



Title	「温泉を利用した健康増進施設における温泉熱・排水熱利用システムの実績」
Author(s)	佐藤, 信孝; 若山, 尚之
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 室内環境・エネルギー利用 . 4-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 119-123
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7276
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-4-3_p119-123.pdf



4-3 「温泉を利用した健康増進施設における温泉熱・排水熱利用システムの実績」

佐藤信孝（株）日本設計

○若山尚之（株）日本設計

1. はじめに

近年、人々の健康志向が高まり、プールなどの運動施設が注目を集めている。とりわけ、温泉を利用した健康増進施設は日本人の温泉好きも相まって多くの人々が訪れている。プールや大浴槽は家庭では味わうことの出来ない大きさであり、心身共にリラックスする事が出来る。昨今のヒーリングブームもあり、老若男女を問わず人気が高まってきている。また、プール内での運動浴なども行われており、健康への寄与は計り知れないものがある。

このような温泉、プールの人気の高まりに比例して施設も増えてきている。地方都市に位置する場合、街おこしの目的も併せ持っており、隣接する4市町村が類似の施設を運営し、集客地域が重複して市町村同士の競争といった構図も発生してきている。

地方都市のこういった施設においては集客の工夫もさることながら運営費用の圧縮が命題となっている。空調などの燃料や水道、電力といったインフラの費用が運営費用に占める割合は高いものであり、この割合を低減することが各施設共通のテーマとなっている。

開放的な雰囲気の中で水使用量、燃料使用量が無意識のうちに増大してしまうのは自明の理であるが、来客者のモラルに訴えるばかりではなく施設そのものが省エネルギー、省コストに寄与できるよう、あらかじめ設計されていることが望ましく、これからは絶対条件となってくるであろう。

本報では、環境に配慮した温泉・健康増進施設の実例として、昨年福島県に開業した施設をモデルとし、省エネの実効性などについて検証を加え概要を紹介する。

2. 建築概要

建築概要を表1に示す。また、建物正面写真を図1に示す。

建物の主用途は温泉・プールを利用した健康増進施設および在宅福祉支援施設であり、宿泊施設も併設している。

クアハウスは水着・裸ゾーンに分かれており、裸ゾーンは男女それぞれ3浴槽、水着ゾーンが8浴槽を有する。その他に、宿泊棟に小浴室が4室、身障者用浴室に5浴槽を有する。

表1 建築概要

項目	内容
開業日	98年4月18日
主要用途	健康・福祉・宿泊施設
所在地	福島県I市
敷地面積	57,491[m ²]
建築面積	6,144[m ²]
延べ床面積	9,480[m ²]
階数	地上2階、地下1階
構造	SRC造、一部RC造

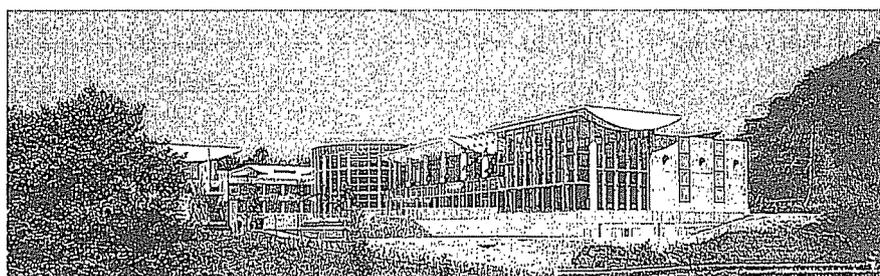


図1 建物外観

3. 水使用量等実績

本施設は 98 年 4 月に開業し、現在に至っている。インフラ使用量として上水、温泉水、電力、灯油及びガスの使用量を日報として記録している。

本章では開業当初における上水等の使用量変動を示す。

3-1 上水使用量

開業日 4 月 18 日より約 3 ヶ月間の日間上水使用量を図 3 に示す。この 74 日間における平均使用量は 212t/日であるが、休日と平日に分けて平均すると平日が 200t/日、休日が 245t/日となり、休日の使用量が平日に比較して約 23% 増加している。

クアハウスの来場者数は当然のことであるが休日に集中しており来場者の増加に伴い上水使用量も増加する結果となっている。図 5 にクアハウス入場者数と上水使用量の関係を示す。図 5 を見ても分かるとおり、入場者の増加にほぼ比例するように上水使用量が増加している。

3-2 電力使用量

電力使用量はほぼ一定に推移しており 74 日間の平均としては 5,314kwh であった。2 日間特別に使用量が少ない日はクアハウス休業日であり、宿泊棟、福祉棟の電力量が表示の使用量であると考えられる。

電力使用量については来場者数との相関は認められなかったが、冷却塔、冷温水ポンプ等熱源機器の電力使用量、つまり空調負荷との関係が予想された。外気温の上昇に影響を受けていると見受けられたが、データについては現在調査中である

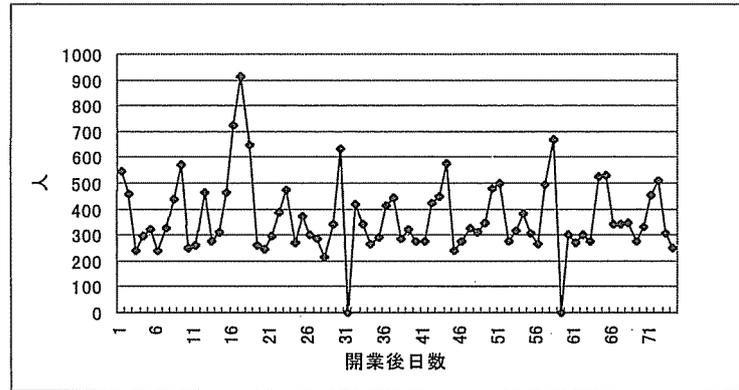


図 2 クアハウス来場者数

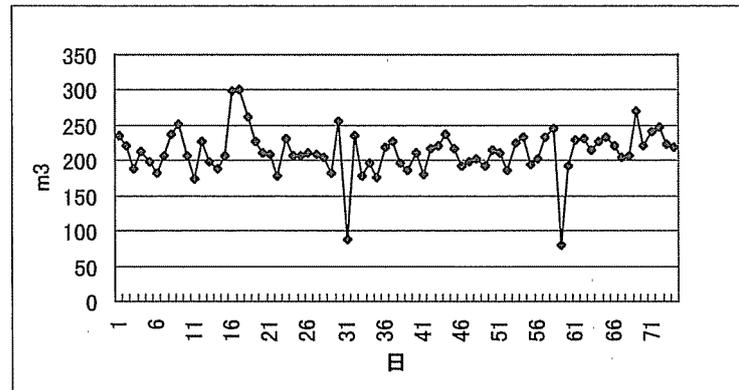


図 3 上水使用量

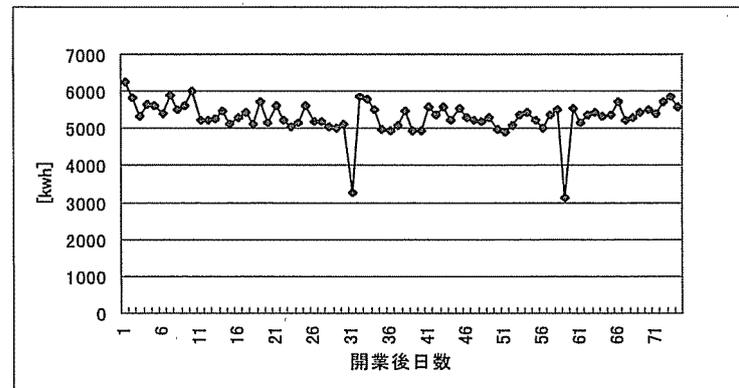


図 4 電力使用量

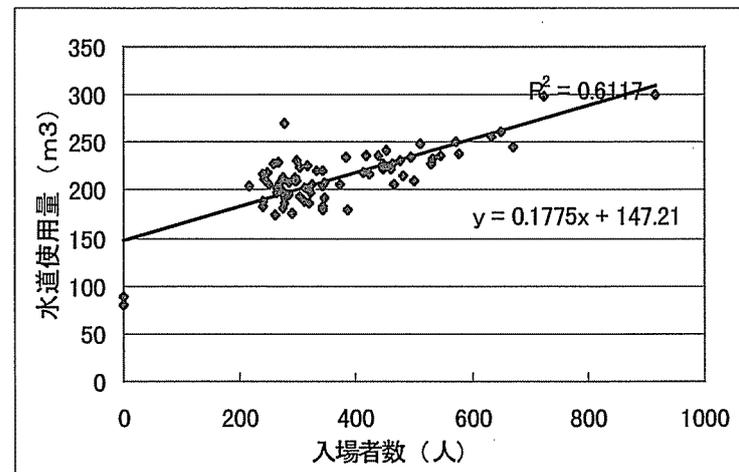


図 5 入場者数と上水

4. 温泉熱・排水熱利用システム

4-1 設計基本方針

本施設の温泉設備を設計する上での条件として、以下の項目を基本方針とした。

- ① 源泉温度 55℃(引込時)を最大限活用する。
- ② 源泉水を希釈しない。
- ③ 各ステージにおいて熱回収を行う。
- ④ 高腐食性の泉質対応を行う。

4-2 源泉熱回収

本施設で使用する温泉水は、引込時の水温が 55℃であり、そのまま浴槽で使用することは難しい。そこでこの高温温泉を給湯用の熱源として利用することにより供給水温を低下させることと、その熱を給湯用のプレヒートに利用することを両立させた。

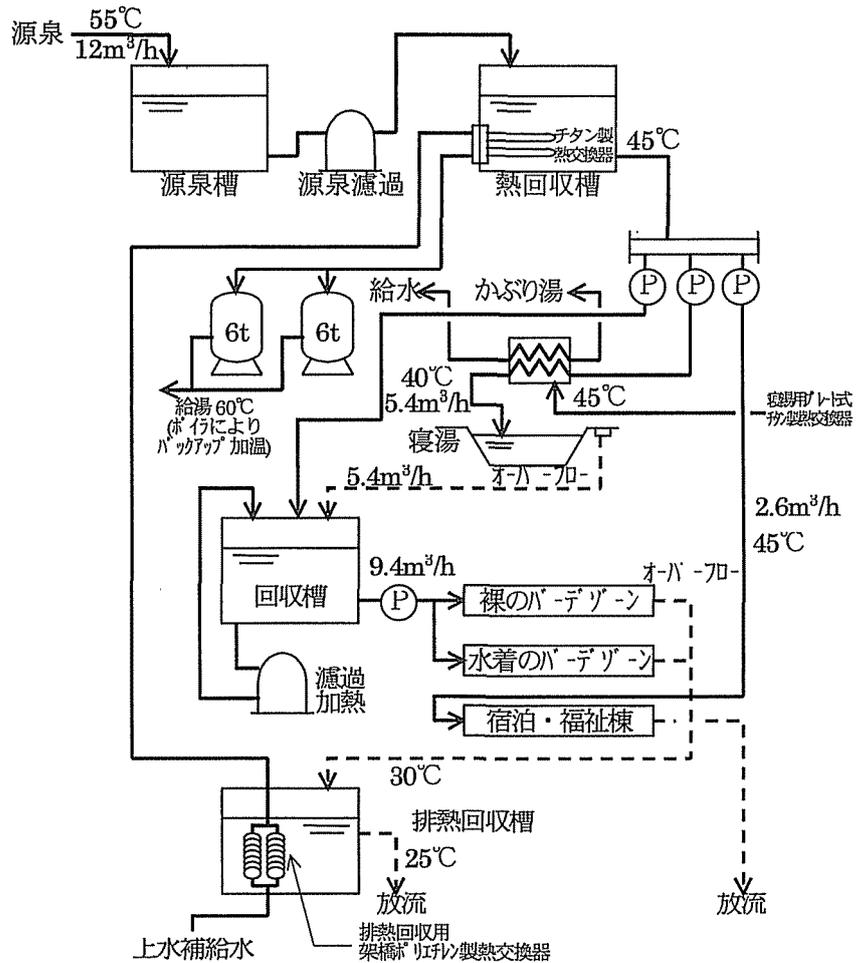
源泉熱回収槽内に設けたチタン製蛇管コイル熱交換器により、供給温度である 45℃まで熱回収を行い、水温センサーによりバルブ制御で水温を安定化させるシステムとした。

4-3 排水熱回収

各浴槽よりオーバーフローした温泉水は最終的に排熱回収槽へ集水する。そこで架橋ポリエチレン製(全長 440m)熱交換器を利用して、給湯用の補給水を初期加熱させ、熱利用を行うと共に、放流温泉水温を 25℃まで低下させ、周辺水域への影響を低減させる。

4-4 寝湯系統熱回収

利用水温が 38℃(供給 40℃)である寝湯については、45℃の水温である温泉をプレート式熱交換器により熱回収し、設定水温に低下させるとともに、かぶり湯の温熱源としても利用する。



※配管経路は概念であり、還り配管などは非表示。

図6 温泉熱・排水熱利用フロー

表3 温泉引込データ

項目	データ	
引込水量	12m³/hr	
引込時間	24 時間	
源泉水温	59.7℃	
PH	7.6	
温泉泉質	硫黄泉 (旧表示名称)	
主要成分	Na ⁺	499.2[mg/kg]
	Ca ²⁺	68.2[mg/kg]
	Cl ⁻	577.2[mg/kg]
	SO ₄ ²⁻	412.2[mg/kg]
	HCO ₃ ⁻	122.2[mg/kg]
	H ₂ S ガス	16.3[mg/kg]

5. 温泉熱・排水熱回収実測データ

本章では 99 年 9 月より熱回収に関するデータ収集を開始した。データ収集項目としては熱回収槽系統採熱量、寝湯系統採熱量そして排熱回収槽系統採熱量と、排熱回収槽内の温度分布計測等について行った。

5-1 各系統熱回収量

図 7 に冬季の代表日(99.1.31)、図 8 に夏季の代表日(99.7.31)における各時刻の系統毎採熱量を示す。

冬季、夏季の採熱量を比較すると、冬季において採熱量が多い結果となった。

上水の使用量として比較すると、日平均で 7 月が 250t/日、1 月が 190t/日と、夏季が冬季に比較して 3 割程度増加している結果となった。水量だけで考慮すると、パッシブな熱回収システムのため、基本的には使用水量に比例することが予想されるが、実際には上水使用量の少ない冬季が採熱量の多い結果となっている。これは、上水補給水を直接利用しているため、熱回収の熱源としている排水、温泉水と上水の温度差が小さくなった結果、熱交換器の交換効率が下がり採熱量が低下したものと予想される。

また、採熱量の内訳についても、冬季は浴槽のオーバーフローを利用した排熱回収システムの比率が高くなっているが、夏季においては源泉の熱回収を行う熱回収槽系統と排熱回収システムの採熱量がほぼ同量となっていた。

これについても、補給水供給温度が夏季に上昇した結果、排熱回収槽の排水水温と上水補給水との温度差が縮小することによって、排熱回収槽系統の採熱量が減少し、夏季においても比較的溫度差のある源泉熱回収槽系統からの採熱量の比率が上昇したためであると考えられる。

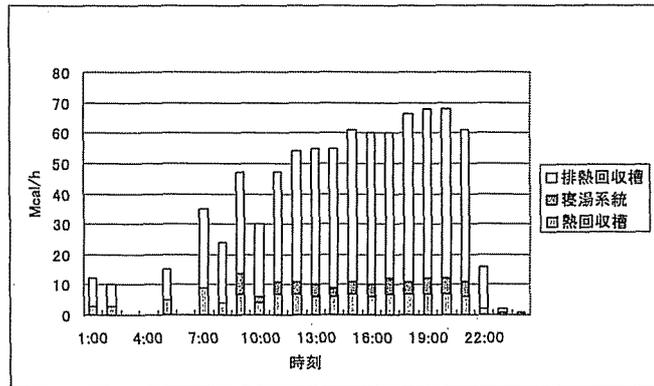


図 7 冬季熱回収量(99.1.31)

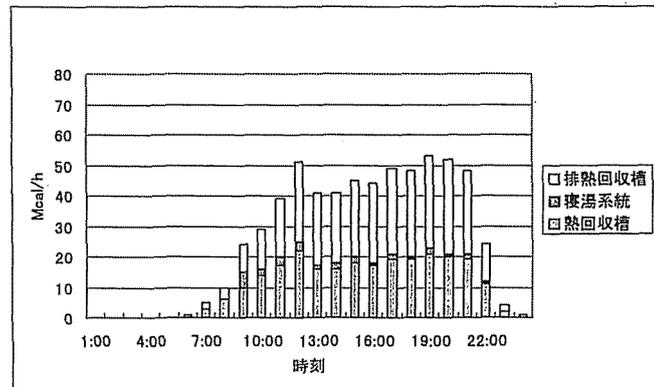


図 8 夏季熱回収量(99.7.31)

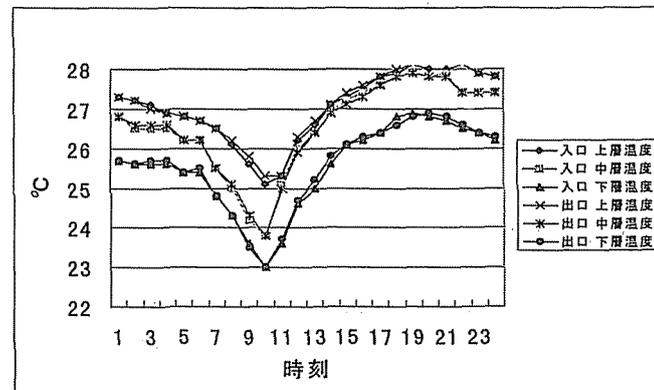


図 9 冬季排熱回収槽温度分布(99.1.31)

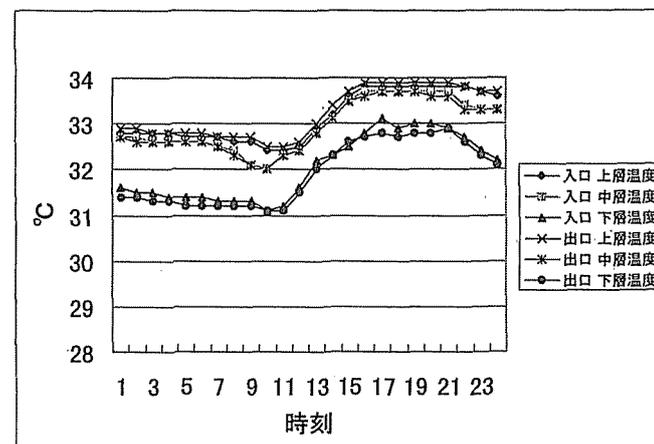


図 10 夏季排熱回収槽温度分布(99.7.31)

5-2 排熱回収槽温度分布

図9に冬季の代表日(99.1.31)、図10に夏季の代表日(99.7.31)における排熱回収槽の水温日変動分布を示す。

冬季について、最低水温は冬季でも23℃であり、水温変化としては温泉流入が停止する21時頃から徐々に水温低下し始め、まず上層部が低下し、その後中層、下層と温度低下している様子がうかがえる。

夏季については温泉流入停止後の夜間における水温低下は殆どないことが分かる。

排熱回収槽への温泉オーバーフロー水量は一日を通してほぼ一定であるが、排熱回収槽からの採熱量は給湯使用量にほぼ比例しており、採熱量の増加に伴う水槽水温の低下が予想されたが、図8、図10からは水温低下は認められなかった。

5-3 各系統年間採熱量変動

図11に各採熱系統の年間変動を示す。全体的な傾向として冬季が採熱量の多い季節であることがわかる。これは5-1で前述したとおり、排水、温泉水と上水補給水の温度差に起因していると考えられる。ただ、採熱量の最も減少するのが中間季の9月、4月であるが、これは夏季に比較して冬季、中間季が上水使用量が少ないため、その影響で採熱量が減少していると考えられる。つまり、排水、温泉水と上水補給水の温度差の要因と、上水補給水量の要因という採熱量に影響する2つの要因のバランスでこのような結果になったと思われる。

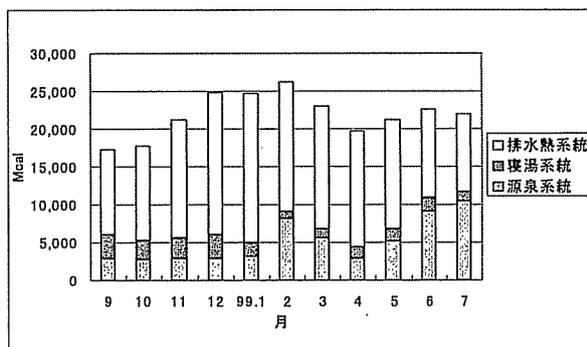


図11 各系統月採熱量

5-4 燃料削減量

3系統の熱回収を行うことにより、燃料(灯油)の使用量が節約されている。合計採熱量を熱量より灯油使用量に換算し、これを各月の燃料使用量で除することにより、燃料削減率と想定した。これを図12に示す。

図12より、年間を通じて10%程度の燃料削減に寄与していることが分かる。本施設の熱源は冷温水熱源、加温用の熱源とも灯油を使用しており、この図に示した割合は冷暖房等、施設全体の全使用熱量に対するものであり、この点を考慮すれば非常に高い省エネルギー効果であるといえるであろう。

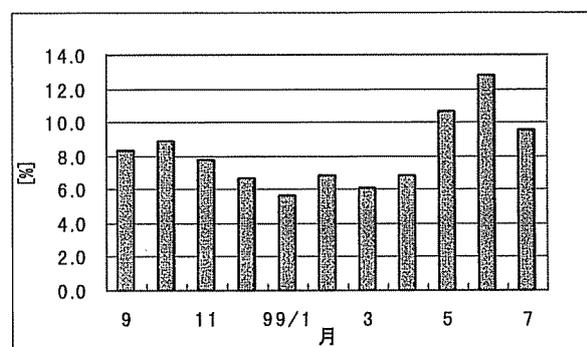


図12 熱回収による燃料削減率

※灯油発熱量を10,400[kcal/kg]、#1効率を0.9と想定する。

6. 終わりに

本報では熱回収システムの省エネに関する実測について途中経過報告として10ヶ月間の結果を報告した。

温泉・プール施設では必然的に水使用量、燃料使用量が大きい。これら使用量を低減することを目指し、設計時より省エネルギーシステムを構成するのは必須、といえる。今後は全体のシステム効率を向上させる工夫と共に、利用者が意識的に省エネにつながる行動をとれるような啓蒙の工夫も必要なのではないか、と感じている。

謝辞 本施設での実測に関してはゆったり館の大高館長をはじめとするスタッフの皆様、市役所社会福祉課、営繕課の皆様、山武ビルシステムの皆様に多大な協力を頂きました。ここに謝意を表します。