

## 第3章 導入検討

### 第1節 導入検討手法

#### § 13 導入検討手順

本技術の導入の検討に当たっては、下水道設備およびとりまく地域について現況および課題等を把握し、導入効果の評価を行い、適切な導入範囲および事業形態等について判断する。

#### 【解説】

導入検討にあたっては、導入の目的を明確にした後、図3-1に示される検討フローに従って、必要な情報を収集し、導入効果の概略試算を行い、導入範囲および事業形態等を含めた導入判断を行う。

本検討段階では、現地調査は伴わず、下水道管理者もしくは施設管理者から、必要となる情報を収集し、検討を行う。必要な情報が存在しない場合は、後述の手順に従い推計、試算を行い、検討に用いる。

具体的には、基礎調査において、熱需要側に関する情報（空調負荷、給湯負荷もしくは融雪負荷）および採熱側に関する情報（下水流量、下水温度）を収集し、システム構成の概略を決定し、導入効果の検討を行う。

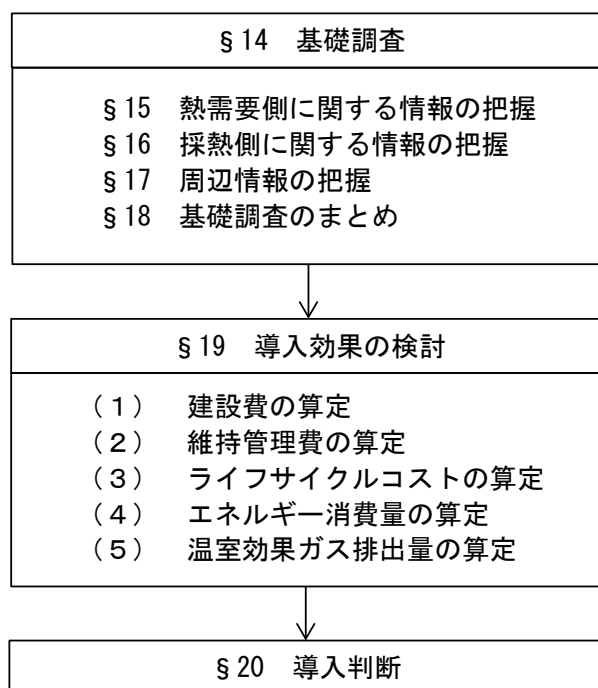


図3-1 導入検討フロー

§ 14 基礎調査

基礎調査では、熱需要側、採熱側に関する情報および周辺情報を把握し、検討モデルを構築する。

【解説】

本技術の導入効果の検討に先立ち、熱需要側、採熱側に関する情報および周辺情報を把握する。熱需要側の情報としては、概算熱負荷やヒートポンプ容量、設置スペース等を把握する。採熱側の情報としては、下水流量や温度、下水管路条件および設置延長等を把握する。さらに、周辺情報としては、熱源水配管ルートに関する情報を把握する。

最終的には基礎調査のまとめとして、検討モデルを構築する。基礎調査項目とその利用用途については、表3-1に示す通りである。

表3-1 基礎調査項目の導入検討における利用用途

		基礎調査で把握する情報	導入検討での利用用途
§ 15	熱需要側	最大熱負荷	・必要回収熱量，熱交換器設置延長および建設費の概算（§ 16, 19）
		年間熱負荷	・年間熱負荷を地域毎の成績係数（SCOP）で除することでエネルギー消費量を概算（§ 19）
		ヒートポンプ容量 および設置スペース	・設置場所の仮設定 ・施工可否検討
§ 16	採熱側	下水流量，温度	・導入が効果的であるかの確認（§ 9）
		下水管路状況	・適用条件を満足するかの確認（§ 9）
		設置延長（概算）	・採熱設備規模の仮設定
§ 17	周辺	熱源水配管ルート	・熱源水配管設置場所の仮設定 ・施工可否検討
		関連法令・計画との 整合性	・導入にむけた合意形成

§ 15 熱需要側に関する情報の把握

熱需要側に関して、以下の情報を把握する。

- (1) 熱負荷（概算）
- (2) ヒートポンプ容量および設置スペース

【解 説】

(1) 熱負荷（概算）

下水熱供給先の熱需要を把握するため、はじめに対象施設の熱利用用途（空調，給湯，融雪）を把握し、次に、その負荷情報（最大熱負荷，年間熱負荷）を収集・整理する。

対象施設の詳細が未定である場合は、施設の延床面積と単位床面積あたりの熱負荷（熱負荷原単位）から最大熱負荷と年間熱負荷を想定する。最大熱負荷と年間熱負荷は、以下の式（3-1）および式（3-2）により算出される。

建物用途別の冷暖房，給湯の最大熱負荷および年間熱負荷原単位の設定例として表3-2および表3-4を示す。

また，冷暖房用の最大熱負荷および年間熱負荷地域補正係数の設定例を表3-3および表3-5に示す。標準的な原単位にこの補正係数を乗じることにより，地域毎の気候の特性を反映する。

$$Q_m = q_m \times A \times \alpha \dots\dots\dots (3-1)$$

ここで，

- $Q_m$  : 最大熱負荷 (W)
- $q_m$  : 最大熱負荷原単位 (W/m<sup>2</sup>)
- $A$  : 延床面積 (m<sup>2</sup>)
- $\alpha$  : 最大熱負荷地域補正係数 (-)

表3-2 建物用途毎の最大熱負荷原単位の設定例

		住宅	事務所	店舗	ホテル	病院
冷房	W/m <sup>2</sup>	46.5	104.7	139.5	87.2	104.7
暖房	W/m <sup>2</sup>	34.9	58.1	93.0	77.9	95.3
給湯	W/m <sup>2</sup>	18.6	16.3	23.3	116.3	46.5

(出典：天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2008（日本工業出版）)

表3-3 最大熱負荷地域補正係数

	冷房	暖房
北海道	0.8	1.5
東北	0.9	1.3
北陸	1.0	1.1
関東		1.0
東海		
近畿		
中国		
四国		
九州		
沖縄	1.1	0.5

(出典： 低炭素まちづくり実践ハンドブック (国土交通省))

$$Q_y = q_y \times A \times \alpha \quad \dots\dots\dots (3-2)$$

ここで、

- $Q_y$  : 年間熱負荷 (kWh/年)
- $q_y$  : 年間熱負荷原単位 (kWh/m<sup>2</sup>年)
- $A$  : 延床面積 (m<sup>2</sup>)
- $\alpha$  : 年間熱負荷地域補正係数 (-)

表3-4 建物用途毎の年間熱負荷原単位の設定例

		住宅	事務所	店舗	ホテル	病院
冷房	kWh/年・m <sup>2</sup>	9.3	81.4	145.3	116.3	93.0
暖房	kWh/年・m <sup>2</sup>	23.3	36.0	40.7	93.0	86.0
給湯	kWh/年・m <sup>2</sup>	34.9	2.6	26.7	93.0	93.0

(出典： 天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2008 (日本工業出版))

表3-5 年間熱負荷地域補正係数

	冷房	暖房
北海道	0.5	2.4
東北	0.7	1.4
北陸	0.9	
関東	1.0	1.0
東海	1.1	0.9
近畿		
中国		
四国		
九州	1.2	0.7
沖縄	1.5	0.07

(出典： 低炭素まちづくり実践ハンドブック (国土交通省))

(2) ヒートポンプ容量および設置スペース

(1) で求められた最大熱負荷に応じたヒートポンプ機器の容量(サイズ)および補機類(熱源水循環ポンプやクッションタンク等)を含めた設置スペースの有無を確認する。

## §16 採熱側に関する情報の把握

採熱側に関して、以下の情報を把握する。

- (1) 下水流量
- (2) 下水温度
- (3) 下水管路状況
- (4) 熱交換器設置延長（概算）

### 【解説】

(1) 下水流量、(2) 下水温度については、表 2-4 を基に、本技術の導入が効果的であるかどうかの判断の目安とする。

(3) 下水管路状況については、§9 を基に、本技術が適用できるかどうかの判断を行う。

(4) 熱交換器設置延長については、採熱設備規模の把握に用いる。

#### (1) 下水流量

下水熱利用システムで利用可能な下水熱量を把握するため、安定して利用できる下水流量を調査し、月別の平均流量と最低流量を整理する。なお、排除方式が合流式の場合は、安定的に確保できる流量として晴天時の流量を用いる。

時刻別の流量変化については、導入検討段階においては必ずしも把握する必要はないが、既存のデータがあれば可能な限り計画の早期の段階から活用することが効率的である。特に、冷熱負荷のピークとなる2月、温熱負荷のピークとなる8月については、代表日の時刻別流量を把握することが望ましい。

利用可能な下水熱量を把握するための流量把握方法として、取得可能なデータに応じて「採熱地点における既存の流量計測データの活用」、「既存の流量データに基づく流量推計」の2つの方法がある。

##### 1) 採熱地点における既存の流量計測データの活用

放流水やポンプ場における揚水等、採熱地点やその近傍における流量データがある場合には、そのデータを活用する。

そのとき、留意点として、採熱地点とデータが得られている地点の間の距離が離れている場合、両者の間にある下水道幹線の影響により誤差が大きくなることがある。

##### 2) 既存の流量データに基づく流量推計

対象地域内の下水道施設（下水処理場、ポンプ場等）において計測されている下水流量から地域内のマンホールにおける流量を推計する方法である\*。

各マンホールにおける下水流量は以下の式(3.3)で表される。また、下水流量推定のイメージは図3-2の通りである。

$$G_N = G_L \times \frac{\sum_{m=1}^N F_m}{\sum_{m=1}^L F_m} \dots\dots\dots (3\cdot3)$$

ここで、

- $G_N$  : 推定点 (マンホール  $M_N$ ) における日平均推定下水流量 (  $\text{m}^3/\text{日}$  )
- $G_L$  : 流量既知点 (下水処理施設等) における日平均実測下水流量 (  $\text{m}^3/\text{日}$  )
- $F_m$  : 各マンホール  $M_m$  が受け持つ集水域内延床面積 (  $\text{m}^2$  )
- $N$  : 推定点 (マンホール  $M_N$ ) の集水域内のマンホール数 ( - )
- $L$  : 流量既知点 (下水処理場等) の集水域内のマンホール数 ( - )

※詳細については「下水熱ポテンシャル (広域ポテンシャルマップ) 作成の手引き (案) (国土交通省)」を参照。

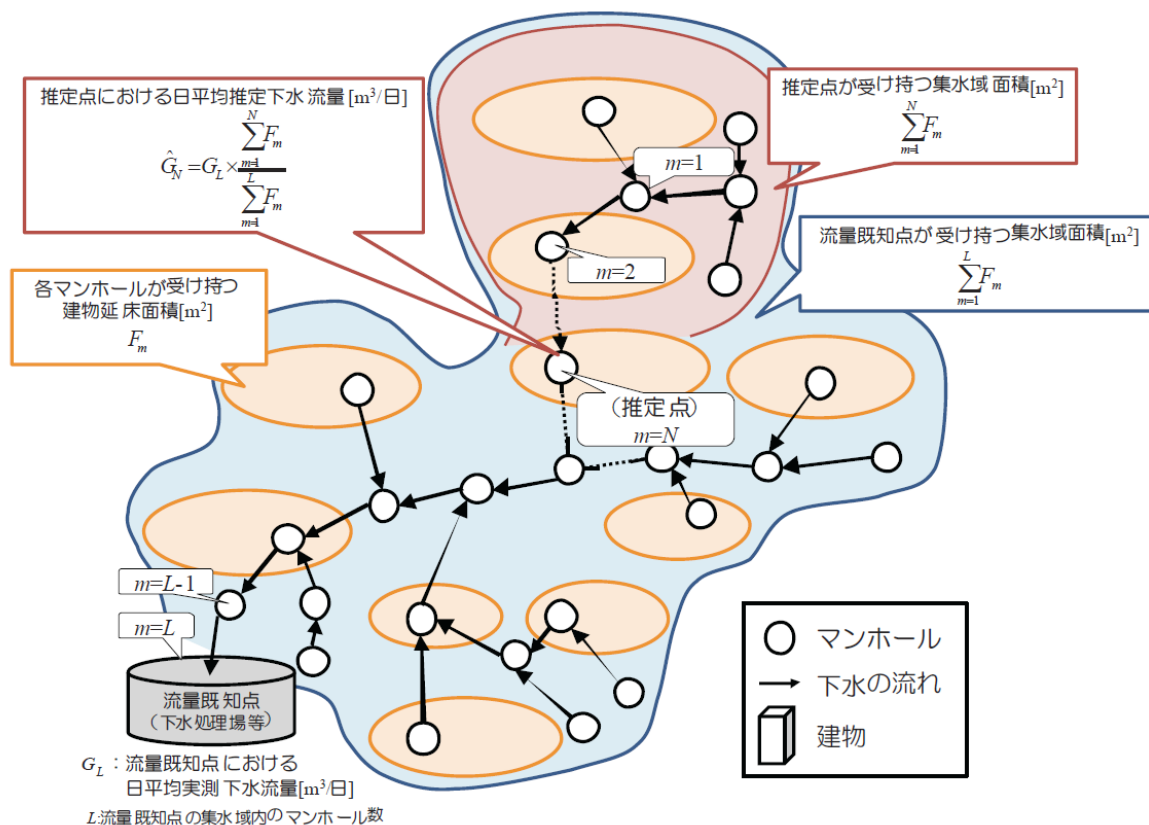


図3-2 既存の流量データに基づく流量推計のイメージ

(2) 下水温度

下水熱利用システムで利用可能な下水熱量を把握するためには、下水流量とともに下水温度を整理する必要がある。熱源設備の仕様を決定する段階においては、下水温度が変動した際の影響について検討するため、特に冬季の最低水温、夏季の最高水温を調査する必要がある。排除方式が合流式の場合は、晴天時の水温を用いる。

下水温度を把握するにあたっては、ポンプ場における揚水等、採熱地点もしくはその近傍における下水温度データがある場合には、そのデータを採熱地点の下水温度とする。但し、スーパー銭湯等高温・多量の排水が想定される施設が採熱地点の近傍に存在する場合、その影響により特異的に採熱地点の下水温度が上昇している可能性がある。また、下水温度データがない場合には、対象エリアが属する処理区内の処理場への流入水温度を調査し、それを採熱地点の下水温度とする。

(3) 下水管路状況

本採熱設備の施工が可能かどうか検討するために、表3-6に示す各項目について、下水道台帳等を利用して調査を行う。そして、§9で示した導入の前提条件に照らし合わせて検討を行う。

表3-6 下水管路状況について把握する項目

	項目	備考
1	排除方式	下水流量, 温度データ (§16 (1), (2)) 参照
2	下水管径・管種	適用条件 (§9) 参照
3	布設後年数	更生工事の判断
4	管路近傍の人孔 サイズ, 深さ	施工可否の判断
5	関連計画 (下水道設備耐震化計画, 下水道長寿命化計画等)	老朽化対策や耐震化対策の必要性の判断*

※管路状況および更生工事の種類 (老朽化対策, 耐震化対策) によっては、用いる熱回収用プロフィールが異なるため、基礎調査段階で確認を行うこと (§8 参照)。

(4) 熱交換器設置延長 (概算)

基礎調査した熱需要側の情報 (概算熱負荷) をもとに、採熱側の必要設置延長を算定する。具体的には、§15で求めた最大熱負荷  $Q_m$  (kW) とヒートポンプ COP を用いて、式 (3-4) で必要回収熱量  $Q_r$  (kW) を算出する (暖房負荷または給湯負荷から設置延長を概算する場合)。

一方、冷房負荷から設置延長を概算する場合、式 (3-5) で必要回収熱量  $Q_r$  (kW) を算出する。

$$Q_r = Q_m \times (COP - 1) / COP \quad \dots\dots\dots (3-4)$$

ここで、

- $Q_m$  : 最大熱負荷 (kW)
- $COP$  : 仮設定するヒートポンプ COP (-)  
(経験値より暖房の場合 4.5, 給湯の場合 3.0 と設定)

$$Q_r = Q_m \times (COP + 1) / COP \quad \dots\dots\dots (3-5)$$



ここで、

- $Q_m$  : 最大熱負荷 (kW)  
 $COP$  : 仮設定するヒートポンプ COP (—)  
 (経験値より冷房の場合 4.5 と設定)

次に、必要回収熱量  $Q_r$  (kW) と図 3-3 に示す単位設置延長あたりの回収熱量  $q_r$  (kW/m) の概算値から、必要となる設置延長  $L$  (m) を算出する。なお、利用用途が空調の場合は、冷房と暖房で比較し、設置延長  $L$  (m) が大きい方を採用する。

$$L = Q_r / q_r \dots\dots\dots (3-6)$$

ここで、

- $L$  : 設置延長 (m)  
 $q_r$  : 単位設置延長あたりの回収熱量の概算値 (kW/m)

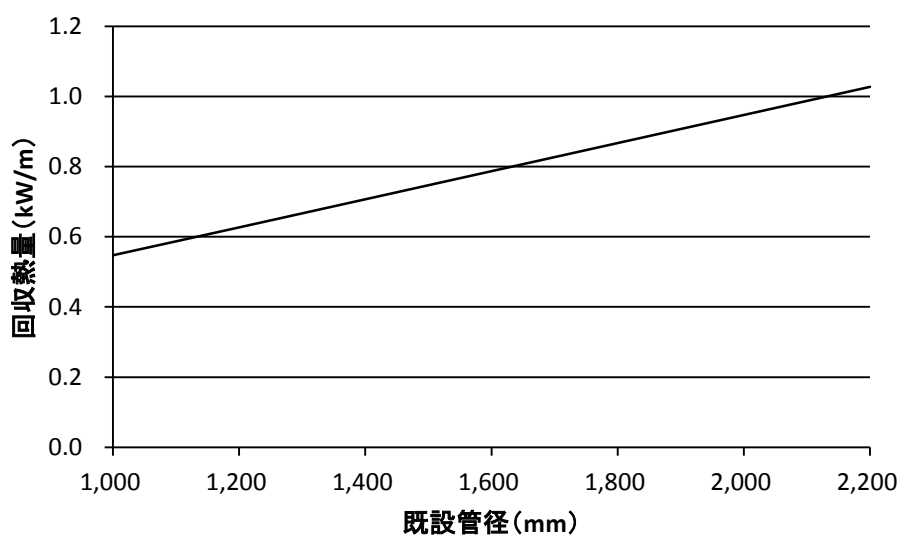


図3-3 各管径における単位設置延長あたりの回収熱量 (概算値)

- ※ 設計時 (第4章) には、より詳細な検討 (計算) が必要である。
- ※ 熱量試算の前提は次の通りとする。一般的な下水道であれば、以下の水深・流速条件を満たしている。
  - ・下水水深 15%
  - ・下水流速 0.4m/s
  - ・下水-熱源水対数平均温度差 5°C

§17 周辺情報の把握

周辺情報として、以下の情報を把握する。

- (1) 熱源水配管ルート
- (2) 関連法令・計画との整合性

【解説】

(1) 熱源水配管ルート

管路内設置型熱交換器と熱源設備の間に配置される熱源水配管のルートを調査する。ルートの対象箇所の、既設管路（電気、ガス）や支障物の有無を調査する。民間事業者が本基礎調査を行う場合、施設管理者からの提供を受ける。

(2) 関連法令・計画との整合性

当該エリアの整備計画等との整合性を調査する。民間事業者が本基礎調査を行う場合、下水道管理者からの提供を受ける。

§ 18 基礎調査のまとめ（検討モデルの構築）

基礎調査した内容をもとに、調査結果をまとめ、導入検討モデルとして整理する。

【解説】

基礎調査した内容をまとめ、導入検討モデルを構築する。検討モデルの構築例を以下に示す。

(1) 事例1

自治体の下水道関連施設の展示フロアの空調用熱源として利用する。

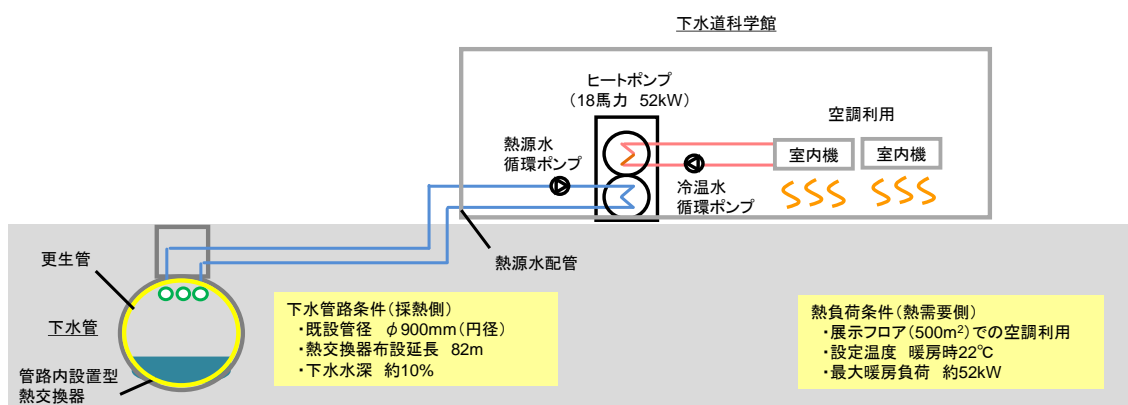


図3-4 大阪市における導入事例 (H24年度B-DASH実証事業)

(2) 事例2

小規模施設（店舗）の給湯用熱源として利用する。

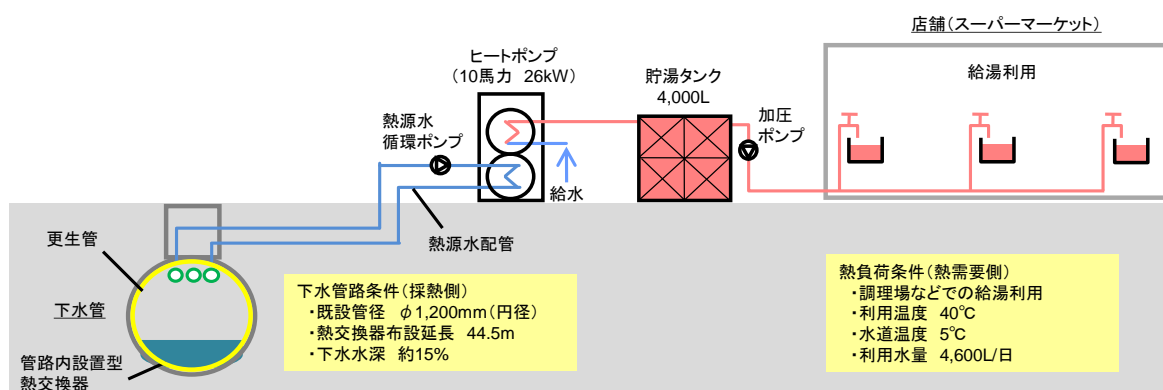


図3-5 仙台市における導入事例

§ 19 導入効果の検討

本技術の導入により期待される、コスト（建設・維持管理、ライフサイクル）、エネルギー消費量および温室効果ガス排出量の削減効果を他の技術と比較して評価する。

【解説】

導入効果の検討に際し、費用関数等を用いて、コスト（建設、維持管理、ライフサイクル）、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量を算出し、従来技術との比較により削減効果を評価する。

ここでは、代表的な利用用途として1) 空調と2) 給湯を選定し、それぞれについて述べる。

(1) 建設費の算定

1) 空調の場合

利用規模と建設費の関係をまとめた費用関数を図3-6に示す。費用関数は、利用規模100kWおよび500kW規模での試算（資料編I参照）から導いた。試算に用いた原単位については、資料編Iに記載の通りである。但し、本技術は、下水管路の製管工法による耐震対策ないし老朽化対策を行う際に併せて導入する技術であることから、建設費算定に関して、管路更生のコストは含んでいない。

費用関数は、利用規模50～500kWの範囲で建設費を概算する際に用いることができる。上記範囲以外の利用規模については、個別に検討を行う必要がある。

なお、図3-6に示した費用関数は管径によらず適用可能である\*。

※ある利用規模に対して、採熱設備の下水管径が小さい場合、設置延長が長くなるが、施工単価（延長1mあたり）が低い。一方で、採熱設備の下水管径が大きい場合、設置延長が短くなるが、施工単価が高いため、利用規模あたりの建設費としてはほぼ同等となる。

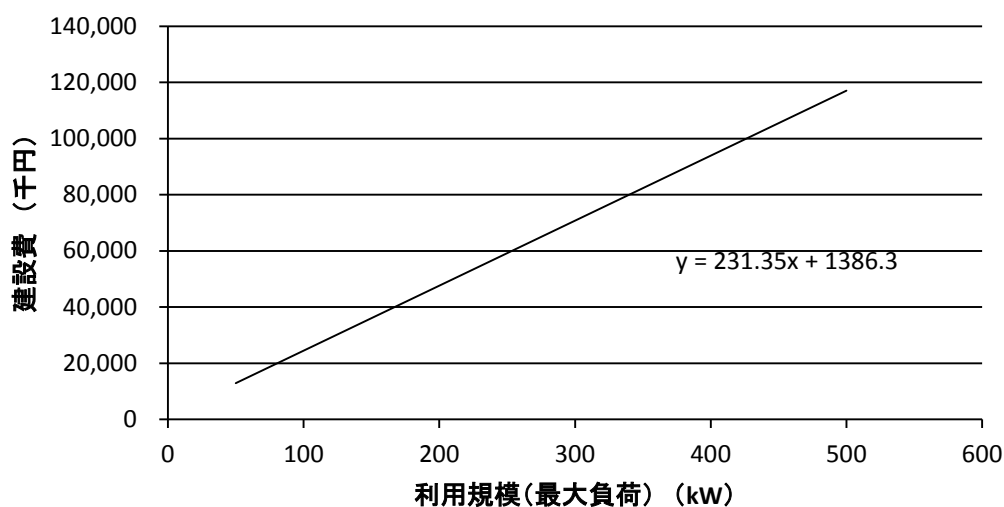


図3-6 利用規模と建設費の関係（下水水深15%の場合）

また、建設費については、初期投資だけでなく、以下の式(3-7)に示す係数を用いて年価を算出する。利用規模と建設費(年価)の関係をまとめた費用関数を図3-7に示す。

$$i(1+i)^n / (1+i)^n - 1 \dots\dots\dots (3-7)$$

ここで、

$i$  : 利子率(割引率)(=2.3%)

$n$  : 耐用年数

表3-7 耐用年数

設備	機器	耐用年数
採熱設備	管路内設置型熱交換器	50年
	熱源水配管	
熱源設備	ヒートポンプ	15年
	熱源水循環ポンプ	

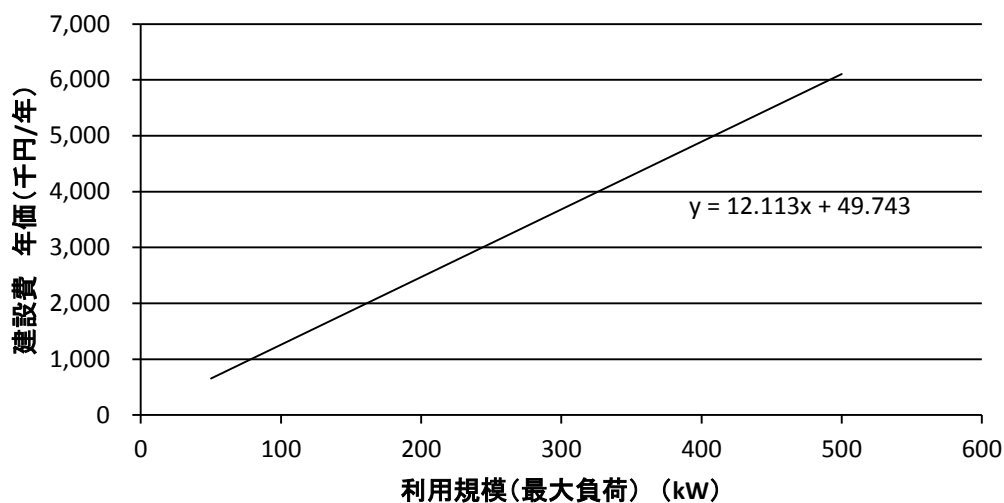


図3-7 利用規模と建設費(年価)の関係(下水水深15%の場合)

2) 給湯の場合

空調の場合と同様に、利用規模と建設費の関係をまとめた費用関数を図3-8に示す。但し、1)空調の場合と同様の理由により、建設費算定に関して、管路更生のコストは含んでいない。

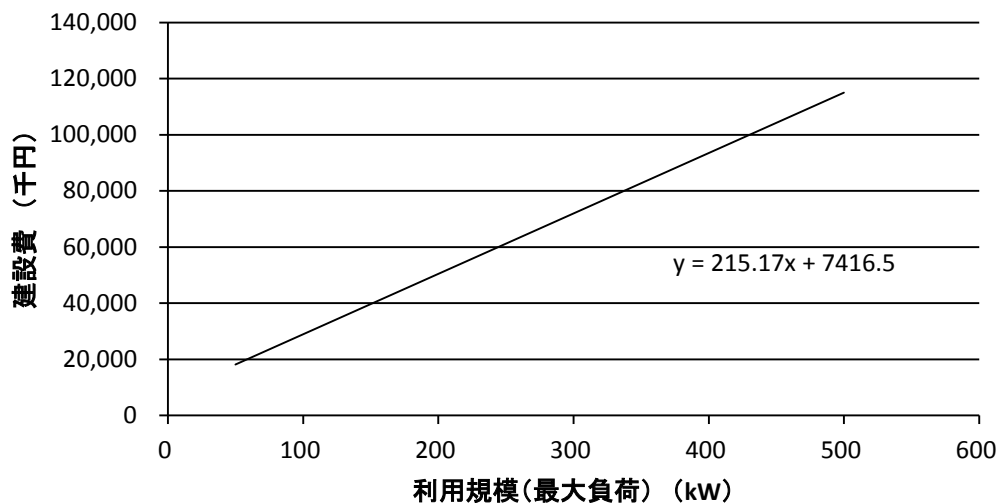


図3-8 利用規模と建設費の関係（下水水深15%の場合）

また、空調の場合と同様に、年価を算出する（図3-9）。

表3-8 耐用年数

設備	機器	耐用年数
採熱設備	管路内設置型熱交換器	50年
	熱源水配管	
熱源設備	ヒートポンプ	15年
	熱源水循環ポンプ	
	貯湯槽	

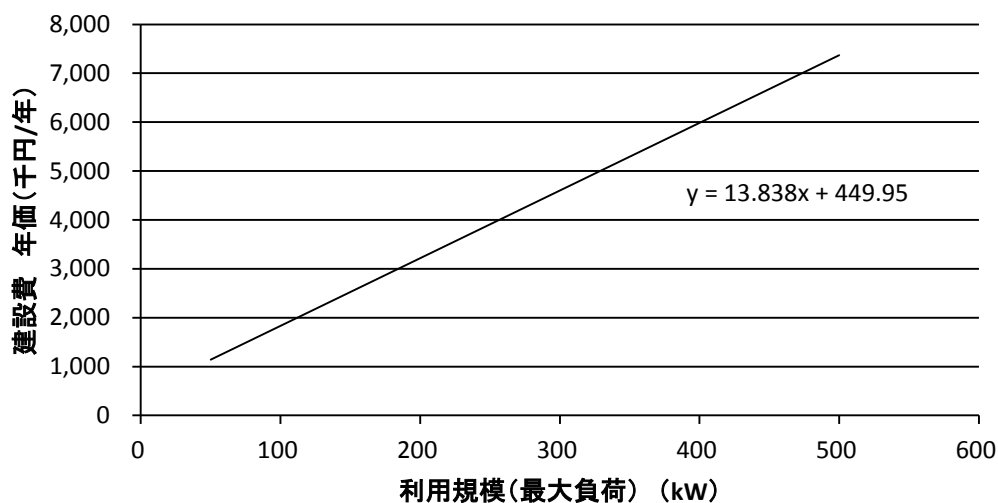


図3-9 利用規模と建設費（年価）の関係（下水水深15%の場合）

(2) 維持管理費の算定

以下の関係式を用いて維持管理費を算出する。維持管理費は、エネルギーコストと保守点検費からなる。

1) 空調の場合

① エネルギーコスト

§ 15 で概算した年間熱負荷（暖房期間，冷房期間それぞれの年間熱負荷）を，暖房期間，冷房期間それぞれの期間平均システム COP (SCOP) で除することで，年間のエネルギー消費量  $W$  (kWh/年) を算出する (式 3-8)。期間平均 SCOP の概算値を表 3-9 に示す。またこの表の地域区分を図 3-10 に示す。本 SCOP は，ヒートポンプと熱源水循環ポンプのエネルギー消費量を考慮したシステム成績係数である。

$$W = W_c + W_w$$

$$= Q_c / SCOP_c + Q_w / SCOP_w \quad \dots \dots \dots (3-8)$$

ここで，

- $W_c$  : 冷房期間のエネルギー消費量 (kWh/年)
- $W_w$  : 暖房期間のエネルギー消費量 (kWh/年)
- $Q_c$  : 年間冷房負荷 (kWh/年)
- $Q_w$  : 年間暖房負荷 (kWh/年)
- $SCOP_c$  : 冷房期間平均 SCOP (—)
- $SCOP_w$  : 暖房期間平均 SCOP (—)

表3-9 期間平均SCOPの概算値（空調の場合）

地域	運転形態	期間平均 SCOP
区分Ⅰ (札幌)	暖房	3.7
	冷房	4.4
区分Ⅱ (盛岡)	暖房	3.7
	冷房	4.3
区分Ⅲ (仙台)	暖房	3.8
	冷房	4.1
区分Ⅳ (東京)	暖房	3.8
	冷房	3.8
区分Ⅴ (鹿児島)	暖房	3.9
	冷房	3.4
区分Ⅵ (那覇)	暖房	4.1
	冷房	3.3

- ※ 利用規模100kWモデルでのSCOP。利用規模によりSCOPが大きく変動することはないため、概算検討においては、利用規模を考慮する必要はない。ただし、設計時には詳細な検討（計算）が必要。
- ※ 実証研究にて把握した熱交換器の伝熱性能から算定されるヒートポンプのエネルギー消費量と、熱源水循環ポンプのエネルギー消費量（モーター出力に同ヒートポンプの稼働率を乗じて算出）から試算。



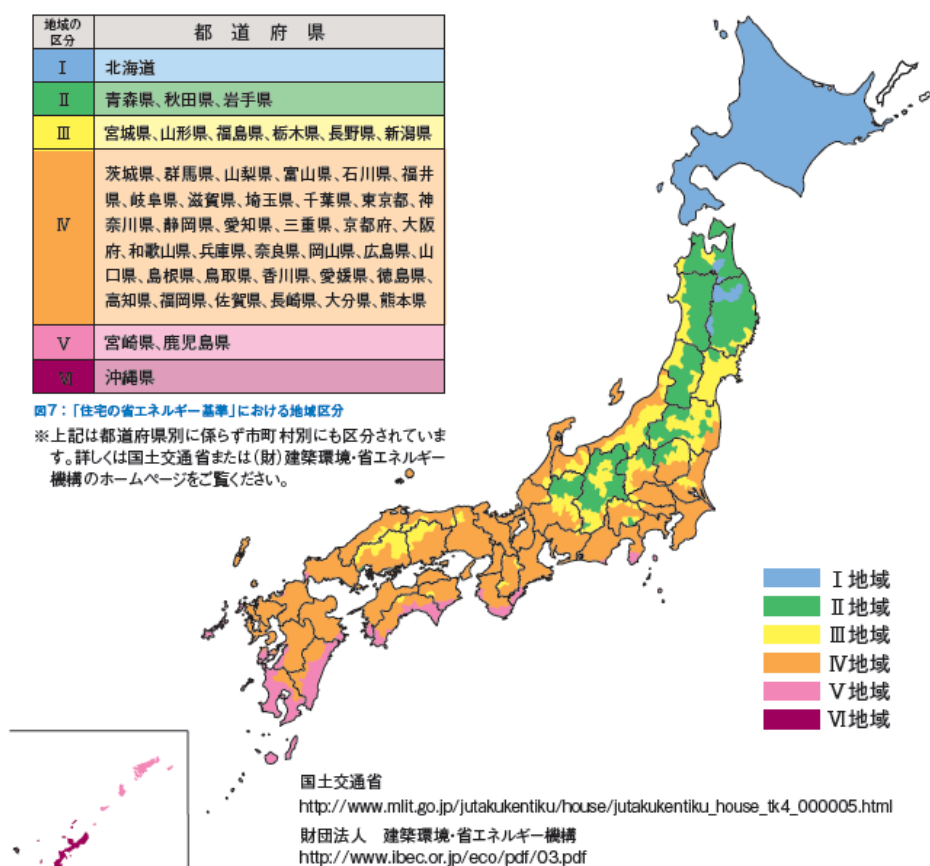


図3-10 地域区分について

(出典： 住宅の省エネルギー基準 (一般社団法人日本サステナブル建築協会))

次に、求めたエネルギー消費量  $W$  (kWh/年) に対して、エネルギー単価 (表 3-10) を乗じて年間エネルギーコスト  $C_e$  (円/年) を算出する (式 3-9)。

$$C_e = W \times c \dots\dots\dots (3-9)$$

ここで、

- $W$  : 年間エネルギー消費量 (kWh/年)
- $c$  : エネルギー単価 (円/kWh)

表3-10 エネルギー単価

電力	円/kWh	12 (B-DASH 統一単価)
----	-------	---------------------

② 保守点検費

冷暖房の切り替え作業等に伴うコストとして、年間保守点検費  $C_k$  (千円/年) を式 (3-10) により算定する。ここでは、ヒートポンプの建設費に対し、2%を乗じたものを保守点検費とする。下水管路内での維持管理作業（浚渫、清掃）は考慮していない。

$$C_k = C_h \times 0.02 \quad \dots\dots\dots (3-10)$$

ここで、

$C_h$  : ヒートポンプの建設費 (千円)

③ 維持管理費 (まとめ)

エネルギーコストと保守点検費の和が年間の維持管理費  $C_m$  (千円/年) となる (式 3-11)。

$$C_m = C_e + C_k \quad \dots\dots\dots (3-11)$$

ここで、

$C_e$  : 年間エネルギーコスト (千円/年)

$C_k$  : 年間保守点検費 (千円/年)

2) 給湯の場合

① エネルギーコスト

§ 15 で概算した年間熱需要を、年間平均システム COP (SCOP) (表 3-11) で除することで、年間のエネルギー消費量  $W$  (kWh/年) を算出する (式 3-12)。本 SCOP は、ヒートポンプと熱源水循環ポンプのエネルギー消費量を考慮したシステム成績係数である。

$$W = Q_s / SCOP_s \quad \dots\dots\dots (3-12)$$

ここで、

$Q_s$  : 年間給湯負荷 (kWh/年)

$SCOP_s$  : 年間平均 SCOP (—)

表3-11 年間平均SCOPの概算値（給湯の場合）

地域	年間平均 SCOP
区分Ⅰ（札幌）	3.0
区分Ⅱ（盛岡）	3.0
区分Ⅲ（仙台）	3.1
区分Ⅳ（東京）	3.2
区分Ⅴ（鹿児島）	3.3
区分Ⅵ（那覇）	3.4

- ※ 利用規模100kWモデルでのSCOP。利用規模によりSCOPが大きく変動することはないため、概算検討においては、利用規模を考慮する必要はない。ただし、設計時には詳細な検討（計算）が必要。
- ※ 実証研究にて把握した熱交換器の伝熱性能から算定されるヒートポンプのエネルギー消費量と、熱源水循環ポンプのエネルギー消費量（モーター出力に同ヒートポンプの稼働率を乗じて算出）から試算。

次に、求めたエネルギー消費量  $W$  (kWh/年) に対して、エネルギー単価を乗じて年間エネルギーコスト  $C_e$  (円/年) を算出する（式 3-13）。

$$C_e = W \times c \quad \dots\dots\dots (3-13)$$

ここで、

- $W$  : 年間エネルギー消費量 (kWh/年)
- $c$  : エネルギー単価 (円/kWh) ※表 3-10 参照

② 保守点検費

年間保守点検費  $C_k$  (千円/年) を式 (3-14) により算定する。ここでは、ヒートポンプの建設費に対し、2%を乗じたものを保守点検費とする。下水管路内での維持管理作業（浚渫、清掃）は考慮していない。

$$C_k = C_h \times 0.02 \quad \dots\dots\dots (3-14)$$

ここで、

- $C_h$  : ヒートポンプの建設費 (千円)

③ 維持管理費（まとめ）

エネルギーコストと保守点検費の和が年間の維持管理費  $C_m$  (千円/年) となる（式 3-15）。

$$C_m = C_e + C_k \dots\dots\dots (3\cdot15)$$

ここで、

$C_e$  : 年間エネルギーコスト (千円/年)

$C_k$  : 年間保守点検費 (千円/年)

(3) ライフサイクルコストの算定

以下の式(3・16)を用いてライフサイクルコストを算出する。ライフサイクルコスト  $C_l$  (千円/年)は、建設費(年価)、維持管理費および解体・廃棄費の和で求めるものとする。なお、解体・廃棄費は、建設費(年価)に10%を乗じたものとした。

$$C_l = C_c + C_m + C_w \dots\dots\dots (3\cdot16)$$

ここで、

$C_c$  : 建設費(年価) (千円/年)

$C_m$  : 維持管理費 (千円/年)

$C_w$  : 解体・廃棄費 (千円/年)

(4) エネルギー消費量の算定

(2)で算出したエネルギー消費量  $W$  (kWh/年)を用いる。

(5) 温室効果ガス排出量の算定

(2)で算出したエネルギー消費量  $W$  (kWh/年)に以下の温室効果ガス排出係数  $e$  (0.55 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)を乗じて、供用段階における年間温室効果ガス排出量  $G$  (kg-CO<sub>2</sub>/年)を算出する(式3・17)。

$$G = W \times e \dots\dots\dots (3\cdot17)$$

ここで、

$W$  : 年間エネルギー消費量 (kWh/年)

$e$  : 温室効果ガス排出係数 (0.55 kg-CO<sub>2</sub>/kWh) ※B-DASH 統一係数

ライフサイクルにおける温室効果ガス排出量  $G_{LC}$  (kg-CO<sub>2</sub>/年)については、建設段階で19.3%、供用段階で80.2%、解体・廃棄段階で0.5%発生する<sup>\*</sup>と考え、次のように表される(式3・18)。

$$G_{LC} = G \times 19.3 / 80.2 + G + G \times 0.5 / 80.2 \dots\dots\dots (3\cdot18)$$

ここで、

$G$  : 供用段階における年間温室効果ガス排出量 (kg-CO<sub>2</sub>/年)

※出典： 下水道におけるLCA適用の考え方(国土技術政策総合研究所)

§ 20 導入の判断

評価結果を踏まえて、本技術の導入について判断する。

【解説】

費用（建設費，維持管理費，ライフサイクルコスト），エネルギー消費量，温室効果ガス排出量等の項目において，その他の方式（従来型の下水熱利用技術や空気熱源方式，地中熱利用技術等）と比較を行い，本技術の導入による効果について検討を行う。総合的な導入効果の評価を行うことにより，導入の判断を行う。

導入効果が見込めないと判断された場合は，利用規模やモデルの見直しを行い，再度導入検討を行う。

## 第2節 導入効果の検討例

### § 21 試算条件

本技術と従来技術を比較する上での試算条件を以下に示す。

#### 【解説】

各ケースにおける試算条件を表 3-12 および表 3-13 に、比較方式のシステム構成模式図を表 3-14 および表 3-15 に示す。

表 3-12 試算の前提条件

項目		ケース No.1	ケース No.2	
地域		東京	東京	
利用用途		空調	給湯	
下水水深		15%	15%	
下水流速		0.4m/s	0.4m/s	
下水-熱源水対数平均温度差		5℃	5℃	
利用規模 (最大熱負荷)		100kW	100kW	
耐用年数	革新的技術	採熱設備 (管路内設置型熱交換器, 熱源水配管)	50年	50年
		熱源設備 (ヒートポンプ, 熱源水循環ポンプ, 貯湯槽等)	15年	15年
	従来技術	空気熱源ヒートポンプ	15年	—
		管路外設置型設備 (専用熱交換器, 下水配管, ヒートポンプ, 熱源水循環ポンプ等)	15年	—
		ボイラー	—	15年

表 3-13 エネルギー単価および温室効果ガス排出係数

	エネルギー単価*	温室効果ガス排出係数*
電力	12 円/kWh	0.55 kg-CO <sub>2</sub> /kWh
都市ガス	80 円/m <sup>3</sup> N	2.08 kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> N

※B-DASH 統一の値

表3-14 ケースNo. 1（空調）の比較方式

方式	システム構成模式図
<p>①管路内設置方式 (本技術)</p>	<p>供給先建物</p> <p>室内機</p> <p>熱源水配管</p> <p>冷温水配管</p> <p>水熱源 ヒートポンプ</p>
<p>②空気熱源方式</p>	<p>供給先建物</p> <p>室内機</p> <p>空気熱源 ヒートポンプ</p> <p>冷温水配管</p>
<p>③管路外設置方式</p>	<p>供給先建物</p> <p>室内機</p> <p>熱交換器</p> <p>オート ストレーナー</p> <p>冷温水配管</p> <p>水熱源 ヒートポンプ</p> <p>下水 配管</p> <p>熱源水 配管</p>

表3-15 ケースNo. 2（給湯）の比較方式

方式	システム構成模式図
<p>①管路内設置方式 (本技術)</p>	
<p>②ボイラー方式</p>	



§ 22 導入効果の検討結果

本技術の導入により期待される効果を、コスト削減、温室効果ガス排出量削減、省エネルギー効果等について、従来技術との比較により評価する。

【解説】

§ 19 で示した導入効果の算定方法に基づき、従来技術と比較した際の導入効果算定結果（導入検討結果）を以下、表 3-16 に示す。また、それぞれを図示したものを、空調利用（ケース No.1）については図 3-11～13 に、給湯利用（ケース No.2）については図 3-14～16 に示す。本技術および従来技術の詳細な試算方法については、資料編 I に示す。

評価の結果、本技術を導入することで従来技術に比べ、空調の場合 18～25%、給湯の場合 75% のエネルギー消費量削減効果（省エネルギー効果）があることが分かる。また、建設費では空気熱源方式やボイラー方式といった従来技術に比べ、コスト増となるものの、ライフサイクルコストについては、空調の場合 10～41%、給湯の場合 22%と、全ての従来技術に対して削減効果があることが確認できる。

表3-16 導入検討の検討結果

	空調（ケース No.1）			給湯（ケース No.2）	
	管路内設置方式	空気熱源方式	管路外設置方式	管路内設置方式	ボイラー方式
ライフサイクルコスト (千円/年)	2,519	2,786	4,270	4,952	6,344
建設費 (千円/年)	1,261	1,135	2,356	1,834	477
維持管理費 (千円/年)	1,132	1,537	1,678	2,935	5,819
エネルギーコスト (千円/年)	945	1,252	1,146	2,800	5,819
保守点検費 (千円/年)	187	285	533	135	0
解体・廃棄費 (千円/年)	126	114	236	183	48
エネルギー消費量 (kWh/年)	78,739	104,345	95,462	233,305	929,403 (72,736m <sup>3</sup> N)
温室効果ガス排出量 (ton-CO <sub>2</sub> /年)	54.0	71.6	65.5	160.0	188.6

第2節 導入効果の検討例

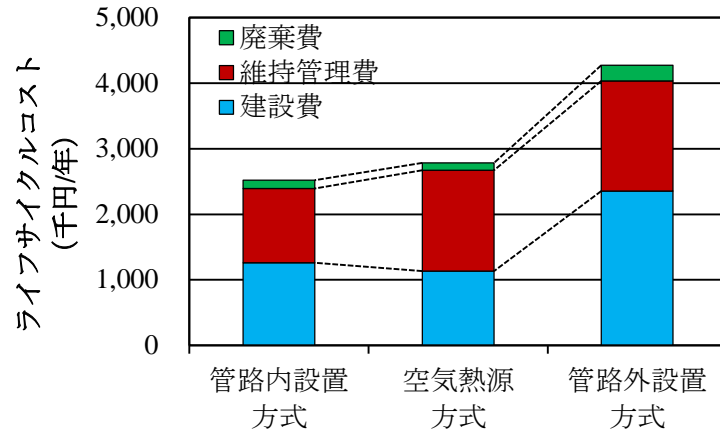


図3-11 建設費，維持管理費，廃棄費の比較 (ケースNo.1：空調)

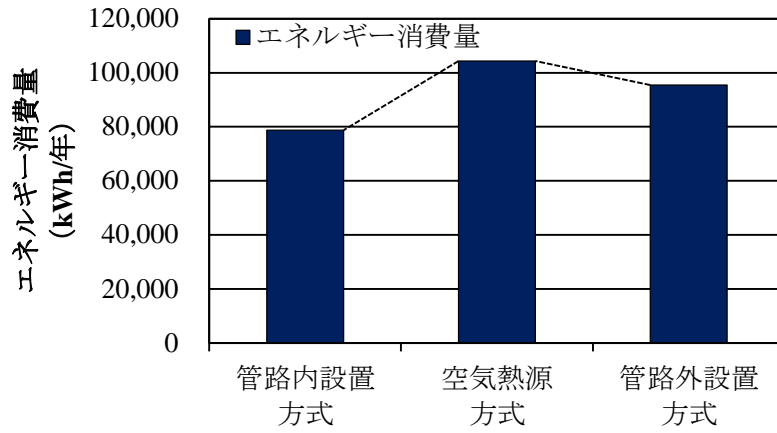


図3-12 エネルギー消費量の比較 (ケースNo.1：空調)

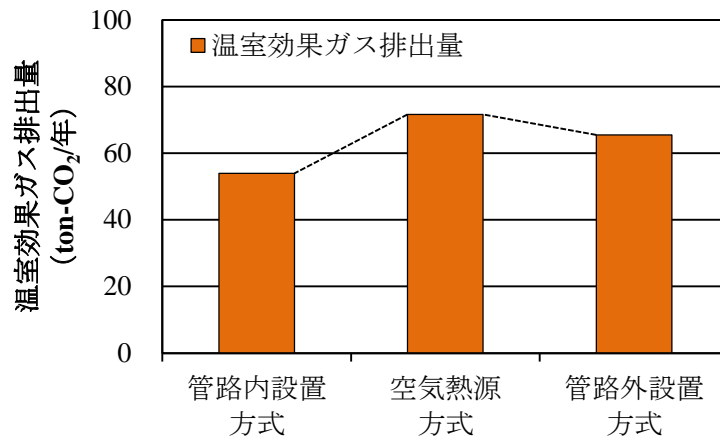


図3-13 温室効果ガス排出量の比較 (ケースNo.1：空調)

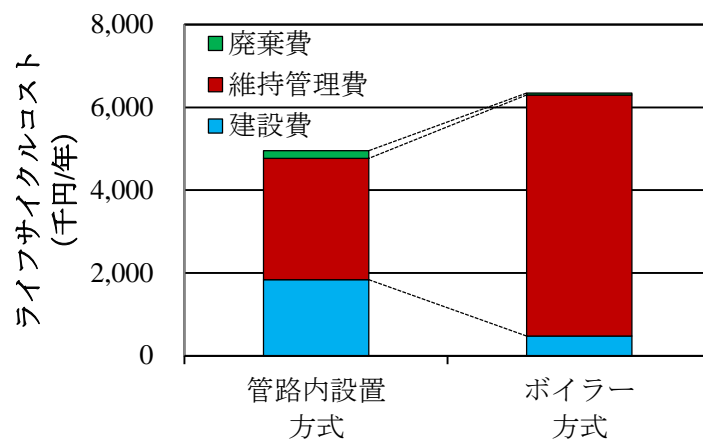


図3-14 建設費，維持管理費，廃棄費の比較 (ケースNo. 2 : 給湯)

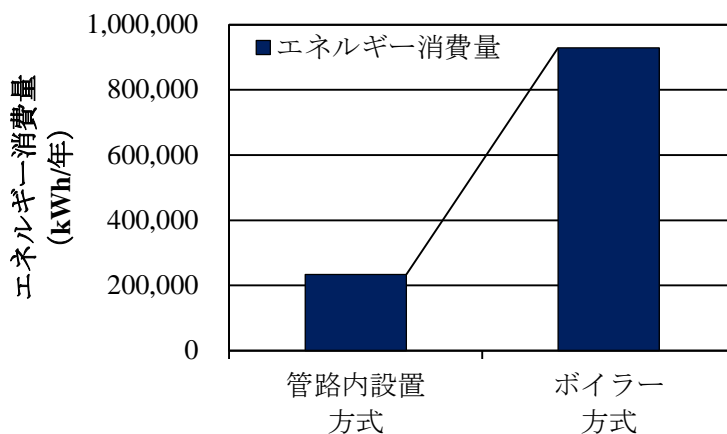


図3-15 エネルギー消費量の比較 (ケースNo. 2 : 給湯)

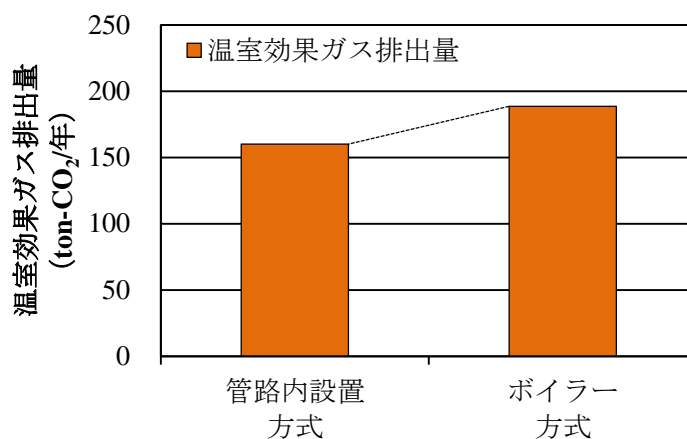


図3-16 温室効果ガス排出量の比較 (ケースNo. 2 : 給湯)