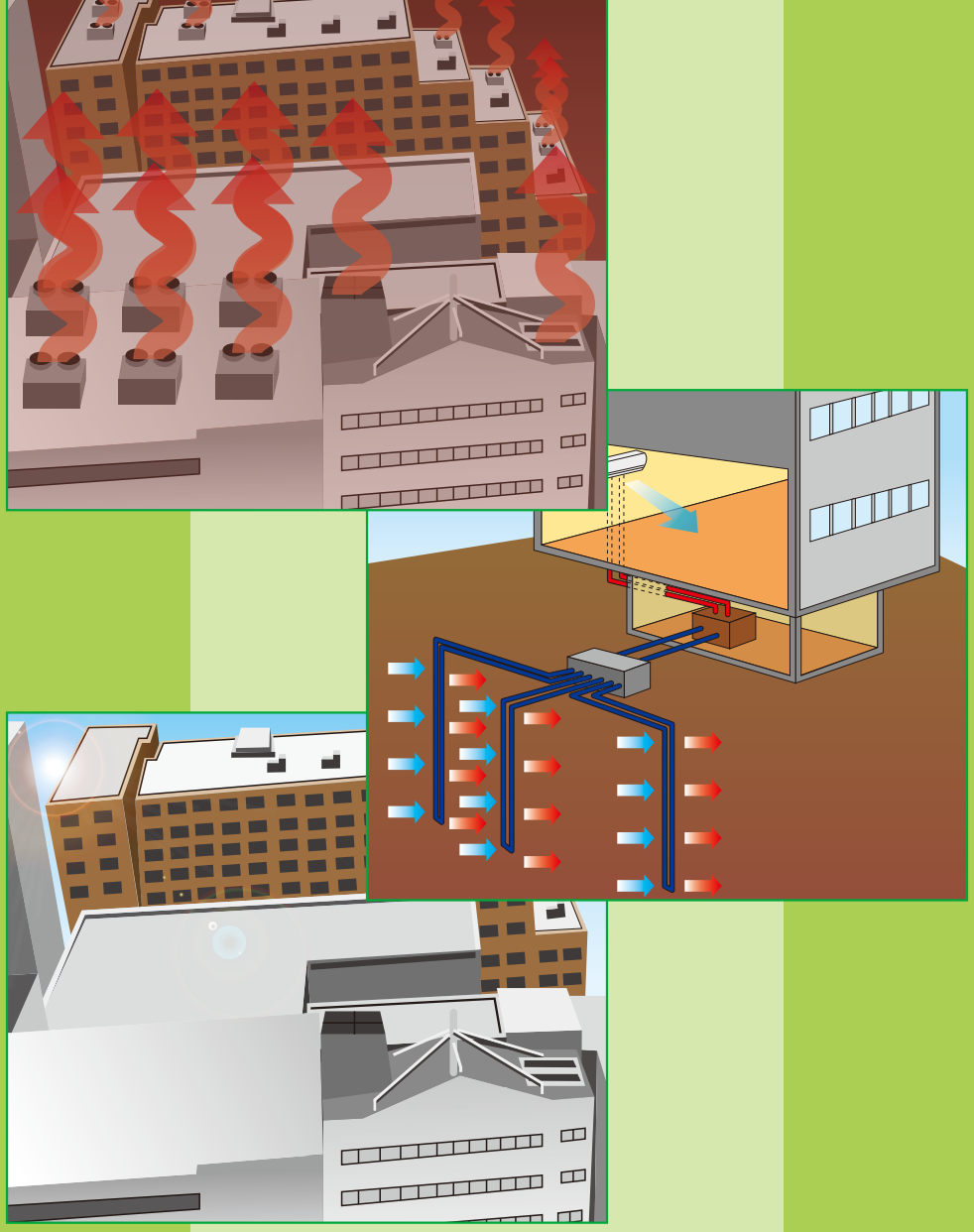


環境技術実証事業
広報資料

環境技術
実証事業
ETV 環境省

ヒートアイランド対策技術分野
実証番号　052 - 1400

第三者機関が実証した
性能を公開しています
実証年度
H 26

www.env.go.jp/policy/etv

ヒートアイランド対策技術分野
（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）

平成26年度実証対象技術の環境保全効果等

環境省

目次

Ⅰ．　はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

■広報資料策定の経緯　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

Ⅱ．用語の解説　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2

Ⅲ．ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒート
ポンプ空調システム）と実証試験の方法について（平成26年度）　・・5

■ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ
空調システム）とは？　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5

■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を
利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて　・・・・・・・・・・・6

■実証試験の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

■実証項目について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9

（1）実証単位（A）システム全体・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10

（2）実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ　・・・・・・・・・・・・・11

（3）実証単位（C）地中熱交換部・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

Ⅳ．平成26年度実証試験結果について　・・・・・・・・・・・・・・14

■実証を実施した機関・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14

■実証試験結果報告書全体概要の見方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14

■実証試験結果報告書（全体概要）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24

Ⅴ．　これまでの実証対象技術一覧　・・・・・・・・・・・・・・・・47

Ⅵ．「環境技術実証事業」について　・・・・・・・・・・・・・・・・49

■「環境技術実証事業」とは？・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・49

■事業の仕組みは？・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・49

（1）事業の実施体制　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・50

（2）事業の流れ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・51

■ヒートアイランド現象と対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53

■ヒートアイランド対策技術分野について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53

■なぜヒートアイランド対策技術分野を実証対象の技術分野としたのか？・・・・・54

■なぜ地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムを
実証対象としたのか？・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・54

■実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）・・・・56

■環境技術実証事業のウェブサイトについて・・・・・・・・・・・・・・・・・・57

【参考文献】・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・57

Ⅰ．はじめに

■広報資料策定の経緯

環境省では環境技術の普及促進を目指して、「環境技術実証事業（ETV 事業。以下、「実証事業」といいます。）」を実施しています。この実証事業では、さまざまな分野における環境技術（個別の製品も含めて、幅広く「環境技術」という言葉を使います。）を実証しています。

ここでいう実証とは、「第三者である試験機関により、既に実用化段階にある技術（製品）の性能が試験され、結果を公表」することです。技術や製品の実用化等の前段階として行う「実証実験」とは異なる意味であり、また、JIS 規格のように何かの基準をクリアしていることを示す認証でもありません（事業の詳細は本冊子のⅥ章をご覧下さい。）。

本冊子（広報資料）は、この事業において平成 26 年度に実証された技術（製品）について、その環境保全効果等を試験した結果の概要を示したものであり、環境技術や、環境技術を使った環境製品の購入・導入をお考えのユーザーの方々に、実証された技術（製品）や関連する技術分野を知っていただき、積極的な購入・導入を促すために作成したものです。

なお、平成 25 年度以前に実証された技術に関する試験結果を含め、より詳しい詳細版が環境技術実証事業ウェブサイト内の「実証結果一覧」
(http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01)にございます。
是非ともご覧ください。

Ⅱ．用語の解説

この広報資料では、実証事業やヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）に関する以下のような用語を使用しています。

表2-1:この広報資料で使用されている用語の解説

用語	定義・解説
＜実証事業に関する用語＞	
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。本分野では、「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム技術」を指す。
実証対象製品	実証対象技術を製品として具現化したもののうち、実証試験で実際に使用するものを指す。（具体的には「○○社」の「○○ヒートポンプシステム」）
必須項目	実証するために必須な試験項目。実証単位毎に必須項目が設定されている。
任意項目	必ずしも実証する必要はないものの、重要な項目であるため、実証機関が環境省と協議の上、可能な限り実証することが望ましい項目。
実証運営機関	本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動、事業実施要領の改定案の作成、実証機関の公募・選定、実証試験要領の策定又は改定、本事業の円滑な推進のために必要な調査等を行う。
環境技術実証事業運営委員会	本委員会は、有識者（学識経験者、ユーザー等）で構成され、実証対象技術に関し、公正中立な立場から議論を行う。また、実証運営機関が行う実証事業の運営に関し、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
実証機関	実証試験要領案の作成、実証対象技術の企業等からの公募、実証対象とする技術の設定・審査、実証試験計画の策定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成、ロゴマーク及び実証番号の交付事務等を行う。
技術実証検討会	本検討会は、実証対象技術に関する有識者（学識経験者、ユーザー等）で構成され、実証機関が行う実証試験要領案の作成や実証試験計画の策定、実証試験の実施等に関し、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
実証申請者	技術実証を受けることを希望する者を指す。開発者や販売事業者等。
＜ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）に関する主な用語＞	
ヒートアイランド現象	都市の中心部の気温が、郊外に比べて島状に高くなる現象であり、近年都市に特有の環境問題として注目を集めており、大気に関する熱汚染とも言われている。
地中熱	地表から地下約 200m の深さまでの地中に存在する熱エネルギー。一般に 10m より深いところの地中温度は、季節に関係なく、ほぼ安定しており、その土地の年間平均気温より 1～2℃程度高いことが多い。従って、日本においては、地中は外気に比べ、夏は冷たく、冬は暖かい。
地中熱交換器	冷房時には地中へ放熱、暖房時には地中より採熱、を行うためのパイプが地中に埋設される。それには垂直型と水平型の２種類があり、垂直型は、ボアホール*（深さ 50～150m 程度）または、基礎杭（深さ 10～30m 程度）の内部にＵ字管を挿入して構築される。また水平型は、地表面から深さ３～5m 程度の地中にＵ字管などを水平に埋設して構築される。

＊地中熱を抽出するための井戸。
ボーリング機械で掘削される孔径が、数㎝から 20 ㎝程度、深さが数 m から数百 m の孔。

用語	定義・解説
＜ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）に関する主な用語＞（続き）	
熱媒循環部（U 字管、U チューブ）	地中と熱交換（地中熱の採放熱）する熱媒を循環させるための管で、一般的には、２本の管の片側先端をU字状に接合した U 字管がある。また、熱媒循環部は、開口部のない閉鎖型と、孔内に熱媒を放出する開放型がある。
ヒートポンプ	温度の低いところから熱を集めて、温度の高いところへ熱を移動させる仕組み。身の回りにあるエアコンや冷蔵庫等に利用されているエコ技術である。大気中の熱を利用することによって冷暖房を行うものを空気熱源ヒートポンプとも呼ぶ。
ヒートポンプの入口温度、出口温度	熱媒がヒートポンプに入る温度と出る温度。入口温度は熱媒の還り温度、出口温度は往き温度ということもある。
ヒートポンプの一次側、二次側	ヒートポンプの熱源側を一次側（地中熱の場合は、地中熱交換器側）、冷暖房の対象となる施設側（室内機側）を二次側（または、利用側）と呼ぶ。
熱媒、熱媒体	地中等とヒートポンプとの間で熱交換を行なう物質（熱エネルギーの搬送媒体）。一般の空調関係では、水や空気が用いられることが多く、0℃以下になる恐れがある場合には、不凍液（ブライン）を用いることもある。
冷媒	ヒートポンプの内部を循環してヒートポンプサイクルを形成する流体。一般的には代替フロンが用いられる。「直膨式」といわれるタイプのヒートポンプシステムでは、二次側の室内機や一次側の地中熱交換器にまで、熱媒ではなく冷媒が循環して熱を搬送するものである。
ブライン	熱媒として使用される不凍液のこと。熱媒体、伝熱媒体と呼ぶこともある。熱媒は、地中とヒートポンプ（一次側）やヒートポンプと室内機（二次側）との間で熱を運ぶ流体で、一般に水や不凍液が使用される。
地中熱ヒートポンプシステム	地中熱を熱源とするヒートポンプを使用した空調や融雪等のシステム。 　例えば、冷房時は、27℃程度の屋内の熱を、それ以上の高温の外気中へはそのままでは捨てにくく、15℃程度の地中には捨てやすい。そのため空気熱源ヒートポンプシステムに比べ、地中熱ヒートポンプシステムは、エネルギー効率が良い。
実証単位（A） システム全体	地中熱交換部からヒートポンプまでを含めた、地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムに関わる技術全体。
実証単位（B） 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱や地下水熱、下水熱等を熱源として想定し、各熱源温度を適正温度範囲とする水冷式ヒートポンプ。設備機器メーカーが販売する既製品単位である。
実証単位（C） 地中熱交換部	地中熱交換井からヒートポンプの地中熱源側の熱媒出入り口までを範囲とするシステム。土木系企業の技術のみで設置が可能な技術範囲である。
システムエネルギー効率（システム COP）	Coefficient Of Performance の略称。冷房機器などのエネルギー消費効率の目安として使われる係数。消費電力 1kW あたりの冷却・加熱能力を表した値である。COP の大きいものほど省エネ効果が高くなる。
実証試験期間平均システムエネルギー効率（COP_{ETV}）	実証試験（冷暖房）期間中の COP の平均値を表す。実際の試験期間は、概ね７月から翌年２月までの８ヶ月程度。「APF（システムエネルギー効率）」と区別するため、本事業において独自に定めた指標。
システムエネルギー効率（APF）	Annual Performance Factor の略称で、システムエネルギー効率（システム COP）の年間の値を表す。

用語	定義・解説
＜ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）に関する主な用語＞（続き）	
サーマルレスポンス試験（TRT）	地中熱交換部【実証単位（C）】に対する熱媒の循環試験を行うことで、地中熱交換部の熱抵抗、地盤の熱伝導率を推定する試験である。
有効熱伝導率［W/(m・K)］	土壌は、通常複数の物質からなり、またそれぞれが固体、液体、気体で構成され、各物質内及び物質間で伝導・対流・放射等の現象が起こるため、非常に複雑な熱伝導現象を表す。このため土壌の伝熱性能は、対象部分全体の平均的な熱伝導率である「有効熱伝導率」が用いられることが多い。特に、地中熱利用の対象となる土壌は一般に地下水を含み、また地下水は流動していることから、これらの影響等を含めて把握するのは重要である。
地中熱交換井の熱抵抗値［K/(W/m)］	1m 当たり 1W の熱交換する場合の温度変化を絶対温度の数値で表したもの。熱抵抗が高いと地中熱利用システムにおいては、ＣＯＰを低下させる原因となるため、この値を出来るだけ低く抑えることが重要になる。

Ⅲ．ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）と実証試験の方法について（平成26年度）

■ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）とは？

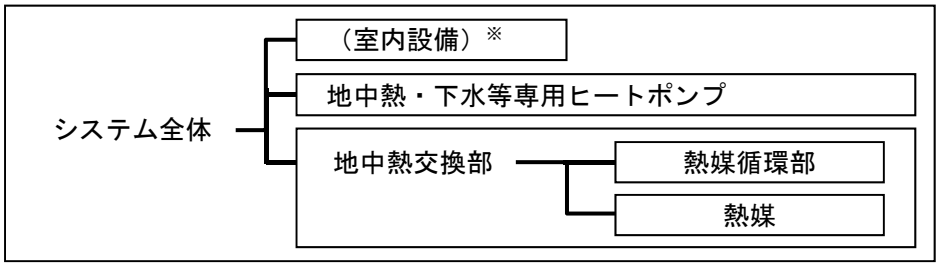
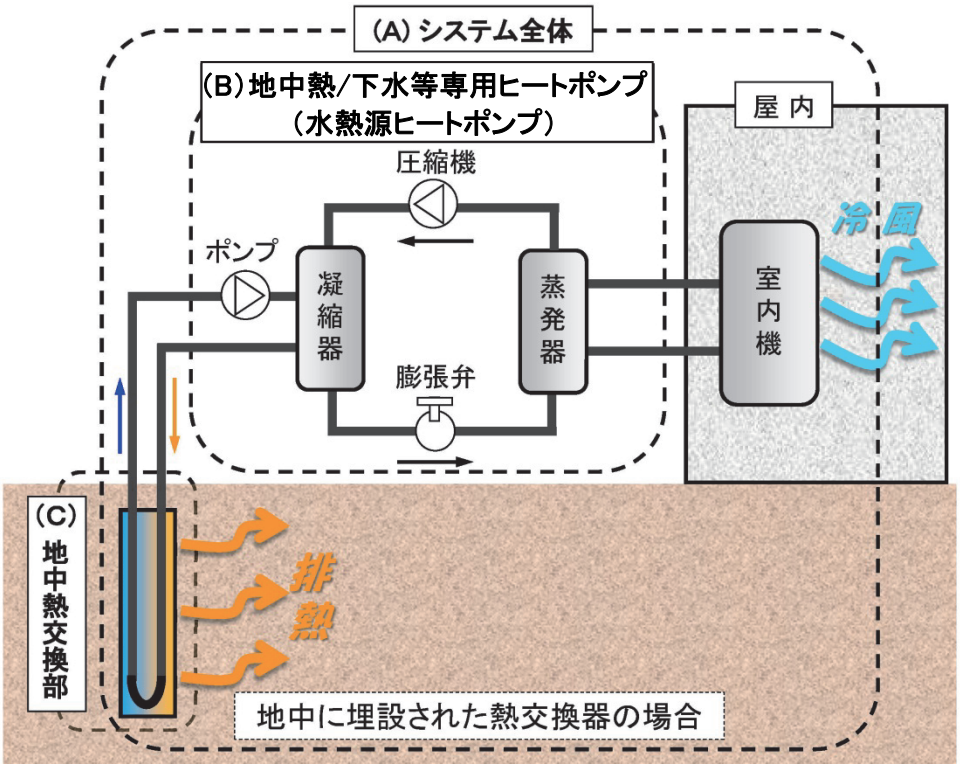


図3-1：実証対象技術の全体像

※室内設備は、ヒートポンプの二次側熱媒出入口よりも室内側に設置される空調関連機器を指す。平成 26 年度の実証試験では、室内設備は実証の対象外として位置づけており、室内設備を含めた実証試験を任意試験としている。

平成26年度の本事業が対象とする「ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）」は、オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術で、地中熱及び地下水熱、下水熱等を熱源とし、ヒートポンプによって効率的に冷暖房を行うシステム全般です。地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムは、多層的な技術の組合せで構成され、各層での製品や技術を有する企業からの実証申請を想定していることから、実証対象として想定される技術は、図３-１のように、階層的に分類されています。

当実証試験は、ヒートアイランド現象の抑制効果の実証を目的とするため、主に地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムによる地中との熱交換量、または地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムのエネルギー効率を測定しています。そのため、図３-２に示す（Ａ）～（Ｃ）の技術のまとまり（単位）で実証試験を実施する必要があります。この単位を「実証単位」と定義しています。また、実証単位により、実証項目も異なります。実証項目については、この章の「■実証項目について」（P8～12）に記載しました。



※本図は、ヒートポンプ・室内間の熱の輸送を、熱媒を通して行う間接方式の例で、地中熱交換部はUチューブ(U字管)式の冷房稼働時の例を示す。なお、図3-4の左側に示すような地下水(貯水池)・河川・下水等の熱交換機の場合には、実証単位(C)は省略される。

図3-2:地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムにおける各実証単位

■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて

空気熱源ヒートポンプなどによる空調システムは、夏季の日射や屋外からの熱移動、OA機器などの電気機器、人間活動及び給湯設備などの熱で室温が上昇した室内から冷房で奪った熱を、空調排熱として室外機などから外気へ排熱するものを指します。例えば、室内の熱を室外機で排熱する一般のエアコン、業務用エアコン（パッケージエアコン）としてビル空調で使用されるビル用マルチ／空冷ヒートポンプチラー（空気熱源ヒートポンプ）／冷却塔などが該当し、外気へ排熱することが気温上昇につながっています（図３-３）。

それ以外の空調システムとして、室内冷房で奪った熱を地中や下水等に排熱し、外気へ排熱しないものがあります（図３-４）。そのような空調システムを本事業では「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」と呼んでいます。地中熱等（地下水・河川・下水等の熱も含む）は、冬は外気よりも暖かく、夏は外気よりも冷たいという特性を有することから、地中等を熱源とするこの空調システムは、外気を熱源とするものと比べ、冷暖房時のポンプや圧縮機の消費電力量を低減させることができ、空気（外気）を熱源とするものよりも効率よく建築物の冷暖房を行うことができます。

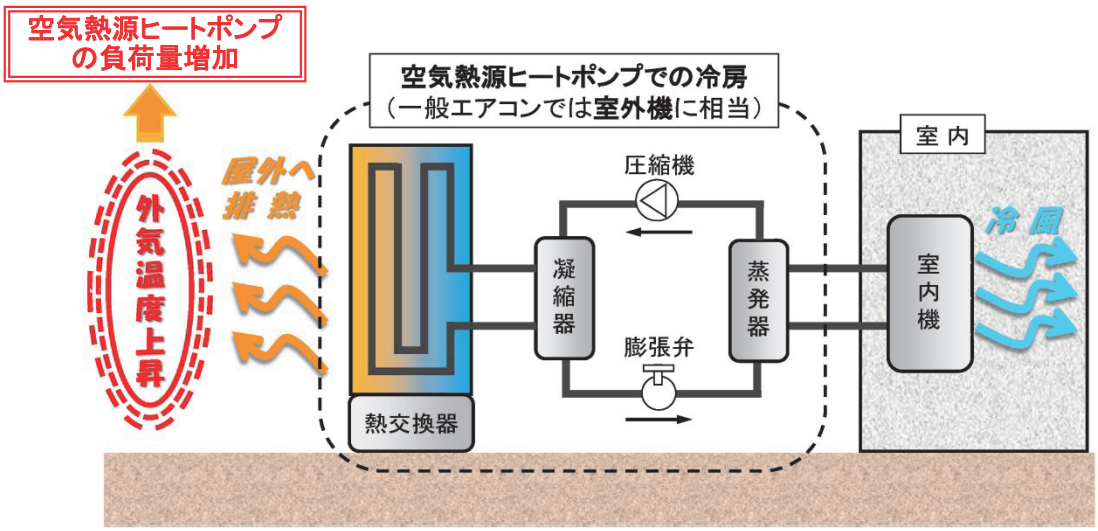
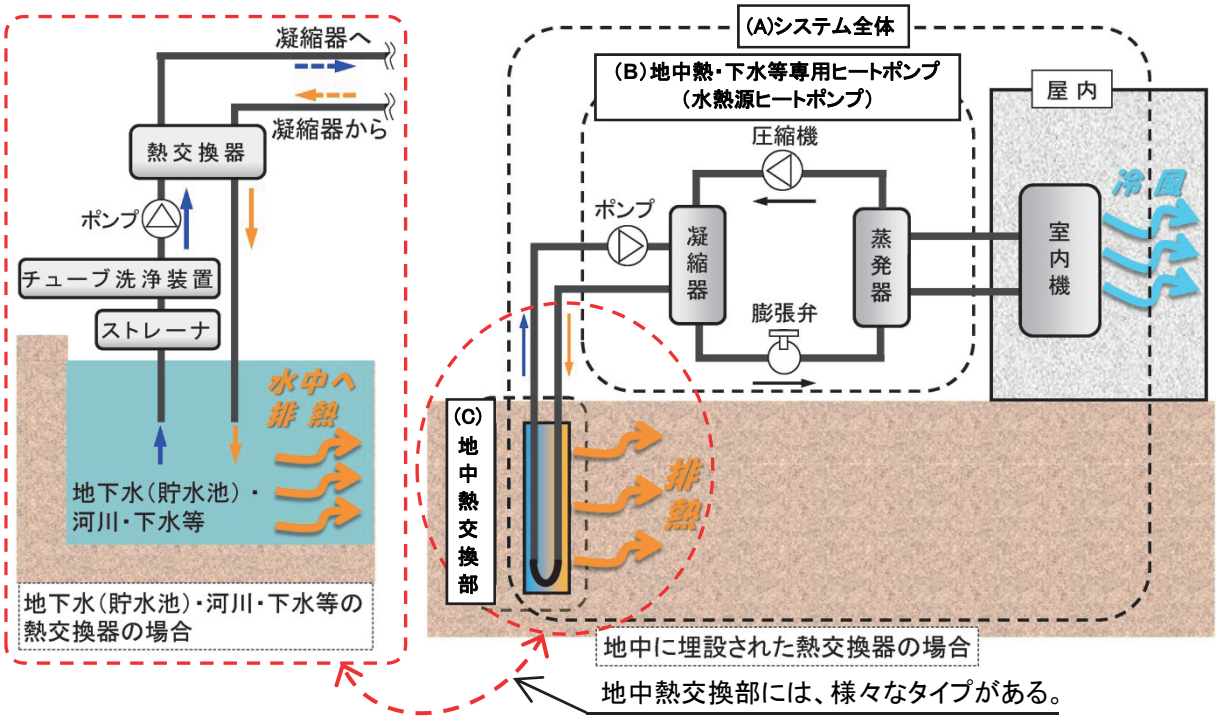


図3-3：室内から奪った熱を外気に排熱する空調システムでの冷房稼働の例（イメージ図）



※本図は、ヒートポンプ・室内間の熱の輸送を熱媒で行う間接方式、地中熱交換部はUチューブ式の例。

図3-4：室内から奪った熱を地中や下水等へ排熱される空調システムでの冷房稼働の例（イメージ図）

【参考】業務用エアコン（パッケージエアコン）について

1. 図３-５に示すとおり、業務用エアコンの国内出荷台数は、近年80万台前後で推移しており、平成11年（2000年）以降の出荷台数は平成26年までの累計で約1,115万台[注)] になる。

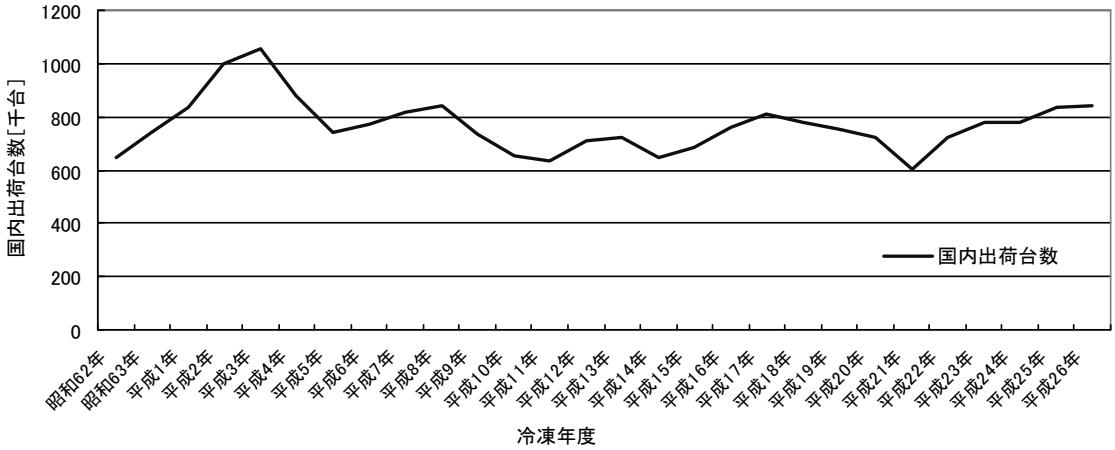


図3-5:業務用エアコン（パッケージエアコン）の国内出荷台数推

（出典：一般社団法人　日本冷凍空調工業会）

注）パッケージエアコンの法定耐用年数（減価償却資産の耐用年数）は、大きさや出力で年数は異なるが、最長のもので15年である。そのため、平成26年時点で法定耐用年数内にある最大累積台数を目安として算出した。

2. 空調排熱はその熱源システムにより、空気（外気）へ排熱するもの（空冷式）と、それ以外のもの（地中熱・下水等を利用した水熱源ヒートポンプ等の水を介して地中等に排出するもの）とがあるが、ヒートアイランド対策の観点からは、冷房効率の向上等による総排出熱量の抑制、空冷式以外の熱源システム選択による空気（外気）へ排熱抑制が望ましいと考えられる。一方、空冷式（空気熱源ヒートポンプなど）の空調機器は、パッケージエアコンの出荷台数の98%以上を占めるといわれている。（平成15年度本事業のヒートアイランド対策技術の第１回検討会より。）

■ 実証試験の概要

実証試験は、ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）の「実証試験要領」に基づき実施されます。実証の対象となるシステム・製品について、以下の各項目を実証しています。

○ システム効率（システムエネルギー効率、地中との熱交換効率）

○ 地中との熱交換効率を決定する要素

○ 地中熱交換部における熱性能以外の要素

■ 実証項目について

「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」の技術分野での実証項目は、実証単位により異なりますが、各実証単位での実証項目の構成を図３-６に示します。

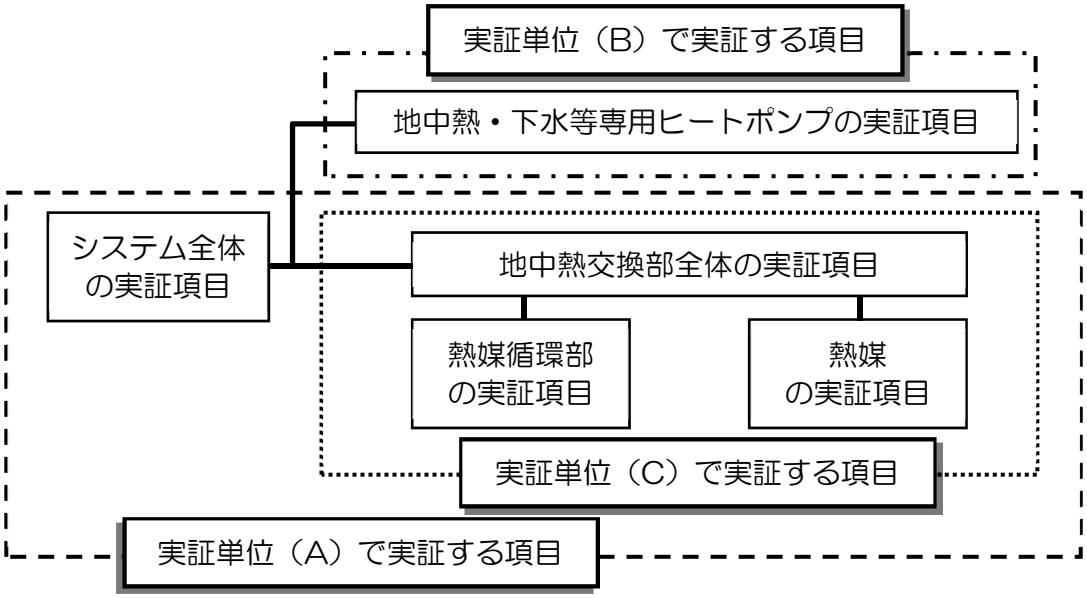


図3-6：各実証単位の実証項目の構成

ここで、『実証単位（A）システム全体』では、「システム全体の実証項目」に加えて、「地中熱交換部全体の実証項目」も実証することになっています。それは、「地中熱交換部全体の実証項目」の結果は、「システム全体の実証項目」の参考となるからです。

しかしながら『実証単位（A）システム全体』の場合、実証対象技術において『実証単位（C）地中熱交換部』の運転をすでに開始している場合、「地中熱交換部全体の実証項目」について改めて測定機器を設置して実証試験を行うことが困難です。そのため実証試験要領では、「既存データ活用の特例措置」として、実証試験要領に定めた条件を満たす場合に限り、実証申請者が独自に実測して得たデータを活用できる規定を設けています。

なお、ここに記載の内容は、実証試験要領及び対応するJIS規格の記載の内容に、より解り易い表現となるように、加筆・修正等の変更を加えてあります。そのため、学術的な視点からは馴染みにくい表現になっている場合があります。

その他、各実証項目、試験内容・条件及び数値計算式等の詳細は、各実証試験結果報告書（詳細版）に記載してあります。

同報告書（詳細版）は、環境技術実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」(http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01)からPDFファイルをダウンロードすることができます。

（1）実証単位（A）システム全体

「実証単位（A）システム全体」の実証項目を表３-１、表３-２に示します。暖房期間を含めた年間の性能は任意項目として位置づけており、必ずしも実証する必要はありませんが、システムの性能を評価する上では任意項目の内容は重要であり、可能な限り任意項目も含めて実証することが望ましいとされています。なお、「実証単位（A）システム全体」の実証項目においての「実証単位（C）地中熱交換部」の実証項目は、この後の「（３）実証単位（C）地中熱交換部」の表３-５で説明します。

表3-1：システム全体の実証項目【必須項目】

実証項目	内容
冷房期間のシステムエネルギー効率（システムCOP）※1	冷房期間において算出したシステムCOPで、室内機の消費電力量を含まない。※2 $\text{システムCOP} = \dfrac{\text{冷房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{冷房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$ ここでいうシステムにおける生成熱量の総和とは、地中熱・下水等専用ヒートポンプが二次側（室内機側）の熱媒に与えた熱量を指す。また、システム消費電力量の総和は、地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体と循環ポンプの消費電力量の総和である。
冷房期間のシステム消費電力	冷房期間の稼働時間における、地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体と循環ポンプの消費電力[W]の平均値。
冷房期間の地中への排熱量	単位時間における地中への排熱量[J]を、冷房期間内の稼働時間で平均したもの。 この項目は、外気中へ排熱する空調システム（P5～6の■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて、を参照）と比較したヒートアイランド対策効果を表す、特徴的な項目である。

表3-2：システム全体の実証項目【任意項目】

実証項目	内容
実証試験期間の平均システムエネルギー効率（COP_{ETV}）	実証試験（冷暖房）期間中のCOPの平均値を表す。実際の試験期間は、概ね7月から翌年2月までの8ヶ月程度。「APF※3」と区別するため、本事業において独自に定めた指標。 $COP_{ETV} = \dfrac{\text{実証試験期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{実証試験期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$
暖房期間のシステムエネルギー効率（システムCOP）※1	暖房期間において算出したシステムCOPで、室内機の消費電力量を含まない。※2 $\text{システム COP} = \dfrac{\text{暖房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{暖房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$
暖房期間のシステム消費電力	暖房期間の稼働時間における、地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体と循環ポンプの消費電力[W]の平均値。
暖房期間の地中からの採熱量	単位時間における地中からの採熱量[J]を、暖房期間内の稼働時間で平均したもの。

※1： ヒートアイランド対策技術の性能の高さは「システムエネルギー効率（COP及びCOP_{ETV}）」で評価されるが、この値のみが、その技術の性能の高さを必ずしも示すものではない。ヒートアイランド抑制に関する性能は、「冷房期間のシステムエネルギー効率（COP）」と「冷房期間の地中への排熱量」の両方の値から総合的に評価される。

※2：原則的に室内機の消費電力量を含めないが、室内機を含めても上記のシステムエネルギー効率を適切に算出することが可能な場合は、室内機側を含む場合、室内機側を含まない場合の両方について算出することが望ましい。

※3：APFは、Annual Performance Factorの略で、システムエネルギー効率（COP）の年間の値を表す。

（2）実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ

「実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ」の実証項目を表3-3、表3-4に示します。暖房期間の性能は、任意項目として位置づけており、必ずしも実証する必要はありませんが、システムの性能を評価する上では任意項目の内容は重要であり、可能な限り任意項目も実証することが望ましいとされています。

表3-3：地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目【必須項目】

実証項目	内容
冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（COP）	地中熱・下水等専用ヒートポンプ単体のエネルギー効率であるCOPを、1次側（図3-4の「凝縮器」側）の熱媒を水として※、冷房（想定）時について測定する。 $\mathrm{COP} = \dfrac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量[W]}}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力[W]}}$ ヒートポンプ消費電力とは、地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体の消費電力であり、1次、2次側熱媒の輸送ポンプの消費電力は含まない。

表3-4：地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目【任意項目】

実証項目	内容
暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（COP）	地中熱・下水等専用ヒートポンプ単体のエネルギー効率であるCOPを、暖房（想定）時について測定する。 $\mathrm{COP} = \dfrac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量[W]}}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力[W]}}$

※ヒートポンプの実使用における熱媒が、プロピレングリコール等の不凍液である場合は、その不凍液を熱媒として試験をすることもある。

（3）実証単位（C）地中熱交換部

「実証単位（C）地中熱交換部」の実証項目については、当実証単位を構成する複数の技術に分割できます。そのため実証項目は、図３-７に示すように、実証単位全体でのみ実証が可能な項目と、各技術個別の実証項目から構成されます。

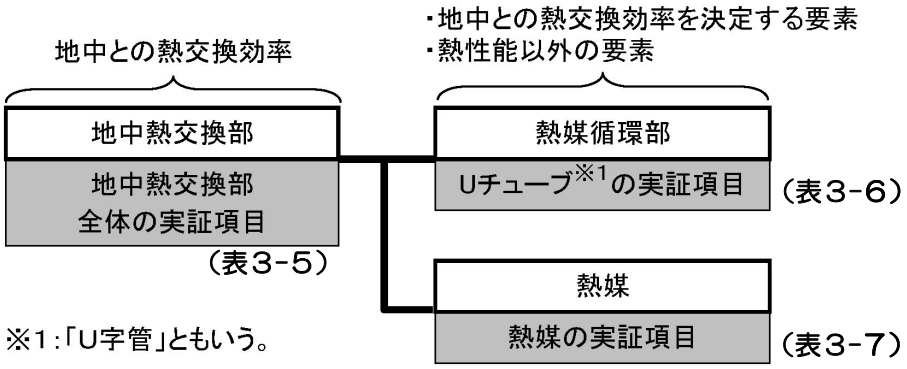


図3-7：実証単位（C）地中熱交換部の実証項目の構成

地中熱交換部全体の実証項目を表３-５に示します。

表3-5：地中熱交換部全体の実証項目

実証項目	内容
地中熱交換井の熱抵抗	地中熱交換井の熱抵抗は、Uチューブ（U字管）を含む地中熱交換部全体の熱抵抗の合計を表す。なお、地中熱交換部の外側の土壌は含まない。熱抵抗が低いほど、地中熱交換部から外側（地中）へ、また外側（地中）から地中熱交換部へ熱が伝わり易い（熱交換量が多い）。また、単位が[K/(W/m)]なので、地中熱交換井の深度が深いほど、熱交換量が多くなることを示す。熱抵抗が低いと、地中熱・下水等専用ヒートポンプでの生成熱量が増すので、システムエネルギー効率が高くなる。本実証試験ではサーマルレスポンス試験※にて算出している。
土壌部分の熱伝導率	地中熱交換部の外側の土壌についての熱の伝わり易さを示す。システムが施工された土壌部分のみの熱伝導率であるため、システムの影響を受けない。熱伝導率が高いほど、冷房時には地中熱交換部からの放熱が土壌に伝わり易く拡がり易い、また暖房時には土壌から熱が伝わり易いので地中熱交換部への採熱がし易い。土壌部分の熱伝導率が高いと、地中熱・下水等専用ヒートポンプでの生成熱量が増すので、システムエネルギー効率が高くなる。本実証試験ではサーマルレスポンス試験※によって算出している。

※：サーマルレスポンス試験とは、地中熱交換部に対する熱媒の循環試験を行うことで、地中熱交換部の熱抵抗、地盤の熱伝導率を推定する試験である。
本実証試験でのサーマルレスポンス試験は、「誌面講座　地中熱利用技術 「7. サーマルレスポンス試験の原理と解析法、調査事例」; 藤井光・駒庭義人、地下水学会誌 第53巻 第4号（2011）」に準拠している。

熱媒循環部の実証項目を表３-６に示します。ただし、この実証項目は、実証申請者から提出された資料（カタログ）により、その製造物の規格・性能または製造業者の品質管理システム等を確認した場合、「参考項目」として取り扱います。

表3-6：熱媒循環部の実証項目

実証項目	内容
熱伝導性	熱媒循環部は、主に硬質ポリエチレンを含むポリエチレンでできているため、ポリエチレン素材の物性値で記載される場合もある。この熱伝導性は、地中熱交換部の熱抵抗に影響する。
耐腐食性	耐久性を示す指標の一つである。
耐圧性	内圧に対する強さを示す。

熱媒の実証項目を表３-７に示します。地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムにおいては、一次側の熱媒が0℃以下になる場合もあるため、不凍液（ブライン）を用いることが多く、気温が0℃以下になる地域では、二次側においても不凍液が使用されます。そのため、空調システムに影響する項目だけでなく、環境負荷に関する項目を実証項目としました。

これらの実証項目は、熱媒循環部と同じく、実証申請者から提出された資料（カタログ）により、その製造物の規格・性能または製造業者の品質管理システム等を確認した場合、「参考項目」として取り扱います。

表3-7：熱媒の実証項目

実証項目	内容
腐食性	メンテナンス性を示す項目。「JIS K 2234 不凍液」の試験方法での結果を記載する。
粘性	熱媒の粘度が高くなると、地中熱・下水等専用ヒートポンプの動力に負荷が増大し、消費電力の上昇につながる。消費電力の上昇は、空調システムのエネルギー効率（COP）の低下を招く。空調システムの性能に影響する項目である。
比熱	実証単位（A）システム全体の実証試験では熱媒の温度を測定しており、それを熱量に換算するために必要な項目である。
引火性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。
毒性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。
生分解性／残留性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」は、本実証事業ウェブサイト内の「この事業のしくみ」中の「実証試験要領」及び「関連資料アーカイブ」より、ご覧いただくことができます。

Ⅳ．平成 26 年度実証試験結果について

平成26年度は、手数料徴収体制※で実施しました。※P50「（1）事業の実施体制」参照。

■実証を実施した機関

【実証機関】

〇特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会

【実証運営機関】

〇株式会社　エックス都市研究所

■ 実証試験結果報告書全体概要の見方

本書では、対象技術別に実証試験結果報告書（詳細版）の内、全体概要の部分（概要版）を掲載しています。ここでは、「実証単位（A）システム全体」の実証試験結果報告書（概要版）を例にとり、各項目の説明や見方を紹介します。

なお、実証試験における測定機器の構成、測定条件、数値計算内容及び測定結果等の詳細情報は、実証試験結果報告書（詳細版）で確認することができます。また、同報告書の詳細版は、環境技術実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」（http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01）からPDFファイルをダウンロードすることができます。

（１）１ページ目

環境技術実証事業ロゴマーク

１つの実証済技術に対し、１つの実証番号を付した個別ロゴマークを１ページ目に貼付してあります。同じ個別ロゴマークが、実証申請者に交付されています。

実証対象技術の紹介

実証の対象となる技術の名称（この例では、実証単位（A）の技術名）、実証申請者、実証単位、実証機関（実証試験を行った第三者機関）及び実証試験期間を記載しています。

実証対象技術の概要

実証対象技術（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム全体）の原理と実証試験を実施した施設の概要を記載しています。

実証試験時のシステムの全体構成

実証対象技術が設置された施設敷地内における（一部）設備の位置関係等や設置された測定器を含むシステム構成図を次ページ以降に記載しています。（次ページへ続く）

実証単位（A）システム全体（H26）　山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム
株式会社秀建コンサルタント

環境技術実証事業 ETV 環境省

ヒートアイランド対策技術分野
実証番号　052 - 1401
第三者機関が実証した性能を公開しています　実証年度 H 26
www.env.go.jp/policy/etv

○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	株式会社秀建コンサルタント
実証単位	（A）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 26 年 7 月 25 日～平成 27 年 2 月 1 日　（現地計測期間）

1．実証対象技術の概要

1.1　原理

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を採取して、冷房や暖房に利用するシステムである。地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地中熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては、冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。本実証対象技術は、地震に際して発生する液状化現象を抑制するためのグラベルドレーンを、地中熱交換井としても利用した、日本で最初のものである。

1.2　実証試験の環境

実証試験の実施施設の概要を表１に示す。

表１ 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設名：　道の駅「とよとみ」　交流促進センター 施設所在地：　山梨県中央市浅利 1010-1 施設の用途：　レストラン及びふるさと紹介コーナー
施設の規模および空調方式	鉄筋コンクリート平屋建 レストラン及びふるさと紹介コーナー（仕切りのない一区画） 空調面積：229m²　（天井高さ　平均約 4m） 空調システム：地中熱源と空気熱源を併設。
地質データ	実証試験場所の地盤柱状図がある。砂礫と細砂の互層。
地下水状況	地下水位：－3.29m。

1.3　実証試験時のシステムの全体構成

最近、地震に伴う地盤の液状化対策が注目を集めており、この液状化対策のための工法の一つとして、グラベルドレーン工法がある。

このグラベルドレーン工法は、地盤に深さ 10m 前後、直径数 10cm の孔を、数 m 間隔のグリッド状

（２）２ページ目

実証試験時のシステムの全体構成（前ページからの続き）

実証試験を実施する施設敷地内における実証対象技術（地中熱交換井の部分）の設置位置についてを図1に、地中熱交換井の構造についてを図2に、それぞれ記載しています。（次ページへ続く）

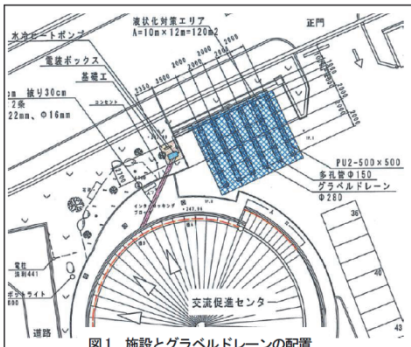


図1　施設とグラベルドレーンの配置

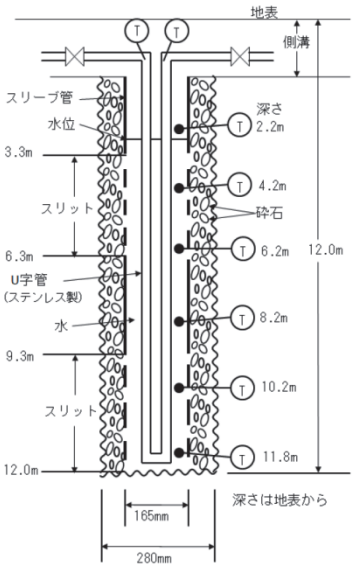


図2　地中熱交換井の構造概要

に数本から数百本掘削して、その中に砕石や砂利（グラベル）を充填し、地震の揺れに際して上昇する地盤の間隙水圧を消散することによって液状化被害を抑制するものである。

「グラベルドレーン」とは、このグラベルドレーン工法に用いられる孔のことを指し、グラベルドレーンの中には通常地下水が自由に出入りしており、これを地中熱交換井として用いれば、高性能の地中熱交換井になることが期待され、また、グラベルドレーンは、地震発生時の液状化対策以外、特に他に用途はないので、平常時はこれを地中熱交換井として利用できるので、地中熱交換井設置費用の削減も期待される。

本実証対象技術は、このグラベルドレーンを、地中熱交換井として用いた地中熱利用冷暖房システムであり、実用的システムとしては日本で最初のものである。

地中熱交換井の構造概要を図２に示す。本実証対象技術のグラベルドレーンを利用した地中熱交換井は、合計25本あり、それぞれ深さ12m、直径28cmで、孔内には直径16.5cmの鋼管製のスリーブ管（スリット付）が入っていて、スリーブ管と孔外壁の間（アニュラス部）はグラベルで充填されている。また、スリーブ管の中は中空で地下水が自由に出入りでき、そこにステンレス製のU字管が入っている。

システム全体の概要を図３（次頁）に示す。実証対象技術のシステム全体は、地中熱交換井、循環ポンプ、ヒートポンプ、室内機等で構成されている。また、実証対象技術のシステム構成の概要を表２（次頁）に示す。

（3）3ページ目

実証試験時のシステムの全体構成（前ページからの続き）

実証対象技術の全体概要について図3に、そのシステム構成について表2に、それぞれ記載しています。

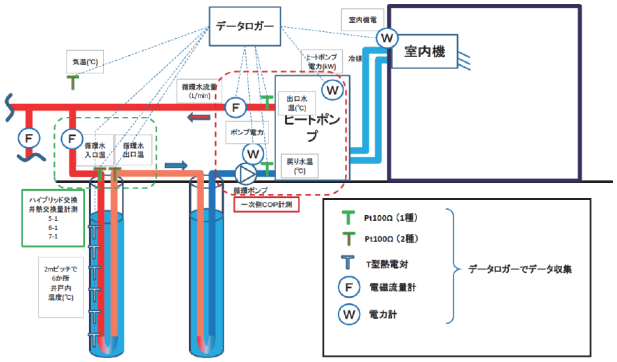


図3　実証対象技術の全体概要

表2　実証対象技術のシステム構成

システム構成	仕様概要
地中熱交換井	・深度および本数：深度 12m×25 本。2m 間隔。掘削坑径：280mm。 ・スリーブ管(スリット管)：STK-400 炭素鋼管径 165.2mm。肉厚 5mm。 ・掘削裸坑とスリーブ管の間隙はグラベルで充填。 ・U 字管：ステンレス SUS304TPA×t3.0 製、外径 34mm、肉厚 3.0mm、シングルで挿入。挿入長　12m。 地中熱交換井は、3 本直列が 5 列、2 本直列が 5 列で、合計 10 系統である。 ・地下水位：　−3.29m
循環ポンプ	・製品名：テラル株式会社製　LP40A5.25　　1 台。 ・揚程：4 m、吐出し量：0.15m³/min
地中熱用ヒートポンプ	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱利用型水冷式ビル用マルチ空調システム　ZP3-WS280-T ・冷房能力：28.0kW、暖房能力：31.5kW ・台数：1 ・制御方式：インバータ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2 次側直膨式
熱媒	・一次側：　ショーワ株式会社製　ショウブライン PFP 35%希釈液
室内機	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱利用型水冷式ビル用マルチ空調システム 室内ユニット　ZPI-SS112F ・冷房能力：11.2kW、暖房能力：12.5kW ・台数：2

（4）４ページ目

実証試験の概要

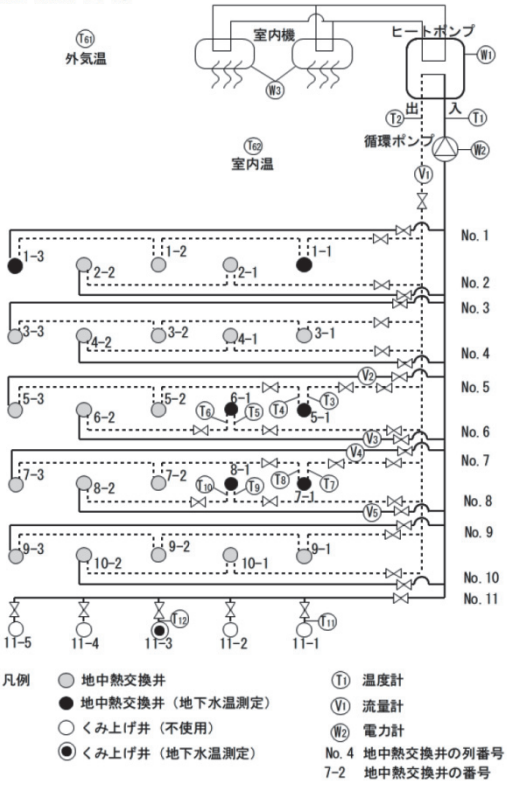
図3（前ページ）に示した測定箇所の概略をより詳細（地中熱交換井毎）に図4に示しています。

（次ページへ続く）

2．実証試験の概要

2.1　システム全体の実証試験

システム全体の実証試験の測定箇所は、概念を図３（前頁）に、詳細を図４に示す。測定項目と測定機器は表３（次頁）に示す。



※図中に示した外気温等の測定項目を表す記号（T_{61}等）は表３（次頁）のものに対応する。これらの測定データは、データロガーで記録した。

図４　実証試験実施設備と計測器の配置

（5）5ページ目

実証試験の概要
（前ページからの続き）

システム全体の実証試験における測定箇所の詳細について、表3に示す各測定項目について測定しました。測定に使用した測定機器についても表3中に示しています。

表3　測定項目と測定機器

	測定項目	記号	測定箇所数	測定機器
必須の測定	(1) 一次側（地中熱熱交換井～ヒートポンプ）			
	①熱媒温度（ヒートポンプ入口）	T1	1	測温抵抗体
	②熱媒温度（ヒートポンプ出口）	T2	1	測温抵抗体
	③熱媒流量　（ヒートポンプ出口主配管）	V1	1	電磁流量計
	④電力量（ヒートポンプ）	W1	1	CT 電力変換器
	⑤電力量（熱媒循環ポンプ）	W2	1	CT 電力変換器
任意の測定	(2) 一次側			
	⑥熱媒温度（地中熱交換器出口と入口）	T3～T8	6	測温抵抗体
	⑦熱媒流量（分岐配管入口）	V2～V5	4	電磁流量計
	⑧地下水温（地中熱交換井内　2m 深度毎）	T11～T52	42	T 型熱電対
	(3) 二次側			
	⑨電力量（室内機２台）	W3	1	CT　電力計
	(4) 環境側			
	⑩外気温度	T61	1	測温抵抗体
	⑪室内温湿度	T62	3	温湿度ロガー
	⑫地下水位		1	圧力式水位計
	(5) 空気熱源エアコン（3 系統）			
	⑬熱源機の消費電力量（3 系統合計）		1	CT 電力変換器

※全ての測定項目は１日 24 時間、１分間隔で測定した。
なお、測定項目を表す記号（T_1 等）は図４（前頁）中のものに対応する。これらの測定データはデータロガーで記録した。

実証試験結果

・システム全体の実証項目【実証単位（A）】

実証試験要領に実証項目として規定している項目（必須及び任意項目）について、各計測期間（冷房及び暖房期間）の試験を行い、その結果を表4に示しました。

なお暖房期間の結果については、欠測期間が34日（全暖房期間の20%以上※）となったため、参考値として示しています。

※実証試験要領（平成27年5月11日改定）P31,第7章2.3(5)「測定周期と測定期間」参照。

実証対象技術の性能の高さは、地中への排熱量のみでなく、システムエネルギー効率も加味される。従って、本技術の性能は、表4中の「a.冷房期間のシステムエネルギー効率」と「c.冷房期間の地中への排熱量」の両方の値から総合的に評価されることになる。

（次ページへ続く）

３．実証試験結果

3.1　システム全体の実証項目

システム全体の実証試験の結果の要約を表４に示す。

表４　システム全体の実証項目の試験結果の要約

項　目			試験結果
システム全体の実証項目	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率※	3.51
		b. 冷房期間のシステム消費電力※	5.21kW
		c.　冷房期間の地中への排熱量	22.86kW
	任意項目	d. 実証試験期間の平均システムエネルギー効率 COP_{ETV}※※	3.40（参考値）
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率※	3.09（参考値）
		f. 暖房期間のシステム消費電力※	4.22kW（参考値）
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	9.66kW（参考値）

※　システムエネルギー効率、システム消費電力は、ヒートポンプと１次側循環ポンプを含む。
※※　COP_{ETV} は、環境技術実証（ETV）事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

（6）6ページ目

実証試験結果
（前ページからの続き）

・実証項目以外の試験結果を参考項目とし、「ヒートポンプ単独のCOP」と「地中熱交換井の1メートル当たりの熱交換量」を表5に示しました。
　なお、暖房期間の結果は、実証項目の場合と同様の理由で参考値として示しました。

・その他の実証項目【実証単位（C）】
　地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験（TRT）によって実証項目（地中熱交換井の熱抵抗、土壌部分の熱伝導率）を求める項目ですが、TRTが出来なかったため、地質データで代替しました。TRTが出来なかった理由については、実証試験結果報告書（詳細版）本編6.6.1を参照して下さい。

　熱媒循環部（U字管）及び熱媒の実証項目は、メーカーのカタログから抜粋し、参考項目として示しました。
（次ページへ続く）

表5　実証項目以外の試験結果（参考項目）

項　目	試験結果	
	冷房期間	暖房期間
①ヒートポンプ単独の COP	4.04	3.68（参考値）
②地中熱交換井の１メートル当たりの熱交換量	75.6W/m	32.2W/m（参考値）

なお、実証試験要領に実証項目として規定される必須項目及び任意項目の試験は、以下の期間で行った。
（現地計測期間：平成 26 年 7 月 25 日～平成 27 年 2 月 1 日）
・冷房期間：平成 26 年 7 月 25 日～平成 26 年 9 月 30 日
・暖房期間：平成 26 年 11 月 13 日～平成 27 年 1 月 10 日
ただし、暖房期間では欠測が 34 日間に及んだため、暖房期間の計測は、1 月 10 日で終了とし、解析結果は任意項目としては示せないため参考値として示した。*

＊「実証試験要領（平成 26 年 5 月 1 日付）p.31　※任意項目における測定期間の規定」参照

3.2　その他の実証項目

実証単位(A)の実証試験では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すこととなっている。
なお、熱媒循環部と熱媒のデータは既存資料から引用したので、実証試験要領**の規定に基づき、参考項目として示す。
＊＊平成 26 年 5 月 1 日付、p.36　表 11 及び表 12 の「実証方法」参照。
（本報告書 p.12 本編 1．4　表 1-3、表 1-4 の「実証方法」も同様。）

(1)　地中熱交換部全体の実証項目

地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験（TRT）によって、地中熱交換井の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を示す項目であるが、現地の状況から TRT ができなかったので、規定により代替の地質データを示した（本編　「6.1 地中熱交換部全体の実証項目」参照 ）。

(2)　熱媒循環部（U字管）の参考項目

使用したU字管は、ステンレス SUS304TPA×t3.0 製、外径 34mm、肉厚 3.0mm である。

表 6　熱媒循環部の実証項目（参考項目）

項　目	実証内容
c. 熱伝導率	15[W/(m・K)]（0℃）である。(理科年表平成 26 年度版)
d. 耐腐食性	U 字管としての耐腐食性の資料はない。
e. 耐圧性	U 字管としての耐圧性の資料はない。

《参考》ポリエチレンの熱伝導率：0.25～0.34[W/(m・K)]（0℃における）

(3)　熱媒の参考項目

表 7　熱媒の概要

製品名	ショウブライン PFP
主成分	プロピレングリコール 62～64%
製造・販売事業者	ショーワ株式会社
実使用の条件	ショウブライン PFP を 35%に希釈して使用。

実証試験要領に規定される熱媒の参考項目を、既存資料によって表 8（次頁）に示す。
この情報は、実使用で希釈する前の、ショウブライン PFP の製品としての性質である。

（7）7ページ目

実証試験結果
（前ページからの続き）

・その他の実証項目【実証単位（C）】
　熱媒の実証項目は、メーカーのカタログから抜粋し、参考項目として示しました。

表8　熱媒の実証項目（参考項目）及び実証内容

項　目	実証内容
f. 腐食性	表9参照
g. 粘性	図5参照
h. 比重	図5参照
i. 比熱	図5参照
j. 引火性	常温では燃え難いが、加熱により引火することがある。
k. 毒性	極めて弱い
l. 生分解性／残留性	残留性はなく分解は良好である。

表9　熱媒ショウブライン PFP の腐食性

試験方法：JIS K 2234（不凍液）に準拠する。ただし、各金属間はポリエチレンスペーサーで絶縁した。
条　件・温度、濃度　−10℃ …… 50vol%
20℃ …… 50vol%
88℃ …… 50vol%
・通気量　100mℓ/min（−10℃の場合、通気なし）
・時　間　336hr

試験片 ＼ 希釈液 濃度	腐食量（mg/cm²） JIS調合水*希釈 −10℃	20℃	+88℃
銅	−0.01	−0.02	−0.06
黄銅	−0.01	−0.02	−0.04
鋼	+0.01	−0.01	−0.04
鋳鉄	−0.01	−0.02	−0.05
ステンレス（SUS304）	−0.00	−0.01	−0.01

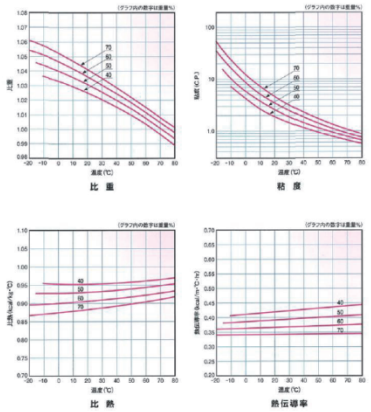


図5　ショウブライン PFP の粘性、比重、比熱

（8）８ページ目

実証対象技術の設置状況の写真

本実証対象技術は、空調対象施設（交流促進センター）横の駐車スペースに地中熱交換井として利用するグラベルドレーン25本を2mの間隔で掘削し、熱媒循環部（U字管）を挿入・設置後、ヒートポンプユニットと接続されている。

また施設内（レストラン・ふるさと紹介コーナー）設置のファンコイルユニットとヒートポンプユニットが接続されている。

屋外側のシステム全体の配置の様子を写真1に、そのうち、熱媒循環ポンプ、ヒートポンプ等の配置の状況を写真2に、また、地中熱交換井の口元の状況を写真3、レストラン内の状況を写真4に、それぞれ掲載しています。

4．実証対象技術の設置状況の写真

写真１　実証対象技術の全景

写真２　地中熱ヒートポンプと循環ポンプ

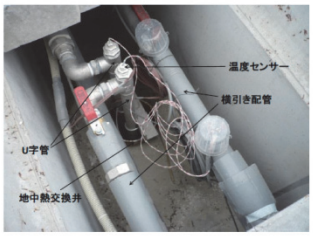


写真３　地中熱交換井の口元

写真４　地中熱利用冷暖房をしているレストラン

（9）９ページ目

このページに示された情報は、実証試験の結果とは関わりなく、実証申請者の責任において提供されたその年度時のものです。実証試験によって得られた情報ではありません。

また、環境省及び実証機関は、この内容に関して一切の責任を負いません。

ここに書かれた情報に関するお問合せは、最新の連絡先をご確認の上、実証申請者まで直接ご連絡をお願いします。

〇実証対象技術の概要

実証申請者より申請された実証対象技術に関する情報が示されています。

・実証対象技術の製品名・型番：実証対象技術の販売時の製品名、型番。
・連絡先：実証対象技術の製造（販売）企業の連絡先（実証申請者の申請時の連絡先）。
・設置条件：実証申請者により申請された実証対象技術が対応する建築物及び留意点等。
・メンテナンスの必要性・耐候性・製品寿命など：実証申請者により申請されたメンテナンス情報及び耐用年数等。
・施工性：実証対象技術を施工上の特徴、留意点及び制約条件等。
・コスト概算：実証対象技術の材料費・工事費・設備等を記載。

実証単位（A）システム全体（H26）　山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム
株式会社秀建コンサルタント

（参考情報）

項目		実証申請者または開発者　記入欄
実証対象技術名		山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム （英文表記：Ground-source heat pump system using gravel dlane of liquefaction countermeasure at the Michinoeki "Toyotomi" , Chuo City, Yamanashi Prefecture ）
製品名・型番		—
製造（販売）企業名		株式会社秀建コンサルタント （英文表記：Shuuken Consultants Co., Ltd. ）
連絡先	TEL／FAX	TEL：055-273-5625　　FAX：055-273-5966
	ウェブサイトアドレス	http://e-shuuken.jp/
	E-mail	shuuken@d5.dion.ne.jp
設置条件		液状化対策(グラベルドレーン工法)との併用
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		メンテナンス：　通常の装置と同様 コスト：　掘削を液状化対策と兼用(当施設は実験施設のため割高) 対候性・寿命：　通常の設備と同様
施工性		良好
コスト概算		イニシャルコスト

機　器	数量	建設費
グラベルドレーン（液状化対策用の孔の工事）	1 式	約 650 万円
地中熱交換部（スリーブ管、U 字管等地中熱利用のための追加的工事）	1 式	約 250 万円
ヒートポンプ(含配管・配線)	1 式	約 500 万円
合　計		約 1400 万円

○ その他実証申請者または開発者からの情報

本工法は、液状化対策であるグラベルドレーン工法との併用工法ですが、U チューブ周辺の水の移動が自由な構造となるため、対流による熱の伝播が熱交換の基本原理となります。したがって、これまでにない新しいタイプの地中熱交換井です。地中熱の利用・液状化対策共に今後増々重要度が増し、普及発展が期待される分野です。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

〇その他実証申請者からの情報

製品データの項目以外に環境技術開発者（実証申請者）より申請された、実証対象機器に関する情報を記載。

■ 実証試験結果報告書（全体概要）

実証機関	実証単位	実証申請者	実証対象技術	実証試験期間	実証番号	掲載ページ
特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会	実証単位(A) システム全体	株式会社 秀建コンサルタント	山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム	平成 26 年 7 月 25 日～平成 27 年 2 月 1 日	052-1401	25
		株式会社 日本地下技術	鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム	平成 26 年 7 月 14 日～平成 27 年 2 月 1 日	052-1402	34
	実証単位(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	MDI 株式会社	MDI 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W	平成 26 年 11 月 23 日、11 月 26 日	052-1403	42

＜実証機関連絡先＞

〇特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会　実証機関事務局

〒167-0051　東京都杉並区荻窪５丁目29番20号パシフィックアークビル５階

TEL/FAX：03-3391-7836

E-mail：geohpaj@geohpaj.org

URL：http://www.geohpaj.org/

＜実証運営機関連絡先＞

〇株式会社　エックス都市研究所

〒171-0033　東京都豊島区高田２丁目１７番２２号

TEL：03-5956-7503

FAX：03-5956-7523

URL：http://www. exri.co.jp/

※次ページ以降、各実証対象技術の実証試験結果報告書の全体概要（概要版）を実証番号の小さいものから順番に示します。

環境技術実証事業 ETV 環境省

ヒートアイランド対策技術分野
実証番号　052 - 1401
第三者機関が実証した性能を公開しています　実証年度 H 26
www.env.go.jp/policy/etv

○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	株式会社秀建コンサルタント
実証単位	（A）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 26 年 7 月 25 日～平成 27 年 2 月 1 日　（現地計測期間）

1．実証対象技術の概要

1.1　原理

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を採取して、冷房や暖房に利用するシステムである。地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地中熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては、冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。本実証対象技術は、地震に際して発生する液状化現象を抑制するためのグラベルドレーンを、地中熱交換井としても利用した、日本で最初のものである。

1.2　実証試験の環境

実証試験の実施施設の概要を表 1 に示す。

表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設名：　道の駅「とよとみ」　交流促進センター 施設所在地：　山梨県中央市浅利 1010-1 施設の用途：　レストラン及びふるさと紹介コーナー
施設の規模 および空調方式	鉄筋コンクリート平屋建 レストラン及びふるさと紹介コーナー（仕切りのない一区画） 空調面積：229m²　（天井高さ　平均約 4m） 空調システム：地中熱源と空気熱源を併設。
地質データ	実証試験場所の地盤柱状図がある。砂礫と細砂の互層。
地下水状況	地下水位：－3.29m。

1.3　実証試験時のシステムの全体構成

最近、地震に伴う地盤の液状化対策が注目を集めており、この液状化対策のための工法の一つとして、グラベルドレーン工法がある。

このグラベルドレーン工法は、地盤に深さ 10m 前後、直径数 10cm の孔を、数 m 間隔のグリッド状

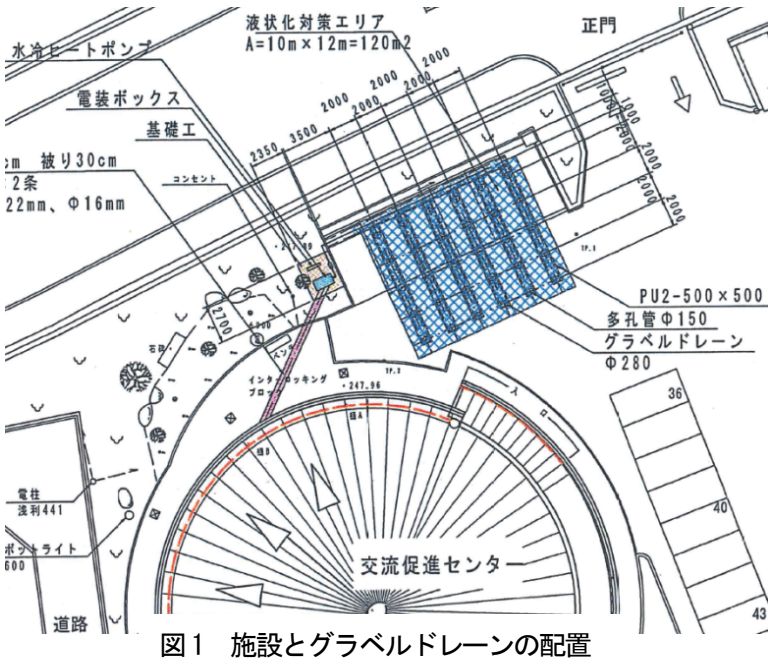


図１　施設とグラベルドレーンの配置

に数本から数百本掘削して、その中に砕石や砂利(グラベル)を充填し、地震の揺れに際して上昇する地盤の間隙水圧を消散することによって液状化被害を抑制するものである。

「グラベルドレーン」とは、このグラベルドレーン工法に用いられる孔のことを指し、グラベルドレーンの中には通常地下水が自由に出入りしており、これを地中熱交換井として用いれば、高性能の地中熱交換井になることが期待され、また、グラベルドレーンは、地震発生時の液状化対策以外、特に他に用途はないので、平常時はこれを地中熱交換井として利用できるので、地中熱交換井設置費用の削減も期待される。

本実証対象技術は、このグラベルドレーンを、地中熱交換井として用いた地中熱利用冷暖房システムであり、実用的システムとしては日本で最初のものである。

地中熱交換井の構造概要を図２に示す。本実証対象技術のグラベルドレーンを利用した地中熱交換井は、合計25本あり、それぞれ深さ12m、直径28cmで、孔内には直径16.5cmの鋼管製のスリーブ管（スリット付）が入っていて、スリーブ管と孔外壁の間（アニュラス部）はグラベルで充填されている。また、スリーブ管の中は中空で地下水が自由に出入りでき、そこにステンレス製のU字管が入っている。

システム全体の概要を図３（次頁）に示す。実証対象技術のシステム全体は、地中熱交換井、循環ポンプ、ヒートポンプ、室内機等で構成されている。また、実証対象技術のシステム構成の概要を表２（次頁）に示す。

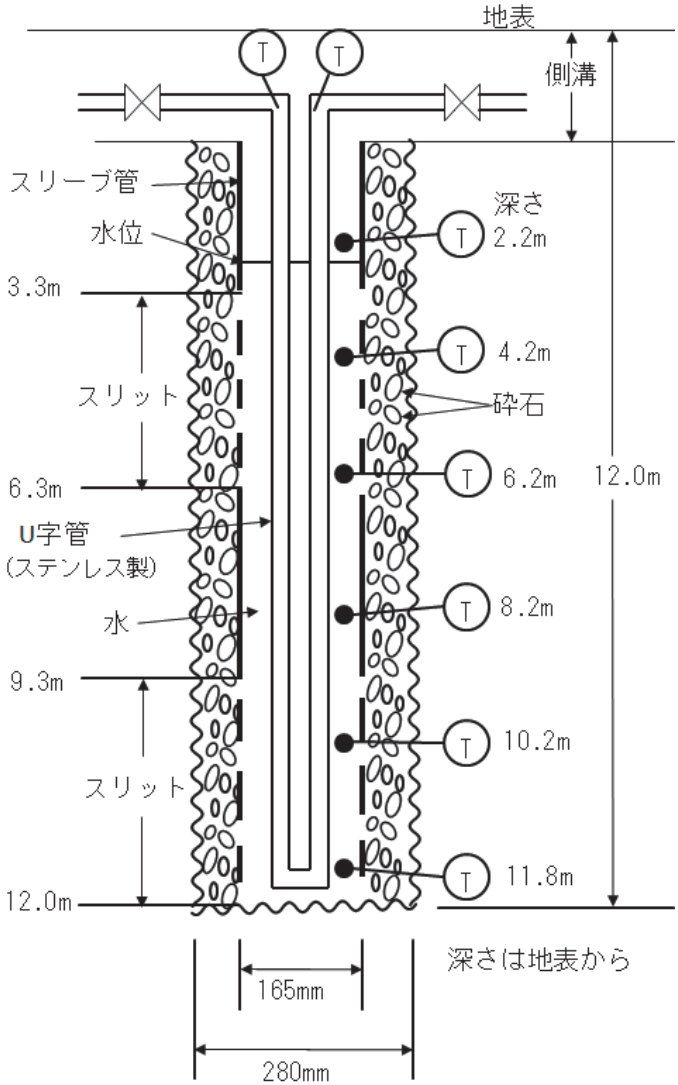


図２　　地中熱交換井の構造概要

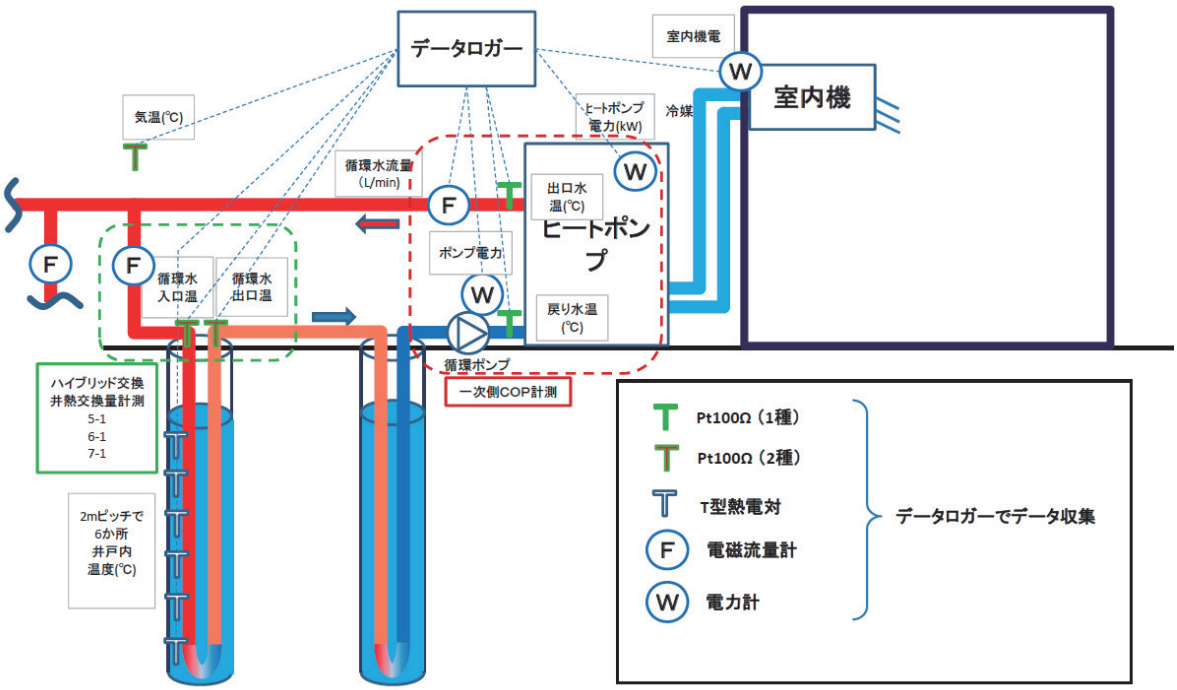


図３　実証対象技術の全体概要

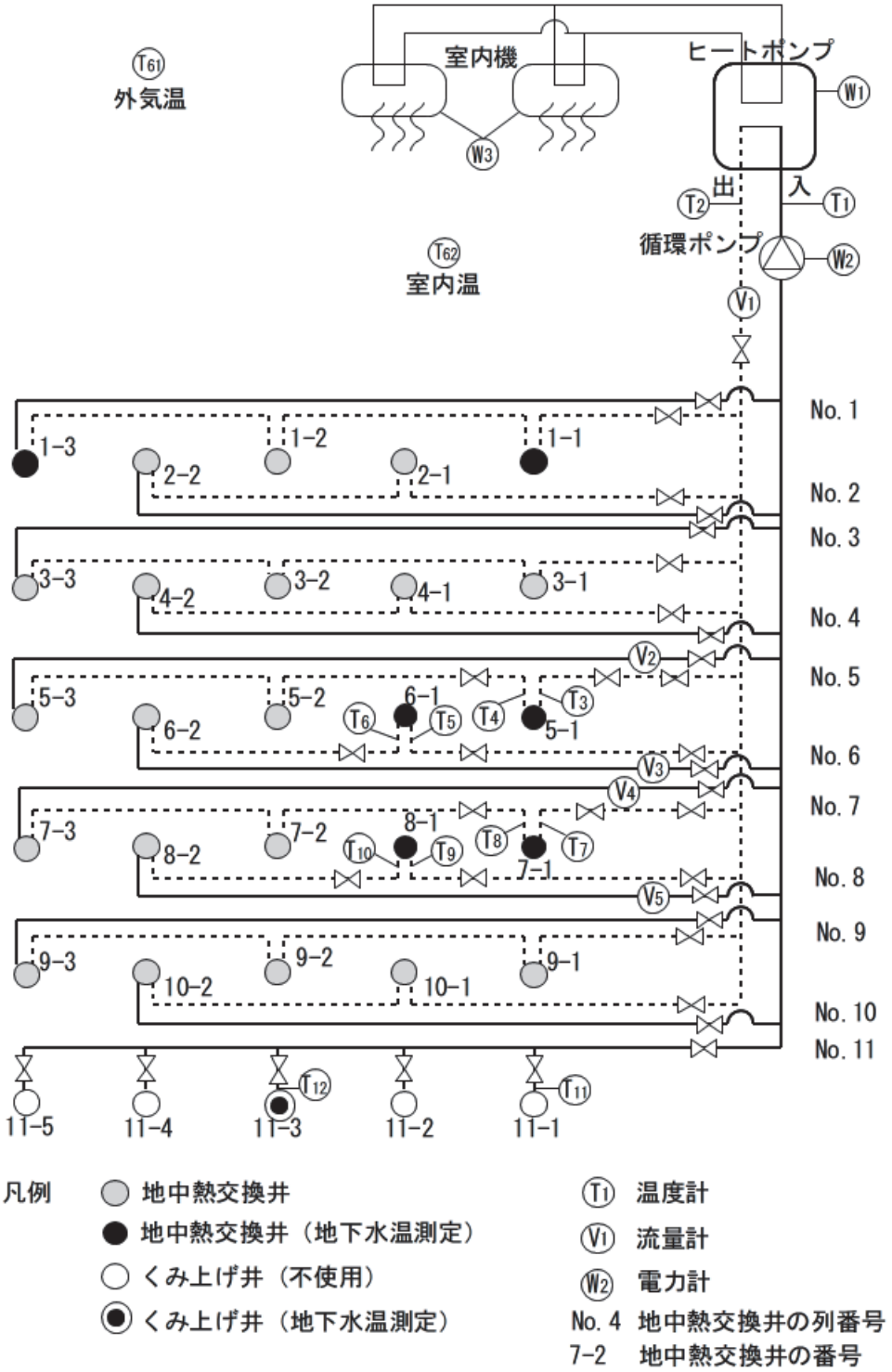
表２　実証対象技術のシステム構成

システム構成	仕様概要
地中熱交換井	・深度および本数：深度 12m×25 本。2m 間隔。掘削坑径：280mm。 ・スリーブ管(スリット管)：STK-400 炭素鋼管径 165.2mm。肉厚 5mm。 ・掘削裸坑とスリーブ管の間隙はグラベルで充填。 ・U 字管：ステンレス SUS304TPA×t3.0 製、外径 34mm、肉厚 3.0mm、 シングルで挿入。挿入長　12m。 地中熱交換井は、3 本直列が 5 列、2 本直列が 5 列で、合計 10 系統である。 ・地下水位：　－3.29m
循環ポンプ	・製品名：テラル株式会社製　LP40A5.25　　1 台。 ・揚程：4 m、吐出し量：0.15m³/min
地中熱用 ヒートポンプ	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱利用型水冷式ビル用マルチ空調システム　ZP3-WS280-T ・冷房能力：28.0kW、暖房能力：31.5kW ・台数：1 ・制御方式：インバータ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2 次側直膨式
熱媒	・一次側：　ショーワ株式会社製　ショウブライン PFP 35%希釈液
室内機	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱利用型水冷式ビル用マルチ空調システム 室内ユニット　ZPI-SS112F ・冷房能力：11.2kW、暖房能力：12.5kW ・台数：2

２．実証試験の概要

2.1　システム全体の実証試験

システム全体の実証試験の測定箇所は、概念を図３（前頁）に、詳細を図４に示す。測定項目と測定機器は表３（次頁）に示す。



※図中に示した外気温等の測定項目を表す記号（T_{61}等）は表３（次頁）のものに対応する。これらの測定データは、データロガーで記録した。

図４　実証試験実施設備と計測器の配置

表３　測定項目と測定機器

	測定項目	記号	測定箇所数	測定機器
必須の測定	(1) 一次側（地中熱熱交換井～ヒートポンプ）			
	①熱媒温度（ヒートポンプ入口）	T1	1	測温抵抗体
	②熱媒温度（ヒートポンプ出口）	T2	1	測温抵抗体
	③熱媒流量　（ヒートポンプ出口主配管）	V1	1	電磁流量計
	④電力量（ヒートポンプ）	W1	1	CT 電力変換器
	⑤電力量（熱媒循環ポンプ）	W2	1	CT 電力変換器
任意の測定	(2) 一次側			
	⑥熱媒温度（地中熱交換器出口と入口）	T3～T8	6	測温抵抗体
	⑦熱媒流量（分岐配管入口）	V2～V5	4	電磁流量計
	⑧地下水温（地中熱交換井内　2m 深度毎）	T11～T52	42	T 型熱電対
	(3) 二次側			
	⑨電力量（室内機２台）	W3	1	CT　電力計
	(4) 環境側			
	⑩外気温度	T61	1	測温抵抗体
	⑪室内温湿度	T62	3	温湿度ロガー
	⑫地下水位		1	圧力式水位計
	(5) 空気熱源エアコン（3 系統）			
	⑬熱源機の消費電力量（3 系統合計）		1	CT 電力変換器

※全ての測定項目は１日 24 時間、１分間隔で測定した。

なお、測定項目を表す記号（T_1 等）は図４（前頁）中のものに対応する。これらの測定データはデータロガーで記録した。

３．実証試験結果

3.1　システム全体の実証項目

システム全体の実証試験の結果の要約を表４に示す。

表４　システム全体の実証項目の試験結果の要約

項　目			試験結果
システム全体の実証項目	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率※	3.51
		b. 冷房期間のシステム消費電力※	5.21kW
		c.　冷房期間の地中への排熱量	22.86kW
	任意項目	d. 実証試験期間の平均システムエネルギー効率 COP_{ETV}※※	3.40（参考値）
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率※	3.09（参考値）
		f. 暖房期間のシステム消費電力※	4.22kW（参考値）
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	9.66kW（参考値）

※　システムエネルギー効率、システム消費電力は、ヒートポンプと１次側循環ポンプを含む。

※※　COP_{ETV} は、環境技術実証（ETV）事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

表５　実証項目以外の試験結果（参考項目）

項　目	試験結果	
	冷房期間	暖房期間
①ヒートポンプ単独の COP	4.04	3.68（参考値）
②地中熱交換井の１メートル当たりの熱交換量	75.6W/m	32.2W/m（参考値）

なお、実証試験要領に実証項目として規定される必須項目及び任意項目の試験は、以下の期間で行った。
（現地計測期間：平成 26 年 7 月 25 日～平成 27 年 2 月 1 日）
・冷房期間：平成 26 年 7 月 25 日～平成 26 年 9 月 30 日
・暖房期間：平成 26 年 11 月 13 日～平成 27 年 1 月 10 日
ただし、暖房期間では欠測が 34 日間に及んだため、暖房期間の計測は、1 月 10 日で終了とし、解析結果は任意項目としては示せないため参考値として示した。*

＊「実証試験要領（平成 26 年 5 月 1 日付） p.31　※任意項目における測定期間の規定」参照

3.2　その他の実証項目

実証単位(A)の実証試験では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すこととなっている。
なお、熱媒循環部と熱媒のデータは既存資料から引用したので、実証試験要領**の規定に基づき、参考項目として示す。
＊＊平成 26 年 5 月 1 日付、p.36　表 11 及び表 12 の「実証方法」参照。
（本報告書 p.12 本編１.４　表 1-3、表 1-4 の「実証方法」も同様。）

(1) 地中熱交換部全体の実証項目

地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験（TRT）によって、地中熱交換井の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を示す項目であるが、現地の状況から TRT ができなかったので、規定により代替の地質データを示した（本編　「6.1 地中熱交換部全体の実証項目」参照 ）。

(2) 熱媒循環部（U字管）の参考項目

使用したU字管は、ステンレス SUS304TPA×t3.0 製、外径 34mm、肉厚 3.0mm である。

表６　熱媒循環部の実証項目（参考項目）

項　目	実証内容
c. 熱伝導率	15[W/(m・K)]（0℃）である。(理科年表平成 26 年度版)
d. 耐腐食性	U 字管としての耐腐食性の資料はない。
e. 耐圧性	U 字管としての耐圧性の資料はない。

《参考》ポリエチレンの熱伝導率：0.25～0.34[W/(m・K)]（0℃における）

(3) 熱媒の参考項目

表７　熱媒の概要

製品名	ショウブライン PFP
主成分	プロピレングリコール 62～64%
製造・販売事業者	ショーワ株式会社
実使用の条件	ショウブライン PFP を 35%に希釈して使用。

実証試験要領に規定される熱媒の参考項目を、既存資料によって表８（次頁）に示す。
この情報は、実使用で希釈する前の、ショウブライン PFP の製品としての性質である。

表８　熱媒の実証項目（参考項目）及び実証内容

項　目	実証内容
f.　腐食性	表９参照
g.　粘性	図５参照
h.　比重	図５参照
i.　比熱	図５参照
j.　引火性	常温では燃え難いが、加熱により引火することがある。
k.　毒性	極めて弱い
l.　生分解性／残留性	残留性はなく分解は良好である。

表９　　熱媒ショウブライン PFP の腐食性

試験方法：JIS K 2234(不凍液)に準拠する。ただし、各金属間はポリエチレンスペーサーで絶縁した。
条　　件・温度、濃度　－10℃ …… 50vol%
20℃ …… 50vol%
88℃ …… 50vol%
・通気量　100mℓ/min（－10℃の場合、通気なし）
・時　間　336hr

試験片 ＼ 希釈液 温度	腐食量(mg/cm²) JIS調合水※希釈		
	－10℃	20℃	+88℃
銅	－0.01	－0.02	－0.06
黄銅	－0.01	－0.02	－0.04
鋼	+0.01	－0.01	－0.04
鋳鉄	－0.01	－0.02	－0.05
ステンレス(SUS304)	－0.00	－0.01	－0.01

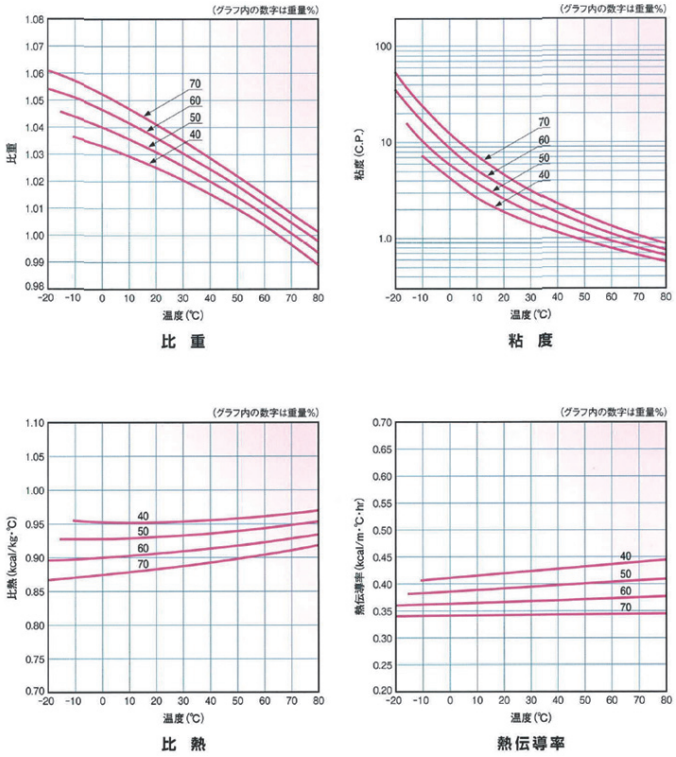


図５　ショウブライン PFP の粘性、比重、比熱

４．実証対象技術の設置状況の写真

写真１　実証対象技術の全景

写真２　地中熱ヒートポンプと循環ポンプ

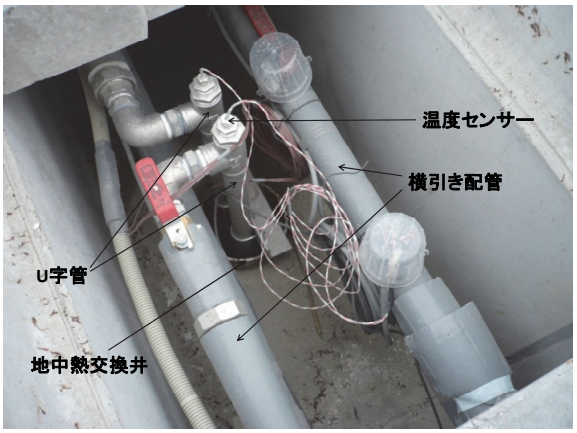


写真３　地中熱交換井の口元

写真４　地中熱利用冷暖房をしているレストラン

（参考情報）

項目		実証申請者または開発者　記入欄
実証対象技術名		山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム （英文表記:　Ground-source heat pump system using gravel dlane of liquefaction countermeasure at the Michinoeki “Toyotomi” , Chuo City, Yamanashi Prefecture　）
製品名・型番		—
製造（販売）企業名		株式会社秀建コンサルタント （英文表記:　Shuuken Consultants Co., Ltd.　）
連絡先	TEL／FAX	TEL：055-273-5625　　FAX：055-273-5966
	ウェブサイトアドレス	http://e-shuuken.jp/
	E-mail	shuuken@d5.dion.ne.jp
設置条件		液状化対策(グラベルドレーン工法)との併用
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		メンテナンス：　通常の装置と同様 コスト：　掘削を液状化対策と兼用(当施設は実験施設のため割高) 対候性・寿命：　通常の設備と同様
施工性		良好
コスト概算		イニシャルコスト

機　器	数量	建設費
グラベルドレーン（液状化対策用の孔の工事)	1 式	約 650 万円
地中熱交換部（スリーブ管、U 字管等地中熱利用のための追加的工事)	1 式	約 250 万円
ヒートポンプ(含配管・配線)	1 式	約 500 万円
合　計		約 1400 万円

○ その他実証申請者または開発者からの情報

本工法は、液状化対策であるグラベルドレーン工法との併用工法ですが、U チューブ周辺の水の移動が自由な構造となるため、対流による熱の伝播が熱交換の基本原理となります。したがって、これまでにない新しいタイプの地中熱交換井です。地中熱の利用・液状化対策共に今後増々重要度が増し、普及発展が期待される分野です。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

環境技術実証事業 ETV 環境省

ヒートアイランド対策技術分野
実証番号　052 - 1402
第三者機関が実証した性能を公開しています　実証年度 H 26
www.env.go.jp/policy/etv

○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	株式会社日本地下技術
実証単位	（A）システム全体
実証機関	特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 26 年 7 月 14 日～平成 27 年 2 月 1 日　（現地計測期間）

1．実証対象技術の概要

1.1　原理

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を採取して、冷房や暖房に利用するシステムである。地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地中熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては、冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

1.2　実証試験の環境

実証試験実施施設の概要を表 1 に示す。

表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施　設　名：株式会社日本地下技術　川内支店 施設所在地：鹿児島県薩摩川内市高城町 1621 番地 1 施設の用途：１階の事務室及び応接室
施設の規模 および空調方式	軽量鉄骨造２階建 空調面積：事務室：134m²、応接室：18m² 空調システム 地中熱ヒートポンプ：ゼネラルヒートポンプ工業製　地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム　冷房能力 33.5kW　1 台 地中熱空調用室内ユニット： 事務室：天井埋込型　冷房能力 16.0kW　2 台 応接室：壁掛け型　冷房能力 4.5kW　1 台 なお、1 階の社長室と 2 階は空気熱源エアコン
地質データ	敷地調査用のボーリング柱状図がある。地表から深度 26m は第四紀の礫層、砂層、シルト層、26m 以深は凝灰岩。
地下水状況	地下水位　－4.3m。

1.3　実証試験時のシステムの全体構成

本実証対象技術の地中熱交換井は、砕石を敷いた駐車場スペースの地中に、グリッド状に 4 本×3 列、合計 12 本が配置されており、隣り合う交換井同士の間隔は 4m である。12 本の各地中熱交換井には、シングルU字管が挿入され、熱媒の入口側と出口側の配管は、それぞれ入口側ヘッダと出口側ヘッダにまとめられて、ヒートポンプにつながっている。二次側（利用側）は直膨式で、ヒートポンプからは冷媒配管が室内機につながっている。

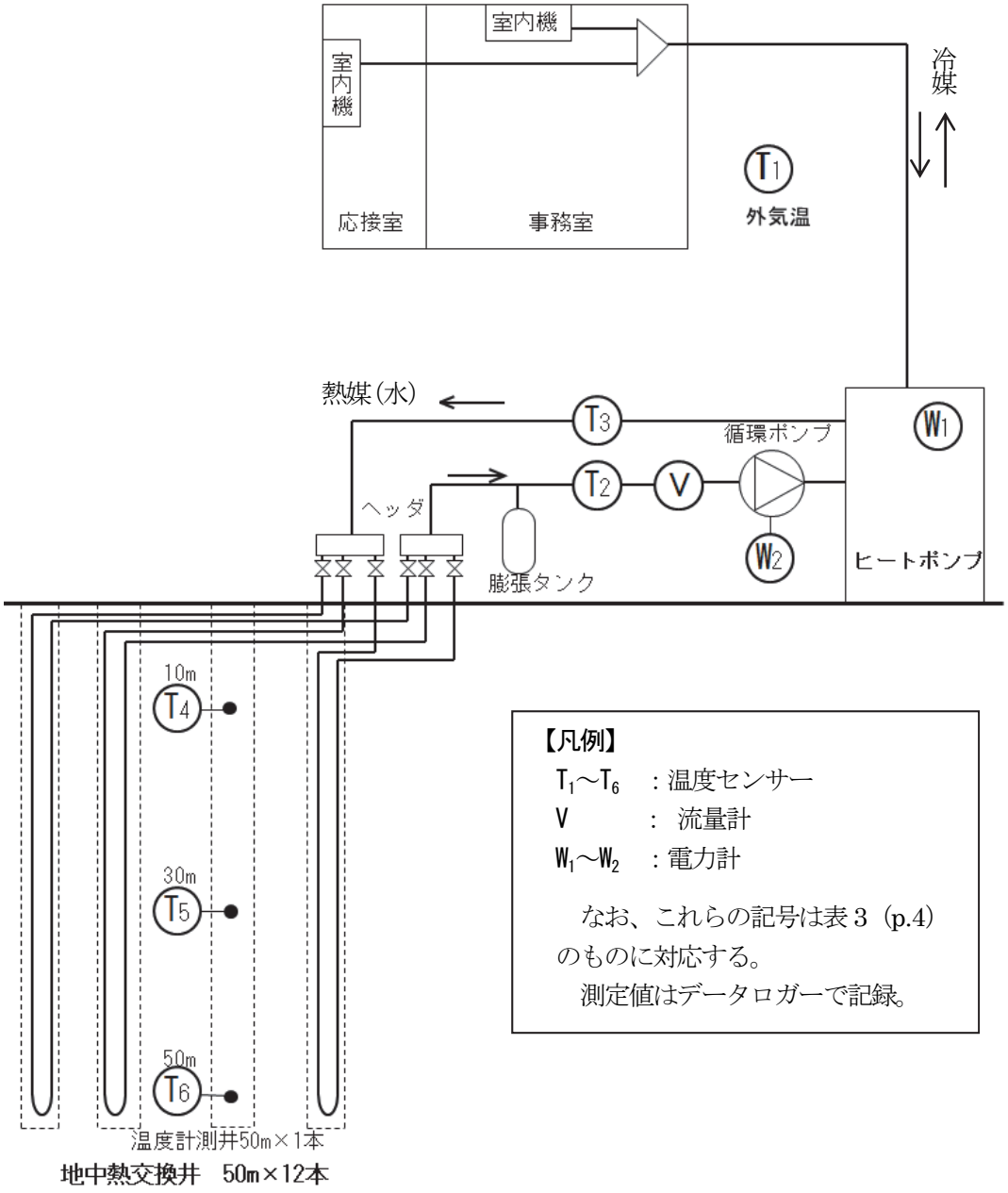


図 1　実証対象技術の概要

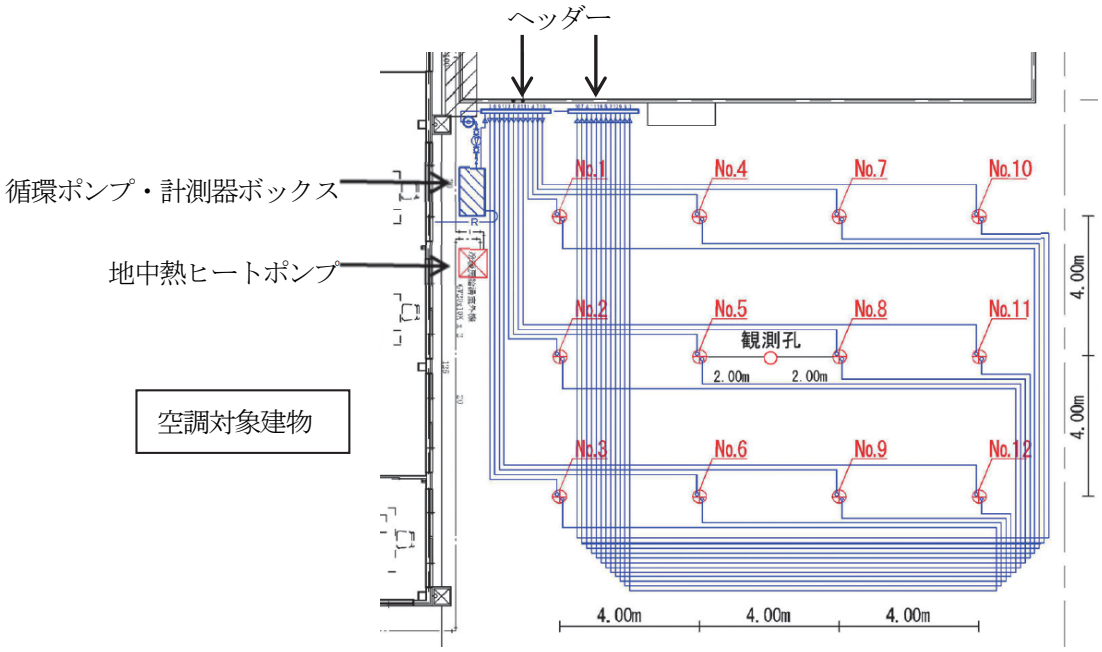


図２　地中熱交換井と配管の配置図

表２　実証対象技術のシステム構成

地中熱交換井	・深度および本数：深度 50m×12 本。4m 間隔、1 列に 4 本で 3 列。 ・掘削坑径：170mm（深度約 30m まで。ケーシング使用で掘削後ケーシング引き抜き済）、125mm（約 30m 以深） ・U 字管：イノアック住環境製　高密度ポリエチレン管 「Uポリパイ GUP-25A」　シングル、挿入長　51.15m。 ・充填材：砕石　径 2～5mm　　・地下水位：　4.3 m
循環ポンプ	・製品名：　テラル株式会社製　LP40A6.4　32A　　1 台。 ・能力：　100L/min×10m
地中熱用 ヒートポンプ	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム　ZP3-XS335-T ・水冷冷房能力：33.5kW、水冷暖房能力：37.5kW ・台数：1 ・制御方式：インバータ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2 次側直膨式
熱媒	・一次側：　水　　・二次側：　直膨式（冷媒）
室内機	・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム　室内ユニット 事務室：天井埋込型 4 方向吹出し　ZPI-S160F　冷房能力 16.0kW　2 台 応接室：壁掛型 ZPI-K45F　冷房能力 4.5kW　1 台
空冷と水冷の 切り替え	・非常時のみ空冷（自動または手動）（空冷か水冷かは、データロガーの保存記録から確認できる。）

２．実証試験の概要

2.1　システム全体の実証試験

システム全体の実証試験は、図１（p.2）に示す各計測器で測定された数値をデータロガーにて記録保存した。測定項目と測定機器は表３に示す。

表３　測定項目と測定機器

	測定項目	記号	測定箇所数	測定機器
必須	(1) 一次側（熱交換井～ヒートポンプ）			
	①熱媒温度（ヒートポンプ入口）	T_2	1	測温抵抗体
	②熱媒温度（ヒートポンプ出口）	T_3	1	測温抵抗体
	③熱媒流量　（ヒートポンプ入口主配管）	V	1	電磁流量計
	④電力量（ヒートポンプ）	W_1	1	CT 電力変換器
	⑤電力量（熱媒循環ポンプ）	W_2	1	CT 電力変換器
任意	(2) 一次側			
	⑩地中熱交換井内温度（約 10、30、50m 深）	T_4～T_6	3	測温抵抗体
	(3) 二次側			
	なし			
	(4) 環境側			
	⑪外気温度	T_1	1	測温抵抗体

※全ての測定項目は１日 24 時間、１分間隔で測定した。

３．実証試験結果

3.1　システム全体の実証項目

実証試験要領に実証項目として規定される必須項目及び任意項目の試験は、以下の期間で行った。

・実証試験期間（計測期間）：平成 26 年７月 14 日～平成 27 年２月１日
・冷房期間：平成 26 年７月 14 日～平成 26 年９月 30 日
・暖房期間：平成 26 年 11 月 18 日～平成 27 年２月１日

システム全体の実証試験結果を表４（次頁）に示す。

ヒートアイランド抑制に関する性能は、表４中の必須項目「ａ．冷房期間のシステムエネルギー効率」と「ｃ．冷房期間の地中への排熱量」の両方の値から総合的に評価される。

技術の性能の高さは、システムエネルギー効率も評価に加味され、地中への排熱量のみが当該技術の性能の高さを示すものではない。

表４　システム全体の実証項目試験結果の要約

項　目			試験結果
システム全体の実証項目	必須項目	a. 冷房期間のシステムエネルギー効率（ヒートポンプ、１次側循環ポンプを含む）	3.56
		b. 冷房期間のシステム消費電力（ヒートポンプ、１次側循環ポンプを含む）	2.30kW
		c.　冷房期間の地中への排熱量	9.80kW
	任意項目	d. 実証試験期間の平均システムエネルギー効率（ヒートポンプ、１次側循環ポンプを含む）COP_{ETV}※	3.47
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率（ヒートポンプ、１次側循環ポンプを含む）	3.38
		f. 暖房期間のシステム消費電力	3.83kW
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	9.74kW

※　COP_{ETV}は、環境技術実証（ETV）事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

表５　　システム全体の実証項目以外の試験結果（参考項目）

項　目	試験結果	
	冷房期間	暖房期間
①ヒートポンプ単独の COP	4.82	4.13
②地中熱交換井の長さ１メートル当たりの熱交換量	16.3W/m	16.2W/m

3.2　その他の実証項目

実証単位(A)の実証試験では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すこととなっている。

なお、熱媒循環部のデータは既存資料から引用したので、実証試験要領*の規定に基づき、参考項目として示す。　　＊平成 26 年 5 月 1 日付、p.36　表 11 及び表 12 の「実証方法」参照。

（本報告書・詳細版 p.11 本編 1.1.4　表 1-3、1-4 の「実証方法」も同様。）

(1) 地中熱交換部全体の実証項目

地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験（TRT）によって、地中熱交換井の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を示す項目であるが、現地の状況から TRT ができなかったので、規定により代替の地質データを示した（本報告書・詳細版本編　「6.1 地中熱交換部全体の実証項目」参照 ）。

(2) 熱媒循環部（U字管）の実証項目（参考項目）

表６　U 字管の仕様

項　目	内　容
製品名及び型式	地中熱交換パイプ「U－ポリパイ」GUP－25A
製造・販売事業者	株式会社イノアック住環境
材質	高密度ポリエチレン材料（PE100）
寸法	パイプ外径　34.0mm、厚さ　3.5mm、近似内径　27.0mm
設置方式	シングルU字管
U 字管長さ	挿入長　51.15m

実証試験要領に規定される熱媒循環部(U字管)の実証項目と既存資料を確認した結果を表7に示す。

表7　熱媒循環部（U字管）の特性（既存資料による）

項　目	内　容
c. 熱伝導性	熱伝導率：0.46～0.50　[W/(m･K)]
d. 耐腐食性	耐薬品性：表8を参照
e. 耐圧性	表9を参照

表8　耐薬品性

耐薬品性

高密度ポリエチレン管材料の主な耐薬品性を示す。
(この表はISO/ 10358に基づいたものである。管に圧力または、他の応力を加えた状態では、別の挙動を示すことがある)
摘要　◎: 優　○: 良　×：不可　※: 管に臭いが移行する。

薬品名	温度 °C 20	温度 °C 60	臭い移行	薬品名	温度 °C 20	温度 °C 60	臭い移行	薬品名	温度 °C 20	温度 °C 60	臭い移行	薬品名	温度 °C 20	温度 °C 60	臭い移行
酸及び酸性薬品				アルカリ				有機溶剤				ガ　ス			
塩酸 35%	◎	◎		アンモニア水溶液	◎	◎		エチルアルコール 40%	◎	○		亜硫酸ガス炭酸ガス	◎	◎	
硫酸 60%	◎	◎		苛性ソーダ	◎	◎		〃 95%	○	○		炭酸ガス	◎	◎	
〃 98%	○	×	※	苛性カリ	◎	◎		メチルアルコール	◎	○		天然ガス	◎	○	
硝酸 25%	◎	○		水酸化カルシウム	◎	◎		アセトン	○	×	※	一酸化炭素	◎	◎	
〃 50%	○	×	※	塩　類				アニリン	○	×	※	二酸化炭素	◎	◎	
〃 >50%	×	×	※	重クロム酸カリウム	◎	◎		ベンゼン	×	×	※	オゾン	○	×	
燐酸 50%	◎	◎		過マンガン酸カリウム	◎	◎		四塩化炭素	×	×	※	塩素ガス	×	×	※
酢酸 60%	◎	○	※	炭酸カルシウム	◎	◎		クロロホルム	×	×	※	その他			
氷酢酸	○	○	※	塩化第二鉄	◎	◎		二硫化炭素	×	×	※	写真現像液	◎	◎	
クロム酸	◎	○	※	塩化バリウム	◎	◎		アセトアルデヒト	○	×	※	海水	◎	◎	
蟻酸 <80%	◎	◎		硫安	◎	◎		エチルエーテル	×	×	※	ガソリン	○	×	※
蓚酸	◎	◎		過酸化水素 10%	◎	◎		グリセリン	◎	○		灯油	○	×	※
乳酸	◎	◎		過酸化水素 30%	◎	○		ホルマリン 40%	◎	◎		尿素	◎	◎	
オレイン酸	○	×	※	過酸化水素 90%	◎	×	※	トルエン	×	×		白蟻駆除剤	×	×	※
マレイン酸	◎	◎						エタノール 40%	◎	○					

U-ポリパイの耐圧性は表9の通りである。

表9　U-ポリパイの連続安全使用温度範囲における最大使用圧力

使用温度	−20℃	−10℃	0℃	10℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
圧力(MPa)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12

(3) 熱媒の参考項目

熱媒は「水」を使用しているので、熱媒データとして示すものは特にない。

4．実証対象技術の設置状況写真

写真１　室外設備の全景

左側からヒートポンプ、循環ポンプ･計測器ボックス､往きヘッダー、還りヘッダーが見える。

地中熱交換井は、手前の駐車場スペースの地中に並んで掘削されている。

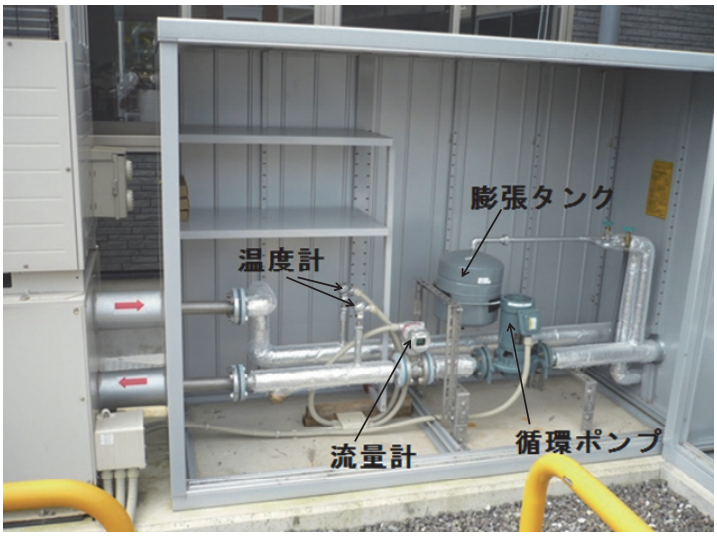


写真２　循環ポンプ、計測器等

写真３　地中熱ヒートポンプ

写真４　地中熱利用冷暖房をしている事務室

天井に地中熱用の室内機が２つ見える。

（参考情報）

項目		実証申請者または開発者　記入欄
実証対象技術名		鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム （英文表記:　Ground-source heat pump system at the Sendai Branch Office Nihon Chika Gijutsu Co., Ltd. Satsumasendai City, Kagoshima Prefecture　）
製品名・型番		—
製造(販売)企業名		株式会社日本地下技術 （英文表記:　Nihon Chika Gijutsu Co., Ltd.　）
連絡先	TEL／FAX	TEL：099-218-0020　　FAX：099-218-0021
	ウェブサイトアドレス	http://www.nihonchika.co.jp/
	E-mail	Info@nihonchika.co.jp
設置条件		地中熱交換井掘削工事時にボーリングマシン設置のスペースが必要。 地中熱交換井は 4m 間隔で設置。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		熱交換器は高密度ポリエチレン管を使用。優れた耐久性・耐衝撃性・耐薬品性をもつ材料で、20℃で約 50 年使用可能。 配管はヘッダー式で、１孔ずつのメンテナンスや閉塞が可能。
施工性		掘削には自走式ボーリングマシンを使用するため、やぐらを組むスペースを必要とせず狭い敷地でも施工が可能。 空水冷式ヒートポンプを使用しているため、水冷がトラブルで停止しても空冷に切り替えて運転できる。
コスト概算		イニシャルコスト

機　　器	数量	
ボアホール工事	一式	15,000 千円
※掘削工事・充填工事・U 字管挿入工事ほか		

○　その他実証申請者または開発者からの情報

弊社川内支店に導入しているヒートポンプシステムは、運用しながら随時データ解析を行いランニングコストや CO2 の削減率を観測中です。なお、ヒートポンプユニット・ヘッダー・PC による管理システムは見学可能です。また、長年の井戸・温泉掘削工事の豊富な実績を活かして多様な地中熱利用設備の施工をいたします。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

環境技術実証事業 ETV 環境省

ヒートアイランド対策技術分野
実証番号 052 - 1403
第三者機関が実証した性能を公開しています 実証年度 H 26
www.env.go.jp/policy/etv

○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	ＭＤＩ簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W
実証申請者	ＭＤＩ株式会社
実証単位	（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証機関	特定非営利活動法人　地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 26 年 11 月 23 日、11 月 26 日　（試験室での試験期間）

１．実証対象技術の概要

1.1　地中熱利用と地中熱用ヒートポンプ

地中の温度は一年中ほぼ一定で、夏は外気よりも温度が低く、冬は外気より温度が高い、という特性を有するため、地中熱を空調に利用すると効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

「実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ」は、地中から採取された熱を所要の温度まで低下または上昇させる装置である。一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを接続する配管から構成され、冷媒が圧縮、凝縮、膨張、蒸発の四つの過程を繰り返して循環することにより、熱を温度の低いところから高いところへ移動することができる装置である。

本実証試験では、地中熱用ヒートポンプの冷却能力、加熱能力、消費電力量、エネルギー効率などの性能を、試験室で試験をして実証したものである。

1.2　実証対象技術の概要

写真１　　MDIHP-L-W/W の外形

実証対象技術であるＭＤＩ簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W は、地中熱、地下水熱、排水熱等を熱源に利用するヒートポンプチラーである。ヒートポンプを構成する圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の内部を循環する冷媒には R410A を使用している。ヒートポンプと外部とで熱をやりとりする熱媒には、一次側（熱源側）・二次側（利用側）ともに水（不凍液）を循環させるいわゆる「水ー水ヒートポンプ」である。

ＭＤＩ簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W は、温度調節ダイヤルによって設定する二次側熱媒の温度によって ON-OFF 制御をするとともに、圧縮機の回転数をインバータで制御している。インバータ制御は、一次側熱媒温度、二次側熱媒温度、温度調節ダイヤルの設定温度の関係により、内蔵するマイコンによって自動的に最適な回転数になるように制御されている。

表１　主要な仕様

型式	MDIHP-L-W/W	冷房	定格能力	6.35kW
名称	MDI 簡易ヒートポンプチラー		定格消費電力	1.66kW
種類	冷房･暖房専用ヒートポンプチラー		運転電流	9.3A
電源	単相 200V 50/60Hz 両用	暖房	定格能力	7.68kW
冷媒	R410a、　1.46Kg(適正量)		定格消費電力	2.09kW
質量	40Kg （本体のみ）		運転電流	11.75A
外形寸法(高さ x 幅 x 奥行 mm)		560[H]×832[W]×504.2[D]　（本体のみ）		

２．実証試験の概要

2.1　実証試験時の試験設備構成及び測定機器の種類

本実証試験に使用した設備は、ＭＤＩ株式会社本社に設置した試験設備である。10 個のバルブを調整することによって、熱媒の出入り口温度を任意に変化させて試験を行える設備である。試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のとおりに構成されている。なお、各測定項目の測定機器の製造事業者及び型式等は、詳細版本編の表 4-3（p.17）に示す。

表２　実証試験設備の概要と構成

設置場所	試験設備を構成する主な機器	試験設備を構成する主な測定機器
ＭＤＩ株式会社 本社内	・給湯器：1 基 ・水タンク：2 基 ・循環ポンプ：2 基 ・バルブ：10 個	・測温抵抗体：4 ・電磁流量計：2 ・電力計：1 ・データロガー：1

2.2　実証試験の実証項目

実証試験要領*[1]に規定されている実証項目は以下のとおりである。

表３　実証試験の実証項目

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（原則的に水を熱媒とする）
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（熱媒の規定なし）

2.3　実証試験の条件

(1) 熱媒

実証試験では熱媒は水を使用した。

(2) 温度条件

実証試験要領*[1]に規定する表 4、表 5（次頁）に示した温度条件で試験を行った。本実証対象技術は「間接式」なので、冷房期間を想定した温度条件は、間接式の場合として規定されたものを適用した。

・間接式：ヒートポンプと室内機の間の熱の輸送を、熱媒を通して行う方式

表４　冷房期間を想定した温度条件（間接式の場合）＊2

	２次側（利用側）熱媒温度（℃）		１次側（熱源側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件１	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件２			25±0.3	30±0.3
温度条件３			30±0.3	35±0.3

表５　暖房期間を想定した温度条件（間接式の場合）＊2

	２次側（利用側）熱媒温度（℃）		１次側（熱源側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件１	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件２			10±0.3	5±0.3

暖房期間を想定した温度条件のうち２次側（利用側）熱媒温度は、実証試験要領*1には規定されていないので、JIS B 8613（ウォータチリングユニット）に規定している温度条件を適用した。

＊1：環境省水・大気環境局　総務課環境管理技術室　平成 26 年５月１日　『環境技術実証事業　ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証試験要領』
http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_H26.pdf
＊2　表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。

写真２　　ヒートポンプ試験の状況

３．実証試験結果

冷房期間及び暖房期間を想定した温度条件でのエネルギー効率（ＣＯＰ）及びＣＯＰ特性グラフは次のとおりである。

(1) 【必須項目】冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP*）

表 6　各温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP）

冷房COP[—]		熱源側(1 次側)熱媒入口温度		
		20℃	25℃	30℃
利用側(2 次側) 熱媒出口温度	7℃	6.1	3.9	3.5

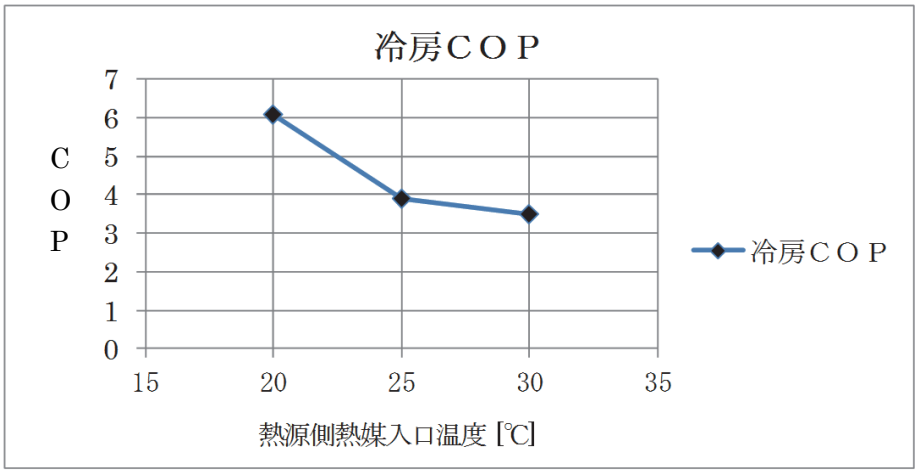


図 1　各温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP）

(2) 【任意項目】暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP*）

表 7　各温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP）

暖房COP[—]		熱源側(1 次側)熱媒入口温度	
		10℃	15℃
利用側(2 次側) 熱媒出口温度	45℃	3.7	3.7

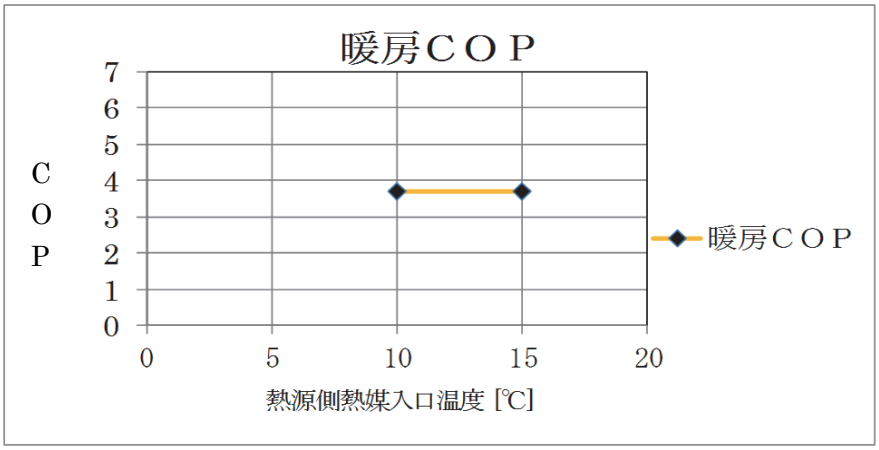


図 2　各温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP）

＊「冷房 COP」等の用語は、本報告書　詳細版　p. 7　表 1-1 下　なお書き　参照。

（参考情報）

項　目		実証申請者　記入欄
製品名・型番		ＭＤＩ 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W （英文表記：　Simplified Groundsource heat pump MDIHP-L-W/W ）
製造（販売）企業名		ＭＤＩ株式会社 （英文表記：　MDI Corporation ）
連絡先	TEL／FAX	044-201-6822／044-344-2122
	Web アドレス	http://www.mdirect.jp
	E-mail	
設置条件		直射日光や湿度が少ない場所。 周囲温度が 5℃～40℃の範囲内の場所に設置してください。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		熱交換器に流れる水質によって、定期的に洗浄する必要があります。 年に 1 回定期的に点検をすることをお勧めします。
施工性		水ポンプ、膨張タンクは、別途ご用意ください。 水配管は専門の業者にご依頼ください。
技術上の特徴		熱交換部分を高い性能を持つブレージングプレート式熱交換器（プレート式熱交換器のブレージングタイプ）にすることで COP の向上を果たした。 ポンプや膨張タンクがついていないため、小型で軽い。
コスト概算		MDI 簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W　定価　960,000 円

○その他実証申請者からの情報

簡易ヒートポンプシリーズは、全国各地に約 80 台ほどの施工事例があります。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

Ⅴ. これまでの実証対象技術一覧

■ その1 （平成 26 年度～平成 22 年度実証分）

実証年度	実証機関	実証番号	実証単位	実証対象技術	実証申請者
平成26年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1401	実証単位（A）システム全体	山梨県中央市の道の駅「とよとみ」における液状化対策グラベルドレーン活用の地中熱利用冷暖房システム	株式会社秀建コンサルタント
		052-1402		鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム	株式会社日本地下技術
		052-1403	実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	MDI 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W	MDI 株式会社
平成25年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1301	実証単位（A）システム全体	埼玉県桶川市の株式会社 PEC 事務所における地中熱利用冷暖房システム	株式会社 PEC
		052-1302	実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF	サンポット株式会社
		052-1303	実証単位（C）地中熱交換部	栃木県宇都宮市の病院における地中熱交換井と U 字管（GUP-25AN）	株式会社イノアック住環境
平成24年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1201	実証単位（C）地中熱交換部	ヒロセ株式会社東京工場におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器	ヒロセ株式会社
		052-1202		積水化学工業株式会社群馬工場における地中熱交換器	積水化学工業株式会社、ミサワ環境技術株式会社
		052-1203		さいたま市大宮区の桜花保育園における地中熱交換井と U 字管（GLOOP32）	ダイカポリマー株式会社
		052-1204		さいたま市見沼区のきらめき保育園における地中熱交換井と U 字管（GLOOP40）	
平成23年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1101	実証単位（A）システム全体	川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	川田工業株式会社
		052-1102	実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001F	サンポット株式会社
		052-1103		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002URF	
平成22年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1001	実証単位（A）システム全体	三菱マテリアル株式会社大宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	三菱マテリアルテクノ株式会社
		052-1002		株式会社秀建コンサルタント本社事務所における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	株式会社秀建コンサルタント
		052-1003		学校法人森村学園における地中熱利用ヒートポンプシステム	ミサワ環境技術株式会社

■ その2 （平成 22 年度～平成 21 年度実証分）

実証年度	実証機関	実証番号	実証単位	実証対象技術	実証申請者
平成22年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1004	実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	高温型水冷式ヒートポンプチラーZQH-12.5W12.5	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
		052-1005		地中熱ヒートポンプユニットGSHP-1001	サンポット株式会社
		052-1006		地中熱ヒートポンプユニットGSHP-1002UR	
		052-1007	実証単位（C）地中熱交換部	株式会社福島地下開発本社事務所における地中熱交換井	株式会社福島地下開発
平成21年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-0901	実証単位（A）システム全体	「川崎市 南河原こども文化センター」における地中熱利用空調システム	JFE鋼管株式会社／JFEスチール株式会社
		052-0902	実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	水冷式ヒートポンプ（地中熱対応水冷式ヒートポンプチラー・ZQH-18W18）	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
		052-0903	実証単位（C）地中熱交換部	東京都港区高輪福祉会館において掘削された地中熱交換器	ミサワ環境技術株式会社

Ⅵ．「環境技術実証事業」について

■「環境技術実証事業」とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境技術実証事業とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

平成26年度は、以下の９分野を対象技術分野として事業を実施しました。

（１） 中小水力発電技術分野
（２） 自然地域トイレし尿処理技術分野
（３） 有機性排水処理技術分野
（４） 閉鎖性海域における水環境改善技術分野
（５） 湖沼等水質浄化技術分野
（６） ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）
（７） ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）
（８） VOC等簡易測定技術分野
（９） 地球温暖化対策技術分野（照明用エネルギー低減技術）

■事業の仕組みは？

環境省が有識者の助言を得て選定する実証対象技術分野において、公募により選定された第三者機関（「実証機関」）が、実証申請者（技術を有する開発者、販売者等）から実証対象技術を募集し、その実証試験を実施します。

本事業において「実証」とは、「環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響等を、当該技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が試験等に基づいて客観的なデータとして示すこと」と定義しています。従って「実証」は、一定の判断基準を設けてそれに対する適合性を判定する「認証」や「認定」とは異なります。

また、本事業では、その普及を促すため、「環境技術実証事業ロゴマーク」（図６-１）を設定すると共に、本事業の実証済技術である証として、実証試験を行った技術に対しては、実証番号入りの個別ロゴマーク（図６-５）を実証申請者へ交付しています。

図６－１：環境技術実証事業ロゴマーク（共通ロゴマーク）

（さらに技術分野ごとに、「個別ロゴマーク」を作成しています。）

※ロゴマークを使用した宣伝などの際に、当事業で実証済みの技術について「認証」をうたう事例がありますが、このマークは、環境省が定めた基準をクリアしているという主旨ではなく、技術（製品・システム）に関する客観的な性能を公開しているという証です。

ロゴマークの付いた製品の購入・活用を検討される場合には、本冊子や、各実証試験結果報告書の全体を見て参考にしてください。詳細な実証試験結果報告書については、ロゴマークに表示のURL（http://www.env.go.jp/policy/etv/）から確認することができます。

（１）事業の実施体制

事業運営の効率化を更に図るため、平成２４年度からは、それまで分野ごとに設置されていた実証運営機関を一元化するなど、新たな事業運営体制（図６-２）に移行しました。

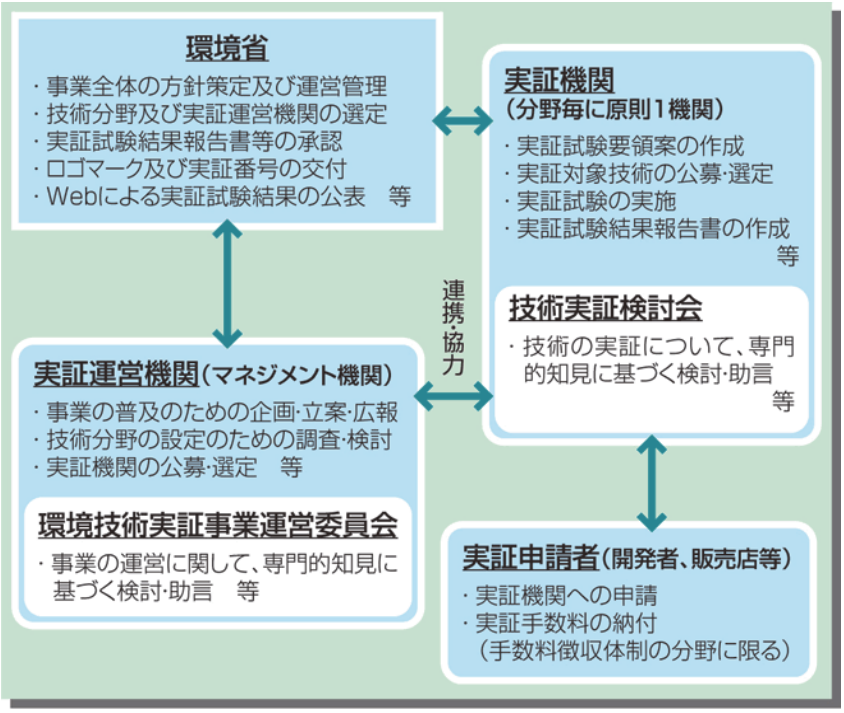


図６－２：平成26年度における『環境技術実証事業』の実施体制

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間、原則として分野立ち上げ後最初の2年間は、実証試験の実費を環境省が負担する「国負担体制」で実施し、その後は受益者負担の考え方に基づき、実証試験の実費も含めて申請者に費用を負担いただく「手数料徴収体制」で実施しています。

事業の企画立案、広報や技術分野の設置・休廃止に関する検討、実証機関の公募・選定等の事業全体のマネジメントについては、「実証運営機関」が実施します。実証運営機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定され、平成26年度は「株式会社エックス都市研究所」が担当しました。

各技術分野の事業のマネジメント（実証試験要領の作成、実証対象技術の募集・選定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成等）については、「国負担体制」、「手数料徴収体制」のどちらの体制においても「実証機関」が実施します。実証機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定されます。

事業の運営にあたっては、有識者からなる環境技術実証事業運営委員会及び各技術分野の技術実証検討会等において、事業の進め方や技術的な観点について、専門的見地から助言をいただいています。

（2）事業の流れ

実証事業は、主に以下の各段階を経て実施されます。（図6-3）

〇実証対象技術分野の選定

環境省及び実証運営機関が、環境技術実証事業運営委員会における議論を踏まえ、実証ニーズや、技術の普及促進に対する技術実証の有効性、実証可能性等の観点に照らして、既存の他の制度で技術実証が実施されていない分野から選定を行います。

〇実証機関の選定

環境省及び実証運営機関は、技術分野ごとに実証機関を原則として1機関選定します。実証機関を選定する際には、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募を行い、環境技術実証事業運営委員会において審査を行います。

〇実証試験要領の策定・実証対象技術の募集・実証試験計画の策定

実証機関は、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」を策定し、実証試験要領に基づき実証対象技術を募集します。応募された技術について、有識者からなる技術実証検討会での検討を行い、その結果を踏まえて実証機関は、環境省の承認を得て、対象技術を選定します。その後、実証機関は、実証申請者との協議を行いつつ、技術実証検討会で検討した上で、実証試験計画を策定します。

○実証試験の実施

実証機関が、実証試験計画に基づき実証試験を行います。

○実証試験報告書の作成・承認

実証機関は、実証試験データの分析検証を行うとともに、実証試験結果報告書を作成します。実証試験結果報告書は、技術実証検討会等における検討を踏まえ、環境省に提出されます。提出された実証試験結果報告書は、実証運営機関及び環境省による確認を経て、環境省から承認されます。承認された実証試験結果報告書は、実証機関から実証申請者に報告されるとともに、一般に公開されます。

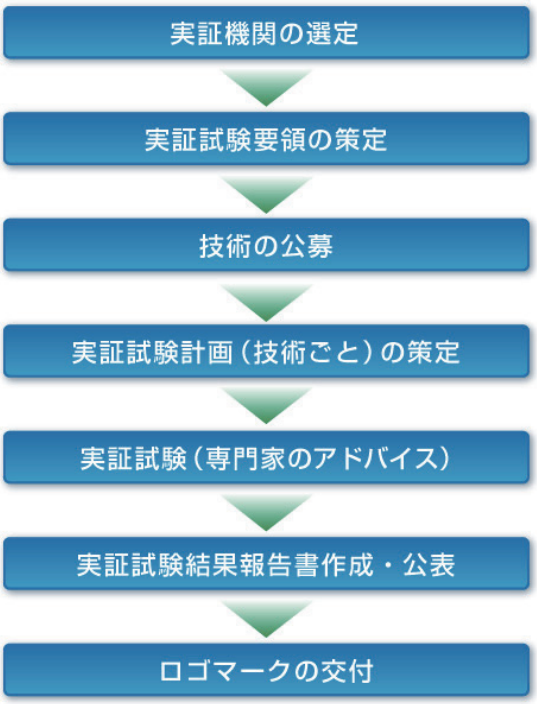


図６－３：平成26年度における『環境技術実証事業』の流れ

■ヒートアイランド現象と対策

ヒートアイランド現象とは、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象で、主に、

①空調システム（空気熱源ヒートポンプなどによるもの）、電気機器、自動車等の人間活動より排出される人工排熱の増加

②緑地、水面の減少と建築物・舗装面の増大による地表面の人工化

により生じ、近年、都市に特有の環境問題として注目を集めています。ヒートアイランド現象は、長期間に渡って累積してきた都市化全体と深く結びついており、対策も長期的なものとならざるを得ないため、実行可能なものから対策を進めていくことが必要です。

政府では、平成16年３月にヒートアイランド対策に関する基本方針、実施すべき具体の対策を示した「ヒートアイランド対策大綱」を策定しました。ヒートアイランド対策のための人工排熱の低減に向けた対策は、大都市を中心とした各地方公共団体においても推進されています。

●ヒートアイランド対策大綱の概要

平成16 年３月に策定されたヒートアイランド対策大綱とは、ヒートアイランド対策に関する国、地方公共団体、事業者、住民等の取組を適切に推進するため、基本方針を示すとともに、実施すべき具体の対策を体系的に取りまとめたものです。対策の柱として、

①人工排熱の低減、②地表面被覆の改善、③都市形態の改善、④ライフスタイルの改善

の４つが位置づけられていましたが、平成25年5月にその改定が行われ、新たに「**⑤人の健康への影響等を軽減する適応策の推進**」が追加されました。

詳細は、http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou.html から PDF ファイルをダウンロードしてご覧ください。

■ヒートアイランド対策技術分野について

平成26年度現在、本事業に設定された対策技術分野のうち、「ヒートアイランド対策技術分野」は、図６-４に示す体制で運営されています。

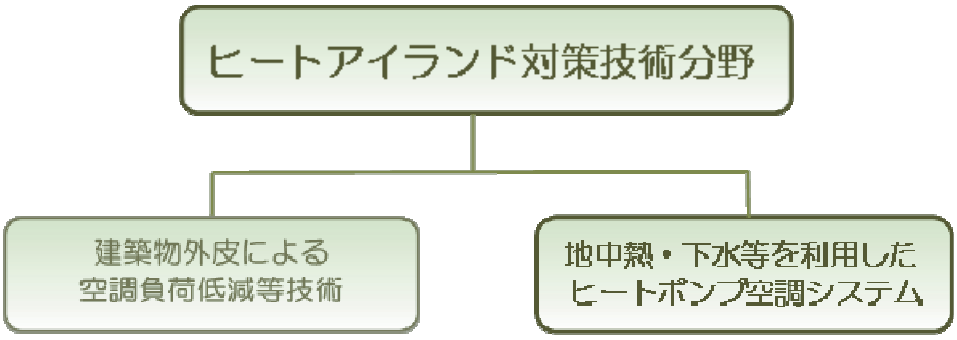


図6-4：ヒートアイランド対策技術分野の技術の種類

■なぜヒートアイランド対策技術分野を実証対象の技術分野としたのか？

環境省が平成13年度に行った調査では、東京23区における気温の上昇に影響を与える熱（空気への顕熱）のうち、人工排熱によるものが約５割を占めることが報告されています。また、平成15年度に行った調査では、オフィス、住宅などの建築物における空調機器（空気熱源ヒートポンプなどによる機器）などから外気中へ放出される排熱が人工排熱の５割を占めることが報告されています。

これらの人工排熱は、大都市の気温上昇を引き起こすヒートアイランド現象の主な要因となっており、更に近年は、このような気温上昇が、人の健康や生活に悪影響を及ぼし、また局地的な集中豪雨が発生する一因としても懸念されていることから、対策が急務とされています。

■なぜ地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムを実証対象としたのか？

これまで本事業で実証を行ってきたヒートアイランド対策技術には、①空冷室外機から発生する顕熱抑制技術、②建築物（事務所、店舗、住宅など）に後付けすることによって室内冷房負荷を低減させる外皮技術、及び③夏季において、空冷式のヒートポンプ（一般的な冷房装置）のように室外機から外気中へ排熱を行うのではなく、室外機から地中等へ排熱を行う地中熱利用冷暖房技術など、大きく分けて３種類の人工排熱低減技術があります。

このうち、③に示す技術の「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」は、次のようなヒートアイランド対策効果が期待できます※。

1. 人工排熱を外気中へ放出せず、地中・河川等へ排熱する空調システムは、外気中へ人工排熱を排出しないため、年間を通じてヒートアイランド抑制効果が期待できる。加えて空気熱源に比べてシステム効率が高い場合が多く、二酸化炭素排出削減効果も期待できる。
2. 地中熱及び河川水熱利用においては、ヒートアイランド対策効果として、外気と熱交換する空冷式のヒートポンプ（一般的な冷房装置）のように室外機による排熱を外気中に放出せず、空調機器等からの熱を地中等に排出するため、外気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割（夏季）を占める空調排熱を大幅に削減することができる。
3. 地中熱及び河川水熱利用においては、地球温暖化対策効果として、空調機器等の熱交換効率が向上するため、冷暖房や給湯に必要なエネルギー消費量が削減され、地球温暖化対策に寄与する。地中熱利用においては、エネルギー機器構成、気候の違いにより10～50%程度の削減効果がある。また、河川水熱利用※においては、熱交換効率の向上により、エネルギー消費量が14%削減した。
4. 地中熱利用及び河川水熱利用の双方において、冷却塔（クーリングタワー）等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能となるとともに、水道料金が削減される。

注）以上、1.～4.は、①ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査報告書（平成19年3月環境省）及び②ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査報告書（平成20年3月環境省）から要約したもの。

※河川水熱利用については、関電エネルギー開発株式会社の資料（http://www.kan-ed.co.jp/db/db_02.pdf）より調査。

こうした検討を踏まえ以下の観点により、空調機器の熱を外気でなく地中や地下水（貯水池）・河川・下水等へ排熱する「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」を「ヒートアイランド対策技術分野」の対象技術分野としました。

1. 人工排熱削減技術のうち、「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」については、2013（平成25）年末までに導入箇所が、1,513件*に上るものの、十分に普及しているとは言えないため、本事業を更に継続し、普及・拡大を行うことが有効である。
   ＊環境省が2014（平成26）年に実施した調査による。
2. 環境行政（ヒートアイランド対策）の観点からも実証結果を公表していくことで適切な技術の普及が促されることが期待される。また、未利用エネルギーの活用という観点からも普及を行うことが適当と思われる。

なお、平成23年11月に政府がとりまとめた「エネルギー需給安定行動計画」の中の「エネルギー規制・制度改革アクションプラン」には、熱エネルギーの有効活用を推進するため、地下水熱等の未利用エネルギーの活用ルールの整備が位置づけられ、平成２４年3月に「地中熱利用にあたってのガイドライン」（環境省　水・大気環境局土壌環境課　地下水・地盤環境室）が発行され、さらにその改訂版が平成27年3月に発行されました。本分野の実証試験の実施に当たっては、このガイドラインを尊重して、今後進めていくこととしています。

■ 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）

ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）において実証試験を行った実証対象技術については、環境省が行う本事業の実証済技術である証として、１つの実証済技術に対し１つの実証番号が付された固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）（図6-5）を交付しています。

これにより、以下のような効果を期待しています。

1．実証申請者とって、固有の個別ロゴマークを実証済技術が掲載されたカタログやウェブサイト等に掲載することにより、次のことから実証済技術（製品）の付加価値を高めることができます。

① 技術（製品）毎の固有のロゴマークであること。

② 製品カタログ等に掲載された個別ロゴマークと同じ個別ロゴマークが掲載された実証試験結果報告書を示すことで、実証済技術（製品）の技術的裏付けになる。

2．実証済技術（製品）を購入・採用するエンドユーザーにとって、製品カタログと実証試験結果報告書の双方に同じ固有の個別ロゴマークが掲載されることで、双方の繋がりがより明確になります。さらに、実証試験結果報告書に掲載の個別ロゴマークの実証番号を確認することで、実証済技術の実証試験結果を容易に知ることができます。

図6-5：実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）の例

■ 環境技術実証事業のウェブサイトについて

環境技術実証事業では、事業のデータベースとして環境技術実証事業ウェブサイト（http://www.env.go.jp/policy/etv/）を設け、以下の情報を提供していますので、詳細についてはこちらをご覧ください。

［1］実証済み技術一覧

本事業で実証が行われた技術及びその環境保全効果等の実証結果（「実証試験結果報告書」等）を掲載しています。

［2］実証試験要領

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を技術分野ごとに定めた「実証試験要領」を掲載しています。

［3］実証運営機関・実証機関／実証対象技術の公募情報

実証運営機関・実証機関あるいは実証対象技術を公募する際、公募の方法等に関する情報を掲載しています。

［4］検討会情報

本事業の実施方策を検討する運営委員会、分野別技術実証検討会における、配付資料、議事概要を公開しています。

【参考文献】

1） 平成 13 年度 ヒートアイランド対策手法調査検討業務報告書
http://www.env.go.jp/air/report/h14-02/index.html

2） ヒートアイランド対策大綱 http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou.html

3） 平成 15 年度 都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査（国交省・東京都・環境省）
http://www.env.go.jp/air/report/h16-05/index.html

4） 平成 20 年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野（オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術）ワーキンググループ会合（第1回）
http://www.env.go.jp/air/tech/model/heat_aeh20_01/index.html

5） 一般社団法人 日本冷凍空調工業会※ 統計データ
http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic/index.html

6） 平成 15 年度 環境技術実証モデル事業検討会ヒートアイランド対策技術ワーキンググループ会合（第1回） http://www.env.go.jp/air/tech/model/w_heat01/index.html

7） 平成 20 年度第2回環境技術実証事業検討会 http://www.env.go.jp/policy/etv/comm/h20_02.html

8） ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査報告書（平成 19 年 3 月）
http://www.env.go.jp/air/report/h19-02/index.html

9） ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査報告書（平成 20 年3月）
http://www.env.go.jp/air/report/h20-02/index.html

10） 平成 21 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術）地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム 実証試験要領（第1版）
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=13460&hou_id=11083

11） 平成 22 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム） 実証試験要領（第2版）
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=15818&hou_id=12598

12） 平成 23 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム） 実証試験要領（第3版）
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17469&hou_id=13758

13） 平成 24 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム） 実証試験要領（平成 24 年 3 月 30 日改定）
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20967&hou_id=15917

14） 平成 25 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム） 実証試験要領（平成 25 年 5 月 10 日改定）
http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_4.pdf

＜お問い合わせ先＞

環境省
〒１００－８９７５　東京都千代田区霞が関１－２－２
電話番号：０３－３５８１－３３５１（代表）

●「環境技術実証事業」全般について
　環境省　総合環境政策局総務課　環境研究技術室

●「環境技術実証事業　ヒートアイランド対策技術分野」について
　環境省　水・大気環境局総務課　環境管理技術室

＜環境技術実証事業ウェブサイト＞

http://www.env.go.jp/policy/etv/
本事業に関する詳細な情報についてご覧いただけます。

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料［Aランク］のみを用いて作製しています。

環境技術
実証事業
ETV
環境省
http://www.env.go.jp/policy/etv/

●本事業に関する詳細な情報は、ウェブサイトでご覧いただけます。

http://www.env.go.jp/policy/etv/

このウェブサイトでは、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。

●「環境技術実証事業」全般に関する問合せ先
環境省総合環境政策局総務課　環境研究技術室
〒100−8975　東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館　TEL:03−3581−3351（代表）

●「環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野」に関する問合せ先
環境省水･大気環境局総務課　環境管理技術室
〒100−8975　東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館　TEL:03−3581−3351（代表）