

# 若葉会蔵王病院への CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯システムの導入事例

(株)竹中工務店 広島支店 中 下 一 成

(株)エネルギー・ライフ&アクセス エネルギー事業部 日 下 雅 史

キーワード / 病院・給湯設備・ヒートポンプ

## 1. はじめに

「若葉会蔵王病院」は東福山駅北側の住宅地に位置する260床の精神科病院である。既存建物は完成後40年を経過し、老朽化が進んでおり、今回建て替えを主とした施設全体の整備が計画・実施された。整備計画の主体である新館棟は平成17年12月に完成、平成18年1月に業務開始がなされた。

当病院は空調と給湯に電化方式が採用され、給湯にはセントラル方式のCO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯システムが導入された。

本稿では、この給湯システムの計画から導入に至る過程と現在までの運転実績について紹介する。

## 2. 建物概要

建物名称	若葉会蔵王病院
建築地	福山市蔵王町
工事種別	新築
設計・施工	(株)竹中工務店 広島支店
敷地面積	8,928m <sup>2</sup>
建築面積	1,724m <sup>2</sup>
延床面積	7,322m <sup>2</sup>
構造規模	RC造 B2 F6

## 3. 設備概要

受変電	高圧
予備電源	発電機(防災, 保安)
情報	TEL, LAN, TV共聴, 放送, ITV, ナースコール
防災	自火報, 非常放送, 誘導灯, 非常放送
給水	受水槽 + 加圧ポンプ方式
給湯	CO <sub>2</sub> ヒートポンプ給湯システム
消火	スプリンクラー, 連結送水管
熱源	空気熱源ヒートポンプエアコン(ビルマルチ)
空調	天井カセット方式
昇降機	乗用, 寝台用

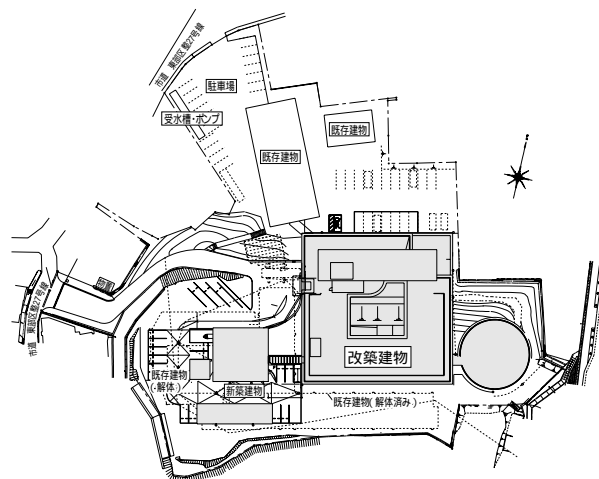


図 - 1 配置図



写真 - 1 病院外観

## 4. 給湯設備概要

給湯システムの熱源はCO<sub>2</sub>ヒートポンプユニットと貯湯ユニットで構成しており、当建物には屋上へ2基設置し、セントラル方式で全館へ供給している(以下CO<sub>2</sub>給湯システムと略す)。貯湯ユニットは中国電力(株)がCO<sub>2</sub>ヒートポンプ用に開発した製品で、実建物への導入はスーパー銭湯「ほの湯」に続いて2件目であり、汎用機としては当建物への導入が初めてである。

図 - 2 にCO<sub>2</sub>給湯システムフロー図を示す。

### <主要機器構成および仕様>

CO<sub>2</sub>給湯システム×2基

#### ・CO<sub>2</sub>ヒートポンプユニット

使用冷媒 R-744(CO<sub>2</sub>)  
 加熱能力 75kW(外気温度DB16 , 給水温度17 )  
 消費電力 23.4kW(最大消費電力27kW)  
 温水水量 658 l/h  
 外形寸法 W1,141×L2,085×H2,071  
 COP 3.2(定格)

#### ・貯湯ユニット

タンク容量 貯湯槽 2,600 l × 2基  
 循環槽 620 l × 1基  
 タンク材質 SUS444  
 外形寸法 W2,050×L4,100×H2,902  
 循環ポンプ 20 l/min × 9.4mH  
 貯湯温度 貯湯槽 85  
 循環槽 60 ± 5  
 給湯温度 60 ± 5

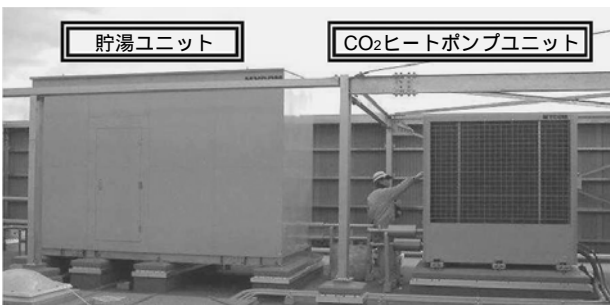


写真 - 2 CO<sub>2</sub>ヒートポンプユニットおよび貯湯ユニット外観

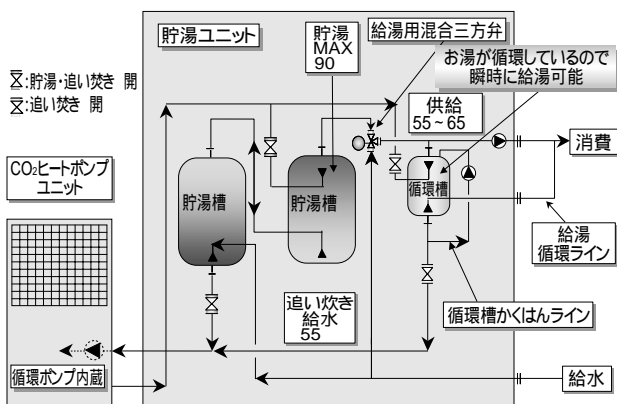


図 - 2 CO<sub>2</sub>給湯システムフロー図

・給湯システム盤×1台

CO<sub>2</sub>給湯システム2台の一元制御用

## 5. 給湯システムについて

### 5 - 1 システム導入の経緯

当物件は設計コンペによる受注で、入札時における給湯熱源はガス焼き真空式温水機であった。受注後の実施設計段階において中国電力(株)との協業により、CO<sub>2</sub>給湯システム方式と真空式温水機方式との経済性・安全性・保守性などの比較を行い、建築主への提案を行った。当初は、CO<sub>2</sub>給湯システムはお客様の買い取りおよび機器リースによる提案であったが、最終的には熱源側設備のメンテナンスおよび運転・監視を含めた蓄熱受託契約とした。

蓄熱受託契約の仕組みを図 - 3 に示す。

CO<sub>2</sub>給湯システムの熱源側設備を、建築主に代わって事業者である(株)エネルギー・ライフ&アクセス(中国電力の関係会社)が設置し、運転・保守を行い、建物で使用する温水を供給する。これに対し、建築主は要する経費を委託料金として事業者へ支払う。

蓄熱受託契約による建築主のメリットを次に示す。

- ① イニシャルコストの大幅低減  
給湯設備のうちの1次側熱源側設備に相当するイニシャルコスト分が不要となる。
- ② 年間ランニングコストの低減  
割安な夜間電力の利用とヒートポンプ給湯システムにより年間ランニングコストが低減する。
- ③ 運転および保守管理が不要  
事業者が24時間遠隔監視により運転および保守管理を行う。また、定期点検により故障の予防保全を行うとともに、万一の故障時においても遠隔監視により故障状態を把握し、関係者に警報メールを送信し、短時間での修理が可能である。

事業者が24時間遠隔監視により運転および保守管理を行う。また、定期点検により故障の予防保全を行うとともに、万一の故障時においても遠隔監視により故障状態を把握し、関係者に警報メールを送信し、短時間での修理が可能である。

### 5 - 2 システム計画

#### (1) 機器能力の設計

負荷単位と使用人員(ベッド数)より給湯負荷を設定

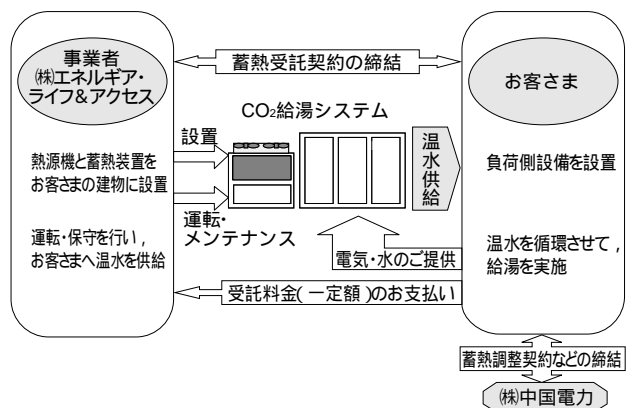


図 - 3 蓄熱受託の仕組み

## 実施例

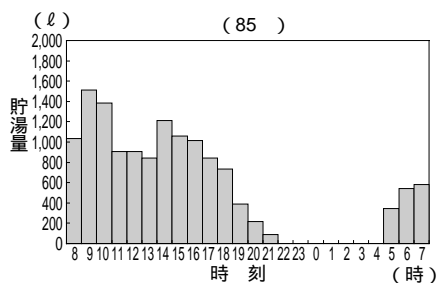


図 - 4 時間帯別給湯使用量

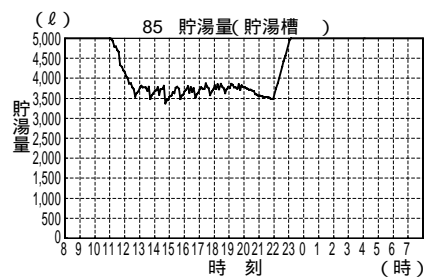
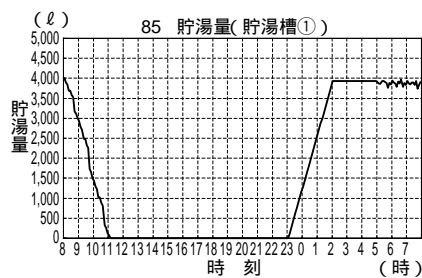


図 - 5 シミュレーションにおける貯湯タンクユニットの貯湯量変化

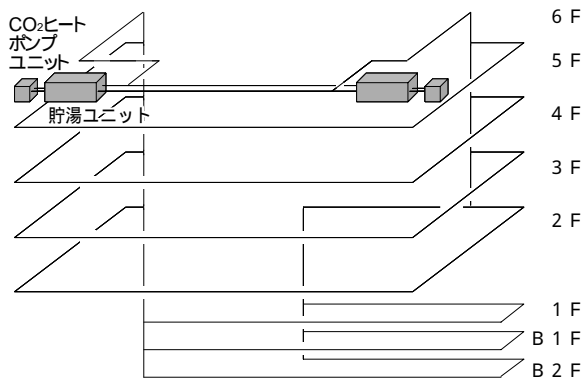


図 - 6 配管系統図

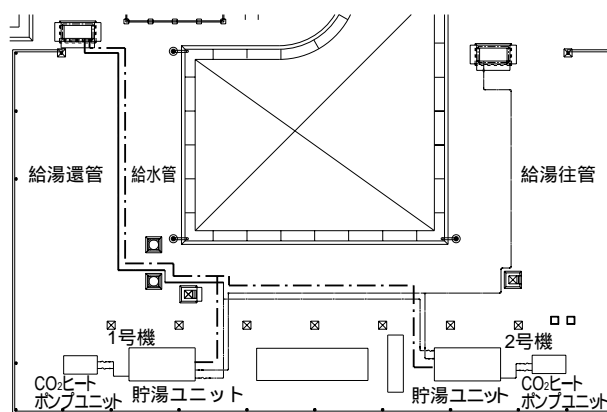


図 - 7 屋上配置図

し、全量を夜間蓄熱のみで賄える熱源容量・貯湯容量を計算すると、ヒートポンプユニット×3台および貯湯槽7,000ℓ×2台が必要となった。これに対し、一般的な病院の時間帯別給湯使用量比率より図-4の時間帯別給湯使用量を設定し、シミュレーションを行うと、ヒートポンプユニット×2台および貯湯槽5,200ℓ×2台で賄うことができる結果となった。図-5にシミュレーション結果を示す。冬季ピーク時には、夜間蓄熱に加え昼間追い焚きを行うこととし、貯湯槽②の残湯量が8:00~20:00間で3,800ℓ、20:00~22:00間で1,900ℓを下回ると追い焚きを開始する設定とした。1日を通し残湯量は3,500ℓ程度確保されており、湯切れは起きないことが確認できた。

### (2) 給湯運転制御

全自動で運転するため運転管理は不要である。

- ① 夜間時には蓄熱運転を行い、給水を85℃まで加熱し、貯湯槽②の上部から貯湯する。
- ② 貯湯した85℃のお湯を給水とミキシングして55~65℃のお湯を供給する。
- ③ 放熱ロスにより貯湯温度・2次側循環温度が低下した場合に、ヒートポンプユニットで追い焚き運転を行い給湯温度を一定に保つ。

### (3) 計画のポイント

口の字型の建物形状、および水まわりの点在するプランに対応するため、ループ配管とした。(図-6)

各ユニットからの出湯量を均一化するため、左右対称に機器を設置し、リバースリターン配管とした。(図-7)

CO<sub>2</sub>給湯システム2台を設置しているため、万一の故障時においても残りの1台による追い焚き運転にて対応が可能。

地区区域は第1種住居地域であり、夜間時許容騒音値は45dBとかなり厳しかった。そこで、ユニットを敷地境界から可能な限り離せる屋上に設置した。これにより、敷地境界騒音値は44dBとなり許容騒音値をクリアした。また、構造上の制約により病室の上部にユニット設置となったため、ヒートポンプユニットに防振対策(スプリング)を行った。

現状、騒音・振動に関する問題は特に起きていない。

## 6. 運転実績

病院が業務開始した平成18年1月から6月までの実測データをもとに報告する。

### 6-1 給湯使用状況

#### ① 時間帯別給湯実績

平成18年1月から6月までの給湯量の日最大は、2月24日(金)の19,470ℓである。この日の時間帯別給湯量を図-8に示す。当病院の給湯負荷は入浴・厨房・洗面などであるが、入浴サービスが行われる午前中に消費のピークがあり、次いで給食時間帯の早朝、夕方に消費の山が発生している。

シミュレーションのピーク時給湯量は実績と比較すると少ないが、1日給湯量は20,000ℓであることから、ほぼ計画どおりであった。

② 週間給湯実績

曜日別給湯実績を図 - 9 に示す。当病院では入浴サービスの関係から火曜日と金曜日に消費が多く、日曜日は少ない。この傾向は別の週をみてもほぼ同じである。

③ 給湯温度

2月24日(金)の運転実績を図 - 10 に示す。この日は3時ごろに貯湯槽温度(TE - 201 ~ TE - 208)が85 近くになり蓄熱完了している。病院への給湯温度(給湯行き温度)はお湯の消費時間帯である朝6時~20時の間ほぼ60 を維持しており、計画どおり安定した温度の給湯を行っている。この日は給湯負荷が大きかったため、7時30分~8時ごろ、10時~14時ごろの2回追いかけて運転を行っており、20時には再び蓄熱運転に入っている。

なお、2時ごろ給湯行き温度が大きく振れている。これは給湯循環温度を45 程度以上に維持するため再加温運転が行われたことによるものである。

6 - 2 消費電力および熱収支

① 月別消費電力

1月~6月の消費電力を図 - 11 に示す。月間給湯量は2月がピークであり、6月に向けてお湯の消費は減少している。また、ヒートポンプは夜間蓄熱を優先して運転するため、1・2月の夜間電力の比率は約6割であるが、お湯の消費が減る5・6月は約8割を夜間電力で賄っている。

シミュレーションの月別給湯量は実績と比較すると多いが、これは給湯量を各月のピーク値をもとに算出しているためと考える。また、給湯量が多いためにシミュレーションの夜間電力比率は実績に比べ低くなっている。ただし、各月の傾向としては、消費電力・給湯量ともおおむね実績と同様に推移している。

② 熱収支

2月24日(金)の1号機の運転実績から熱収支を分析し、図 - 12・13 に示す。図 - 12 は1号機消費電力276kWh/日のうち、88%が貯湯槽加温、5%が循環槽加温(給湯循環放熱分の再加温)、4%がデフロスト運転、2%が循環ポンプなど補機動力に消費されたことを示している。図 - 13 はヒートポンプが発生した熱量552.8Mcal/日のうち、81%は給湯に消費され、16%は給湯配管の循環放熱ロスになったことを示している。

なお、ヒートポンプ単体のCOP3.2(定格値)に対し、2月24日におけるCO<sub>2</sub>給湯システムのトータルCOPは、デフロスト運転、給湯循環放熱などのロスがあるため2.11であった。

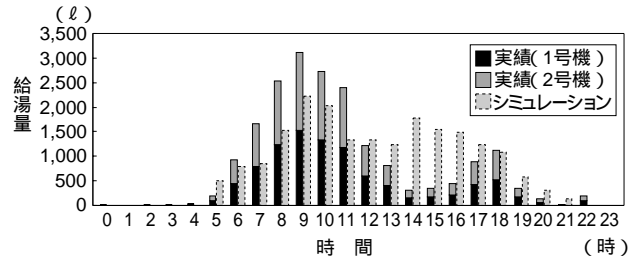


図 - 8 時間帯別給湯実績およびシミュレーション比較

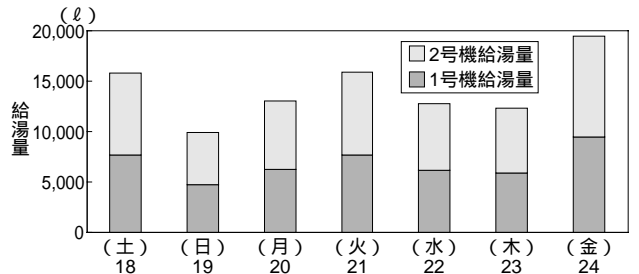


図 - 9 週間給湯実績

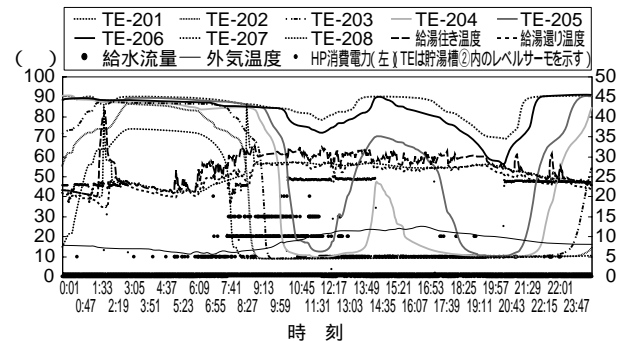


図 - 10 運転実績

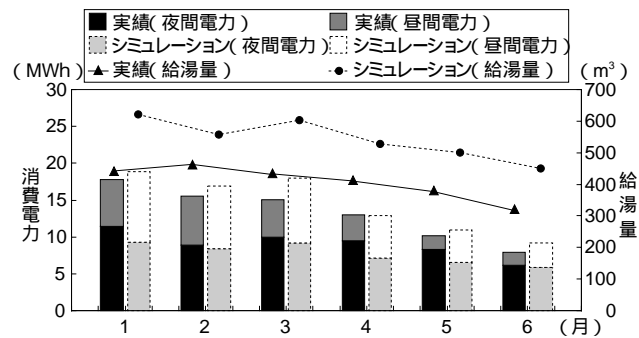


図 - 11 月別消費電力実績およびシミュレーション比較

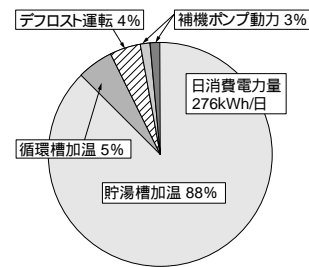


図 - 12 電力量収支

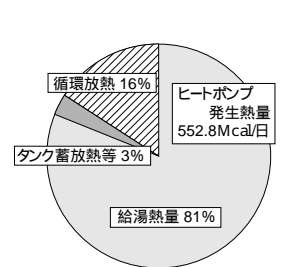


図 - 13 熱収支

7 . おわりに

本計画に際して深い理解とご協力をいただきました建築主をはじめ、すべての関係各位の皆さまに深くお礼を申し上げます。