

1.本事業について

1-1. 事業概要・目的

<本実証事業の概要>

神戸ベイシェラトンホテル&タワーズの敷地内で利用可能な温度や量の異なる6つの再生可能エネルギー熱(高温源泉、温泉排湯熱、浄化槽放流水、地下ピットの湧水、冷房排熱、地下水)を有効に活用する再生可能エネルギー熱源複合型ヒートポンプシステムを構築し、その省エネルギー効果を実証する。

<目的>

機器効率重視のみの運用(方法B)よりも、重負荷時に多少の機器効率の低下を許容し再生可能エネルギー熱の利用量を増やす運用(方法A)の方が省エネルギーに資することを実証試験を通して明らかにすることを目的とする。実証システムの費用対効果についても、ランニングコストの面から検証を行う。

1-2. 事業背景

- 省エネ化推進過程で排熱回収型ヒートポンプ情報を入手。
- 温泉井戸の成功とそのデータから水井戸掘削で地下水確保に目途。
- 地域熱利用から排熱回収型ヒートポンプによる自前熱源機導入で省エネ、省マネー共に効果が期待できる試算結果。

1-3. 実施地域



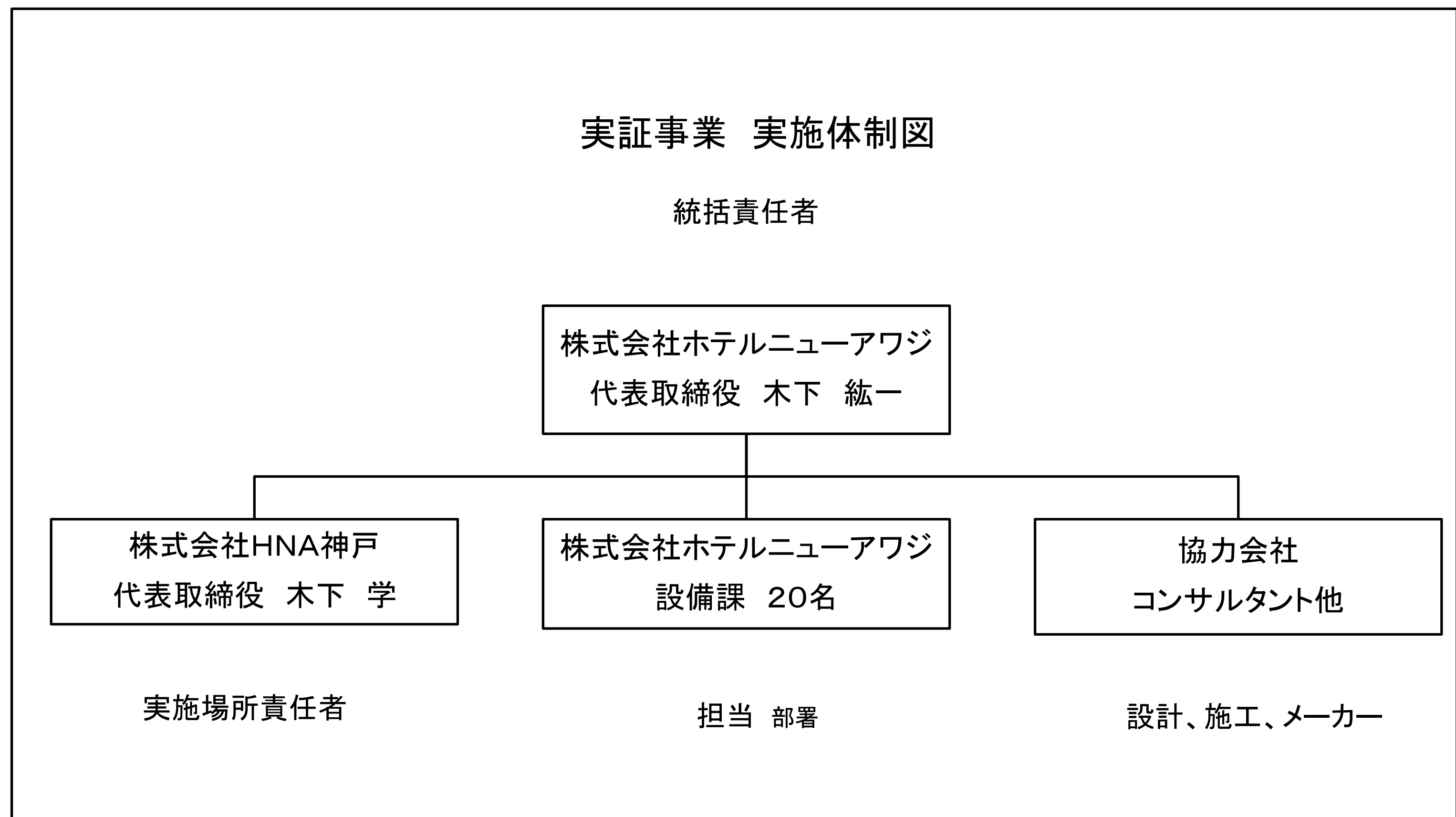
実施地域周辺地図

実施地域 神戸市沖海上埋立地 六甲アイランド
実施場所 兵庫県神戸市東灘区向洋町中2-13
交通情報 大阪から公共交通機関で約30分
六甲アイランドセンター駅から徒歩1分



神戸ベイシェラトンホテル

1-4. 実施体制



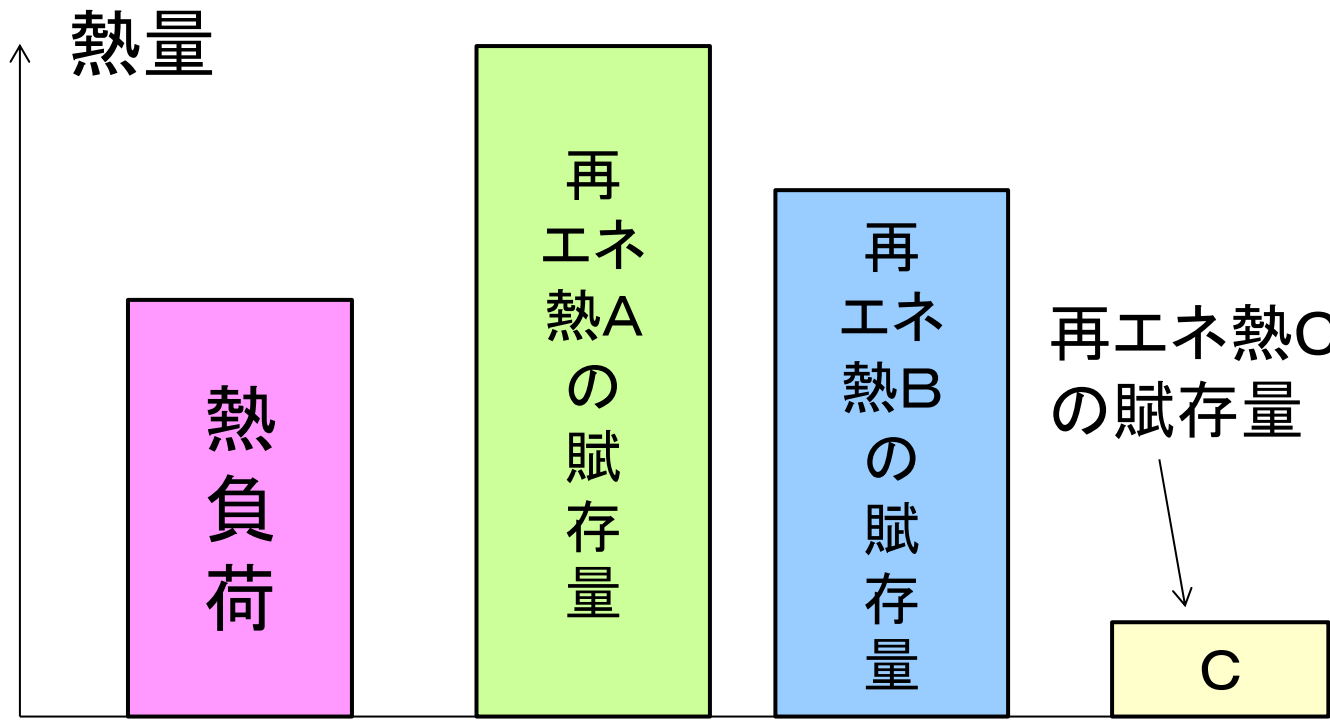
1-5. 事業の特徴

■技術の特徴

・軽熱負荷時 ヒートポンプ効率に有効な熱源利用
ヒートポンプシステム効率の向上

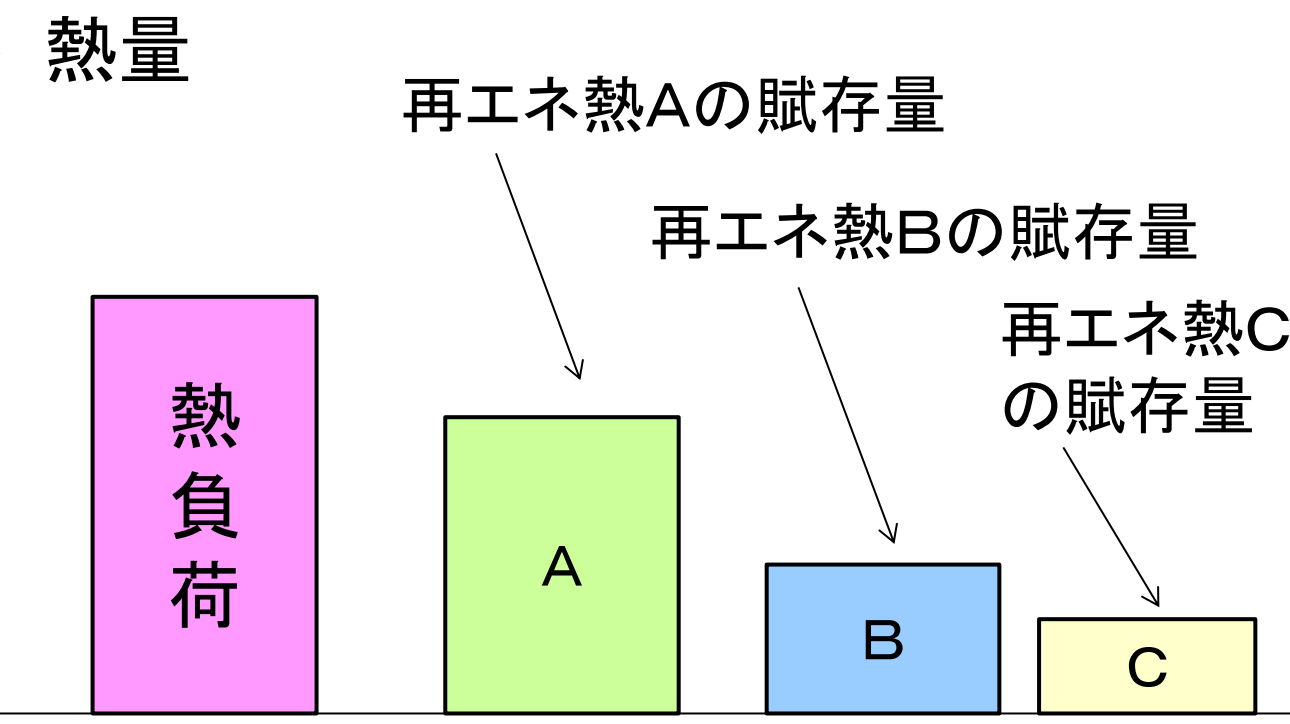
・重熱負荷時 再生可能エネルギー熱源を最大限利用
システム効率より熱源利用量増

理想的な場合



熱負荷 < 再エネ熱の賦存量
⇒ 賦存量：大、熱源コスト：小
の熱源を選択すれば良い。

都市部で想定される状況



熱負荷 > 再エネ熱の賦存量
⇒ 熱源コスト：小となる熱源を
組合せての省エネ実現が必要。

↑
こちらの状況を実証事業により実現する。

1-6. 設備概要1

施設概要

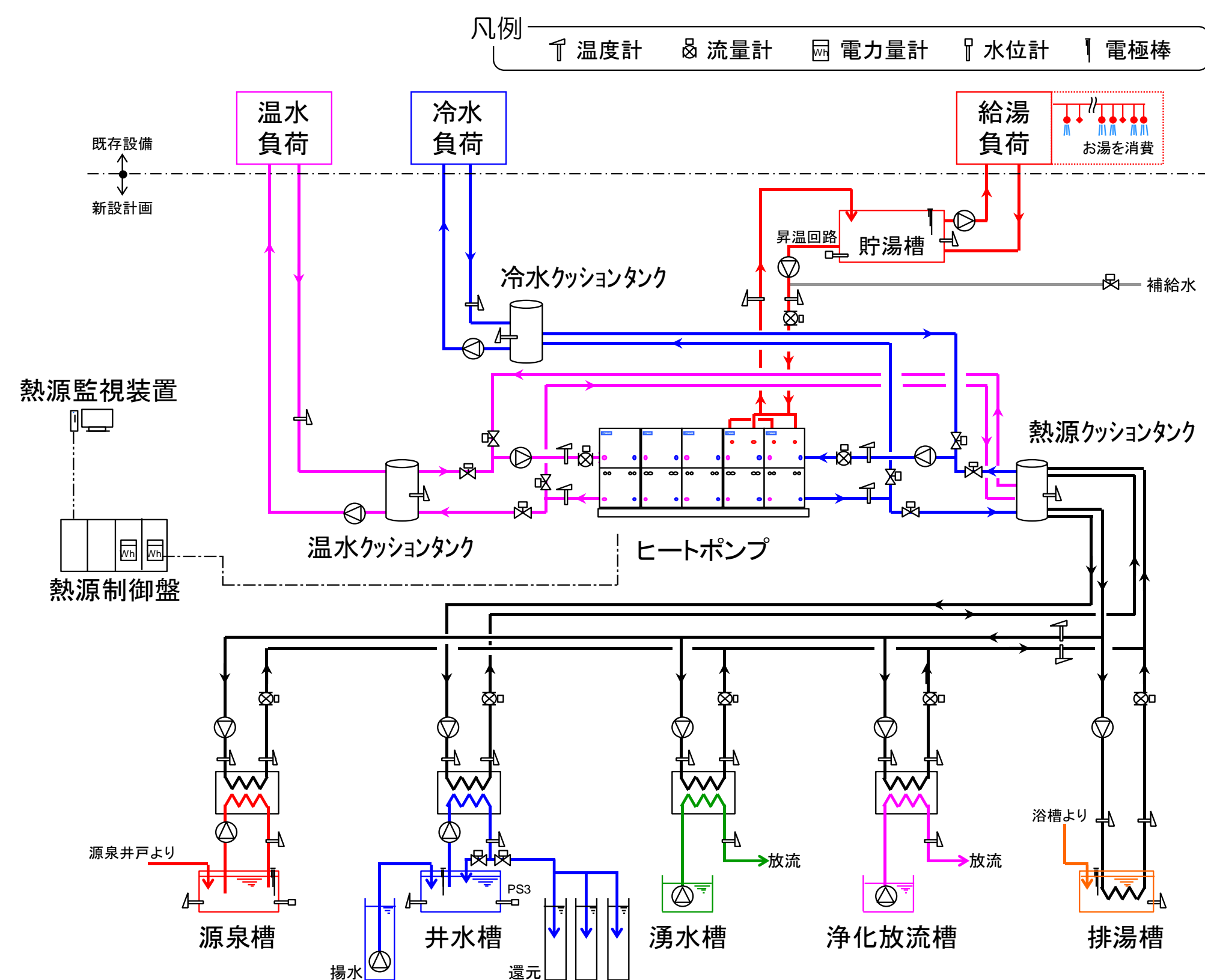
<主な使用機器>

ヒートポンプチラー
冷房能力：1442.4kw
加熱能力：2013.8kw
給湯能力：757.4kw

井水槽：有効 25m³

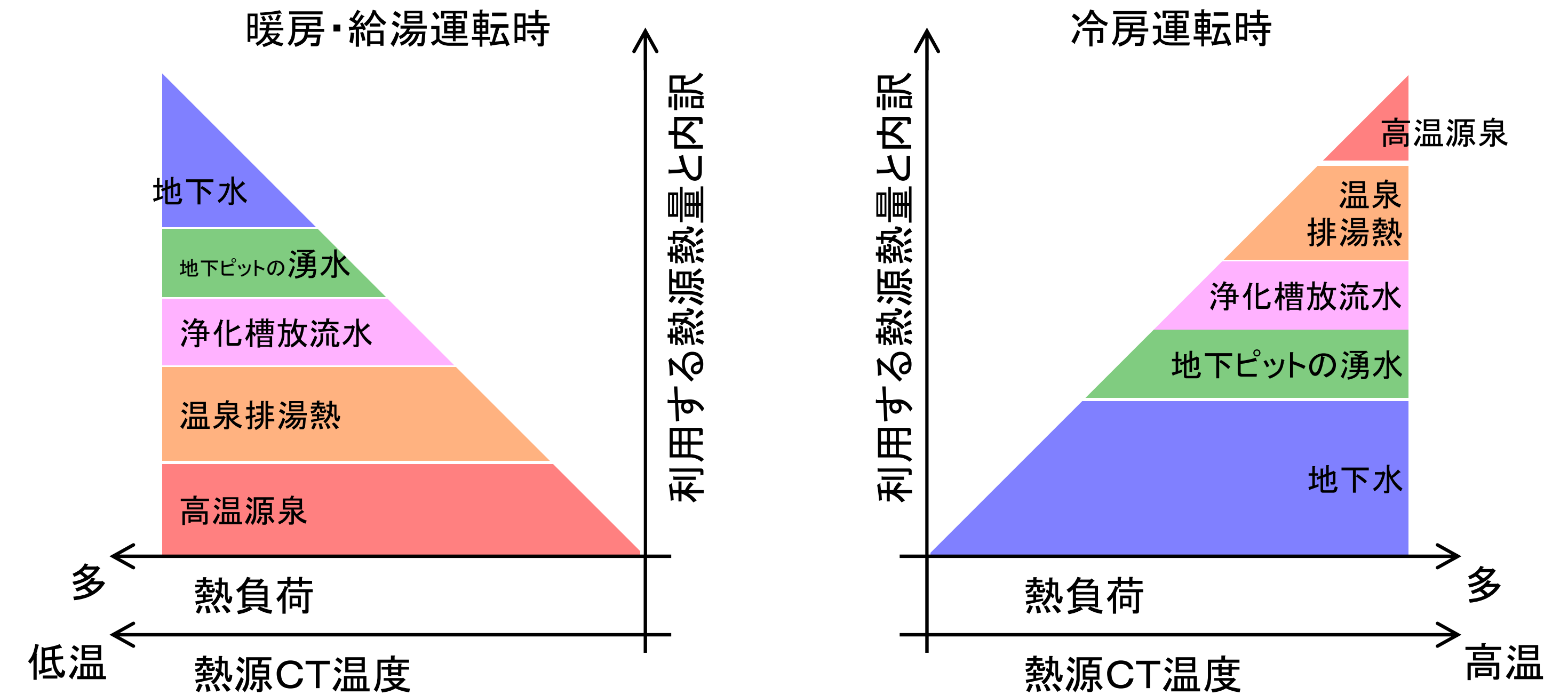
排湯槽：有効 20m³

貯湯槽：有効 76m³



1-6. 設備概要2

複数熱源の運用イメージ



※冷房の“排熱回収運転”は、冷却・加熱負荷同時発生時に優先する。

※上記図はイメージ図であり、各熱源の高さと実際の賦存量とは直接関係ありません。

2.平成25～28年度の事業内容

平成25年度：実施設計、機器設備の導入完了、井戸工事、設備工事の50%程度完了

平成26年度：井戸工事、設備工事残り完了後6月から実証試験の開始

平成27年度、平成28年度：実証試験

【全体スケジュール】

	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
事前協議	■				
実施設計	■				
機器設備工事		■			
井戸工事		■			
自動制御工事		■			
試運転調整		■			
実証試験		■	■	■	■
データ取得		■	■	■	■
データ分析・評価		■	■	■	■

※平成26年度の実証試験では、スケールによる熱交換器の閉塞が想定以上に早く、その対応と対策を中心に行った。

3.平成28年度の事業

3-1. 平成28年度補助事業の内容

熱需要変化に応じた熱源の制御によるHP効率の最大化を図り、原油換算削減量の上積み、上積みによる費用対効果を検証すると共に、蓄熱槽との組合せによる熱源の有効活用を図る。

3-2. 目標

- 目標: 実証項目① 実証項目②の2項目

実証項目①: 熱需要変化に応じた熱源の制御によるHP効率の最大化

取組み課題1: 原油換算量の上積み+4.6%

取組み課題2: 上積みによる費用対効果目標上積分熱生産単価1,062円/GJ

実証項目②: 蓄熱槽との組合せによる熱源の有効活用

間欠性熱源の蓄熱量割合11%/全給湯負荷

3-2. 仮説

- 仮説

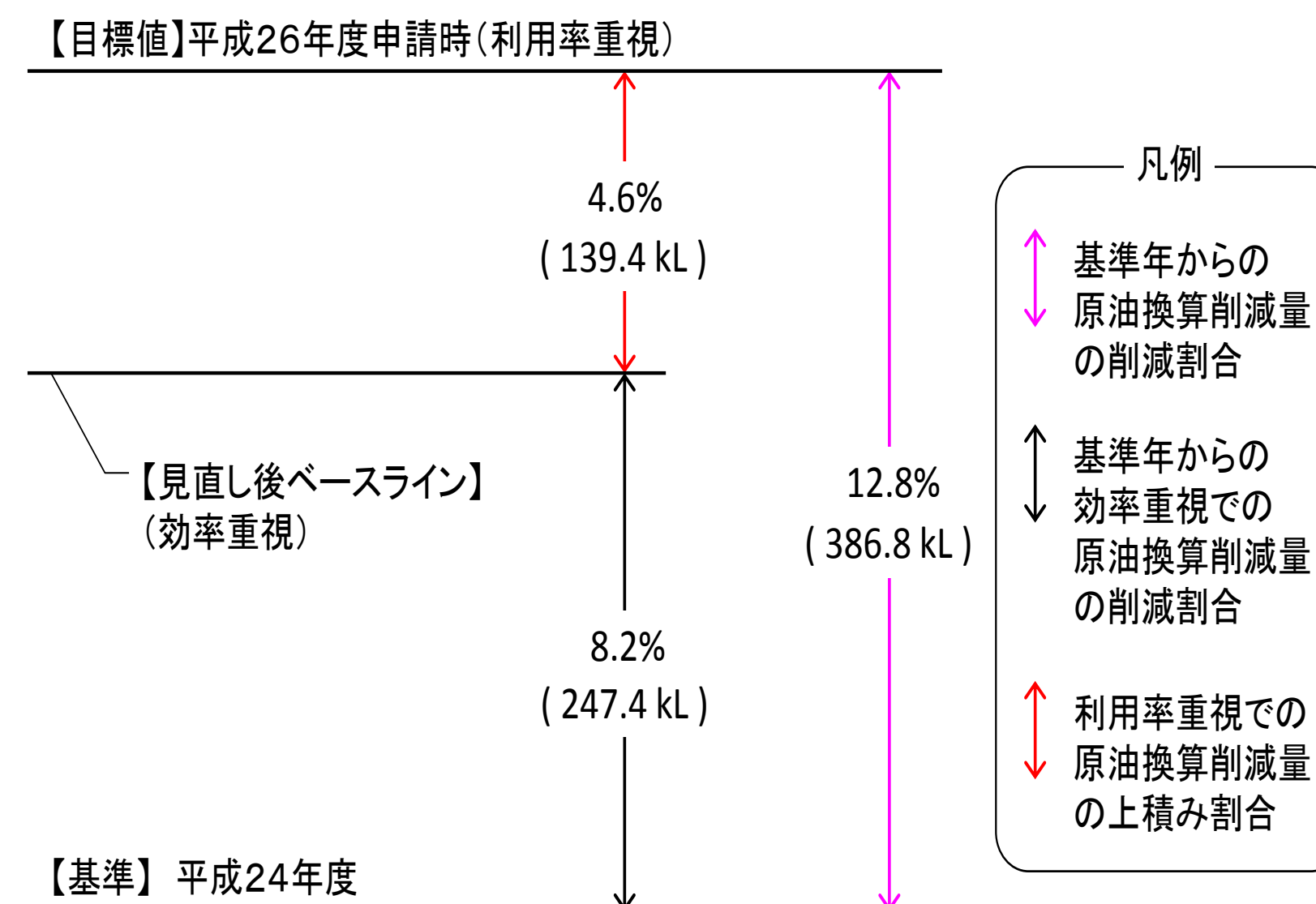
実証項目①取組み課題1: 原油換算削減量の上積み

方法A→HP高効率運用プラス熱負荷要求量充足

方法B→HP高効率運用

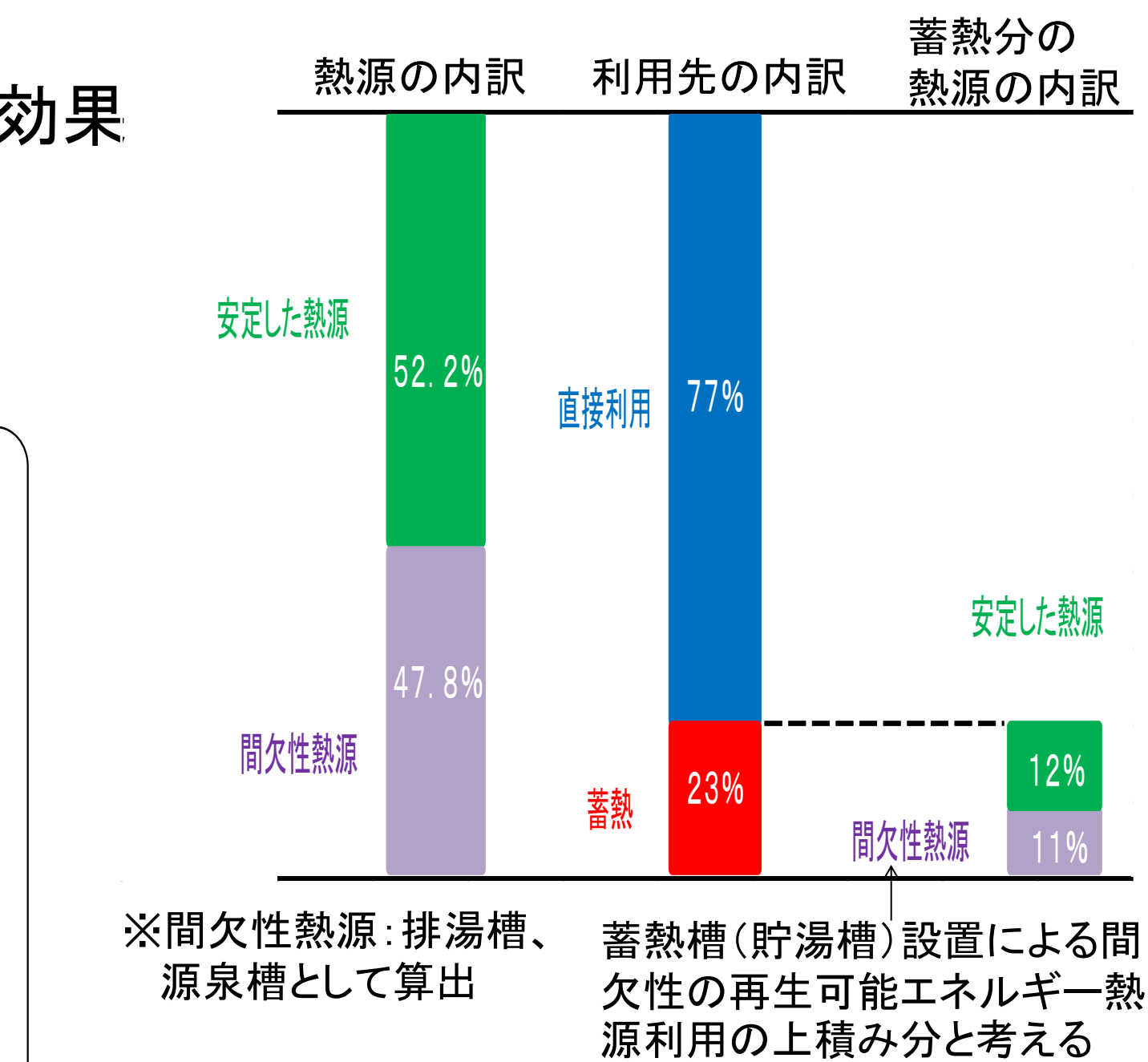
実証項目①取組み課題2: 上積みによる費用対効果

原油換算削減量の上積み割合について



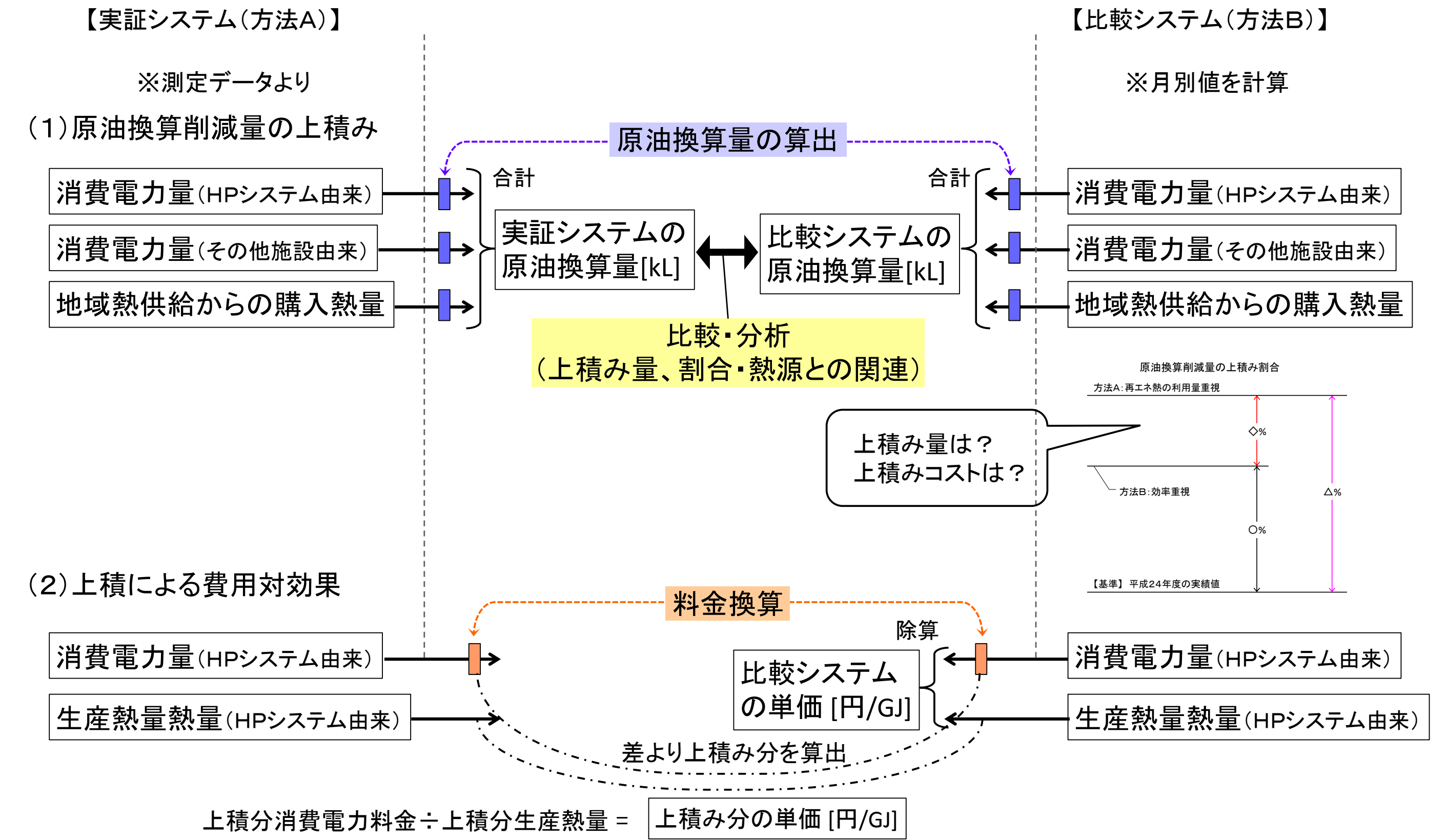
実証項目②蓄熱槽との組合せによる熱源の有効活用

全給湯量に対する



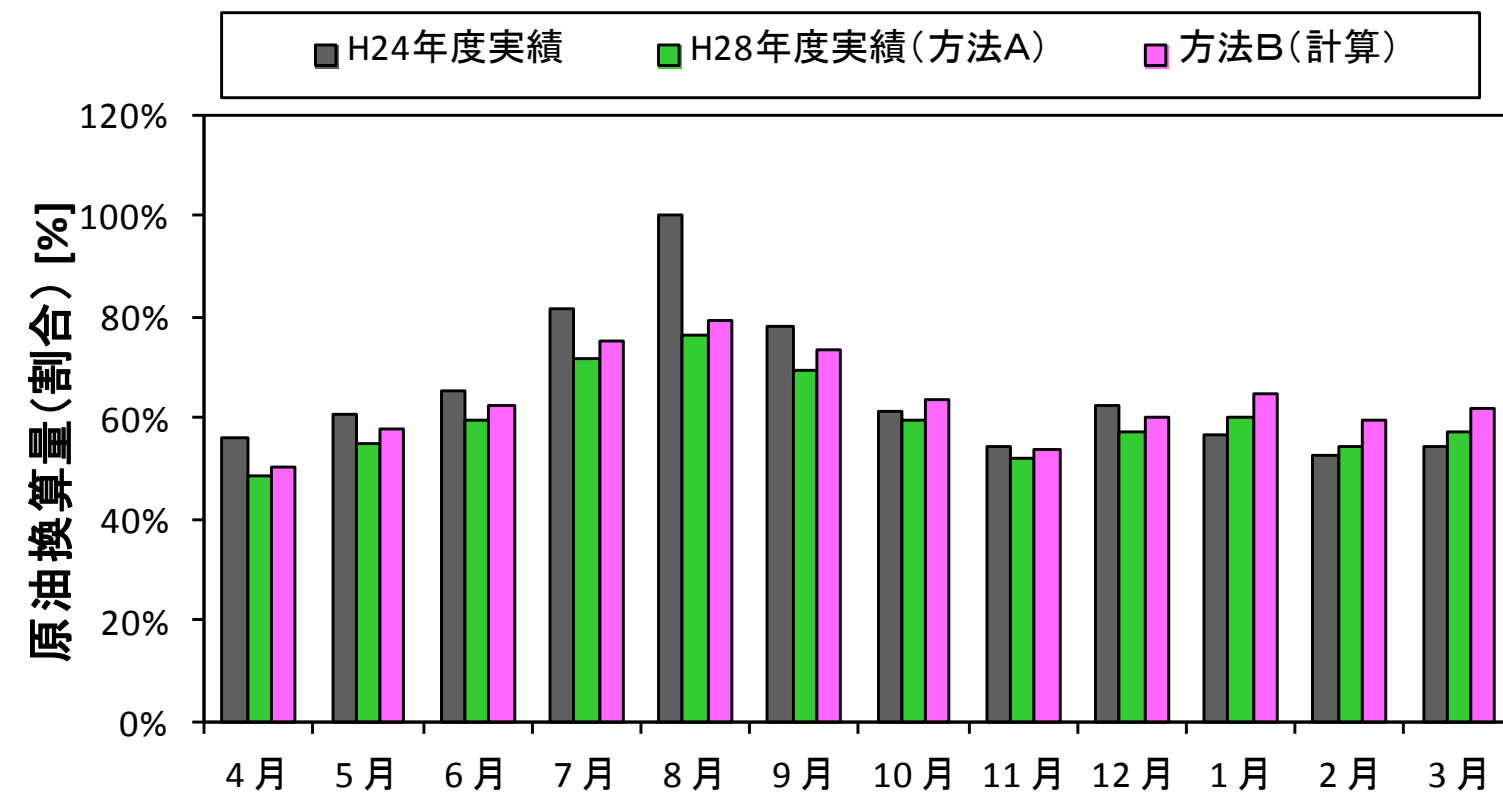
全給湯量に占める間欠性熱源47.8%
 全給湯量に占める蓄熱給湯 23.0%
 蓄熱給湯23%=間欠性熱源11%+安定した熱源12%

3-3. データの分析・評価手法



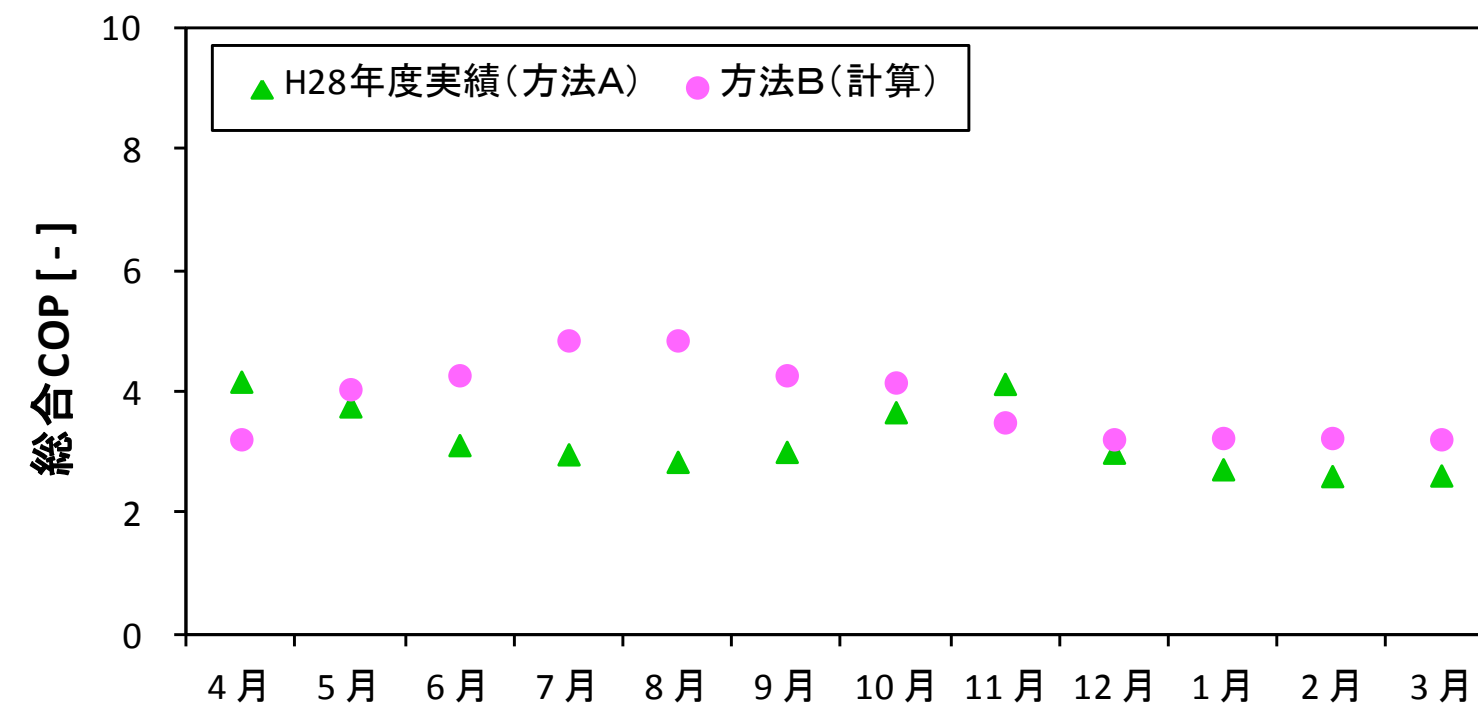
3-4. 実証データ

原油換算量の削減状況



※H24年度実績の最大月(8月)を100%として

月別のCOPの変化



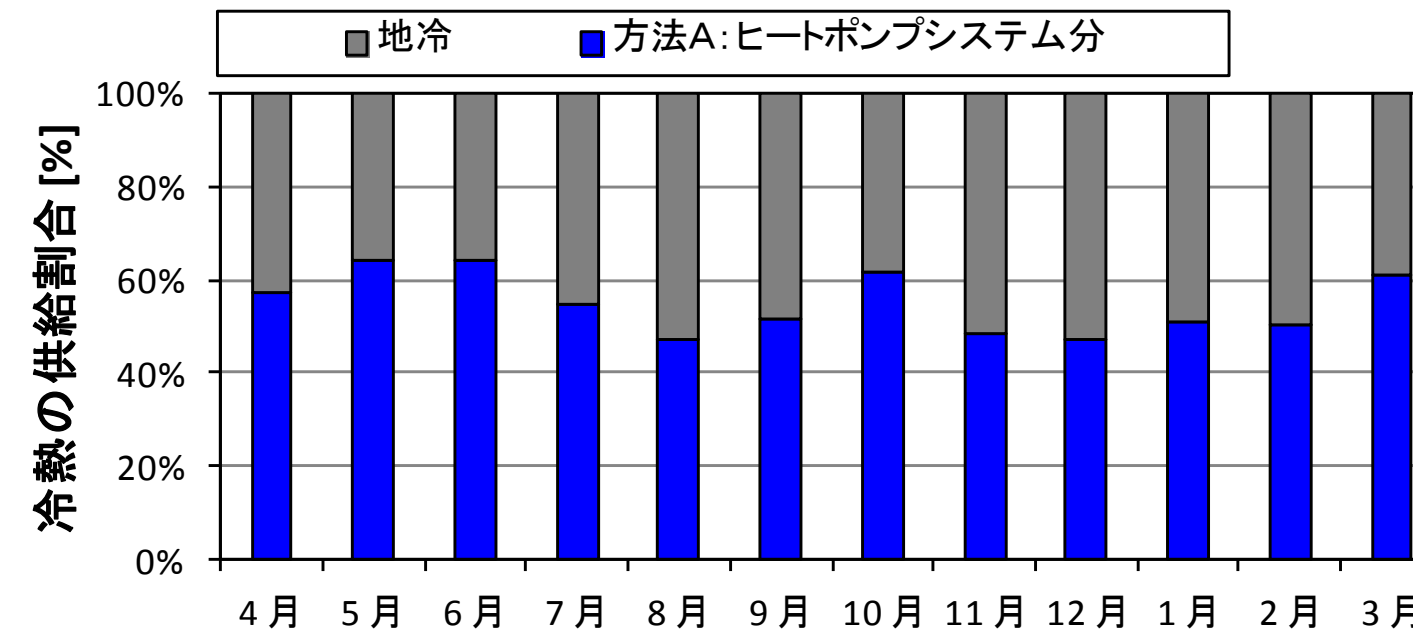
複数熱源利用のヒートポンプシステムによる熱供給・消費電力量の割合

● コストに関するデータ

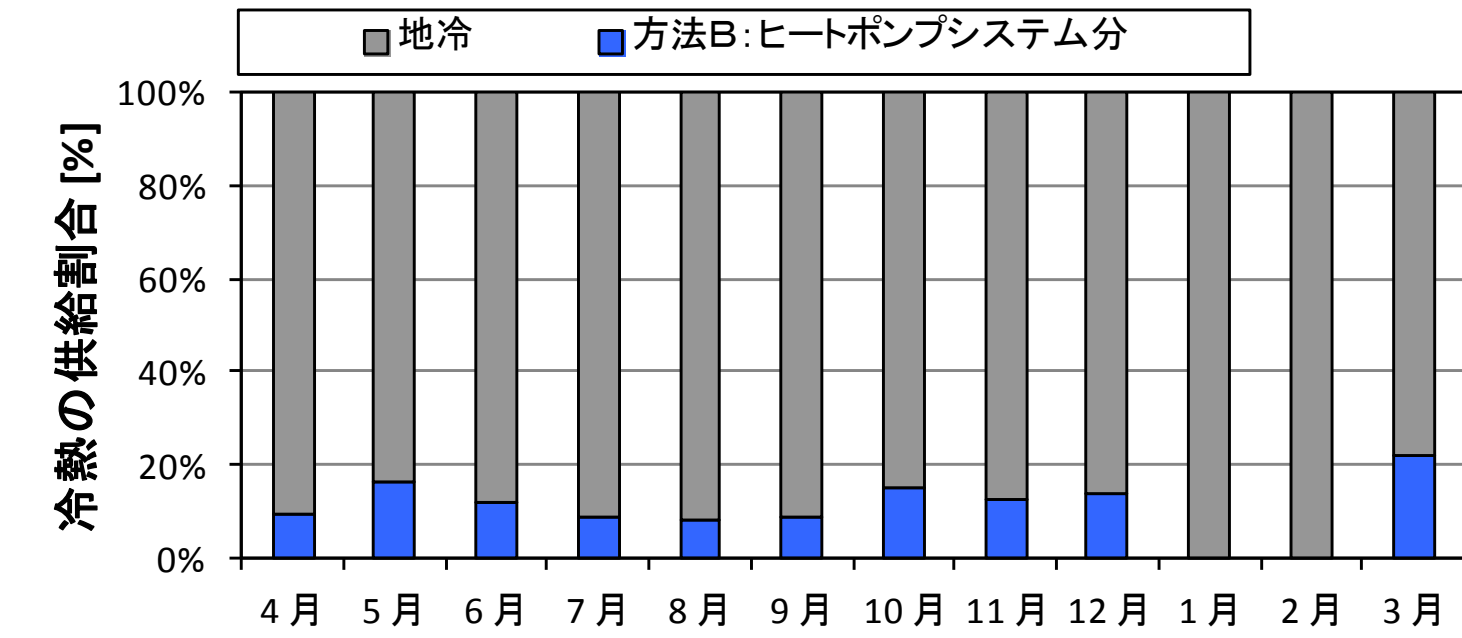
方法A(実証): 再エネ熱の利用量も重視

方法B(計算): 機器の利用効率のみを重視

冷熱



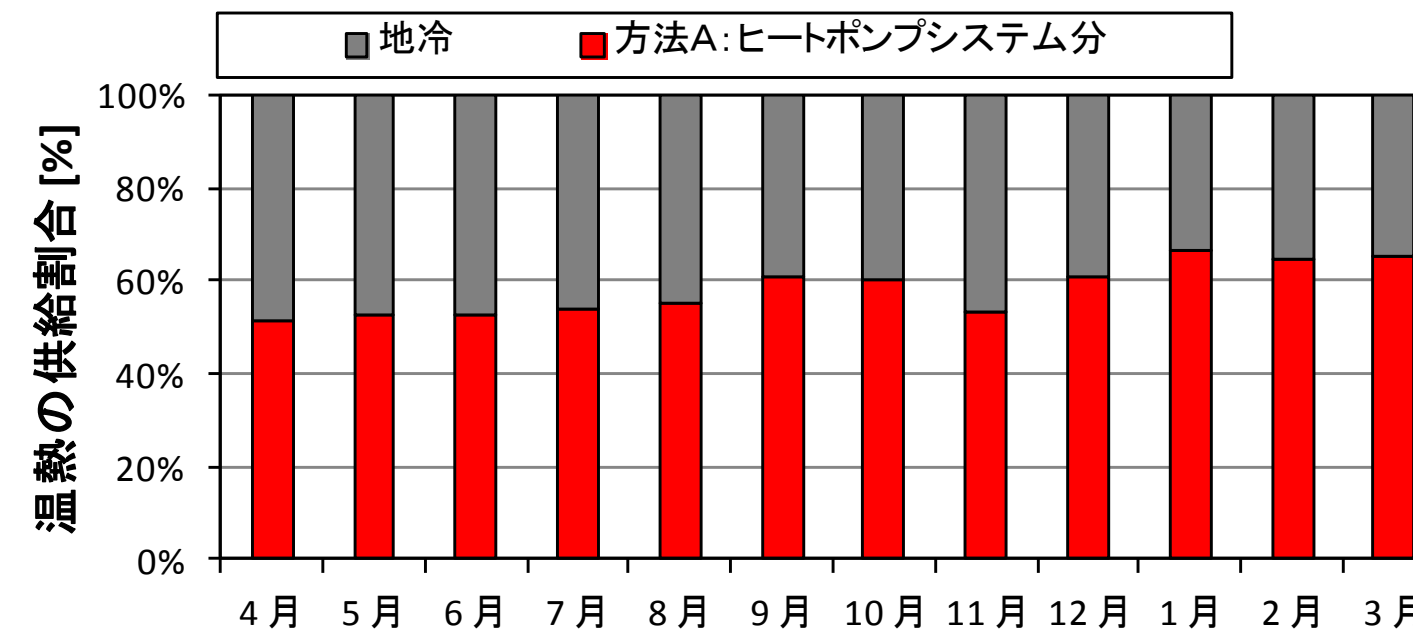
冷熱の供給能力は方法Aの方が方法Bよりも4~5倍程度高い。



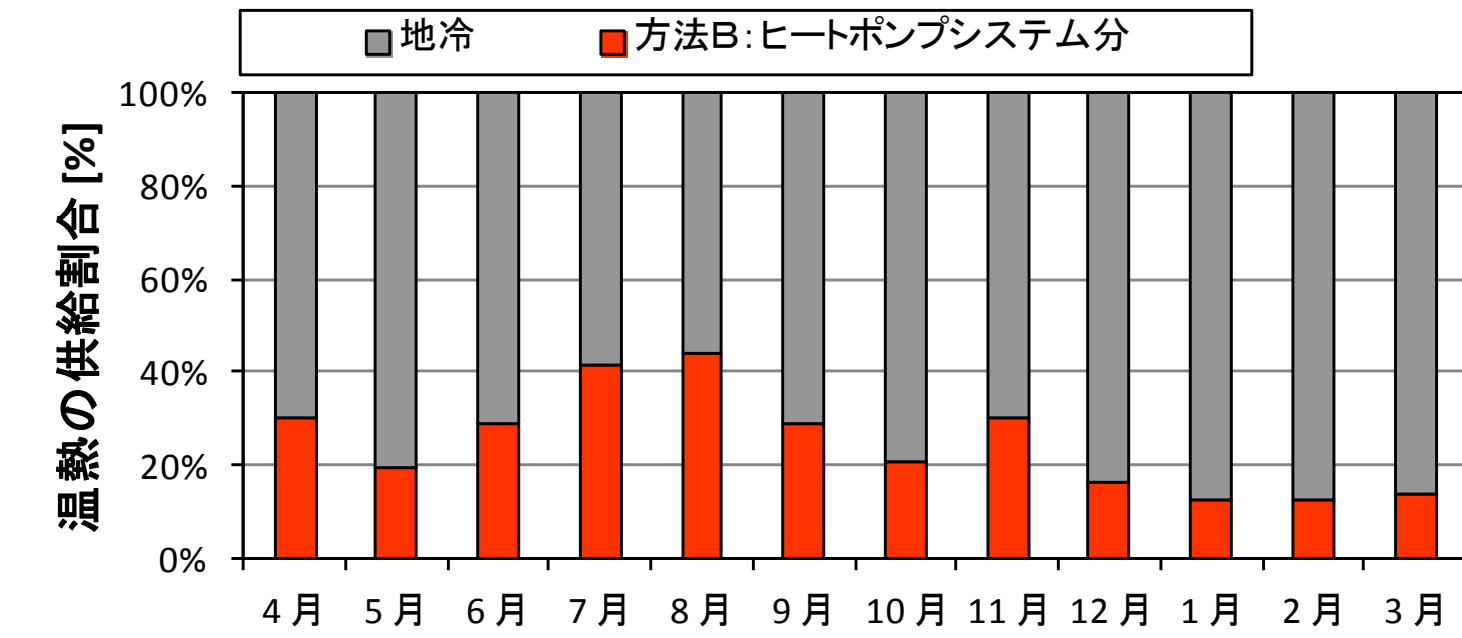
● 進捗度合い

実証項目1 (熱需要の変化に応じた熱源の複合利用による省エネルギー化)	実証目標 (実証完了時)	H28目標	評価 達成状況	成果	課題 課題への対応
見直し後のベースラインから原油換算削減量の上積み	上積 4.6%	+4.6%	上積+5.4% ※4~3月	原油換算削減量の上積。 目標に対し117%の達成率	少しでも上積量を増やす工夫。
見直し後のベースラインから上積による費用対効果	上積分単価 1,062円/GJ 新ベースライン単価 866円/GJ	上積分単価 1,062円/GJ 新ベースライン単価 866円/GJ	上積分単価 1,304円/GJ ※4~3月	上積分単価は目標を上回った。	上積分単価が上昇した。ベースライン単価も上昇した。

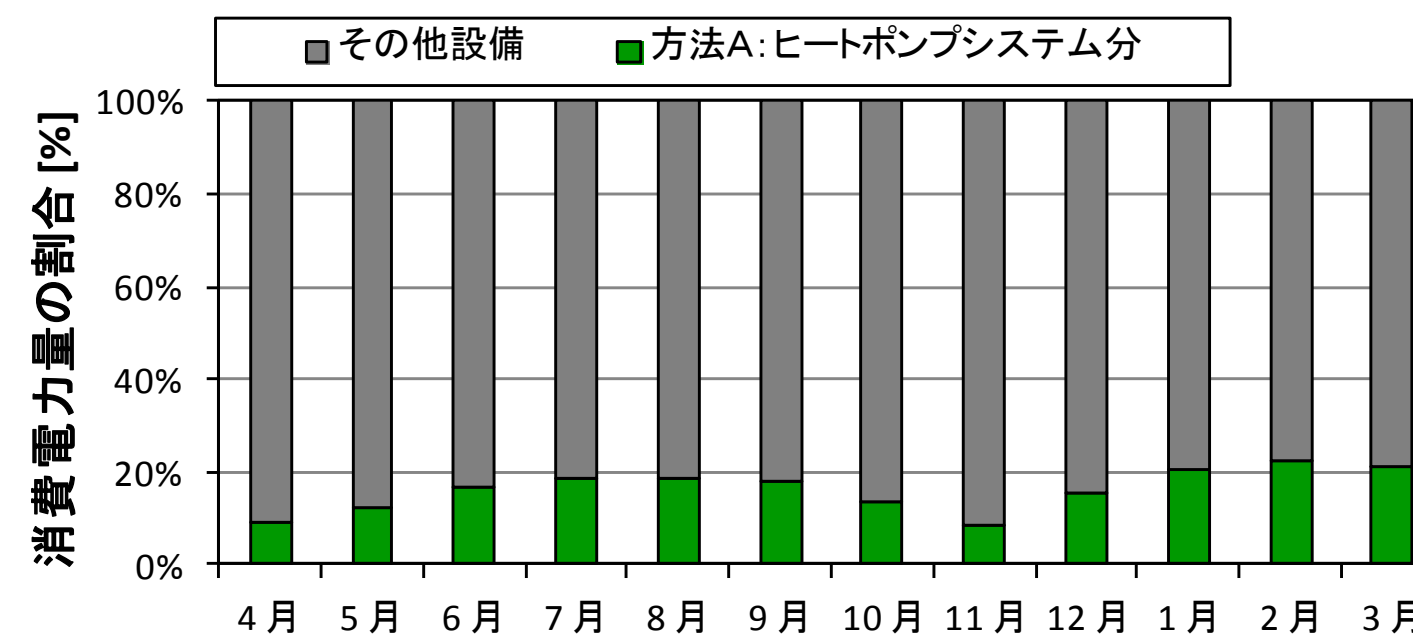
温熱



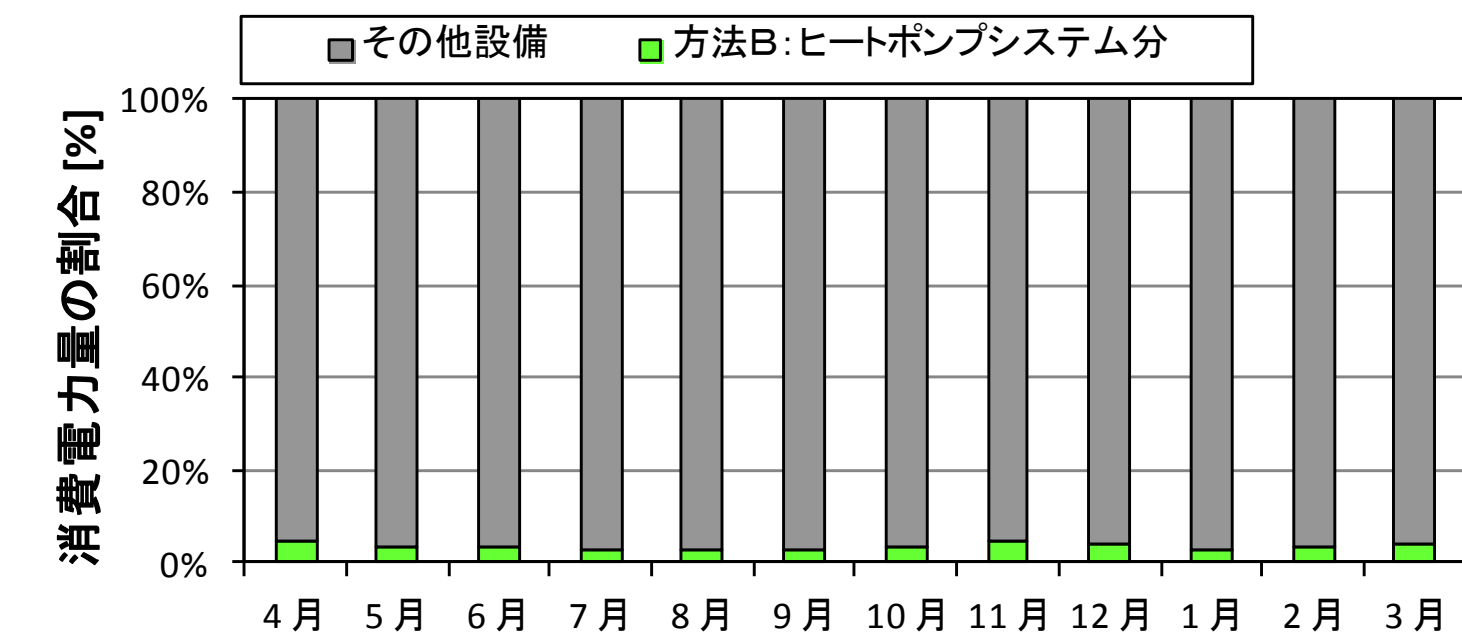
温熱の供給能力は方法Aの方が方法Bよりも約2~4倍高い。



消費電力量



冷熱・温熱の供給能力が高いため方法Aの方が方法Bよりも4~5倍程度消費電力が大きい。



実証項目2 (貯湯槽との組合せによる再生可能エネルギー熱源の有効活用)	実証目標 (実証完了時)	H28目標	評価 達成状況	成果	課題 課題への対応
間欠性熱源による蓄熱給湯で蓄熱槽を有効活用する。	11% 間欠性熱源による蓄熱に利用した熱量と全給湯熱量との比率により設定	11%	2.6% ※4~3月	△76% 目標に対して23%の達成率	熱源の温度特性上夏季・中間期は間欠性熱源の利用が減少する時期にあたる。

3-5. 分析・評価結果(仮説検証)

平成26年度データ分析(6~3月)

実証要素	実証内容	目標値	実績値	分析結果(成果・課題)
1	熱需要の変化に応じた熱源の複合利用による省エネルギー化	原油換算上積最終目標4.6% H26年度2.8%	2.1%	目標の75% 浄化放流槽、湧水槽をほとんど利用出来ていない。
2	ベースラインから上積分による費用対効果の検証	上積分生産熱量単価 1,062円/GJ	1,035円/GJ	目標より低価格になった。
3	貯湯槽との組合せによる再生可能エネルギー熱源の有効活用	間欠性熱源由来の蓄熱給湯割合11.0%	3.3%	目標の30%

平成27年度データ分析(4~3月)

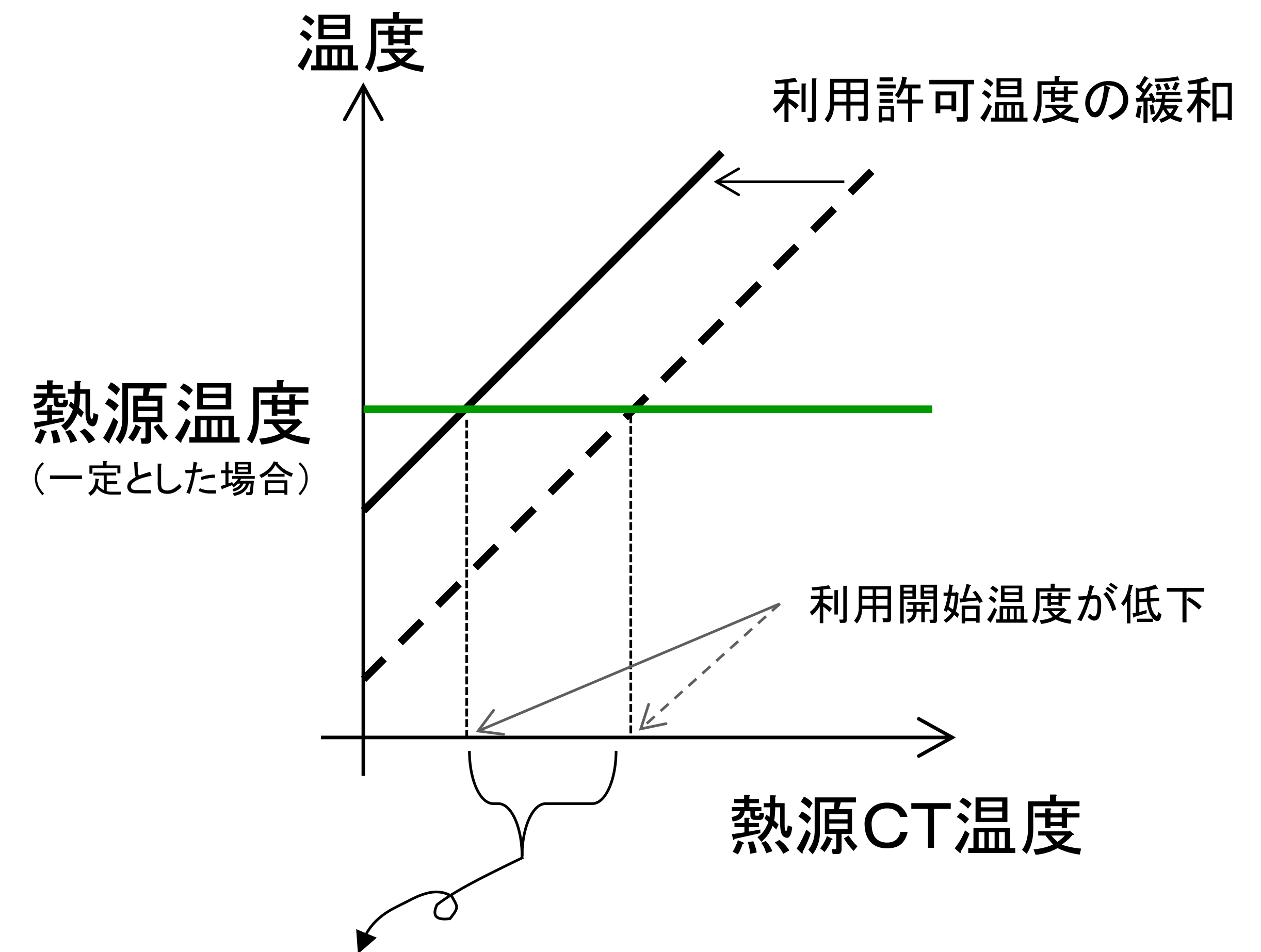
実証要素	実証内容	目標値	実績値	分析結果(成果・課題)
1	熱需要の変化に応じた熱源の複合利用による省エネルギー化	原油換算上積4.6%	0.7%	井水揚水量低下による熱源不足。
2	ベースラインから上積分による費用対効果の検証	上積分生産熱量単価 1,062円/GJ	1,108円/GJ	目標とほぼ同額となった。
3	貯湯槽との組合せによる再生可能エネルギー熱源の有効活用	間欠性熱源由来の蓄熱給湯割合11.0%	3.7%	中間季、夏季は間欠性熱源の利用が減少する時期にあたる。12~3月の冬季のみでは、目標に近い数値となった。

平成28年度データ分析(4~3月)

実証要素	実証内容	目標値	実績値	分析結果(成果・課題)
1	熱需要の変化に応じた熱源の複合利用による省エネルギー化	原油換算上積4.6%	5.4%	少しでも上積量を増やす工夫。
2	ベースラインから上積分による費用対効果の検証	上積分生産熱量単価 1,062円/GJ	1,304円/GJ	上積分単価が上昇した。 ベースライン単価も上昇した。
3	貯湯槽との組合せによる再生可能エネルギー熱源の有効活用	間欠性熱源由来の蓄熱給湯割合11.0%	2.6%	中間季、夏季は間欠性熱源の利用が減少する時期にあたる。4, 11~3月のみでは、4.0%であった。

<温度設定の見直し>

実証試験開始後の運転データに基づき、熱源の利用許可温度を緩和した。利用許可温度の緩和により、熱源利用量の増加を確認した。



温度条件を緩和した分だけ、熱源CT温度が低温でも排熱先として利用出来るようになった。

熱源への排熱時の設定見直し例

3-6. 考察

①平成26年度(6～3月) 目標と実績乖離の要因

熱源不足によるHP稼働率の低下

- 温度予測の誤りによる熱源量不足
地下水温17℃の予測が井戸掘削後の実測値は21℃であった。
- 水質予測の誤算
地下水の水質が想定以上に悪く、熱交換器閉塞による影響で熱交換量が減少した。

②平成27年度(4～3月) 目標と実績乖離の要因

熱源不足によるHP稼働率の低下

- 地下水の水量不足
水質問題解決と同時に発覚した水量不足の解決が10月まで延びてしまった。
- 湧水熱交換器の閉塞
熱源利用温度設定の変更により、熱源利用量が増加し、水質の影響で熱交換器に詰りが発生、熱交換器の閉塞に困窮する。
- 熱源水の温度変化を予測していなかった
浄化槽放流水、地下ピット湧水の温度が夏に向かい外気温上昇に伴い、いずれも当初予測よりはるかに高い40℃前後となる。

③平成28年度(4～3月) 目標と実績乖離の要因

- 熱交換器の閉塞
閉塞に伴う対策は一応講じたが、根本的な対策が出来なかった事で十分なHP稼働率を確保出来なかった。
- 気象条件、来客者数などの外部条件
精査は出来てはいないが、1～3月の温熱需要が目標値を立てた際の熱需要を上回っており、外的要因も考えられる。

4.平成29年度に向けて

熱源水の安定化

- ① 地下水
 - 1号井戸の増掘完了、2号井戸の新規掘削により地下水量の最低限の確保が可能となる
当初予測17℃に対し実際の利用温度が高い。
1号井戸:22℃(増掘により、1℃上昇)
2号井戸:23℃(温泉源泉横で掘削)
↓
予測水温との差における最適運用の検討

②湧水利用の安定化

- 水質による熱交換器閉塞の改善
平成27年10月23日からろ過器により水質を改善。
ろ過器内の濾材を変更する事により熱交換器閉塞状態が改善。今後も熱交換器の運転状態監視

今後の普及展開

- ①水資源利用には水質問題の影響が大きい場合がある
今回の実証事業における熱源利用では熱交換器にプレート式を採用。水質の影響を解消しなければ成果が得られない為、水処理技術の必要性を体験するところとなった。
実証試験で得られた知見の発信時は、水処理に関しても全て情報提供し、役立ててほしいと考えている。
地下水を熱源水として利用する場合、水質分析結果を踏まえて各種成分に対応可能な熱交換器の選定を慎重に検討する必要がある。