

下水熱利用マニュアル（案）参考資料

参考資料1. 先行事例調査の結果の概要

下水処理場外での下水熱利用を先行的に実施している事例を対象に、以下の項目についてアンケートを実施した。

- 下水熱利用にあたり想定したメリットとその実際
- 下水熱利用に至ったきっかけ
- 関係者の連携体制
- 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）
- 想定したリスクとその対応策
- 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

回答を得られた 16 件に事例について、各項目に関するアンケート調査結果の概要を紹介する。

1.1 事例 A

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-1 に示すとおり。

表 1-1 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（県）	下水道エネルギー再利用システムでの社会貢献となる
下水道公社	下水道エネルギー再利用システムでの環境対策となる
熱供給事業者	利益を得られ、設備投資を十分に回収できる

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当該地区は「業務核都市」として開発されることとなった。
 - ✓ エネルギー事業者から県知事に要望（地域冷暖房に係る下水処理排熱供給のお願いの文書）が提出された。
 - ✓ 県はエネルギー事業者が、地域熱供給事業の熱源として処理水を利用することについて、基本的に了承する旨を回答した。
 - ✓ また、県は下水道公社へ、事業主体となって下水処理水の熱利用（建設を含む）の実施を依頼し、事業実施の前提となる幹線（処理場間を結ぶ送水管）を都市計画決定した。
 - ✓ エネルギー供給会社から県知事に要望（地域冷暖房に関連する下水道施設の建設促進についての文書）が提出された。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-1 に示すとおり。

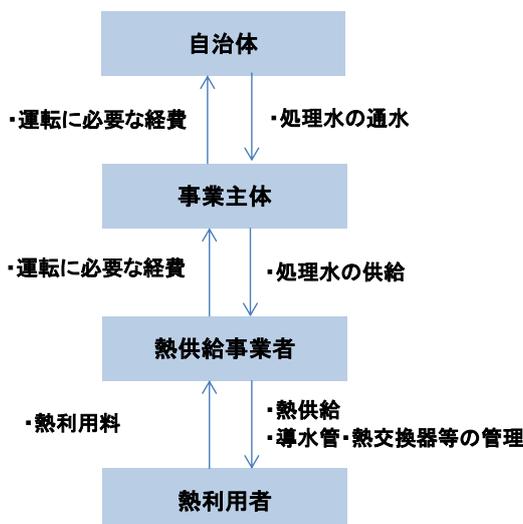


図 1-1 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-2 に示すとおり。

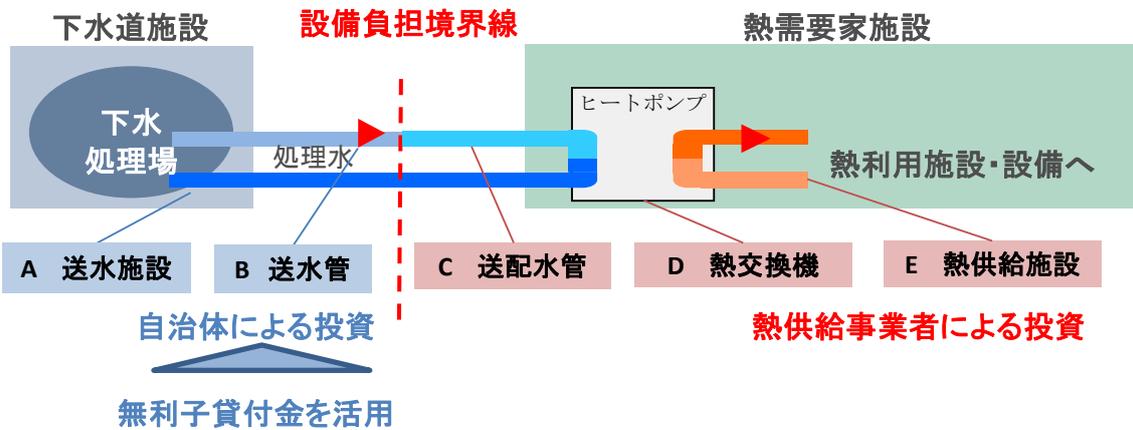


図 1-2 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-2 に示すとおり。

表 1-2 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
経済性リスク	運転に必要な経費増での対応
需要家離脱リスク	商業施設等への供給のため問題ないとする
設備リスク	熱供給事業者がバックアップシステムを設置
流量変化リスク	処理水量が膨大のため問題ないとする
天災リスク	熱供給事業者への迅速な連絡

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-3 に示すとおり。

表 1-3 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		S61～62年	S63年	S63	S63～H2年	H3年
事業フェーズ		基本検討	実施検討	協定	建設	供用開始
実施した法手続き、 条例改正等			都市計画決定		行政資産使用 許可	
主体間の 調整・検討 事項	関係主体					
	下水道部局 (県)	供給業者に了 承する旨回答	下水道公社に 事業主体とし て、下水処理 水の熱利用 (建設を含 む)の実施を 行うよう依頼	地域冷暖房の 熱源として下 水処理水を再 利用する事業 に関する協定 書(3者)	建設にあたり、下水道事 務所が行政資 産使用許可を 取得	
	事業主体(下 水道公社)		自治体から下 水処理水の熱 利用実施に係 わる依頼を受 けた承		供給施設(送 水施設及び送 水管)の建設	
	熱供給事業者 (エネルギー サービス事業 者)	自治体に対し て再生水利用 を提案	自治体に下水 道施設の建設 促進について 文書を提出		熱供給施設 (送配水管、 熱交換器、熱 供給施設)の 建設	

1.2 事例 B

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-4 に示すとおり。

表 1-4 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（県） 熱供給事業者	未処理下水をヒートポンプの熱源とすることで、省エネルギー CO2 削減に貢献
	CT を使用しないので、ヒートアイランド現象の抑制が図れる

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 自治体では、主に大気汚染防止の観点より公害防止条例で地域冷暖房を推進していた。当該地区は地域冷暖房推進地区に指定され、下水道部局では昭和 54 年に公害規制担当局からの依頼に基づき、ポンプ場地下に 2,000m³ のプラントスペースを確保した。
 - ✓ 下水道部局では、下水を熱源とする冷暖房システムを開発し昭和 61 年度から下水処理施設に順次導入していた。
 - ✓ こうした背景により地域への熱利用の機会を失うことなく実現するため、地域冷暖房の実現に向けて取組むことを決定した。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-3 に示すとおり。

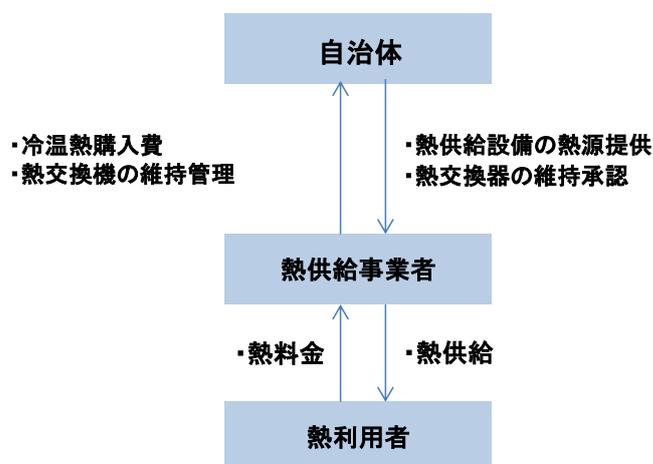


図 1-3 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-4 に示すとおり。

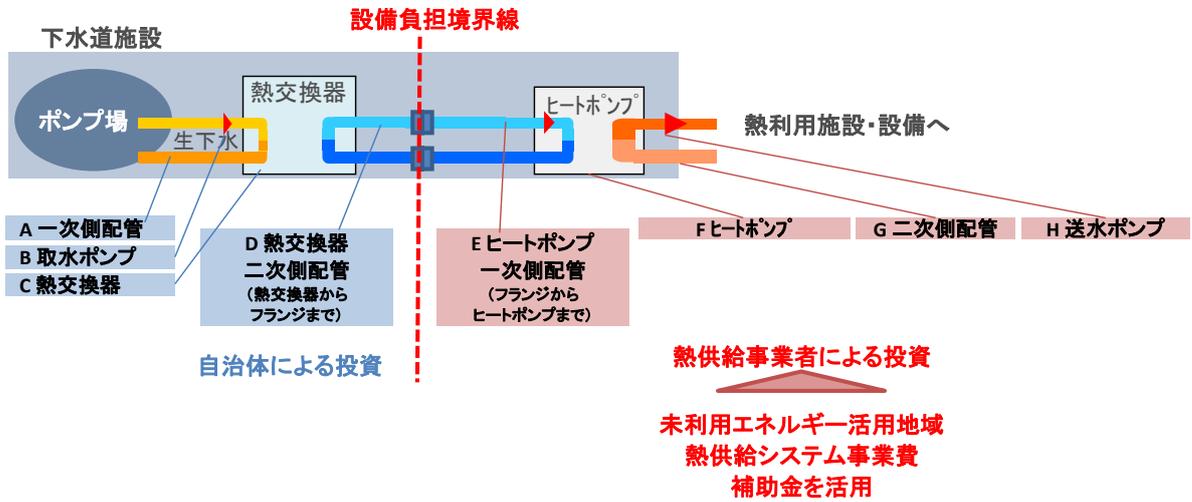


図 1-4 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-5 に示すとおり。

表 1-5 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
設備リスク	下水中のごみ等による熱交換器の効率低下には、年 1 回の 高圧水洗浄で対応し、現状問題なし。

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-6 に示すとおり。

表 1-6 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		昭和 54 年	平成 3 年	平成 4 年	平成 4 年～平成 6 年度
事業フェーズ		構想段階	基本方針	基本設計段階	実施設計施工
実施した法手続き、 条例改正等				道路占用許可 供給規程の認可 補助金申請	
主体間の 調整・検討 事項	関係主体				
	下水道部局（県） 都市計画部局（県） 環境部局（県）	環境部局から地 域冷暖房のプラ ントスペース提 供を下水道部局 に要請	下水熱を活用 した事業方針 を決定	自治体関係局との 調整 都市計画決定告示 公害防止条例に基 づく地域冷暖房計 画地域指定告示	下水熱回収設備 工事 設計施工
	国		建設省自治省 に地域冷暖房 事業の実施に ついて説明	資源エネルギー庁に 説明 熱供給事業許可	
	熱供給事業者			熱供給会社設立 熱供給事業申請	熱製造供給プラ ント、地域導管工 事 設計施工
	熱利用者		当該地区内 娯楽施設、事務 所ビル、ホテル を対象	地域冷暖房加入につ いて各熱利用者説明 各熱利用者熱需要予 測	

1.3 事例 C

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-7 に示すとおり。

表 1-7 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
熱供給事業者	エネルギーの安定供給、都市美観の向上、大気汚染の防止
下水道部局（県）	未利用エネルギーの使用による下水道の社会貢献

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 都市開発事業実施主体である自治体（市）において、下水熱を利用した地域冷暖房システム導入の構想が策定され、流域下水道管理者である自治体（県）に協議があったことから、導入に向けた検討を進めた結果、平成7年度「熱利用下水道モデル事業」として建設大臣に認定された。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-5 に示すとおり。

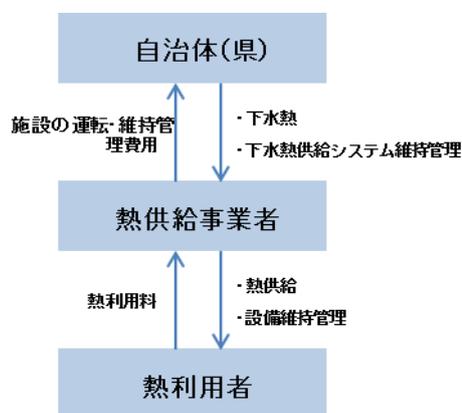
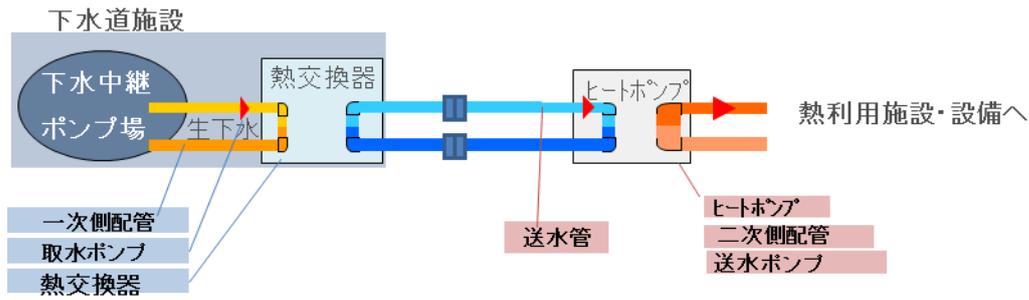


図 1-5 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-6 に示すとおり。



自治体(県)による投資

熱供給事業者による投資

国土交通省所管国庫補助事業「熱利用下水道モデル事業」の認定を受け実施

図 1-6 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-8 に示すとおり。

表 1-8 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考 (対応策等)
熱量不足リスク	温水ボイラーにて蓄熱層加温 (冬季)
	電動スクリーユ冷凍機で冷水製造 (夏季)

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-9 に示すとおり。

表 1-9 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 4~5 年度	平成 6~7 年度	平成 7~9 年度	
事業フェーズ	構想段階	設計段階	実施段階	
実施した法手続き、 条例改正等				
主体間の 調整・検討 事項	関係主体			
	下水道部局 (県)	建設省と協議	熱利用下水道モデル事業認定 熱回収システム調査設計実施	熱回収施設整備工事実施
	都市開発事業実施部局 (市)	県へ下水熱利用について協議		
	エネルギー事業者	事前調査 (流入下水温度測定)	熱供給事業にかかる調査設計の実施	熱供給施設整備工事実施

1.4 事例D

(1) 下水熱利用のメリット

回答無し

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

回答無し

(3) 関係者の連携体制

● 関係者の連携体制は以下に示すとおり。

① 自治体再生水供給部門

再生水の提供

② 自治体公園管理部門

再生水の受け入れ

③ 公園の指定管理者

再生水の利用

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

回答無し

(5) 想定したリスクとその対応策

回答無し

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

回答無し

1.5 事例 E

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-10 に示すとおり。

表 1-10 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（市）	環境に配慮した下水道の社会貢献となる
熱利用者	コストが従来方式より下回る

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当市を含む複数の市町は「地方拠点都市」の指定を受け、広域圏内で4拠点地区を指定し、各機能を分担して重点的な整備を図ることとしている。
 - ✓ 当該地区は、自然環境を活かし、地域の商業アミューズメントの拠点として、賑わいを創出する機能を担い、自然環境と共生し賑わいのある都市拠点の形成を目指すとした。
 - ✓ 当該施設は、当該地区の主要な施設として位置づけられ、また処理施設の隣接地に計画されたことから、新世代下水道支援事業制度により下水処理水を冷暖房の熱源として活用し、都市環境負荷の軽減を図ることとなった。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-7 に示すとおり。

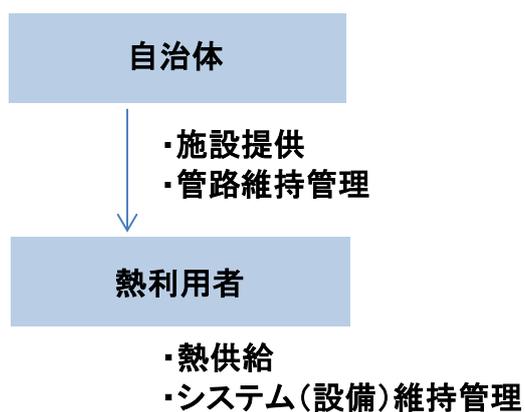


図 1-7 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-8 に示すとおり。

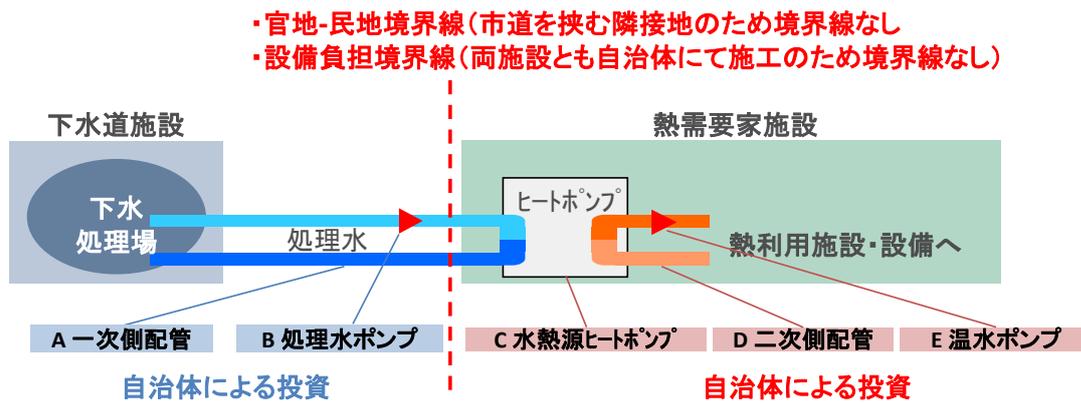


図 1-8 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

回答無し

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

回答無し

1.6 事例 F

(1) 下水熱利用のメリット

- 総合的な検証は実施しておらず、不明。

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当時、自治体（市）では周辺地域整備構想の主要事業である当該施設の建設にあたり、自治体（県）の流域下水道資源リサイクル計画に基づき、処理場で処理された高度処理水を活用する為、放流幹線から当該施設まで圧送する管渠を熱利用下水道モデル事業として実施した。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-9 に示すとおり。

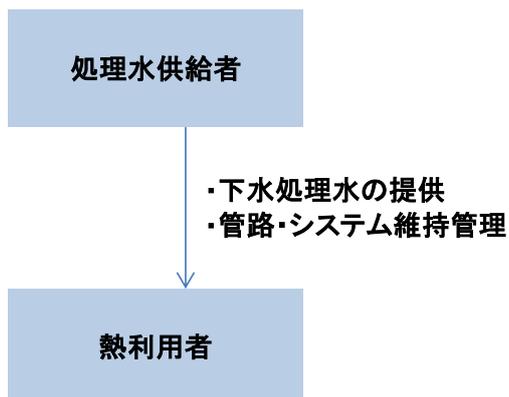


図 1-9 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-10 に示すとおり。

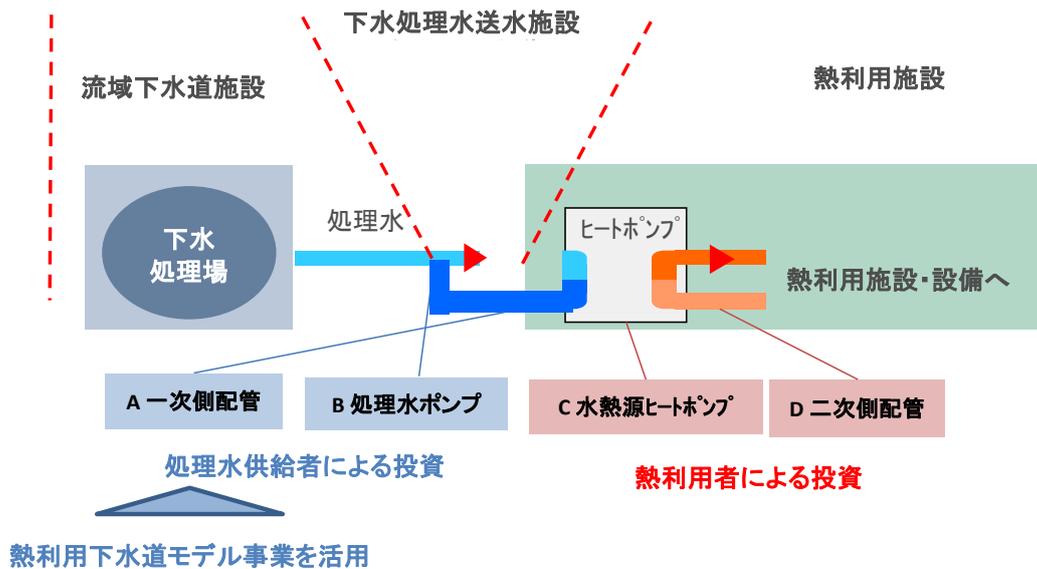


図 1-10 設備 の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-11 に示すとおり。

表 1-11 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考 (対応策等)
処理水の供給ストップ	総合福祉会館の閉館や空調等を止めた状況で使用する。

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 詳細な調整・手続きの経緯については不明。

1.7 事例 G

(1) 下水熱利用のメリット

回答無し

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

回答無し

(3) 関係者の連携体制

- 下水道部局以外の関係者無し

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

回答無し

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-12 に示すとおり。

表 1-12 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
設備リスク	—
天災リスク	—

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

回答無し

1.8 事例 H

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-13 に示すとおり。

表 1-13 下水熱利用による主体別のメリット

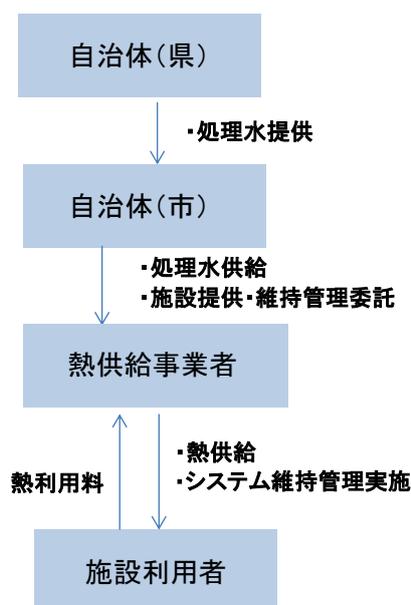
関連主体	想定したメリット
下水道部局（県）	下水処理水を活用することにより、再生可能エネルギーを有効活用していることをPRできる。
下水道公社	温室効果ガスの削減に寄与する。
施設利用者	地域の人々に広く親しまれる施設にする。

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当該地域は公共の都市ガス設備が整っていない地方都市である。そこで、設計のコンセプトに周辺環境への調和及び人と自然に優しい環境保全という観点から導入に至った。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-11 に示すとおり。



(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-12 に示すとおり。

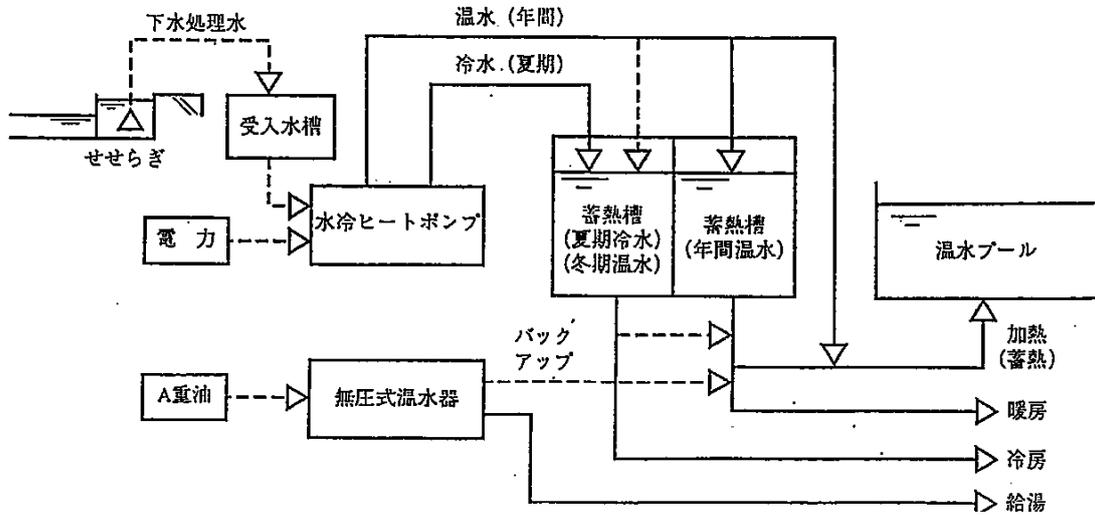


図 1-12 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-14 に示すとおり。

表 1-14 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
設備リスク	—
天災リスク	—

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-15 に示すとおり。

表 1-15 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 4～8 年度	平成 8 年度	平成 9 年度	平成 10 年度
事業フェーズ	構想段階	基本設計段階	詳細設計段階	事業化段階
実施した法手続き、 条例改正等	下水道促進期成同 盟会を設置			
主体間の 調整・検討 事項	関係主体			
	下水道部局 (県)	地元、流域関係市 と協議		
	下水道部局 (市)	地元、県と協議	基本設計、ボーリ ング調査の実施	詳細設計の実施 建設工事の実施

1.9 事例 I

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-16 に示すとおり。

表 1-16 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道局（県）	熱源に下水処理水を使うことで省エネルギーCO2 削減に貢献

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 処理施設の周辺地区は、多くの開発が予定されており、自治体では同地区の開発方針の一つに再生可能エネルギーの活用による環境モデル都市の形成を図っている。
 - ✓ 下水道部局も再生可能エネルギーの一つである下水熱を活用する熱供給事業の検討を進めている。
 - ✓ しかし、当該施設は周辺地区の再開発時期より竣工時期が早かったため、熱供給事業として整わなかった。
 - ✓ 当該施設は道路を挟んで塩素接触槽に隣接しており、処理水を供給することで先行的に下水熱利用事業を開始することとした。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-13 に示すとおり。

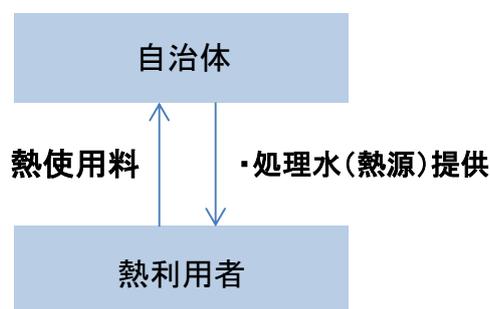


図 1-13 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-14 に示すとおり。

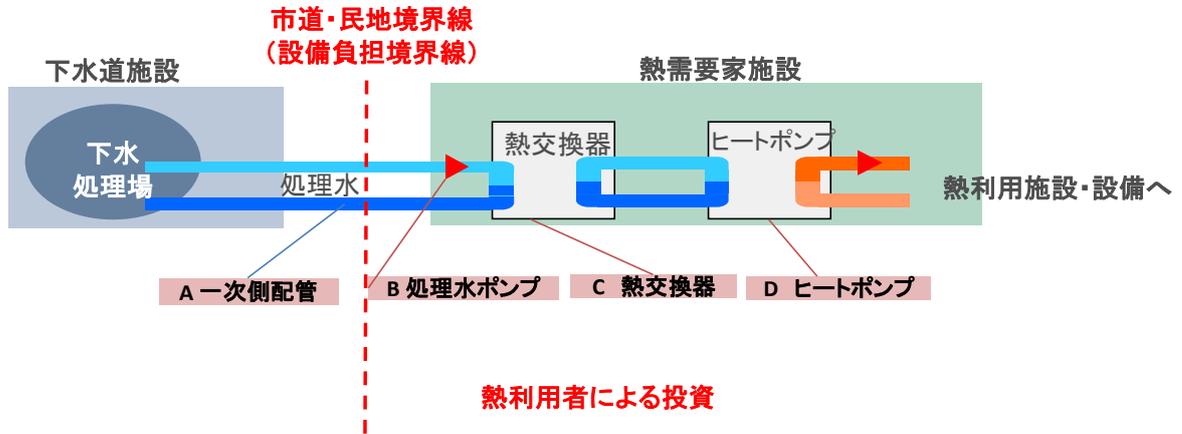


図 1-14 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

回答無し

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-17 に示すとおり。

表 1-17 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		平成4～8年度	平成8年度
事業フェーズ		構想段階	基本設計段階
実施した法手続き、条例改正等			
主体間の調整・検討事項	関係主体		
	下水道部局（県）	当該周辺地区の建物の冷暖房に処理水を活用した熱供給の可能性について検討	熱利用者と熱使用料、責任区分等について協議
	熱利用者	下水道部局（県）より下水熱利用の提案を受ける	下水道部局（県）と熱使用料、責任区分等について協議

1.10 事例 J

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-18 に示すとおり。

表 1-18 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
自治体	エネルギー消費量の削減、温室効果ガスの削減
下水道部局（市）	エネルギーの有効利用

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 自治体では、地球温暖化などの環境問題に対処するため、自治体の環境基本計画に基づき、エネルギーの有効利用に取り組んでおり、平成 14 年には、庁内組織として推進委員会を設置した。
 - ✓ 雪冷熱風力などの未利用エネルギーの有効利用について調査検討を進めた。
 - ✓ この中で、自治体が保有する施設への下水排熱の有効利用について事業可能性調査を実施した。
 - ✓ 調査の結果、流雪溝送水管（処理水を送水している）に隣接し、住民に身近な施設である当該施設において地域暖房事業として実施することとなった。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-15 に示すとおり。

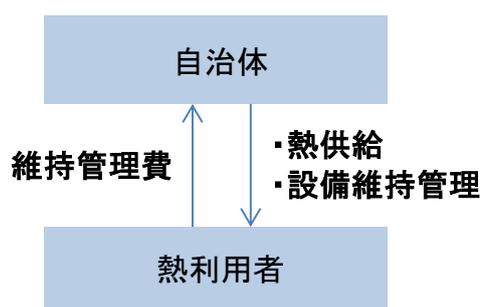


図 1-15 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-16 に示すとおり。

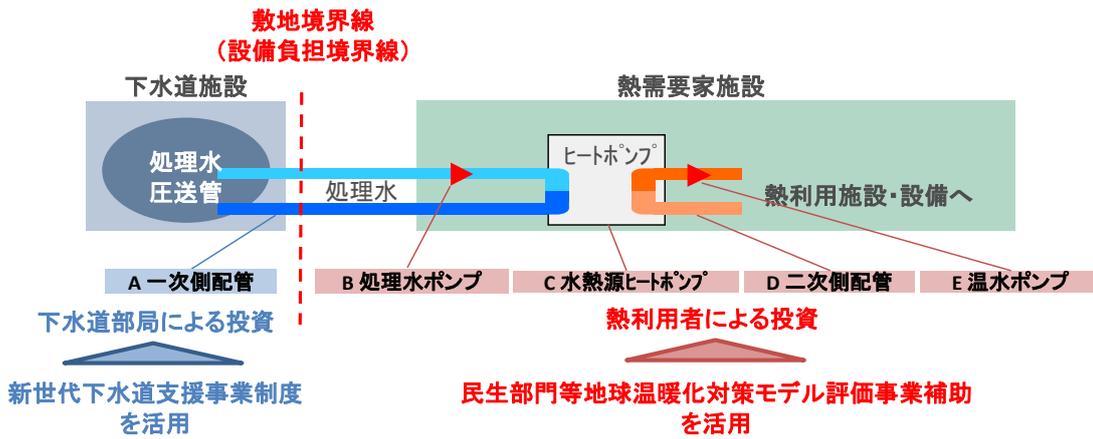


図 1-16 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-19 に示すとおり。

表 1-19 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
熱供給停止リスク	バックアップシステムの設置

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-20 に示すとおり。

表 1-20 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 15～16 年度	平成 16 年度	平成 17 年度	平成 18～22 年度	
事業フェーズ	構想段階	基本設計段階	詳細設計段階	事業化段階	
実施した法手続き、 条例改正等				交付金申請手続き	
主体間の 調整・検討 事項	関係主体				
	下水道部局 (市)		エネルギー事業者 に対し、流量水温な どのデータを提供	処理水圧送管か らの引込配管の 設計施工	補助の手続き
	環境部局(市)	ワーキングの開催	エネルギー事業者 と利用システムに ついて検討	関係主体間での、 設備の保有管理の 責任分担	補助の手続き 共同研究の統括
	都市計画部局 (市)			敷地内の引込配管 及び屋内設備の設 計施工	
	熱利用者		施設内の冷暖房設 備についてデータ 提供		機器の運転維持管 理
	エネルギー事 業者	自治体に HP 活用 システムの提案⇒ 事業実施可能性に 係る総括的な検討	利用システムにつ いて提案調査検討		自治体との共同事 業に関する協定を 締結 データの回収分析

1.11 事例 K

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-21 に示すとおり。

表 1-21 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（県）・ 熱供給事業者	下水処理水及び洗煙排水を熱源とすることで、省エネルギーCO2削減に貢献
	CTを使用しないので、ヒートアイランド現象の抑制が図れる

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 平成7年度に都市計画部局で当該地区開発整備基本方針（案）が策定され、下水熱利用により熱供給の検討が開始される。
 - ✓ 平成7年10月より熱利用者、都市計画部局、下水道部局、熱供給事業者による「地域冷暖房事業」についての協議が開始される。
 - ✓ 平成8年度に環境部局より熱利用者へ、下水熱を利用した地域冷暖房を導入した施設建設計画を推進するように依頼。
 - ✓ 平成10年に、地域冷暖房事業化決定。
 - ✓ 平成11年度に、公害防止条例に基づき地域冷暖房計画地域に指定（告示）され、工事に着手した。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-17 に示すとおり。

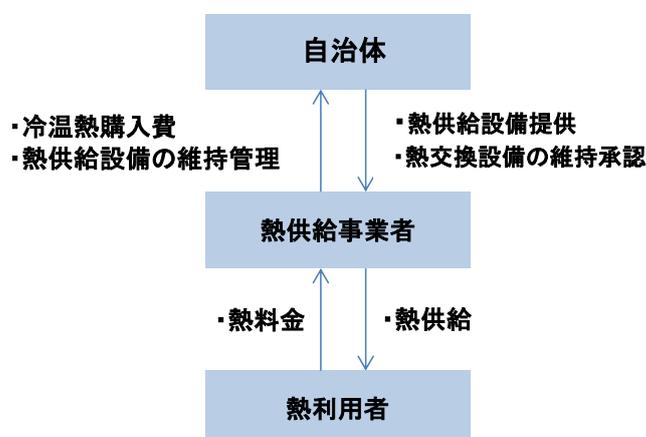


図 1-17 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-18 に示すとおり。

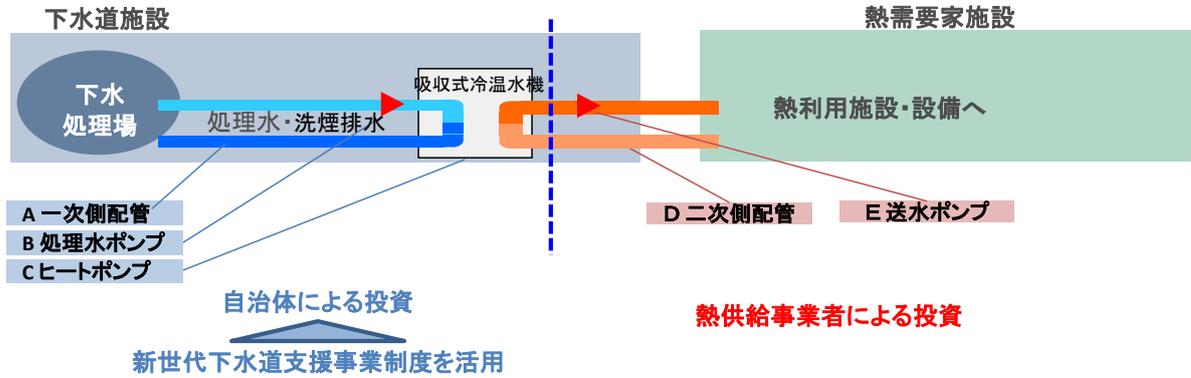


図 1-18 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-22 に示すとおり。

表 1-22 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
流量変化リスク	温水熱源である洗煙水の停止には、温水も製造できる吸収式冷温水機を設置し対応

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-23 に示すとおり。

表 1-23 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 7~8 年度	平成 9 年度	平成 10 年度	平成 11 年度	平成 12 年度	平成 13 年度
事業フェーズ	基本検討	関係局協議	事業決定	熱供給設備工事		
実施した法手続き、 条例改正等				通産省(現 経産省)と協議：複数の建築物であるが、自治体内で一体の事業であり、熱供給事業法は適用しない旨了承を得た		
主体間の調整・検討事項	関係主体					
	下水道部局(県)		下水熱活用熱供給プラント基本方針検討	下水道事業化決定。(熱供給事業者を決定。)	熱供給建築設備工事設計施工	
	都市計画部局(県)		事業計画の調整		都市計画決定	
	環境部局(県)				地域冷暖房地域指定	
	熱供給事業者			熱供給事業者に選定	基本設計着手	実施設計施工着手
	熱利用者		当該地区まちづくりに係わる行政連絡調整会議に参画			

1.12 事例 L

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-24 に示すとおり。

表 1-24 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
熱利用者	空気熱源のヒートポンプと比べ良好な COP が得られる。

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 平成 23 年度、復興支援スキームの検討の過程において、共同研究者より「管路内設置型下水熱利用システム」が自治体に提案される。
 - ✓ 同年、事業実現可能性調査（FS）を行う。
 - ✓ 平成 24 年度、当該事業地の地権者であり開発行為を行っていた開発事業者の協力を得て、事業調整を行う。
 - ✓ 平成 25 年度、共同研究者と自治体との共同研究により実用化に至る。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-19 に示すとおり。

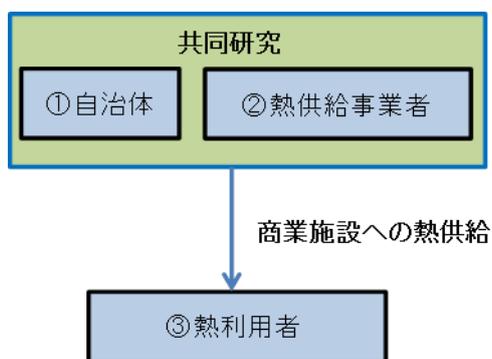


図 1-19 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-20 に示すとおり。

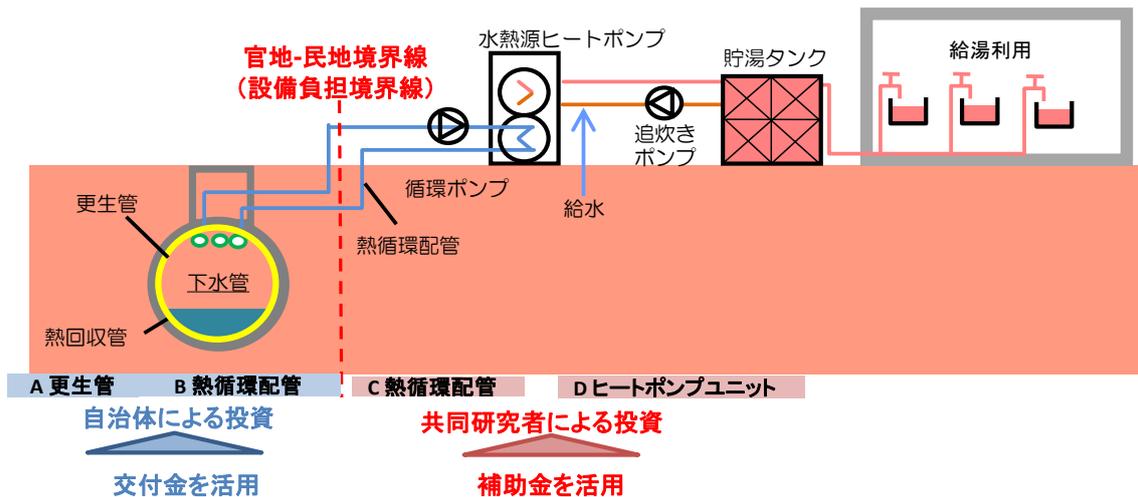


図 1-20 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-25 に示すとおり。

表 1-25 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考 (対応策等)
設備リスク	共同研究者によるメンテナンス
管渠能力低下リスク	—
経済性リスク	—

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-26 に示すとおり。

表 1-26 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	
事業フェーズ		構想段階	基本設計段階	詳細設計	事業化段階
実施した法手続き、 条例改正等					
主体間の 調整・検討 事項	関係主体				
	下水道部局 (市)	共同研究者と、事業実現可能性調査を行う。	事業地及び熱需要者の選定を行い、開発事業者が行っていた、開発行為と合わせて事業を進める。	共同研究の協定を締結し、当該事業地での詳細設計事業調整を進める。	熱利用者の施設建設と併せ、熱利用施設の施工。
	共同研究者	自治体に熱利用技術提案、事業実現可能性調査を行う。	熱利用者への説明を行う。		
	熱利用者				開発行為地内で商業施設の建設。

1.13 事例 M

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-27 に示すとおり。

表 1-27 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（県） 熱供給事業者	下水処理水をヒートポンプの熱源とすることで、省エネルギーCO2削減に貢献
	CTを使用しないので、ヒートアイランド現象の抑制が図れる

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 平成18年都市整備部局で都市居住環境整備基本計画を策定、環境モデル都市づくりとして、下水熱利用による熱供給システムを整備導入を図る方針が打ち出した。
 - ✓ 下水道部局では、当該地区内にある処理施設の施設再構築に併せて、施設の上部を環境モデル都市づくりの核として位置付けた。
 - ✓ その後、当該施設における下水熱利用の導入可能性の検討を調査を実施し、下水熱利用による効果が見込まれたため、当該上部施設の建設事業者の公募の条件の一つとして、下水熱の活用を義務付けた。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は、現在調整中。

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-21 に示すとおり。

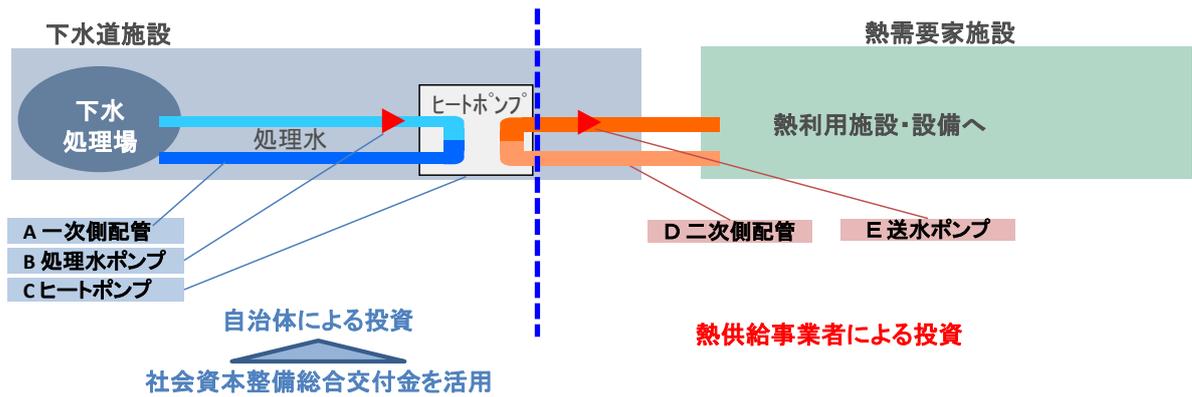


図 1-21 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

回答無し

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-28 に示すとおり。

表 1-28 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		平成 20 年度	平成 23~26 年度
事業フェーズ			
実施した法手続き、 条例改正等			
主体間の 調整・検討 事項	関係主体		
	下水道部局（県）	上部利用事業に下水熱の活用を決定	
	熱供給事業者		熱利用者との間で熱利用に関する 契約内容を協議
	熱利用者		熱供給事業者との間で熱利用に関 する契約内容を協議

1.14 事例 N

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-29 に示すとおり。

表 1-29 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
下水道部局（市）	未利用エネルギーの活用、低炭素都市づくりの推進、下水道の社会貢献
熱利用者	歩道の利便性確保

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 低炭素都市への転換を図るための取組の一つとして、都心部へ新たな交通システムである次世代型バスシステム **BRT** などの導入を目指しており、今後は連節バスの導入の他、既存バスとの連携を図るため、情報案内システム導入、交通結節点整備などを進めることとしている。
 - ✓ 交通結節点の整備については、その一つとなる市役所では、バスターミナルの整備を予定している。当計画地は下水道幹線に隣接し、下水熱を利用するうえでもポテンシャルを有していることから、冬季の公共交通機関の利便性向上を図るべく、バスターミナルの上屋へ通じる歩行者通路に下水熱を利用した融雪施設の整備を行うものである。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-22 に示すとおり。

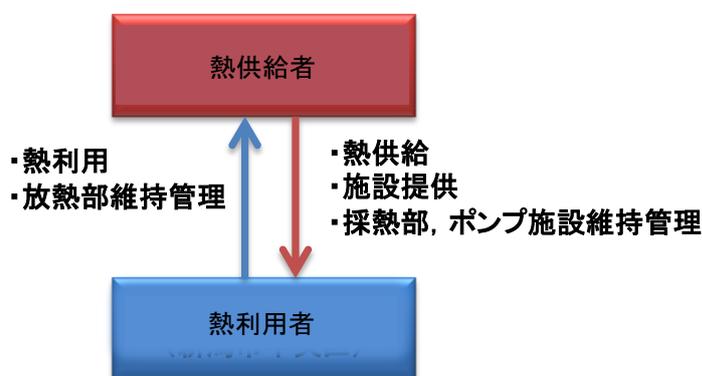


図 1-22 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-23 に示すとおり。

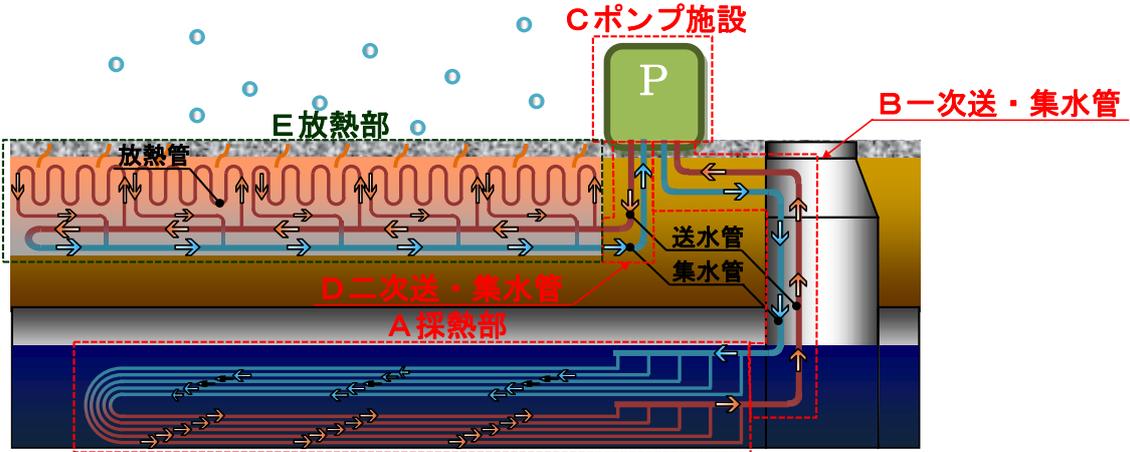


図 1-23 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-30 に示すとおり。

表 1-30 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
設備リスク	—
流量変化リスク	—
天災リスク	—

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-31 に示すとおり。

表 1-31 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 24～25 年度	平成 25 年度	平成 26～27 年度
事業フェーズ	試験施工	基本構想、基本設計段階	詳細設計、事業化段階
実施した法手続き、 条例改正等		都市計画決定	
主体間の 調整・検討 事項	関係主体		
	下水道部局 (市)	小規模の下水熱利用融雪 設備（下水熱ヒートパイ プ方式）の試験施工を実 施。	下水熱利用プロジェクト 構想構築支援事業公募 管路内調査（温度、流量、 水深）
	熱利用者		下水道部との間で設備の 保有管理の責任分担につ いて協議

1.15 事例0

(1) 下水熱利用のメリット

- 下水熱利用によるメリットとして想定されたものは表 1-32 に示すとおり。

表 1-32 下水熱利用による主体別のメリット

関連主体	想定したメリット
自治体	事業者がエネルギー消費量の削減をすることで、市域からの温室効果ガスを削減する施策に合致、熱利用後の再生水を水源としても利用することで水環境の改善に貢献
熱利用者	エネルギー消費量の削減、温室効果ガスの削減、再生可能エネルギーを有効活用していることをPRできる

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当該地区の工場跡地で大型商業施設を建設する計画が持ち上がった。
 - ✓ 大型商業施設の施主は、率先して未利用エネルギー導入検討、具体化することにより省エネルギー商業施設の全国展開を目指しており、本地域でも未利用エネルギー比較検討が行われた。
 - ✓ その結果、下水再生水の熱利用が省エネ環境性経済性の面で最も高い効果を得られると結論づけた。
 - ✓ 一方、自治体では近くにある河川の良い水環境の実現に向けた総合的対策を推進しており、下水再生水を活用した施策で当該地区の近くまで再生水放流管を既に敷設していた。
 - ✓ 自治体の施策、熱利用者の建設計画、未利用エネルギー活用検討が合致したことにより、下水熱利用計画の策定に至った。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-24 に示すとおり。

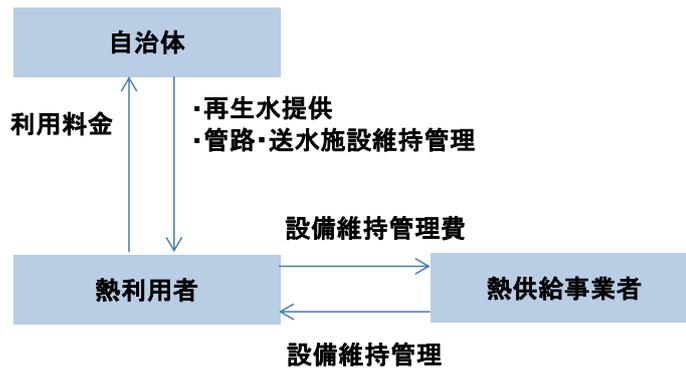


図 1-24 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-25 に示すとおり。

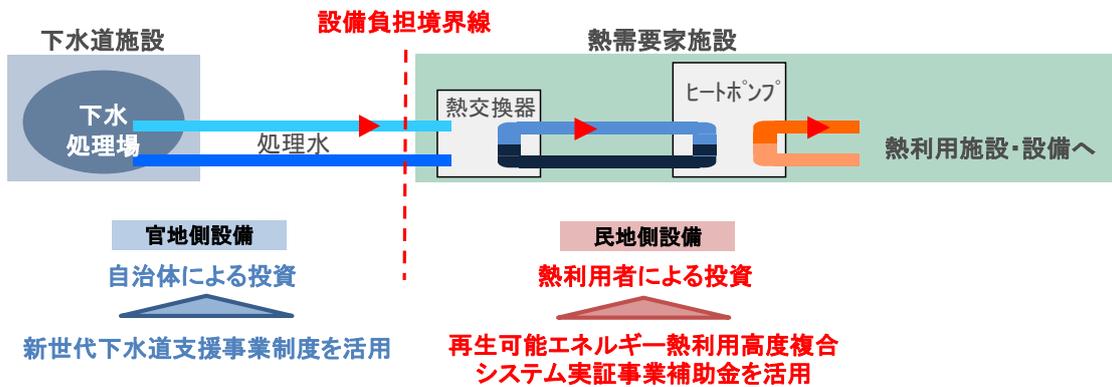


図 1-25 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 想定したリスクとその対応状況は表 1-33 に示すとおり。

表 1-33 想定したリスクとその対応策

リスクの種類	備考（対応策等）
経済性リスク	電気料金の高騰等で維持費が高騰した場合は利用料を見直すこと、としている。
需要家離脱リスク	最低利用期間を設定し、利用期間内に利用を停止する場合は、中途解約金として最低利用期間満了までの利用料を支払わなければならない、としている。
設備リスク	再生水供給施設の点検等の場合には、一時的に供給量を減少又は停止することができる、としている。
流量変化リスク	
天災リスク	やむを得ない事由の場合には、一時的に供給量を減少または停止することができる、としている。

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-34 に示すとおり。

表 1-34 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度		平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 26～27 年度 (予定)
事業フェーズ		構想段階	基本設計段階	実施設計段階	事業化段階
実施した法手続き、 条例改正等			都市計画決定		
主体間の 調整・検討 事項	関係主体				
	下水道部局 (市)	熱供給事業者に下 水再生水の水質情 報提供		熱利用者熱供給事 業者との間で設備 の保有管理の責任 分担について協議	施工
	都市計画部局 (市)		都市計画案を審査 都市計画決定		開発許可
	熱供給事業者	検討の際、上下水 道局に下水再生水 の水質情報の提供 依頼	事業費の算出		施工
	熱利用者	大型商業施設建設 予定地を対象に未 利用エネルギーの 活用等を検討 自治体に都市計画 案を提出			施工

1.16 事例 P

(1) 下水熱利用のメリット

- 現在整理中。

(2) 下水熱利用に至ったきっかけ

- 下水熱利用に至ったきっかけは以下のとおり。
 - ✓ 当該地区として、地方公共団体が施行する土地区画整理事業が実施された。
 - ✓ 土地区画整理事業主体である都市計画部局と処理場の改築を計画する下水道部局にて、処理場処理水の有効利用を図るための検討を開始した。
 - ✓ 下水道部局が処理場の全面改築更新事業に着手した。
 - ✓ 行政、学識者、エネルギー事業者等で当該地区のエネルギー面的利用事業可能性調査を実施し、未利用エネルギーの利用可能性を検討した。
 - ✓ 検討の結果、地域冷暖房方式が省エネ、CO2 削減、経済性で優位であることが確認された。下水熱の利用についても省エネ、CO2 削減に効果があるが、経済性が今後の検討課題とされた。
 - ✓ 都市計画部局において、地域冷暖房導入を条件の1つとして土地区画整理事業地内の保留地、市有地での開発提案競技が実施され、最優秀提案者2者が選定された。
 - ✓ 地域冷暖房事業者は、開発提案競技の最優秀提案者が協議し、自治体（市）が了解して、熱供給事業者に決定した。
 - ✓ 下水道部局と熱供給事業者では、施設の建設に補助金の導入を図ること、処理水送水経費の低減を図ることにより、下水熱が地域冷暖房事業の熱源の一部として利用されるに至った。

(3) 関係者の連携体制

- 関係者の連携体制は図 1-26 に示すとおり。

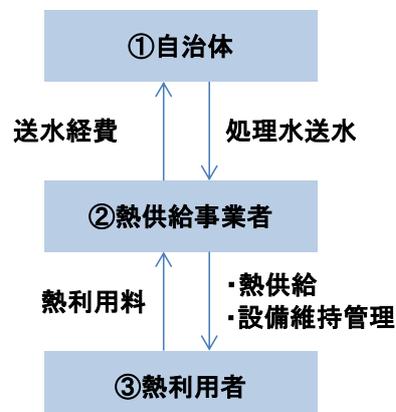


図 1-26 関係者の連携体制

(4) 関係者の責任分界（設備の保有・管理及び費用負担の区分）

- 関係者の責任分界は図 1-27 に示すとおり。

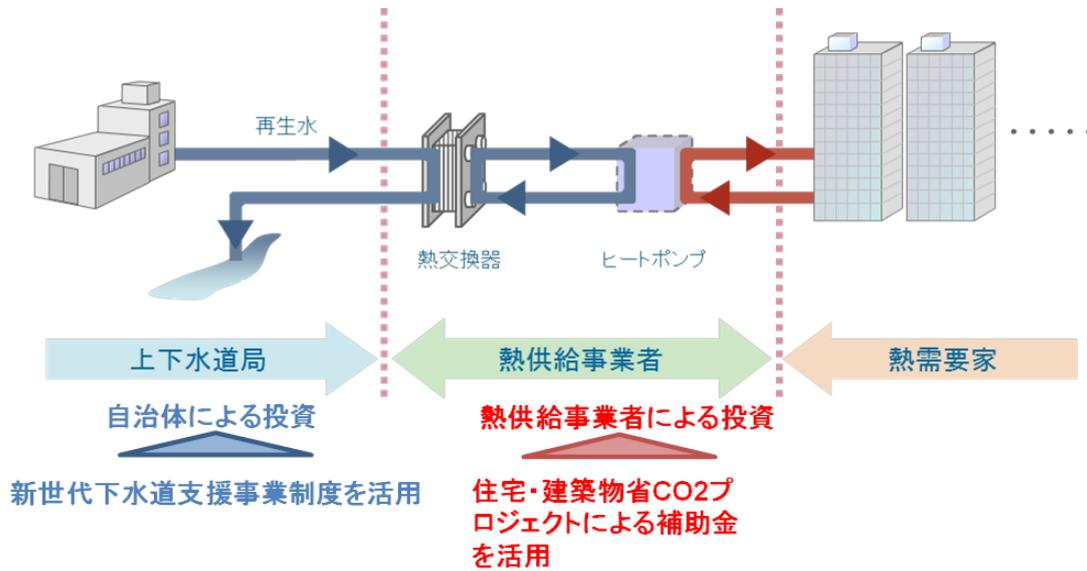


図 1-27 設備の保有・管理及び費用負担の区分

(5) 想定したリスクとその対応策

- 現在整理中。

(6) 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

- 下水熱利用に至るまでの調整・手続きは表 1-35 に示すとおり。

表 1-35 下水熱利用に至るまでの調整・手続き

年度	平成 14～平成 18 年度	平成 18 年度	平成 19 年度～21 年度	平成 21 年度～	
事業フェーズ	構想段階	基本設計段階	詳細設計段階	事業化段階	
実施した法手続き、 条例改正等				下水道法事業計画 認可取得 新世代下水道支援 制度申請	
主体間の 調整・検討 事項	関係主体				
	下水道部局 (市)	①処理場処理水の 有効利用(下水熱 利用、修景用水利 用、放流先の水質 浄化など)を検討 (下水道部局、都 市計画部局)	①当該地区のエネ ルギー面的利用事 業可能性調査にて、 処理水量、水質、 水温、水量変動等 の情報を提供(上 下水道局)	①当該地区の保留 地、市有地で、地 域冷暖房導入を条 件として開発提案 競技を実施(都市 計画部局)	送水管、送水ポン プの建設(建設中)
	都市計画部局 (市)	②処理場の改築更 新事業着手(下水 道部局)	地域冷暖房促進を 図るための指導助 言(都市計画部局)	②当該地区開発提 案競技最優秀賞受 賞(熱利用者1)	
	エネルギー事 業者 (電気、ガス)		調査委員会の事務 局として、調査を 実施(エネルギー 事業者)	③エネルギー事業 者の共同出資にて 会社設立(熱供給 事業者)	
	熱供給事業者			④熱供給事業者に 地域冷暖房事業の 依頼(熱利用者1)	補助金申請 平成 24 年 3 月、I 期工事完成。 平成 23 年秋から II 期工事实施中。 (下水再生水受入 準備工事含む)
	熱利用者 1			⑤送水施設の設計 検討を実施(下水 道部局)	
熱利用者 2			⑥当該地区の地域 冷暖房事業認可申 請(熱供給事業者)		
			⑦補助金の導入に ついて、国土交通 省と協議(下水道 部局)		
			⑧設備の保有管理 の責任分担につい て協議(2 年程度) (下水道部局、熱 供給事業者)		
				熱供給事業者と熱 媒需給に関する確 認書を締結	

参考資料2-1 モデルスタディ結果詳細（処理水活用大規模熱供給利用方式）

1. 1 検討モデル

システム	処理水活用大規模熱供給利用方式
地域	東京、札幌
熱供給対象施設	東京：ホテル30,000m ² 、札幌：ホテル30,000m ²
下水熱利用	暖房＋給湯
検討熱源システム	水熱源HP(暖房・給湯用)、給湯用はボイラで追焚(HPで45℃まで加熱し、ボイラで60℃まで追焚)
比較基準熱源システム	①暖房・給湯ボイラ、②暖房：空冷HP、給湯：ボイラ
処理水配管の距離 (ルート長)	①100m、②200m、③300m、④400m、⑤500m
下水流量	熱源水全量下水(必要下水流量(日量)を把握し、処理場規模を確認)

1. 2 エネルギー需要

(1) 原単位

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

表 用途別熱需要原単位

	最大熱需要 (Wh/h・m ²) *1		年間熱需要 (kWh/m ² 年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
ホテル(東京)	77.9	116.3	93.0	93.0
ホテル(札幌)	東京×1.5	東京×1.2	東京×2.4	東京×1.2

出典：東京は天然ガス・スージェネレーション計画・設計マニュアル2008((社)日本エネルギー学会)、札幌の暖房は地域補正係数(地域冷暖房技術手引書、都市環境エネルギー協会)を乗じて算出。給湯は年間平均給水温度を考慮して算出(東京16.7℃、札幌7.3℃、 $(60-7.3)/(60-16.7)=1.217$)。

*1 最大熱需要：年間におけるピーク需要(1時間当たりの最大値)

(2) 需要量

対象施設の最大・年間需要量は以下の通り。

表 用途別熱需要

	最大熱需要 (kW)		年間熱需要 (MWh/年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
東京ホテル3万m ²	2,337	3,489	2,790	2,790
札幌ホテル3万m ²	3,506	4,187	6,696	3,348

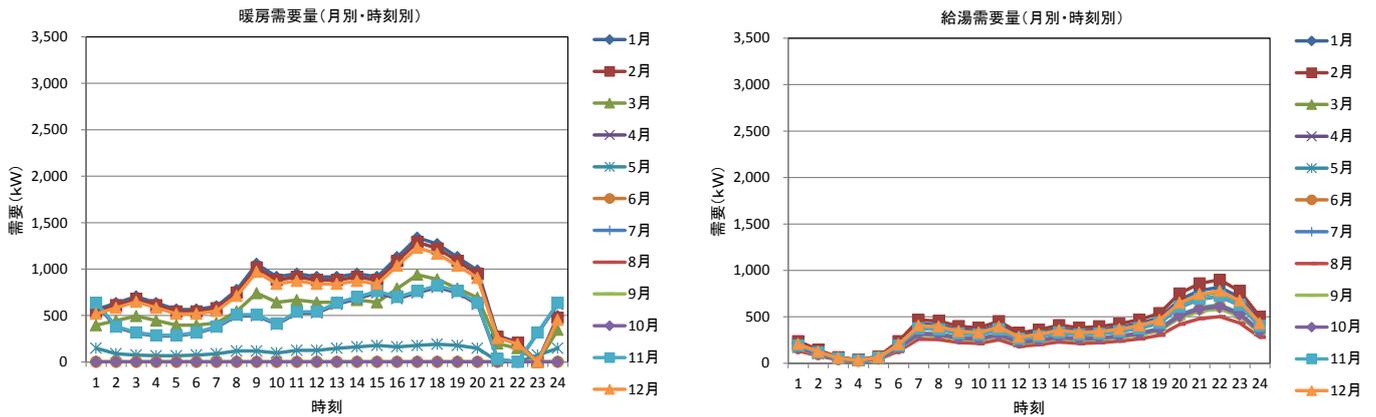


図 月別・時刻別熱需要(東京ホテル3万m²)

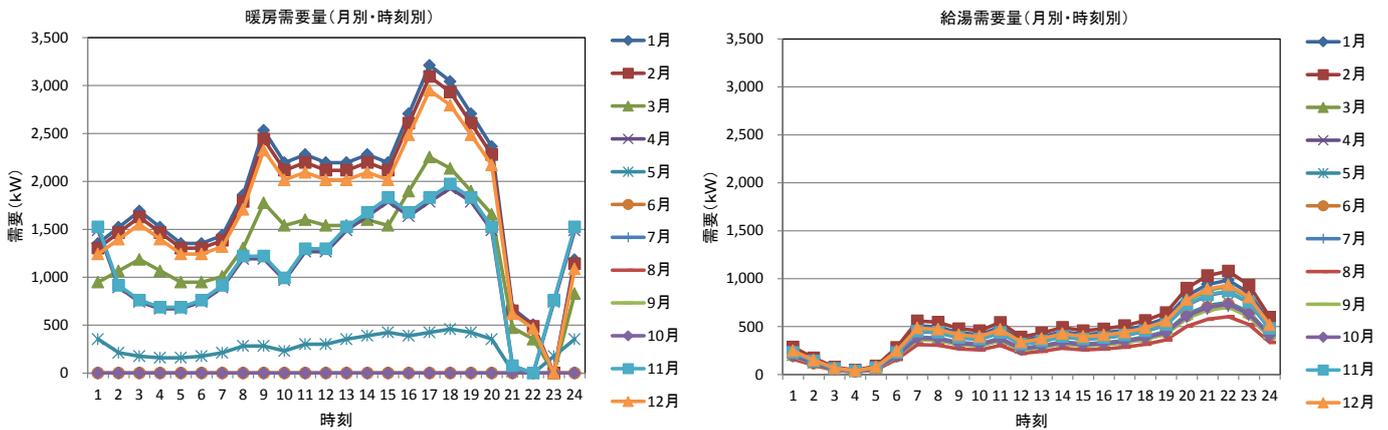


図 月別・時刻別熱需要(札幌ホテル3万m²)

(3) ヒートポンプ負荷

今回の下水熱利用検討では、給湯負荷の一部も賅う。ヒートポンプとボイラの年間負荷および各月平均日の負荷変動を示す。

表 ヒートポンプ負荷・ボイラ負荷

	東京ホテル3万㎡	札幌ホテル3万㎡
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

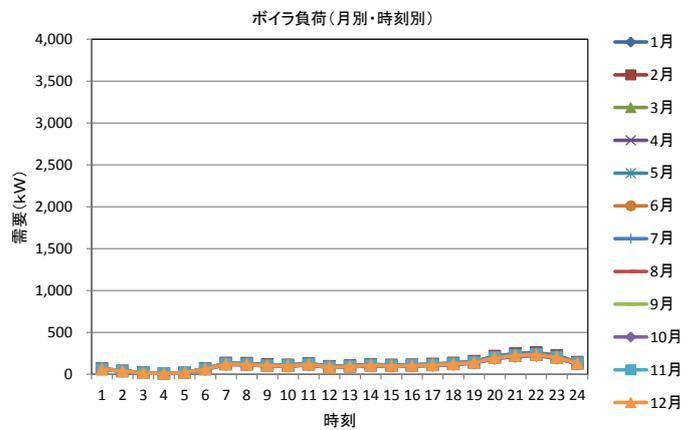
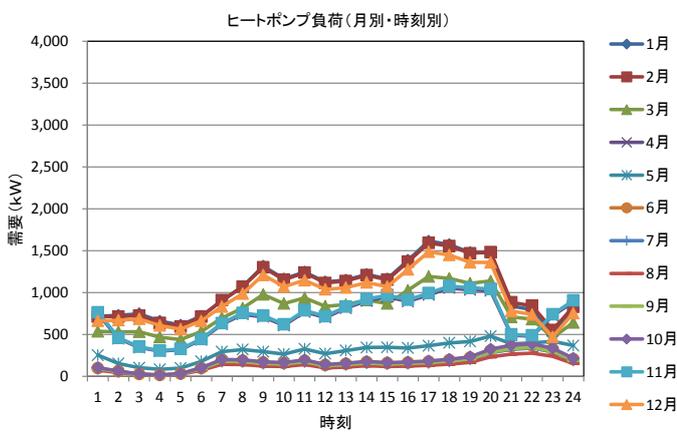


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京ホテル3万㎡)

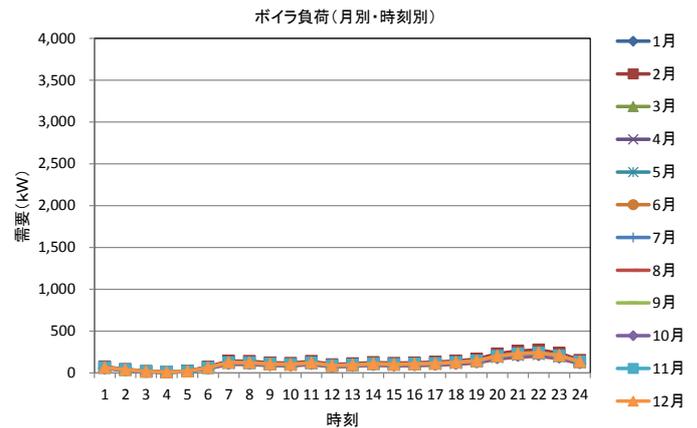
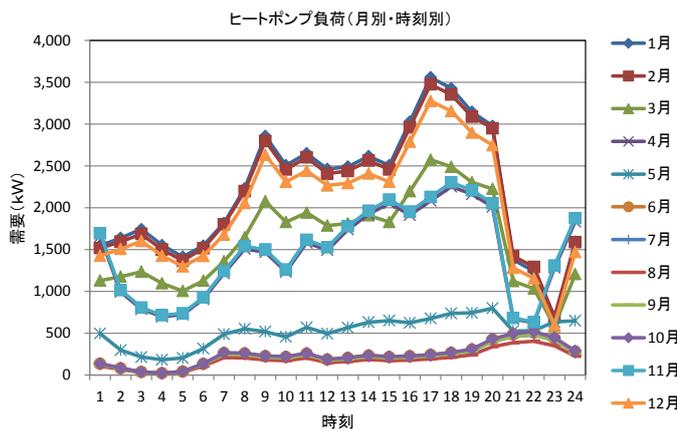


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌ホテル3万㎡)

(4) 必要処理水

熱源水として必要な処理水は熱源水の利用温度差を5℃とすると、以下の式になる。

$$\text{必要処理水量(m}^3\text{/h)} = \text{ヒートポンプ負荷(kW)} \times 0.86 \div 5$$

①東京の場合

最大流量は278m³/h、年間流量は793千m³/年、各月の平均的な日量は531m³/日(8月)～4,302m³/日(1月)となる。一般的な下水処理場で十分に賄える規模である。

必用処理水 m ³ /h	代表日max												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1	124	123	92	129	44	17	15	13	16	18	132	114	
2	125	123	91	77	26	10	9	8	9	11	79	115	
3	128	125	92	59	18	5	4	3	4	5	61	118	
4	113	110	80	52	14	3	2	2	3	3	53	104	
5	105	102	76	55	17	5	5	4	5	5	56	97	
6	123	122	92	75	31	17	15	12	16	18	77	114	
7	155	156	120	107	51	33	30	25	31	35	109	143	
8	184	184	140	127	55	32	29	24	30	34	130	170	
9	226	224	168	122	51	28	26	21	26	30	125	208	
10	200	198	149	104	46	27	25	20	25	28	107	184	
11	214	213	161	132	56	32	29	24	30	34	135	197	
12	194	192	144	121	46	23	21	17	22	24	123	178	
13	198	196	147	140	53	26	23	19	24	27	143	182	
14	209	208	156	155	59	29	26	22	27	30	158	193	
15	200	198	149	163	60	27	25	20	25	28	167	184	
16	238	235	177	154	58	28	26	21	26	29	157	219	
17	278	274	205	167	63	30	27	22	28	32	171	256	
18	271	268	201	181	69	33	30	25	31	35	185	249	
19	254	253	191	177	71	38	35	28	36	40	181	234	
20	253	255	196	176	83	53	48	40	50	56	179	234	
21	144	152	122	84	67	61	55	46	57	64	86	134	
22	137	145	117	82	68	64	58	48	59	67	84	127	
23	87	95	79	125	72	55	50	41	51	58	127	81	
24	141	143	110	152	63	35	32	26	33	37	156	130	
m ³ /日	4,302	4,291	3,256	2,916	1,238	711	646	531	663	746	2,981	3,964	
日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
千m ³ /月	133	120	101	87	38	21	20	16	20	23	89	123	793

②札幌の場合

最大流量は612m³/h、年間流量は1,564千m³/年、各月の平均的な日量は776m³/日(8月)～9,041m³/日(1月)となる。一般的な下水処理場で十分に賄える規模である。

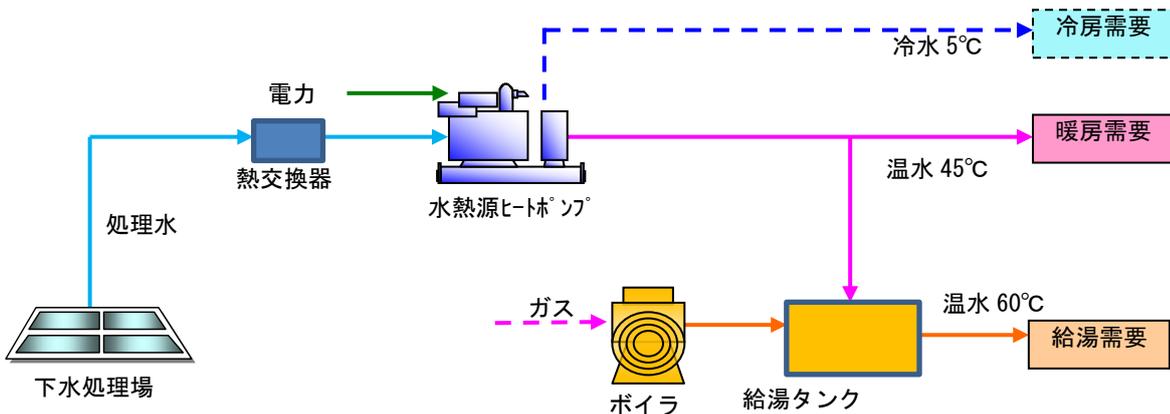
必用処理水 m ³ /h	代表日max												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1	266	261	194	285	85	23	22	18	22	24	291	245	
2	282	274	202	171	51	14	13	11	13	14	175	259	
3	300	290	212	136	37	6	6	5	6	6	139	275	
4	267	258	189	120	31	4	4	3	4	4	123	245	
5	243	235	173	124	35	7	7	6	7	7	127	223	
6	266	260	194	156	54	23	22	18	22	23	159	245	
7	313	310	234	209	84	45	43	36	43	46	214	289	
8	384	378	283	259	95	44	42	35	42	45	265	354	
9	492	481	357	253	89	39	37	31	37	39	258	453	
10	431	423	314	212	78	37	35	29	35	38	217	397	
11	456	447	334	272	98	44	42	35	42	45	278	420	
12	424	414	307	257	85	32	30	25	30	32	263	390	
13	428	419	312	299	98	35	33	28	33	36	306	394	
14	450	441	328	331	109	40	38	32	38	41	338	414	
15	431	423	314	353	112	37	35	29	35	38	361	397	
16	521	509	378	329	107	38	36	31	37	39	336	480	
17	612	598	443	358	116	41	39	33	39	42	366	563	
18	589	577	428	388	127	45	43	36	43	47	396	543	
19	541	531	396	372	128	52	49	42	50	53	380	499	
20	512	507	383	346	137	73	69	58	69	74	353	473	
21	237	244	193	115	90	83	79	67	79	85	117	220	
22	213	222	178	107	91	87	83	70	83	89	109	199	
23	109	120	101	220	109	75	71	60	72	77	225	103	
24	274	273	208	316	112	48	46	39	46	49	323	253	
m ³ /日	9,041	8,895	6,656	5,987	2,159	972	923	776	925	994	6,117	8,333	
日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
千m ³ /月	280	249	206	180	67	29	29	24	28	31	183	258	1,564

1. 3 システム計画

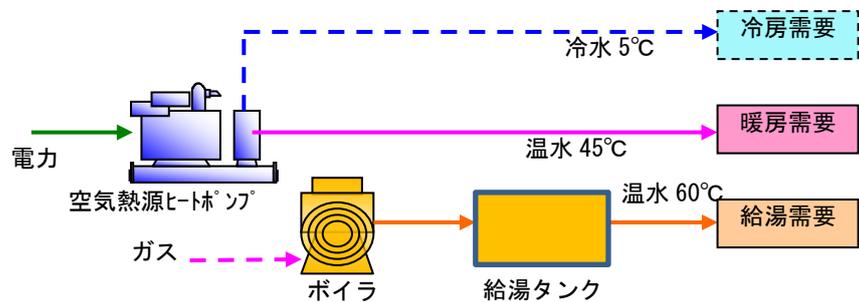
(1) システム計画

①システムフロー(検討モデル・比較基準モデル)

下水熱利用システム（暖房：水熱源HP、給湯：水熱源HP+ボイラ）



比較基準 1（暖房：空気熱源HP、給湯：ボイラ）



比較基準 2（暖房・給湯：ボイラ）

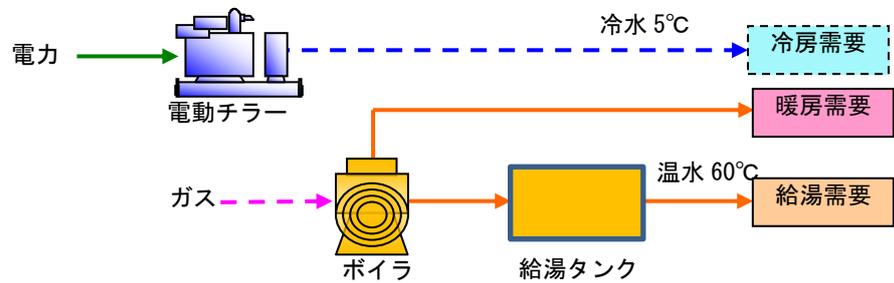


図 熱源システムフロー

(冷房については、建設費試算上の想定で環境性・経済性の評価対象外)

②機器COP等

1) 水熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータ参考

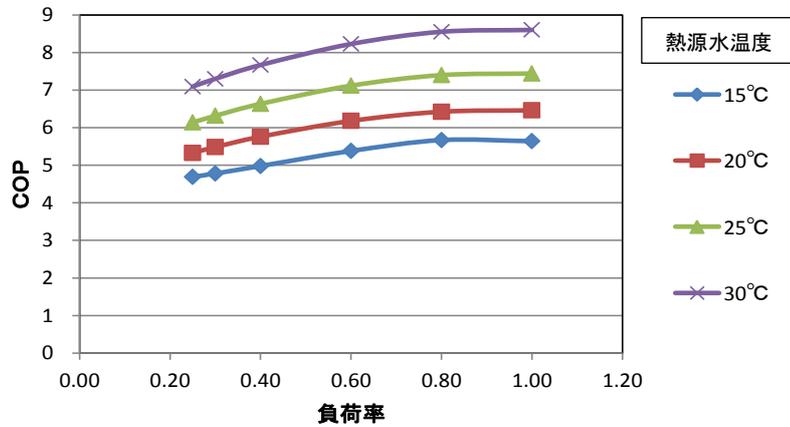


図 水熱源ヒートポンプCOP

2) 空気熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータ参考

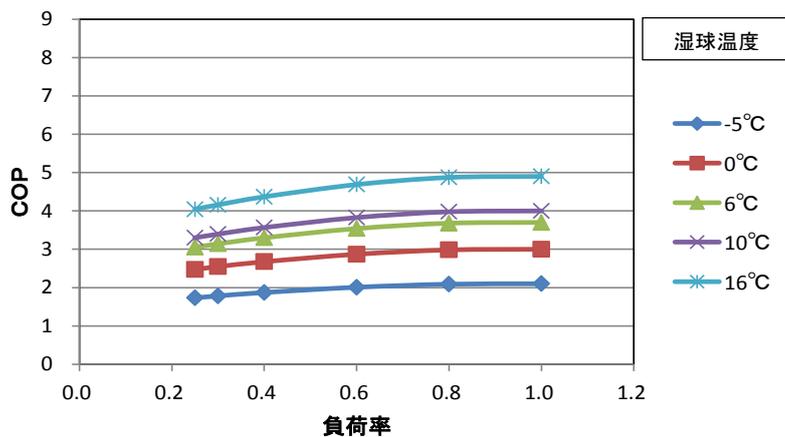


図 空気熱源ヒートポンプCOP

3) ボイラ効率

0.9 (一般的な貫流ボイラの年間平均想定)

4) 熱源水ポンプ

熱源水ポンプの消費電力は以下の式で計算した。処理水取水からヒートポンプまでの距離の2倍を配管長と考える。

$$\text{消費電力 (kW)} = 0.163 \times \text{流量 (L/min)} \times \text{揚程 (m)} \div \text{ポンプ効率 (=0.7)}$$

$$\text{揚程} = \text{直管部圧損 (30mm/m} \times \text{配管長 (m))} + \text{局部抵抗 (=直管部圧損)} + \text{機器抵抗 (20m)}$$

その他、空気熱ヒートポンプについては、ファン動力(本体消費電力の3%と想定)を計上。

5) 環境条件等

表 環境条件等(東京)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
外気温度	℃	6.1	6.5	9.4	14.6	18.9	22.1	25.8	27.4	23.8	18.5	13.3	8.7	理科年表(東京:1981~2010平均)
湿球温度	℃	2.3	2.7	5.6	10.5	14.9	18.6	22.2	23.3	20.0	14.6	9.3	4.7	気象庁データ(東京1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	℃	7.7	8.0	10.6	15.2	19.1	21.9	25.2	26.6	23.4	18.7	14.1	10.0	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	℃	16.0	15.0	15.0	20.0	22.0	23.0	25.0	28.0	28.0	25.0	21.0	20.0	B-DASHが「ドラインエンジニアリング」より
熱源水温度	℃	15.0	14.0	14.0	19.0	21.0	22.0	24.0	27.0	27.0	24.0	20.0	19.0	下水温度-1℃

表 環境条件等(札幌)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
外気温度	℃	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9	理科年表(札幌:1981~2010平均)
湿球温度	℃	-5.0	-4.6	-1.4	4.2	9.2	13.7	17.7	19.2	14.9	8.8	2.6	-2.6	気象庁データ(札幌1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	℃	0.7	1.0	2.9	6.4	9.2	11.5	13.5	14.4	12.2	8.9	5.2	2.1	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	℃	14.6	14.1	12.7	14.7	17.4	19.6	21.7	22.6	21.6	18.9	17.6	15.5	札幌(国交省下水道部H24調査:下水熱利用による低炭素まちづくり促進支援業務)データは札幌市より提供
熱源水温度	℃	13.6	13.1	11.7	13.7	16.4	18.6	20.7	21.6	20.6	17.9	16.6	14.5	下水温度-1℃

■給水温度算定既存文献

「給湯設備設計用基礎データの検討・整備に関する研究第8報給水温に関する研究」
(空気調和・衛生工学会講演論文集、1997.8月)

③システム容量等

1) 東京ケース

下水熱利用ケース	水熱源HP:2,571kW(加熱能力計) ボイラ:989kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,571kW(加熱能力計) ボイラ:989kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:3,560kW(加熱能力計)

2) 札幌ケース

下水熱利用ケース	水熱源HP:3,856kW(加熱能力計) ボイラ:1,187kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:3,856kW(加熱能力計) ボイラ:1,187kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:5,043kW(加熱能力計)

1. 4 環境性評価

(1) 計算フロー

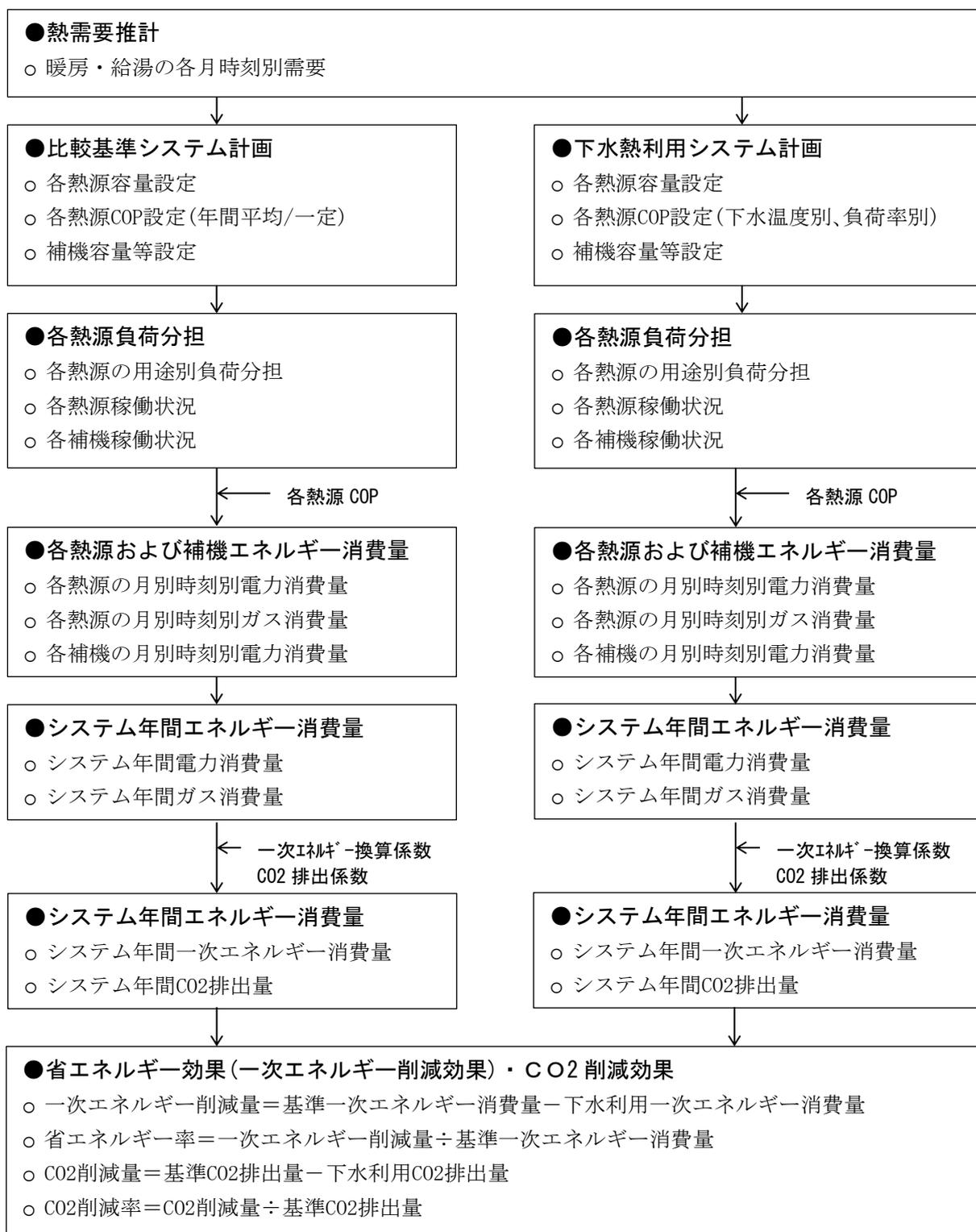


図 省エネルギー・CO2削減効果算定フロー

(2) 試算結果

①東京ケース

1) 処理場までの距離=100m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	582	624
買電量(夜間)	MWh/年	0	263	281
買電量(合計)	MWh/年	0	845	905
ガス使用量	千Nm3/年	550	275	95
一次エネルギー消費量	GJ/年	24,739	20,615	13,121
省エネルギー量	GJ/年		4,124	11,618
省エネルギー率	%		16.7	47.0
CO2排出量	t-CO2/年	1,259	1,094	716
CO2削減量	t-CO2/年		165	543
CO2削減率	%		13.1	43.1

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

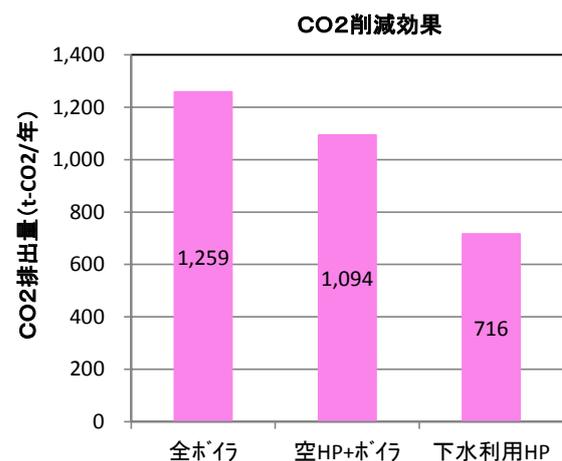
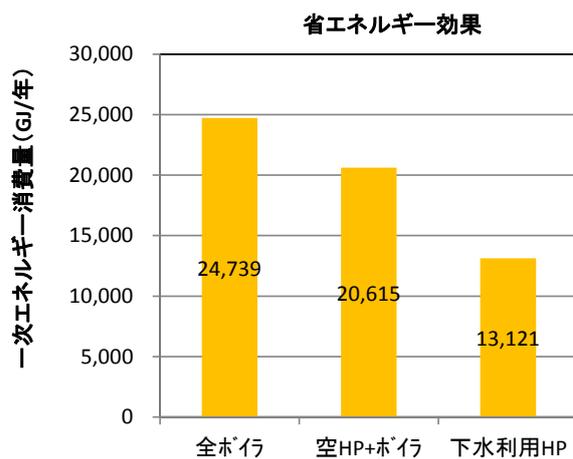


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=100m)

2) 処理場までの距離=200m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	582	651
買電量(夜間)	MWh/年	0	263	294
買電量(合計)	MWh/年	0	845	946
ガス使用量	千Nm3/年	550	275	95
一次エネルギー消費量	GJ/年	24,739	20,615	13,513
省エネルギー量	GJ/年		4,124	11,226
省エネルギー率	%		16.7	45.4
CO2排出量	t-CO2/年	1,259	1,094	738
CO2削減量	t-CO2/年		165	521
CO2削減率	%		13.1	41.4

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

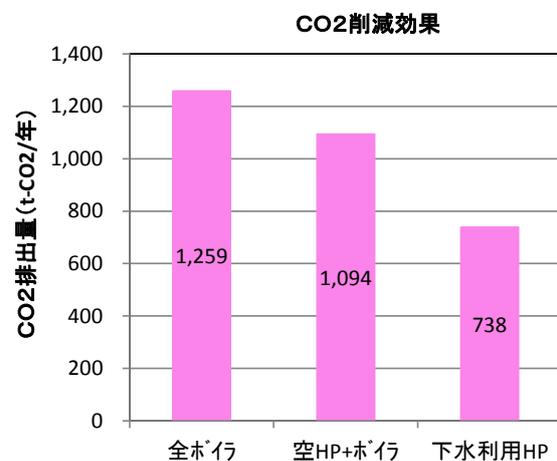
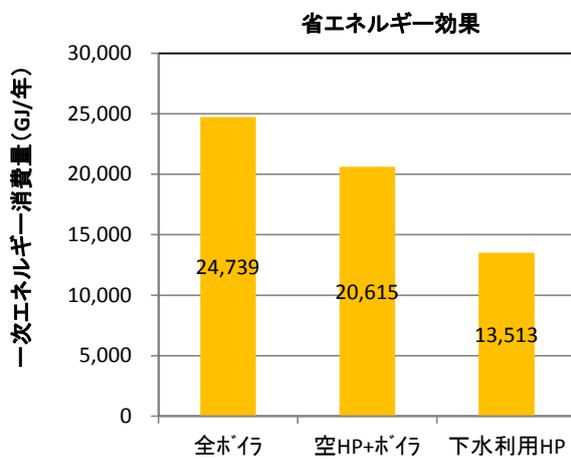


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=200m)

3) 処理場までの距離=300m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	582	678
買電量(夜間)	MWh/年	0	263	308
買電量(合計)	MWh/年	0	845	986
ガス使用量	千Nm ³ /年	550	275	95
一次エネルギー消費量	GJ/年	24,739	20,615	13,906
省エネルギー量	GJ/年		4,124	10,833
省エネルギー率	%		16.7	43.8
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	1,259	1,094	760
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		165	498
CO ₂ 削減率	%		13.1	39.6

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97
電力(夜)	9.28
電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

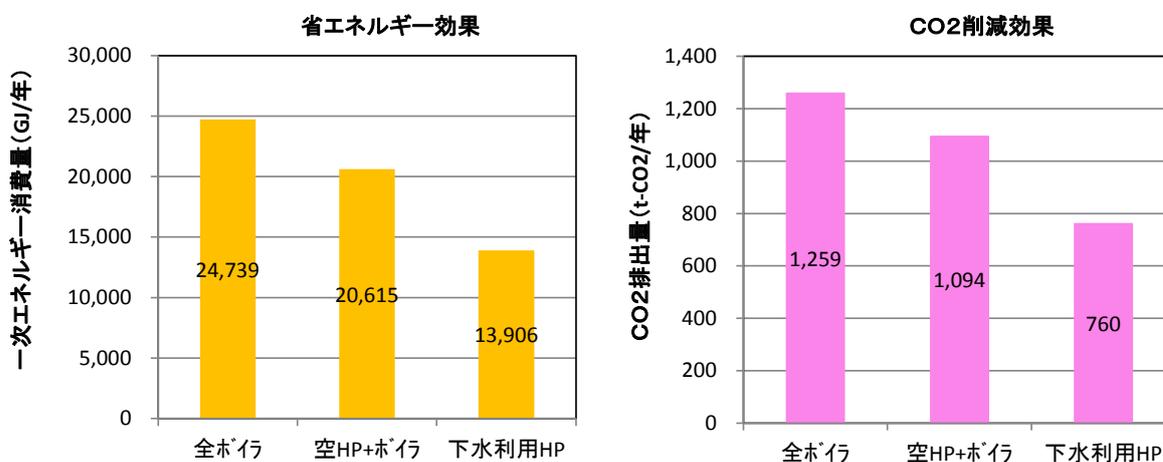


図 省エネルギー・CO₂削減効果(処理場までの距離=300m)

4) 処理場までの距離=400m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	582	705
買電量(夜間)	MWh/年	0	263	321
買電量(合計)	MWh/年	0	845	1,026
ガス使用量	千Nm3/年	550	275	95
一次エネルギー消費量	GJ/年	24,739	20,615	14,298
省エネルギー量	GJ/年		4,124	10,441
省エネルギー率	%		16.7	42.2
CO2排出量	t-CO2/年	1,259	1,094	783
CO2削減量	t-CO2/年		165	476
CO2削減率	%		13.1	37.8

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

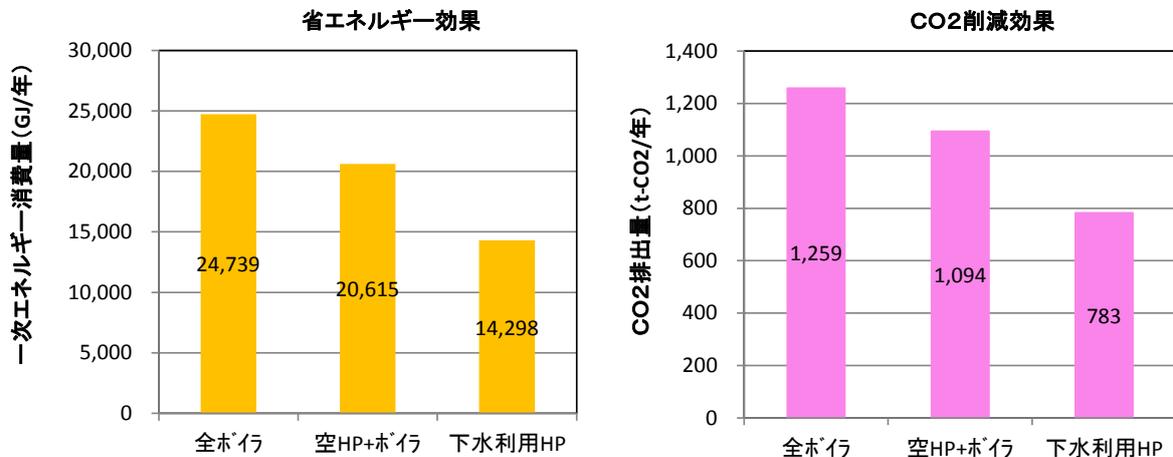


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=400m)

4) 処理場までの距離=500m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	582	732
買電量(夜間)	MWh/年	0	263	334
買電量(合計)	MWh/年	0	845	1,067
ガス使用量	千Nm ³ /年	550	275	95
一次エネルギー消費量	GJ/年	24,739	20,615	14,690
省エネルギー量	GJ/年		4,124	10,049
省エネルギー率	%		16.7	40.6
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	1,259	1,094	805
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		165	454
CO ₂ 削減率	%		13.1	36.1

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55	kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29	kg-CO ₂ /Nm ³

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

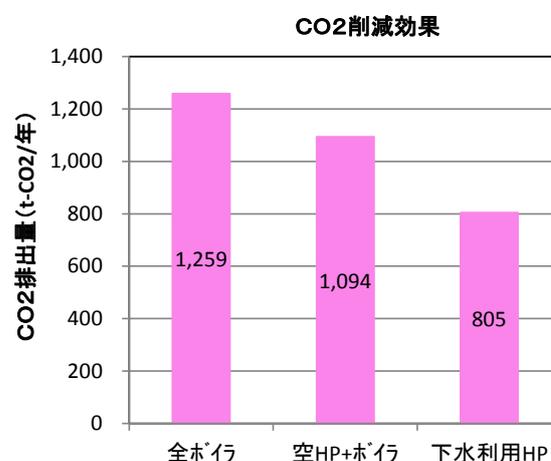
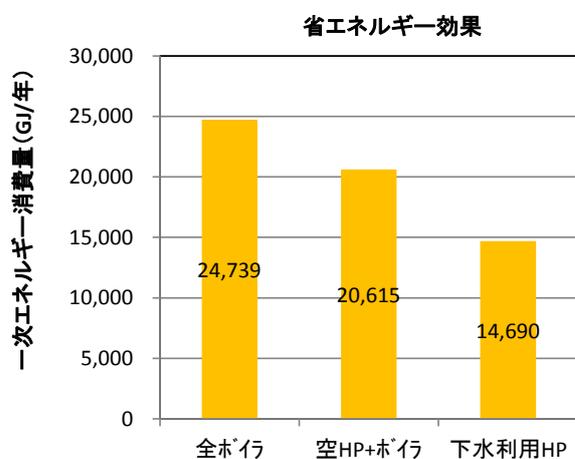


図 省エネルギー・CO₂削減効果(処理場までの距離=500m)

②札幌ケース

1) 処理場までの距離=100m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	1,882	1,307
買電量(夜間)	MWh/年	0	860	599
買電量(合計)	MWh/年	0	2,742	1,906
ガス使用量	千Nm3/年	990	330	93
一次エネルギー消費量	GJ/年	44,530	41,586	22,797
省エネルギー量	GJ/年		2,944	21,733
省エネルギー率	%		6.6	48.8
CO2排出量	t-CO2/年	2,266	2,263	1,262
CO2削減量	t-CO2/年		3	1,004
CO2削減率	%		0.1	44.3

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

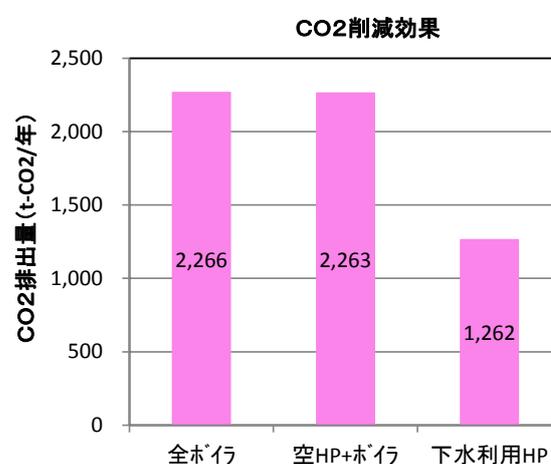
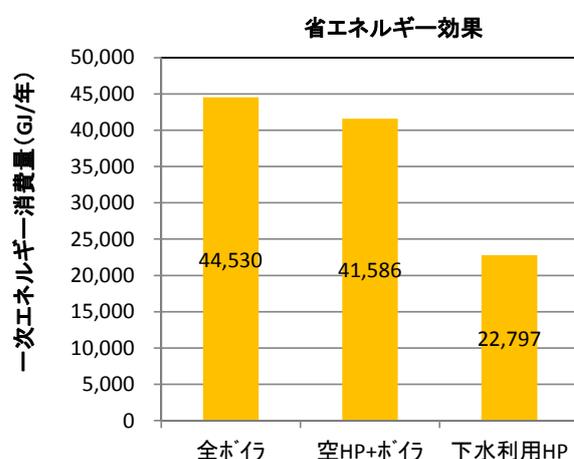


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=100m)

2) 処理場までの距離=200m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	1,882	1,360
買電量(夜間)	MWh/年	0	860	624
買電量(合計)	MWh/年	0	2,742	1,984
ガス使用量	千Nm3/年	990	330	93
一次エネルギー消費量	GJ/年	44,530	41,586	23,558
省エネルギー量	GJ/年		2,944	20,972
省エネルギー率	%		6.6	47.1
CO2排出量	t-CO2/年	2,266	2,263	1,305
CO2削減量	t-CO2/年		3	961
CO2削減率	%		0.1	42.4

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

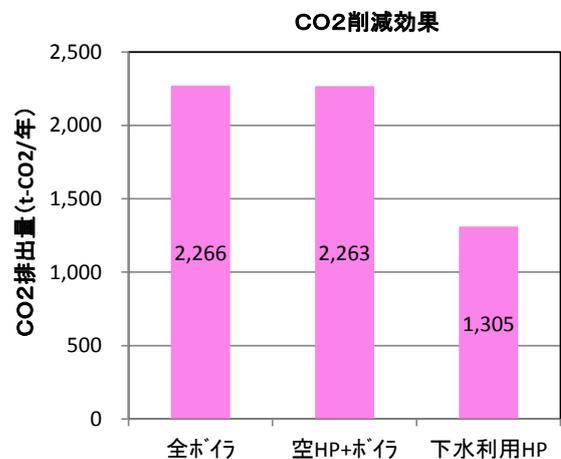
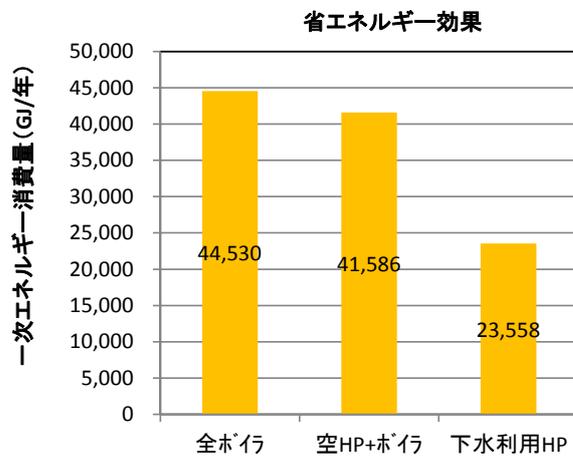


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=200m)

3) 処理場までの距離=300m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	1,882	1,413
買電量(夜間)	MWh/年	0	860	650
買電量(合計)	MWh/年	0	2,742	2,062
ガス使用量	千Nm3/年	990	330	93
一次エネルギー消費量	GJ/年	44,530	41,586	24,319
省エネルギー量	GJ/年		2,944	20,211
省エネルギー率	%		6.6	45.4
CO2排出量	t-CO2/年	2,266	2,263	1,348
CO2削減量	t-CO2/年		3	918
CO2削減率	%		0.1	40.5

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

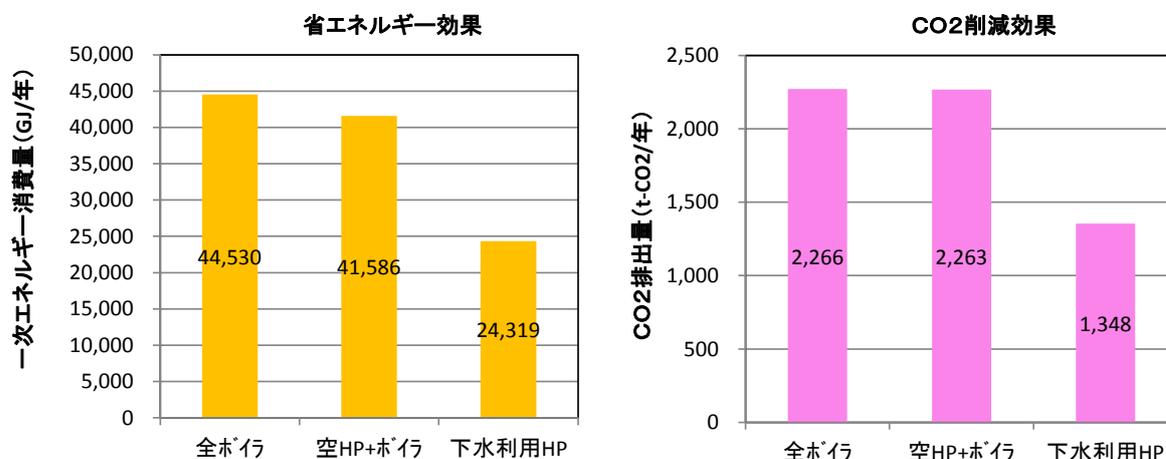


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=300m)

4) 処理場までの距離=400m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	1,882	1,465
買電量(夜間)	MWh/年	0	860	675
買電量(合計)	MWh/年	0	2,742	2,140
ガス使用量	千Nm3/年	990	330	93
一次エネルギー消費量	GJ/年	44,530	41,586	25,080
省エネルギー量	GJ/年		2,944	19,450
省エネルギー率	%		6.6	43.7
CO2排出量	t-CO2/年	2,266	2,263	1,391
CO2削減量	t-CO2/年		3	875
CO2削減率	%		0.1	38.6

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

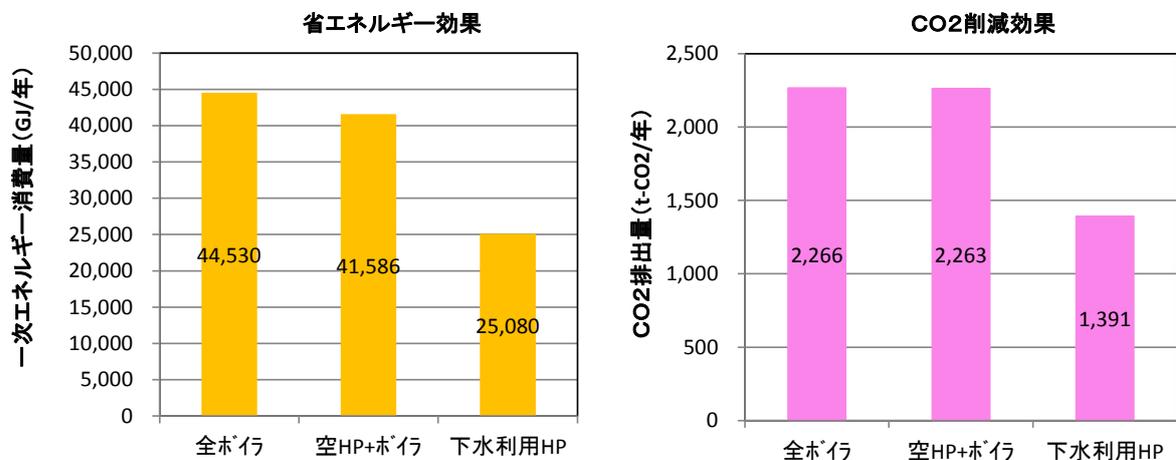


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=400m)

4) 処理場までの距離=500m

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	1,882	1,518
買電量(夜間)	MWh/年	0	860	700
買電量(合計)	MWh/年	0	2,742	2,219
ガス使用量	千Nm3/年	990	330	93
一次エネルギー消費量	GJ/年	44,530	41,586	25,842
省エネルギー量	GJ/年		2,944	18,688
省エネルギー率	%		6.6	42.0
CO2排出量	t-CO2/年	2,266	2,263	1,434
CO2削減量	t-CO2/年		3	832
CO2削減率	%		0.1	36.7

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境省ガイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

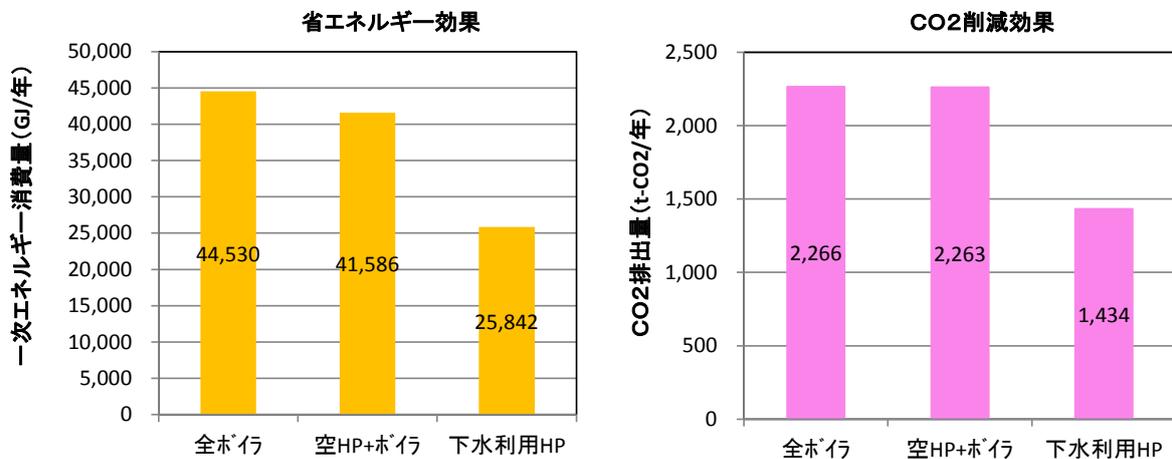


図 省エネルギー・CO2削減効果(処理場までの距離=500m)

③まとめ

省エネルギー効果・CO₂削減効果は東京地区、札幌地区とも全ボイラ方式、空気HP+ボイラ方式よりも圧倒的に優れている。距離100mの場合、全ボイラ方式に対する省エネ率は東京地区で47.0%、札幌地区で48.8%と、一次エネルギーはほぼ半減する結果となった。また、空気HP方式に対しても、東京地区では約30ポイント、札幌地区では40ポイント以上の削減率となり、環境性に関しては圧倒的な優位性がある。特に、札幌地区では空気HP方式の全ボイラに対する優位性は比較的小さいため、下水HP方式の効果は大きい。

また、需要地の距離が遠いほど、熱源水の搬送動力が大きくなるため、効果が小さくなる。東京地区・札幌地区ともに、距離が100mの場合と比較して6.5ポイント前後削減率が減少する。

表 省エネルギー・CO₂削減効果(東京)

距離	100m	200m	300m	400m	500m
下水利用 省エネ率 (%)	47.0	45.4	43.8	42.2	40.6
空気熱源HP利用 省エネ率 (%)	16.7				
下水利用 CO ₂ 削減率 (%)	43.1	41.4	39.6	37.8	36.1
空気熱源HP利用 CO ₂ 削減率 (%)	13.1				

表 省エネルギー・CO₂削減効果(札幌)

距離	100m	200m	300m	400m	500m
下水利用 省エネ率 (%)	48.8	47.1	45.4	43.7	42.0
空気熱源HP利用 省エネ率 (%)	6.6				
下水利用 CO ₂ 削減率 (%)	44.3	42.4	40.5	38.6	36.7
空気熱源HP利用 CO ₂ 削減率 (%)	0.1				

1. 5 事業性評価

(1) 事業性評価方法

事業性については年間経費で評価する。

■年間経費＝年間設備固定費＋ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)

年間設備固定費(円/年)＝資本回収係数×初期投資額(円)

$$\text{資本回収係数} = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

r：金利　　n：償却年数

上記において金利は3%（過去5年の長期プライムレート平均1.92%＋リスクプレミアム1%）

また、償却年数は機械設備が15年、処理水配管工事(土木工事含む)は50年で想定(B-DASHがイ
ドライン)。

(2) 事業性試算条件

①建設費

- 熱源設備等については設備容量と容量単価から算定。容量単価については実勢価格としている。
- 個々の単価については事業性試算結果一覧表を参照

②補助金

- 国庫補助(補助率1/2)を適用。
- 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

③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)、ガスは東京ガス料金(契約は業務用季節別)。単価は現在の約款に従うが、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。

(3) 事業性試算結果

①概要

各ケースの年間経費比率を以下に示す。各地域の全ボイラ方式の年間経費を100とした場合の数値である。

各ケースとも全ボイラ方式よりよくなっているが、東京ケースでは、下水利用で、距離が400m以上で空気HP方式よりも年間経費は高くなっている。300m以内は空気HP方式よりも年間経費は安い。札幌ケースでは、500mでも空気HP方式よりも年間経費は安い。

また、各ケースの総経費の年度推移を合わせて示す。比較基準(全ボイラ方式、空気HP方式と各下水利用方式との交点の横軸の値が単純投資回収年数となる)

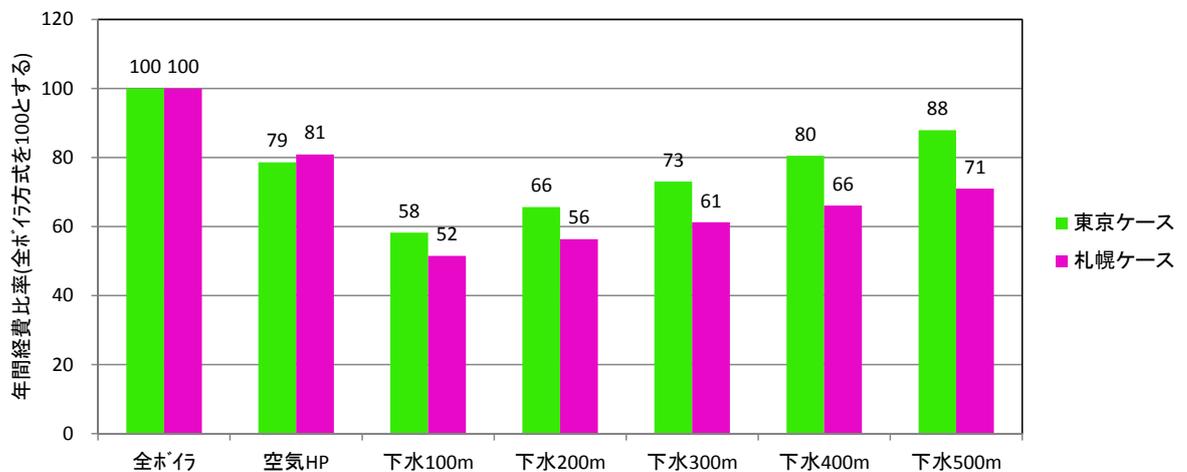


図 年間経費比較

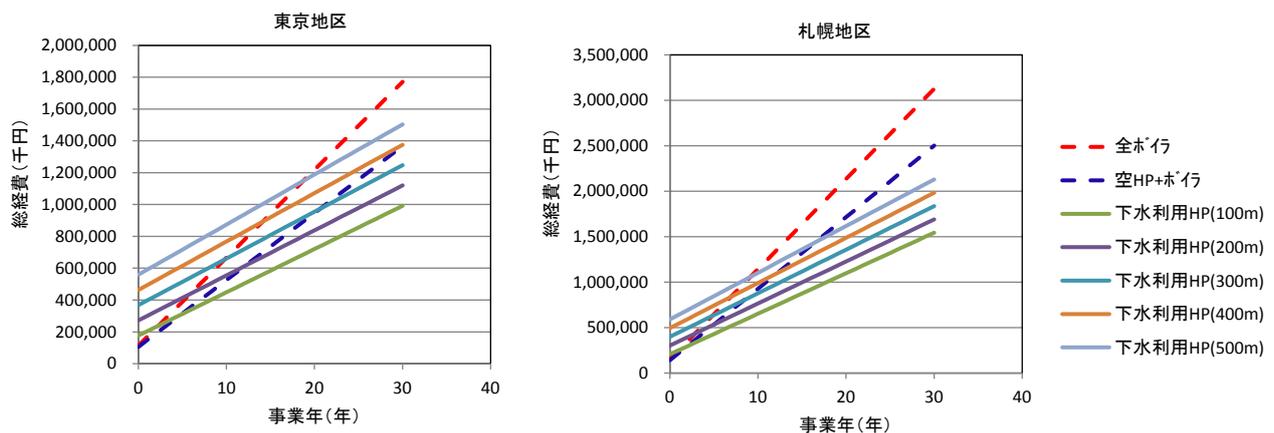


図 総経費の年度推移

②各ケース詳細

以下に各ケース試算結果の詳細を示す。

1) 東京ケース/処理場までの距離=100m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	92,545	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,414	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	64,268	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	28,477	7,912	7,912	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	32,973	32,973	11,448	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	25,707	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	3,537	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	1,647	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	40,620	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	150,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	112,865	105,152	333,417	
補助金	千円	0	0	157,028	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		112,865	105,152	176,388	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-7,712	63,524	
年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	10,496	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	13,693	14,762	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	52,926	26,223	9,150	東京ガス料金
水道料金	千円/年	96	48	17	400円/m ³ (千円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,257	2,103	3,262	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	55,279	42,066	27,190	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,212	28,089	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.9	50.8	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	52,926	39,916	23,911	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	112,865	105,152	176,388	
②建設費増額	千円	基準	-7,712	63,524	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	55,279	42,066	27,190	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,212	28,089	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	2.3	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	10,496	
⑦年間経費	千円/年	64,733	50,875	37,686	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	13,858	27,047	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.4	41.8	基準ケースからの減額率

2) 東京ケース/処理場までの距離=200m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	92,545	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,414	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	64,268	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	28,477	7,912	7,912	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	32,973	32,973	11,448	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	25,707	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	3,537	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	2,265	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	81,240	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	300,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	112,865	105,152	524,654	
補助金	千円	0	0	252,647	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		112,865	105,152	272,007	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-7,712	159,143	
年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	14,226	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考
電気料金	千円/年	0	13,693	15,416	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	52,926	26,223	9,150	東京ガス料金
水道料金	千円/年	96	48	17	400円/m ³ (ホ [*] イ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,257	2,103	3,681	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	55,279	42,066	28,263	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,212	27,016	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.9	48.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	52,926	39,916	24,566	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	112,865	105,152	272,007	
②建設費増額	千円	基準	-7,712	159,143	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	55,279	42,066	28,263	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,212	27,016	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	5.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	14,226	
⑦年間経費	千円/年	64,733	50,875	42,489	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	13,858	22,244	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.4	34.4	基準ケースからの減額率

3) 東京ケース/処理場までの距離=300m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	92,545	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,414	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	64,268	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	28,477	7,912	7,912	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	32,973	32,973	11,448	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	25,707	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	3,537	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	2,883	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	121,860	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	450,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	112,865	105,152	715,892	
補助金	千円	0	0	348,266	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		112,865	105,152	367,626	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-7,712	254,762	
年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	17,956	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
電気料金	千円/年	0	13,693	16,071	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	52,926	26,223	9,150	東京ガス料金
水道料金	千円/年	96	48	17	400円/m ³ (千円/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,257	2,103	4,099	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	55,279	42,066	29,337	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,212	25,942	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.9	46.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	52,926	39,916	25,221	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	112,865	105,152	367,626	
②建設費増額	千円	基準	-7,712	254,762	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	55,279	42,066	29,337	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,212	25,942	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	9.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	17,956	
⑦年間経費	千円/年	64,733	50,875	47,293	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	13,858	17,440	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.4	26.9	基準ケースからの減額率

4) 東京ケース/処理場までの距離=400m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	92,545	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,414	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	64,268	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	28,477	7,912	7,912	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	32,973	32,973	11,448	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	25,707	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	3,537	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	3,501	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	162,480	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	600,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	112,865	105,152	907,130	
補助金	千円	0	0	443,885	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		112,865	105,152	463,245	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-7,712	350,380	
年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	21,686	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	13,693	16,726	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	52,926	26,223	9,150	東京ガス料金
水道料金	千円/年	96	48	17	400円/m ³ (千円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,257	2,103	4,518	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	55,279	42,066	30,410	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,212	24,869	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.9	45.0	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	52,926	39,916	25,875	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	112,865	105,152	463,245	
②建設費増額	千円	基準	-7,712	350,380	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	55,279	42,066	30,410	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,212	24,869	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	14.1	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	21,686	
⑦年間経費	千円/年	64,733	50,875	52,096	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	13,858	12,637	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.4	19.5	基準ケースからの減額率

5) 東京ケース/処理場までの距離=500m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:㎡ 円	暖房:空冷HP 給湯:㎡ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡ 円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	92,545	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,414	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	64,268	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	28,477	7,912	7,912	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	32,973	32,973	11,448	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	25,707	10千円/kW
オートレナ	千円	0	0	3,537	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	4,118	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	203,100	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	750,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	112,865	105,152	1,098,368	
補助金	千円	0	0	539,504	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		112,865	105,152	558,864	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-7,712	445,999	
年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	25,416	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:㎡ 円	暖房:空冷HP 給湯:㎡ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡ 円	備考
電気料金	千円/年	0	13,693	17,381	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	52,926	26,223	9,150	東京ガス料金
水道料金	千円/年	96	48	17	400円/m ³ (㎡ 円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,257	2,103	4,936	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	55,279	42,066	31,483	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,212	23,796	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.9	43.0	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	52,926	39,916	26,530	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:㎡ 円	暖房:空冷HP 給湯:㎡ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡ 円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	112,865	105,152	558,864	
②建設費増額	千円	基準	-7,712	445,999	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	55,279	42,066	31,483	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,212	23,796	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	18.7	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	9,454	8,808	25,416	
⑦年間経費	千円/年	64,733	50,875	56,900	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	13,858	7,833	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.4	12.1	基準ケースからの減額率

6) 札幌ケース/処理場までの距離=100m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ [*]	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	138,818	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	77,121	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	96,401	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	40,342	9,494	9,494	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	34,932	34,932	9,908	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	38,561	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	5,306	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ [*]	千円	0	0	2,471	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	40,620	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	150,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	152,395	140,827	395,177	
補助金	千円	0	0	187,888	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		152,395	140,827	207,290	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-11,568	54,895	
年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	13,084	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ [*]	備考
電気料金	千円/年	0	44,390	31,007	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	95,877	31,425	9,011	東京ガス料金
水道料金	千円/年	172	57	16	400円/m ³ (ホ [*] イ [*] 蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	3,048	2,817	4,497	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	99,097	78,689	44,531	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	20,408	54,566	
ランニングコスト削減率	%	0.0	20.6	55.1	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	95,877	75,815	40,018	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ [*]	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ [*]	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	152,395	140,827	207,290	
②建設費増額	千円	基準	-11,568	54,895	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	99,097	78,689	44,531	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	20,408	54,566	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	1.0	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	13,084	
⑦年間経費	千円/年	111,863	90,486	57,616	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	21,377	54,247	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	19.1	48.5	基準ケースからの減額率

7) 札幌ケース/処理場までの距離=200m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ 円	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ 円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	138,818	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	77,121	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	96,401	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	40,342	9,494	9,494	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	34,932	34,932	9,908	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	38,561	10千円/kW
オートレナ	千円	0	0	5,306	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	3,398	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	81,240	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	300,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	152,395	140,827	586,724	
補助金	千円	0	0	283,661	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		152,395	140,827	303,063	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-11,568	150,668	
年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	16,828	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ 円	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ 円	備考
電気料金	千円/年	0	44,390	32,276	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	95,877	31,425	9,011	東京ガス料金
水道料金	千円/年	172	57	16	400円/m ³ (ホ ³ 円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	3,048	2,817	4,922	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	99,097	78,689	46,225	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	20,408	52,872	
ランニングコスト削減率	%	0.0	20.6	53.4	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	95,877	75,815	41,287	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ 円	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ 円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	152,395	140,827	303,063	
②建設費増額	千円	基準	-11,568	150,668	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	99,097	78,689	46,225	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	20,408	52,872	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	2.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	16,828	
⑦年間経費	千円/年	111,863	90,486	63,053	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	21,377	48,810	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	19.1	43.6	基準ケースからの減額率

8) 札幌ケース/処理場までの距離=300m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	138,818	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	77,121	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	96,401	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	40,342	9,494	9,494	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	34,932	34,932	9,908	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	38,561	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	5,306	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	4,324	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	121,860	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	450,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	152,395	140,827	778,271	
補助金	千円	0	0	379,434	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		152,395	140,827	398,836	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-11,568	246,442	
年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	20,571	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	44,390	33,545	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	95,877	31,425	9,011	東京ガス料金
水道料金	千円/年	172	57	16	400円/m ³ (給湯蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	3,048	2,817	5,347	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	99,097	78,689	47,919	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	20,408	51,179	
ランニングコスト削減率	%	0.0	20.6	51.6	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	95,877	75,815	42,556	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	152,395	140,827	398,836	
②建設費増額	千円	基準	-11,568	246,442	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	99,097	78,689	47,919	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	20,408	51,179	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	4.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	20,571	
⑦年間経費	千円/年	111,863	90,486	68,489	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	21,377	43,374	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	19.1	38.8	基準ケースからの減額率

9) 札幌ケース/処理場までの距離=400m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	138,818	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	77,121	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	96,401	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	40,342	9,494	9,494	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	34,932	34,932	9,908	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	38,561	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	5,306	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	5,251	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	162,480	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	600,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	152,395	140,827	969,817	
補助金	千円	0	0	475,208	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		152,395	140,827	494,610	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-11,568	342,215	
年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	24,314	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	44,390	34,814	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	95,877	31,425	9,011	東京ガス料金
水道料金	千円/年	172	57	16	400円/m ³ (千円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	3,048	2,817	5,772	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	99,097	78,689	49,612	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	20,408	49,485	
ランニングコスト削減率	%	0.0	20.6	49.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	95,877	75,815	43,825	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	152,395	140,827	494,610	
②建設費増額	千円	基準	-11,568	342,215	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	99,097	78,689	49,612	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	20,408	49,485	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	6.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	24,314	
⑦年間経費	千円/年	111,863	90,486	73,926	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	21,377	37,937	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	19.1	33.9	基準ケースからの減額率

10) 札幌ケース/処理場までの距離=500m

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費等含まず)
水熱源HP	千円	0	0	138,818	30千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	77,121	0	0	20千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	96,401	0	25千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	40,342	9,494	9,494	8千円/kW、機器単体
給湯タンク	千円	34,932	34,932	9,908	1000千円/m ³
下水熱交換器	千円	0	0	38,561	10千円/kW
オートストレーナー	千円	0	0	5,306	8千円/(m ³ /h)、機器単体
熱源水ポンプ	千円	0	0	6,178	30千円/kW、機器単体
処理水配管工事(配管)	千円	0	0	203,100	3,000千円/t(配管重量)
処理水配管工事(土木)	千円	0	0	750,000	1,500千円/m
建設費合計	千円	152,395	140,827	1,161,364	
補助金	千円	0	0	570,981	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		152,395	140,827	590,383	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-11,568	437,988	
年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	28,057	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	44,390	36,083	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	95,877	31,425	9,011	東京ガス料金
水道料金	千円/年	172	57	16	400円/m ³ (千円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	3,048	2,817	6,196	建設費の2%/年(処理水配管工事除く) +処理水配管工事の1%(土木工事除く)
合計	千円/年	99,097	78,689	51,306	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	20,408	47,791	
ランニングコスト削減率	%	0.0	20.6	48.2	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	95,877	75,815	45,094	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	152,395	140,827	590,383	
②建設費増額	千円	基準	-11,568	437,988	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	99,097	78,689	51,306	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	20,408	47,791	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-0.6	9.2	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	12,766	11,797	28,057	
⑦年間経費	千円/年	111,863	90,486	79,363	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	21,377	32,500	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	19.1	29.1	基準ケースからの減額率

(4) エネルギーコストによる感度分析

近年のLNG価格最安値は2009年6月の約35,000円/t、今回検討した2013年度東京ガス平均の86,000円/tの約40%になっている。一方、現在の価格は高止まり感があるが、LNG価格に大きく影響する原油価格が昨年6月頃より世界的に暴落している。為替レートの影響もあるが、今後、LNG価格も下がってくるという見方がつよい。

以上からガス価格については、今回の試算2013年平均に対し、マイナス60%～プラス10%程度と想定できる。

一方、電力については、全国10社でみると、平均燃料単価は、やはり2009年が安く、23,000円/kL程度で、上昇を続け、2014年は38,000円/kL程度である。電力単価については、今後の原子力発電の運用によるところが大きく、今後も増えることが予想される。

すなわち、電力とガスで単価バランスが異なることが予想され、その組み合わせについて予想することは難しい。

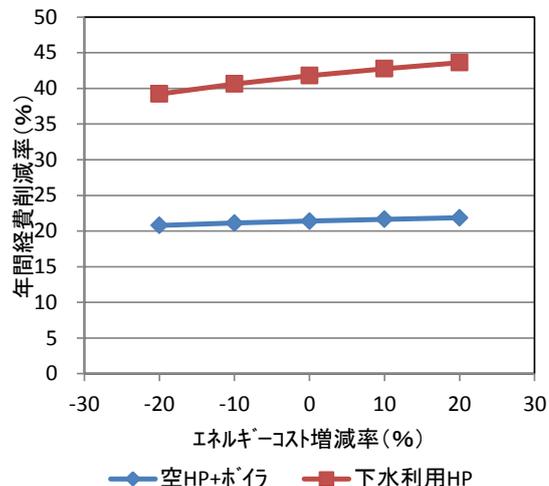
ここでは電力とガス価格が同様の割合で増減することを想定する。

東京ケース距離100mについて±10%、±20%で経済性を試算した。

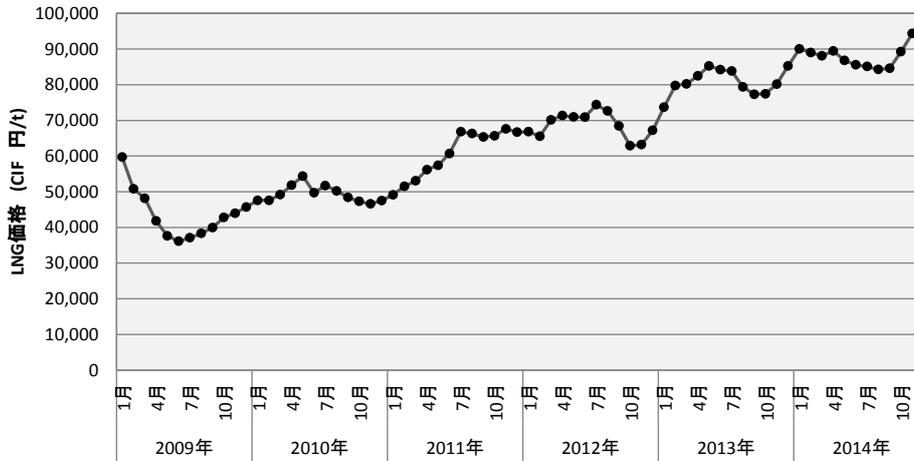
結果を以下に示す。年間経費削減率の感度は空気HPよりも下水利用方式の方が高いことがわかる。これは下水利用方式の方がより省エネ効果が高いためである。

表 全ボイラ方式に対する年間経費削減率

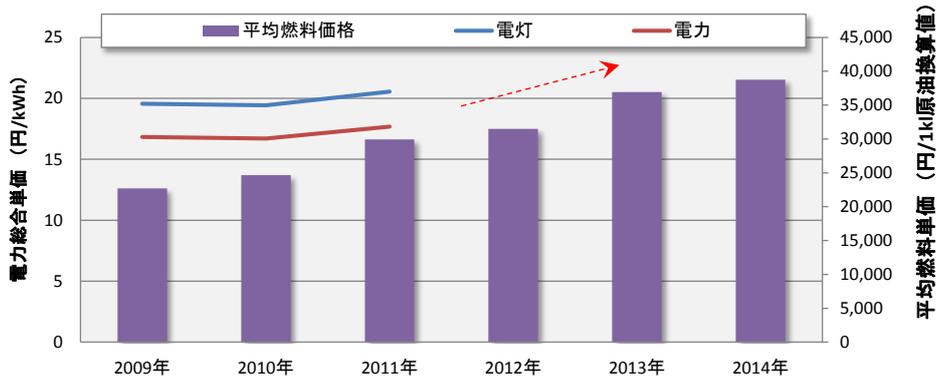
エネルギーコスト 増減率(%)	空気HP +ボイラ(%)	下水HP利用 +ボイラ(%)
-20	20.8	39.2
-10	21.1	40.6
0	21.4	41.8
+10	21.6	42.8
+20	21.9	43.6



LNG価格(貿易統計価格)



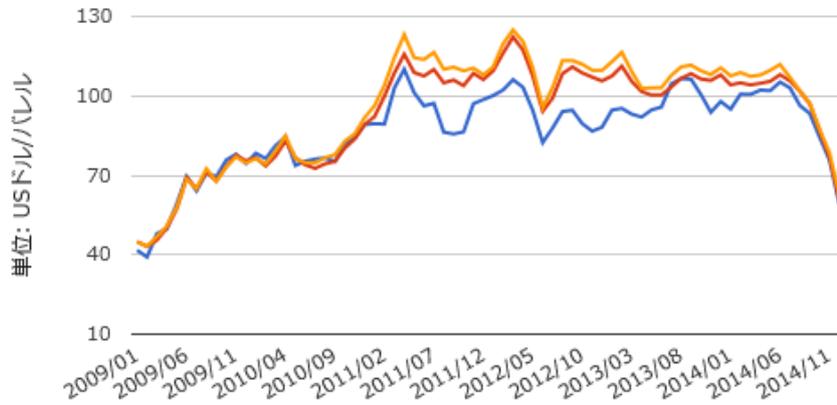
全国10社の平均電力単価と平均燃料単価の関係



原油価格の推移(2009年1月~2014年12月)

(c)世界経済のネタ帳

■ WTI ■ ドバイ ■ ブレント



参考資料2-2 モデルスタディ結果詳細（管路内設置型らせん方式）

2. 1 検討モデル

システム名	管路内設置型らせん方式
地域	東京、札幌
熱供給対象施設	東京・札幌:福祉施設10,000m ²
下水熱利用	暖房+給湯
検討熱源システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 水熱源HP(暖房・給湯用)、給湯用はボイラで追焚(HPで45℃まで加熱し、ボイラで60℃まで追焚) ○ 下水流量が不足し、下水熱源で賄えない場合は、空気熱源HP利用 ○ 給湯は貯湯槽利用
比較基準熱源システム	①暖房・給湯ボイラ、②暖房:空冷HP、給湯:ボイラ
システム	既設管路:管径1,200mm、水深は管径の15%、流速0.4m/s 管路内熱交換器:①100m、②200m
需要地までの距離	50m

2. 2 エネルギー需要

(1) 原単位

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

表 用途別熱需要原単位

	最大熱需要 (Wh/h・m ²)*1		年間熱需要 (kWh/m ² 年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
福祉(東京)	95.3	46.5	86.0	93.0
福祉(札幌)	東京×1.5	東京×1.2	東京×2.4	東京×1.2

出典:東京は天然ガススコージェネレーション計画・設計マニュアル2008((社)日本エネルギー学会)、札幌の暖房は地域補正係数(地域冷暖房技術手引書、都市環境エネルギー協会)を乗じて算出。給湯は年間平均給水温度を考慮して算出(東京16.7℃、札幌7.3℃、 $(60-7.3)/(60-16.7)=1.217$)。

*1 最大熱需要:年間におけるピーク需要(1時間当たりの最大値)

(2) 需要量

対象施設の最大・年間需要量は以下の通り。

表 用途別熱需要

	最大熱需要 (kW)		年間熱需要 (MWh/年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
東京福祉施設1万m ²	953	465	860	930
札幌福祉施設1万m ²	1,430	558	2,064	1,116

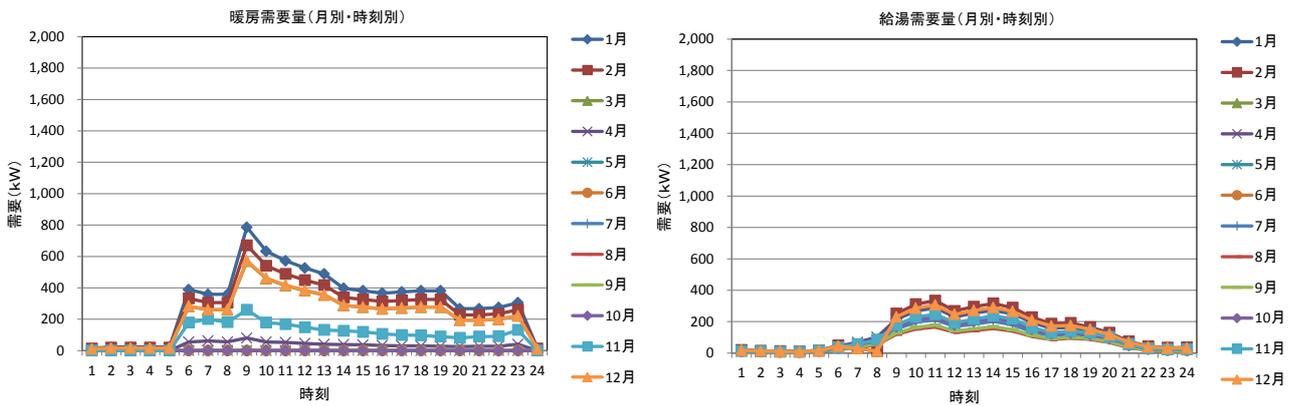


図 月別・時刻別熱需要(東京福祉施設1万m²)

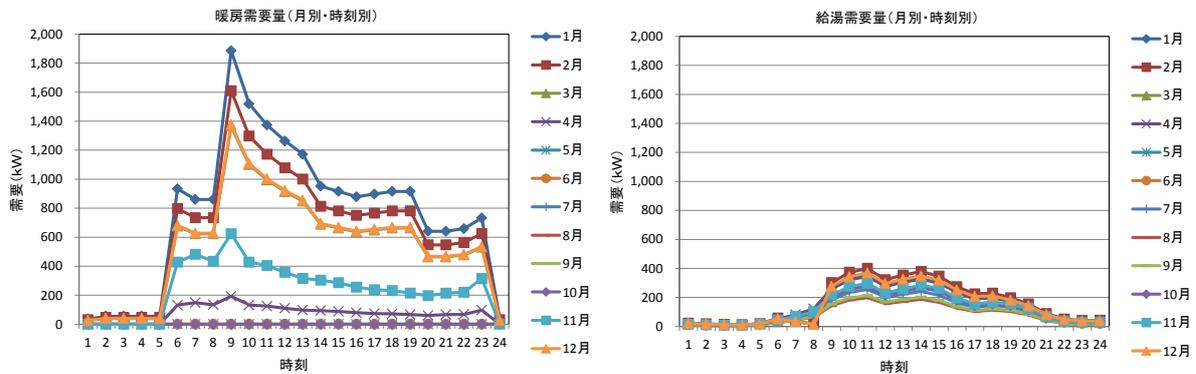


図 月別・時刻別熱需要(札幌福祉施設1万m²)

(3) ヒートポンプ負荷

今回の下水熱利用検討では、給湯負荷の一部も賅う。ヒートポンプとボイラの年間負荷および各月平均日の負荷変動を示す。

表 ヒートポンプ負荷・ボイラ負荷

	東京福祉1万㎡	札幌福祉1万㎡
ヒートポンプ年間熱負荷 (MWh/年)	1,469	2,864
ボイラ年間熱負荷 (MWh/年)	321	316

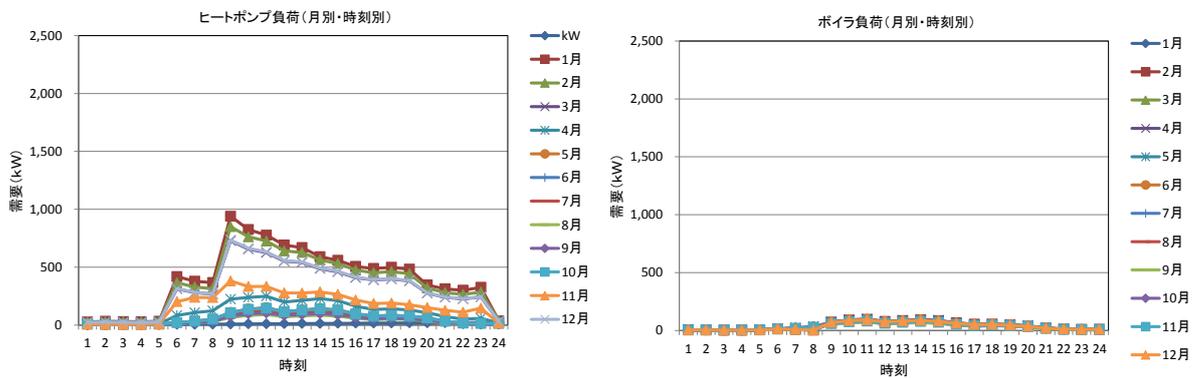


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京福祉1万㎡)

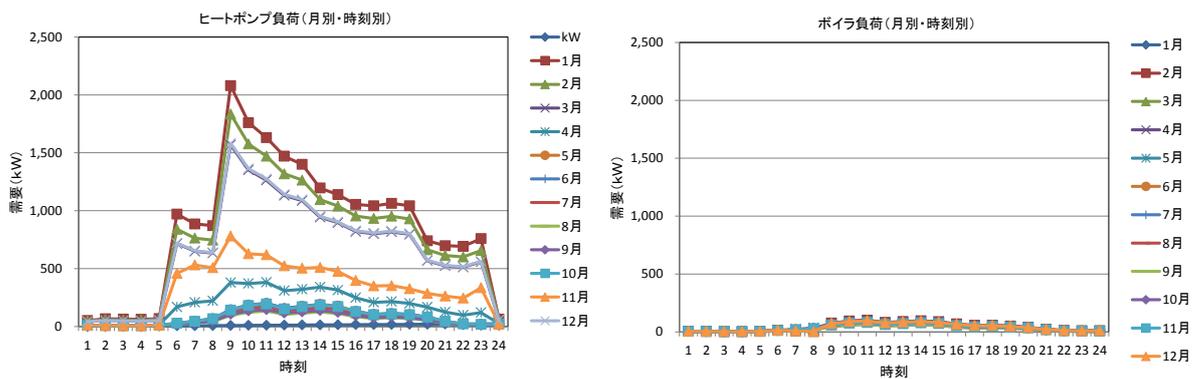


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌福祉1万㎡)

2. 3 システム計画

(1) システム計画

①システムフロー(検討モデル・比較基準モデル)

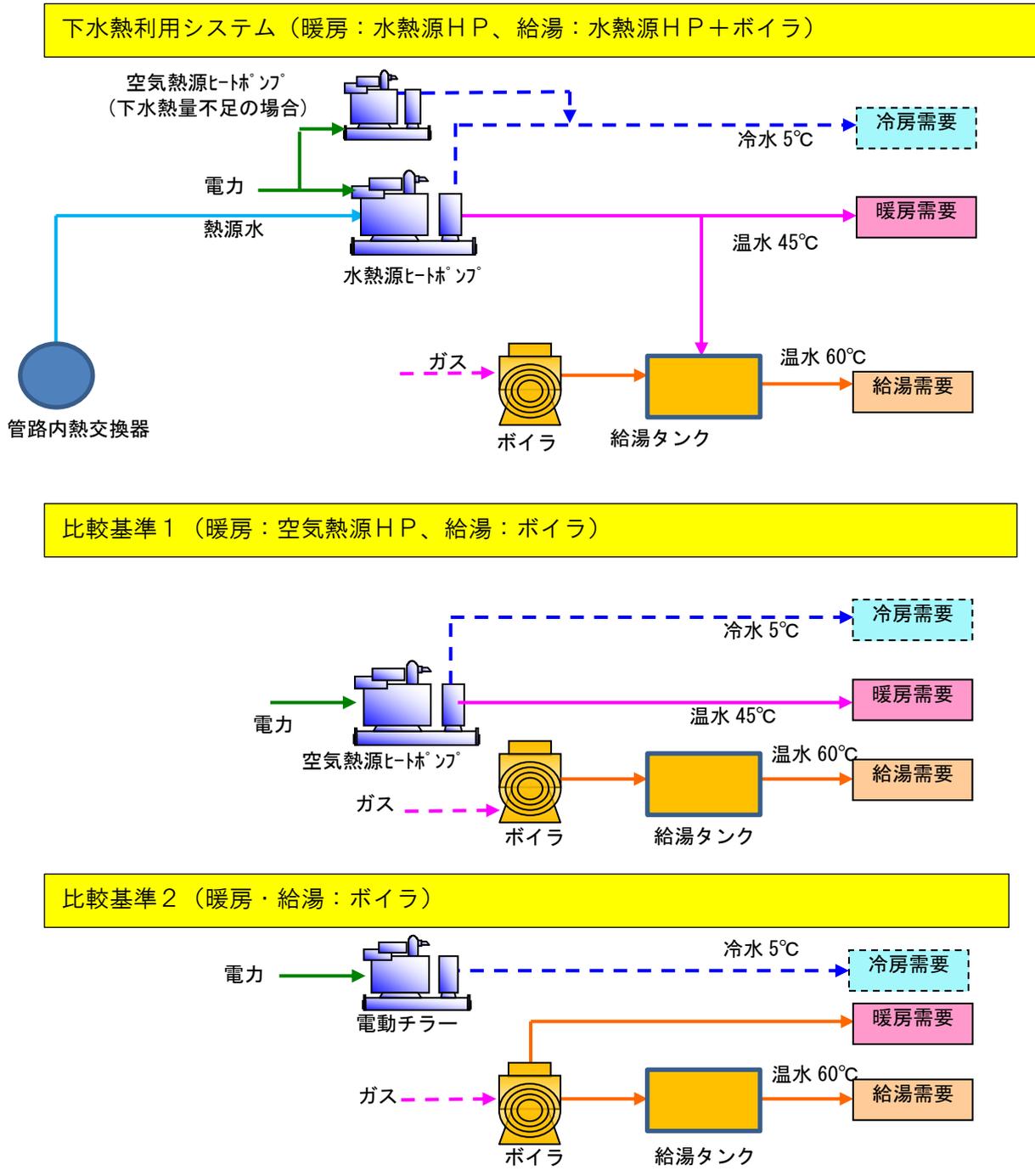


図 熱源システムフロー

(冷房については、建設費試算上の想定で環境性・経済性の評価対象外)

②機器COP等

1) 水熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。全てインバータ機能付きであるため、部分負荷時の効率低下がほとんどないため、負荷率100%の時のCOPを採用した。単機容量は加熱能力で約45kW。

表 下水熱ヒートポンプCOP (15馬力タイプ)

熱源水入口温度	COP (温熱)
3℃	3.6
8℃	4.0
10℃	4.2
13℃	4.4
18℃	4.9
23℃	5.5
28℃	6.1

熱源水のヒートポンプへの平均出入口温度差を3℃と想定(最大5℃)

2) 空気熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。部分負荷時の効率の差が小さいため、負荷率50%時のCOP×0.9を採用した。単機容量は加熱能力で85kW

表 空気熱源ヒートポンプCOP (30馬力タイプ)

湿球温度	COP (温熱)
-5℃	2.4
0℃	3.2
6℃	3.6
10℃	4.2
16℃	5.0

3) ボイラ効率

0.9 (一般的な貫流ボイラの年間平均想定)

4) 熱源水ポンプ

熱源水ポンプの消費電力は以下の式で計算した。熱交換位置からヒートポンプまでの距離の2倍を配管長と考える。機器抵抗は管路内熱交換器が30m、ヒートポンプ内機器が10mとした。

消費電力(kW) = $0.163 \times \text{流量(L/min)} \times \text{揚程(m)} \div \text{ポンプ効率(=0.7)}$

揚程 = 直管部圧損(30mm/m×配管長(m)) + 局部抵抗(=直観部圧損) + 機器抵抗(40m)

その他、空気熱ヒートポンプについては、ファン動力(本体消費電力の3%と想定)を計上。

5) 環境条件等

表 環境条件等(東京)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	6.1	6.5	9.4	14.6	18.9	22.1	25.8	27.4	23.8	18.5	13.3	8.7	理科年表(東京:1981~2010平均)
湿球温度	°C	2.3	2.7	5.6	10.5	14.9	18.6	22.2	23.3	20.0	14.6	9.3	4.7	気象庁データ(東京1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	7.7	8.0	10.6	15.2	19.1	21.9	25.2	26.6	23.4	18.7	14.1	10.0	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	16.0	15.0	15.0	20.0	22.0	23.0	25.0	28.0	28.0	25.0	21.0	20.0	B-DASHカドラインデータより
熱源水温度	°C	15.0	14.0	14.0	19.0	21.0	22.0	24.0	27.0	27.0	24.0	20.0	19.0	下水温度-1°C

表 環境条件等(札幌)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9	理科年表(札幌:1981~2010平均)
湿球温度	°C	-5.0	-4.6	-1.4	4.2	9.2	13.7	17.7	19.2	14.9	8.8	2.6	-2.6	気象庁データ(札幌1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	0.7	1.0	2.9	6.4	9.2	11.5	13.5	14.4	12.2	8.9	5.2	2.1	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	14.6	14.1	12.7	14.7	17.4	19.6	21.7	22.6	21.6	18.9	17.6	15.5	札幌(国交省下水道部H24調査:下水熱利用による低炭素まちづくり促進支援業務)データは札幌市より提供
熱源水温度	°C	13.6	13.1	11.7	13.7	16.4	18.6	20.7	21.6	20.6	17.9	16.6	14.5	下水温度-1°C

■給水温度算定既存文献

「給湯設備設計用基礎データの検討・整備に関する研究第8報給水温に関する研究」
(空気調和・衛生工学会講演論文集、1997.8月)

③システム容量等

1) 東京ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:90kW(加熱能力計) 空気熱源HP:959kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

2) 東京ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:180kW(加熱能力計) 空気熱源HP:868kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

3) 札幌ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:90kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,985kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

4) 札幌ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:180kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,894kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

2. 4 環境性評価

(1) 計算フロー

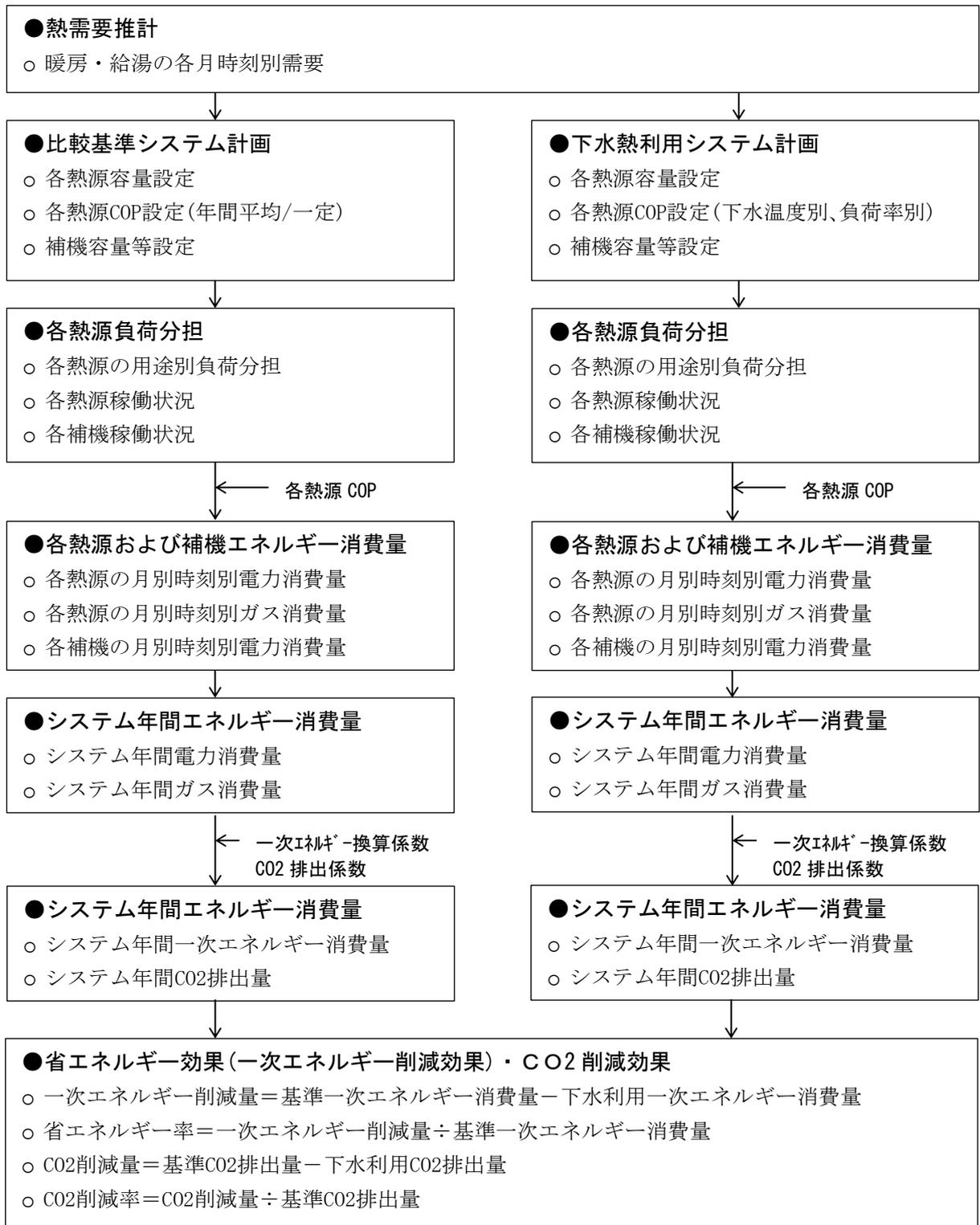


図 省エネルギー・CO2削減効果算定フロー

(2) 試算結果

以下に各ケースの省エネ・省CO2効果を示す。いずれのケースも下水熱利用が最も効果が大
きい。また、管路内熱交換器の長さが、東京では100mの方が200mよりも効果が大きく、札幌で
は200mの方が効果は大きい。

①東京ケース（管路長100m）

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	253	386
ガス使用量	千Nm3/年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,588	5,190
省エネルギー量	GJ/年		1,348	2,746
省エネルギー率	%		17.0	34.6
CO2排出量	t-CO2/年	404	349	285
CO2削減量	t-CO2/年		55	119
CO2削減率	%		13.6	29.5

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh	省エネルギー法 都市ガス13A物性値(高位)
ガス	45 MJ/Nm3	

CO2排出係数

電力	0.55 kg-CO2/kWh	環境がトライン B-DASHも同様 都市ガス13A物性値
ガス	2.29 kg-CO2/Nm3	

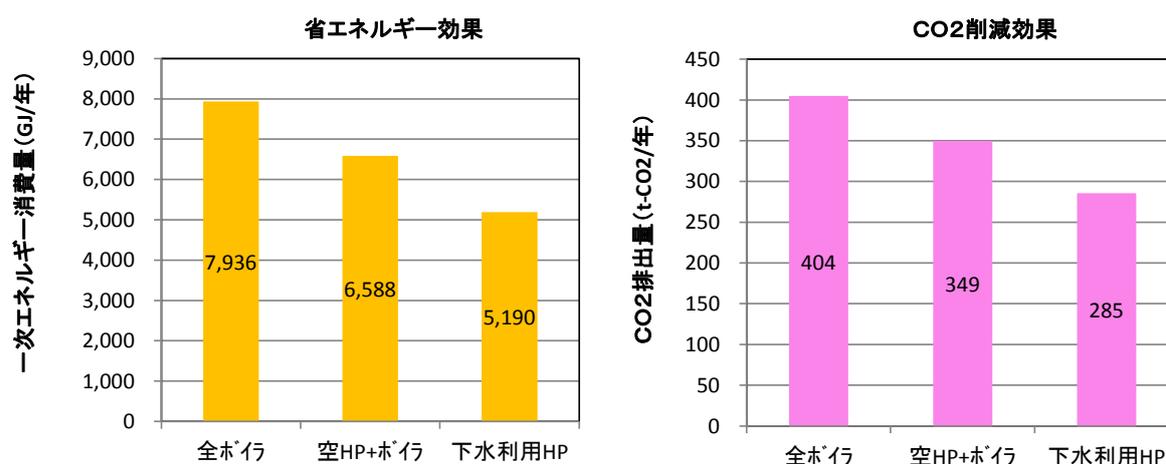


図 省エネルギー・CO2削減効果(東京ケース/管路長100m)

②東京ケース（管路長200m）

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	253	405
ガス使用量	千Nm ³ /年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,588	5,375
省エネルギー量	GJ/年		1,348	2,561
省エネルギー率	%		17.0	32.3
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	404	349	295
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		55	109
CO ₂ 削減率	%		13.6	26.9

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh	省エネルギー法 都市ガス13A物性値(高位)
ガス	45 MJ/Nm ³	

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh	環境がトライン B-DASHも同様 都市ガス13A物性値
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³	

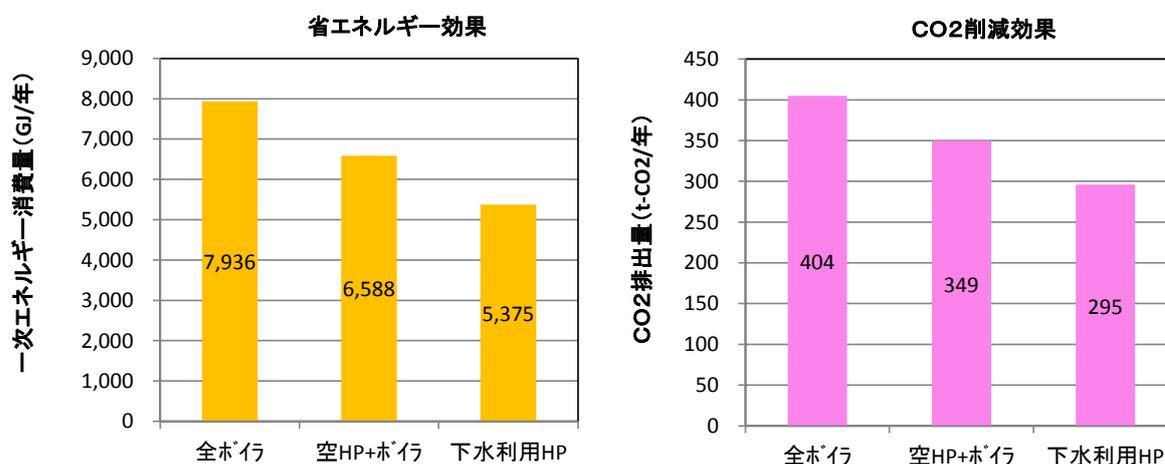


図 省エネルギー・CO₂削減効果(東京ケース/管路長200m)

③札幌ケース(管路長100m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	790	979
ガス使用量	千Nm ³ /年	313	110	28
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,655	10,828
省エネルギー量	GJ/年		1,444	3,270
省エネルギー率	%		10.2	23.2
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	717	686	603
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		31	114
CO ₂ 削減率	%		4.4	15.9

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

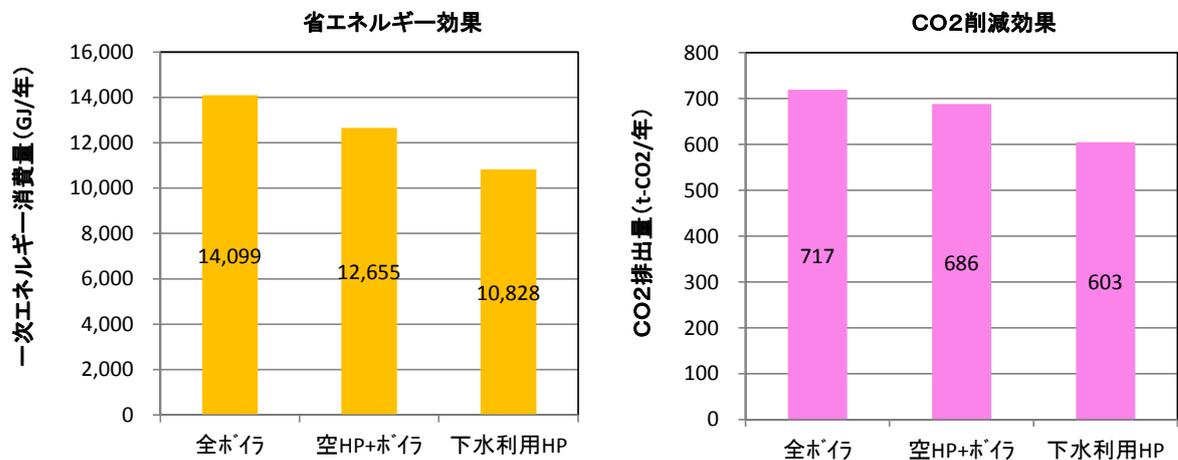


図 省エネルギー・CO₂削減効果(札幌ケース/管路長100m)

④札幌ケース(管路長200m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	790	965
ガス使用量	千Nm ³ /年	313	110	28
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,655	10,696
省エネルギー量	GJ/年		1,444	3,403
省エネルギー率	%		10.2	24.1
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	717	686	596
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		31	122
CO ₂ 削減率	%		4.4	17.0

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

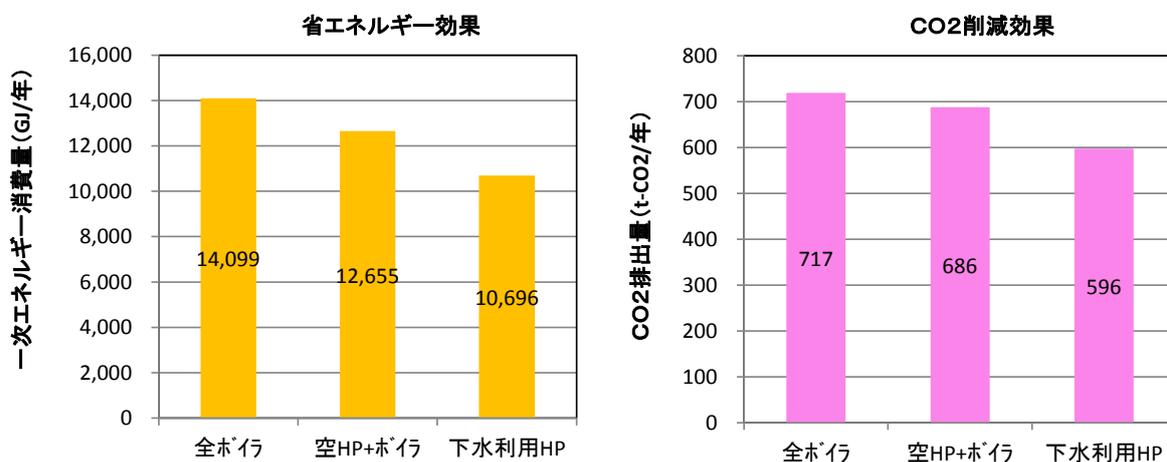


図 省エネルギー・CO₂削減効果(札幌ケース/管路長200m)

2. 5 事業性評価

(1) 事業性評価方法

事業性については年間経費で評価する。参考として、単純投資回収年数も算定する。

■年間経費＝年間設備固定費＋ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)

年間設備固定費(円/年)＝資本回収係数×初期投資額(円)

$$\text{資本回収係数} = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

r：金利　n：償却年数

上記において金利は3%（過去5年の長期プライムレート平均1.92%＋リスクプレミアム1%）

また、償却年数は機械設備は15年、処理水配管工事(土木工事含む)は50年で想定(B-DASHがイ
ドライン)。

■単純投資回収年数＝ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)削減額÷投資額増額

(2) 事業性試算条件

①建設費

- 熱源設備等については設備容量と容量単価から算定。容量単価については実勢価格としている。
- 個々の単価については事業性試算結果一覧表を参照

②補助金

- 国庫補助、補助率1/2を適用。
- 対象は管路内熱交換設備、蓄熱槽、水熱源ヒートポンプ

③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)、ガスは東京ガス料金(契約は業務用季節別)。単価は現在の約款に従うが、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。ただし、管路内熱交換器は維持管理費0円(メンテナンスフリー)

(3) 事業性試算結果

①東京ケース

管路長100mでは、下水利用が最も経済性は高いが、200mでは、空気熱源HP利用が最も経済性は高い。

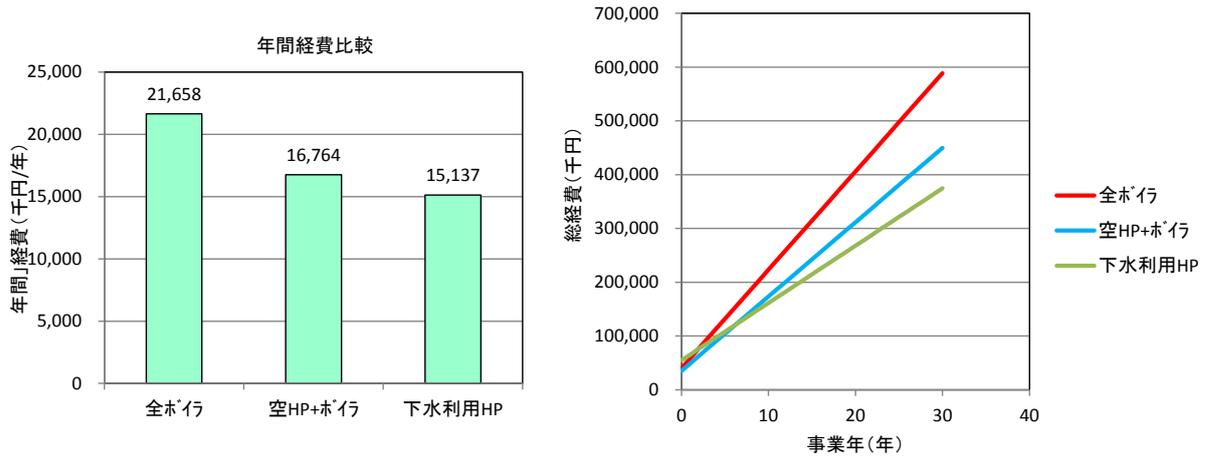


図 事業性比較(東京ケース/管路長 100m)

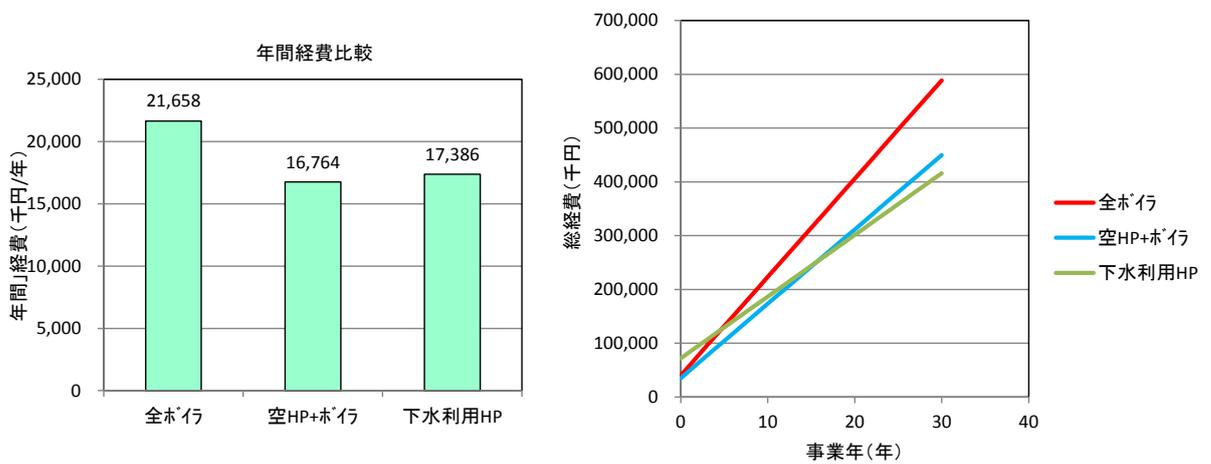


図 事業性比較(東京ケース/管路長 200m)

②札幌ケース

管路長100m、200mともに、下水利用が最も経済性が高い。

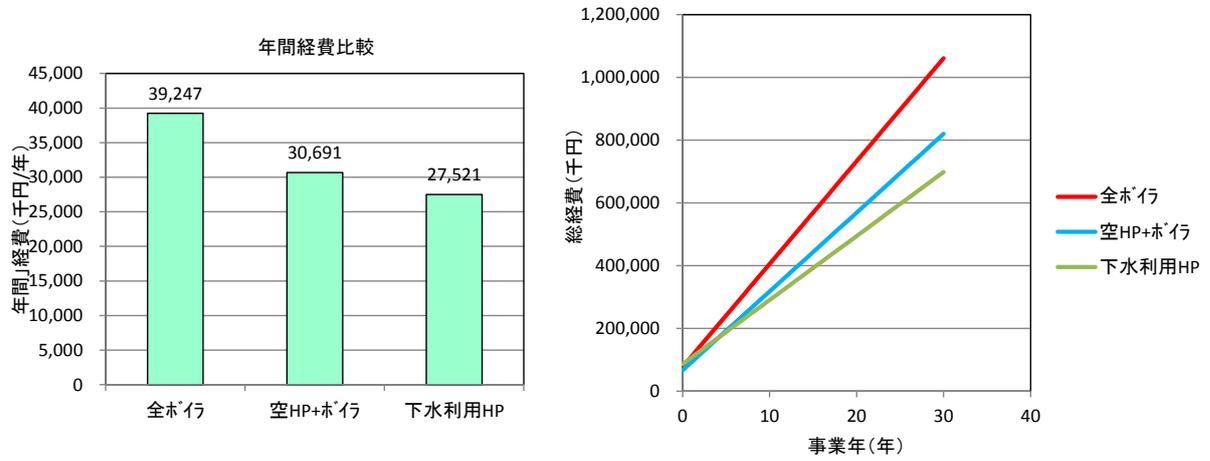


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 100m)

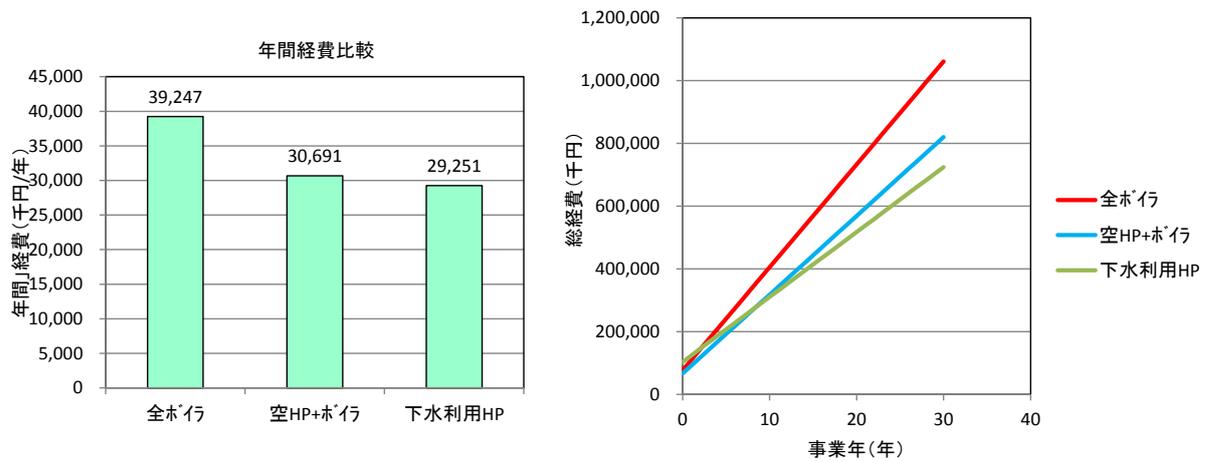


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 200m)

①東京ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	9,720	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	28,770	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,670	10千円/kW、機器単体
貯湯槽	千円	0	0	18,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱回収設備	千円	0	0	12,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	66	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	77,226	
補助金	千円	0	0	22,393	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	54,833	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	14,471	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	4,481	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	6,156	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,190	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (千円)蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,305	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	10,656	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	7,621	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	41.7	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,346	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	54,833	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	14,471	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	10,656	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	7,621	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	1.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	4,481	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	15,137	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	6,521	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	30.1	基準ケースからの減額率

②東京ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:木 ¹ 行	暖房:空冷HP 給湯:木 ¹ 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+木 ¹ 行	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	19,440	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	26,040	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,670	10千円/kW、機器単体
貯湯槽	千円	0	0	36,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱回収設備	千円	0	0	24,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	165	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	114,315	
補助金	千円	0	0	42,303	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	72,013	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	31,650	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,920	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:木 ¹ 行	暖房:空冷HP 給湯:木 ¹ 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+木 ¹ 行	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	6,464	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,190	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (木 ¹ 行蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,806	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	11,466	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	6,811	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	37.3	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,654	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:木 ¹ 行	暖房:空冷HP 給湯:木 ¹ 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+木 ¹ 行	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	72,013	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	31,650	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	11,466	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	6,811	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	4.6	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,920	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	17,386	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	4,272	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	19.7	基準ケースからの減額率

③札幌ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	9,720	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	59,550	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,410	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	18,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	12,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	66	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	77,013	66,641	108,746	
補助金	千円	0	0	22,393	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	86,353	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	9,340	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	7,121	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	15,557	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	2,903	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (ホ [*] イ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	1,935	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,400	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,396	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	37.8	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	18,459	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ [*] イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ [*] イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ [*] イ	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	86,353	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	9,340	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,400	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,396	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	0.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	7,121	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	27,521	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	11,726	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	29.9	基準ケースからの減額率

④札幌ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	19,440	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専チラー)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	56,820	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,410	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	36,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	24,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	165	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	77,013	66,641	145,835	
補助金	千円	0	0	42,303	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	103,533	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	26,519	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,560	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	15,346	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	2,903	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (㎡/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	2,437	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,691	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,105	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	36.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	18,249	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	103,533	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	26,519	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,691	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,105	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	2.2	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,560	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	29,251	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	9,996	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	25.5	基準ケースからの減額率

参考資料2-3 モデルスタディ結果詳細（管底設置方式（樹脂））

3. 1 検討モデル

システム名	管底設置方式（樹脂）
地域	東京、札幌
熱供給対象施設	東京・札幌:福祉施設10,000㎡
下水熱利用	暖房+給湯
検討熱源システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 水熱源HP(暖房・給湯用)、給湯用はボイラで追焚(HPで45℃まで加熱し、ボイラで60℃まで追焚) ○ 下水流量が不足し、下水熱源で賄えない場合は、空気熱源HP利用 ○ 給湯は貯湯槽利用
比較基準熱源システム	①暖房・給湯ボイラ、②暖房:空冷HP、給湯:ボイラ
システム	熱交換器：管路内熱交換器 熱交換器長さ：①管路長100m、②管路長200m
管路径	1,000φ
需要地までの距離	50m

3. 2 エネルギー需要

(1) 原単位

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

表 用途別熱需要原単位

	最大熱需要 (Wh/h・m ²) *1		年間熱需要 (kWh/m ² 年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
福祉(東京)	95.3	46.5	86.0	93.0
福祉(札幌)	東京×1.5	東京×1.2	東京×2.4	東京×1.2

出典：東京は天然ガススコージエネレーション計画・設計マニュアル2008((社)日本エネルギー学会)、札幌の暖房は地域補正係数(地域冷暖房技術手引書、都市環境エネルギー協会)を乗じて算出。給湯は年間平均給水温度を考慮して算出(東京16.7℃、札幌7.3℃、 $(60-7.3)/(60-16.7)=1.217$)。

*1 最大熱需要：年間におけるピーク需要(1時間当たりの最大値)

(2) 需要量

対象施設の最大・年間需要量は以下の通り。

表 用途別熱需要

	最大熱需要(kW)		年間熱需要(MWh/年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
東京福祉施設1万㎡	953	465	860	930
札幌福祉施設1万㎡	1,430	558	2,064	1,116

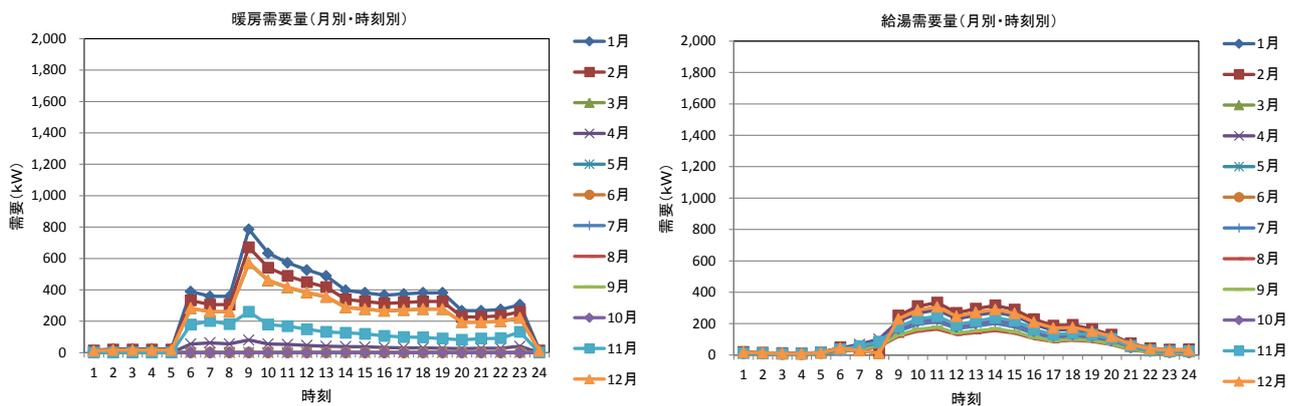


図 月別・時刻別熱需要(東京福祉施設1万㎡)

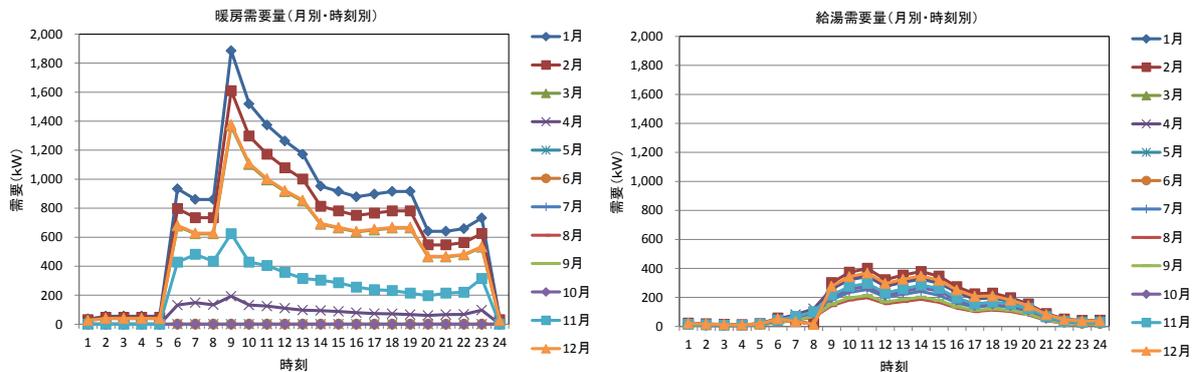


図 月別・時刻別熱需要(札幌福祉施設1万㎡)

(3) ヒートポンプ負荷

今回の下水熱利用検討では、給湯負荷の一部も賄う。ヒートポンプとボイラの年間負荷および各月平均日の負荷変動を示す。

表 ヒートポンプ負荷・ボイラ負荷

	東京福祉1万㎡	札幌福祉1万㎡
ヒートポンプ年間熱負荷 (MWh/年)	1,469	2,864
ボイラ年間熱負荷 (MWh/年)	321	316

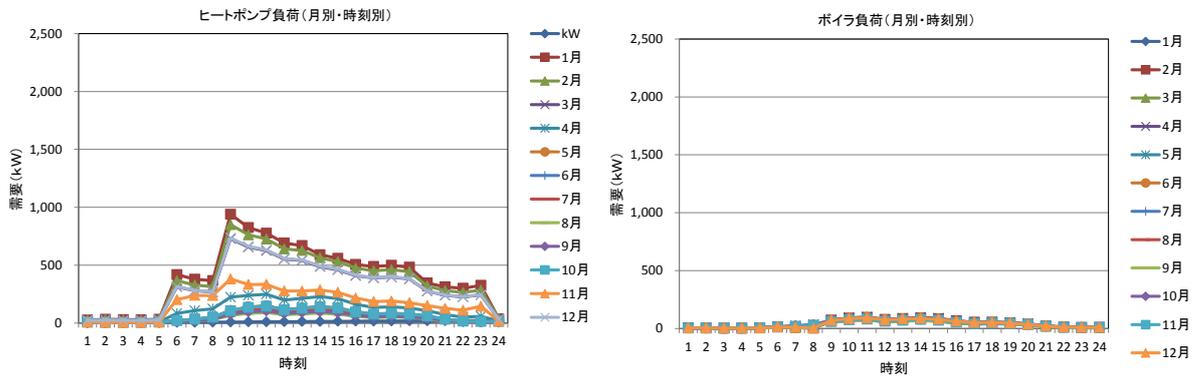


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京福祉1万㎡)

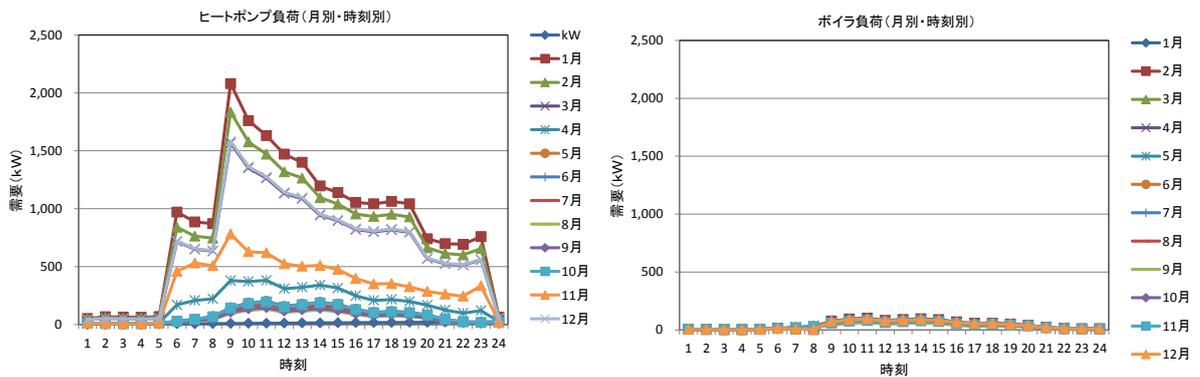


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌福祉1万㎡)

3. 3 システム計画

(1) システム計画

①システムフロー(検討モデル・比較基準モデル)

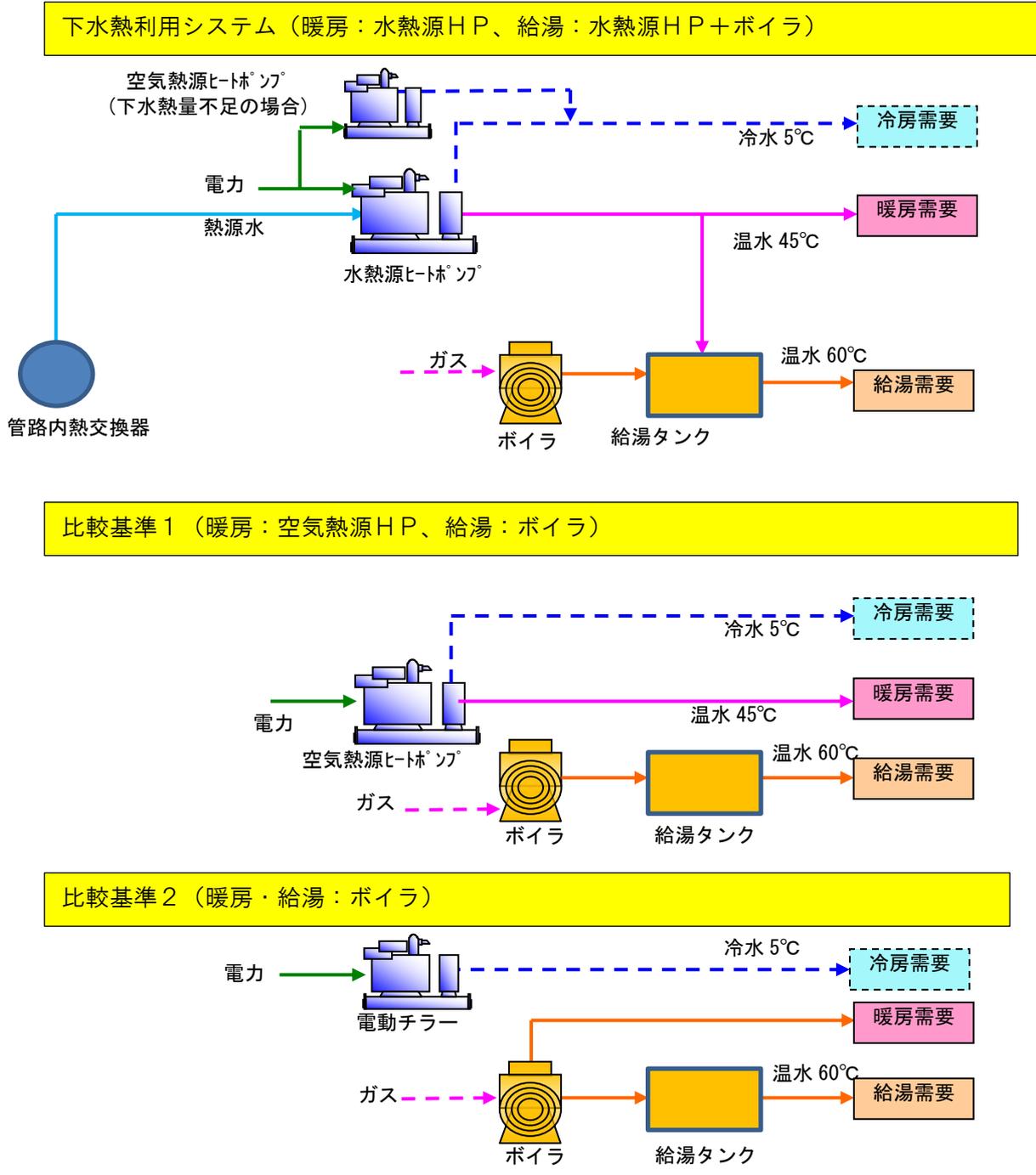


図 熱源システムフロー

(冷房については、建設費試算上の想定で環境性・経済性の評価対象外)

②機器COP等

1) 水熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。全てインバータ機能付きであるため、部分負荷時の効率低下がほとんどないため、負荷率100%の時のCOPを採用した。単機容量は加熱能力で約45kW。

表 下水熱ヒートポンプCOP (15馬力タイプ)

熱源水入口温度	COP (温熱)
3℃	3.6
8℃	4.0
10℃	4.2
13℃	4.4
18℃	4.9
23℃	5.5
28℃	6.1

熱源水のヒートポンプへの平均出入口温度差を3℃と想定(最大5℃)

2) 空気熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。部分負荷時の効率の差が小さいため、負荷率50%時のCOP×0.9を採用した。単機容量は加熱能力で85kW

表 空気熱源ヒートポンプCOP (30馬力タイプ)

湿球温度	COP (温熱)
-5℃	2.4
0℃	3.2
6℃	3.6
10℃	4.2
16℃	5.0

3) ボイラ効率

0.9 (一般的な貫流ボイラの年間平均想定)

4) 熱源水ポンプ

熱源水ポンプの消費電力は以下の式で計算した。熱交換位置からヒートポンプまでの距離の2倍を配管長と考える。機器抵抗は管路内熱交換器が30m、ヒートポンプ内機器が10mとした。

消費電力(kW) = $0.163 \times \text{流量(L/min)} \times \text{揚程(m)} \div \text{ポンプ効率(=0.7)}$

揚程 = 直管部圧損(30mm/m×配管長(m)) + 局部抵抗(=直観部圧損) + 機器抵抗(40m)

その他、空気熱ヒートポンプについては、ファン動力(本体消費電力の3%と想定)を計上。

5) 環境条件等

表 環境条件等(東京)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	6.1	6.5	9.4	14.6	18.9	22.1	25.8	27.4	23.8	18.5	13.3	8.7	理科年表(東京:1981~2010平均)
湿球温度	°C	2.3	2.7	5.6	10.5	14.9	18.6	22.2	23.3	20.0	14.6	9.3	4.7	気象庁データ(東京1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	7.7	8.0	10.6	15.2	19.1	21.9	25.2	26.6	23.4	18.7	14.1	10.0	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	16.0	15.0	15.0	20.0	22.0	23.0	25.0	28.0	28.0	25.0	21.0	20.0	B-DASHカードラインデータより
熱源水温度	°C	15.0	14.0	14.0	19.0	21.0	22.0	24.0	27.0	27.0	24.0	20.0	19.0	下水温度-1°C

表 環境条件等(札幌)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9	理科年表(札幌:1981~2010平均)
湿球温度	°C	-5.0	-4.6	-1.4	4.2	9.2	13.7	17.7	19.2	14.9	8.8	2.6	-2.6	気象庁データ(札幌1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	0.7	1.0	2.9	6.4	9.2	11.5	13.5	14.4	12.2	8.9	5.2	2.1	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	14.6	14.1	12.7	14.7	17.4	19.6	21.7	22.6	21.6	18.9	17.6	15.5	札幌(国交省下水道部H24調査:下水熱利用による低炭素まちづくり促進支援業務)データは札幌市より提供
熱源水温度	°C	13.6	13.1	11.7	13.7	16.4	18.6	20.7	21.6	20.6	17.9	16.6	14.5	下水温度-1°C

■給水温度算定既存文献

「給湯設備設計用基礎データの検討・整備に関する研究第8報給水温に関する研究」
(空気調和・衛生工学会講演論文集、1997.8月)

③システム容量等

1) 東京ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:90kW(加熱能力計) 空気熱源HP:959kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

2) 東京ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:180kW(加熱能力計) 空気熱源HP:868kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

3) 札幌ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:90kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,985kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

4) 札幌ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:180kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,894kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

3. 4 環境性評価

(1) 計算フロー

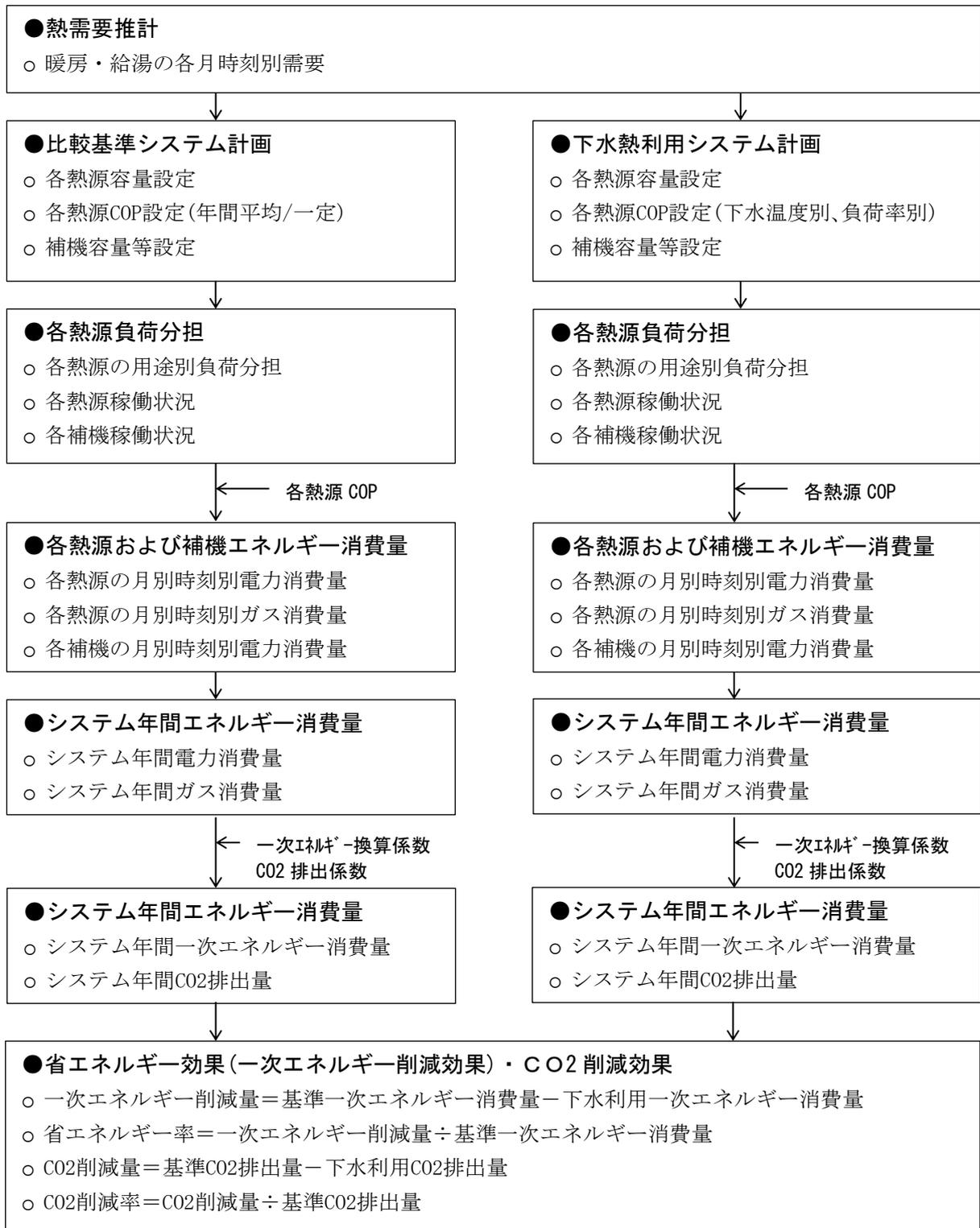


図 省エネルギー・CO2削減効果算定フロー

(2) 試算結果

以下に各ケースの省エネ・省CO2効果を示す。いずれのケースも下水熱利用が最も効果大きい。また、管路内熱交換器の長さが、東京では100mの方が200mよりも効果がより大きく、札幌では200mの方が効果は大きい。

①東京ケース（管路長100m）

		暖房：ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	253	389
ガス使用量	千Nm3/年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,588	5,217
省エネルギー量	GJ/年		1,348	2,719
省エネルギー率	%		17.0	34.3
CO2排出量	t-CO2/年	404	349	286
CO2削減量	t-CO2/年		55	118
CO2削減率	%		13.6	29.1

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55 kg-CO2/kWh
ガス	2.29 kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

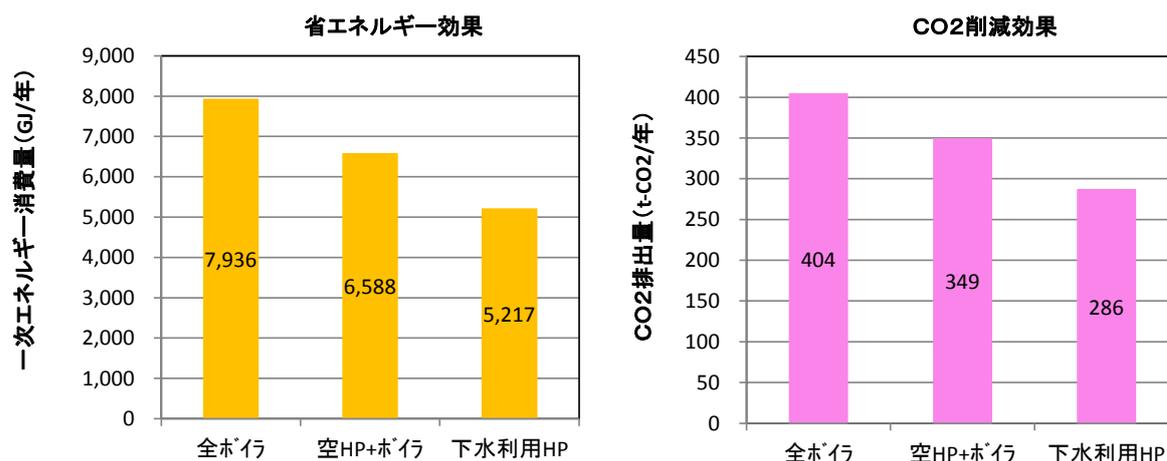


図 省エネルギー・CO2削減効果(東京ケース/管路長100m)

②東京ケース（管路長200m）

		暖房：ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	253	402
ガス使用量	千Nm ³ /年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,588	5,340
省エネルギー量	GJ/年		1,348	2,596
省エネルギー率	%		17.0	32.7
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	404	349	293
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		55	111
CO ₂ 削減率	%		13.6	27.4

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh	省エネルギー法 都市ガス13A物性値(高位)
ガス	45 MJ/Nm ³	

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh	環境がトライン B-DASHも同様 都市ガス13A物性値
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³	

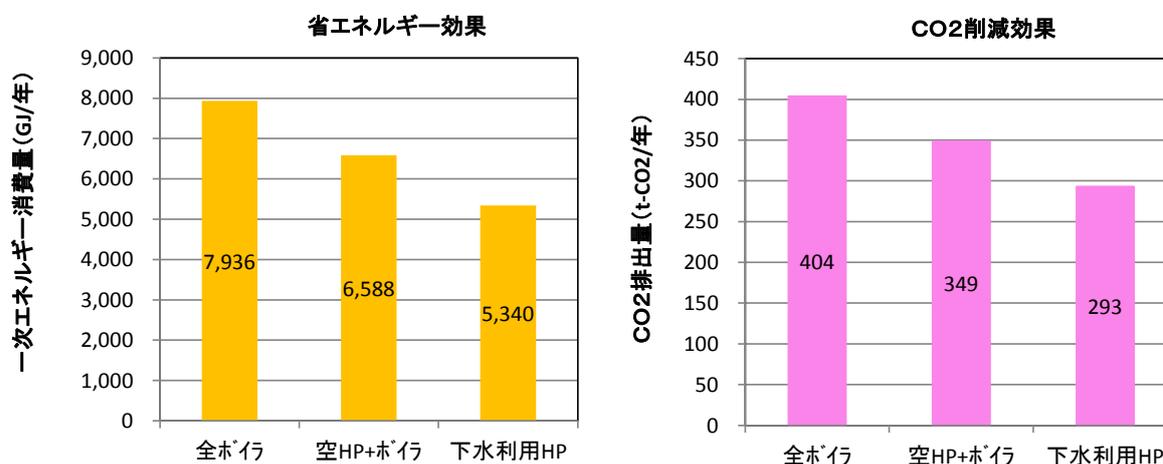


図 省エネルギー・CO₂削減効果(東京ケース/管路長200m)

③札幌ケース(管路長100m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	790	978
ガス使用量	千Nm3/年	313	110	28
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,655	10,825
省エネルギー量	GJ/年		1,444	3,274
省エネルギー率	%		10.2	23.2
CO2排出量	t-CO2/年	717	686	603
CO2削減量	t-CO2/年		31	114
CO2削減率	%		4.4	16.0

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55 kg-CO2/kWh
ガス	2.29 kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

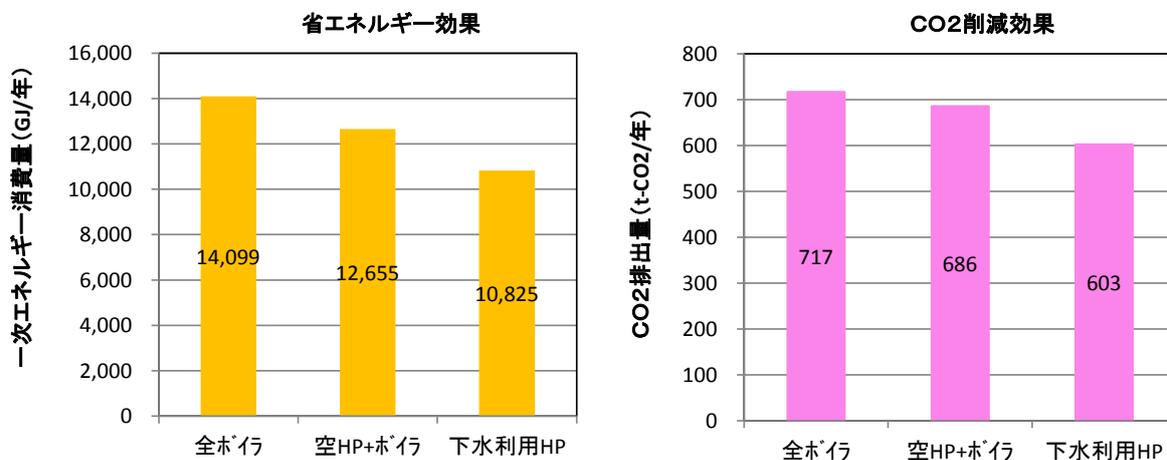


図 省エネルギー・CO2削減効果(札幌ケース/管路長100m)

④札幌ケース(管路長200m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(合計)	MWh/年	0	790	950
ガス使用量	千Nm ³ /年	313	110	28
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,655	10,551
省エネルギー量	GJ/年		1,444	3,547
省エネルギー率	%		10.2	25.2
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	717	686	588
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		31	130
CO ₂ 削減率	%		4.4	18.1

一次エネルギー換算係数

電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55 kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29 kg-CO ₂ /Nm ³

環境省ガイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

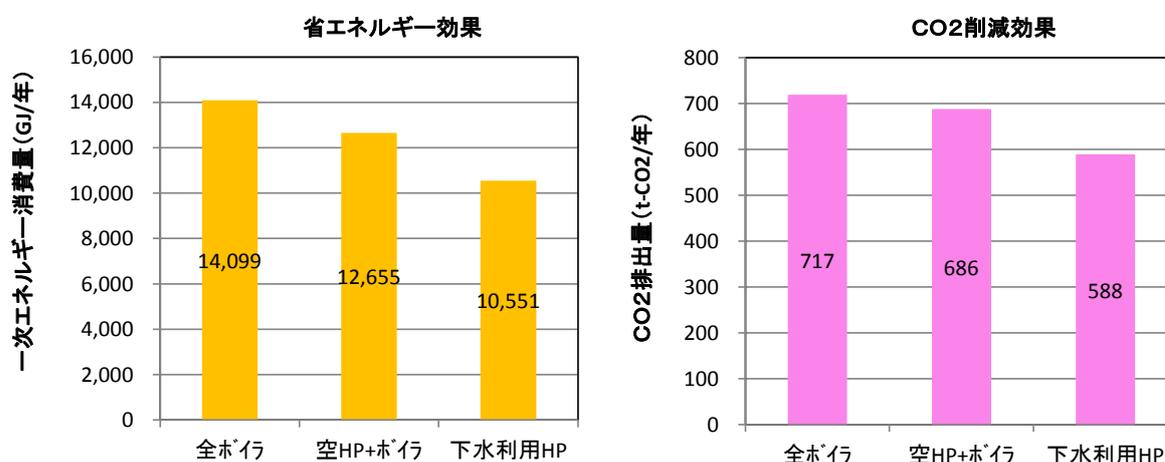


図 省エネルギー・CO₂削減効果(札幌ケース/管路長200m)

3. 5 事業性評価

(1) 事業性評価方法

事業性については年間経費で評価する。参考として、単純投資回収年数も算定する。

■年間経費＝年間設備固定費＋ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)

年間設備固定費(円/年)＝資本回収係数×初期投資額(円)

$$\text{資本回収係数} = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

r：金利　　n：償却年数

上記において金利は3%（過去5年の長期プライムレート平均1.92%＋リスクプレミアム1%）

また、償却年数は機械設備が15年、処理水配管工事(土木工事含む)は50年で想定(B-DASHがイ
ドライン)。

■単純投資回収年数＝ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)削減額÷投資額増額

(2) 事業性試算条件

①建設費

- 熱源設備等については設備容量と容量単価から算定。容量単価については実勢価格としている。
- 個々の単価については事業性試算結果一覧表を参照

②補助金

- 国庫補助、補助率1/2を適用。
- 対象は管路内熱交換設備、蓄熱槽、水熱源ヒートポンプ

③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)、ガスは東京ガス料金(契約は業務用季節別)。単価は現在の約款に従うが、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。ただし、管路内熱交換器は維持管理費0円(メンテナンスフリー)

(3) 事業性試算結果

① 東京ケース

管路長100mでは、下水利用が最も経済性は高いが、200mでは、空気熱源HP利用が最も経済性は高い。

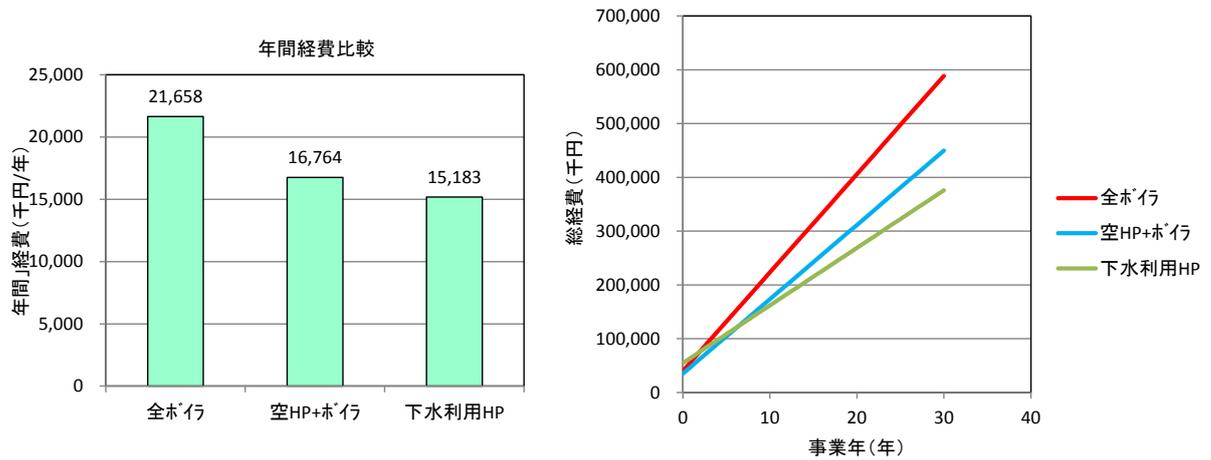


図 事業性比較(東京ケース/管路長 100m)

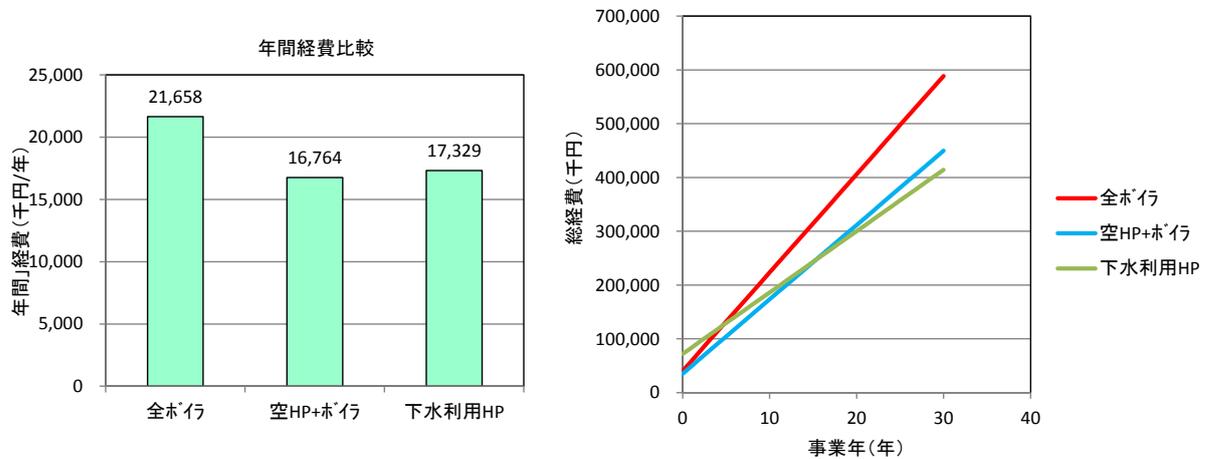


図 事業性比較(東京ケース/管路長 200m)

②札幌ケース

管路長100m、200mともに、下水利用が最も経済性が高い。

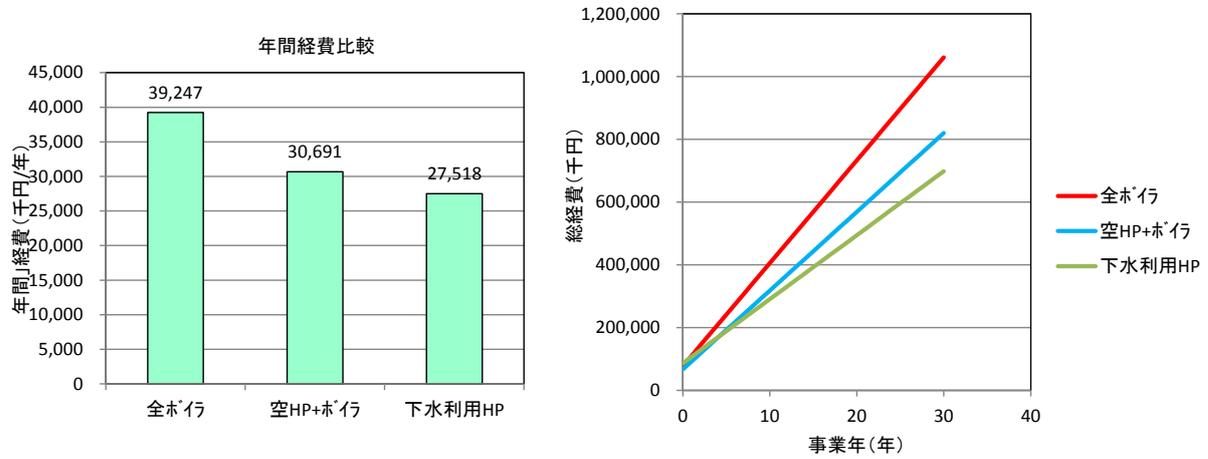


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 100m)

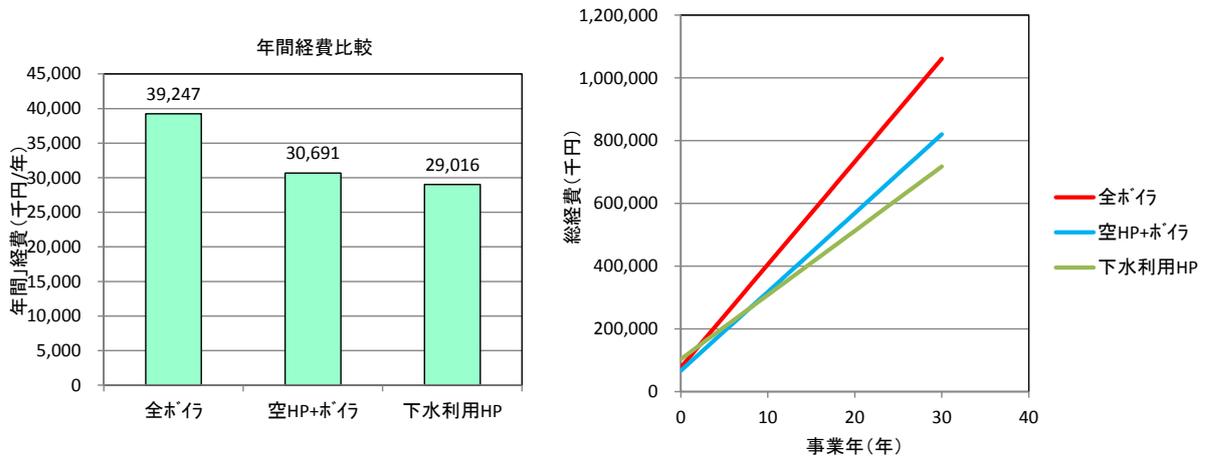


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 200m)

①東京ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	9,720	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	28,770	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,670	10千円/kW、機器単体
貯湯槽	千円	0	0	18,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱回収設備	千円	0	0	12,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	111	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	77,271	
補助金	千円	0	0	22,416	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	54,856	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	14,493	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	4,483	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	6,199	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,190	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (千円/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,305	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	10,700	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	7,577	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	41.5	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,390	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	54,856	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	14,493	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	10,700	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	7,577	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	1.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	4,483	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	15,183	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	6,475	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	29.9	基準ケースからの減額率

②東京ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ イ	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	19,440	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	26,040	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,670	10千円/kW、機器単体
貯湯槽	千円	0	0	36,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱回収設備	千円	0	0	24,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	165	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	114,315	
補助金	千円	0	0	42,303	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	72,013	
基準(ケース)との差額	千円	0	-5,242	31,650	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,920	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ イ	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	6,407	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,190	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (ホ ³ イ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,806	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	11,409	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	6,868	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	37.6	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,597	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ ³ イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ³ イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ³ イ	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	72,013	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	31,650	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	11,409	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	6,868	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	4.6	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,920	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	17,329	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	4,329	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	20.0	基準ケースからの減額率

③札幌ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	9,720	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	59,550	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,410	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	18,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	12,000	120千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	111	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	77,013	66,641	108,791	
補助金	千円	0	0	22,416	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	86,376	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	9,362	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	7,123	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	15,551	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	2,903	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (千円/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	1,936	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,395	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,401	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	37.8	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	18,454	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	86,376	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	9,362	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,395	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,401	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	0.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	7,123	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	27,518	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	11,729	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	29.9	基準ケースからの減額率

④札幌ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 行	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 行	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	19,440	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専チラー)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	56,820	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,410	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	36,000	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	24,000	120千円/m
熱源水ホ [*] ソフ [*]	千円	0	0	165	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	77,013	66,641	145,835	
補助金	千円	0	0	42,303	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	103,533	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	26,519	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,560	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 行	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 行	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	15,111	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	2,903	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (本 [*] 行蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	2,437	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,455	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,340	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	37.6	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	18,013	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 行	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 行	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 行	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	103,533	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	26,519	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,455	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,340	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	2.1	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,560	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	29,016	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	10,231	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	26.1	基準ケースからの減額率

参考資料2-4 モデルスタディ結果詳細（管底設置方式（金属））

4. 1 検討モデル

システム名	管底設置方式（金属）
地域	東京、札幌
熱供給対象施設	東京・札幌:福祉施設10,000m ²
下水熱利用	暖房+給湯
検討熱源システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 水熱源HP(暖房・給湯用)、給湯用はボイラで追焚(HPで45℃まで加熱し、ボイラで60℃まで追焚) ○ 下水流量が不足し、下水熱源で賄えない場合は、空気熱源HP利用 ○ 給湯は貯湯槽利用
比較基準熱源システム	①暖房・給湯ボイラ、②暖房:空冷HP、給湯:ボイラ
システム	熱交換器：管路内熱交換器 熱交換器長さ：①管路長100m、②管路長200m
管路径	1,000φ
需要地までの距離	50m

4. 2 エネルギー需要

(1) 原単位

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

表 用途別熱需要原単位

	最大熱需要 (Wh/h・m ²) *1		年間熱需要 (kWh/m ² 年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
福祉(東京)	95.3	46.5	86.0	93.0
福祉(札幌)	東京×1.5	東京×1.2	東京×2.4	東京×1.2

出典：東京は天然ガススコージェネレーション計画・設計マニュアル2008((社)日本エネルギー学会)、札幌は暖房は地域補正係数(地域冷暖房技術手引書、都市環境エネルギー協会)を乗じて算出。給湯は年間平均給水温度を考慮して算出(東京16.7℃、札幌7.3℃、 $(60-7.3)/(60-16.7)=1.217$)。

*1 最大熱需要：年間におけるピーク需要(1時間当たりの最大値)

(2) 需要量

対象施設の最大・年間需要量は以下の通り。

表 用途別熱需要

	最大熱需要 (kW)		年間熱需要 (MWh/年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
東京福祉施設1万㎡	953	465	860	930
札幌福祉施設1万㎡	1,430	558	2,064	1,116

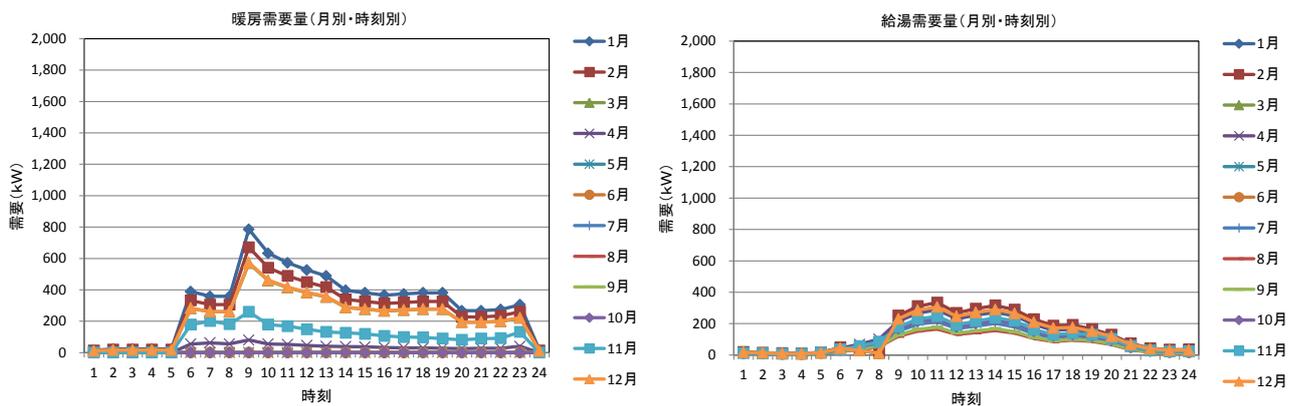


図 月別・時刻別熱需要(東京福祉施設1万㎡)

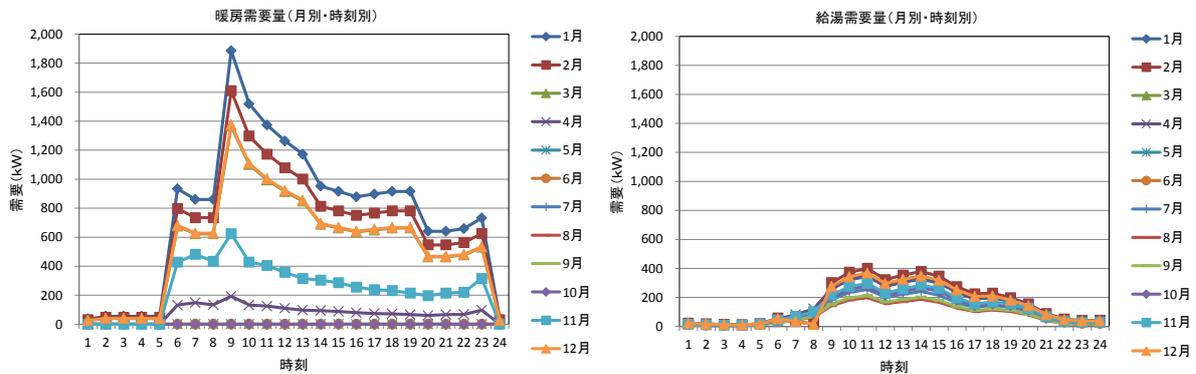


図 月別・時刻別熱需要(札幌福祉施設1万㎡)

(3) ヒートポンプ負荷

今回の下水熱利用検討では、給湯負荷の一部も賅う。ヒートポンプとボイラの年間負荷および各月平均日の負荷変動を示す。

表 ヒートポンプ負荷・ボイラ負荷

	東京福祉1万㎡	札幌福祉1万㎡
ヒートポンプ年間熱負荷 (MWh/年)	1,469	2,864
ボイラ年間熱負荷 (MWh/年)	321	316

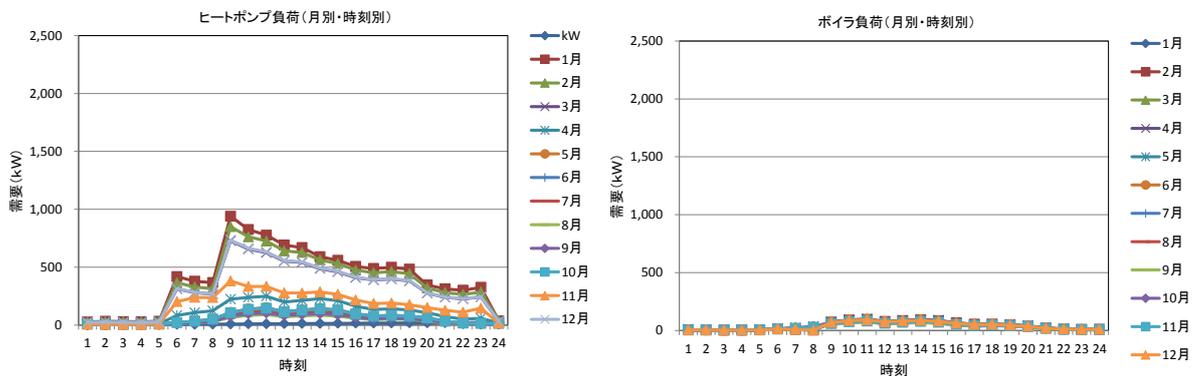


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京福祉1万㎡)

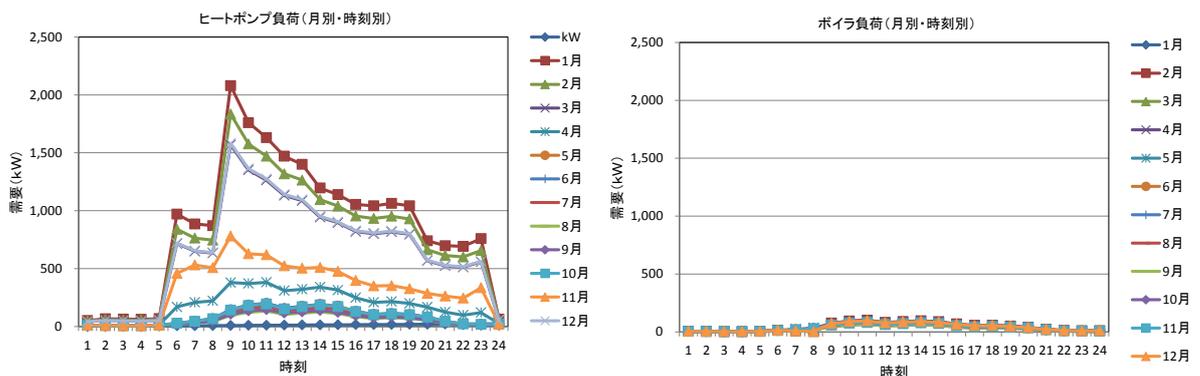


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌福祉1万㎡)

4. 3 システム計画

(1) システム計画

①システムフロー(検討モデル・比較基準モデル)

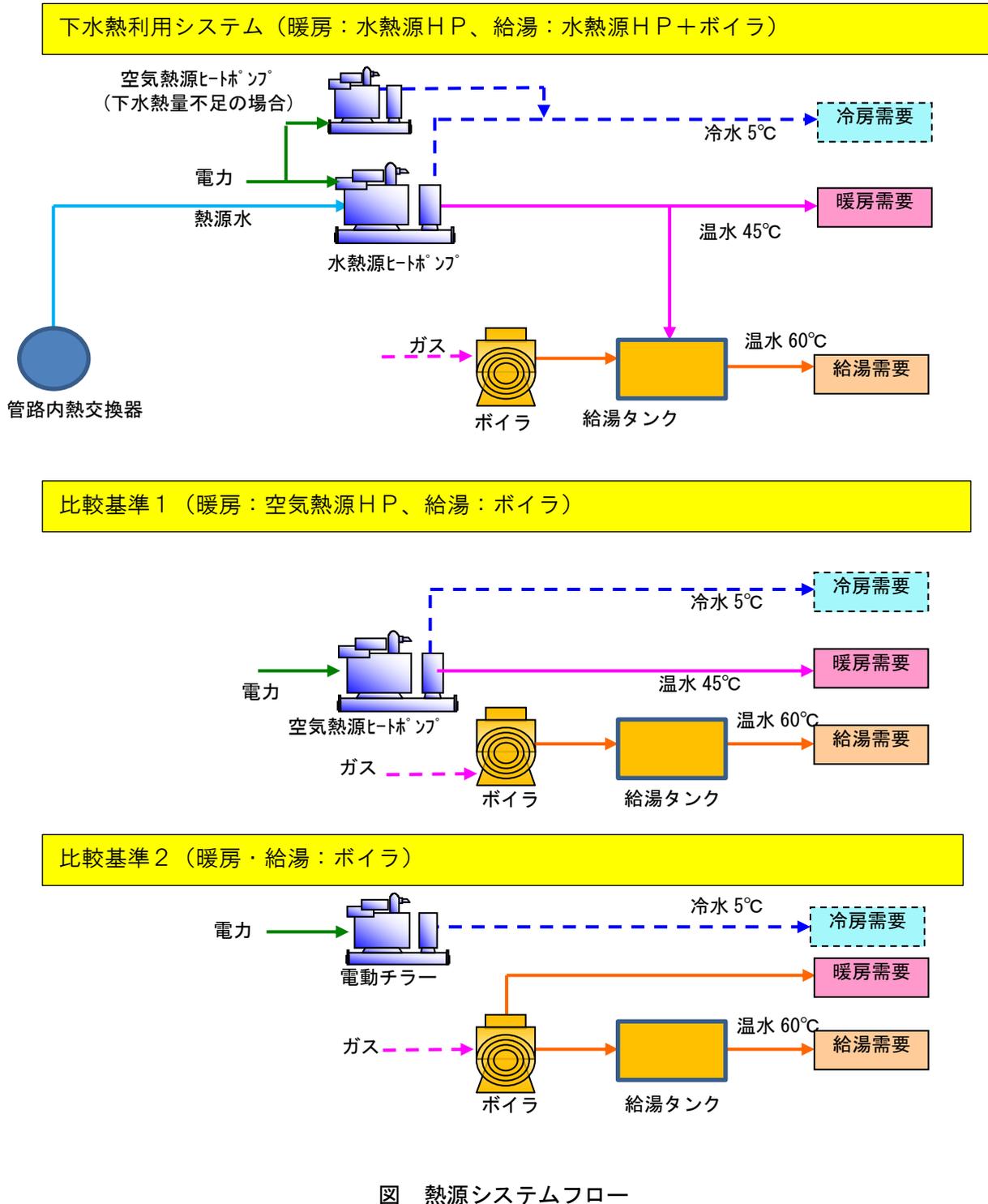


図 熱源システムフロー

(冷房については、建設費試算上の想定で環境性・経済性の評価対象外)

②管路内熱交換器仕様

管路内熱交換器はNEDOで実証試験中のものを想定する。

パイプ型熱交換器が並列タイプのを想定した。

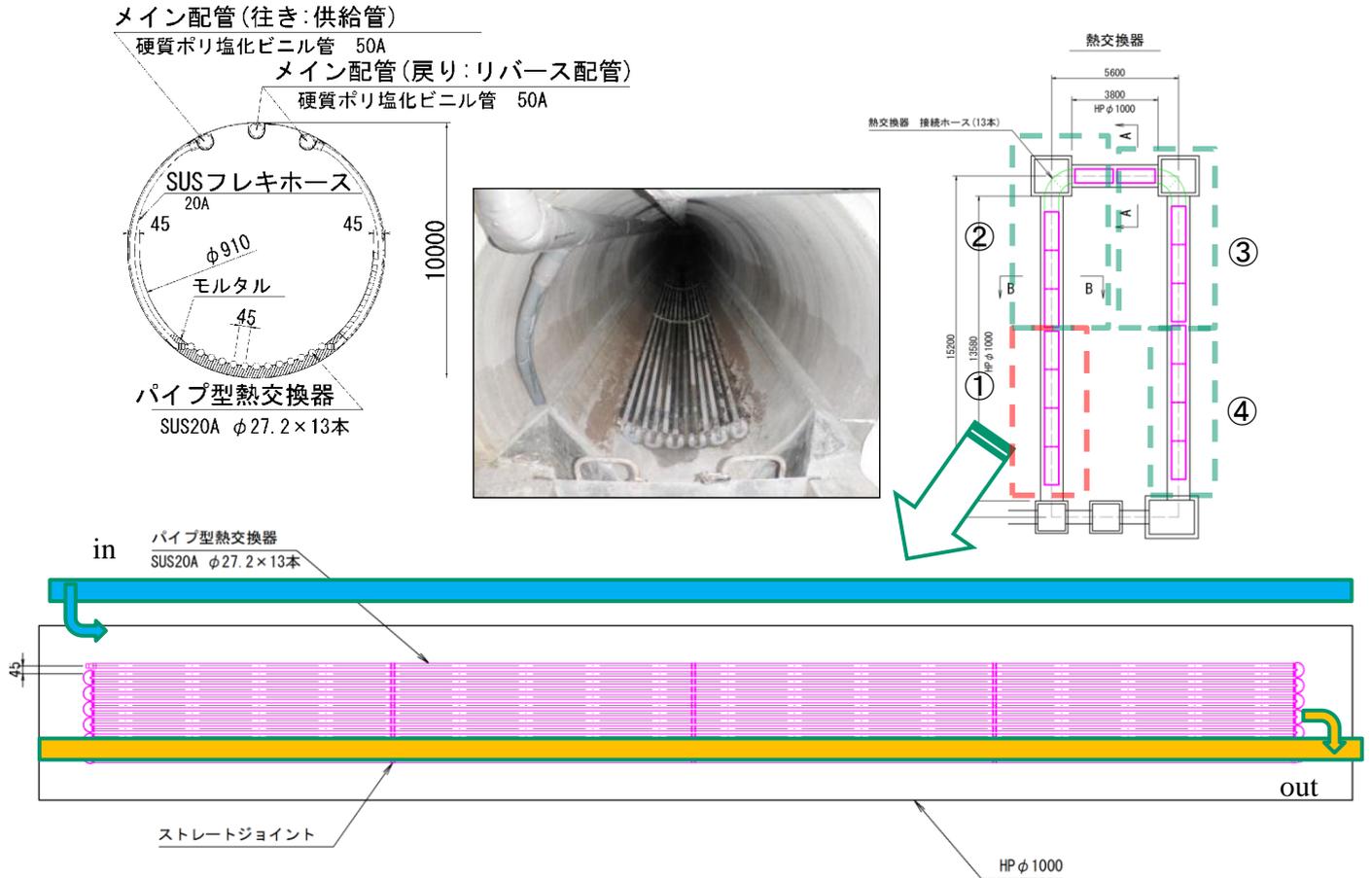


図 管路内熱交換器形状

表 下水熱利用可能量

①管路長	100	200	m	2 ケースについて想定
②管接触周長	0.0427	0.0427	m/本	$3.14 \times 0.0272 \div 2$ 各管の半分が下水と接触 管径:27.2mm
③本数	13	13	本	
④下水単位接触面積	0.5552	0.5552	m ² /m	管路1m当下水接触面積 ④=②×③
⑤下水接触面積計	55.52	111.03	m ²	⑤=①×④
⑥熱通過率	350	350	W/m ² K	NEDO実証試験より
⑦温度差	5.8	5.8	K	NEDO実証試験より(対数平均温度差)
⑧下水熱利用可能量	112.7	225.4	kW	⑧=⑤×⑥×⑦÷1,000

③機器COP等

1) 水熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。全てインバータ機能付きであるため、部分負荷時の効率低下がほとんどないため、負荷率100%の時のCOPを採用した。単機容量は加熱能力で約45kW。

表 下水熱ヒートポンプCOP (15馬力タイプ)

熱源水入口温度	COP (温熱)
3℃	3.6
8℃	4.0
10℃	4.2
13℃	4.4
18℃	4.9
23℃	5.5
28℃	6.1

熱源水のヒートポンプへの平均出入口温度差を3℃と想定(最大5℃)

2) 空気熱源ヒートポンプ効率

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。部分負荷時の効率の差が小さいため、負荷率50%時のCOP×0.9を採用した。単機容量は加熱能力で85kW

表 空気熱源ヒートポンプCOP (30馬力タイプ)

湿球温度	COP (温熱)
-5℃	2.4
0℃	3.2
6℃	3.6
10℃	4.2
16℃	5.0

3) ボイラ効率

0.9 (一般的な貫流ボイラの年間平均想定)

4) 熱源水ポンプ

熱源水ポンプの消費電力は以下の式で計算した。熱交換位置からヒートポンプまでの距離の2倍を配管長と考える。機器抵抗は管路内熱交換器が30m、ヒートポンプ内機器が10mとした。

消費電力(kW) = $0.163 \times \text{流量(L/min)} \times \text{揚程(m)} \div \text{ポンプ効率(=0.7)}$

揚程 = 直管部圧損(30mm/m×配管長(m)) + 局部抵抗(=直観部圧損) + 機器抵抗(40m)

その他、空気熱ヒートポンプについては、ファン動力(本体消費電力の3%と想定)を計上。

5) 環境条件等

表 環境条件等(東京)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	6.1	6.5	9.4	14.6	18.9	22.1	25.8	27.4	23.8	18.5	13.3	8.7	理科年表(東京:1981~2010平均)
湿球温度	°C	2.3	2.7	5.6	10.5	14.9	18.6	22.2	23.3	20.0	14.6	9.3	4.7	気象庁データ(東京1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	7.7	8.0	10.6	15.2	19.1	21.9	25.2	26.6	23.4	18.7	14.1	10.0	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	16.0	15.0	15.0	20.0	22.0	23.0	25.0	28.0	28.0	25.0	21.0	20.0	B-DASHカードラインデータより
熱源水温度	°C	15.0	14.0	14.0	19.0	21.0	22.0	24.0	27.0	27.0	24.0	20.0	19.0	下水温度-1°C

表 環境条件等(札幌)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9	理科年表(札幌:1981~2010平均)
湿球温度	°C	-5.0	-4.6	-1.4	4.2	9.2	13.7	17.7	19.2	14.9	8.8	2.6	-2.6	気象庁データ(札幌1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	0.7	1.0	2.9	6.4	9.2	11.5	13.5	14.4	12.2	8.9	5.2	2.1	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	14.6	14.1	12.7	14.7	17.4	19.6	21.7	22.6	21.6	18.9	17.6	15.5	札幌(国交省下水道部H24調査:下水熱利用による低炭素まちづくり促進支援業務)データは札幌市より提供
熱源水温度	°C	13.6	13.1	11.7	13.7	16.4	18.6	20.7	21.6	20.6	17.9	16.6	14.5	下水温度-1°C

■給水温度算定既存文献

「給湯設備設計用基礎データの検討・整備に関する研究第8報給水温に関する研究」
(空気調和・衛生工学会講演論文集、1997.8月)

③システム容量等

1) 東京ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:113kW(加熱能力計) 空気熱源HP:936kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

2) 東京ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:225kW(加熱能力計) 空気熱源HP:823kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

3) 札幌ケース/管路長100m

下水熱利用ケース	水熱源HP:113kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,962kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

4) 札幌ケース/管路長200m

下水熱利用ケース	水熱源HP:225kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,849kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

4. 4 環境性評価

(1) 計算フロー

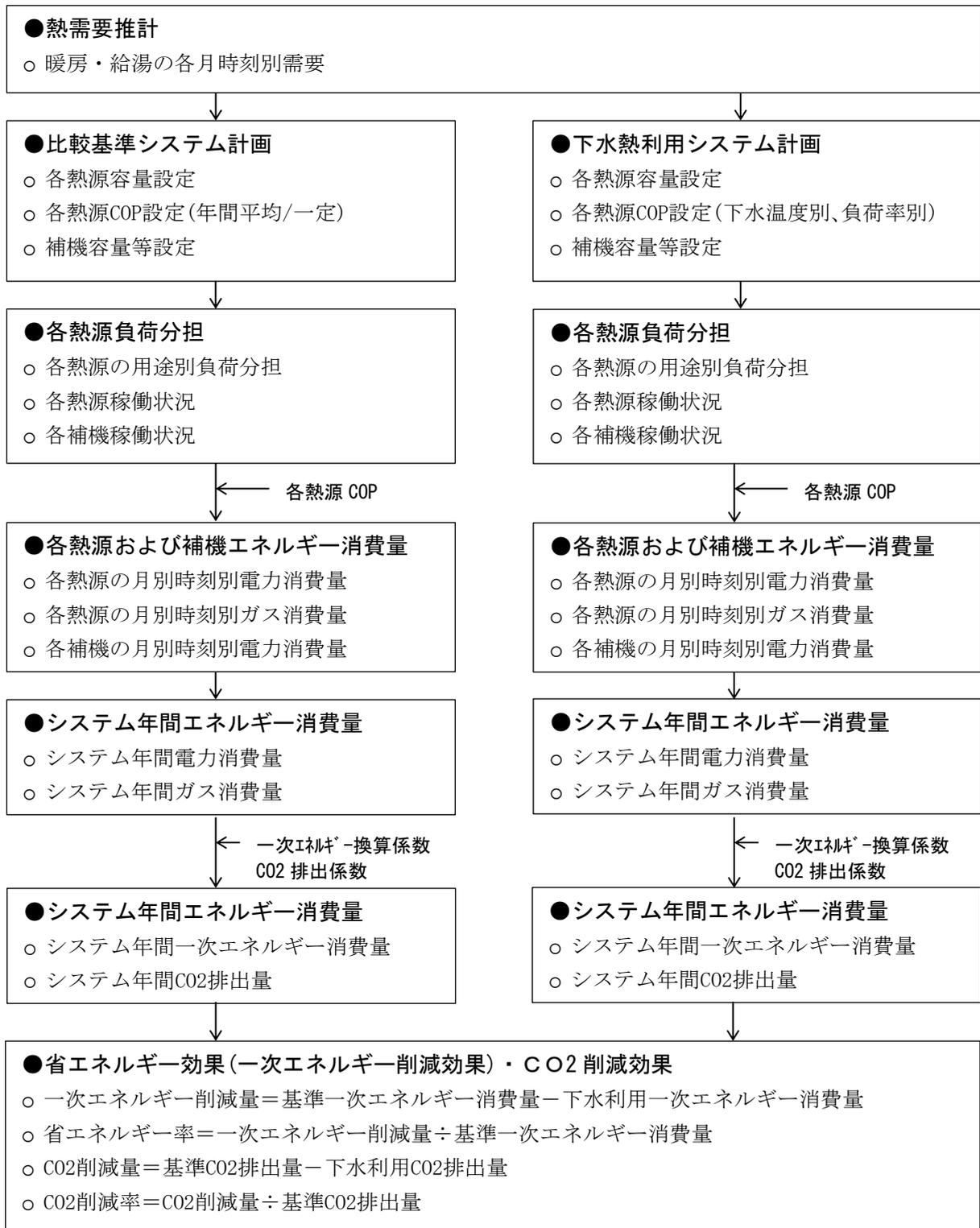


図 省エネルギー・CO2削減効果算定フロー

(2) 試算結果

以下に各ケースの省エネ・省CO2効果を示す。いずれのケースも下水熱利用が最も効果が大
きい。また、管路内熱交換器の長さが100mよりも200mの方がより、省エネ効果が大
きい。

①東京ケース（管路長100m）

		暖房：ホ ^レ 付 給湯：ホ ^レ 付	暖房：空冷HP 給湯：ホ ^レ 付	暖房：下水HP 給湯：下水HP+ホ ^レ 付
買電量(昼間)	MWh/年	0	200	239
買電量(夜間)	MWh/年	0	53	149
買電量(合計)	MWh/年	0	253	388
ガス使用量	千Nm3/年	176	92	33
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,605	5,233
省エネルギー量	GJ/年		1,331	2,703
省エネルギー率	%		16.8	34.1
CO2排出量	t-CO2/年	404	349	288
CO2削減量	t-CO2/年		55	116
CO2削減率	%		13.6	28.7

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境が^レライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

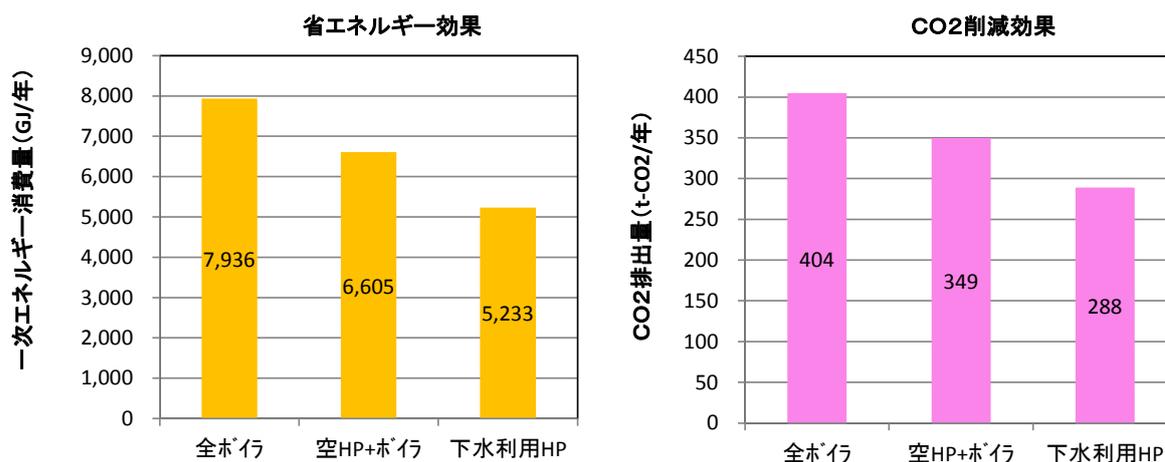


図 省エネルギー・CO2削減効果(東京ケース/管路長100m)

②東京ケース（管路長200m）

		暖房：ボイ 給湯：ボイ	暖房：空冷HP 給湯：ボイ	暖房：下水HP 給湯：下水HP+ボイ
買電量(昼間)	MWh/年	0	200	239
買電量(夜間)	MWh/年	0	53	132
買電量(合計)	MWh/年	0	253	371
ガス使用量	千Nm3/年	176	92	33
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,605	5,075
省エネルギー量	GJ/年		1,331	2,861
省エネルギー率	%		16.8	36.0
CO2排出量	t-CO2/年	404	349	279
CO2削減量	t-CO2/年		55	125
CO2削減率	%		13.6	31.0

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

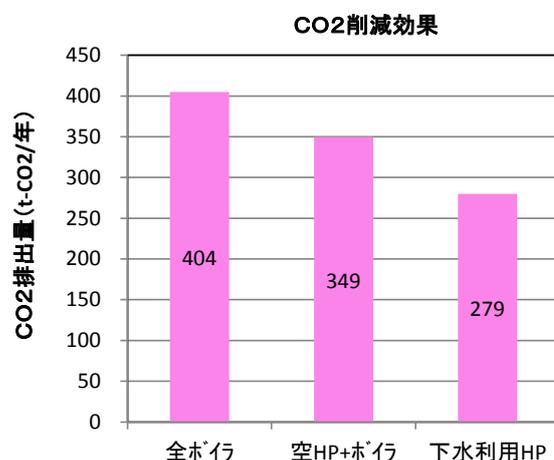
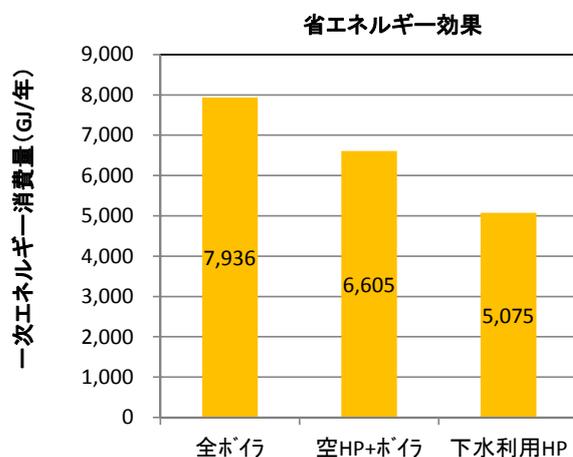


図 省エネルギー・CO2削減効果(東京ケース/管路長200m)

③札幌ケース(管路長100m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	625	596
買電量(夜間)	MWh/年	0	164	389
買電量(合計)	MWh/年	0	790	985
ガス使用量	千Nm3/年	313	110	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,707	10,996
省エネルギー量	GJ/年		1,391	3,102
省エネルギー率	%		9.9	22.0
CO2排出量	t-CO2/年	717	686	615
CO2削減量	t-CO2/年		31	102
CO2削減率	%		4.4	14.2

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

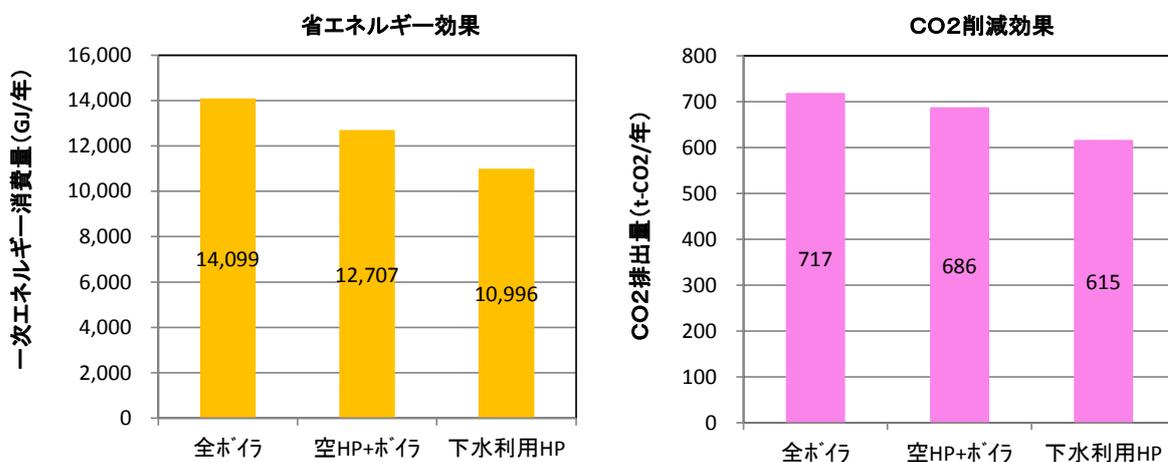


図 省エネルギー・CO2削減効果(札幌ケース/管路長100m)

④札幌ケース(管路長200m)

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	625	571
買電量(夜間)	MWh/年	0	164	364
買電量(合計)	MWh/年	0	790	935
ガス使用量	千Nm3/年	313	110	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,707	10,509
省エネルギー量	GJ/年		1,391	3,590
省エネルギー率	%		9.9	25.5
CO2排出量	t-CO2/年	717	686	587
CO2削減量	t-CO2/年		31	130
CO2削減率	%		4.4	18.1

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97
電力(夜)	9.28
電力(全日)	9.76 MJ/kWh
ガス	45 MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55 kg-CO2/kWh
ガス	2.29 kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

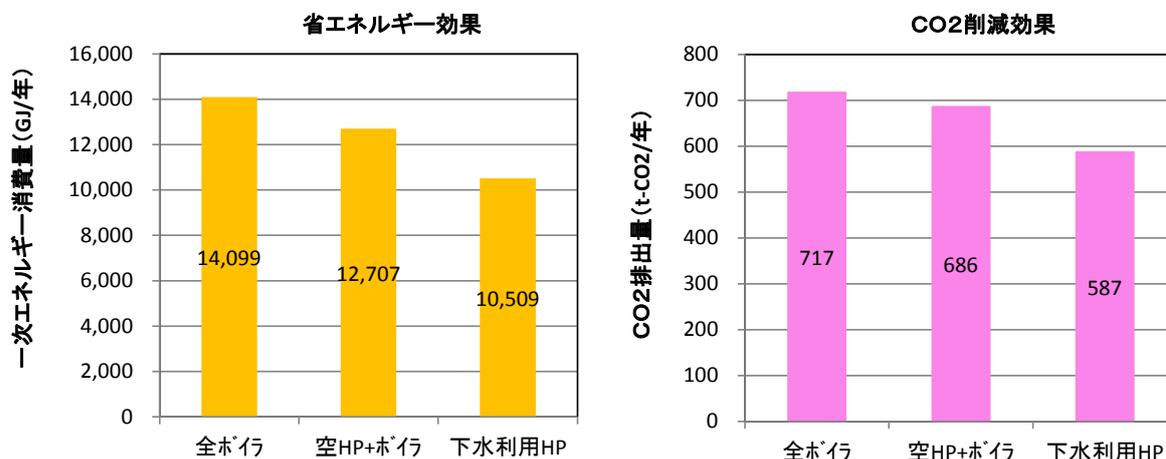


図 省エネルギー・CO2削減効果(札幌ケース/管路長200m)

⑤熱源負荷分担

各ケースの熱源負荷分担を比較する。

東京ケースの管路長200mでは、下水HPで利用可能な温熱需要の74.4%を賄える。

表 各ケース熱源負荷分担

		東京/100m	東京/200m	札幌/100m	札幌/200m
暖房需要	MWh/年	860	860	2,064	2,064
給湯需要(HP用)	MWh/年	609	609	800	800
給湯需要(ボイラ用)	MWh/年	321	321	316	316
下水HP暖房利用	MWh/年	610	938	683	1,089
下水HP給湯利用	MWh/年	111	155	40	184
空冷HP負荷(暖房)	MWh/年	747	376	2,141	1,592
ボイラ負荷(給湯)	MWh/年	321	321	316	316
下水熱依存率① ^{*1}	%	40.3	61.1	22.7	40.0
下水熱依存率② ^{*1}	%	49.1	74.4	25.3	44.4

*1：下水熱依存率①(%)=(下水HP暖房利用熱量+下水HP給湯利用熱量)/(暖房需要+給湯需要)×100

*2：下水熱依存率②(%)=(下水HP暖房利用熱量+下水HP給湯利用熱量)/(暖房需要+給湯需要(HP用))×100

⑥COP比較

下水温・気温の高い東京の方が下水HP、空気HPとも温熱COPは高いが、空気HPでは東京都と札幌で約0.7異なるのに対し、下水ではその差は0.4程度である。したがって、対空気HPという観点では、東京よりも札幌の方が有利である。

表 各ケースの熱源COP(温熱)

	東京/100m	東京/200m	札幌/100m	札幌/200m
下水HP	5.00	4.89	4.61	4.60
空気HP(下水利用ケースの不足分)	3.48	3.43	2.75	2.65
空気HP(下水利用無)	3.51	3.51	2.69	2.69

4. 5 事業性評価

(1) 事業性評価方法

事業性については年間経費で評価する。参考として、単純投資回収年数も算定する。

■年間経費＝年間設備固定費＋ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)

年間設備固定費(円/年)＝資本回収係数×初期投資額(円)

$$\text{資本回収係数} = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

r：金利　　n：償却年数

上記において金利は3%（過去5年の長期プライムレート平均1.92%＋リスクプレミアム1%）

また、償却年数は機械設備が15年、処理水配管工事(土木工事含む)は50年で想定(B-DASHがイ
ドライン)。

■単純投資回収年数＝ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)削減額÷投資額増額

(2) 事業性試算条件

①建設費

- 熱源設備等については設備容量と容量単価から算定。容量単価については実勢価格としている。
- 個々の単価については事業性試算結果一覧表を参照

②補助金

- 国庫補助、補助率1/2を適用。
- 対象は管路内熱交換設備、蓄熱槽、水熱源ヒートポンプ

③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)、ガスは東京ガス料金(契約は業務用季節別)。単価は現在の約款に従うが、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。ただし、管路内熱交換器は維持管理費0円(メンテナンスフリー)

(3) 事業性試算結果

①東京ケース

東京ケースでは、管路内HX長さが100mの場合、下水利用HPが最も年間経費が安くなり、事業性は最も良い。管路長さが200mの場合、空気HPの方が下水HPよりも年間経費は安くなる。需要規模が大きくなればわからないが、1万㎡規模の福祉施設では、管路内HXは200mは少し過大であると思われる。この程度の規模では管路内HX規模は100m以下が望ましいと考えられる。

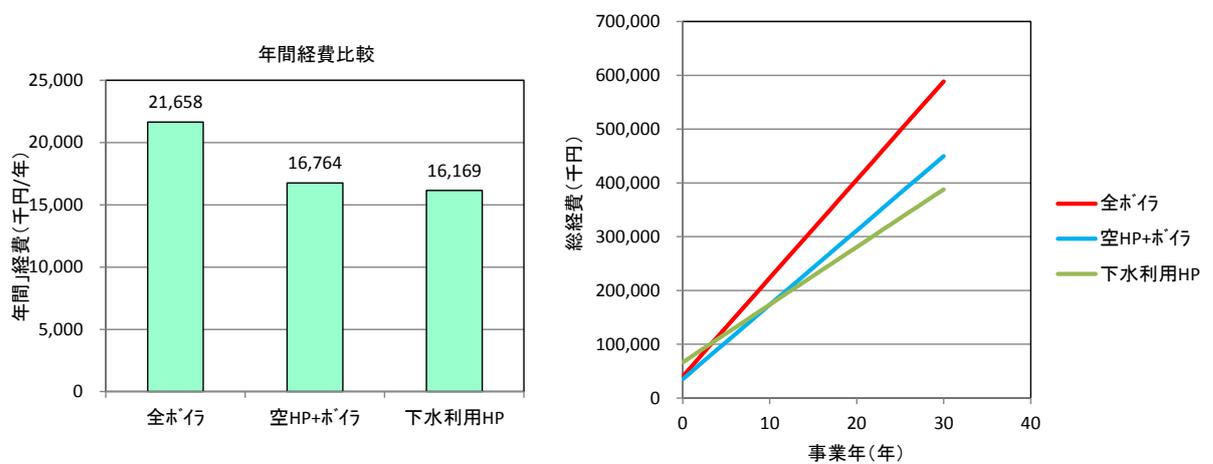


図 事業性比較 (東京ケース/管路長 100m)

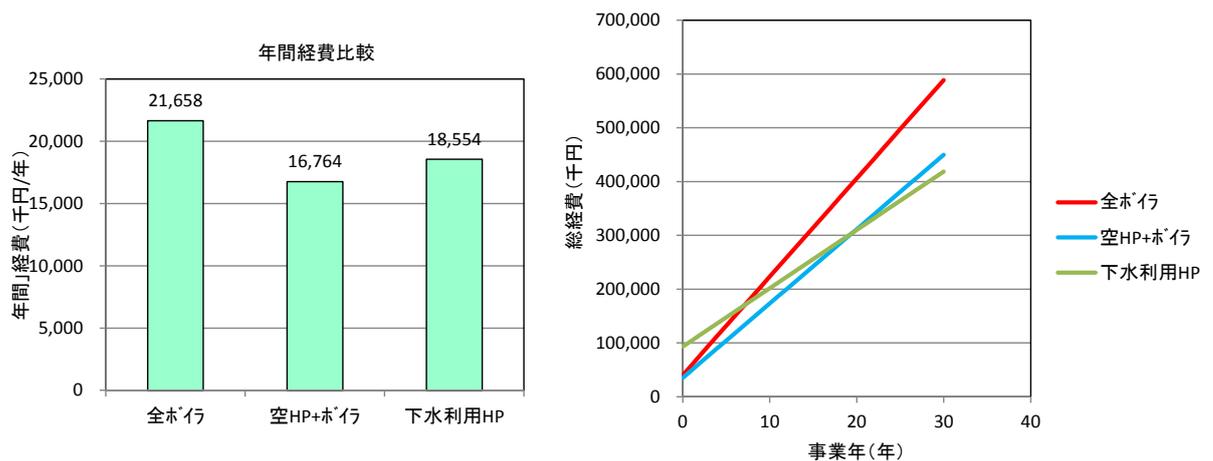


図 事業性比較 (東京ケース/管路長 200m)

②札幌ケース

札幌ケースでは、管路内HX長さが100mの場合、下水利用HPの空気HPに対する経済面における優位性は東京ケースよりも高い。管路長さが200mの場合は、空気HPの方とほぼ同等の年間経費となっている。

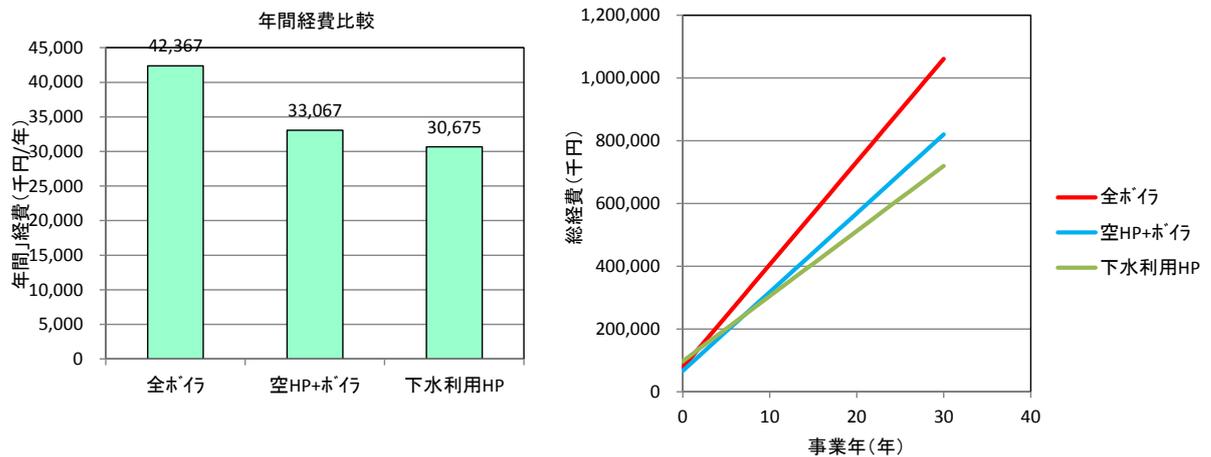


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 100m)

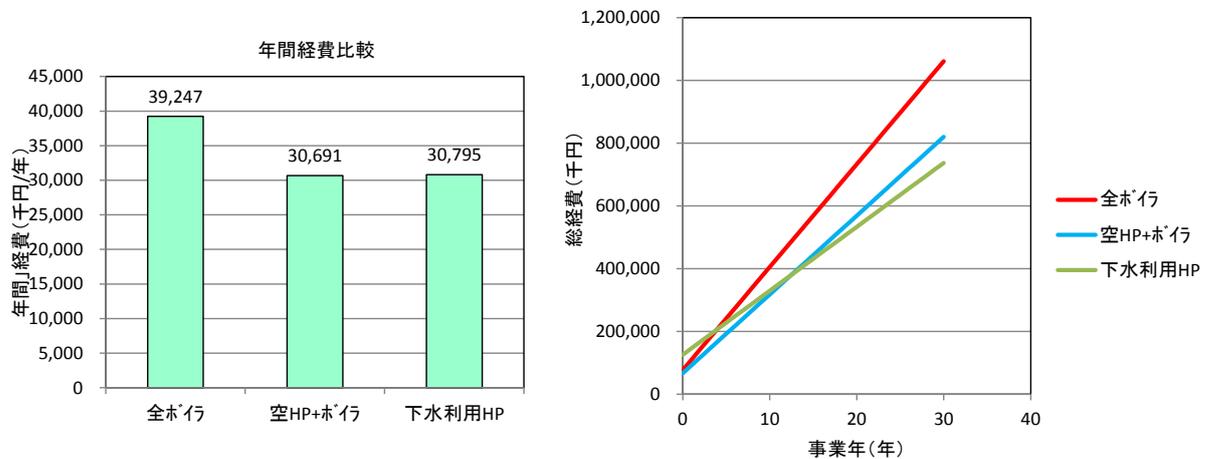


図 事業性比較(札幌ケース/管路長 200m)

①東京ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	12,171	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	28,068	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,672	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	12,078	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	40,000	400千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	104	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	101,093	
補助金	千円	0	0	34,677	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	66,416	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	26,054	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,451	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	6,207	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,283	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (千円/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,222	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	10,718	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	7,559	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	41.4	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,490	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円/年	暖房:空冷HP 給湯:千円/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	66,416	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	26,054	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	10,718	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	7,559	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	3.4	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	5,451	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	16,169	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	5,489	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	25.3	基準ケースからの減額率

②東京ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 円	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 円	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	24,342	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	24,687	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,672	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	20,580	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	80,000	400千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	208	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	40,362	35,121	158,489	
補助金	千円	0	0	65,065	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		40,362	35,121	93,424	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	53,062	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	7,714	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 円	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 円	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	5,981	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,283	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (本 [*] 円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,570	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	18,277	13,822	10,840	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	7,437	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	40.7	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	9,265	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:本 [*] 円	暖房:空冷HP 給湯:本 [*] 円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+本 [*] 円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	93,424	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	53,062	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	10,840	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	7,437	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	7.1	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	7,714	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	18,554	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	3,105	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	14.3	基準ケースからの減額率

③札幌ケース(管路長100m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ℓ/ℓ	暖房:空冷HP 給湯:ℓ/ℓ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ℓ/ℓ	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	12,171	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専チラー)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	58,854	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,406	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	10,519	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	40,000	400千円/m
		0	0	0	0
熱源水ポンプ	千円	0	0	104	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
		0	0	0	0
建設費合計	千円	77,013	66,641	131,054	0
補助金	千円	0	0	33,897	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	97,157	0
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	20,144	0
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,026	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ℓ/ℓ	暖房:空冷HP 給湯:ℓ/ℓ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ℓ/ℓ	備考
電気料金	千円/年	0	14,416	17,258	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	34,321	11,717	3,564	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (ℓ/ℓ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	1,821	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	35,916	27,485	22,649	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	8,431	13,267	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.5	36.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	34,321	26,133	20,822	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ℓ/ℓ	暖房:空冷HP 給湯:ℓ/ℓ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ℓ/ℓ	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	97,157	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	20,144	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	35,916	27,485	22,649	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	8,431	13,267	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	1.5	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,026	
⑦年間経費	千円/年	42,367	33,067	30,675	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	9,300	11,692	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.0	27.6	基準ケースからの減額率

④札幌ケース(管路長200m)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	24,342	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	55,473	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,406	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	22,149	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	80,000	400千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	208	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	77,013	66,641	191,578	
補助金	千円	0	0	65,850	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		77,013	66,641	125,729	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	48,715	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	10,420	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	14,899	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	3,240	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (ポンプ圧入蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	2,232	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,375	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,420	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	37.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	18,138	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	125,729	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	48,715	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,375	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,420	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	3.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	10,420	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	30,795	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	8,452	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	21.5	基準ケースからの減額率

(4) エネルギーコストによる感度分析

ここでは電力とガス価格が同様の割合で増減することを想定する。

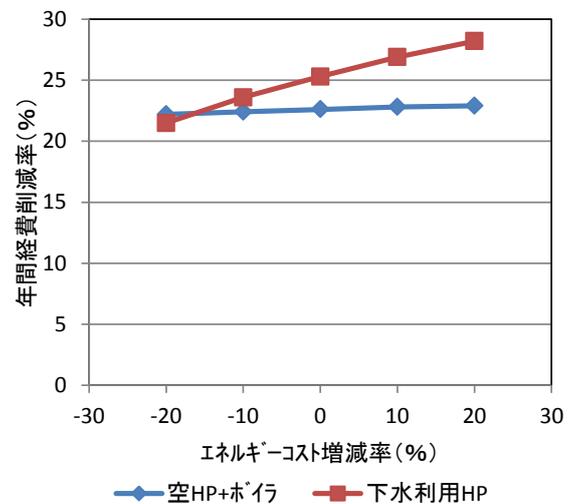
東京ケース100mについて±10%、±20%で経済性を試算した。

結果を以下に示す。年間経費削減率の感度は空気HPよりも下水利用方式の方が高いことがわかる。これは下水利用方式の方がより省エネ効果が高いためである。

エネルギーコストが高くなるほど、下水HPの優位性は高くなる。エネルギーコストが現状よりも10%程度安くなっても下水HPの方が空気HPよりも経済性は良いが、20%安くなると、空気HPの方が経済性は良くなる。

表 全ボイラ方式に対する年間経費削減率

エネルギーコスト 増減率(%)	空気HP +ボイラ(%)	下水HP利用 +ボイラ(%)
-20	22.2	21.5
-10	22.4	23.6
0	22.6	25.3
+10	22.8	26.9
+20	22.9	28.2



参考：需要規模拡大ケース

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。

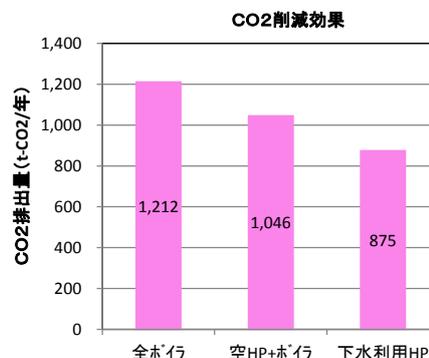
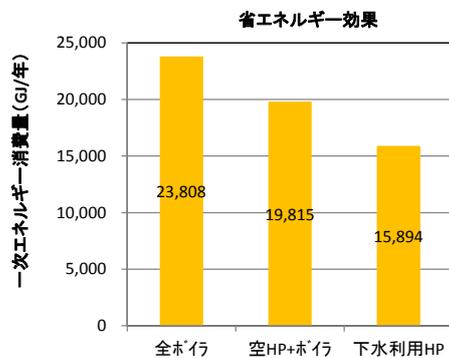
■対象ケース：管路内熱交換器方式－b（東京、200m）

■熱需要：福祉施設30,000㎡

(試算結果)

■環境性

		暖房：ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	600	724
買電量(夜間)	MWh/年	0	158	461
買電量(合計)	MWh/年	0	758	1,185
ガス使用量	千Nm ³ /年	529	275	98
一次エネルギー消費量	GJ/年	23,808	19,815	15,894
省エネルギー量	GJ/年		3,993	7,914
省エネルギー率	%		16.8	33.2
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	1,212	1,046	875
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		165	336
CO ₂ 削減率	%		13.6	27.7



■経済性

需要規模が10,000㎡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30,000㎡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。

表 経済性試算結果（管路内熱交換器方式－b、管路長さ200m、熱需要：福祉施設30,000m³(東京地区)）

建設費		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	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	24,342	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	78,623	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	94,347	87,585	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	64,495	33,046	33,046	10千円/kW、機器単体
蓄熱タンク(HP温水)	千円	0	0	20,889	200千円/m ³ (工事費込)
管路内熱交換器	千円	0	0	80,000	400千円/m
熱源水ポンプ	千円	0	0	208	30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	5,000	100千円×50m(敷地内埋設)
建設費合計	千円	143,118	127,393	251,070	
補助金	千円	0	0	65,219	国庫補助、補助率1/2
初期投資額		143,118	127,393	185,851	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-15,725	42,733	
年間設備固定費	千円/年	11,988	10,671	15,456	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		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	備考
電気料金	千円/年	0	12,576	18,937	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	51,893	26,311	9,425	東京ガス料金
水道料金	千円/年	92	48	17	400円/m ³ (ボイラ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	2,862	2,548	3,421	熱源機器建設費の2%/年(管路内熱交換器除く)
合計	千円/年	54,847	41,483	31,800	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	13,364	23,047	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	42.0	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	51,893	38,887	28,362	
事業性評価		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	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	143,118	127,393	185,851	
②建設費増額	千円	基準	-15,725	42,733	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	54,847	41,483	31,800	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	13,364	23,047	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	1.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	11,988	10,671	15,456	
⑦年間経費	千円/年	66,835	52,154	47,256	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	14,682	19,579	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.0	29.3	基準ケースからの減額率

参考資料2-5 モデルスタディ結果詳細（マンホール取水管路外流下液膜方式）

5. 1 検討モデル

システム	マンホール取水管路外流下液膜方式
地域	東京、札幌
熱供給対象施設	東京・札幌:福祉施設10,000m ²
下水熱利用	暖房+給湯
検討熱源システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 水熱源HP(暖房・給湯用)、給湯用はボイラで追焚(HPで45℃まで加熱し、ボイラで60℃まで追焚) ○ 下水流量が不足し、下水熱源で賄えない場合は、空気熱源HP利用
比較基準熱源システム	①暖房・給湯ボイラ、②暖房:空冷HP、給湯:ボイラ
システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ スクリーン:油圧駆動移動式スプレー洗浄方式、取水能力①14L/s、②40L/s ○ 熱交換器:流下液膜式熱交換器
下水管路径	①1,200mm(スクリーン14L/sの時)、②1,500mm(スクリーン40L/sの時)
下水流量	後述
需要地までの距離	100m

5. 2 エネルギー需要

(1) 原単位

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

エネルギー需要は既存文献の需要原単位と床面積より求める。

表 用途別熱需要原単位

	最大熱需要 (Wh/h・m ²) *1		年間熱需要 (kWh/m ² 年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
福祉(東京)	95.3	46.5	86.0	93.0
福祉(札幌)	東京×1.5	東京×1.2	東京×2.4	東京×1.2

出典：東京は天然ガススコージエネルギー計画・設計マニュアル2008((社)日本エネルギー学会)、札幌の暖房は地域補正係数(地域冷暖房技術手引書、都市環境エネルギー協会)を乗じて算出。給湯は年間平均給水温度を考慮して算出(東京16.7℃、札幌7.3℃、 $(60-7.3)/(60-16.7)=1.217$)。

*1 最大熱需要：年間におけるピーク需要(1時間当たりの最大値)

(2) 需要量

対象施設の最大・年間需要量は以下の通り。

表 用途別熱需要

	最大熱需要(kW)		年間熱需要(MWh/年)	
	暖房	給湯	暖房	給湯
東京福祉施設1万m ²	953	465	860	930
札幌福祉施設1万m ²	1,430	558	2,064	1,116

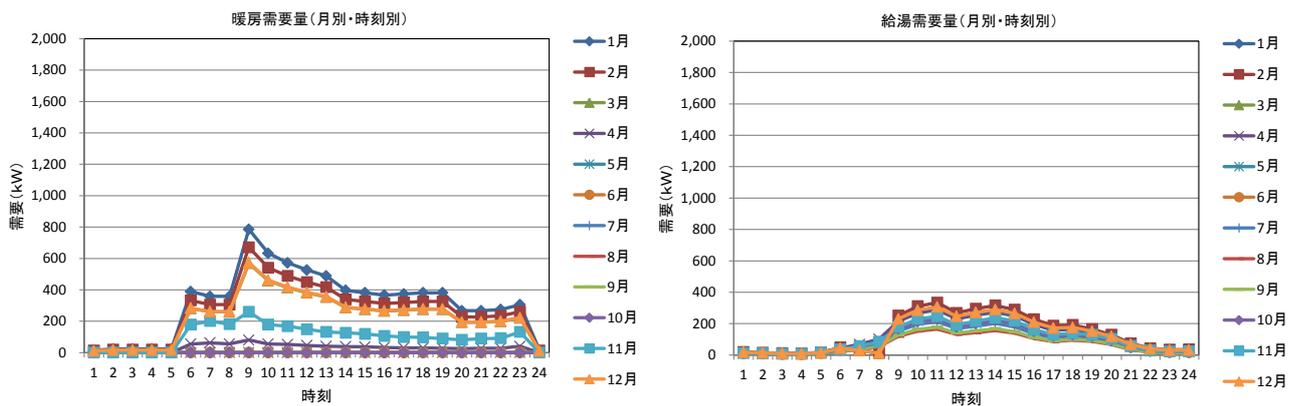


図 月別・時刻別熱需要(東京福祉施設1万m²)

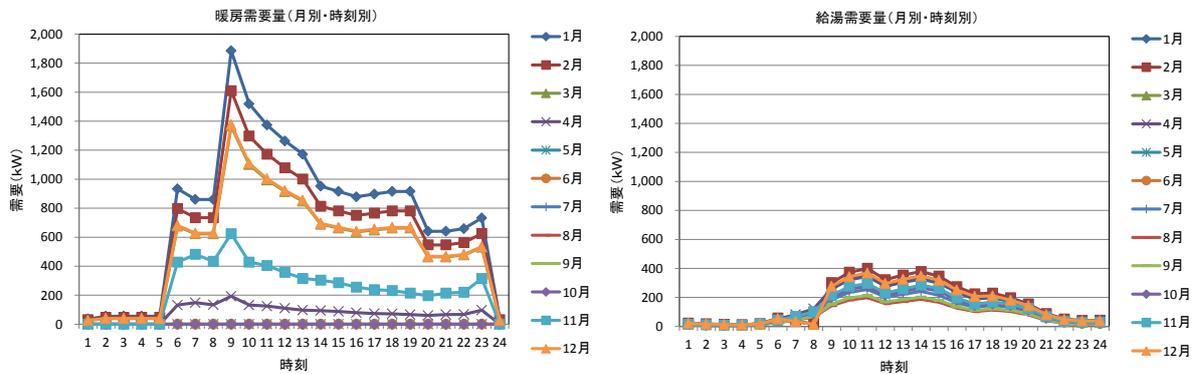


図 月別・時刻別熱需要(札幌福祉施設1万m²)

(3) ヒートポンプ負荷

今回の下水熱利用検討では、給湯負荷の一部も賅う。ヒートポンプとボイラの年間負荷および各月平均日の負荷変動を示す。

表 ヒートポンプ負荷・ボイラ負荷

	東京福祉1万㎡	札幌福祉1万㎡
ヒートポンプ年間熱負荷 (MWh/年)	1,469	2,864
ボイラ年間熱負荷 (MWh/年)	321	316

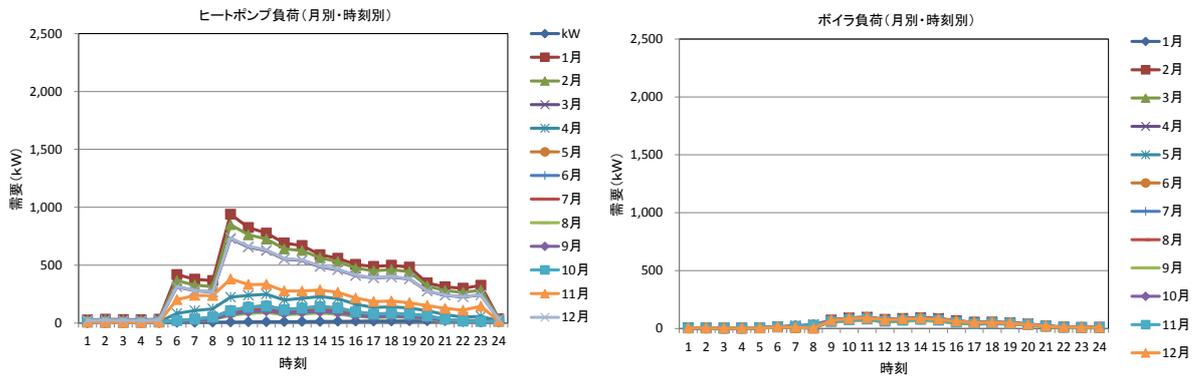


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(東京福祉1万㎡)

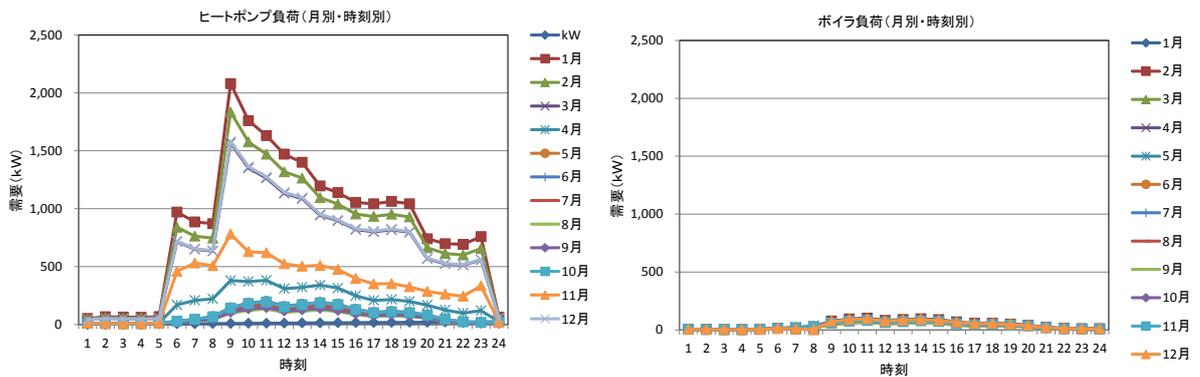


図 ヒートポンプ負荷とボイラ負荷(札幌福祉1万㎡)

(4) 必要処理水

熱源水として必要な処理水は熱源水の利用温度差を5℃とすると、以下の式になる。

$$\text{必要処理水量(m}^3\text{/h)} = \text{ヒートポンプ負荷(kW)} \times 0.86 \div 5$$

①東京の場合

最大流量は162m³/h、年間流量は253千m³/日、各月の平均的な日量は157m³/日(8月)～1,662m³/日(1月)となる。

必要処理水 m ³ /h	代表日max 162 m ³ /h												334	0.48	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
1	5	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
2	6	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	
3	5	5	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	4	
4	5	5	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	4	
5	6	5	5	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	5	
6	72	63	54	14	4	3	3	2	2	4	35	54			
7	65	57	48	19	6	6	5	3	4	6	41	49			
8	63	54	46	21	9	8	7	5	6	9	41	46			
9	162	146	125	38	19	18	15	11	13	18	65	126			
10	142	131	113	41	24	23	19	14	17	23	57	114			
11	134	125	108	43	26	25	21	16	18	25	58	109			
12	119	110	95	34	20	20	17	12	14	20	48	96			
13	115	108	93	37	22	22	18	14	16	22	48	94			
14	102	97	84	39	25	24	20	15	17	24	49	85			
15	96	91	79	36	23	21	18	13	15	22	46	80			
16	87	82	70	28	17	16	13	10	11	17	37	71			
17	84	78	67	23	14	13	11	8	9	13	32	68			
18	86	79	68	24	14	14	12	9	10	14	33	69			
19	83	76	65	22	13	13	11	8	9	13	30	66			
20	60	55	47	18	11	10	8	6	7	10	26	48			
21	54	48	41	12	6	5	4	3	4	6	22	42			
22	52	46	39	9	3	3	2	2	2	3	19	39			
23	56	49	42	10	2	2	2	1	1	2	25	42			
24	6	7	6	3	2	2	1	1	1	2	3	6			
m ³ /日	1,662	1,526	1,312	481	265	255	209	157	181	259	720	1,324			
日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365		
千m ³ /月	52	43	41	14	8	8	6	5	5	8	22	41	253		

②札幌の場合

最大流量は358m³/h、年間流量は493千m³/日、各月の平均的な日量は230m³/日(8月)～3,589m³/日(1月)となる。一般的な下水処理場で十分に賅える規模である。

必要処理水 m ³ /h	代表日max 358 m ³ /h												401	0.89	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
1	9	8	7	2	2	2	1	1	1	2	2	7			
2	11	10	9	2	1	1	1	1	1	1	1	9			
3	11	10	8	1	1	1	1	1	1	1	1	9			
4	11	10	8	1	1	1	1	1	1	1	1	8			
5	12	11	9	2	2	2	2	1	1	2	2	9			
6	167	144	123	29	5	5	4	3	3	5	79	124			
7	152	131	112	36	8	8	7	5	6	8	91	113			
8	150	128	109	38	12	11	10	7	8	11	87	110			
9	358	316	270	65	25	25	21	17	18	24	134	272			
10	303	271	232	64	32	32	27	21	23	31	108	234			
11	280	253	217	66	34	35	30	23	25	33	106	219			
12	253	227	195	53	27	28	24	18	20	26	90	196			
13	241	217	187	55	30	30	26	20	22	29	87	189			
14	206	188	162	59	33	33	28	22	24	32	88	164			
15	196	179	154	54	30	29	25	19	21	30	82	155			
16	181	164	141	43	23	22	19	15	16	22	68	142			
17	179	161	138	36	18	18	15	12	13	18	60	139			
18	183	164	141	37	19	20	17	13	14	19	61	142			
19	179	160	137	34	18	18	15	12	13	17	56	138			
20	127	114	98	29	14	14	12	9	10	14	49	99			
21	120	105	90	21	8	7	6	5	5	8	45	91			
22	119	103	88	17	4	4	3	2	3	4	42	89			
23	131	113	96	21	3	3	2	2	2	3	58	97			
24	11	11	9	4	3	2	2	2	2	3	4	10			
m ³ /日	3,589	3,198	2,740	770	353	348	299	230	253	344	1,403	2,764			
日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365		
千m ³ /月	111	90	85	23	11	10	9	7	8	11	42	86	493		

(5) 下水流量

下水流量はある管路における実測流量をもとに想定した。

(モデルとした下水実測条件)

- 対象下水幹線：大阪市長柄北野幹線、測定時期：2012年11月
- 管路断面サイズ：2,270mm、集水域面積：2.82km²
- 集水域内建物床面積：4.93km²
- 建物用途比率：住宅35%、業務施設31%、商業施設8%、宿泊施設11%、他15%

径2,270mmの下水管路はかなり大規模なものであり、適用できるのは大都市の一部に限られる。そこで、地方都市でも適用できる1,200mm程度の径の下水管について考えてみる。

流量は断面積に比例すると考えると、流量比は、 $(1,200/2,270)^2 \approx 0.28$ となる。これを上記の流量モデルに乗じると流量を想定する。

管径が2,270mmの場合、最大流量は860m³/h(239L/s)、最少流量は430m³/h(119L/s)、管径が1,200mmの場合、最大流量は240m³/h(67L/s)、最少流量は120m³/h(33L/s)である。管径が2,270mmの場合、40L/sのスクリーンでは常時40L/s以上が取水可能であるが、管径1,200mmでは、一部の時間帯において、40L/sは取水できない。ただし、14L/sは常時取水可能と考える。

管径1,500mmでは最小値は $120 \text{ m}^3/\text{h} \times (1500/1200)^2 = 188 \text{ m}^3/\text{h}$ (52L/s)となり、40L/sも常時取水可能と考える。そこで、14L/s取水モデルは管径1,200mmのモデルを、40L/sは管径1,500mmのモデルを想定する。

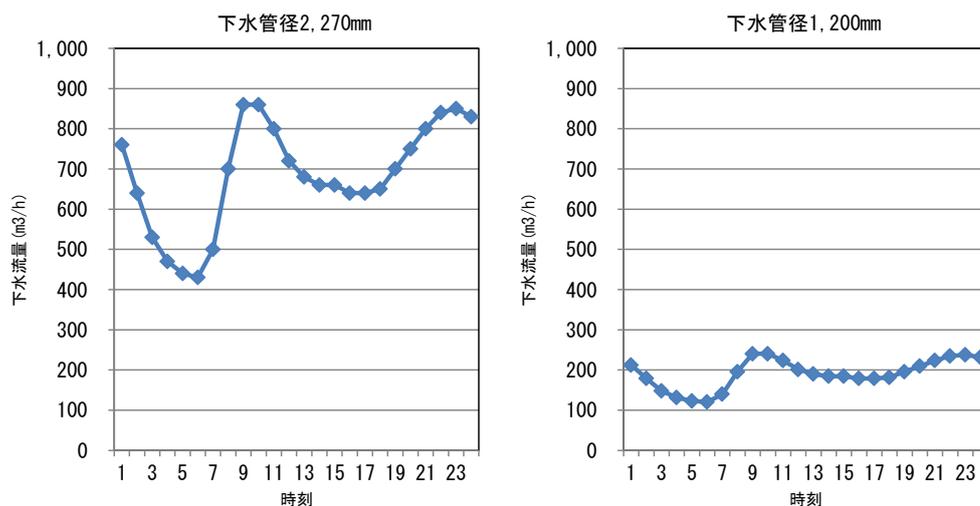


図 下水流量モデル

出典：「下水管路における流量・温度推定のための下水流量・温度の実測」(空気調和・衛生工学会講演論文集)

5.3 システム計画

(1) システム計画

① システムフロー (検討モデル・比較基準モデル)

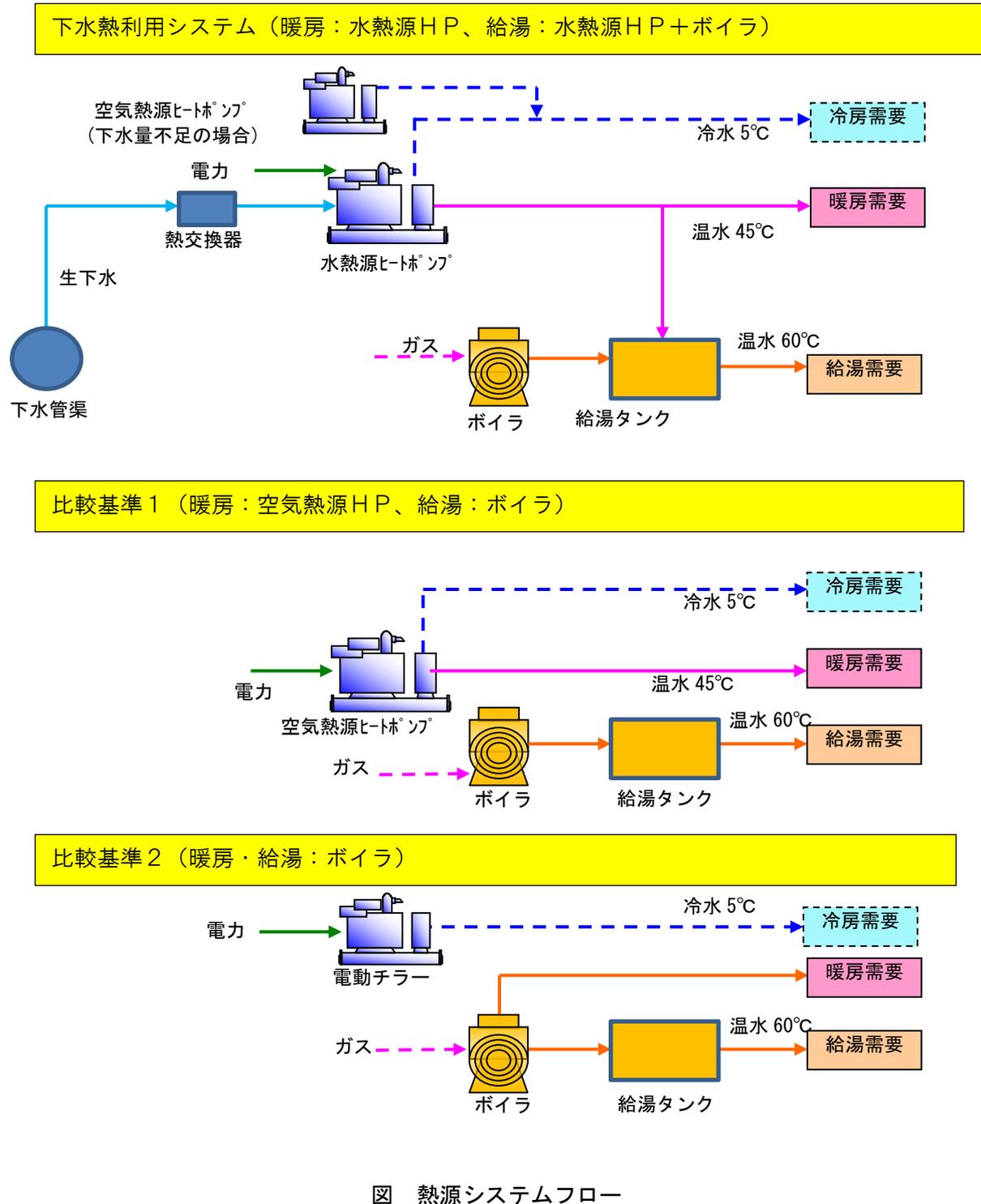


図 熱源システムフロー

(冷房については、建設費試算上の想定で環境性・経済性の評価対象外)

②機器COP等

1) 水熱源ヒートポンプ効率

(a) 14L/s取水スクリーン使用の場合

小型水熱源ヒートポンプ想定。メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。全てインバータ機能付きであるため、部分負荷時の効率低下がほとんどないため、負荷率100%の時のCOPを採用した。単機容量は加熱能力で約45kW。

表 下水熱ヒートポンプCOP (15馬力タイプ)

熱源水入口温度	COP (温熱)
3℃	3.6
8℃	4.0
10℃	4.2
13℃	4.4
18℃	4.9
23℃	5.5
28℃	6.1

熱源水のヒートポンプへの平均出入口温度差を3℃と想定(最大5℃)

(b) 40L/s取水スクリーン使用の場合

メーカーデータ参考

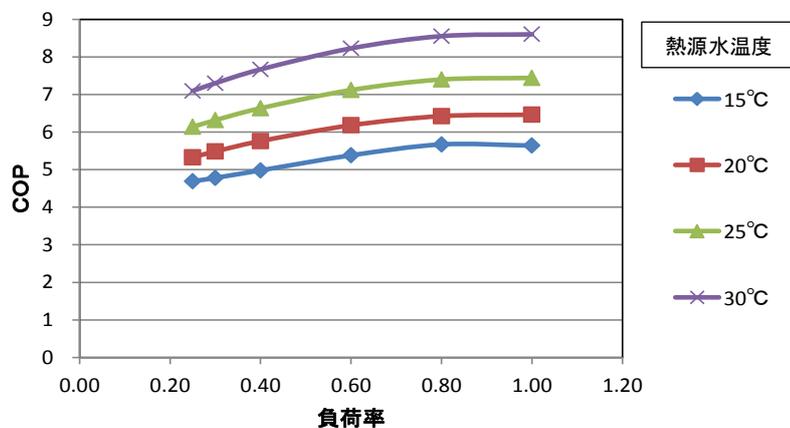


図 水熱源ヒートポンプCOP

2) 空気熱源ヒートポンプ効率

(14L/sスクリーン・40L/sスクリーンとも共通)

メーカーデータを参考に以下のCOPを採用した。部分負荷時の効率の差が小さいため、負荷率50%時のCOP×0.9を採用した。単機容量は加熱能力で85kW

表 空気熱源ヒートポンプCOP (30馬力タイプ)

湿球温度	COP (温熱)
-5℃	2.4
0℃	3.2
6℃	3.6
10℃	4.2
16℃	5.0

3) ボイラ効率

0.9 (一般的な貫流ボイラの年間平均想定)

4) 熱源水ポンプ

熱源水ポンプの消費電力は以下の式で計算した。処理水取水からヒートポンプまでの距離の2倍を配管長と考える。

消費電力(kW) = $0.163 \times \text{流量(L/min)} \times \text{揚程(m)} \div \text{ポンプ効率}(=0.7)$

揚程 = 直管部圧損(30mm/m×配管長(m)) + 局部抵抗(=直観部圧損) + 機器抵抗(20m)

その他、空気熱ヒートポンプについては、ファン動力(本体消費電力の3%と想定)を計上。

5) 環境条件等

表 環境条件等(東京)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	6.1	6.5	9.4	14.6	18.9	22.1	25.8	27.4	23.8	18.5	13.3	8.7	理科年表(東京:1981~2010平均)
湿球温度	°C	2.3	2.7	5.6	10.5	14.9	18.6	22.2	23.3	20.0	14.6	9.3	4.7	気象庁データ(東京1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	7.7	8.0	10.6	15.2	19.1	21.9	25.2	26.6	23.4	18.7	14.1	10.0	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	16.0	15.0	15.0	20.0	22.0	23.0	25.0	28.0	28.0	25.0	21.0	20.0	B-DASH「ドラインテンプレート」より
熱源水温度	°C	15.0	14.0	14.0	19.0	21.0	22.0	24.0	27.0	27.0	24.0	20.0	19.0	下水温度-1°C

表 環境条件等(札幌)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
外気温度	°C	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9	理科年表(札幌:1981~2010平均)
湿球温度	°C	-5.0	-4.6	-1.4	4.2	9.2	13.7	17.7	19.2	14.9	8.8	2.6	-2.6	気象庁データ(札幌1981~2010平均)の外気温・相対湿度から算定
給水温度	°C	0.7	1.0	2.9	6.4	9.2	11.5	13.5	14.4	12.2	8.9	5.2	2.1	東京: $0.89 \times \text{気温} + 2.23$ 、札幌: $0.53 + 2.62$ (既存文献より)
下水温度	°C	14.6	14.1	12.7	14.7	17.4	19.6	21.7	22.6	21.6	18.9	17.6	15.5	札幌(国交省下水道部H24調査:下水熱利用による低炭素まちづくり促進支援業務)データは札幌市より提供
熱源水温度	°C	13.6	13.1	11.7	13.7	16.4	18.6	20.7	21.6	20.6	17.9	16.6	14.5	下水温度-1°C

■給水温度算定既存文献

「給湯設備設計用基礎データの検討・整備に関する研究第8報給水温に関する研究」
(空気調和・衛生工学会講演論文集、1997.8月)

③システム容量等

1) 東京ケース (14L/s取水の場合)

下水熱利用ケース	水熱源HP:293kW(加熱能力計) 空気熱源HP:755kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

2) 東京ケース (40L/s取水の場合)

下水熱利用ケース	水熱源HP:837kW(加熱能力計) 空気熱源HP:211kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:1,048kW(加熱能力計) ボイラ:367kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:1,415kW(加熱能力計)

3) 札幌ケース (14L/s取水の場合)

下水熱利用ケース	水熱源HP:293kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,781kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

4) 札幌ケース (40L/s取水の場合)

下水熱利用ケース	水熱源HP:837kW(加熱能力計) 空気熱源HP:1,237kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準1 空気熱源HPケース	空気熱源HP:2,074kW(加熱能力計) ボイラ:441kW(加熱能力計)
比較基準2 全ボイラケース	ボイラ:2,515kW(加熱能力計)

5. 4 環境性評価

(1) 計算フロー

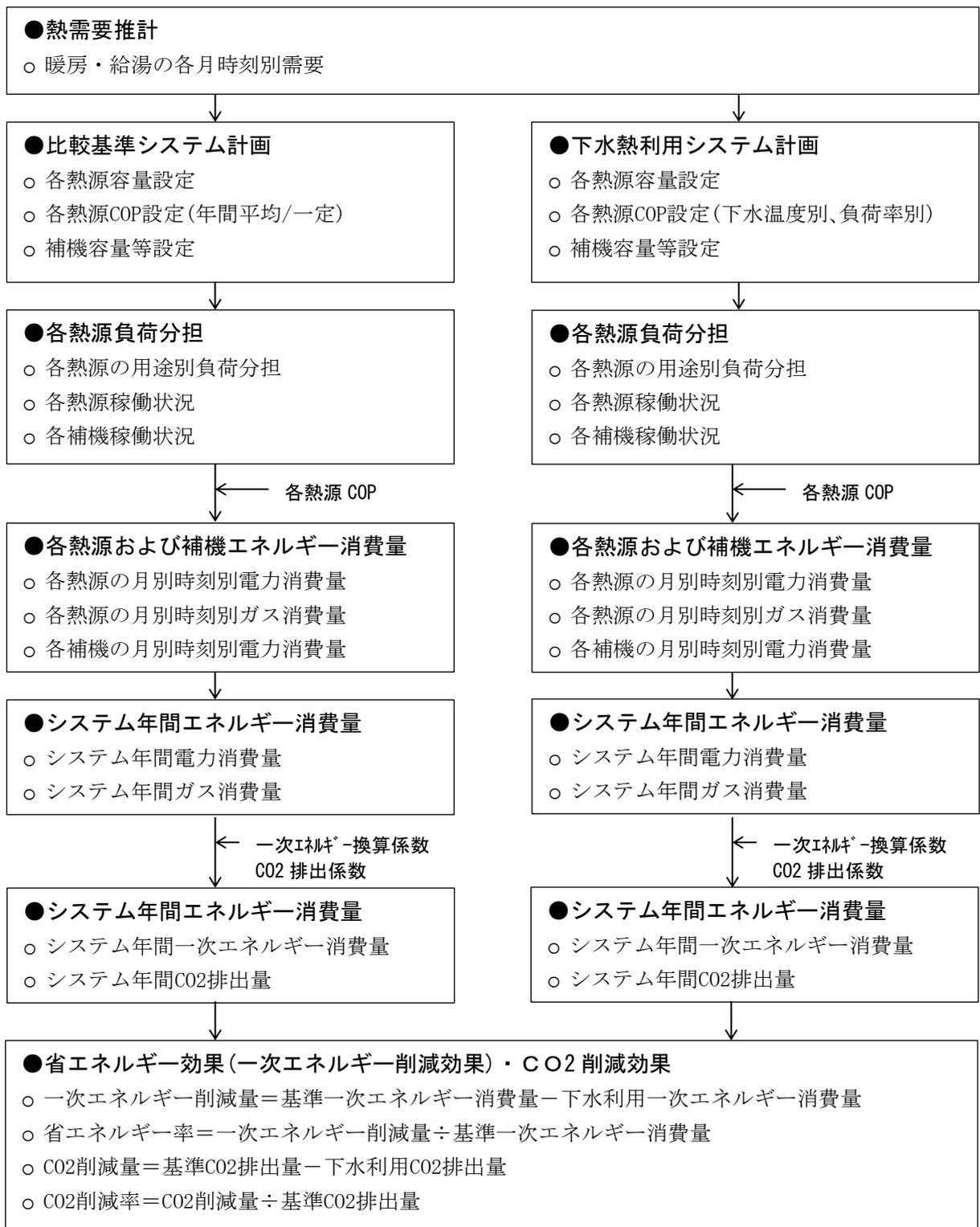


図 省エネルギー・CO2削減効果算定フロー

(2) 試算結果

各ケースとも、下水HP利用が最も省エネ効果が高い。東京地区では、その次に空気HP方式が高いが、札幌地区では空気HPの効率が低く、全ボイラ方式とほとんどかわらない場合もある。また、14L/sと40L/sではヒートポンプの容量が異なり、COPが異なる。下水を利用する水熱源ヒートポンプは容量が大きい方がCOPが高いが、空気熱源ヒートポンプは容量による差はあまりなく、むしろ、小型の方がCOPが高い。したがって、空気HPに対する下水HPの優位性は40L/sの方がより大きくなる。

①東京ケース (14L/s)

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	200	227
買電量(夜間)	MWh/年	0	53	122
買電量(合計)	MWh/年	0	253	349
ガス使用量	千Nm ³ /年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,605	4,822
省エネルギー量	GJ/年		1,331	3,114
省エネルギー率	%		16.8	39.2
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	404	349	265
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		55	139
CO ₂ 削減率	%		13.6	34.5

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97		
電力(夜)	9.28		
電力(全日)	9.76	MJ/kWh	省エネルギー法
ガス	45	MJ/Nm ³	都市ガス13A物性値(高位)
CO ₂ 排出係数			
電力	0.55	kg-CO ₂ /kWh	環境がトライン B-DASHも同様
ガス	2.29	kg-CO ₂ /Nm ³	都市ガス13A物性値

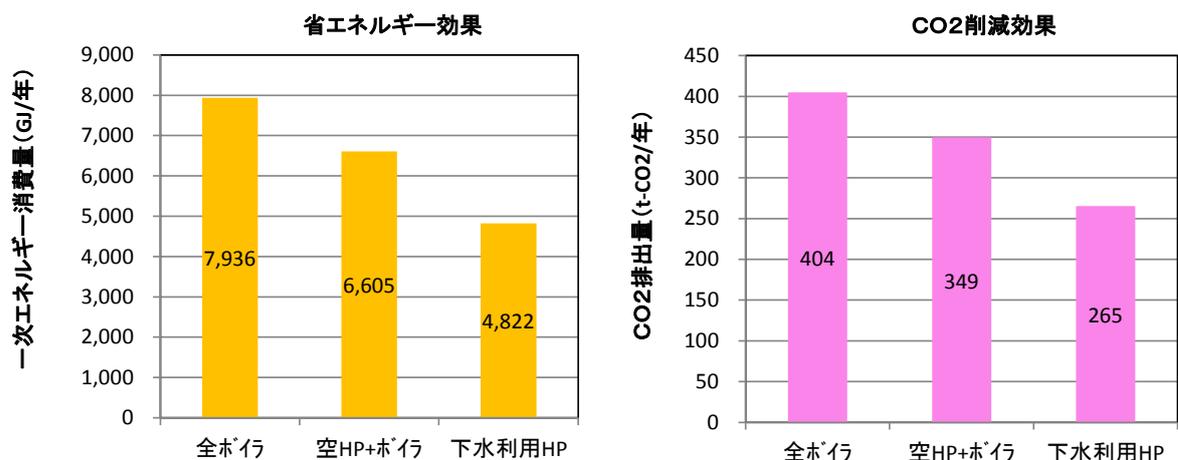


図 省エネルギー・CO₂削減効果(東京ケース、14L/s)

②東京ケース (40L/s)

		暖房:ボイラー 給湯:ボイラー	暖房:空冷HP 給湯:ボイラー	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ボイラー
買電量(昼間)	MWh/年	0	200	244
買電量(夜間)	MWh/年	0	53	54
買電量(合計)	MWh/年	0	253	297
ガス使用量	千Nm ³ /年	176	92	32
一次エネルギー消費量	GJ/年	7,936	6,605	4,351
省エネルギー量	GJ/年		1,331	3,585
省エネルギー率	%		16.8	45.2
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	404	349	236
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		55	168
CO ₂ 削減率	%		13.6	41.6

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55	kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29	kg-CO ₂ /Nm ³

環境がトライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

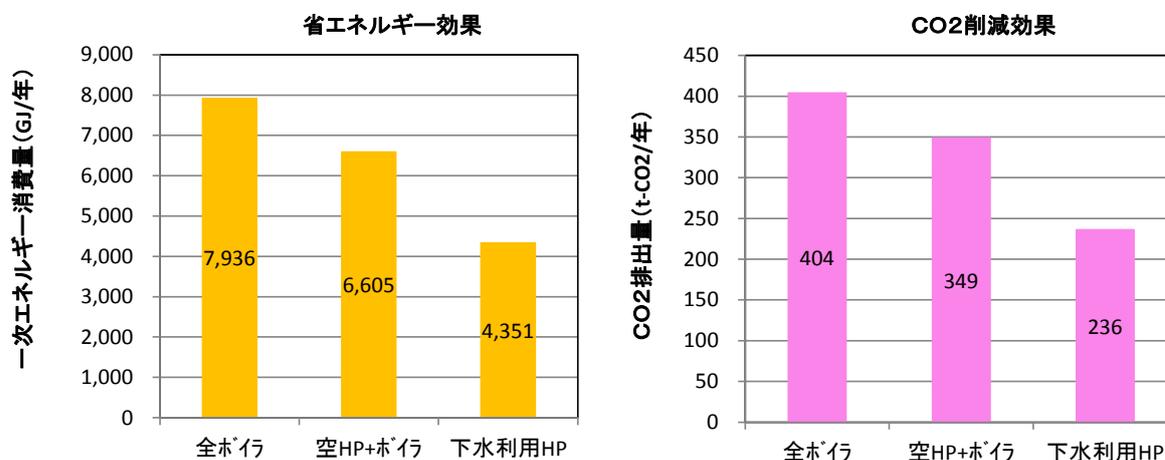


図 省エネルギー・CO₂削減効果(東京ケース、40L/s)

③札幌ケース (14L/s)

		暖房:ボイ 給湯:ボイ	暖房:空冷HP 給湯:ボイ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ボイ
買電量(昼間)	MWh/年	0	625	543
買電量(夜間)	MWh/年	0	164	342
買電量(合計)	MWh/年	0	790	885
ガス使用量	千Nm3/年	313	110	31
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,707	9,983
省エネルギー量	GJ/年		1,391	4,116
省エネルギー率	%		9.9	29.2
CO2排出量	t-CO2/年	717	686	558
CO2削減量	t-CO2/年		31	160
CO2削減率	%		4.4	22.3

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm3

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO2排出係数

電力	0.55	kg-CO2/kWh
ガス	2.29	kg-CO2/Nm3

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

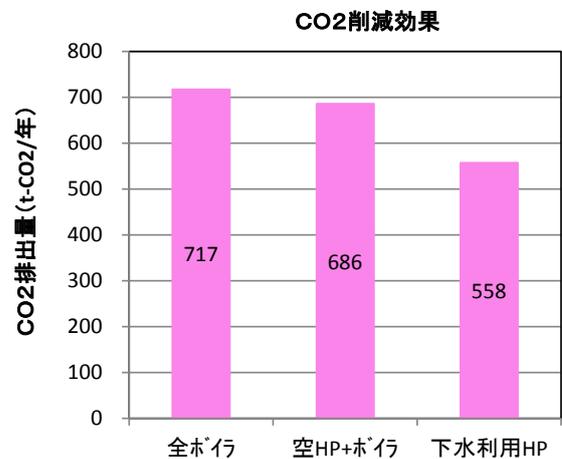
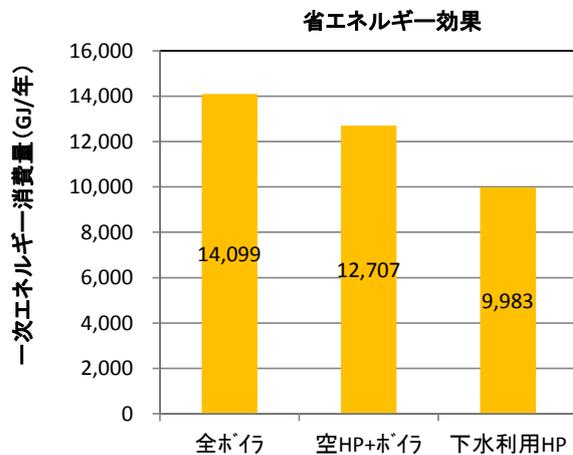


図 省エネルギー・CO2削減効果(札幌ケース、14L/s)

④札幌ケース (40L/s)

		暖房:ボイラ 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
買電量(昼間)	MWh/年	0	625	402
買電量(夜間)	MWh/年	0	164	192
買電量(合計)	MWh/年	0	790	594
ガス使用量	千Nm ³ /年	313	110	31
一次エネルギー消費量	GJ/年	14,099	12,707	7,191
省エネルギー量	GJ/年		1,391	6,908
省エネルギー率	%		9.9	49.0
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	717	686	398
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年		31	319
CO ₂ 削減率	%		4.4	44.5

一次エネルギー換算係数

電力(昼)	9.97	
電力(夜)	9.28	
電力(全日)	9.76	MJ/kWh
ガス	45	MJ/Nm ³

省エネルギー法
都市ガス13A物性値(高位)

CO₂排出係数

電力	0.55	kg-CO ₂ /kWh
ガス	2.29	kg-CO ₂ /Nm ³

環境がイドライン B-DASHも同様
都市ガス13A物性値

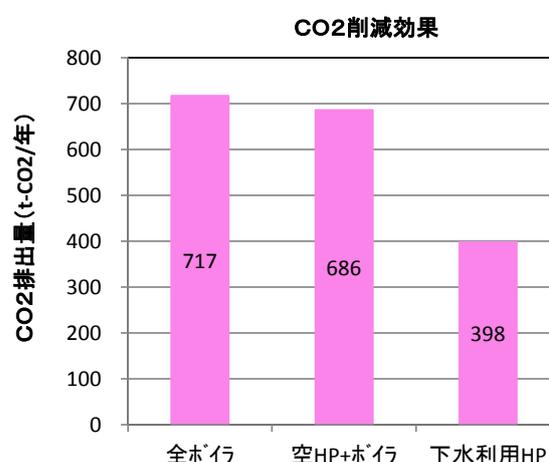
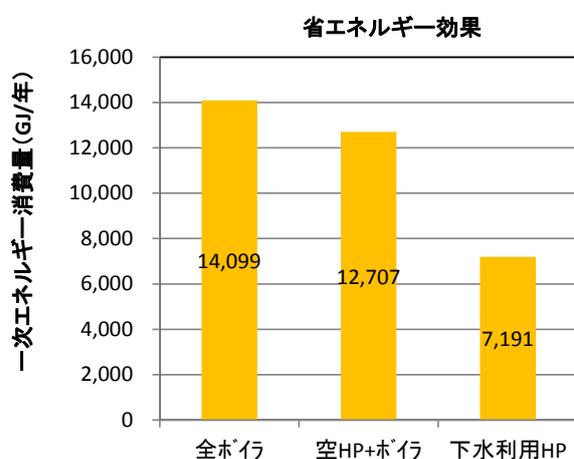


図 省エネルギー・CO₂削減効果(札幌ケース、40L/s)

⑤熱源負荷分担

各ケースの熱源負荷分担を比較する。

40L/sのスクリーンでは、東京ケースだけでなく、札幌ケースでもほぼ100%の温熱需要を下水熱で賄えることができる。

表 各ケース熱源負荷分担

		東京(14L/s)	東京(40L/s)	札幌(14L/s)	札幌(40L/s)
暖房需要	MWh/年	860	860	2,064	2,064
給湯需要(HP用)	MWh/年	609	609	800	800
給湯需要(ボイラ用)	MWh/年	321	321	316	316
下水HP暖房利用	MWh/年	1,085	1,465	1,285	2,416
下水HP給湯利用	MWh/年	201	4	236	396
空冷HP負荷(暖房)	MWh/年	183	0	1,343	53
ボイラ負荷(給湯)	MWh/年	321	321	316	316
下水熱依存率① ^{*1}	%	71.8	82.1	47.8	88.4
下水熱依存率② ^{*1}	%	87.5	100.0	53.1	98.2

*1：下水熱依存率①(%)=(下水HP暖房利用熱量+下水HP給湯利用熱量)/(暖房需要+給湯需要)×100

*2：下水熱依存率②(%)=(下水HP暖房利用熱量+下水HP給湯利用熱量)/(暖房需要+給湯需要(HP用))×100

⑥COP比較

下水温・気温の高い東京の方が下水HP、空気HPとも温熱COPは高いが、空気HPでは東京都と札幌で約0.8異なるのに対し、下水ではその差は0.2~0.3程度である。したがって、対空気HPという観点では、東京よりも札幌の方が有利である。

表 各ケースの熱源COP(温熱)

	東京(14L/s)	東京(40L/s)	札幌(14L/s)	札幌(40L/s)
下水HP	4.85	5.63	4.58	5.39
空気HP(下水利用ケースの不足分)	3.38	-	2.63	2.59
空気HP(下水利用無)	3.51	3.51	2.69	2.69

5. 5 事業性評価

(1) 事業性評価方法

事業性については年間経費で評価する。

■年間経費＝年間設備固定費＋ランニングコスト(光熱費・維持管理費・人件費等)

年間設備固定費(円/年)＝資本回収係数×初期投資額(円)

$$\text{資本回収係数} = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

r：金利　　n：償却年数

上記において金利は3%（過去5年の長期プライムレート平均1.92%＋リスクプレミアム1%）

また、償却年数は機械設備が15年、処理水配管工事(土木工事含む)は50年で想定(B-DASHがイ
ドライン)。

(2) 事業性試算条件

①建設費

- 熱源設備等については設備容量と容量単価から算定。容量単価については実勢価格としている。
- 個々の単価については事業性試算結果一覧表を参照

②補助金

- 国庫補助(補助率1/2)を適用。
- 対象は下水取水設備、下水熱交換機、水熱源ヒートポンプ

③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)、ガスは東京ガス料金(契約は業務用季節別)。単価は現在の約款に従うが、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。ただし、流下液膜式熱交換器は容量にかかわらず300千円/年とする。

(3) 事業性試算結果

①東京ケース

東京ケースでは、取水14L/sの場合は、下水HP方式は全ボイラ方式よりも、経済性には優れるが、空気HP方式と比較すると、少し経済性は低い。40L/sになると、さらに空気HP方式よりも経済性は上回る。これは下水HP容量が大きくなり、COPが高くなり、かつ、HP容量当たりの建設単価が安くなることによる。

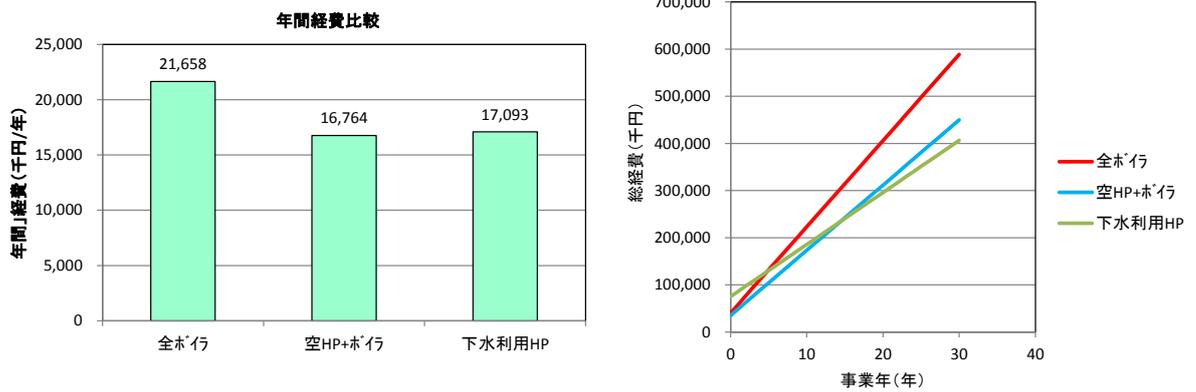


図 事業性比較(東京ケース/14L/S)

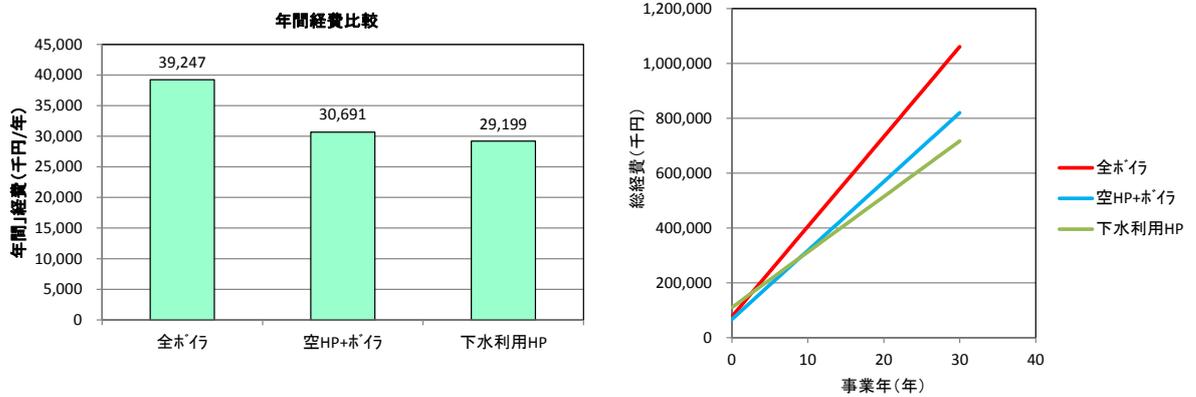


図 事業性比較(東京ケース/40L/s)

②札幌ケース

札幌ケースでは、取水14L/sの場合においても、下水HP方式が空気HP方式よりも年間経費が安く、経済性に優れる。40L/sの場合は、さらにその差が大きくなり、下水HP方式の経済優位性が大きくなる。

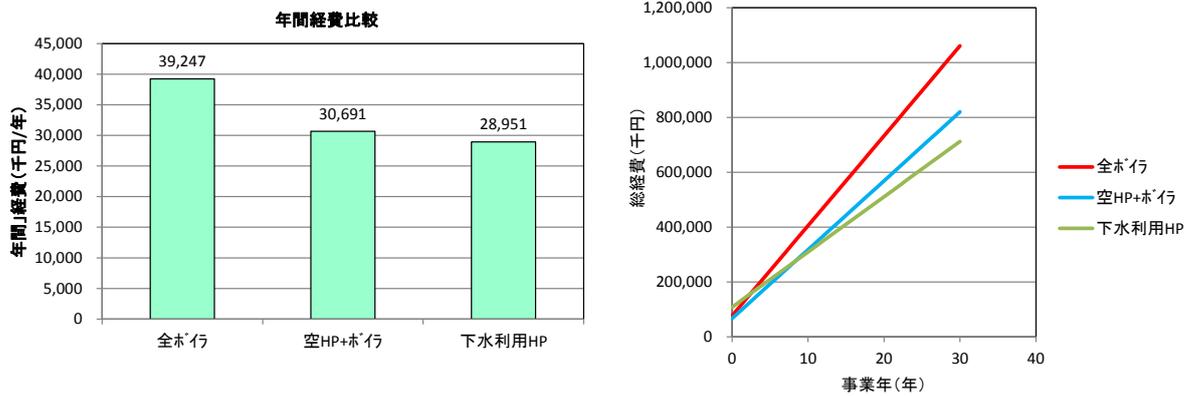


図 事業性比較(札幌ケース/14L/s)

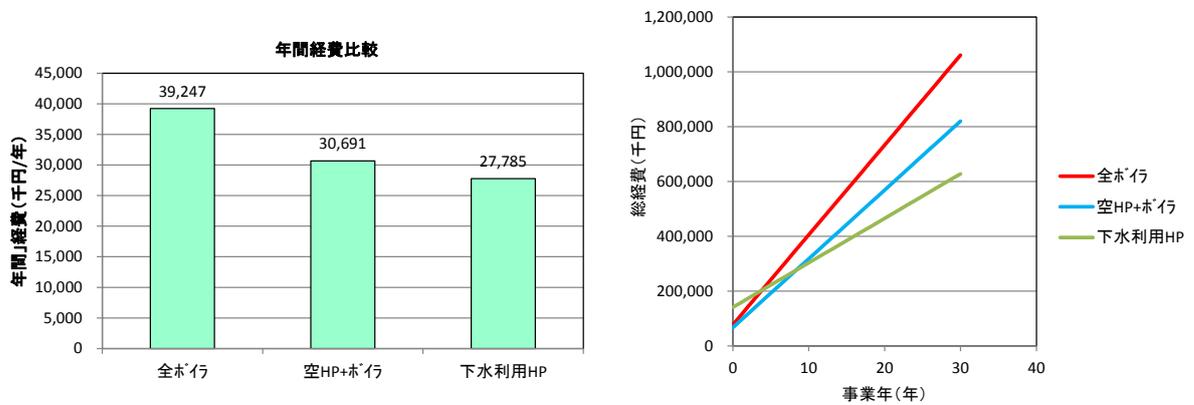


図 事業性比較(札幌ケース/40L/s)

(3) 事業性試算結果

①東京ケース(14L/s)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:ホ ² イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ² イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ² イ	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	31,647	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	22,658	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,672	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	千円	0	0	21,486	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	千円	0	0	29,302	100千円/kW
下水取水設備	千円	0	0	4,000	スクリーン等(50m ³ /h)
熱源水ポンプ	千円	0	0	450	15kW×30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	10,000	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	千円	0	0	1,000	百万円と想定
建設費合計	千円	40,362	35,121	124,215	
補助金	千円	0	0	48,943	国庫補助(補助率1/2)
初期投資額		40,362	35,121	75,273	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	34,910	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	6,058	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:ホ ² イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ² イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ² イ	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	5,639	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,191	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (ホ ² イ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	2,198	建設費の2%/年(流下液膜HXは300千円/年)
合計	千円/年	18,277	13,822	11,034	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	7,243	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	39.6	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	8,830	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:ホ ² イ	暖房:空冷HP 給湯:ホ ² イ	暖房:下水HP 給湯:下水HP+ホ ² イ	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	75,273	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	34,910	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	11,034	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	7,243	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	4.8	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	6,058	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	17,093	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	4,566	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	21.1	基準ケースからの減額率

※今回の建設費には管路内工事の際に必要な水替工事費が含まれていない。状況により、水替工事費(工事状況により額が異なる)が増額することを考慮する必要がある。

②東京ケース (40L/s)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	29,302	35千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	26,208	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	31,449	6,333	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	14,155	3,672	3,672	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	千円	0	0	1,326	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	千円	0	0	83,721	100千円/kW
下水取水設備	千円	0	0	8,000	スクリーン等(150m ³ /h)
熱源水ポンプ	千円	0	0	450	15kW×30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	10,000	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	千円	0	0	1,000	百万円と想定
建設費合計	千円	40,362	35,121	143,804	
補助金	千円	0	0	66,900	国庫補助(補助率1/2)
初期投資額		40,362	35,121	76,904	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-5,242	36,542	
年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	6,195	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	4,192	5,000	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	17,439	8,912	3,191	東京ガス料金
水道料金	千円/年	31	16	6	400円/m ³ (千円蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	807	702	1,502	建設費の2%/年(流下液膜HXは300千円/年)
合計	千円/年	18,277	13,822	9,698	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	4,455	8,579	
ランニングコスト削減率	%	0.0	24.4	46.9	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	17,439	13,104	8,191	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	40,362	35,121	76,904	
②建設費増額	千円	基準	-5,242	36,542	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	18,277	13,822	9,698	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	4,455	8,579	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.2	4.3	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	3,381	2,942	6,195	
⑦年間経費	千円/年	21,658	16,764	15,893	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	4,894	5,765	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	22.6	26.6	基準ケースからの減額率

*今回の建設費には管路内工事の際に必要となる水替工事費が含まれていない。状況により、水替工事費(工事状況により額が異なる)が増額することを考慮する必要がある。

③札幌ケース(14L/s)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	31,647	108千円/kW(暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	53,444	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,406	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	千円	0	0	24,027	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	千円	0	0	29,302	100千円/kW
下水取水設備	千円	0	0	4,000	スクリーン等(50m ³ /h)
熱源水ポンプ	千円	0	0	450	15kW×30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	10,000	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	千円	0	0	1,000	百万円と想定
建設費合計	千円	77,013	66,641	158,276	
補助金	千円	0	0	50,213	国庫補助(補助率1/2)
初期投資額		77,013	66,641	108,063	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	31,050	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,805	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%
ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	14,112	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	3,149	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (ボイラ蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	2,879	建設費の2%/年(流下液膜HXは300千円/年)
合計	千円/年	32,796	25,109	20,146	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	12,650	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	38.6	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	17,261	
事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:千円	暖房:空冷HP 給湯:千円	暖房:下水HP 給湯:下水HP+千円	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	108,063	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	31,050	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	20,146	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	12,650	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	2.5	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	8,805	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	28,951	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	10,296	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	26.2	基準ケースからの減額率

※今回の建設費には管路内工事の際に必要な水替工事費が含まれていない。状況により、水替工事費(工事状況により額が異なる)が増額することを考慮する必要がある。

④札幌ケース (40L/s)

建設費		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考(経費含まず)
水熱源HP	千円	0	0	29,302	35千円/kW(冷暖)、機器単体
電動チラー	千円	51,862	0	0	25千円/kW(冷専用)、機器単体
空冷HP	千円	0	62,235	37,118	30千円/kW(冷暖)、機器単体
ボイラ(貫流)	千円	25,151	4,406	4,406	10千円/kW、機器単体
貯湯タンク	千円	0	0	66,203	150千円/m ³ (工事費込)
熱交換器(流下液膜式)	千円	0	0	83,721	100千円/kW
下水取水設備	千円	0	0	8,000	スクリーン等(150m ³ /h)
熱源水ポンプ	千円	0	0	450	15kW×30千円/kW
熱源水配管	千円	0	0	10,000	100千円×100m(敷地内埋設)
下水管渠内配管工事	千円	0	0	1,000	百万円と想定
建設費合計	千円	77,013	66,641	240,201	
補助金	千円	0	0	99,338	国庫補助(補助率1/2)
初期投資額		77,013	66,641	140,863	
基準(ケース0)との差額	千円	0	-10,372	63,850	
年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	11,553	償却年数:機械15年、配管工事50年、金利:3%

ランニングコスト		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考
電気料金	千円/年	0	13,105	9,649	東京電力料金(従量料金のみ)
ガス料金	千円/年	31,201	10,652	3,149	東京ガス料金
水道料金	千円/年	55	19	5	400円/m ³ (㎡/年蒸気量の3%)
設備維持管理費	千円/年	1,540	1,333	3,430	建設費の2%/年(流下液膜HXは300千円/年)
合計	千円/年	32,796	25,109	16,233	
ランニングコスト削減額	千円/年	0	7,686	16,563	
ランニングコスト削減率	%	0.0	23.4	50.5	
参考:電気・ガス料金のみ	千円/年	31,201	23,757	12,798	

事業性評価		基準ケース 暖房・給湯:㎡/年	暖房:空冷HP 給湯:㎡/年	暖房:下水HP 給湯:下水HP+㎡/年	備考
①建設費総額(補助金考慮)	千円	77,013	66,641	140,863	
②建設費増額	千円	基準	-10,372	63,850	基準ケースからの増額
③ランニングコスト総額	千円/年	32,796	25,109	16,233	
④ランニングコスト削減額	千円/年	基準	7,686	16,563	基準ケースからの減額
⑤単純投資回収年数	年	基準	-1.3	3.9	②÷④
⑥年間設備固定費	千円/年	6,451	5,582	11,553	
⑦年間経費	千円/年	39,247	30,691	27,785	③+⑥
⑧年間経費削減額	千円/年	0	8,555	11,461	基準ケースからの減額
⑨年間経費削減率	%	0.0	21.8	29.2	基準ケースからの減額率

※今回の建設費には管路内工事の際に必要な水替工事費が含まれていない。状況により、水替工事費(工事状況により額が異なる)が増額することを考慮する必要がある。

(4) エネルギーコストによる感度分析

ここでは電力とガス価格が同様の割合で増減することを想定する。

札幌ケース14L/sについて±10%、±20%で経済性を試算した。

結果を以下に示す。年間経費削減率の感度は空気HPよりも下水利用方式の方が高いことがわかる。これは下水利用方式の方がより省エネ効果が高いためである。

エネルギーコストが高くなるほど、下水HPの優位性は高くなる。

表 全ボイラ方式に対する年間経費削減率

エネルギーコスト 増減率(%)	空気HP +ボイラ(%)	下水HP利用 +ボイラ(%)
-20	22.2	15.7
-10	22.4	18.6
0	22.6	21.1
+10	22.8	23.2
+20	22.9	25.0

