

痴呆性グループホーム「喜望」 歩行浴槽への排熱回収システムと電化厨房

曾根高光義建築設計室 曾根高 光 義・津 守 宏 計

キーワード/福祉施設・熱回収・省エネルギー・氷蓄熱・ヒートポンプ・電化厨房

1. はじめに

痴呆性グループホーム「喜望」は、福山市の北4km、豊かな田園が広がる福山市御幸町に建設された。3ユニットのグループホームにデイサービスを併設しており、歩行浴施設でのリハビリテーションを提供している。

以下に空調用マルチエアコンの排熱を利用した歩行浴加熱システムと電化厨房について記す。

2. 建物概要

名 称	痴呆性グループホーム 喜望
所 在 地	福山市御幸町下岩成
敷地面積	2,072.30m ²
延床面積	1,473.88m ²
構 造	鉄骨造
階 数	地上2階
工 期	平成15年4月～平成15年9月
施 主	社会福祉法人 常新会
設計監理	曾根高光義建築設計室
施 工	(株)鈴木工務店
(空調施工)	旭調温工業(株) 福山支社
(電気・衛生施工)	(株)中電工 福山営業所

3. 設備概要

空気熱源ヒートポンプエアコン	冷房45kW	暖房45kW
(氷蓄熱槽・排熱回収加熱ユニット組み込み)×1基	冷房45kW・暖房50kW	その他 合計6基

4. 熱回収システムの概要

当施設は温水プールを小さくしたような歩行浴槽を設置し、施設利用者がインストラクターの指導によって、積極的に機能回復訓練を行うことのできる場を提供している。

水の中では身体の負担が軽くなるため、歩行訓練をはじめとするさまざまなリハビリが容易に行える。このためお年寄りでも少ない負担で訓練ができ、身体の機能維持のために効果的である。

設備面では、空気熱源ヒートポンプ排熱による温水加熱など、最新の技術を有機的に組み合わせて、水温調節や殺菌消毒、浄化のシステムを構成している。

歩行浴槽は、年間を通じて32 程度の温水を必要とし、維持費がかかることから、省エネルギーなシステムが求められる。



写真 - 1 外観全景

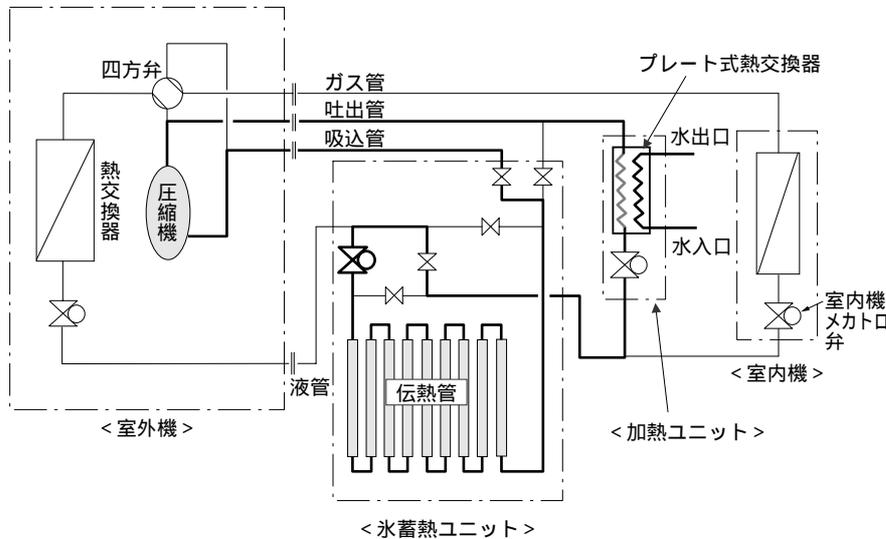


図 - 1 冷媒フロー(排熱回収モード)

交換器をセットし、通常の使用法とは異なる、深夜電力利用の歩行浴槽加熱システムとした。

この場合、氷蓄熱時の排熱を用いて歩行浴槽の加熱を行い、システム全体では非常に効率的(安価)なエネルギー利用が可能となる。

表 - 1 にエネルギー単価の比較を、図 - 1 に排熱回収モードの冷媒フローを示す。

5. 運転実績

通常は①夏期モード、②中間期・冬期モードの二つのモードであるが、夏期の夜間は、氷蓄熱と排熱回収運転を同時に行う特徴的な運転である。

試運転実測値から「冷凍機の運転状態」について図 - 2 をもとに説明する。(加熱運転)

・運転は22:00より開始。(夜間電力時間帯)

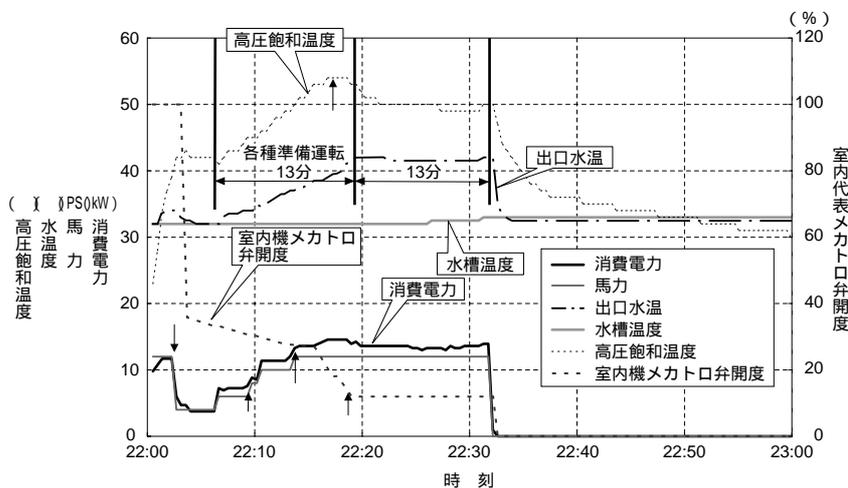


図 - 2 冷凍機の運転状況(加熱モード)

表 - 1 エネルギー単価の比較

	発熱量	単価	エネルギー単価 (円/MJ)	熱効率 (COP)	実勢エネルギー単価 (円/MJ)	比率 (%)
電気	3.60MJ/kWh	18 円/kWh	5.00	3.4	1.47	290
深夜電力	3.60MJ/kWh	4.2円/kWh	1.17	2.3	0.51	100
L P G	50.20MJ/kg	115 円/kg	2.29	0.85	2.70	531
灯油	36.70MJ/l	45 円/l	1.23	0.85	1.44	284

*1 電気料金単価 (基本料金+電力量料金)/ご使用電力量
 18 円/kWh (フラットレート15~18円/kWh程度)
 *2 蓄熱電力量料金 業務用蓄熱調整契約(6,000V)
 4.2円/kWh
 *3 LPG単価 建設物価4月号(ポンベ)
115 円/kg (比較提案の採用単価108円/kg)
 *4 灯油単価 建設物価4月号(1号白灯油・ドラム)
 45 円/l (比較提案の採用単価38円/l)

最新のヒートポンプ技術では、冷熱と温熱の同時取り出しは可能であるが、このような小規模向けの機器は市販されていないのが現状である。そこで、今回はマルチエアコンの氷蓄熱システムにオプションとして給湯用熱

・運転の状態は大きく以下の3区間に分かれる。

①~②区間：コンプレッサ保護のための運転区間。

停止時間中、各所に散在する冷媒や油を速やかに回収し、正常な運転ができる状態にセットアップする。

②~③区間：加熱ユニットが最大運転能力に至るまでの準備運転区間。(約13分)

③~④区間：加熱ユニットが最大運転馬力で運転している区間。冷媒回路が安定した運転を得られている状態である。

・各区間の状態変化や相互関連から、特徴的な動作点について、以下に少し詳しく説明する。

①~⑤(冷媒回収制御運転)

長時間システムが停止していると冷媒がシステム内に分散する。そこで、コンプレッサを能力最大(12馬力)で起動する。配管や室内機などに存在する液冷媒を、大量の吐出ガスでフラッシングし、室外ユニットに冷媒を回収する。

実施例

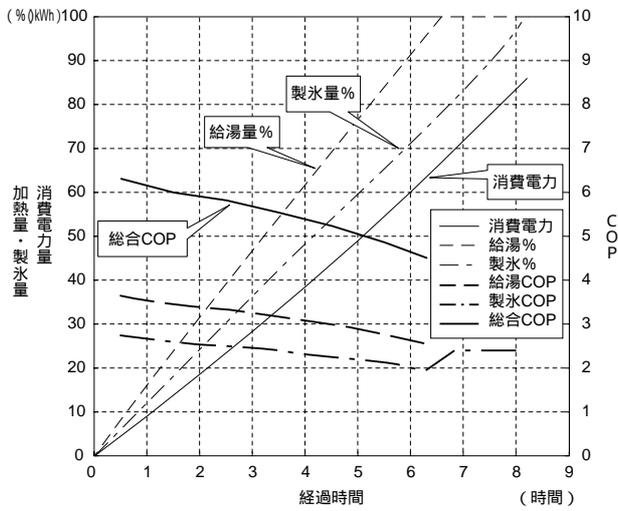


図 - 3 製氷・排熱運転時の性能

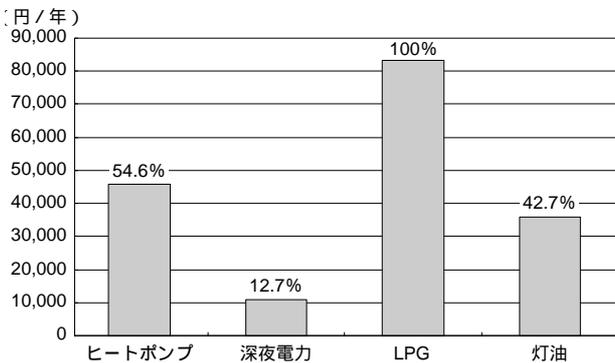


図 - 4 歩行浴ランニングコスト比較

表 - 2 製氷時性能

時間経過(時間)	消費電力(kWh)	製氷(%)
0.0	0.0	0.0
1.0	11.8	13.7
2.0	23.5	27.5
3.0	35.3	41.2
4.0	47.0	55.0
5.0	58.8	68.7
6.0	70.6	82.5
7.0	82.3	96.2
7.3	85.6	100.0

外気温度 25DB
製氷量 731MJ



写真 - 2 歩行浴槽

⑤～⑥(ポンプダウン制御運転)

室内機からの冷媒回収運転で、アキュムレータに液冷媒が溜まる可能性がある。これを回避するために、比較的小さなコンプレッサ馬力(4馬力)でポンプダウン運転を行い、アキュムレータの冷媒を徐々に回収し、高圧側に冷媒を移動する。

⑥～⑦(馬力上昇領域)

冷媒回収制御およびポンプダウン制御が終了すると、コンプレッサは徐々に運転馬力を上昇し、この段階で最大馬力(12馬力)に到達する。

①～⑧(室内機メカトロ弁調整状態)

圧縮機と冷媒回路の冷媒バランスや高圧飽和温度の高温維持などを行うためのバルブ調整が行われる。

室内機のメカトロ弁は分流制御を行い、加熱ユニットとの冷媒の流れのバランスをとる。

この例では、室内機への冷媒の流れがスムーズであるため、メカトロ弁は徐々に閉まりはじめ、⑧の時点で安定した開度となる。メカトロ弁の開度が大きいと、室内機の熱交換器からの放熱量が大きくなり、加熱ユニットの能力が十分に発揮できない。室内機のメカトロ弁が適正開度となった⑧以降では、加熱ユニットは最大能力での運転となっている。

②～⑨(室内機の冷媒循環量が多い領域)

高圧飽和温度をみてもみると、室内機のメカトロ弁の開度が大きい状態②では、室内機への冷媒供給量が加熱ユニットに比べて多いことから、システムの放熱先は主に室内機熱交換器となる。しかし、室内機は停止状態であるため放熱効率が低く、高圧飽和温度は徐々に上昇する。

⑨～③(加熱ユニットへの冷媒量が増大する領域)

室内機メカトロ弁開度が徐々に適正開度に近づくと、室内機への冷媒供給量は徐々に低下し、システムの放熱先は加熱ユニットへと移行する。加熱ユニットは“水-冷媒”間の熱交換で放熱効率が高いため、高圧飽和温度は徐々に低下し、水への放熱量と熱バランスする。

・最大能力運転で約13分間の運転を行った時点④で、対象とする歩行浴槽の温度が目標の33℃に到達したため、システムの運転が停止する。

表 - 2、図 - 3 に製氷・排熱運転時の性能を示す。(毎月実施予定の水張り替え時の運転で推定した)

また、製氷のみの性能を表 - 1 に示す。

夏期における平均的な外気温度は25℃であるが、今回の歩行浴で求められる温度が33℃という近傍の温度であること、給水温度が15℃程度の水温と推測できることから、排熱回収時との消費電力量に差がなく、非常に効率的な運転が可能である。

・ランニングコスト

表 - 1・2 に示すとおり、排熱回収の可能な時期では温熱は“ただ”であり、その他の季節でも深夜電力は

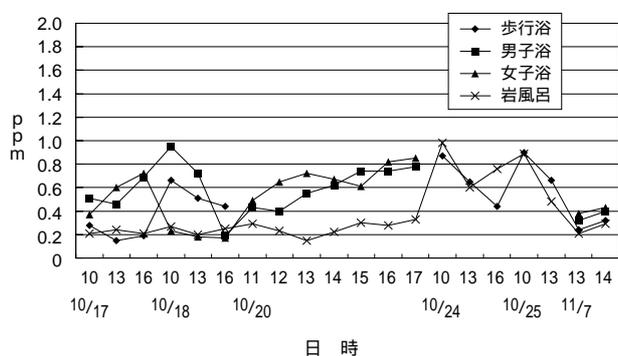


図 - 5 浴槽の残留塩素濃度

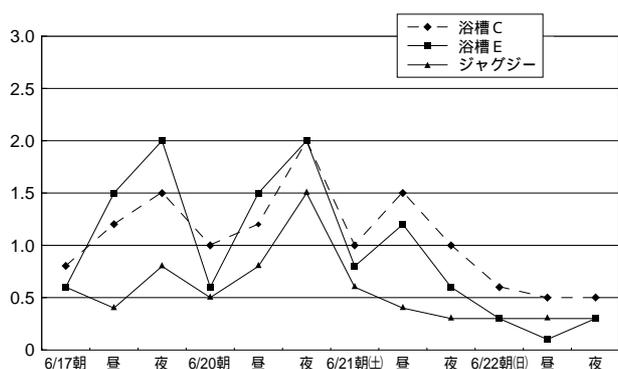


図 - 6 一般的な浴室での残留塩素濃度の推移

LPG・灯油に比べて料金面で格段に有利である。

年間の運転経費では、排熱回収により20%削減されると試算している。(歩行浴槽加熱のみで試算)

6. レジオネラ対策

歩行浴槽・浴室循環ろ過系に「電気分解による電解水処理システム」を導入している。電解次亜塩素酸は、従来から使用されている次亜塩素酸ソーダに比べ、1/10以下の有効塩素濃度で幅広い殺菌力を示し、かつ即効性がある。しかも有害物質であるトリハロメタンの生成がはるかに少ないという特徴を持つ。

安全かつ「塩素薬剤による刺激臭」のない快適な浴室を提供し、お風呂やりハビリを気持ちよく楽しんでいただくようにしている。

残留塩素濃度について、実際の運転状況を図 - 5 に、一般的な浴室の測定例を図 - 6 に示す。図 - 6 の例では2 PPMから0.2 PPMまでの大きな変動が観測されているが、本施設(図 - 5)では1~0.2 PPM程度の推移が実測されている。業務用浴槽との比較であり優劣は一概にいえませんが、本施設が比較的安定した残留塩素濃度で推移していることは、レジオネラ対策として非常に有効である。

レジオネラ菌の検査方法として菌の培養による検査があるが、2週間程度の培養期間が必要であり、費用や期間の関係から日常的な検査としては容易に採用できない

表 - 3 排熱回収運転時性能

水槽への給水温度 15 製水量 731MJ
加熱運転終了温度 33 加熱量 753MJ
外気温度 25DB

時間経過(時間)	消費電力(kWh)	給湯(%)	製氷(%)	給湯COP	製氷COP	総合COP	COP算出代表時間
0.0	0.0	0.0	0.0				
1.0	9.1	15.7	12.1	3.62	2.69	6.31	0.5
2.0	18.7	31.4	24.1	3.43	2.57	5.99	1.5
3.0	28.4	46.8	36.2	3.31	2.51	5.82	2.5
4.0	38.6	62.1	48.2	3.14	2.39	5.54	3.5
5.0	49.1	77.0	59.9	2.97	2.27	5.23	4.5
6.0	60.2	91.6	71.4	2.76	2.10	4.86	5.5
6.6	67.0	100.0	77.9	2.57	1.93	4.51	6.3
7.0	71.8	100.0	83.5		2.37		6.8
8.0	83.6	100.0	97.3		2.37		7.5
8.2	86.0	100.0	100.0		2.37		8.1

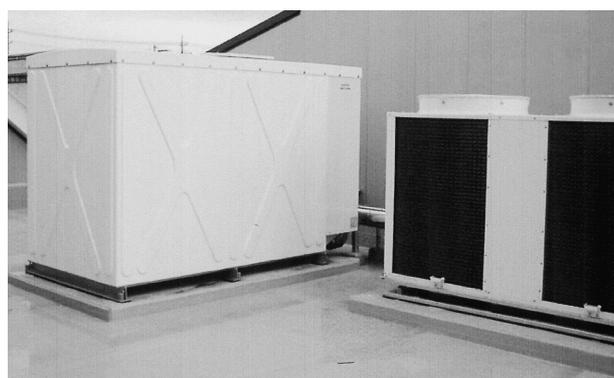
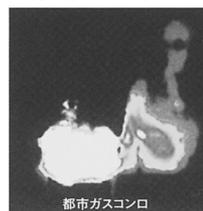
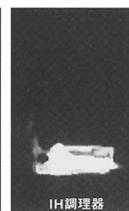


写真 - 3 氷蓄熱槽屋外機

< ガス式 >



< 電化式 >



IH調理器は料理人が輻射熱の影響を受けていないことを証明している



ドライキッチンが可能な全電化厨房では、白長靴をはく必要がない

写真 - 4 調理時の輻射熱の影響



写真 - 5 電解水処理装置

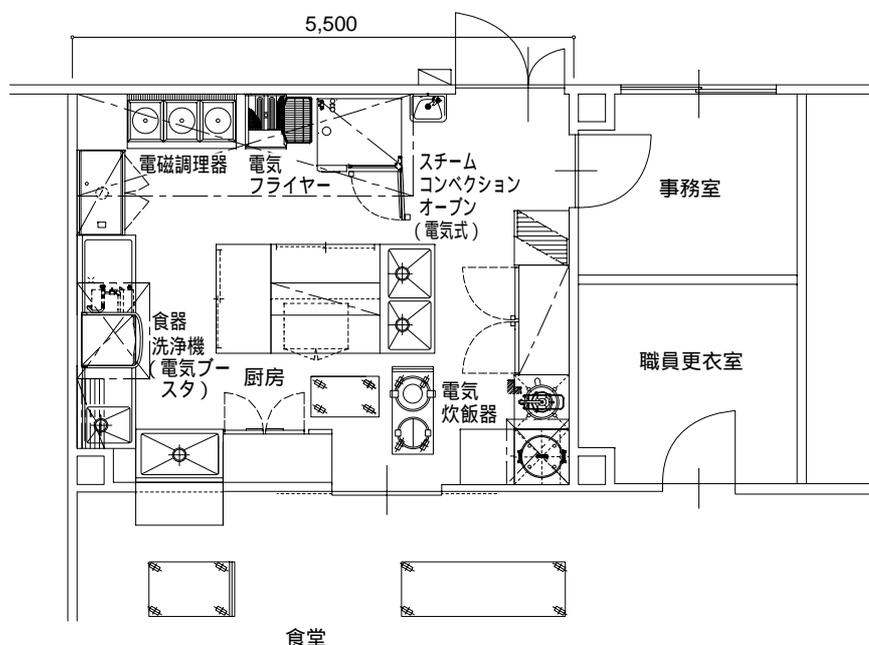
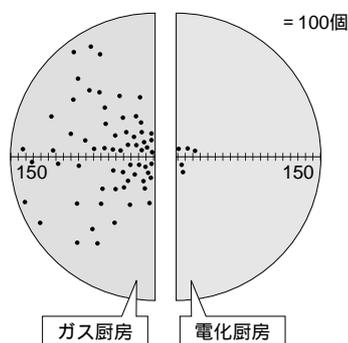


図 - 7 厨房機器配置図



コロケ90個を揚げたときに飛び散った1mm以上の粒子の数

図 - 8 油の飛散量比較

い。

残留塩素濃度測定による方法は、測定時点での結果がすぐに分かり、厚生労働省が認定している方法でもあることなどから、これによる浴槽の維持管理基準を遵守することが現実的な対処法であると認識している。

厚生労働省の基準は不特定多数の人が利用する銭湯などが対象であり、本施設のような限定者が利用する施設には厳しすぎる基準と思われるが、身体的弱者である老人を対象としていることから、“進めて”より厳しい管理基準を採用し、レジオネラ対策とすることが求められている。

7. 電化厨房

デイサービスに提供することが主目的であるため、コンパクトな設計としている。(図 - 7 参照)

米飯は普通炊飯・かゆ調理が可能な丸形電気炊飯器とした。コンパクトな形状であり、電源さえあればどこでも使用できる。

限られた空間を有効に生かすため、加熱調理機器を集中レイアウトして排気の効率をよくしている。

蒸気と熱風を用い蒸す・焼く・煮るまでが簡単な操作のできるスチームコンベクションオープンを導入し、多彩なメニューの大量調理を可能とした。

厨房内は厨房機器ならびに床構造をドライキッチンシステムとし、側溝をなくしている。調理にともなう油の飛散が少なく、常時

水で洗い流す必要がない。(図 - 8 参照)

従来の厨房とは異なり、床面はドライで細菌類の発生が少ない構造としている。また、グリストラップを屋外に設置するなど、衛生面にも配慮している。

電化厨房の採用で作業への熱負荷が低減され、快適な作業環境を維持しやすい。(写真 - 4 参照)

こうした快適な作業環境によって、お年寄りにより優しい食事提供されるものと期待している。

8. おわりに

水回りはコンクリートの半円形にまとめ、浴室の目隠しと外壁とを兼ねた打ち放し仕上げとしている。

周囲の風景と調和させた素朴な仕上げ・デザインでありこじんまりした家庭的な雰囲気を持つように構成した。

我々は、高齢者は社会に必要な構成員であることを念頭におき、施設を総合的に活用してもらうために、ハード面だけでなくソフト面においても継続して、施設の成長を陰ながら応援していく所存である。

最後に、計画から完成に至るまで多大のご理解とご協力をいただいた社会福祉法人常新会の関係者をはじめ、工事関係各位に、紙面を借りて感謝の意を表したい。