

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



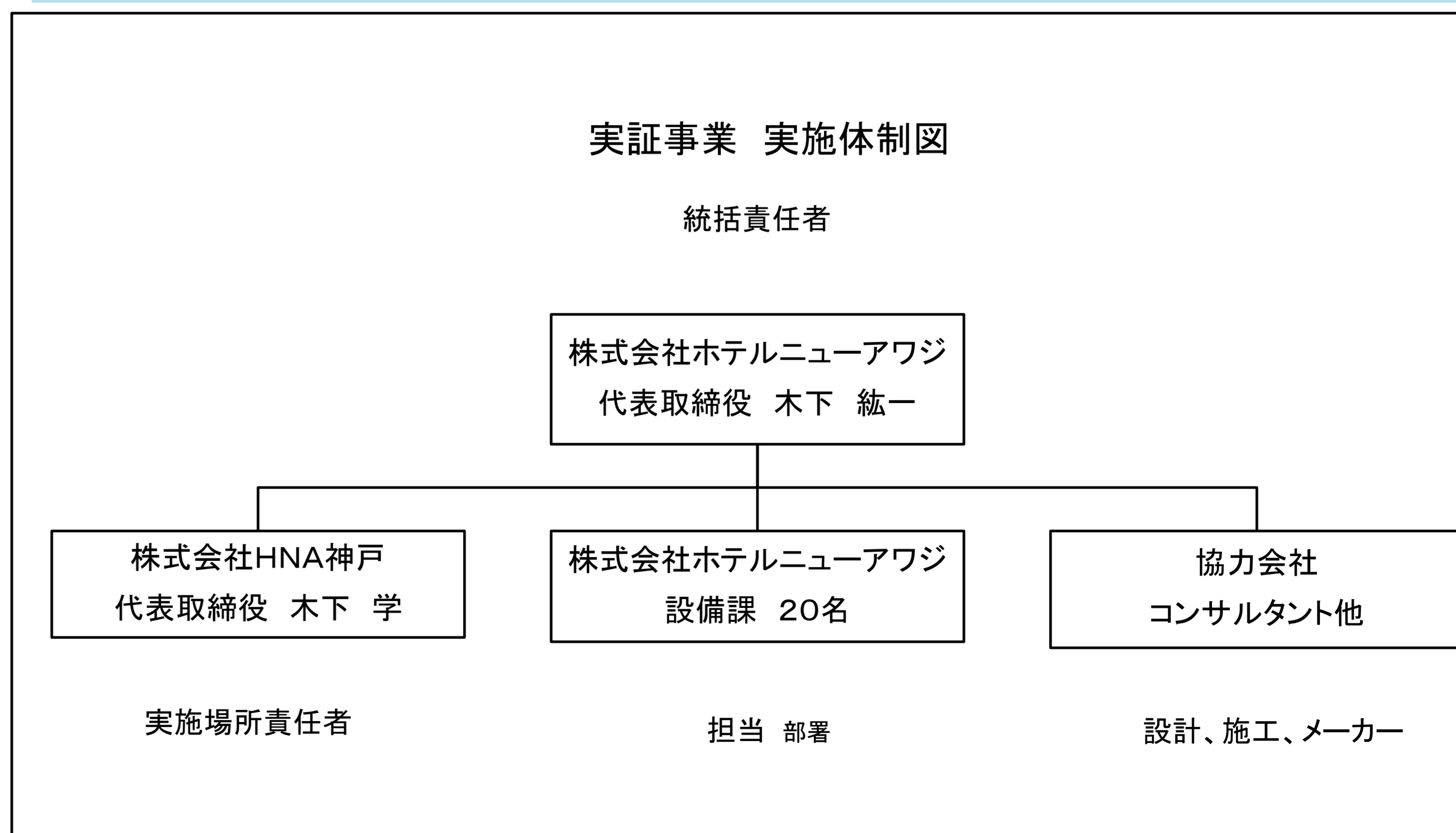
実施地域周辺地図

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



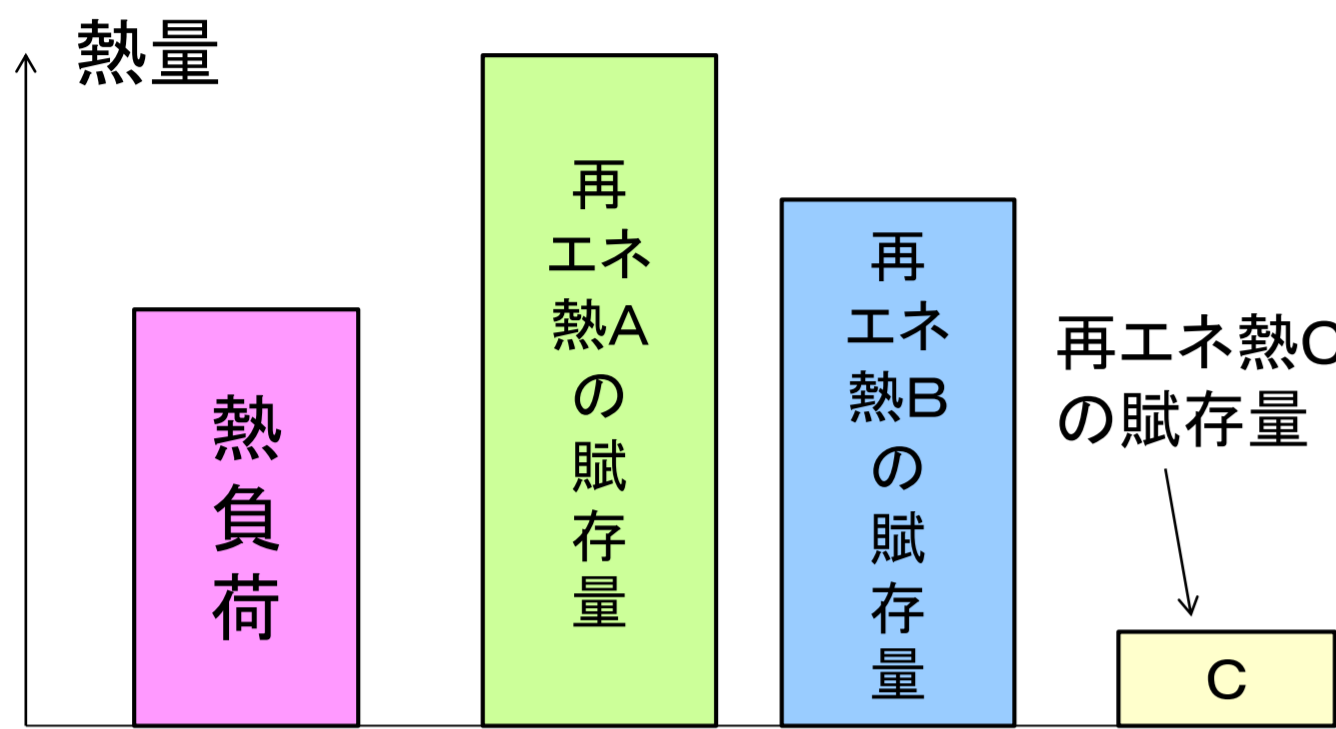
1-5. 事業の特徴

■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

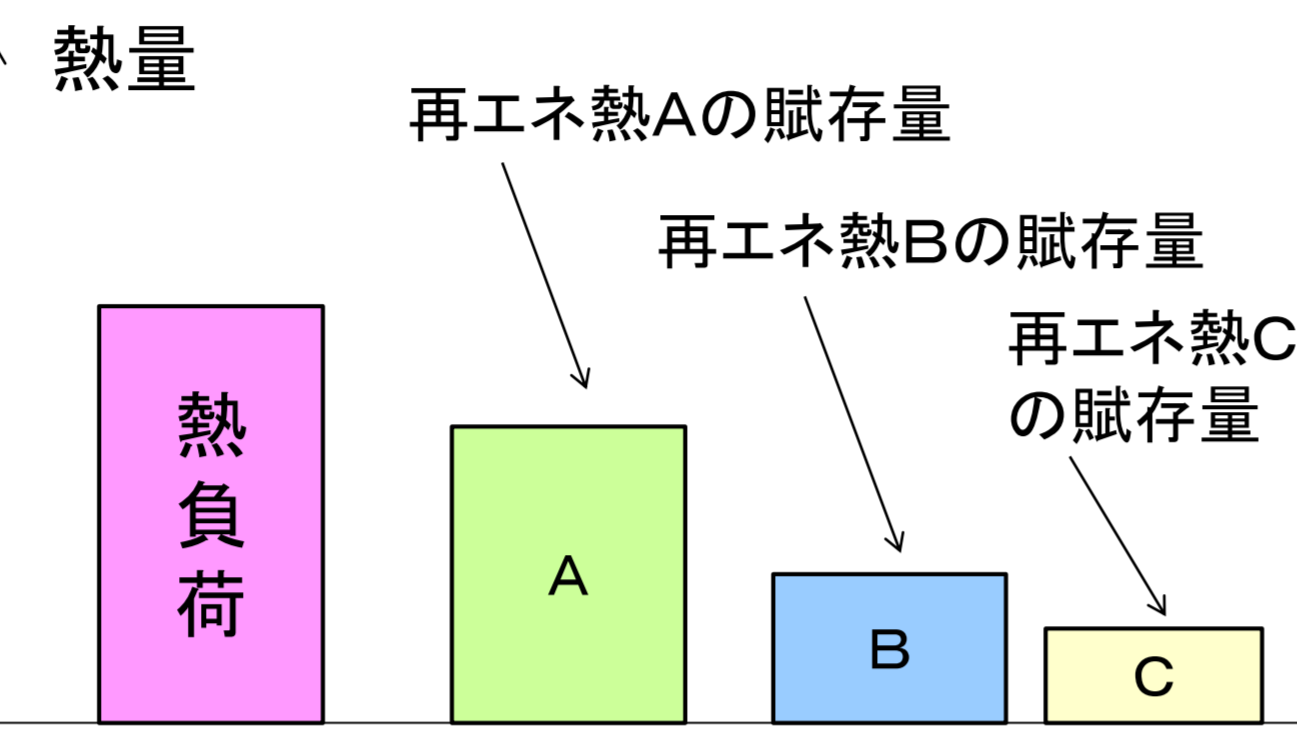
・重熱負荷時 再生可能エネルギー熱源を最大限利用
システム効率より熱源利用量増

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。

↑
これ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

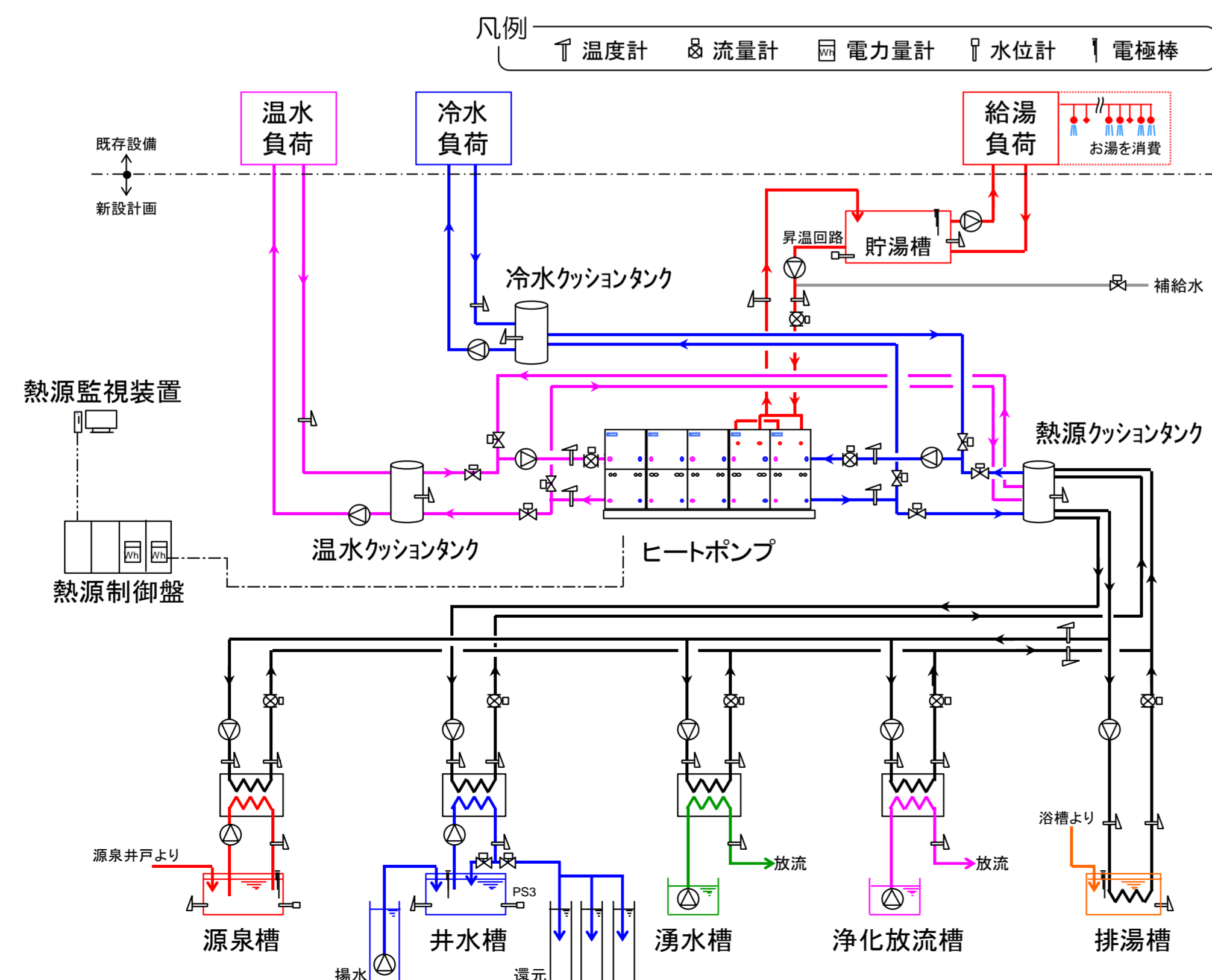
<主な使用機器>

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

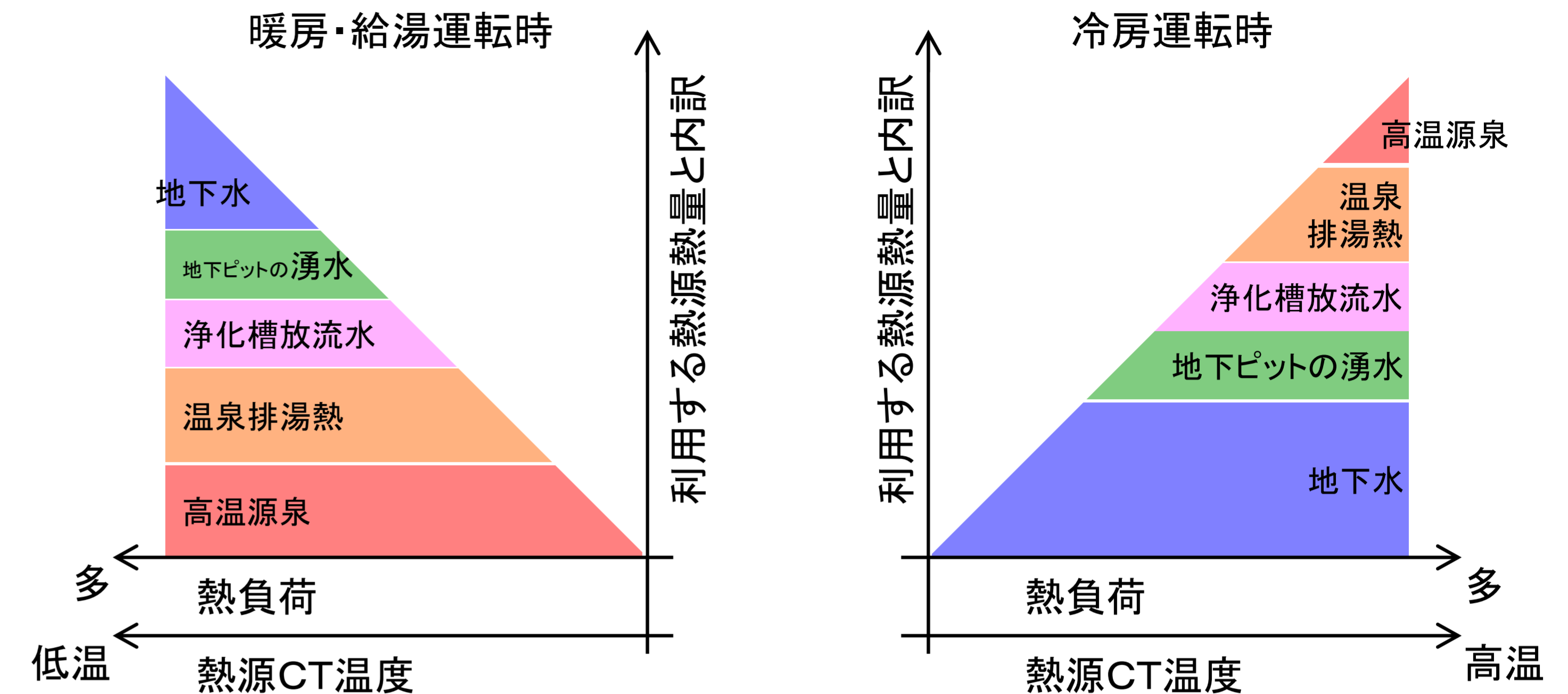
排湯槽：有効 20m³

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25～29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、平成29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29年度の事業

3-1. 平成29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

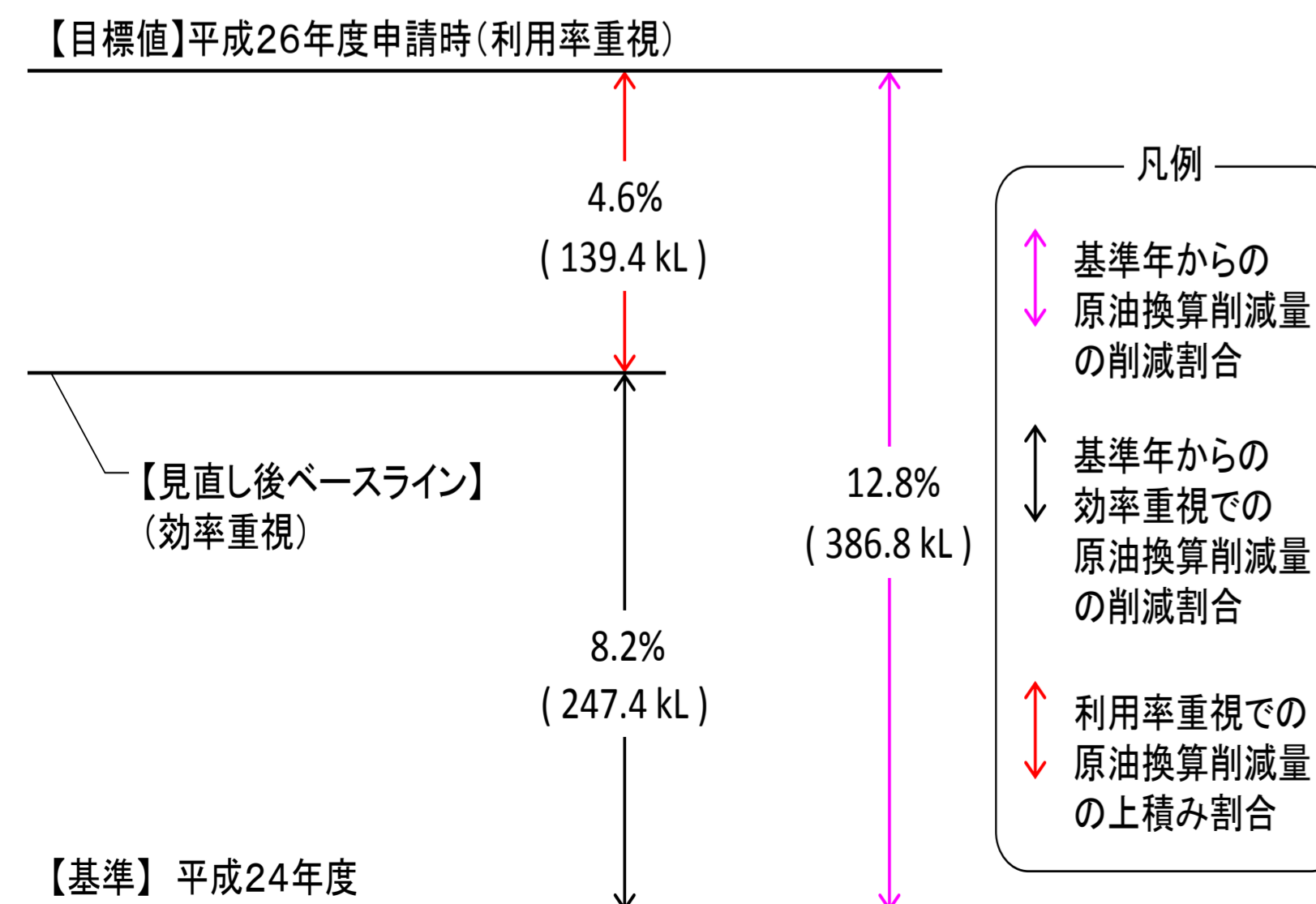
実証項目①取組み課題1: 原油換算削減量の上積み

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

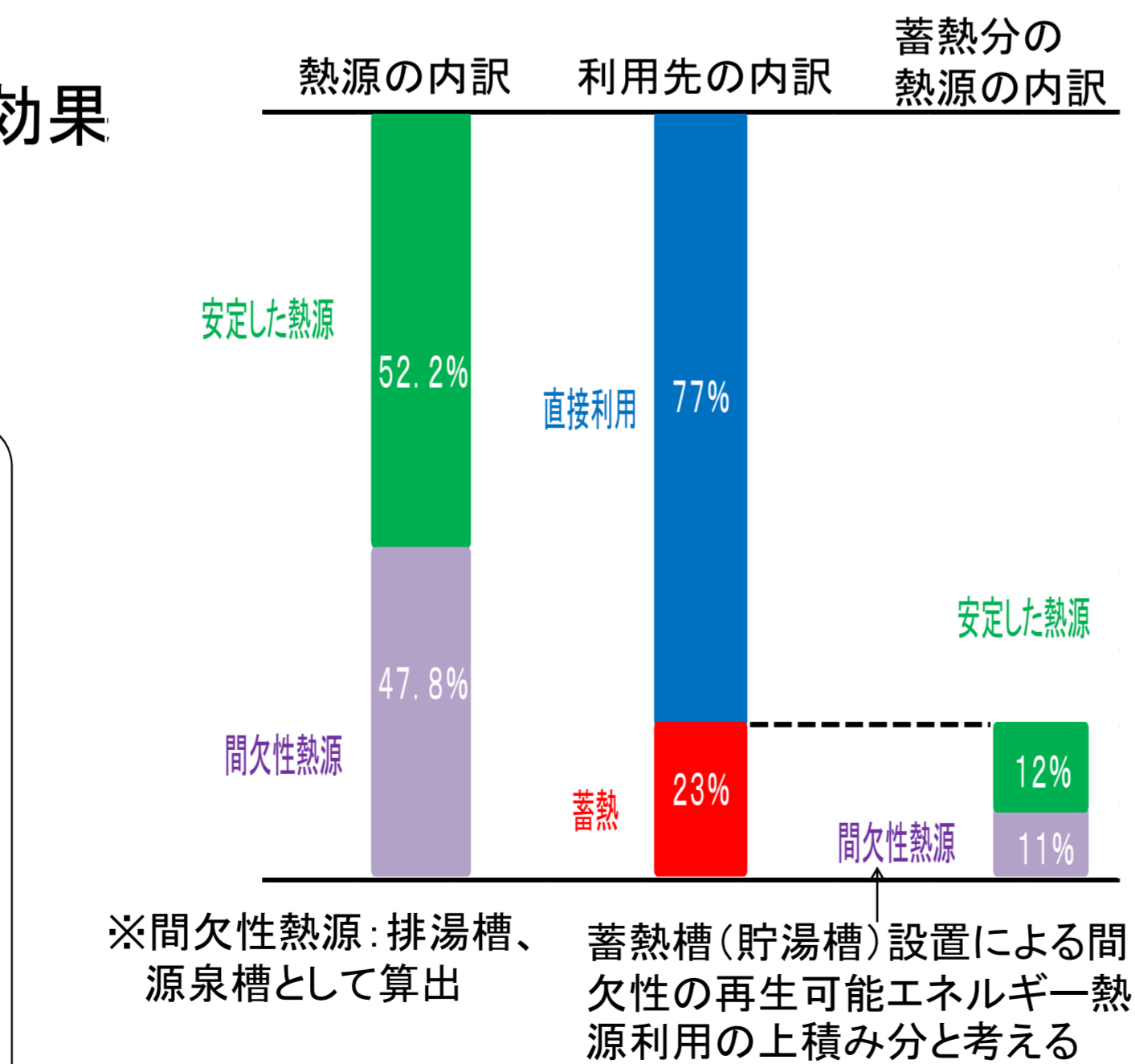
実証項目①取組み課題2: 上積みによる費用対効果

原油換算削減量の上積み割合について



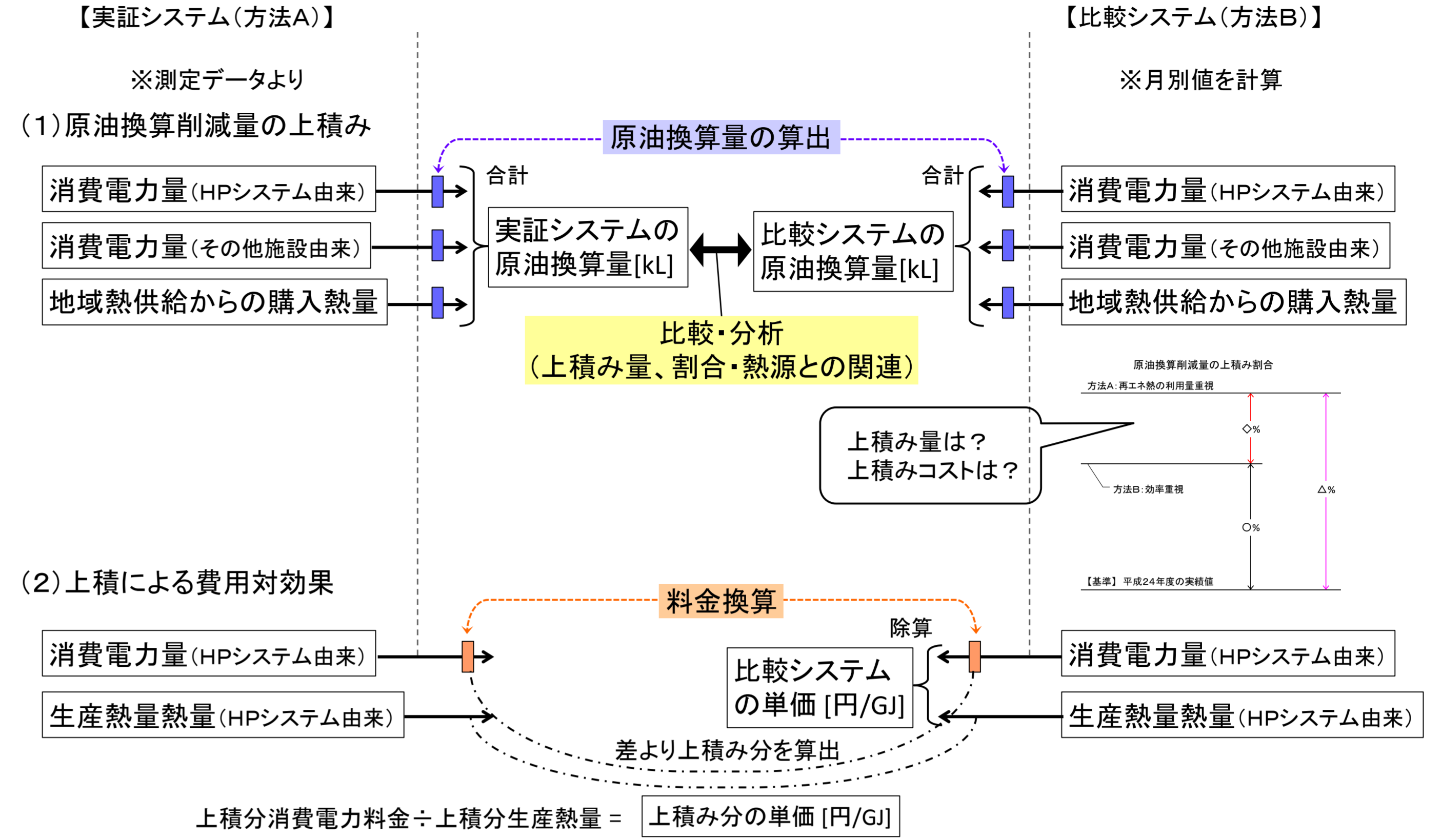
実証項目②蓄熱槽との組合せによる熱源の有効活用

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%

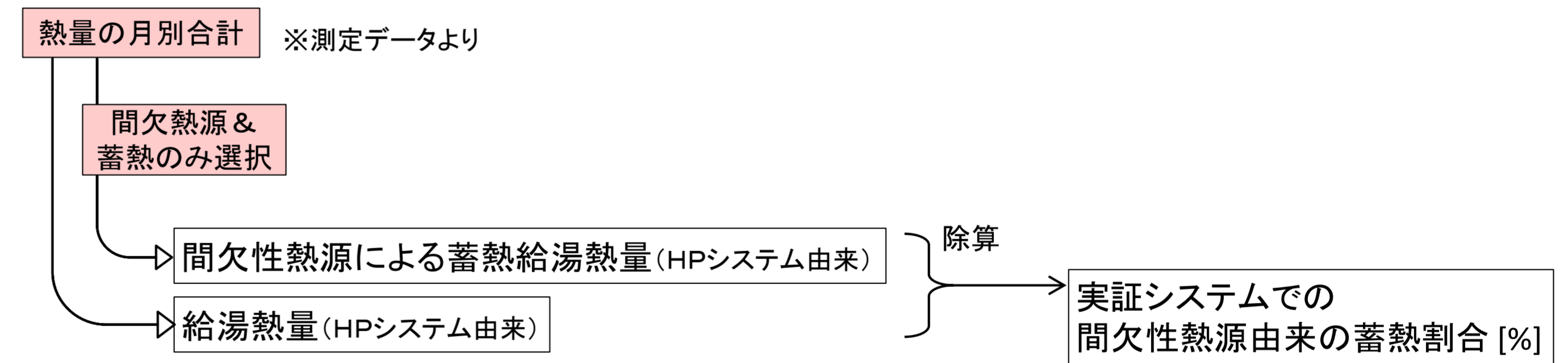
3-3. データの分析・評価手法



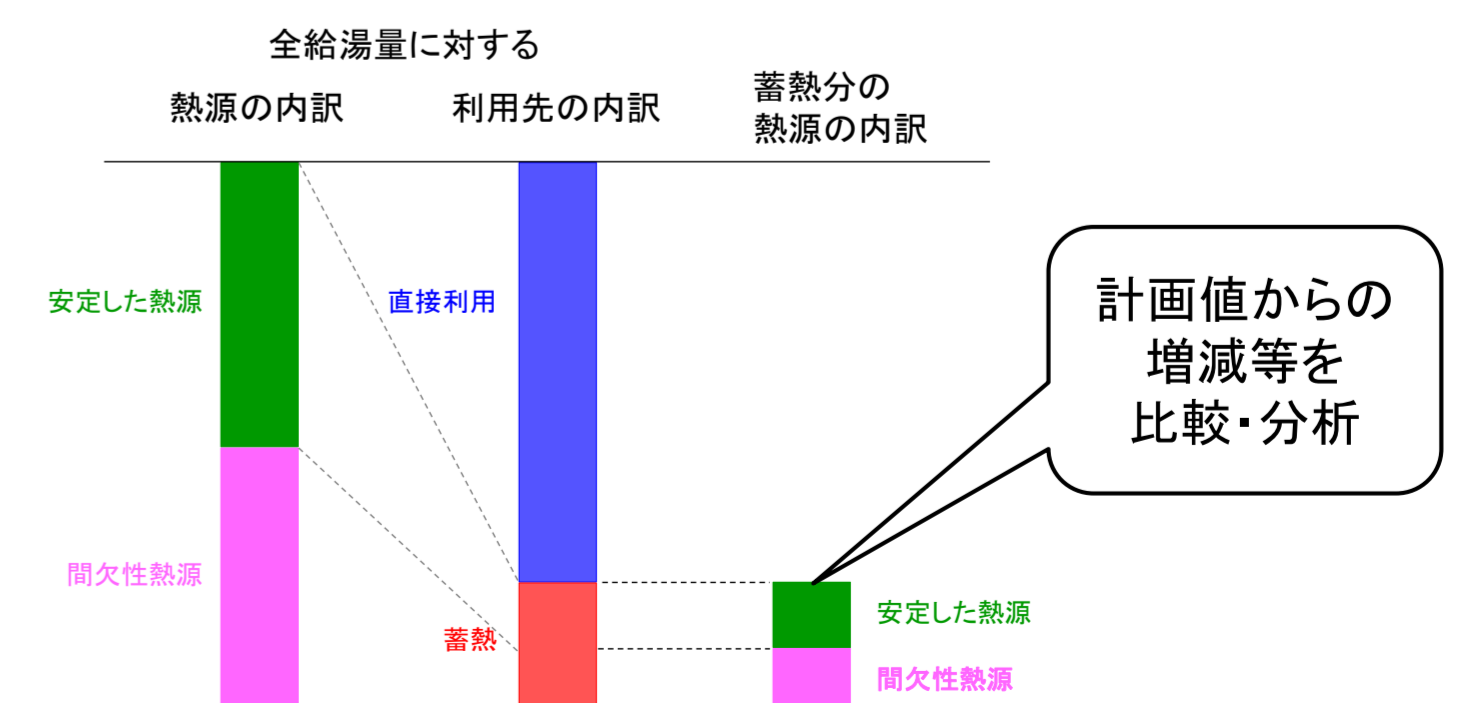
【注記】 実証システム: 再生可能エネルギー熱の利用量を重視するシステム
 比較システム: ヒートポンプシステムの効率を重視するシステム

比較・分析 (計画値からの増減・熱源との関連)

(3) 間欠性熱源による蓄熱槽の有効活用



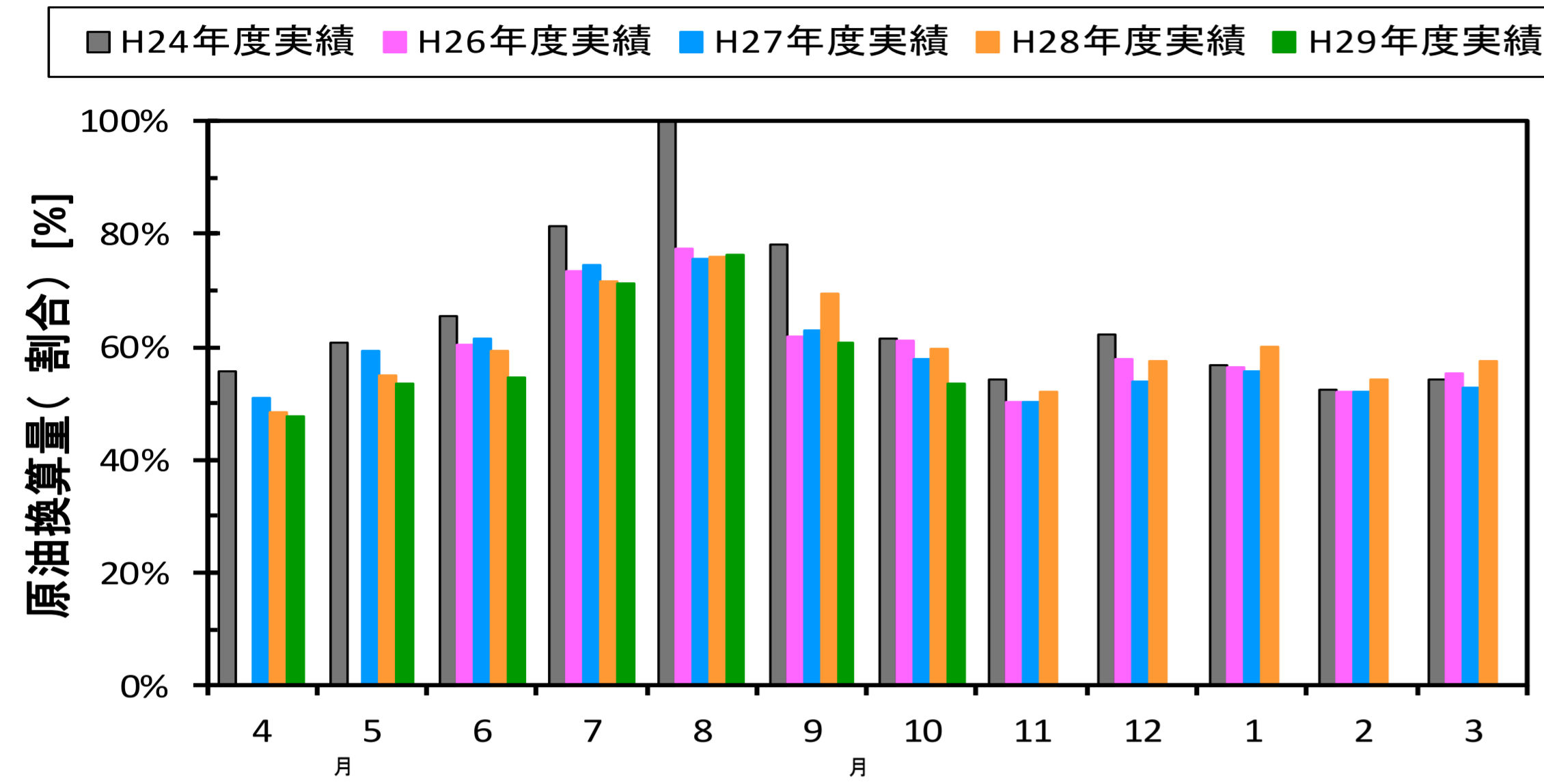
比較・分析 (計画値からの増減・間欠性熱源との関連)



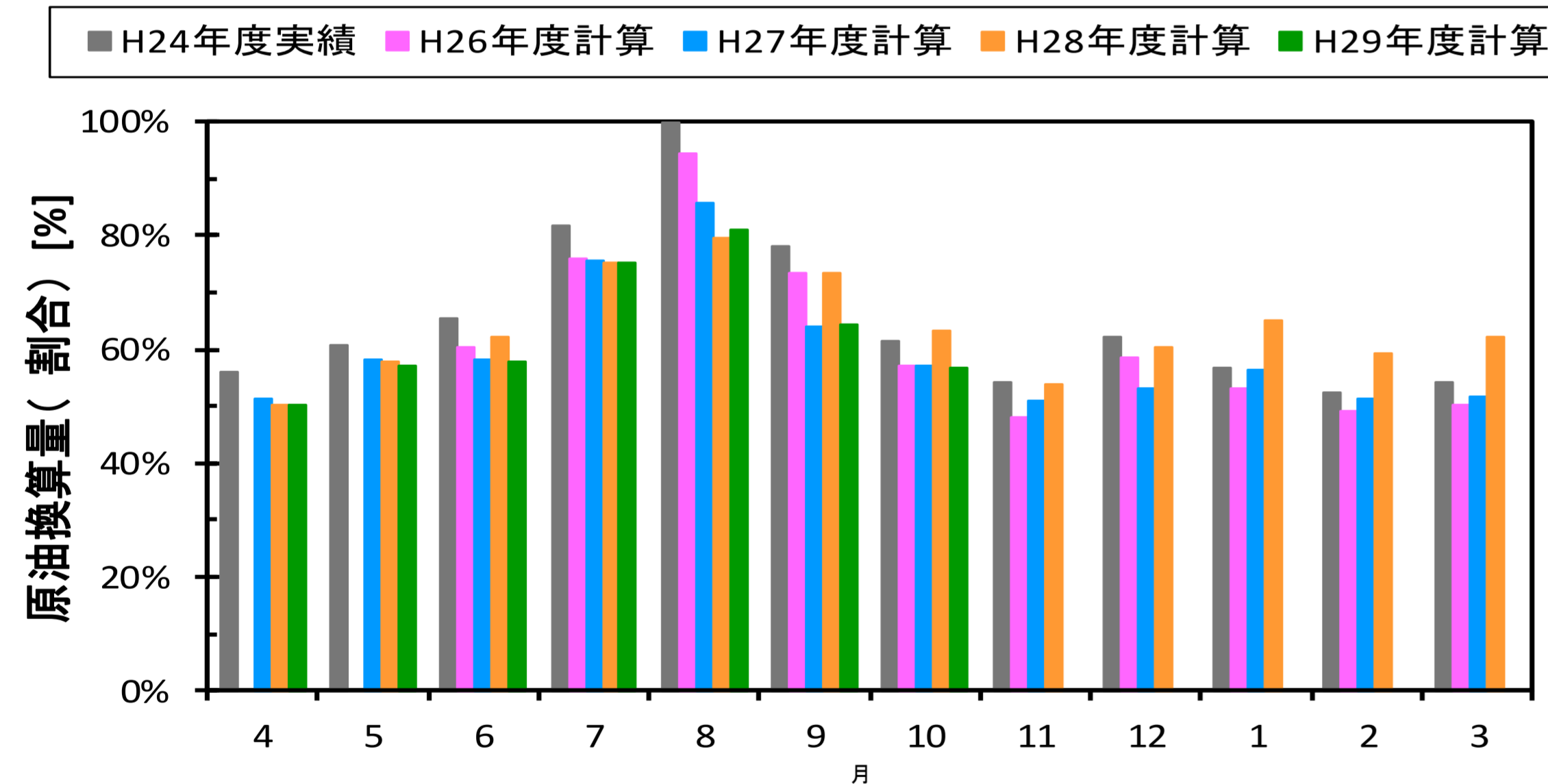
3-4. 実証データ

原油換算量

方法A(実測)



方法B(計算)



	H26年度 (6-3月)	H27年度 (4-3月)	H28年度 (4-3月)	H29年度 (4-10月)
方法A(実測)	9.0%	9.6%	7.9%	17.1%
方法B(計算)	6.9%	8.9%	2.5%	12.0%
上積み割合	2.1%	0.7%	5.4%	5.1%

⇒ 実証期間の後半は、目標とした原油換算量の上積み4.6%を概ね達成できた。

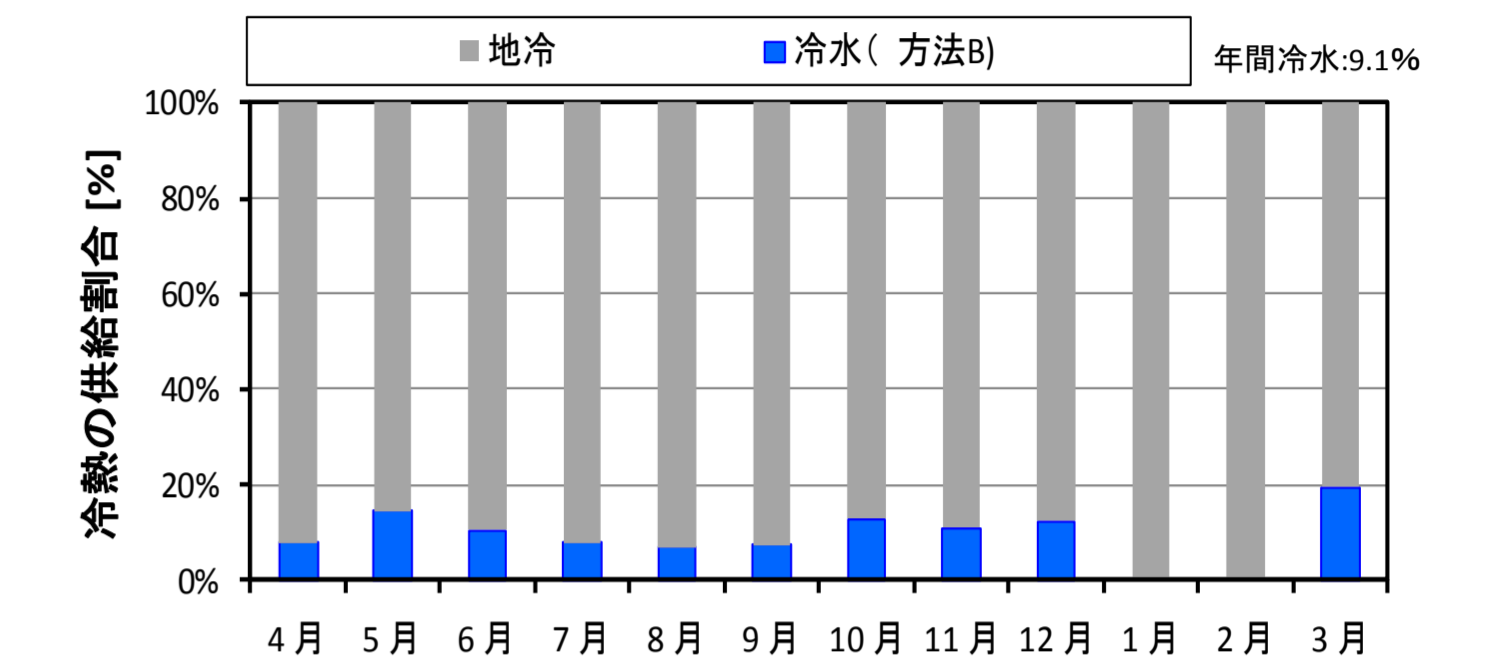
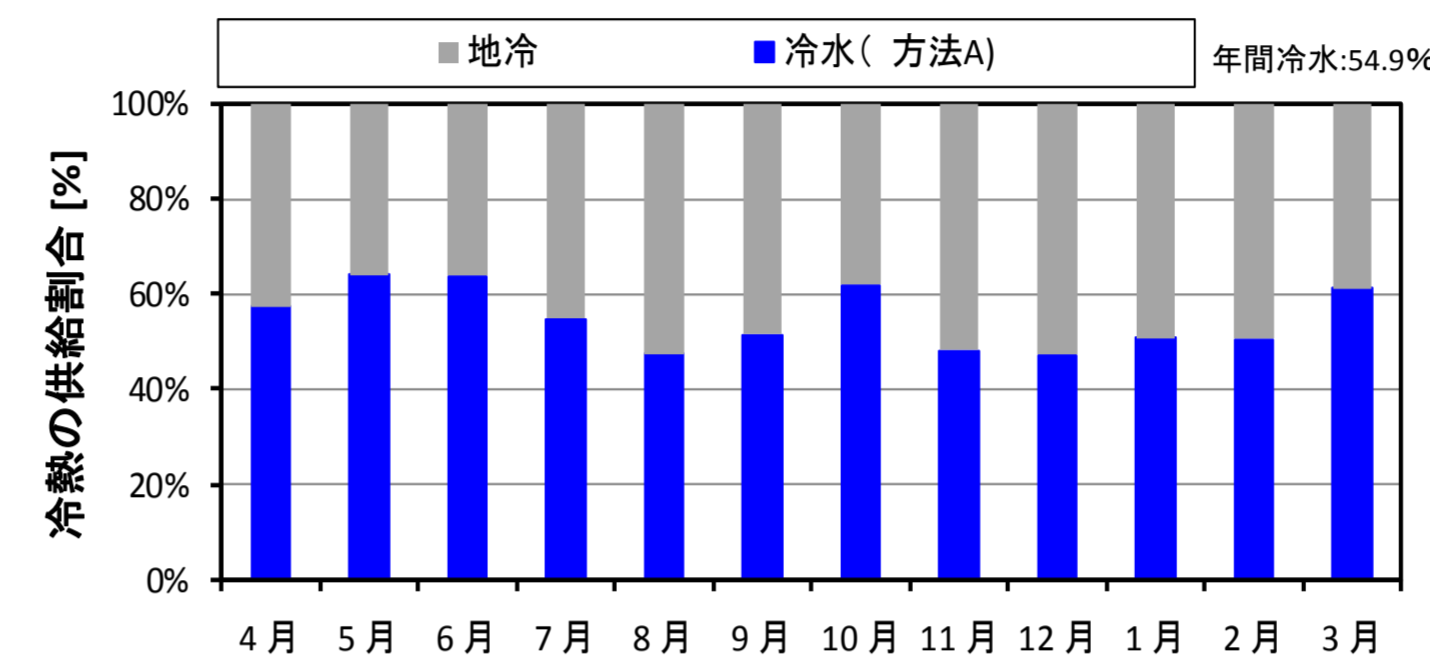
複数熱源利用のヒートポンプシステムによる熱供給・消費電力量の割合

● 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

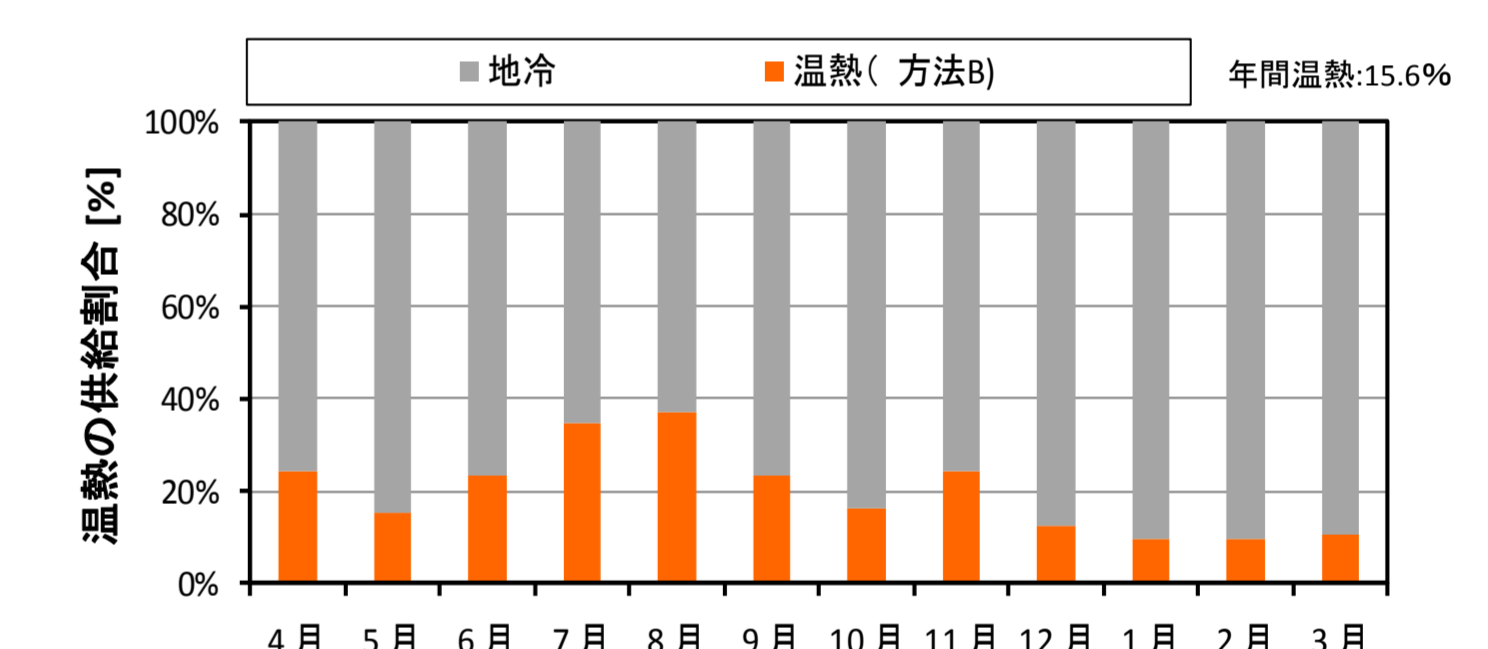
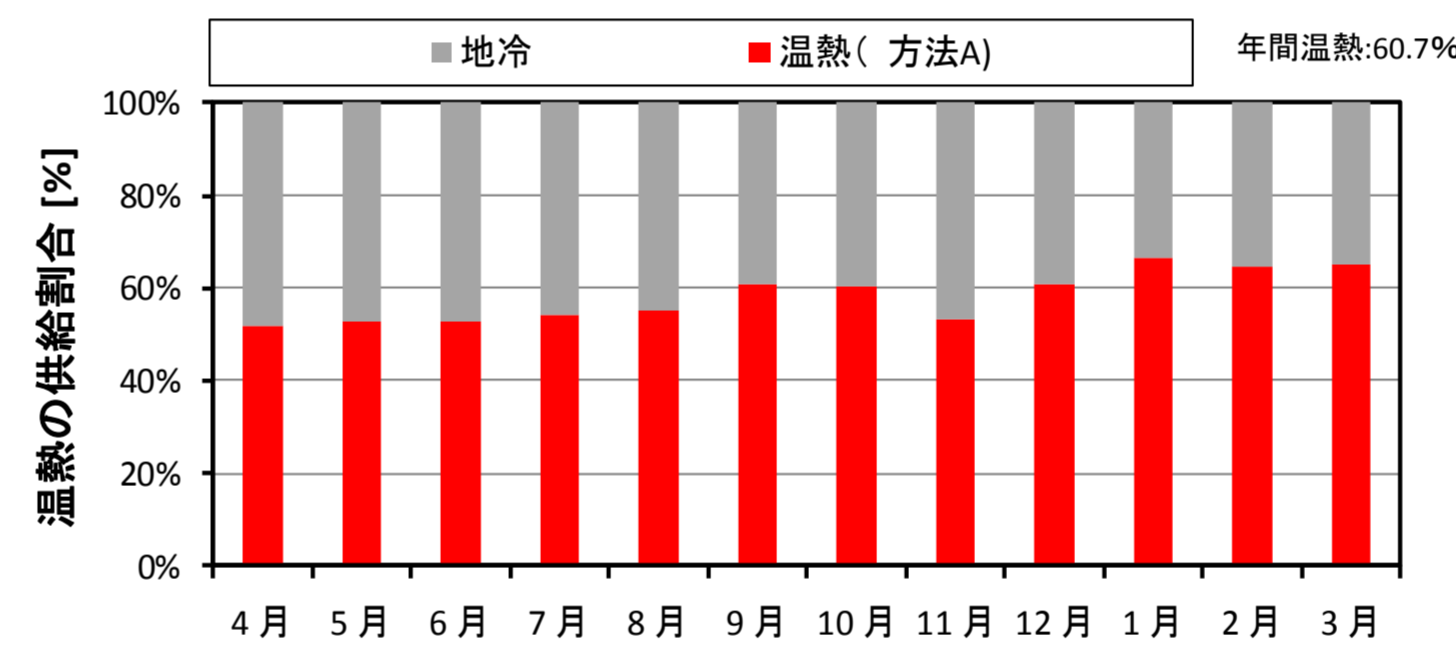
方法B(計算): 機器の利用効率のみを重視

冷熱



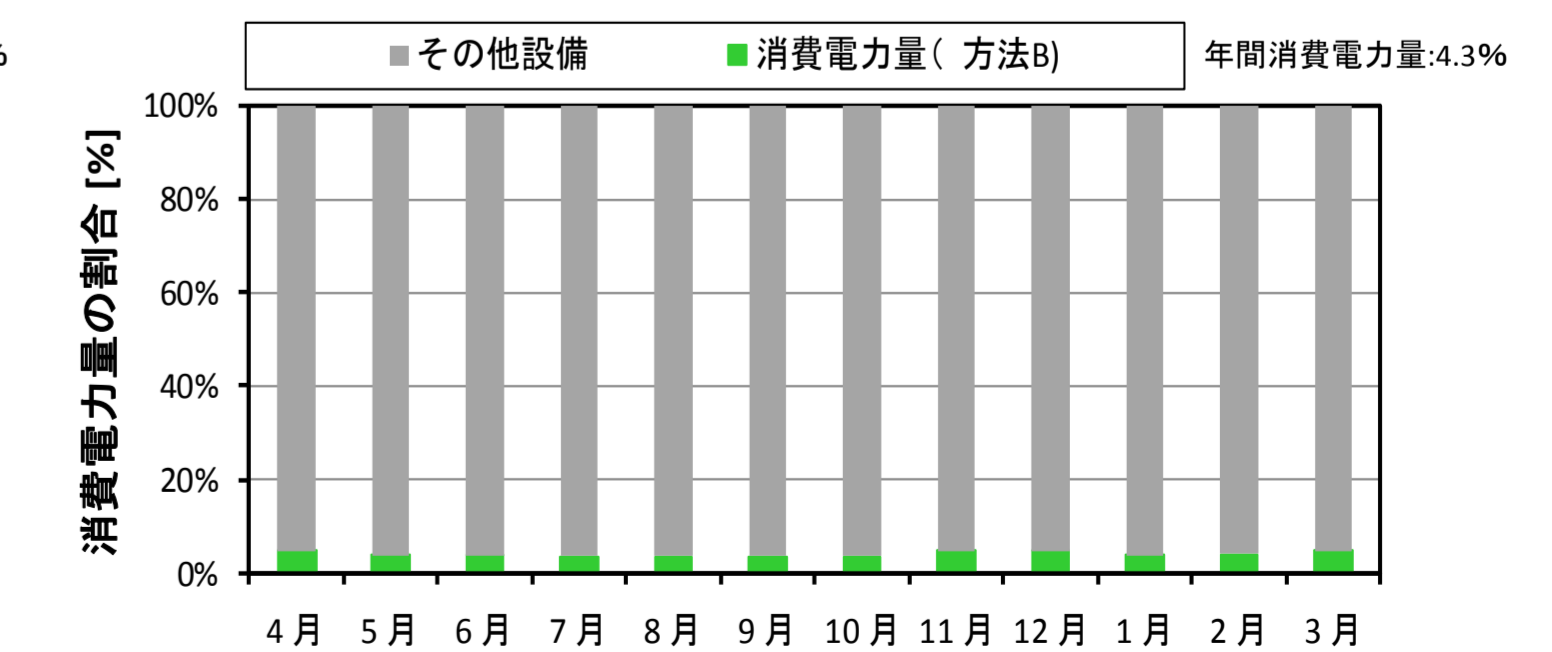
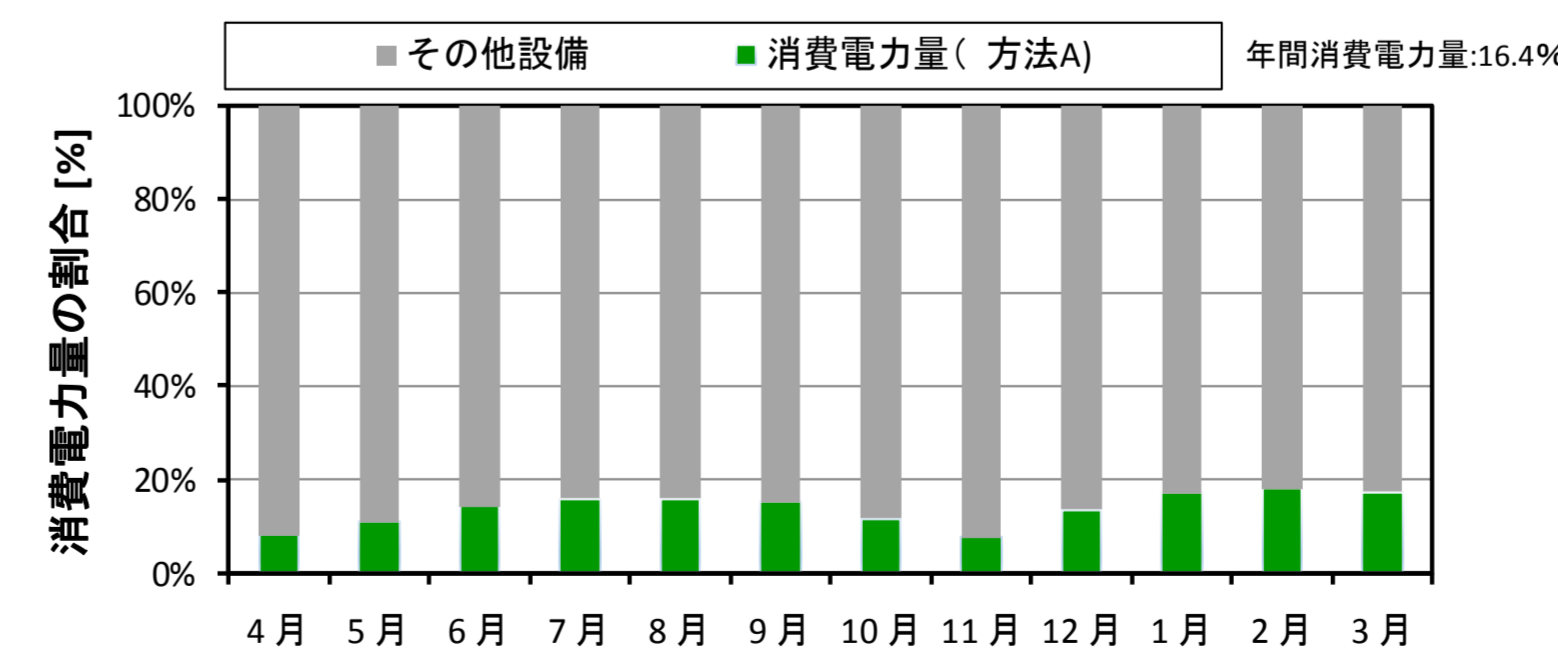
冷熱の供給能力は方法Aの方が方法Bよりも4~5倍程度高い。

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。

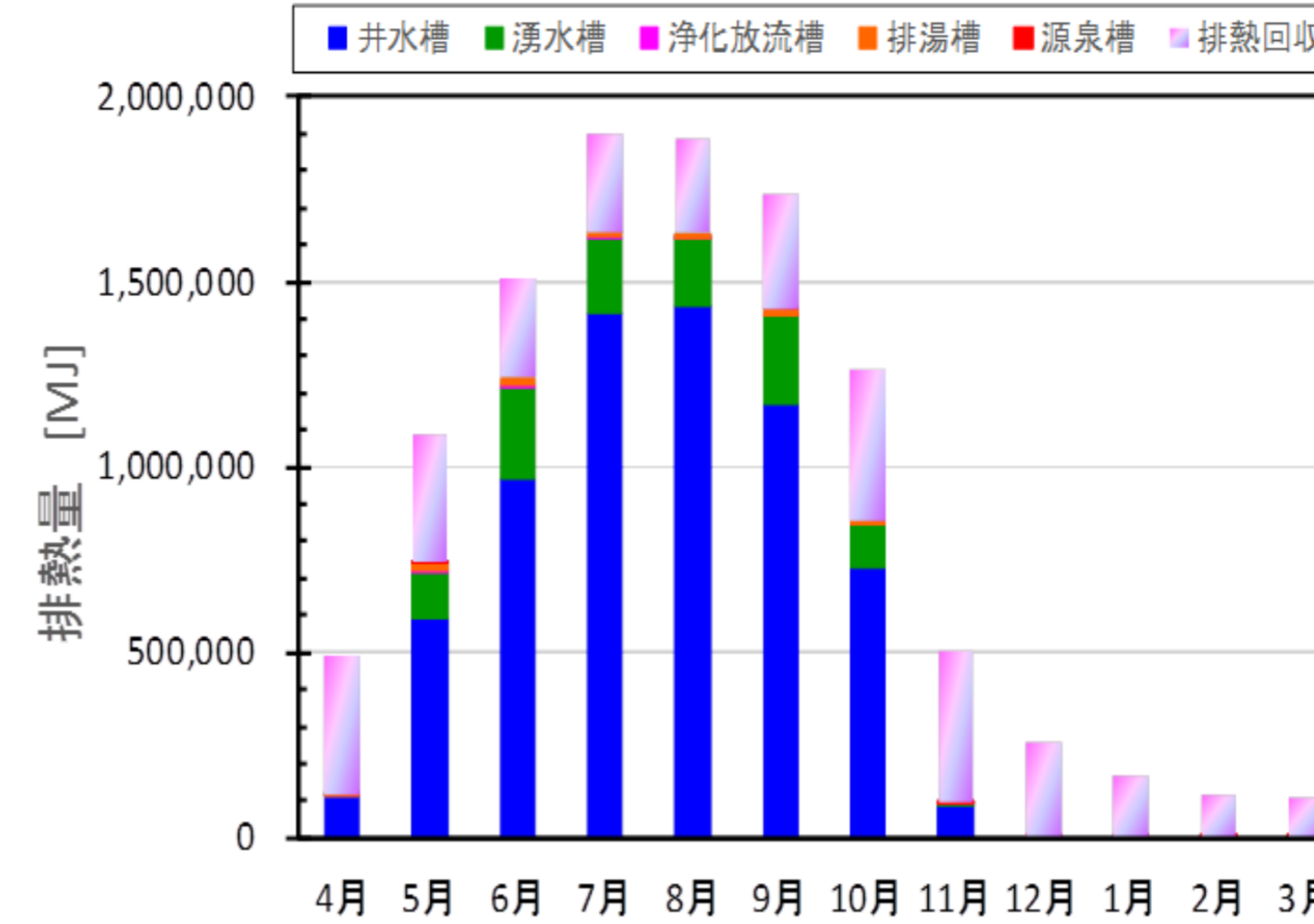
⇒ 実証事業の方法により、再生可能エネルギー由来の熱供給量を大幅に増やせた。

3-5. 分析・評価結果(仮説検証)

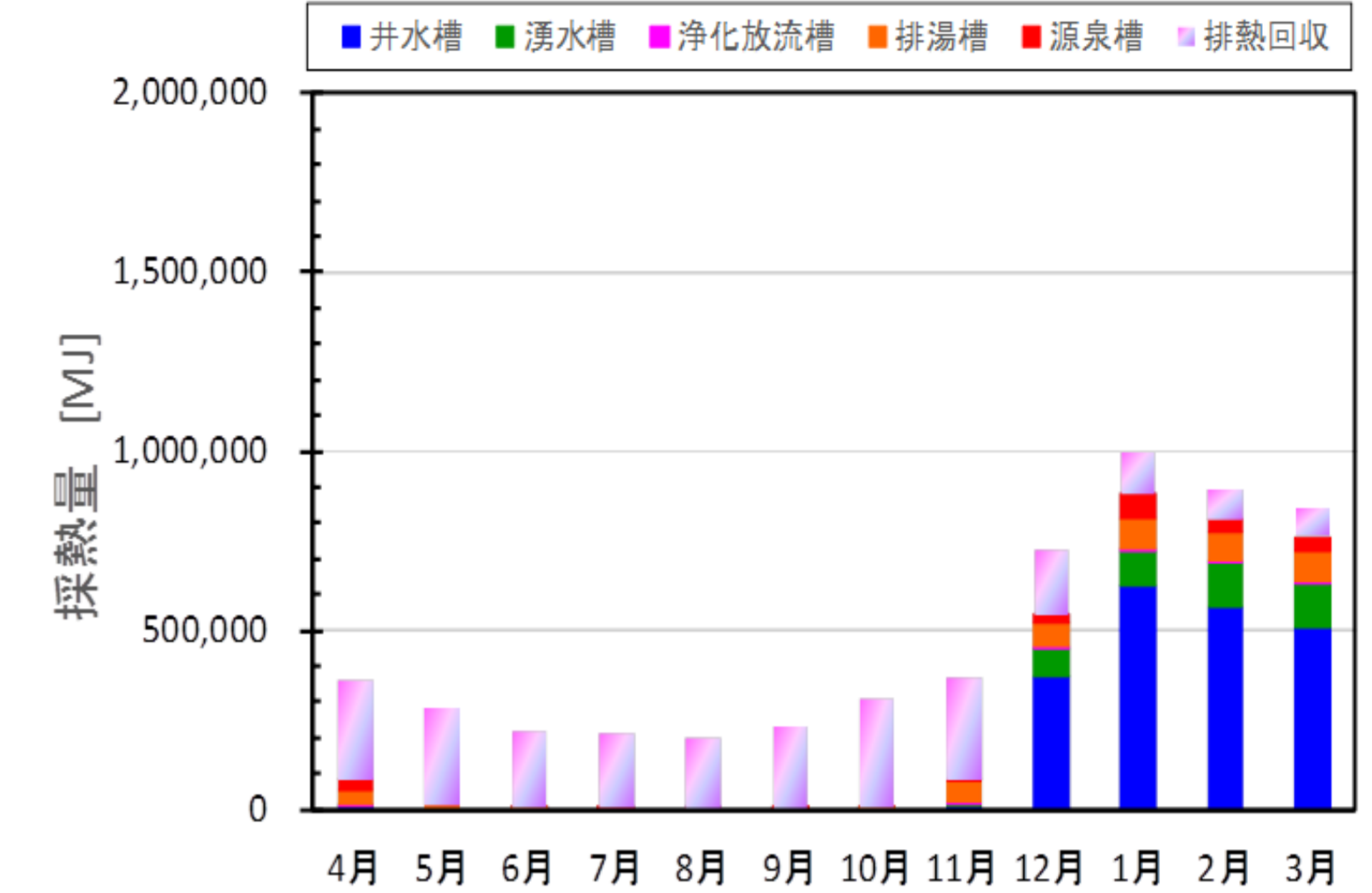
平成26年度データ分析(6~3月)

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%

熱源毎の排熱量の年変化



熱源毎の採熱量の年変化



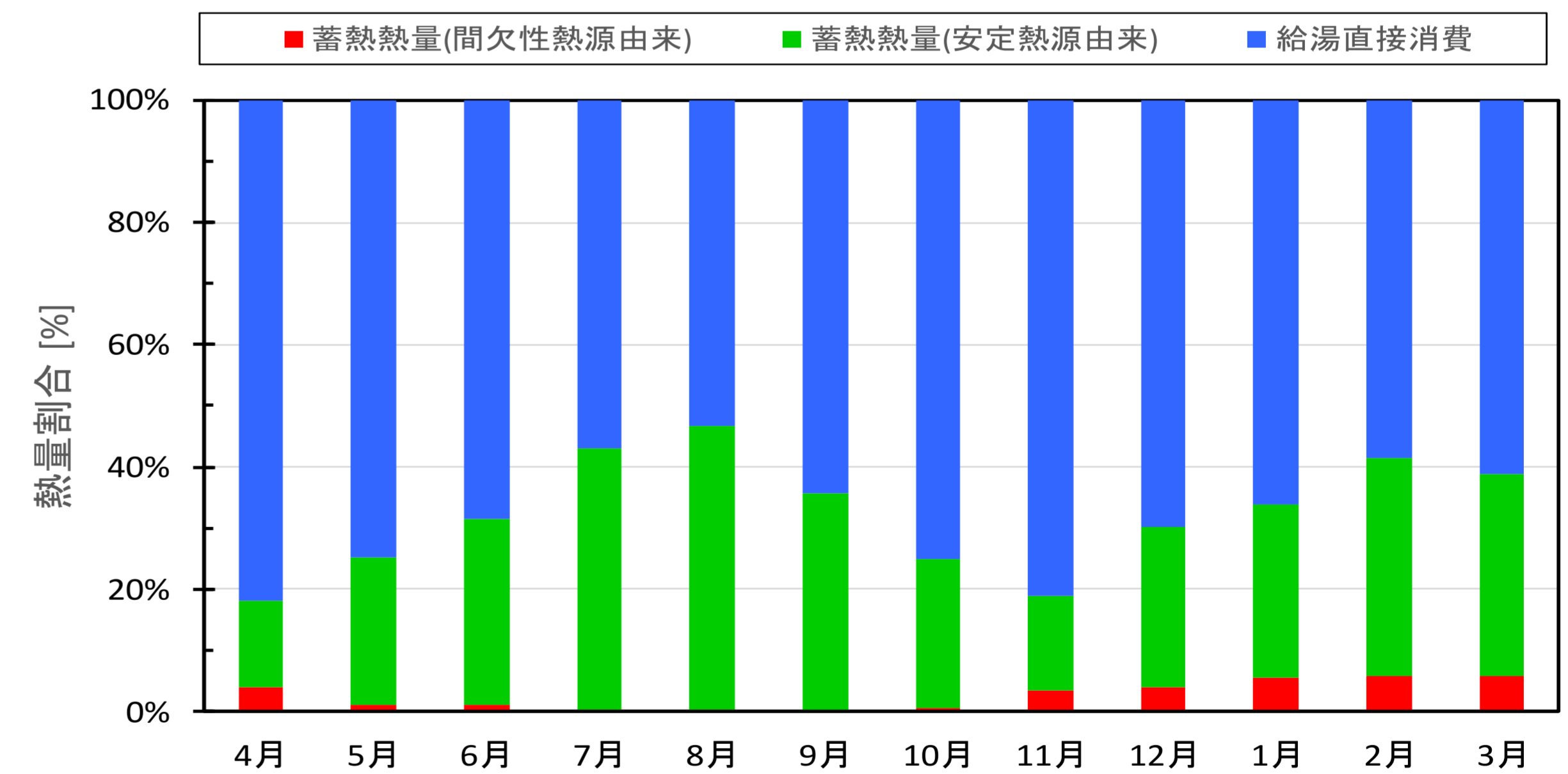
平成27年度データ分析(4~3月)

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。

年間	井水	湧水	放流	排湯	源泉	排熱
計画	56.5	5.4	4.1	2.0	0	32
実績	59.6	9.3	0.3	0.9	0	29.9

年間	井水	湧水	放流	排湯	源泉	排熱
計画	8.9	7.2	8.6	17.8	7.1	50.4
実績	37	7.7	0.8	7.7	3.7	43.2

貯湯槽の活用状況(月別)



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。

平成29年度データ分析(4~10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%	5.1%	平成28年度と同等程度の上積み量で推移。
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	1,191円/GJ	目標を若干上回る上積み分単価。
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%	0.8%	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。

- 蓄熱割合は、通年では3割を超えた(当初想定は、2割強)。
- 冬季は、間欠性熱源を利用出来ているが、夏季は利用出来なかった。(理由:冷房排熱の利用で、給湯が十分に賄えたため。)

⇒ 貯湯槽の設置により、賦存量の少ない再生可能エネルギー熱を有効利用出来た。
 ただし、間欠性熱源の利用割合目標は未達であった。
 ~ 再生可能エネルギー熱の活用における貯湯槽の有効性は実証できた。

3-6.実証事業実施の中で得られた知見

1. 再生可能エネルギー熱源を最大限利用する有効性について

夏季の運用時、熱源クッションタンク温度45℃付近での運用データから、標準的な冷却水温度35℃での運用と比較し再生可能エネルギー熱源の利用量が増加した反面、生産熱量単価は割高になるという当初想定通りの運用結果が得られた。

これは熱源クッションタンクの運用設定温度と、利用する熱源の利用許可設定温度により結果が左右されるため、得られたデータを運用に反映し システムの高効率化と生産熱量の最大化を組み合わせる技術の向上が進み、再生可能エネルギー熱源の最大化に結びついたと考える。

現在得られた数値で見ると、生産熱量5.2倍に対し消費電力量4.9倍の結果から差は僅かではあるが経済面でも再生可能エネルギー熱源の利用量を増やした方が優位である。

2. 水処理技術について

スケール性井戸水の処理に苦労した結果、難問であったアンモニア除去にゼオライト濾材が有効であることを知った。ただ通常仕様のろ過機ではゼオライトを濾材に使用してもアンモニアの処理ができない事も知るところとなった。

除去目的のアンモニアを対象に濾材ゼオライトを加工し、2重構造のろ過機を使った処理技術を持つメーカーと巡り会えた賜物である。

この処理方法の難点は設備費用が高額で、運用に相当量の薬剤が必要なところにある。

4. 今後に向けて

当該システムの展開・普及策

1. 再生可能エネルギー熱源を最大限利用する技術について

実証試験のデータから、本施設と同様に各種熱源(水井戸・温泉・浄化槽・排水・湧水等々)が存在し、各種事業所における未利用となっている「再生可能エネルギー」を最大限利用する技術を活用すれば省エネ・省マネー化に有効であることを、ホテル業界において業界刊行物等に掲載を行ったり、現地見学の希望があれば積極的に協力を行います。

2. 水処理技術について

熱交換器閉塞の原因物質は65%が鉄分であったが、高濃度のアンモニアが存在するためその鉄分のみでの除去が困難な事から同時処理できるろ過システムの導入に至っています。が、実際のところこの処理水は他の水処理技術と組み合わせると、飲料水への利用が容易になるのを目的に導入した側面もあります。

従って実証試験で得られた水処理に関する知見は熱源水としての利用のみならず、飲料水への利用も視野に協力できると考えています。

3. 初期計画の重要性について

6つの再生可能エネルギー熱を当初想定通りに活用できるまで、実証試験開始から2年を要しました。

地下水量と高温源泉スケール対策以外全て想定外となり 対応を迫られました。自然が相手の部分もあり、リスクを全て除去する事は出来なくとも 今少し事前調査を行い対策を練っておけば異なる展開になったかもしれません。

発案から申請までの期間に余裕がなかった為、実証試験開始後、その付を払う結果になった訳ですが対応に要した2年間に得られた知見をシステムの展開・普及に活かせる様情報発信に努めます。

波及効果

・ホテル業界は人件費等の経費を削減しにくい業界であるため、未利用エネルギーを有効活用する事による「経費削減が可能である」という実証例が出来、その結果経費削減を積極的に取組み努力している事業所では、さらなる経費削減が可能である事が実証例として「大いに参考になる」事例であると思います。又、再生可能エネルギーを積極的に活用し「CO2の削減」を行う事で「ホテル・旅館のイメージアップ」を図る事が出来、お客様に対する導入施設としての実績が「認知・浸透」を行う事が出来ると考えます。