



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 ～



国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

目次

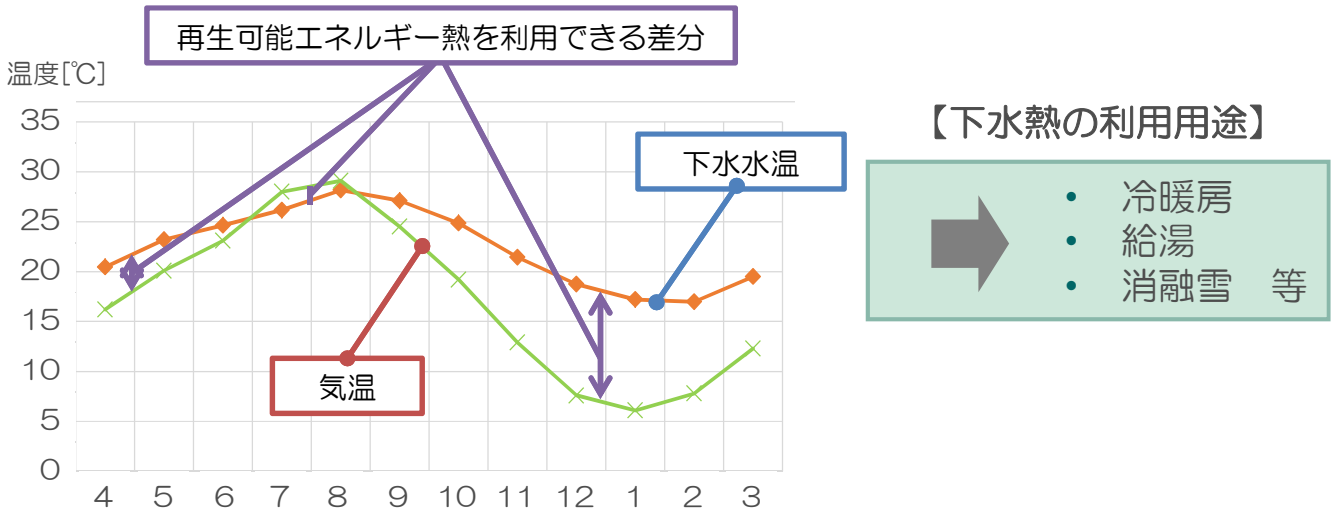
大きなポテンシャルを持つ下水熱	2
下水熱の導入効果	3
民間企業も下水熱が利用できるようになりました	4
下水熱利用の主なシステム形態と採熱技術	5
国内における下水熱利用の事例	6
下水熱利用技術の低コスト・高効率化に向けた実証	9
海外で進んでいる下水熱利用	10
下水熱利用に関するFS事例	11
下水熱利用計画の進め方	12
下水熱ポテンシャルマップの作成事例	13
下水熱利用に活用可能な支援制度	14



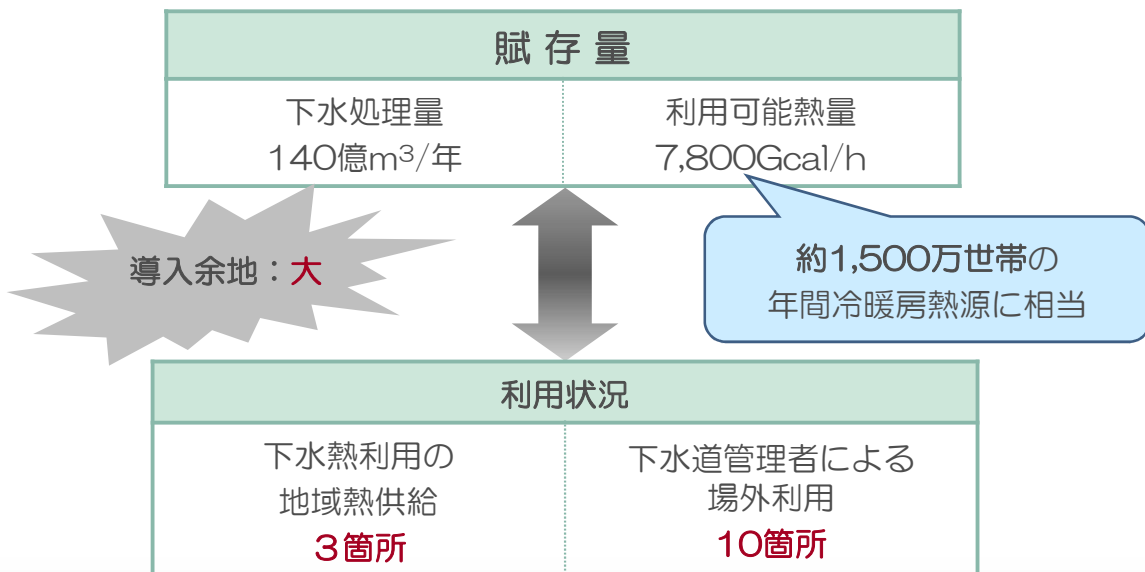
大きなポテンシャルを持つ下水熱

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。近年、下水道施設以外における下水熱利用も進んでおり、平成27年度末現在で、全国16箇所では実施されていますが、まだ利用実績は少なく、今後の利用ポテンシャルは大きいです。

【下水水温と気温との比較（イメージ）】



【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、熱利用者にとっては省エネ・省資源効果、下水道管理者にとっては下水道資源の有効利用によるプレゼンス向上、地域社会にとっては地球温暖化防止など、各主体に有益な効果をもたらします。

熱利用者

省エネ・省資源
(コスト削減)

省エネ効果によるエネルギーコストの削減や冷却塔補給水の節減による水道料金の削減が見込まれます。

BCP・防災対策

給湯・空調等に必要なエネルギーを削減できることから、BCPにおけるエネルギー対策につながります。また、処理水を用いて下水熱利用を行う場合、非常災害時に蓄熱槽に蓄えられた冷却水を消防用・トイレ用水等に使用できます。

CSR活動

下水熱利用は、地球温暖化防止やエネルギーの地域循環に貢献するため、CSR (Corporate Social Responsibility) 活動に位置づけることができます。

下水道管理者

地域社会への貢献

下水道資源の有効活用による地域社会への貢献を通じて、下水道のプレゼンス向上、住民への普及啓発につながることを期待されます。

経営状況の改善

下水処理場の改築・更新や下水管路の更生に当たり、設備・事業に付加価値を与えることで、資産運用による経営状況を改善できる可能性があります。

地域社会

環境に配慮した
まちづくり

CO2排出削減による地球温暖化防止、空調や給湯による大気への排熱抑制によるヒートアイランドの防止、冷却塔が不要となる場合の美観向上等、環境に配慮したまちづくりが可能となります。



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！

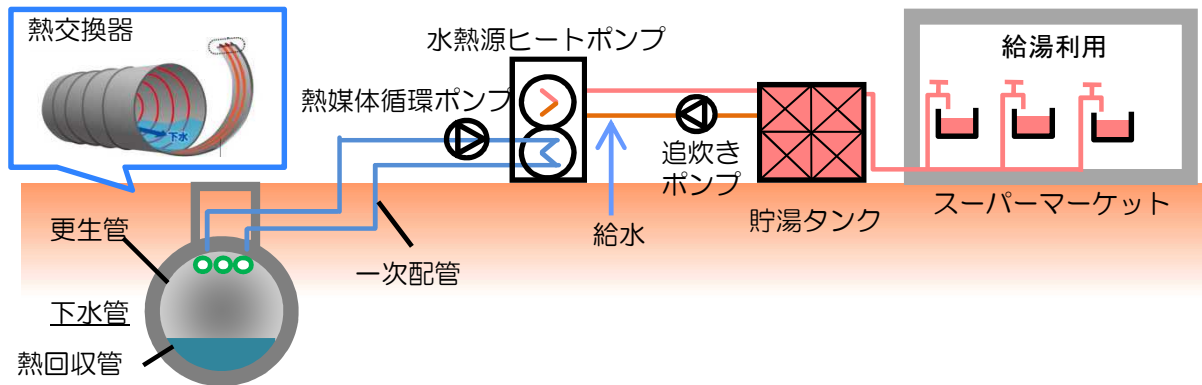
「水防法等の一部を改正する法律」の成立(平成27年5月)

➡ 下水道管理者の許可を受けて、民間事業者が下水熱を利用するための設備を下水管渠内に設置可能に！

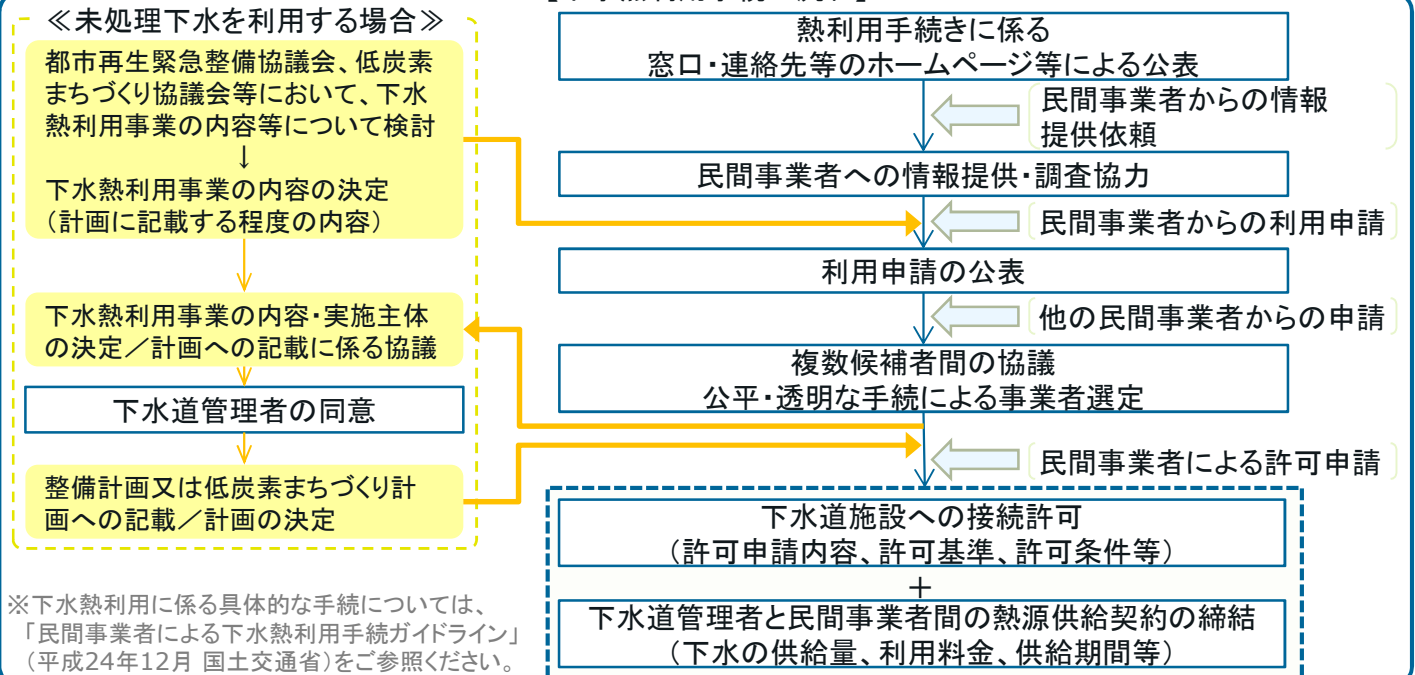
【下水熱利用の例(仙台市 H25.11~)】

下水道管理者(仙台市)が熱交換器を設置

⇒「水防法等の一部を改正する法律」の成立で民間事業者が設置可能に



【下水熱利用手続の流れ】



下水熱利用の主なシステム形態と採熱技術

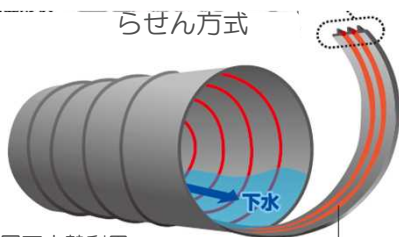
民間企業等による場外利用のシステム形態は、利用する下水の種類（処理水、未処理下水）、採熱方法に応じて、以下の4タイプに大別されます。

	システム構成	採熱方法	実施例
①		下水処理場から処理水を取水して採熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ソニーシティ ・日産スタジアム
②		ポンプ場から未処理下水を取水して採熱	<ul style="list-style-type: none"> ・盛岡駅西口地区 ・文京区後楽一丁目
③		下水管渠から未処理下水を取水して採熱	<ul style="list-style-type: none"> ・NEDOプロジェクト* (実証) <p><small>*次世代型ヒートポンプシステム研究開発「都市域における下水道路網を活用した下水熱利用・熱融通技術」</small></p>
④		下水道管渠内に設置した熱交換器で採熱	<ul style="list-style-type: none"> ・仙台市ヨーク・ニマル店舗 (実証) ・十日町市西保育園 (実証)

採熱技術

管路内設置型

管路内設置型としては、らせん方式、熱交換マット方式、管路内ヒートパイプ方式、管底設置方式（金属／樹脂）、管路一体型などがある。このうち、B-DASHプロジェクトにて実証研究が行われたらせん方式は更生管内部に熱媒管を配置し、下水熱との熱交換を行う方式であり、管更生工事と同時施工可能で工事費を抑制でき、下水と熱交換管が直接接触れる構造による効率的な熱回収が可能。



出所) 第1回下水熱利用推進協議会 資料

管路外設置型

管路外設置方式としては、ピット・熱交換器分離方式、二重管方式や流下液膜方式などがある。管内から下水の取水が必要であり、取水用マンホール内に、下水取水装置（スクリーンと取水ポンプ）を設置する必要がある。NEDOプロジェクトにおいて、二重管方式、流下液膜方式の熱通過率や、取水用スクリーンの取水能力や洗浄効果等について実証研究が行われた。

マンホール取水用スクリーン



出所) NEDO 資料



国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

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

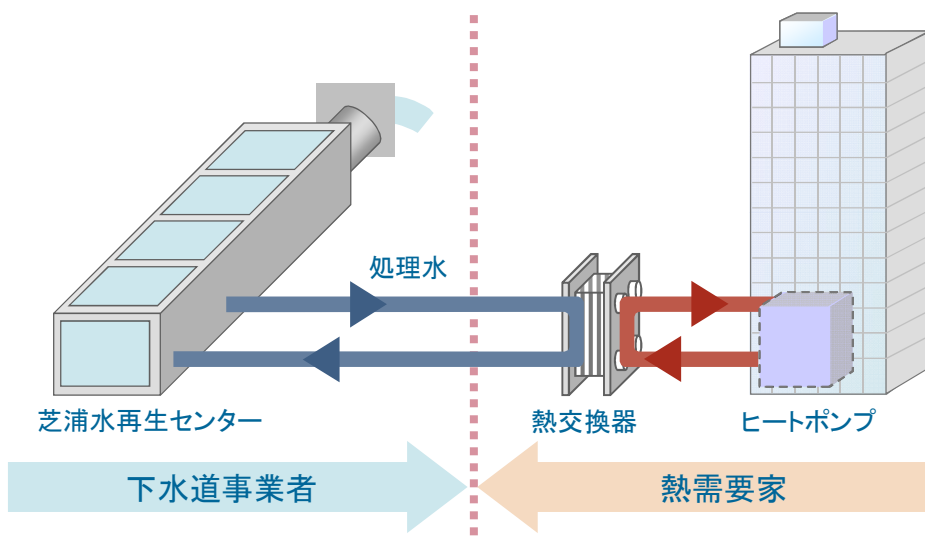
供給先： ソニーシティ（ソニー本社）

利用用途： 空調用熱源

延床面積： 162,888m²（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m³/日

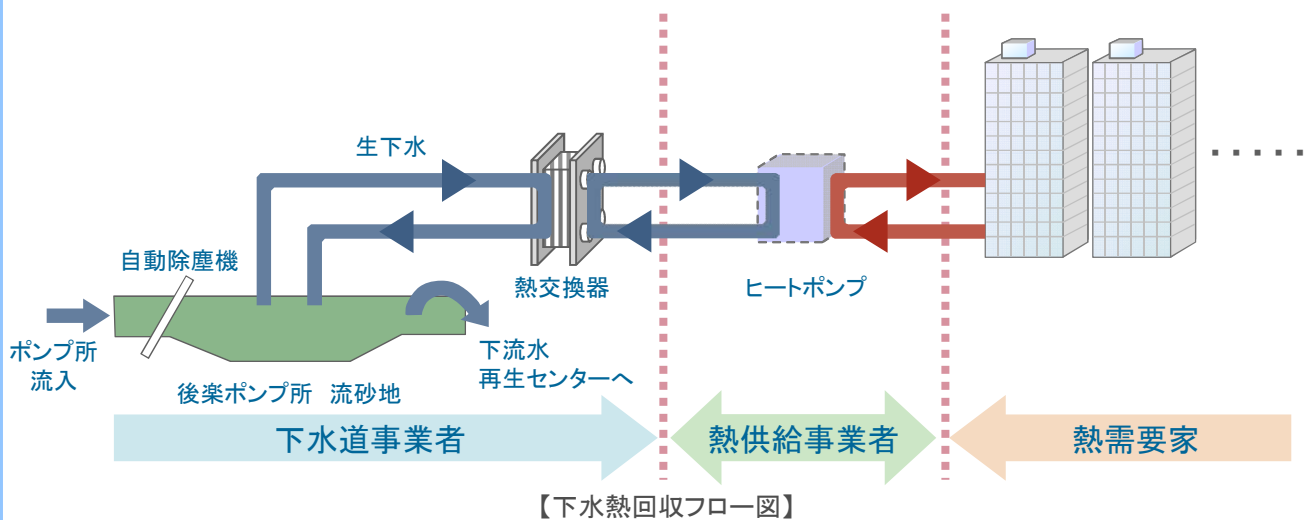
導入効果： 年間約22トン（計画値）のCO₂を削減できます。（東京ドーム約1.3倍（約6ha）の森林が吸収する量に相当）



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： 242,384m²（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。



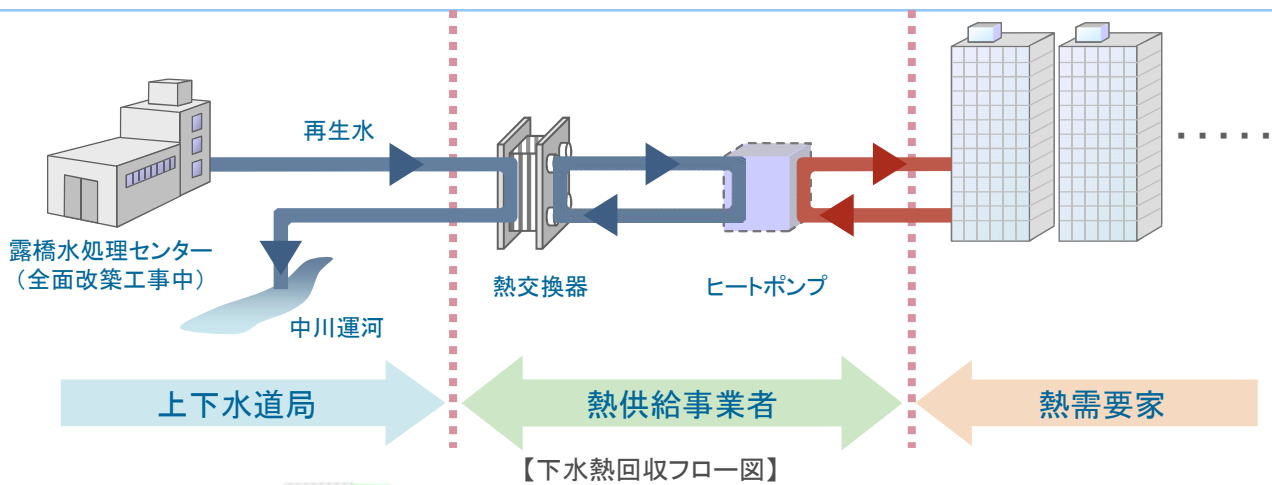
【後楽一丁目地区地域冷暖房熱供給対象地区】



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m²を予定 (上記3事業者の延床面積)
- 供給量： 約3万m³/日を予定 (地域冷暖房熱源用水として)



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 (30,000m³/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 (30,000m³/日)



国内における下水熱利用の事例④

仙台市内スーパーマーケットにおける下水管から採熱する下水熱利用事例

概要： 仙台市では、仙台市と積水化学工業株式会社による共同研究の一環として、らせん型熱回収更生管から回収した下水熱を、スーパーマーケット内の給湯熱源に利用しています。下水管の耐震化工事にあわせて管渠の中に熱回収管を巻くことで、熱利用設備導入のコスト低減を図っています。

供給開始： 平成25年11月

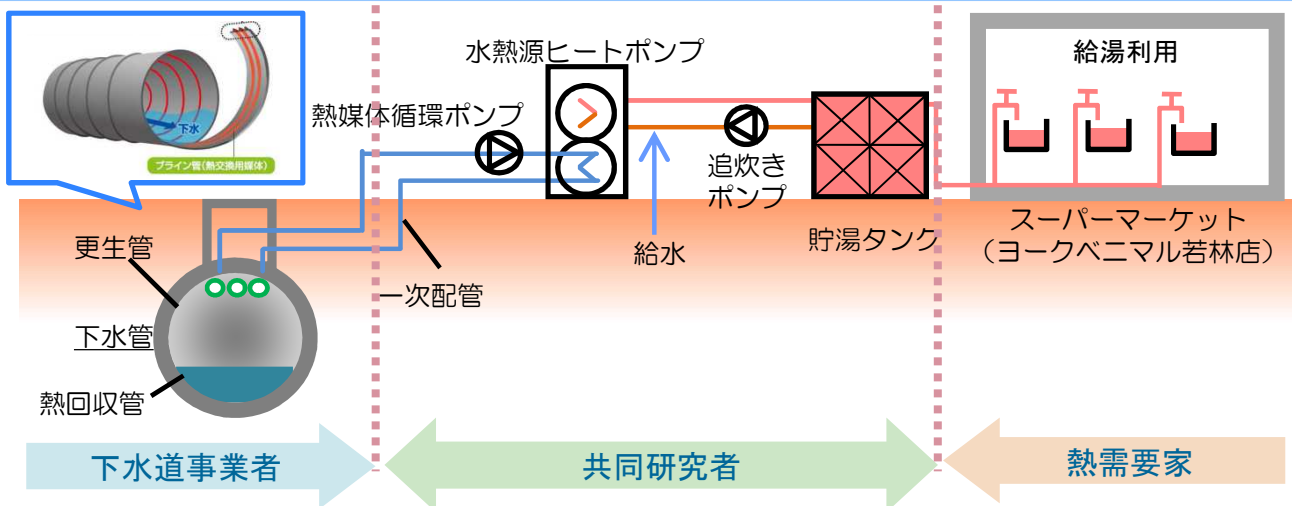
供給先： 商業店舗（株式会社ヨークベニマル若林店）

利用用途： 給湯用熱源

負荷条件： 利用温度40℃、利用水量4,600L/日

管路条件： 合流管、既設管径Φ1200mm（円形）、熱回収管敷設延長45m、下水水位15%

導入効果： 従来型給湯設備に比べ光熱費を年間約36万円削減できます（約70万円から約34万円に低下）。

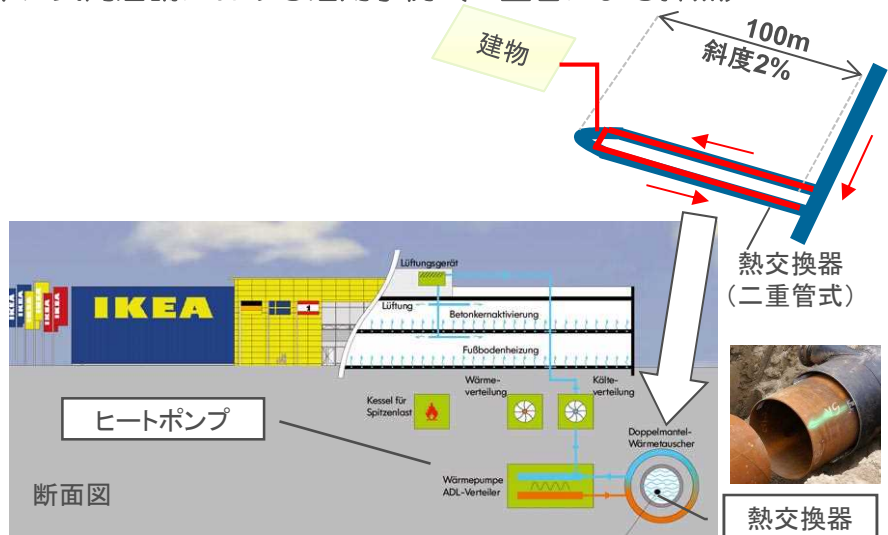


海外で進んでいる下水熱利用

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-CO₂/年削減
(ガスボイラで供給する場合と比較)



出所) IKEA社資料、ベルリン上下水道局資料より作成

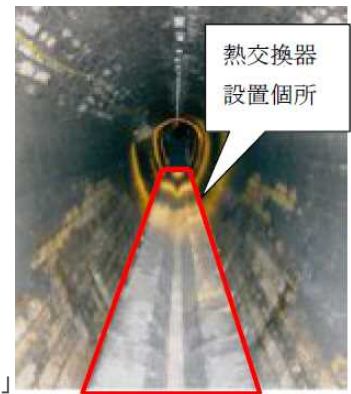
<ドイツ、ベルリン市>中等学校における活用事例（管路内での採熱）

- 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-CO₂/年削減



出所) 国土交通省

「海外における下水熱利用の実態調査業務」

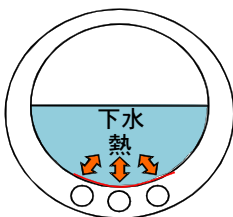


熱交換器設置箇所

管路内熱交換技術

管組込方式

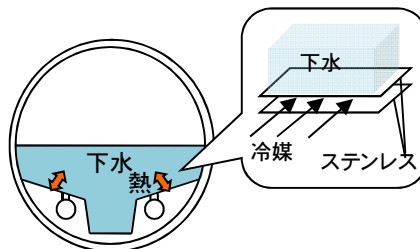
コンクリート管渠の配管肉厚の中にパイプを入れ、パイプ中の冷媒をコンクリート管内側表面にある熱交換器に通して下水との熱交換を行うタイプ。



出所) RABTHERM社資料

既設管設置方式

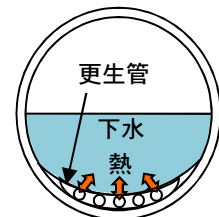
管渠の底部にステンレスの二重板を敷き、二重板の間に冷媒を通すことにより、下水との熱交換を行うタイプ。



出所) UHRIG社ウェブサイト他

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。



出所) UHRIG社ウェブサイト他



下水熱利用に関するFS事例

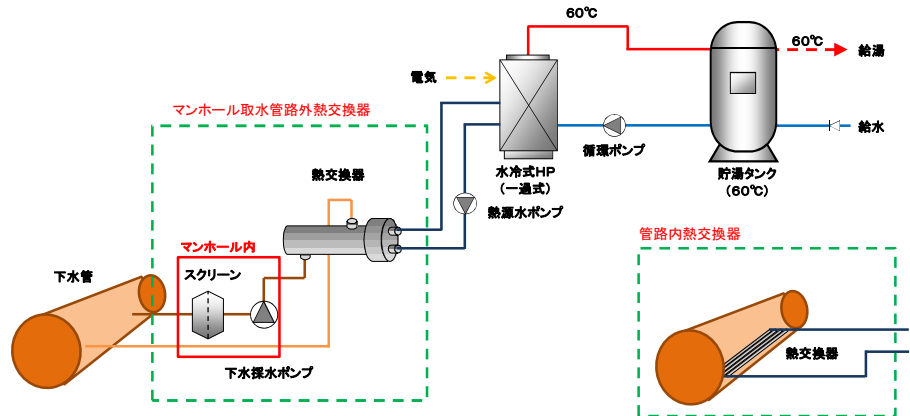
下水熱利用システムは、省エネ効果等によりランニングコストが低減され、加熱能力115kW相当の給湯システムの事例（民間補助1/2を想定）では、投資回収年数が約3年となり、省CO₂にも寄与します。

想定システム

概要

- 福岡市ウォーターフロント地区における下水熱利用事業
- ・ 下水配管の未処理下水を熱交換し、ホテルの給湯用熱源として利用。
- ・ 下水管路内で熱交換する方式と、下水を取水し熱交換する方式を検討。

概念図



条件

<利用先>

- 延床面積: 5,000m²
- 供給先: ホテル
- 利用用途: 給湯
- 月別日平均給湯負荷
最大月: 2,442kWh/日
最小月: 1,500kWh/日
- 月別最大給湯負荷
最大月: 219kWh/h
最小月: 135kWh/h

<下水・気温>

- 下水流量
平均流量: 151.8m³/h
最大流量: 207.6m³/h
最低流量: 029.5m³/h
※最低流量の50%を利用
- 下水温度
平均温度: 22.4℃
最高温度: 28.2℃
最低温度: 17.0℃
- 気温
平均温度: 17.1℃
最高温度: 28.2℃
最低温度: 5.2℃

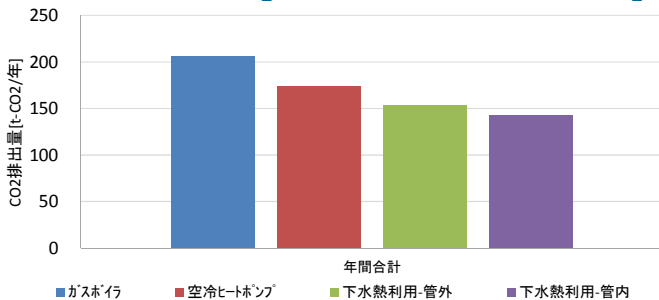
<想定条件のイメージ>



導入効果: 経済性、CO₂削減効果

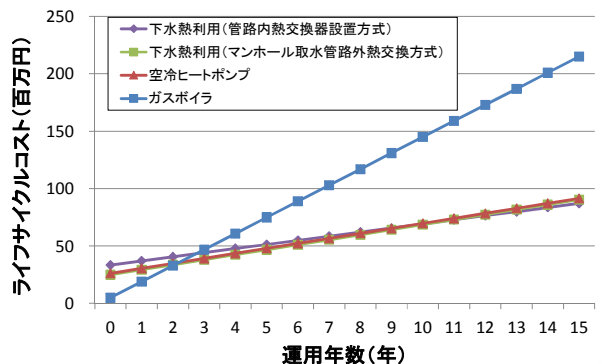
<CO₂削減効果>

- ・対 ガスボイラ
管内: 約31%(64t-CO₂/年)
管外: 約26%(53t-CO₂/年)
- ・対 空冷ヒートポンプ
管内: 約18%(32t-CO₂/年)
管外: 約12%(21t-CO₂/年)



<経済性> (民間補助: 1/2補助を想定)

- ・投資回収年数: 約3年



下水熱利用計画の進め方

下水熱利用の導入は、需給のマッチングや連携体制の構築等を行う構想段階、設備の種類等の設定・導入効果を概算する企画段階、FS調査及び事業スキームの検討を行う事業化段階での検討を踏まえ、具体的な実施設計段階に繋げていく必要があります。



「下水熱利用マニュアル(案)」では、5つのモデルケースにおける導入効果のケーススタディ結果を掲載

- 処理水活用大規模熱供給方式
- 管路内設置型らせん方式
- 管底設置方式（樹脂）
- 管底設置方式（金属）
- マノール取水管路外流下液膜方式

下水熱利用の具体的な検討手順については、「下水熱利用マニュアル(案)」（平成27年3月 国土交通省）をご参照ください！

下水熱ポテンシャルマップの作成事例

下水熱が「どこにどのくらいあるの？」を「見える化」する下水熱ポテンシャルマップの作成が有効！

- 宮城県仙台市、兵庫県神戸市、福岡県福岡市をモデルとして広域ポテンシャルマップを作成

→ 広域ポテンシャルマップ作成の手引き策定

- 千葉県浦安市、愛知県豊田市、大阪府茨木市、兵庫県神戸市、福岡県福岡市をモデルとして詳細ポテンシャルマップを作成

→ 詳細ポテンシャルマップ作成の手引き策定

下水熱ポテンシャルマップの利用シーン

構想段階

構想段階

- 自治体が広域ポテンシャルマップの作成
⇒民間事業者の下水熱利用導入意欲の促進へ

企画段階

- ディベロッパや建築事業者等が広域ポテンシャルマップを活用
⇒日平均ポテンシャル量から、利用可能場所の抽出や設備規模・用途の簡易検討が可能

事業化段階

FS基本設計

- 自治体や民間事業者が、案件ごとの基本計画・基本設計への活用も広域ポテンシャルマップは可能

実施設計段階

- 自治体が詳細ポテンシャルマップの作成
⇒自治体が再開発事業等の民間提案公募時に活用へ

- ディベロッパや設備設計者等が詳細ポテンシャルマップを活用
⇒ディベロッパ等が採算性等を踏まえ導入検討（FS）を実施
⇒設備設計者が安定的な運用が行えるか検討、設備機器の選定

下水熱ポテンシャルマップの作成

広域ポテンシャルマップ作成の手引き

宮城県仙台市の広域ポテンシャルマップ事例



FS地域・事業化地域の絞込み等に活用へ

詳細ポテンシャルマップ作成の手引き

千葉県浦安市の詳細ポテンシャルマップ事例



事業計画の詳細検討等に活用へ



下水熱利用に活用可能な支援制度

サステナブル建築物等先導事業（省CO2先導型）〔国土交通省〕

対象者： 省CO2技術を住宅・建築物に導入する建築主等（民間事業者等）、建築主と一体・連携して省CO2技術を導入する者等（ESCO事業者、リース事業者、エネルギーサービス事業者等）

対象事業： ①住宅・建築物の新築、②既存の住宅・建築物の改修、③省CO2のマネジメントシステムの整備、④省CO2に関する技術の検証（社会実験・展示等）のいずれか、またはそれらの組み合わせによるプロジェクトのうち、省CO2の推進に向けたモデル性、先導性が高いものとして選定されたもの

対象経費： 建設工事等に経費及び附帯事務費

補助率： 補助対象経費の1/2以内

※非住宅及び共同住宅の新築事業については、総事業費の5%又は10億円のいずれか少ない金額を上限とする。戸建住宅については、原則として建設工事等に係る補助額の上限を1戸あたり300万円とする。

再生可能エネルギー事業者支援事業費補助金〔経済産業省〕

対象者： 再生可能エネルギー利用設備を導入する民間企業及び個人事業主

※発電設備を導入する場合は、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成23年法律第108号）第6条に基づく設備認定を受けない設備であること（固定価格買取制度において設備認定を受けないこと）

※地方公共団体等が出資し設立された法人又は営利を目的としない事業を行う民間団体は対象外とする

※個人事業主は、青色申告者であり、税務代理権限証書の写し、又は税理士・会計士等により申告内容が事実と相違ないことの証明、又は税務署の受取り受領印が押印された確定申告書Bと所得税青色申告決算書の写しを提出できること

対象事業： 日本国内において、補助対象設備の要件を満たす再生可能エネルギー利用設備（再生可能エネルギー熱利用設備、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成23年法律第108号）第6条に基づく設備認定を受けない再生可能エネルギー発電設備及びそれらの設備に付帯する蓄電池）を導入する事業

対象経費： 設計費、設備費工事費

補助率： 補助対象経費の1/3以内

※再生可能エネルギー熱利用設備は3億円/年程度、再生可能エネルギー発電設備及び蓄電池は1億円/年程度を上限とする。

地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金のうち、構想普及支援事業〔経済産業省〕

対象者： 公募要領に定める要件（詳細は公募要領を参照）を全て満たす、民間会社又は民間会社を主申請法人（幹事法人）とする共同体、もしくは地方公共団体

対象事業： ① 事業化可能性調査

- ・ 一定規模のコミュニティの中で地産地消型のエネルギーシステムの設置等を伴う面的なエネルギー事業の構築にかかる事業化可能性調査

② マスタープラン策定

- ・ 一定規模のコミュニティの中で地産地消型のエネルギーシステムの設置等を伴う面的なエネルギー事業を平成29年度から平成30年度までの間に開始することを前提とした、詳細なマスタープラン策定

対象経費： ① 事業化可能性調査：調査に要する労務費、謝金、旅費、外注費、諸経費等

② マスタープラン策定：策定に要する労務費、謝金、旅費、外注費、諸経費等

補助率： ① 事業化可能性調査：定額（上限1000万円）

② マスタープラン策定：定額（上限3000万円）



再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業〔環境省〕

対象者： 地方公共団体、独立行政法人、国立大学法人・公立大学法人・学校法人、一般社団法人・一般財団法人及び公益社団法人・公益財団法人、医療法人、社会福祉法人、協同組合、法律により直接設立された法人等

対象事業： 第1号（再生可能エネルギー設備の導入事業）

- 再生可能エネルギー設備（※「温度差エネルギー利用」も含む）の導入事業

第2号（事業化計画策定事業）

- 第1号事業の設備等の導入に係る調査・計画策定事業

※第3号（温泉多段階利用推進調査事業）、第4号（地中熱利用ヒートポンプモニタリング機器整備事業）については、下水熱利用が対象とならないため省略。

対象経費： 第1号事業：設備費、工事費及び事務費等

第2号事業：事業を行うために直接必要な人件費及び業務費等

補助率： 第1号事業：政令指定都市以外の市町村：2/3、その他：1/2、第2号事業：1/1

L2-Tech（先導的低炭素技術）導入拡大事業〔環境省〕

対象者： 民間企業、独立行政法人、一般社団法人・一般財団法人及び公益社団法人・公益財団法人、都道府県・市町村・特別区及び地方公共団体の組合、法律により直接設立された法人等

対象事業： 「L2-Tech水準表」に記載された水準以上の性能を有する設備機器の中から、特にCO₂削減効果が大いいと想定される機器を関連する複数の設備機器と組み合わせることでパッケージとしたシステムとして導入し、大幅なCO₂削減を達成する事業（詳細は公募要領参照）

※対象となる設備機器の一つに、未利用エネルギーと蓄熱槽を活用した冷温同時利用型ヒートポンプシステムも含まれる。

補助率： 補助対象経費の1/3以内

省CO₂型社会の構築に向けた社会ストック対策支援事業のうち 低炭素型の融雪設備導入支援事業〔環境省〕

対象者： 民間企業、独立行政法人、一般社団法人・一般財団法人及び公益社団法人・公益財団法人、都道府県・市町村・特別区及び地方公共団体の組合、法律により直接設立された法人等

対象事業： 地中熱、地下水熱、温泉熱、下水熱または工場等温排熱等を熱源とし、熱交換機やヒートパイプ等により融雪のために使用できる設備を導入する事業、バイオマスのみを熱源とするボイラー等により発生した熱を融雪のために使用できる設備を導入する事業

対象経費： 工事費、設備費及び事務費

補助率： 指定都市以外の市町村：2/3、都道府県、指定都市又は特別区：2/3、その他：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28年作成



国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism