

下水熱アドバイザー事業におけるFS結果報告

下水熱利用推進協議会（第10回）資料

平成30年3月8日

1. 熊本県での下水熱利用FS

⇒下水熱ポテンシャルマップを用いた下水熱利用導入可能性が高い施設の抽出

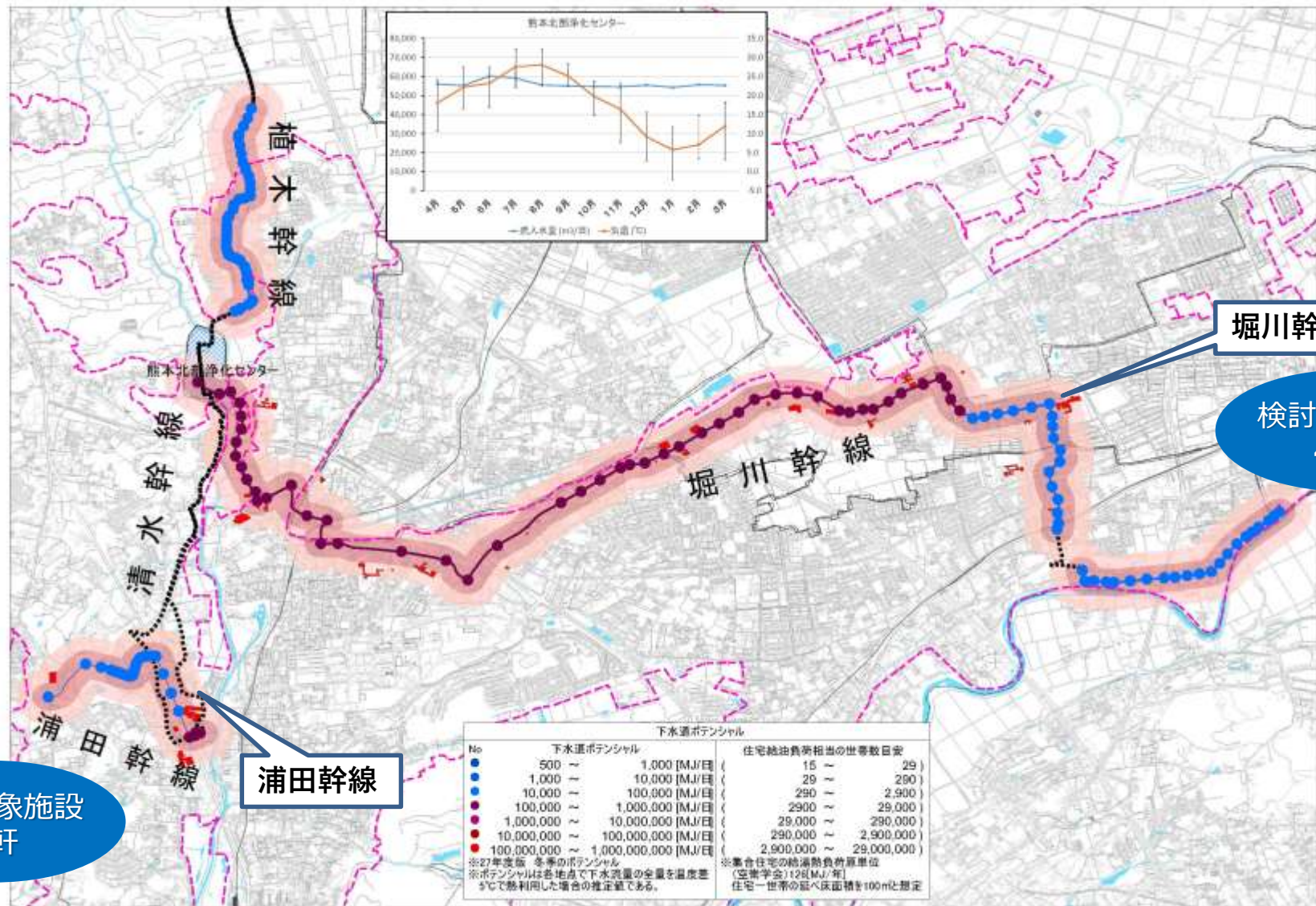
2. 広島市での下水熱利用FS

⇒スポーツセンター、プールにおける下水熱利用の導入可能性の検討

1. 熊本県での下水熱利用FS

概要

堀川幹線及び浦田幹線周辺の建物を対象に、下水熱利用を給湯及び空調に導入した場合の導入可能性検討を実施し、導入効果が高い建物を示す（スクリーニングの実施）。



検討対象施設
6軒

浦田幹線

堀川幹線

検討対象施設
41軒

評価点方式によるスクリーニング

- 採熱方式によって熱回収の効率が異なるため、方式ごとに各マンホールの熱利用可能量を算定し、採熱方式ごと、熱利用用途（給湯、空調）ごとに評価点を求める事によってスクリーニングする。

■評価点の決定方法

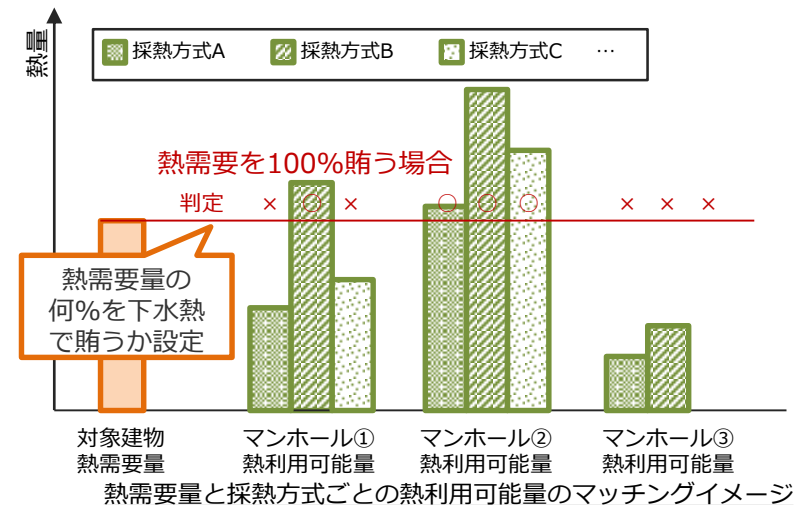
- マッチング検討によるスクリーニングは、熱需給比率（熱利用可能量と熱需要量の比）を算定し、以下の表の様に熱需給比率と、距離の評価点により、抽出を行う。
- 熱需要量の100%以上を賄える場合を基準に、マンホールの評価点が高くなる様に評価点設定を行っている。
- 空調の熱需給比率の評価点は、暖房、冷房の場合それぞれで算出した熱需給量の平均値を使用している。

評価点設定表

熱需給比率 (熱利用可能量と熱需要量の比)				評価点	建物と人孔の距離				評価点
4	2	1	0.5		0	30	60	90	
倍以上	倍以上	倍以上	倍以上	5	0	以上	30	未満	5
4	倍以上	4	倍未満	4	30	以上	60	未満	4
2	倍以上	2	倍未満	3	60	以上	90	未満	3
1	倍以上	1	倍未満	2	90	以上	120	未満	2
0.5	倍以上	0.5	倍未満	1	120	以上			1

■スクリーニングの際の留意点

- 各採熱方式のうち、適用できない管路径の場合は評価点を0とする。
- 汎用水熱源ヒートポンプの最小容量以上であれば熱利用が可能であることを勘案し、本検討では、**10kW以上を評価対象とし、10kW以下の熱需要量であれば検討対象外とする。**
- 熱需給比率による評価点が0点の場合、利用できる熱量が無いため、総合評価点を0点とする。（総合評価点が距離による評価点のみにならないように配慮している。）※本検討ではなし
- 総合点が高い程、導入可能性が高いと判断








熱量についての検討条件

②施工性及び熱需給量の評価

- 熱交換器別の施工可能管径を基にスクリーニングを行い、それぞれの建物における対象管路に設置可能な熱交換器（熱交換方法）を抽出。※施工可否のみを評価

熱交換器と各熱交換器の特徴

方式	管路内熱交換方式				管路外熱交換方式
	ヒートライナー	らせん型	管底設置(樹脂)	管底設置(金属)	流下液膜式
イメージ					
施工可能管径	～φ800	φ1000～φ2200	φ1000～φ3000	φ800～	制限なし

設定評価点（施工性）

施工性	評価点
施工可能 (施工可能管径範囲内)	○
施工不可 (施工可能管径範囲外)	×

- 下水熱ポテンシャル量を基に、下水流量を試算し、各熱交換器を利用した場合の熱利用可能量を算出。熱利用可能量は流量と熱利用温度差により算出（熱利用温度差は0.1～3℃の範囲で熱交換器別に設定）。
- STEP2-1にて、施工可能と判断された管路のある施設を対象に、熱需給率（建物の熱需要量に対する熱利用可能量の比率）を算出し、5段階で評価。
- なお、熱需要量が10kWに満たない場合は対象外として、熱量評価は行わない（使用可能機器がないため）

設定評価点（熱量）

給湯・空調需給比率（熱利用可能量と熱需要量の比）				評価点
4	倍以上	-		5
2	倍以上	4	倍未満	4
1	倍以上	2	倍未満	3
0.5	倍以上	1	倍未満	2
0.25	倍以上	0.5	倍未満	1

-：上限なし

検討結果

- 施工可能管路があり、設備機器視点で最低熱需要量を上回っている建物に関しては、概ねが建物熱需要量を上回る結果となった。そのため、建物と採熱人孔距離が近い方がより導入可能性が高いと考えられる。また、対象建物全体が比較的熱需要量が小さいため、採算性検討を行う必要があると思われる。

No	名称	ヒートライナー				らせん型				管底設置(樹脂)				管底設置(金属)				管路外			
		空調	冷房	暖房	給湯	空調	冷房	暖房	給湯	空調	冷房	暖房	給湯	空調	冷房	暖房	給湯	空調	冷房	暖房	給湯
1	学校施設 A	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	福祉施設 A	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3	商業施設 A	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4	医療施設 A	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
5	商業施設 B	-	-	-	-	5	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	業務施設 A	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	医療施設 B	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	商業施設 C	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	医療施設 C	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	医療施設 D	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
11	福祉施設 B	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12	学校施設 B	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13	学校施設 C	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	業務施設 B	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
15	医療施設 E	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
16	医療施設 F	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
17	医療施設 G	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
18	医療施設 H	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
19	医療施設 I	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
20	医療施設 J	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
21	商業施設 D	-	-	-	-	7	7	8	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
22	商業施設 E	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
23	商業施設 F	-	-	-	-	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
24	福祉施設 C	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
25	その他施設 A	-	-	-	-	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
26	医療施設 K	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
27	商業施設 G	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
28	学校施設 D	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
29	医療施設 L	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
30	福祉施設 D	-	-	-	-	8	8	-	-	8	8	-	-	8	8	-	-	8	8	-	-
31	その他施設 B	-	-	-	-	9	9	9	-	9	9	9	-	9	9	9	-	9	9	9	-
32	学校施設 E	-	-	-	-	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
33	医療施設 M	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
34	医療施設 N	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
35	福祉施設 E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10
36	福祉施設 F	6	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	7	-	7	7	7	-
37	学校施設 F	3	3	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	5	7	7	7	7	7
38	学校施設 G	2	2	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	4	6	6	6	6	6
39	福祉施設 G	8	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	9	-	9	9	9	-
40	医療施設 O	9	8	9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	9	9
41	福祉施設 H	9	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9
42	商業施設 H	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
43	商業施設 I	-	-	-	-	4	3	5	6	4	3	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6
44	商業施設 J	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
45	業務施設 C	4	4	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	6	8	8	8	8	8
46	医療施設 P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	6	6	6	6
47	商業施設 K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	3	4	4	6	6

※最高点（10点）を示した事例は赤字表記（10点満点）

※空調は、冷房・暖房熱需要量の平均値を用いて試算

2. 広島市での下水熱利用FS

ひろしんビッグウェーブ（総合屋内プール）またはマエダハウジング東区スポーツセンターへの給湯、空調設備更新に伴う、下水熱利用システムの導入検討を実施する。

対象施設候補

- ①ひろしんビッグウェーブ（総合屋内プール）
- ②マエダハウジング東区スポーツセンター

採熱箇所候補

- 採熱箇所候補 1：南側道路上の人孔
採熱箇所候補 2：国道54号線上の人孔
採熱箇所候補 3：国道54号線向い西側の人孔



- 対象の施設候補、採熱箇所候補が複数あるため、各々 1 箇所に絞込を行いFSが検討を進めることとする。

下水側条件の検討

①採熱箇所の選定

- 採熱箇所が3ヶ所あるため、各マンホールでの熱利用可能量、熱需要地までの距離、施工の可能性等を簡易に検討して比較を行った。
- 管路内設置型熱交換方式の熱利用可能量は、管路の最大延長100m、m当り採熱量500W/mとして試算している。
- 管路外設置型熱交換方式の熱利用可能量は、下水流量と熱利用温度差を基に算定している。

表 採熱候補地の比較

採熱候補地		No1	No2	No3
人孔番号		J142147 2	J142148 48	J142147102
下水流量[m ³ /日]		5,129	108,640	113,768
管径[mm]		1,350	2,600	2,600
管路番号	対象人孔の上流側	K142147 1	K142149115	K142148 48
	対象人孔の下流側	K142147 2	K142148 48	K142147102
管路延長[m]	対象人孔の上流側	287.64	227.00	320.00
	対象人孔の下流側	170.38	320.00	378.80
熱利用可能量 [MJ/日]		4,320	4,320	4,320
管路内設置型 [kW]		50	50	50
熱交換方式 最大延長100m,500W/m		△	○	○
熱利用可能量 [MJ/日]		85,422	-	-
管路外設置型 [kW]		989	-	-
熱交換方式 (熱利用温度差4°Cの場合)		○	× (市敷地外のため)	× (市敷地外のため)
熱需要施設 までの距離 [m]	総合屋内プール	135.2	245.5	273.5
	東区スポーツセンター (直線距離)	128.7	337.9	298.6
施工性		○	△	×
評価		○	△	×

➤ 熱量、施工性を勘案し、対象施設までの距離が近く、敷地内にマンホールが有るNo1が適当であると考えられる。

熱需要施設側の検討

②熱需要施設の選定

- 東区スポーツセンターの熱需要量については、ガス消費量が分かっている機器を対象に負荷を算定する。
- 総合屋内プールの熱需要量については各機器のエネルギー使用量が不明なため、機器定格能力で運転していると仮定して検討を実施する。（負荷が大きめに算出されるため、注意されたい。）
- 各施設の夏期、冬期の熱需要量と①で選定した採熱候補地における下水熱利用可能量を比較しFS対象とする熱需要施設を設定する。
- 比較は、各施設における空調、給湯、スケートリンク冷却の用途毎に、管路内設置方式の場合、管路外設置方式の場合で比較する。

対象施設			東区スポーツセンター	
			夏期	冬期
熱需要量 [MJ/日]	空調		9,917	8,192
	給湯		3,432	15,685
熱利用可能量 [MJ/日]	管路内	4,320		
	管路外	85,422		
熱需給比率	管路内	空調	0.44	0.53
		給湯	1.26	0.28
	管路外	空調	8.61	10.43
		給湯	24.89	5.45
評価	管路内	空調	△	△
		給湯	◎	×
	管路外	空調	○	◎
		給湯	◎	◎

対象施設			総合屋内プール	
			夏期	冬期
熱需要量 [MJ/日]	空調		54,681	14,452
	スケートリンク		-	68,286
熱利用可能量 [MJ/日]	管路内	4,320		
	管路外	85,422		
熱需給比率	管路内	空調	0.08	0.30
		スケートリンク	-	0.06
	管路外	空調	1.56	5.91
		スケートリンク	-	1.25
評価	管路内	空調	×	×
		スケートリンク	-	×
	管路外	空調	○	◎
		スケートリンク	-	×

※赤字は温熱、青字は冷熱を示す。 ※熱需給比率 = 熱利用可能量 ÷ 熱需要量

- 東区スポーツセンター、総合屋内プール共に、管路外設置方式であれば、下水熱利用システムの適用可能性が高い。
- ただし、冬期の冷却には空冷式HPの方が有利になると予測される。
- そのため、本検討では東区スポーツセンターを対象としてFS検討を進める。FSは年合計値にて実施する。

検討対象システムについて

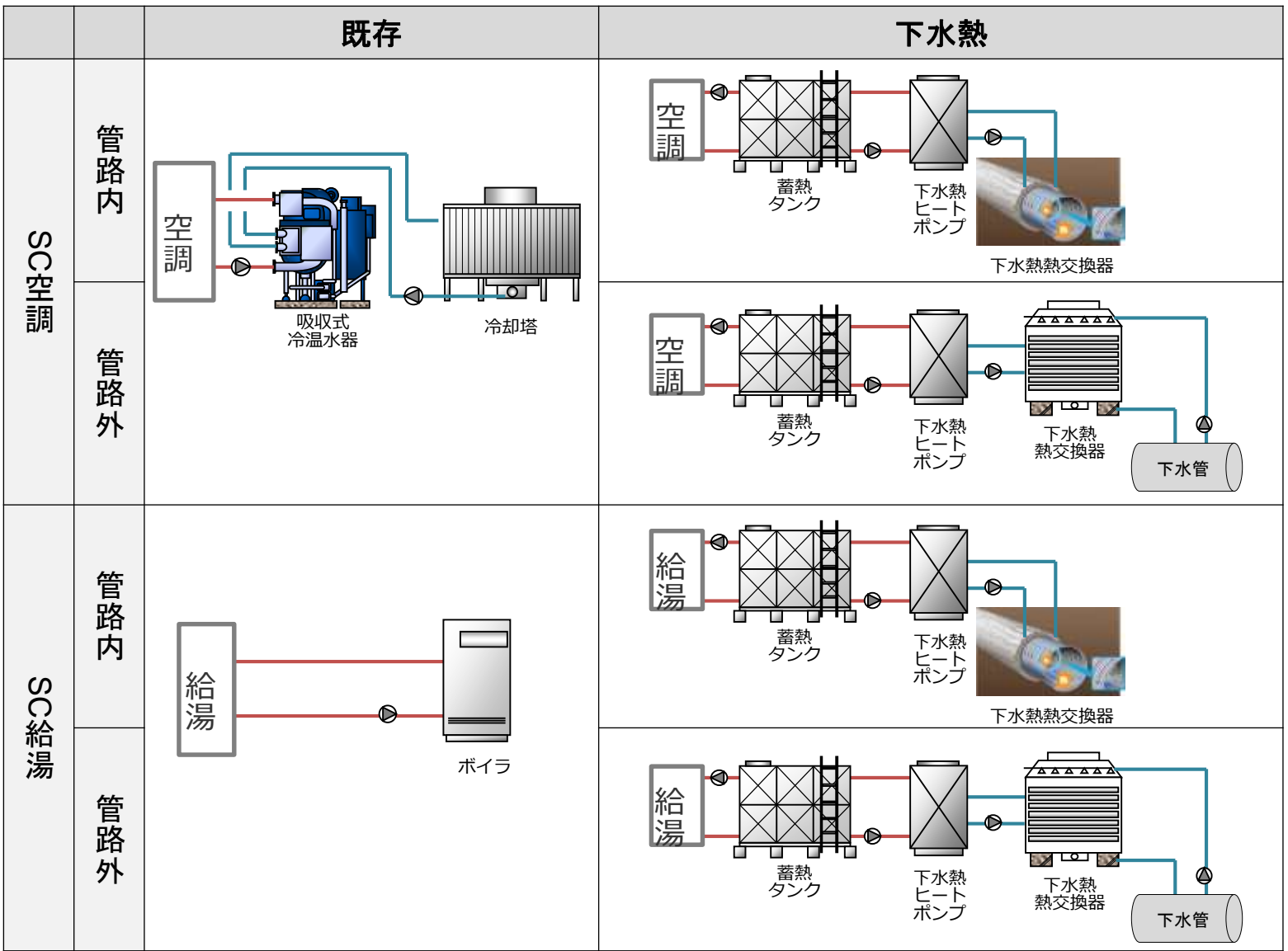
③FSの実施

- 以下の各パターンで既存システムとの比較を行う。下水熱システムは、管路外、管路内それぞれ以下の表のように、主熱源とバックアップ熱源の熱源規模を設定する。

熱利用方式		既存	下水熱システム			
			管路外		管路内	
パターン名		既存	管路外①	管路外②	管路内①	管路内②
主熱源	下水熱HP	-	熱需要の50%分	熱需要の100%分	下水熱最大採熱量分	下水熱最大採熱量分
	空冷HP	-	熱需要の50%分	-	下水熱での不足分	下水熱での不足分
	吸収式ボイラ	100%	-	-	-	-
バックアップ熱源	空冷HP	-	熱需要の50%分	熱需要の100%分	下水熱最大採熱量分	熱需要の100%分
	吸収式ボイラ	-	-	-	-	-

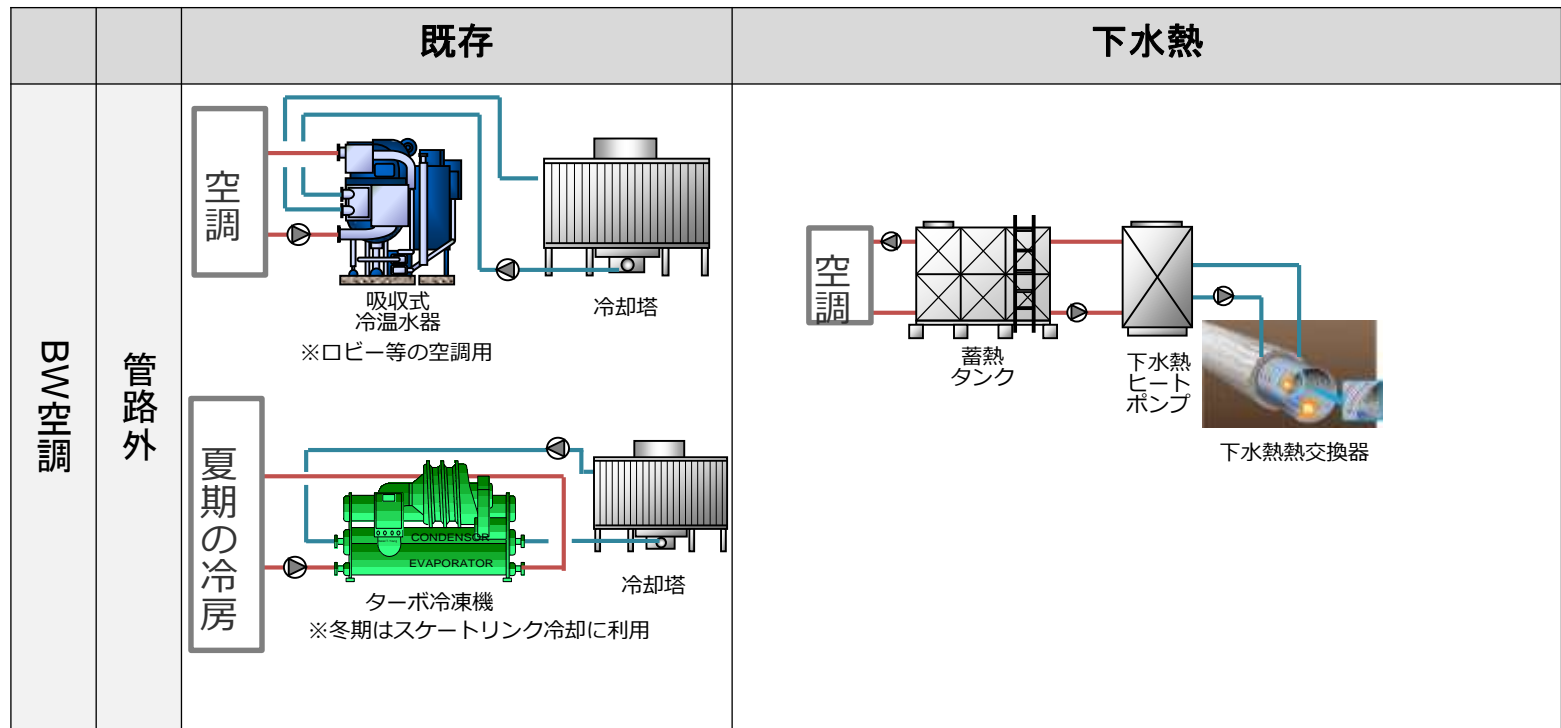
比較検討するシステム概要図1

・ 東区スポーツセンター(SC)



比較検討するシステム概要図2

- ・ 総合屋内プール(BW)



検討結果1

東区スポーツセンターの試算結果 管路内 SC空調、管路内 SC給湯、管路外 SC空調+SC給湯の検討

項目		SC空調			SC給湯			SC空調+SC給湯		
パターン名		既存	管路内①	管路内②	既存	管路内①	管路内②	既存	管路外①	管路外②
主熱源	下水熱HP	-	下水熱 最大採熱量分	下水熱 最大採熱量分	-	下水熱 最大採熱量分	下水熱 最大採熱量分	-	熱需要の 50%分	熱需要の 100%分
	空冷HP	-	下水熱での 不足分	下水熱での 不足分	-	下水熱での 不足分	下水熱での 不足分	-	熱需要の 50%分	-
	吸気式/ホ`イ	熱需要の 100%分	-	-	熱需要の 100%分	-	-	熱需要の 100%分	-	-
バックアップ熱源	空冷HP	-	下水熱 最大採熱量分	熱需要の 100%分	-	下水熱 最大採熱量分	熱需要の 100%分	-	熱需要の 50%分	熱需要の 100%分
熱需要量 夏期	MJ/日 (kW)	9,917 (114.8)			3,432 (39.7)			13,350 (154.5)		
熱需要量 冬期	MJ/日 (kW)	8,192 (94.8)			15,685 (181.5)			23,878 (276.4)		
回収年数	年	基準	7.7	9.1	基準	16.4	16.5	基準	9.5	16.6
回収年数(補助金有り)	年	基準	-17.9	-0.2	基準	14.3	14.4	基準	1.3	6.9
エネルギーコスト	エネルギーコスト[百万円/年]									
イニシャルコスト	イニシャルコスト[百万円/年]									
CO2排出量	CO2排出量[tCO2/年]									

検討結果2

東区スポーツセンター+総合屋内プールの試算結果

管路外 SC空調+SC給湯+BW空調の検討

項目		SC空調+SC給湯+BW空調														
パターン名		既存	管路外①	管路外②												
主熱源	下水熱HP	-	熱需要の 50%分	熱需要の 100%分												
	空冷HP	-	熱需要の 50%分	-												
	吸収式ボイラー	熱需要の 100%分	-	-												
バックアップ熱源	空冷HP	-	熱需要の 50%分	熱需要の 100%分												
熱需要量 夏期	MJ/日 (kW)	68,031 (787.4)														
熱需要量 冬期	MJ/日 (kW)	38,330 (443.6)														
回収年数	年	基準	19.2	41.3												
回収年数(補助金有り)	年	基準	3.3	12.6												
エネルギーコスト	<table border="1"> <caption>エネルギーコスト (百万円/年)</caption> <thead> <tr> <th>パターン</th> <th>エネルギーコスト</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>既存</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>管路外①</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>管路外②</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>				パターン	エネルギーコスト	既存	23	管路外①	13	管路外②	13				
パターン	エネルギーコスト															
既存	23															
管路外①	13															
管路外②	13															
イニシャルコスト	<table border="1"> <caption>イニシャルコスト (百万円/年)</caption> <thead> <tr> <th>パターン</th> <th>イニシャルコスト</th> <th>イニシャルコスト(補助金有り)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>既存</td> <td>230</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>管路外①</td> <td>430</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>管路外②</td> <td>650</td> <td>390</td> </tr> </tbody> </table>				パターン	イニシャルコスト	イニシャルコスト(補助金有り)	既存	230	230	管路外①	430	270	管路外②	650	390
パターン	イニシャルコスト	イニシャルコスト(補助金有り)														
既存	230	230														
管路外①	430	270														
管路外②	650	390														
CO2排出量	<table border="1"> <caption>CO2排出量 (tCO2/年)</caption> <thead> <tr> <th>パターン</th> <th>CO2排出量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>既存</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>管路外①</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>管路外②</td> <td>480</td> </tr> </tbody> </table>				パターン	CO2排出量	既存	1,000	管路外①	480	管路外②	480				
パターン	CO2排出量															
既存	1,000															
管路外①	480															
管路外②	480															

検討結果のまとめ

- 本 F S では各パターン採算性がある結果となった。ただし、下水熱が施設側の熱需要量を賄える比率が異なる点には注意が必要。
- 規模が大きくなる SC 空調 + SC 給湯 + BW 空調の場合が削減効果も大きい。
- スポーツセンターの空調用吸収式冷凍機の機器能力が大きいため、既存システムのイニシャルコストが大きくなっている。
- なお、熱需要量、下水熱量が概算値であり、詳細調査の結果によっては追加設備が必要となり、イニシャルコストがより高価となる場合がある。結果は変動する可能性があるため、より詳細な基本検討を実施する必要がある。