

下水熱利用の採算性評価について

下水熱利用推進協議会（第7回）資料

平成27年3月11日

1. モデルスタディの概要 / 1.1 検討ケースの設定

表 検討ケース

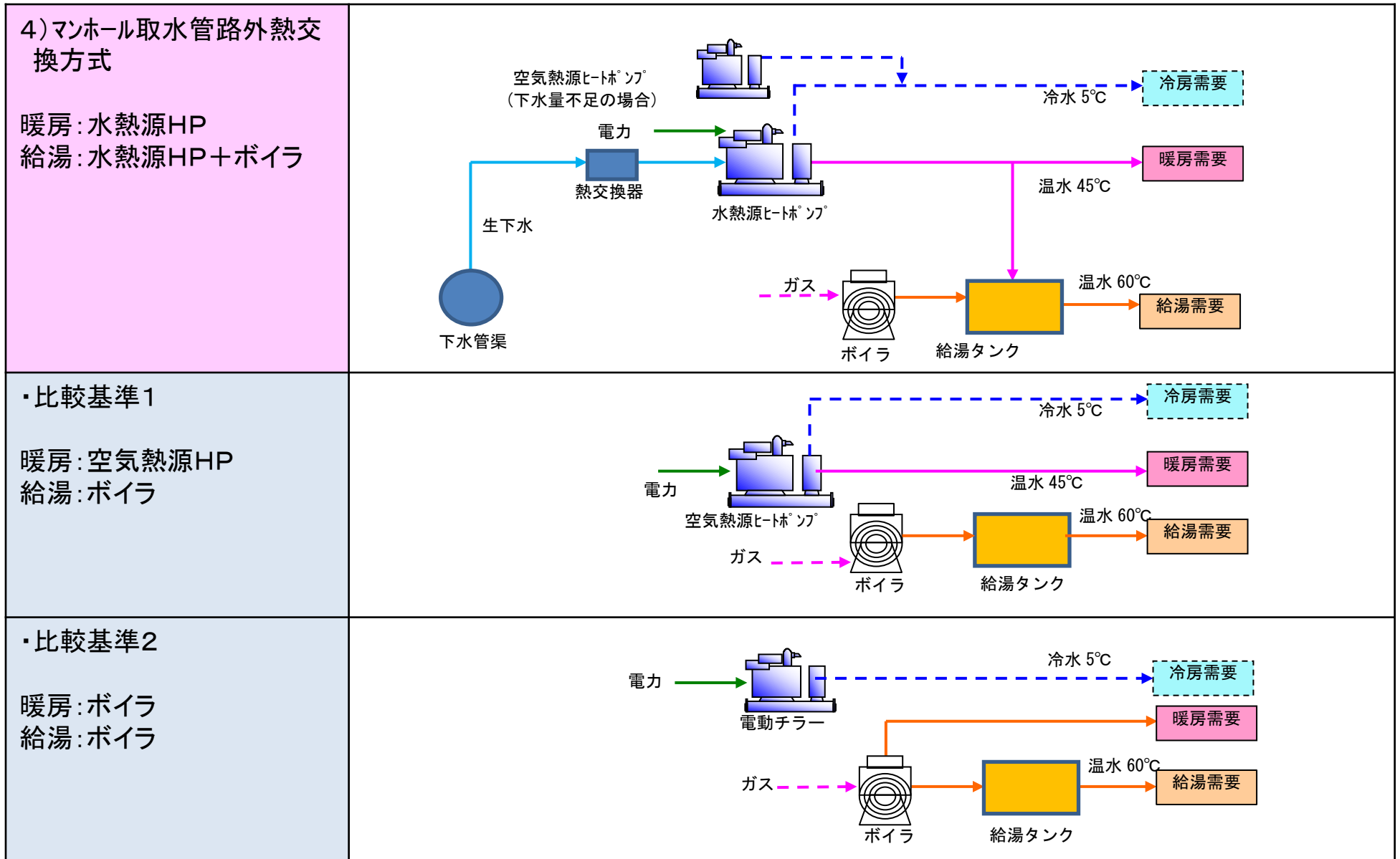
熱回収システム	地域	対象建物	熱利用用途	熱利用システム	下水熱量	需要地までの距離
1) 処理水活用大規模熱供給方式	・東京 ・札幌	・東京: ホテル30,000㎡ ・札幌: ホテル30,000㎡	・暖房 ・給湯	・水熱源HP ・ボイラ(給湯追い焚き用)	・熱源水全量を下水でカバー	・100~500m
2) 管路更生兼熱回収方式	・東京 ・札幌	・東京: 福祉施設10,000㎡ ・札幌: 福祉施設10,000㎡	・暖房 ・給湯	・水熱源HP ・ボイラ(給湯追い焚き用)	・管路内熱交換器の長さ 100m/200m	・50m
3) 管路内熱交換器方式-a (樹脂製)	・東京 ・札幌	・東京: 福祉施設10,000㎡ ・札幌: 福祉施設10,000㎡	・暖房 ・給湯	・水熱源HP ・ボイラ(給湯追い焚き用)	・管路内熱交換器の長さ 100m/200m	・50m
4) 管路内熱交換器方式-b (金属製)	・東京 ・札幌	・東京: 福祉施設10,000㎡ ・札幌: 福祉施設10,000㎡	・暖房 ・給湯	・水熱源HP ・ボイラ(給湯追い焚き用)	・管路内熱交換器の長さ 100m/200m	・50m
5) マンホール取水 管路外熱交換方式	・東京 ・札幌	・東京: 福祉施設10,000㎡ ・札幌: 福祉施設10,000㎡	・暖房 ・給湯	・水熱源HP ・空気熱源HP ・ボイラ(給湯追い焚き用)	・14L/s/40L/s (スクリーン取水能力)	・100m

1. モデルスタディの概要 / 1.2 各検討ケースのシステム計画

表 各検討ケースのシステム計画

<p>1) 処理水活用大規模熱供給利用方式</p> <p>暖房: 水熱源HP 給湯: 水熱源HP+ボイラ</p>	
<p>2) 管路更生兼熱回収方式 3) 管路内熱交換器方式</p> <p>暖房: 水熱源HP 給湯: 水熱源HP+ボイラ</p>	

1. モデルスタディの概要 / 1.2 各検討ケースのシステム計画



※一般的に考えられるシステム構成を設定しているが、システム構成を変更することにより結果は変わりうる。

2. モデルスタディ結果 / 2.1 熱需要の想定

ヒートポンプ加熱能力

下水活用ヒートポンプ 加熱容量[kW]		東京	札幌
1) 処理水活用大規模熱供給方式	距離と関係無	2,571	3,856
2) 管路更生兼熱回収方式	100m	90	90
	200m	180	180
3) 管路内熱交換器方式-a	100m	90	90
	200m	180	180
4) 管路内熱交換器方式-b	100m	113	113
	200m	225	225
5) マンホール取水管路外熱交換方式	14L/s	293	293
	40L/s	837	837

必要下水流量

年間使用下水流量 (千m ³ /年)		東京	札幌
1) 処理水活用大規模熱供給方式	距離と関係無	793	1564
2) 管路更生兼熱回収方式	100m	100	107
	200m	149	158
3) 管路内熱交換器方式-a	100m	106	113
	200m	162	175
4) 管路内熱交換器方式-b	100m	124	124
	200m	183	219
5) マンホール取水管路外熱交換方式	100m	221	262
	200m	253	484

下水熱依存率(熱需要に対し、下水熱ヒートポンプで賄った割合)

管路更生兼熱回収

	東京/100m	東京/200m	札幌/100m	札幌/200m
下水熱依存率①	32.5	48.4	20.1	29.7
下水熱依存率②	39.5	58.9	22.2	32.8

管路内熱交換-a

	東京/100m	東京/200m	札幌/100m	札幌/200m
下水熱依存率①	34.4	52.6	21.2	32.9
下水熱依存率②	41.9	64.1	23.4	36.3

管路内熱交換-b

	東京/100m	東京/200m	札幌/100m	札幌/200m
下水熱依存率①	40.3	61.1	22.7	40.0
下水熱依存率②	49.1	74.4	25.3	44.4

マンホール取水

	東京(14L/s)	東京(40L/s)	札幌(14L/s)	札幌(40L/s)
下水熱依存率①	71.8	82.1	47.8	88.4
下水熱依存率②	87.5	100.0	53.1	98.2

$$*1: \text{下水熱依存率①}(\%) = (\text{下水HP暖房利用熱量} + \text{下水HP給湯利用熱量}) / (\text{暖房需要} + \text{給湯需要}) \times 100$$

$$*2: \text{下水熱依存率②}(\%) = (\text{下水HP暖房利用熱量} + \text{下水HP給湯利用熱量}) / (\text{暖房需要} + \text{給湯需要(HP用)}) \times 100$$

※処理水供給は下水熱依存率100%

※依存率が低い場合は、熱需要が小さい時期でも下水熱利用設備が稼働している(稼働率が高い)と考えられる。

2. モデルスタディ結果 / 2.2 環境性評価

(1) 処理水活用大規模熱供給利用方式

- 下水熱利用により、全ボイラ方式に対しても、空気熱源HP方式に対しても省CO2となる。

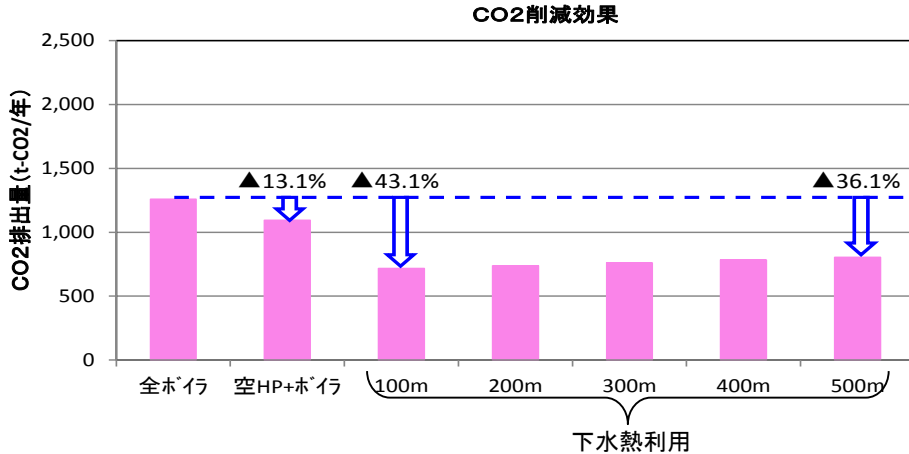


図 CO2削減効果(東京)

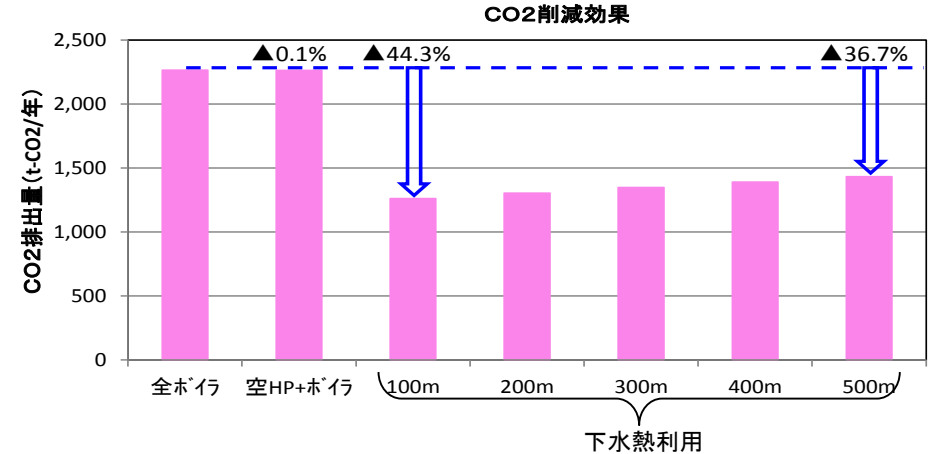


図 CO2削減効果(札幌)

(2) 管路更生兼熱回収方式

- 下水熱利用により、全ボイラ方式に対しても、空気熱源HP方式に対しても省CO2となる。
- 熱交換器の長さが100mと200mの逆転は、熱媒搬送量増大によるポンプ動力の増量が影響していると考えられる。

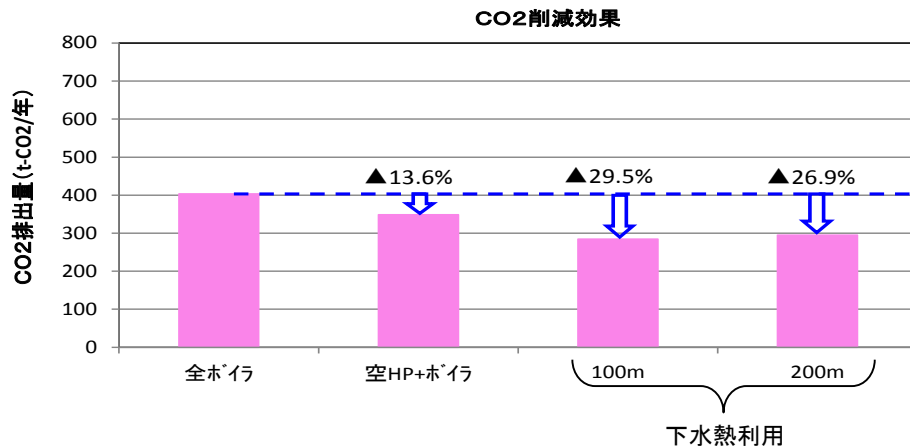


図 CO2削減効果(東京)

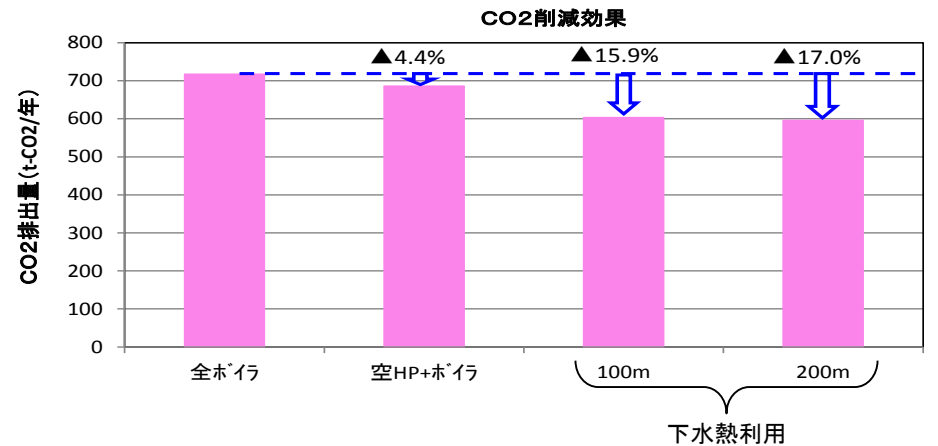


図 CO2削減効果(札幌)

2. モデルスタディ結果 / 2.2 環境性評価

(3) 管路内熱交換方式-a

- 下水熱利用により、全ボイラ方式に対しても、空気熱源HP方式に対しても省CO2となる。
- 熱交換器の長さが100mと200mの逆転は、熱媒搬送量増大によるポンプ動力の増量が影響していると考えられる。

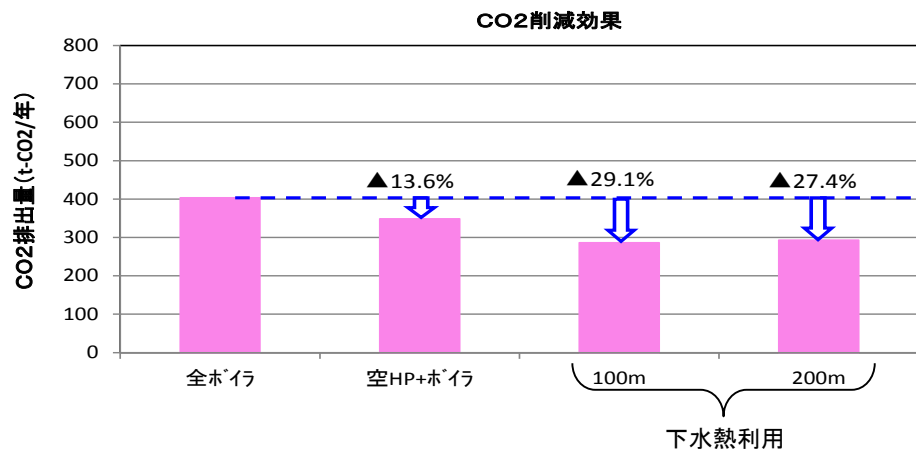


図 CO2削減効果(東京)

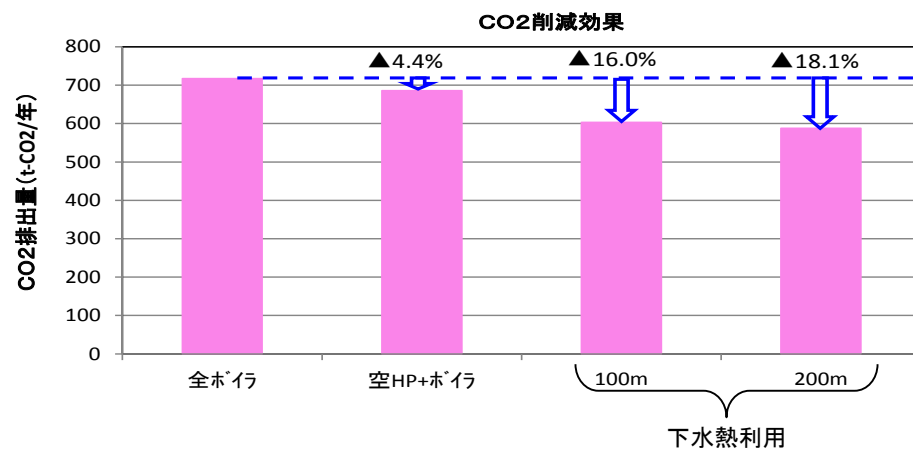


図 CO2削減効果(札幌)

(3) 管路内熱交換方式-b

- 下水熱利用により、全ボイラ方式に対しても、空気熱源HP方式に対しても省CO2となる。

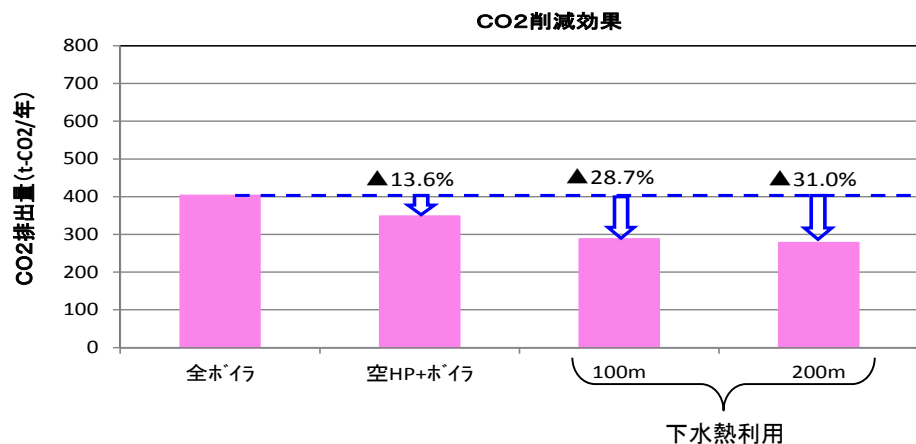


図 CO2削減効果(東京)

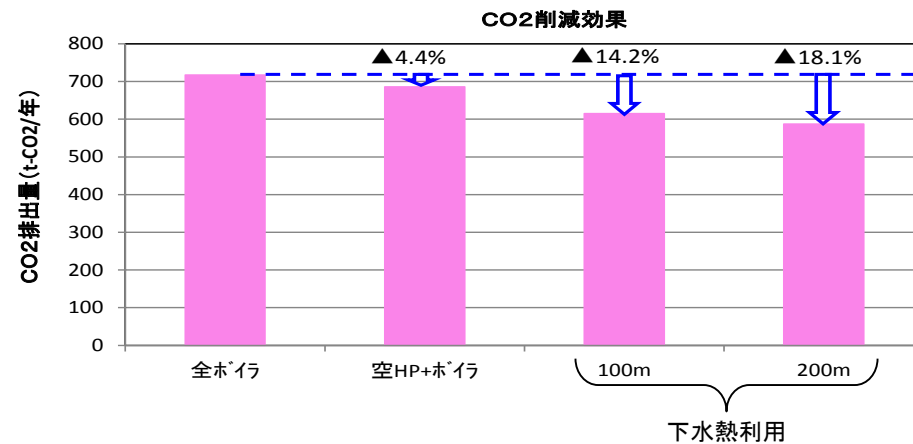


図 CO2削減効果(札幌)

2. モデルスタディ結果 / 2.2 環境性評価

(3) マンホール取水管路外熱交換方式

- 下水熱利用により、全ボイラ方式に対しても、空気熱源HP方式に対しても省CO2となる。

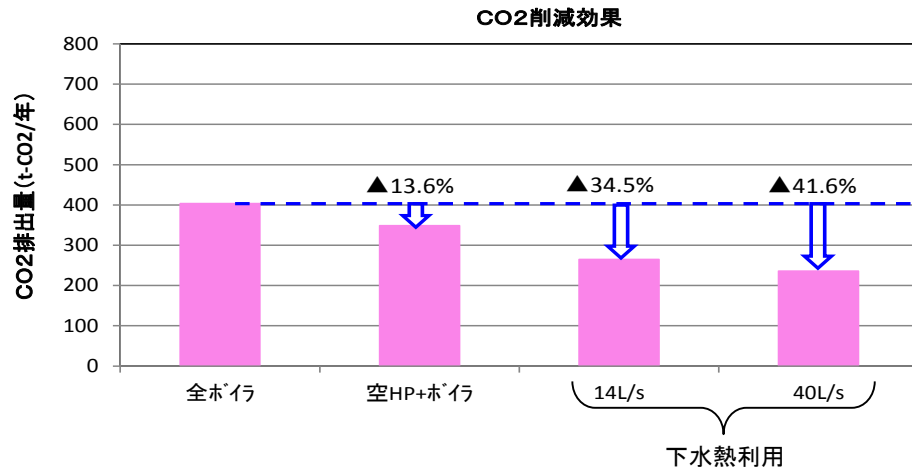


図 CO2削減効果(東京)

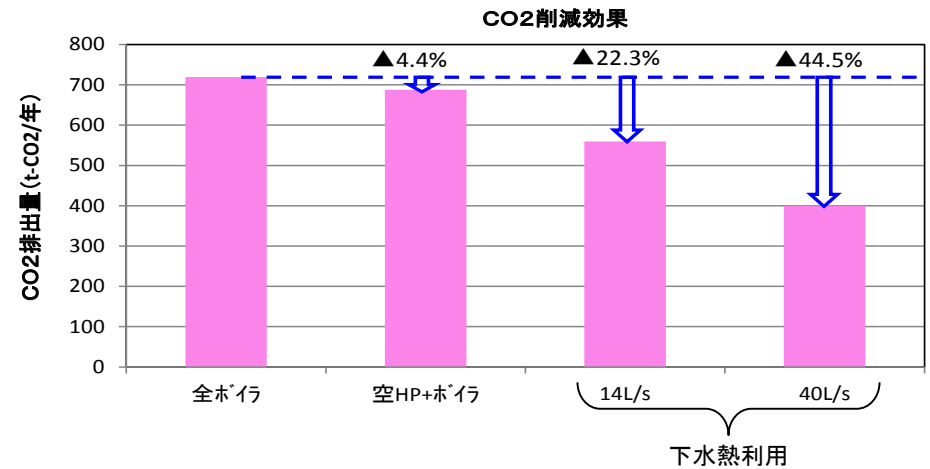


図 CO2削減効果(札幌)

2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

<補助金(国庫補助、全て補助率1/2)>

1)処理水活用大規模熱供給方式

- 処理水導管(土木工事含む)、下水熱交換機、ストレーナー、水熱源ヒートポンプ

2)管路更生兼熱回収方式

- 管路内熱交換器、下水熱利用ヒートポンプ等

3)マンホール取水管路外熱交換方式

- 下水取水設備、下水熱交換機、水熱源ヒートポンプ

<ランニングコスト>

- 電気料金は東京電力料金(契約は業務用又は業務用季節別時間帯別の安い方)、ガス料金は東京ガス料金(契約は業務用季節別)。燃料調整費はいずれもH26.10月現在のもの。電力平均燃料価格54,000円/kL、ガス平均原料価格86,010円/t。電力料金は従量料金のみ対象とする(基本料金は除外)。
- 水道料金は蒸気ボイラ補給水分を計上。
- 設備維持管理費は建設費の2%/年を計上(管路内熱交換器は0; 流下液膜は30万円/年)。

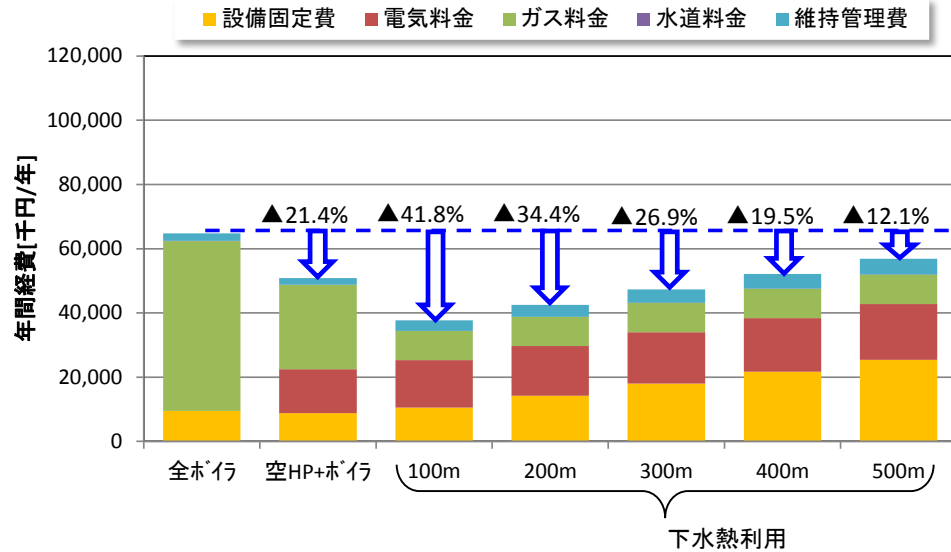
2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

(1) 処理水活用大規模熱供給利用方式

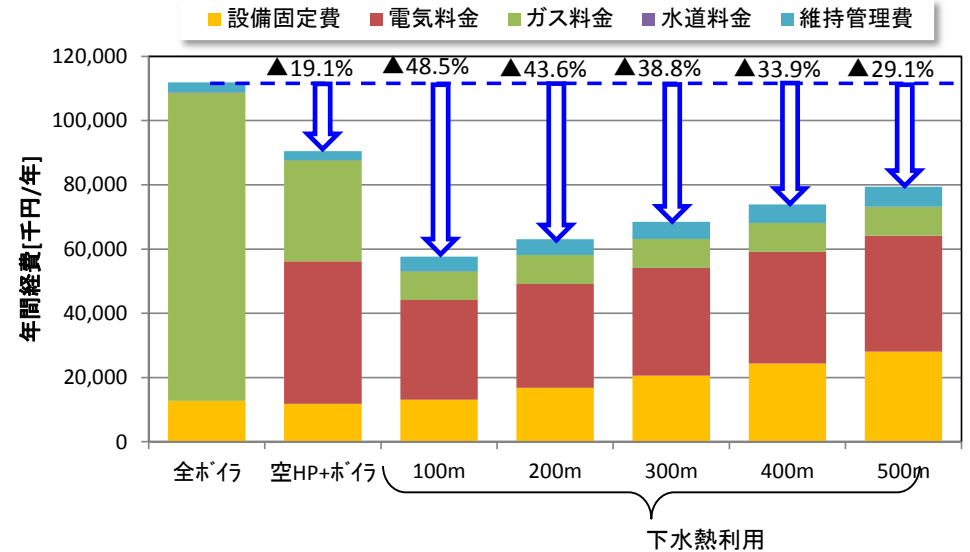
東京: ①全ボイラ方式と比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②処理場と需要地の距離が大きくなるにつれ経済性は悪くなり、300mまで、空HP+ボイラより経済性に優れる。

札幌: ①全ボイラ方式や空HP+ボイラと比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②処理場と需要地の距離が大きくなるにつれ経済性は悪くなる。

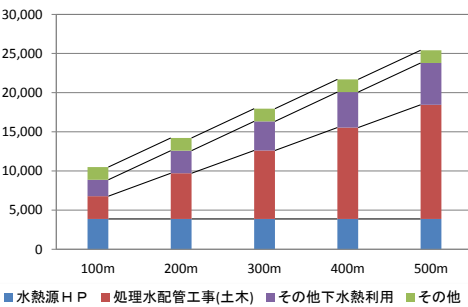
■年間経費(東京)



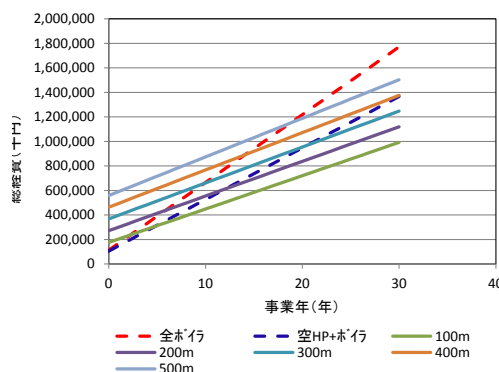
■年間経費(札幌)



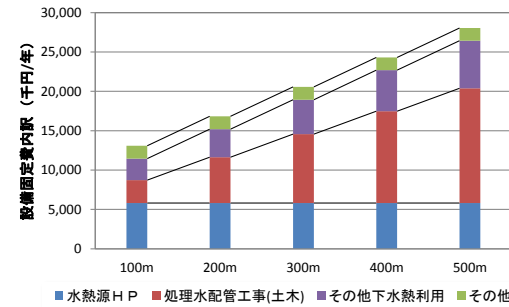
■設備固定費内訳(東京)



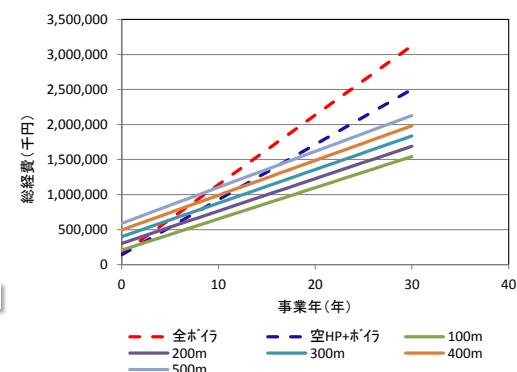
■総経費の年度推移(東京)



■設備固定費内訳(札幌)



■総経費の年度推移(札幌)

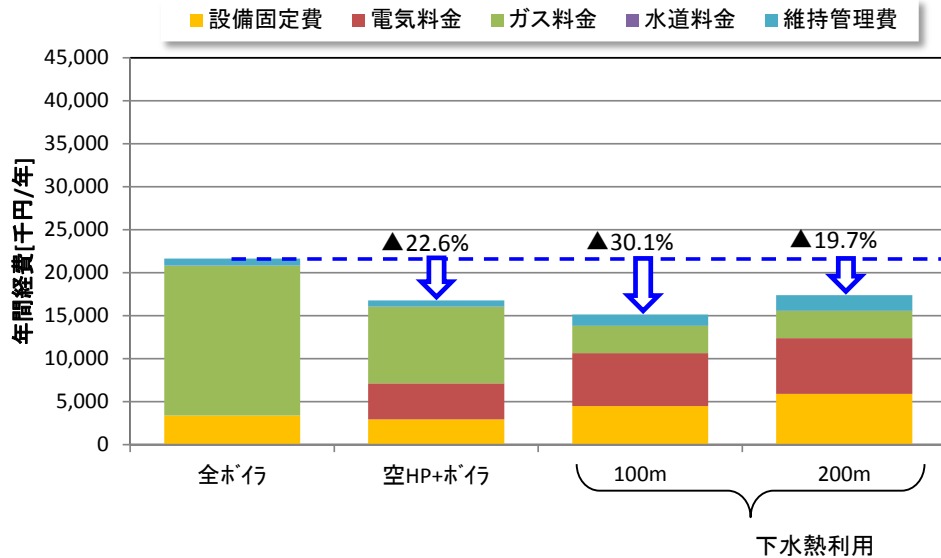


2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

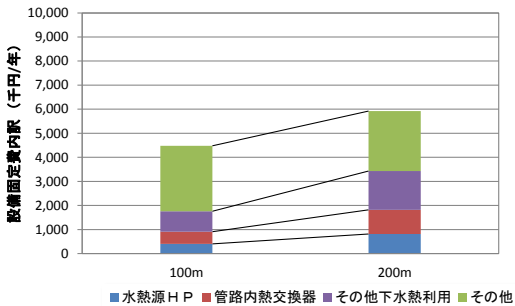
(2) 管路更生兼熱回収方式

東京: ①全ボイラ方式と比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ② 100mのケースのみ空HP+ボイラより経済性に優れる。
 熱交換器の長さが長くなるにつれ経済性は悪くなるが、これは需要に対し設備が過剰になっているためと推測される。

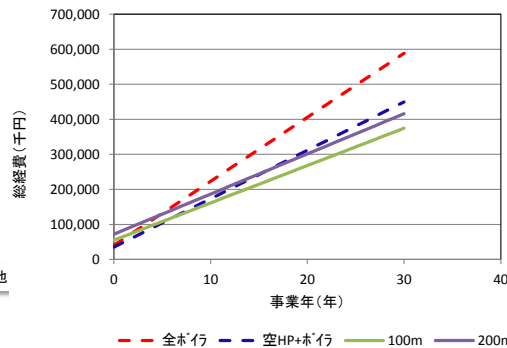
■年間経費(東京)



■設備固定費内訳(東京)

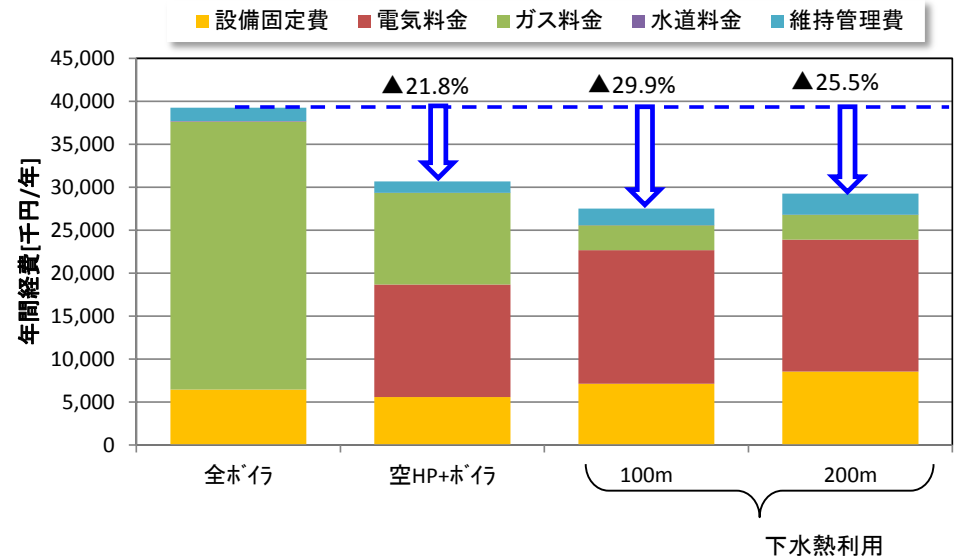


■総経費の年度推移(東京)

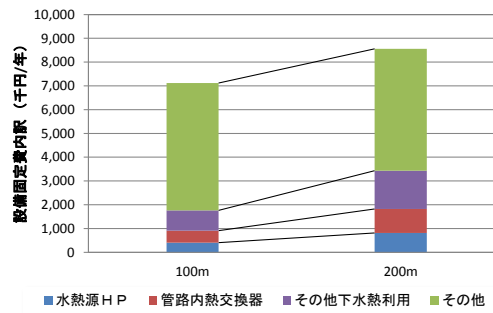


札幌: ①全ボイラ方式や空HP+ボイラと比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②熱交換器の長さが長くなるにつれ経済性は悪くなるが、これは需要に対し設備が過剰になっているためと推測される。

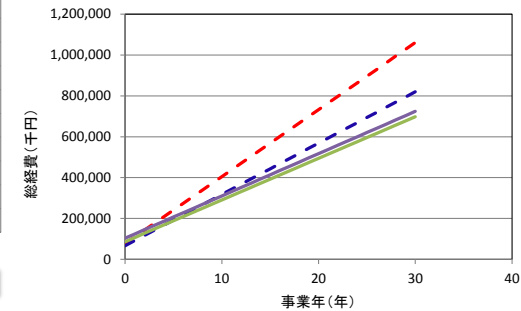
■年間経費(札幌)



■設備固定費内訳(札幌)



■総経費の年度推移(札幌)

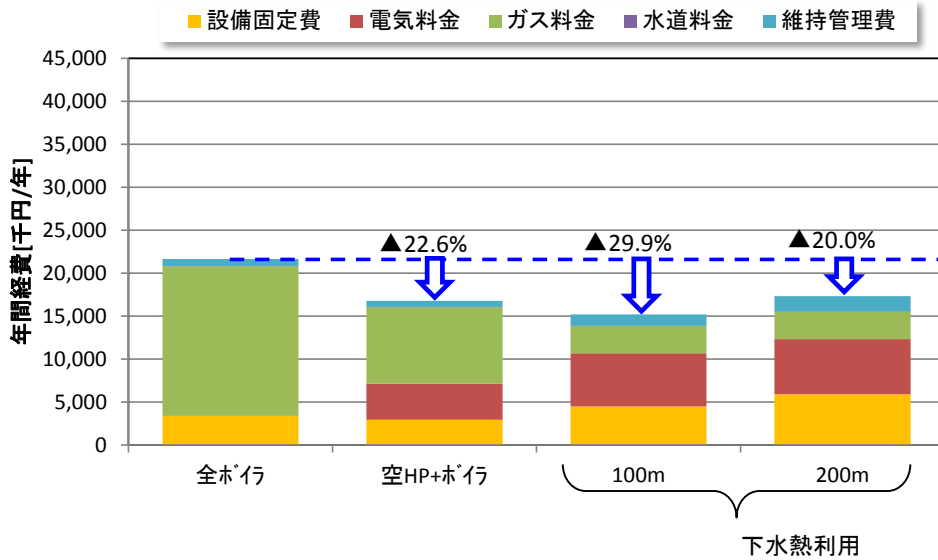


2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

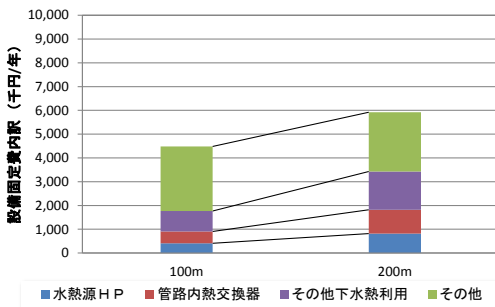
(3) 管路内熱交換器方式-a(樹脂製)

東京：①全ボイラ方式と比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②100mのケースのみ空HP+ボイラより経済性に優れる。
 管路内熱交換器の長さが長くなるにつれ経済性は悪くなるが、これは需要に対し設備が過剰になっているためと推測される。

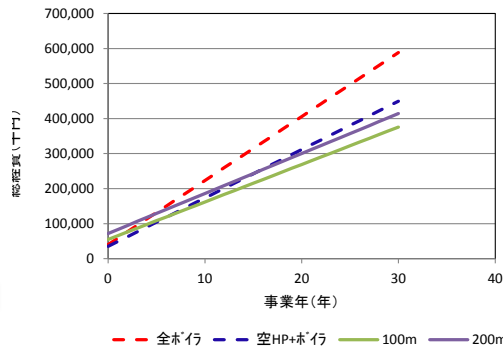
■年間経費(東京)



■設備固定費内訳(東京)

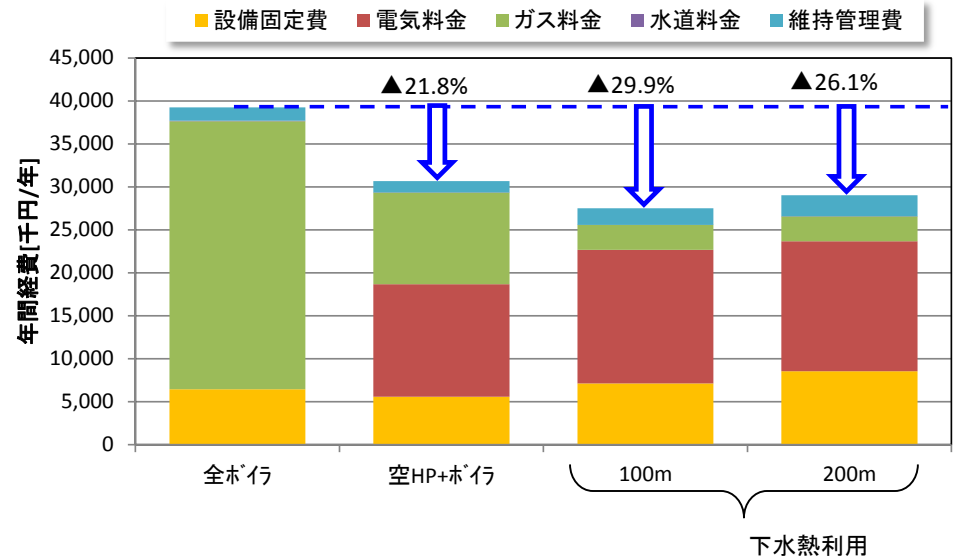


■総経費の年度推移(東京)

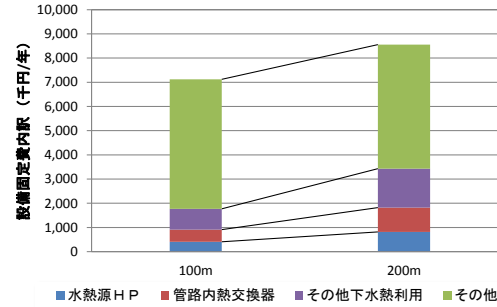


札幌：①全ボイラ方式や空HP+ボイラと比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②管路内熱交換器の長さが長くなるにつれ経済性は悪くなるが、これは需要に対し設備が過剰になっているためと推測される。

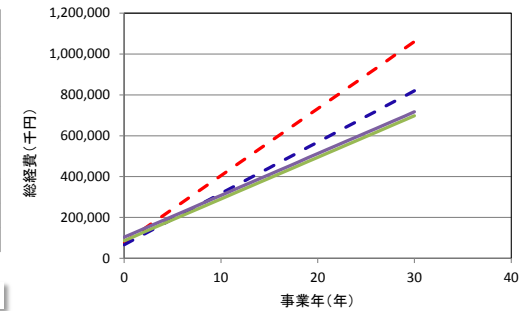
■年間経費(札幌)



■設備固定費内訳(札幌)



■総経費の年度推移(札幌)

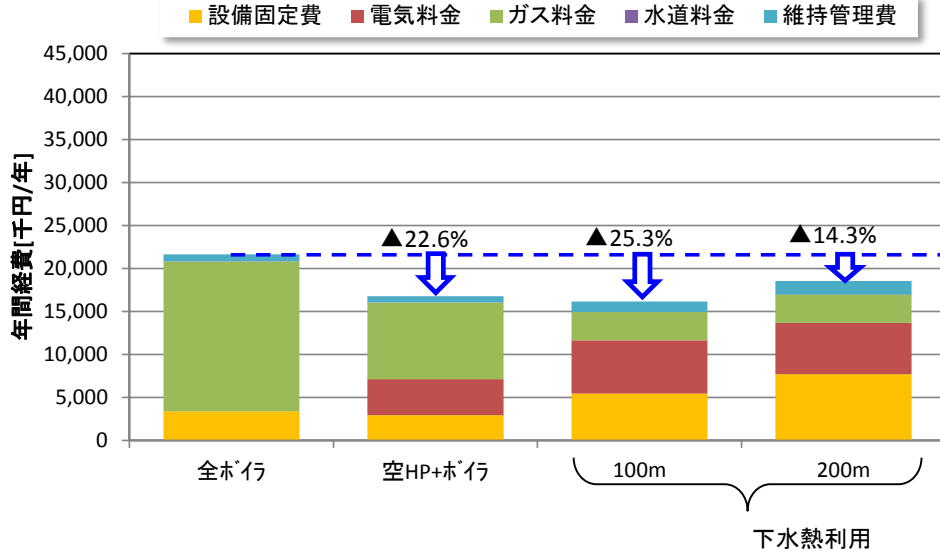


2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

(4) 管路内熱交換器方式-b(金属製)

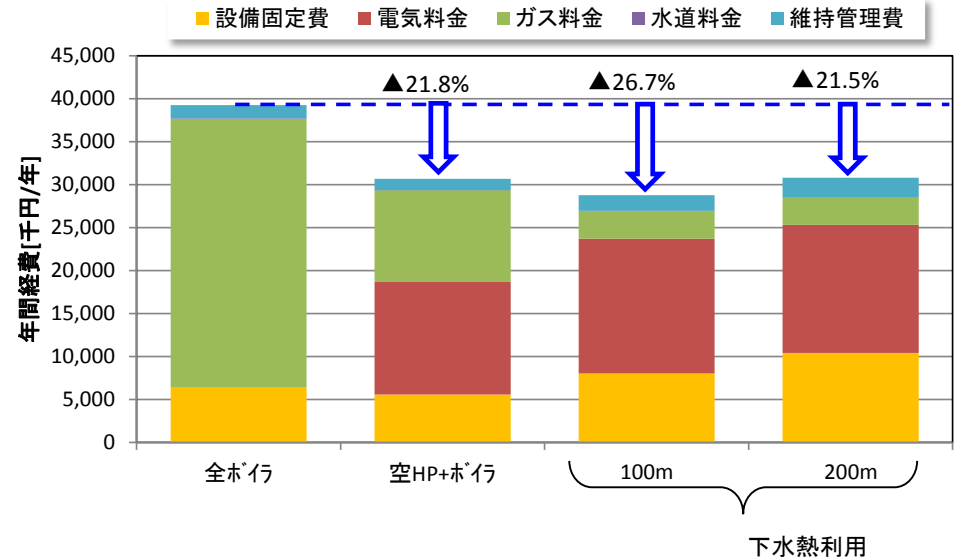
- 東京: ①全ボイラ方式と比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②100mのケースのみ空HP+ボイラより経済性に優れる。
 管路内熱交換器の長さが長くなるにつれ経済性は悪くなるが、これは需要に対し設備が過剰になっているためと推測される。

■年間経費(東京)

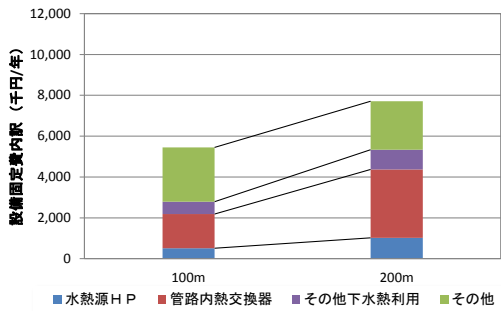


札幌: 東京と同じ傾向

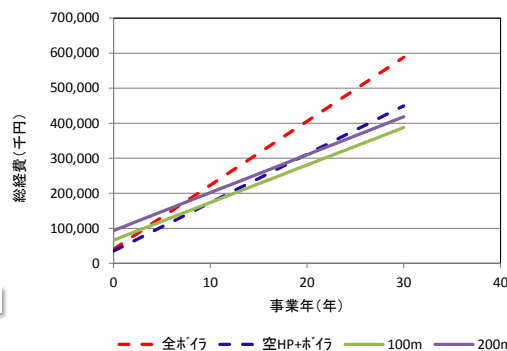
■年間経費(札幌)



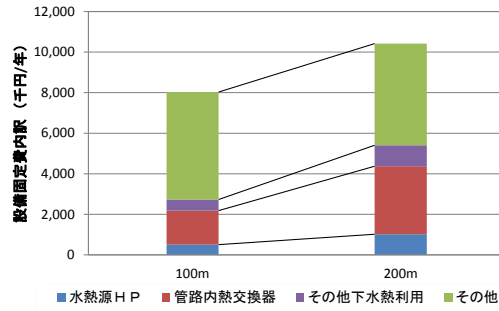
■設備固定費内訳(東京)



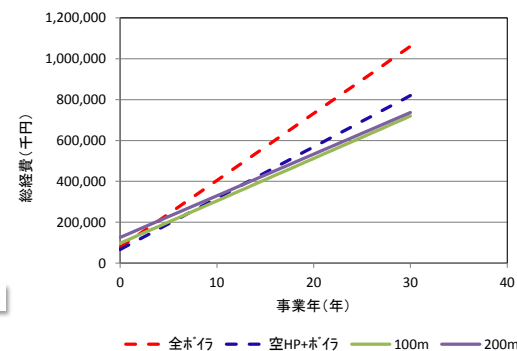
■総経費の年度推移(東京)



■設備固定費内訳(札幌)



■総経費の年度推移(札幌)

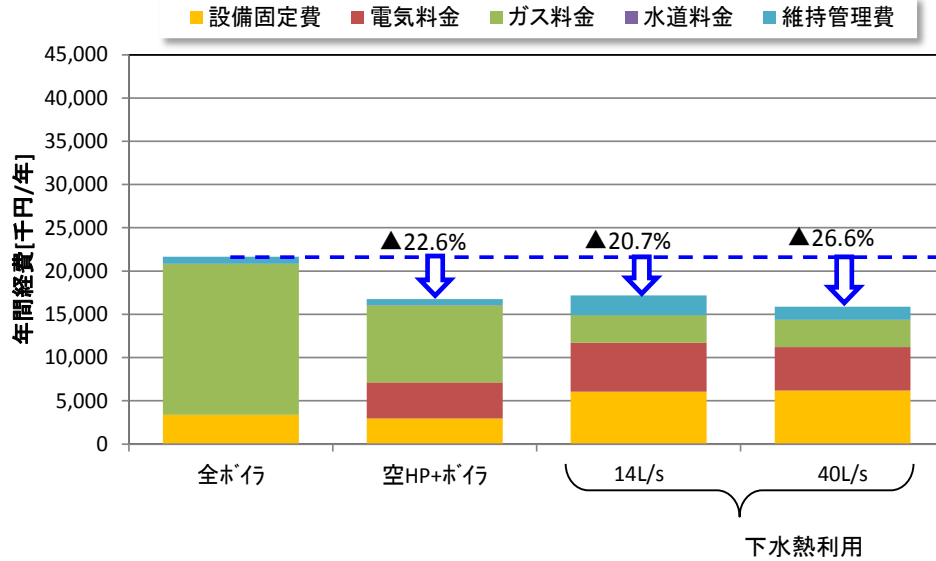


2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

(5) マンホール取水管路外熱交換方式

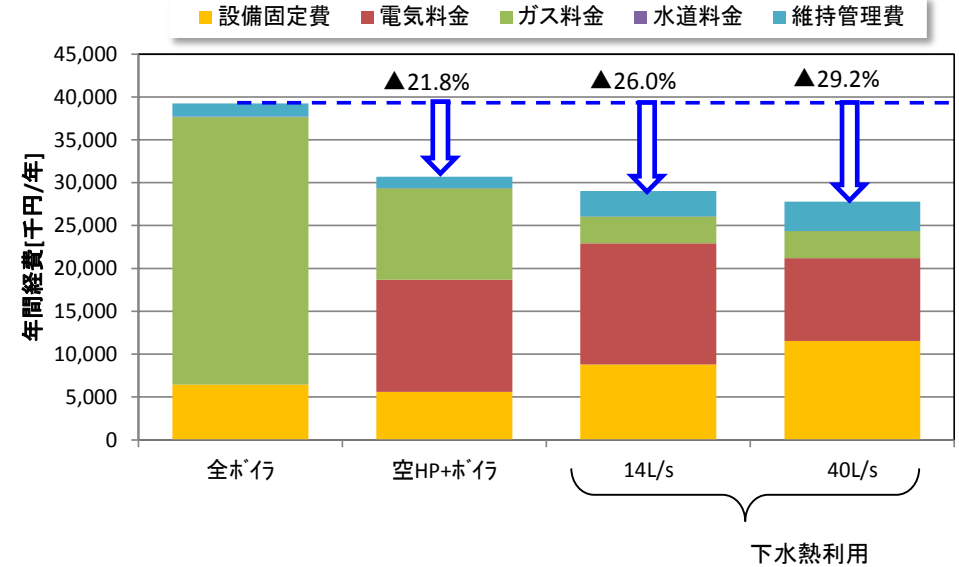
東京: ①全ボイラ方式と比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②スクリーン取水能力の40L/sの場合のみ、空HP+ボイラ方式より経済性に優れる。

■年間経費(東京)

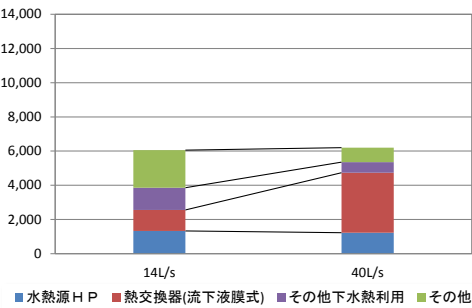


札幌: ①全ボイラ方式や空HP+ボイラと比べて、下水熱利用方式は経済性に優れる。
 ②スクリーン取水能力が大きくなるにつれ経済性良くなる。

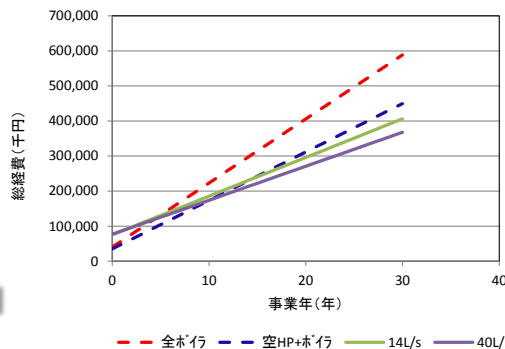
■年間経費(札幌)



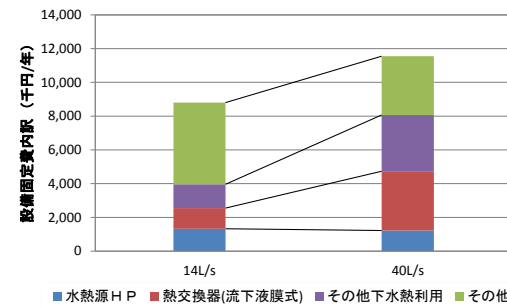
■設備固定費内訳(東京)



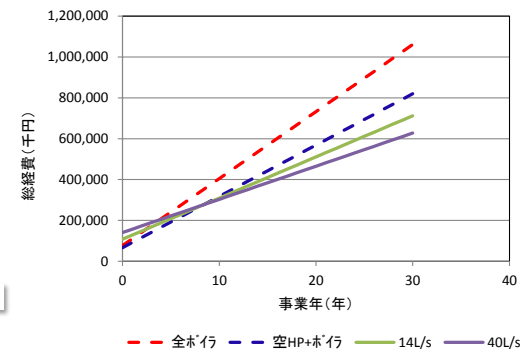
■総経費の年度推移(東京)



■設備固定費内訳(札幌)



■総経費の年度推移(札幌)

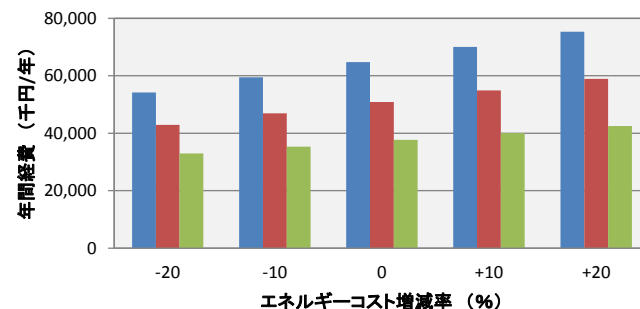
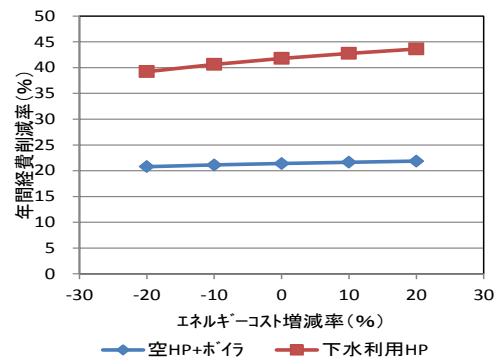


2. モデルスタディ結果 / 2.3 経済性評価

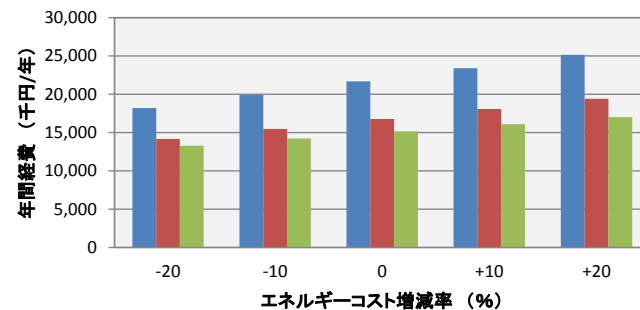
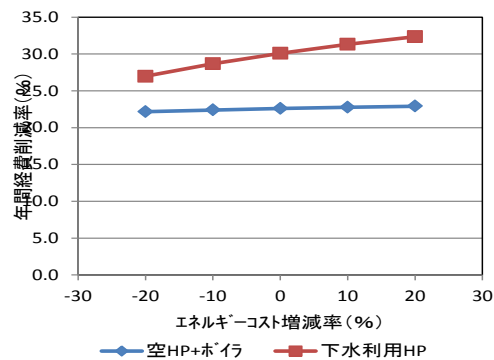
(6) エネルギーコスト(電気・ガス料金)単価による経済性への影響の感度分析

電気・ガス料金単価があがるほど、下水利用・空冷HPのいずれのケースも全ボイラケースよりもコスト削減率は大きくなるが、その感度は下水利用の方が大きい。

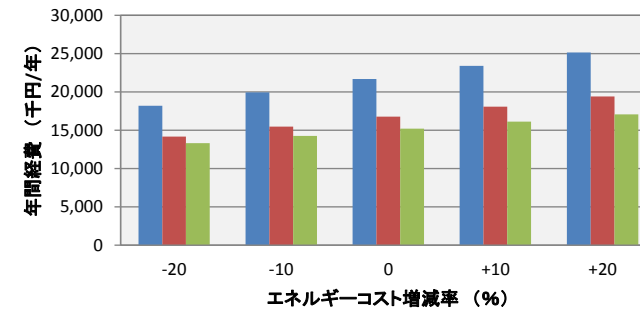
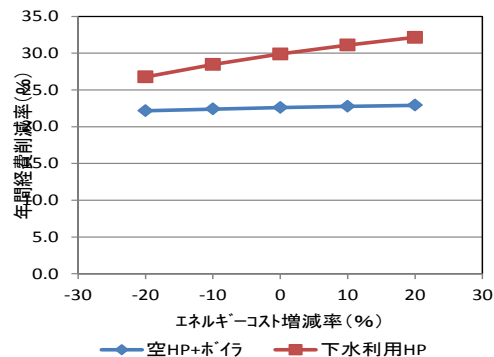
■処理水活用大規模熱供給利用方式 (東京ケース距離100m)



■管路内更生兼熱回収方式 (東京ケース距離100m)



■管路内熱交換器方式-a (東京ケース距離100m)



■ 基準ケース 暖房・給湯:ボイラ ■ 暖房:空冷HP 給湯:ボイラ ■ 暖房:下水HP 給湯:下水HP+ボイラ

3. その他の効果 / 3.3 下水熱利用による冷却水補給水削減効果

3万m²ホテル(東京地区)における下水熱利用による冷却水補給水削減効果

■ 冷房需要 = 3,489(MWh/年) (3,000Gcal/年)

■ 冷却水循環水量(m³/年) = 冷房需要(Mcal/年) × 排熱係数(1.2) ÷ 5(冷却水温度差)
= 3,000 × 1,000 × 1.2 ÷ 5(冷却水温度差) = 720(千m³/年)

■ 冷却水補給水量(m³/年) = 冷却水循環水量(m³/年) × 2%
= 720 × 1,000 × 0.02 = 14,400m³/年

冷却水補給水量 = 蒸発損失量(循環量の1.1%程度) + 悲惨損失量(循環量の0.05~0.2%程度)
+ 強制ブロー量(循環量の0.3~0.5%程度) = 冷却水循環水量の1.5~2%程度

■ 水道料金削減効果
= 14,400 × 400(円/m³) = **5,760(千円/年)**
東京都水道料金 ≒ 400円/m³

- 冷却水を利用しない空気熱源ヒートポンプに対しては、水道料金削減のメリットはないが、空気熱源ヒートポンプは水冷の冷凍機(ターボ冷凍機等)と比べ、冷房COPは大きく低いため、その部分の効果の差を考慮する必要がある。
- 使用した処理水等を下水道に放流すると下水道料金がかかるため注意する必要がある。

3. その他の効果／3.4再生水との併用効果

再生水(3次処理水)を熱利用だけでなく、冷却水・熱源水として使用後に、トイレ用水と併用して活用することのメリットを考える。

(1)再生水需要

再生水の用途としてトイレ用水を考えた場合、再生水の需要原単位は以下のようになる。

表 再生水の需要原単位(トイレ用水)

建物用途	1日平均給水 需要原単位 [L/m ² ・日] (a)	トイレ洗浄水 割合 (b)	1日平均再生水 需要原単位 [L/m ² ・日] (a) × (b) / 100
業務	7	33%	2.3
商業	22	41%	9
住宅	9	19%	1.7
ホテル	20	23%	4.6
その他(文化等)	7	33%	2.3

※上記各原単位は、「雨水利用ハンドブック」((社)雨水貯留浸透協議会(平10.8))等を参考に算定。

- ホテル30,000m²では、トイレ用水需要は、 $4.6(\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{日}) \times 30,000\text{m}^2 = 138\text{m}^3/\text{日}$ 。年間では50,370(m³/年)
- 冷却水循環量は720千m³/年、熱源水循環量は793千m³/年、合計1,513千m³/年。
- したがって、熱利用に必要な下水量に対するトイレ用水量の比率は、 $50.4 \div 1,513 = 0.033$ 、より3%程度である。

3. その他の効果／3.4再生水との併用効果

(2) 導入メリット

- 再生水をトイレ利用した場合、再生水の単価にもよるが、東京都では260円/m³。上水道料金が約400円/m³であるため、使用水量当たり140円/m³のメリットがある。
- したがって、水道料金削減費は、140円/m³ × 50,370m³/年 = 7,051千円/年
- また、使用した熱源水・冷却水を下水に流しても下水道料金の増加は無い。

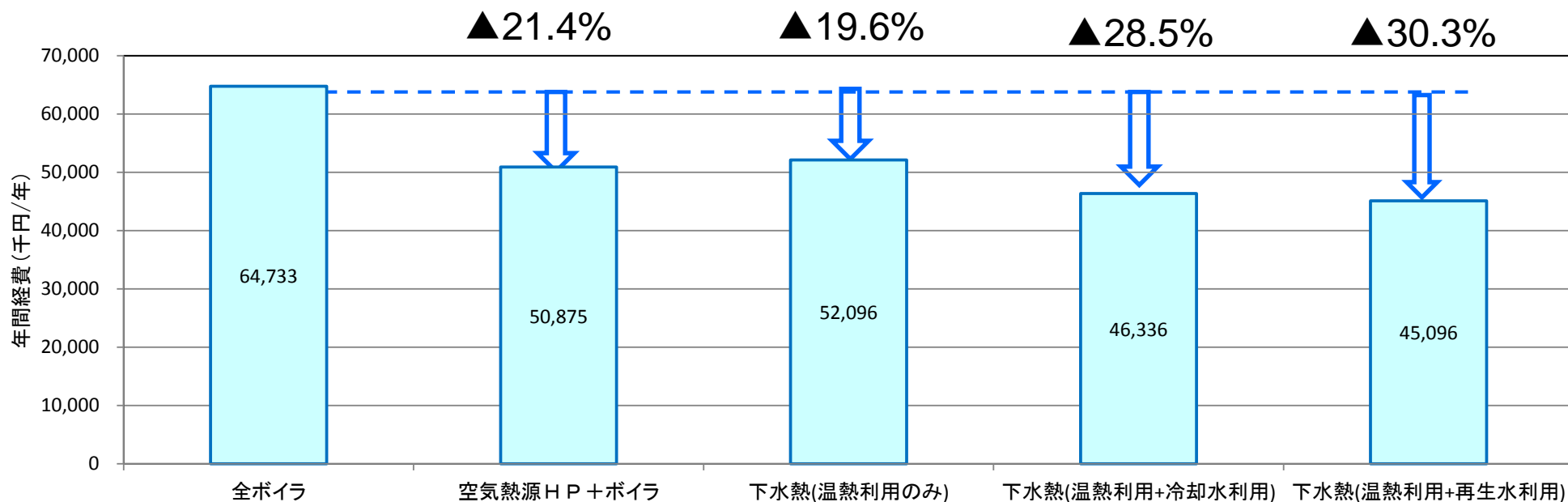
■再生水利用メリット（東京ホテル30,000m²に利用した場合）

- 水道料金削減費（トイレ用水費分）：約700万円/年
- 使用した熱源水・冷却水を下水に流しても下水道料金の増加は無い

3. その他の効果 / 3.4 再生水との併用効果

下記に、処理水熱供給ケース(東京地区・需要地までの距離400m)のケースに対して、冷却水利用や再生水利用を行った場合の効果を示す。

冷却水利用や再生水利用を行わない場合、下水熱利用では空気熱源HP方式よりも年間経費は高いが、冷却水利用を合わせて行った場合は、空気熱源方式よりも4,539千円/年、再生水利用を合わせて行った場合は、5,779千円/年年間経費は安くなる。



モデルスタディの結果まとめ

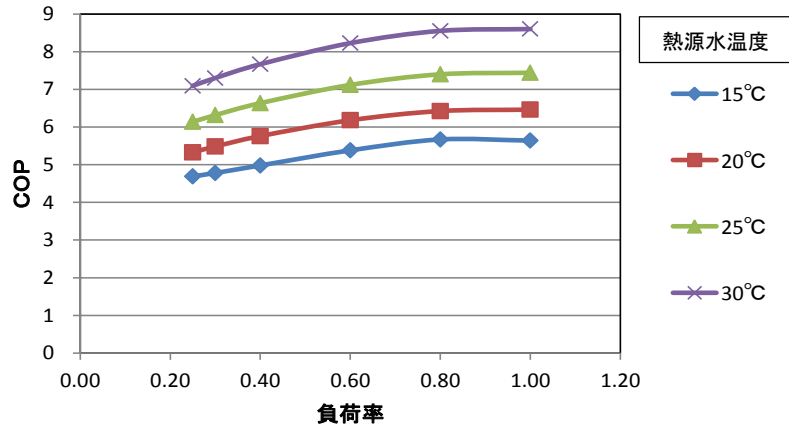
- 下水熱利用は、全ボイラ方式・空気HP+ボイラ方式に対して、省エネルギー効果、省CO₂効果がある。最大で全ボイラ方式に対して約45%のCO₂排出量が削減できるという結果となった。
- 処理水活用大規模熱供給では、取水地点から需要地までの距離により、処理水配管施工費が異なり、経済性に大きく影響する。東京地区では、300m以下では、空気HP+ボイラ方式よりも経済性に優れている。札幌地区では、空気HPの効率が低いこともあり、500mでも十分に経済性優位性がある。最大で全ボイラ方式に対して約49%の年間経費が削減できるという結果となった。
- 冷却水補給水削減効果、再生水との併用効果を加味すれば、東京地区において400mでも経済性優位性がある。
- 管路更生兼熱回収方式、管路内熱交換器方式は、需要に対して適正な設備規模を設定すれば、経済性が空気HP+ボイラ方式よりも優れている。最大で全ボイラ方式に対して約30%の年間経費が削減できるという結果となった。
- マンホール取水管路外熱交換方式は、需要に対して適正な設備規模を設定することに加え、大規模に熱回収が行えることから大規模高効率な水熱源HPが使えることもあり、下水熱利用の規模が大きいほど経済性が空気HP方式+ボイラよりも優れている。
- 下水を利用する水熱源ヒートポンプは規模により、効率・価格(容量単位価格)が異なり、空気HP+ボイラと比較してスケールメリットの影響が大きい。現状では、小規模水熱源HPのいっそうの効率向上・価格低下が望まれる。
- エネルギー単価が増加するほど、下水熱利用の経済性優位性は大きくなる。
- 下水を利用する水熱源ヒートポンプは規模により、効率・価格(容量単位価格)が異なり、空気HPと比較してスケールメリットの影響が大きい。現状では、小規模水熱源HPのいっそうの効率向上・価格低下が望まれる。
- なお、今回の経済性評価においては、各ケースで、下水熱依存率が異なり、熱需要の全てを下水熱で賄うことを前提としたスタディでないことに留意する必要がある。

(参考)各検討ケースのシステム計画

■ 大規模需要タイプ

水熱源ヒートポンプ効(メーカーデータ参考)

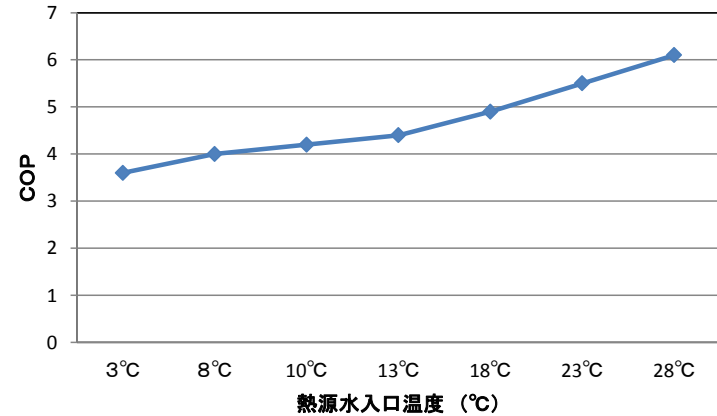
(処理水活用とマンホール40L/sケース)



■ 小規模需要タイプ

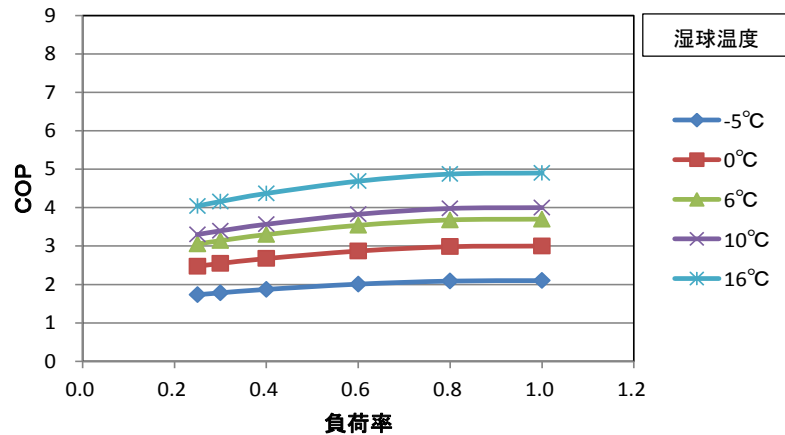
水熱源ヒートポンプ効(メーカーデータ参考)

(処理水活用とマンホール40L/sケース以外)



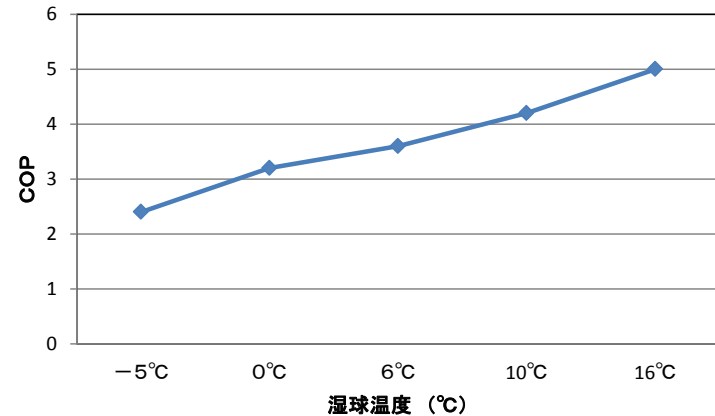
空気熱源ヒートポンプ効(メーカーデータ参考)

(処理水活用ケース)



空気熱源ヒートポンプ効(メーカーデータ参考)

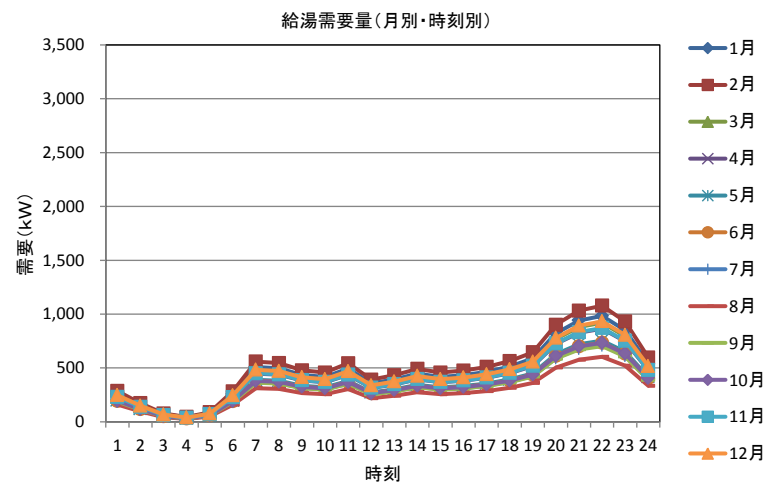
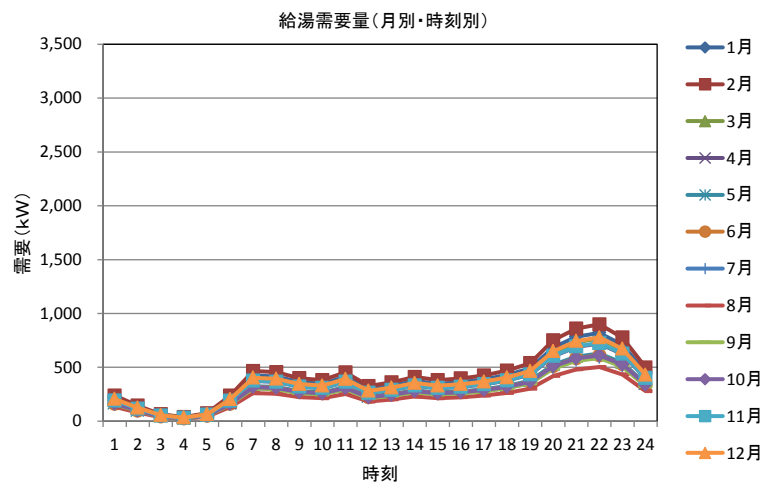
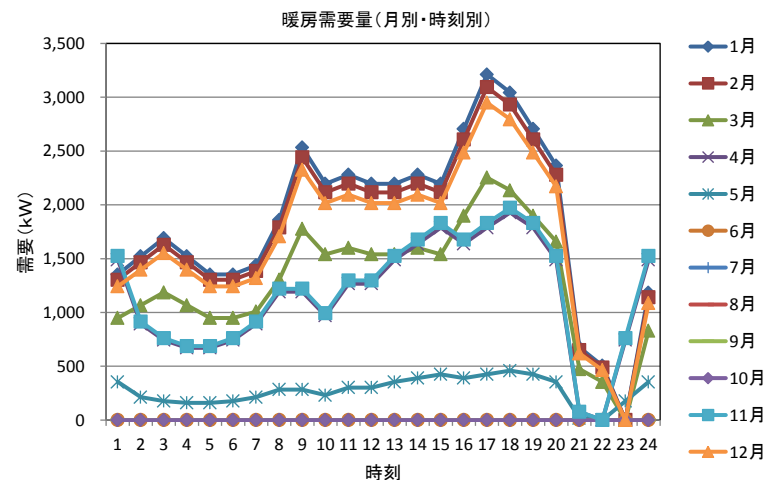
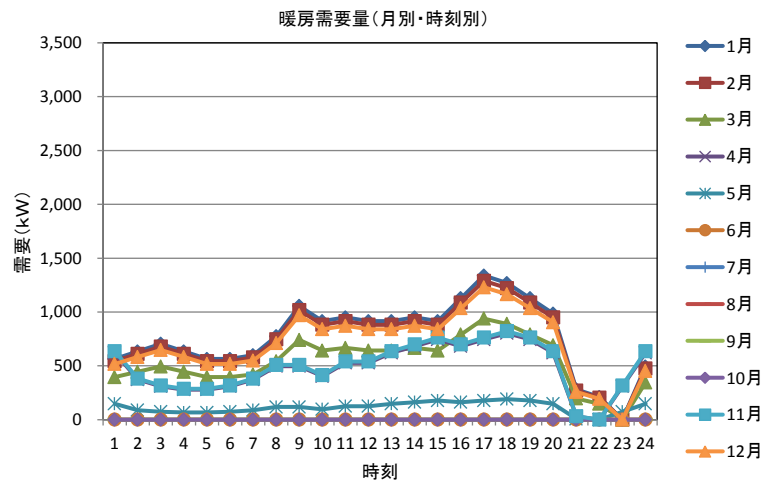
(処理水活用ケース以外)



(参考)熱需要の想定

(1) 処理水活用大規模熱供給利用方式

	東京ホテル30,000㎡		札幌ホテル30,000㎡	
	最大[kW]	年間[MWh/年]	最大[kW]	年間[MWh/年]
暖房需要	2,337	2,790	3,506	6,696
給湯需要	3,489	2,790	4,187	3,348



熱需要(東京ホテル30,000㎡)

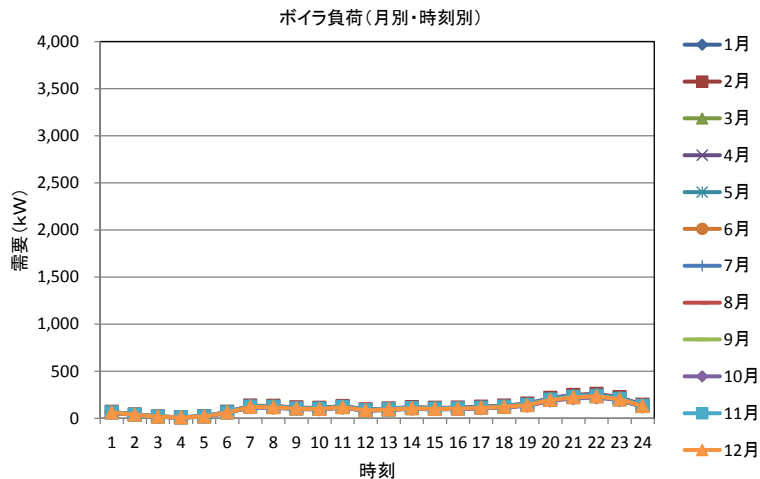
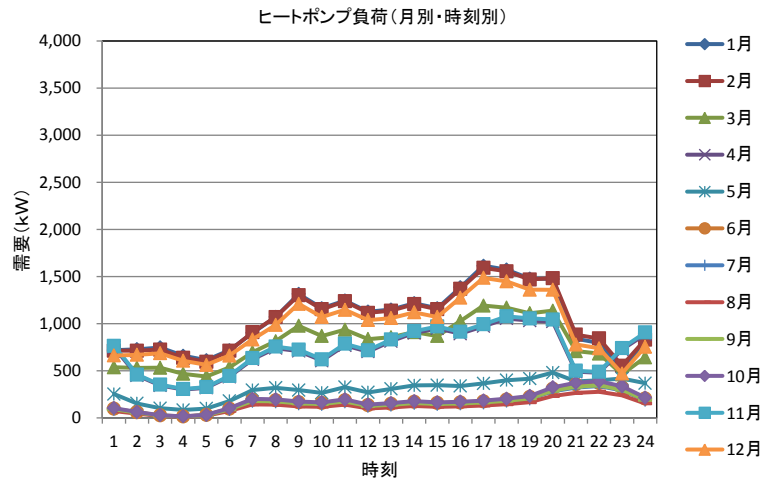
熱需要(札幌ホテル30,000㎡)

(参考)熱需要の想定

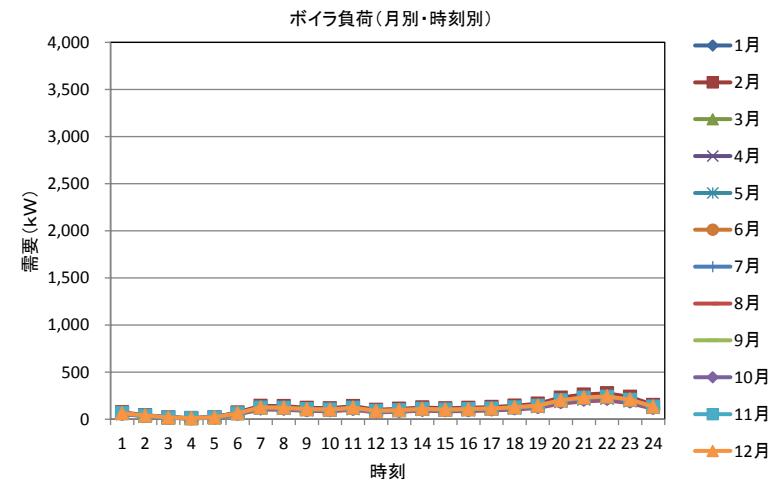
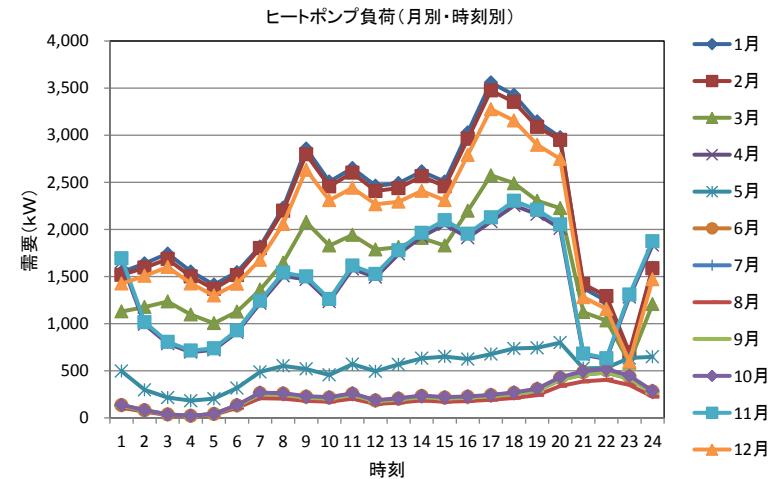
(1) 処理水活用大規模熱供給利用方式

	東京ホテル30,000㎡	札幌ホテル30,000㎡
ヒートポンプ年間熱負荷[MWh/年]	4,613	9,095
ボイラ年間熱負荷[MWh/年]	967	949
水熱源ヒートポンプ容量[kW] (距離と関係なし)	2571	3856

- ・処理水の量は十分に大きいことから、ヒートポンプ負荷のすべてを下水熱利用とすることが可能
- ・下水熱源利用率:100%



ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京ホテル30,000㎡)

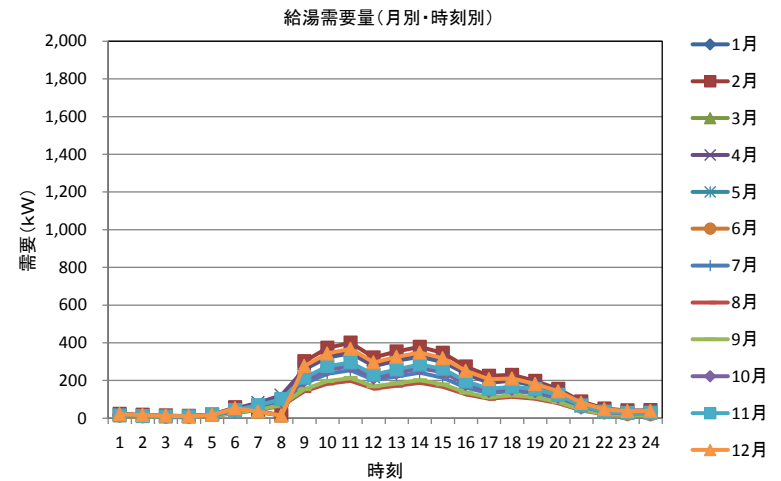
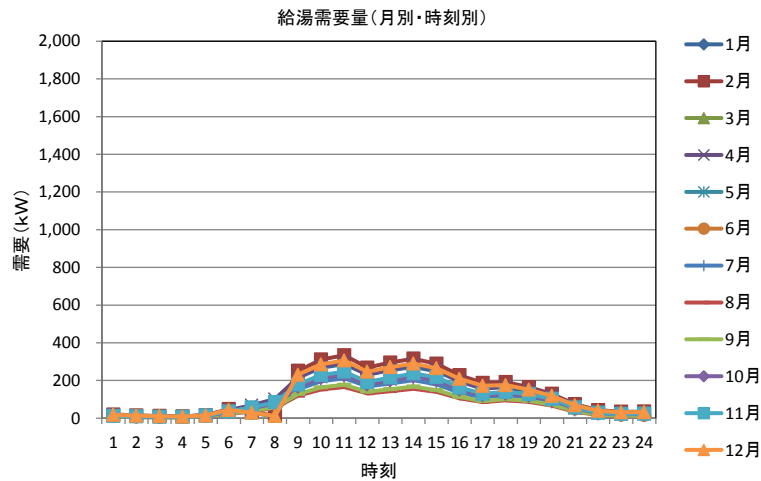
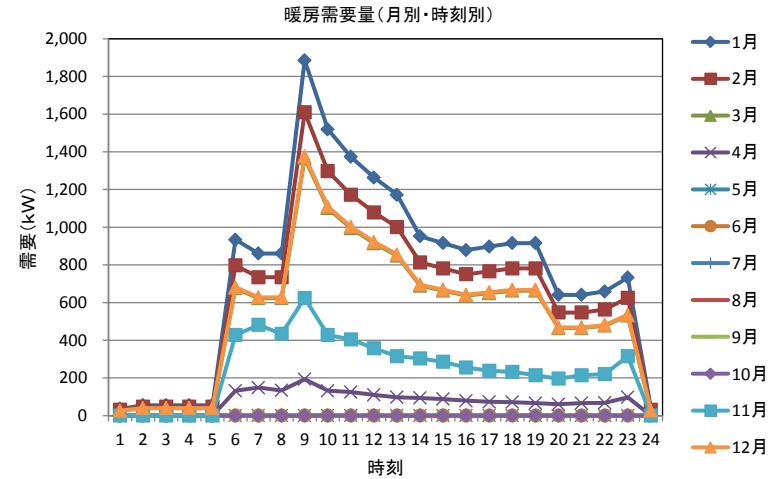
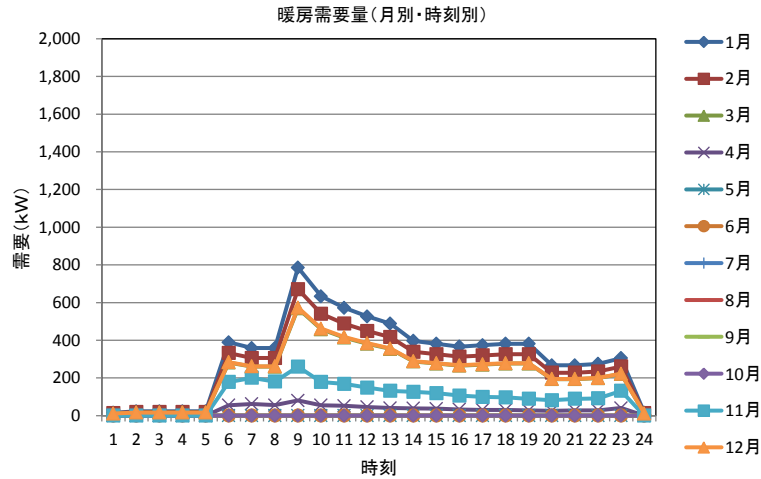


ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌ホテル30,000㎡)

(参考)熱需要の想定

- (2) 管路更生兼熱回収方式
- (3) 管路内熱交換器方式
- (4) マンホール取水管路外熱交換方式

	東京福祉施設10,000㎡		札幌福祉施設10,000㎡	
	最大[kW]	年間[MWh/年]	最大[kW]	年間[MWh/年]
暖房需要	953	860	1,430	2,064
給湯需要	465	930	558	1,116



熱需要(東京福祉施設10,000㎡)

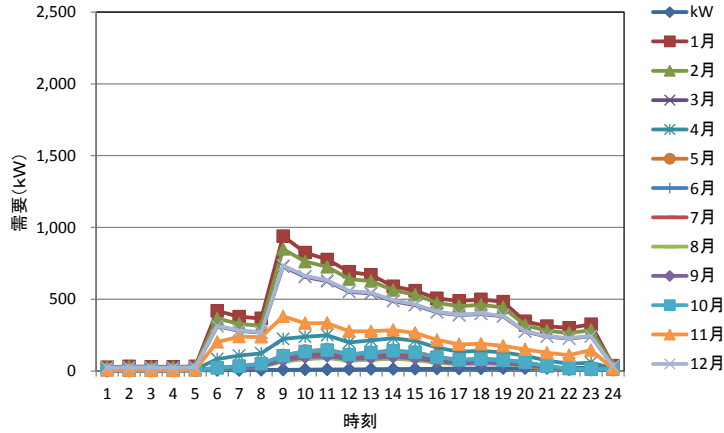
熱需要(札幌福祉施設10,000㎡)

(参考)熱需要の想定

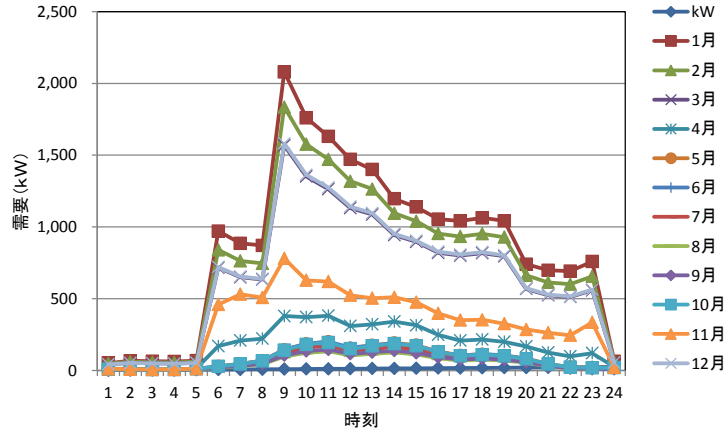
- (2) 管路更生兼熱回収方式
- (3) 管路内熱交換器方式
- (4) マンホール取水管路外熱交換方式

	東京福祉施設10,000㎡	札幌福祉施設10,000㎡
ヒートポンプ年間熱負荷[MWh/年]	1,469	2,846
ボイラ年間熱負荷[MWh/年]	321	316

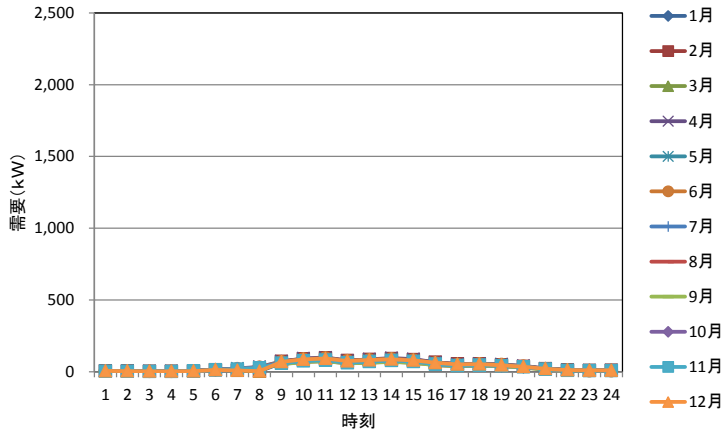
ヒートポンプ負荷(月別・時刻別)



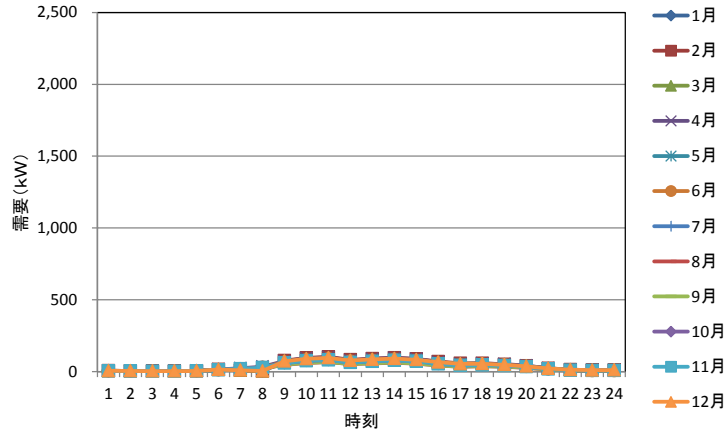
ヒートポンプ負荷(月別・時刻別)



ボイラ負荷(月別・時刻別)



ボイラ負荷(月別・時刻別)



ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京福祉施設10,000㎡)

ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌福祉施設10,000㎡)

※建設費(特に下水利用に係る工事)は工事状況によって変動があることに注意。
 ※下水管路内工事については水替え工事費を含んでいない。

建設費試算条件

■処理水活用大規模熱供給方式

水熱源HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	8千円/kW、機器単体
下水熱交換器	10千円/kW
オートストレーナー	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	1,500千円/m

■管路内熱交換器方式-a

水熱源HP	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	10千円/kW、機器単体
貯湯槽	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱回収設備	120千円/m
熱源水ポンプ	30千円/kW
熱源水配管	100千円×50m(敷地内埋設)

■マンホール取水管路外熱交換方式-14L/s

水熱源HP	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	100千円/kW
下水取水設備	スクリーン等(50m ³ /h)
熱源水ポンプ	15kW×30千円/kW
熱源水配管	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	百万円と想定

■管路更生兼熱回収方式

水熱源HP	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	120千円/m
熱源水ポンプ	30千円/kW
熱源水配管	100千円×50m(敷地内埋設)

■管路内熱交換器方式-b

水熱源HP	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	400千円/m
熱源水ポンプ	30千円/kW
熱源水配管	100千円×50m(敷地内埋設)

■マンホール取水管路外熱交換方式-40L/s

水熱源HP	35千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	100千円/kW
下水取水設備	スクリーン等(150m ³ /h)
熱源水ポンプ	15kW×30千円/kW
熱源水配管	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	百万円と想定

(参考)経済性評価

【参考:管路内熱交換器200mタイプにおける熱需要規模の拡大の効果】

これまでの検討において、管路更生熱回収方式、管路内熱交換方式ともに、熱交換を実施する管路長さが、100mよりも200mの方が環境性には優れるものの、経済性では劣る傾向にあった。この理由として、200mタイプでは、導入した下水熱利用設備規模に比べて、熱需要が小さいため、設備利用率が100mの場合よりも低くなるためと推定される。そこで、200mタイプのものについて、熱需要規模を拡大した場合の検討を行った。

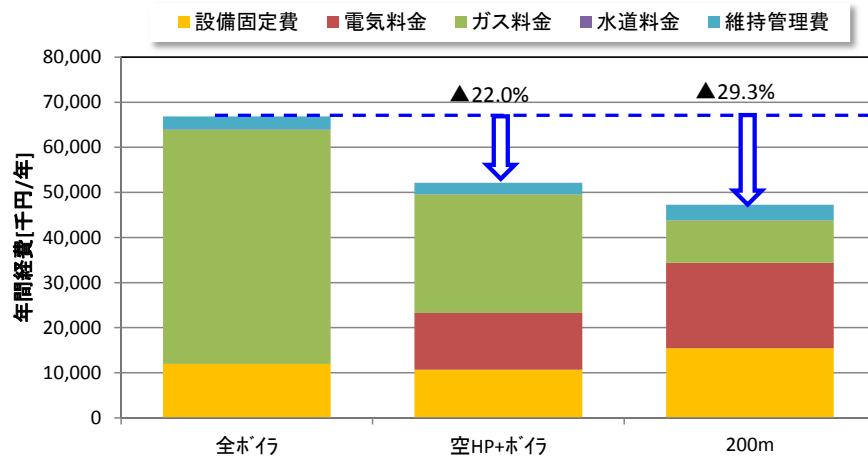
■対象ケース:管路内熱交換器方式-b(東京、200m)

■熱需要:福祉施設30,000m²

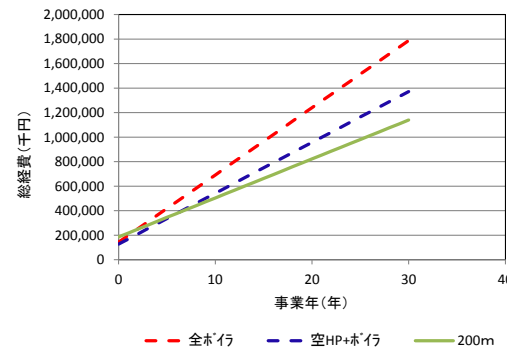
(試算結果)

試算結果を以下に示す。需要規模が10,000m²の場合は、空気熱源HP方式よりも年間経費は高かったが、需要規模を30,000m²に変えて大幅に経済性が向上し、空気熱源HP方式よりも年間経費は7ポイント以上低くなった。

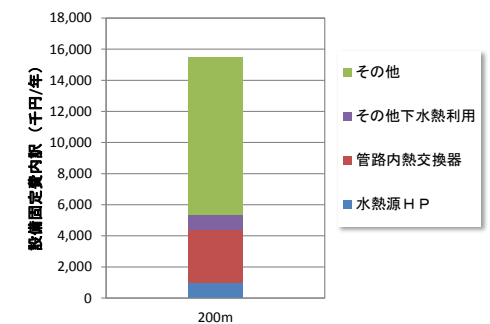
■年間経費比較



■総経費の年度推移



■設備固定費内訳



(参考)下水道設備利用への対価を想定した事業性

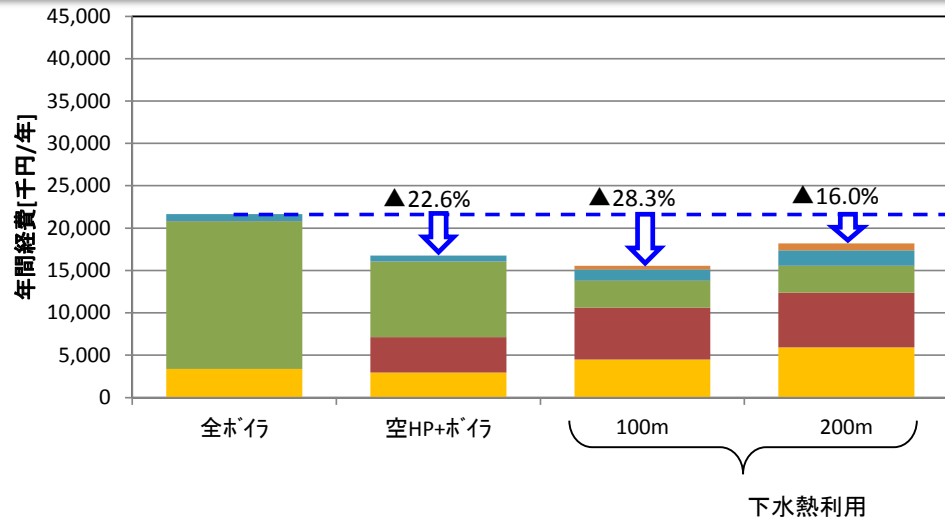
熱利用者の立場から事業性を考えると、下水道設備・資源の利用対価を想定する必要がある。

想定対価

- 処理水活用熱供給(処理水利用量): 熱利用料・占用料
- 管路更生兼熱回収: 4千円/m年(管路内熱交換器事業者負担費用相当を15年で除した費用)
- 管路内熱交換: 下水管路占用料
- マンホール取水管路外熱交換方式: 熱利用料・占用料

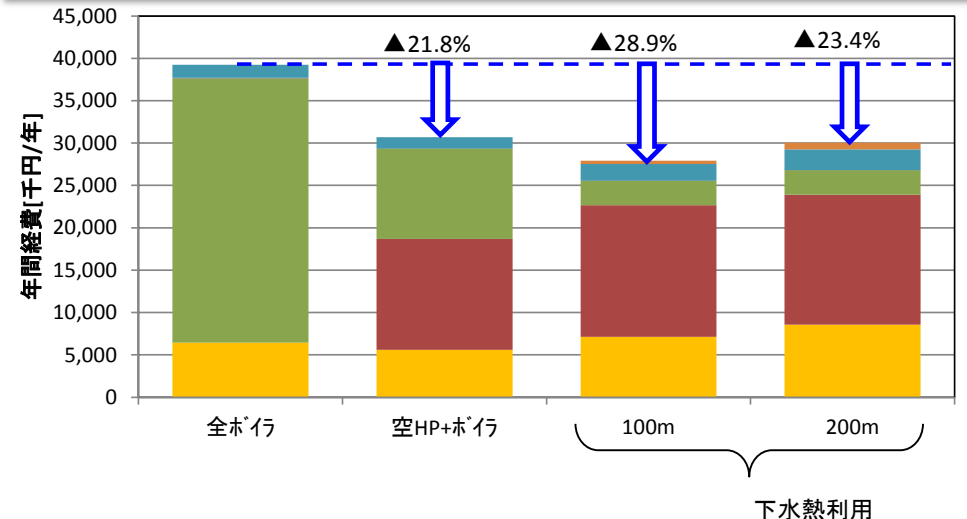
■ 管路更生兼熱回収方式

■ 設備固定費 ■ 電気料金 ■ ガス料金 ■ 水道料金 ■ 維持管理費 ■ 下水道設備・資源利用対価



年間経費(東京)

■ 設備固定費 ■ 電気料金 ■ ガス料金 ■ 水道料金 ■ 維持管理費 ■ 下水道設備・資源利用対価



年間経費(札幌)

(参考)下水道設備利用への対価を想定した事業性

- 熱利用料・占用料は、熱利用者が得られた経済的価値等も加味した下水道管理者の総合的経営判断のもと、決定することが望ましい。
- ここでは、熱利用者の経済的メリット(比較システムとの採算性の年価経費の差額)が熱利用料・占用料の上限となると想定して、その金額を整理。
- 例えば、管路内熱交換器-a(熱交換器の長さ100m)で東京において、空気HP +ボイラ方式に対して年間約158円(床面積当たり)の経済的メリットがあることから、これを上限として熱利用料・占用料が決められると想定。

年間経費削減額(円/m ² ・年)		全ボイラ方式に対する削減額		空気HP方式に対する削減額	
		東京	札幌	東京	札幌
1) 処理水活用大規模熱供給方式	100m	902	1,808	440	1,096
	200m	741	2,102	280	914
	300m	581	1,446	119	733
	400m	421	1,265	▲ 41	552
	500m	261	1,083	▲ 201	371
2) 管路更生兼熱回収方式	100m	652	1,173	163	317
	200m	427	1,000	▲ 62	144
3) 管路内熱交換器方式-a	100m	648	1,173	158	317
	200m	433	1,023	▲ 57	168
4) 管路内熱交換器方式-b	100m	549	1,169	60	239
	200m	311	845	▲ 179	▲ 10
5) マンホール取水管路外熱交換方式	14L/s	457	1,030	▲ 39	174
	40L/s	577	1,146	87	291