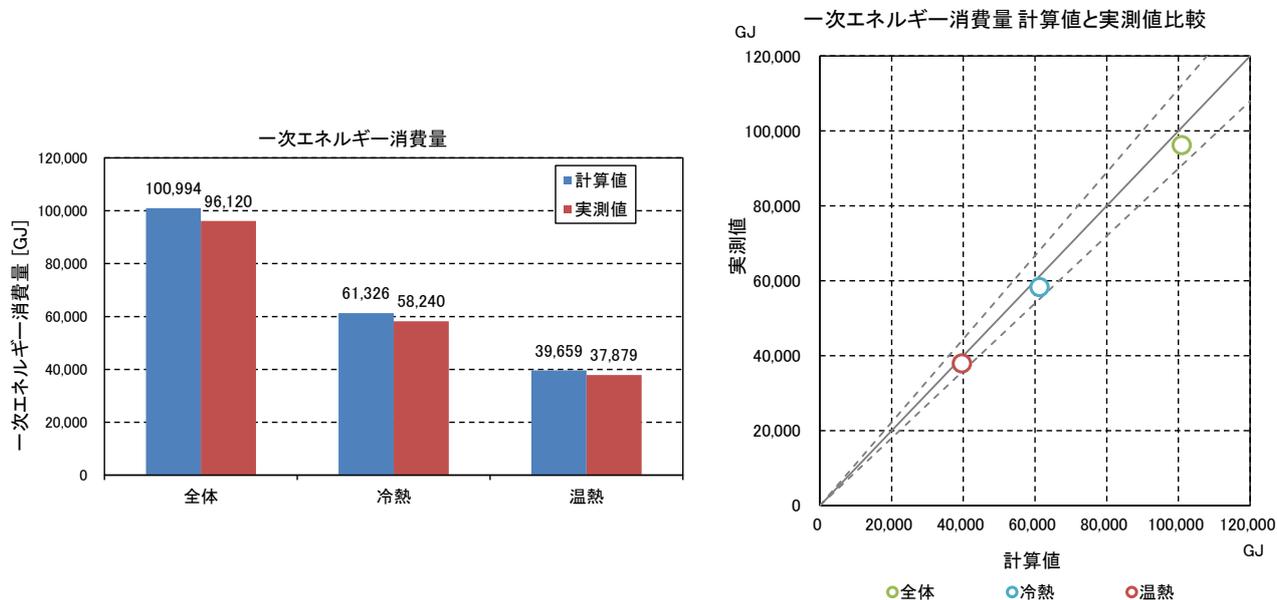


図 B.2.20 一次エネルギー消費量の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

一次エネルギー消費量について、計算値と実績値が±10%の範囲である。

7) 一次エネルギー換算係数

① 計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー換算係数、温熱一次エネルギー換算係数、総合一次エネルギー換算係数について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

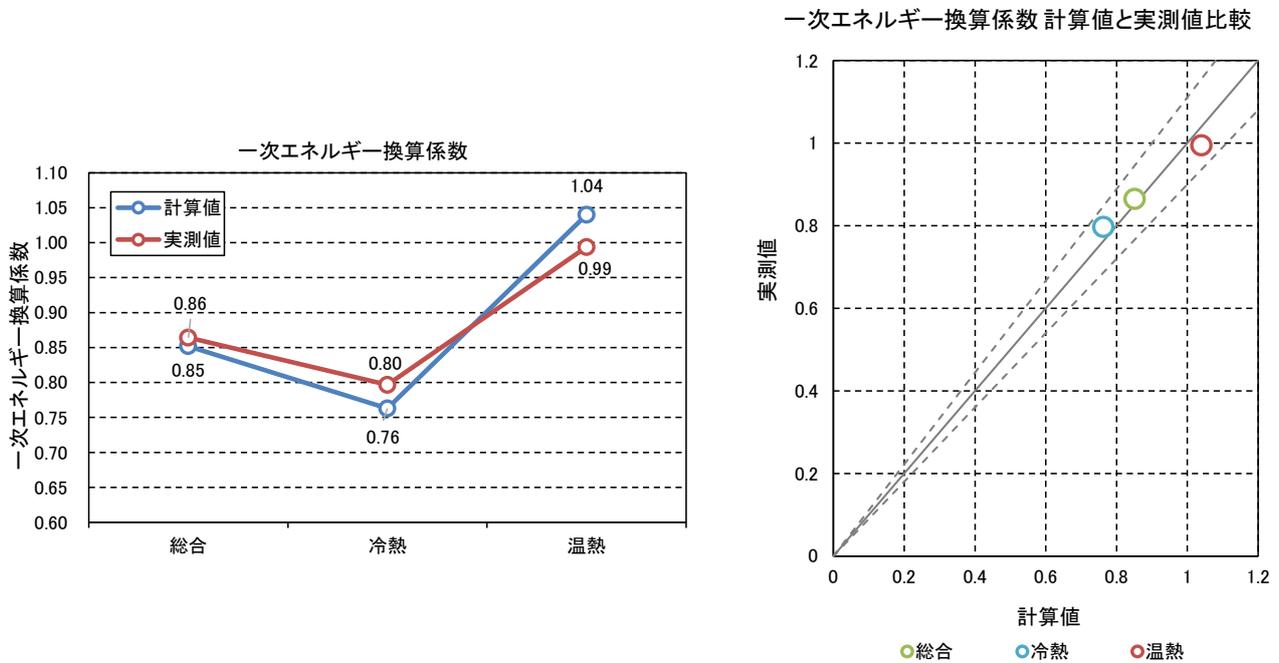


図 B.2.21 一次エネルギー換算係数の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

一次エネルギー換算係数について、計算値と実績値が±10%の範囲である。

附属書 B' 一次エネルギー換算係数の算出に関わる根拠資料の例（その2）

B' 1 一次エネルギー換算係数の算出

(1) 評価対象とする熱供給プラントの検討範囲

1) 検討範囲及び対象需要家の条件、地域導管径・長さ
(省略)

2) 供給条件
(省略)

3) 熱源システムの構成

① 熱供給設備（機器表、系統図、自動制御図等）

シミュレーションに関するプラントのシステム系統図を以下に示す。

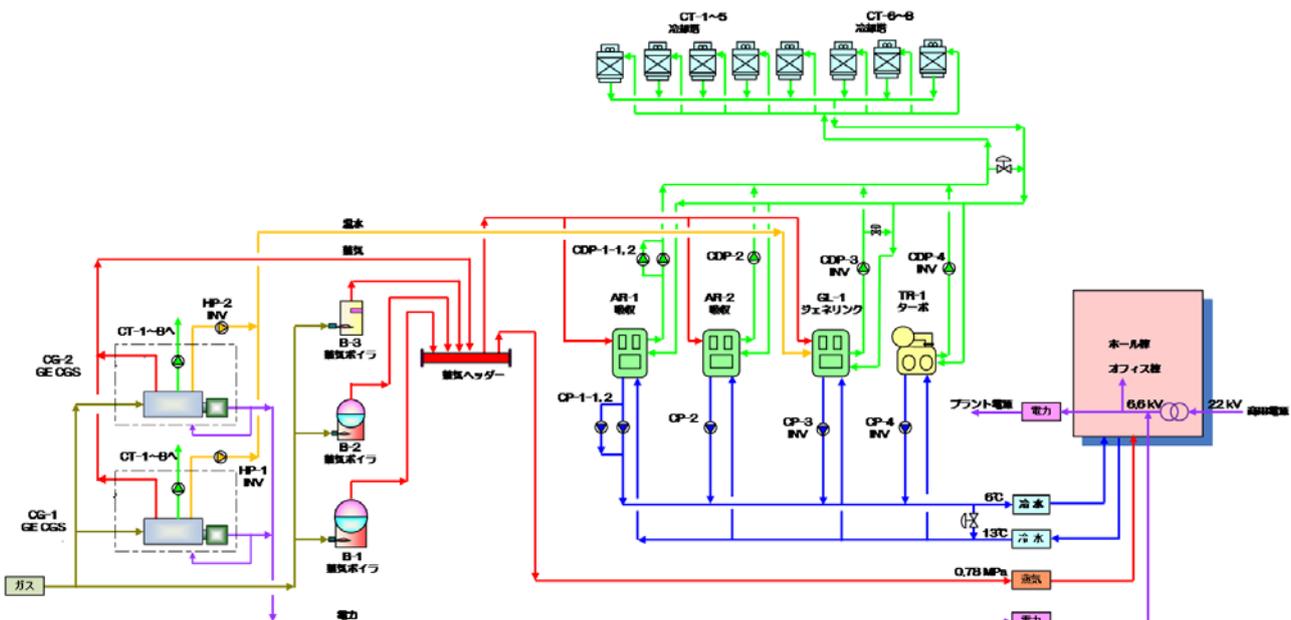


図 B' . 1. 1 熱源システム系統図

シミュレーションに関する機器について、仕様を下記に示す。

表 B'.1.1 機器リスト

記号	名称	仕様	台数 合計	動力 [kW]	電圧 [V]	備考		
AR- 1	吸収式冷凍機	型式	二重効用蒸気吸収冷凍機	1				
		能力	半量運転可能					
		冷水条件	kW (RT)					
		冷却水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)					
		蒸気消費量	³ /h (32.0℃~40.0℃)					
		蒸気圧力	/h 4.3 kg/h.RT					
		蒸気ドレン	MPaG(8.0 kg/cm2 G)					
		COP	下					
		制御範囲	(蒸気エンタルピー差: 2394 kJ/kg)					
		補機	冷媒ポンプ、溶液ポンプなど				400	
冷却水下限度								
AR- 2	吸収式冷凍機	型式	二重効用蒸気吸収冷凍機	1				
		能力	kW (RT)					
		冷水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)					
		冷却水条件	³ /h (32.0℃~40.0℃)					
		蒸気消費量	/h 4.3 kg/h.RT					
		蒸気圧力	MPaG(8.0 kg/cm2 G)					
		蒸気ドレン	下					
		COP	(蒸気エンタルピー差: 2394 kJ/kg)					
		制御範囲	100~20%					
		補機	冷媒ポンプ、溶液ポンプなど				400	
冷却水下限度								
GL- 1	蒸気焚ジェネリンク	型式	蒸気焚ジェネリンク	1				
		能力	kW (RT)					
		冷水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)					
		冷却水条件	³ /h (32.0℃~40.0℃)					
		排温水条件	³ /h (88.0℃~83.0℃) 411 kW					
		蒸気消費量	最大 ³ /h (88.0℃~78.0℃) 824 kW					
		蒸気圧力	/h (排温水なし) 3.6 kg/h.RT					
		蒸気ドレン	t/h (排温水利用時)					
		制御範囲	0.784 MPaG(8.0 kg/cm2 G)					
		補機	90℃以下				400	
冷却水下限度	100~20%							
TR- 1	電動ターボ冷凍機	型式	インバータターボ冷凍機	1				
		能力	冷媒 R-134 a					
		冷水条件	kW (RT)					
		冷却水条件	³ /h (13.5℃~6.5℃)					
		排温水条件	m ³ /h (最大)					
		蒸気消費量	³ /h (32.0℃~ 40.0℃)					
		蒸気圧力	メインモータ					
		蒸気ドレン	電力消費量					
		制御範囲	COP (消費電力ベース)					
		冷却水下限度	100~10%				6,600	
CT- 1~8	冷却塔	型式	角形クロスフロー冷却塔	8				
		能力	白煙防止型3台					
		冷却水条件						
		外気条件						
		ファンモータ						
制御方式	ボールチェンジ	400						
CP- 1-1, 2	冷水ポンプ (AR-1用)		型式	片吸込渦巻型ポンプ	2			
			水量					
			揚程					
			モータ					
総合効率		400						
GDP- 1-1, 2	冷却水ポンプ (AR-1用)		型式	片吸込渦巻型ポンプ	2			
			水量					
			揚程					
		モータ						
総合効率		400						
CP- 2	冷水ポンプ (AR-2用)		型式	片吸込渦巻型ポンプ	1			
			水量					
			揚程					
		モータ						
総合効率		400						

CDP- 2	冷却水ポンプ (AR-2用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1			
						400	
CP- 3	冷水ポンプ (GL-1用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1			
						400	
CDP- 3	冷却水ポンプ (GL-1用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1			
						400	
CP- 4	冷水ポンプ (TR-1用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1			
						400	
CDP- 4	冷却水ポンプ (TR-1用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1			
						400	
CG- 1.2	ガスエンジンCGS	型式 発電能力 発電機 ガス消費量 ガスLHV 発電効率 蒸気回収率 温水回収率 排熱ボイラ蒸発量 給水温度 補機	水冷ガスエンジンコージェネレーション	2			
						200	
HP- 1.2	温水循環ポンプ (CGS-1.2用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	立形多段ポンプ	2			
						400	
B- 1.2	蒸気ボイラ	型式 換算蒸発量 実際蒸発量 蒸気圧力 給水温度 ガスLHV ボイラ熱効率 押込ファン	ガス焚炉筒煙管ボイラ エコノマイザー付	2			
						400	
BWP- 1.2	ボイラ給水ポンプ	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	多段渦巻型ポンプ	2			
			10 m ³ /h 135 m 11 kW INV制御			200	
B- 3	蒸気ボイラ	型式 換算蒸発量 実際蒸発量 蒸気圧力 給水温度 ガスLHV ボイラ熱効率 補機	小型貫流ボイラ エコノマイザー付	1			
					INV制御	400	

4) ほかに評価対象となる機器システムを特徴づける事項
特になし。

(2) 一次エネルギー換算係数の算出に用いる資料

1) 地域及び需要家の熱負荷に関する事項

① 気象条件

外気温度と湿球温度は、WEBプログラムで使用されている気象データを月別時刻別で単純平均したデータを使用する。

表 B'.1.2 外気の乾球温度及び湿球温度 (6 地域)

WEBデータの平均乾球温度
℃

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	8月2日	2月25日
													夏季設計日	冬季設計日
0-1時	3.4	3.1	5.3	12.5	16.2	21.2	25.3	26.0	21.9	15.3	10.3	5.2	25.3	-2.7
1-2時	3.1	2.7	4.9	12.0	15.7	20.7	25.0	25.6	21.6	15.0	10.0	5.0	24.8	-2.9
2-3時	2.9	2.2	4.6	11.4	15.2	20.4	24.7	25.2	21.3	14.7	9.7	4.8	24.0	-3.2
3-4時	2.7	1.9	4.4	10.9	14.9	20.0	24.5	24.9	20.9	14.5	9.3	4.6	23.4	-3.6
4-5時	2.6	1.6	4.1	10.6	14.6	19.8	24.3	24.6	20.7	14.2	9.0	4.3	23.1	-3.8
5-6時	2.3	1.6	3.8	10.4	14.5	19.7	24.2	24.5	20.4	13.9	8.8	4.2	23.0	-3.8
6-7時	2.1	1.5	3.8	10.5	14.9	20.1	24.6	24.7	20.4	13.8	8.6	4.0	23.5	-3.7
7-8時	2.1	1.8	4.7	11.4	15.9	21.0	25.5	25.6	21.1	14.3	8.9	4.1	25.0	-3.0
8-9時	3.0	3.0	6.4	13.0	17.3	22.3	26.6	26.8	22.5	15.8	9.9	5.0	27.4	-1.1
9-10時	4.5	4.6	8.3	14.8	18.7	23.6	27.6	27.9	23.9	17.7	11.6	6.5	29.8	1.6
10-11時	5.9	6.1	9.8	16.2	19.9	24.6	28.5	28.9	25.0	19.2	13.3	7.9	31.7	4.1
11-12時	6.8	7.1	10.7	17.2	20.8	25.5	29.3	29.6	26.0	20.2	14.5	9.0	33.1	5.3
12-13時	7.4	7.6	11.4	17.9	21.5	26.1	29.8	30.1	26.6	20.7	15.2	9.5	33.7	5.7
13-14時	7.7	7.8	11.9	18.4	22.1	26.3	30.1	30.6	26.9	21.1	15.6	9.8	34.2	5.1
14-15時	7.9	7.9	12.1	18.7	22.4	26.4	30.2	30.9	26.9	21.2	15.8	10.0	34.9	4.3
15-16時	7.7	7.7	12.0	18.7	22.4	26.3	30.0	30.9	26.7	21.0	15.6	9.9	35.3	4.6
16-17時	7.3	7.3	11.6	18.4	22.1	26.1	29.7	30.5	26.4	20.5	15.1	9.4	34.8	4.9
17-18時	6.7	6.7	10.7	17.8	21.5	25.7	29.2	29.9	25.8	19.7	14.4	8.6	33.5	4.4
18-19時	6.0	6.1	9.7	17.0	20.6	25.0	28.6	29.1	25.0	18.7	13.6	7.8	31.4	3.6
19-20時	5.4	5.5	8.6	16.1	19.7	24.3	28.0	28.3	24.3	17.9	12.7	7.1	29.7	2.6
20-21時	4.9	5.0	7.8	15.3	18.9	23.6	27.3	27.7	23.6	17.1	12.1	6.6	28.7	1.9
21-22時	4.4	4.5	7.1	14.5	18.3	22.9	26.8	27.2	23.1	16.5	11.5	6.1	27.5	1.1
22-23時	4.0	3.9	6.5	13.8	17.7	22.3	26.3	26.8	22.5	15.9	11.0	5.7	26.7	0.0
23-24時	3.7	3.5	6.0	13.2	17.0	21.7	25.8	26.4	22.1	15.4	10.5	5.3	26.2	-0.6

WEBデータの平均湿球温度
℃

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	8月2日	2月25日
													夏季設計日	冬季設計日
0-1時	1.3	0.8	3.7	9.3	13.4	18.1	22.7	23.5	19.1	13.2	8.2	3.1	22.0	-4.5
1-2時	1.2	0.5	3.4	9.0	13.2	18.0	22.6	23.4	19.0	13.0	8.0	3.0	21.7	-4.6
2-3時	1.0	0.3	3.1	8.8	13.1	17.9	22.5	23.3	18.8	12.9	7.8	2.8	21.5	-4.6
3-4時	0.9	0.1	3.0	8.6	12.9	17.7	22.4	23.2	18.7	12.7	7.5	2.7	21.4	-4.9
4-5時	0.7	-0.1	2.8	8.5	12.8	17.7	22.3	23.1	18.6	12.6	7.3	2.5	21.5	-5.1
5-6時	0.6	0.0	2.7	8.4	12.7	17.7	22.3	23.0	18.6	12.5	7.1	2.5	21.5	-5.1
6-7時	0.5	-0.1	2.8	8.5	12.9	17.9	22.5	23.1	18.6	12.4	6.9	2.4	21.7	-5.0
7-8時	0.6	0.1	3.4	9.0	13.3	18.3	22.9	23.4	18.9	12.6	7.0	2.4	22.2	-4.3
8-9時	1.1	0.9	4.4	9.9	13.9	18.8	23.3	23.7	19.4	13.2	7.6	3.0	23.0	-2.6
9-10時	2.1	1.8	5.4	10.6	14.5	19.3	23.7	24.0	19.8	13.9	8.5	3.8	23.7	-0.6
10-11時	2.9	2.6	6.2	11.1	14.9	19.6	23.9	24.3	20.1	14.5	9.4	4.6	24.3	0.9
11-12時	3.4	3.1	6.6	11.5	15.2	19.8	24.1	24.4	20.4	14.8	10.1	5.2	24.7	1.4
12-13時	3.7	3.3	6.9	11.7	15.4	20.0	24.3	24.6	20.5	15.0	10.4	5.4	24.9	1.5
13-14時	3.8	3.5	7.2	11.8	15.5	20.0	24.3	24.7	20.6	15.1	10.5	5.5	25.0	0.9
14-15時	3.9	3.6	7.3	11.8	15.4	20.0	24.2	24.7	20.5	15.1	10.5	5.6	25.2	1.0
15-16時	3.9	3.5	7.3	11.7	15.4	20.0	24.2	24.7	20.5	15.0	10.5	5.6	25.1	1.3
16-17時	3.7	3.4	7.0	11.5	15.2	19.9	24.1	24.6	20.4	14.9	10.4	5.3	24.4	1.2
17-18時	3.3	3.0	6.7	11.3	15.0	19.7	24.0	24.5	20.3	14.6	10.3	4.9	23.5	1.2
18-19時	3.0	2.7	6.2	10.9	14.9	19.5	23.9	24.3	20.1	14.3	10.0	4.5	22.4	0.9
19-20時	2.6	2.4	5.7	10.7	14.7	19.3	23.7	24.1	19.9	14.0	9.6	4.2	21.4	0.1
20-21時	2.3	2.1	5.2	10.5	14.5	19.0	23.5	24.0	19.8	13.8	9.3	3.9	20.4	-0.5
21-22時	2.0	1.8	4.8	10.3	14.3	18.8	23.3	23.9	19.6	13.6	9.0	3.7	19.7	-0.9
22-23時	1.8	1.4	4.4	9.9	14.0	18.6	23.0	23.7	19.3	13.3	8.7	3.4	19.5	-1.8
23-24時	1.5	1.1	4.1	9.6	13.8	18.4	22.9	23.6	19.1	13.1	8.4	3.2	19.3	-2.1

② 熱負荷原単位・負荷パターン

原単位及び負荷パターンは、エネルギーシステムの設計情報データベースの新負荷原単位を使用する。

表 B'.1.3 建物用途別熱負荷原単位

	年間熱負荷原単位					ピーク熱負荷原単位					
	事務所	官公庁	商業	宿泊	病院	事務所	官公庁	商業	宿泊	病院	
冷房負荷 [MJ/m ² y]	301.7	159.8	471.8	323.5	260.7	冷房負荷 [W/m ²]	61.9	47.1	80.7	49.7	47.9
温熱負荷 [MJ/m ² y]	84.2	132.7	48.7	420.9	127.6	温熱負荷 [W/m ²]	31.8	40.4	13.1	42.5	30.7
電力負荷 [kWh/m ² y]	175.4	106.6	149.9	153.2	212.5	電力負荷 [Wh/m ²]	37.7	22.1	34.5	28.5	52.7

【出典 1】「エネルギーシステムの設計情報データベース」(2015.10.30 公益社団法人空気調和・衛生工学会)

各月の平日と休日の日数は、2018年度カレンダー（2018年4月～2019年3月）に基づくものとし、平日は年間244日、休日は年間121日として年間熱負荷を集計する。

休日の土曜日と日祝日は同じ熱負荷とするが、CGSの運転方法が土曜日と日祝日で異なるため、この場合の年間日数は、土曜日49日、日祝日72日とする。

③ 需要家の熱負荷

需要家の用途別床面積と熱負荷原単位を用いて、需要家の熱負荷を算出する。

需要家の月別・時刻別熱負荷を下図に示す。

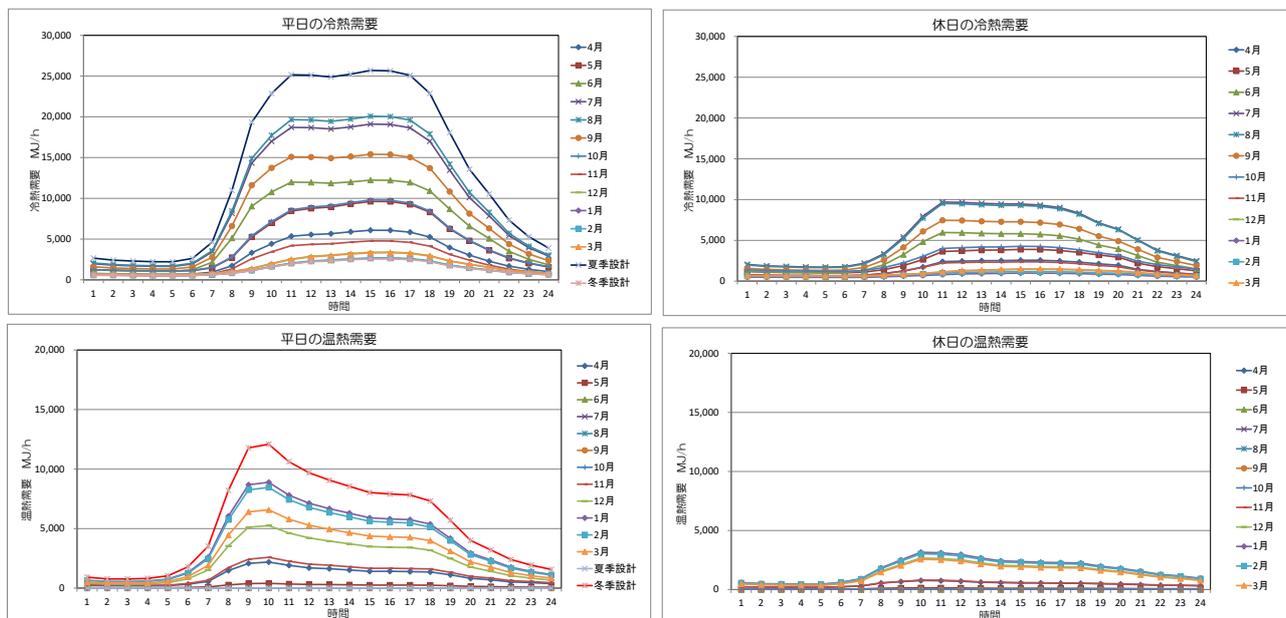
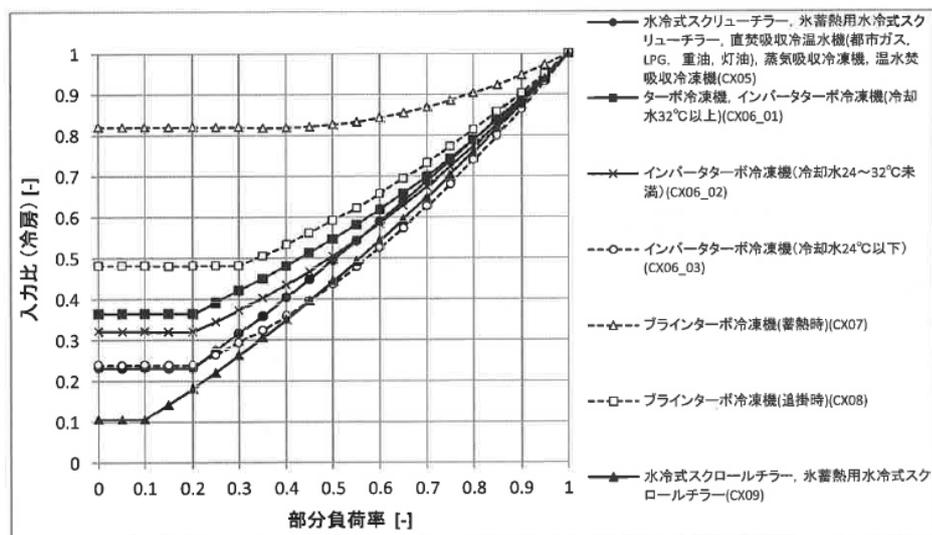


図 B'.1.2 需要家の月別・時刻別熱負荷

2) 対象となる熱源システムに関する事項

① 機器特性

ターボ冷凍機の特性は省エネ基準の値を用いる（下図）。



出典：「平成 25 年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説」

図 B'.1.3 熱源機器の部分負荷特性

② 熱源の運転順位

・ ガスエンジン CGS の運転

ガスエンジン CGS は常に最大出力で運転し、CGS 補機を除いた電力をビル側へ売電する。CASE-1 では 1 年を通して平日と土曜日で以下のように運転するものとする。

平日 : 8:00~18:00 2 台運転 18:00~20:00 1 台運転

土曜日 : 8:00~20:00 1 台運転

日祝日 : 運転しない

・ 冷凍機とボイラの運転

冷凍機とボイラの運転については、実績運転の考え方に基づくものとする。

冷凍機については、基本的に次の運転優先順位で運転するものとする。

① TR-1、② GL-1、③ AR-1 または AR-2

TR-1 のインバーターターボ冷凍機を最優先で運転し、CGS の起動に合わせて GL-1 の蒸気焚ジェネリクを運転する。冷水負荷がさらに大きくなると、負荷に応じて AR-1 または AR-2 の蒸気吸収式冷凍機を運転する。ただし、熱負荷が小さく CGS 排熱が十分にある場合は GL-1 を優先的に運転する。

CGS 運転時には CGS 蒸気を優先利用するものとし、蒸気が不足する場合は蒸気ボイラを運転する。夜間・休日・中間期などの蒸気負荷が小さい時間帯は B-3 の小型貫流ボイラで対応する。AR-1 または AR-2 を運転する時間帯や、蒸気負荷が増大する時間帯は B-1 または B-2 の炉筒煙ボイラで対応する。

③ 自動制御のアルゴリズム

・熱源機器の負荷率

熱源機器はすべて蓄熱槽を介して熱供給するため、冷凍機やヒートポンプは常に 100% の負荷率で運転されるものとする。ただし、冷却水温度は、冷却塔ファンの台数制御により 25℃～31℃での運転とする。

・ 冷却塔のファン制御

冷却塔の制御については、2台のターボ冷凍機に対応する集合冷却塔が1セットと、1台の熱回収ターボ冷凍機と1台のヒーティングタワーヒートポンプに対応する集合冷却加熱塔が2セット設置されている。

それぞれの集合冷却塔または集合冷却加熱塔は、8台の定速ファンを有しており、ファンの運転台数制御により冷却塔出口温度を段階的に制御している。以下に、2台のターボ冷凍機に対応する1セットの集合冷却塔について、通水台数、ファン運転台数（ファン電力）、冷却水温度を計算するアルゴリズムを示す。

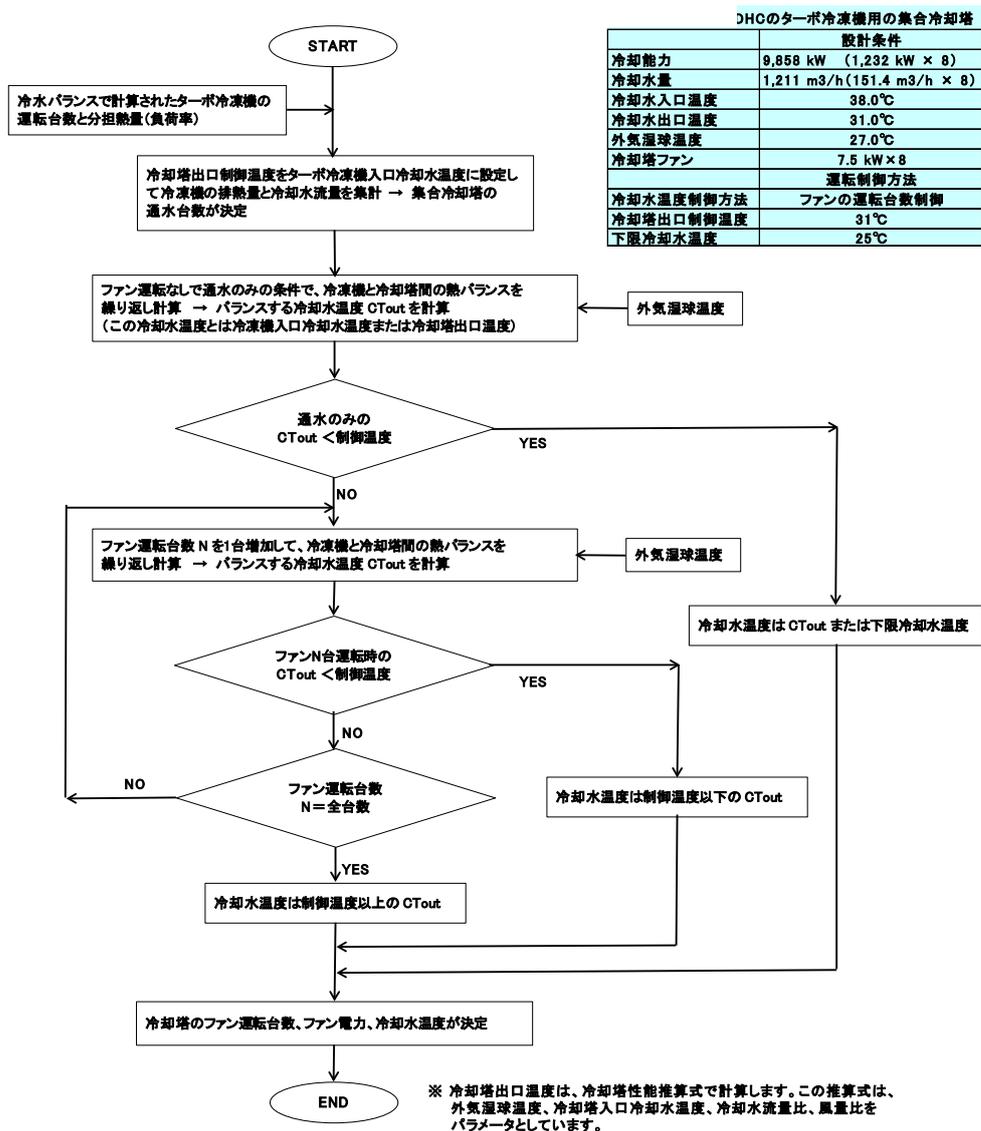


図 B'. 1.4 冷却塔ファンの制御アルゴリズム

3) 月別供給熱量、製造熱量 (冷熱・温熱)

①月別供給熱量

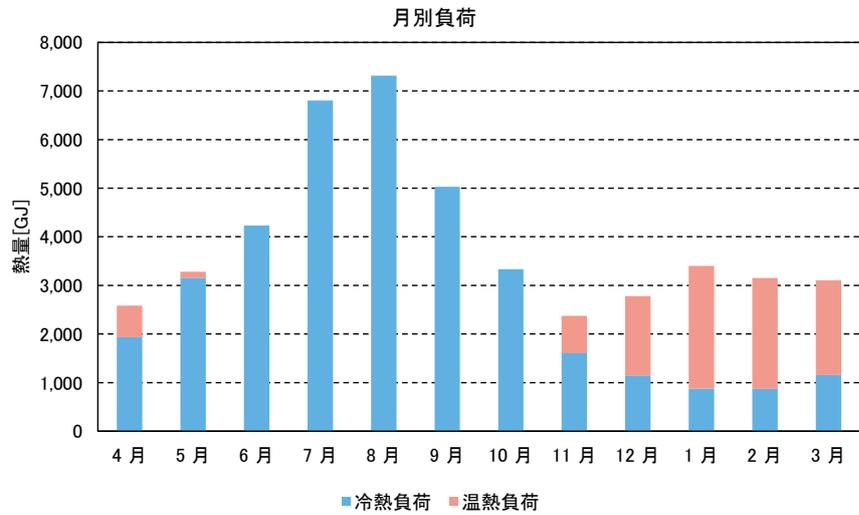


図 B'. 1. 5 月別供給熱量

②月別製造熱量

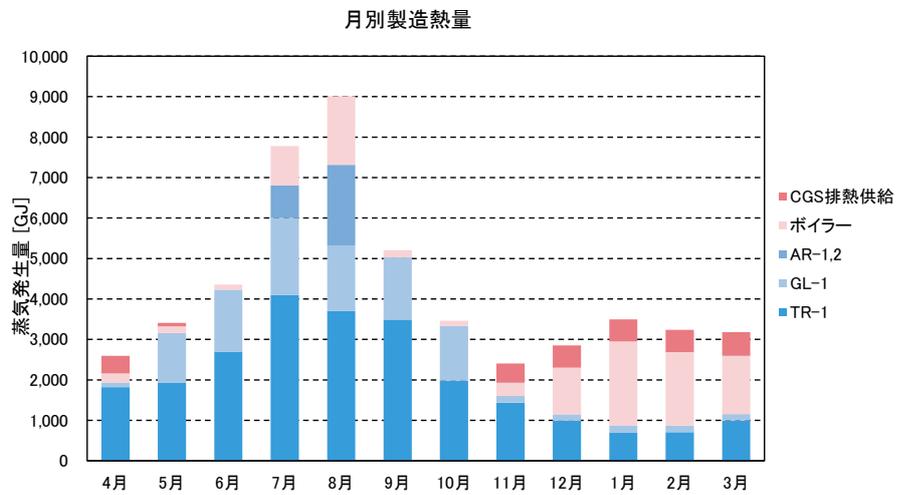


図 B'. 1. 6 月別製造熱量

4) 熱源機器別製造熱量、エネルギー消費量、運転時間、補機エネルギー消費量

①年間熱源機器別の製造熱量（冷水、温水）

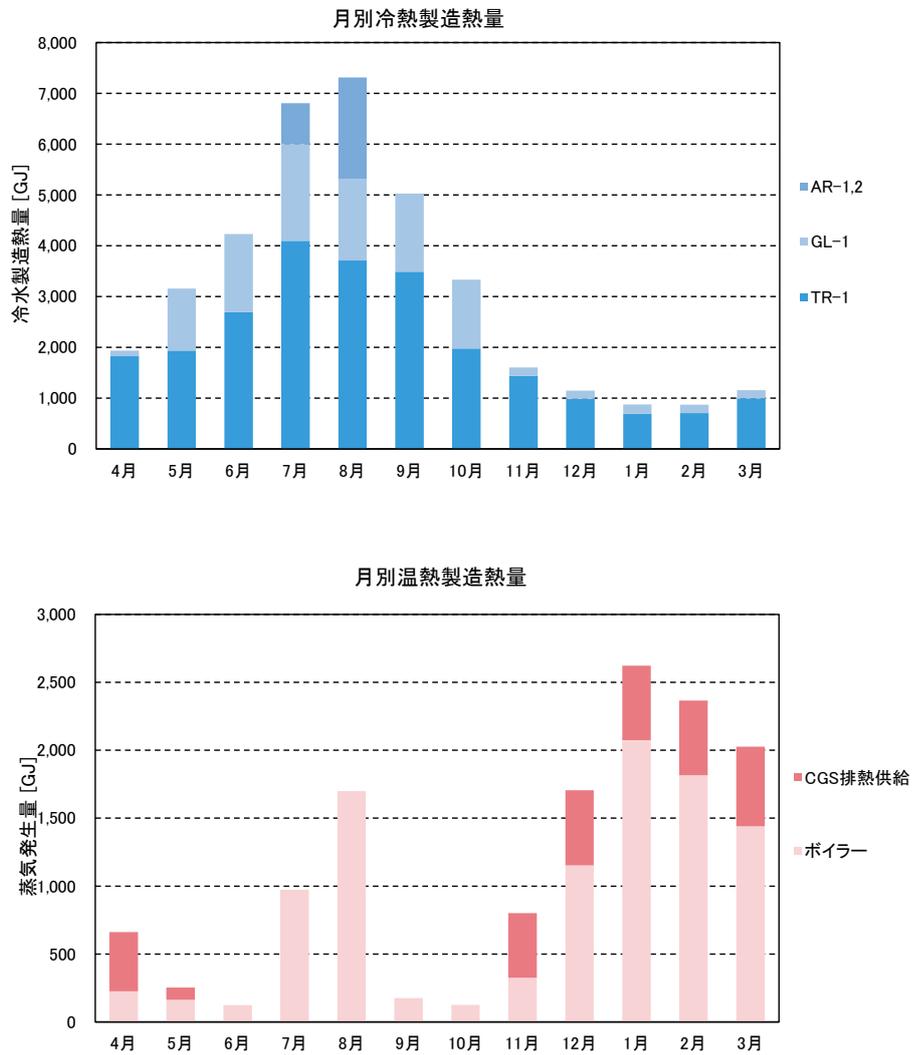


図 B'. 1. 7 熱源機器別の製造熱量（上段：冷水、下段：温水）

②年間消費先別のエネルギー消費量

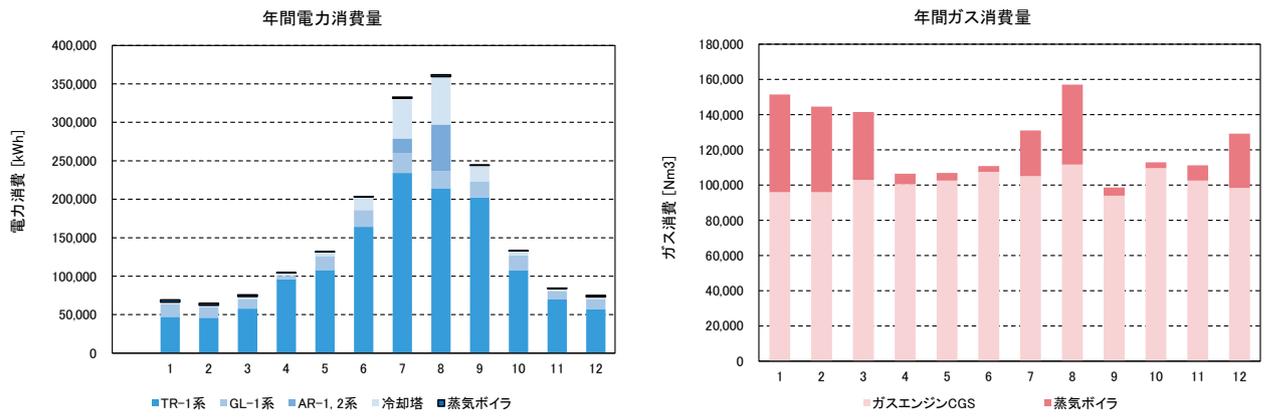


図 B'.1.8 消費先別のエネルギー消費量

③年間主機・補機エネルギー消費量

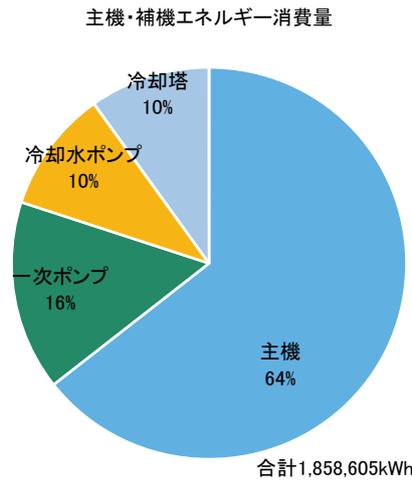


図 B'.1.9 主機・補機のエネルギー消費量比率

5) 熱源機器別一次エネルギーCOP (単体 COP・システム COP)

①単体 COP 及び効率

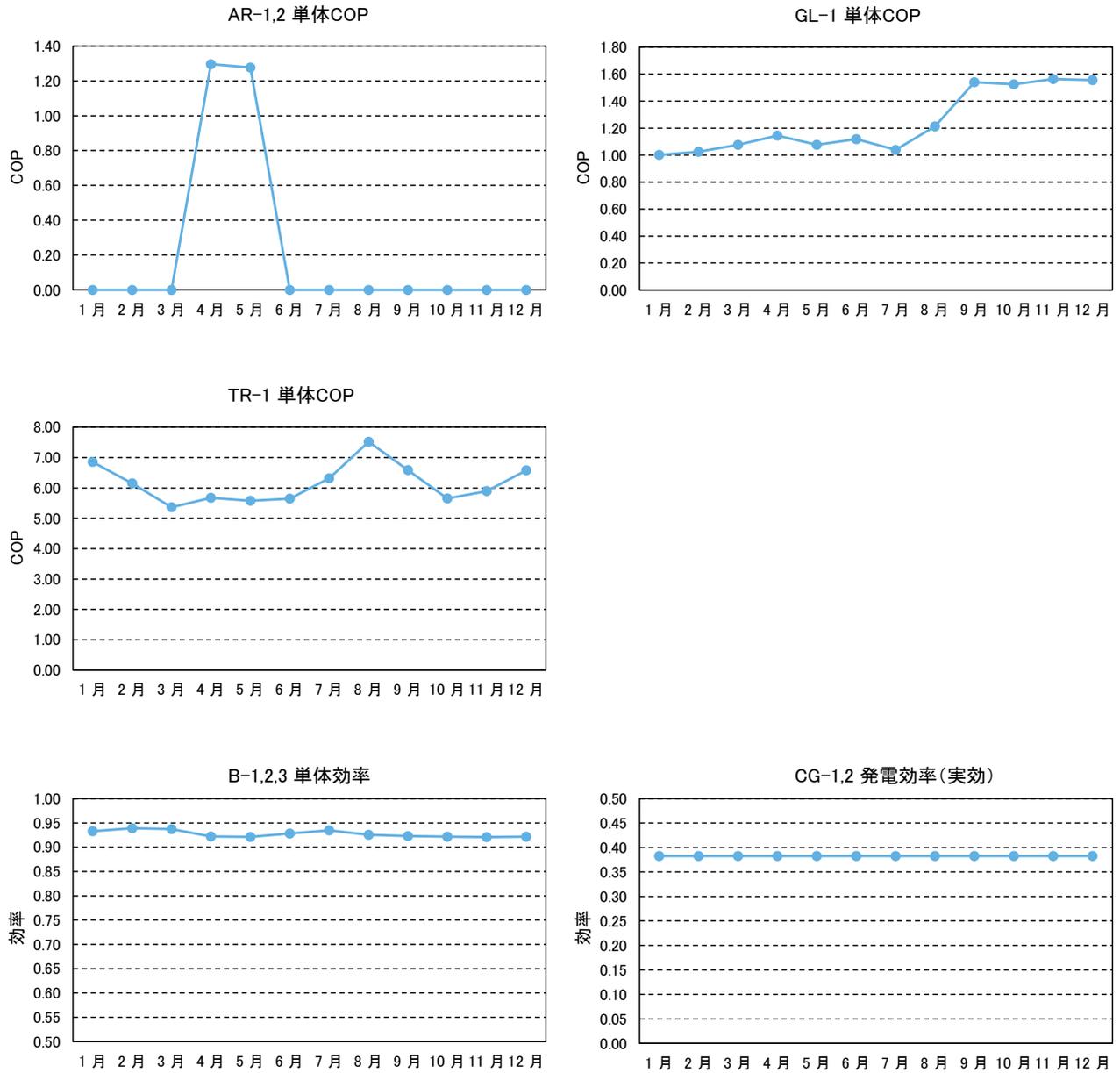


図 B'. 1. 10 機器別の単体 COP 及び効率

②システム COP 及びシステム効率

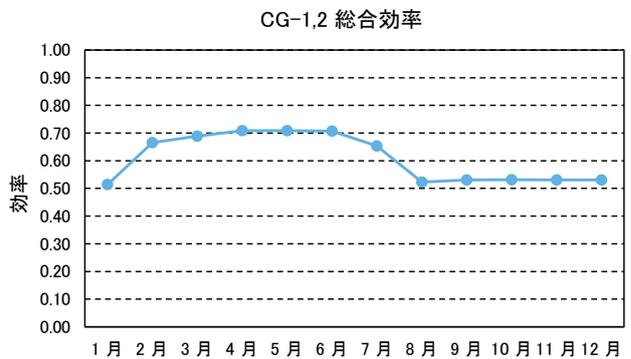
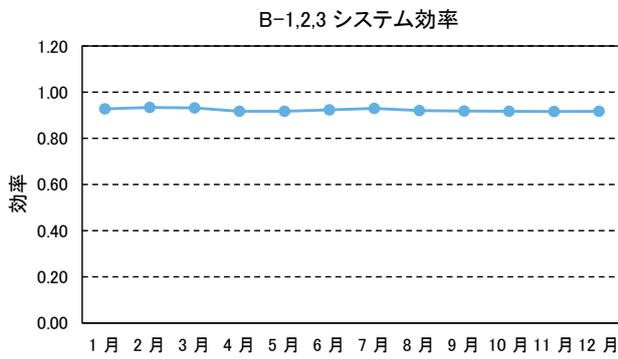
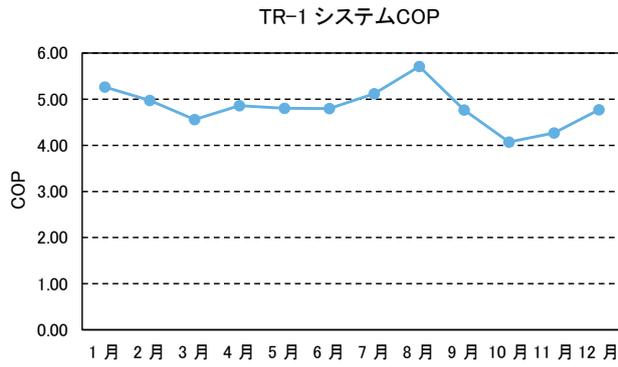
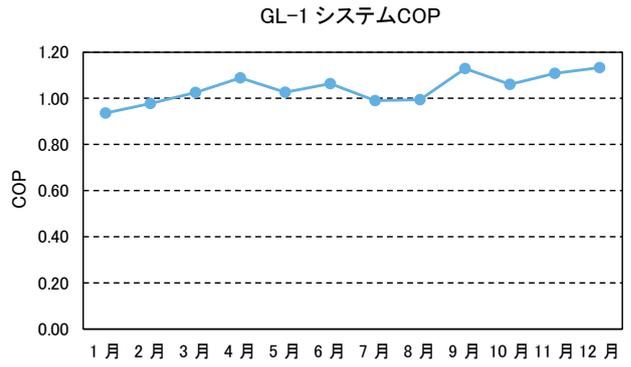
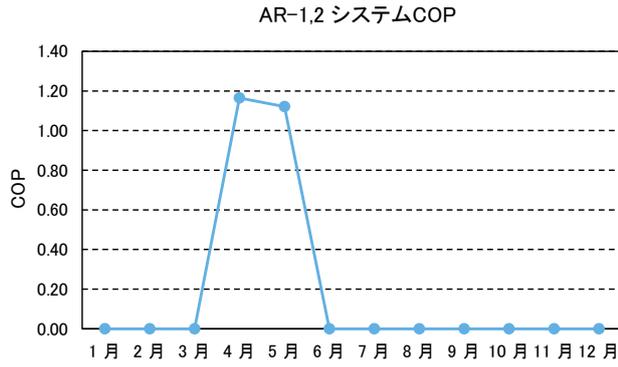


図 B'.1.11 機器別のシステム COP 及びシステム効率

6) 一次エネルギー消費量 (冷熱・温熱)

一次エネルギー消費量の計算結果を図 B' . 1. 12 に示す。

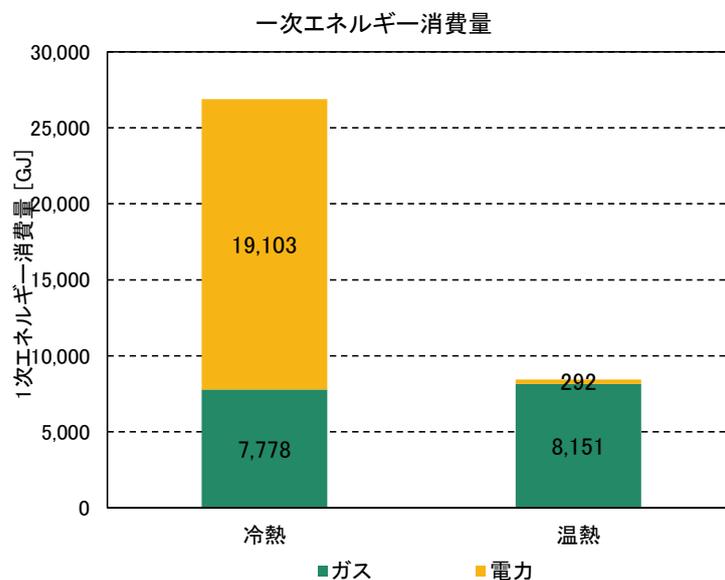


図 B' . 1. 12 年間一次エネルギー消費量の計算結果

7) 一次エネルギー換算係数 (総合・冷熱・温熱)

一次エネルギー換算係数の計算結果を図 B' . 1. 13 に示す。

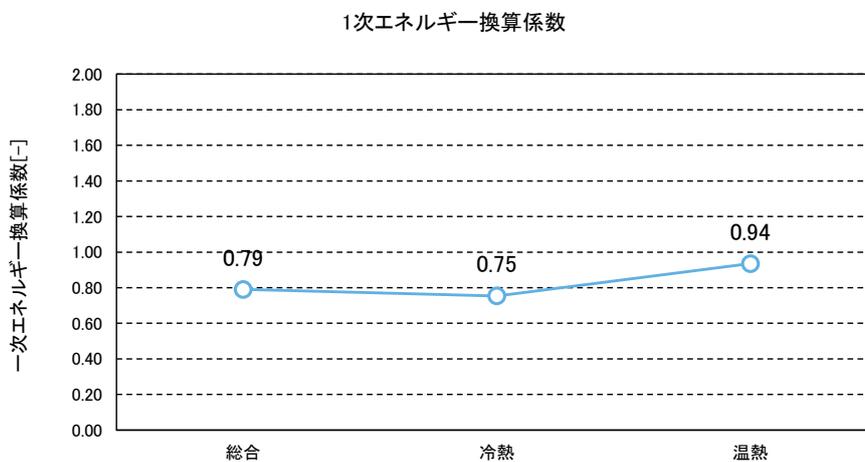


図 B' . 1. 13 一次エネルギー換算係数の計算結果

B'2 シミュレーションソフトの検証

(1) 使用したシミュレーションソフトの概要

シミュレーションソフトは Enepro21 ver 4.5.2 を使用する。

(2) 既存の熱供給プラントの選定

実測した既存プラントは、東京都内に立地するプラントとする。実測したプラントの検討範囲及び対象需要家の条件概要を以下に示す。

(省略)

- ① 熱供給プラントの概要（熱供給事業登録申請書等）
- ② 供給範囲
- ③ 対象需要家一覧
- ④ 地域導管径・長さ・保温仕様

(3) 実測と比較する際にシミュレーションソフトに与える計算条件

1) 既存の熱供給プラントの供給条件、仕様等

① 供給条件（熱媒、供給温度等）

シミュレーション上の往還温度は、表 B'.2.1 の値で固定とする。

表 B'.2.1 熱供給条件

熱媒種類	往温度	還温度
冷水	6°C	13°C
蒸気	-	-

② 熱供給設備（機器表、系統図、自動制御図等）

シミュレーションに関するプラントのシステム系統図を図 B'.2.1 に示す。

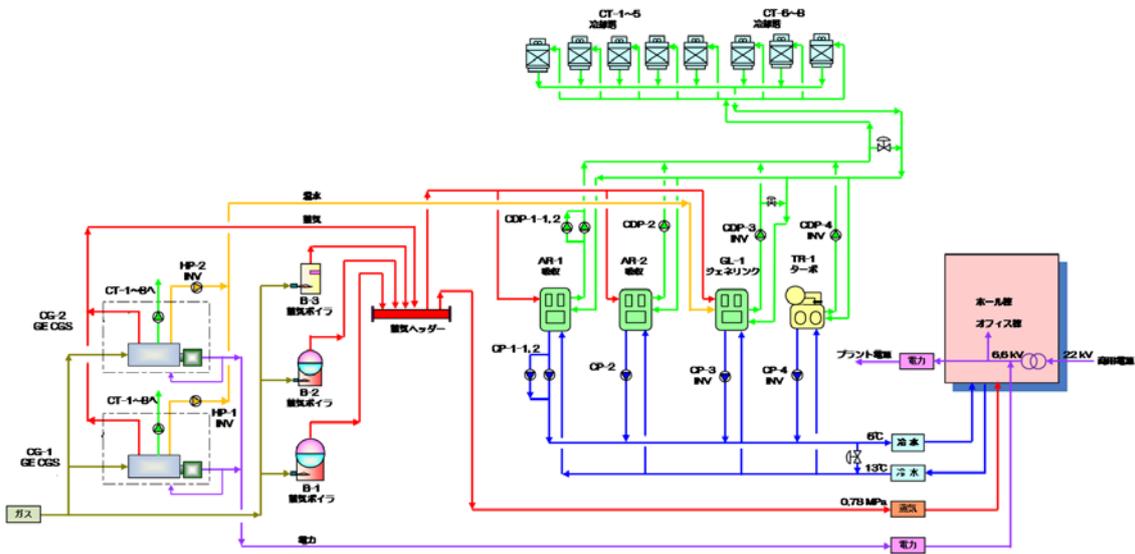


図 B'.2.1 熱源システム系統図

シミュレーションに関係する機器について、仕様を下記に示す（ただし、匿名化のため具体的な値は本資料では非公表とした）。

表 B'.2.2 機器リスト

記号	名称	仕様	台数 合計	動力 [kW]	電圧 [V]	備考					
AR- 1	吸収式冷凍機	型式	二重効用蒸気吸収冷凍機	1							
		能力	半量運転可能								
		冷水条件	kW (RT)								
		冷却水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)								
		蒸気消費量	³ /h (32.0℃~40.0℃)								
		蒸気圧力	/h 4.3 kg/h.RT								
		蒸気ドレン	MPaG(8.0 kg/cm2 G)								
		COP	下 (蒸気エンタルピー差: 2394 kJ/kg)								
		制御範囲	20%								
		補機	冷媒ポンプ、溶液ポンプなど				400				
冷却水下限温度											
AR- 2	吸収式冷凍機	型式	二重効用蒸気吸収冷凍機	1							
		能力	kW (RT)								
		冷水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)								
		冷却水条件	³ /h (32.0℃~40.0℃)								
		蒸気消費量	/h 4.3 kg/h.RT								
		蒸気圧力	MPaG(8.0 kg/cm2 G)								
		蒸気ドレン	下 (蒸気エンタルピー差: 2394 kJ/kg)								
		COP	100~20%								
		制御範囲	100~20%								
		補機	冷媒ポンプ、溶液ポンプなど				400				
冷却水下限温度											
GL- 1	蒸気焚ジェネリック	型式	蒸気焚ジェネリック	1							
		能力	kW (RT)								
		冷水条件	m ³ /h (13.5℃~6.5℃)								
		冷却水条件	³ /h (32.0℃~40.0℃)								
		排水水条件	³ /h (88.0℃~83.0℃) 411 kW								
		蒸気消費量	最大 ³ /h (88.0℃~78.0℃) 824 kW								
		蒸気圧力	/h (排水水なし) 3.6 kg/h.RT								
		蒸気ドレン	t/h (排水水利用時)								
		制御範囲	0.784 MPaG(8.0 kg/cm2 G)								
		補機	90℃以下				400				
冷却水下限温度	100~20%										
TR- 1	電動ターボ冷凍機	型式	インバータターボ冷凍機	1							
		能力	冷媒 R-134 a								
		冷水条件	kW (RT)								
		冷却水条件	³ /h (13.5℃~6.5℃)								
		排水水条件	m ³ /h (最大)								
		蒸気消費量	³ /h (32.0℃~ 40.0℃)								
		蒸気圧力	メインモータ								
		蒸気ドレン	N								
		制御範囲	電力消費量				6,600				
		冷却水下限温度	COP								
CT- 1~8	冷却塔	型式	角形クロスフロー冷却塔	8							
		能力	白煙防止型3台								
		冷水条件									
		外気条件									
		ファンモータ									
		制御方式	ボールチェンジ				400				
		CP- 1-1, 2	冷水ポンプ (AR-1 用)				型式	片吸込渦巻型ポンプ	2		
							水量				
							揚程				
							モータ				
総合効率				400							
CDP- 1-1, 2	冷却水ポンプ (AR-1 用)	型式	片吸込渦巻型ポンプ	2							
		水量									
		揚程									
		モータ									
		総合効率					400				
CP- 2	冷水ポンプ (AR-2 用)	型式	片吸込渦巻型ポンプ	1							
		水量									
		揚程									
		モータ									
		総合効率					400				

CDP- 2	冷却水ポンプ (AR-2 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1				
								400
CP- 3	冷水ポンプ (GL-1 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1				400
CDP- 3	冷却水ポンプ (GL-1 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1				400
CP- 4	冷水ポンプ (TR-1 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1				400
CDP- 4	冷却水ポンプ (TR-1 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	片吸込渦巻型ポンプ	1				400
CG- 1, 2	ガスエンジンCGS	型式 発電能力 発電機 ガス消費量 ガスLHV 発電効率 蒸気回収率 温水回収率 排熱ボイラ蒸発量 給水温度 補機	水冷ガスエンジンコージェネレーション	2				200
								ガスコン、冷却ポンプ(18.5 kW INV)、 各種ポンプ、換気ファン
HP- 1, 2	温水循環ポンプ (CGS-1, 2 用)	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	立形多段ポンプ	2				400
B- 1, 2	蒸気ボイラ	型式 換算蒸発量 実際蒸発量 蒸気圧力 給水温度 ガスLHV ボイラ熱効率 押込ファン	ガス焚炉簡煙管ボイラ エコノマイザー付	2				400
BWP- 1, 2	ボイラ給水ポンプ	型式 水量 揚程 モータ 総合効率	多段渦巻型ポンプ 1.0 m ³ /h 1.35 m 11 kW INV制御	2				200
B- 3	蒸気ボイラ	型式 換算蒸発量 実際蒸発量 蒸気圧力 給水温度 ガスLHV ボイラ熱効率 補機	小型貫流ボイラ エコノマイザー付	1				400
								INV制御

2) 既存の熱供給プラントの実測値

既存の熱供給プラントとシミュレーションソフトの機器の運転状態を一致させるため、以下の条件は既存の熱供給プラントの実測値を用いる。

① 気象条件

実績値を集計した該当年度の気象条件を用いてシミュレーションを実施する。

② 需要家の熱負荷（冷熱、温熱）

シミュレーションに用いた熱負荷の実績値を図 B' . 2. 2 に示す。

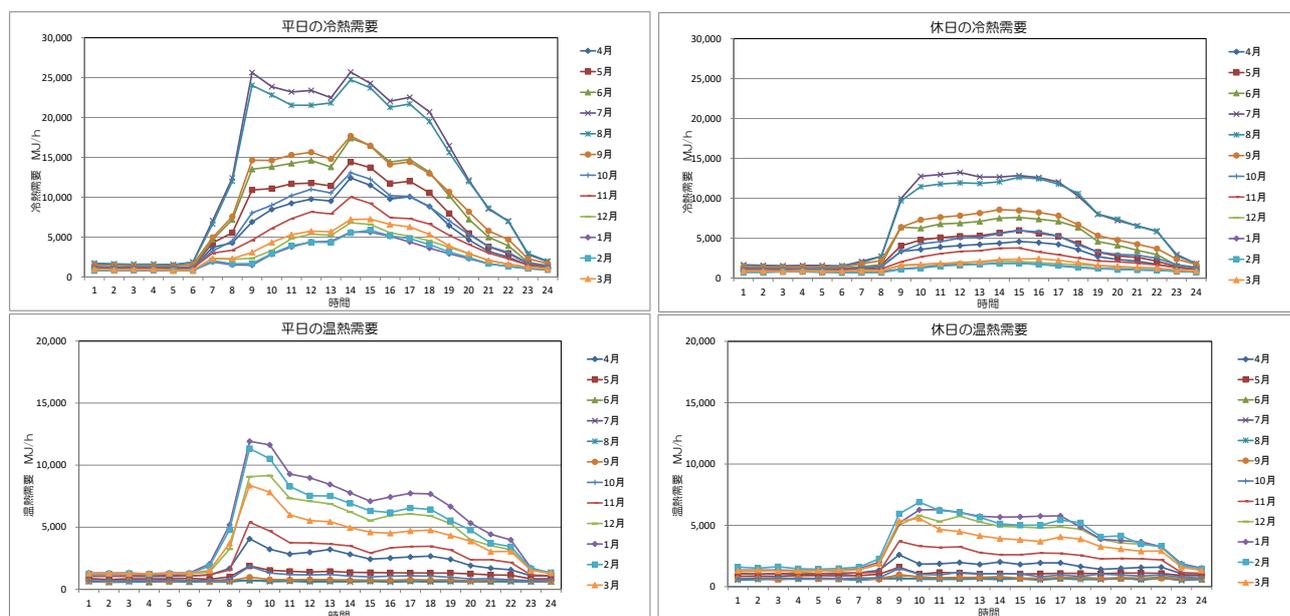


図 B' . 2. 2 需要家の熱負荷（平日、休日）

3) 機器特性等

① 機器特性

シミュレーション上の機器特性値は、WEB プログラムの機器特性を用いる。

② 往還温度差

シミュレーション上の往還温度は、実績値を用いる。往還温度差の実績値を以下に示す。

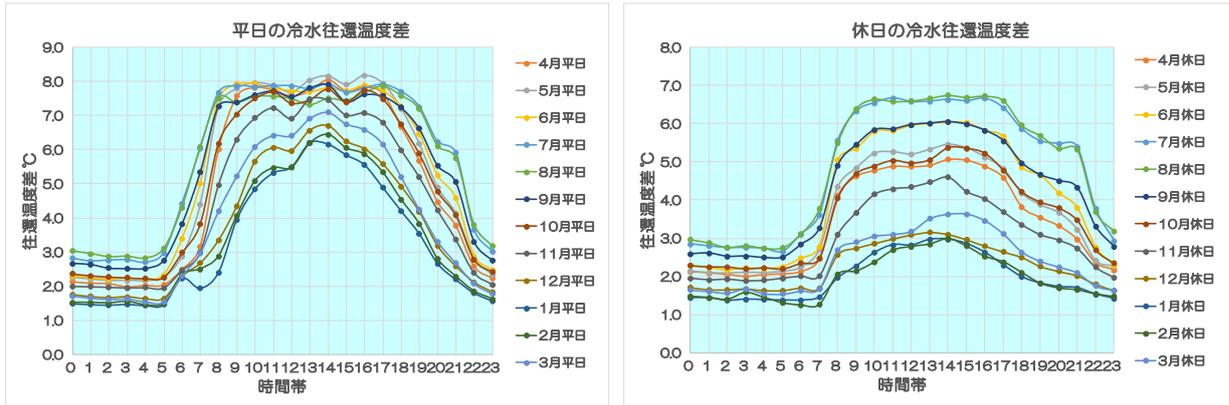


図 B'.2.3 代表日の時刻別往還温度差

4) 入力情報の提示

シミュレーション時の主な事項の入力画面を以下に示す。

①熱負荷

平日、土曜日、休日の負荷パターンごとに外気温度、湿球温度、冷水熱負荷、蒸気熱負荷、冷水供給温度、冷水戻り温度を設定する。

☆ 8月パターン1 (平日) の設定

		単位:温度は[°C] 負荷は[MJ]																	
時間帯	外気温度 [°C]	湿球温度 [°C]	冷水負荷A [MJ]	冷水負荷B [MJ]	冷水負荷C [MJ]	低冷水負荷 [MJ]	温水負荷A [MJ]	温水負荷B [MJ]	温水負荷C [MJ]	低圧蒸気 [MJ]	高圧蒸気 [MJ]	給湯負荷 [MJ]	電力負荷 [kW]	冷水供給 [°C]	冷水戻り [°C]	低冷水供給 [°C]	低冷水戻り [°C]	温水供給 [°C]	温水戻り [°C]
0-1	26.6	25.3	1,821.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	735.2	0.0	0.0	0.0	6.8	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1-2	26.4	25.2	1,743.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	614.7	0.0	0.0	0.0	6.8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2-3	26.3	25.1	1,652.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	638.8	0.0	0.0	0.0	6.8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
3-4	26.1	25.0	1,670.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	699.0	0.0	0.0	0.0	6.8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
4-5	26.0	24.8	1,634.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	638.8	0.0	0.0	0.0	6.8	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0
5-6	26.0	24.7	1,935.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	699.0	0.0	0.0	0.0	6.8	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
6-7	26.4	25.0	6,984.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	638.8	0.0	0.0	0.0	7.3	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7-8	27.2	25.2	12,613.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	650.8	0.0	0.0	0.0	7.1	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0
8-9	28.1	25.4	25,241.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	795.4	0.0	0.0	0.0	7.3	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0
9-10	29.0	25.6	23,967.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	699.0	0.0	0.0	0.0	7.3	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
10-11	29.7	25.7	22,616.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	723.1	0.0	0.0	0.0	7.1	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
11-12	30.2	25.9	22,620.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	638.8	0.0	0.0	0.0	7.1	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0
12-13	30.6	26.0	22,922.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	7.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
13-14	30.8	26.1	25,971.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	7.3	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0
14-15	30.7	26.1	24,917.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	687.0	0.0	0.0	0.0	7.2	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
15-16	30.3	26.2	22,342.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	7.1	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
16-17	29.7	26.1	22,785.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	711.1	0.0	0.0	0.0	7.1	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
17-18	29.0	26.1	20,488.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	662.9	0.0	0.0	0.0	6.9	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0
18-19	28.2	25.9	16,393.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	687.0	0.0	0.0	0.0	6.8	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
19-20	27.6	25.7	12,558.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	6.7	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0
20-21	27.2	25.6	9,066.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	687.0	0.0	0.0	0.0	6.7	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
21-22	27.1	25.6	7,354.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	6.6	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0
22-23	26.9	25.6	3,086.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	662.9	0.0	0.0	0.0	6.6	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0
23-24	26.8	25.4	2,072.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	674.9	0.0	0.0	0.0	6.8	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	-----	-----	314,461.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16,318.7	0.0	0.0	0.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----

図 B'.2.4 熱源機器の製造熱量設定

②機器モデル

☆ ガスエンジンコーゼン

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

性能と実効効率・燃料消費率の関係	
負荷率 (%)	50 75 100 100
実効効率 (%)	39.3 38.9 40 40
燃料消費率 (%)	17.7 16.5 14.8 14.8
燃料消費率 (%)	24.5 20.9 18.5 18.5

燃料消費率に著しく増加する

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ 蒸気ジェネレック

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ 蒸気ジェネレック

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ 蒸気ジェネレック

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ インバーター冷凍機

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ インバーター冷凍機

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

☆ インバーター冷凍機

性能・能力・台数・燃料など | 発電効率・燃料消費効率 | 燃料消費電力 | 燃料消費率 | プローセス

燃料消費の種類

- 燃料消費の外部利用
- 燃料消費水の外部利用
- 燃料消費水も外部利用しない場合は冷却水の全量利用

主機の台数と能力、NOx値

台数: 設計能力kW: 実効能力kW:

燃料

- ガス
- 灯油
- 重油
- その他

高熱ボイラー・プロセッサ

実効消費熱量(定格) (kW)

給水のエンタルピー (kJ/kg)

プロセッサ水のエンタルピー (kJ/kg)

排水量(設計) (kg)

燃料ガス/プロセスで全量消費電圧以上

OK キャンセル コント

図 B'. 2. 5 熱源機器の詳細設定

④ 運転優先順位

平日、土曜日、休日の負荷パターンごとに、ボイラ、コージェネ、冷凍機の運転優先順位を設定する。

☆ 8月パターン1（平日）の昼間と夜間の設定例

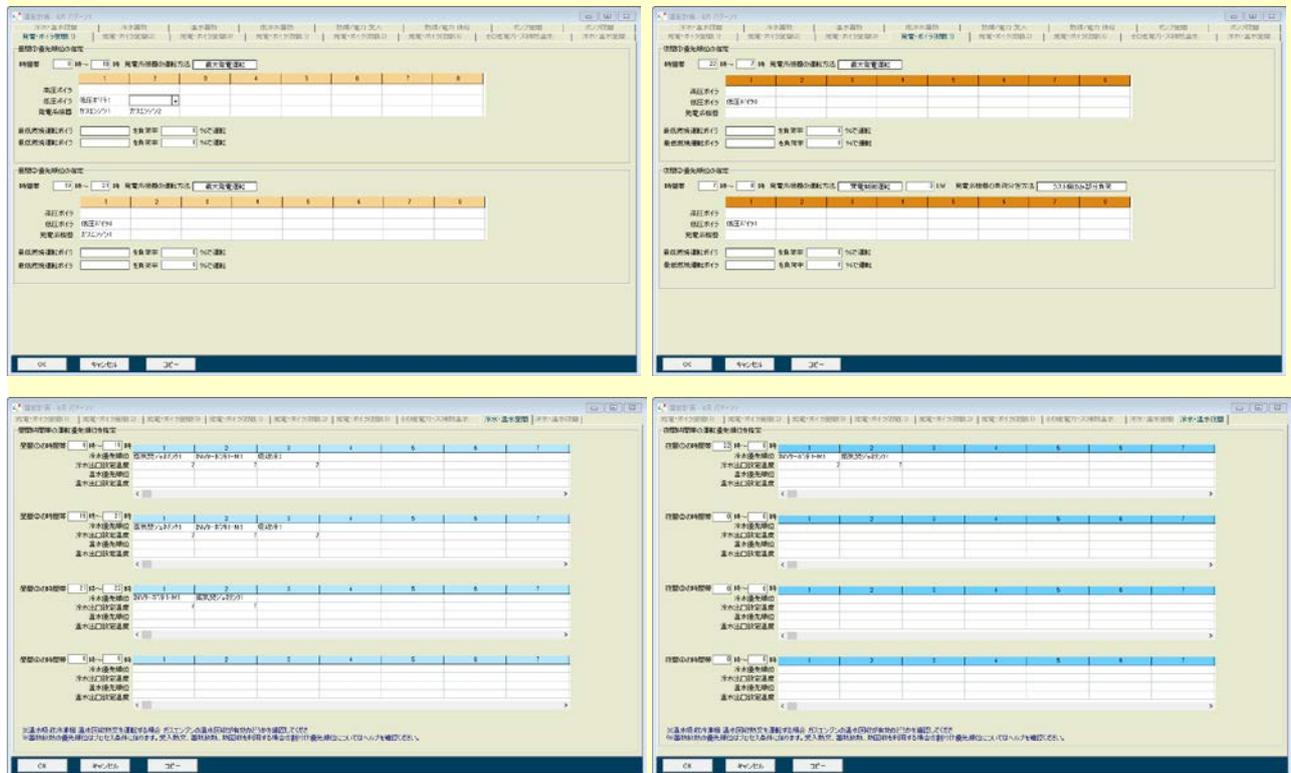


図 B'.2.6 熱源機器の運転パターン

(4) シミュレーションソフトを用いて算出した計算値と既存プラントの運転実測値との比較による妥当性の検証

Enepro21 を用いて以下の計算値を求め、既存プラントの実測値との比較により、Enepro21 の妥当性を検証する。

1) 年間製造熱量

① 計算値と実測値との比較

熱源機器の年間製造熱量について計算値と実績値との比較を行う。

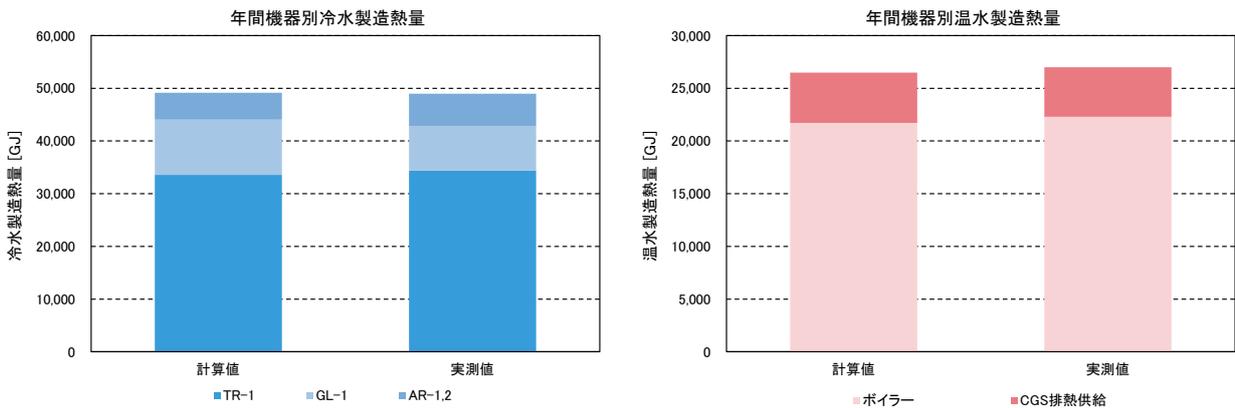


図 B'. 2.7 熱源機器別製造熱量の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

熱源機の年間製造熱量について、計算値と実績値の差が±10%の範囲である。

参考として機器別の月別製造熱量を図 B'. 2.8 に示す。

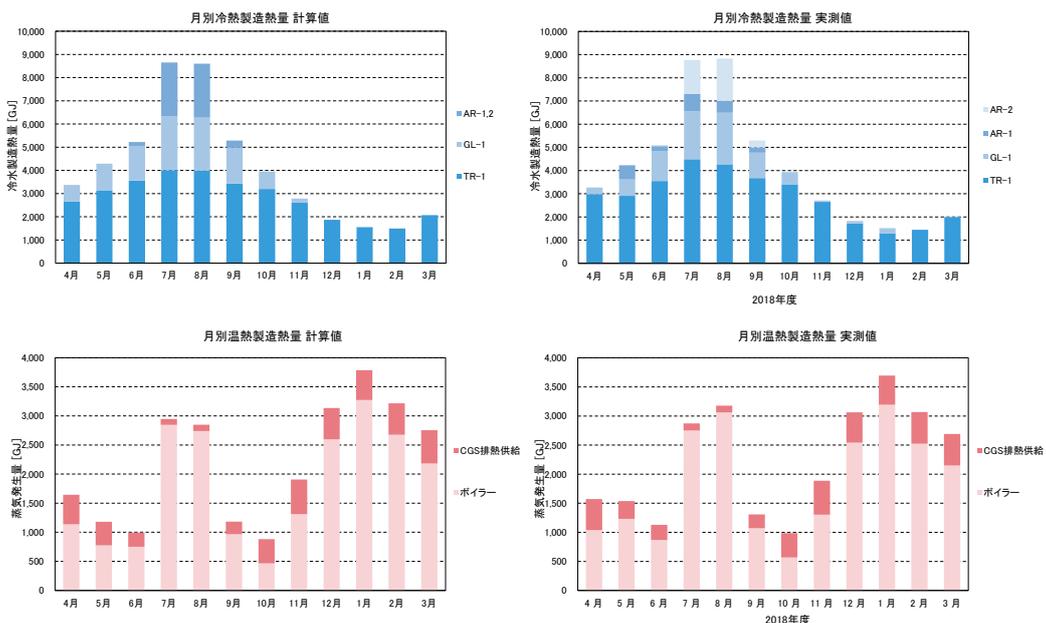


図 B'. 2.8 月別製造熱量の計算値と実績値との比較 (上段：冷水、下段：温水)

2) 熱源機器別エネルギー効率

①計算値と実測値との比較

熱源機器の単体 COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

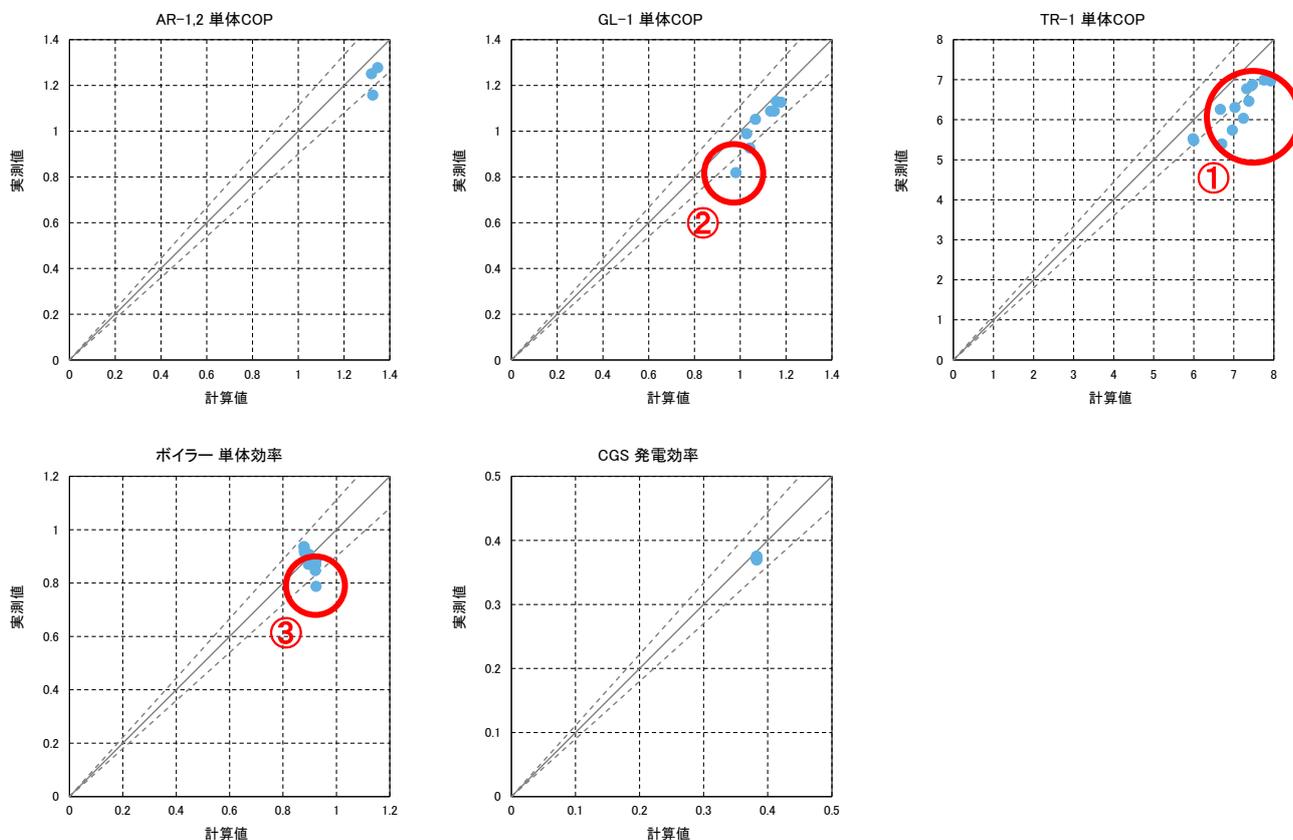


図 B'. 2.9 熱源機器別単体 COP の計算値と実績値との比較

②妥当性の検証

熱源機の単体 COP について、計算値と実績値の差が概ね $\pm 10\%$ の範囲である。(TR-1 (①)を除く)

GL-1 の計算値については、11月の運転時間が非常に短く、負荷率も低い時期に実績値と離れている(②)。また、B-1、2の効率については、運転時間が少ない時期に実績値と離れている(③)。従って、①と②については、運転時間が非常に短く、全体への影響は非常に小さいと考える。(機器別の月別運連時間と平均負荷率参照)

$\pm 10\%$ の範囲を外れている TR-1 については、機器特性上、実績値と計算値で違いがみられ、計算値の COP がよくなっている(①)。ただし、月別の単体 COP を確認すると全体的な効率の傾向は実績値と同じ傾向であるため、計算上の間違いとは言えない。(機器別の月別単体 COP 参照)

従って、熱源機器別エネルギー効率の計算は妥当と判断される。

参考として機器別単体 COP および効率を図 B' . 2. 10 に示す。

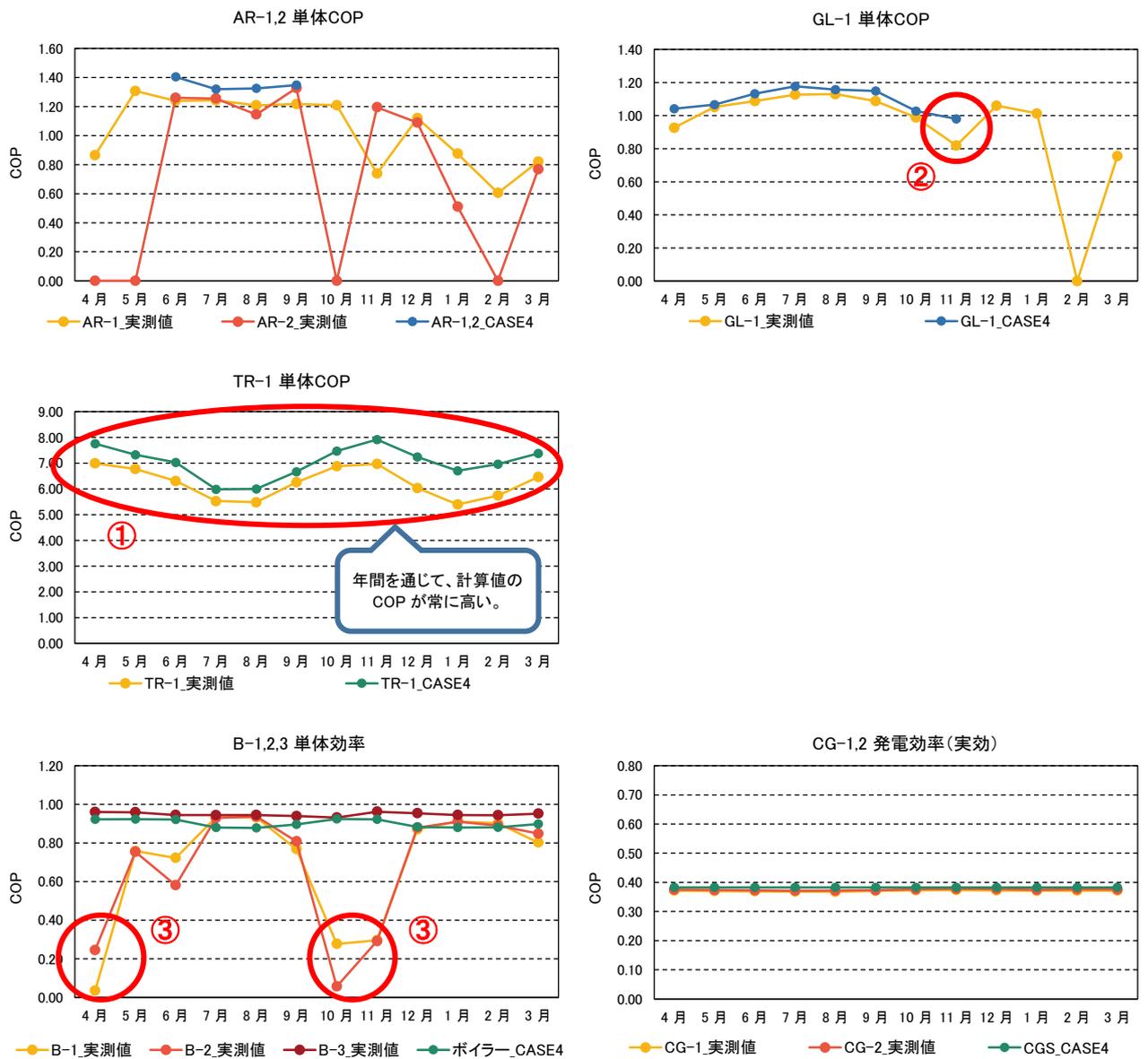
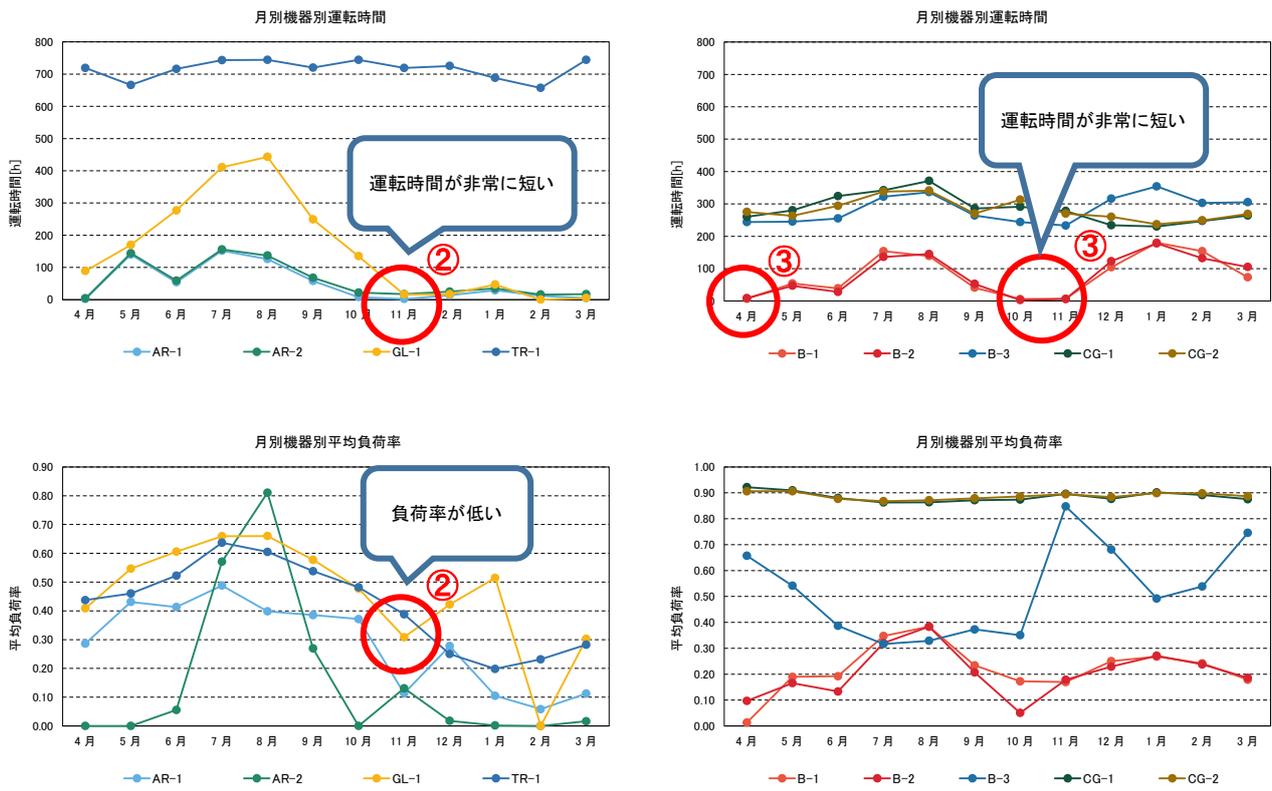


図 B' . 2. 10 機器別単体 COP および効率の比較

参考として機器別の運転時間と負荷率を図B'.2.11に示す。



図B'.2.11 機器別の月別運連時間と平均負荷率（実績値）

3) 冷却塔の性能

① 計算値と実測値との比較

冷却塔の冷却水出口温度について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

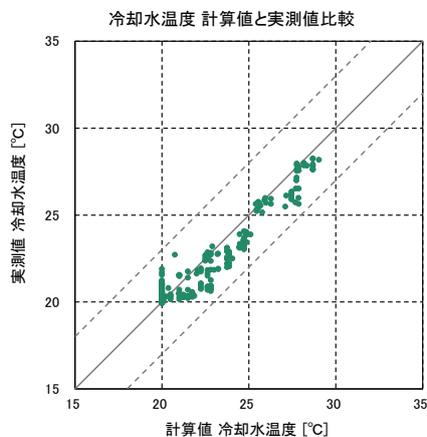


図 B'.2.12 冷却塔の冷却水出口温度の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

冷却水出口温度について、計算値と実績値の差が $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の範囲で分布している。冷却塔の冷却水出口温度と湿球温度のグラフを下記に示す。

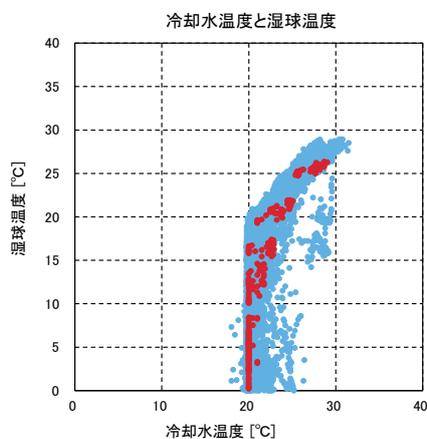


図 B'.2.13 冷却塔の冷却水出口温度と湿球温度の比較

4) 熱源機器別エネルギー効率

①計算値と実測値との比較

熱源機器のシステム COP について、計算値と実績値との比較を行う。データは年間の月別または時刻別の値とする。

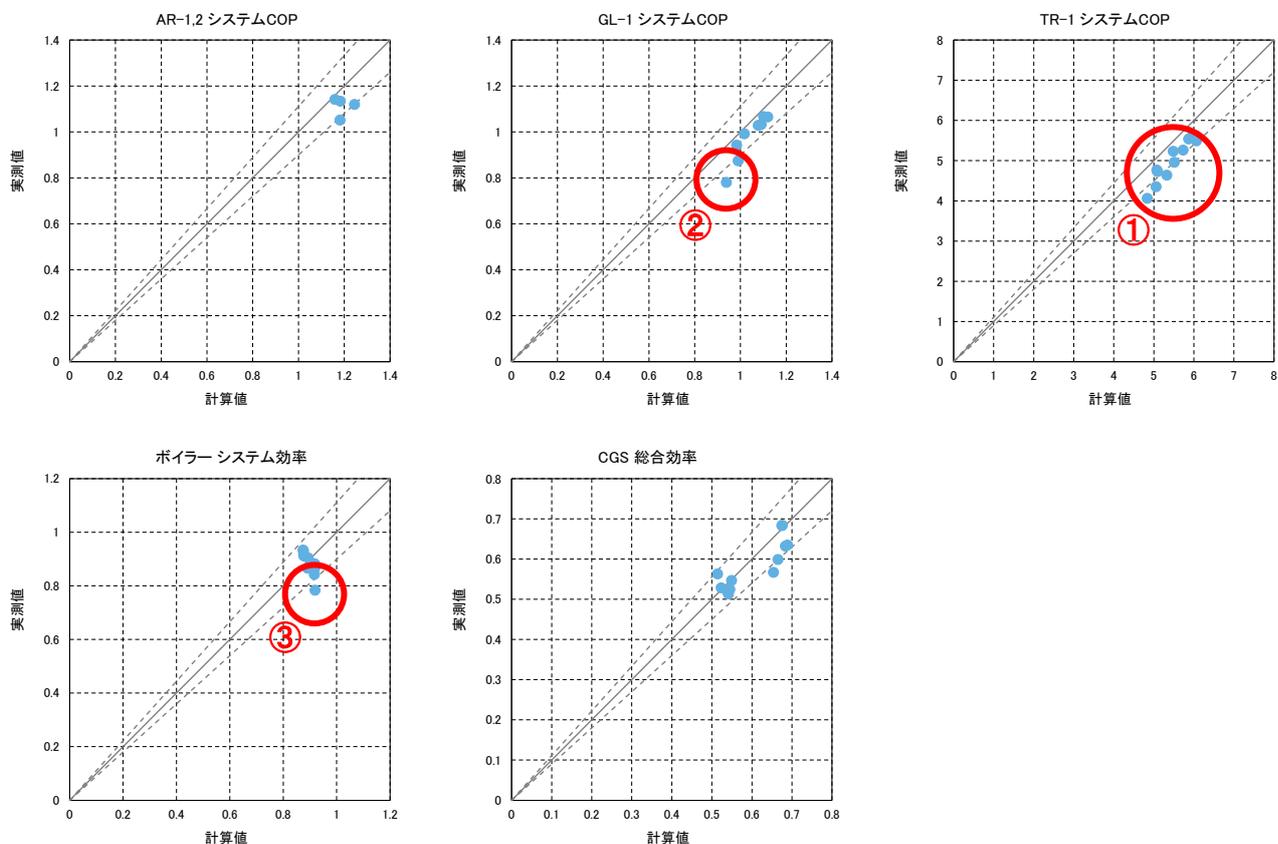


図 B'. 2. 14 熱源機器別システム COP の計算値と実績値との比較の例

②妥当性の検証

熱源機器別のシステム COP について、計算値と実績値の差が概ね±10%の範囲である。(TR-1 (①)を除く)

GL-1 の計算値については、11 月の運転時間が非常に短く、負荷率も低い時期に実績値と離れている (②)。また、B-1、2 の効率については、運転時間が少ない時期に実績値と離れている (③)。従って、①と②については、運転時間が非常に短く、全体への影響は非常に小さいと考える。(機器別の月別運転時間と平均負荷率参照)

±10%の範囲を外れている TR-1 については、機器特性上、実績値と計算値で違いがみられ、計算値の COP がよくなっている (①)。ただし、月別のシステム COP を確認すると全体的な効率の傾向は実績値と同じ傾向であるため、計算上の間違いとは言えない。(機器別の月別システム COP 参照)

従って、システム別エネルギー効率の計算は妥当と判断される。

参考として機器別システム COP および効率を図 B' .2.15 に示す。

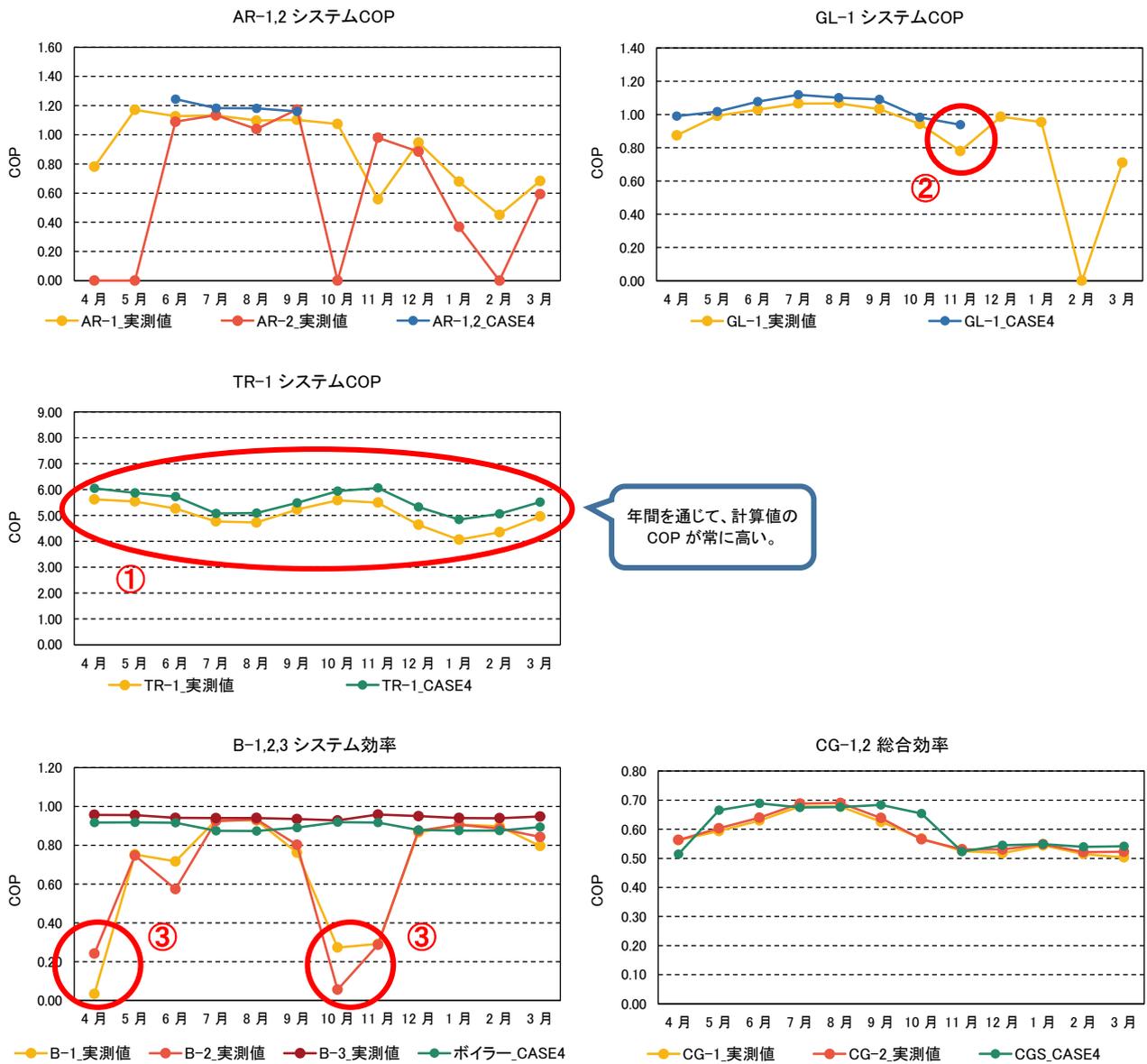


図 B' .2.15 機器別システム COP および効率の比較

5) 一次エネルギー消費量

① 計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー消費量、温熱一次エネルギー消費量、全体一次エネルギー消費量について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

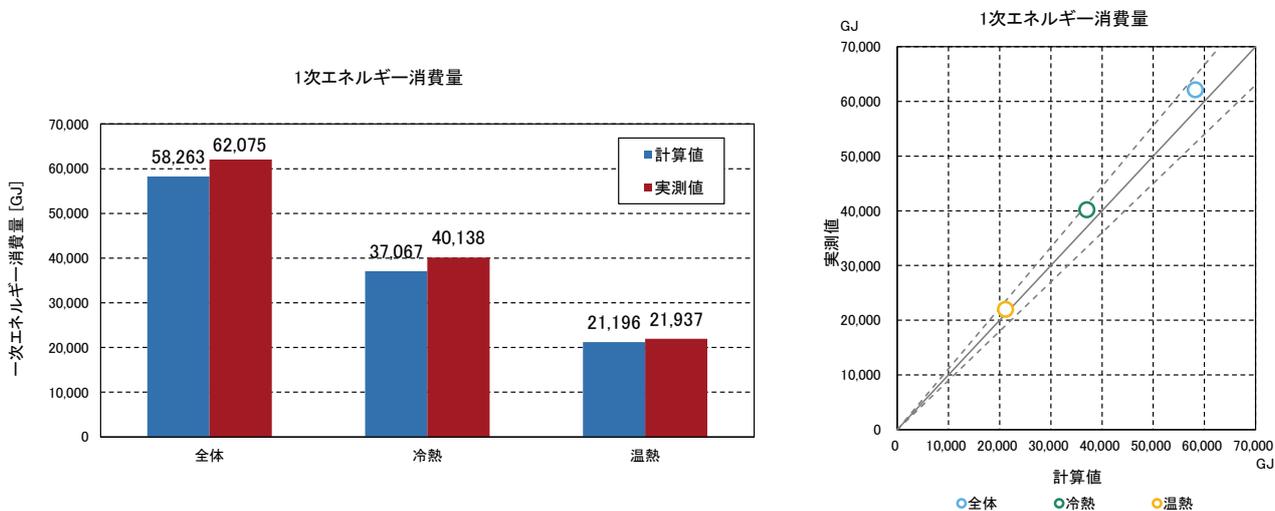


図 B'.2.16 一次エネルギー消費量の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

一次エネルギー消費量について、計算値と実績値の差が±10%の範囲である。

6) 一次エネルギー換算係数

① 計算値と実測値との比較

冷熱一次エネルギー換算係数、温熱一次エネルギー換算係数、総合一次エネルギー換算係数について、年間の計算値と実績値との比較を行う。

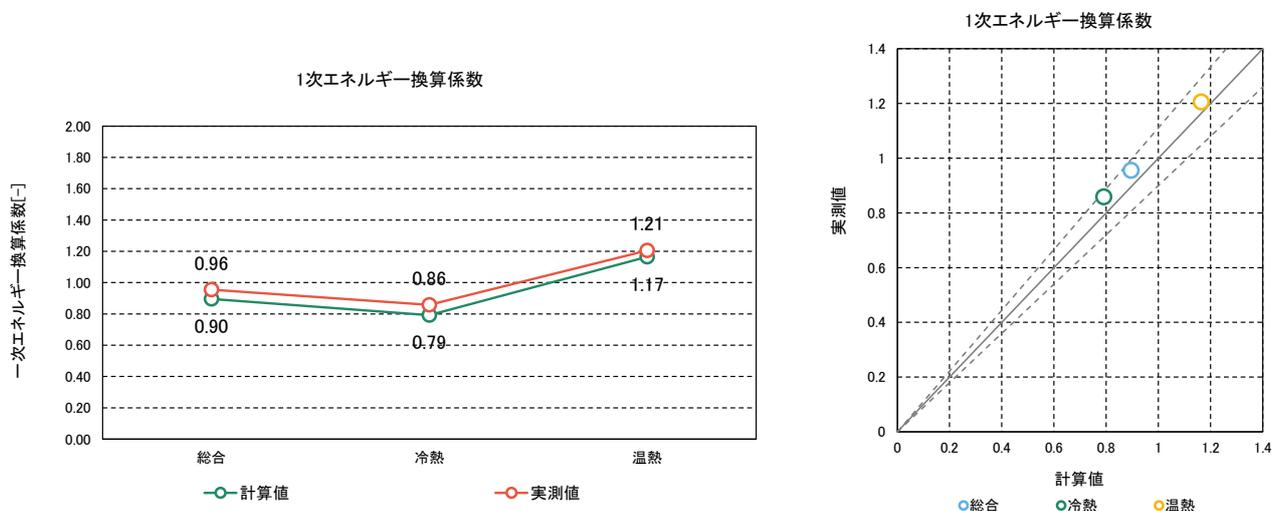


図 B'. 2. 17 一次エネルギー換算係数の計算値と実績値との比較

② 妥当性の検証

一次エネルギー換算係数について、計算値と実績値の差が±10%の範囲である。

附属書 C 建築基準法施行規則の建築物用途と計算上の建物用途

表 C.1 建築物用途の分類

用途区分コード	建築基準法施行規則別表で記載のある用途(建築物用途)	一次エネルギー換算係数 計算上の建物用途 ※1
8070	幼稚園	—
8080	小学校	—
8082	義務教育学校	—
8090	中学校、高等学校又は中等教育	—
8100	特別支援学校	—
8110	大学又は高等専門学校	—
8120	専修学校	—
8130	各種学校	—
8132	幼保連携型認定こども園	—
8140	図書館その他これに類するもの	—
8150	博物館その他これに類するもの	—
8160	神社、寺院、教会その他これらに類するもの	—
8170	老人ホーム、福祉ホームその他これに類するもの	病院
8180	保育所その他これに類するもの	—
8190	助産所	病院
8210	児童福祉施設等(前3項に掲げるものを除く。)	—
8230	公衆浴場(個室付浴場業に係る公衆浴場を除く。)	—
8240	診療所(患者の収容施設のあるものに限る。)	病院
8250	診療所(患者の収容施設のないものに限る。)	病院
8260	病院	病院
8270	巡査派出所・住宅を兼ねない:	事務所
	・住宅を兼ねる:	事務所部分のみ対象
8280	公衆電話所	(対象外)
8290	郵便法(昭和22年法律第165号)の規定により行う郵便の業務の用に供する施設(郵便局)	事務所
8300	地方公共団体の支庁又は支所	事務所
8310	公衆便所、休憩所又はバスの停留所の上屋	(対象外)
8320	建築基準法施行令第130条の4第5号に基づき建設大臣が指定する施設(電気通信事業法、電気事業法、ガス事業法、液化石油の保安の確保及び取引の公正化に関する法律、水道法、下水道法、熱供給事業法などに基づく施設や都市高速鉄道の用に供する施設で大臣の指定するもの。)	(対象外)
8330	税務署、警察署、保健所又は消防署その他これらに類するもの	事務所
8340	工場(自動車修理工場を除く。)	(対象外)
8350	自動車修理工場	(対象外)
8360	危険物の貯蔵又は処理に供するもの	(対象外)
8370	ポーリング場	—
	スケート場	—
	水泳場	—
	スキー場	—
	ゴルフ練習場	—
	バッティング練習場	—
8380	体育館又はスポーツの練習場(前項に掲げるものを除く。)	—
8390	マージャン屋	商業
	ぱちんこ屋	商業
	射的場	商業
	勝馬投票券発売所	商業

	場外車券売場その他これらに類するもの	商業
	カラオケボックスその他これらに類するもの	商業
8400	ホテル又は旅館 ホテル又は旅館で宴会場を有しないもの	宿泊
	ホテル又は旅館で宴会場を有するもの	宿泊
8410	自動車教習所	—
8420	畜舎	(対象外)
8430	堆肥舎又は水産物の増殖場若しくは養殖場	(対象外)
8438	日用品の販売を主たる目的とする店舗	商業
8440	百貨店、マーケットその他の物品販売業を営む店舗(前項に掲げるもの、専ら性的好奇心をそそる写真その他の物品の販売を行うもの並びに田園住居地域及びその周辺の地域で生産された農産物の販売を主たる目的とするものを除く。) 売り場面積 1000 m ² 以上売り場面積 1000 m ² 未満	商業
8450	飲食店(次項に掲げるもの並びに田園住居地域及びその周辺の地域で生産された農産物を材料とする料理の提供を主たる目的とするものを除く。)	商業
8452	食堂又は喫茶店	商業
8456	理髪店、美容院、クリーニング取次店、質屋、貸衣装屋、貸本屋その他これらに類するサービス業を営む店舗、洋服店、畳屋、建具屋、自転車店、家庭電気器具店その他これらに類するサービス業を営む店舗で作業場の床面積の合計が 50 平方メートル以内のもの(原動機を使用する場合にあつては、その出力の合計が 0.75 キロワット以下のものに限る。)、自家販売のために食品製造業を営むパン屋、米屋、豆腐屋、菓子屋その他これらに類するもの(田園住居地域及びその周辺の地域で生産された農産物を原材料とする食品の製造又は加工を主たる目的とするものを除く。)で作業場の床面積の合計が 50 平方メートル以内のもの(原動機を使用する場合にあつては、その出力の合計が 0.75 キロワット以下のものに限る。)又は学習塾、華道教室、囲碁教室その他これらに類する施設	商業
8458	銀行の支店、損害保険代理店、宅地建物取引業を営む店舗その他これらに類するサービス業を営む店舗	事務所
8460	物品販売業を営む店舗以外の店舗(前2項に掲げるものを除く。)	商業
8470	事務所	事務所
8480	映画スタジオ又はテレビスタジオ	商業
8490	自動車車庫	(対象外)
8500	自転車駐車場	(対象外)
8510	倉庫業を営む倉庫	工場
8520	倉庫業を営まない倉庫	工場
8530	劇場、演芸場 集会所モデル(劇場)映画館	商業
8540	観覧場	商業
8550	公会堂	商業
	集会場	商業
8560	展示場	商業
8570	料理店	商業
8580	キャバレー、カフェー、ナイトクラブ又はバー	商業
8590	ダンスホール	商業
8600	個室付浴場業に係る公衆浴場	宿泊
	ヌードスタジオ	商業
	のぞき劇場	商業
	ストリップ劇場	商業
	専ら異性を同伴する客の休憩の用に供する施設	宿泊
	専ら性的好奇心をそそる写真その他の物品の販売を目的とする店舗	商業
	その他これらに類するもの	(上記いずれか)
8610	卸売市場	(対象外)
8630	農産物の生産、集荷、処理又は貯蔵に供するもの	(対象外)
8640	農業の生産資材の貯蔵に供するもの	(対象外)

※1 一次エネルギー換算係数計算上の建築物用途は、ガイドライン表 5.5.1 建物用途別熱負荷原単位における用途を表す。
「—」は、該当する用途がないため、標準入力法や既存の供給事例を基準とし原単位を算出する。

附属書 D エネルギーシステムの設計情報データベース（各種負荷原単位）

各建物用途別の年間負荷原単位、月別負荷比率、月別平日負荷比率、月別日数、時刻別負荷比率については、「エネルギーシステムの設計情報データベース」（2015.10.30 公益社団法人空気調和・衛生工学会）の I-24～I-36 に記載された値を使用する。参考として、下記に各用途の負荷関連グラフを掲載する。

4.1.1. 業務施設（事務所）

(1) 月別負荷比率

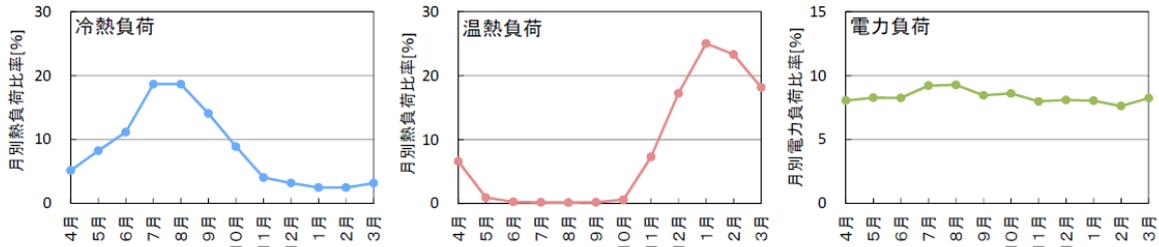


図 4.1.1-1 事務所 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

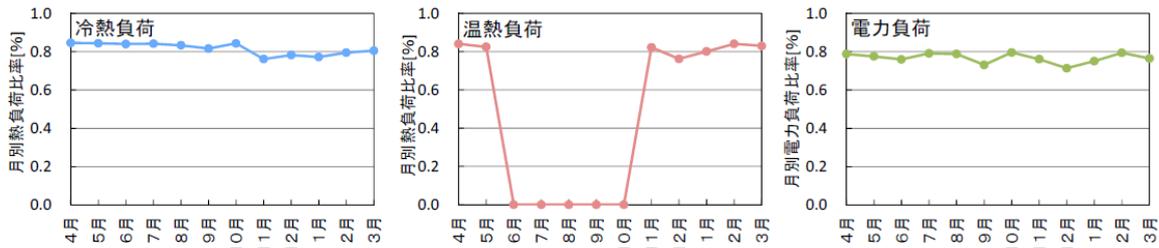


図 4.1.1-2 事務所 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

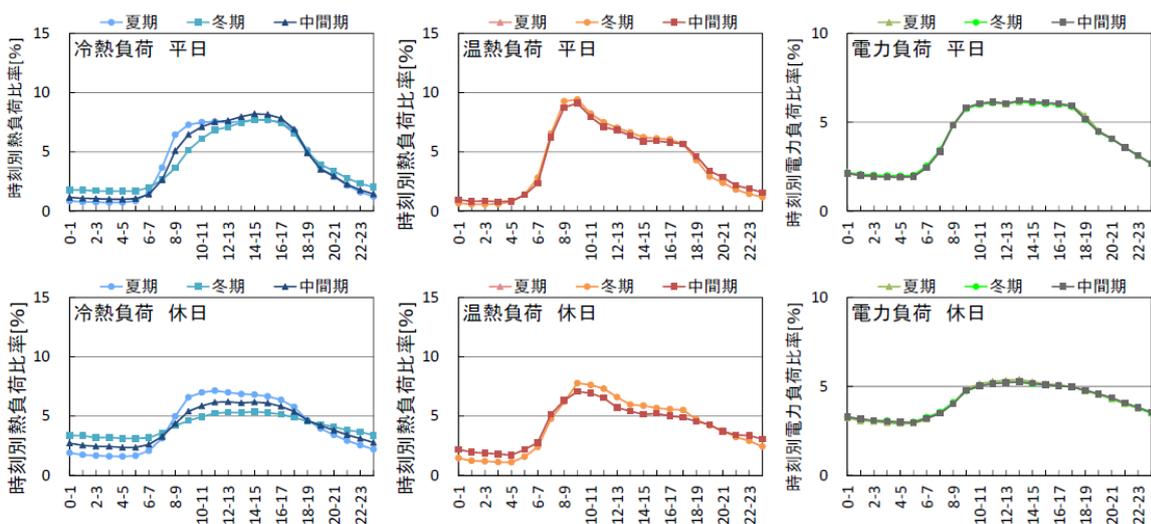


図 4.1.1-3 事務所 時刻別負荷比率

4.1.2. 業務施設（官公庁）

(1) 月別負荷比率

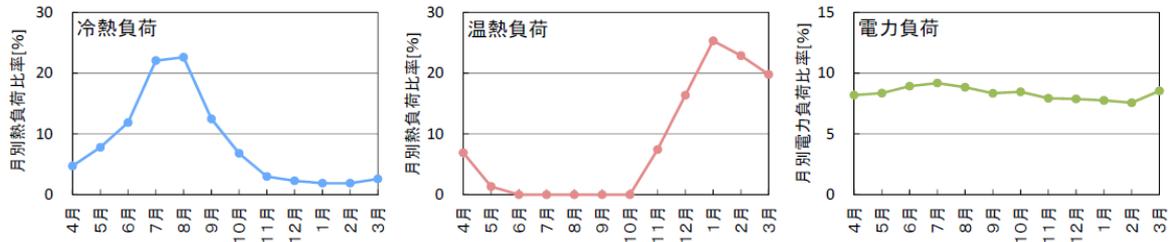


図 4.1.2-1 官公庁 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

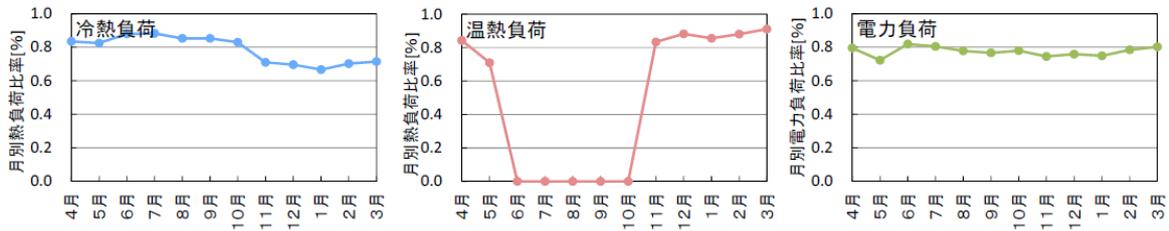


図 4.1.2-2 官公庁 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

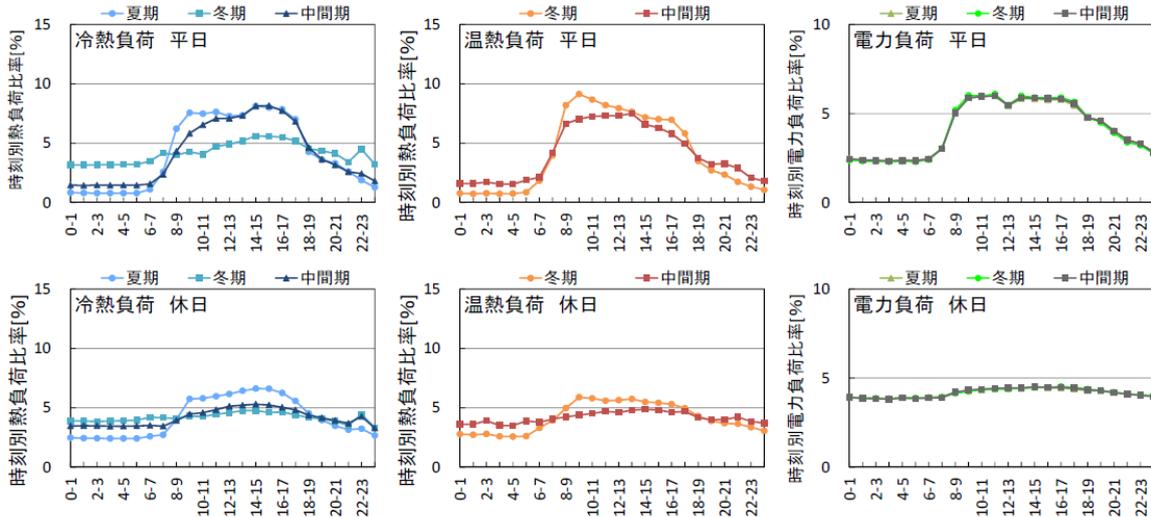


図 4.1.2-3 官公庁 時刻別負荷比率

4.1.3 商業施設

(1) 月別負荷比率

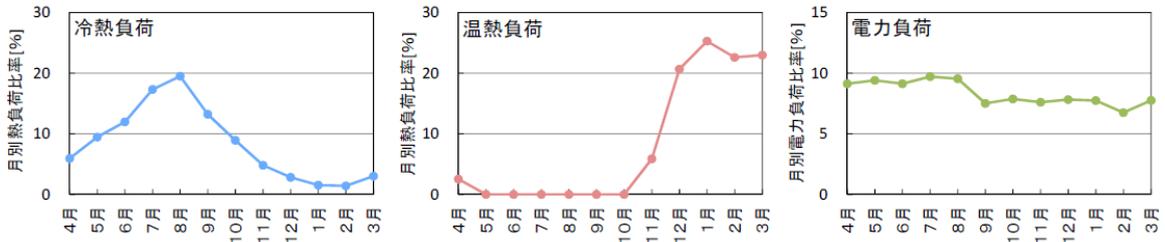


図 4.1.3-1 商業 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

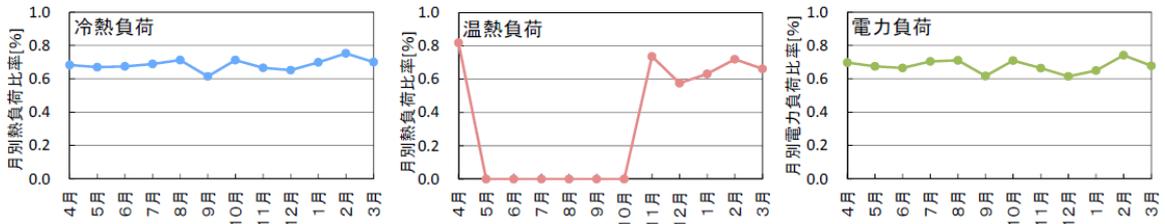


図 4.1.3-2 商業 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

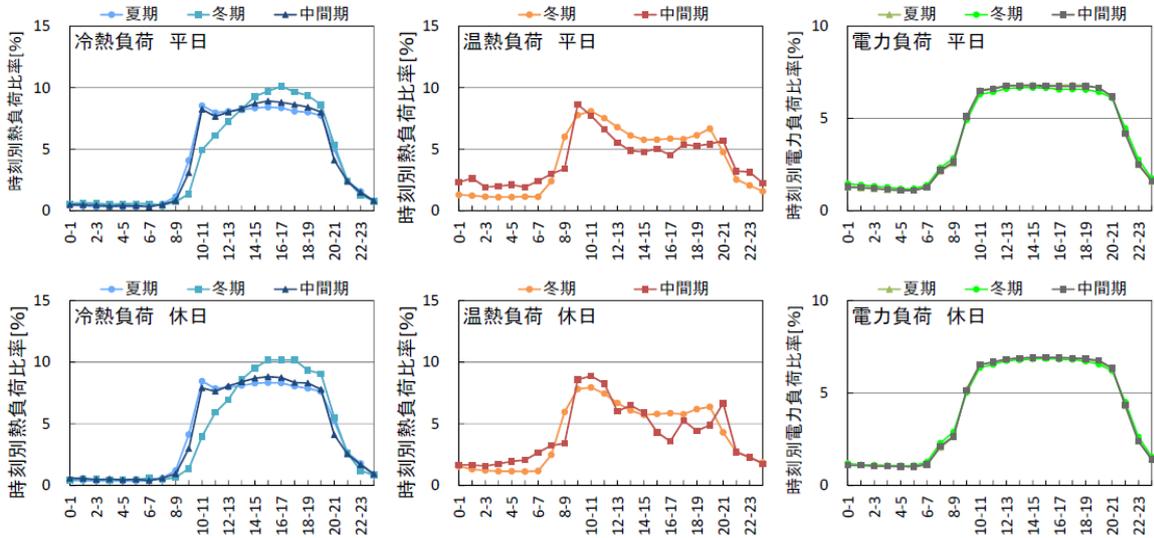


図 4.1.3-3 商業 時刻別負荷比率

4.1.4 宿泊施設（ホテル）

(1) 月別負荷比率

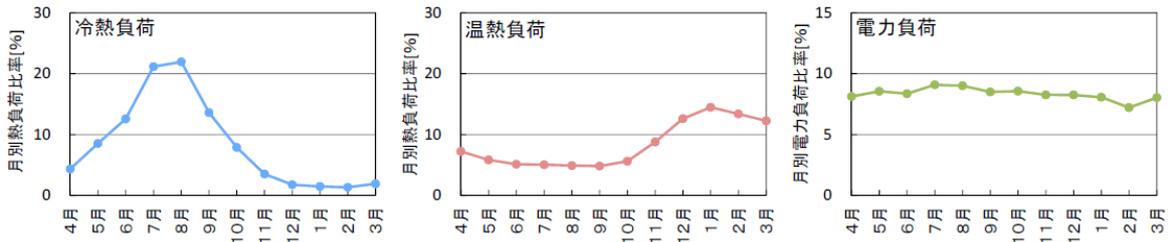


図 4.1.4-1 宿泊施設 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

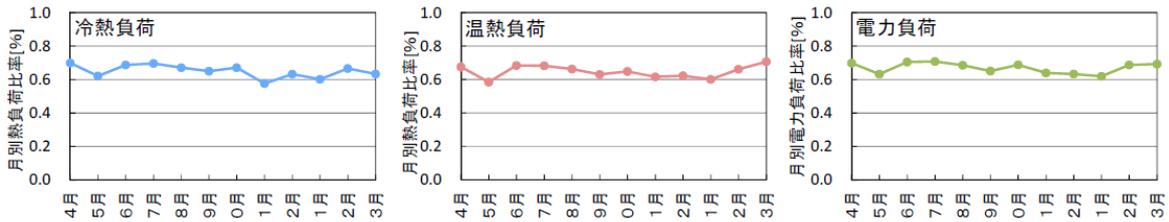


図 4.1.4-2 宿泊施設 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

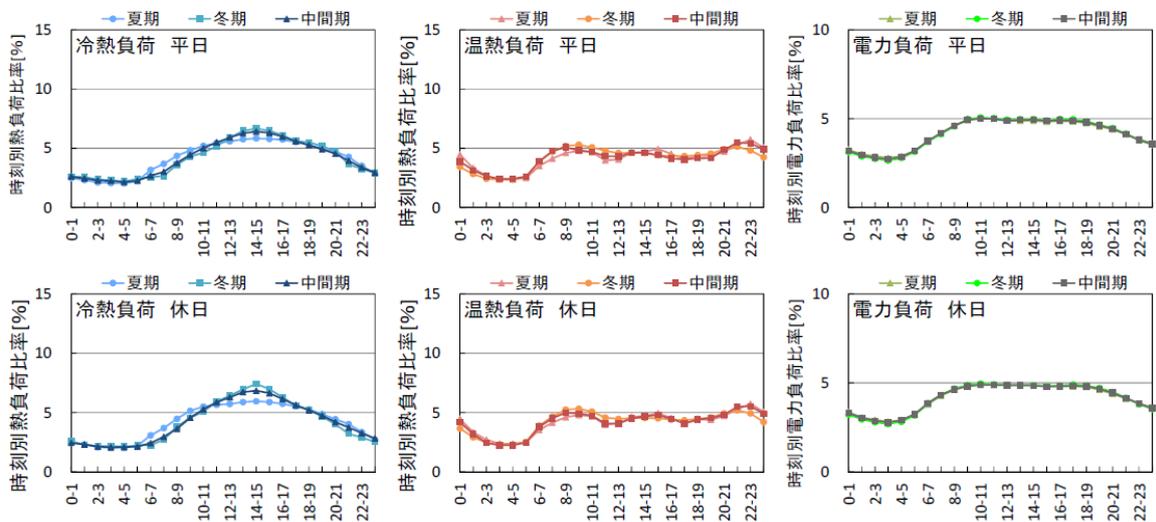


図 4.1.4-3 宿泊施設 時刻別負荷比率

4.1.5. 医療施設（病院）

(1) 月別負荷比率

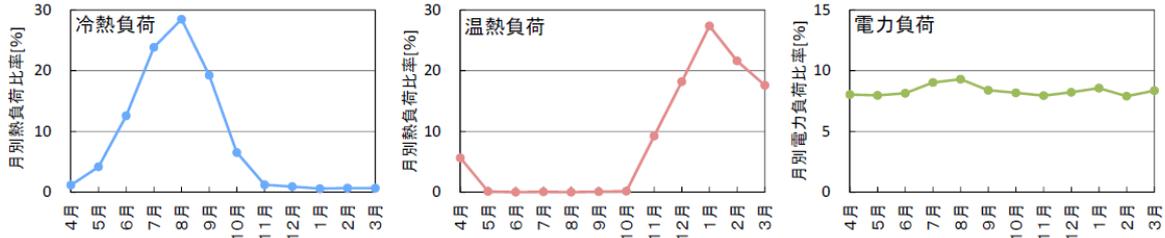


図 4.1.5-1 医療施設 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

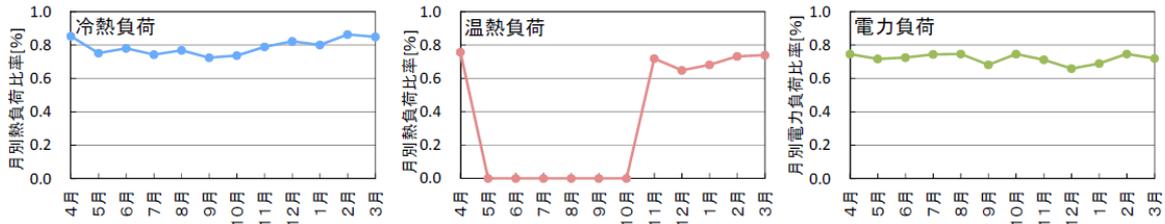


図 4.1.5-2 医療施設 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

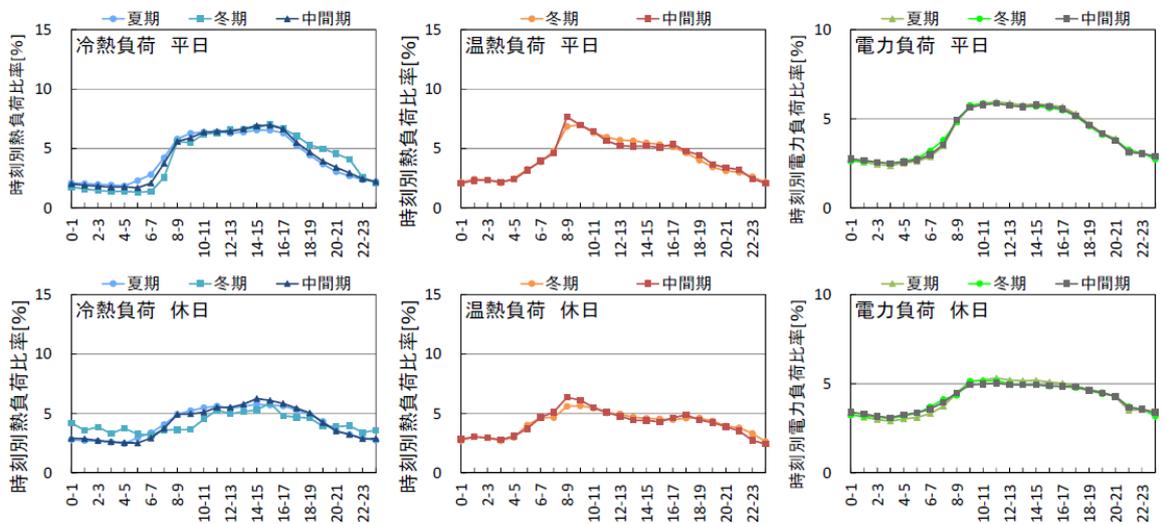


図 4.1.5-3 医療施設 時刻別負荷比率

4.1.6. その他施設（複合建物）

(1) 月別負荷比率

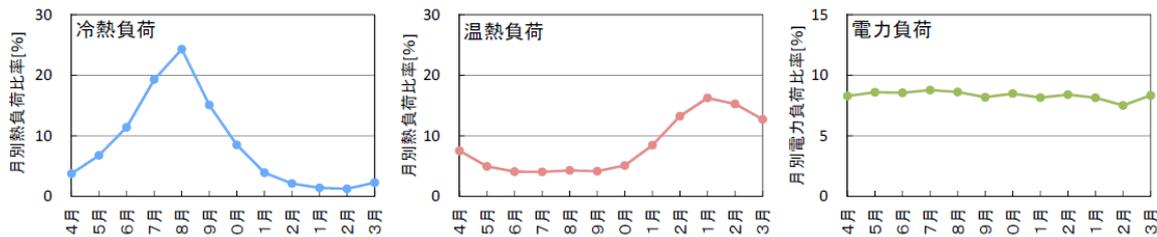


図 4.1.6-1 複合施設 月別負荷比率

(2) 月別平日負荷比率

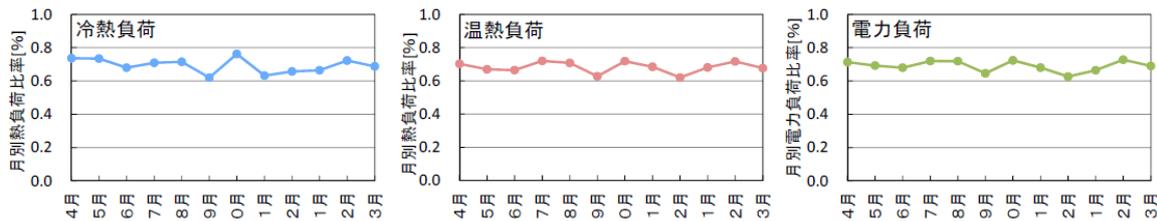


図 4.1.6-2 複合施設 月別平日負荷割合

(4) 時刻別負荷比率

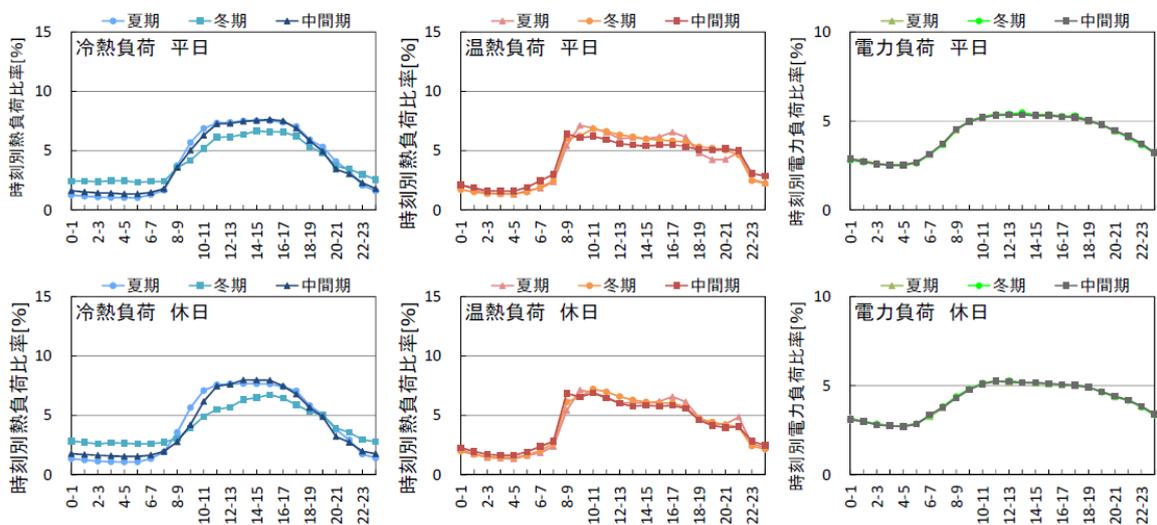


図 4.1.6-3 複合施設 時刻別負荷比率