

# 下水熱でスマートなエネルギー利用を ～ まちづくりにおける下水熱活用の提案 ～

# 目次

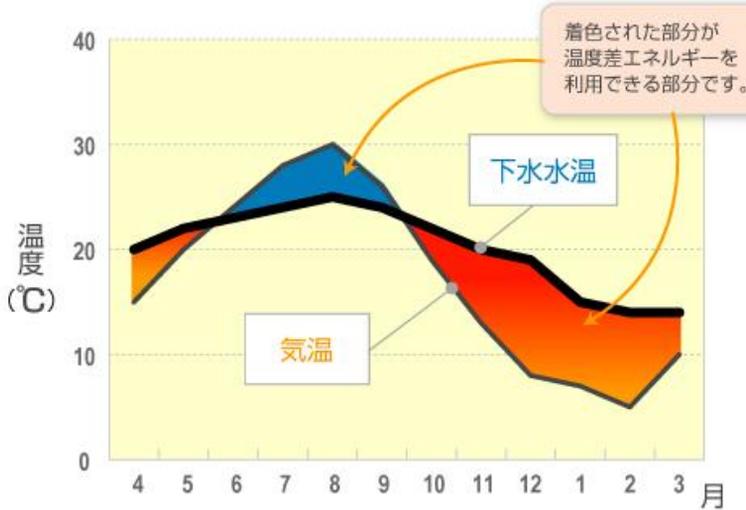
|                         |    |
|-------------------------|----|
| 大きなポテンシャルを持つ下水熱         | 2  |
| 下水熱の導入効果                | 3  |
| 民間企業も下水熱が利用できるようになりました  | 4  |
| 下水熱利用の主なシステム形態          | 5  |
| 国内における下水熱利用の事例          | 6  |
| 下水熱利用技術の低コスト・高効率化に向けた実証 | 9  |
| 海外で進んでいる下水熱利用           | 10 |
| 下水熱利用に関するFS事例           | 11 |
| 下水熱利用計画の進め方             | 13 |

# 大きなポテンシャルを持つ下水熱

下水の水温は大気に比べ、年間を通して安定しており、冬は暖かく、夏は冷たい特質があり、都市内に豊富に存在しています。この下水水温と大気温との差（温度差エネルギー）を、冷暖房や給湯等に活用することにより、省エネ・省CO2効果が発揮されます。現在、地域冷暖房事業に活用されている事例は3件、下水道管理者によって場外利用されている事例は7件程度※です。まだまだ活用実績は少なく、今後の利用ポテンシャルは大きいです。

※新世代下水道支援事業において、下水処理場で下水熱利用が行われている件数（H22年度末）

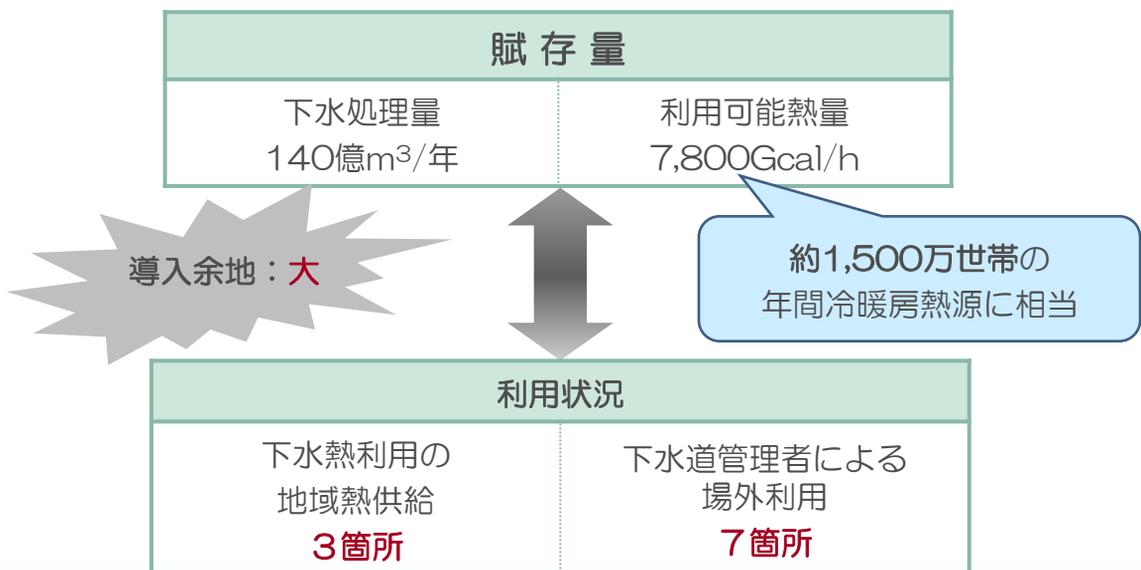
## 【下水水温と気温との比較（イメージ）】



## 【下水熱の利用用途】

- 冷暖房
- 給湯
- 消融雪 等

## 【下水熱のポテンシャルと利用の現状】



# 下水熱の導入効果

下水熱利用は、省エネ・省CO2効果が期待されるだけでなく、地域環境保全、防災など、地域社会にも有益な効果をもたらします。

## 省エネ・省CO2効果

### 省エネルギー

効率よく冷暖房等の設備を運転することができるため、化石燃料の消費を抑制できます。

### 地球温暖化の防止

化石燃料の消費量が削減されることによって、CO2の排出が抑制されます。

## その他の効果

### ヒートアイランドの防止

室外機からの廃熱抑制等、空調や給湯による大気への熱の放出が削減され、ヒートアイランド現象の抑制につながります。

### 大気汚染の防止

化石燃料の燃焼を抑制し、大気汚染の原因となるNOxやSOxを削減します。

### 防災対策

下水熱利用で供給される処理水や冷温水蓄熱槽の水は、非常災害時の消防用水、生活用水としても利用できます。

### 節水対策

冷房時に冷却水を冷やすための冷却塔が不要となるため、冷却塔に補給する水を削減できます。

# 民間企業も下水熱が利用できるようになりました

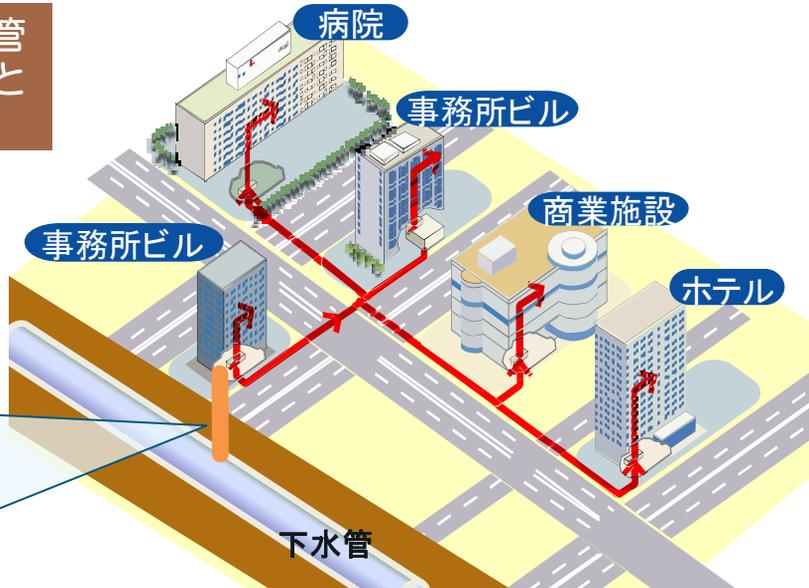
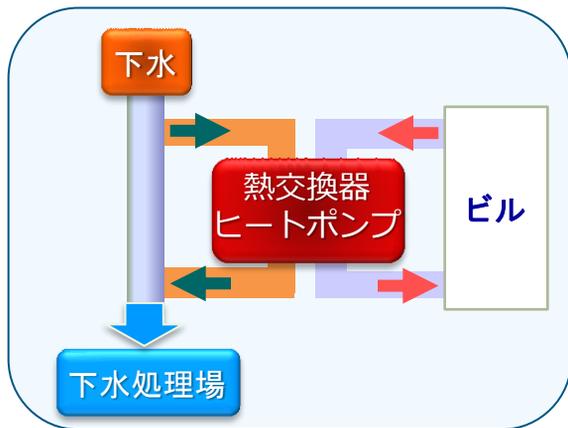
「都市再生特別措置法」の改正(平成23年4月)

➡ 特定都市再生緊急整備地域11地域で民間企業による活用が可能に！

「都市の低炭素化の促進に関する法律」の成立(平成24年8月)

➡ 市街化区域等を有する1,190市町村で民間企業による活用が可能に！

下水熱の利用を目的として、下水管等から下水を取水することを可能とする規制緩和



## 【下水熱利用手続の流れ】

### 《未処理下水を利用する場合》

都市再生緊急整備協議会、低炭素まちづくり協議会等において、下水熱利用事業の内容等について検討

下水熱利用事業の内容の決定  
(計画に記載する程度の内容)

下水熱利用事業の内容・実施主体の決定／計画への記載に係る協議

下水道管理者の同意

整備計画又は低炭素まちづくり計画への記載／計画の決定

熱利用手続きに係る  
窓口・連絡先等のホームページ等による公表

民間事業者からの情報提供依頼

民間事業者への情報提供・調査協力

民間事業者からの利用申請

利用申請の公表

他の民間事業者からの申請

複数候補者間の協議  
公平・透明な手続による事業者選定

民間事業者による許可申請

下水道施設への接続許可  
(許可申請内容、許可基準、許可条件等)

+

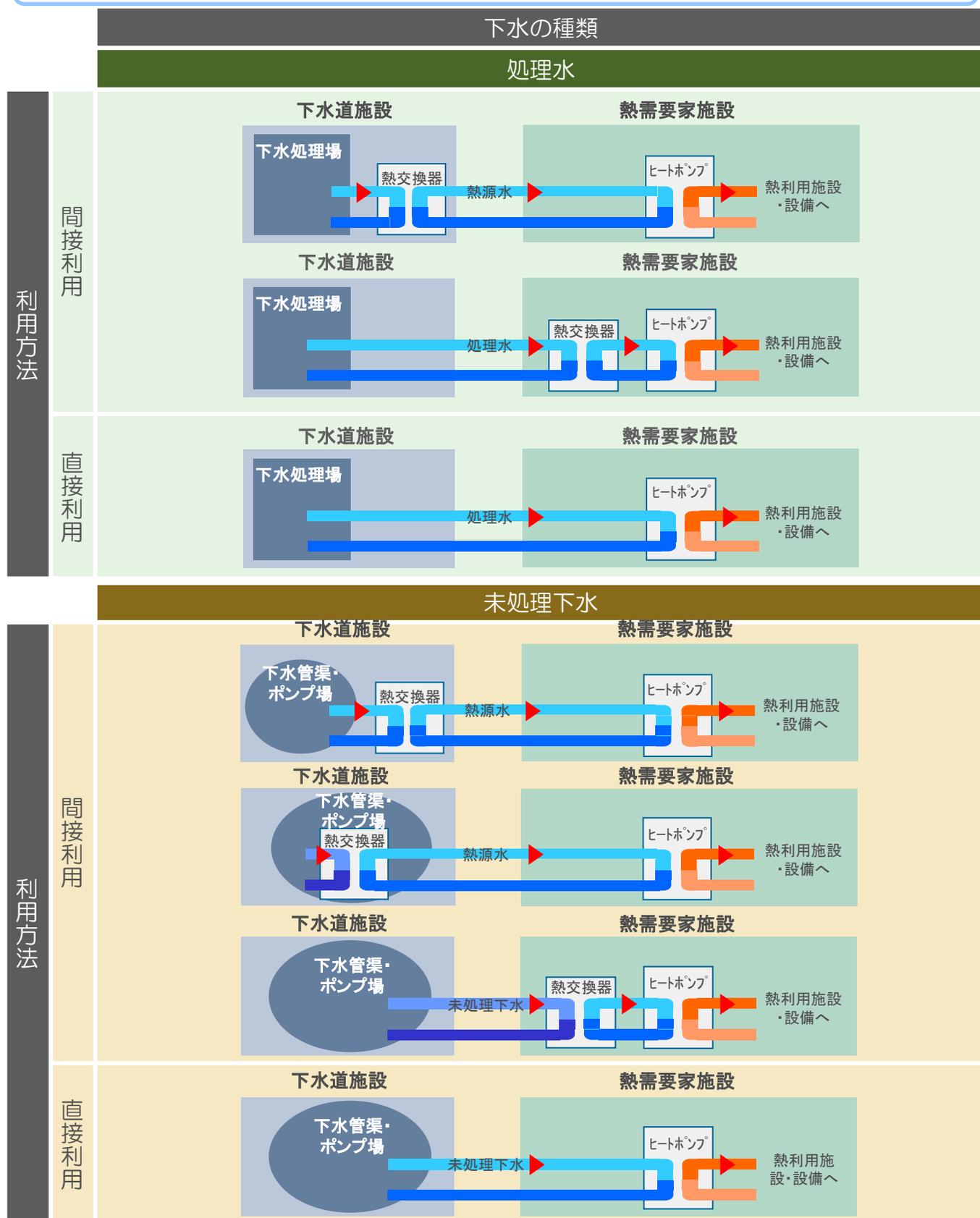
下水道管理者と民間事業者間の熱源供給契約の締結  
(下水の供給量、利用料金、供給期間等)

※下水熱利用に係る具体的な手続については、「民間事業者による下水熱利用手続ガイドライン」(平成24年12月 国土交通省)をご参照ください。

低炭素まちづくりに向けて下水熱の積極的活用を！

# 下水熱利用の主なシステム形態

民間企業等による場外利用のシステム形態は、利用する下水の種類（処理水、未処理下水）、利用方法（間接利用、直接利用）に応じて、以下の4タイプに大別されます。



# 国内における下水熱利用の事例①

## 「ソニーシティ（ソニー本社）」における下水熱利用

概要： 芝浦水再生センターの下水処理水を隣接するソニーシティ（ソニー本社）の空調用の熱源として利用しています。空調利用された処理水は水再生センターに返水されます。民間単独ビルとしては初の下水熱利用事例です。

供給開始： 平成18年10月

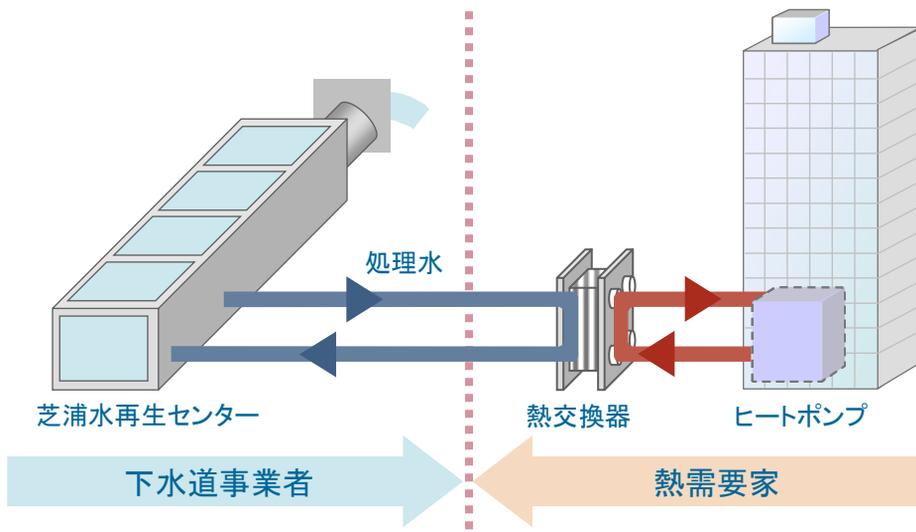
供給先： ソニーシティ（ソニー本社）

利用用途： 空調用熱源

延床面積： 162,888m<sup>2</sup>（階数：地上20階、地下2階、塔屋2階）

供給量： 下水処理水最大約6万m<sup>3</sup>/日

導入効果： 年間約22トン（計画値）のCO<sub>2</sub>を削減できます。（東京ドーム約1.3倍（約6ha）の森林が吸収する量に相当）



# 国内における下水熱利用の事例②

## 「後楽一丁目地区」における地域冷暖房への下水熱利用（未処理下水）

概要： 東京都文京区後楽一丁目地区の地域冷暖房事業においては、後楽ポンプ所の未処理下水を活用して、地域冷暖房プラントで冷温水を製造し、ビル等に供給しています。

供給開始： 平成6年7月

供給先： 地域冷暖房プラント（東京下水道エネルギー株式会社）

熱需要家： ホテル、業務ビル、娯楽施設 計7施設

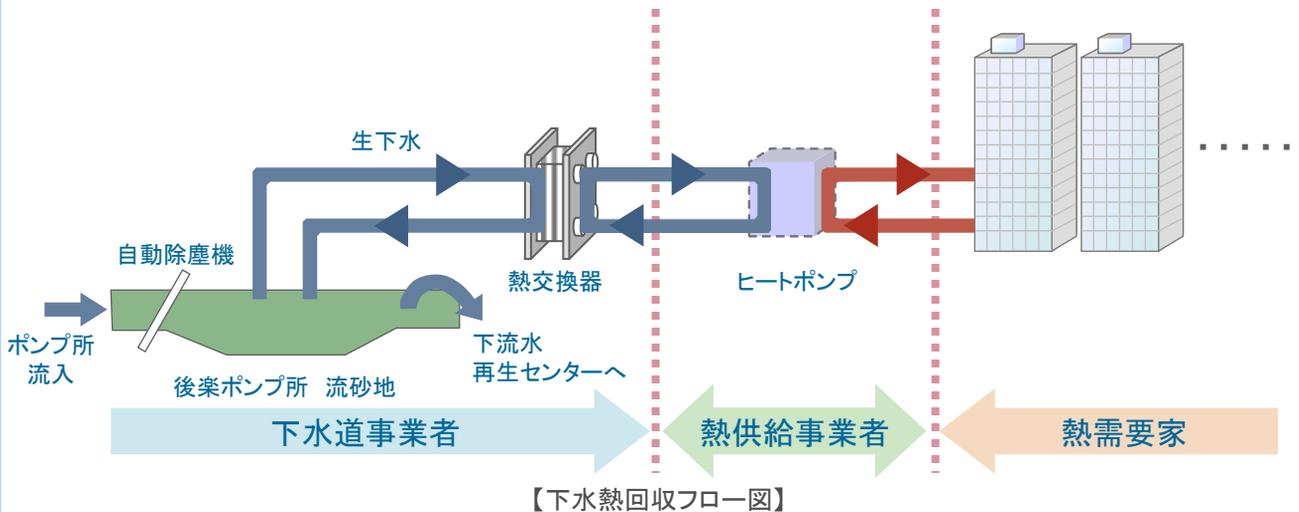
利用用途： 空調用熱源

計画供給面積： 21.6ha（平成24年3月末時点）

延床面積： 242,384m<sup>2</sup>（平成24年3月末時点）

熱需要量： 冷熱65,101GJ/年、温熱18,537GJ/年

導入効果： 大気熱利用ヒートポンプの地域冷暖房と比べて、約20%の省エネになります。



# 国内における下水熱利用の事例③

## 「ささしまライブ24地区」におけるまちづくりと下水熱利用のパッケージ化

**概要** : 高度処理を導入する予定の露橋水処理センターから、都市開発を進めている「ささしまライブ24地区」に下水再生水を送水し、その再生水を民間事業者による熱利用に活用するとともに、運河の水質改善用水や修景用水としても利用することが計画されています。

**供給開始** : 露橋水処理センター稼働後  
(ガス・電気を利用した地域冷暖房は平成24年4月稼働)

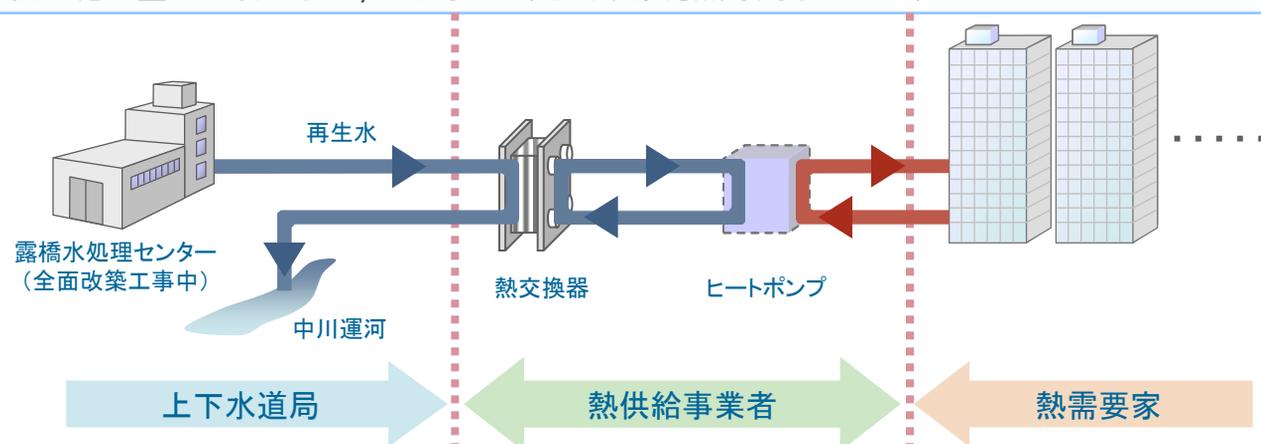
**供給先** : 地域冷暖房プラント (名古屋都市エネルギー株式会社)

**熱需要家** : 事務所・商業・ホテル・コンベンション、大学、放送局の3事業者を予定

**利用用途** : 空調用熱源

**延床面積** : 約28万m<sup>2</sup>を予定 (上記3事業者の延床面積)

**供給量** : 約3万m<sup>3</sup>/日を予定 (地域冷暖房熱源用水として)



【下水熱回収フロー図】



愛知大学名古屋校舎内の地域冷暖房プラントにおいて熱源の一部として下水再生水を利用 (30,000m<sup>3</sup>/日)

ささしまライブ24地区内の修景用水や運河の水質改善用水として利用 (30,000m<sup>3</sup>/日)



# 下水熱利用技術の低コスト・高効率化に向けた実証

## 管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用に関する実証事業

実証事業実施者：積水化学・大阪市・東亜グラウト 共同研究体

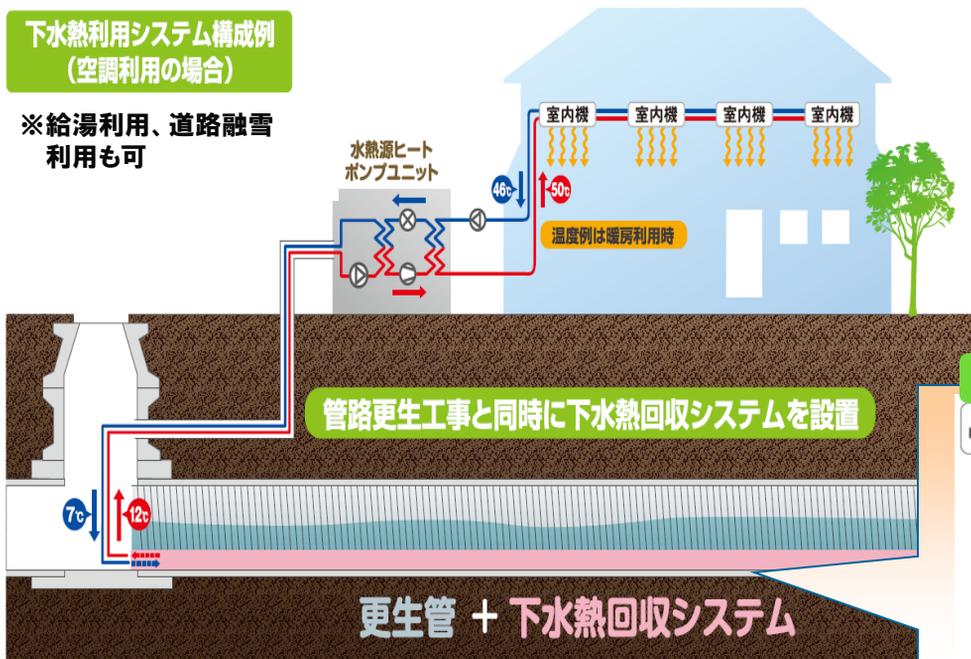
実証フィールド：大阪市海老江下水処理場

実証の概要：

- ① 未処理下水が流れる老朽下水管路への管路更生工事と同時に管路内熱交換器を設置して、下水熱回収システムを構築
- ② ①にて回収した熱を、ヒートポンプを介して建造物の空調（暖房・冷房）に利用するシステムを構築
- ③ ①②による熱回収・利用技術のコスト縮減効果、省エネルギー効果、温室効果ガス排出量削減効果等について、管路外熱回収方式等と比較し検証。加えて熱回収システムの管理技術を確立

### 下水熱利用システム構成例 (空調利用の場合)

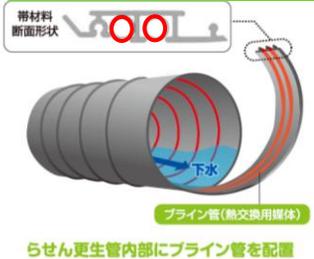
※給湯利用、道路融雪  
利用も可



下水管路で実績ある樹脂を採用  
腐食に強い  
プラスチック

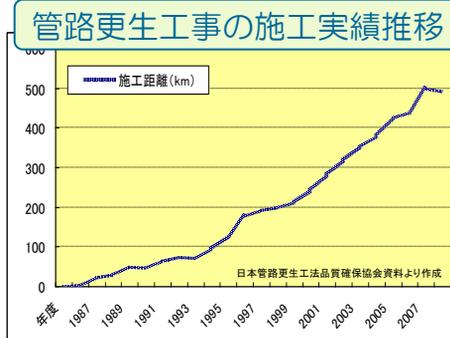
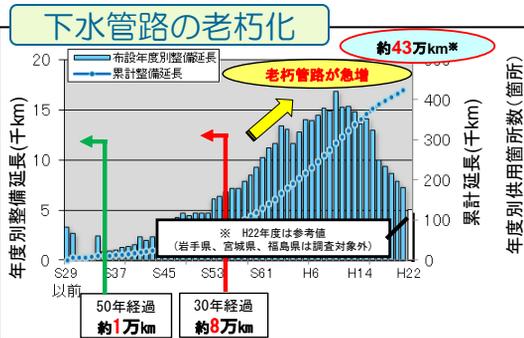


### 管路内熱交換器



### ＜管路内熱回収の意義＞

- ☆市街に張り巡らされた管路網が熱源施設となるため、**利用範囲が飛躍的に拡大**
  - 「点から線、さらに面へ」
- ☆老朽化が進む**下水管路のリニューアル(更生工事)**と同時に熱回収システム設置が可能
  - 「管路老朽化問題解決と未利用エネルギー利用が同時に実現」
  - 「熱回収システム設置コストの低減」

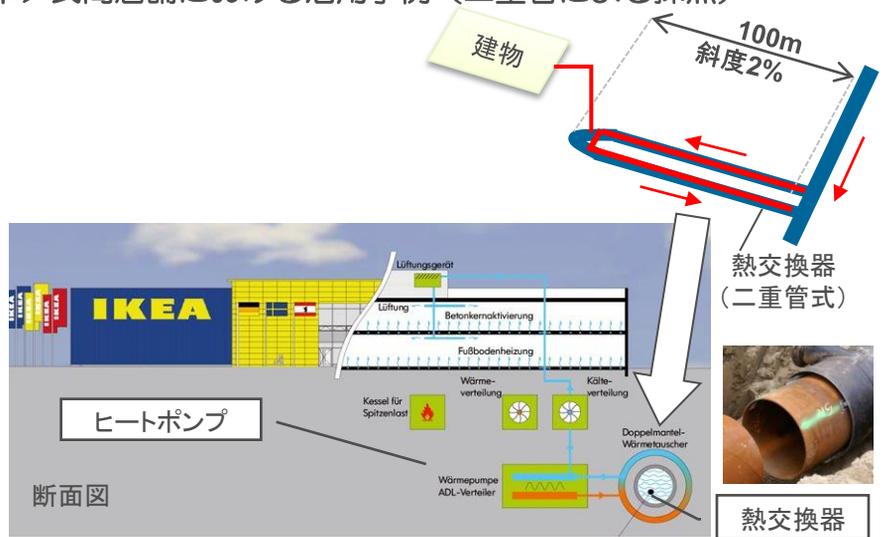


# 海外で進んでいる下水熱利用

下水熱利用は欧州を中心に普及が進んでおり、ドイツでは**30**件程度、スイスでは**80**件程度の導入事例が存在します。また、管路内での熱交換技術も導入されています。

## <ドイツ、ベルリン市>民間店舗における活用事例（二重管による採熱）

- 概要： 圧送式下水管から取水した下水を二重管で熱交換し、建物内のヒートポンプにより温冷熱供給。
- 供給開始： 2010年
- 供給先： 大型家具販売店
- 導入効果： 1,270t-CO<sub>2</sub>/年削減  
(ガスボイラで供給する場合と比較)



## <ドイツ、ベルリン市>中等学校における活用事例（管路内での採熱）

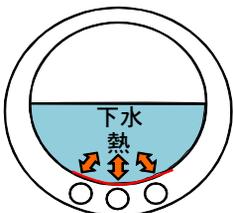
- 概要： 施設前の道路下の既設下水管内に熱交換器を敷設し、熱交換器内の不凍液を建物内のヒートポンプへ循環させて熱利用。
- 供給開始： 2006年
- 供給先： 中学校体育館
- 導入効果： 80t-CO<sub>2</sub>/年削減



## 管路内熱交換技術

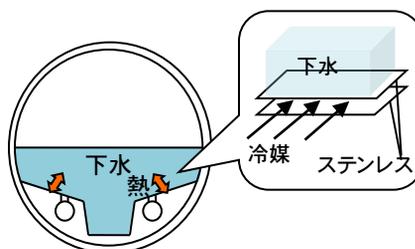
### 管組込方式

コンクリート管渠の配管肉厚の中にパイプを入れ、パイプ中の冷媒をコンクリート管内側表面にある熱交換器に通して下水との熱交換を行うタイプ。



### 既設管設置方式

管渠の底部にステンレスの二重板を敷き、二重板の間に冷媒を通すことにより、下水との熱交換を行うタイプ。



### 更生管組込方式

管更生とともに、管渠の底部にヒートライナーを敷いて、ヒートライナー中のチューブに冷媒を通し、下水との熱交換を行うタイプ。管更生と同時施工が可能。



# 下水熱利用に関するFS事例

下水熱利用システムは、省エネ効果等によりランニングコストが低減され、トータルとしての経済メリットが期待されるとともに、省CO2にも寄与します。

| 想定システム  |     |
|---|-----|
| 概要  | 概念図 |
| <p><b>●小規模街区における下水熱利用事業</b></p> <p>下水配管から未処理水を取り、小規模業務系街区の空調・ロードヒーティング用熱供給プラントの熱源として利用。</p>   |     |
| <p><b>●下水道事業(CSO対策・再生水利用)と下水熱利用との連携事業</b></p> <p>下水幹線にCSO対策として雨水貯留管を設置するとともに、同一管内に下熱交換器を布設し、中規模ビルの空調用熱源として利用。<br/>また、サテライト処理による再生水を修景用水として利用。</p> |     |
| <p><b>●個別建物における下水熱利用事業</b></p> <p>下水配管内にて未処理下水を熱交換し、小規模施設(飲食店)の給湯用熱源として利用。</p>  |     |

|   |  | 導入効果: 経済性、CO2削減効果  |
|---|--|--|
| <p><b>利用先</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 延床面積: 1,000m<sup>2</sup></li> <li>● 供給先: 飲食店、事務所、倉庫、食品加工場、コンビニエンスストア</li> <li>● 利用用途: 空調、ロードヒーティング</li> <li>● 年間熱需要量: 冷熱 2,100GJ/年 温熱 2,100GJ/年</li> <li>● 最大熱需要: 冷熱 3,600MJ/h 温熱 2,900MJ/h</li> </ul> | <p><b>下水</b></p> <p>&lt;流量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 夏期: 23,500m<sup>3</sup>/日、710~1,070m<sup>3</sup>/h (平均980m<sup>3</sup>/h)</li> <li>● 冬期: 31,100m<sup>3</sup>/日、710~1,700m<sup>3</sup>/h (平均1,300m<sup>3</sup>/h)</li> </ul> <p>&lt;取水量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 必要下水流量: 157m<sup>3</sup>/h</li> </ul> <p>&lt;水温&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 夏期: 27.0℃</li> <li>● 冬期: 11.6℃</li> </ul> | <p>&lt;経済性(民間事業者負担分)&gt;</p> <p>&lt;CO2削減効果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 約46% (75t-CO<sub>2</sub>/年)</li> </ul> <p>※想定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 民間負担範囲: 採熱設備(取水ポンプ)以降</li> <li>● 民間補助: 1/3補助(ただし融雪設備は除く)を想定</li> <li>● 従来システム: パッケージエアコン(建物毎)、電熱線方式融雪</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 延床面積: 57,000m<sup>2</sup></li> <li>● 供給先: 事務所(6割)、商業施設(4割)</li> <li>● 利用用途: 空調</li> <li>● 年間熱需要量: 冷房 22,000GJ/年 暖房 7,800GJ/年</li> <li>● 最大熱需要: 冷房 24,400MJ/h 暖房 14,800MJ/h</li> </ul>                                    | <p>&lt;取水量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 21,000m<sup>3</sup>/日、500~1,000m<sup>3</sup>/h</li> </ul> <p>&lt;水温&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 夏期: 24℃</li> <li>● 冬期: 14℃</li> </ul>   | <p>&lt;経済性(民間事業者負担分)&gt;</p> <p>&lt;CO2削減効果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 約10% (81t-CO<sub>2</sub>/年)</li> </ul> <p>※想定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 民間負担範囲: 採熱設備(二重熱交換管)以降</li> <li>● 民間補助: なし</li> <li>● 従来システム: 空気熱利用ヒートポンプ</li> </ul>                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 延床面積: 450m<sup>2</sup></li> <li>● 供給先: 飲食店</li> <li>● 利用用途: 給湯</li> <li>● 年間熱需要量: 2,600GJ/年</li> </ul> <p>※下水熱利用ヒートポンプと補助ボイラを併用(下水熱利用ヒートポンプで年間熱需要量の約8割を賄う想定)</p>   | <p>&lt;流量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 冬期: 20~150m<sup>3</sup>/h程度(降雨時除く)</li> </ul> <p>&lt;水温&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 冬期: 11~14℃程度(降雨時除く)</li> </ul> <p>※夏期データなし</p>   | <p>&lt;経済性(民間事業者負担分)&gt;</p> <p>&lt;CO2削減効果&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 約32% (46t-CO<sub>2</sub>/年)</li> </ul> <p>※想定条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 民間負担範囲: 熱源機(ヒートポンプユニット)以降</li> <li>● 民間補助: 1/3補助を想定</li> <li>● 従来システム: ガスボイラ</li> </ul>                          |

# 下水熱利用計画の進め方

まずは熱需要施設、下水に関する基本条件を整理し、下水熱利用の可能性がどうか概略検討を行います。次に、実現可能性調査（フィージビリティスタディ：FS）により、システム検討・評価を行います。その際には、下水の流量変動対策、未処理下水中の夾雑物対策、腐食対策といった下水熱利用に特有の項目について留意・検討する必要があります。

## FS実施のための事前準備

### 熱需要施設の基本条件の整理

熱需要施設の設備・運用データ等を確認し、熱需要を概算推計。

- 建物用途、規模の確認
- 図面（事業所平面図、配管系統図等）の収集
- 設備関連データ（需要施設平面図、保有設備一覧、配管系統図等）の収集
- 運用データ（主要設備の運転日誌等）の収集

### 下水の基本条件の整理

需要地近辺の下水施設の設備・運用データ等を確認し、利用可能な下水熱を概算把握。

- 需要地近辺の下水処理場、ポンプ場、下水管渠立地の確認
- 設備データ（流量・処理量の計画値等）、運用データ（流量、温度等）等の収集（不足分は推計）

## FSの実施

### 流量変動対策

幹線規模、合流式分流式の別、天候等による流量変動を考慮。流量変動対策として、取水ピットや蓄熱槽の設置等が考えられる。

### 未処理下水中の夾雑物対策

未処理下水を下水管渠から取水して熱交換器やヒートポンプに引き込む場合、スクリーンやオートストレーナ等の夾雑物対策が必要。

また、下水管路内での熱交換や、二重管（内側に下水、外側に冷媒を通す）による熱交換により、夾雑物対策が不要なシステムも考慮。

### 腐食成分対策

未処理下水を下水管渠から取水して、熱交換器やヒートポンプに引き込む場合、腐食成分対策が必要。

## システム構成、設備の選定

下水の水質や熱源システムの規模に応じ、システム構成を選定し、熱負荷および電力負荷パターンから、各機器の仕様を選定

## システムの評価

選定したシステム構成が適切かどうか、経済性、省エネ性、環境保全性等の観点から評価。

## 下水熱利用システムの決定

### ～下水熱利用のための支援制度～

- ◆ **社会資本整備総合交付金(新世代下水道支援事業制度未利用エネルギー活用型)** [国土交通省]  
下水道管理者における下水熱利用施設の整備について補助を行う。(地方公共団体1/2)
- ◆ **再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金** [資源エネルギー庁]  
熱利用設備(温度差エネルギー利用を含む接続設備、下水熱利用施設(ヒートポンプ含む)、需要家までの熱導管)の導入について、一定の要件を満たす場合に補助を行う。  
(民間事業者: 1/3、地方公共団体等1/2)

【問い合わせ先】

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部  
下水道企画課 資源利用係

TEL : 03-5253-8427

FAX : 03-5253-1596

平成25年1月作成



国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism