

IV編 給湯システムに係わるエネルギー消費量の評価に必要とされる実運転データ取得

1. 目的・概要

1.1. 目的

給湯システムに関する調査の目的は以下の通りである。

「(ロ) 給湯システムに係るエネルギー消費量評価に必要とされる実運転データ取得」

平成 23 年度に作成した給湯システムの分類を参考に、中央式及び局所式給湯システムをもつ実建物またはそれに代替できる実験施設等において、実運転データを収集する。特に、排熱利用制御や太陽熱利用制御が導入されている給湯システム、及び、既往の調査結果が殆どなく実態が不明な局所式給湯システムについて、エネルギー消費量評価手法の構築に資する実運転データを収集する。

平成 23 年度の分類を基にしてデータ収集及び結果は以下の分類で整理した。

- ①中央式給湯システム
- ②局所式給湯システム
- ③太陽熱・排熱利用

これらのシステムで省エネルギー効果を省エネルギー基準に反映するためには、エネルギー消費量の実態を把握する必要がある。

そこで、上述のシステムが導入されている建築物を対象として、運転データを実測し、エネルギー消費量の実態を明らかにする。

1.2. 実測対象建築物

改正省エネ法では、8 区分の用途の建築物について性能基準が定められている。

- ホテル等
- 病院等
- 物品販売業を営む店舗（物販店舗等）
- 事務所等
- 学校等
- 飲食店等
- 集会所等
- 工場等

建築設備の種類や使用エネルギー量等を考慮すると、様々な用途の建築物について運転データを実測することが望ましい。また、気象条件によってもエネルギー消費量に差が出る可能性があることから、様々な地域の建築物について実態を把握することが望ましい。

しかしながら、実測に際しては使用者への影響があることから、所有者との交渉が折り合わ

ず、全ての用途・地域での実態調査は困難となった。表IV.1.2.1に、今回実測した建築物のシステム一覧を示す。また、実測した建築物の用途区分および地域を、表IV.1.2.2 および表IV.1.2.3 に示す。

また、表IV.1.2.4 および図IV.1.2.1 に、実測した建築物の制御手法別分類を示す。

表IV.1.2.1 実測対象建築物リスト

実測対象建築物				建物名称 (用途)	ホテル 02	研修施設 03	研修施設 04	病院 01	病院 02	病院 03	病院 05	病院 06	病院 08	事務所 09	事務所 10	事務所 12	事務所 13	その他 02	
◎:平成23年度からの継続実測 ○:平成24年度から新たに実測 △:平成23年度のみ実測				竣工/ 改修年	1989	1999	2009	2010	2009	2007	2008	2005	2008	2000	1991	2006	1990	2009	
件数合計 15				新築/ 改修	改修	新築	新築	改修	改修	新築	改修	新築	新築	新築	新築	新築	新築	新築	新築
				建設地	関東	神奈川	北海道	山口県	北海道	新潟県	九州	東京	千葉	関西	東京	東京	埼玉	神奈川	
設備	方式	機器	該当 件数	延面積 (m ²)	56,917	4,081	7,700	60,844	29,679	50,034	48,200	18,122	14,158	36,200	3,637	3,124	2,000	-	
給湯 設備	中央式	蒸気ボイラ	2		○						○								
	中央式	温水ヒータ	2			○						○ 油→ガス							
	中央式	ヒートポンプ	2										○			○			
	局所式	電気ヒータ	2												○		○		
	太陽熱		3				○	○											○ 製造のみ
	排熱利用		4						○ CGSガス	○ CGSガス	○ CGS				○ CGS				

表Ⅳ.1.2.2 実測対象建築物の用途分類

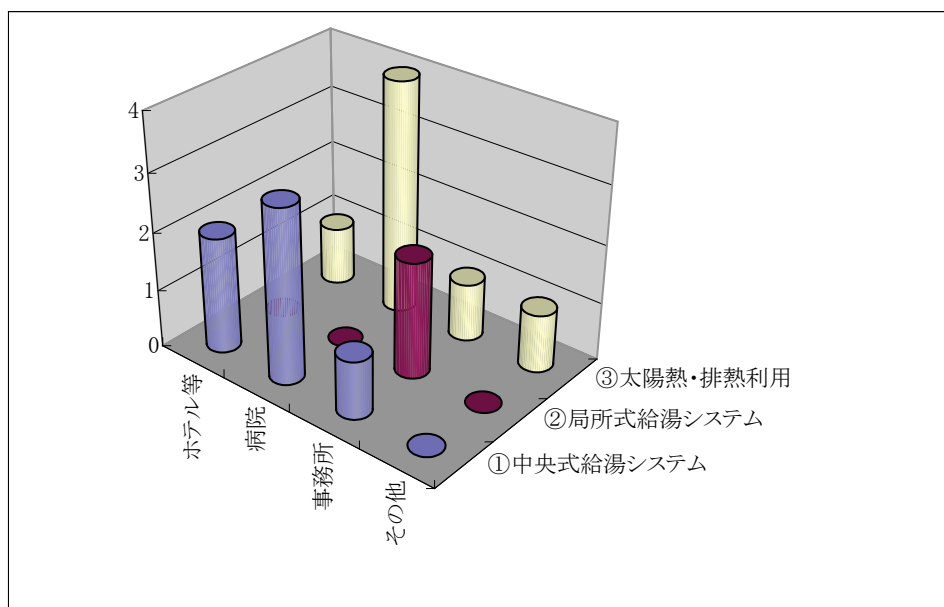
建築物の用途	件数
ホテル等	3
病院	7
事務所	4
その他	1
合計	15

表Ⅳ.1.2.3 実測対象建築物の地域分類

地域	件数
北海道	2
関東	8
北信越	1
関西	1
中国・四国	1
九州	2
合計	15

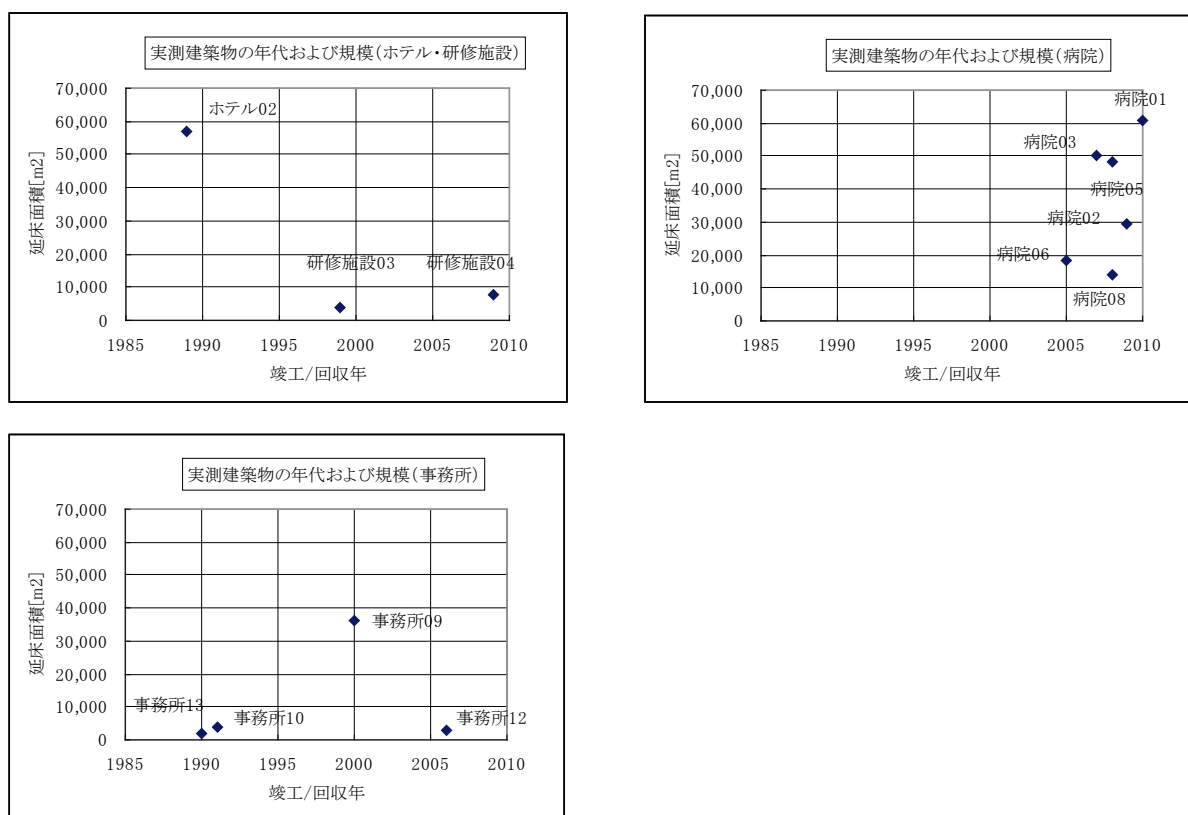
表Ⅳ.1.2.4 制御手法別実測対象建築物数

	ホテル等	病院	事務所	その他	合計
①中央式給湯システム	2	3	1	0	6
②局所式給湯システム	0	0	2	0	2
③太陽熱・排熱利用	1	4	1	1	7



図Ⅳ.1.2.1 実測した給湯システムの数

今回実態調査を行った建築物の年代および規模の分布を図IV.1.2.2に示す。



図IV.1.2.2 実測建築物の年代および規模

全体的にみると、年代・規模ともに広範囲の建築物について実態を調査することができた。なお、実測は2012年10月より順次着手した（実測開始時期は建物により異なる）。

1.3. 文献調査

実測調査の他に既往の文献調査を実施した。以下に主に参考にした文献を示す。

(1) 空気調和・衛生工学会論文

- ・ 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」開発
- ・ 業務用ヒートポンプ給湯システムの高齢者福祉施設における実測調査
- ・ 業務用ヒートポンプ給湯システムの工場厚生施設における実測調査
- ・ 独身寮における給湯使用実態と業務用ヒートポンプ給湯機の実効率について

他

(2) 給排水衛生設備計画設計の実務の知識（空気調和・衛生工学会編）

(3) 天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008（日本エネルギー学会編）

(4) 業務用ヒートポンプ給湯システム設計ガイドブック（ヒートポンプ・蓄熱センター）

(5) JRA4060-2009（業務用ヒートポンプ給湯機の給湯性能）（日本冷凍空調工業会）

2. 実測方法

運転データの取得にあたっては、実測対象建築物に導入されている BEMS (Building and Energy Management System) を活用する。ただし、BEMS データの数値が適正であるか事前にチェックしたうえで分析に利用する。また、BEMS データだけで省エネルギー効果が分析できない場合、次に述べる測定方法に基づき実測した。

2.1. 実測概要

計測間隔は原則 1 分ごととするが、10 分間の平均値でも代用可とした。ただし局所式給湯システムでは計測間隔を 1 秒または 2 秒とした。建築物所有者との交渉などにより、工事を伴う計測器設置が困難な場合、配管の外装に超音波流量計や熱電対などを取り付ける計測方法での計測で代用した。測定方法については、評価値部会および WG で検討し、実測を行った。

省エネルギー効果を把握するために必要な測定・確認項目ならびに主な使用機器を表 IV.2.1.1 に示す。一部の計測器は物件により異なるが、可能な限り流量計の方式を単一のものとし、時定数はデフォルト値 (5 秒) として、計測間隔を原則 1 分ごとに規定することで、同レベルの評価が可能と考える。

表IV.2.1.1 給湯設備のエネルギー使用量測定概要

分類	測定・確認項目	主な使用機器	備考
中央式	流量	超音波流量計	超音波流量計・電力計が常設できない場合、ポンプ特性を実測して電流値・インバータ出力等から推定
	ポンプ電力	電力計または電流計	
	往/還温度	温度ロガー	
	外気温湿度	温湿度ロガー	
	ポンプ発停	(自動制御信号)	
局所式	流量	パルス発信機付量水器	
	電力	電力計または電流計	
	給湯温度	温度ロガー	
太陽熱・排熱利用	流量	超音波流量計	超音波流量計・電力計が常設できない場合、ポンプ特性を実測して電流値・インバータ出力等から推定
	ポンプ電力	電力計または電流計	
	往/還温度	温度ロガー	
	外気温湿度	温湿度ロガー	
	ポンプ発停	(自動制御信号)	

2.2. 実測方法例

主な測定項目のうち，電力量，流量，温度の測定要領を示す．

2.2.1. 電力量の計測

<電力計を常時設置できる場合>

- ① 計測対象機器の動力盤内電源回路に，電力計を取り付ける（図IV.2.2.1）．
 - 電力計に接続したロガーより，定期的に電力データをダウンロードする．



図IV.2.2.1 電力計の設置状況（動力盤）

<以下，電力計を常時設置できない場合>

- ① 計測対象機器を運転し，運転時の電流値などの電気特性を計測する．
- ② 計測対象機器の動力盤内電源回路に，クランプ電流ロガーを取り付ける（図IV.2.2.2）．またインバータ盤にはインバータ出力計測のための計装ロガーを取り付ける．
 - クランプ電流ロガーおよび計装ロガーより，定期的に電流データおよびインバータ周波数データをダウンロードする．
- ③ 上記①で分析した電気特性を利用し，電流データ・インバータ周波数データから電力値を算出する．



図IV.2.2.2 クランプ電流ロガーの設置状況（動力盤）

～注意事項～

- ・ クランプの配線への取り付けおよび取り外しは絶縁手袋を着用して行う。
- ・ 計測機器の設置は、運転管理業務の支障とならない場所とする。

2.2.2. 流量の計測

<超音波流量計を常時設置できる場合>

- ① 計測対象配管に、超音波流量計を取り付ける（図IV.2.2.3）。
 - ・ 超音波流量計(ロガー)より、定期的に流量データをダウンロードする。

<以下、超音波流量計を常時設置できない場合>

- ① 計測対象系統の配管の保温材を取り外す。
- ② 超音波流量計を配管に取り付ける（図IV.2.2.3）。
- ③ 計測作業中の配管結露・放熱を防止するため、仮の断熱材で計測箇所を覆う。
- ④ 計測対象機器を運転し、運転時の流量を計測する。
- ⑤ 計測した流量特性を基に流量値を算出する。
- ⑥ 一定期間計測後超音波流量計を取り外し、保温材を復旧する。



図IV.2.2.3 超音波流量計による冷温水配管流量測定状況（断熱材復旧前）

～注意事項～

- ・ 超音波流量計は直管を十分確保できるところに取り付ける。
- ・ 計測機器(特に期間中常設する機器)の設置は、運転管理業務の支障とならない場所とする。

2.2.3. 温度の計測

<配管>

- ① 計測対象系統の配管の保温材を取り外す。
- ② 配管表面に配管表面温度計を取り付ける。
 - ・ 流体温度を正確に計測できるように、断熱材の内部までセンサを挿入する。
- ③ 計測作業中の配管結露・放熱を防止するため、仮の断熱材で計測箇所を覆う。



図IV.2.2.4 配管表面温度測定状況（断熱材復旧前）

～注意事項～

- ・ 外気温度の影響を受けないよう、センサ部はできるだけ奥深くまで挿入する。
- ・ 計測機器の設置は、運転管理業務の支障とならない場所とする。

2.2.4. 局所式給湯システムの計測

局所式給湯システムは中央式給湯システムと使用される状況が異なるため以下の点に留意して計測を行った。

(1) 電力量の計測

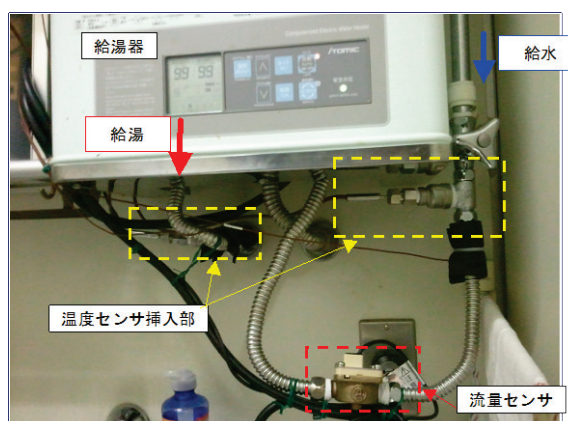
電力量の計測は 2.2.1.電力量の計測に準ずる。

(2) 温度の計測

給湯器廻りの給水配管，給湯配管は細く，また給湯使用時間が短いことから表面温度ではなく配管内の水または湯の温度を直接測定できる挿入式の温度計を用いて計測した（図IV.2.2.5）。

(3) 流量の計測

給湯器廻りの給水配管，給湯配管は曲がりが多く超音波流量計が設置できないためパルス発信式の量水器を取付けて計測した（図IV.2.2.5）。



図IV.2.2.5 局所式給湯システム廻りの計測器設置状況

2.3. 分析方法

取得したデータを1時間の平均値として処理し、次の手順で分析した。

① 制御状況の確認

対象の給湯システムのエネルギー使用状況を確認する。主に、以下の点について確認するが、システムごとに適宜他の状況も確認する。

中央式給湯システム	設計値と流量，温度，電流との比較 熱源機器の仕様値との比較
局所式給湯システム	設計値と流量，温度，電流との比較 熱源機器の仕様値との比較
太陽熱・排熱利用	設計値と流量，温度，電流との比較 太陽熱集熱器，コージェネレーションシステムの仕様値との比較

② 時系列データの確認

取得したデータを時系列で確認し、設定下限値や上限値に張り付いているデータを分析対象外とする。

③ エネルギー消費量の分析

熱量は流量，温度差，燃料消費量等から算出し、燃焼熱量，給湯熱量，放熱熱量等を導出した。

新しい省エネルギー基準での評価方法を意識し、中央式給湯システムの燃焼熱量は一次エネルギーでの評価を行うために、高位発熱量を使用して算出した。

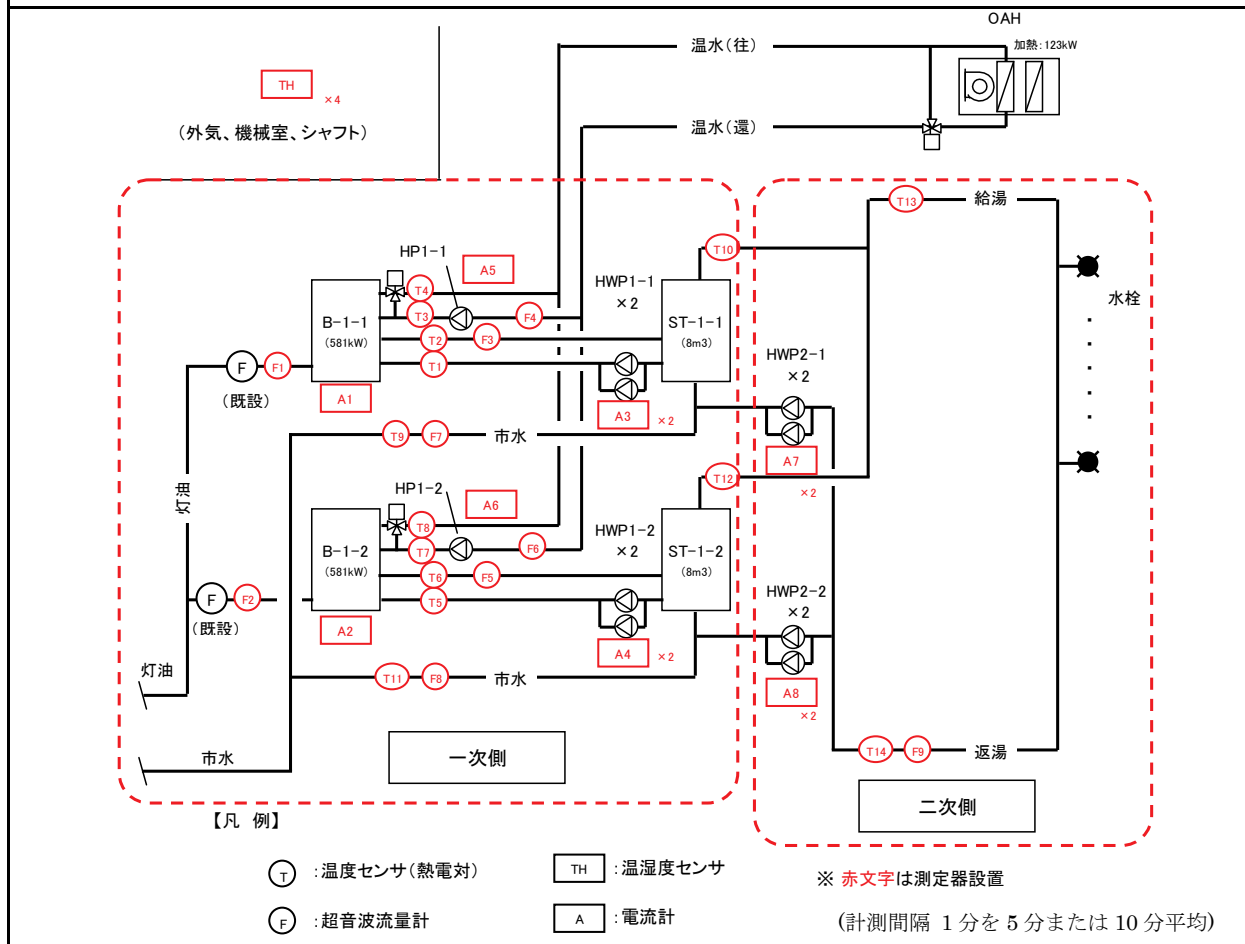
3. 中央式給湯システムのデータ取得・分析結果

3.1 病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

建物名	病院 06	地区	関東	竣工	2005 年	改修	—	規模	18,122m ²
分類	熱源	方式	中央式 (2管式)	専用/兼用	兼用	エネルギー源	灯油		
機器	温水ヒーター	型式	標準 (熱回収無, 2回路)						
	貯湯槽	型式	密閉型	方式	成層				
端末器具	標準	種類	混合水栓/シャワーヘッド	温調方式	シングルバー	手動/自動	手動/自動		
分析期間	2012 年 10 月 26 日 ~ 2012 年 11 月 18 日			製造年月	2005 年 7 月				
制御内容	1) 貯湯槽温度制御 2) 温水行き温度制御 ・給湯 ・外調機			機器仕様	B-1-1 581kW , B-1-2 581kW (灯油消費量 : 68.4L/h・台) ST-1-1 8.0m ³ , ST-1-2 8.0m ³ HWP-1-1 230L/min×0.75kW×2 , HWP-1-2 230L/min×0.75kW×2 HWP-2-1 30L/min×0.15kW×2 , HWP-2-2 30L/min×0.15kW×2 HP-1-1 180L/min×3.7kW , HP-1-2 180L/min×3.7kW OAH 17,800m ³ /h×900Pa×15kW 加熱能力 : 123kW (加熱時) , 59kW (再熱時)				
給湯配管長	総延長 3,060m								
保温仕様	配管 : グラスウール 20mm 貯湯槽 : グラスウール 50mm								

システムフロー



病院 06（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（灯油）	温水ヒーター

<制御内容，評価項目計算式>

1. 制御内容

(1) 温水ヒーター（B-1-1, B-1-2）

温水ヒーター出口温度による Hi-Lo-Off 制御（台数制御は無し，ボイラ設定温度 80℃）

(2) 給湯一次ポンプ（HWP-1-1, HWP-1-2）

貯湯槽内温度による給湯1次ポンプの On/Off 制御（設定温度 60℃，動作すきま 2℃）

(3) 空調温水ポンプ（HP-1-1, HP-1-2）

自動交互運転，三方弁による送水温度制御（設定温度 55℃）

(4) 給湯二次ポンプ（HWP-2-1, HWP-2-2）

自動交互運転（常時1台運転）

2. 評価項目計算式

※添え字（記号）はシステムフロー図の計測器番号を示す。

(1) 燃焼熱量

燃焼熱量[MJ]=燃料消費量 (F1, F2) [L]×燃料高位発熱量 (36.7) [MJ/L]

(2) 製造熱量

製造熱量[MJ]=給湯製造熱量[MJ]+空調製造熱量[MJ]

(3) 給湯製造熱量

給湯製造熱量[MJ]=給湯一次流量 (F3, F5) [L]×(温水ヒーター出口温度 (T2, T6) [°C]
- 温水ヒーター入口温度 (T1, T5) [°C]) ×4.186[kJ/kg・°C]÷1000

(4) 空調製造熱量

空調製造熱量[MJ]=空調温水流量 (F4, F6) [L]×(温水ヒーター出口温度 (T4, T8) [°C]
- 温水ヒーター入口温度 (T3, T7) [°C]) ×4.186[kJ/kg・°C]÷1000

(5) 放熱熱量

放熱熱量[MJ]=返湯流量 (F9) [L]×(給湯温度 (T13) [°C]-返湯温度 (T14) [°C]) ×4.186[kJ/kg・°C]÷1000

(6) 給湯熱量

給湯熱量[MJ]=給湯製造熱量[MJ] - 放熱熱量[MJ]

※超音波流量計では給水量の測定が困難であったため，給湯製造熱量と放熱熱量の差を給湯熱量とした。

(7) ボイラ効率

ボイラ効率[-]=製造熱量[MJ]÷燃焼熱量[MJ]

(8) 熱源効率

熱源効率[-]=製造熱量[MJ]÷{ 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]
+給湯一次ポンプ電流 (A3, A4) [A]+空調温水ポンプ電流 (A5, A6) [A]) ×0.2×√3×9.97MJ/kWh }

(9) 給湯設備効率

給湯設備効率[-]=製造熱量[MJ]÷{ 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]
+給湯一次ポンプ電流 (A3, A4) [A]+空調温水ポンプ電流 (A5, A6) [A]
+給湯二次ポンプ電流 (A7, A8) ×0.2[kV]×(力率) ×√3×9.97MJ/kWh }

※力率は機器の平均値 0.6 を使用した。

(10) 負荷率

負荷率[-]=製造熱量[MJ/h]÷定格製造熱量[MJ/h]

病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

<計測概要, 機器選定根拠>

1. 計測概要

(1) 計測器

- ・流量計: 超音波流量計 (後付) 精度:

口径	流速	精度
φ13~	2~32m/s	1.5% of rate
φ50未満	0~2m/s	0.03m/s
φ50~	2~32m/s	1.0% of rate
φ300未満	0~2m/s	0.02m/s
φ300~	1~32m/s	1.0% of rate
φ6000	0~1m/s	0.01m/s

- ・温度計: T型熱電対 (後付) ※表面温度 精度: 熱電対 ±0.5°C, ロガー ±0.05%
- ・電流計: クランプ式電流計 (後付) 精度: 本体 ±0.5%, センサー ±0.3%

(2) データ収集時間間隔

- ・流量: 1分間隔, 瞬時値
- ・温度: 1分間隔, 瞬時値
- ・電流: 1分間隔, 平均値

(3) データ処理

- ・1分間隔のデータを10分間平均, 1時間平均, 1日積算に集計
- ・一次エネルギーでの評価を行うために, 高位発熱量を使用して燃焼熱量を算出した。
- ・メーカー仕様値は灯油の比重を0.79 (15°Cの時) としており, 灯油の膨張率は $10^{-3}[K^{-1}]$ 以下のため, 計測中の平均室内温度 (約24°C) と比較すると誤差は1%以下であるため, 温度換算は行わない。

2. 機器選定根拠

設計段階の機器選定の根拠を以下に示す。

- (1) 1日給湯量 = $300 \text{床} \times 200\text{L/d} \cdot \text{床} = 60,000\text{L/d}$
- (2) 時間最大給湯量 = 1日給湯量 × 1日給湯量に対する時間当たりの最大値の割合 (=1/5) = 12,000L/h
- (3) 貯湯槽容量 = 1日給湯量 × 1日給湯量に対する貯湯割合 (=1/5) × 余裕率 (=1.3) = 15,600L
- (4) 温水ヒーター加熱能力
 給湯負荷 = 時間最大給湯量 × (給湯温度 60°C - 給水温度 10°C) × 4.186kJ/(kg · K) ÷ 3600s/h = 698kW
 暖房負荷 = 熱源負荷算定値 (=117) × 1.1 = 129kW
 温水ヒーター加熱能力 = (給湯負荷 + 暖房負荷) × 配管損失係数 (=1.1) × 焚始め負荷係数 (=1.1)
 = 1,000kW
- (5) 選定機器
 貯湯槽 8,000L × 2台 = 16,000L
 温水ヒーター 581kW × 2台 = 1,162kW

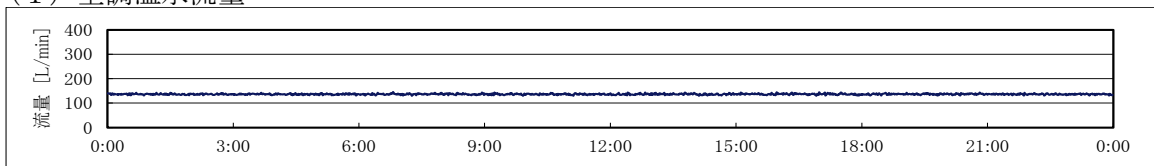
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター (B-1-1) トレンドデータ>

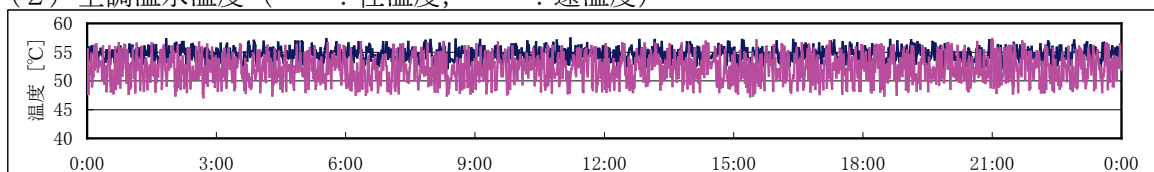
B-1-1 (10月26日) 1日分 【1分間データ】

(1) 空調温水流量



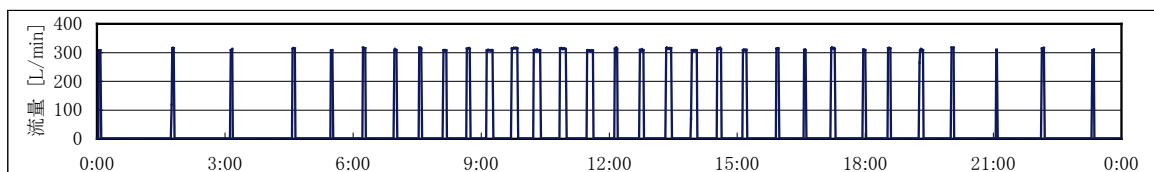
図IV.3.1.1 B-1-1 空調温水流量

(2) 空調温水温度 (— : 往温度, — : 還温度)



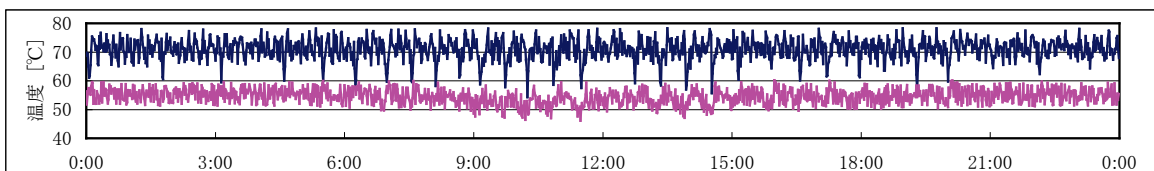
図IV.3.1.2 B-1-1 空調温水温度

(3) 給湯一次流量



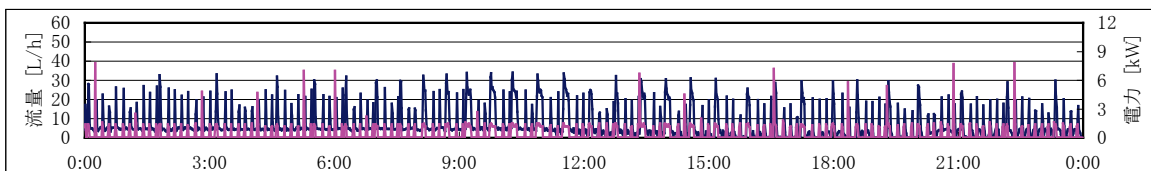
図IV.3.1.3 B-1-1 給湯一次温水流量

(4) 給湯一次温度 (— : 往温度, — : 還温度)



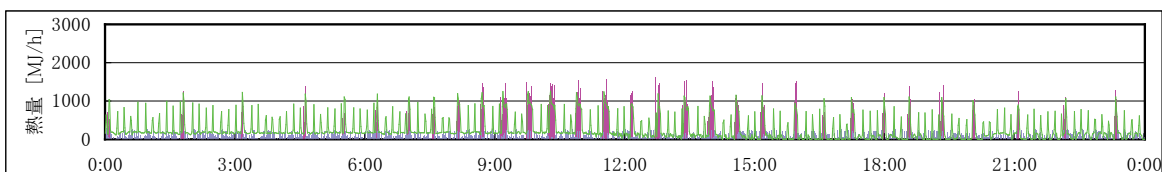
図IV.3.1.4 B-1-1 給湯一次温水温度

(5) 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力 (— : 燃料流量, — : 温水ヒーター電力)



図IV.3.1.5 B-1-1 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量 (— : 燃焼熱量, — : 給湯製造熱量, — : 空調製造熱量)



図IV.3.1.6 B-1-1 製造熱量および燃焼熱量

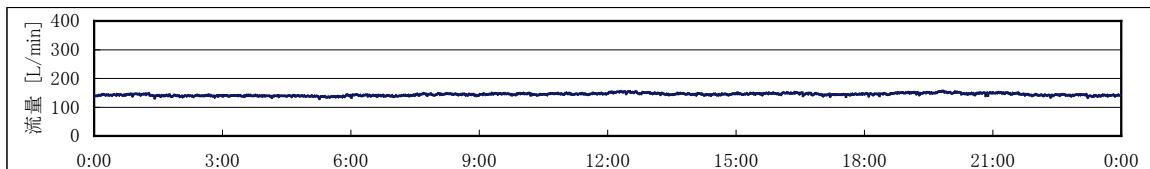
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター (B-1-2) トレンドデータ>

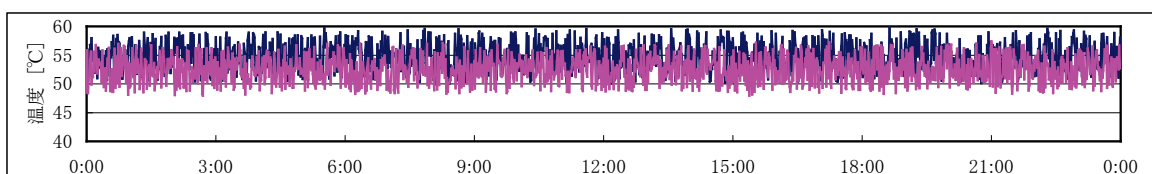
B-1-2 (10月26日) 1日分 【1分間データ】

(1) 空調温水流量



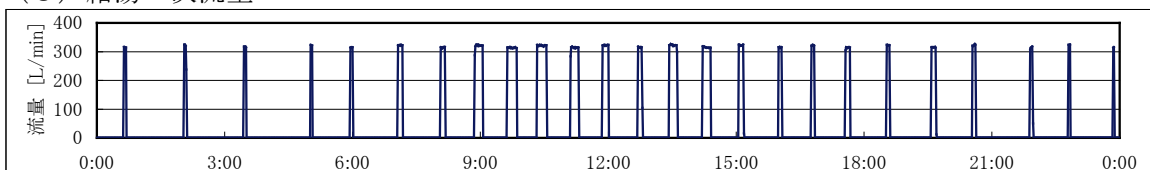
図IV. 3.1.7 B-1-2 空調温水流量

(2) 空調温水温度 (—: 往温度, —: 還温度)



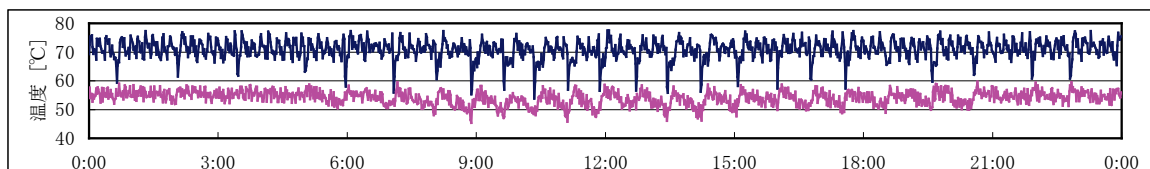
図IV. 3.1.8 B-1-2 空調温水温度

(3) 給湯一次流量



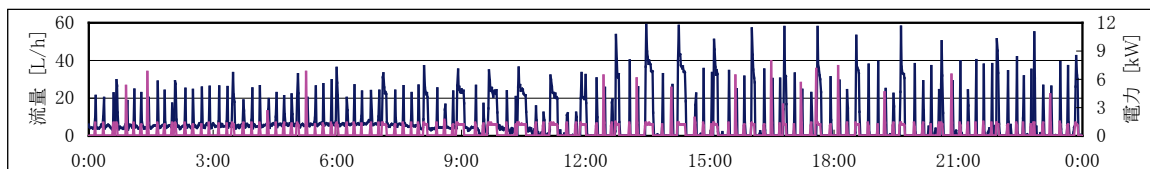
図IV. 3.1.9 B-1-2 給湯一次温水流量

(4) 給湯一次温度 (—: 往温度, —: 還温度)



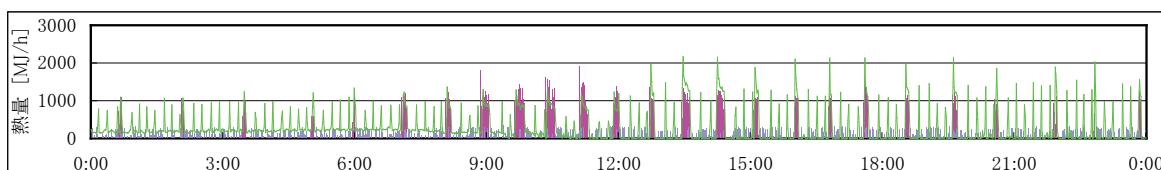
図IV. 3.1.10 B-1-2 給湯一次温水温度

(5) 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力 (—: 燃料流量, —: 温水ヒーター電力)



図IV. 3.1.11 B-1-2 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量 (—: 燃焼熱量, —: 給湯製造熱量, —: 空調製造熱量)



図IV. 3.1.12 B-1-2 製造熱量および燃焼熱量

病院 06（中央式給湯）

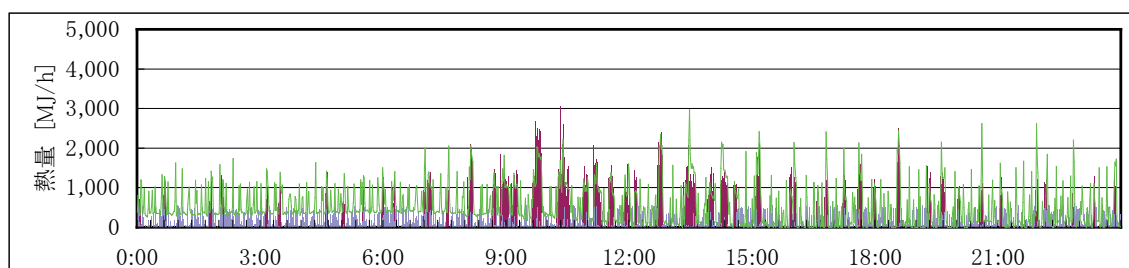
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（灯油）	温水ヒーター

<一次側：熱量解析（B-1-1, B-1-2 合計）>

空調製造熱量は定常的な負荷となっているが、給湯製造熱量は短時間の運転が頻繁に起きている。測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率は67.3%(高位発熱基準)であった。機器定格ボイラ効率より測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率が低くなるのは、負荷に対して温水ヒーターの容量が大きく、発停頻度が多いためである。特に給湯が無く必要加熱量の少ない空調負荷のみがある場合はその傾向が強い。

(1) 1次側全体の燃焼熱量，給湯製造熱量，空調製造熱量（10/26） 【1分間データ】

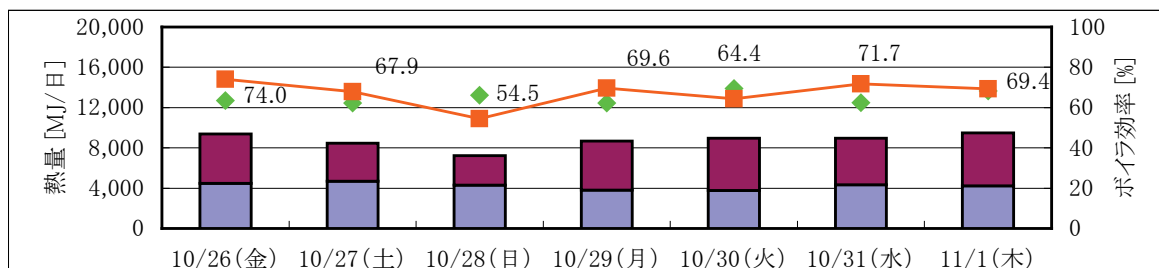
（—：燃焼熱量，—：給湯製造熱量，—：空調製造熱量）



図IV. 3. 1. 13 1次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃焼熱量（10/26）

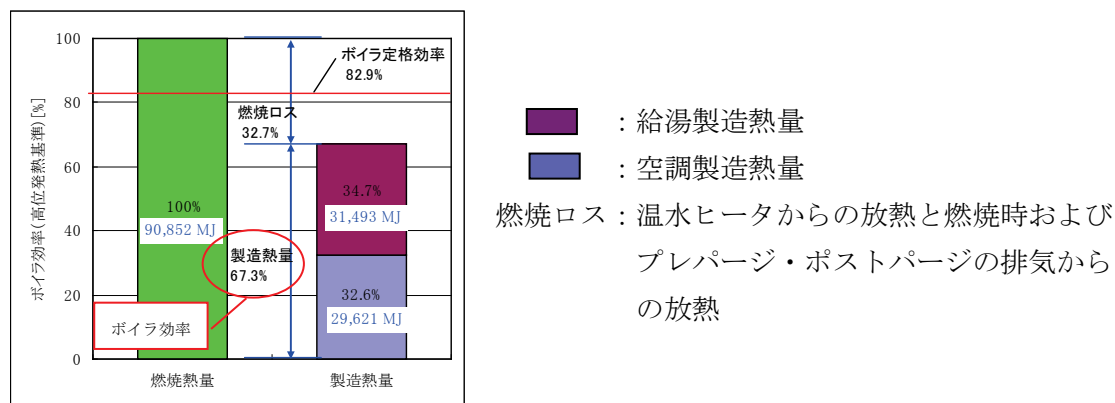
(2) 1週間における1次側全体の燃焼熱量，給湯製造熱量，空調製造熱量，ボイラ効率の推移（◆：燃焼熱量，■：給湯製造熱量，■：空調製造熱量，

—■：ボイラ効率（高位発熱基準））



図IV. 3. 1. 14 一週間における1次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃焼熱量，ボイラ効率

(3) 1週間（10/26～11/1）のボイラ効率（高位発熱基準）



図IV. 3. 1. 15 一週間のボイラ効率

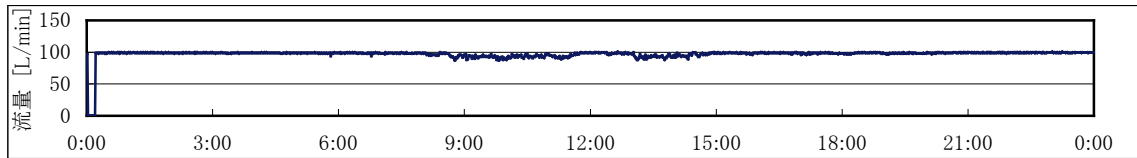
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

<二次側：循環系トレンドデータ>

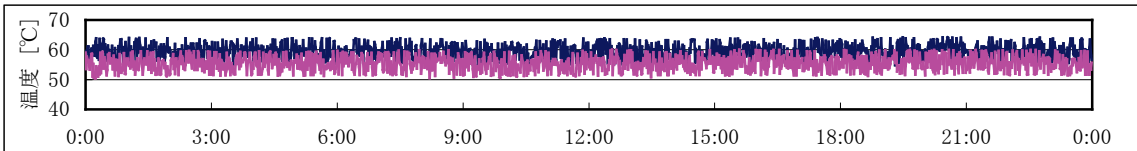
循環系 (10月26日) 1日分 【1分間データ】

(1) 返湯流量



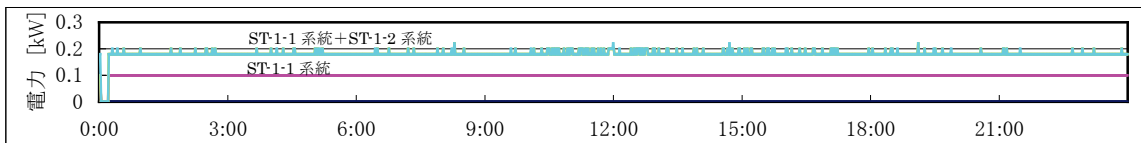
図IV.3.1.16 返湯流量

(2) 温度 (—: 給湯温度, —: 返湯温度)



図IV.3.1.17 給湯温度および返湯温度

(3) 給湯二次ポンプ消費電力 (積み上げ値)



図IV.3.1.18 給湯二次ポンプ消費電力

病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

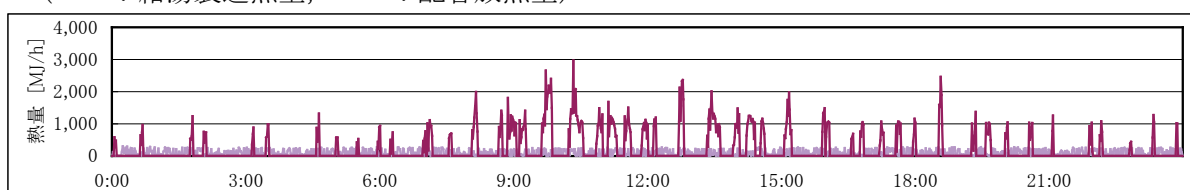
<二次側：熱量解析>

二次側の給湯製造熱量，給湯熱量，放熱熱量の関係を次に示す．給湯製造熱量は負荷変動を平準化する貯湯槽があるため間欠的に発生している．また放熱熱量は1日を通して一定である．

1日で集計してみると，給湯熱量は変動しているが放熱熱量はいずれの日もほぼ一定である．なお給湯熱量は給湯製造熱量から放熱量を引いて算出したものである．一週間の集計から製造した熱量に対して給湯で使用された熱量は47.1%であった．残り52.9%は放熱であった．

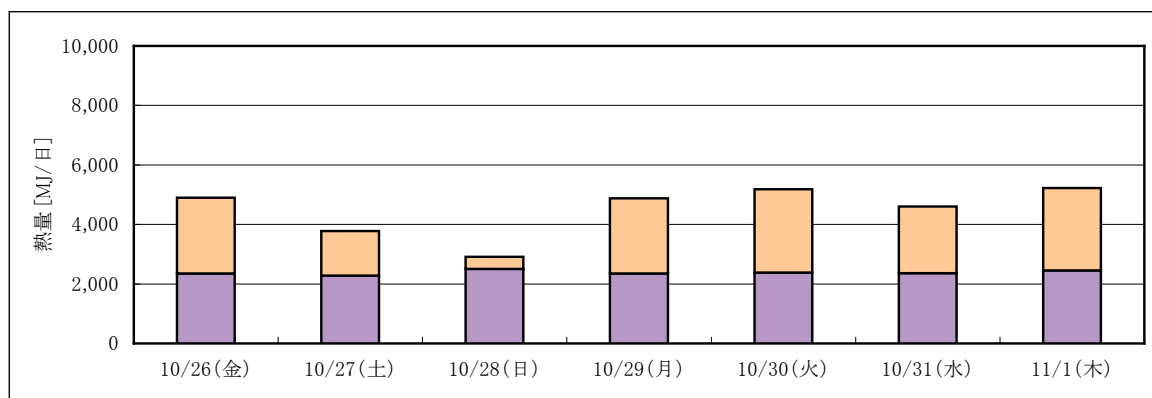
(1) 1日 (10/26) のデータ 【1分間データ】

(—) : 給湯製造熱量, (—) : 配管放熱量



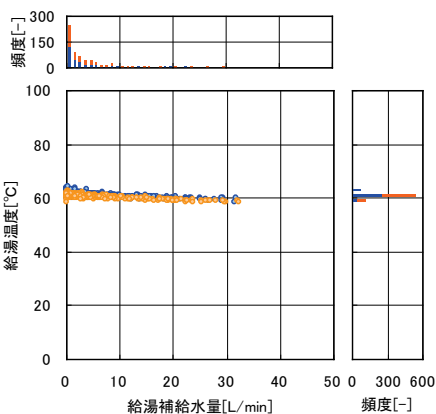
図IV. 3. 1. 19 1日(10/26)の給湯製造熱量および配管放熱量

(2) 1週間のデータ (■ : 給湯熱量, ■ : 放熱熱量)



図IV. 3. 1. 20 一週間の給湯熱量および放熱熱量

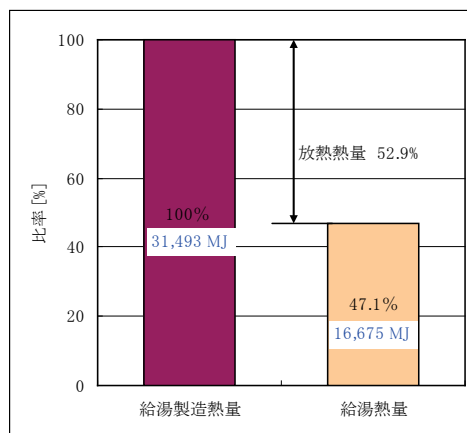
(3) 給湯補給水量と給湯温度の関係



※ ● : ST-1-1, ● : ST-1-2

図IV. 3. 1. 21 給湯補給水量と給湯温度の関係

(4) 週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較



図IV. 3. 1. 22 一週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較

病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (灯油)	温水ヒーター

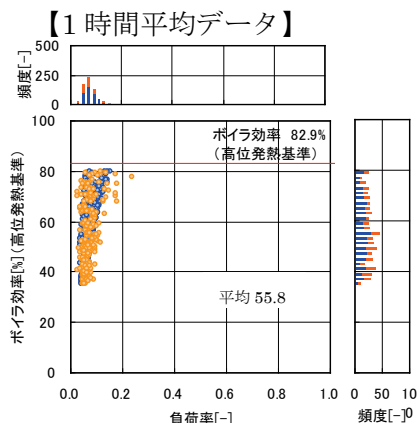
<給湯設備熱効率> まとめ

測定期間 10/26~11/19

温水ヒーターのボイラ効率は機器仕様以下で分布している。また温水ヒーターの負荷率は0.2以下と低い。電気消費量も含めた熱源効率はボイラ効率から4%ほど低い値となっている。

給湯熱量 (給湯2次) と空調熱量の合計 (負荷熱量) は給湯設備全体の一次エネルギー消費量に対して45.4%であった。

(1) 負荷率とボイラ効率 (一次側)

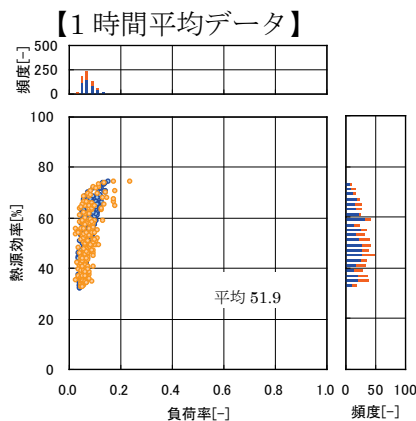


※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ● : B-1-1, ○ : B-1-2

図IV. 3. 1. 23 負荷率とボイラ効率の関係

(2) 負荷率と熱源効率 (一次側)



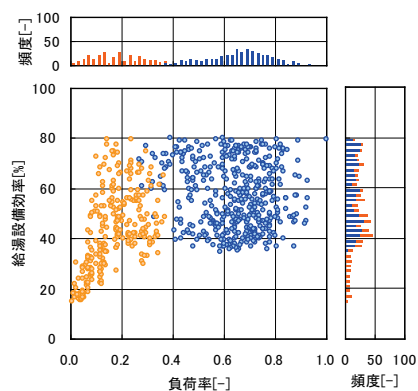
※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ● : B-1-1, ○ : B-1-2

図IV. 3. 1. 24 負荷率と熱源効率の関係

(3) 負荷率と給湯設備効率

【1時間平均データ】



※負荷率の分母は空調、給湯の最大値で算出した。

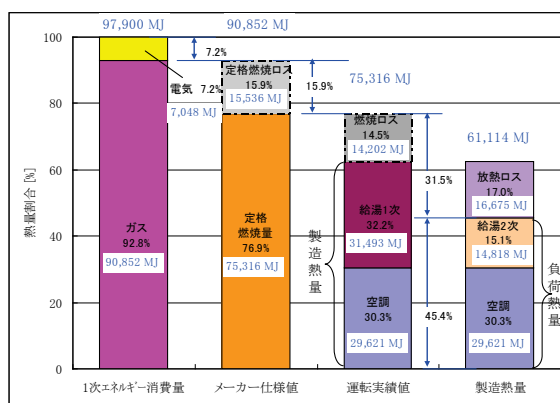
(空調熱量 : 256MJ/h, 給湯熱量 : 885MJ/h)

※ ● : 給湯, ○ : 空調

図IV. 3. 1. 25 負荷率と給湯設備効率の関係

(4) 週間積み上げの消費量比較

10/26~11/1の1週間データ



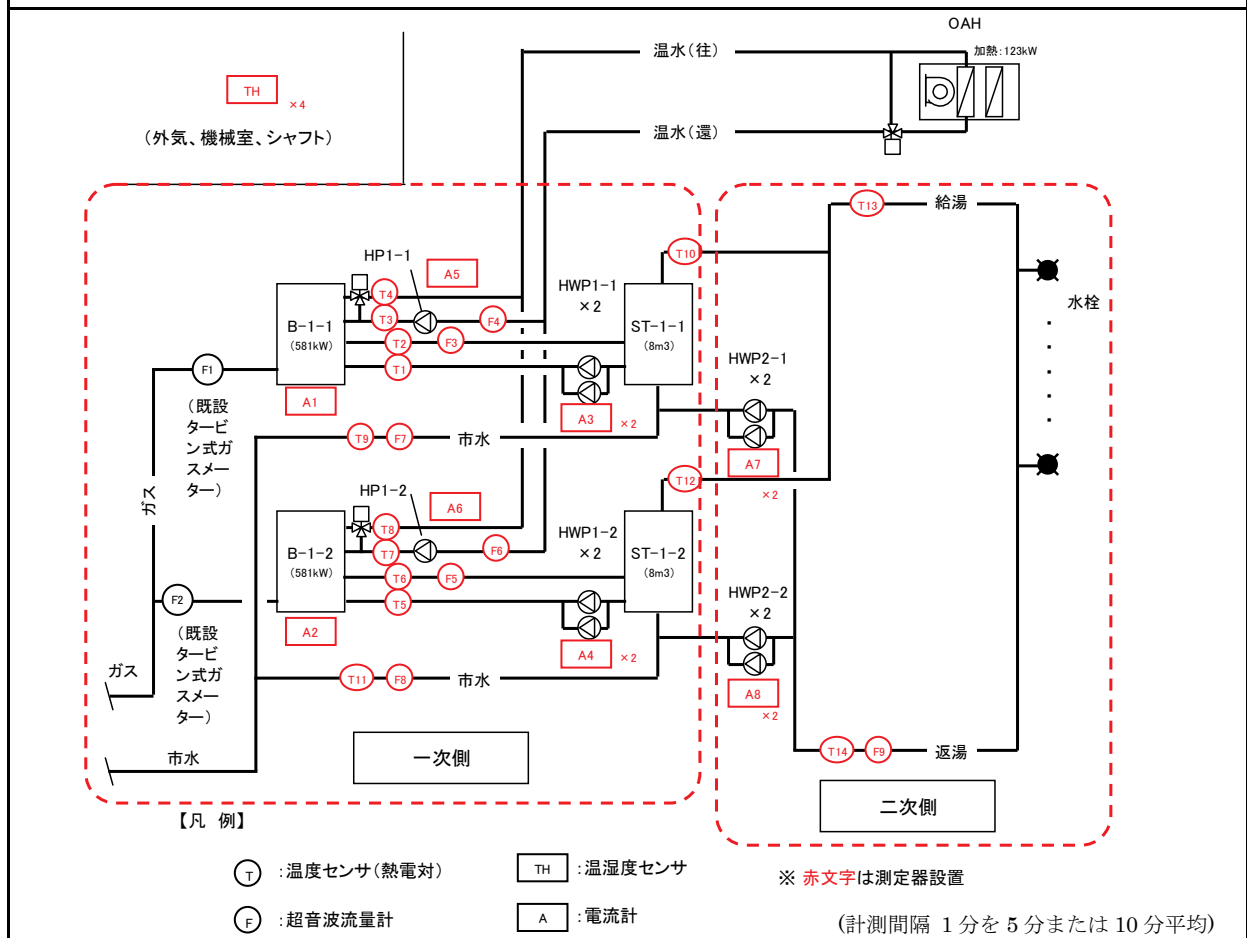
図IV. 3. 1. 26 一週間積み上げの消費量比較

3.2 病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

建物名	病院 06	地区	関東	竣工	2005 年	改修	—	規模	18,122m ²	
分類	熱源	方式	中央式 (2管式)	専用/兼用	兼用	エネルギー源	都市ガス (13A)			
機器	温水ヒーター	型式	熱回収 (2回路)							
	貯湯槽	型式	密閉型	方式	成層					
端末器具	標準	種類	混合水栓/シャワーヘッド ^o	温調方式	シングルバー	手動/自動	手動/自動			
分析期間	2012 年 12 月 12 日～2012 年 12 月 18 日			製造年月	2012 年 11 月 (温水ヒーターを更新 (燃料転換))					
制御内容	3) 貯湯槽温度制御 4) 温水行き温度制御 ・給湯 ・外調機			機器仕様	B-1-1 581kW , B-1-2 581kW (ガス消費量 : 54.3Nm ³ /h・台) ST-1-1 8.0m ³ , ST-1-2 8.0m ³ HWP-1-1 400L/min×0.75kW×2 , HWP-1-2 400L/min×0.75kW×2 HWP-2-1 30L/min×0.15kW×2 , HWP-2-2 30L/min×0.15kW×2 HP-1-1 180L/min×3.7kW , HP-1-2 180L/min×3.7kW OAH 17,800m ³ /h×900Pa×15kW 加熱能力 : 123kW (加熱時) , 59kW (再熱時)					
給湯配管長	総延長 3,060m									
保温仕様	配管 : グラスウール 20mm 貯湯槽 : グラスウール 50mm									

システムフロー



病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<制御内容, 評価項目計算式>

1. 制御内容

(1) 温水ヒーター (B-1-1, B-1-2)

温水ヒーター出口温度による比例+On-Off制御 (台数制御は無し, ボイラ設定温度 80℃)

(2) 給湯一次ポンプ (HWP-1-1, HWP-1-2)

貯湯槽内温度による給湯1次ポンプのOn/Off制御 (設定温度 60℃, 動作すきま 2℃)

(3) 空調温水ポンプ (HP-1-1, HP-1-2)

自動交互運転, 三方弁による送水温度制御 (設定温度 55℃)

(4) 給湯二次ポンプ (HWP-2-1, HWP-2-2)

自動交互運転 (常時1台運転)

2. 評価項目計算式 ※添え字 (記号) はシステムフロー図の計測器番号を示す.

(1) 燃焼熱量

燃焼熱量[MJ]=燃料消費量 (F1, F2) [m³] \times 273.15 \div (273.15+機械室温度) \times 燃料高位発熱量 (45) [MJ/m³]

(2) 製造熱量

製造熱量[MJ]=給湯製造熱量[MJ]+空調製造熱量[MJ]

(3) 給湯製造熱量

給湯製造熱量[MJ]=給湯一次流量 (F3, F5) [L] \times (温水ヒーター出口温度 (T2, T6) [℃]
- 温水ヒーター入口温度 (T1, T5) [℃]) \times 4.186[kJ/kg \cdot ℃] \div 1000

(4) 空調製造熱量

空調製造熱量[MJ]=空調温水流量 (F4, F6) [L] \times (温水ヒーター出口温度 (T4, T8) [℃]
- 温水ヒーター入口温度 (T3, T7) [℃]) \times 4.186 [kJ/kg \cdot ℃] \div 1000

(5) 放熱熱量

放熱熱量[MJ]=返湯流量 (F9) [L] \times (給湯温度 (T13) [℃]-返湯温度 (T12) [℃]) \times 4.186[kJ/kg \cdot ℃] \div 1000

(6) 給湯熱量

給湯熱量[MJ] = 給湯製造熱量[MJ] - 放熱熱量[MJ]

※超音波流量計では給水量の測定が困難であったため, 給湯製造熱量と放熱熱量の差を給湯熱量とした.

(7) ボイラ効率

ボイラ効率[-]=製造熱量[MJ] \div 燃焼熱量[MJ]

(8) 熱源効率

熱源効率[-]=製造熱量[MJ] \div { 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]
9.97MJ/kWh) +給湯一次ポンプ電流 (A3, A4) [A]+温水ポンプ電流 (A5, A6) [A] \times 0.2[kV] \times (力率) \times $\sqrt{3}$ \times

(9) 給湯設備効率

給湯設備効率[-]=製造熱量[MJ] \div { 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]
+給湯一次ポンプ電流 (A3, A4) [A]+温水ポンプ電流 (A5, A6) [A]
+給湯二次ポンプ電流 (A7, A8) \times 0.2[kV] \times (力率) \times $\sqrt{3}$ \times 9.97MJ/kWh }

※力率は機器の平均値 0.6 を使用した.

(10) 負荷率

負荷率[-]=製造熱量[MJ/h] \div 定格製造熱量[MJ/h]

病院 06（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<計測概要，機器選定根拠>

1. 計測概要

(1) 計測器

- ・流量計：超音波流量計（後付） 精度：

口径	流速	精度
φ13～	2～32m/s	1.5% of rate
φ50未満	0～2m/s	0.03m/s
φ50～	2～32m/s	1.0% of rate
φ300未満	0～2m/s	0.02m/s
φ300～	1～32m/s	1.0% of rate
φ6000	0～1m/s	0.01m/s

- ・温度計：T型熱電対（後付）※表面温度 精度：熱電対 ±0.5℃，ロガー ±0.05%
- ・電流計：クランプ式電流計（後付） 精度：本体 ±0.5%，センサー ±0.3%
- ・ガスメーター：タービン式ガスメーター（本設） 精度：1.0%

(2) データ収集時間間隔

- ・流量：1分間隔，瞬時値
- ・温度：1分間隔，瞬時値
- ・電流：1分間隔，平均値
- ・ガス量：1分間隔，積算値（パルスカウント）0.01m³/パルス

(3) データ処理

- ・1分間隔のデータを10分間平均，1時間平均，1日積算に集計
- ・一次エネルギーでの評価を行うために，高位発熱量を使用して燃焼熱量を算出した。
- ・都市ガスの燃料消費量（F1，F2）は機械室温度によるノルマル換算を行った。

2. 機器選定根拠

設計段階の機器選定の根拠を以下に示す。

(1) 1日給湯量 = 300床 × 200L/d · 床 = 60,000L/d

(2) 時間最大給湯量 = 1日給湯量 × 1日給湯量に対する時間当たりの最大値の割合 (=1/5) = 12,000L/h

(3) 貯湯槽容量 = 1日給湯量 × 1日給湯量に対する貯湯割合 (=1/5) × 余裕率 (=1.3) = 15,600L

(4) 温水ヒーター加熱能力

$$\text{給湯負荷} = \text{時間最大給湯量} \times (\text{給湯温度 } 60^{\circ}\text{C} - \text{給水温度 } 10^{\circ}\text{C}) \times 4.186\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \div 3600\text{s/h} = 698\text{kW}$$

$$\text{暖房負荷} = \text{熱源負荷算定値} (=117) \times 1.1 = 129\text{kW}$$

$$\begin{aligned} \text{温水ヒーター加熱能力} &= (\text{給湯負荷} + \text{暖房負荷}) \times \text{配管損失係数} (=1.1) \times \text{焚始め負荷係数} (=1.1) \\ &= 1,000\text{kW} \end{aligned}$$

(5) 選定機器

貯湯槽 8,000L × 2台 = 16,000L

温水ヒーター 581kW × 2台 = 1,162kW

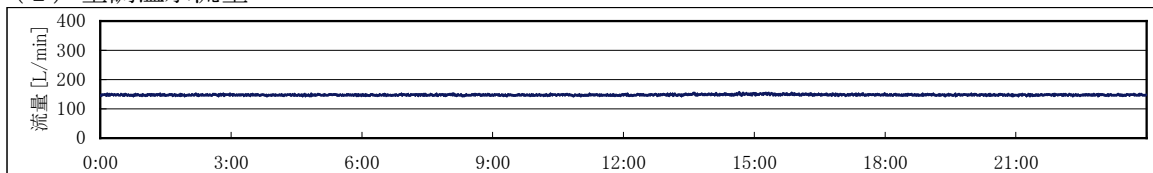
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター (B-1-1) トレンドデータ>

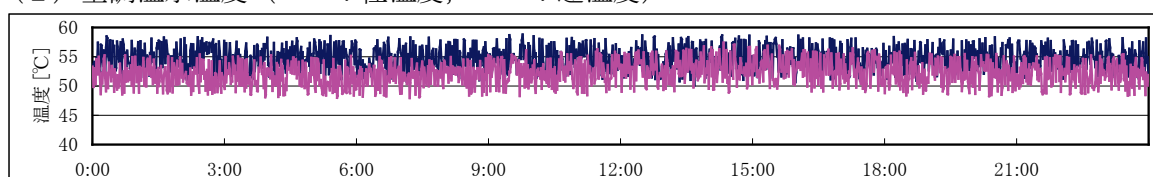
B-1-1 (12月14日) 1日分 【1分間データ】

(1) 空調温水流量



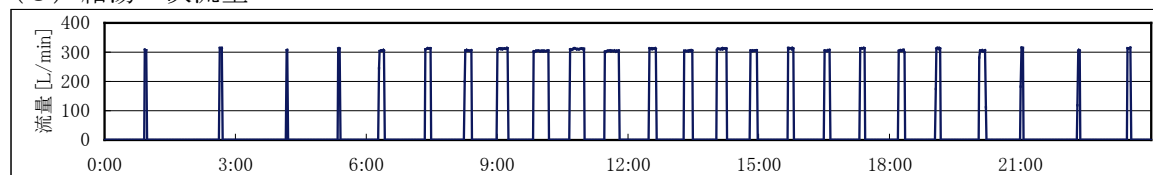
図IV.3.2.1 B-1-1 空調温水流量

(2) 空調温水温度 (—: 往温度, —: 還温度)



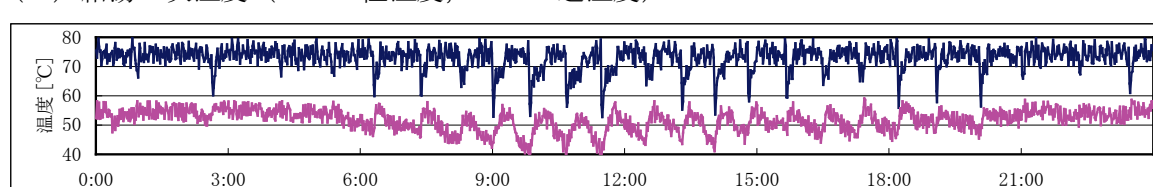
図IV.3.2.2 B-1-1 空調温水温度

(3) 給湯一次流量



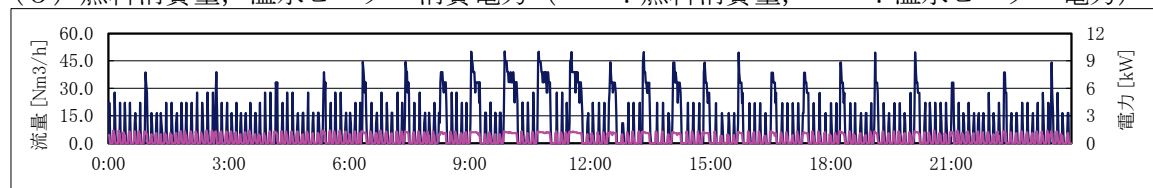
図IV.3.2.3 B-1-1 給湯一次流量

(4) 給湯一次温度 (—: 往温度, —: 還温度)



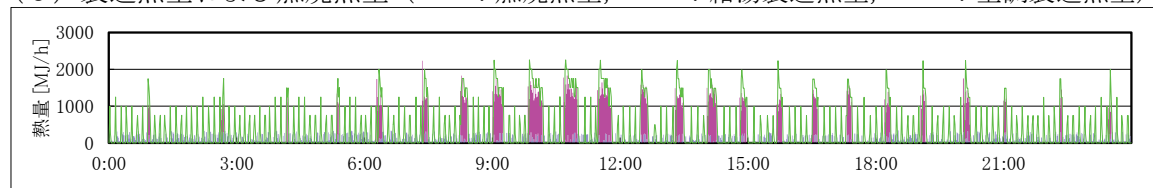
図IV.3.2.4 B-1-1 給湯一次温度

(5) 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力 (—: 燃料消費量, —: 温水ヒーター電力)



図IV.3.2.5 B-1-1 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量 (—: 燃焼熱量, —: 給湯製造熱量, —: 空調製造熱量)



図IV.3.2.6 B-1-1 製造熱量および燃焼熱量

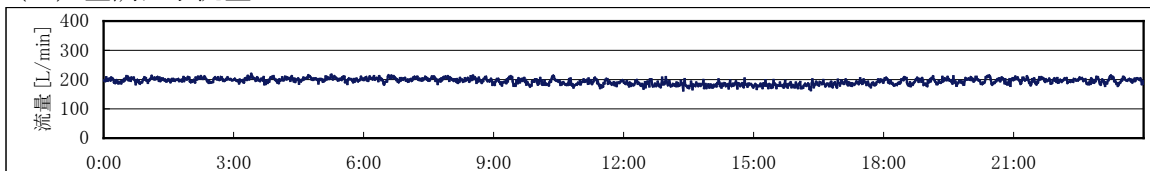
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター (B-1-2) トレンドデータ>

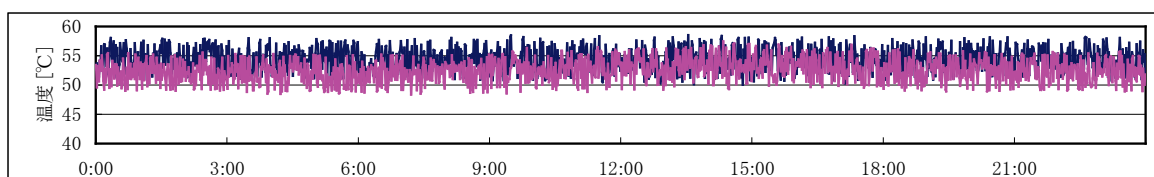
B-1-2 (12月14日) 1日分 【1分間データ】

(1) 空調温水流量



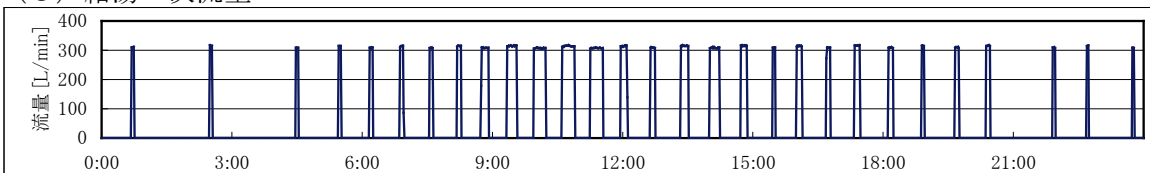
図IV.3.2.7 B-1-2 空調温水流量

(2) 空調温水温度 (— : 往温度, — : 還温度)



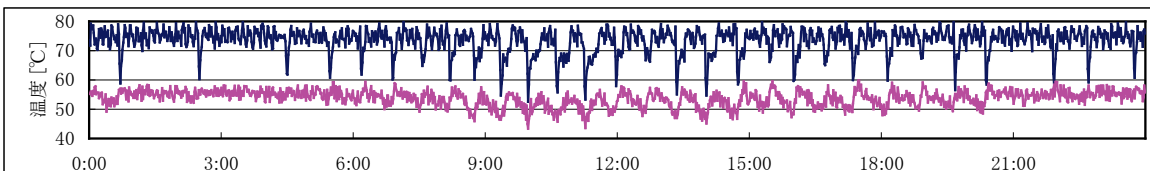
図IV.3.2.8 B-1-2 空調温水温度

(3) 給湯一次流量



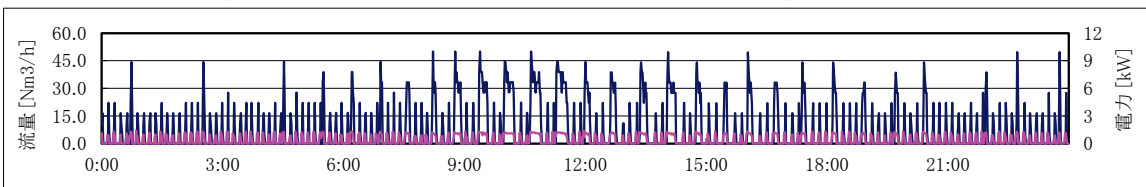
図IV.3.2.9 B-1-2 給湯一次温水流量

(4) 給湯一次温度 (— : 往温度, — : 還温度)



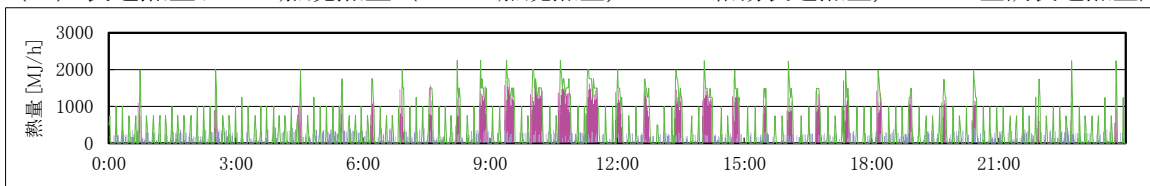
図IV.3.2.10 B-1-2 給湯一次温水温度

(5) 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力 (— : 燃料消費量, — : 温水ヒーター電力)



図IV.3.2.11 B-1-2 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量 (— : 燃焼熱量, — : 給湯製造熱量, — : 空調製造熱量)



図IV.3.2.12 B-1-2 製造熱量および燃焼熱量

病院 06（中央式給湯）

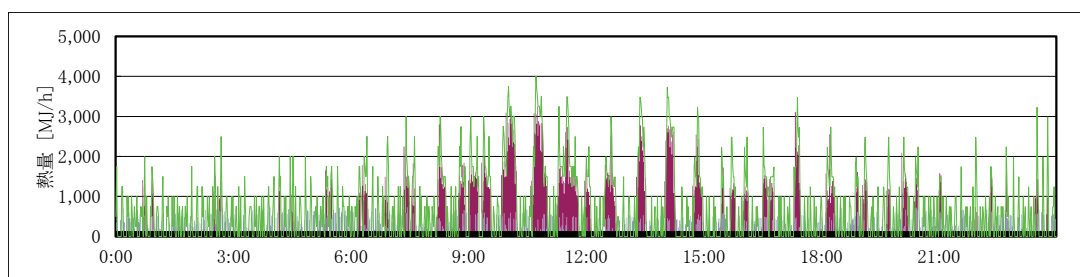
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<一次側：熱量解析（B-1-1, B-1-2 合計）>

空調製造熱量は定常的な負荷となっているが、給湯製造熱量は短時間の運転が頻繁に起きている。測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率は 80.3%(高位発熱基準)であった。機器定格ボイラ効率より測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率が低くなるのは、負荷に対して温水ヒーターの容量が大きく、発停頻度が多いためである。特に給湯が無く必要加熱量の少ない空調負荷のみがある場合はその傾向が強い。

(1) 1次側全体の燃烧熱量，給湯製造熱量，空調製造熱量（12/14） 【1 分間データ】

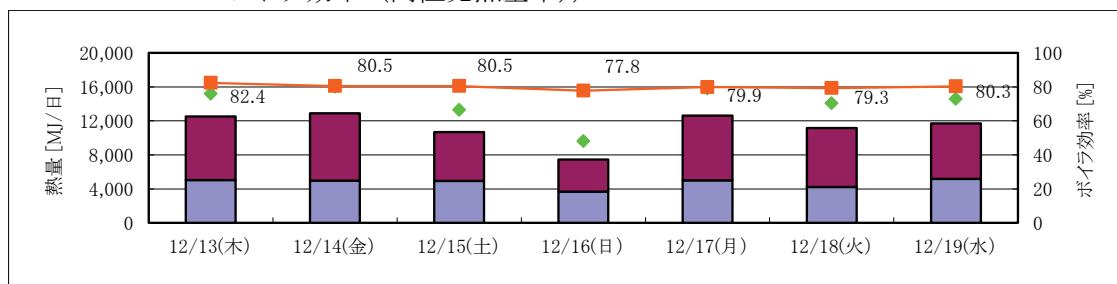
（—：燃烧熱量，—：給湯製造熱量，—：空調製造熱量）



図IV. 3. 2. 13 1次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃烧熱量（12/14）

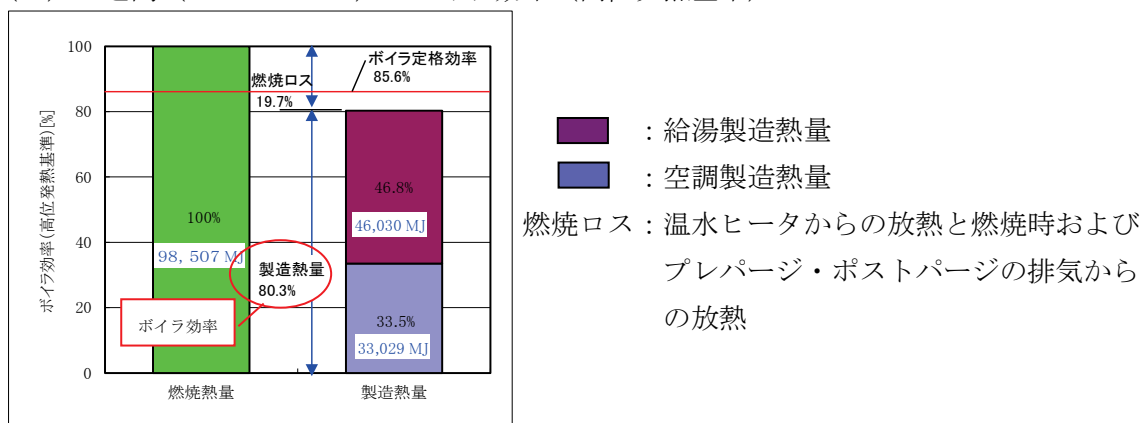
(2) 1週間における1次側全体の燃烧熱量，給湯製造熱量，空調製造熱量，ボイラ効率の推移（◆：燃烧熱量，■：給湯製造熱量，■：空調製造熱量，

■：ボイラ効率（高位発熱基準））



図IV. 3. 2. 14 一週間における1次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃烧熱量，ボイラ効率

(3) 一週間（12/14～12/19）のボイラ効率（高位発熱基準）



図IV. 3. 2. 15 一週間のボイラ効率

燃烧ロス：温水ヒーターからの放熱と燃烧時およびプレパージ・ポストパージの排気からの放熱

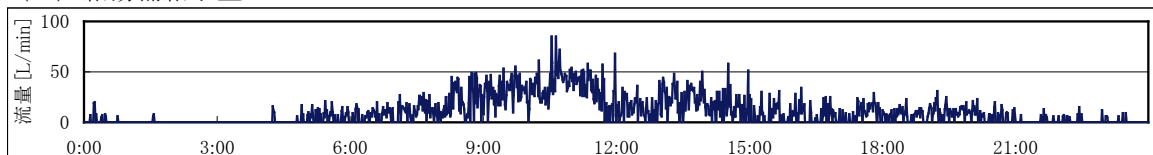
病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<二次側：貯湯槽 (ST-1-1, ST-1-2)・循環系トレンドデータ>

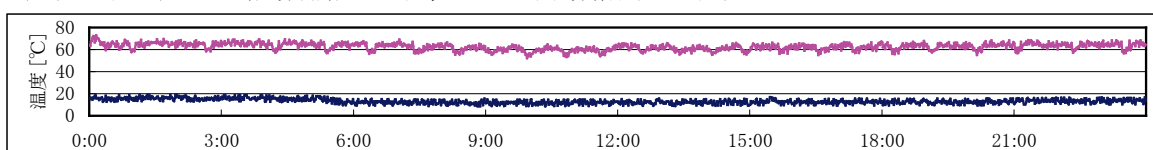
ST-1-1 (12月14日) 1日分 【1分間データ】

(1) 給湯補給水量



図IV.3.2.16 ST-1-1 給水補給水量

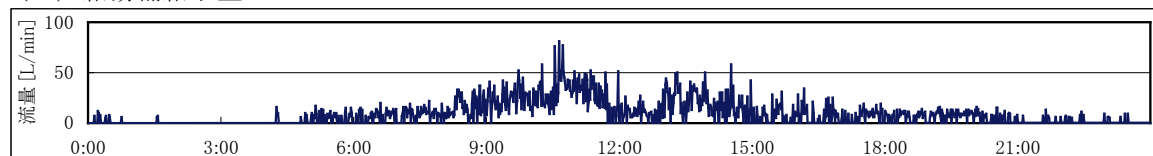
(2) 温度 (—: 給湯補給水温度, —: 貯湯槽出口温度)



図IV.3.2.17 ST-1-1 給水補給水温度および貯湯槽出口温度

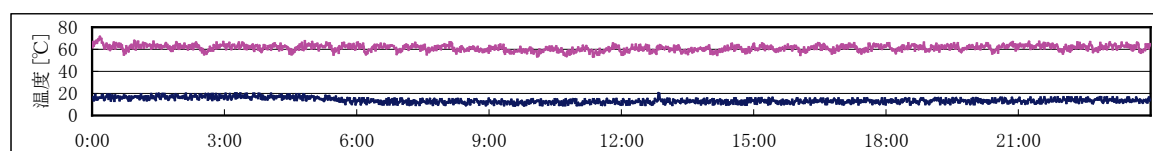
ST-1-2 (12月14日) 1日分 【1分間データ】

(1) 給湯補給水量



図IV.3.2.18 ST-1-2 給水補給水量

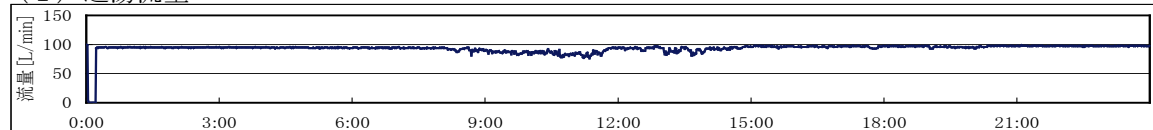
(2) 温度 (—: 給湯補給水温度, —: 貯湯槽出口温度)



図IV.3.2.19 ST-1-2 給水補給水温度および貯湯槽出口温度

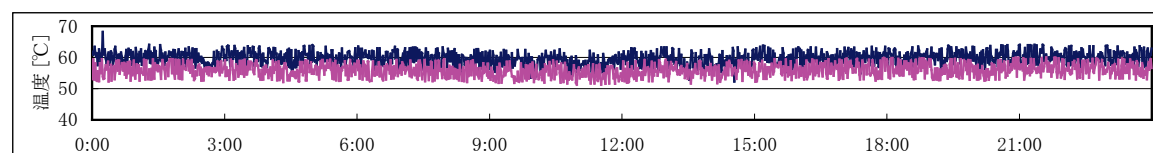
循環系 (12月14日) 1日分 【1分間データ】

(1) 返湯流量



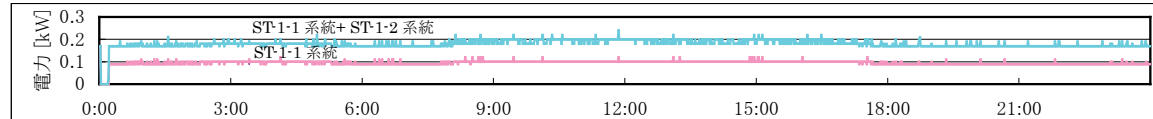
図IV.3.2.20 返湯流量

(2) 温度 (—: 給湯温度, —: 返湯温度)



図IV.3.2.21 給湯温度および返湯温度

(3) 給湯二次ポンプ消費電力 (積み上げ値)



図IV.3.2.22 給湯二次ポンプ消費電力

病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

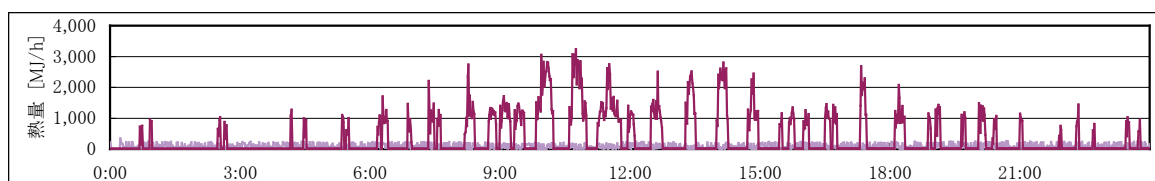
<二次側：熱量解析>

二次側の給湯製造熱量，給湯熱量，放熱熱量の関係を次に示す．給湯製造熱量は負荷変動を平準化する貯湯槽があるため間欠的に発生している．また放熱熱量は1日を通して一定である．

1日で集計してみると，給湯熱量は変動しているが放熱熱量はいずれの日もほぼ一定である．なお給湯熱量は給湯製造熱量から放熱量を引いて算出したものである．一週間の集計から製造した熱量に対して給湯で使用された熱量は68.4%であった．残り31.6%は放熱であった．

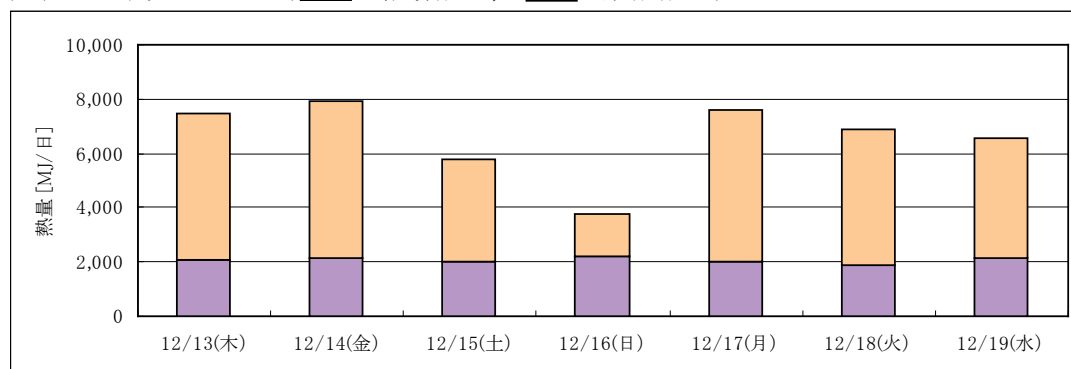
(1) 1日 (12/14) のデータ 【1分間データ】

(— : 給湯製造熱量, — : 配管放熱量)



図IV. 3. 2. 23 1日 (12/14) の給湯製造熱量および配管放熱量

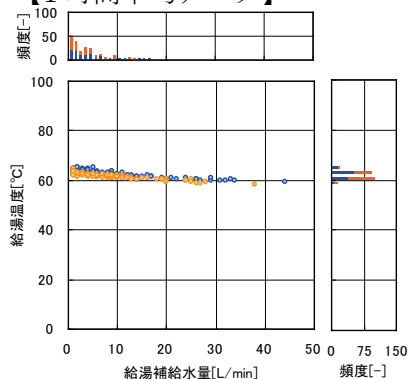
(2) 一週間のデータ (— : 給湯熱量, — : 放熱熱量)



図IV. 3. 2. 24 一週間の給湯熱量および放熱熱量

(3) 給湯補給水量と給湯温度の関係

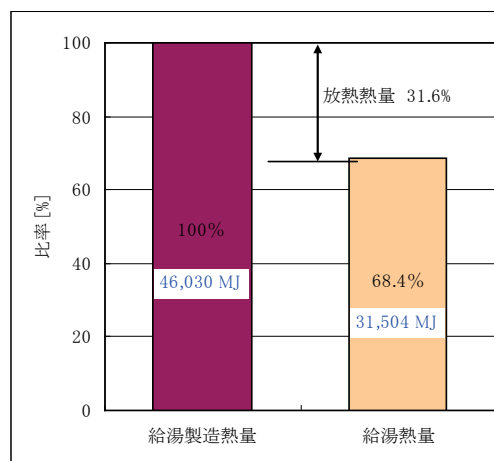
【1時間平均データ】



※ ● : ST-1-1, ● : ST-1-2

図IV. 3. 2. 25 給湯補給水量と給湯温度の関係

(4) 一週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較



図IV. 3. 2. 26 一週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較

病院 06 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<給湯設備熱効率> まとめ

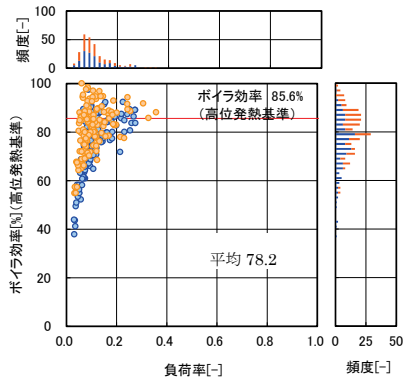
測定期間 12/12~12/18

温水ヒーターのボイラ効率は40~100%の範囲で分布している。また温水ヒーターの負荷率は0.4以下と低い。電気消費量も含めた熱源効率はボイラ効率から5%ほど低い値となっている。

給湯熱量 (給湯2次) と空調熱量の合計 (負荷熱量) は給湯設備全体の一次エネルギー消費量に対して61.2%であった。

(1) 負荷率とボイラ効率 (一次側)

【1時間平均データ】



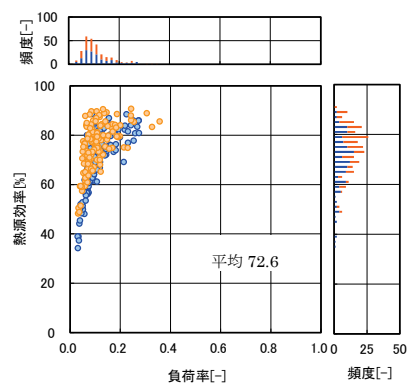
※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ●: B-1-1, ○: B-1-2

図IV. 3. 2. 27 負荷率とボイラ効率の関係

(2) 負荷率と熱源効率 (一次側)

【1時間平均データ】



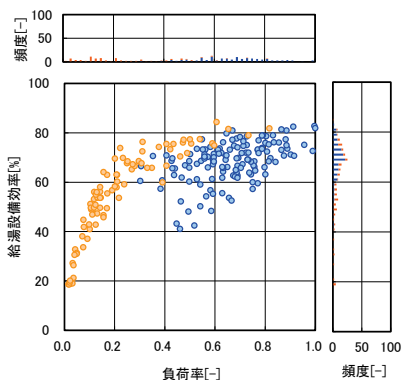
※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ●: B-1-1, ○: B-1-2

図IV. 3. 2. 28 負荷率と熱源効率の関係

(3) 負荷率と給湯設備効率

【1時間平均データ】



※負荷率の分母は空調, 給湯の最大値で算出した。

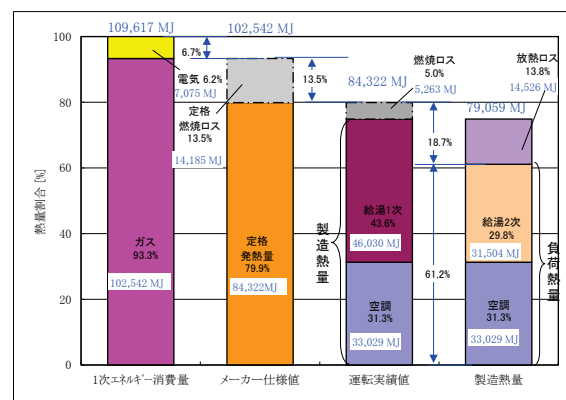
(空調熱量: 297MJ/h, 給湯熱量: 1,394MJ/h)

※ ●: 給湯, ○: 空調

図IV. 3. 2. 29 負荷率と給湯設備効率の関係

(4) 一週間積み上げの消費量比較

12/13~12/19の一週間データ



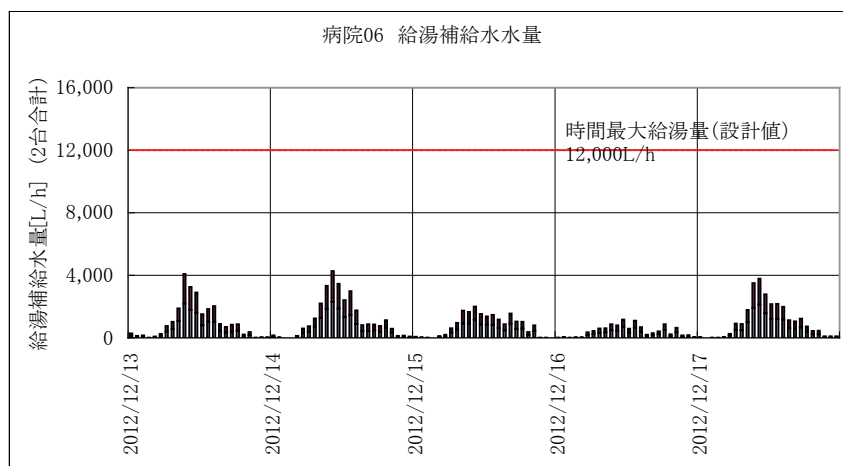
図IV. 3. 2. 30 一週間積み上げの消費量比較

病院 06（中央式給湯）

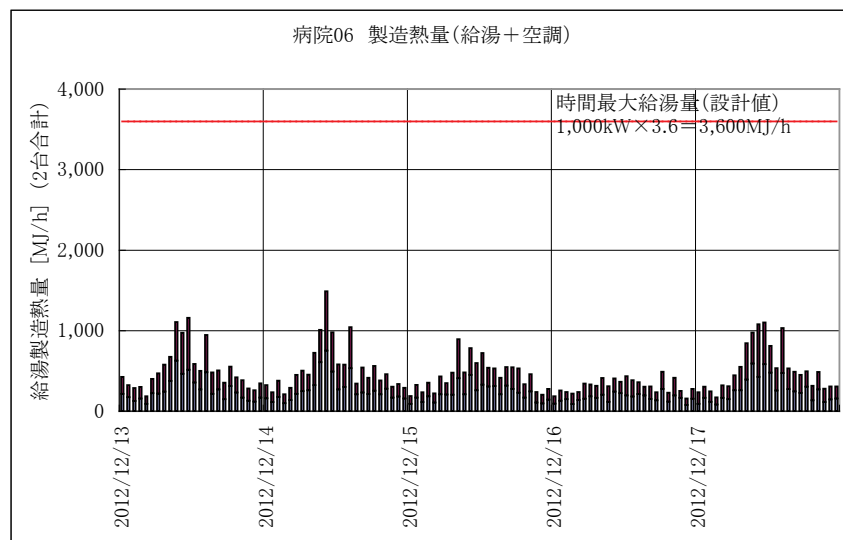
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

< 考察 >

設計段階の給湯量は運用段階の給湯量に比べて過大であると見受けられた。そこで，設計段階と運用段階の給湯補給水量，温水ヒーターの製造熱量を以下に示す。



図IV. 3. 2. 31 給湯補給水量



図IV. 3. 2. 32 温水ヒーター製造熱量

図IV. 3. 2. 31 より給湯補給水は実際の運用では設計値の 3 割程度であった。また図IV. 3. 2. 32 より製造熱量は実際の運用では設計値の 4 割程度であった。このことから結果として実運用では設計値を下回った。

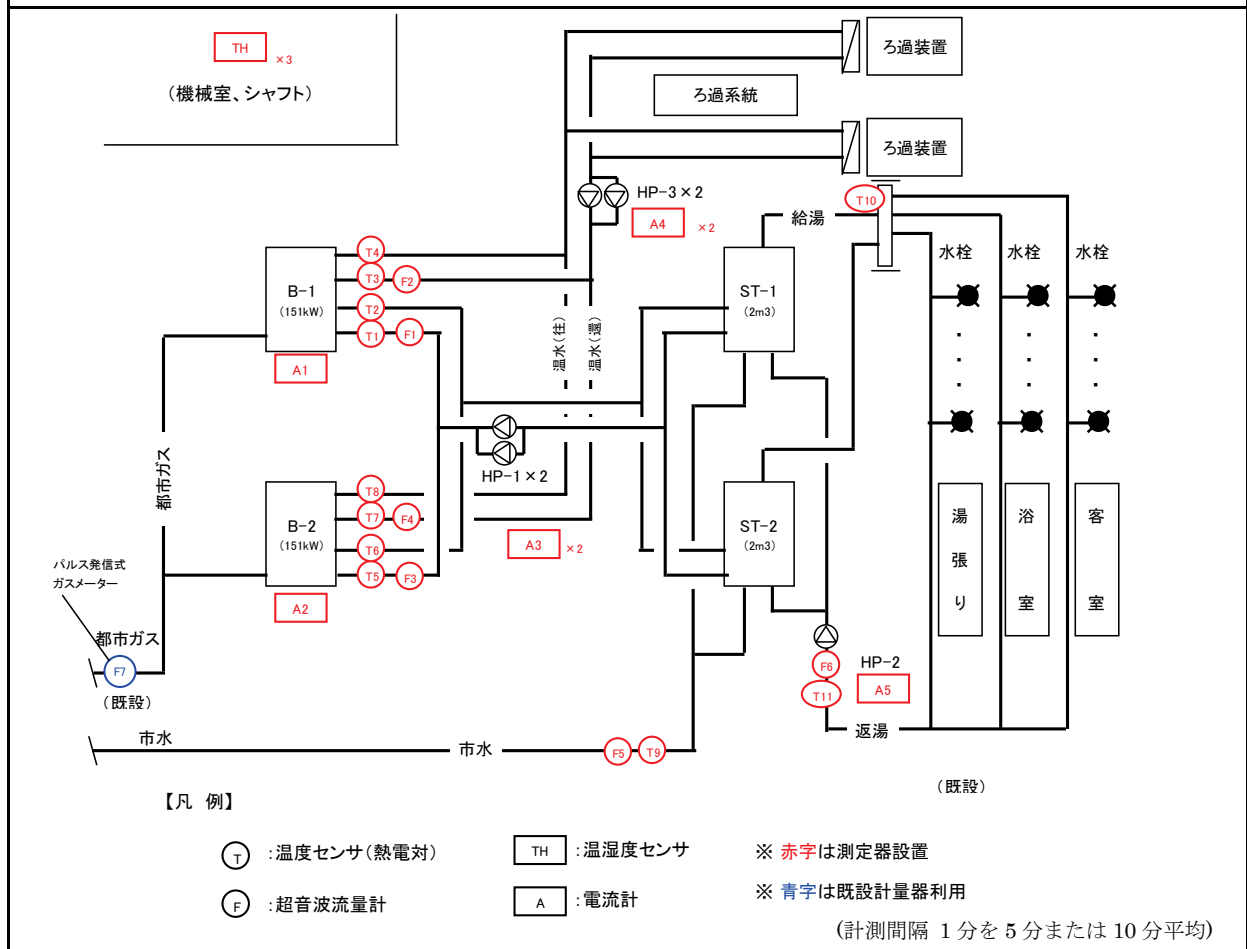
給湯設備では湯切れ防止を重視して計画する為に，特に新築物件では，給湯原単位，機器余裕率等をおある程度余裕をもって計画する。そのため機器を過大に見積もる傾向がある。

3.3 研修施設 03 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

建物名	研修施設 03	地区	神奈川	竣工	2000年	改修	—	規模	4,093m ²	
分類	熱源	方式	中央式 (2管式)	専用/兼用	兼用	エネルギー源	都市ガス (13A)			
機器	温水ヒーター	型式	標準 (熱回収無, 2回路)							
	貯湯槽	型式	密閉型	方式	成層					
端末器具	標準	種類	混合水栓/シャワーヘッド	温調方式	シングルバー	手動/自動	手動/自動			
分析期間	2012年11月~2013年1月			製造年月	2000年7月					
制御内容	5) 貯湯槽温度制御 6) 温水行き温度制御 ・給湯, ろ過昇温			機器仕様	B-1 151kW, B-2 151kW (ガス消費量: 15.2Nm ³ /h・台) ST-1 2.0m ³ , ST-2 2.0m ³ HP-1 40L/min×0.25kW×2 HP-2 20L/min×0.15kW HP-3 20L/min×0.15kW×2 ろ過機熱交換器 24kW×1, 12kW×1					
給湯配管長	総延長 520m									
保温仕様	配管: グラスウール 20mm 貯湯槽: グラスウール 50mm									

システムフロー



研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<制御内容，評価項目計算式>

1. 制御内容

(1) 温水ヒーター（B-1, B-1）

温水ヒーター出口温度による On-Off 制御（台数制御は無し，ボイラ設定温度 80℃）

(2) 給湯一次ポンプ（HP-1）

貯湯槽内温度による給湯 1 次ポンプの On/Off 制御。ポンプはそれぞれの貯湯槽と対で運転。（設定温度 60℃）

(3) ろ過温水ポンプ（HP-3）

自動運転（ろ過起動時はそれぞれのろ過に対して常時 1 台運転）。起動はタイムスケジュールによる。

(4) 返湯ポンプ（HP-2）

自動運転（ボイラ起動時は常時 1 台運転）

2. 評価項目計算式

※添え字（記号）はシステムフロー図の計測器番号を示す。

(1) 燃焼熱量

燃焼熱量[MJ]=燃料消費量 (F7) [Nm3]×燃料高位発熱量 (45) [MJ/Nm3]

(機器ごとの燃焼熱量は，各機器の製造熱量より按分するものとする.)

(2) 製造熱量

製造熱量[MJ]=給湯製造熱量[MJ]+ろ過製造熱量[MJ]

(3) 給湯製造熱量

給湯製造熱量[MJ]=給湯一次流量 (F1, F3) [L]×(温水ヒーター出口温度 (T2, T6) [℃]

−温水ヒーター入口温度 (T1, T5) [℃]) ×4.186[kJ/kg・℃]÷1000

(4) ろ過製造熱量

ろ過製造熱量[MJ]=ろ過温水流量 (F2, F4) [L]×(温水ヒーター出口温度 (T4, T8) [℃]

−温水ヒーター入口温度 (T3, T7) [℃]) ×4.186[kJ/kg・℃]÷1000

(5) 放熱熱量

放熱熱量[MJ]=返湯流量 (F6) [L]×(給湯温度 (T10) [℃]−返湯温度 (T11) [℃]) ×4.186[kJ/kg・℃]÷1000

(6) 給湯熱量

給湯熱量[MJ]=給湯製造熱量[MJ] − 放熱熱量[MJ]

※超音波流量計では給水量の測定が困難であったため，給湯製造熱量と放熱熱量の差を給湯熱量とした。

(7) ボイラ効率

ボイラ効率[−]=製造熱量[MJ]÷燃焼熱量[MJ]

(8) 熱源効率

熱源効率[−]=製造熱量[MJ]÷{ 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]

+給湯一次ポンプ電流 (A3) [A]+ろ過温水ポンプ電流 (A4) [A]) ×0.2[kV]×(力率) ×√3×9.97MJ/kWh }

(9) 給湯設備効率

給湯設備効率[−]=製造熱量[MJ]÷{ 燃焼熱量[MJ]+ (温水ヒーター電流 (A1, A2) [A]

+給湯一次ポンプ電流 (A3) [A]+ろ過温水ポンプ電流 (A4) [A]

+給湯二次ポンプ電流 (A5) ×0.2[kV]×(力率) ×√3×9.97MJ/kWh }

※力率は機器の平均値 0.75 を使用した。

(10) 負荷率

負荷率[−]=製造熱量[MJ/h]÷定格製造熱量[MJ/h]

研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<計測概要，研修期間，機器選定根拠>

1. 計測概要

(1) 計測器

- ・流量計：超音波流量計（後付）

精度：

口径	流速	精度
φ13～	2～32m/s	1.5% of rate
φ50未満	0～2m/s	0.03m/s
φ50～	2～32m/s	1.0% of rate
φ300未満	0～2m/s	0.02m/s
φ300～	1～32m/s	1.0% of rate
φ6000	0～1m/s	0.01m/s

- ・温度計：T型熱電対（後付）※表面温度 精度：熱電対 ±0.5℃，ロガー ±0.05%
- ・電流計：クランプ式電流計（後付） 精度：本体 ±0.5%，センサー ±0.3%
- ・ガス流量計：膜式ガスメーター（既設，パルス発信式） ※中央監視データ使用

(2) データ収集時間間隔

- ・流量：1分間隔，瞬時値
- ・温度：1分間隔，瞬時値
- ・電流：1分間隔，平均値
- ・ガス流量：10分間隔 積算値（中央監視盤データ使用）

(3) データ処理

- ・1分間隔のデータを10分間平均，1時間平均，1日積算に集計（ガス流量除く）
- ・一次エネルギーでの評価を行うために，高位発熱量を使用して燃焼熱量を算出した。
- ・ガス流量計は取引メータであり，温度補正されているのでノルマル流量とした。

2. 研修期間

A研修：11/15（水）～11/17（土）※11/14に前泊者有り

B研修：11/19（月）～11/22（木）※11/18に前泊者有り

3. 機器選定根拠

設計段階の機器選定の根拠を以下に示す。

- (1) 1日給湯量=60人（研修者）×200L/d・人=12,000L/d

$$10人（訪問者）×10L/d・人=100L/d$$

計 12,100L/d

- (2) 貯湯槽容量=1日給湯量×1日給湯量に対する貯湯割合（=1/5）÷容積率（0.7）=3,500L

- (4) 温水ヒーター加熱能力

$$\text{給湯負荷} = \text{浴槽容量}（=5650\text{m}^3） \times \left(\text{給湯温度 } 45^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} \right) = 226,000\text{kcal/h}（263\text{kW}）$$

※給湯が最大となる浴槽湯張り時にて選定

$$\text{浴槽負荷} = \text{負荷算定値 } 30,000\text{kcal}（35\text{kW}）$$

$$\text{温水ヒーター加熱能力} = \text{給湯負荷} + \text{浴槽負荷} = 298\text{kW}$$

- (5) 選定機器

$$\text{貯湯槽 } 2,000\text{L} \times 2 \text{台} = 4,000\text{L}$$

$$\text{温水ヒーター } 151\text{kW} \times 2 \text{台} = 302\text{kW}$$

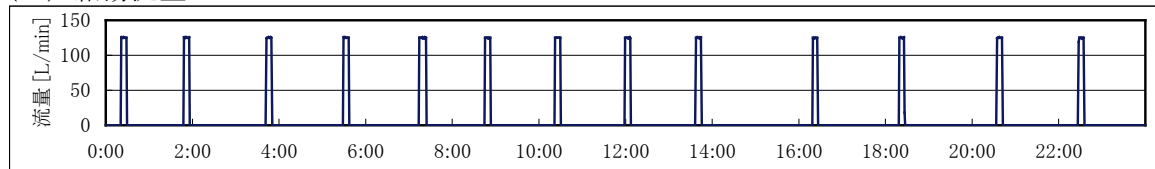
研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター（B-1）トレンドデータ>

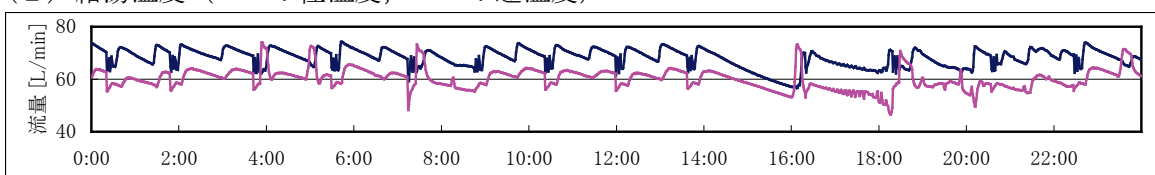
B-1（11月16日（金）） 1日分 【1分間データ】

(1) 給湯流量



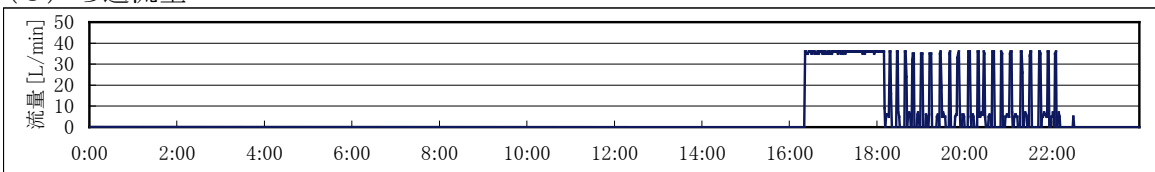
図IV.3.3.1 B-1 給湯流量

(2) 給湯温度（—：往温度，—：還温度）



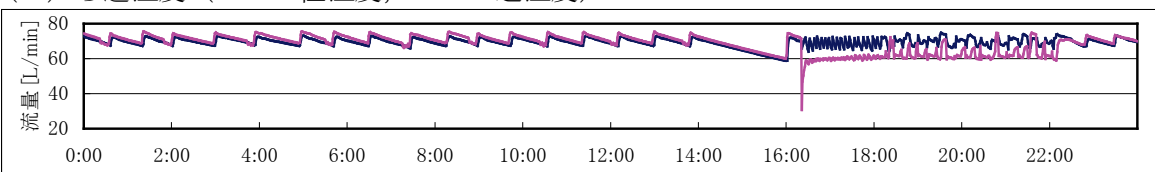
図IV.3.3.2 B-1 給湯温度

(3) ろ過流量



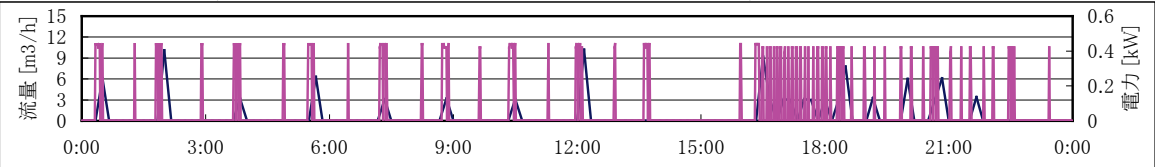
図IV.3.3.3 B-1 ろ過流量

(4) ろ過温度（—：往温度，—：還温度）



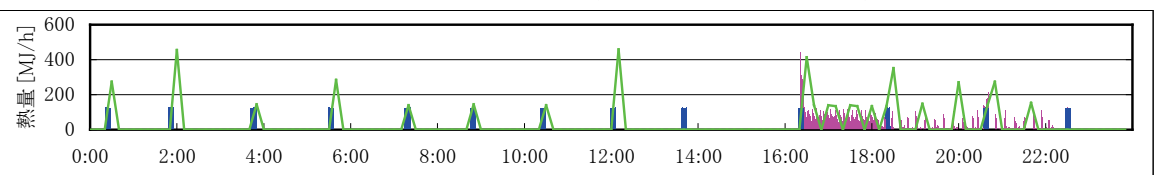
図IV.3.3.4 B-1 ろ過温度

(5) 燃料消費量，温水ヒーター消費電力（—：燃料流量，—：温水ヒーター電力）



図IV.3.3.5 B-1 燃料消費量，温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量（—：燃焼熱量，—：給湯製造熱量，—：ろ過製造熱量）



図IV.3.3.6 B-1 製造熱量および燃焼熱量

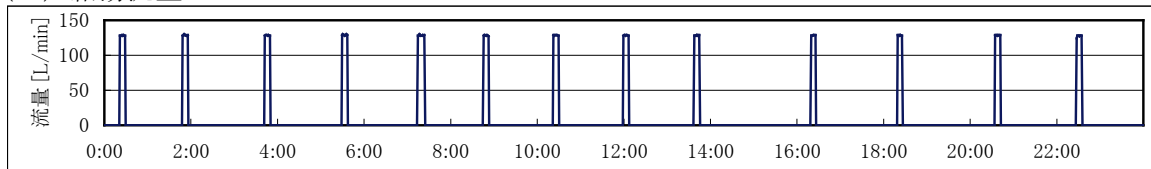
研修施設 03 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<一次側：温水ヒーター (B-2) トレンドデータ>

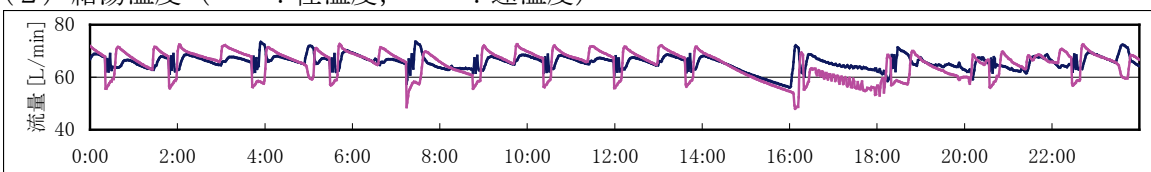
B-2 (11月16日 (金)) 1日分 【1分間データ】

(1) 給湯流量



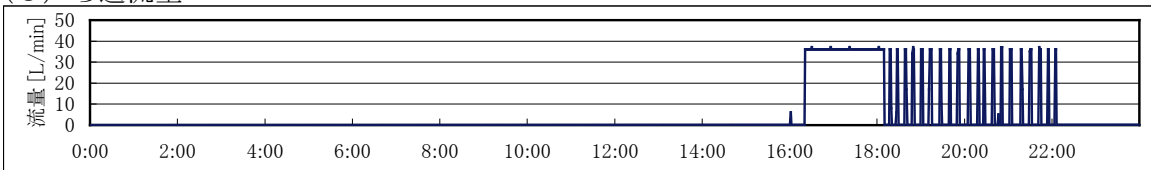
図IV.3.3.7 B-2 給湯流量

(2) 給湯温度 (—: 往温度, —: 還温度)



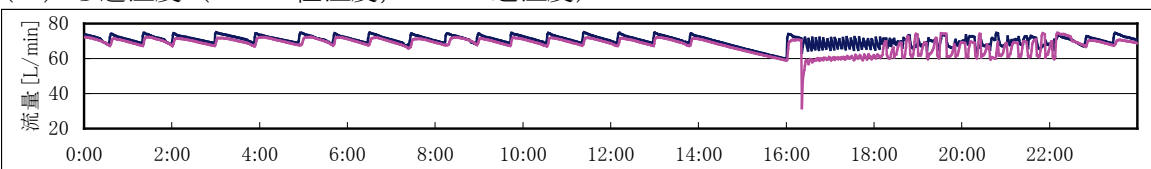
図IV.3.3.8 B-2 給湯温度

(3) ろ過流量



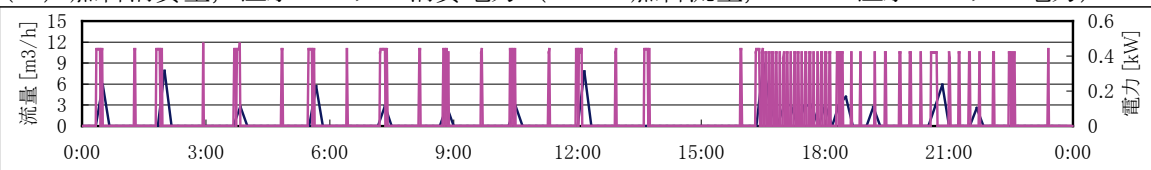
図IV.3.3.9 B-2 ろ過流量

(4) ろ過温度 (—: 往温度, —: 還温度)



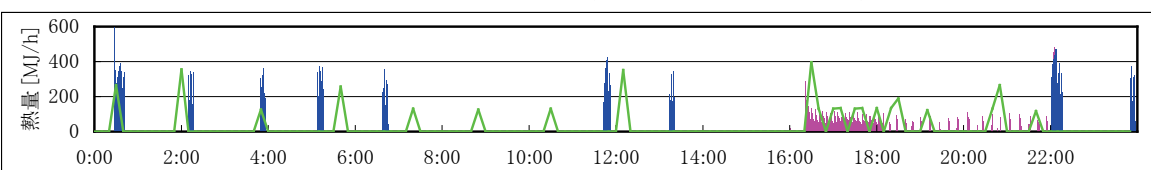
図IV.3.3.10 B-2 ろ過温度

(5) 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力 (—: 燃料流量, —: 温水ヒーター電力)



図IV.3.3.11 B-2 燃料消費量, 温水ヒーター消費電力

(6) 製造熱量および燃焼熱量 (—: 燃焼熱量, —: 給湯製造熱量, —: ろ過製造熱量)



図IV.3.3.12 B-2 製造熱量および燃焼熱量

研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

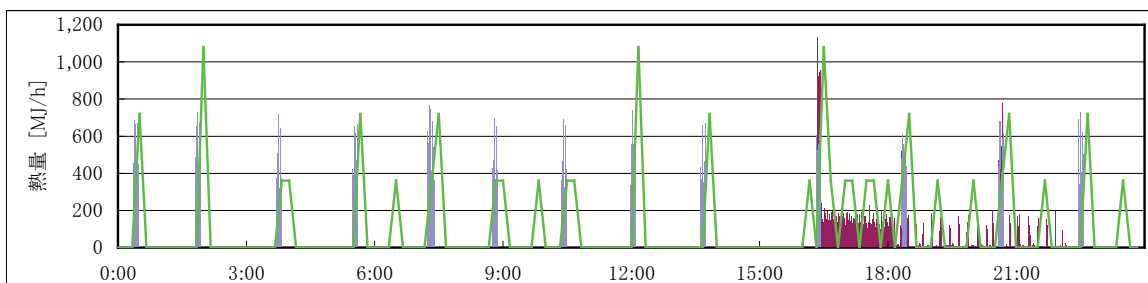
<一次側：熱量解析（B-1, B-2 合計）>

給湯製造熱量は負荷変動を平準化する貯湯槽があるために間欠的に発生している。ろ過製造熱量は 16 時半頃から運転開始され 18 時頃には浴槽湯張りが完了し以後保温運転されている。

測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率は 69.6%(高位発熱基準)であった。機器定格ボイラ効率より測定期間の合計から求めた温水ヒーターのボイラ効率が低くなるのは、負荷に対して温水ヒーターの容量が大きく、発停頻度が多いためである。特に給湯が無く必要加熱量の少ないろ過の負荷のみがある場合はその傾向が強い。

(1) 1 次側全体の燃焼熱量，給湯製造熱量，ろ過製造熱量（11/16） 【1 分間データ】

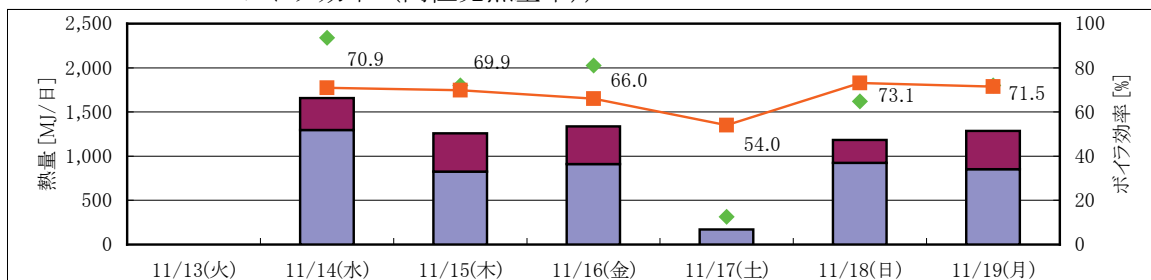
（—：燃焼熱量，—：給湯製造熱量 —：ろ過製造熱量）



図IV.3.3.13 1 次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃焼熱量（11/16）

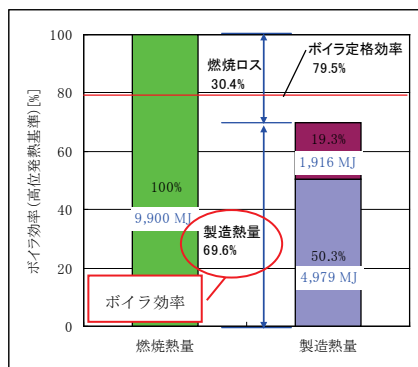
(2) 1 週間における 1 次側全体の燃焼熱量，給湯製造熱量，空調製造熱量，ボイラ効率の推移（◆：燃焼熱量，■：給湯製造熱量，■：ろ過製造熱量，

■：ボイラ効率（高位発熱基準）



図IV.3.3.14 一週間における 1 次側全体の空調製造熱量，給湯製造熱量，燃焼熱量，ボイラ効率

(3) 1 週間（11/13～11/19）のボイラ効率（高位発熱基準）



■：給湯製造熱量
■：ろ過製造熱量

燃焼ロス：温水ヒーターからの放熱と燃焼時およびプレパージ・ポストパージの排気からの放熱

図IV.3.3.15 一週間のボイラ効率

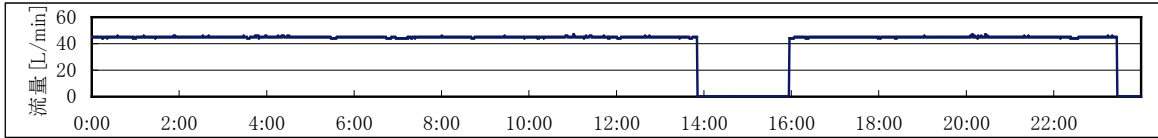
研修施設 03 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	温水ヒーター

<二次側：循環系トレンドデータ>

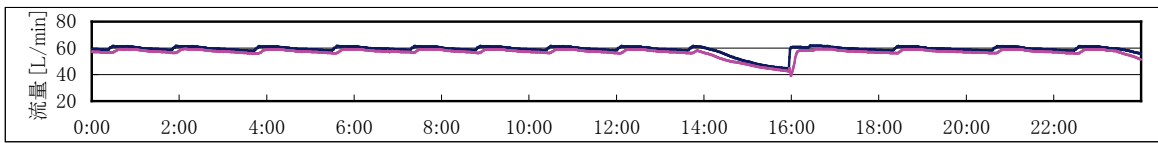
循環系 (11月16日(金)) 1日分 【1分間データ】

(1) 返湯流量



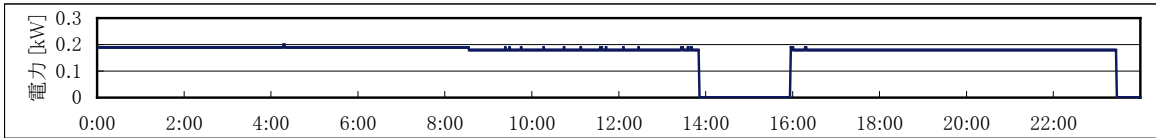
図IV. 3. 3. 16 返湯流量

(2) 温度 (— : 給湯温度, — : 返湯温度)



図IV. 3. 3. 17 給湯温度および返湯温度

(3) 給湯二次ポンプ消費電力



図IV. 3. 3. 18 給湯二次ポンプ消費電力

研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

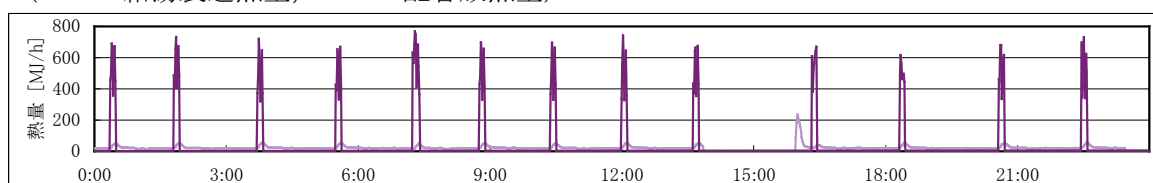
<二次側：熱量解析>

二次側の給湯製造熱量，給湯熱量，放熱熱量の関係を次に示す．給湯製造熱量は負荷変動を平準化する貯湯槽があるため間欠的に発生している．

1日目で集計してみると，研修の有無によって給湯使用状況が異なることから，給湯熱量は日によって異なる傾向がある．また返湯ポンプの運転時間が日によって異なるため，放熱熱量も異なった傾向となった．なお給湯熱量は給湯製造熱量から放熱量を引いて算出したものである．一週間の集計から製造した熱量に対して給湯で使用された熱量は63.2%であった．残り36.8%は放熱であった．

(1) 1日（11/16（金））のデータ 【1分間データ】

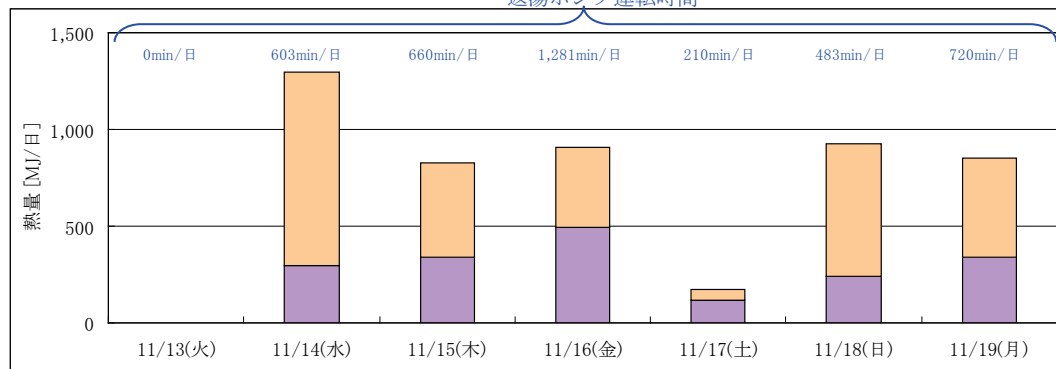
（—：給湯製造熱量， —：配管放熱量）



図IV. 3. 3. 19 1日（11/16）の給湯製造熱量および配管放熱量

(2) 1週間のデータ（ —：給湯熱量， —：放熱熱量）

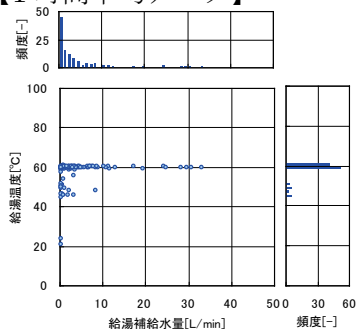
返湯ポンプ運転時間



図IV. 3. 3. 20 一週間の給湯熱量および放熱熱量

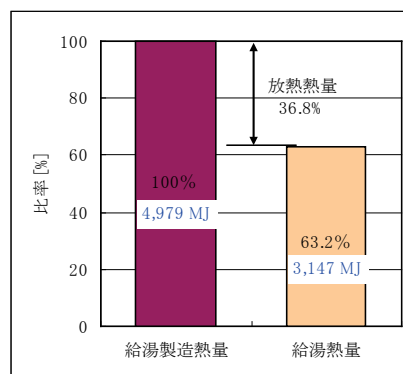
(3) 給湯補給水量と給湯温度の関係

【1時間平均データ】



図IV. 3. 3. 21 給湯補給水量と給湯温度の関係

(4) 1週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較



図IV. 3. 3. 22 一週間の給湯製造熱量と給湯熱量の比較

研修施設 03（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	温水ヒーター

<給湯設備熱効率> まとめ

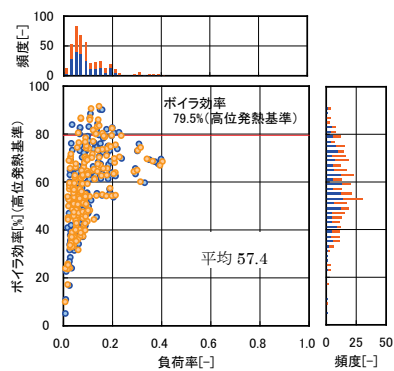
測定期間 11/2～12/10

温水ヒーターのボイラ効率は0～90%の範囲で分布している。またガス燃料温水ヒーターの負荷率は0.4以下と低い。

給湯熱量（給湯2次）とろ過熱量の合計（負荷熱量）は給湯設備全体の1次エネルギー消費量に対して49.6%であった。

(1) 負荷率とボイラ効率（一次側）

【1時間データ】



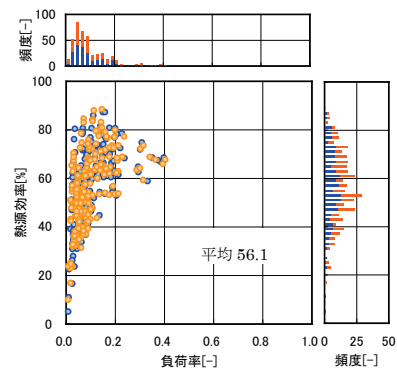
※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ● : B-1, ○ : B-2

図IV. 3. 3. 23 負荷率とボイラ効率の関係

(2) 負荷率と熱源効率（一次側）

【1分間データ】



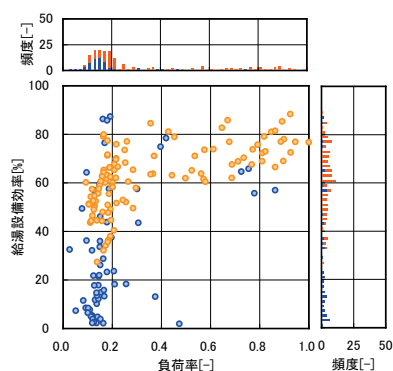
※負荷率はボイラ定格値を1とした。

※ ● : B-1, ○ : B-2

図IV. 3. 3. 24 負荷率と熱源効率の関係

(3) 負荷率と給湯設備効率

【1分間データ】



※負荷率の分母は空調，給湯の最大値で算出した。

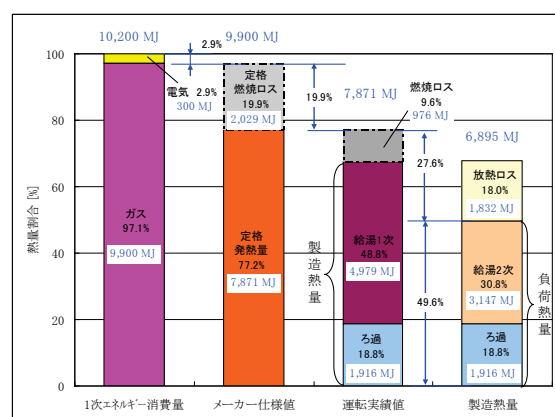
（ろ過熱量：178MJ/h，給湯熱量：442MJ/h）

※ ● : ろ過, ○ : 給湯2次

図IV. 3. 3. 25 負荷率と給湯設備効率の関係

(4) 週間積み上げの消費量比較

11/13～11/19の期間データ



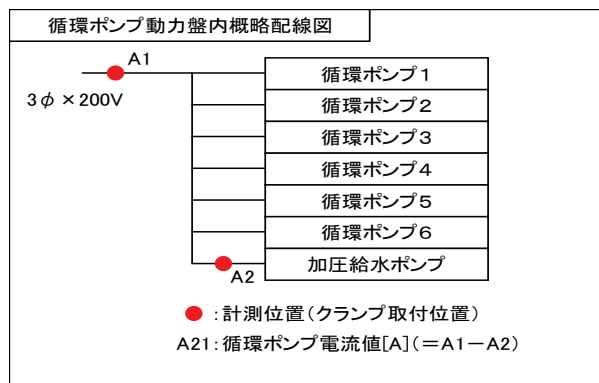
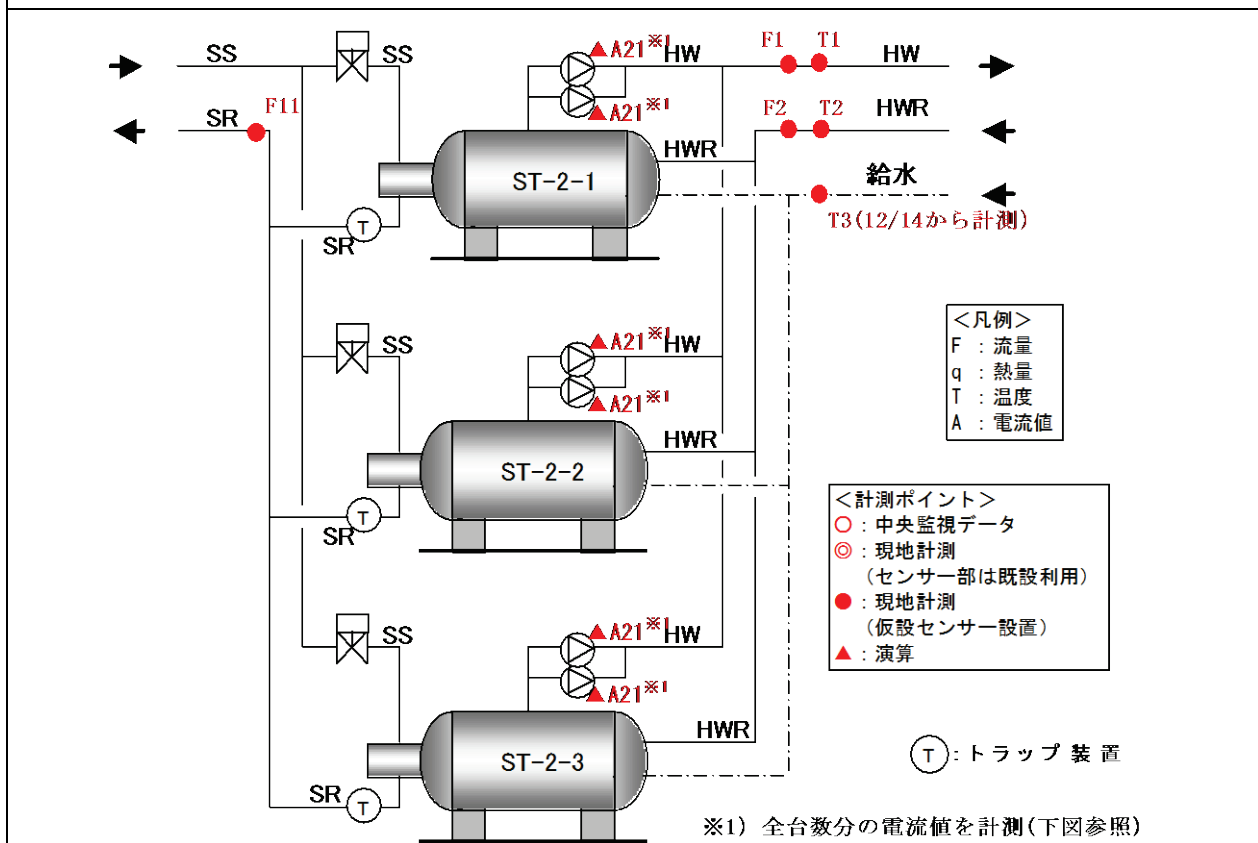
図IV. 3. 3. 26 一週間積み上げの消費量比較

3.4 ホテル02（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス13A）	蒸気ボイラ

建物名	ホテル02	地区	関東	竣工	1989年	改修	—	規模	56,917m ²
分類	熱源	方式	中央式（2管式）	専用/兼用	兼用				
機器	貯湯槽	型式	密閉式	方式	非成層				
端末器具	標準	種類	混合栓/シャワーヘッド	温調方式	シングルバー	手動/自動	手動/自動		
分析期間	平成24年12月1日～平成25年1月9日			製造年月	1988年				
制御内容	槽内温度による蒸気2方弁制御			機器仕様	貯湯槽（ST-2-1, ST-2-2, ST-2-3, 3台） 容量20,000L（有効） 加熱能力：1,407kW（5℃→60℃） 循環ポンプ（P-20, 6台）、ラインポンプ 50φ×200L/min×15mAq×1.5kW				

システムフロー



ホテル 02（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	蒸気ボイラ

コメント

(1) 計測値・演算値

F1：給湯量[m3]	T1：給湯温度[°C]
F2：給湯循環量[m3]	T2：返湯温度[°C]
F11：蒸気還水流量[m3]	T3：給水温度[°C]（12/14 から計測）
A1：循環ポンプ動力盤電流値[A]	
A2：加圧給水ポンプ電流値[A]	
A21：循環ポンプ電流値[A]（=A1-A2）	

(2) 計測方法

流量：超音波流量計による計測
 温度：サーミスタによる管表面計測
 （精度：±0.5°C（0～35°C未満），センサーを管表面に設置後，保温材を巻き付けて計測）
 電流値：クランプセンサによる計測

(3) データの収集時間間隔

現地計測データ（流量，電流値除く）：1 分間隔，瞬時値
 “ （流量）：1 分間積算値
 “ （電流値）：10 秒間瞬時値

(4) データ処理

- ・ 温 度：1 分間隔瞬時値→10 分平均値
- ・ 流 量：1 分間積算値→10 分間積算値
- ・ 電流値：10 秒瞬時値→10 分平均値
- ・ 熱 量：1 分間演算値→10 分間積算値

(5) 解析利用データのフィルタリング項目

- ・ データ欠損部除外：循環 P 電力 12/6_13:40～18:10，12/28_11:00～11:50
 流量 1/7_0:50～4:30

(6) 評価値

- ・ 給湯循環負荷[MJ]

$$= (\text{給湯温度}[\text{°C}] - \text{返湯温度}[\text{°C}]) \times \text{給湯循環量}[\text{m}^3] \times 4.186[\text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{°C})]$$

$$= (T1 - T2) \times F2 \times 4.186$$
- ・ 給湯負荷[MJ]

$$= \text{給湯使用量}[\text{m}^3] \times (\text{給湯温度}[\text{°C}] - \text{給水温度}[\text{°C}]) \times 4.186[\text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{°C})]$$

$$= (F1 - F2) \times (T1 - T3) \times 4.186$$
 注) 給湯使用量[m3] = 給湯量[m3] - 給湯循環量[m3] (=F1-F2)
- ・ 加熱量[MJ] = 給湯負荷[MJ] + 給湯循環負荷[MJ]
- ・ 循環ポンプ電力[W] = $\sqrt{3} \times \text{循環ポンプ電流値}[\text{A}] \times \text{電圧}[\text{V}] \times \text{力率}[-]$
 注) 電圧=200[V]，力率=0.85
 循環ポンプ電流値[A] = 循環ポンプ動力盤電流値[A] - 加圧給水ポンプ電流値[A]

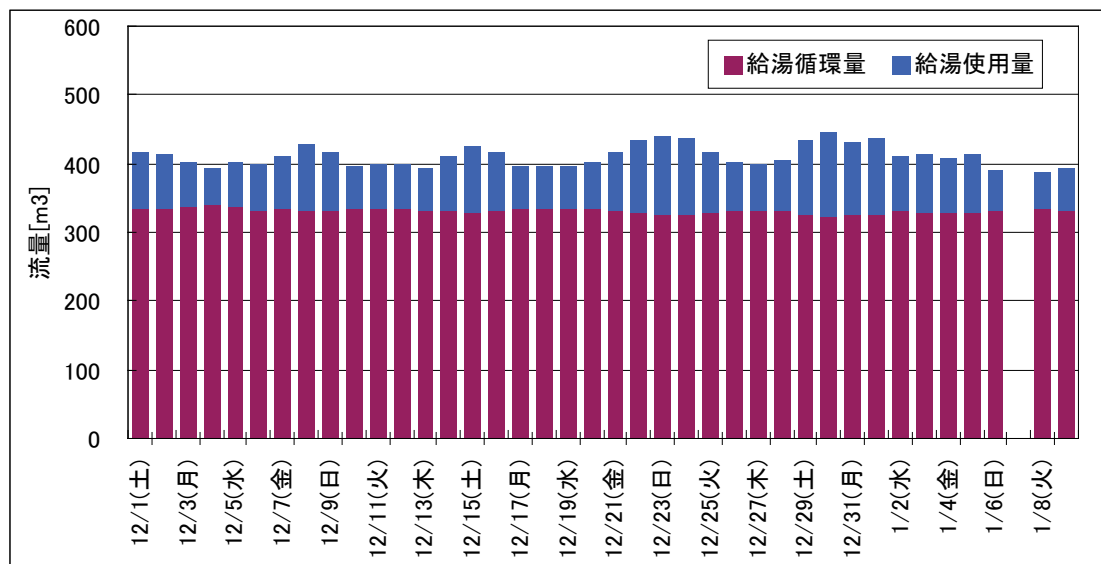
(7) その他（設備および運用に関する情報など）

- ・ 供給先：客室，スポーツジム，レストラン
- ・ 給湯管の保温厚は以下の通り（材質：GW）
 15～80A：20mm，100～150A：25mm，200A：40mm，250A以上：50mm
- ・ 給水温度の計測は12/14 から開始したため熱量評価は12/14 以降のデータで実施

ホテル 02 (中央式給湯)

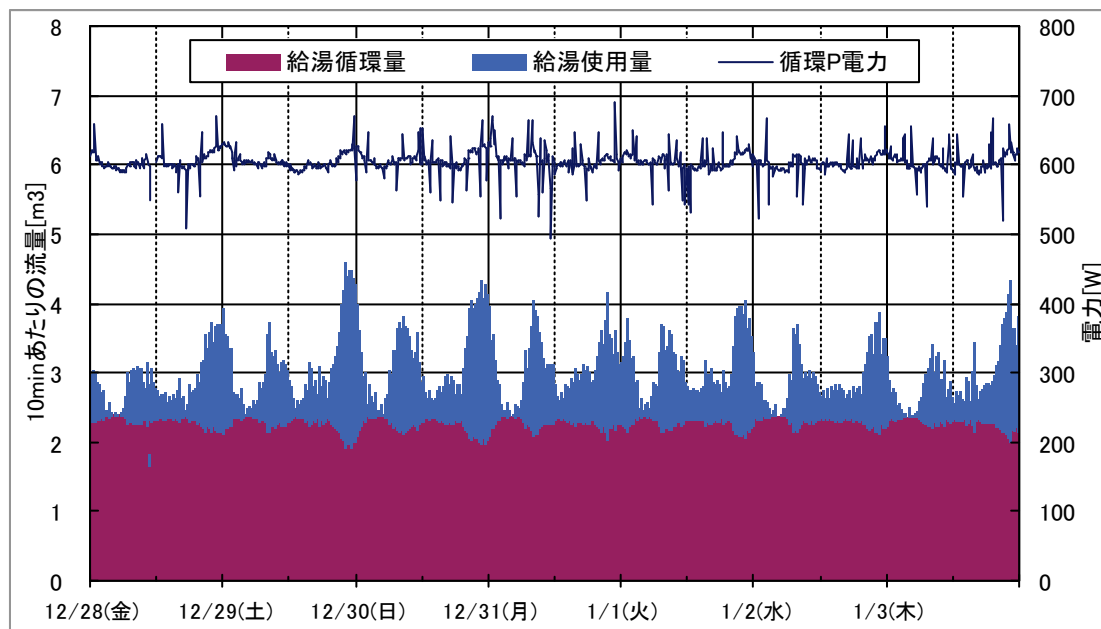
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	燃料 (都市ガス 13A)	蒸気ボイラ

2012年12月1日(土)～1月9日(水)の流量トレンドデータを示す。(1/7はデータ欠損のため除外)



図IV.3.4.1 日給湯使用量, 日給湯循環量

・給湯使用量は土・日・祝日に増となる傾向があるが, 給湯循環量はほぼ一定



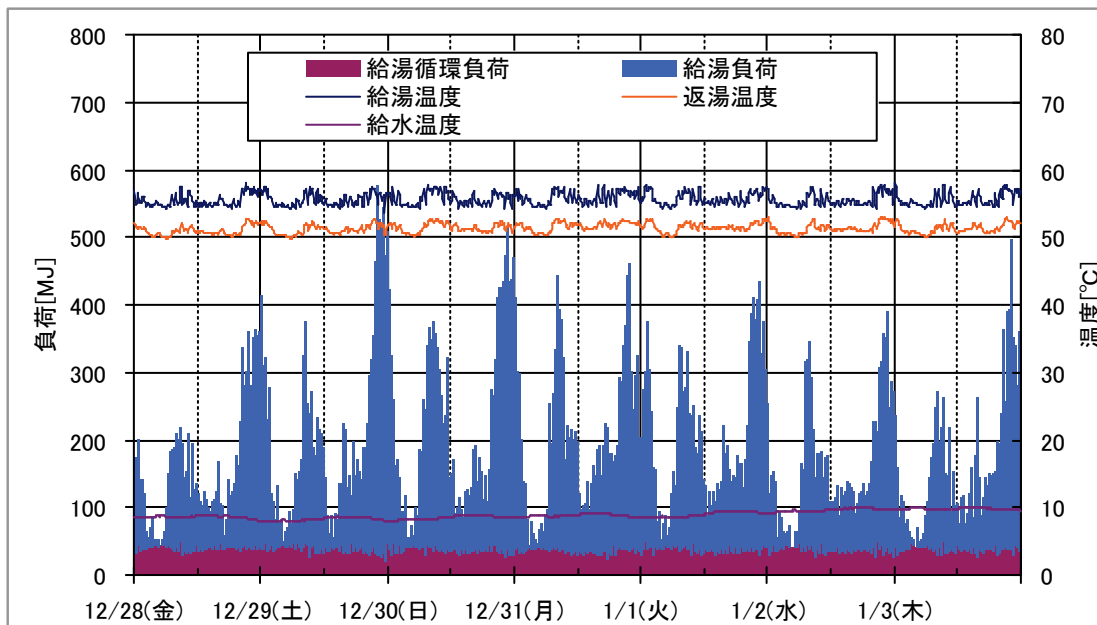
図IV.3.4.2 流量トレンド

- ・朝の8時ごろと夜21～24時ごろに給湯使用量がピークとなる
- ・給湯循環量はほぼ一定

ホテル 02（中央式給湯）

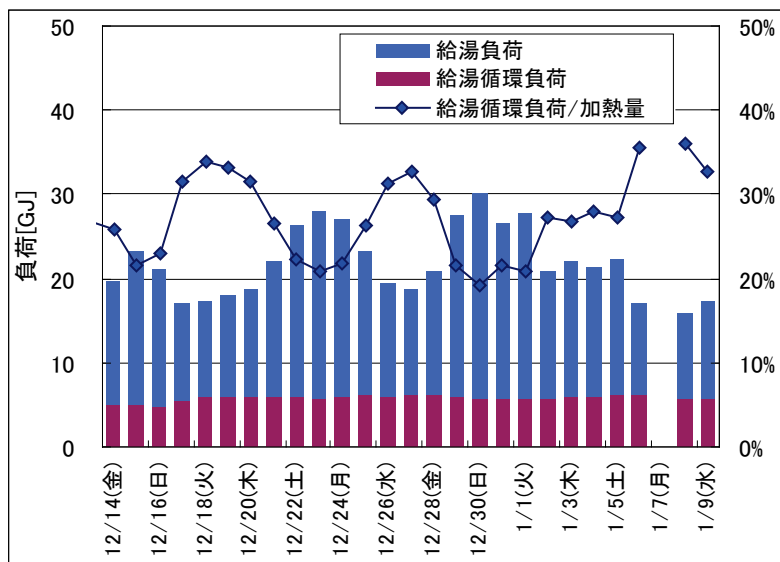
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	燃料（都市ガス 13A）	蒸気ボイラ

図IV.3.4.3に2012年12月28日（金）～1月3日（木）の熱量データを示す。

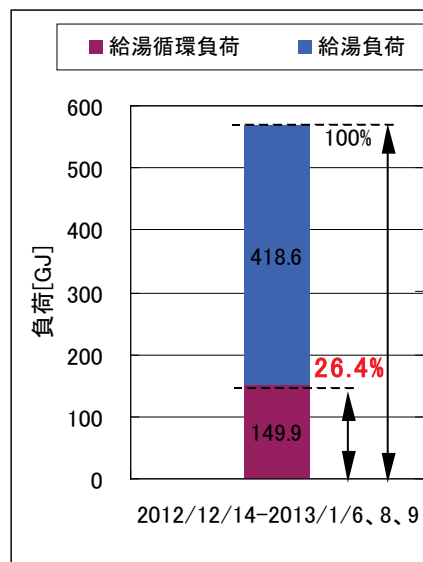


図IV.3.4.3 給湯温度、返湯温度、給湯負荷および給湯循環負荷

- ・ 給湯循環負荷はほぼ一定。
- ・ 給水の昇温に利用されるため給湯負荷のピークは給湯使用量のピークと重なる。



図IV.3.4.4 日給湯負荷と日給湯循環負荷



図IV.3.4.5 期間給湯負荷と期間給湯循環負荷

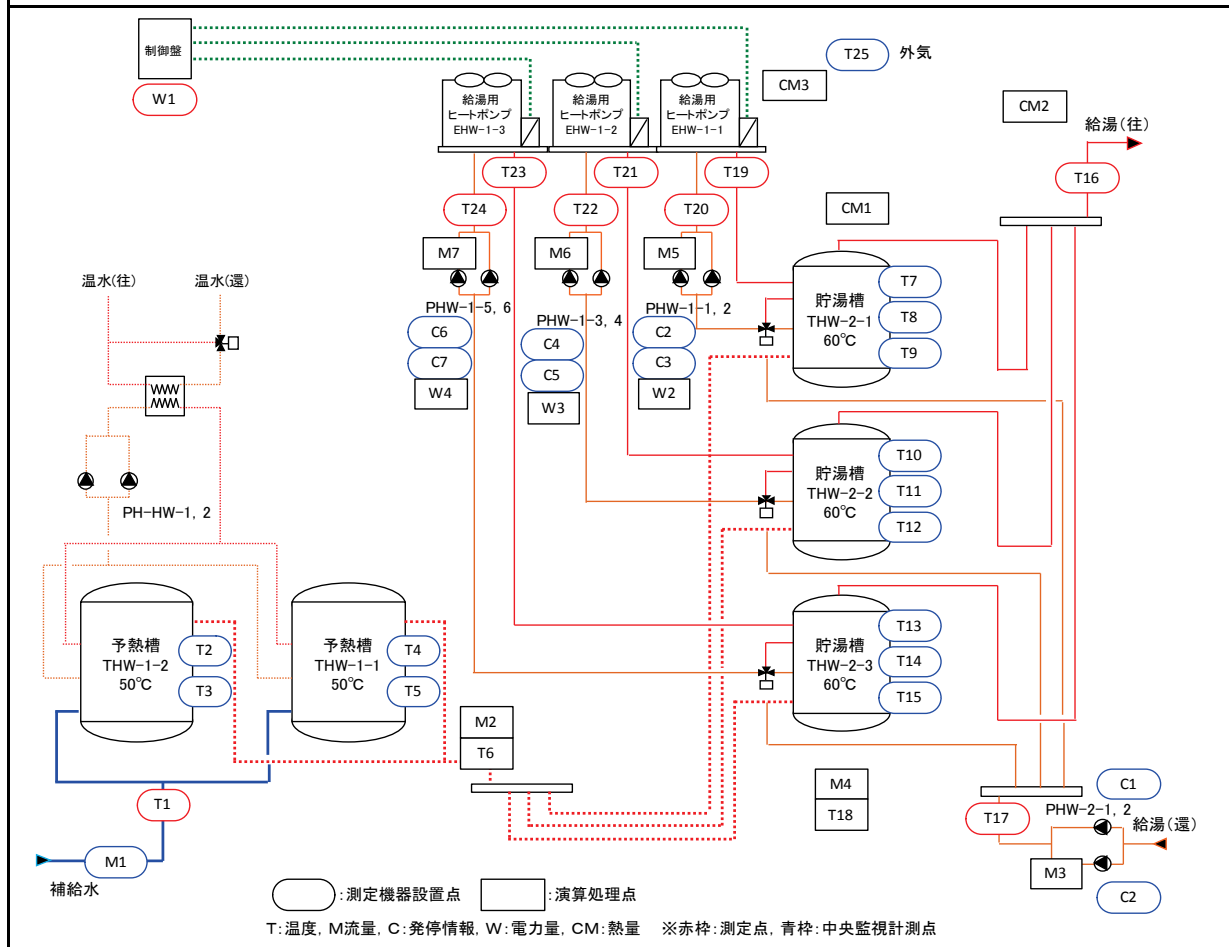
- ・ 給湯循環負荷はほぼ一定であるため、加熱量に対する割合は給湯負荷により変化する。
- ・ 2012/12/14 から 2013/1/9 における期間の割合は 26.4%であった。
(1/7 はデータ欠損のため評価から除外)

3.5 病院 08 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ

建物名	病院 08	地区	千葉	竣工	2008 年	改修	—	規模	14,158m ²
分類	熱源		方式	中央式(2管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	電力
機器	給湯用空冷ヒートポンプ		型式	屋外空気熱源型					
	貯湯タンク		型式	縦型貯湯槽		方式	成層		
端末器具	—		種類	—		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	2012 年 12 月 1 日～2012 年 12 月 25 日			製造年月	2007 年 7 月				
制御内容	制御対象：EHW-1, THW-1, THW-2, PHW-1, PHW-2 動作：ヒートポンプ ON-OFF 制御内容： ・地中熱 HP 温水による補給水予熱 (50℃) (分析対象外) ・EHW-1, PHW-1 連動運転 ・EHW-1 目標出湯温度 60℃ ・EHW-1 運転設定時間 0:00～8:00, 9:00～20:00 ・EHW-1 入水温度制御 (55℃), THW-2 出口側 3 方弁の比例制御 ・THW-2 廻り 槽内温度による PHW-1 の発停 中間温度 50℃で ON, 下部温度 60℃で OFF			機器仕様	EHW-1：給湯用空冷ヒートポンプ 加熱能力 52.6kW, 消費電力 20kW 3 基 エネルギー消費効率 2.64kW/kW 冷媒 HFC (R407C) 6.2kg×2 THW-1：予熱用貯湯タンク 有効 6,000L, 2 基, 1 階機械室 THW-2：貯湯タンク 有効 5,000L, 3 基, 屋上機器置場 PHW-1：給湯 1 次ポンプ 設計値 200L/min (仕様 70-250L/min), 0.75kW, 6 台 (3 組) PHW-2：給湯 2 次ポンプ (返湯用) 設計値 50L/min (仕様 20-70L/min), 0.25kW, 2 台 (1 組) 計測対象ポンプ：全て自動交互運転				

システムフロー



病院 08 (中央式給湯)

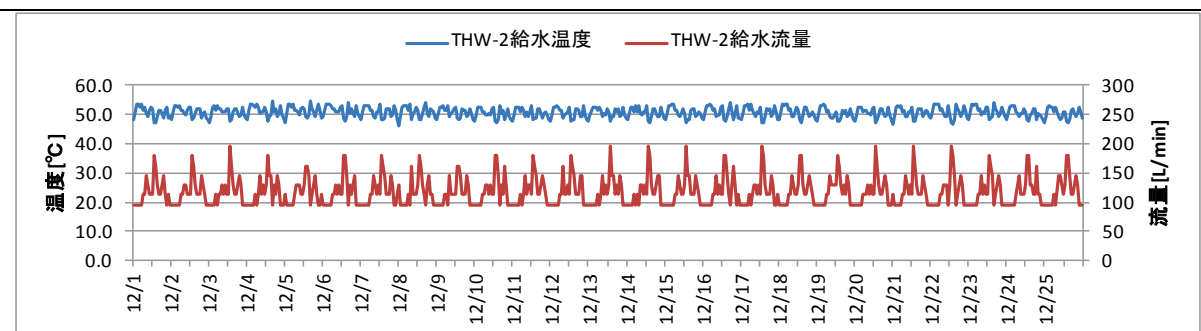
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ

<p>1. 測定項目</p> <p>(1) THW-1 補給水温度 T1 (2) THW-1 槽内中間温度 T2, T4 (3) THW-1 槽内下部温度 T3, T5 (4) THW-1 給湯温度 T6 (5) THW-2 槽内上部温度 T7, T10, T13 (6) THW-2 槽内中間温度 T8, T11, T14 (7) THW-2 槽内下部温度 T9, T12, T15 (8) 給湯温度 T16 (9) 返湯温度 T17 (10) THW-2 給水温度 T18 (11) EHW-1 出湯温度 T19, 21, 23 (12) EHW-1 入水温度 T20, 22, 24 (13) 外気温度 T25 (14) THW-1 補給水量 (THW-1 給湯量) M1 (15) THW-1 補給水量 M2 (16) 返湯流量 M3 (17) THW-2 給水量 M4 (18) EHW-1 循環流量 M5, 6, 7 (19) PHW-2 発停情報 C1, 2 (20) PHW-1 発停情報 C3, 4, 5, 6, 7, 8 (21) EHW-1 系統消費電力量 kW1 (22) PHW-1 消費電力量 kW2, kW3, kW4</p> <p>3. 評価項目計算式</p> <p>(1) THW-2 給水温度 T18 $\text{THW-2 給水温度 T18}[\text{°C}] = (\text{T6}[\text{°C}] + \text{M3}[\text{L}] \times (\text{T17}[\text{°C}] - \text{T6}[\text{°C}]) \div (\text{M2}[\text{L}] + \text{M3}[\text{L}]))$ ※THW-1 給湯温度 T6[°C] = (T2[°C] + T4[°C]) ÷ 2 THW-2 給水温度 T18 は貯湯槽入口直前で余熱補給水 (T6) と給湯 (還) (T17) が合流しているため、上記式に演算した。</p> <p>(2) THW-2 給水量 M4 $\text{THW-2 給水量 M4}[\text{L}] = \text{M2}[\text{L}] + \text{M3}[\text{L}]$</p> <p>(3) 給湯製造熱量 CM3 $\text{給湯製造熱量 CM3}[\text{MJ}] = \text{CM4}[\text{MJ}] + \text{CM5}[\text{MJ}] + \text{CM6}[\text{MJ}]$ ※EHW-1 給湯製造熱量 CM4, 5, 6[MJ] = (T19, 21, 23[°C] - T20, 22, 24[°C]) × M5, 6, 7[L] × 4.1868[kJ/kcal/°C] ÷ 1000</p> <p>(4) 放熱量 CM2 $\text{放熱量 CM2}[\text{MJ}] = (\text{T16}[\text{°C}] - \text{T17}[\text{°C}]) \times \text{M3}[\text{L}] \times 4.1868[\text{kJ/kcal/°C}] \div 1000$</p> <p>(5) 給湯熱量 CM1 $\text{給湯熱量 CM1}[\text{MJ}] = \text{CM3}[\text{MJ}] - \text{CM2}[\text{MJ}]$</p> <p>(6) 消費電力量 kW $\text{消費電力量 kW}[\text{kWh}] = \text{EHW-1 消費電力量 W1}[\text{kWh}] + \text{ポンプ消費電力量 W2, W3, W4}[\text{kWh}]$</p> <p>(7) システム COP $\text{システム効率}[-] = \text{給湯製造熱量 CM3}[\text{kWh}] \div \text{消費電力量 kW}[\text{kWh}] \times 100$</p>	<p>2. 計測概要</p> <p>(1) 計測器 ・温度ロガー(実測) 30分間隔, 瞬時値 ・電力量計(実測) 10分間隔, 平均値 ・中央監視測定点 10分間隔, 瞬時値 ・上記以外の中央監視(THW-1 補給水量) 30分間隔瞬時積算値</p> <p>(2) データ処理 ・10分間, 30分間データを1時間平均, 1日積算に集計 (一部のデータが30分間隔であるため, 10分計測より誤差が大きい) ・ポンプ循環流量は定格流量のため, 超音波流量計による測定値をもとに, ポンプ発停情報と合わせて算出した値を使用した。 ・ポンプ電力量は, 個別に測定した電流値をもとに, ポンプ発停情報と合わせて算出した値を使用した。 ・EHW 消費電力は空調用冷凍機のファンの電力量を含むが, 測定値から除外できないため, そのままの値を使用した。 ・PHW-1 は自動交互運転のため, 電力量は1組の値として算出した。</p>
--	--

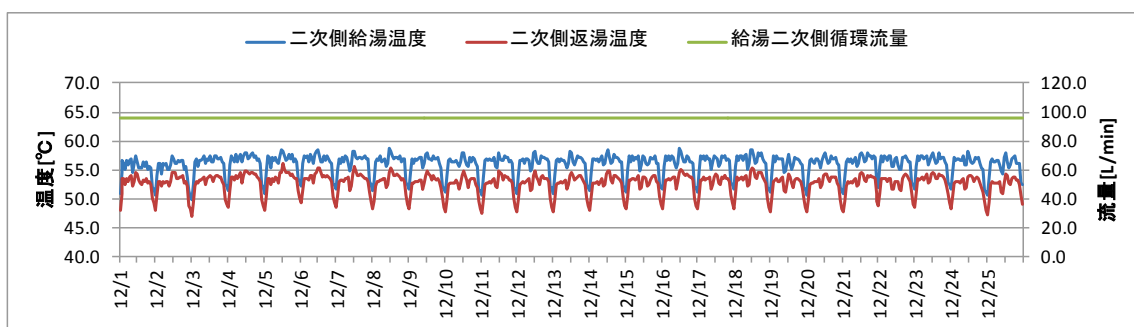
病院 08 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ

(1)測定期間中のトレンドデータ

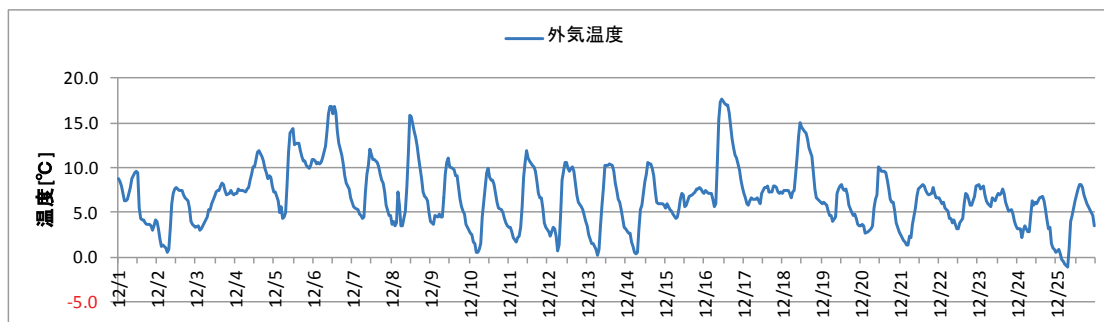


図IV.3.5.1 補給水温度と補給水量

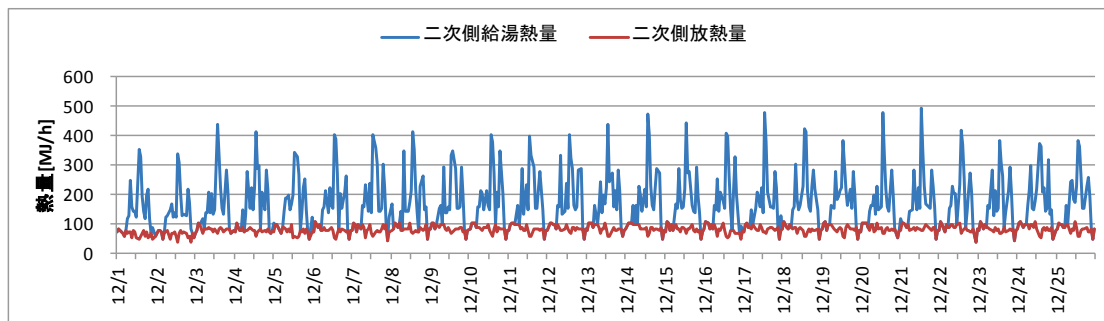


図IV.3.5.2 給湯温度、返湯温度と返湯流量

・負荷のない21:00 から2:00以外の時間帯では、二次側の給湯往還温度差は平均で約3.4℃の差となっている。



図IV.3.5.3 外気温度

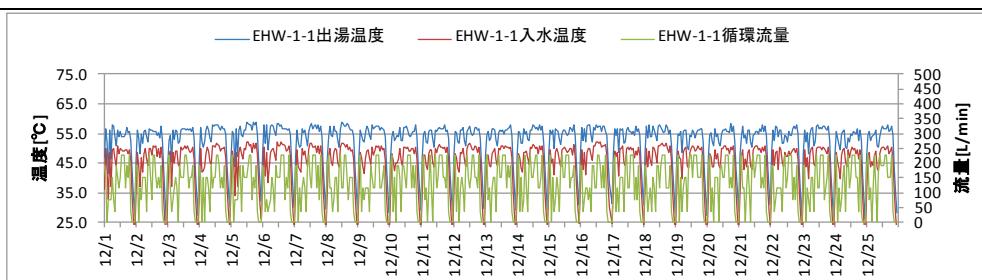


図IV.3.5.4 給湯熱量と放熱量

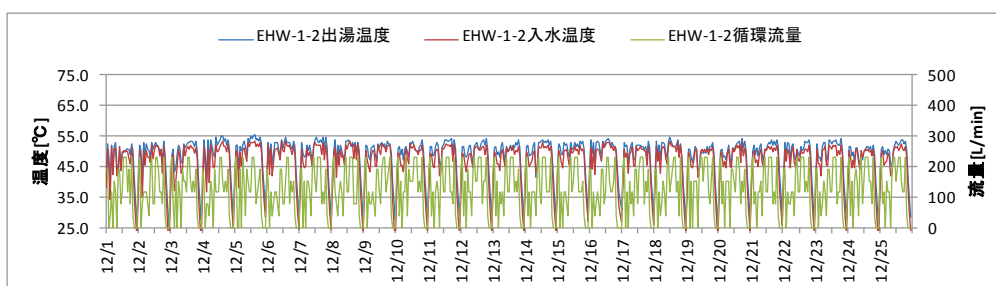
・二次側放熱量は給湯熱量に対し、計測期間を通して変動は少なく、平均81[MJ/h]であった。

病院 08 (中央式給湯)

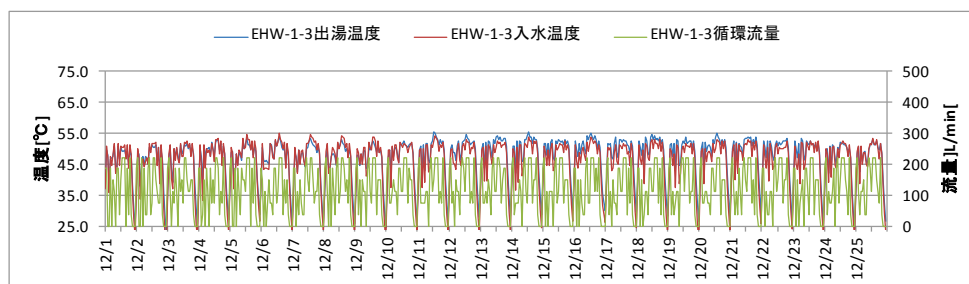
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ



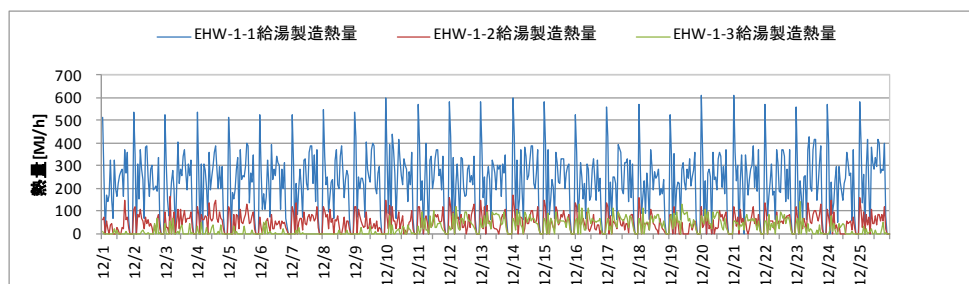
図IV.3.5.5 給湯用ヒートポンプ EHW-1-1 出湯, 入水温度と循環流量



図IV.3.5.6 給湯用ヒートポンプ EHW-1-2 出湯, 入水温度と循環流量



図IV.3.5.7 給湯用ヒートポンプ EHW-1-3 出湯, 入水温度と循環流量

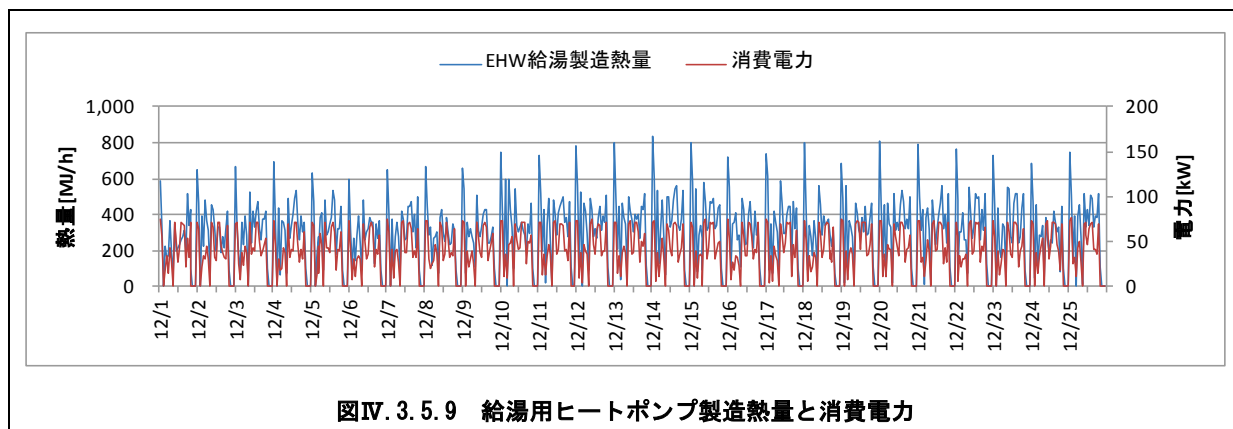


図IV.3.5.8 給湯用ヒートポンプ製造熱量

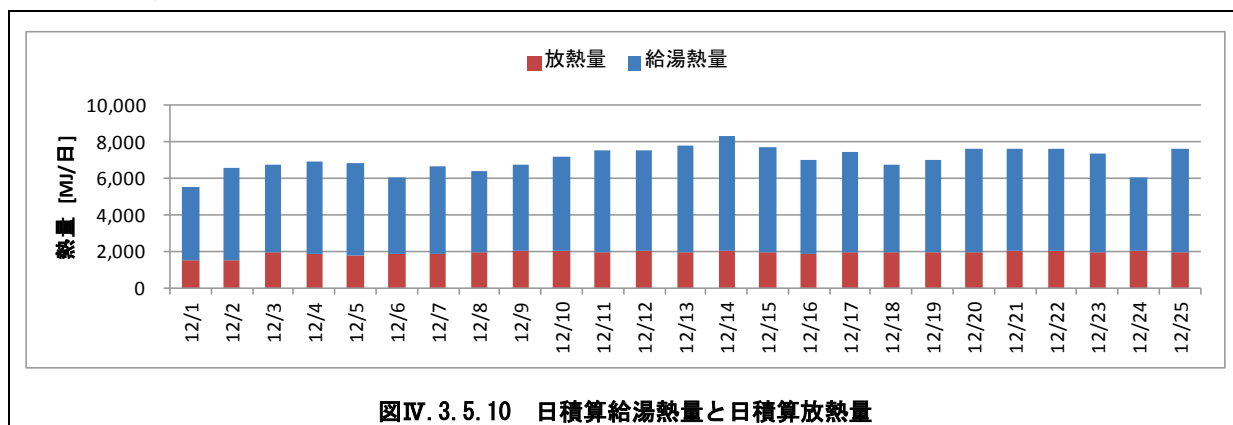
・ EHW-1-1 が出入口温度差 7.3℃に対し, EHW-1-2, -1-3 は 2.3℃, 1.4℃とほとんど温度差がついていないため, 製造熱量に大きな偏りが生じている. EHW の出入口温度差の推奨範囲は 3 から 6℃となっており, いずれも推奨範囲外の稼働状況となっている. (注: 出入口温度測定は配管表面温度により行い, また表面温度測定用の温度測定器ではなかったため, 屋外設置, 保温状況など測定状況による誤差が大きく影響している可能性がある. それぞれの測定器の機差がないことは確認している.)

病院 08 (中央式給湯)

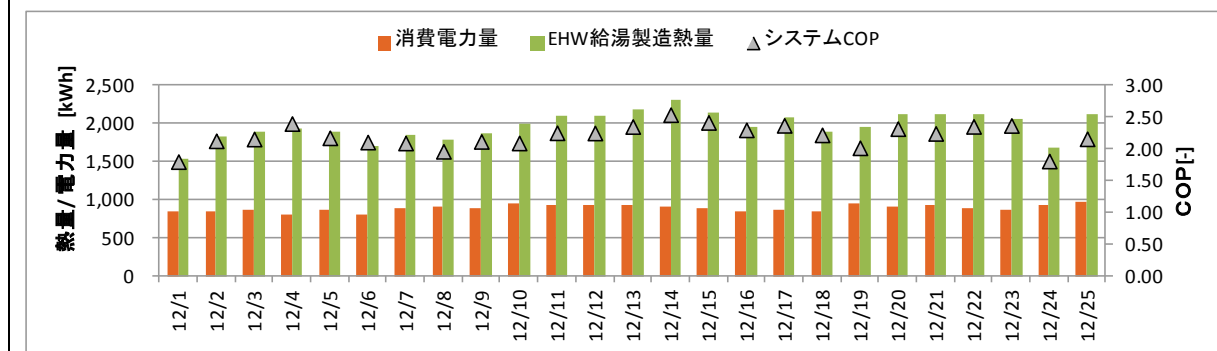
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ



(2) 熱量解析



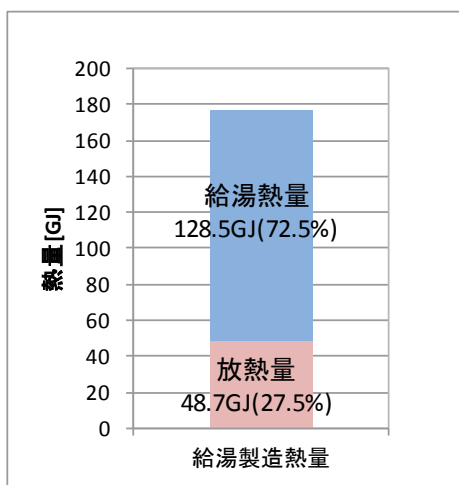
・1日あたりの二次側放熱量は給湯製造熱量の推移によらず約1,940[MJ/日]で一定である。



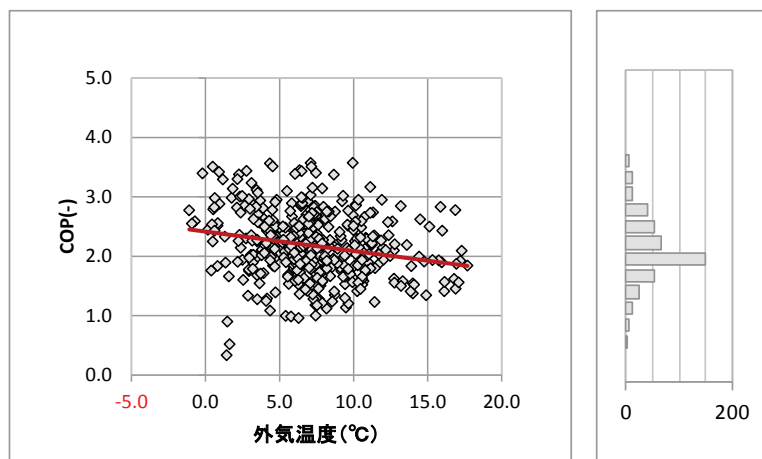
・EHW 機器単体の COP2.64 に対し, 計測期間中の1日あたりの平均システム COP は約2.20であった。

病院 08 (中央式給湯)

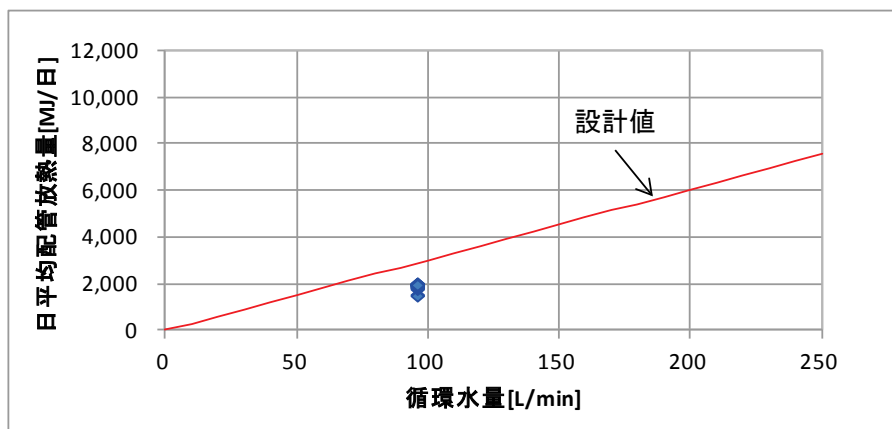
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	フロン冷媒ヒートポンプ



図IV. 3. 5. 12 12月の積み上げ消費量比較



図IV. 3. 5. 13 COPと外気温度の関係 12月(1時間プロット)



図IV. 3. 5. 14 循環水量と日平均配管放熱量の関係 (N=25)

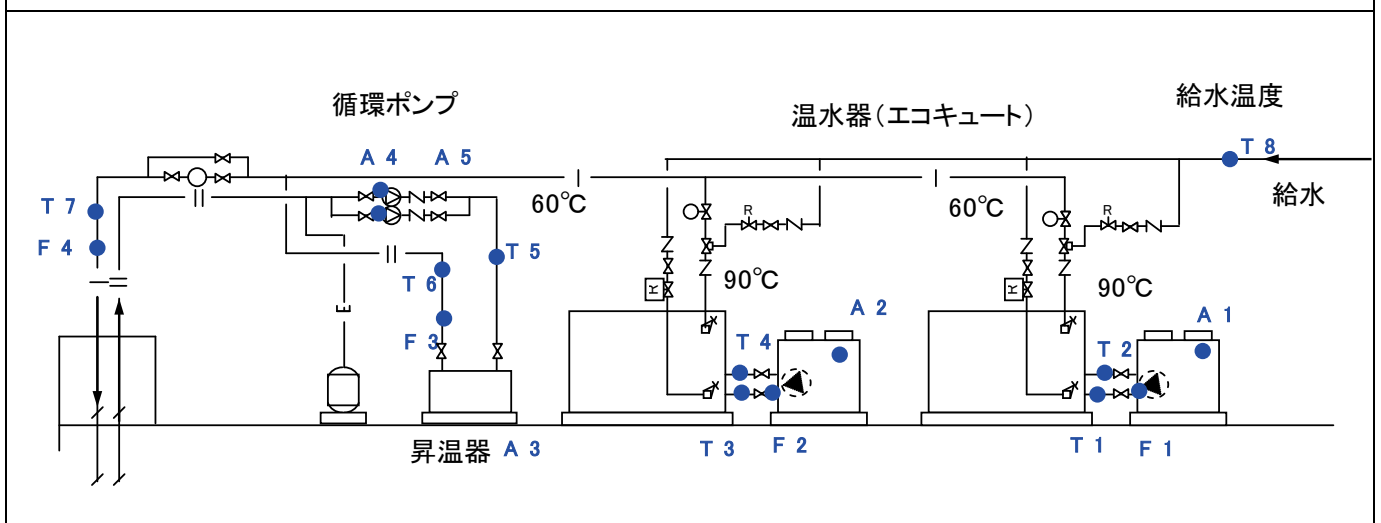
・往還温度差を5℃とした循環流量に対する放熱量(設計値)に対し、実測値は直線の下部に分布しているため、配管放熱量が少ないことが分かる。

3.6 事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

建物名	事務所 1 2	地区	東京	竣工	2006 年	新築	—	規模	3, 124m ²
分類	熱源		方式	中央式（2管式）		専用/兼用	専用	エネルギー源	電力
機器	貯湯式電気温水器		型式	C02 冷媒ヒートポンプ					
	貯湯槽		型式	密閉式		方式	成層	手動	
端末器具	標準		種類	単水栓		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	平成 24 年 12 月 10 日～平成 25 年 1 月 8 日			製造年月	2006 年				
建築概要	地下 1 階・地上 6 階・塔屋 1 階			機器仕様					
給湯機	自然冷媒（C02：R744）ヒートポンプ給湯機			<ul style="list-style-type: none"> 貯湯式電気温水器（貯湯量 3000L） 2 台 EH-1-1, -2 圧縮機：8. 4kW×3φ×200V（消費電力 7. 5kW90℃出湯） 送風機：0. 11×2 台×3φ×200V 電気昇温器 HH-1：加熱能力 5. 0kW（55℃→60℃） 3φ×200V 1 台 湯循環ポンプ PH-1（自動交互運転） 2 台 25φ×20L/min×10m（0. 25kW×3φ×200V） 					
制御概要	<ul style="list-style-type: none"> エコキュート（熱源機器）の運転 午 22:00～翌日 8:00 貯湯運転 8:00～22:00 追い炊き運転 目標出湯温度 90℃ 給湯は温水器 90℃給湯と給水とを混合して 60℃で給湯する。選り側は、5℃程度加温し、60℃で給湯側へ戻す設計となっている。 								

システムフロー



給湯システム系統図と計測点

<計測ポイント>

全て、現地計測

電力は、現地にて電流値を計測し、演算により、算出する。

<凡例>

F：流量

T：温度

A：電流値

事務所 12 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

コメント

(1) データの収集時間間隔

- ・現地計測データ：30 秒間隔，瞬時値

(2) データ処理：30 秒間隔瞬時値→1 分間平均値に処理

- ・その後，1 時間平均値としてデータを処理した。

(3) 解析データのフィルタリング項目

(4) 計測方法

流 量：超音波流量計による計測

温 度：サーミスタによる管表面計測

(精度：±0.5℃ (0~35℃未満)，センサーを管表面に設置後，保温材を巻き付けて計測)

電流値：クランプセンサによる計測

(5) その他 (設備および運用に関する情報など)

供給先：レストラン

給湯管の保温厚 20m/mGW

名 称	仕 様		台 数	備考
ヒートポンプ 温水器	型式	ヒートポンプ給湯機	2 台	
	使用冷媒	C02 (R744) 冷媒		
	出湯温度	9 0℃ (熱源機出口温度)		
	定格加熱能力	2 4 . 7 kW		
	定格消費電力	7 . 5 kW		
	成績係数	3 . 3		
	昇温方式	一過式		
	貯槽容	ステンレス槽 5 0 0 L×6 缶		

事務所 12 (中央式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

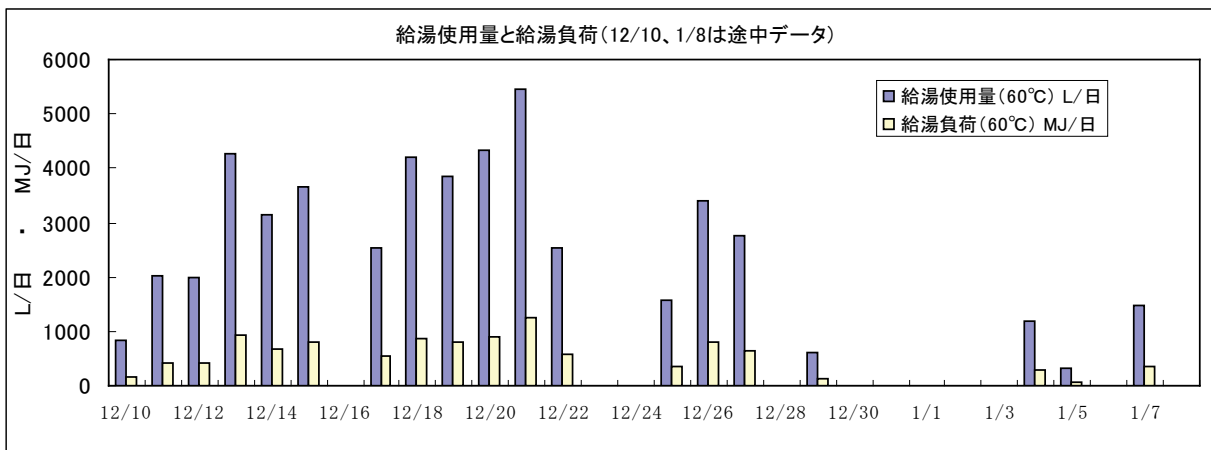
表IV.3.6.1 計測ポイントと算出式

(1) 熱源機器 エコキュート				
1) 温水器 EH-1-1	1次側加熱量	流量計 F1	加熱量 Q1	$F1 \times (T1 - T2)$
行き温度		温度計 T1		
還り温度		温度計 T2		
熱源電力	電流値を測定し算出	電流 A1	電力 WH1	$0.85 \times \sqrt{3} \times V \times A1$
			効率	加熱量Q1 ÷ 電力量WH1
2) 温水器 EH-1-2	1次側加熱量	流量計 F2	加熱量 Q2	$F2 \times (T3 - T4)$
行き温度		温度計 T3		
還り温度		温度計 T4		
熱源電力	電流測を測定し算出	電流 A2	電力 WH2	$0.85 \times \sqrt{3} \times V \times A2$
			効率	加熱量Q2 ÷ 電力量WH2
(2) 昇温器 (HH-1) 55℃→60℃				
流量 (循環P)	給湯還り流量	流量計 F3	加温熱量 Q3	$F3 \times (T6 - T5)$
入側温度	給湯還り温度	温度計 T6		
出側温度	給湯昇温器出口	温度計 T5		
昇温器電力	電流値を測定し算出	電流 A3	電力 WH3	$0.85 \times \sqrt{3} \times V \times A3$
			効率	加熱量Q3 ÷ 電力量WH3
(3) 給湯負荷				
1) 二次側給湯使用量	$F4 - F3$			
	給湯行き流量	流量計 F4		
	給湯還り流量 (循環P)	F3		
2) 二次側給湯負荷 (熱量)				$(F4 - F3) \times (給湯行き T7 - 給水 T8)$
二次側給湯使用量(60℃給湯流量)		$F4 - F3$		
給湯往温度 (60℃ 想定)		温度計 T7		
給水温度		温度計 T8		
(4) 配管放熱量		$F3 \times (T7 - T6)$	または昇温器消費電力量で評価	
循環流量 (循環P流量)		流量計 F3		
給湯行き温度 (60℃ 想定)		温度計 T7		
給湯還り温度 (55℃ 想定)		温度計 T6		
循環ポンプ (交互運転)		電流 A4 A5	電力 WH4	WH5
昇温器電力を考慮		電力 WH3		

事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

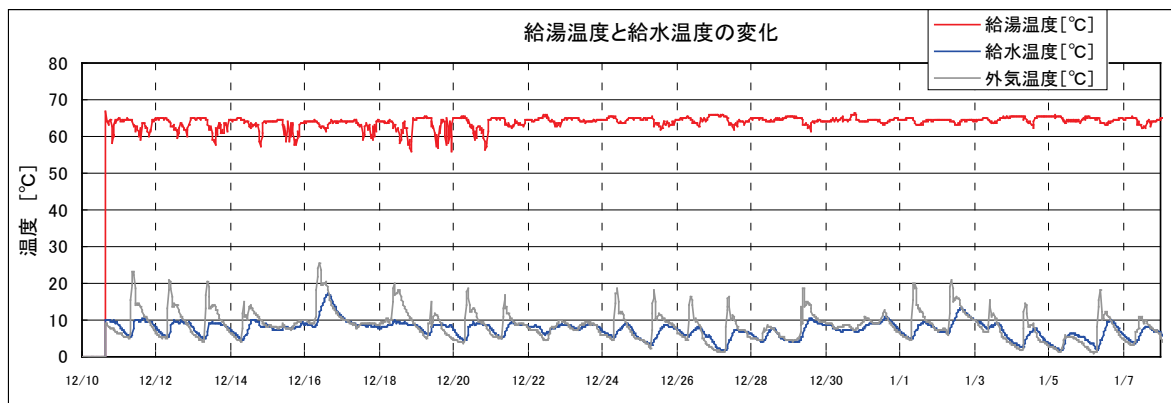
1) 2012年12月10日（金）～2013年1月7日までの期間給湯使用量と給湯負荷を示す



図IV.3.6.1 給湯負荷

二次側給湯負荷がある場合は、ほぼ 4000L/日程度の給湯使用量がある。年末・年始はほとんど給湯負荷が無い。

2) 二次側への給湯温度と給水温度の変化



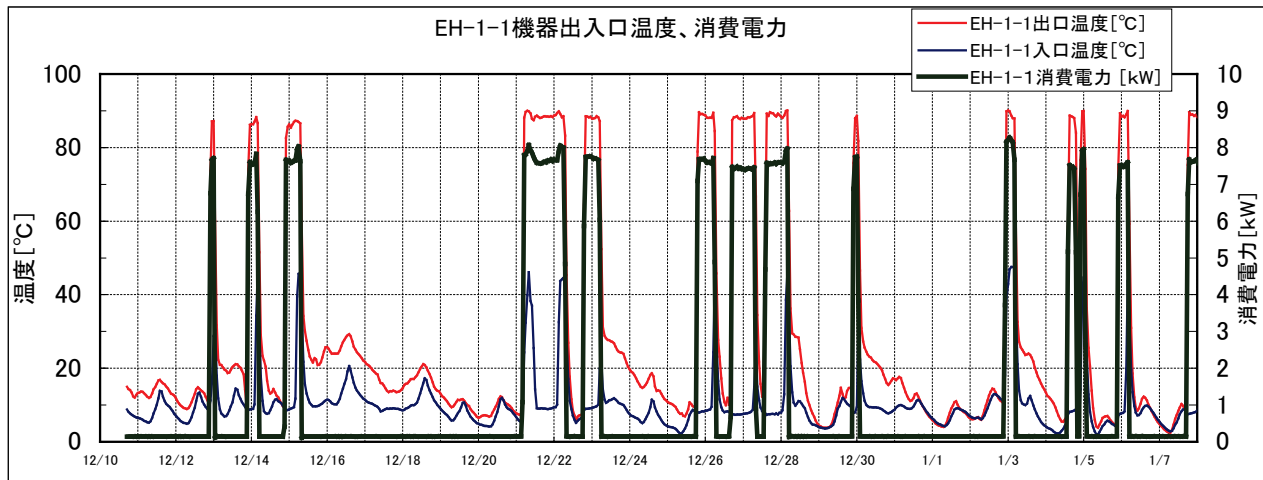
図IV.3.6.2 給湯温度と給水温度の変化

- ・二次側への給湯温度は、60°C～65°Cの範囲で変化している。
- ・二次側への給湯温度の制御は、ミキシングバルブが使われており、貯湯槽からの90°Cの給湯と給水が混合し、65°C近傍で、供給されている。
- ・温度制御性能は、ミキシングバルブ性能によるものと考えられる。
- ・外気温度は日射の影響により、8～10時に急激に上昇している。
- ・給水温度は周囲温度（外気温度）の影響を受けており、特に給水使用量が少ない時に外気温度と同様の温度変化をしている。

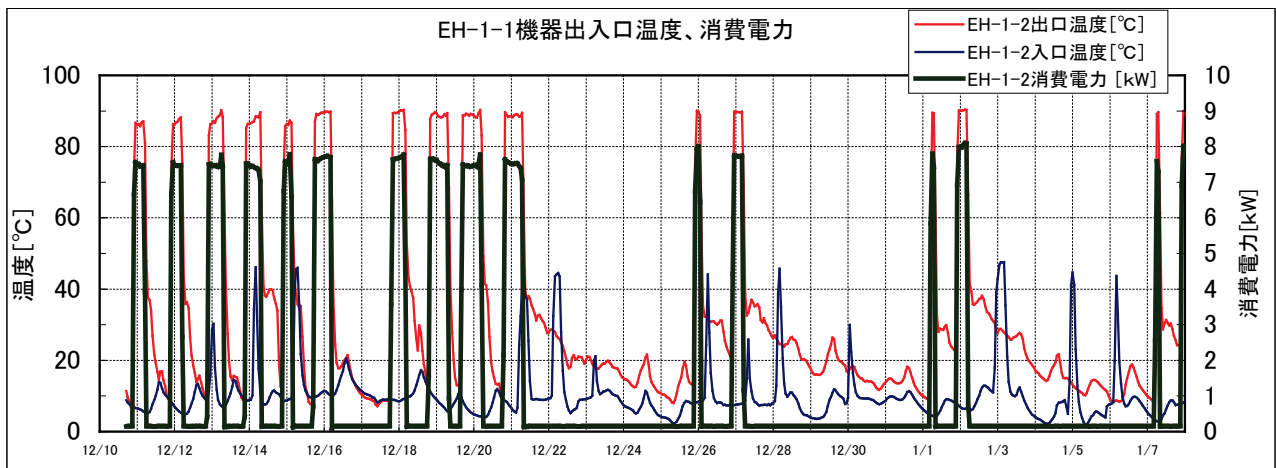
事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

3) 温水器（エコキュート）の運転状況



図IV.3.6.3 EH-1-1 の運転状況



図IV.3.6.4 EH-1-2 の運転状況

- ・計測期間中の初期は、EH-1-2 が頻繁に稼働しているが、12/20 以降はほぼ、交互運転されているように見受けられる。温水器は、深夜電力時間帯に稼働している。
- ・十数°Cの温水（給水温度に近い）が機器入口側から入り、85°C～90°Cに昇温されて貯湯槽へ戻っている。
- ・温水器は、機器入口温度が40°Cを超えると停止している（1分データでは判断できる）。
- ・機器出入口温度は温水器停止直後に40°Cから降下を開始している。出口側は20時間、入口側は8時間経過して給水温度まで下がっている。入口側は給水温度の影響を大きく受けていると考えられる。

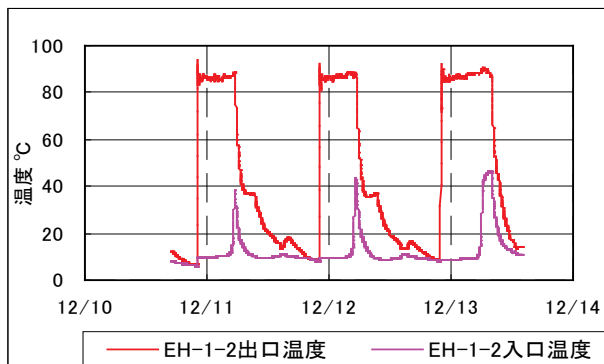
事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

温水器（エコキュート）の発停状況

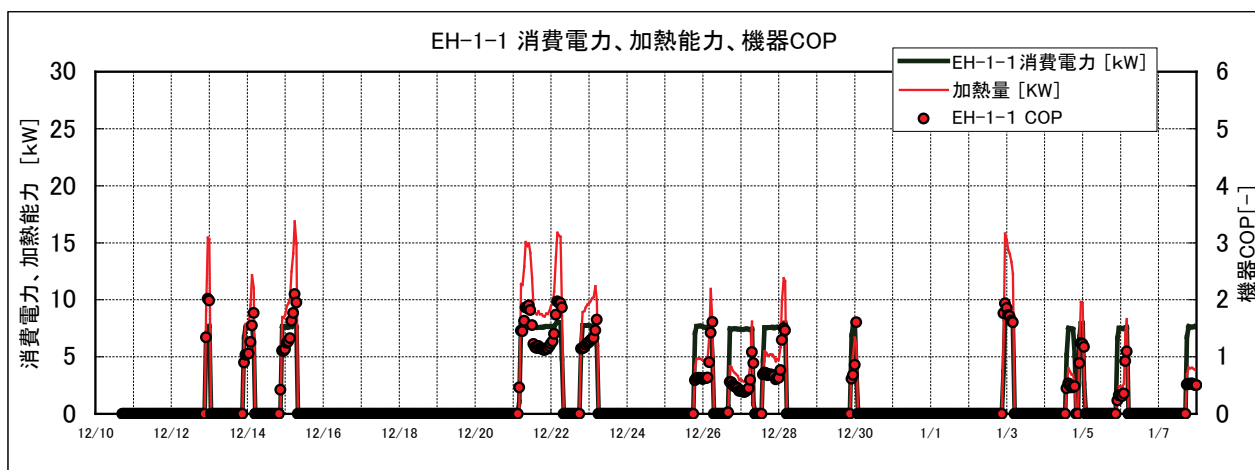
参照：1分データによる温水器の出入口での水温の変化

熱源機器への入り口温度が40℃近傍になると、温水器が停止しているのが分かる。

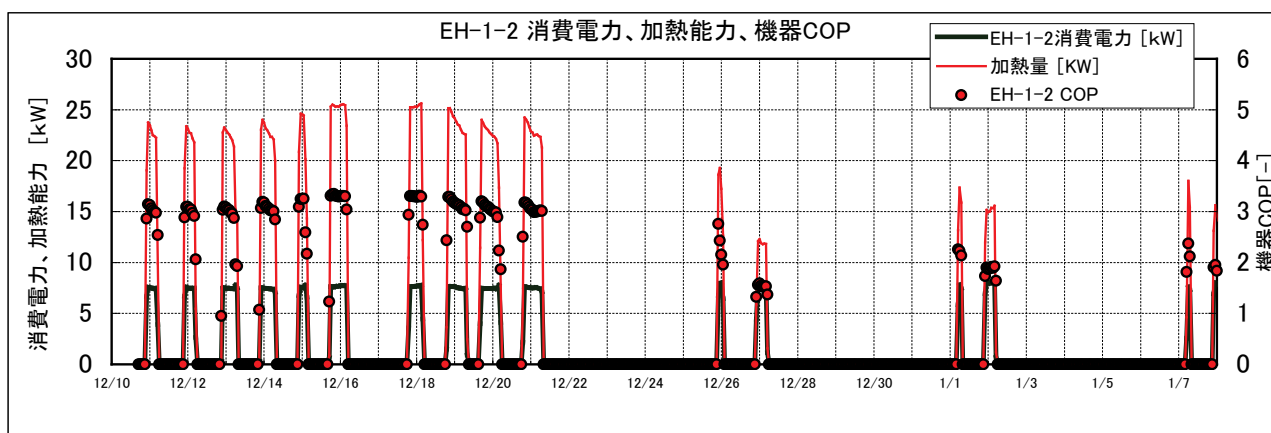


図IV.3.6.5 温水器 出入口温度の変化と機器の発停

4) 温水器（エコキュート）の機器性能評価



図IV.3.6.6 EH-1-1 成績係数



図IV.3.6.7 EH-1-2 成績係数

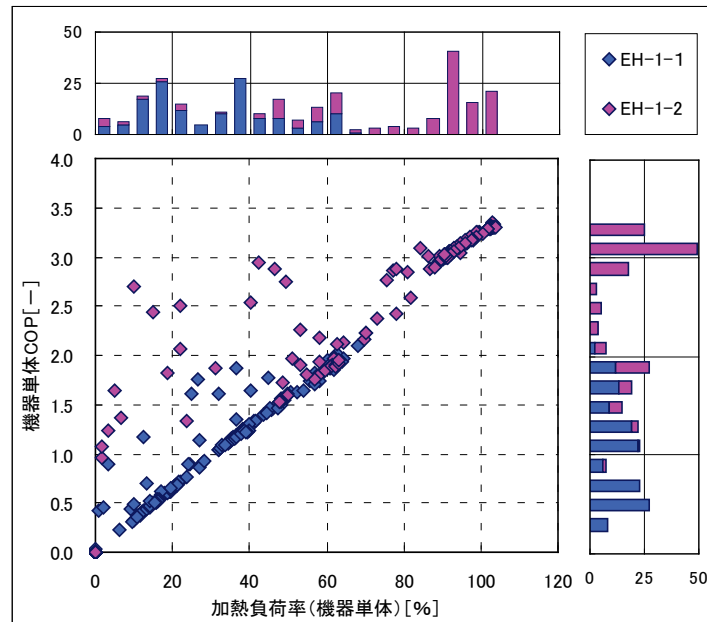
温水器 EH-1-2 の機器 COP を算出すると、ほぼ COP=3.0 を維持している。

温水器 EH-1-1 は加熱負荷が少ないため、COP=1.5 前後で運転されている。

事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ

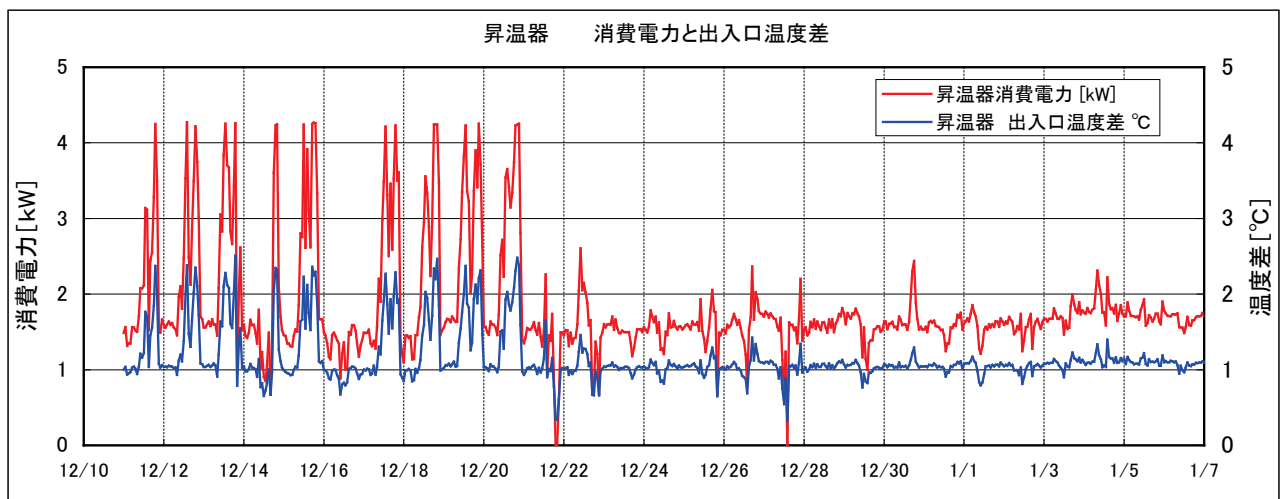
5) 温水器の加熱負荷と機器単体 COP



図IV. 3. 6. 8 加熱負荷率と機器単体 COP

機器単体の COP は、加熱負荷率に対しほぼ比例関係にあることが分かる。

6) 昇温器の稼働状況

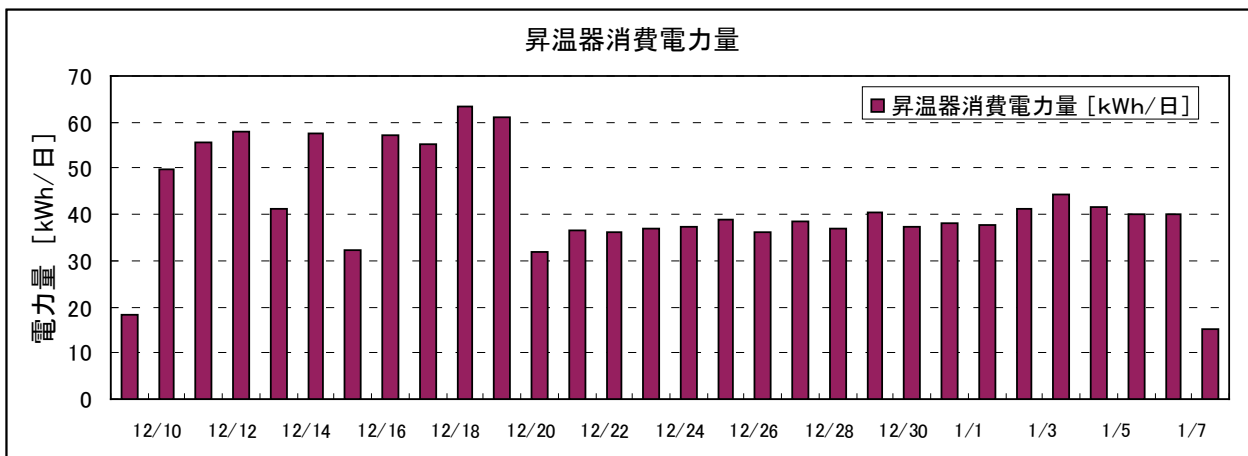


図IV. 3. 6. 9 昇温器の発停と出入口温度差の変化

昇温器の出口温度／入口温度の変化を見ると、12/21 以降、状況が変わっている。温度変化が少なく、安定している。

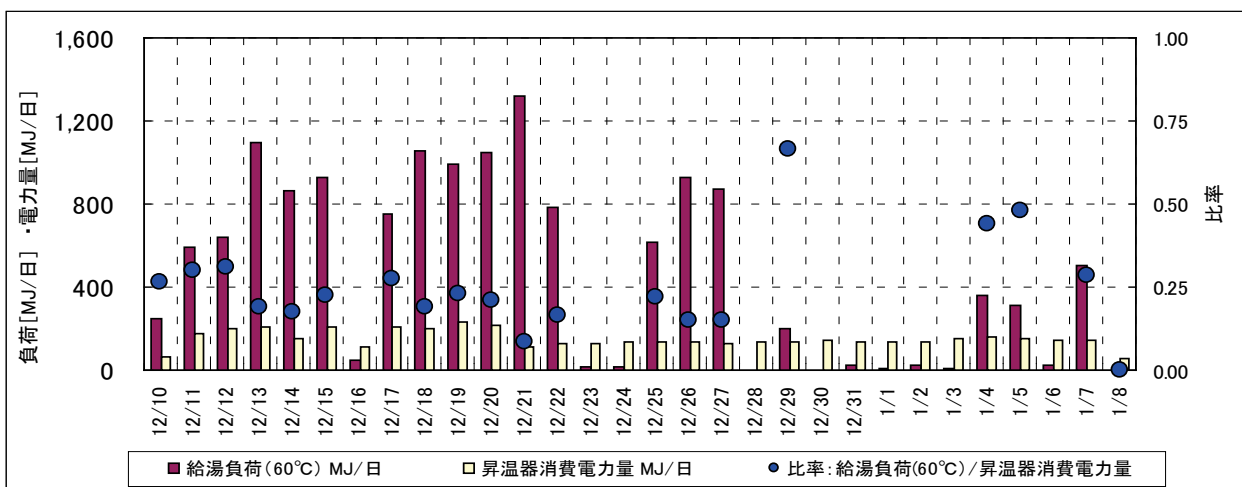
事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	C02 冷媒ヒートポンプ



図IV. 3. 6. 10 昇温器消費電力量の変化

- ・昇温器の1日単位での消費電力量を見ると、21日以降、消費電力量が減っている。

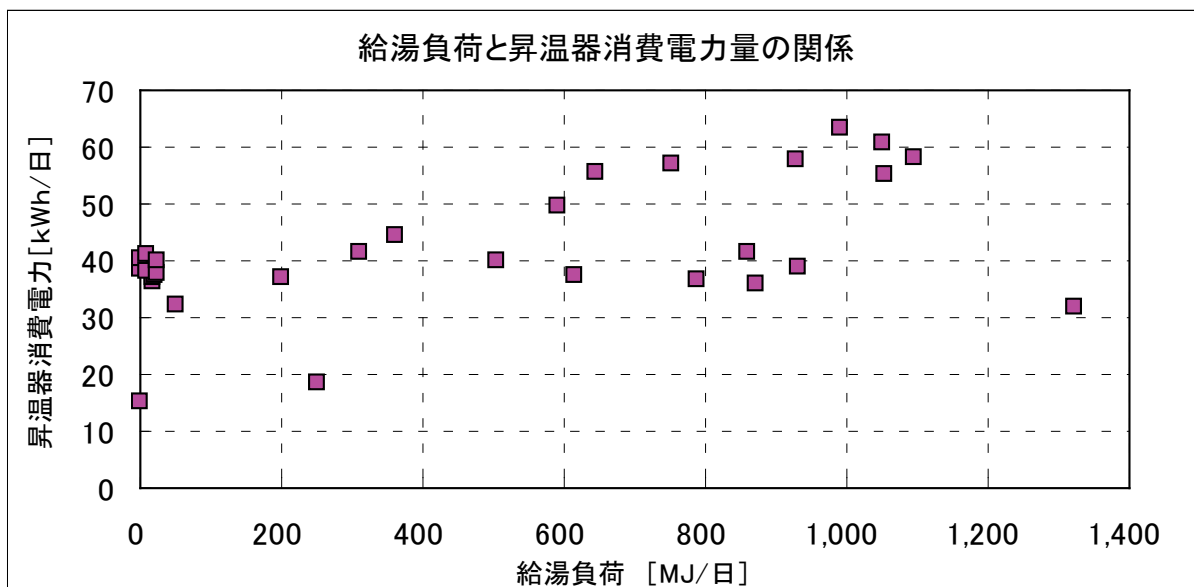


図IV. 3. 6. 11 給湯負荷（60°C）と昇温器消費電力量の比率変化

- ・給湯負荷に対する昇温器消費電力量（2次エネルギー換算；1kWh=3.6MJ）の比率を求めると、給湯負荷がある場合は、給湯負荷の25%程度の電力消費がある。

事務所 12（中央式給湯）

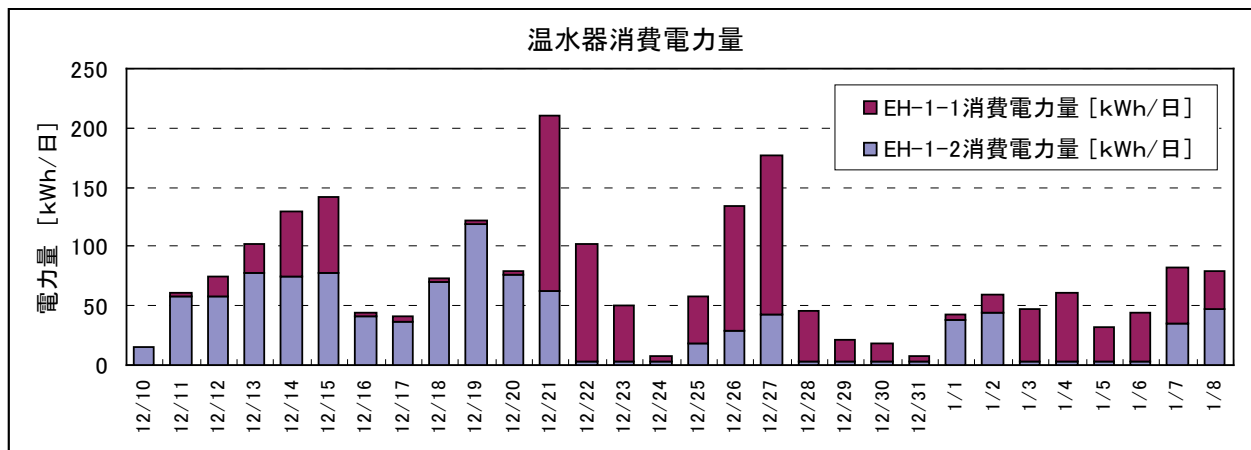
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	CO2 冷媒ヒートポンプ



図IV. 3. 6. 12 給湯負荷と昇温器消費電力量の関係

昇温器は給湯負荷が無くても、配管からの放熱ロスを補うため、常に稼働している。給湯負荷が無い場合で、40kWh/日の消費電力量が有り、給湯負荷の増加とともに上昇傾向を示す。

7) 温水器の熱製造状況



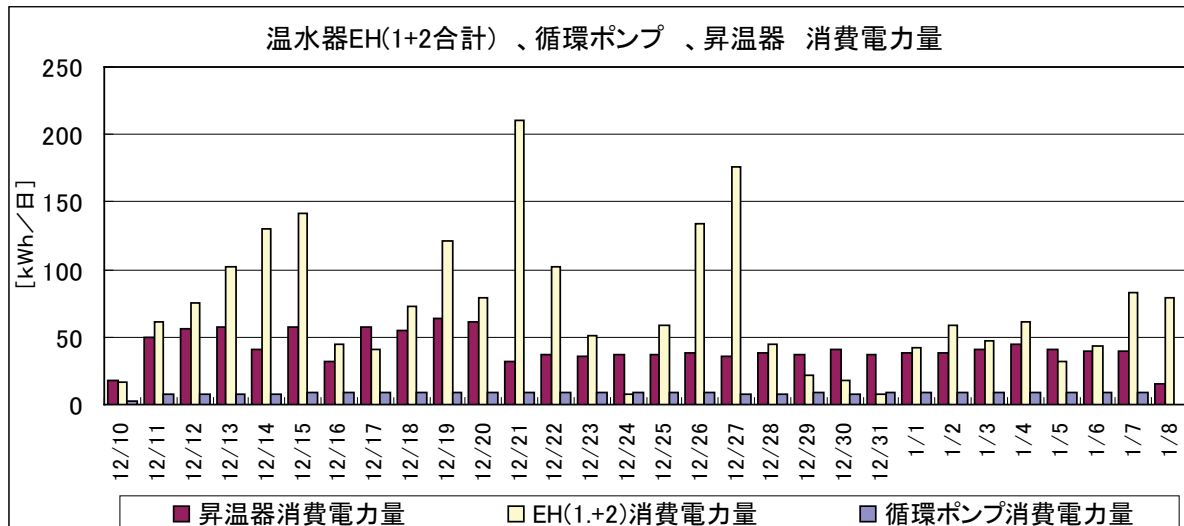
図IV. 3. 6. 13 温水器の機器別消費電力量の変化

2 台の温水器の運転状況を見ると交互運転ではなく、運転時間に偏りが見られる。

事務所 12（中央式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	電力	CO2 冷媒ヒートポンプ

8) 温水器（ヒートポンプ）・昇温器などの給湯システム機器の消費電力量の変化



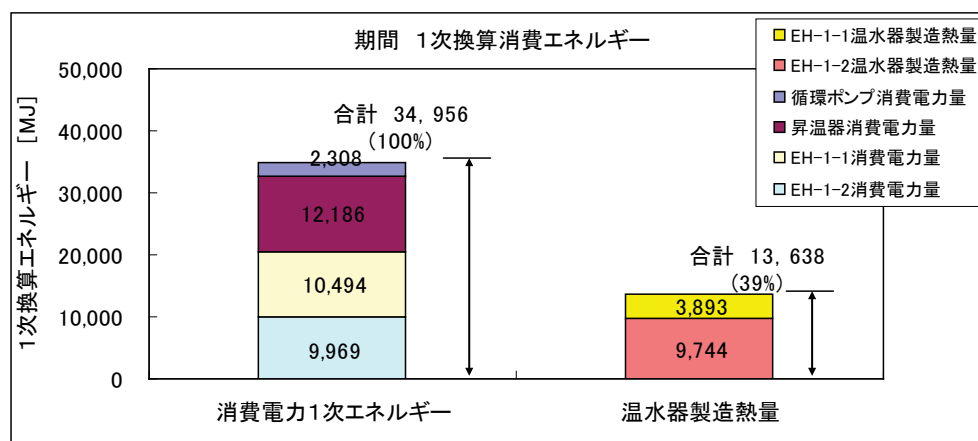
図IV.3.6.14 各機器の消費電力量の変化

各機器の消費電力量を見ると、循環ポンプ、昇温器は一定の消費を示している。温水器は給湯負荷に応じて運転されている。

給湯負荷がある場合には、昇温器消費電力量と温水器消費電力量の比率は1：2～1：3程度である。給湯負荷が僅かな場合はほとんどの消費電力を昇温器が占める。

9) 測定期間（2012/12/10～2013/1/8）の1次換算エネルギー収支

温水器の製造熱エネルギーと熱製造に要した温水器消費電力量、昇温器消費電力量、循環ポンプ消費電力量の合計電力量を1次換算エネルギーとして比較した。



図IV.3.6.15 1次換算エネルギーでの比較

1次換算エネルギー原単位		
昼間消費電力量	9,970 kJ/kWh	午前8時～午後10時
夜間消費電力量	9,280 kJ/kWh	午前10時～翌日午前8時

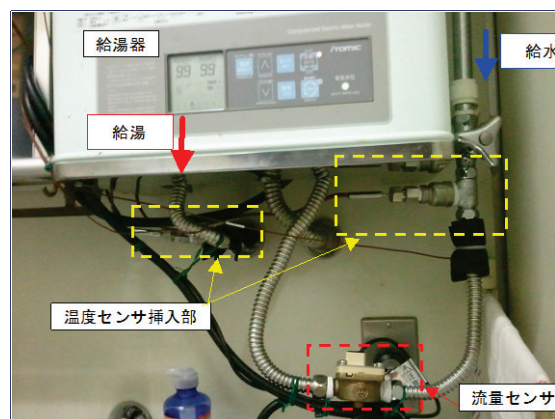
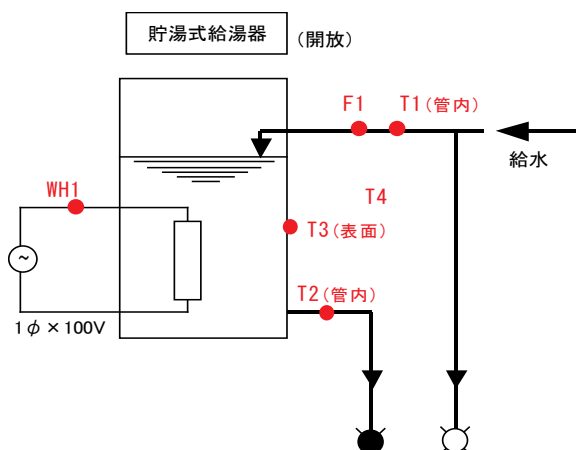
4. 局所式給湯システムのデータ取得・分析結果

4.1 事務所 10（局所式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式（1管式）	電気	温水器

建物名	事務所 10	地区	関東	竣工	1991 年	新築	—	規模	3,637m ²
分類	熱源	方式	局所式（1管式）	専用/兼用	専用	エネルギー源	電気		
機器	温水器	型式	密閉式	方式	非成層				
端末器具	標準	種類	混合栓	温調方式	サーモ式	手動/自動	自動		
分析期間	平成 24 年 10 月 19 日～平成 24 年 12 月 13 日			製造年月	1990 年				
制御内容	・ 槽内温度による ON-OFF 制御 設定温度：99℃ タイマー設定 起動：6:30 停止：23:00 ・ 設置場所：給湯室			機器仕様	壁掛け型貯湯式給湯器（開放型） 貯湯量：20L 加熱ヒーター：1φx100Vx1.5kW				

システムフロー



<凡例>

F : 流量
T : 温度
WH : 電力量

<計測ポイント>

○ : 中央監視データ
◎ : 現地計測（センサー部は既設利用）
● : 現地計測（仮設センサー設置）
▲ : 演算

コメント

(1) データの収集時間間隔

- ・ 流量，電力量：1 秒間隔，積算値
- ・ その他データ：1 秒間隔，瞬時値

(2) データ処理

- ・ 流量は 2 秒間の積算その他は 2 秒間の平均とする。

(3) 解析利用データのフィルタリング項目

- ・ 特になし

(4) 計算式

給湯負荷 [kJ/2sec]

$$= \text{給湯使用量 } F1 [\text{L}/2\text{sec}] \times (\text{給湯温度 } T2 [^{\circ}\text{C}] - \text{給水温度 } T1 [^{\circ}\text{C}]) \times \text{密度 } [1 \text{ k g}/\text{L}] \times 4.18 [\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})]$$

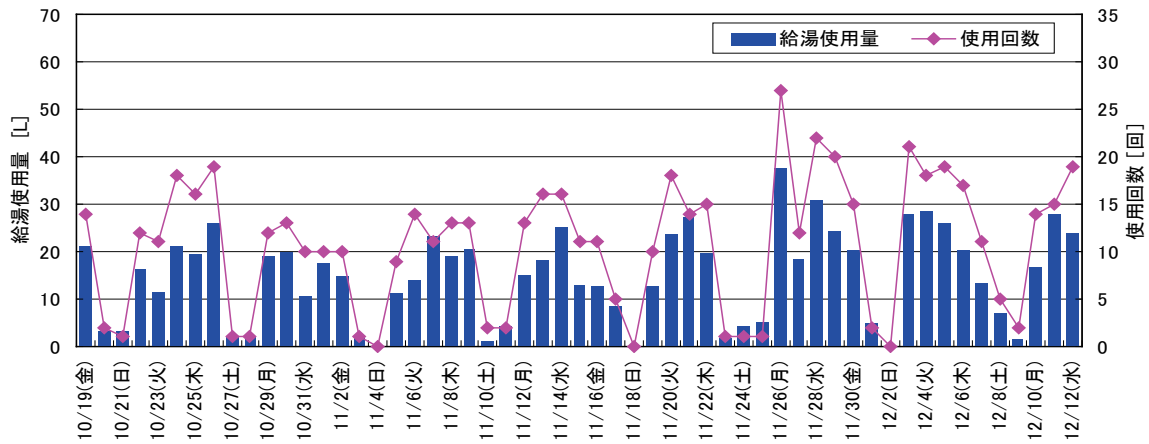
$$\text{加熱量 [MJ]} = \text{電力量 } WH1 [\text{Wh}] \times 3.6 [\text{MJ}/\text{kWh}] / 1000 [\text{Wh}/\text{kWh}]$$

$$\text{貯湯槽熱損失 [MJ]} = \text{加熱量 [MJ]} - \text{給湯負荷 [MJ]}$$

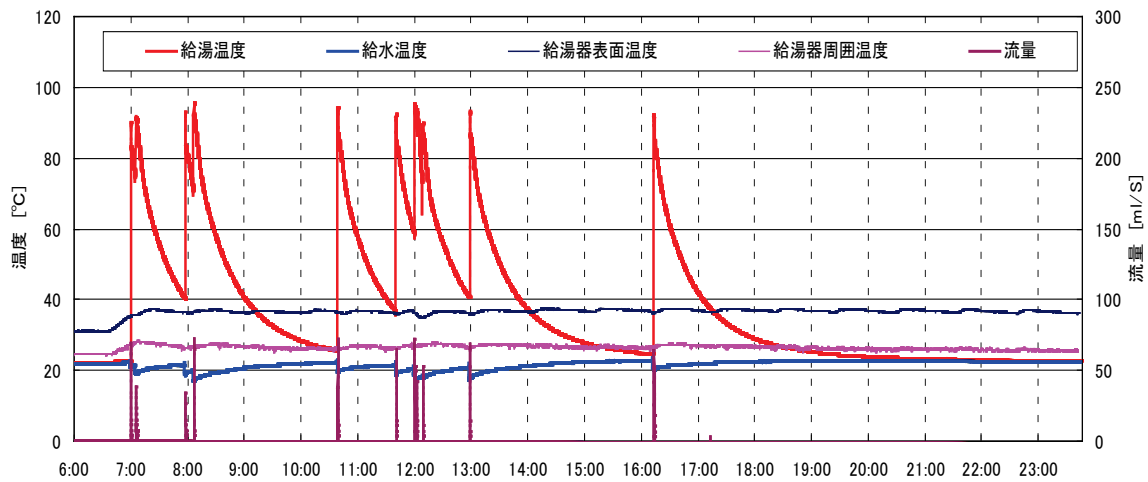
事務所 10（局所式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式（1管式）	電気	温水器

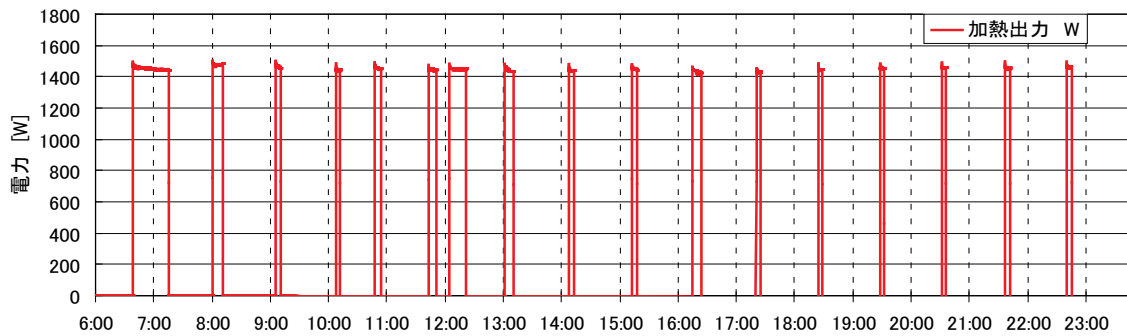
2012年10月19日（金）～12月12日（水）の流量トレンドデータを示す。



図IV. 4. 1. 1 日給湯使用量



図IV. 4. 1. 2 給水温度, 給湯温度, 給湯使用量



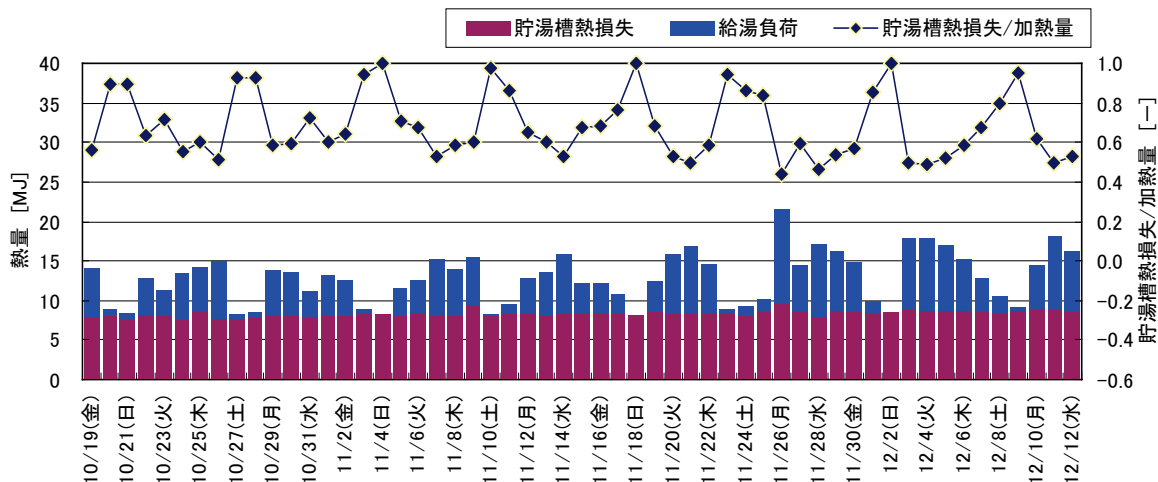
図IV. 4. 1. 3 消費電力

- ・ 給湯使用量に周期性は見られない。
- ・ 午後にはほとんど利用されておらず、貯湯槽熱損失分を電気ヒーターがまかなっている。

事務所 10（局所式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式（1管式）	電気	温水器

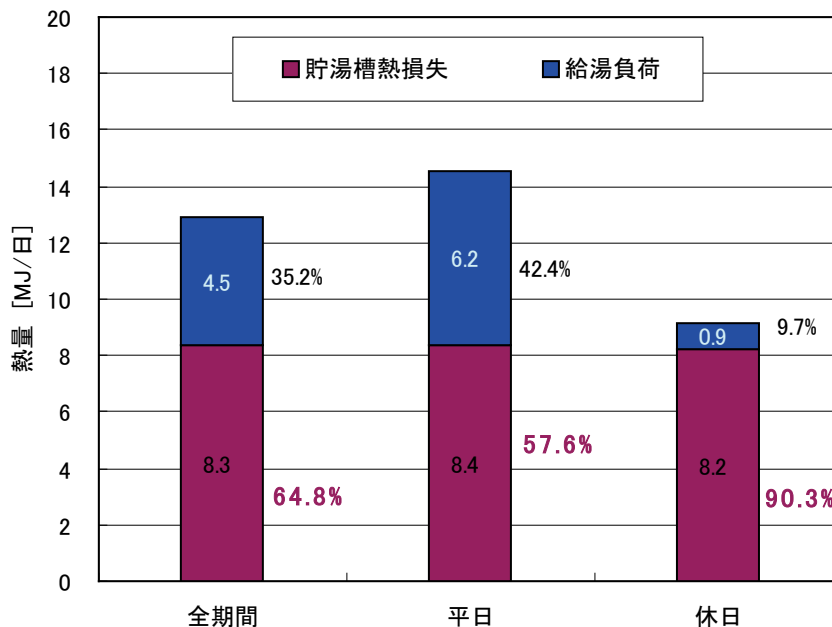
図IV.4.1.4に2012年10月19日（金）～12月12日（水）の期間熱量データ結果を示す。



図IV.4.1.4 日貯湯槽熱損失, 日給湯負荷

- ・ 平日の貯湯槽熱損失/加熱量の割合は0.5～0.7であり，給湯負荷により変動する。
- ・ 貯湯槽の熱損失量はほぼ一定である。

図IV.4.1.5に2012年10月19日（金）～12月12日（水）の期間熱量データの集計結果を示す。



図IV.4.1.5 期間貯湯槽熱損失と期間給湯負荷

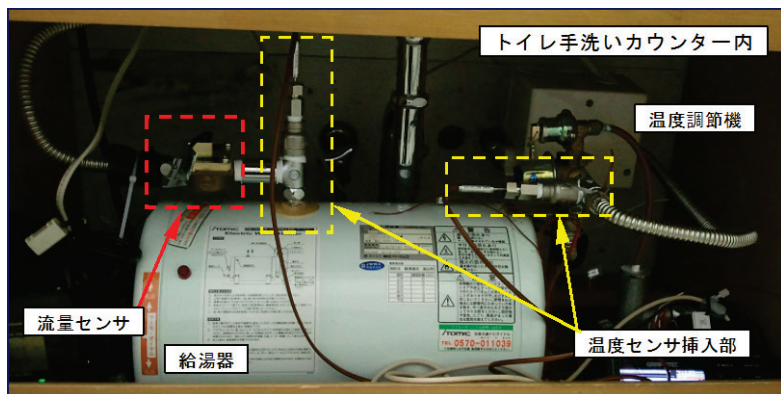
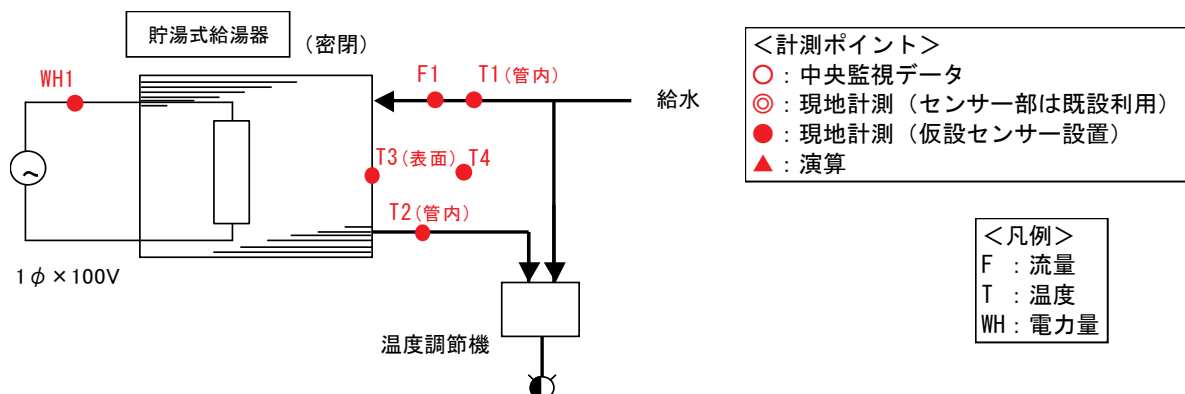
- ・ 2012/10/19 から 12/12（平日 38 日，休日 17 日）の期間における加熱量に対する貯湯槽熱損失の割合は平日で 57.6%，休日を合わせた合計で 64.8%である。
- ・ 貯湯槽熱損失量に平日，休日の差は見られない

4.2 事務所 10 (局所式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式 (1管式)	電気	温水器

建物名	事務所 10	地区	関東	竣工	1991 年	新築	—	規模	3,637m ²
分類	熱源		方式	局所式 (1管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	電気
機器	温水器		型式	密閉式		方式	非成層		
端末器具	標準		種類	混合栓		温調方式	サーモ式	手動/自動	自動
分析期間	平成 24 年 11 月 1 日～平成 24 年 12 月 13 日				製造年月	1990 年			
制御内容	<ul style="list-style-type: none"> 槽内温度による ON-OFF 制御 設定温度：55℃ 終日稼動 設置場所：男子 WC 				機器仕様	貯湯式給湯器(密閉型) 貯湯量：10L 加熱ヒーター：1φx100Vx1.0kW			

システムフロー



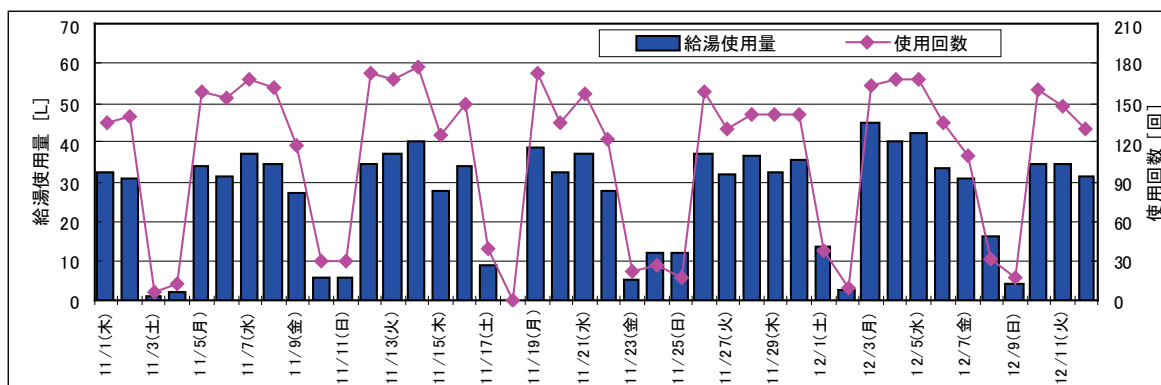
コメント

- (1) データの収集時間間隔
 - ・ 流量，電力量：1 秒間隔，積算値
 - ・ その他データ：1 秒間隔，瞬時値
- (2) データ処理
 - ・ 流量は 2 秒間の積算，その他は 2 秒間の平均とする。
- (3) 解析利用データのフィルタリング項目
 - ・ 10/31 に温度設定が変更されたため，11/1 以降のデータにて評価
- (4) 計算式 (2 秒間の給湯量を基に給湯負荷を算出)
 - 給湯負荷 [kJ/2sec]
 - ＝給湯使用量 F1 [L/2sec] × (給湯温度 T2 [°C] - 給水温度 T1 [°C]) × 密度 [1 k g / L] × 4.18 [kJ / (kg・°C)]
 - 加熱量 [MJ] = 電力量 WH1 [Wh] × 3.6 [MJ/kWh] / 1000 [Wh / kWh]
 - 貯湯槽熱損失 [MJ] = 加熱量 [MJ] - 給湯負荷 [MJ]

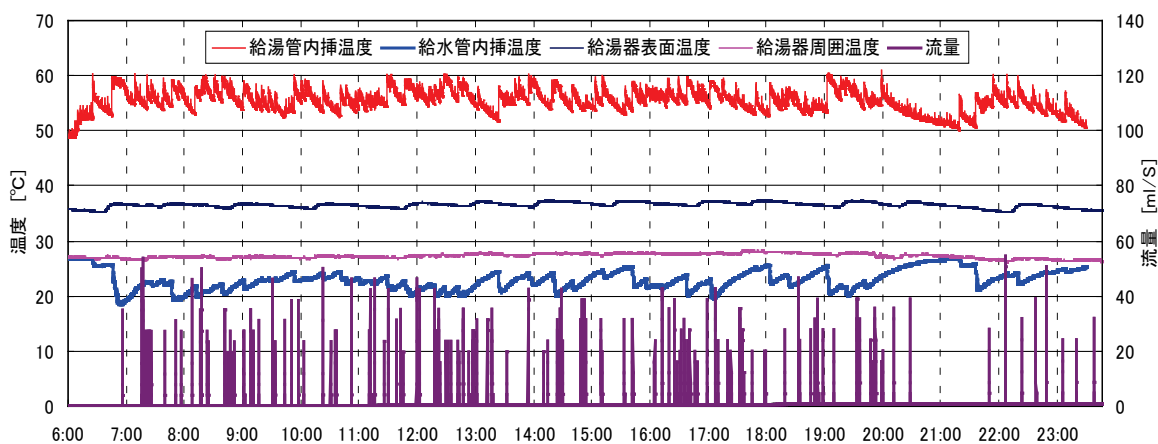
事務所 10 (局所式給湯)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式 (1管式)	電気	温水器

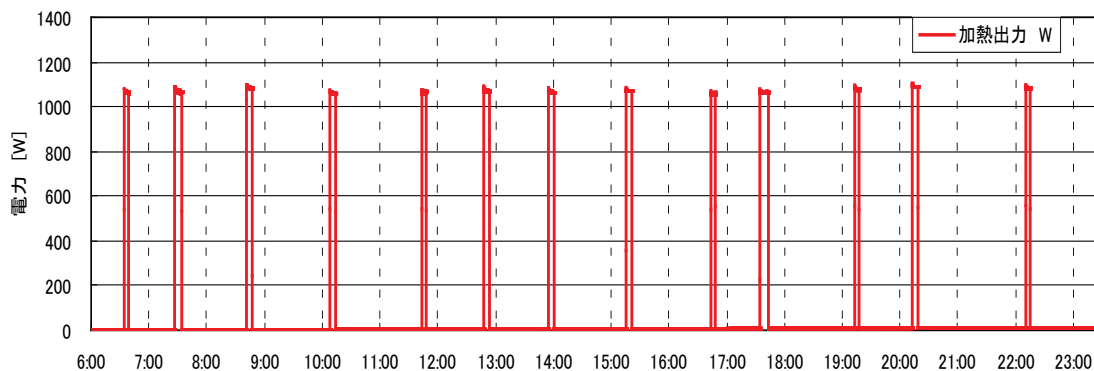
2012年11月1日(木)～12月12日(木)の給湯使用量トレンドデータを示す。



図IV.4.2.1 日給湯使用量



図IV.4.2.2 給水温度, 給湯温度, 給湯使用量 (11/6_火)



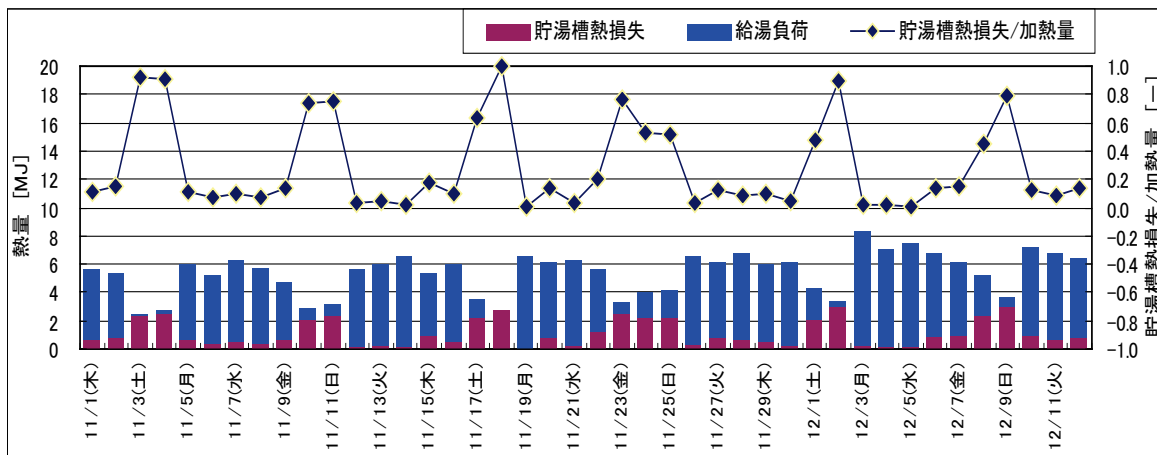
図IV.4.2.3 消費電力 (11/6_火)

- ・ 給湯使用量は 30～40L/日である。
- ・ 日中は頻繁に利用されている。
- ・ 中央式の給湯設備ではレジオネラ菌対策として、槽内温度は末端の給湯栓において 55℃以上が保持されるような設定値が求められ、一般には 60℃以上とされている。

事務所 10（局所式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式（1管式）	電気	温水器

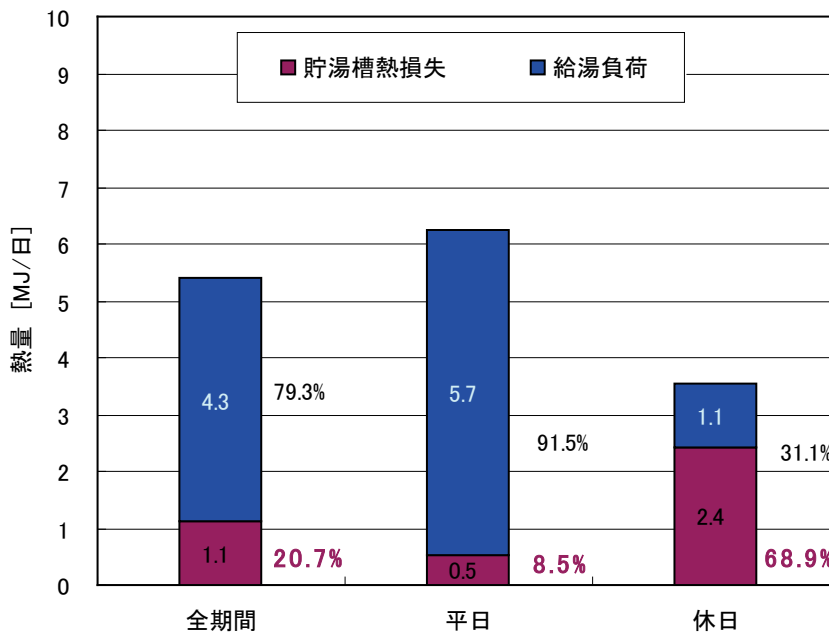
図IV.4.2.4に2012年11月1日（木）～12月12日（水）の期間の熱量データ結果を示す。



図IV.4.2.4 日貯湯槽熱損失，日給湯負荷

- ・ 平日の貯湯槽熱損失/加熱量の割合は0.1～0.2である。

図IV.4.2.5に2012年11月1日（木）～12月12日（水）の期間の熱量データ集計結果を示す。



図IV.4.2.5 期間貯湯槽熱損失と期間給湯負荷

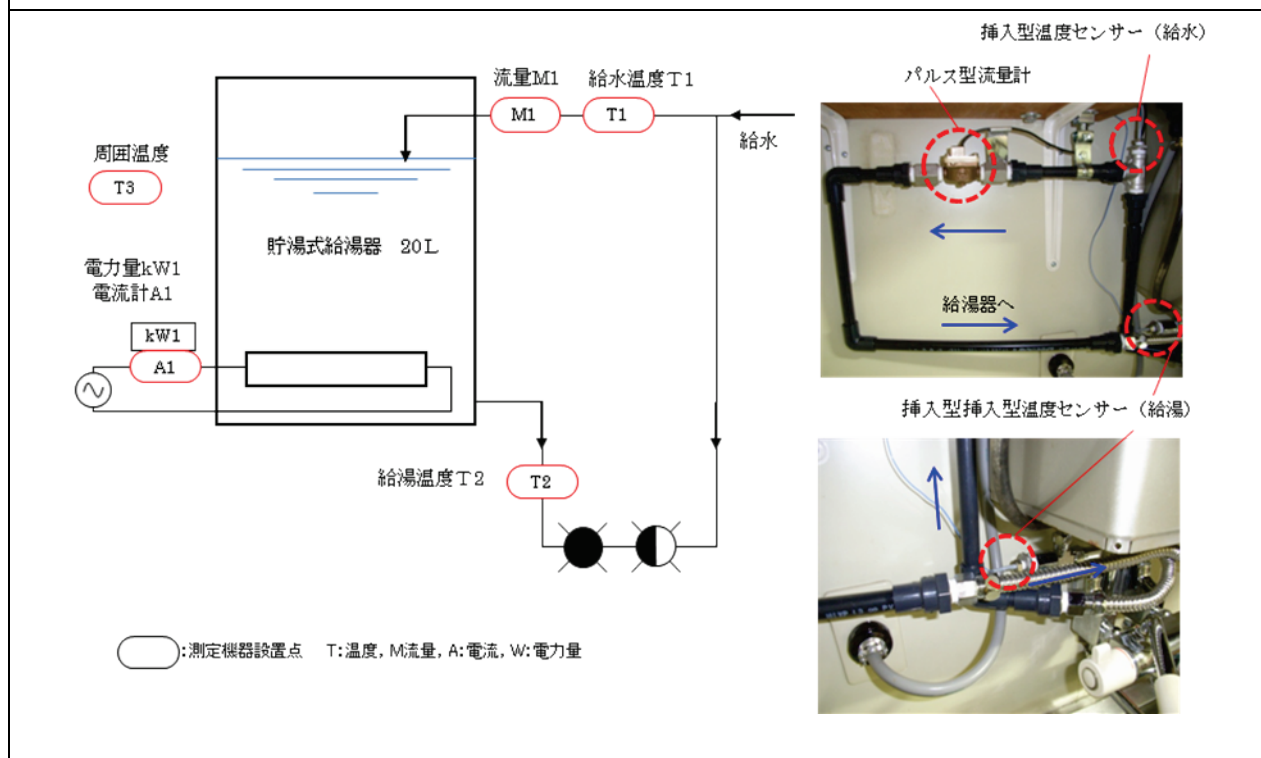
- ・ 2012/11/1 から 12/12 の期間（平日 29 日，休日 13 日）の加熱量に対する貯湯槽熱損失の割合は平日で 8.5%，休日で 68.9%である。本来，貯湯槽熱損失は一定と想定されるが，平日と休日で差が見られた。これは平日の使用回数が休日に比べかなり多く，開栓直後の急激な流量変化などが測定に影響し，給湯負荷が過大に評価されているためと推察される。

4.3 事務所 13（局所式給湯）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式(1管式)	電力	温水器

建物名	事務所 13	地区	埼玉	竣工	1990 年	改修	—	規模	2,000m ²
分類	熱源		方式	局所式（1管式）		専用/兼用	専用	エネルギー源	電力
機器	貯湯式温水器		型式	開放型		—		—	
	—		型式	—		方式	—	—	
端末器具	標準		種類	単水栓, 混合水栓		温調方式	—	手動/自動	手動
分析期間	平成 24 年 12 月 26 日～平成 24 年 12 月 28 日			製造年月	—				
制御概要	<ul style="list-style-type: none"> 槽内温度による ON/OFF 制御 設定温度：45℃ スケジュール 月～土 6：30（ON）～18：30（OFF） 			機器仕様	壁掛け型貯湯式給湯器（開放型） 貯湯量 20L 電源電圧 1Φ 200V 2.00kW				

システムフロー



(1) データ記録間隔

- ・ 温度：2 秒 流量：30 秒 電流：1 分

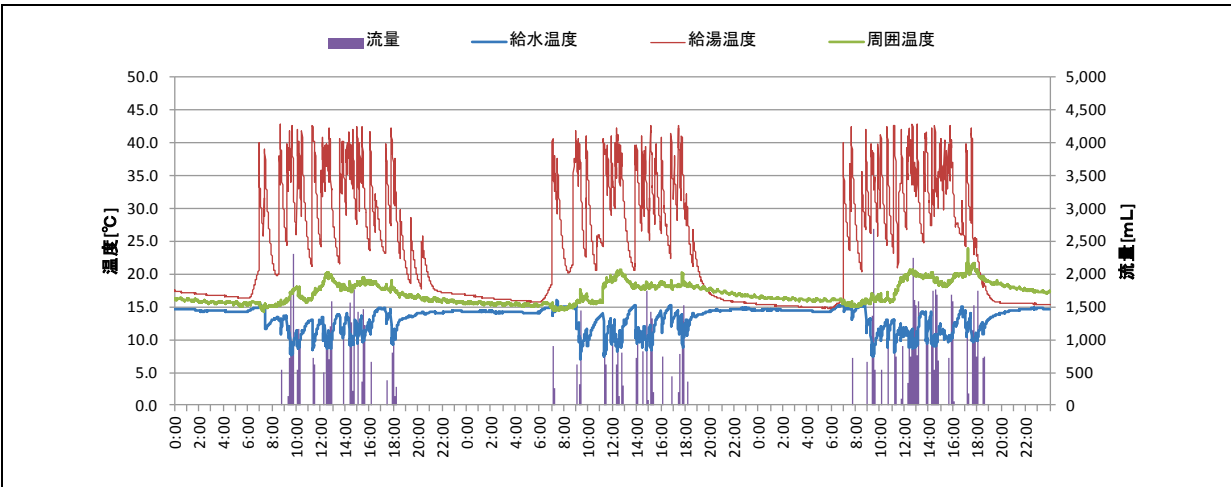
(2) データ処理

- ・ 流量は 1 分間の積算値とし、温度は流量に合わせて 1 分間平均値として給湯負荷を算出
- ・ 給湯負荷、電力消費量は計測値、計算値より 1 時間の積算値として算出
- ・ 給湯負荷 (kJ/min)
 - = 給湯使用量 M1 (L/min) × (給湯温度 T2 (°C) - 給水温度 T1 (°C)) × 密度 (1kg/L) × 4.186 (kJ/(kg・K))
- ・ 電力量 (W) = 電流計測値 A1 (A) × 電圧 (200V)

事務所 13 (局所式給湯)

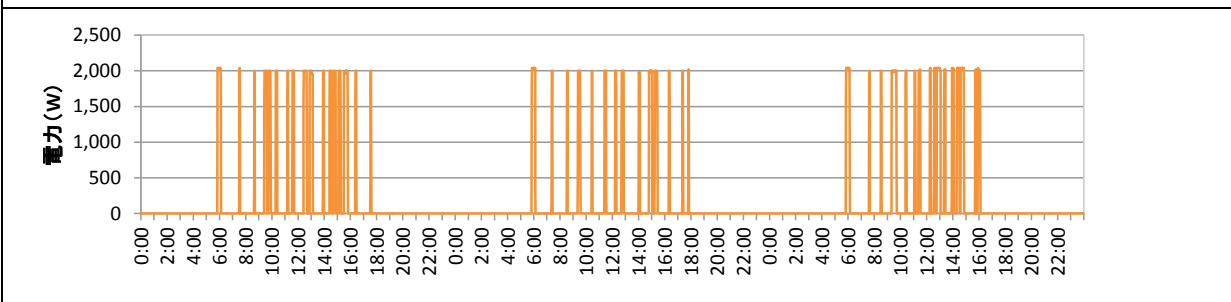
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	局所式(1管式)	電力	温水器

(1)各温度, 給水量, 電力量トレンドデータ



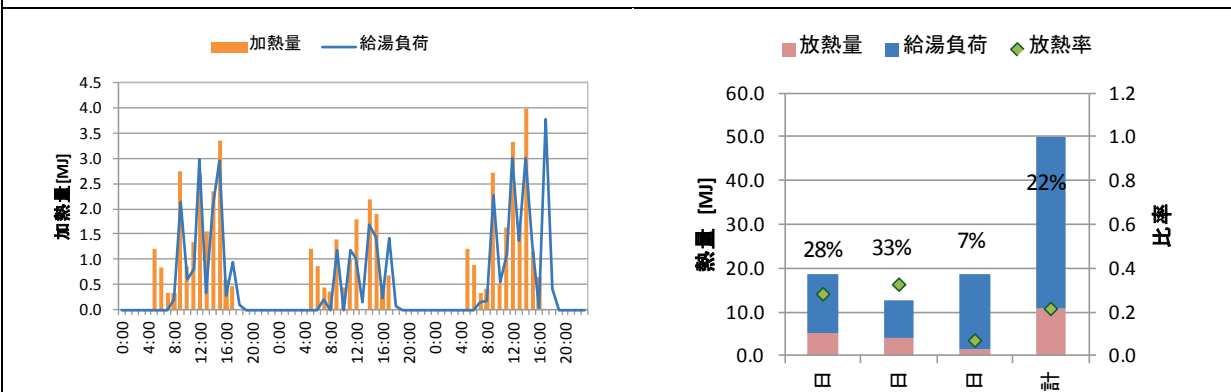
図IV. 4. 3. 1 給湯温度, 給水温度, 周囲温度, 給水量 (30秒間隔データ)

・設定温度 45°Cに対し, 給湯温度は最高でも約 43°Cと設定値に満たない.



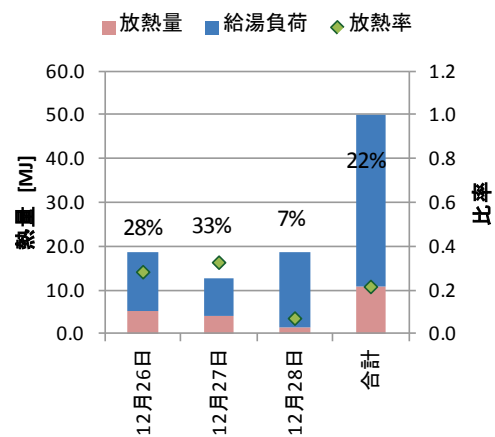
図IV. 4. 3. 2 消費電力 (1分間隔データ)

・タイマー設定により, 午前6時頃に沸き上げ運転による, 電力消費が見られる.



図IV. 4. 3. 3 給湯負荷と消費電力量

(1分間隔データの1時間積算値)



図IV. 4. 3. 4 給湯負荷と放熱量比率

・沸き上げ後は, 給湯負荷に合わせて加熱運転が行われている.

・1日を通して給湯負荷があるため, 加熱量に対する給湯負荷の比率は高く, 放熱量割合は3日間平均で22%であった.

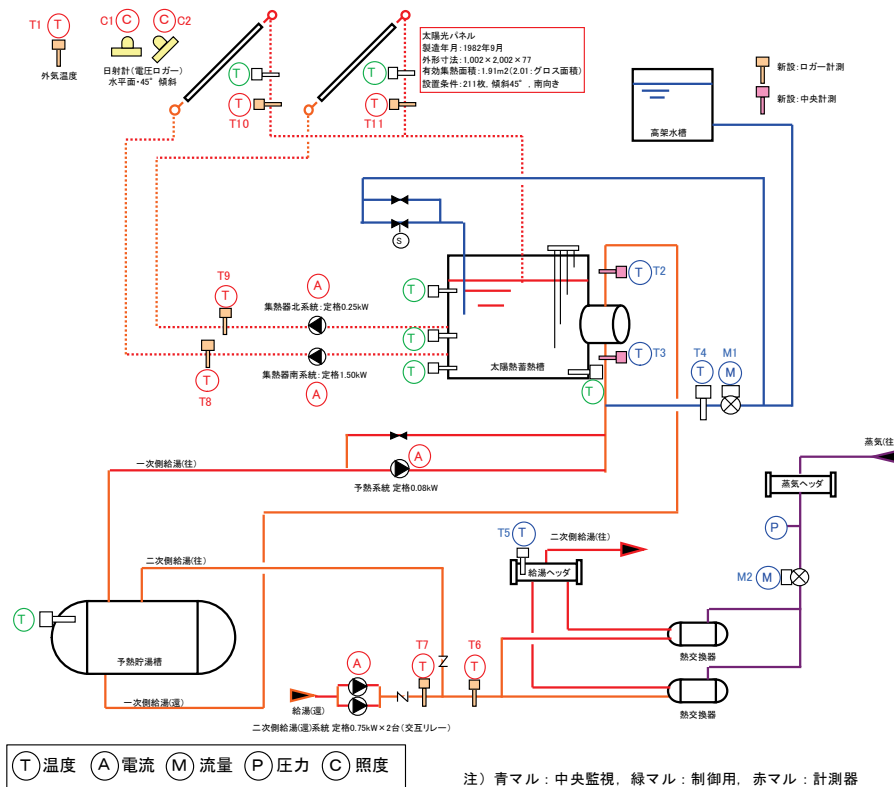
5. 太陽熱・排熱利用のデータ取得・分析結果

5.1 病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

建物名	病院 01	地区	山口	竣工	2004 年	改修	—	規模	60,844m ²
分類	熱源		方式	中央式(2管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	太陽熱・蒸気
機器	集熱パネル		型式	チューブインシート型		—		—	
	蓄熱槽		型式	開放型		方式	成層	—	
端末器具	—		種類	—		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	2011 年 9 月～2012 年 3 月			製造年月	—				
制御内容	①太陽熱利用による補給水予熱制御 太陽熱蓄熱槽温度と集熱パネル出口温度差で集熱ポンプを制御 ②蒸気加熱による給湯温度制御 設定温度 60℃となるよう蒸気制御弁を制御			機器仕様	集熱ポンプ北系統 0.25kW 集熱ポンプ南系統 1.50kW 給湯二次側循環ポンプ 0.75kW 給湯予熱ポンプ 0.50kW 集熱器 有効面積 1.91m ² /枚 × 211 枚 1,000L/H				

システムフロー



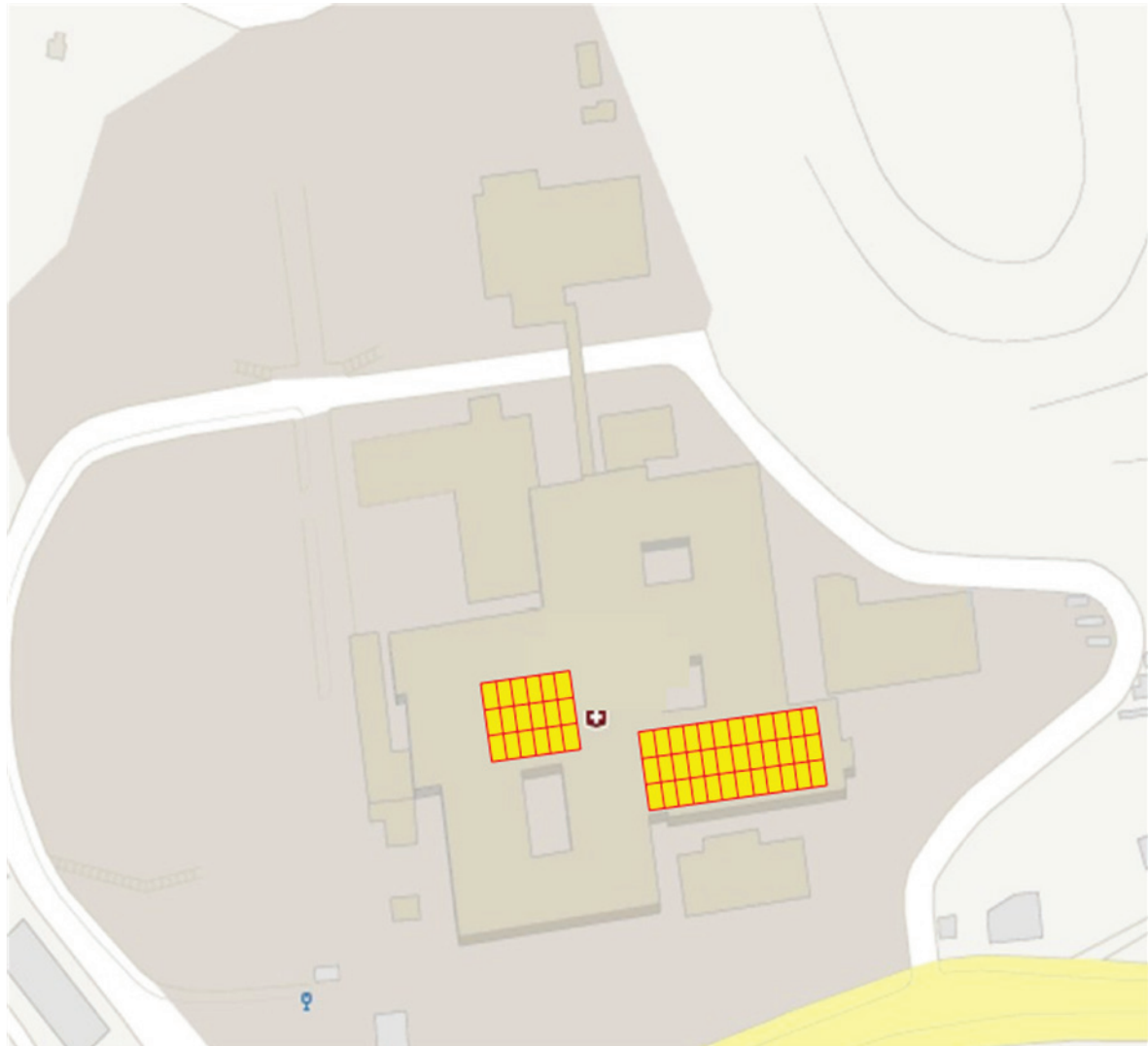
【コメント】

- ・計測間隔は、データロガー: 10分周期, BEMSデータ: 1時間周期
- ・ポンプ流量は、初期計測電流値及び配管内流量計測結果, 運転時間で演算する
- ・南北系統集熱ポンプは、8～15時の間, 蓄熱槽と集熱器出口温度差により制御運転。8～15時以外は停止。
- ・温度制御条件: 北系統(3±1℃運転, 0.5±0.5℃停止), 南系統(9±2℃運転, 3±2℃停止)
- ・南系統のみを集熱に関する実測分析対象とした。

病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

【太陽光集熱パネル設置状況】



【コメント】

- ・南南東 (ほぼ真南)
- <太陽光集熱パネル仕様>
- ・平板形集熱器, チューブインシート形, ブラックステンレス選択吸収面, 強化ガラス
- ・外形寸法 : 1,002×2,002×77
- ・有効集熱面積 (グロス面積) : 1.91m² (2.01)
- ・設置枚数 : 211 枚 (北系統 36 枚・南系統 175 枚)
- ・南系統のみを集熱に関する実測分析対象とした.

病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

1. 評価項目計算式

(1) 集熱量

$$\begin{aligned} \text{集熱量}[\text{W}/\text{m}^2] &= (\text{集熱器出口温度}[\text{°C}] - \text{集熱器入口温度}[\text{°C}]) \times \text{集熱器循環流量}[\text{L}] \times 4.186[\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{°C}] \\ &\div \text{集熱有効面積}[\text{m}^2] \\ &= \text{kW1} \times 3.6 / (\text{GM1} \times 45) \times 100 \end{aligned}$$

(2) 集熱効率: η_c

$$\text{集熱効率}[-] = \text{集熱量}[\text{W}/\text{m}^2] \div \text{受熱面日射量}[\text{W}/\text{m}^2]$$

(3) $\Delta t/J$

$$\begin{aligned} \Delta t/J[\text{m}^2\text{h} \cdot \text{°C}/\text{kJ}] &= (\text{平均集熱温度}[\text{°C}] - \text{集熱時外気温度}[\text{°C}]) \div \text{受熱面日射量}[\text{W}/\text{m}^2] \\ \text{平均集熱温度}[\text{°C}] &= (\text{集熱器入口温度}[\text{°C}] + \text{集熱器出口温度}[\text{°C}]) \div 2 \end{aligned}$$

(4) 放熱量

$$\begin{aligned} \text{放熱量}[\text{MJ}] &= (\text{二次側給湯温度}[\text{°C}] - \text{二次側返湯温度}[\text{°C}]) \times \text{給湯二次側循環流量}[\text{L}] \times 4.186[\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{°C}] \\ &\div 1000 \end{aligned}$$

(5) 予熱量

$$\text{予熱量}[\text{MJ}] = (\text{蓄熱槽熱交換器出口温度}[\text{°C}] - \text{蓄熱槽熱交換器入口温度}[\text{°C}]) \times \text{補給水流量}[\text{L}] \times 4.186[\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{°C}] \div 1000$$

(6) 消費熱量

$$\text{消費熱量}[\text{MJ}] = (\text{二次側給湯温度}[\text{°C}] - \text{補給水温度}[\text{°C}]) \times \text{補給水流量}[\text{L}] \times 4.186[\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{°C}] \div 1000$$

(7) 給湯熱量

$$\begin{aligned} \text{給湯熱量(予熱なし)}[\text{MJ}] &= \text{消費熱量}[\text{MJ}] \\ \text{給湯熱量(予熱あり)}[\text{MJ}] &= \text{消費熱量}[\text{MJ}] - \text{予熱量}[\text{MJ}] \end{aligned}$$

(8) 製造熱量

$$\begin{aligned} \text{製造熱量(予熱なし)}[\text{MJ}] &= \text{給湯熱量(予熱なし)}[\text{MJ}] + \text{放熱量}[\text{MJ}] \\ \text{製造熱量(予熱あり)}[\text{MJ}] &= \text{給湯熱量(予熱あり)}[\text{MJ}] + \text{放熱量}[\text{MJ}] + \text{予熱量}[\text{MJ}] \end{aligned}$$

2. 計測概要

(1) 計測器

流量計測

- ・ 上水補給水: 既設(常設)パルス式流量計(積算流量 m³/h) 中央監視
- ・ 循環流量(集熱及び給湯): 超音波流量計(時定数 5sec)
- ・ 蒸気流量: 既設(常設)電磁流量計(積算流量 m³/h) 中央監視

温度計測

- ・ 予熱循環及び二次側(往): 挿入型熱電対 中央監視
- ・ 集熱及び二次側(還): 熱電対(配管表面温度)

温度ロガー(実測): 10分間隔, 瞬時値

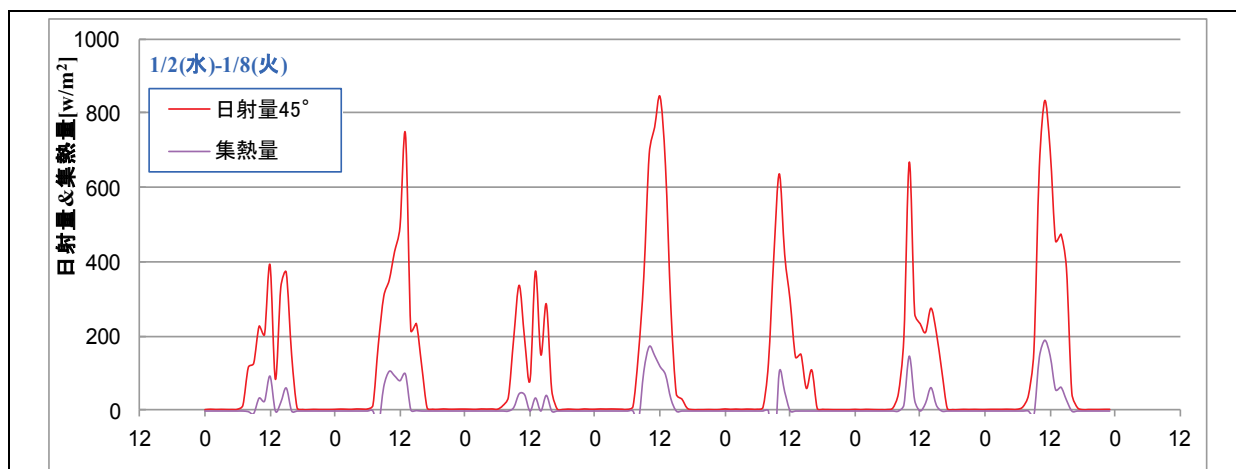
中央監視測定点: 1時間間隔, 瞬時値・積算値

(2) データ処理

- ・ 10分間データを1時間平均及び積算, 1日積算に集計
- ・ ポンプ循環流量は定格流量のため, 超音波流量計による測定値をもとに, ポンプ発停情報と合わせて算出した値を使用した。

病院 01 (太陽熱利用)

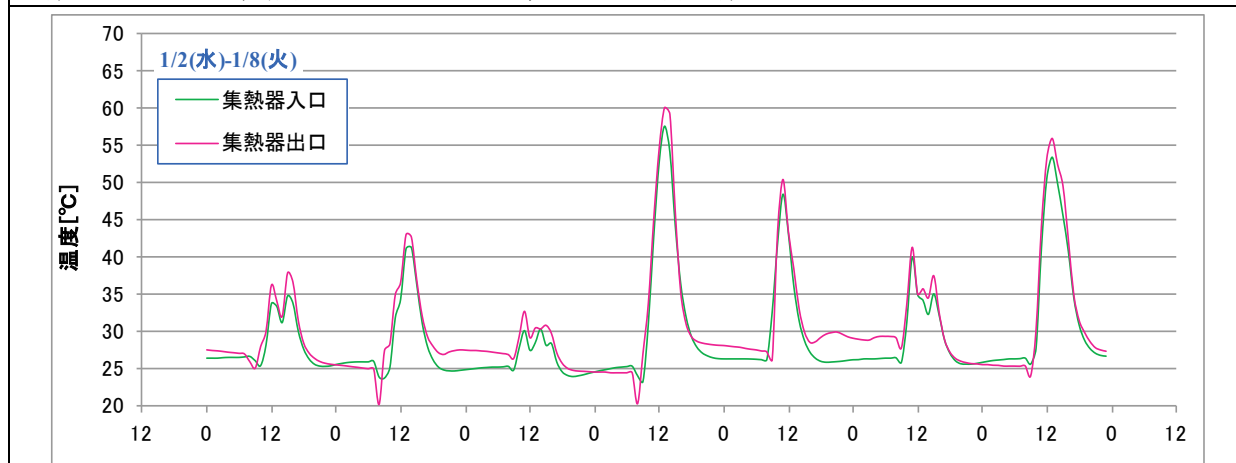
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル



図IV. 5. 1. 1 受熱面日射量(45°)と集熱量の経時変化

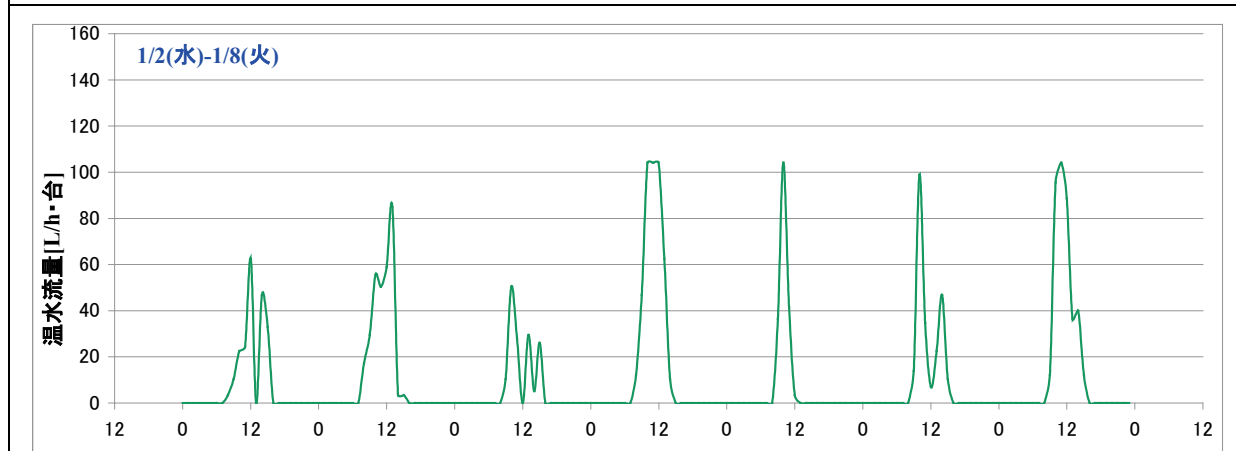
[集熱量] = [集熱パネル出入口温度差] × [温水流量] × [水の比熱]

・集熱量は日射量に依存する傾向がみられるが、日射量に対する集熱量は25%程度であった。



図IV. 5. 1. 2 集熱器出入口温度の経時変化

・集熱器の出入口温度差は、概ね2~3°Cであった。

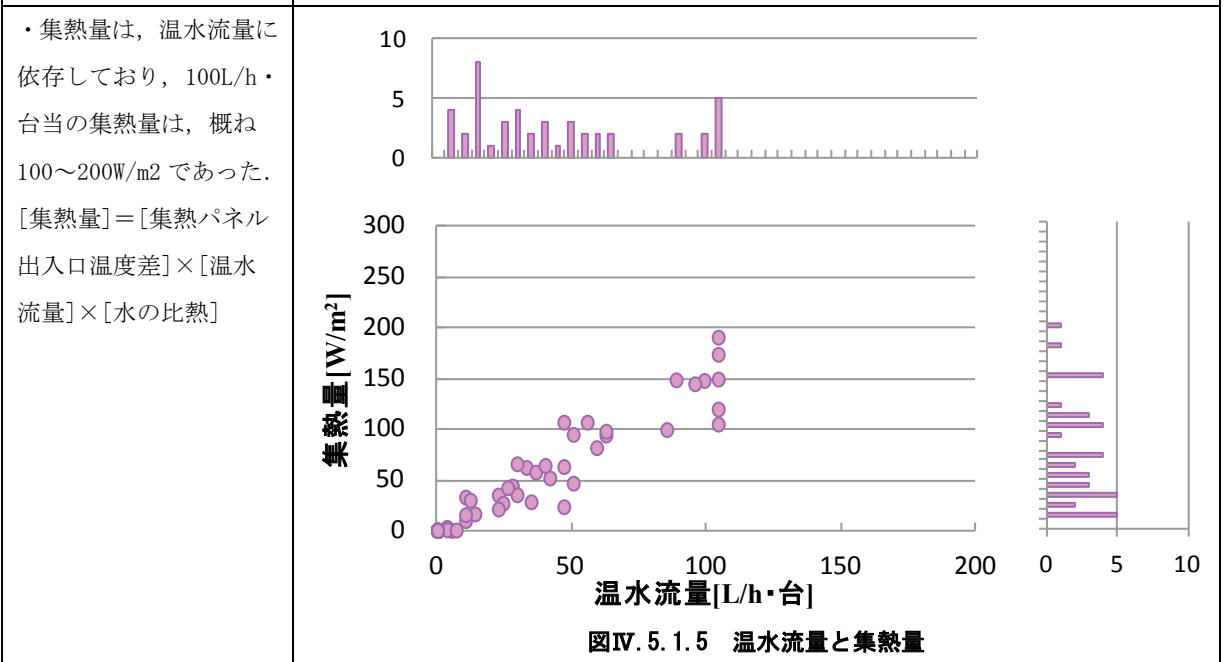
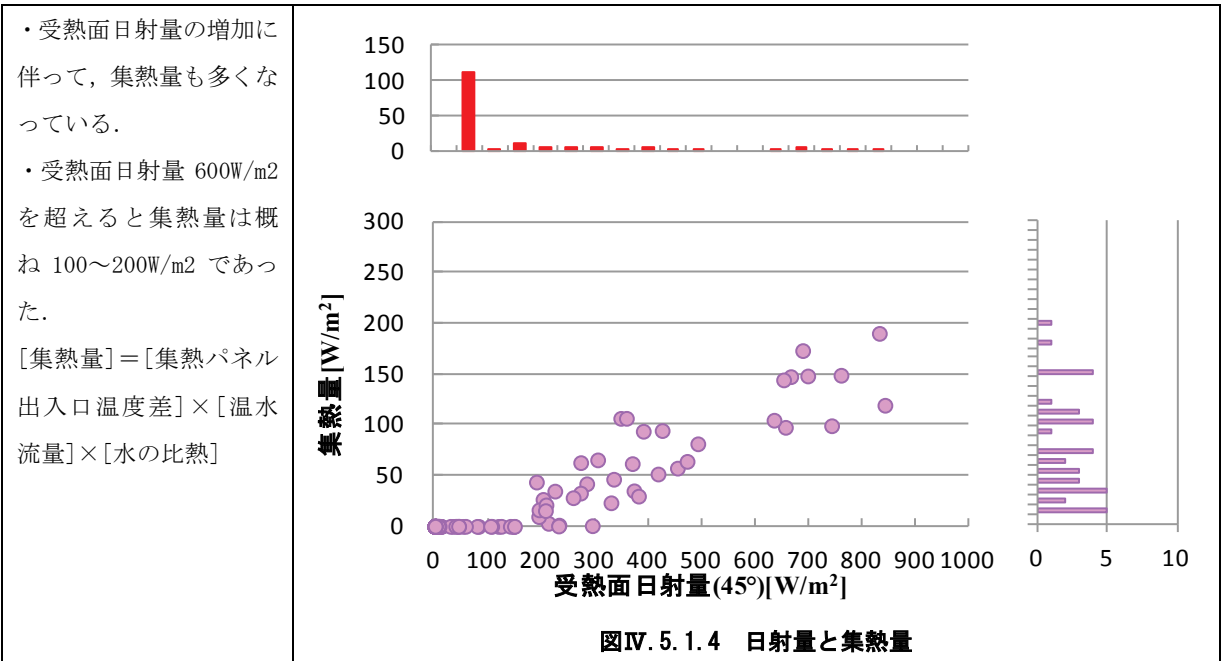


図IV. 5. 1. 3 温水流量の経時変化

・日射量に応じて温水流量も増減しているが、集熱時間帯の温水流量は、概ね100L/h・台であった。

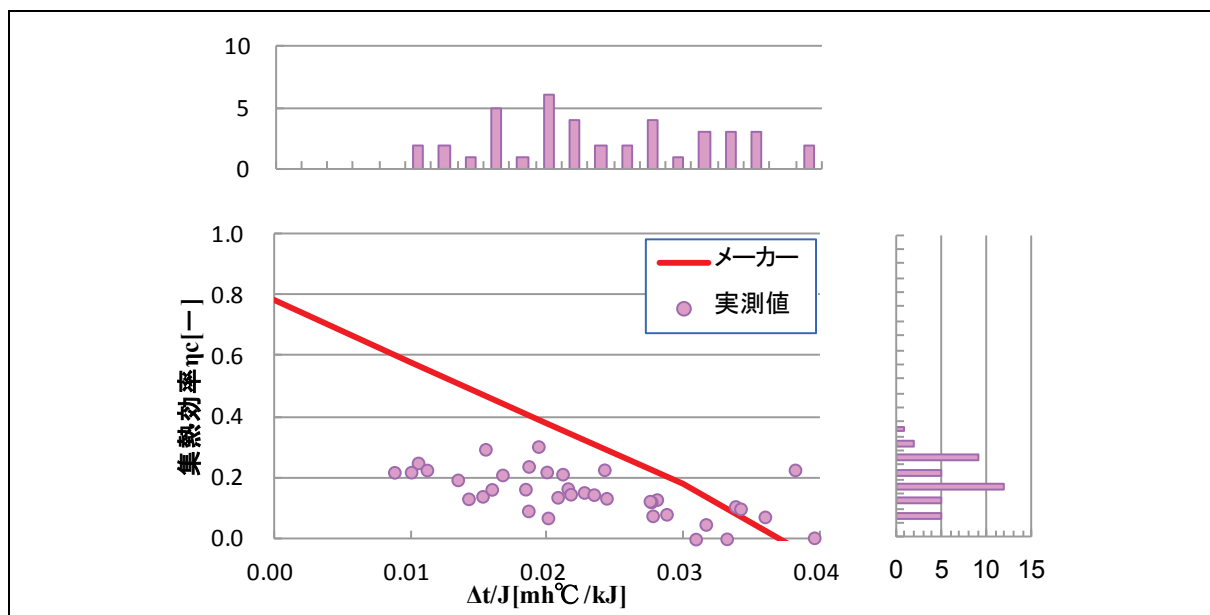
病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル



病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

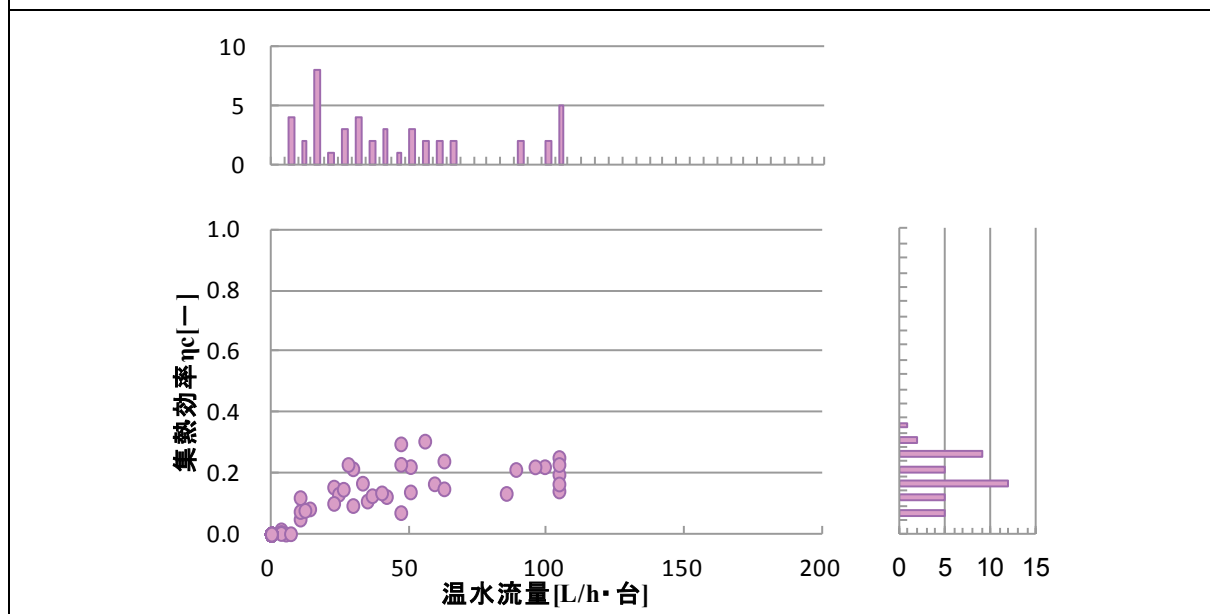


図IV. 5. 1. 6 Δt/Jと集熱効率

[集熱効率] = [集熱量] / [受熱面日射量]

[Δt/J] = ([平均集熱温度] - [集熱時外気温度]) / [受熱面日射量]

- ・メーカーカタログ値よりも集熱効率が低いという結果となった。特に、メーカーカタログ値における集熱効率がよいとされる側において集熱効率の低さが示された。
- ・現地の集熱器パネル表面は、油膜と考えられる汚れが目立っていたことから、集熱効率に影響しているものと推察される。また、設置より30年程度経過しているため、経年的な劣化も影響していることが推察される。



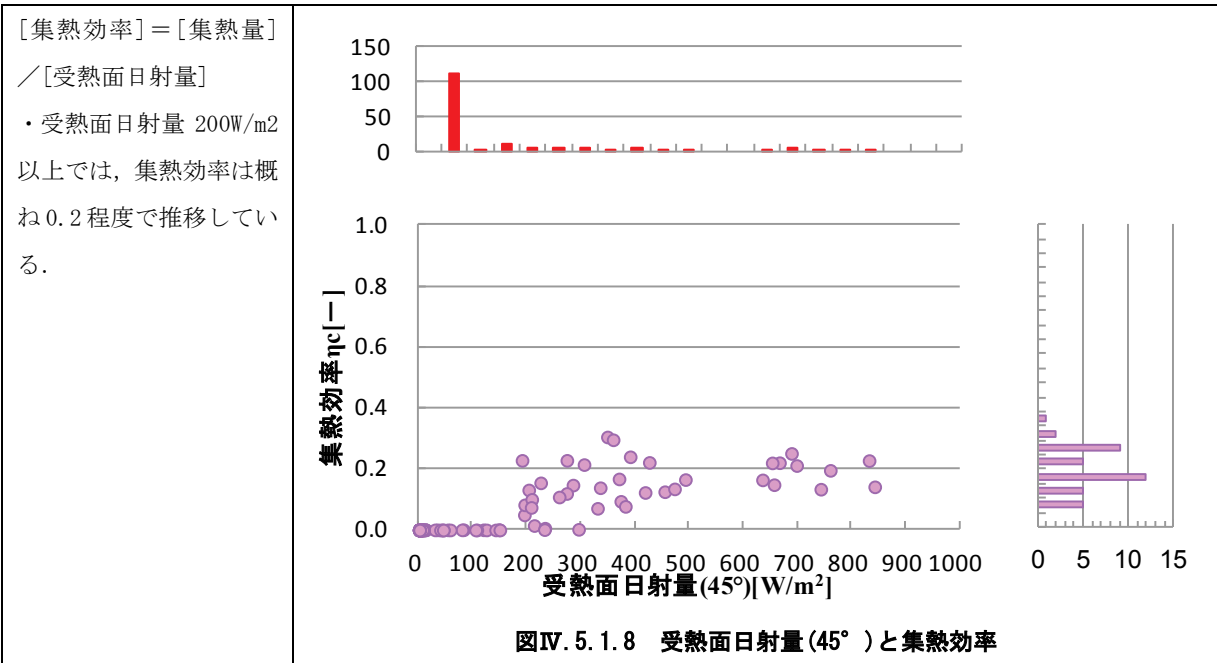
図IV. 5. 1. 7 温水流量と集熱効率

- ・集熱量は、温水流量に依存しており、100L/h・台当の集熱量は、概ね100~200W/m²であった。

[集熱量] = [集熱パネル出入口温度差] × [温水流量] × [水の比熱]

病院 01 (太陽熱利用)

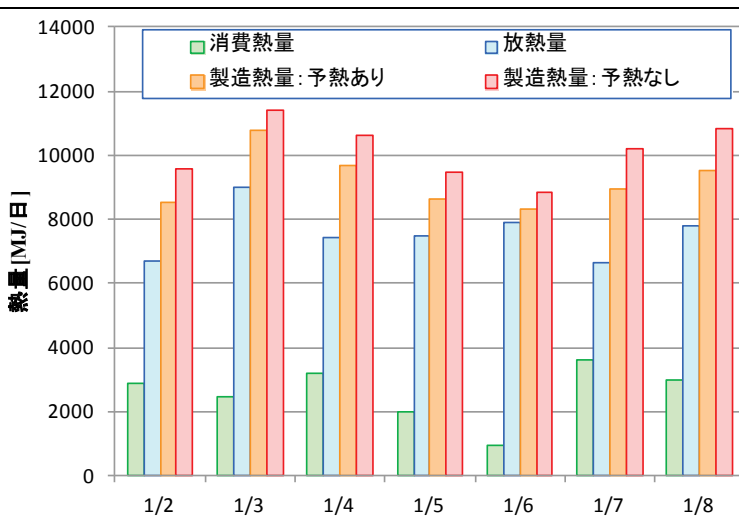
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル



病院 01 (太陽熱利用)

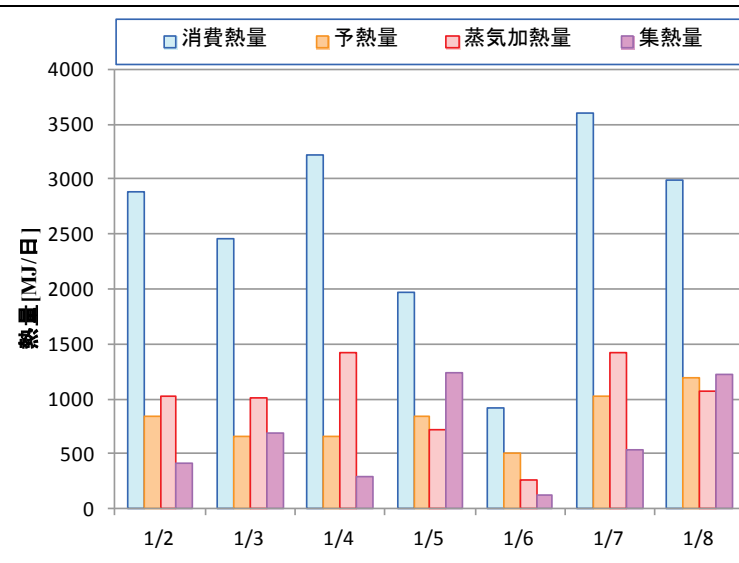
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

・給湯二次側の放熱量が非常に大きい。
 ・予熱利用の有無により、500~2000MJ/日程度の加熱量の差がみられる。
 $[放熱量] = [給湯二次側往還温度差] \times [給湯二次側循環流量] \times [水の比熱]$
 $[消費熱量] = [給湯二次側往温度 - 補給水温度] \times [補給水流量] \times [水の比熱]$
 ※消費流量=補給水流量として
 $[製造熱量: 予熱あり] = [放熱量] + [消費熱量]$
 $※[消費熱量] = [給湯二次側往温度 - 予熱温度] \times [補給水流量] \times [水の比熱]$
 $[製造熱量: 予熱なし] = [放熱量] + [消費熱量]$
 $※[消費熱量] = [給湯二次側往温度 - 補給水温度] \times [補給水流量] \times [水の比熱]$



図IV.5.1.9 太陽集熱利用による熱量比較

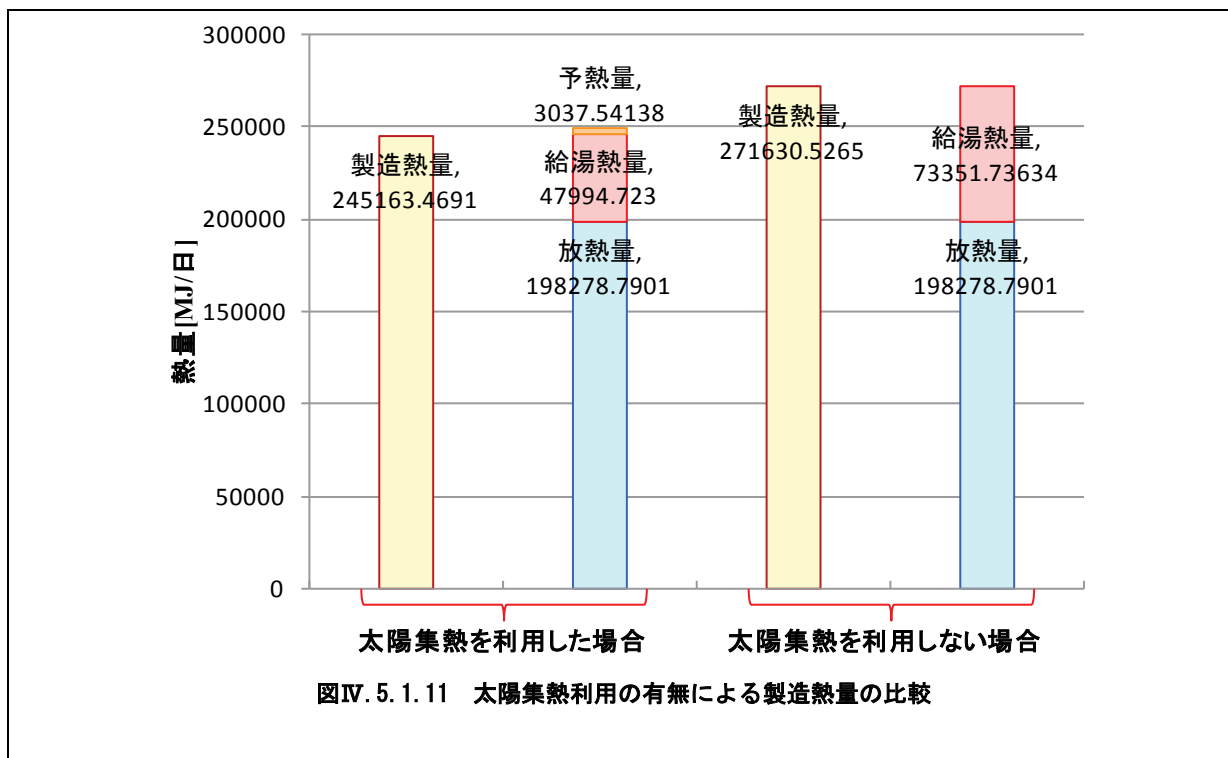
$[消費熱量] = [給湯二次側往温度 - 補給水温度] \times [補給水流量] \times [水の比熱]$
 ※消費流量=補給水流量として
 $[予熱量] = [蓄熱槽熱交換器出口温度 - 補給水温度] \times [補給水流量] \times [水の比熱]$
 $[蒸気加熱量] = [蒸気流量] \times [空気 の 比 重] \times [蒸気 の 凝 縮 潜 熱]$
 $[集熱量] = [集熱パネル 入 出 口 温 度 差] \times [温 水 流 量] \times [水 の 比 熱]$
 ・日積算熱量では、集熱量による予熱量への貢献割合が明確に評価できない。
 ・消費熱量に対する予熱量と蒸気加熱量についても日積算単位ではなく、長期的な収支による評価が必要と考えられる。



図IV.5.1.10 熱量の日積算データの比較

病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

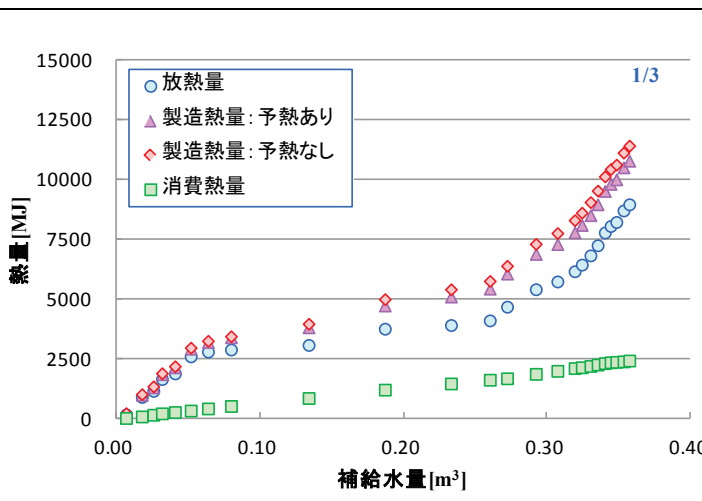


- ・ 図IV.5.1.11 の集計データは、12/19～1/16 の約1ヶ月分の熱量を積算した結果である。
- ・ 太陽集熱を利用しない場合については、予熱温度を除外して集計した熱量である。
- ・ 太陽集熱を利用することにより、全体的に 25000MJ の熱量の削減効果があることが示された。
- ・ 予熱量が少なくみられるが、太陽集熱ができない時間帯（夜間）には蓄熱槽熱交換器出入口温度が逆転していることから放熱側に働いていることが考えられる。しかしながら、補給水温度よりは温度を高めることができているため、全体的な熱量の削減につながっているものと考えられる。（集熱による蓄熱槽内温度は 50.8℃）
- ・ 放熱量の多さが目立つため、二次側の保温対策を行うことにより、更に熱量の削減が期待できると考える。

病院 01 (太陽熱利用)

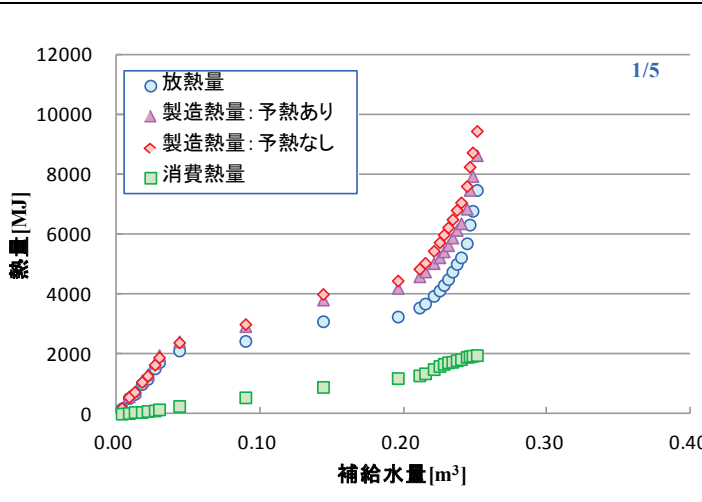
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル

[放熱量]=[給湯二次側往還温度差]×[給湯二次側循環流量]×[水の比熱]
 [消費熱量]=[給湯二次側往温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 ※消費流量=補給水流量として
 [製造熱量:予熱あり]=[放熱量]+[消費熱量]
 ※[消費熱量]=[給湯二次側往温度-予熱温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 [製造熱量:予熱なし]=[放熱量]+[消費熱量]
 ※[消費熱量]=[給湯二次側往温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 ・補給水流量が0.3m³を超えると消費熱量を除き、熱量が急増する傾向がみられる。この理由として、補給水流量の増加により熱源機への入水温度が低下するためと考えられる。
 ・予熱による製造熱量の削減効果が確認された。



図IV.5.1.12 補給水量と熱量 (1月3日)

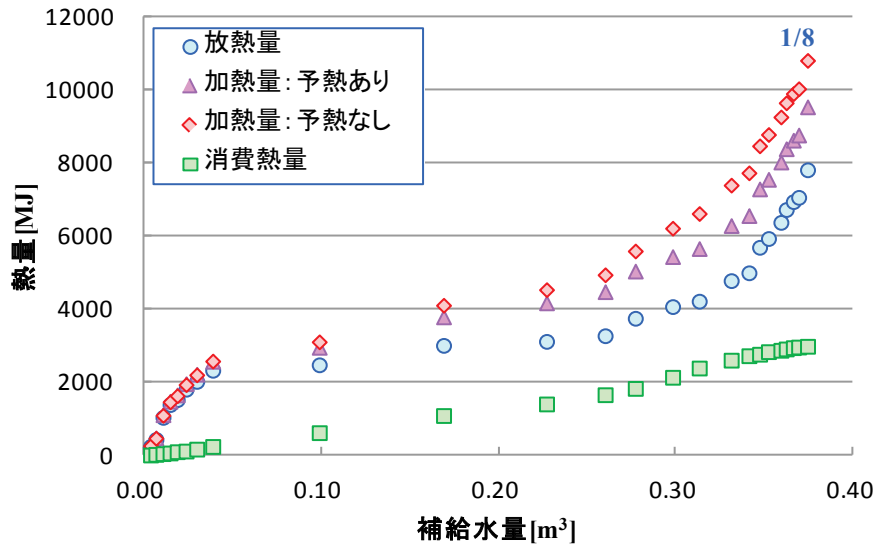
[放熱量]=[給湯二次側往還温度差]×[給湯二次側循環流量]×[水の比熱]
 [消費熱量]=[給湯二次側往温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 ※消費流量=補給水流量として
 [製造熱量:予熱あり]=[放熱量]+[消費熱量]
 ※[消費熱量]=[給湯二次側往温度-予熱温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 [製造熱量:予熱なし]=[放熱量]+[消費熱量]
 ※[消費熱量]=[給湯二次側往温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]
 ・補給水流量が0.2m³を超えると消費熱量を除き、熱量が急増する傾向がみられる。この理由として、補給水流量の増加により熱源機への入水温度が低下するためと考えられる。
 ・予熱による製造熱量の削減効果が確認された。



図IV.5.1.13 補給水量と熱量 (1月5日)

病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル



図IV.5.1.14 補給水量と熱量 (1月8日)

[放熱量]=[給湯二次側往還温度差]×[給湯二次側循環流量]×[水の比熱]

[消費熱量]=[給湯二次側往還温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]

※消費流量=補給水流量として

[製造熱量: 予熱あり]=[放熱量]+[消費熱量]

※[消費熱量]=[給湯二次側往還温度-予熱温度]×[補給水流量]×[水の比熱]

[製造熱量: 予熱なし]=[放熱量]+[消費熱量]

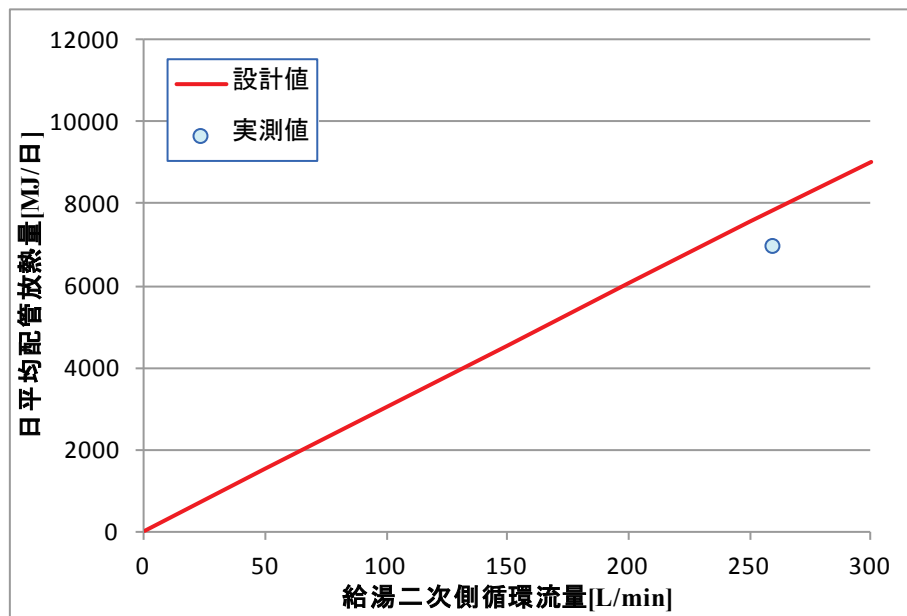
※[消費熱量]=[給湯二次側往還温度-補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]

・ 補給水流量が 0.2m³ を超えると消費熱量を除き、熱量が急増する傾向がみられる。この理由として、補給水流量の増加により熱源機への入水温度が低下するためと考えられ、1月3日の傾向との同様であった。

・ 予熱による製造熱量の削減効果が確認された。

病院 01 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	太陽熱・蒸気	集熱パネル



図IV. 5. 1. 15 給湯二次側循環流量と放熱量

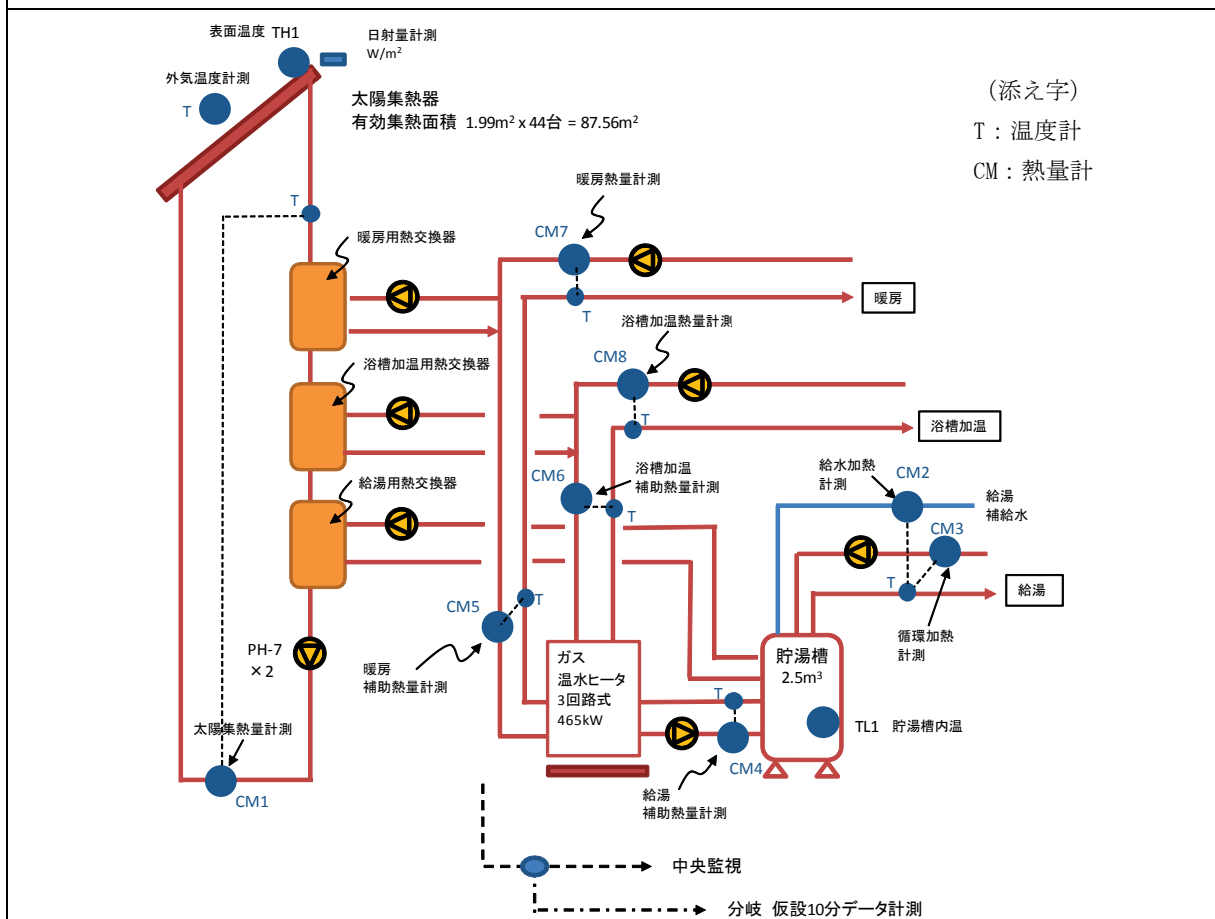
・設計値よりも配管放熱量が少ない。

5.2 研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

建物名	研修施設 04	地区	北海道	竣工	2009 年	改修	—	規模	7,700m ²
分類	熱源	方式	中央式 (2 管式)	専用/兼用	専用	エネルギー源	太陽熱		
機器	太陽熱集熱器	型式							
	貯湯槽	型式	密閉型	方式	—				
端末器具	—	種類	—	温調方式	—	手動/自動	—		
分析期間	2011 年 4 月～2012 年 3 月			製造年月	2008 年				
制御内容	集熱循環ポンプ PH-7 は、集熱器表面温度 (TH1) と貯湯槽温度 (TL1) から、 TH1 > TL1 温度差 8℃以上 または TH1 が 90℃以上で運転 (自動交互)			機器仕様	太陽集熱器： 真空二重ガラス管型集光ミラー付 有効 1.99m ² /台 44 台 貯湯槽： SUS444 製 2.5m ³ 密閉式 縦型 2 台 温水ヒータ： 465kW 真空 3 回路式 LPG 炊 2 台 給湯用熱交換：プレート式 61.3kW 1 台 浴槽加温用熱交換器：多管式 30.7kW 1 台 暖房用熱交換器：多管式 30.7kW 1 台				

システムフロー



運転状況：通年運転

計測間隔：10 分間隔のサンプリングデータを 1 時間平均

熱量計：白金測温抵抗体(往/還) + 電磁流量計, 温度計：白金測温抵抗体

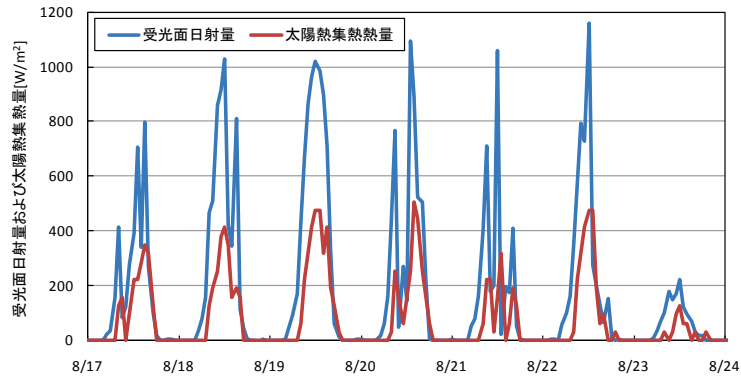
研修施設 04（太陽熱利用）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	太陽熱	太陽熱集熱器

< 運転状況 >

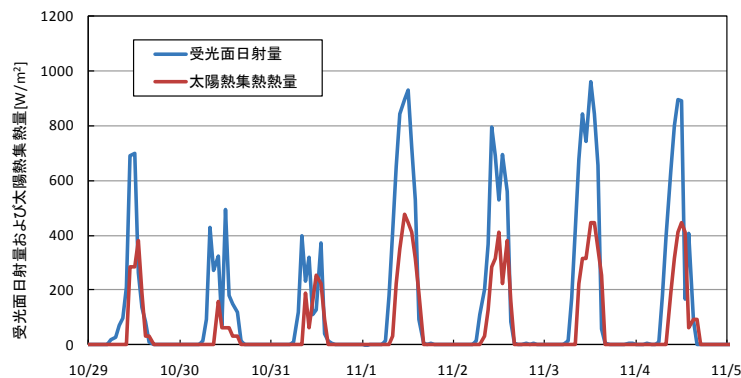
受光面日射量と太陽熱集熱熱量の推移（中央監視 1 時間データ）

2011/8/17~8/24（夏期）



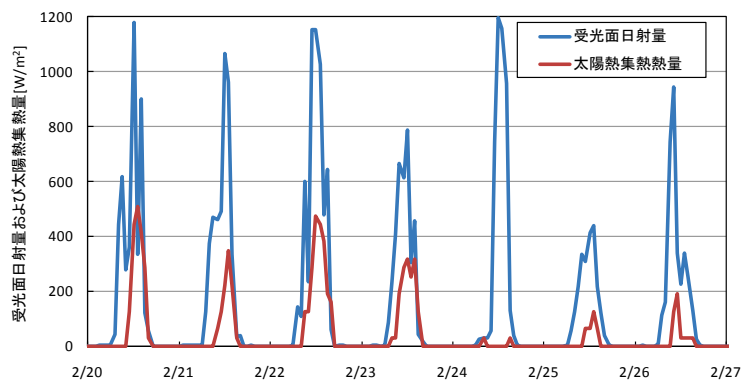
図IV. 5. 2. 1 受光面日射量と太陽熱集熱熱量（夏期）

2011/10/29~11/5（中間期）



図IV. 5. 2. 2 受光面日射量と太陽熱集熱熱量（中間期）

2012/2/20~2/27（冬期）



図IV. 5. 2. 3 受光面日射量と太陽熱集熱熱量（冬期）

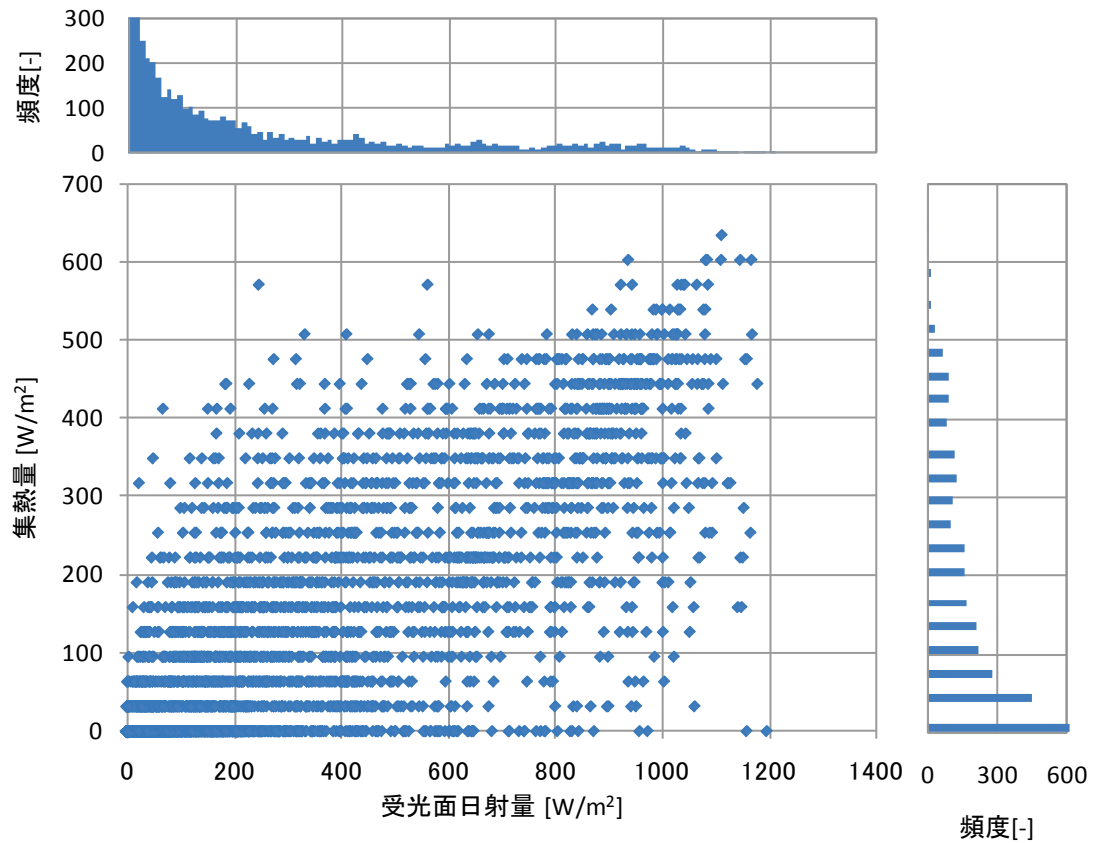
研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

<集熱量の整理>

受光面日射量と集熱量 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(1 時間データで日射量は平均値, 集熱量はパルス計測による積算値. 夜間を含み, 日射量のマイナス値を除く)



図IV. 5. 2. 4 受光面日射量と集熱量

研修施設 04 (太陽熱利用)

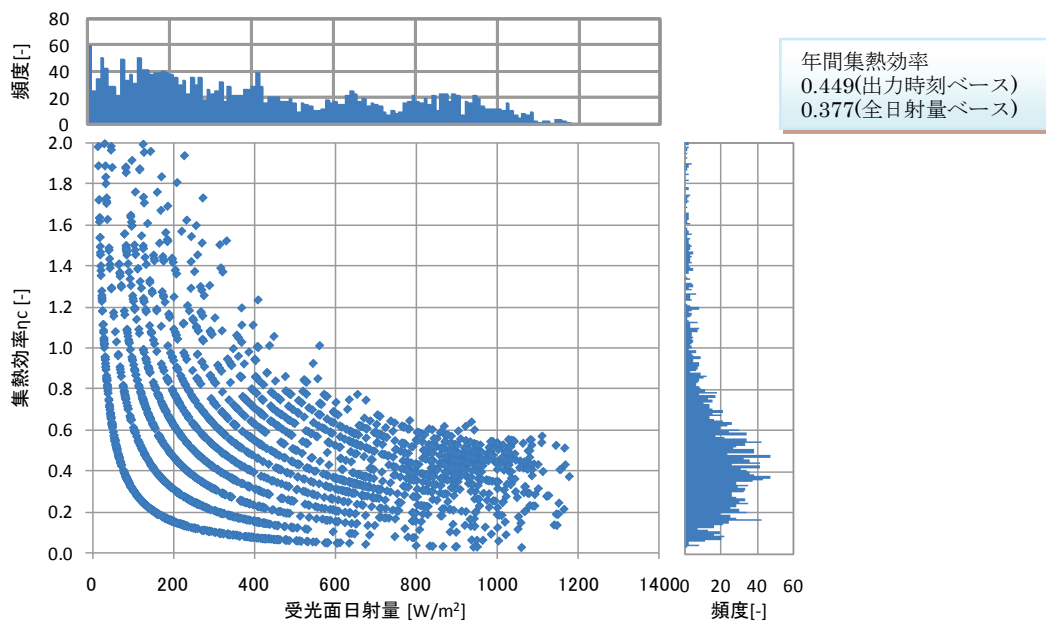
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

<集熱効率の整理>

受光面日射量と集熱効率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(1 時間データで日射量は平均値, 集熱量はパルス計測による積算値. 日射量 0 以下および集熱量 0 以下の時間帯を除く)

$$\text{集熱効率 } \eta_c [-] = \text{太陽熱集熱量} [W/m^2] \div \text{受光面日射量} [W/m^2]$$

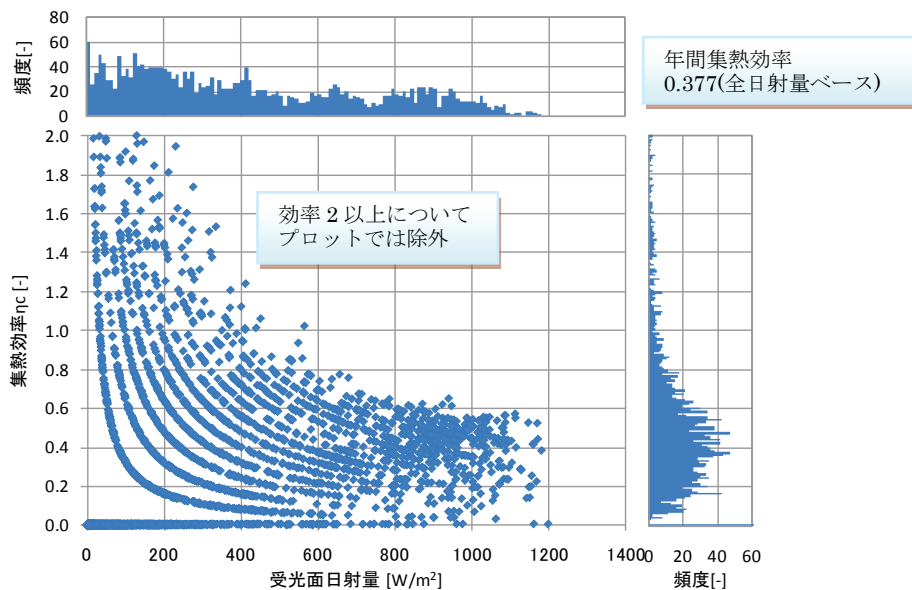


図IV. 5. 2. 5 受光面日射量と集熱効率

受光面日射量と集熱効率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(1 時間データで日射量は平均値, 集熱量はパルス計測による積算値. 日射量 0 未満を除く)

$$\text{集熱効率 } \eta_c [-] = \text{太陽熱集熱量} [W/m^2] \div \text{受光面日射量} [W/m^2]$$



図IV. 5. 2. 6 受光面日射量と集熱効率

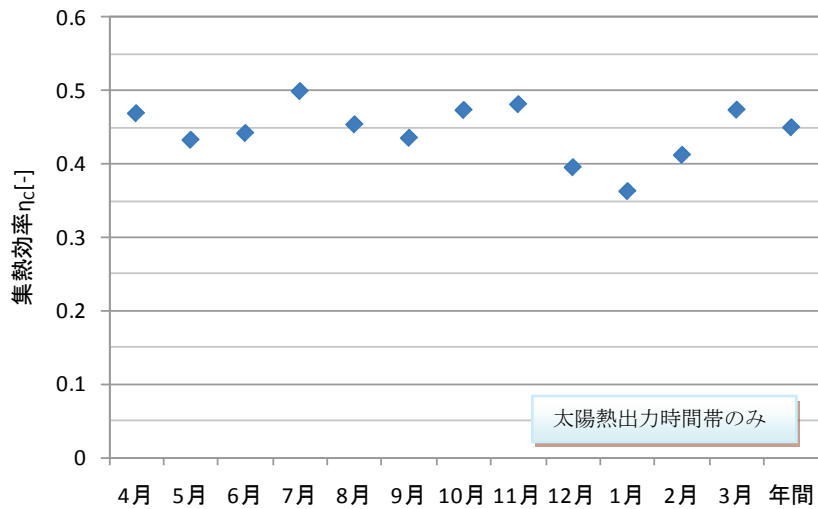
研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

月別および年間の集熱効率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(日射量 0 以下および集熱量 0 以下の時間帯を除く)

期間集熱効率 η [-] = 太陽熱集熱量期間積算値 [Wh/m²] ÷ 集熱器出力時の受光面日射量期間積算値 [Wh/m²]

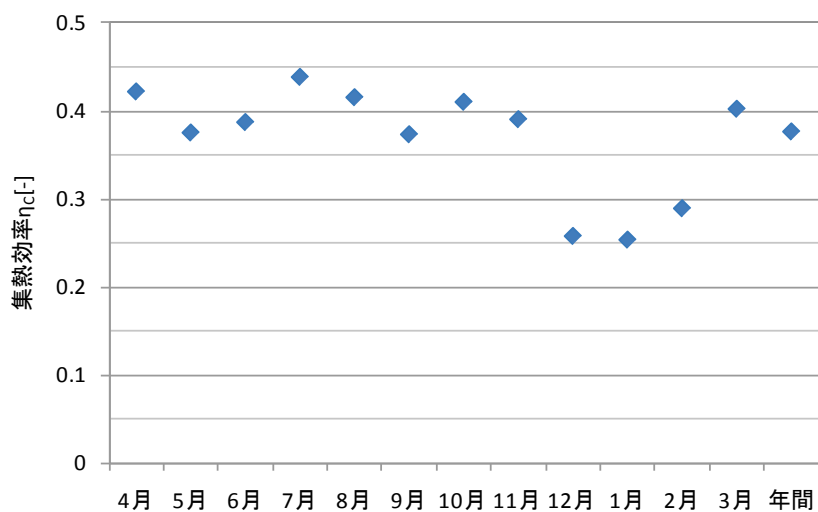


図IV.5.2.7 集熱効率

月別および年間の集熱効率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(日射量 0 以下の時間帯を除く)

期間集熱効率 η [-] = 太陽熱集熱量期間積算値 [Wh/m²] ÷ 受光面日射量期間積算値 [Wh/m²]



図IV.5.2.8 集熱効率

研修施設 04（太陽熱利用）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	太陽熱	太陽熱集熱器

<温熱負荷の状況>

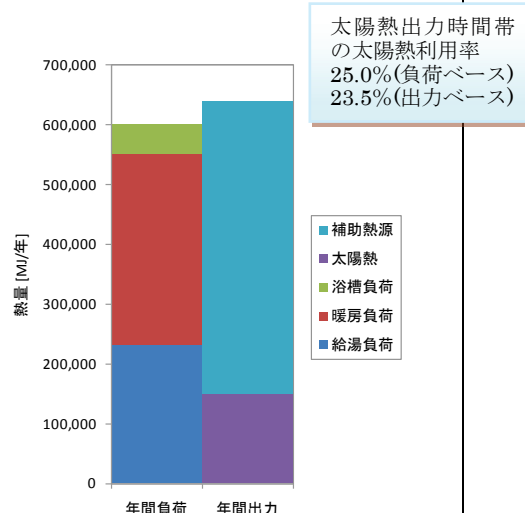
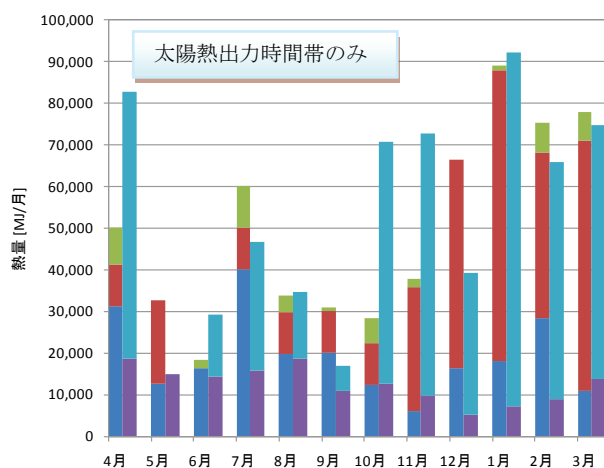
月別および年間の負荷と機器出力（2011/4/1～2012/3/31 中央監視データ）

（集熱量 0 以下の時間帯を除く）

負荷[MJ]=給湯負荷+暖房負荷+浴槽負荷

出力[MJ]=太陽熱集熱量+補助熱源

ここでの負荷には貯湯槽およびその周辺配管での熱ロスは含まれない。給湯負荷には循環加熱負荷を含む。



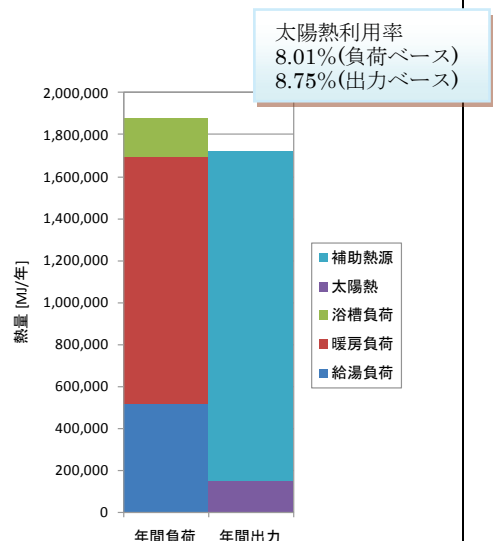
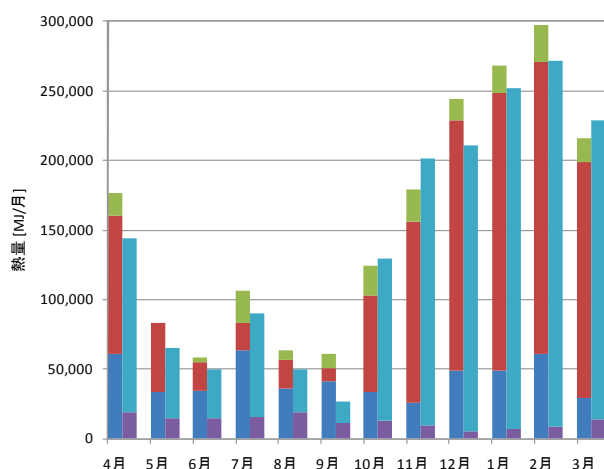
図IV. 5. 2. 9 負荷と機器出力

月別および年間の負荷と機器出力（2011/4/1～2012/3/31 中央監視データ）

負荷[MJ]=給湯負荷+暖房負荷+浴槽負荷

出力[MJ]=太陽熱集熱量+補助熱源

ここでの負荷には貯湯槽およびその周辺配管での熱ロスは含まれない。給湯負荷には循環加熱負荷を含む。



図IV. 5. 2. 10 負荷と機器出力

研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

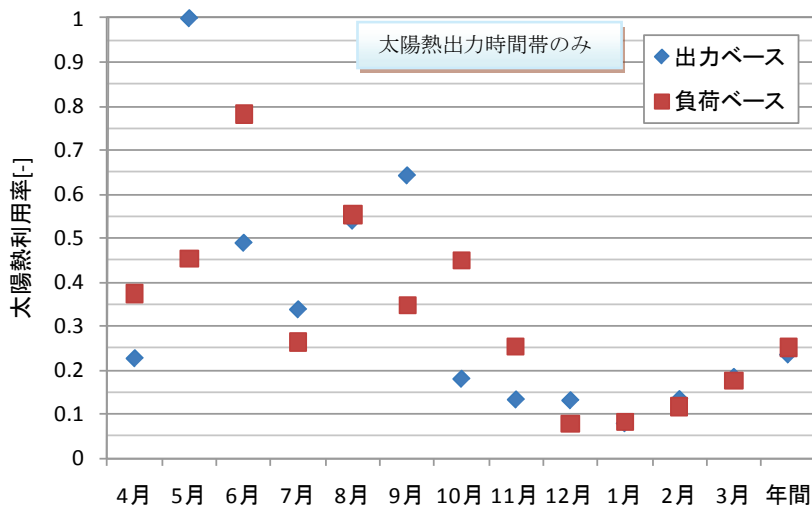
<太陽熱の利用状況>

月別および年間の太陽熱利用率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

(太陽熱集熱量 0 以下の時間帯を除く)

太陽熱利用率[-] (出力ベース) = 太陽熱集熱量期間積算値[MJ] ÷ 出力期間積算値[MJ]

太陽熱利用率[-] (負荷ベース) = 太陽熱集熱量期間積算値[MJ] ÷ 負荷期間積算値[MJ]

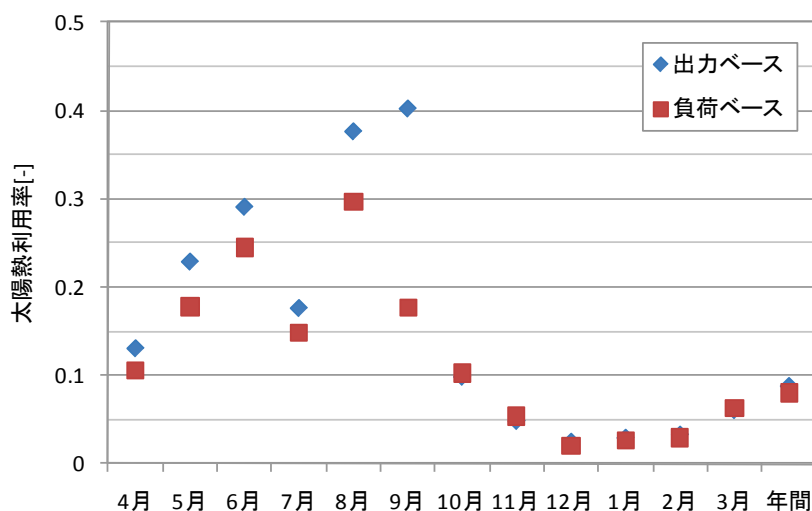


図IV. 5. 2. 11 太陽熱利用率

月別および年間の太陽熱利用率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

太陽熱利用率[-] (出力ベース) = 太陽熱集熱量期間積算値[MJ] ÷ 出力期間積算値[MJ]

太陽熱利用率[-] (負荷ベース) = 太陽熱集熱量期間積算値[MJ] ÷ 負荷期間積算値[MJ]



図IV. 5. 2. 12 太陽熱利用率

研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

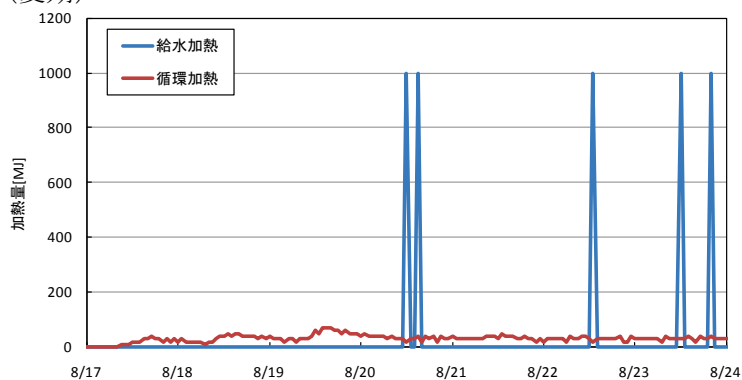
<給湯の運転状況>

給水加熱と循環加熱の推移 (中央監視 1 時間データ)

(なお給水加熱は 1000MJ に 1 パルス, 循環加熱は 10MJ に 1 パルスとなっている.)

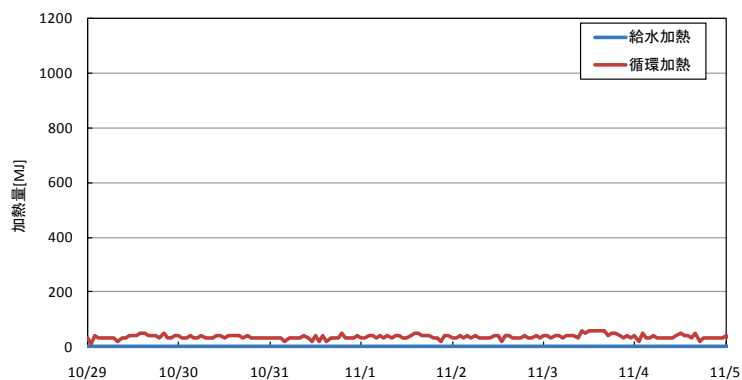
(循環加熱分には貯湯槽およびその周辺配管での熱ロス分は含まれない.)

2011/8/17~8/24 (夏期)



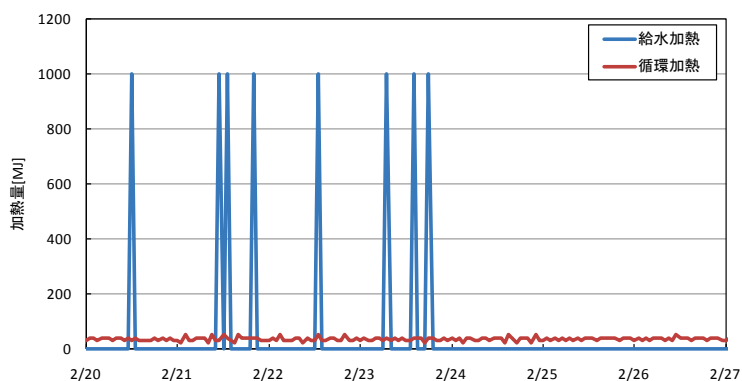
図IV. 5. 2. 13 加熱量の推移 (夏期)

2011/10/29~11/5 (中間期)



図IV. 5. 2. 14 加熱量の推移 (中間期)

2012/2/20~2/27 (冬期)



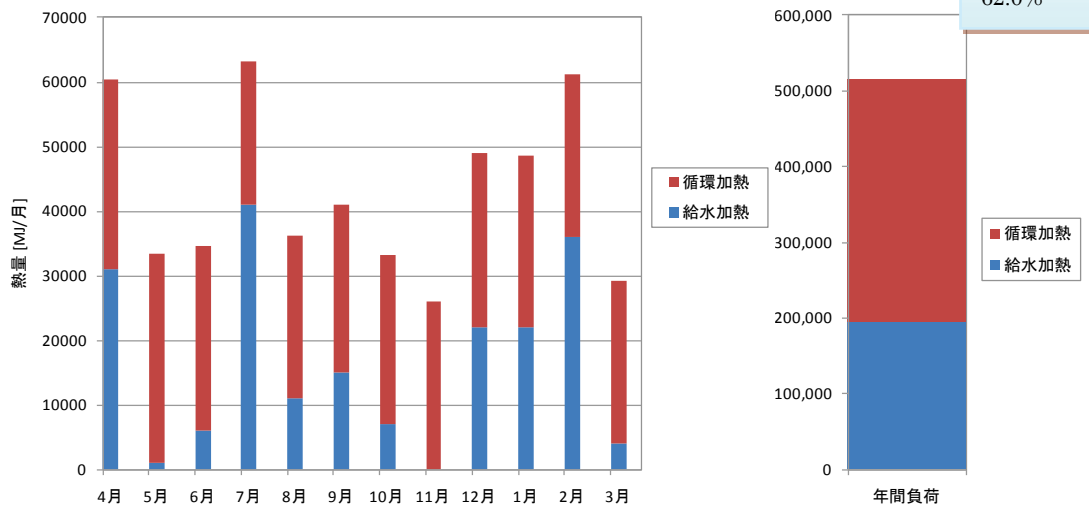
図IV. 5. 2. 15 加熱量の推移 (冬期)

研修施設 04 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

月別および年間の給水加熱と循環加熱量 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

循環加熱分には貯湯槽およびその周辺配管での熱ロス分は含まれない。

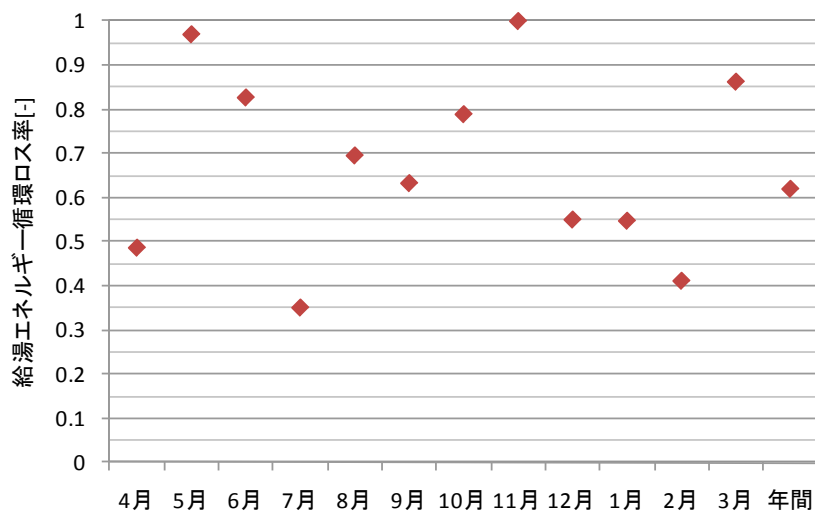


図IV. 5. 2. 16 給水加熱と循環加熱量

月別および年間の給湯エネルギー循環ロス率 (2011/4/1~2012/3/31 中央監視データ)

給湯エネルギー循環ロス率[-]=循環加熱量[MJ]÷(給水加熱量+循環加熱量[MJ])

循環加熱分には貯湯槽およびその周辺配管での熱ロス分は含まれない。



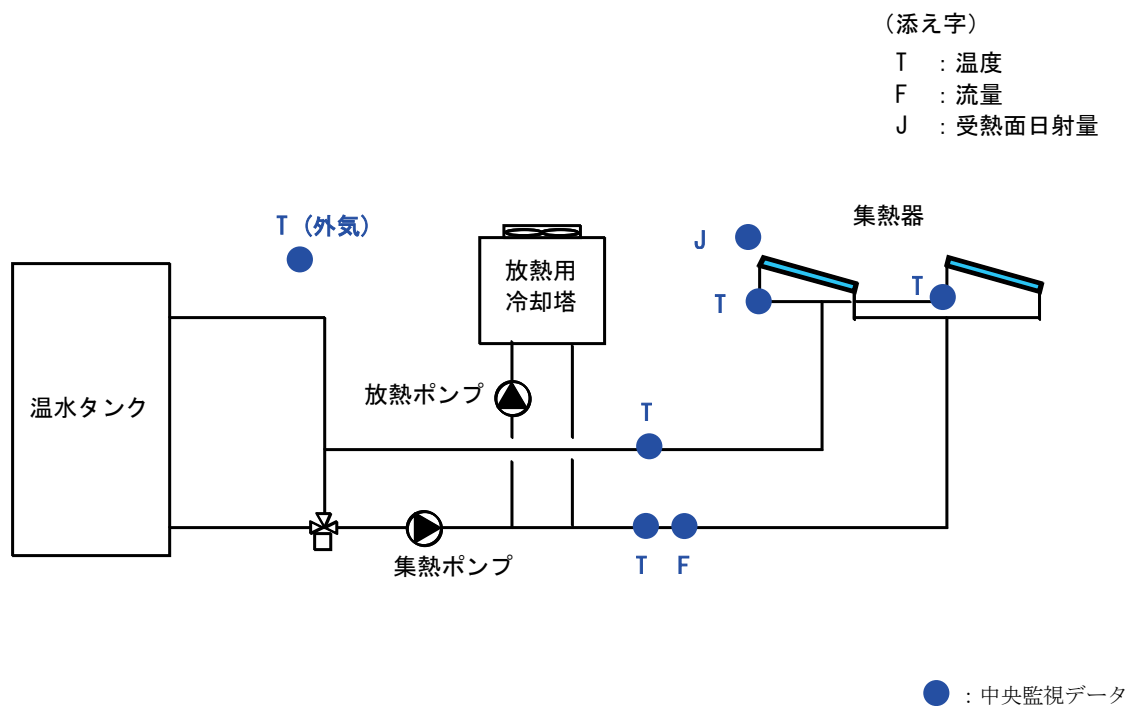
図IV. 5. 2. 17 給湯エネルギー循環ロス率

5.3 その他 02 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

建物名	その他 02	地区	神奈川	竣工	2009年	改修	—	規模	—
分類	熱源		方式	中央式 (2管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	太陽熱
機器	太陽熱集熱器		型式	黒色平板形集熱器					
	貯湯槽		型式	開放型		方式	成層		
端末器具	—		種類	—		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	2009年12月～2010年2月				製造年月	2009年8月			
制御内容	7) 集熱器入口温度制御 (三方弁制御) 8) 集熱器出口温度制御 (集熱ポンプ制御) 9) 集熱器入口放熱制御 (放熱ポンプ制御)				機器仕様	集熱器 型式：黒色平板形集熱器 外形寸法：1,002mm×2,002mm×77mm 有効集熱面積：1.91m ² 設置台数：25台×2列 保有水量：2.5L/台 設置角度：35°			

システムフロー



解析データ年月日

2009年12月2日, 4日, 20日, 23日

2010年2月5日, 20日, 22日, 23日

(計測間隔 30秒を10分平均)

その他 02 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

<制御内容, 評価項目計算式>

1. 制御内容

(1) 通常時

受熱面日射量による集熱ポンプの発停

太陽光集熱器出口温度一定制御 (集熱ポンプの PID 制御)

(2) 太陽光集熱器入口温度の低温時

集熱ポンプ入口温度一定制御 (三方弁の PID 制御)

太陽光集熱器入口温度が低いとき, 出口温水と混合させて温度を上昇させる

(3) 太陽光集熱器入口温度の高温時

太陽光集熱器入口温度一定制御 (太陽光集熱器入口温度による放熱ポンプ発停自動判断及び PID 制御)

太陽光集熱器入口温度が高いとき, 冷却塔で放熱して温度を低下させてからパネルに流入させる

2. 計測概要

(1) 計測器

- ・流量計: 超音波流量計 (後付)
- ・温度計: 白金測温抵抗体 (挿入型)

(2) データ収集時間間隔

- ・流量: 30 秒間隔, 瞬時値
- ・温度: 30 秒間隔, 瞬時値

3. 評価項目計算式

(1) 集熱量

$$\text{集熱量[W]} = \text{温水流量[L/h]} \times (\text{太陽光集熱器出口温度 (メイン管) [°C]} \\ - \text{太陽光集熱器入口温度 (メイン管) [°C]}) \times 1.1627[\text{Wh/kcal}]$$

(2) 集熱効率

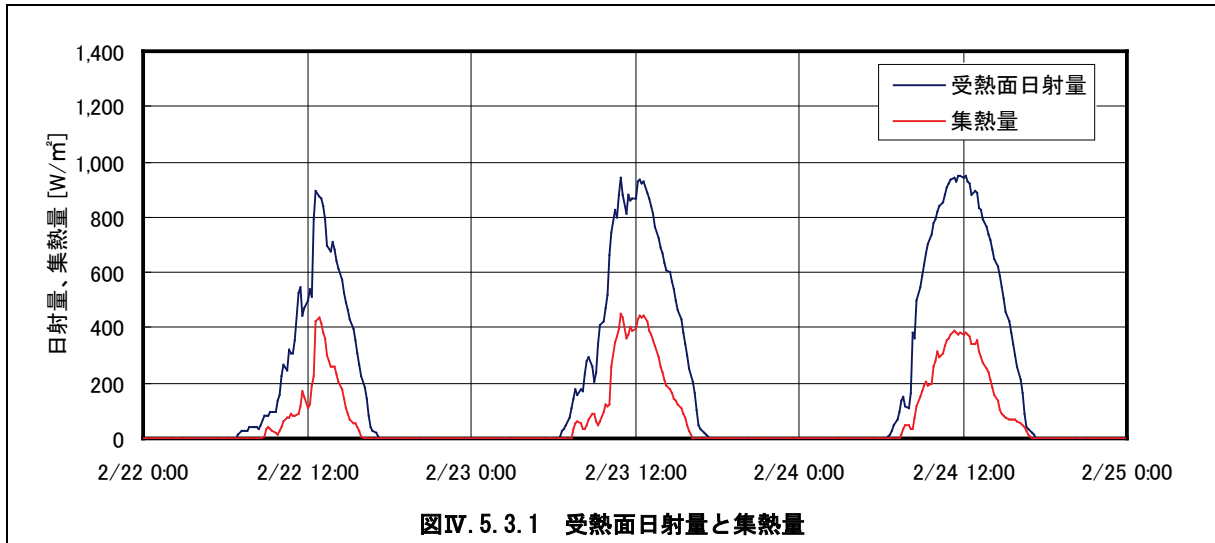
$$\text{集熱効率[-]} = \text{集熱量[W]} \div \text{受熱面日射量[W]}$$

※受熱面日射量はパネル設置角度 35° と同じ角度で設置した日射計の値

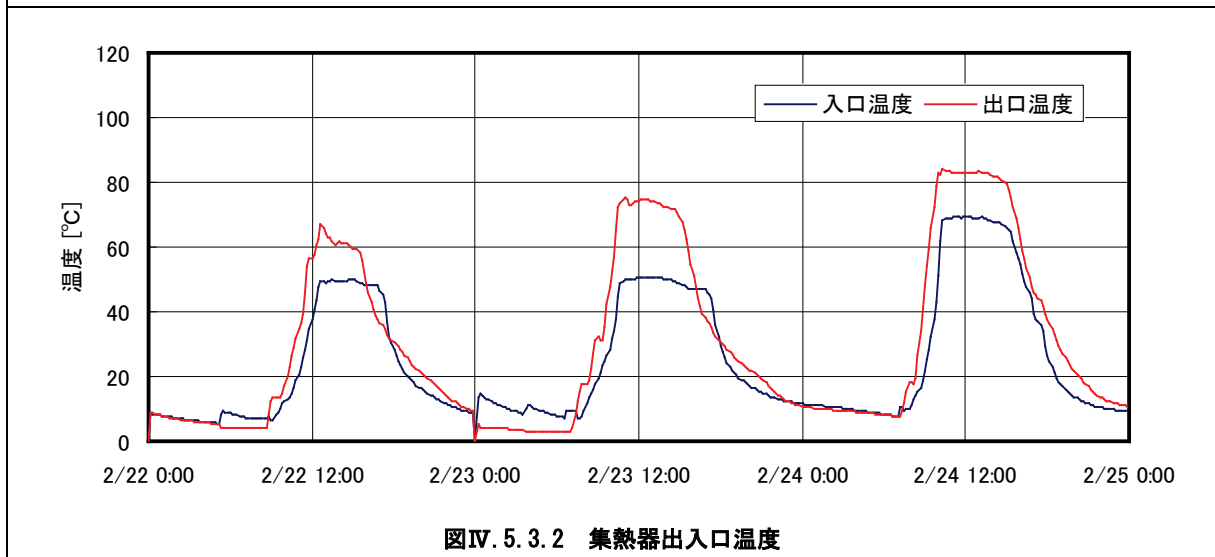
その他 02 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

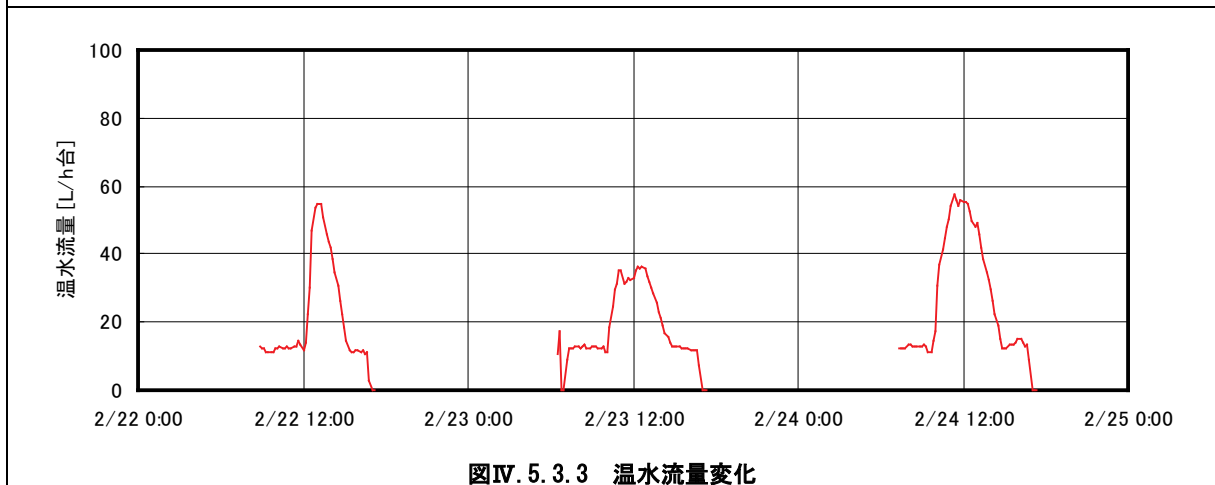
<動作確認データ(1)>



図IV. 5. 3. 1 受熱面日射量と集熱量



図IV. 5. 3. 2 集熱器出入口温度



図IV. 5. 3. 3 温水流量変化

その他 02 (太陽熱利用)

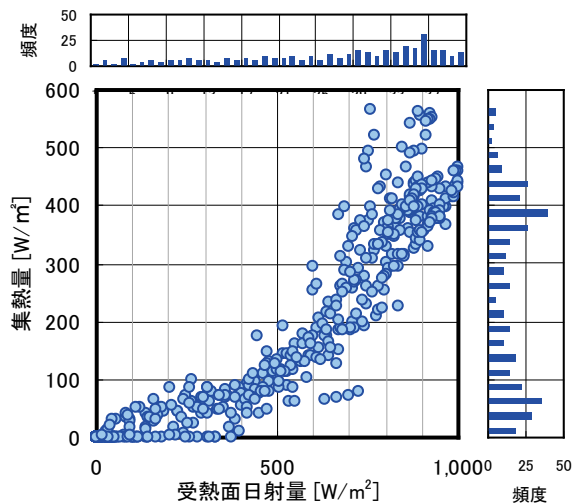
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

<動作確認データ(2)>

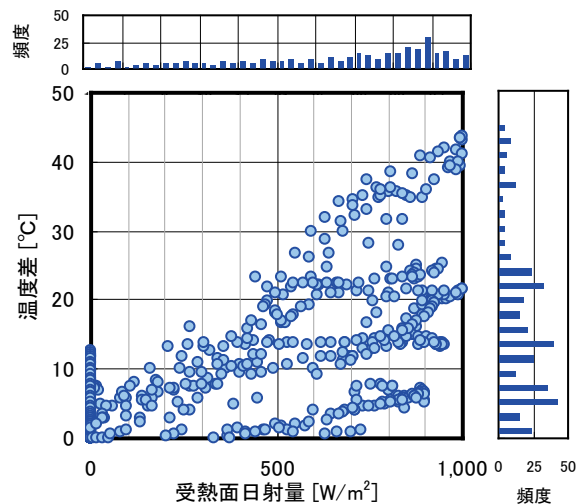
(コメント欄)

図IV.5.3.4 受熱面日射量 500W/m² 以上で、集熱量は受熱面日射量に対してほぼ直線的に増加している。

図IV.5.3.5 受熱面日射量が大きくなると 40℃程度までの温度差が確保できている。運転時の温度差は主に 25℃以下となっている。



図IV.5.3.4 受熱面日射量と集熱量



図IV.5.3.5 受熱面日射量と温水温度差

その他 02 (太陽熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2管式)	太陽熱	太陽熱集熱器

<分析データ>

(コメント欄)

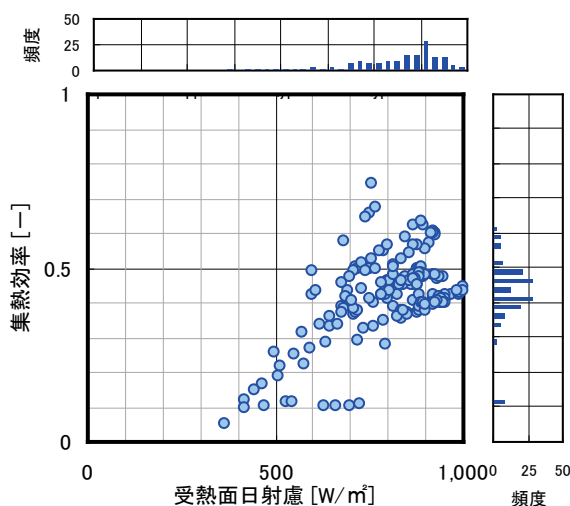
図IV.5.3.6 メーカー仕様では 15L/h・m²を最低流量としており,これ以上のデータをプロットした.受熱面日射量とともに効率も上昇する.

図IV.5.3.7 $\Delta t/J$ と集熱効率の関係ではメーカー値よりも低い値になっている.

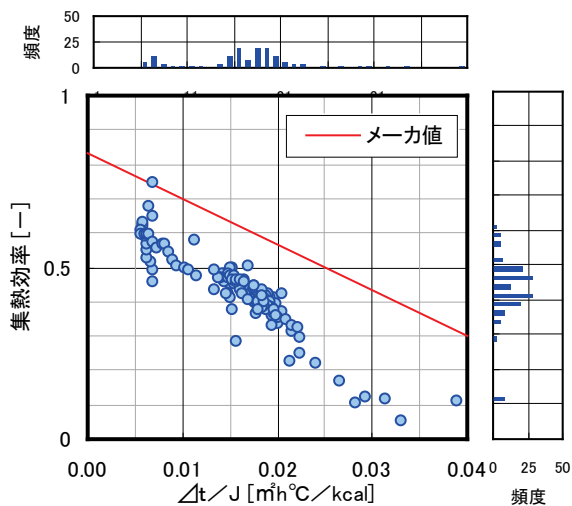
図IV.5.3.8 配管及びパネル接続用ホースの放熱を集熱量に加味して補正すると幾分メーカー値に近くなる.

(注記)

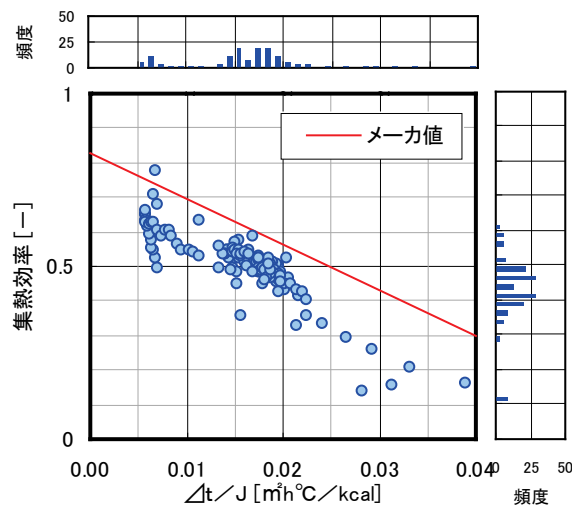
- Δt = 集熱器平均水温 - 外気温
 = (入口温度 + 出口温度) / 2 - 外気温
 カタログ測定条件
- ・ 太陽光に対して直角になるよう追尾.
 - ・ 温水流量 120L/h 台



図IV.5.3.6 受熱面日射量と集熱効率



図IV.5.3.7 $\Delta t/J$ と集熱効率



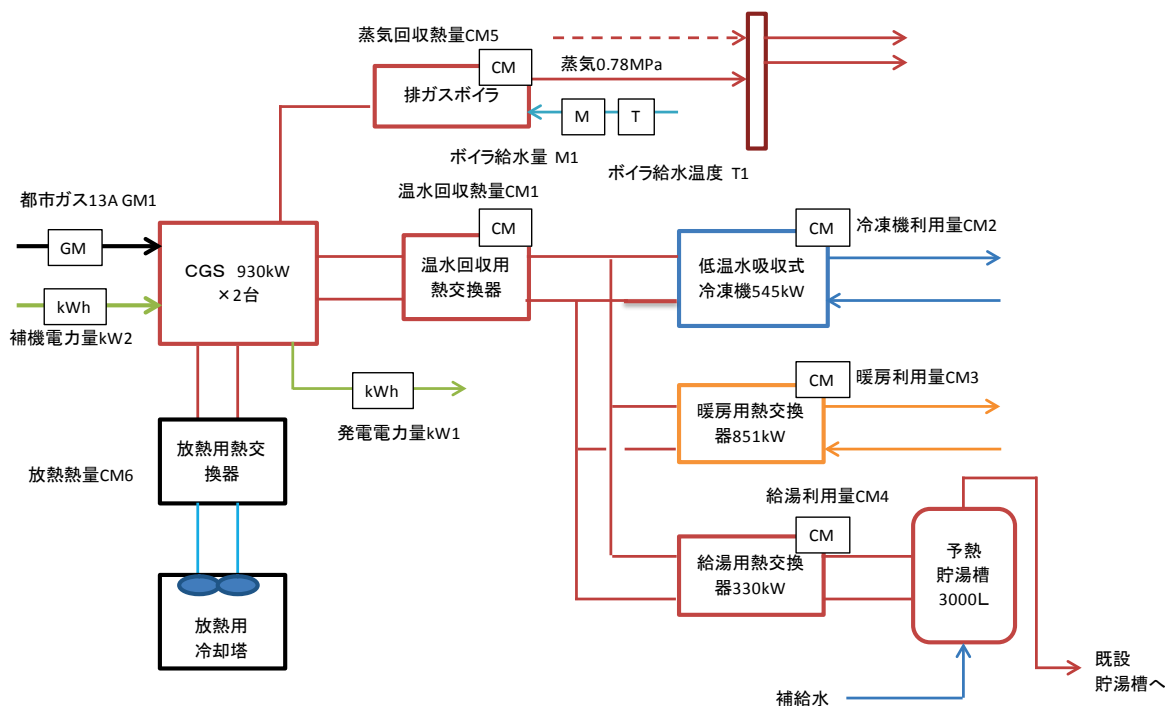
図IV.5.3.8 $\Delta t/J$ と集熱効率
(配管放熱考慮)

5.4 病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

建物名	病院 02	地区	北海道	竣工	1980 年	改修	2010 年	規模	26,679m ²
分類	熱源		方式	中央式(2管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	ガス
機器	CGS		型式	ガスエンジン		—		—	
	貯湯槽		型式	密閉型		方式	—	—	
端末器具	—		種類	—		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	2012 年 10 月 1 日～2012 年 12 月 31 日			製造年月	—				
制御内容	制御対象：CGS 制御内容：排熱利用制御 ・ジャケット排熱 還り温度制御 (設定温度 83℃) ・暖房用熱交換器 送水温度制御 (設定温度 65℃) ・暖房用熱交換器 送水温度制御 (設定温度差 5℃) ・低温水吸収式冷凍機 冷却水温度制御 (設定温度 31℃) 排熱回収 ・蒸気排熱回収, 温水排熱回収 回収熱利用先 ・蒸気 (既設の蒸気ヘッダに接続) ・温水 (冷房, 暖房, 給湯)			機器仕様	CGS(ボンネット型) ・ガスエンジン発電機 930kW × 2台 (50Hz) ・燃料消費量 205.8Nm ³ /h ・発電効率 40% (LHV 基準), 36% (HHV 基準) 排熱利用機器 ・低温水吸収式冷凍機 545kW (温水入口温度 88℃) ・暖房用熱交換器 851.7kW ・給湯用(補給水加温) 熱交換器 330.5kW 排ガス熱回収量 1,237.8MJ/h (蒸気発生量 491kg/h) ジャケット水排熱回収量 1,533.2MJ/h (目標値) インタークーラ排熱回収量 595.3MJ/h (目標値)				

システムフロー



中央監視にて記録 記録間隔 1時間

ガス熱量換算 低位発熱量=40.6MJ/m³, 高位発熱量=45.0MJ/m³

ガス流量 中央監視にて集録されているノルマル換算値

病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

1. 評価項目計算式

(1) 発電効率

$$\text{発電効率} = \text{発電量} / (\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量})$$

$$= \text{kW1} \times 3.6 / (\text{GM1} \times 45) \times 100$$

(2) 排熱回収量

$$\text{排熱回収量} = \text{温水回収熱量} + \text{蒸気回収熱量}$$

$$= \text{CM1} + \text{CM5}$$

(3) 温水回収熱量

$$\text{温水回収熱量} = \text{冷凍機利用量} + \text{暖房利用量} + \text{給湯利用量}$$

$$= \text{CM2} + \text{CM3} + \text{CM4}$$

(4) 蒸気回収熱量

$$\text{蒸気回収熱量} = \text{蒸気量} (\text{ボイラ補給水} \times 0.9) \times (0.78\text{MPa 蒸気の比エンタルピー} - (\text{ボイラ給水温度} \times 4.186))$$

$$= \text{M1} \times 0.9 \times (2768.30 - (\text{T1} \times 4.186))$$

(5) 温水回収効率

$$\text{温水回収効率} = \text{温水回収熱量} / ((\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) + \text{補機電力量})$$

$$= \text{CM1} / (\text{GM1} \times 45 + \text{kW2} \times 3.6) \times 100$$

(6) 蒸気回収効率

$$\text{蒸気回収効率} = \text{蒸気回収熱量} / ((\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) + \text{補機電力量})$$

$$= \text{CM5} / (\text{GM1} \times 45 + \text{kW2} \times 3.6) \times 100$$

(7) CGS 総合効率

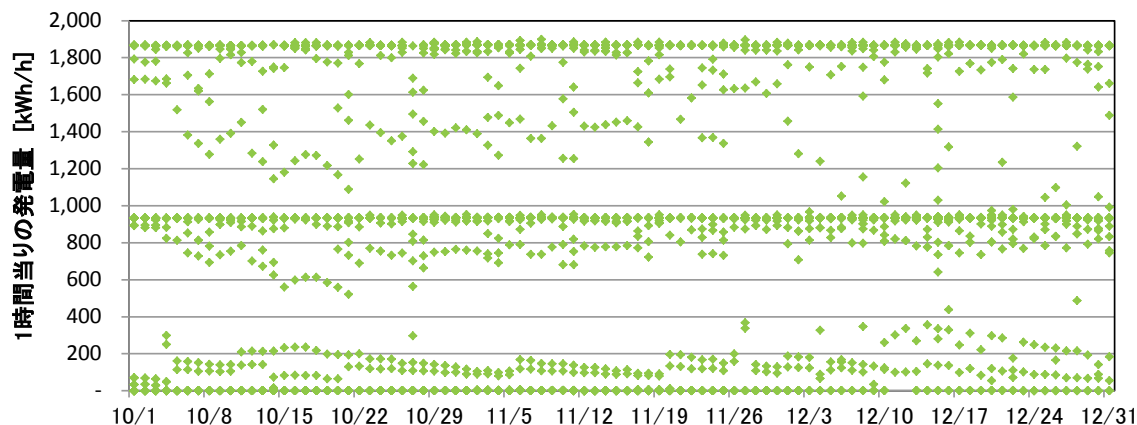
$$\text{CGS 総合効率} = (\text{発電量} + \text{排熱回収量}) / ((\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) + \text{補機電力量})$$

$$= (\text{kW1} \times 3.6 + (\text{CM1} + \text{CM5})) / (\text{GM1} \times 45 + \text{kW2} \times 3.6) \times 100$$

病院 02 (排熱利用)

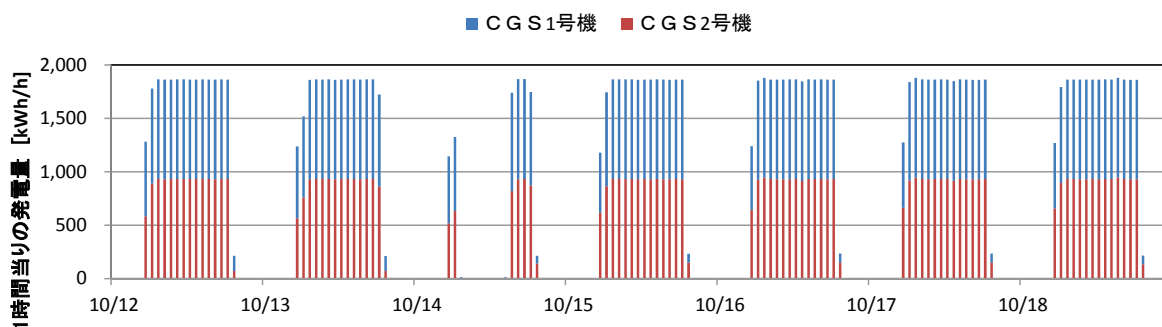
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

(1) 測定期間中の発電状況 kW1 (CGS1号機, 2号機の合計 930kW/台)

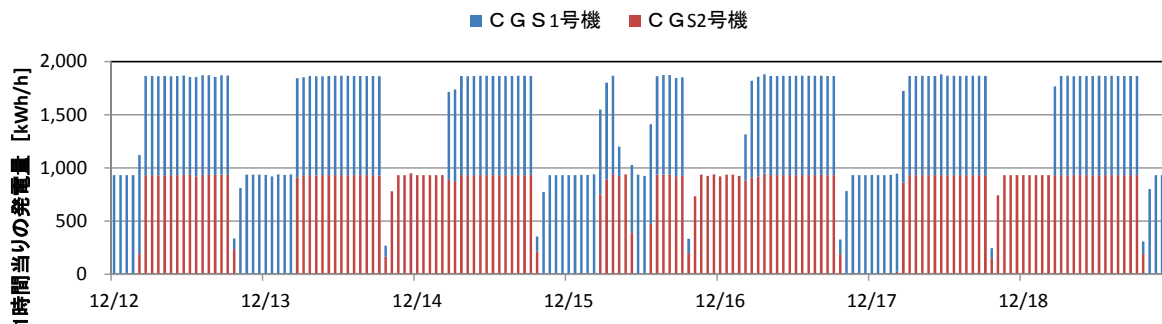


図IV. 5. 4. 1 測定期間中の発電状況

(2) 代表期間の時刻別発電状況 kW1



図IV. 5. 4. 2 中間期の発電状況 (10/12 から 10/18)



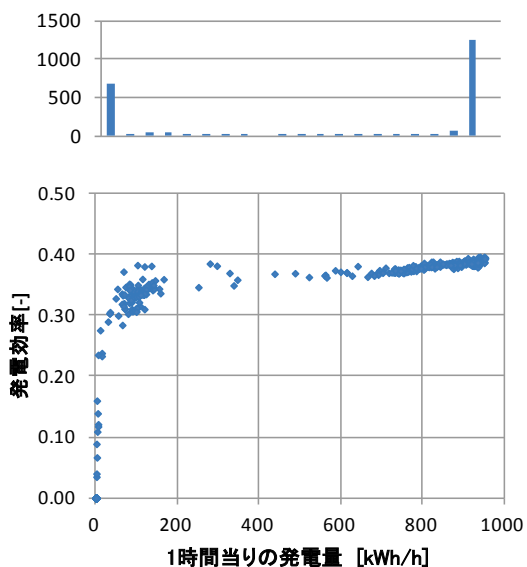
図IV. 5. 4. 3 冬期の発電状況 (12/12 から 12/18)

・ 暖房需要の増加に伴い, 12/2 から CGS 稼働時間が増加している.

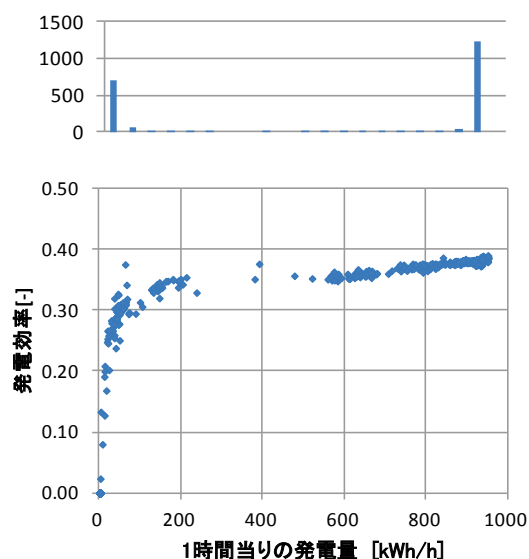
病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

(3) CGS1号機, 2号機の各発電量と発電効率
(高位発熱基準)

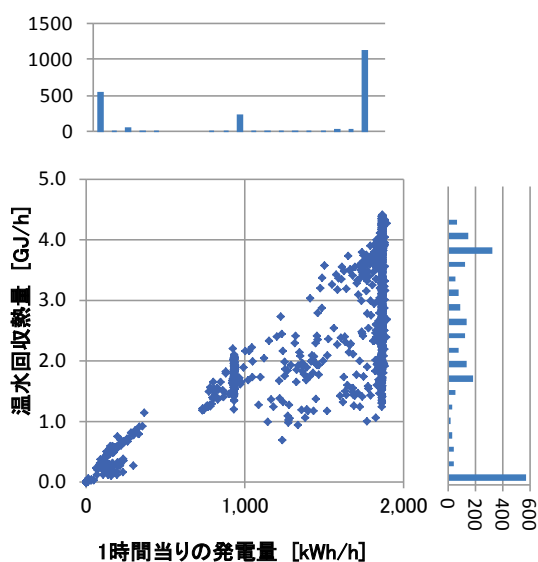


図IV.5.4.4 発電効率 (高位発熱量)
の部分負荷特性 (1号機)

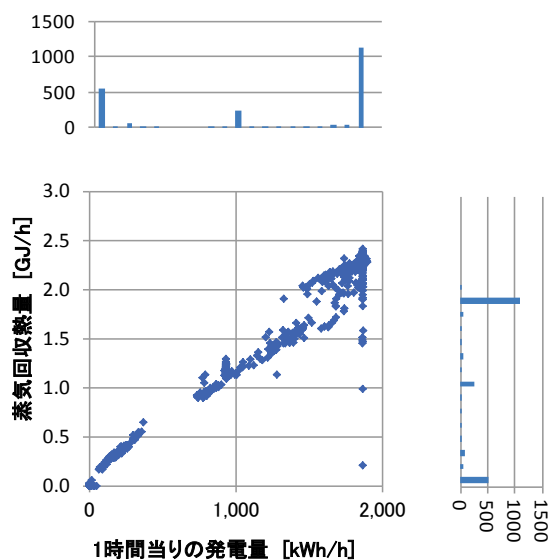


図IV.5.4.5 発電効率 (高位発熱量)
の部分負荷特性 (2号機)

(4) 発電量 kW1 と温水・蒸気回収熱量



図IV.5.4.6 発電量と温水回収熱量との関係



図IV.5.4.7 発電量と蒸気回収熱量との関係

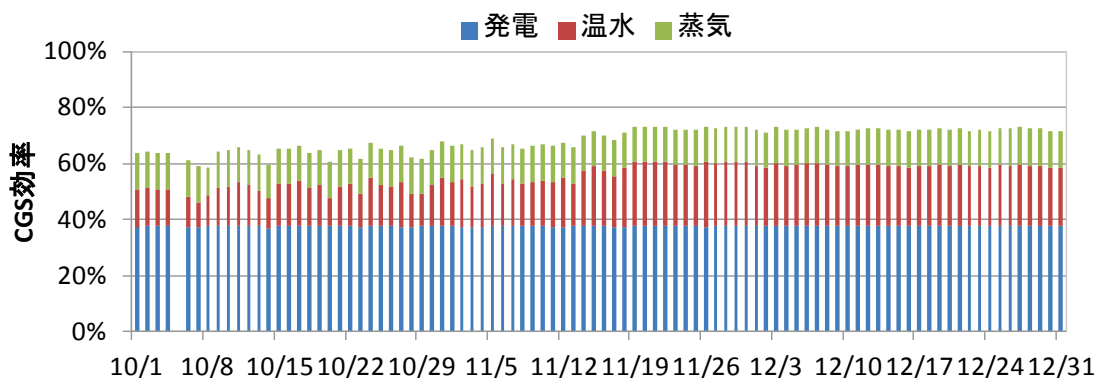
病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

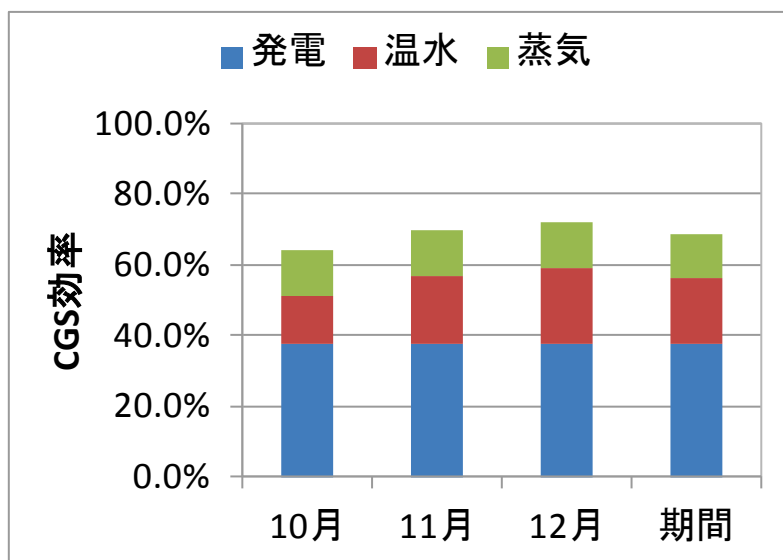
(5) CGS 総合効率

測定期間における各月の総合効率

	CGS1号 蒸気回収 熱量	CGS2号 蒸気回収 熱量	温水回収 熱量	CGS1号 発電電力 量	CGS2号 発電電力 量	CGS 1号機ガス消費量 低位/高位		CGS 2号機ガス消費量 低位/高位		CGS 全 体補機電 力量	総合効率	
	GJ	GJ		KWh	KWh	GJ	GJ	GJ	GJ		KWh	低位
10月	457	481	1,009	382,454	386,846	3,210	3,558	3,316	3,675	41,726	70.6%	63.9%
11月	464	473	1,431	388,591	382,413	3,267	3,621	3,275	3,630	39,757	76.9%	69.6%
12月	644	640	2,141	537,328	511,943	4,504	4,993	4,353	4,825	47,971	79.8%	72.1%
合計	1,566	1,593	4,580	1,308,373	1,281,202	10,982	12,172	10,944	12,130	129,454	76.2%	68.9%



図IV. 5. 4. 8 CGS 総合効率 (高位発熱量) (10月から12月の日積算値)

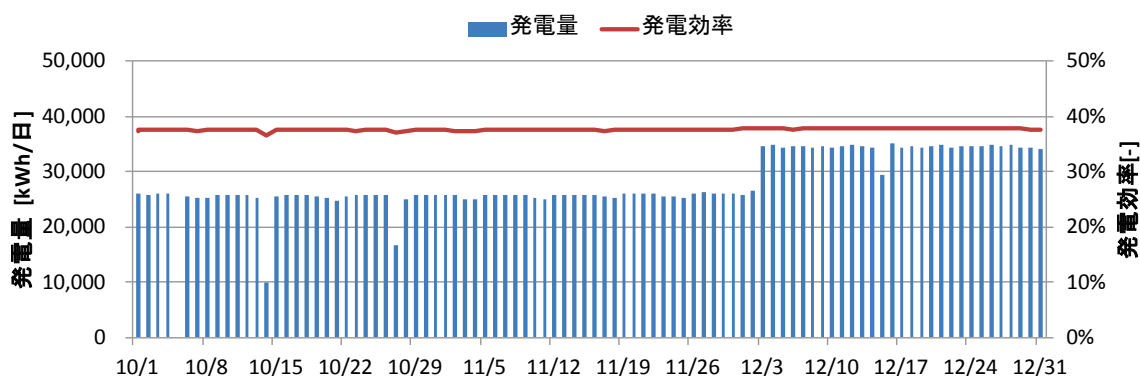


図IV. 5. 4. 9 CGS 総合効率 (低位発熱量) (10月から12月の月積算値)

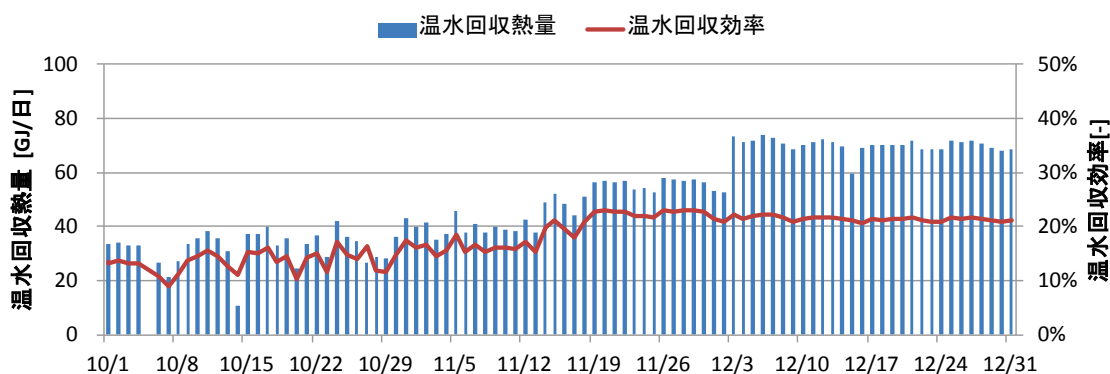
病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

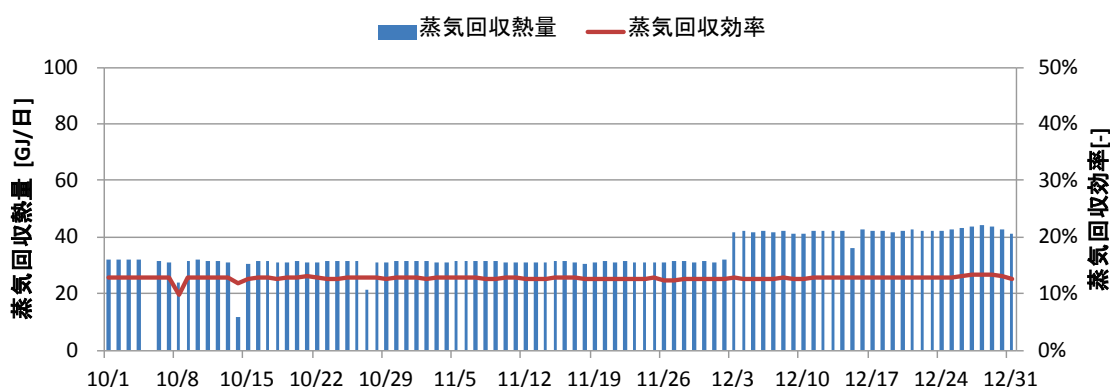
(6) 発電量と回収熱量



図IV.5.4.10 発電量と発電効率 (10月から12月の日積算値)



図IV.5.4.11 温水回収熱量と温水回収効率 (10月から12月の日積算値)



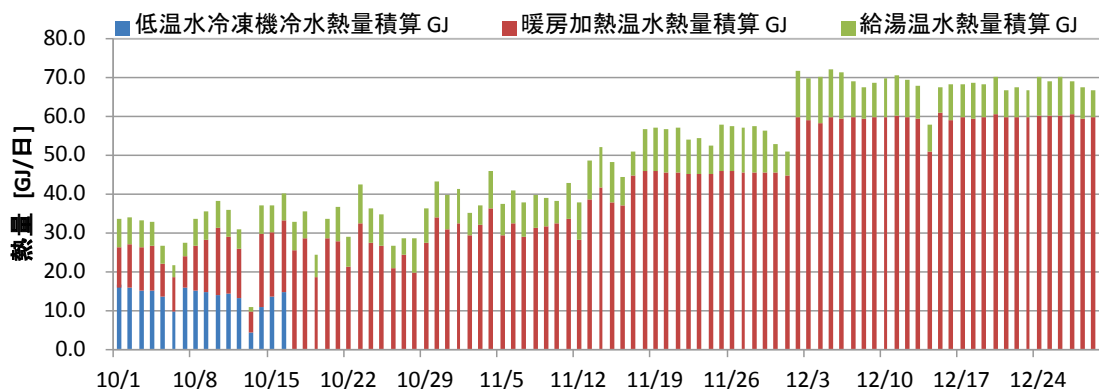
図IV.5.4.12 蒸気回収熱量と蒸気回収効率 (10月から12月の日積算値)

- ・分析期間中の発電効率は 38% (高位発電量基準) で定格時の効率 36% (高位) よりも若干効率がよい。
- ・温水回収効率は暖房需要が増す冬期に向けて増加し平均で 18% (高位) であった。
- ・蒸気回収効率はほとんど変化せず平均で 13% (高位) であった。

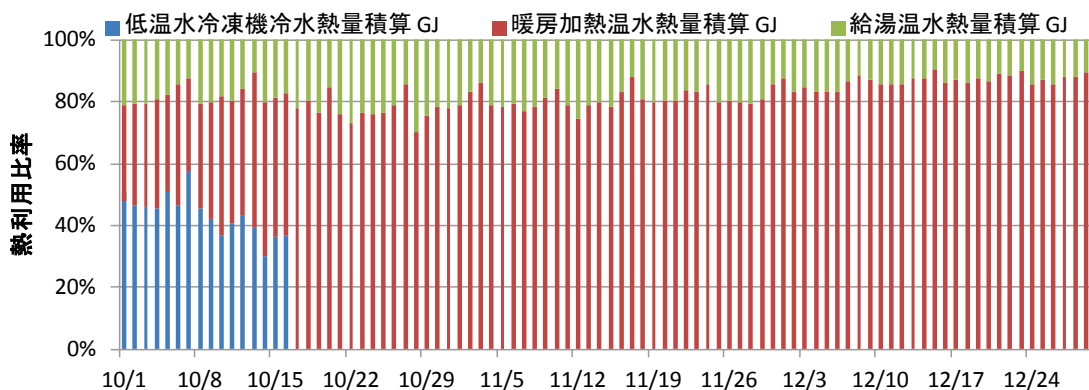
病院 02 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

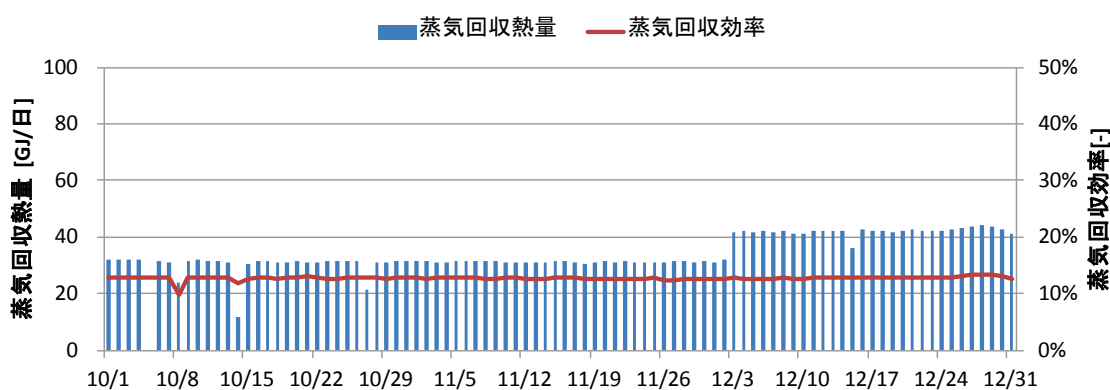
(7) CGS 回収熱利用先



図IV.5.4.13 利用先ごとの回収熱量 (10月から12月の日積算値)



図IV.5.4.14 回収熱量利用率



図IV.5.4.15 蒸気回収熱量と蒸気回収効率 (10月から12月の日積算値)

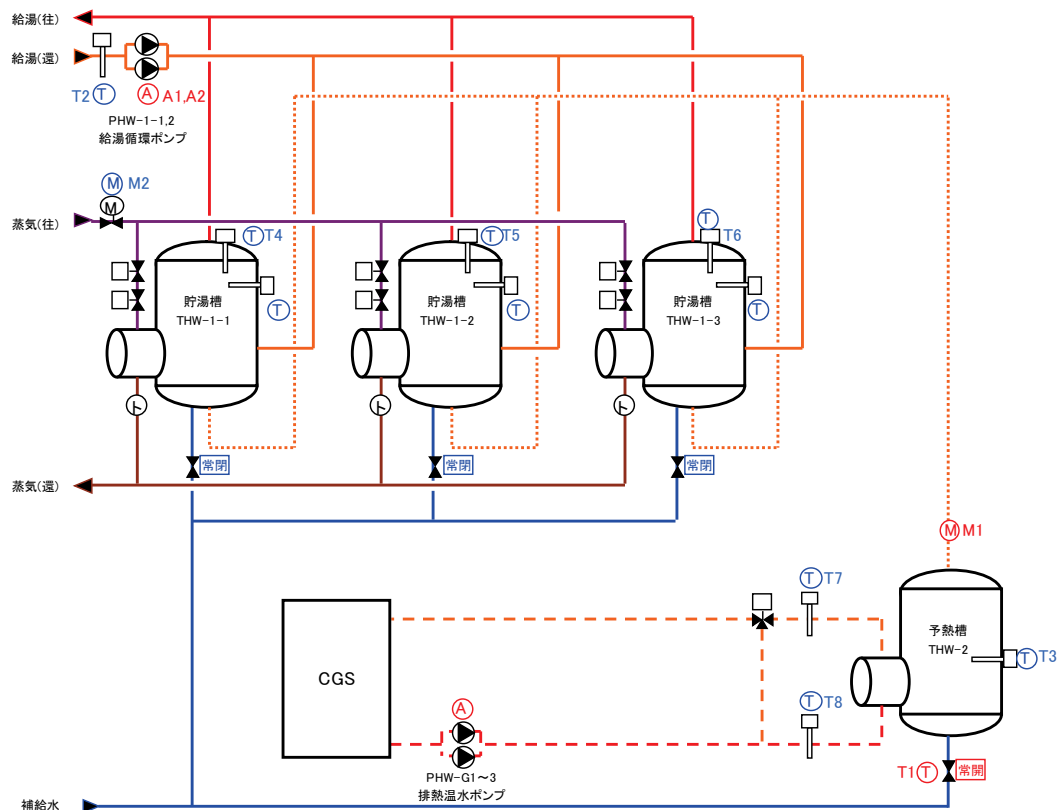
- ・分析期間中の発電効率は 38% (高位発電量基準) で定格時の効率 36% (高位) よりも若干効率がよい。
- ・温水回収効率は暖房需要が増す冬期に向けて増加し平均で 18% (高位) であった。
- ・蒸気回収効率はほとんど変化せず平均で 13% (高位) であった。

5.5 病院 03 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式(2管式)	排熱	CGS

建物名	病院 03	地区	新潟	竣工	2007 年	改修	—	規模	50,034m ²
分類	熱源		方式	中央式(2管式)		専用/兼用	兼用	エネルギー源	ガス
機器	CGS		型式	—		—		—	
	予熱槽		型式	開放型		方式	成層	—	
端末器具	—		種類	—		温調方式	—	手動/自動	—
分析期間	2011 年 9 月～2012 年 3 月			製造年月	—				
制御内容	①CGS 排熱利用による補給水予熱制御			機器仕様	THW-1 貯湯槽 有効容量 12,000L 加熱能力 766kW				
	②蒸気による貯湯槽温度制御				THW-2 予熱槽 有効容量 12,000L 加熱能力 1,664kW PHW-1 循環ポンプ 0.75kW PH-G1 排熱ポンプ 22kW				

システムフロー



(T) 温度 (A) 電流 (M) 流量

注) 青マル: 中央監視, 赤マル: 計測器

【コメント】

- ・ポンプ流量は、電流値と運転時間で演算する。
- ・補給水は、予熱槽のみに供給され、予熱水が貯湯槽 3 基に供給される。(各貯湯槽の補給水配管の弁は常閉)
- ・CGS 排熱温水は、冷凍機と融雪装置で熱交換され、最後に給湯用に熱利用されるシステムとなっている。

病院 03 (排熱利用)

制御対象	検出部	制御目標	動作
CGS 排熱利用による給湯予熱	給湯温度・給湯量・排熱温度・ポンプ動作	給湯住温度(固定), 排熱利用(成行)	蒸気流量制御, 排熱利用ポンプ ON-OFF

1. 評価項目計算式

(1) 予熱量

$$\text{予熱量[MJ]} = (\text{予熱水温度}[\text{°C}]T3 - \text{補給水温度}[\text{°C}]T1) \times \text{補給水流量[L]}M1 \times 4.186[\text{kJ/kg}\cdot\text{°C}] \div 1000$$

(2) 放熱量

$$\begin{aligned} \text{放熱量[MJ]} &= \text{給湯二次側往還温度差}[\text{°C}]((T4+T5+T6) \div 3) - T2 \\ &\times \text{給湯二次側循環流量[L]} \times 4.186[\text{kJ/kg}\cdot\text{°C}] \div 1000 \end{aligned}$$

(3) 消費熱量

$$\begin{aligned} \text{消費熱量[MJ]} &= ((\text{給湯二次側往還温度}[\text{°C}]((T4+T5+T6) \div 3) - \text{補給水温度}[\text{°C}]T1) \\ &\times \text{補給水流量[L]}M1 \times 4.186[\text{kJ/kg}\cdot\text{°C}] \div 1000) \end{aligned}$$

(4) 給湯熱量

$$\text{給湯熱量[MJ]} = \text{消費熱量} - \text{予熱量}$$

(5) 製造熱量

$$\text{製造熱量[MJ]} = \text{放熱量} + \text{給湯熱量} + \text{予熱量}$$

2. 計測概要

(1) 計測器

温度ロガー(実測) : 10 分間隔, 瞬時値

循環流量 : 初期計測 (超音波流量計)

中央監視測定点 : 2 時間間隔, 瞬時値, 積算値

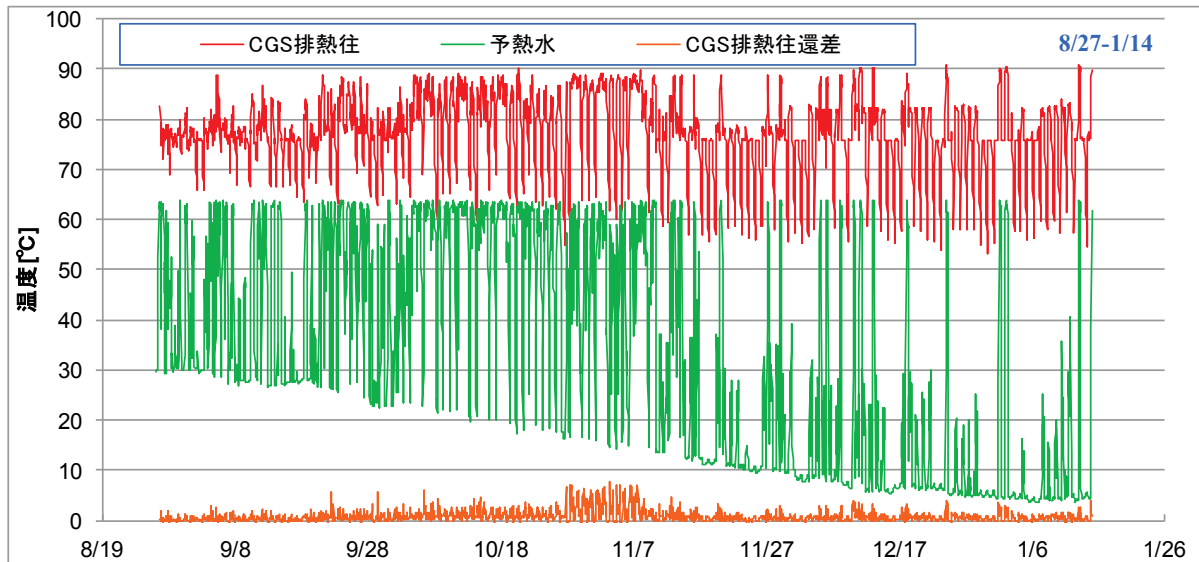
(2) データ処理

10 分間データを 1 時間平均及び積算, 1 日積算に集計

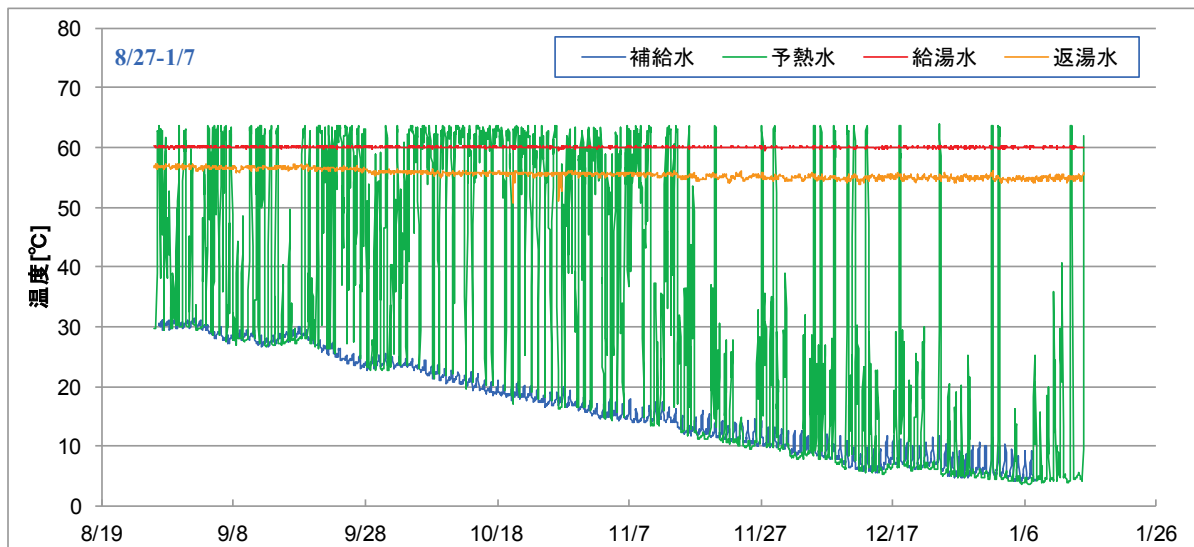
循環流量 : 運転時に超音波流量計にて計測し, その後はポンプの運転状態で流量換算

病院 03 (排熱利用)

制御対象	検出部	制御目標	動作
CGS 排熱利用による給湯予熱	給湯温度・給湯量・排熱温度・ポンプ動作	給湯住温度(固定), 排熱利用(成行)	蒸気流量制御, 排熱利用ポンプ ON-OFF



図IV.5.5.1 CGS 排熱温水及び予熱水温度の経時変化

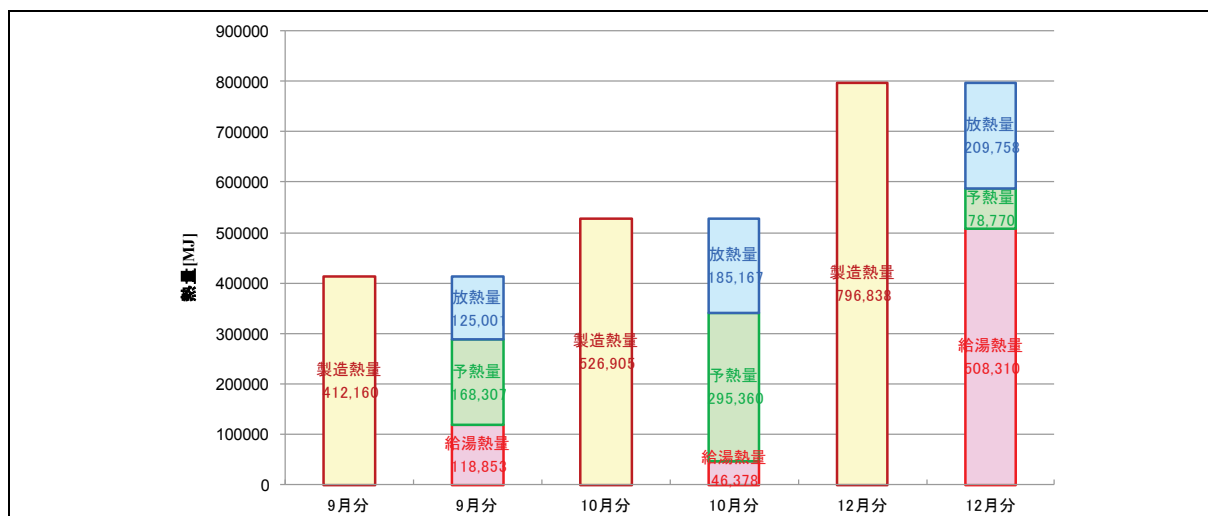


図IV.5.5.2 給湯水・返湯水・予熱水・補給水温度の経時変化

- ・ 中間期から冬季にかけて、補給水温度の低下しており、CGS 排熱温水温度も中間期に比べ 10°C 程度低下していることから、冬季には予熱への貢献度が低下することが確認された。
- ・ 給湯は 24 時間連続運転されており、給湯及び返湯温度はほぼ一定で、3~5°C 差で運用されており、冬季に向かうほど給湯使用量の増加と補給水温度の低下により、給湯水と返湯水の温度差は大きくなっている。

病院 03 (排熱利用)

制御対象	検出部	制御目標	動作
CGS 排熱利用による給湯予熱	給湯温度・給湯量・排熱温度・ポンプ動作	給湯住温度(固定), 排熱利用(成行)	蒸気流量制御, 排熱利用ポンプ ON-OFF



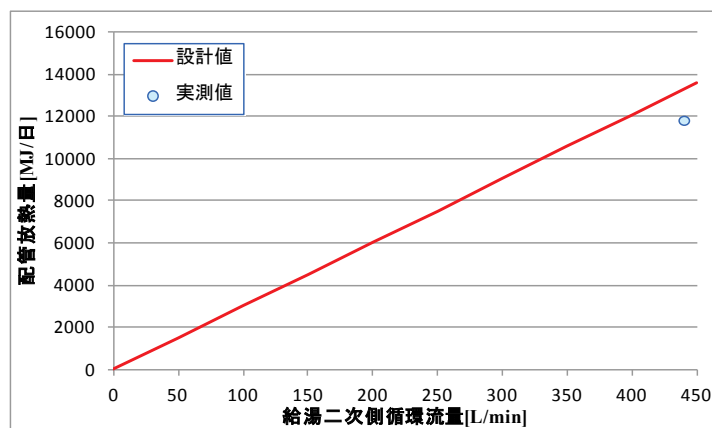
図IV. 5. 5. 3 月積算製造熱量と各種熱量の割合

[製造熱量]=[放熱量]+[給湯熱量]+[予熱量]

[放熱量]=[給湯二次側往還温度差]×[給湯二次側循環流量]×[水の比熱]

[予熱量]=[予熱水温度－補給水温度]×[補給水流量]×[水の比熱]

- ・製造熱量は、中間期から冬季にかけて増加する傾向が確認された。
- ・月毎の予熱量を比較すると10月が最も高く、製造熱量の50%強を満足していることが示された。また、最も予熱量が低いのは冬季に入った12月であり、10%弱の貢献割合であった。
- ・予熱量の低下とは反対に、冬季になるほど放熱量が増加しており、予熱量の低下に合わせて給湯熱量が増大する傾向が確認された。
- ・給湯の製造熱量に対するCGS排熱の予熱貢献度は中間期に高いことが推察されるが、夏季の状態についても確認が必要。
- ・CGS側のデータを本件では計測していなかったため、システムとしての評価には至らなかった。



図IV. 5. 5. 4 給湯二次側循環流量と放熱量

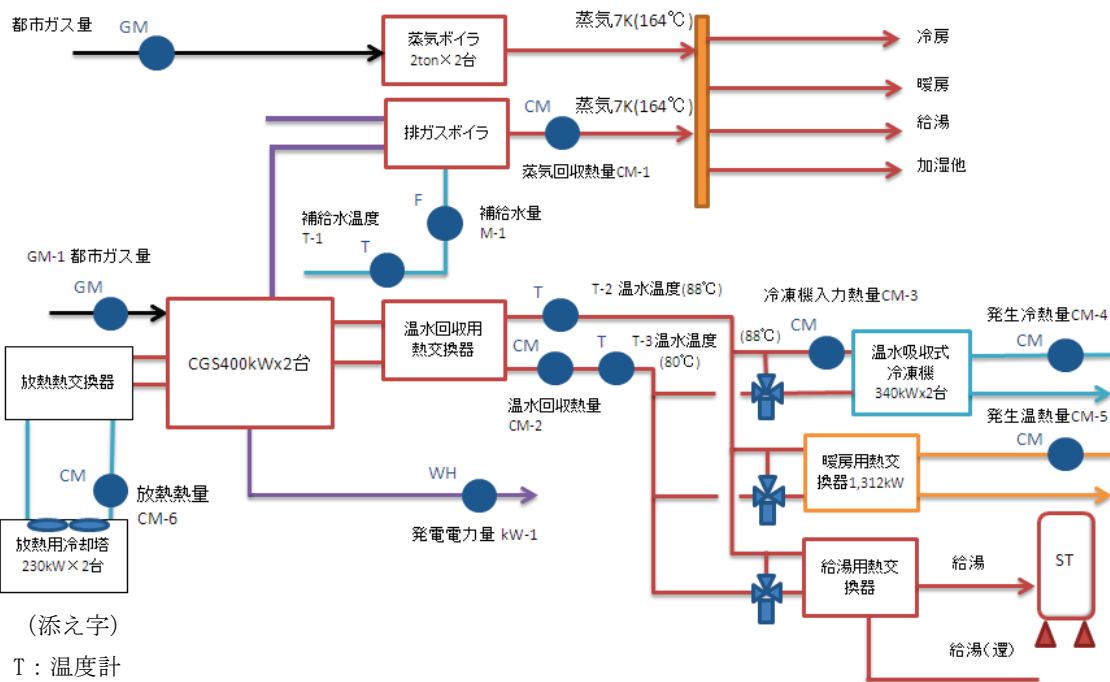
- ・プロット値は、日当たりの配管放熱量の平均値である。
- ・配管放熱量の実測値は、設計値に比べ低いことが示された。

5.6 病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

建物名	病院 05	地区	九州	竣工	2008 年	改修	—	規模	48,200m ²	
分類	熱源		方式	中央式 (2 管式)		専用/兼用	専用	エネルギー源	ガス	
機器	CGS		型式	ガスエンジン						
	貯湯槽		型式	密閉型		方式	—			
端末器具	—		種類	—		温調方式	—		手動/自動	—
分析期間	2011 年 4 月～2012 年 3 月				製造年月	2007 年				
制御内容	1)スケジュールによる運転停止 2)負荷電力により自動起動 1040kW, 1400kW で運転 1500kW, 1100kW で自動停止				機器仕様	CGS ガスエンジン発電機 400kW×2 台(60Hz) 発電効率：33.7%(HHV 基準) 排熱利用機器 温水吸収冷凍機 340kW×2 台 温水入口温度 88℃ 暖房用熱交換器 1,312kW 給湯用熱交換器				

システムフロー



(添え字)

T : 温度計

F : 流量計

CM : 熱量計

GM : ガス流量計

WH : 電力量計

運転状況 : 電力負荷に応じて起動, 2 台の台数制御

計測間隔 : 10 分間隔のサンプリングデータを 1 時間平均

温度計 : 白金測温抵抗体, 流量計 : 電磁流量計

病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 制御内容, 評価項目計算式 >

発電機	発電効率	排熱回収	回収熱利用
400kWx2	機器仕様 33.7% (HHV 基準)	蒸気 13.3%, 温水 13.3% (HHV 基準)	冷凍機, 暖房, 給湯, 加湿, 蒸気

1. 制御内容

* 契約電力: 1235kW (CGS 800kW)

* 排ガスからの蒸気回収及びジャケットからの温水回収.

* 排熱回収温水は温水吸収冷凍機→暖房温水→給湯還りの予熱の順で利用.

* 排ガスボイラによる排熱回収蒸気は共通蒸気ヘッダーより, 冷房, 暖房, 給湯, 加湿他に利用.

* 取得データは 2011/4/1~2012/3/31 中央監視装置による収集.

サンプリング間隔 10 分のデータを 1 時間平均して解析

* ガスの熱量換算 高位発熱量 HHV=45.0MJ/m³, 低位発熱量 LHV=39.9MJ/m³ (西部ガス)

2. 計算式と計測タグ

・ 発電効率

$$\begin{aligned} \text{発電効率} &= \text{発電量} / (\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) \\ &= \text{kW-1} \times 3.6 / (\text{GM-1} \times 45.0) \end{aligned}$$

・ 排熱回収量

$$\begin{aligned} \text{排熱回収量} &= \text{蒸気回収熱量} + \text{温水回収熱量} \\ &= \text{CM-1} + \text{CM-2} \end{aligned}$$

・ CGS 総合効率 (補機動力を除く)

$$\begin{aligned} \text{CGS 総合効率} &= (\text{発電量} + \text{排熱回収量}) / (\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) \\ &= (\text{kW-1} \times 3.6 + \text{CM-1} + \text{CM-2}) / (\text{GM-1} \times 45.0) \end{aligned}$$

・ 温水回収熱量の内, 給湯利用量

$$\begin{aligned} \text{給湯利用量} &= \text{排熱回収量} - \text{冷凍機利用量} - \text{暖房利用量} \\ &= (\text{CM-1} + \text{CM-2}) - (\text{CM-3}) - (\text{CM-4}) \end{aligned}$$

病院 05 (排熱利用)

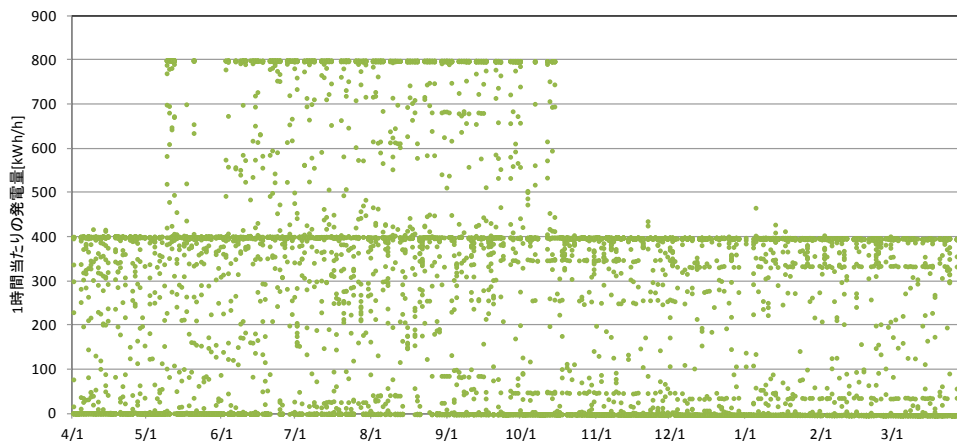
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 年間の発電状況 (kW-1 (kWh/h) 1 号機と 2 号機の合計) >

* 運転時間 6:30~21:15

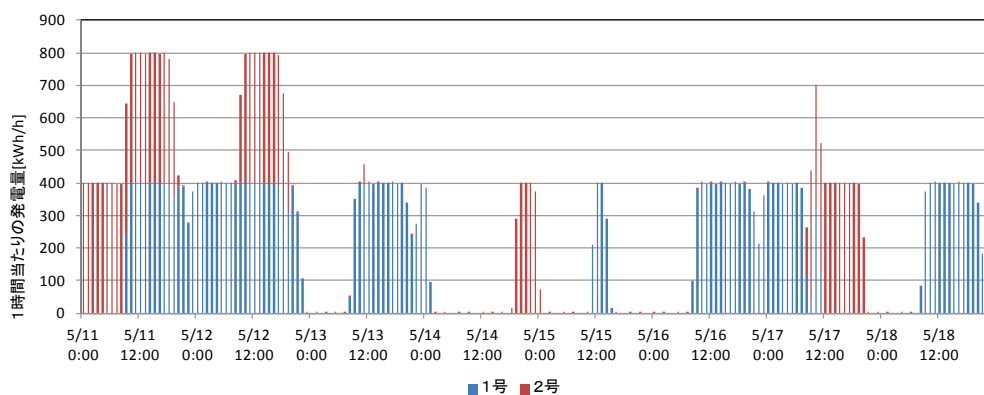
* 負荷電力により自動起動(1040kW, 1400kW で運転)

自動停止(1500kW, 1100kW で停止) ガス消費量状況により手動運転に切り替え

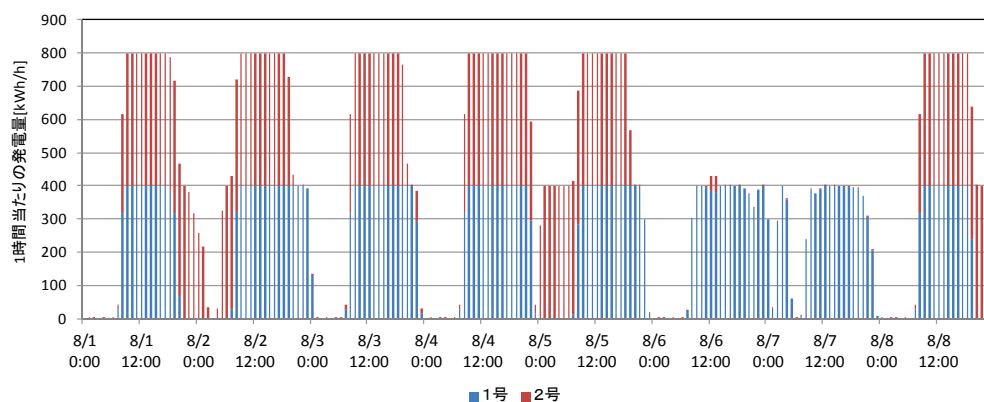


図IV. 5. 6. 1 年間の発電状況 (400kW×2 台)

< 代表期間の時刻別発電状況(kW-1 (kWh/h)) >



図IV. 5. 6. 2 中間期代表日の発電状況



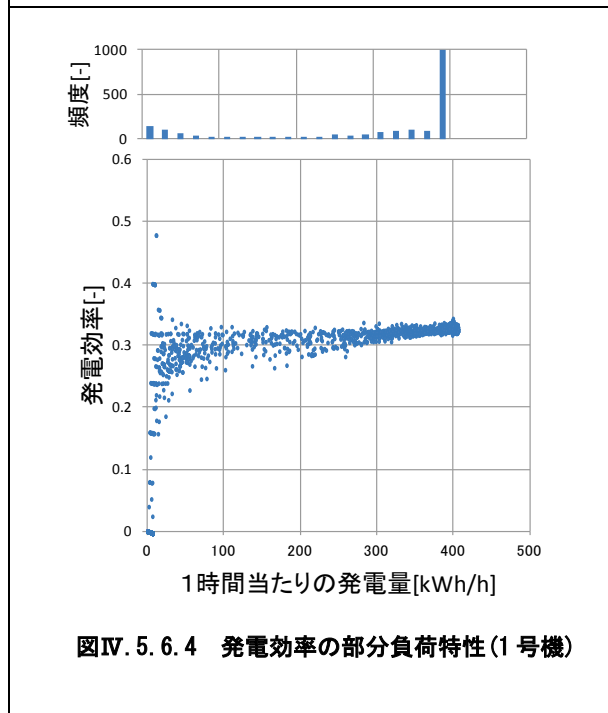
図IV. 5. 6. 3 夏期代表日の発電状況

病院 05 (排熱利用)

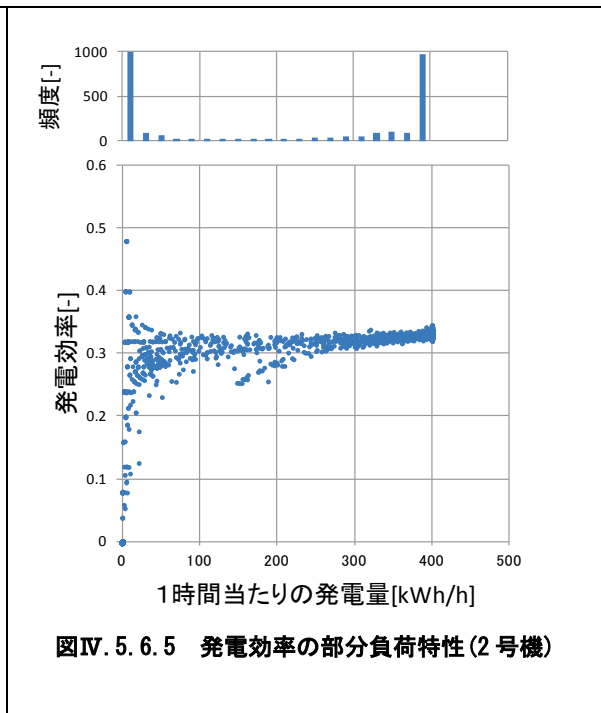
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 発電量(kW-1 (kWh/h))と発電効率(HHV 基準)>

* 部分負荷運転の頻度が少ないため、特性が明確に見えない。



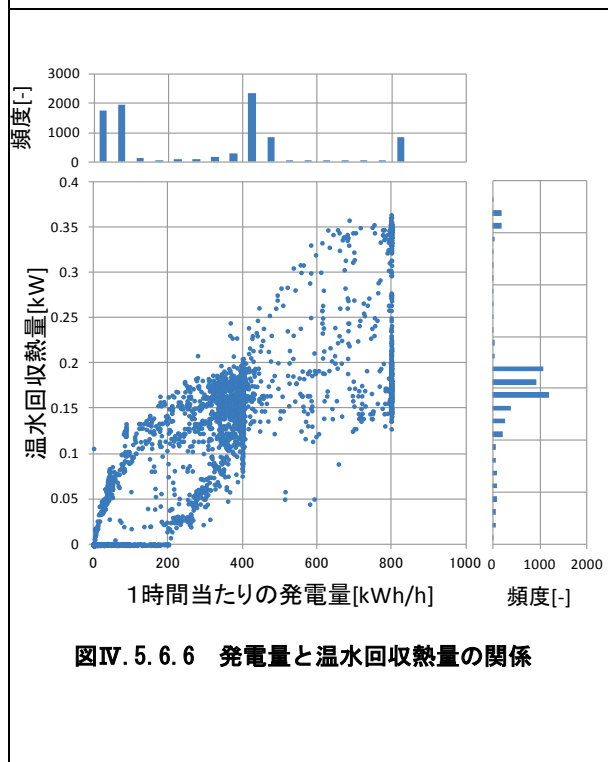
図IV. 5. 6. 4 発電効率の部分負荷特性(1号機)



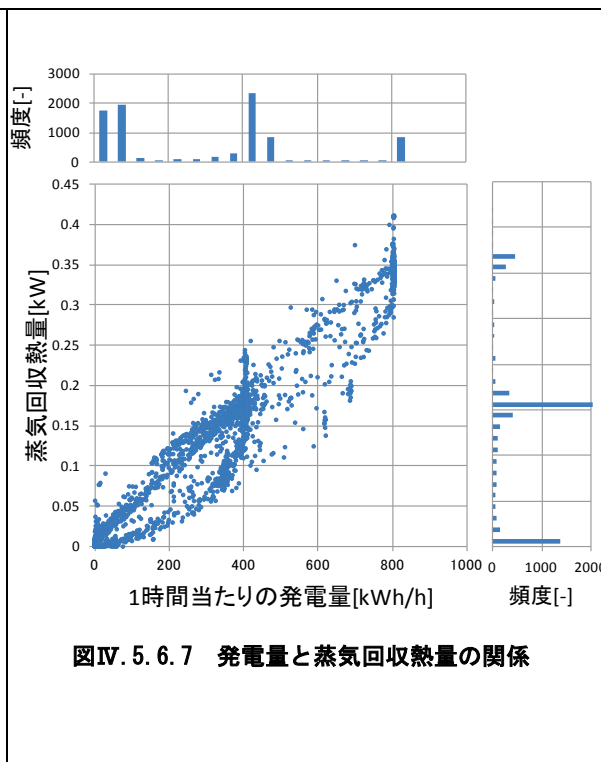
図IV. 5. 6. 5 発電効率の部分負荷特性(2号機)

< 発電量(kW-1 (kWh/h)1号機と2号機の合計)と温水・蒸気回収熱量>

* 発電量にほぼ比例して回収利用している。



図IV. 5. 6. 6 発電量と温水回収熱量の関係



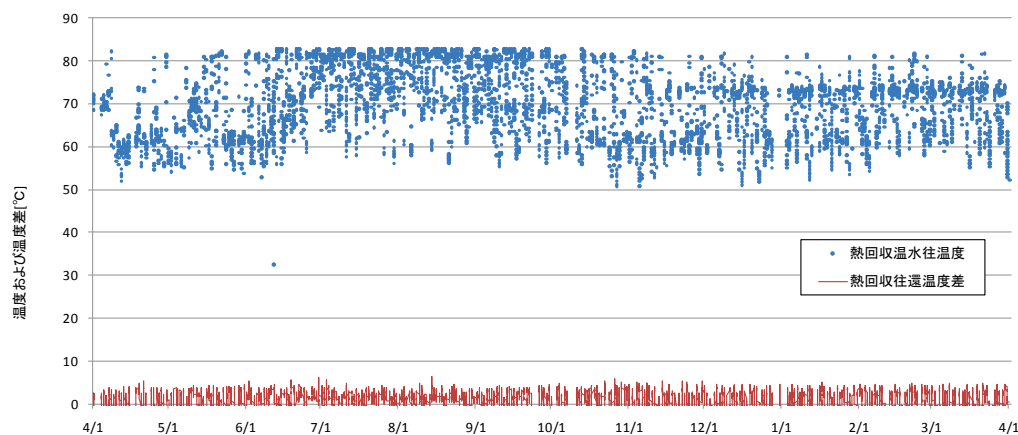
図IV. 5. 6. 7 発電量と蒸気回収熱量の関係

病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

<排熱温水温度(T-2,T-3)>

* ジャケットからの回収熱による温水往温度は設計値 88°C に対し 80~83°C, 利用温度差は設計値 8°C に対し 5°C 前後で推移している.



図IV. 5. 6. 8 温水排熱回収の温度状況

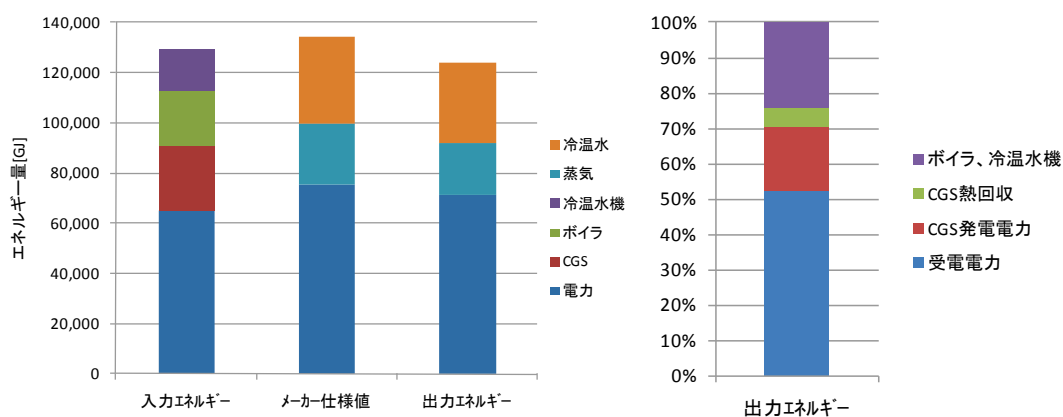
<建物全体のエネルギー状況>

* 建物全体の入力 1 次エネルギーの 20% が CGS へのガス入力.

* 出力エネルギーの 18% が CGS 発電電力 (全電力消費の 25%), 5% が CGS 熱回収.

* メーカー仕様値は 100% 入力時の定格仕様値での計算値.

* 入力, 出力エネルギーは実測値.



図IV. 5. 6. 9 建物全体の 1 次エネルギー状況

病院 05 (排熱利用)

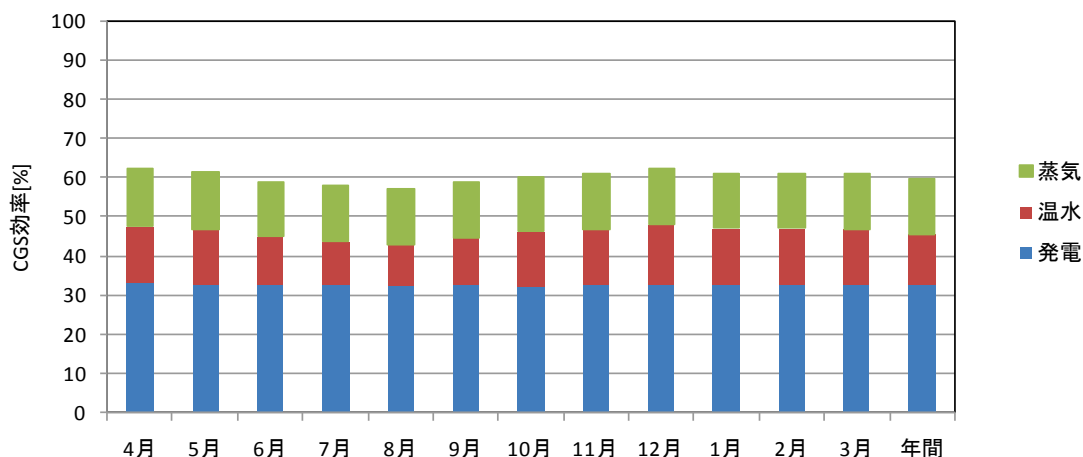
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< CGS 総合効率 (HHV 基準) >

*年間の CGS 運転総合効率は 59.8% (設計値 60.35%) でありほぼ設計値通りの運用である。CGS 運転の電力デマンド設定が適正であり、病院の負荷特性上温熱が大きく、CGS の温熱回収がほぼ利用できることが要因である。

表IV.5.6.1 CGS の年間総合効率

	1号発電機 蒸気 回収熱量	2号発電機 蒸気 回収熱量	1号発電機 温水 回収熱量	2号発電機 温水 回収熱量	1号発電機 電力	2号発電機 電力	1号発電機 入力 低位/高位		2号発電機 入力 低位/高位		総合 効率	設計値
	GJ	GJ	GJ	GJ	kWh	kWh	GJ		GJ			
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値		積算値			
4月	96	102	92	106	62,588	62,245	606	683	597	673	62.3%	60.3%
5月	118	125	109	128	75,933	77,211	740	835	743	839	61.5%	60.3%
6月	214	204	176	182	139,328	129,568	1,360	1,533	1,254	1,414	59.1%	60.3%
7月	234	222	180	173	150,994	138,472	1,481	1,670	1,346	1,518	58.0%	60.3%
8月	267	261	195	188	174,508	158,843	1,711	1,930	1,556	1,755	57.3%	60.3%
9月	210	194	173	166	136,353	123,682	1,332	1,502	1,198	1,351	58.9%	60.3%
10月	113	130	106	134	73,957	84,098	729	822	823	928	60.1%	60.3%
11月	114	120	112	127	73,541	77,287	722	814	751	847	61.2%	60.3%
12月	105	104	116	104	69,344	63,666	676	762	614	692	62.4%	60.3%
1月	109	97	107	107	71,365	65,277	697	786	629	709	61.0%	60.3%
2月	104	120	98	128	67,154	79,197	655	738	764	861	61.1%	60.3%
3月	102	88	96	96	65,916	58,515	643	725	565	637	61.0%	60.3%
年間	1,784	1,767	1,561	1,639	1,160,981	1,118,061	11,350	12,801	10,840	12,226	59.8%	60.3%



図IV.5.6.10 CGS の年間総合効率

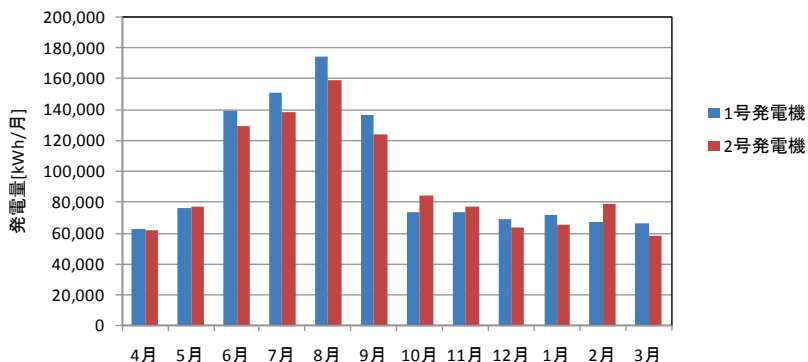
病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

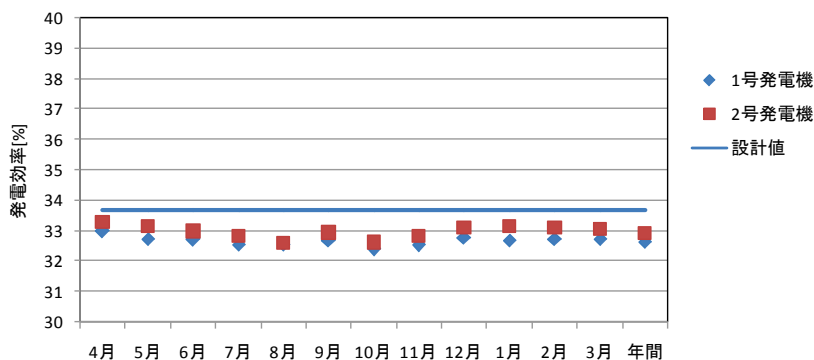
< 発電量と発電効率 (HHV 基準) >

表IV. 5. 6. 2 CGS の発電効率

	1号発電機 ガス使用量	2号発電機 ガス使用量	1号発電機 電力	2号発電機 電力	1号+2号 発電機 ガス使用量	1号+2号 発電機 電力	1号発電機 効率	2号発電機 効率	総合発電 効率	設計値
	m ³	m ³	kWh	kWh	m ³	kWh	%	%	%	
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	平均値	平均値	平均値	
4月	15,177	14,956	62,588	62,245	30,133	124,833	33.0%	33.3%	33.1%	33.7%
5月	18,551	18,634	75,933	77,211	37,185	153,144	32.7%	33.1%	32.9%	33.7%
6月	34,073	31,419	139,328	129,568	65,492	268,896	32.7%	33.0%	32.8%	33.7%
7月	37,112	33,740	150,994	138,472	70,852	289,466	32.5%	32.8%	32.7%	33.7%
8月	42,881	38,999	174,508	158,843	81,880	333,351	32.6%	32.6%	32.6%	33.7%
9月	33,385	30,032	136,353	123,682	63,417	260,035	32.7%	32.9%	32.8%	33.7%
10月	18,269	20,627	73,957	84,098	38,896	158,055	32.4%	32.6%	32.5%	33.7%
11月	18,091	18,833	73,541	77,287	36,924	150,828	32.5%	32.8%	32.7%	33.7%
12月	16,931	15,387	69,344	63,666	32,318	133,010	32.8%	33.1%	32.9%	33.7%
1月	17,472	15,752	71,365	65,277	33,224	136,642	32.7%	33.2%	32.9%	33.7%
2月	16,409	19,139	67,154	79,197	35,548	146,351	32.7%	33.1%	32.9%	33.7%
3月	16,114	14,166	65,916	58,515	30,280	124,431	32.7%	33.0%	32.9%	33.7%
年間	284,465	271,684	1,160,981	1,118,061	556,149	2,279,042	32.7%	32.9%	32.8%	33.7%



図IV. 5. 6. 11 CGS の年間発電量



図IV. 5. 6. 12 CGS の年間発電効率

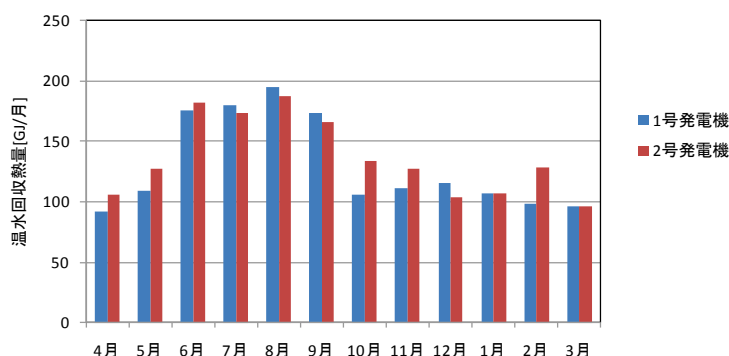
病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

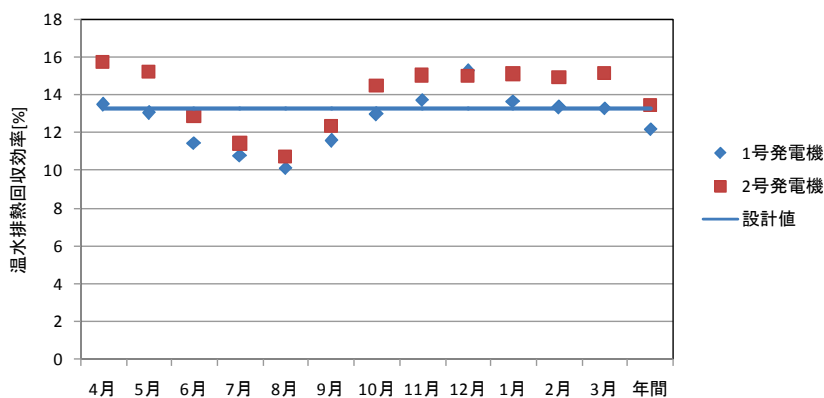
< 温水回収熱量 (HHV 基準) (CM-2(GJ/h)) >

表IV. 5. 6. 3 CGSの温水排熱回収効率

	1号発電機 温水回収	2号発電機 温水回収	1号発電機 機 入力	2号発電機 機 入力	1号温水 排熱回収 効率	2号温水 排熱回収 効率	総合	設計値
	GJ	GJ	GJ	GJ				
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値				
4月	92	106	683	673	13.5%	15.7%	14.6%	13.3%
5月	109	128	835	839	13.0%	15.2%	14.1%	13.3%
6月	176	182	1,533	1,414	11.4%	12.9%	12.1%	13.3%
7月	180	173	1,670	1,518	10.8%	11.4%	11.1%	13.3%
8月	195	188	1,930	1,755	10.1%	10.7%	10.4%	13.3%
9月	173	166	1,502	1,351	11.5%	12.3%	11.9%	13.3%
10月	106	134	822	928	12.9%	14.5%	13.7%	13.3%
11月	112	127	814	847	13.7%	15.0%	14.4%	13.3%
12月	116	104	762	692	15.2%	15.0%	15.1%	13.3%
1月	107	107	786	709	13.7%	15.1%	14.3%	13.3%
2月	98	128	738	861	13.3%	14.9%	14.2%	13.3%
3月	96	96	725	637	13.3%	15.1%	14.1%	13.3%
年間	1,561	1,639	12,801	12,226	12.2%	13.4%	12.8%	13.3%



図IV. 5. 6. 13 CGSの温水回収熱量



図IV. 5. 6. 14 CGSの温水排熱回収効率

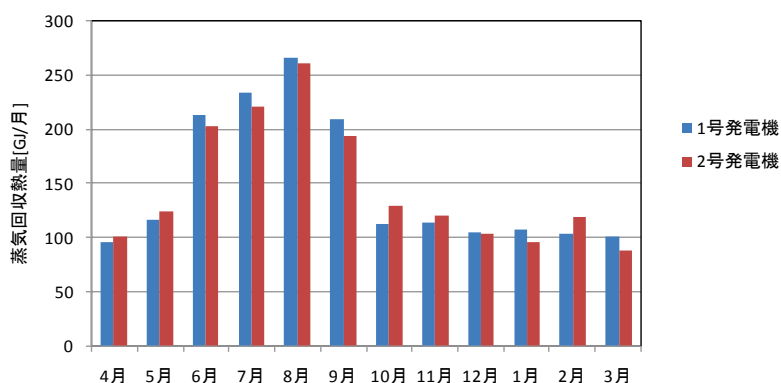
病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

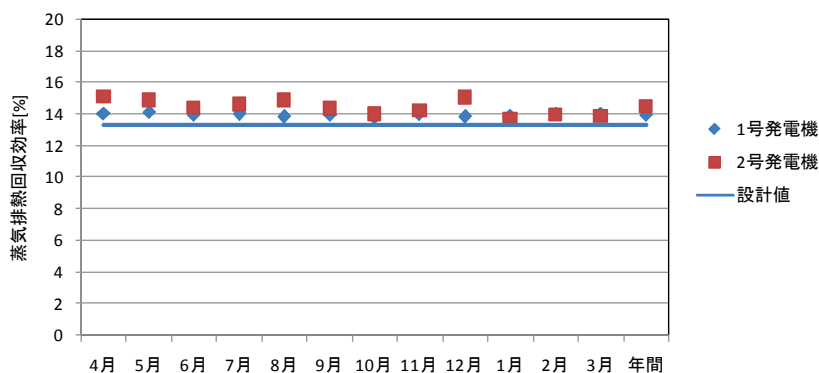
< 蒸気回収熱量 (HHV 基準) (CM-1(GJ/h)) >

表IV. 5. 6. 4 CGSの蒸気排熱回収効率

	1号発電機 蒸気 回収熱量	2号発電機 蒸気 回収熱量	1号発電機 入力	2号発電機 入力	1号蒸気 排熱 回収効率	2号蒸気 排熱 回収効率	総合	設計値
	GJ	GJ	GJ	GJ				
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値				
4月	96	102	683	673	14.0%	15.1%	14.6%	13.3%
5月	118	125	835	839	14.1%	14.9%	14.5%	13.3%
6月	214	204	1,533	1,414	13.9%	14.4%	14.2%	13.3%
7月	234	222	1,670	1,518	14.0%	14.6%	14.3%	13.3%
8月	267	261	1,930	1,755	13.8%	14.9%	14.3%	13.3%
9月	210	194	1,502	1,351	14.0%	14.4%	14.2%	13.3%
10月	113	130	822	928	13.7%	14.0%	13.9%	13.3%
11月	114	120	814	847	14.0%	14.2%	14.1%	13.3%
12月	105	104	762	692	13.8%	15.1%	14.4%	13.3%
1月	109	97	786	709	13.8%	13.7%	13.8%	13.3%
2月	104	120	738	861	14.0%	14.0%	14.0%	13.3%
3月	102	88	725	637	14.1%	13.8%	14.0%	13.3%
年間	1,784	1,767	12,801	12,226	13.9%	14.5%	14.2%	13.3%



図IV. 5. 6. 15 CGSの蒸気回収熱量



図IV. 5. 6. 16 CGSの蒸気排熱回収効率

病院 05 (排熱利用)

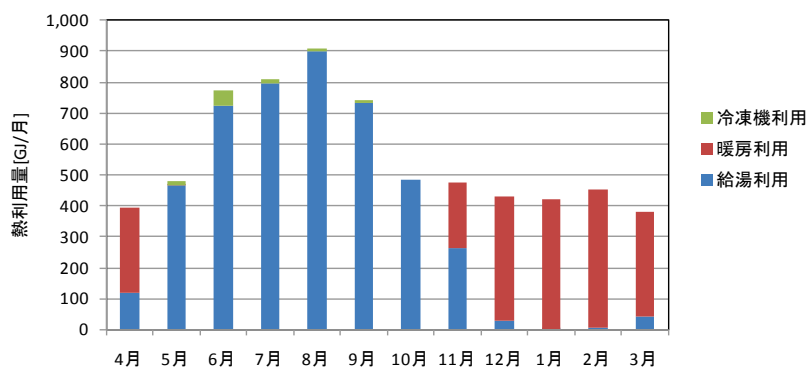
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 回収熱量の利用先 >

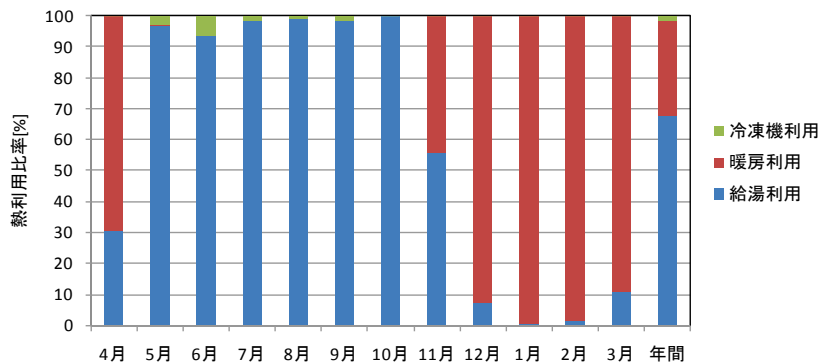
表IV. 5. 6. 5 CGS の回収熱量の内訳

	温水回収 熱量合計	蒸気回収 熱量合計	回収 熱量合計	冷凍機 利用	暖房利用	給湯利用	冷凍機 利用率	暖房 利用率	給湯 利用率
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	%	%	%
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値	平均値	平均値	平均値
4月	198	198	395	0	274	121	0.0%	69.3%	30.7%
5月	236	242	479	12	0	466	2.6%	0.0%	97.4%
6月	357	417	774	49	0	726	6.3%	0.0%	93.7%
7月	353	456	809	12	0	797	1.5%	0.0%	98.5%
8月	383	527	910	9	0	902	1.0%	0.0%	99.0%
9月	340	404	744	11	0	732	1.5%	0.0%	98.5%
10月	241	243	484	0	0	484	0.0%	0.0%	100.0%
11月	239	234	473	0	210	264	0.0%	44.3%	55.7%
12月	220	210	429	0	399	31	0.0%	92.8%	7.2%
1月	214	206	420	0	418	2	0.0%	99.5%	0.5%
2月	227	224	451	0	444	7	0.0%	98.5%	1.5%
3月	193	190	383	0	342	41	0.0%	89.3%	10.7%
年間	3,200	3,551	6,751	93	2,087	4,571	1.4%	30.9%	67.7%

* 給湯利用量は 1 時間毎の排熱回収量と暖房熱量，排熱利用冷凍機消費熱量より算出



図IV. 5. 6. 17 CGS の回収熱利用先と利用量



図IV. 5. 6. 18 CGS の回収熱利用比率

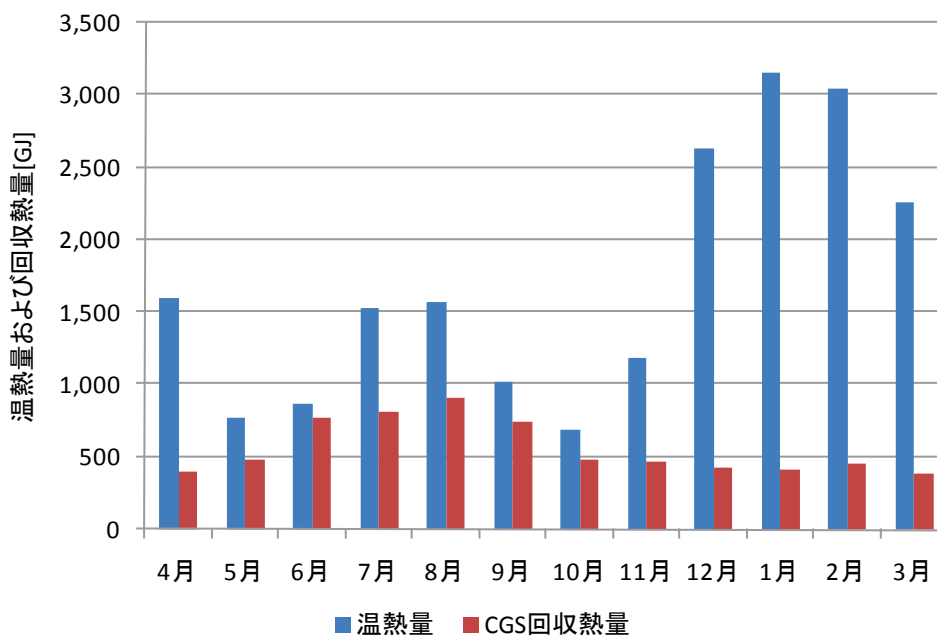
病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 温熱消費量に対する回収熱量 >

表IV. 5. 6. 6 建物全体の温熱消費量の内訳

	蒸気消費量	温水消費量	温熱合計	CGS熱回収	熱回収 利用率
	月	月	月	月	
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値	
4月	1,072	526	1,597	395	25%
5月	772	4	775	479	62%
6月	861	0	861	774	90%
7月	1,528	0	1,528	809	53%
8月	1,570	0	1,570	910	58%
9月	1,015	0	1,015	744	73%
10月	685	0	685	484	71%
11月	831	348	1,179	473	40%
12月	1,625	1,008	2,633	429	16%
1月	1,949	1,211	3,160	420	13%
2月	1,904	1,146	3,050	451	15%
3月	1,537	717	2,254	383	17%
年間	15,349	4,959	20,307	6,751	24%



図IV. 5. 6. 19 建物全体の温熱量と CGS 回収熱量

病院 05 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

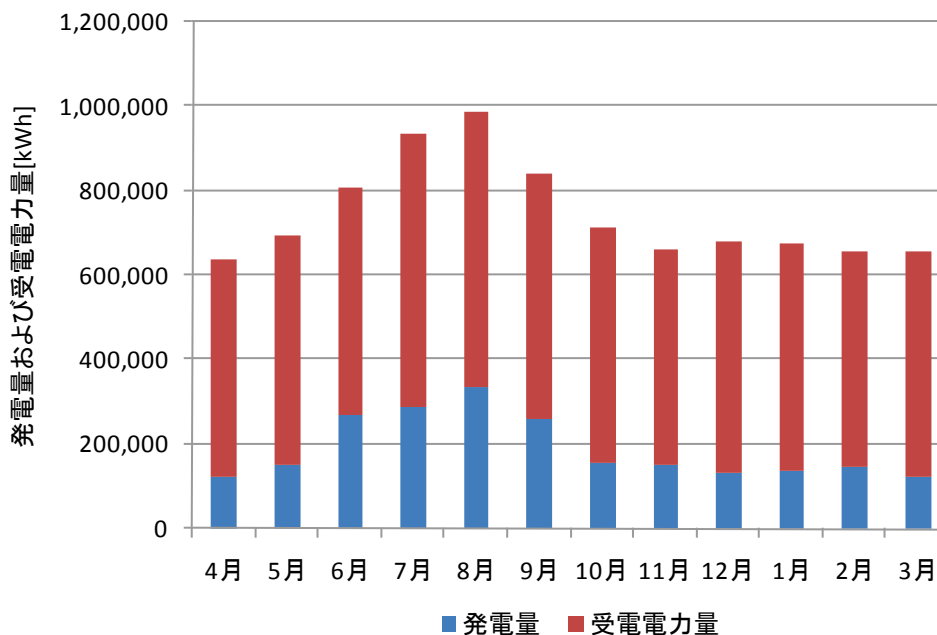
< 年間の電力供給状況 発電電力と受電電力 >

* 年間消費電力のうち発電電力量は 25%

表IV. 5. 6. 7 建物全体の発電量と受電電力

	1号発電機 電力	2号発電機 電力	1号+2号 発電機電力	受電電力量	電力量合計	発電比率	受電ピーク 電力
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh		kW
2011年度	積算値	積算値	積算値	積算値	積算値		
4月	62,588	62,245	124,833	514,500	639,333	20%	1,003
5月	75,933	77,211	153,144	540,800	693,944	22%	1,092
6月	139,328	129,568	268,896	537,100	805,996	33%	1,195
7月	150,994	138,472	289,466	645,500	934,966	31%	1,212
8月	174,508	158,843	333,351	652,800	986,151	34%	1,202
9月	136,353	123,682	260,035	582,600	842,635	31%	1,195
10月	73,957	84,098	158,055	554,300	712,355	22%	1,126
11月	73,541	77,287	150,828	511,200	662,028	23%	1,063
12月	69,344	63,666	133,010	545,600	678,610	20%	1,090
1月	71,365	65,277	136,642	540,900	677,542	20%	1,111
2月	67,154	79,197	146,351	509,300	655,651	22%	1,128
3月	65,916	58,515	124,431	530,000	654,431	19%	1,054
年間	1,160,981	1,118,061	2,279,042	6,664,600	8,943,642	25%	

* 契約電力 1235kW



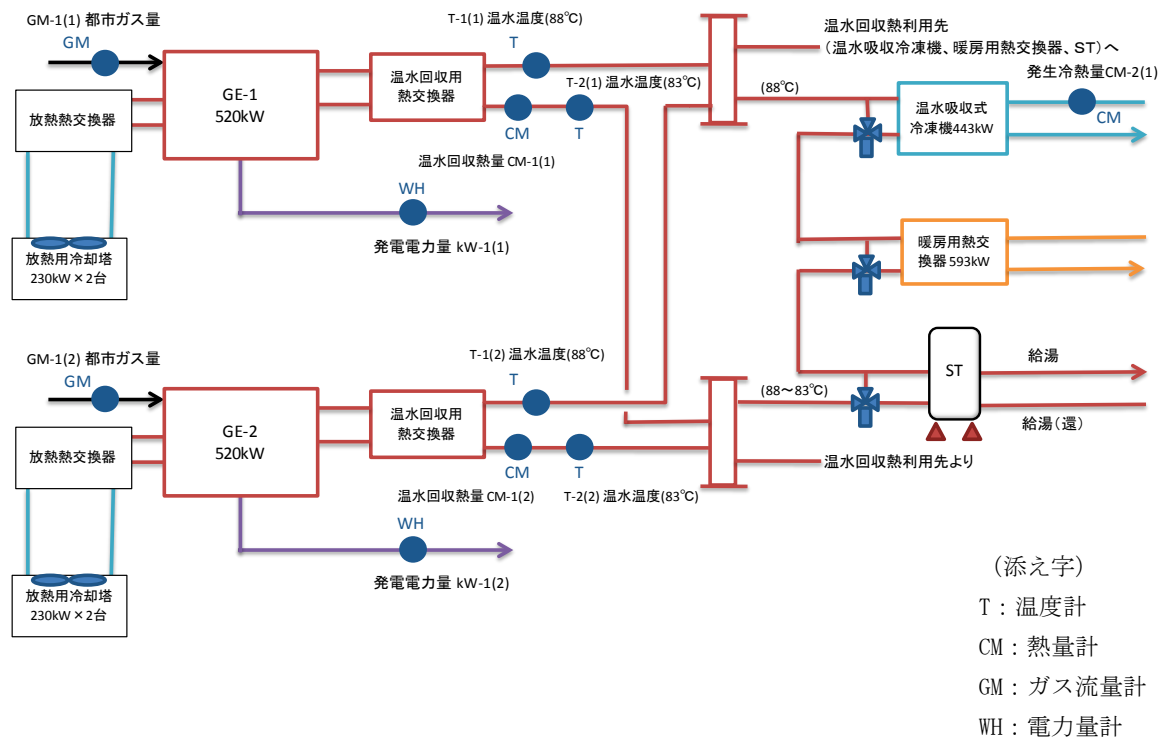
図IV. 5. 6. 20 発電量と受電電力量

5.7 事務所 09（排熱利用）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	排熱	CGS（ガスエンジン）

建物名	事務所 09	地区	関西	竣工	2000年	改修	—	規模	36,200m ²
分類	熱源	方式	中央式（2管式）	専用/兼用	専用	エネルギー源	ガス		
機器	CGS	型式	ガスエンジン						
貯湯槽		型式	密閉型	方式	—				
端末器具	—	種類	—	温調方式	—	手動/自動	—		
分析期間	2012年1月～2012年12月			製造年月	1999年				
制御内容	・スケジュールによる運転停止			機器仕様	CGS ガスエンジン発電機 520kW×2台(60Hz) 燃料消費量 144Nm ³ /h 発電効率：28.9%(HHV基準) 排熱利用機器 排熱回収量 88→83℃,127.2m ³ /h 793.5kW 温水吸収冷凍：443kW×2台 温水入口温度：88℃ 定格 COP：0.68 暖房用熱交換：593kW×2台 給湯用ストレージタンク×2台				

システムフロー



運転状況：夜間，休日は停止，夏期2台運転，中間期・冬期1台運転（節電対策は別途運転）
 計測間隔：10分間隔のサンプリングデータを1時間平均

事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

<設備概要>

発電機	発電効率	排熱回収	回収熱利用
520kWx2	機器仕様 29% (HHV 基準)	温水 41.5% (HHV 基準)	冷凍機, 暖房, 給湯

ガスエンジン発電機 520kW×2 台 (6600V, 60Hz)
 * 燃料 13A, 144Nm³/h
 * 発電効率 28.9% (HHV 基準) 32.0% (LHV 基準)
 ジャケット温水回収熱交換器 95℃
 放熱用冷却塔 1005kW×2 台
 温水吸収式冷凍機 443kWx2 台 温水入口温度 88℃

* 契約電力 : 650 kW

* 排ガスからの蒸気回収及びジャケットからの温水回収.

* 排熱回収温水は温水吸収冷凍機→暖房温水→給湯還りの予熱の順で利用.

* 取得データは 2012/5/1~2012/12/26 中央監視装置による収集.

熱量関連のデータはサンプリング周期 10 分のデータを 1 時間平均して解析

ガス量は日積算値の日報データを利用.

* ガスの熱量換算 低位発熱量 LHV=40.6MJ/m³, 高位発熱量 HHV=45.0MJ/m³

【計算式と計測タグ】

・ 発電効率

$$\begin{aligned} \text{発電効率} &= \text{発電量} / (\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) \\ &= \text{kW-1} \times 3.6 / (\text{GM-1} \times 45) \end{aligned}$$

・ 排熱回収量

$$\begin{aligned} \text{排熱回収量} &= \text{温水回収熱量} \\ &= \text{CM-1} \end{aligned}$$

・ CGS 総合効率 (補機動力を除く)

$$\begin{aligned} \text{CGS 総合効率} &= (\text{発電量} + \text{排熱回収量}) / (\text{燃料消費量} \times \text{高位発熱量}) \\ &= (\text{kW-1} \times 3.6 + \text{CM-1}) / (\text{GM-1} \times 45) \end{aligned}$$

・ 温水回収熱量の内, 暖房・給湯利用量

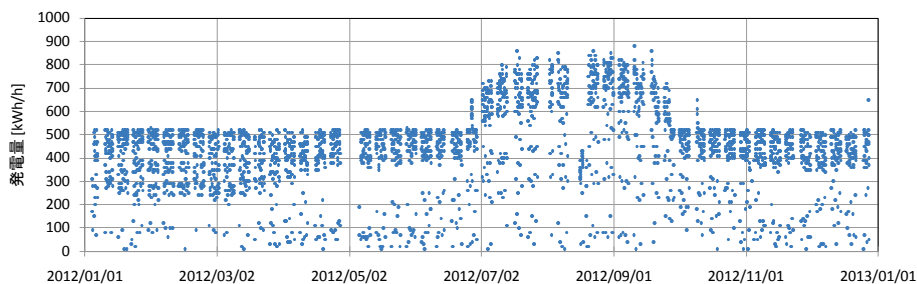
$$\begin{aligned} \text{暖房・給湯利用量} &= \text{温水吸収冷凍機停止時の排熱回収量} \\ &= (\text{CM-1(1)} + \text{CM-1(2)}) \text{ at } (\text{CM-2(1)} + (\text{CM-2(2)}) = 0.0 \end{aligned}$$

事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

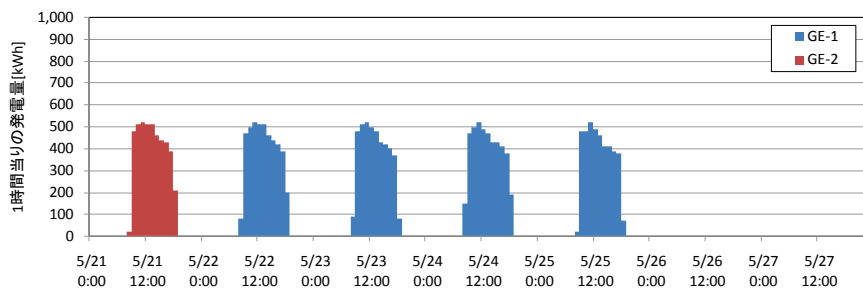
< 年間の発電状況 (KW-1(1)+(KW-1(2)) (kWh/h) 1号機と2号機の合計 >

- * 夜間, 休日は停止. 昼間 8:00~19:00 運転.
- * 夏期(6月中旬~10月中旬)2台運転, 中間期・冬期は1台運転.

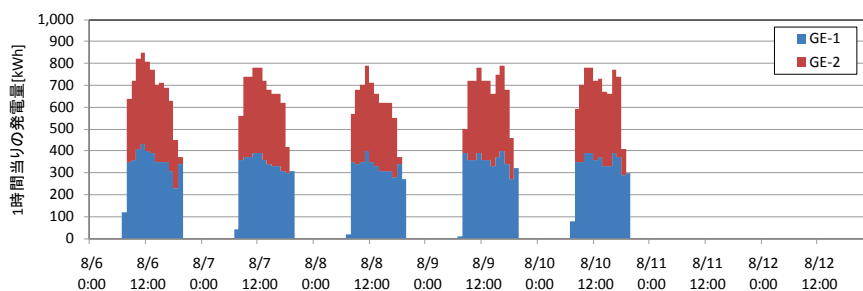


図IV. 5. 7. 1 年間の発電状況 (520kW×2台)

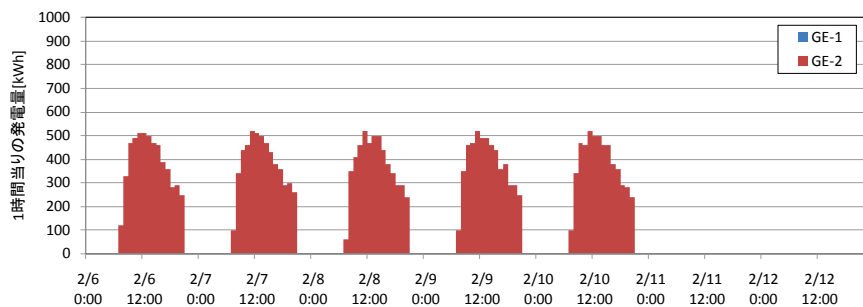
< 代表期間の時刻別発電状況(kW-1 (kWh/h)) >



図IV. 5. 7. 2 中間期代表日の発電状況 (2012/5/21~27)



図IV. 5. 7. 3 夏期代表日の発電状況 (2012/8/6~12)



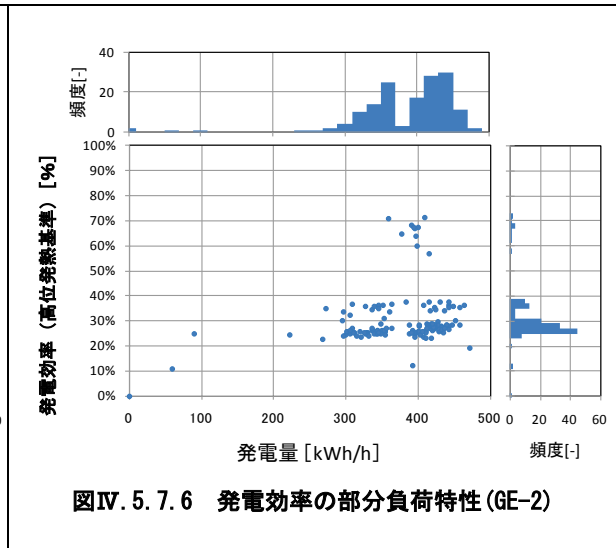
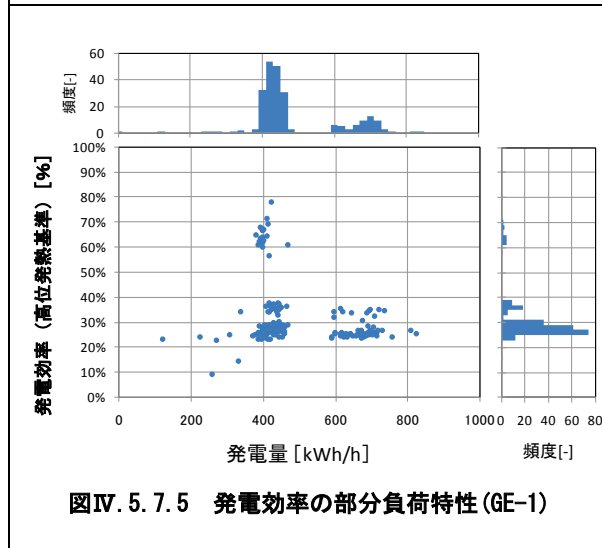
図IV. 5. 7. 4 冬期代表日の発電状況 (2012/2/6~12)

事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 発電量(kW-1(kWh))と発電効率 (HHV 基準) (1 日データより) >

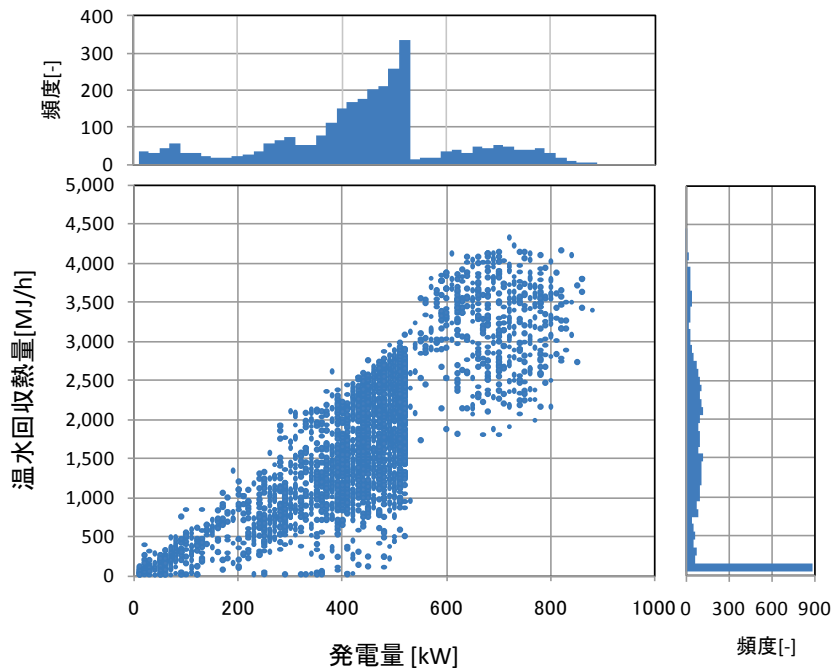
* 部分負荷運転の頻度が少ないものの、部分負荷時の効率低下が見られる。
 なお、効率が分かれていることおよび極端に高い値を示す理由は詳細調査中※。



※ガス使用量について、各機器の個別計測値の合算とメイン配管の計測値に大きな乖離が発生している日がある。各機器の使用量はメイン配管での計測値を主として、個別計測値による案分計算値を採用していることが原因と思われる。

< 発電量(kW-1(1)+kW-1(2)) (kWh/h)と温水回収熱量 (1 時間データより) >

* 部分負荷運転時の温水回収熱量にばらつきが見られる。

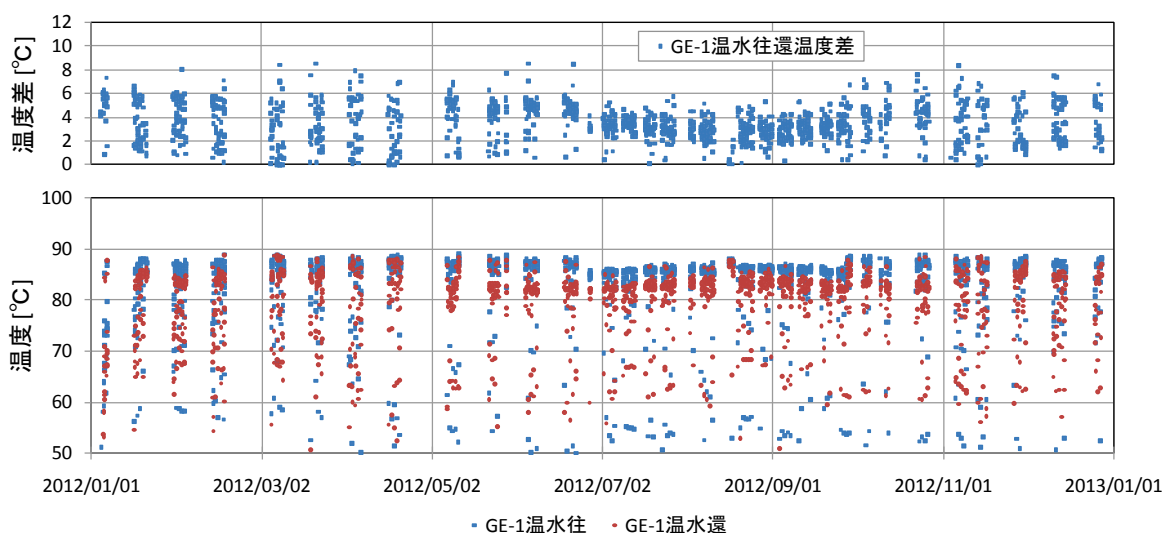


事務所 09 (排熱利用)

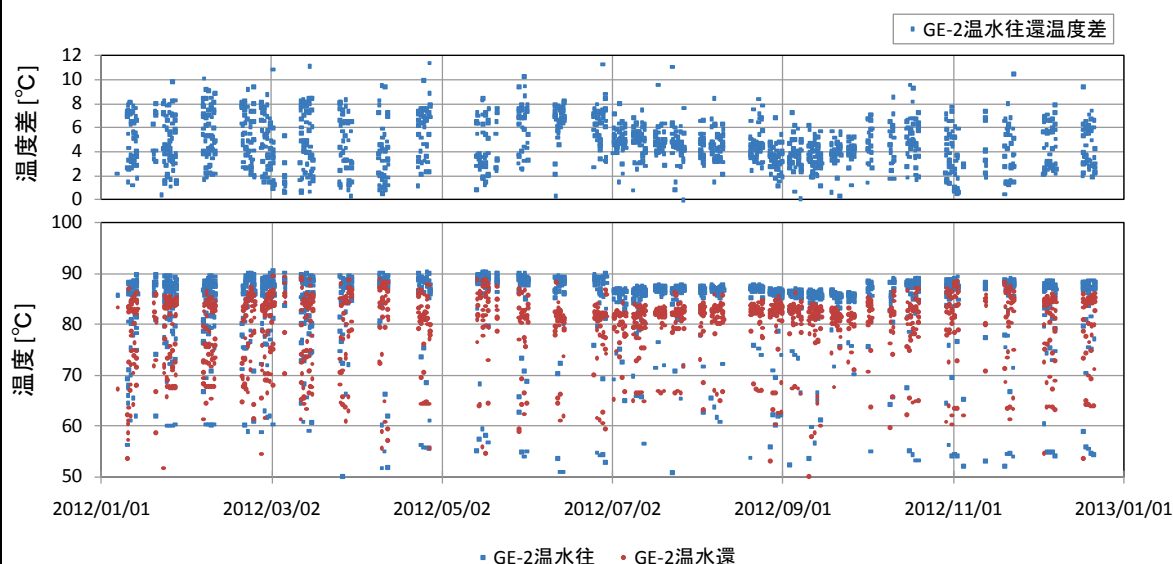
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

< 排熱温水温度(T-1,T-2) >

* ジャケットからの回収熱による温水往温度は設計値 88℃に近い値を示している。
 利用温度差は設計値 5℃に対し 5 月～6 月の温水吸収冷凍機が稼働し、かつ 1 台運転時には、ほぼ設計値通りの温度差がついているが、夏期の 2 台運転時には温度差が小さくなっている。



図IV. 5. 7. 8 温水排熱回収の温度状況と往還温度差 (GE-1)



図IV. 5. 7. 9 温水排熱回収の温度状況と往還温度差 (GE-2)

事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

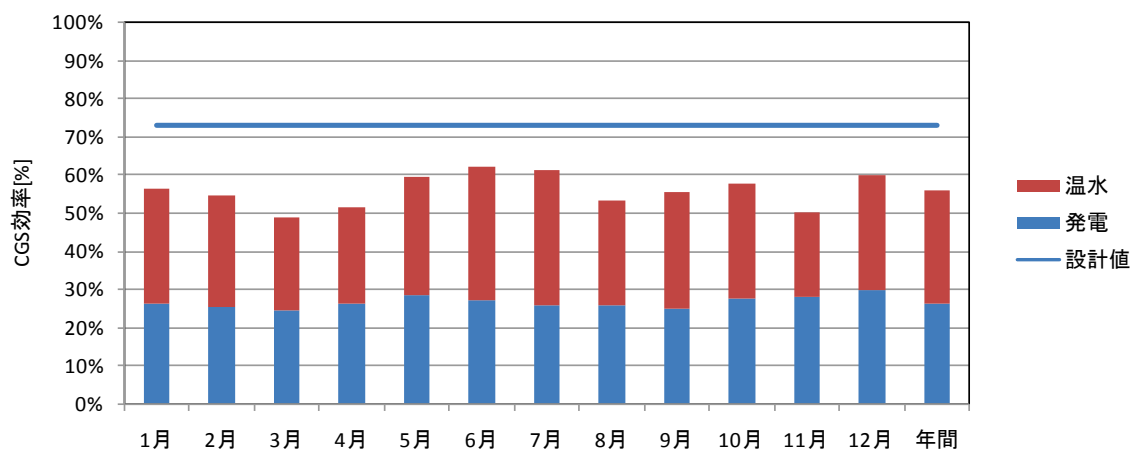
< CGS 総合効率 (HHV 基準) >

* 年間の CGS 運転総合効率は 63.3% (設計値 73%)

温水排熱回収効率が設計値より 11 ポイント以上下回っているため、総合効率が低めである。

表IV.5.7.1 CGS 運転データ

	GE-1 温水回収 熱量	GE-2 温水回収 熱量	GE-1 発電量	GE-2 発電量	GE-1発電機 入力		GE-2発電機 入力		総合効率	設計値
	[GJ]	[GJ]	[kWh]	[kWh]	低位基準	高位基準	低位基準	高位基準	高位基準	高位基準
					[GJ]		[GJ]		[%]	[%]
1月	182	226	44,380	54,200	525	582	691	766	56.6%	73.0%
2月	171	253	41,970	57,980	590	654	700	776	54.9%	73.0%
3月	146	229	43,490	60,850	565	626	825	915	48.8%	73.0%
4月	128	148	40,730	37,700	531	588	446	494	51.6%	73.0%
5月	163	154	43,100	39,020	490	543	441	489	59.4%	73.0%
6月	208	223	47,050	45,740	560	620	553	613	62.1%	73.0%
7月	298	356	67,990	63,360	856	949	805	892	61.2%	73.0%
8月	258	282	75,070	63,480	947	1,049	804	892	53.5%	73.0%
9月	312	288	75,560	61,010	969	1,074	804	891	55.5%	73.0%
10月	188	224	48,620	56,190	575	637	656	727	57.9%	73.0%
11月	168	91	58,650	30,550	673	746	369	408	50.2%	73.0%
12月	127	153	35,200	41,750	354	393	486	538	59.9%	73.0%
年間	2,350	2,626	621,810	611,830	7,634	8,461	7,579	8,400	55.8%	73.0%



図IV.5.7.10 CGS 総合効率と計画値

※2/22,23,5/26,7/15,27~8/2,12/28~31 は欠損

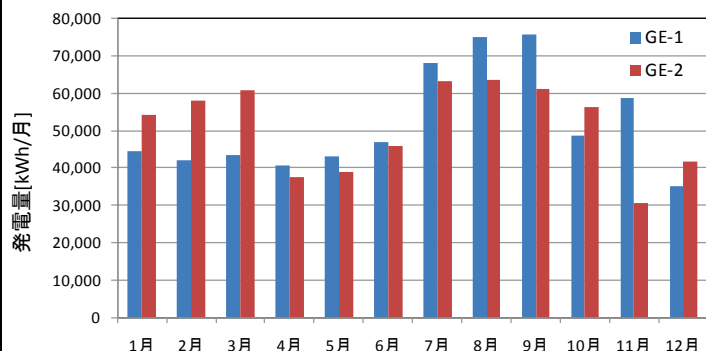
事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

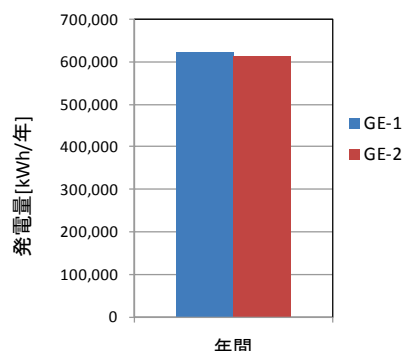
< 発電量と発電効率 (HHV 基準) >

表IV. 5. 7. 2 CGS 運転データ

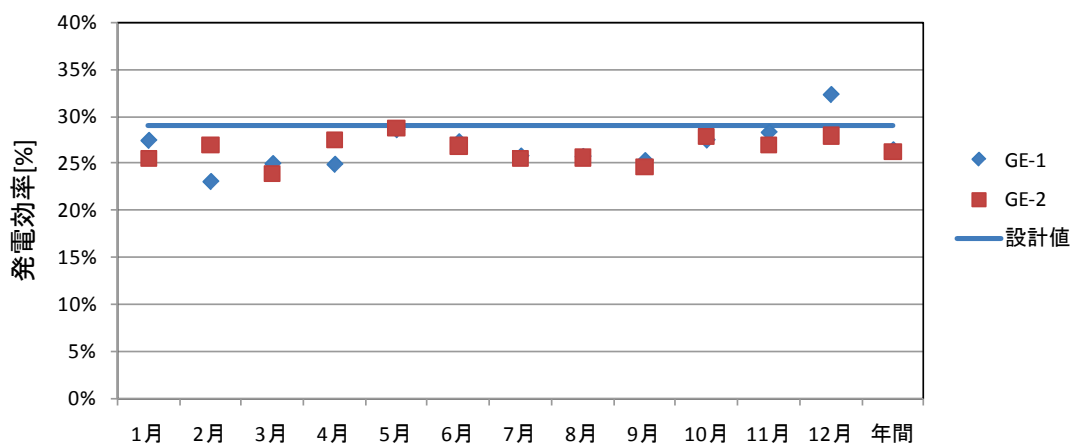
	GE-1 発電機 ガス検用量 [Nm ³]	GE-2 発電機 ガス検用量 [Nm ³]	GE-1 発電機電力 [kWh]	GE-2 発電機電力 [kWh]	GE-1+GE-2 発電機 ガス検用量 [Nm ³]	GE-1+GE-2 発電機電力 [kWh]	GE-1 発電機効率 (高位基準) [%]	GE-2 発電機効率 (高位基準) [%]	総合 発電効率 (高位基準) [%]	設計値 [%]
1月	12,935	17,025	44,380	54,200	29,959	98,580	27.4%	25.5%	26.3%	28.9%
2月	14,524	17,238	41,970	57,980	31,762	99,950	23.1%	26.9%	25.2%	28.9%
3月	13,913	20,325	43,490	60,850	34,239	104,340	25.0%	24.0%	24.4%	28.9%
4月	13,070	10,985	40,730	37,700	24,055	78,430	24.9%	27.5%	26.1%	28.9%
5月	12,068	10,858	43,100	39,020	22,926	82,120	28.6%	28.7%	28.7%	28.9%
6月	13,786	13,615	47,050	45,740	27,402	92,790	27.3%	26.9%	27.1%	28.9%
7月	21,083	19,818	67,990	63,360	40,901	131,350	25.8%	25.6%	25.7%	28.9%
8月	23,321	19,812	75,070	63,480	43,133	138,550	25.8%	25.6%	25.7%	28.9%
9月	23,873	19,794	75,560	61,010	43,667	136,570	25.3%	24.7%	25.0%	28.9%
10月	14,154	16,156	48,620	56,190	30,310	104,810	27.5%	27.8%	27.7%	28.9%
11月	16,577	9,077	58,650	30,550	25,654	89,200	28.3%	26.9%	27.8%	28.9%
12月	8,724	11,965	35,200	41,750	20,689	76,950	32.3%	27.9%	29.8%	28.9%
年間	188,028	186,669	621,810	611,830	374,698	1,233,640	26.5%	26.2%	26.3%	28.9%



図IV. 5. 7. 11 月別発電量



図IV. 5. 7. 12 年間発電量



図IV. 5. 7. 13 月別および年間の発電効率

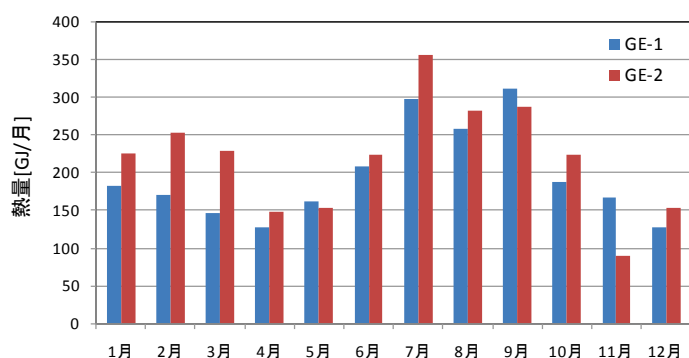
事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

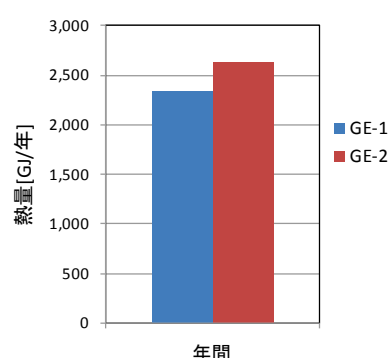
< 温水による排熱回収熱量 (HHV 基準) (CM-2(GJ/h)) >

表IV.5.7.3 CGS 運転データ

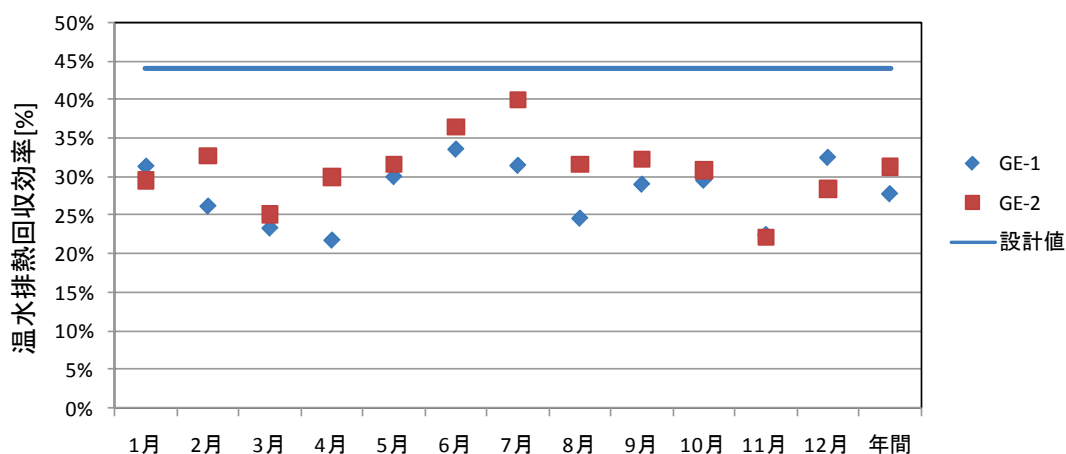
	GE-1 温水回収 熱量 [GJ]	GE-2 温水回収 熱量 [GJ]	GE-1 発電機入力 (高位基準) [GJ]	GE-2 発電機入力 (高位基 [GJ]	GE-1 温水排熱 回収効率 [%]	GE-2 温水排熱 回収効率 [%]	CGS温水排 熱回収効率 [%]	設計値 [%]
1月	182	226	582	766	31.3%	29.5%	30.3%	44.1%
2月	171	253	654	776	26.2%	32.6%	29.7%	44.1%
3月	146	229	626	915	23.4%	25.1%	24.4%	44.1%
4月	128	148	588	494	21.8%	29.9%	25.5%	44.1%
5月	163	154	543	489	30.0%	31.5%	30.7%	44.1%
6月	208	223	620	613	33.5%	36.4%	35.0%	44.1%
7月	298	356	949	892	31.4%	39.9%	35.5%	44.1%
8月	258	282	1,049	892	24.6%	31.6%	27.8%	44.1%
9月	312	288	1,074	891	29.0%	32.3%	30.5%	44.1%
10月	188	224	637	727	29.5%	30.8%	30.2%	44.1%
11月	168	91	746	408	22.5%	22.2%	22.4%	44.1%
12月	127	153	393	538	32.5%	28.4%	30.1%	44.1%
年間	2,350	2,626	8,461	8,400	27.8%	31.3%	29.5%	44.1%



図IV.5.7.14 月別温水による排熱回収熱量



図IV.5.7.15 年間温水による排熱回



図IV.5.7.16 月別および年間の温水による排熱回収効率

※2/22,23,5/26,7/15,27~8/2,12/28~31 は欠損

事務所 09（排熱利用）

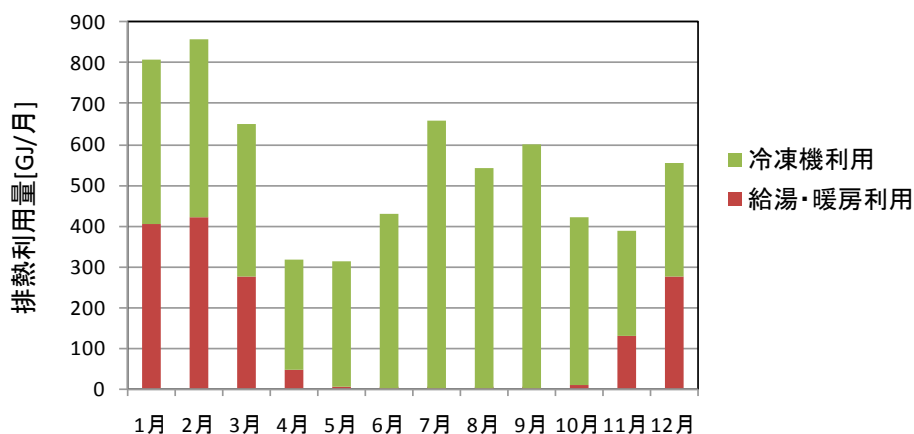
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	排熱	CGS（ガスエンジン）

< 回収熱の利用先 >

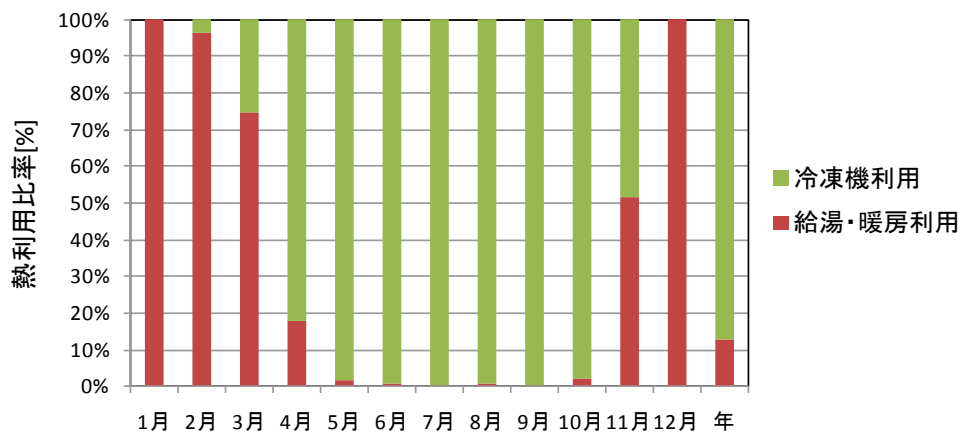
表IV.5.7.4 熱利用量

	温水回収 熱量合計 [GJ]	冷凍機利用 [GJ]	給湯・暖房 利用 [GJ]	冷凍機 利用比率 [%]	給湯・暖房 利用比率 [%]
1月	405	0	405	0.0%	100.0%
2月	436	16	420	3.6%	96.4%
3月	372	93	278	25.1%	74.9%
4月	269	221	48	82.0%	18.0%
5月	309	303	6	98.2%	1.8%
6月	427	424	3	99.3%	0.7%
7月	654	651	3	99.6%	0.4%
8月	539	535	4	99.3%	0.7%
9月	599	596	3	99.5%	0.5%
10月	410	400	10	97.6%	2.4%
11月	256	124	132	48.3%	51.7%
12月	277	0	277	0.0%	100.0%
年	3,740	3,255	486	87.0%	13.0%

注：発生冷熱量が0以上かつ冷水負荷が0以上の場合、
排熱回収熱量は全て冷凍機利用として積算した。



図IV.5.7.17 排熱利用内訳



図IV.5.7.18 排熱利用比率

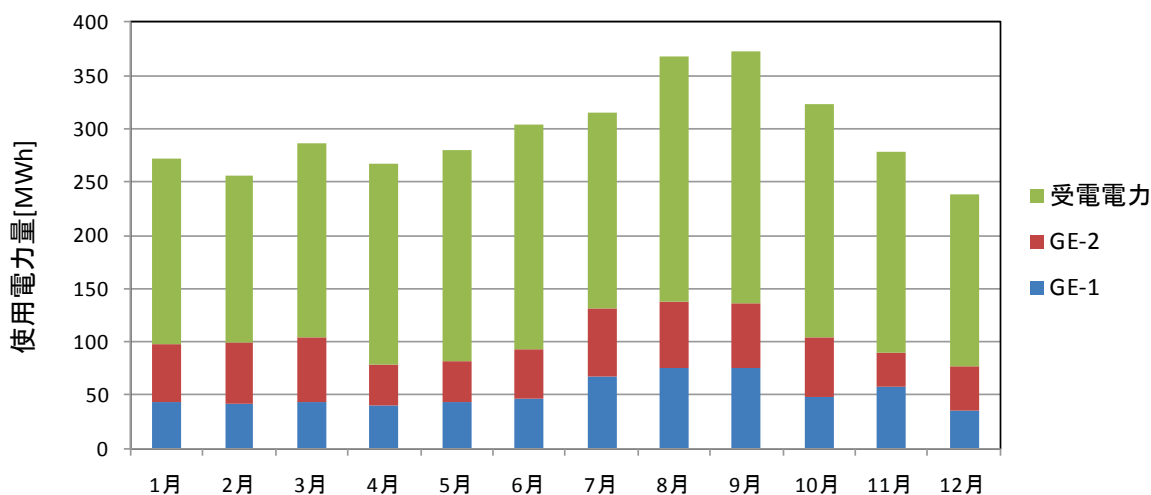
事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

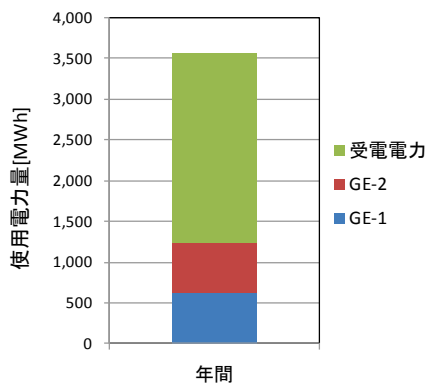
< 電力比率 >

表IV. 5. 7. 5 電力量

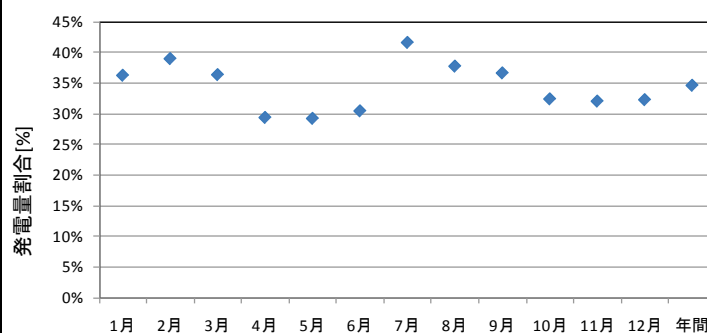
	発電量			受電電力量 [MWh]	発電割合 [%]
	GE-1 [MWh]	GE-2 [MWh]	合計 [MWh]		
1月	44.4	54.2	98.6	173	36.3%
2月	42.0	58.0	100.0	157	39.0%
3月	43.5	60.9	104.3	183	36.4%
4月	40.7	37.7	78.4	188	29.4%
5月	43.1	39.0	82.1	198	29.3%
6月	47.1	45.7	92.8	211	30.5%
7月	68.0	63.4	131.4	185	41.6%
8月	75.1	63.5	138.6	229	37.7%
9月	75.6	61.0	136.6	236	36.6%
10月	48.6	56.2	104.8	218	32.4%
11月	58.7	30.6	89.2	189	32.1%
12月	35.2	41.8	77.0	161	32.3%
年間	621.8	611.8	1,233.6	2,328	34.6%



図IV. 5. 7. 19 月別の発電電力量と受電電力量



図IV. 5. 7. 20 年間電力量



図IV. 5. 7. 21 発電量割合

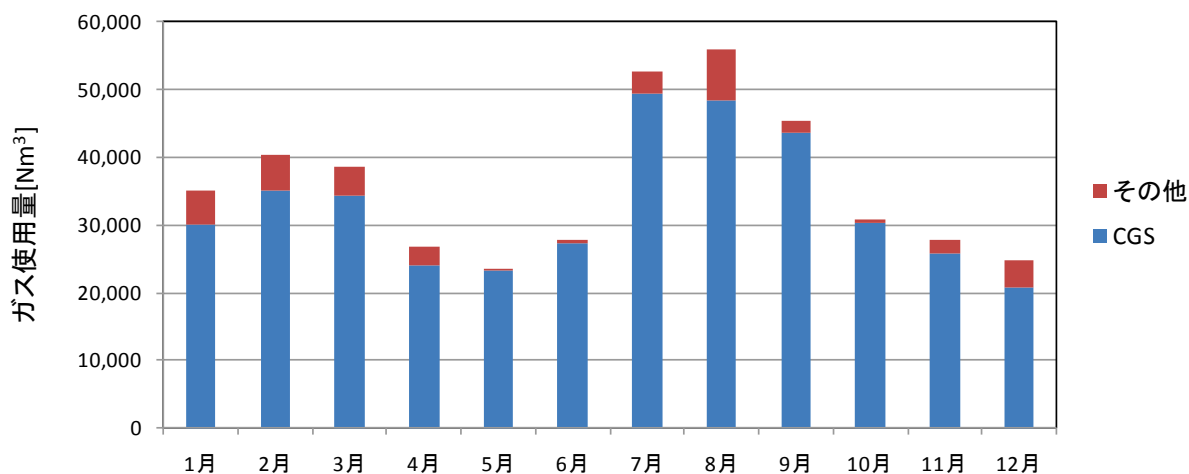
事務所 09（排熱利用）

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	排熱	CGS（ガスエンジン）

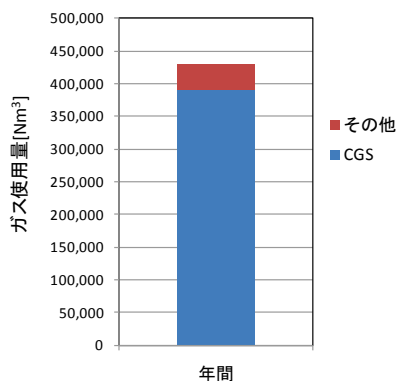
< ガス使用比率 >

表IV.5.7.6 ガス使用量

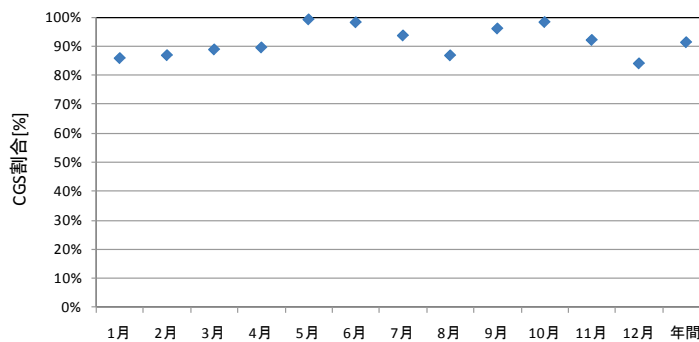
	GE-1 [Nm ³]	GE-2 [Nm ³]	B-1 [Nm ³]	B-2 [Nm ³]	RA-1 [Nm ³]	CGS 使用割合 [%]
1月	12,935	17,025	1,971	1,300	1,728	86%
2月	14,524	20,534	1,599	1,686	2,083	87%
3月	13,913	20,325	1,874	1,098	1,376	89%
4月	13,070	10,985	1,208	1,328	310	89%
5月	12,353	10,874	82	95	0	99%
6月	13,796	13,615	56	46	390	98%
7月	25,370	23,902	19	16	3,322	94%
8月	25,836	22,562	105	26	7,316	87%
9月	23,873	19,794	89	4	1,702	96%
10月	14,154	16,156	335	185	0	98%
11月	16,587	9,077	719	1,158	338	92%
12月	8,724	11,966	1,350	1,257	1,376	84%
年間	195,134	196,815	9,407	8,199	19,939	91%



図IV.5.7.22 月別ガス使用量



図IV.5.7.23 年間ガス使用量



図IV.5.7.24 CGS 割合

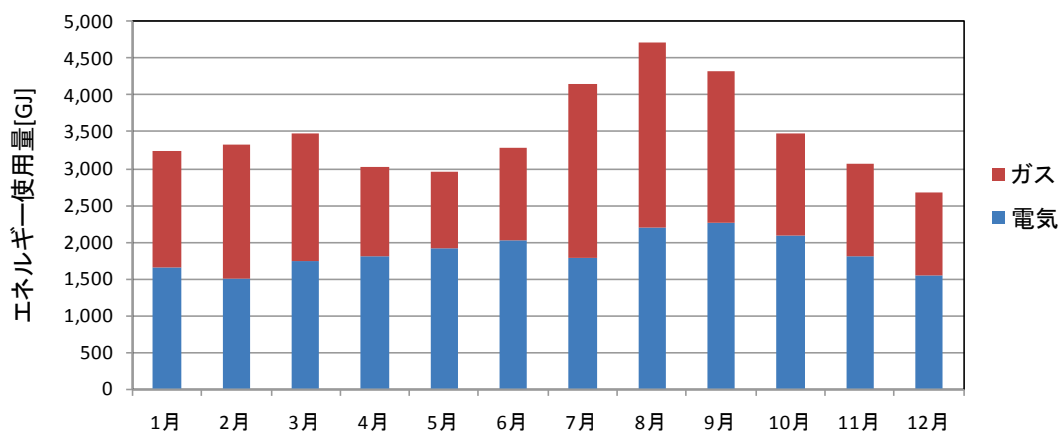
事務所 09 (排熱利用)

区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式 (2 管式)	排熱	CGS (ガスエンジン)

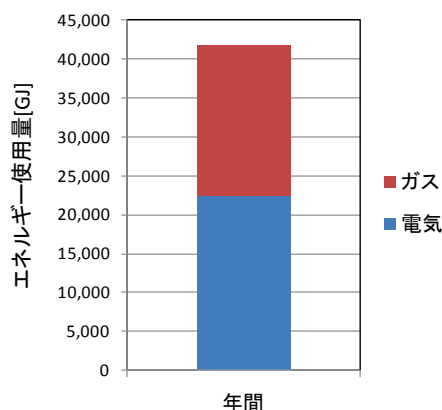
< 1 次エネルギー量 >

表IV. 5. 7. 7 1 次エネルギー使用量

	電力1次エネルギー量			ガス1次 エネルギー量 (HHV基準) [GJ]
	受電(昼間) [GJ]	受電(夜間) [GJ]	受電(合計) [GJ]	
1月	787	875	1,662	1,573
2月	803	705	1,508	1,819
3月	802	948	1,749	1,736
4月	868	937	1,805	1,211
5月	954	953	1,906	1,053
6月	988	1,042	2,030	1,256
7月	964	815	1,779	2,368
8月	1,111	1,086	2,197	2,513
9月	1,137	1,133	2,269	2,046
10月	956	1,136	2,092	1,387
11月	870	943	1,813	1,255
12月	840	714	1,554	1,110
年間	11,080	11,286	22,366	19,327



図IV. 5. 7. 25 月別 1 次エネルギー使用量



図IV. 5. 7. 26 年間 1 次エネルギー使用量

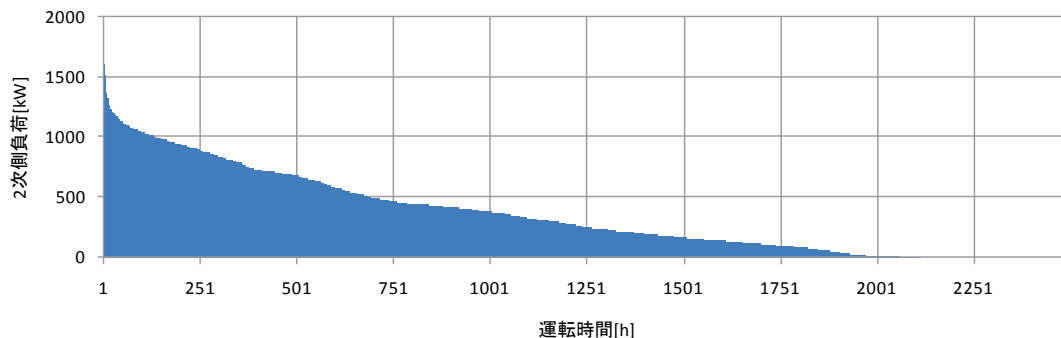
※1 次エネルギー換算値について：電力は「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」に記載の値を，ガスは大阪ガス(株)発表値を用いた(9,970kJ/kWh(8時～22時)，9,280kJ/kWh(22時～8時)，45MJ/Nm³)。

事務所 09（排熱利用）

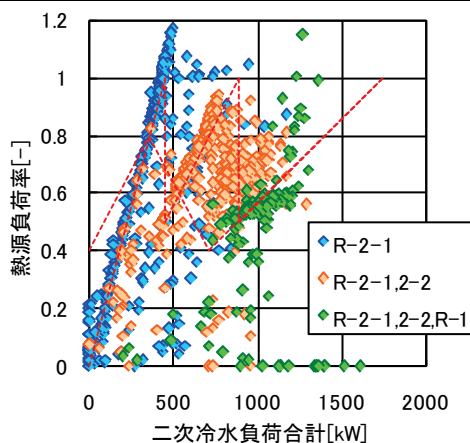
区分	分類	方式	エネルギー源	機器
製造側	熱源	中央式（2管式）	排熱	CGS（ガスエンジン）

< 冷凍機の運転状況 >

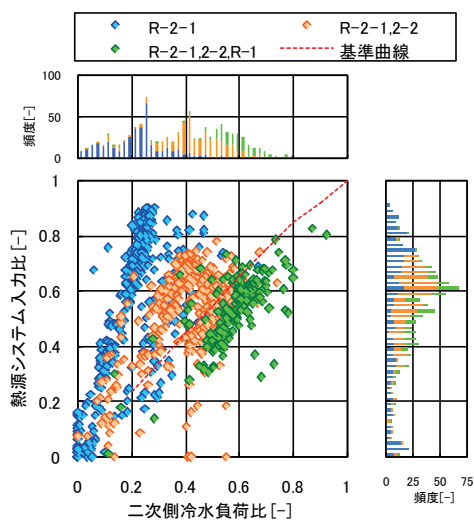
CGSの排熱利用として、夏期には温水吸収冷凍機 RA-2-1, RA-2-2(443kW×2 台)が稼働している。図IV.5.7.27に2012年度冷房負荷のデュレーションカーブを示す。冷房負荷のピークは1,608kWで、この時の熱源機器は吸収冷凍機2台とガス焼き冷温水発生器(844kW)が運転していた。冷凍機の台数制御の状況、及び冷凍機の部分負荷特性を図IV.5.7.28～図IV.5.7.30に示す。



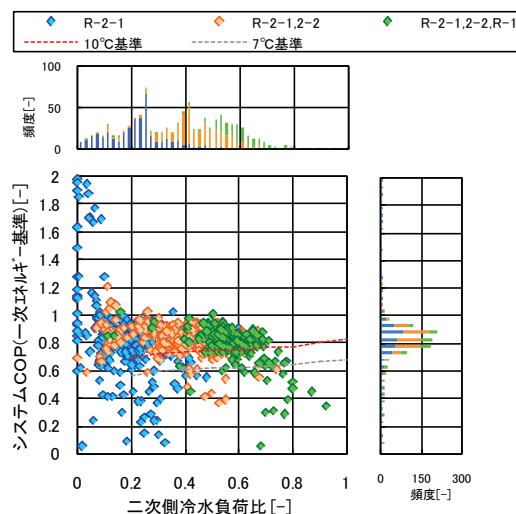
図IV.5.7.27 夏期冷房負荷のデュレーションカーブ(2012/4/1～10/31)



図IV.5.7.28 冷凍機の運転台数と負荷率



図IV.5.7.29 二次側冷水負荷比と入力比



図IV.5.7.30 二次側冷水負荷比とCOP

6. まとめ

本編では、給湯設備に適用される代表的なシステムについて、運転データを実測するとともにエネルギー使用量の実態を調査した。以下に要点を示す。

(1) 対象とした給湯システム

- ①中央式給湯システム
- ②局所式給湯システム
- ③太陽熱・排熱利用

中央式給湯システム 6 件，局所式給湯システムは 2 件，太陽熱・排熱利用は 7 件，合計で 15 件の実測データを収集できた。

(2) 実測した建築物数および用途

改正省エネ法で規定されている 8 区分の用途の建築物のうち，実測を行った建築物は以下の 3 用途である。その 3 用途における調査対象建築物数の合計は 13 件である。

- ①ホテル
- ②病院
- ③事務所

(3) 対象地域

北海道から九州まで，幅広い地域の建築物を実測した。

(4) 年代および規模

1990 年頃から現在まで竣工・改修された建築物を中心に，2,000 m²～60,000 m²の幅広い建築物について実態を調査した。

(5) 運転データの取得

BEMS に取り込まれているデータを利用するだけでなく，電力計や超音波流量計などを設置して必要なデータを収集した。

(6) データ取得間隔

中央式給湯システムの計測では細かな変動を見逃さないために，データ収集間隔は 1 分を基本とした。なお，分析には 1 時間平均値を用いた。

局所式給湯システムの計測では更に細かな変動を把握するためにデータ収集間隔は 1 秒または 2 秒とした。

太陽熱・排熱利用の計測では，1 日ごと 1 ヶ月ごとの評価を行うためデータ収集間隔は 1 時間を基本とし，必要に応じて更に細かな間隔でデータ収集を行った。

(7) 給湯システムのエネルギー使用の実態

今回の調査結果のまとめを以下に示す。

1) 中央式給湯システム

① 温水ヒーター

- ・1時間データにおけるボイラ効率は95%以下（高位発熱基準）であった。また1週間データにおけるボイラ効率は67.3～73.8%であった。
- ・1時間データにおけるボイラの負荷率は40%以下であった。
- ・病院06では温水ヒーターを最新型に更新したが、ボイラ更新後ボイラ効率が10%ほど改善された。
- ・給湯用温水ヒーターが導入される規模の建物では、空調加熱やろ過昇温度等への熱供給のために多回路型の温水ヒーターが設置されることが多い。このとき給湯負荷が無く給湯以外の負荷（空調やろ過等）のみがある場合は、負荷率が下がり発停を頻繁に繰り返すことによってボイラの効率が低下する傾向が見られた。

② ヒートポンプ

- ・ヒートポンプ給湯機の実測例として偏流が起きやすいことがあり、この場合負荷のバランスが悪くなり熱源機器の効率が低下する傾向が見られた。
- ・機器のCOPは1.5～3であった。

2) 局所給湯システム

- ・使用量が少ない場合は給湯熱量に対する放熱熱量の割合が高くなる傾向が見られた。

3) 太陽熱・排熱利用

① 太陽熱利用システム

- ・メーカー仕様値に比べて低い集熱効率であり、放熱の影響が大きいと考えられる。

② 排熱利用システム

- ・総合効率（高位発熱基準）は55.8～68.9%程度であった。

4) 給湯設備の運転状況

- ・機器容量の過大選定や熱源系統の偏流など実際の給湯設備の運転状況は設計時の想定通りになっていない物件が見受けられた。

5) 機器容量

- ・給湯設備は湯切れ防止を重視して計画されるため、計算上ところどころに余裕を見込んで機器を選定している。そのため実際の運用では設計値を下回って運転されていることが多い。
- ・過大に機器が選定されることにより負荷率が低下し、結果的にボイラ効率が機器仕様値より低い状態で運転されている物件が見受けられた。

6) 配管放熱

- ・配管放熱は配管の口径、保温厚さ・材質、給湯温度に依存するため配管放熱量は給湯負荷に係らずほぼ一定であった。
- ・給湯熱量が少ないときは、給湯熱量に対する配管放熱量の割合が高くなる傾向があった。

(8) 給湯設備の課題

- ・給湯設備の運転状況を把握する上で、燃料消費量の他に給湯補給水量、製造熱量などの計測器を機器設置段階で導入し、得られた結果を分析することが望まれる。