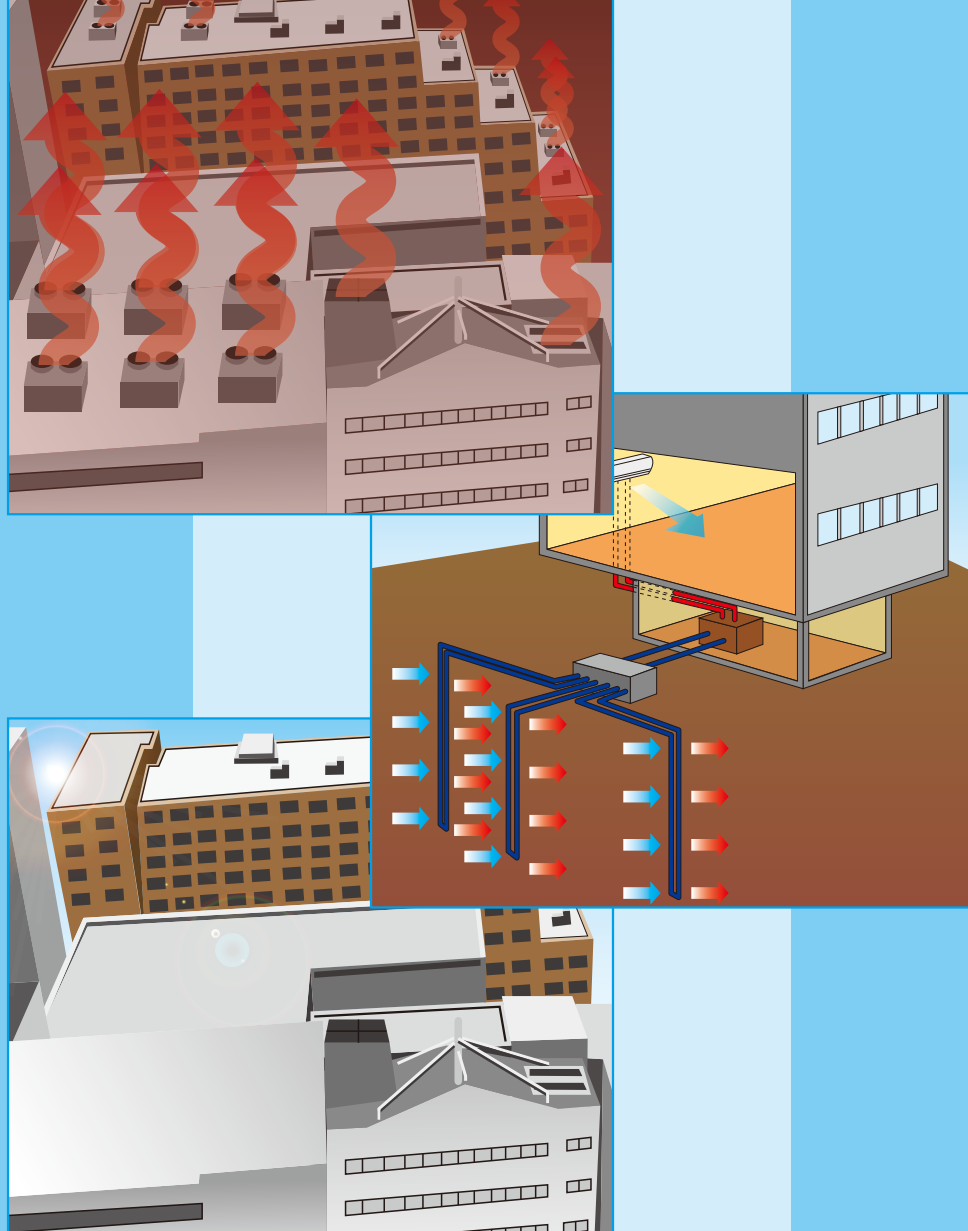




環境技術実証事業 広報資料



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25年度実証対象技術の環境保全効果等



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25年度年）	4
■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？	4
■「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	5
■実証試験の概要	7
■実証項目について	8
(1) 実証単位（A）システム全体	9
(2) 実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	10
(3) 実証単位（C）地中熱交換部	10
IV. 平成25年度実証試験結果について	13
■実証を実施した機関	13
■実証試験結果報告書全体概要の見方	13
■実証試験結果報告書（全体概要）	22
V. これまでの実証対象技術一覧	45
VI. 「環境技術実証事業」について	47
■「環境技術実証事業」とは？	47
■事業の仕組みは？	47
(1) 事業の実施体制	48
(2) 事業の流れ	49
■ヒートアイランド現象と対策	51
■ヒートアイランド対策技術分野について	51
■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？	52
■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？	52
■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）	54
■環境技術実証事業のウェブサイトについて	55
【参考文献】	55

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 章をご覧ください）

本冊子（広報資料）は、この事業において平成 25 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みなさんに、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>)にあります。
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「〇〇社」の「〇〇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 cm から 20 cm 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）	
U字管	地中熱等の採放熱のために用いる、2本の管の片側先端をU字状に接合したもの。
熱媒循環部	U字管を代表とする、地中と熱交換する熱媒を循環させるための管。開口部のない閉鎖型と、孔内に熱媒を放出する開放型を対象とする。
熱媒	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。
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。
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。
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。
システムエネルギー効率（システムCOP）	Coefficient Of Performance の略称。冷暖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。
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25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？

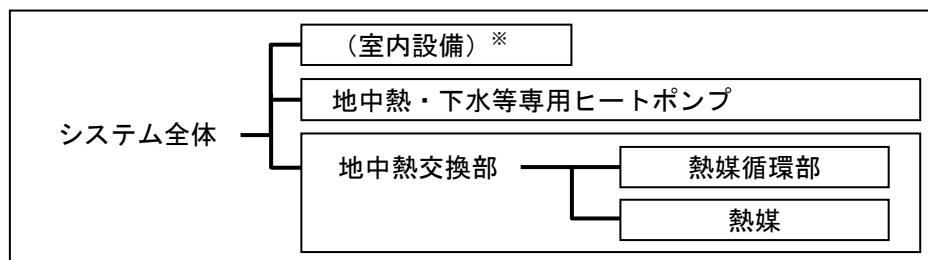
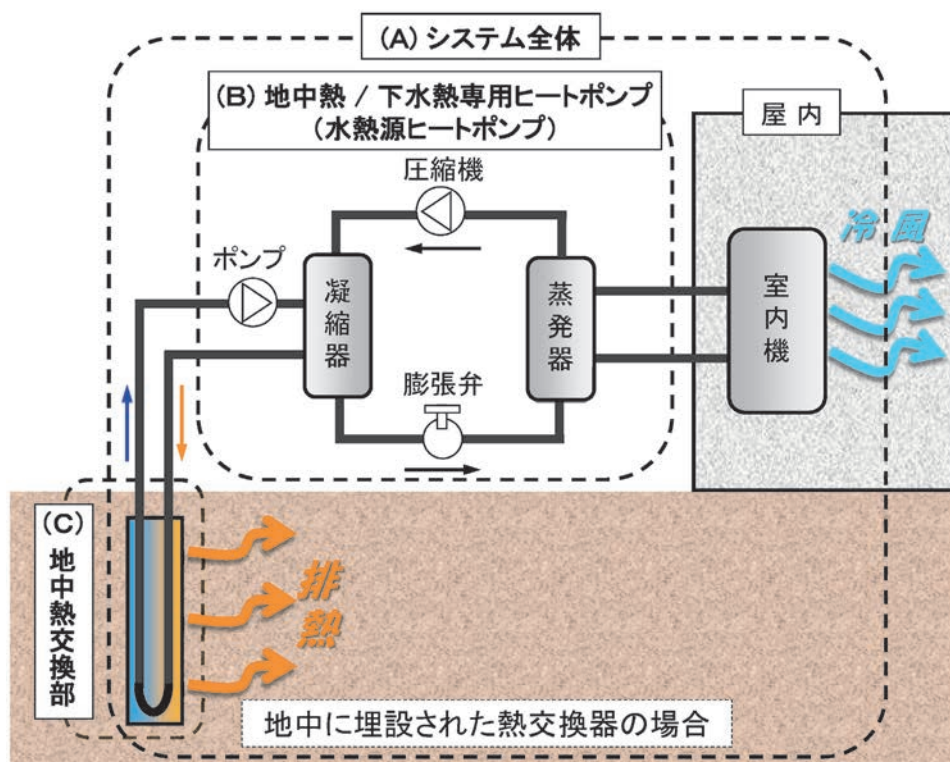


図3-1: 実証対象技術の全体像

※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25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25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ャラー（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。

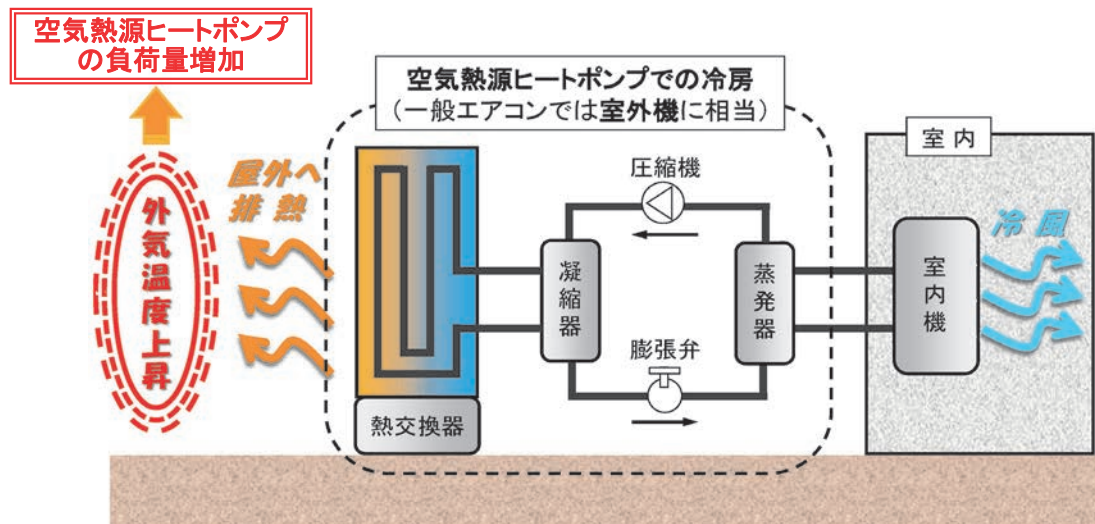
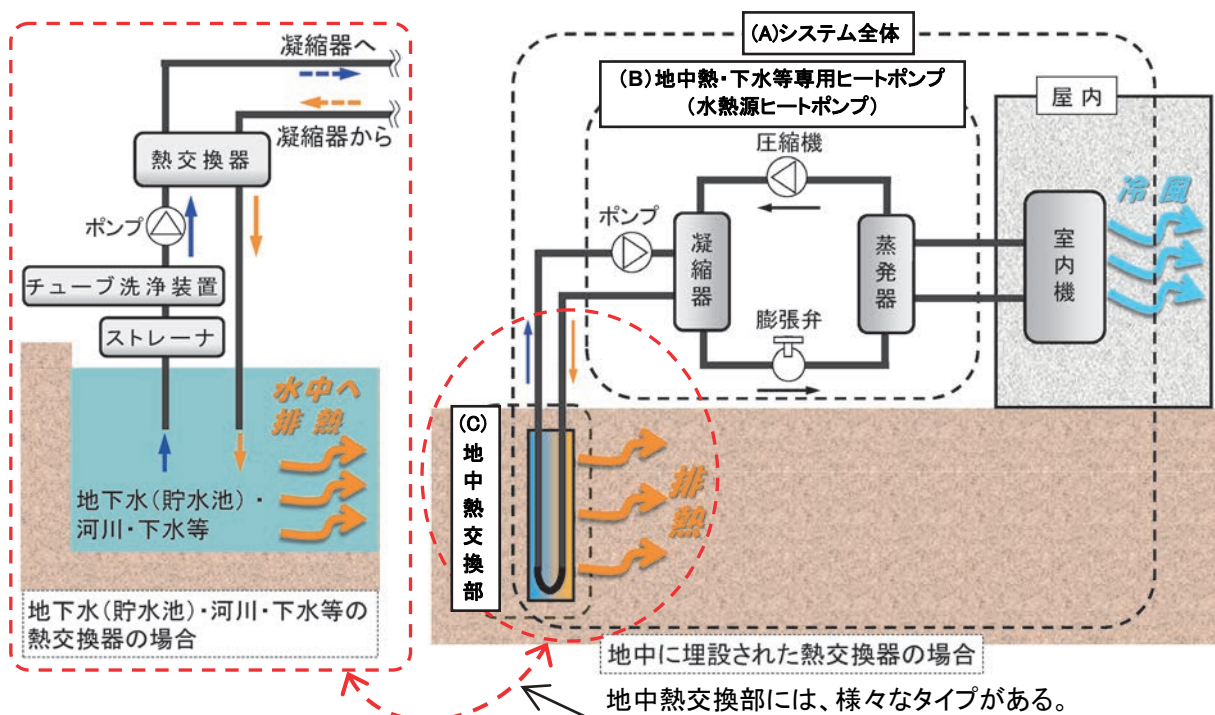


図3-3:室内から奪った熱を外気に排熱する空調システムでの冷房稼働の例(イメージ図)



※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、毎年70万台前後で推移しており、平成10年（1999年）以降の出荷台数は平成25年までの累計で約1,095万台^{注)}になる。

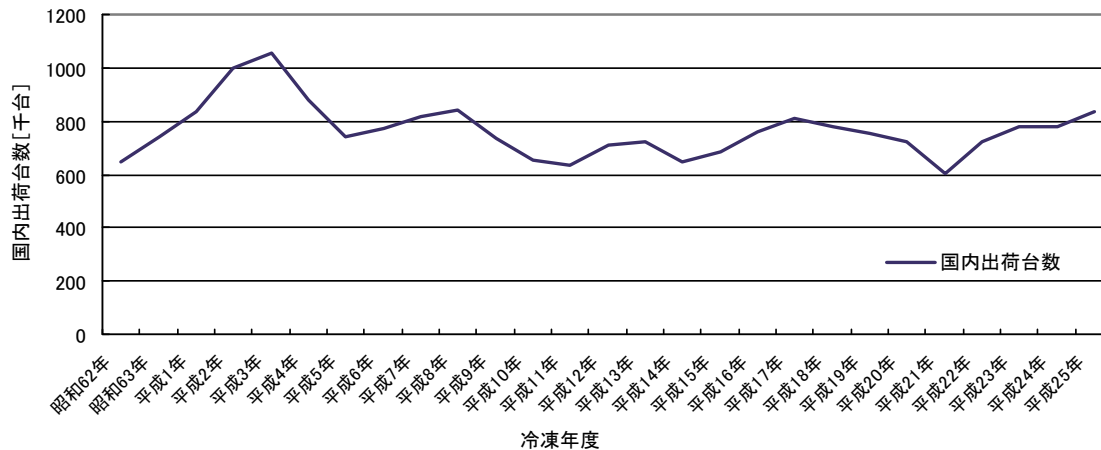


図3-5:業務用エアコン(パッケージエアコン)の国内出荷台数推

(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25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。

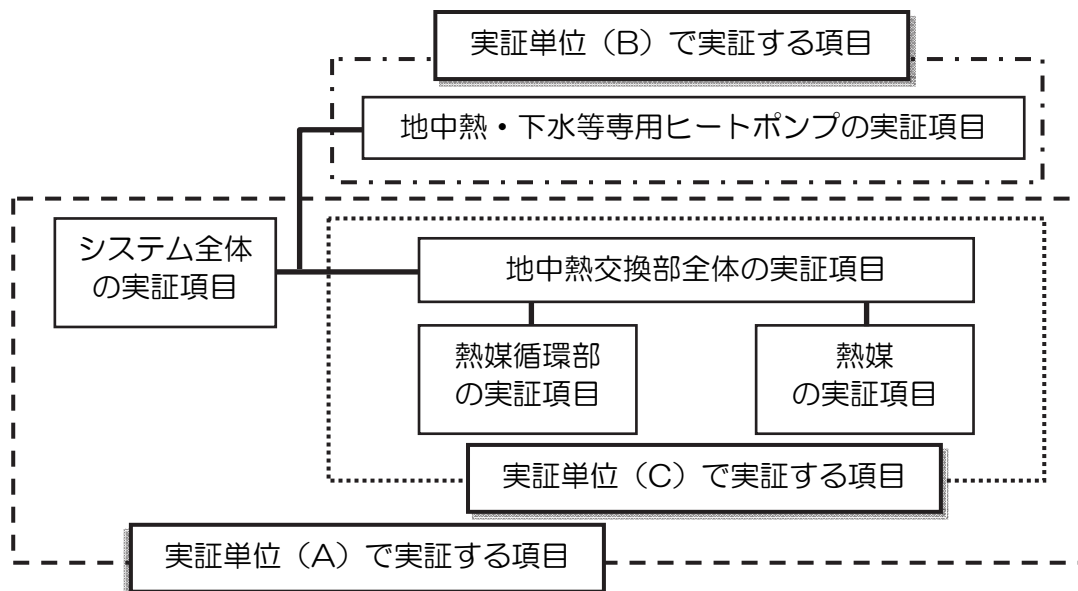


図3-6: 各実証単位の実証項目の構成

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} $\text{システムCOP} = \frac{\text{冷房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{冷房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$ 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。 $\text{COP}_{\text{ETV}} = \frac{\text{実証試験期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{実証試験期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$
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} $\text{システムCOP} = \frac{\text{暖房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{暖房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$
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まないが、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。 $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$ 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。 $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$

※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。

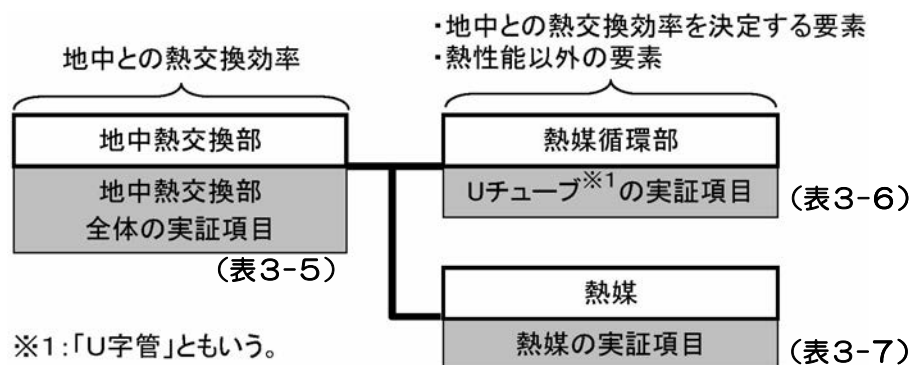


図3-7：実証単位(C)地中熱交換部の実証項目の構成

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。この実証項目は、性能を証明する書類の写しを提出する項目ですが、性能の証明の担保として、その製造物の規格または製造業者の品質管理システム等を確認しています。

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性能を証明する書類の写しを提出する項目ですが、性能の証明の担保として、その製造物の規格または製造業者の品質管理システム等を確認しています。

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 25 年度実証試験結果について

平成25年度は、手数料徴収体制※で実施しました。 ※P48「(1) 事業の実施体制」参照。

■実証を実施した機関

【実証機関】

○特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会

【実証運営機関】

○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

実証対象技術に設置された測定器を含むシステム構成図を次ページに記載しています。(次ページへ続く)

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 052-1301
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 25
www.env.go.jp/policy/etv

実証単位(A)システム全体 (H25)
埼玉県桶川市の株式会社P E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム
株式会社P E C

環境技術
実証事業
ETV 環境省
http://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	埼玉県桶川市の株式会社P E C 事務所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P E C
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 25 年 7 月 20 日～平成 26 年 2 月 2 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P E C 本社事務所 施設住所： 埼玉県桶川市加納 872 番地 施設の用途： 事務所
施設の規模 および空調方式	事務所軽量鉄骨平屋建。事務室と会長室の 2 部屋を地中熱で空調。 空調面積： 36m ² (事務室)、 11m ² (会長室) 空調システム： ヒートポンプ： 水熱源と空気熱源兼用 冷却能力 6.5kW 1 台 室内機： ファンコイルユニット 2 台
地質データ	地中熱交換井のボーリング柱状図がある。
地下水状況	地下水位 3.79m。地下水の流動は大きいらしい。

1.3 実証試験時のシステムの全体構成

実証対象技術のシステムは、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。システム全体と測定位置を図 1 に示す。実証対象技術のシステム構成の概要を表 2 に示す。

(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)

実証対象技術の概要についてを図1に、
そのシステム構成についてを表2に、それぞ
れ記載しています。

実証単位 (A) システム全体 (H25)
埼玉県稲川市の株式会社 P E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム
株式会社 P E C

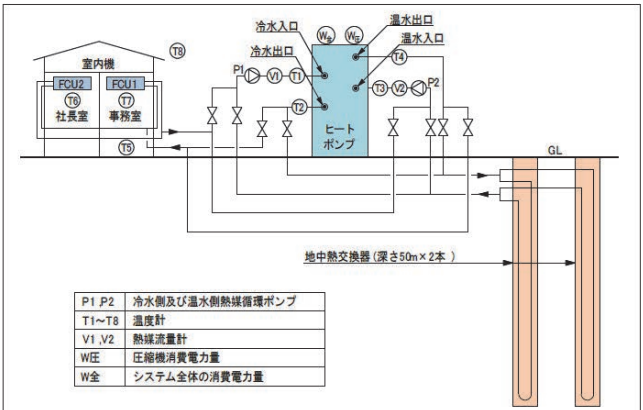


図1 実証対象技術の概要

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：50.0m×2本、5m間隔、 ・掘削口径：5インチ（径125mm） ・U字管：高密度ポリエチレン管 SINO-AUSTRALIA TIMES PLASTICS CO.,LTD 製 ISO規格 外径32mm、内径26mm、 シングルで挿入、挿入長 49.0m、 ・坑内充填物：2号珪砂（茨城県神栖産） ・地下水位：GL-3.79m
循環ポンプ	・製品名：Wenling Wigo Pump Factory 製 循環ポンプ ・型式：GREENPRO RS15/8 スクリューポンプ ・揚程： 8m、吐出し量：75L/min
ヒートポンプ	・製品名：MDI社製 水熱源空気熱源ハイブリッドタイプ ヒートポンプチャラー 「Cool de ホット」2号 MDIHP-H/C-W/A/W ・冷却能力：6.5kW、加熱能力：7.2kW ・台数：1台、制御：オンオフ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2次側間接式
熱媒	・一次側： ウェストブライン PB 42%（プロピレングリコール 25%） ・二次側： ウェストブライン PB 42%（プロピレングリコール 25%）
室内機	・ファンコイルユニット (1) 事務室用 製品名：ダイキン製 型式：FWH6B 額定能力 4.26kw、全熱能力 5.09kW、循環水量 14.5L/min、送風量 17m³/min ・ファンコイルユニット (2) 社長室用 製品名：ダイキン製 型式：FWH3B 額定能力 2.18kw、全熱能力 2.58kW、循環水量 7.4L/min、送風量 8.5m³/min

実証試験の概要

システム全体の实証試験は、図1(前ページ)中に示した測定箇所です。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。

実証試験結果

・システム全体の实証項目【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(次ページ)に示しました。

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(次ページ)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)

2. 実証試験の概要
2.1 システム全体の实証試験
システム全体の实証試験は、図1に示す測定箇所です。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	単位	測定機器
(1) 必須項目の計測用			
①冷水側熱媒のヒートポンプ入口温度	T ₁	℃	測温抵抗体 Pt100
②冷水側熱媒のヒートポンプ出口温度	T ₂	℃	測温抵抗体 Pt100
③温水側熱媒のヒートポンプ入口温度	T ₃	℃	測温抵抗体 Pt100
④温水側熱媒のヒートポンプ出口温度	T ₄	℃	測温抵抗体 Pt100
⑤冷水側熱媒流量	V ₁	L/min	電磁流量計
⑥温水側熱媒流量	V ₂	L/min	電磁流量計
⑦圧縮機の消費電力量 (圧縮機のみ)	W _圧	Wh	電力積算計
⑧システム全体の消費電力量 (圧縮機、循環ポンプ1、循環ポンプ2、制御電力の合計)	W _全	Wh	電力積算計
(2) 任意の計測用			
⑨事務室の室内床温度	T ₅	℃	熱電対
⑩社長室の室内気温	T ₆	℃	熱電対
⑪事務室の室内気温	T ₇	℃	熱電対
⑫外気温	T ₈	℃	熱電対

※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 システム全体の实証項目
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。
(計測期間：平成25年7月20日～平成26年2月2日)
・冷房期間：平成25年7月20日～平成25年9月30日
・暖房期間：平成25年11月9日～平成26年2月2日
システム全体の实証試験結果を表4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。
また、暖房期間の測定は実施したものの、解析の結果、適切でない運転条件下で試験が行われ、その試験データから実証項目を適切に算出できないことから、ここでは暖房期間の解析結果(任意項目)等は示していない。
詳細は、本報告書の本編「5.5.4 暖房期間の試験結果について」を参照のこと。

(4) 4ページ目

実証試験結果

(前ページからの続き)

・システム全体の实証項目【実証単位(A)】
試験結果について、冷房期間の必須項目のみ、表4に示しました。

なお、暖房期間の実証(任意)項目の解析結果については、表4中に示していません。詳細は、実証試験結果報告書(詳細版)本編5.5.4を参照して下さい。

・その他の実証項目【実証単位(C)】

地中熱交換部全体の实証項目は、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)の実証項目は、メーカーのカタログから示しました。
(次ページへ続く)

実証単位(A)システム全体(H25)
埼玉県稲川市の株式会社P E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム
株式会社P E C



表4 システム全体の实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)	3.25
	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)	1.19kW
	c. 冷房期間の地中への排熱量	5.14kW
	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 _{errv}	—
	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)	—
	f. 暖房期間のシステム消費電力	—
	g. 暖房期間の地中からの採熱量	—

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、熱媒循環部の実証項目と熱媒の実証項目は、実証試験要領の規定に基づき、既存資料から引用してデータを示す。

(1) 地中熱交換部全体の实証項目

地中熱交換部全体の实証項目は、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、現地状況からTRTができなかったため、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实証項目」参照)。

(2) 熱媒循環部(U字管)の実証(既存資料による)

製品名: 高密度ポリエチレン PE100 製U字管 TRINA 1900 SERIES HPDE PIPE
製造元: Time Plastic Co., Ltd. 輸入・販売: ジオシステム株式会社

表5 U字管のサイズ

品名	外径 (mm)	肉厚 (mm)	近似内径 (mm)	先端サイズ 参考 W(mm)
25AU字管(OD32 PE100 SDR11)	32	2.9	26.5	85

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6に示す。

表6 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7に示す
e. 耐圧性	1.0MPa 以上 (20℃)

(輸入・販売業者であるジオシステム株式会社カタログより)

(5) 5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)】
熱媒循環部(U字管)の実証項目のうち、耐腐食性(耐薬品性)を示しました。

実証試験結果

- ・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示しました。
(次ページへ続く)

実証単位(A)システム全体(H25)
埼玉県桶川市の株式会社P E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム
株式会社P E C



表7 PE100の耐薬品性(抜粋)

薬品名(濃度)	温度(℃)		薬品名	温度(℃)	
	20	60		20	60
塩酸(35%)	○	○	アンモニア水	○	○
硫酸(0~60%)	○	○	塩化ナトリウム	○	○
硫酸(80%)	△	×	炭酸ナトリウム	○	○
硝酸(0~30%)	○	△	メチルアルコール	○	○
硝酸(30~50%)	△	×	エチルアルコール	○	○
硝酸(70%)	×	×	エチレングリコール	○	○
水酸化カリウム	○	○	ジエチレングリコール	○	○
水酸化ナトリウム	○	○	プロピレングリコール	○	○
水酸化カルシウム	○	○	海水	○	○

○:使用可能、△:条件付きで使用可能、×:使用不可能

(輸入・販売業者であるジオシステム株式会社の技術資料より)

(3) 熱媒の実証(既存資料による)

表8 熱媒の概要

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 67%
製造・販売事業者	シーシーアイ株式会社
実使用の条件	ウエストンブライン PB を 42%に希釈して使用。

実証試験要領に規定される熱媒の実証項目と既存資料を確認した結果を表9に示す。
この情報は、実使用で希釈する前の、ウエストンブライン PB の製品としての性質である。

表9 熱媒の実証項目及び実証内容

項 目	実証内容
f. 腐食性	表 10 参照
g. 粘性	図 2 参照
h. 比重	図 3 参照
i. 比熱	図 4 参照
j. 引火性	なし
k. 毒性	表 11 参照
l. 生分解性/残留性	生分解性良好、残留性なし

(6) 6 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示しました。
(次ページへ続く)

実証単位 (A) システム全体 (H25)
埼玉県桶川市の株式会社 P E C 事務所における地中熱利用冷暖房システム
株式会社 P E C



表 10 熱媒ウエストブライン PB (WBPB) の腐食性

試 料			WBPB
試験濃度 (vol%)	質量変化 (mg/cm ²)	銅	-0.08
		ハンダ	-0.10
		黄銅	-0.08
		鋼	-0.02
		鋳鉄	-0.02
		アルミ鋳物	-0.17
	外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める
試験後の液の性状	pH 値		7.5→8.2
	予備アルカリ度		1.6→1.8
	液相		赤色透明
	沈殿量 (vol%)		痕跡

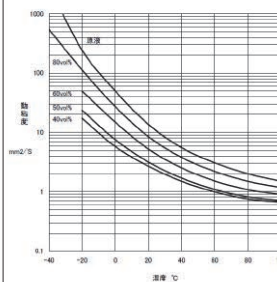


図 2 ウエストブライン PB の粘性

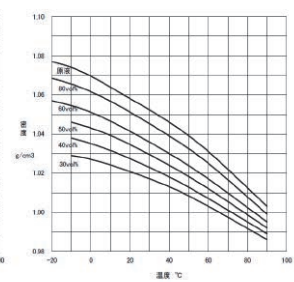


図 3 ウエストブライン PB の密度

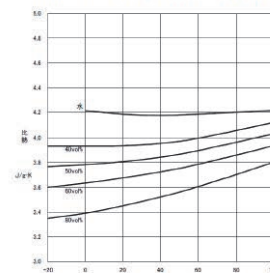


図 4 ウエストブライン PB の比熱

(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)】
熱媒の実証項目を、メーカーのカatalogから示しました。

実証対象技術の設置状況写真

本実証対象技術は、事務所横の駐車スペースに2本の地中熱交換井を5mの間隔で掘削後、熱媒循環部(U字管)を挿入・設置し、ヒートポンプユニットと接続されており、また事務所(社長室・事務室)内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たものである。屋外側のシステム全体の配置の様子を写真2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3に、それぞれ掲載しています。

実証単位(A)システム全体(H25)
埼玉県稲川市の株式会社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



表 11 ウェストンブラインの毒性

有害物質	なし(特定化学物質並びに重金属は添加していない)
急性毒性	LD50は17g/kg(計算値)で毒性の区分は実際上無毒に分類される。(表12参照)

表 12 毒性の区分(ラット経口投与)

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	実際上無毒性
LD50 値	1mg 以下	1~50mg	50~500mg	0.5~5g	5~15g	15g 以上
人間の致死量	一滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

4. 実証対象技術の設置状況写真



写真1 株式会社 PEC 事務所



写真2 システムの全体配置 (手前が地中熱交換井)

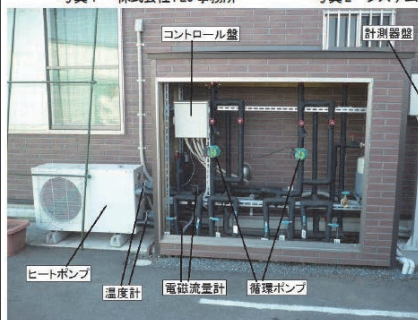


写真3 システムの全体



写真4 ヒートポンプ入口出口温度計



写真5 地中熱交換井の地上部

このページに示された情報は、実証試験によって得られた情報ではなく、実証申請者の責任において申請されたその年度時の内容ですので、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負うものではありません。

お問合せがある場合は、最新の連絡先をご確認の上、実証申請者まで直接ご連絡下さい。

○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。

(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		埼玉県稲川市の株式会社PEC事務所における地中熱利用冷暖房システム (英文表記: Ground-source heat pump system at the PEC Office, Okegawa City, Saitama Prefecture)		
製品名・型番		—		
製造(販売)企業名		株式会社PEC (英文表記: PEC Co., Ltd.)		
連絡先	TEL/FAX	TEL: 048-727-0111	FAX: 048-728-2890	
	ウェブサイト アドレス	http://www.pecbor.co/		
	E-mail	info@pecbor.co		
	設置条件	地中熱交換井を掘削できる敷地があれば、地中熱利用冷暖房システムはどこでも設置可能です。当社はコンパクトな SP-8000 型ボーリングマシンを所有していますので、最低限必要な敷地面積は約 4m×10m 程度です。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		地中熱利用冷暖房システムは一般には特別なメンテナンスの必要性はほとんどありません。3年に1度程度の点検をお勧めします。本実証対象技術のシステムは既に3年半使用していますが、その間特別のメンテナンスはせずに運転しています。		
施工性		施工性は自由度が高く、敷地と利用建物の条件に応じて、施工が可能です。		
コスト概算	イニシャルコスト			
	機 器		数 量	
	地中熱交換井掘削工事 (50m)		2本	約120万円
	地中熱ヒートポンプシステム			
	配管工事、室内機等			
	合 計			約250万円

○その他実証申請者または開発者からの情報

当社は、地盤調査や井戸工事を主にしてきた会社ですが、現在は地中熱利用のためのボーリング掘削やサーマルレスポンス試験を主な業務としています。
施工範囲としては、ボアホール工事からサーマルレスポンス試験、1次側横引き配管(ヒートポンプ繋ぎ込みまで)を自社にて一括施工いたします。
本実証試験の地中熱利用冷暖房システムは、当社が地中熱利用の施工事業をするにあたり、2010年に自社の事務所に設置して、実際に使用しながらシステムの研究に供しているものです。3年以上前のシステムなので既に旧式となっていますが、現在ではさらに進んだシステムの設置が可能です。

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。

○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
地中熱利用促進協会 特定非営利活動法人	実証単位(A) システム全体	株式会社 PEC	埼玉県桶川市の株式会社 PEC における地中熱利用冷暖房システム	平成 25 年 7 月 20 日～ 平成 26 年 2 月 2 日	052-1301	23
	実証単位(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	サンポット株式会社	地中熱ヒートポンプユニット (GSHP-3003URF)	平成 25 年 11 月 11 日～ 平成 25 年 11 月 13 日	052-1302	31
	実証単位(C) 地中熱交換部	株式会社 イノアック住環境	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)	平成 26 年 2 月 6 日～ 平成 26 年 2 月 10 日	052-1303	36

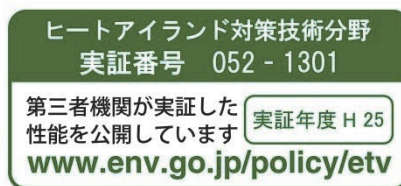
<実証機関連絡先>

○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>

○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。



○ 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	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
実証申請者	株式会社 PEC
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 25 年 7 月 20 日～平成 26 年 2 月 2 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 PEC 本社事務所 施設住所：埼玉県桶川市加納 872 番地 施設の用途：事務所
施設の規模 および空調方式	事務所軽量鉄骨平屋建。事務室と会長室の 2 部屋を地中熱で空調。 空調面積： 36m ² (事務室)、 11m ² (会長室) 空調システム： ヒートポンプ： 水熱源と空気熱源兼用 冷却能力 6.5kW 1 台 室内機：ファンコイルユニット 2 台
地質データ	地中熱交換井のボーリング柱状図がある。
地下水状況	地下水位 3.79m。地下水の流動は大きいらしい。

1.3 実証試験時のシステムの全体構成

実証対象技術のシステムは、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。システム全体と測定位置を図 1 に示す。実証対象技術のシステム構成の概要を表 2 に示す。

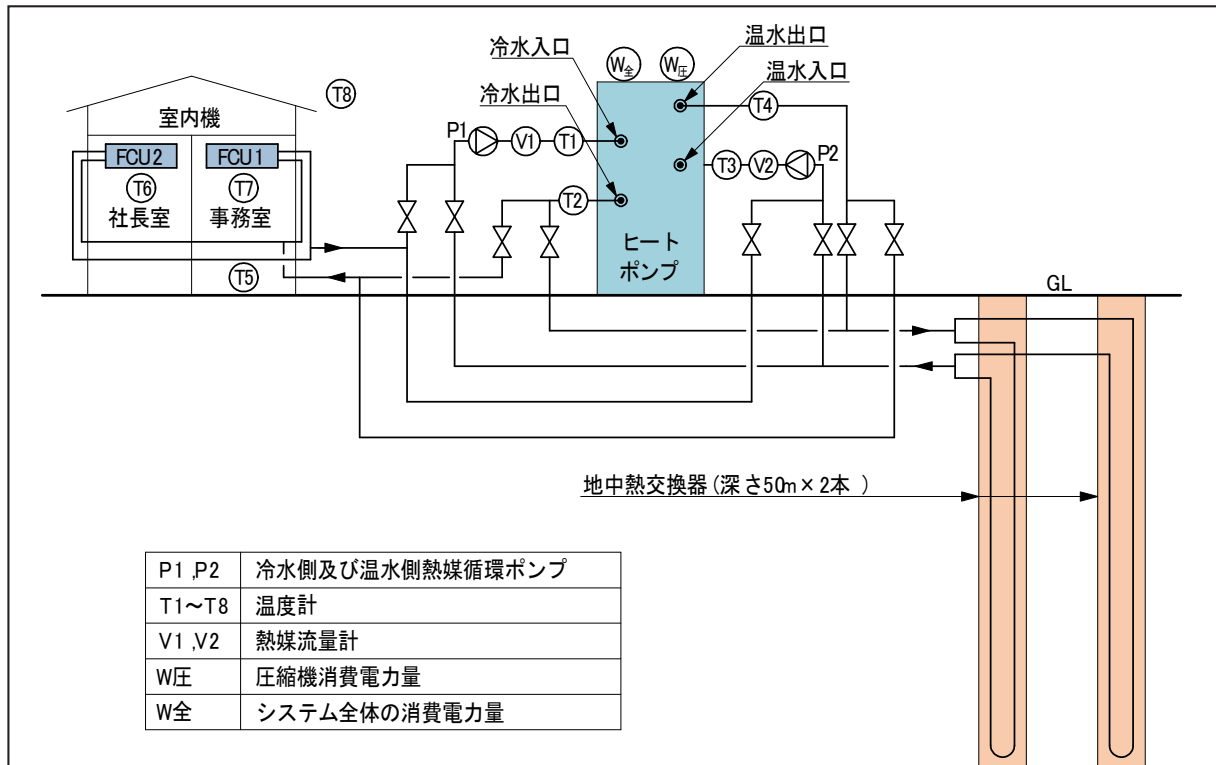


図1 実証対象技術の概要

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：50.0m×2本。5m 間隔。 ・掘削坑径：5 インチ (径 125mm) ・U 字管：高密度ポリエチレン管 SINO-AUSTRALIA TIMES PLASTICS CO.,LTD 製 ISO 規格 外径 32mm、内径 26mm。 シングルで挿入。挿入長 49.0m。 ・坑内充填物：2 号珪砂 (茨城県神栖産) ・地下水位：GL-3.79m
循環ポンプ	・製品名：Wenling Wigo Pump Factory 製 循環ポンプ ・型式：GREENPRO RS15/8 スクリューポンプ ・揚程： 8m、吐出し量：75L/min
ヒートポンプ	・製品名：MDI 社製 水熱源空気熱源ハイブリッドタイプ ヒートポンプチラー 「Cool! de ホット」2号 MDIHP-H/C-W/A/W ・冷却能力：6.5kW、加熱能力：7.2kW ・台数：1 台、制御：オンオフ制御 ・冷媒：R410A ・タイプ：2 次側間接式
熱媒	・一次側： ウェストブライン PB 42% (プロピレングリコール 25%) ・二次側： ウェストブライン PB 42% (プロピレングリコール 25%)
室内機	・ファンコイルユニット (1) 事務室用 製品名：ダイキン製 型式：FWH6B 顕熱能力 4.26kw、全熱能力 5.09kW、循環水量 14.5L/min、送風量 17m³/min ・ファンコイルユニット (2) 社長室用 製品名：ダイキン製 型式：FWH3B 顕熱能力 2.18kw、全熱能力 2.58kW、循環水量 7.4L/min、送風量 8.5m³/min

2. 実証試験の概要

2.1 システム全体の实証試験

システム全体の实証試験は、図 1 に示す測定箇所にて測定した。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	単位	測定機器
(1) 必須項目の計測用			
①冷水側熱媒のヒートポンプ入口温度	T_1	℃	測温抵抗体 Pt100
②冷水側熱媒のヒートポンプ出口温度	T_2	℃	測温抵抗体 Pt100
③温水側熱媒のヒートポンプ入口温度	T_3	℃	測温抵抗体 Pt100
④温水側熱媒のヒートポンプ出口温度	T_4	℃	測温抵抗体 Pt100
⑤冷水側熱媒流量	V_1	L/min	電磁流量計
⑥温水側熱媒流量	V_2	L/min	電磁流量計
⑦圧縮機の消費電力量 (圧縮機のみ)	$W_{\text{圧}}$	Wh	電力積算計
⑧システム全体の消費電力量 (圧縮機、循環ポンプ 1、循環ポンプ 2、制御電力の合計)	$W_{\text{全}}$	Wh	電力積算計
(2) 任意の計測用			
⑨事務室の室内床温度	T_5	℃	熱電対
⑩社長室の室内気温	T_6	℃	熱電対
⑪事務室の室内気温	T_7	℃	熱電対
⑫外気温	T_8	℃	熱電対

※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 システム全体の实証項目

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。

(計測期間：平成 25 年 7 月 20 日～平成 26 年 2 月 2 日)

・冷房期間：平成 25 年 7 月 20 日～平成 25 年 9 月 30 日

・暖房期間：平成 25 年 11 月 9 日～平成 26 年 2 月 2 日

システム全体の实証試験結果を表 4 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。

また、暖房期間の測定は実施したものの、解析の結果、適切でない運転条件下で試験が行われ、その試験データから実証項目を適切に算出できないことから、ここでは暖房期間の解析結果（任意項目）等は示していない。

詳細は、本報告書（詳細版）の本編「5.5.4 暖房期間の試験結果について」を参照のこと。

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)	3.25
		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)	1.19kW
		c. 冷房期間の地中への排熱量	5.14kW
	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}	—
		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)	—
		f. 暖房期間のシステム消費電力	—
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	—

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、熱媒循環部の実証項目と熱媒の実証項目は、実証試験要領の規定に基づき、既存資料から引用してデータを示す。

(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 ができなかったため、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 (既存資料による)

製品名： 高密度ポリエチレン PE100 製 U 字管 TRINA 1900 SERIES HPDE PIPE

製造元：Time Plastic Co., Ltd. 輸入・販売：ジオシステム株式会社

表 5 U 字管のサイズ

品名	外径 (mm)	肉厚 (mm)	近似内径 (mm)	先端サイズ 参考 W(mm)
25AU 字管(OD32 PE100 SDR11)	32	2.9	26.5	85

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 6 に示す。

表 6 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 7 に示す
e. 耐圧性	1.0MPa 以上 (20℃)

(輸入・販売業者であるジオシステム株式会社のカタログより)

表 7 PE100 の耐薬品性 (抜粋)

薬品名 (濃度)	温度 (°C)		薬品名	温度 (°C)	
	20	60		20	60
塩酸 (35%)	○	○	アンモニア水	○	○
硫酸 (0~60%)	○	○	塩化ナトリウム	○	○
硫酸 (80%)	△	×	炭酸ナトリウム	○	○
硝酸 (0~30%)	○	△	メチルアルコール	○	○
硝酸 (30~50%)	△	×	エチルアルコール	○	○
硝酸 (70%)	×	×	エチレングリコール	○	○
水酸化カリウム	○	○	ジエチレングリコール	○	○
水酸化ナトリウム	○	○	プロピレングリコール	○	○
水酸化カルシウム	○	○	海水	○	○

○ : 使用可能、△ : 条件付きで使用可能、× : 使用不可能
(輸入・販売業者であるジオシステム株式会社の技術資料より)

(3) 熱媒の実証 (既存資料による)

表 8 熱媒の概要

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 67%
製造・販売事業者	シーシーアイ株式会社
実使用の条件	ウエストンブライン PB を 42% に希釈して使用。

実証試験要領に規定される熱媒の実証項目と既存資料を確認した結果を表 9 に示す。
この情報は、実使用で希釈する前の、ウエストンブライン PB の製品としての性質である。

表 9 熱媒の実証項目及び実証内容

項 目	実証内容
f. 腐食性	表 10 参照
g. 粘性	図 2 参照
h. 比重	図 3 参照
i. 比熱	図 4 参照
j. 引火性	なし
k. 毒性	表 11 参照
l. 生分解性/残留性	生分解性良好、残留性なし

表 10 熱媒ウエストンブライン PB (WBPB) の腐食性

試 料			WBPB
試験濃度 (vol%)			40
金属腐食 88±2℃ 336h	質量変化 (mg/cm2)	銅	-0.08
		ハンダ	-0.10
		黄銅	-0.08
		鋼	-0.02
		鋳鉄	-0.02
	アルミ鋳物	-0.17	
外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める	
試験後の液の性状	pH 値		7.5→8.2
	予備アルカリ度		1.6→1.8
	液相		赤色透明
	沈殿量 (vol%)		痕跡

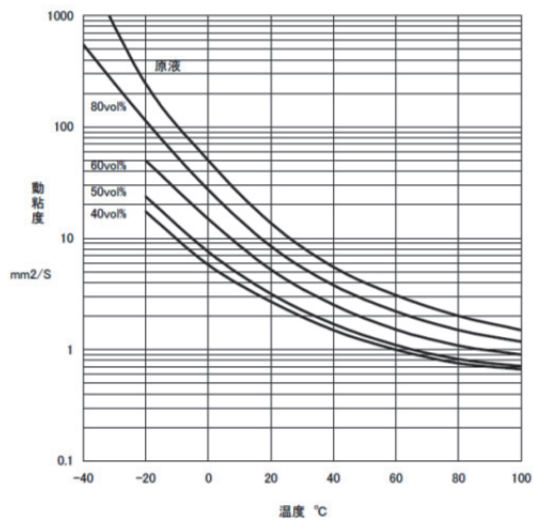


図 2 ウェストンブライン PB の粘性

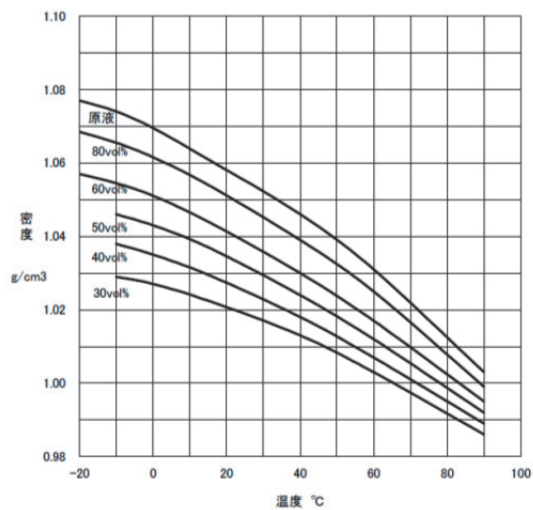


図 3 ウェストンブライン PB の密度

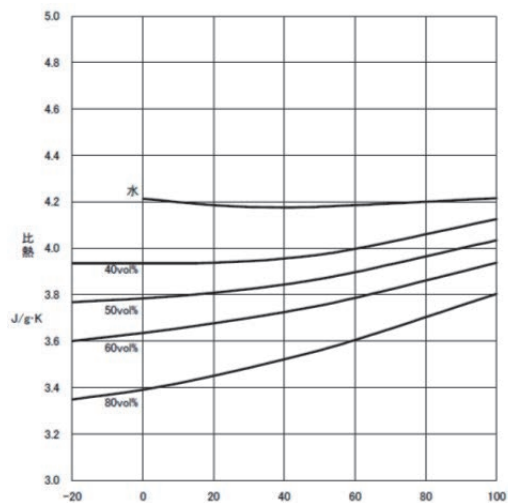


図 4 ウェストンブライン PB の比熱

表 11 ウェストンブラインの毒性

有害物質	なし (特定化学物質並びに重金属は添加していない)
急性毒性	LD50 は 17g/kg(計算値)で毒性の区分は実際上無毒に分類される。(表 12 参照)

表 12 毒性の区分 (ラット経口投与)

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	実際上無毒性
LD50 値	1mg 以下	1~50mg	50~500mg	0.5~5g	5~15g	15g 以上
人間の致死量	一滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

4. 実証対象技術の設置状況写真



写真1 株式会社 PEC 事務所



写真2 システムの全体配置 (手前が地中熱交換井)

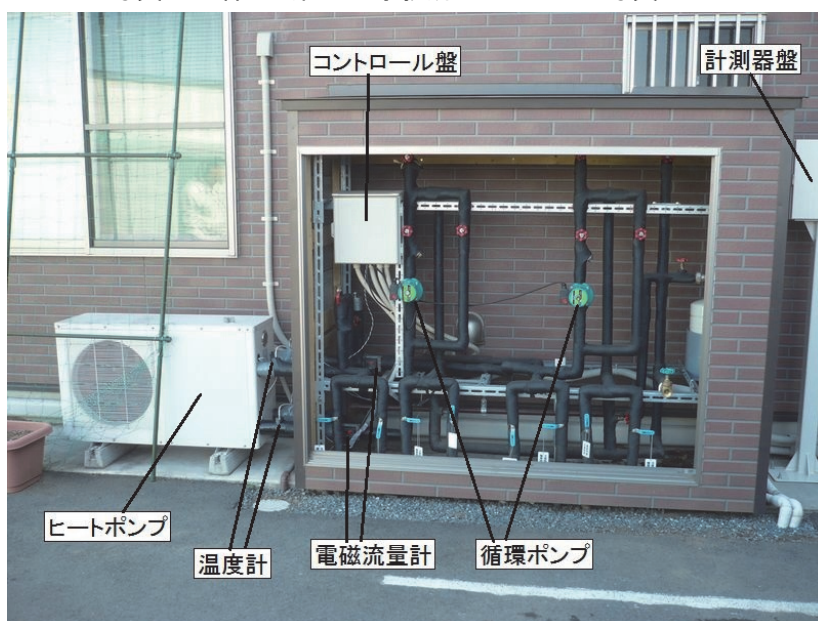


写真3 システムの全体



写真4 ヒートポンプ入口出口温度計



写真5 地中熱交換井の地上部

(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		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 (英文表記: Ground-source heat pump system at the PEC Office, Okegawa City, Saitama Prefecture)	
製品名・型番		—	
製造(販売)企業名		株式会社PEC (英文表記: PEC Co., Ltd.)	
連絡先	TEL／FAX	TEL : 048-727-0111 FAX : 048-728-2890	
	ウェブサイト アドレス	http://www.pecbor.cc/	
	E-mail	info@pecbor.cc	
設置条件		地中熱交換井を掘削できる敷地があれば、地中熱利用冷暖房システムはどこでも設置可能です。当社はコンパクトな SP-8000 型ボーリングマシンを所有していますので、最低限必要な敷地面積は約 4m×10m 程度です。	
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		地中熱利用冷暖房システムは一般には特別なメンテナンスの必要性はほとんどありません。3 年に 1 度程度の点検をお勧めします。本実証対象技術のシステムは既に 3 年半使用していますが、その間特別のメンテナンスはせずに運転しています。	
施工性		施工性は自由度が高く、敷地と利用建物の条件に応じて、施工が可能です。	
コスト概算		イニシャルコスト	
		機 器	数量
		地中熱交換井掘削工事 @50m	2 本
		地中熱ヒートポンプシステム	
		配管工事、室内機等	
		合 計	
		約 120 万円	
		約 250 万円	

○ その他実証申請者または開発者からの情報

当社は、地盤調査や井戸工事を主にしてきた会社ですが、現在は地中熱利用のためのボーリング孔掘削やサーマルレスポンス試験を主な業務としています。

施工範囲としては、ボアホール工事からサーマルレスポンス試験、1 次側横引き配管（ヒートポンプ繋ぎ込みまで）を自社にて一括施工いたします。

本実証試験の地中熱利用冷暖房システムは、当社が地中熱利用の施工事業をするにあたり、2010 年に自社の事務所に設置して、実際に使用しながらシステムの研究に供しているものです。3 年以上前のシステムなのですでに旧式となっていますが、現在ではさらに進んだシステムの設置が可能です。

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。



○ 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	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF
実証申請者	サンポット株式会社
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 25 年 11 月 11 日～平成 25 年 11 月 13 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

実証対象技術である地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF は、地中熱利用冷暖房空調用ヒートポンプユニットである。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



図 1 GSHP-3003URF の写真

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) とともに不凍液 (水) を循環させるいわゆる「水-水ヒートポンプ」である。なお、一次側 (熱源側) の熱媒には濃度 20～40%のエチレングリコール希釈液を、二次側 (利用側) の熱媒には濃度 20～40%のプロピレングリコール希釈液を用いている。

地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF は、1 台当たりの冷暖房能力が 30kW であるが、これを複数台並べて設置することにより、中規模な建物 (学校・事務所等) の冷暖房需要*にも対応可能とすることを主目的に開発された製品である。また、製品 1 台の中にはヒートポンプ本体のみをコンパクトに収め、一次側と二次側の循環ポンプおよび膨張吸収用のバッファタンクは規模に応じて別途まとめて設置することができ、効率的なシステム構成が可能となる。

*20～100kW 程度 (目安)

表 1 主要な仕様

型式の呼び		GSHP-3003URF	使用温度範囲（暖房）		15～60℃
種類	設置区分	屋内設置	使用温度範囲（冷房）		5～20℃
	用途	冷暖房	冷媒の種類		R410A
定格電圧		三相 200V	外形寸法	高さ	1,200mm
定格暖房消費電力		6.5kW		幅	850mm
定格暖房能力		28kW（最大 30kW）		奥行	550mm
定格冷房消費電力		5.9kW	質量		170kg
定格冷房能力		26.5kW（最大 30kW）			

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サンポット株式会社所有の試験設備は、通常は出荷前の製品の検査や開発用の試作機の試験に用いており、いくつか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。主な試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のとおり構成されている。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 に示す。

表 2 試験設備の機器と測定機器

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
サンポット株式会社 本社工場 試験室内	・熱交換器：3 基 ・水タンク：2 基 ・循環ポンプ：2 基 ・バルブ：多数	・測温抵抗体 ・一体型電磁流量計 ・電力計 ・ハイブリッドレコーダー

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

実証試験要領*¹には、冷房期間を想定した温度条件での試験の熱媒は、原則的に水を熱媒とすると規定されているが、本実証試験ではブライン (不凍液) を使用して行った。理由は、本実証対象技術の地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF は、一次側にはエチレングリコール、二次側にはプロピレングリコールを主成分とする指定の不凍液を使用するように注意書きをつけて販売している。そのため使用の実情に合わせた熱媒で試験をするほうが合理的と考え、熱媒は不凍液を使用して試験を実施した。なお、各不凍液の濃度は、一次側 (熱源側) はエチレングリコール 20%希釈液、二次側 (利用側) はプロピレングリコール 40%希釈液である。

(2) 温度条件

実証試験要領^{*1}に規定する下記の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。

表4 冷房期間を想定した温度条件（間接式の場合）^{*2}

	利用側熱媒温度 (°C)		熱源側熱媒温度 (°C)	
	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}

	利用側熱媒温度 (°C)		熱源側熱媒温度 (°C)	
	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25年5月10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_4.pdf

*2 表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。

3. 実証試験結果

冷房時及び暖房時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 冷房期間の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（一次側）熱媒 ^{*3} 入口温度		
		20°C	25°C	30°C
利用側（二次側） 熱媒 ^{*3} 出口温度	7°C	5.9	5.1	4.4

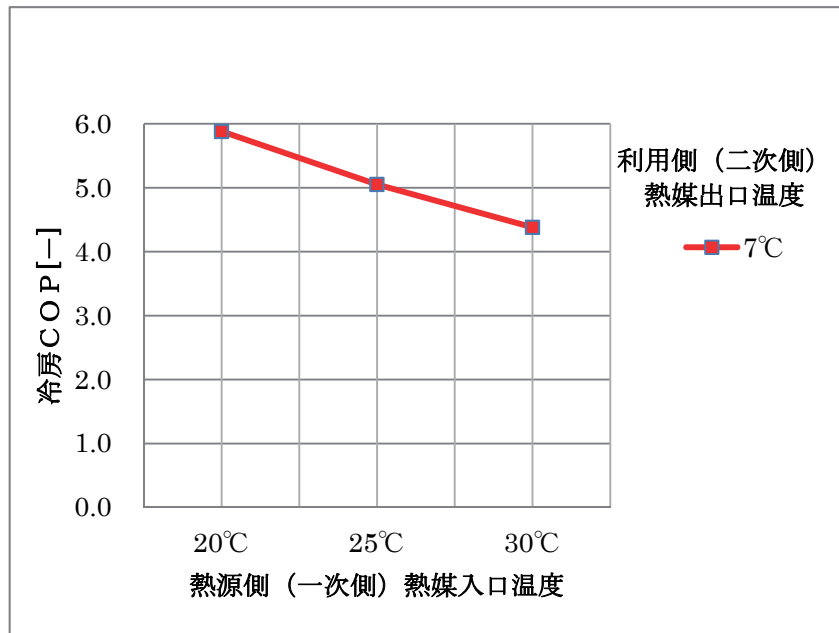


図2 冷房期間の各温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP）

(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 暖房期間の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（一次側）熱媒*3 入口温度	
		10℃	15℃
利用側（二次側） 熱媒*3 出口温度	45℃	4.2	4.7

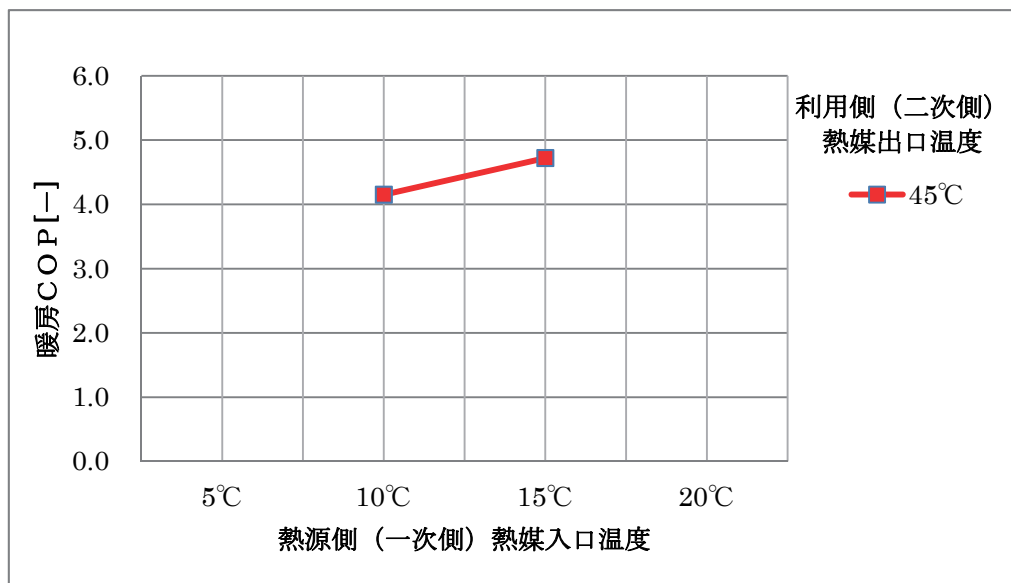


図3 暖房期間の各温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP）

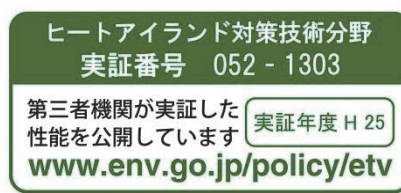
*3：熱媒は、熱源側（一次側）はエチレングリコール 20%希釈液、利用側（二次側）はプロピレングリコール 40%希釈液を使用。

(参考情報)

項 目		実証申請者 記入欄
実証対象技術名		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-3003URF (英文表記: Geothermal heat pump GSHP-3003URF)
製品名・型番		同上
製造(販売)企業名		サンポット株式会社 (英文表記: Sunpot Co., Ltd.)
連絡先	TEL/FAX	0198-37-1177/0198-37-1131
	Web アドレス	http://gshp-sunpot.jp/
	E-mail	http://gshp-sunpot.jp/contact.html
設置条件		・屋内設置専用 中規模物件空調用 ※-20℃以下になるような場所には設置できません。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		圧縮機、制御基板など消耗品の交換を行って、15年の耐久年数を想定。
施工性		循環ポンプや膨張吸収用のタンクを外付けする必要あり。 冷暖房配管および採熱配管接続し、熱媒である不凍液を充填して施工完了。
技術上の特徴		・複数台連結により中規模物件の冷暖房空調が可能 ・インバータ機能により空調の負荷に合わせて効率よく運転
コスト概算		ヒートポンプユニット GSHP-3003URF 定価: オープン価格 専用リモコン CMR-2611-SP 定価: ¥14,700

○その他申請者からの情報

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



○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	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)
実 証 申 請 者	株式会社イノアック住環境
実 証 単 位	(C) 地中熱交換部
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 2 月 6 日～ 2 月 10 日 (現地試験期間)

1. 実証対象技術の概要

1.1 地中熱利用の特徴

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 (C) 地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入した U 字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部 (U 字管) を循環する熱媒からなる。熱媒は地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

1.2 地中熱交換器及び地盤の地質

本実証対象技術の設備は、栃木県宇都宮市の病院の地中熱利用空調設備として施工中のものである。本報告書作成の時点では病院の建物も建設中で、地中熱交換部はまだヒートポンプとはつながっていない。地中熱交換器はボーリング孔に U 字管を挿入して、珪砂を充填した一般的な構造である。

図 1 には、地中熱交換器の図と地質状況を示す。(なお、完成時とサーマルレスポンス試験 (TRT) 時の U 字管の長さとは若干の差があるが、これは TRT 後に横引き配管工事のため U 字管を短く切断したためである。)

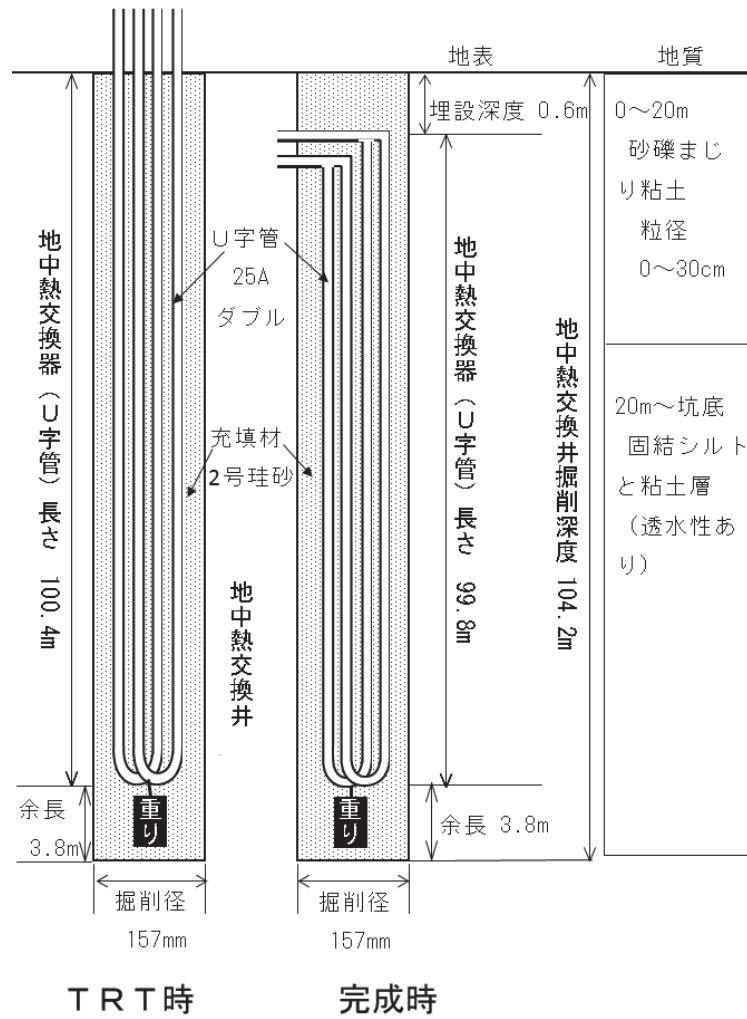


図1 地中熱交換器と地質柱状図

1.3 熱媒循環部 (U字管)

本実証試験で使用した熱媒循環部 (U字管) の仕様を表1に、U字管の先端部の写真を下に示す。

表1 「Uーポリパイ」 GUP-25AN の仕様

製品名及び型式	地中熱交換システム用パイプ「Uーポリパイ」 GUP-25AN
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 27mm
設置方式	ダブルU字管
製品販売の長さ	105m



1.4 熱媒

報告書作成時点ではまだ冷暖房設備の工事は終了していないので、計画中の熱媒の情報を記載する。計画中の熱媒は、1 次側、2 次側ともにショーワ株式会社製のプロピレングリコールをベースとする熱媒である。熱媒の概要を表 2 に示す。

表 2 熱媒の概要

	1 次側、2 次側とも同じ
製品名	ショウブライン PP スーパー
主成分	プロピレングリコール (91～94%)
製造・販売事業者	ショーワ株式会社
計画のライン濃度	ショウブライン PP スーパー39%

2. 実証試験の概要

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部である U 字管、熱媒である不凍液の性能を既存資料により示したものである。なお、サーマルレスポンス試験は TRT (Thermal Response Test) あるいは熱応答試験とも呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から地中熱交換井の熱抵抗や地盤(土壌部分)の熱伝導率を求める試験である。

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換器全体の实証項目 (サーマルレスポンス試験)

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒(水)の温度を用いる解析方法で行った。使用した計測器は、実証試験要領の精度規定を満たしている。

サーマルレスポンス試験の試験日程を図 2 に、サーマルレスポンス試験装置の模式図を図 3 に示す。

項 目	日数	平成 26 年 2 月				
		6 日	7 日	8 日	9 日	10 日
初期地層温度測定	0.1 日	■				
装置設置・準備	0.5 日	■				
非加熱循環	0.1 日	■				
加熱循環試験	3 日	■	■	■	■	■
撤収	0.5 日					■

図 2 サーマルレスポンス試験の日程

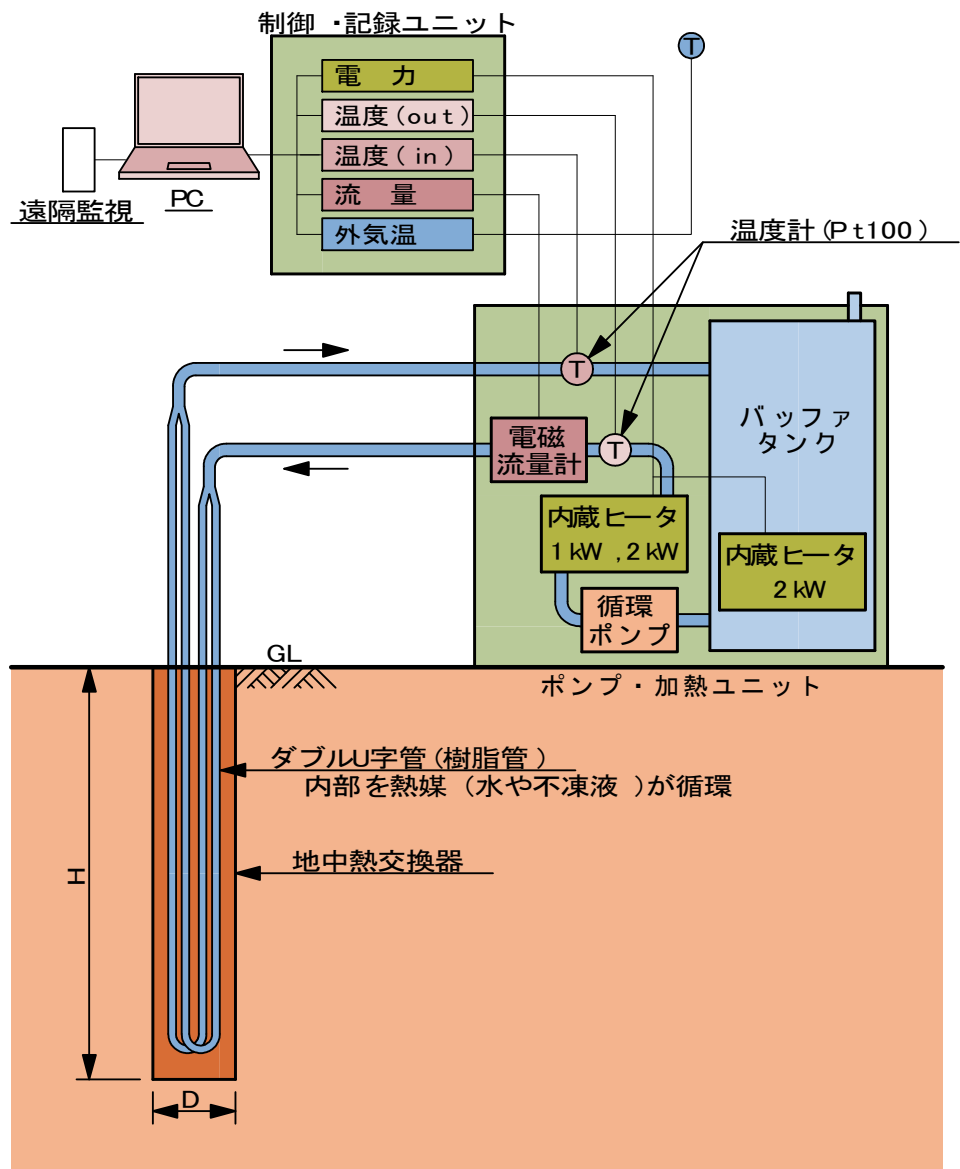


図3 サーマルレスポンス試験装置の模式図

サーマルレスポンス試験により算出された、実証試験要領で規定される地中熱交換器全体の実証試験結果を表3に示す。

表3 地中熱交換部全体の実証項目と実証内容

実証項目	実証試験結果	TRT 実施時の地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.061 [K/(W/m)]	坑径 157mm、25A ダブル U 字管 (外径 34.0mm)、 U 字管長さ 100.4m、2 号珪砂充填
b. 土壌部分の熱伝導率	1.16 [W/(m・K)]	

3.2 熱媒循環部の実証（既存資料による）

実証試験要領に規定される熱媒循環部（U字管）の実証項目及び既存資料のデータを表 4、表 5、表 6 に示す。既存資料は、U字管メーカーの資料を使用した。

表 4 熱媒循環部（U-ポリパイ）の特性（既存資料より）

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 5 に示す
e. 耐圧性	耐圧性：表 6 に示す

表 5 U-ポリパイの耐薬品性

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	臭い 移行	薬品名	温度 °C	臭い 移行	薬品名	温度 °C	臭い 移行	薬品名	温度 °C	臭い 移行
	20	60		20	60		20	60		20	60
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	○	○	アセトアルデヒド	○	×	海水	○	○
蟻酸 <80%	○	○	硫酸	○	○	エチルエーテル	×	×	ガソリン	○	×
蔞酸	○	○	過酸化 水素	10%	○	グリセリン	○	○	灯油	○	×
乳酸	○	○		30%	○	ホルマリン 40%	○	○	尿素	○	○
オレイン酸	○	×		90%	○	トルエン	×	×	白蟻駆除剤	×	×
マレイン酸	○	○				エタノール 40%	○	○			

表 6 U-ポリパイの耐圧性

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

これは U-ポリパイの材料である高密度ポリエチレン管（PE100）の連続安全使用温度範囲における最大使用圧力である。

3.3 熱媒の実証 (既存資料による)

実証試験要領に規定される熱媒の実証項目及び既存資料のデータを表 7、表 8、図 4、図 5、図 6、表 9、表 10 に示す。既存資料は、ブラインメーカーの資料を使用した。

表 7 熱媒 (ショウブライン PP スーパー) の特性 (既存資料より)

項 目	内 容	実証方法
f. 腐食性	表 8 参照	・実証申請者から提出されたカタログ等、各項目の性能を示す資料を確認した。
g. 粘性 : 粘性率[Pa・s]	図 4 参照	
h. 比重 : [g/cm ³]	図 5 参照	
i. 比熱 : [J/(kg・K)]	図 6 参照	
j. 引火性	なし	
k. 毒性	毒性はなし。表 9 参照	
l. 生分解性/残留性	生分解性良好、残留性なし	

表 8 熱媒ショウブライン PP スーパーの腐食性

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 ・ 濃 度 -20℃ …… 50vol%

室温 …… 30vol%

88℃ …… 30vol%

・ 通気量 100mℓ/min (-20℃の場合、通気なし)

・ 時 間 336hr

試験片	希釈液 温度	腐食量(mg/cm ²)					
		水道水希釈			JIS調合水希釈		
		-20℃	室温	+88℃	-20℃	室温	+88℃
銅		-0.04	-0.02	-0.05	-0.02	-0.02	-0.03
黄銅		-0.01	±0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02
銅		-0.01	+0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.02
鋳鉄		-0.01	+0.00	+0.01	-0.01	-0.00	+0.03
ステンレス(SUS304)		-0.01	±0.00	-0.00	-0.00	+0.01	-0.01

長期間腐食試験

条 件 ・ 濃 度 30vol%

・ 温 度 88℃

・ 通気量 100mℓ/min

・ 時 間 1000, 3000, 5000hr

試験片	時間	腐食量(mg/cm ²)		
		1000hr	3000hr	5000hr
銅		-0.04	-0.06	-0.15
黄銅		-0.02	-0.07	-0.14
銅		-0.01	-0.04	-0.15
鋳鉄		-0.00	+0.03	-0.17
ステンレス(SUS304)		+0.00	+0.00	+0.00

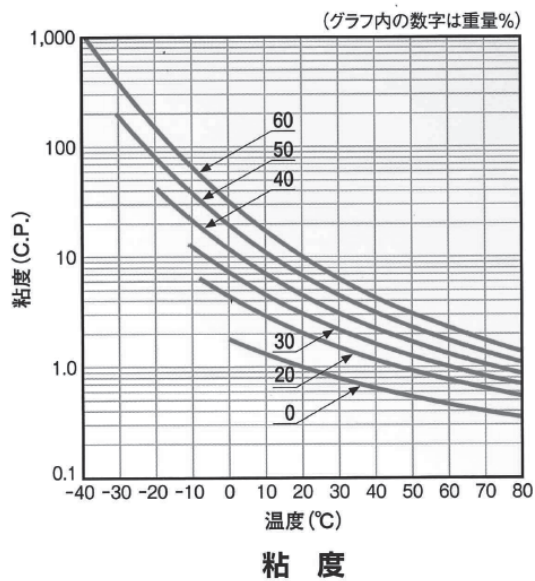


図4 ショウブラインPP スーパーの粘性

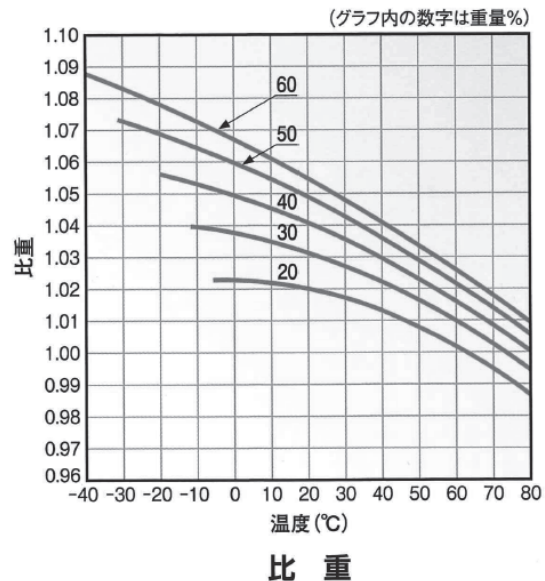


図5 ショウブラインPP スーパーの密度

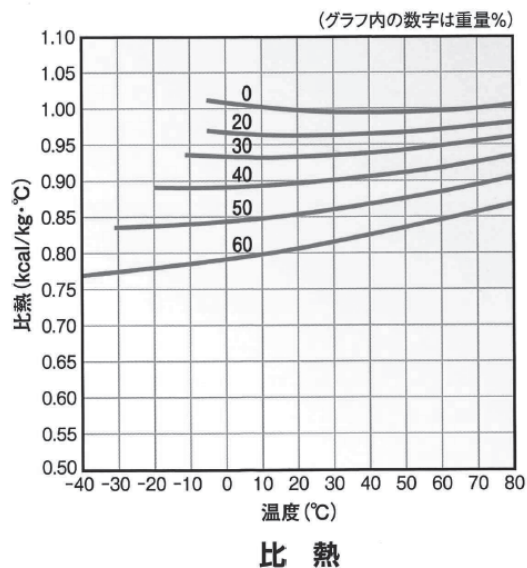


図6 ショウブラインPP スーパーの比熱

表9 ショウブラインPP スーパーの毒性

有害物質	なし
急性毒性	ショウブラインPP スーパーのマウス経口投与法による 急性毒性 LD50 値は 18.0ml/kg (表 10 参照)

表10 (参考) 毒性の区分 (ラット経口投与)

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	實際上無毒性
LD50 値	1mg 以下	1~50mg	50~500mg	0.5~5g	5~15g	15g 以上
人間の致死量	一滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

3.4 実証試験状況写真



写真1 現場の全景



写真2 初期温度測定



写真3 加熱循環配管の状況



写真4 配管に保温材を巻く作業



写真5 保温材を巻終った状況



写真6 保温材の上を銀色シートを覆い、この状況で加熱循環試験を行った。

(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		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) (英文表記: Ground Heat Exchanger (GUP-25AN U-tube) at a Hospital in Utsunomiya City, Tochigi Prefecture)	
製品名・型番		U-ポリパイ GUP-25AN	
製造(販売)企業名		株式会社イノアック住環境 (英文表記: INOAC Housing & Construction Materials Co., Ltd.)	
連絡先	TEL/FAX	TEL:052-684-0266 FAX:052-684-0277	
	ウェブサイト アドレス	http://www.inoac.co.jp/juukan/	
	E-mail	jyuhp@inoac.co.jp	
設置条件		・ 地中熱交換器を設置する場合、隣接する熱交換器は間隔を 5 m 以上離して設置します。 ・ 高温の温泉地などでの設置は使用温度と圧力の確認が必要です。	
メンテナンスの必要性・コスト、耐候性・製品寿命等		・ 地中熱交換器及び横引管は長期耐久性に優れた高性能ポリエチレン材料を採用しており、腐食の心配もなくメンテナンスは不要です。	
施工性		・ U ポリパイは巻径を大きくすることで巻癖が少なく、外気温が低い冬場でも挿入時の施工性が損なわれません。 ・ 管には先端 U 字継手部から 1 m おきに m 印字があるので、施工時に挿入深さがわかります。 ・ 先端 U 字継手はソケット融着接合を採用しており、高い融着強度で漏水の心配も少なくなります。	
コスト概算			
		機 器	数量 金額
		ダブル U チューブ (呼び径 25×105m)	1 式 280,000
		掘削費 (100m)	1 式 1,400,000

○ その他実証申請者または開発者からの情報

- ・ U - ポリパイ (呼び径 25) は水道用ポリエチレン管規格の JISK6762 の寸法体系に基づき材料に高性能ポリエチレン材料を使用しているため、地中熱交換器として求められる長期の耐久性や耐圧性は優れた性能を有しています。
- ・ 地中熱交換器からヒートポンプまでの管と継手には豊富なバリエーションを揃えており、樹脂管でのシステム管路の構築が可能です。

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。

V. これまでの実証対象技術一覧

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
		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

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 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25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。実証試験を行った技術に対しては、その普及を促すため、また環境省が行う本事業の実証済技術である証として、「環境技術実証事業ロゴマーク」（図6-1）及び実証番号を交付しています。

なお、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。「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。



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。

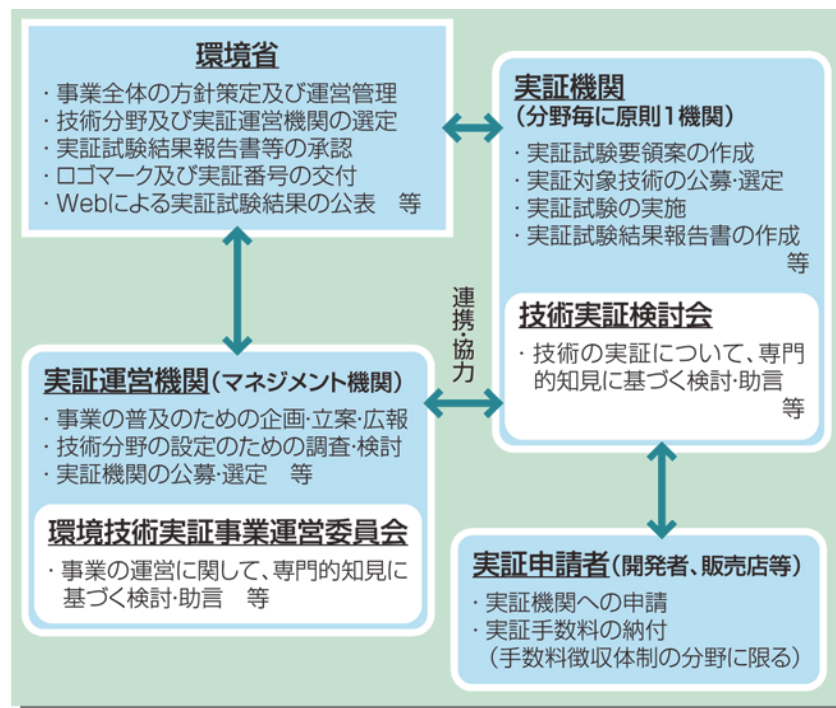


図 6-2：平成25年度における『環境技術実証事業』の実施体制

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25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）

○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。

○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。

○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。

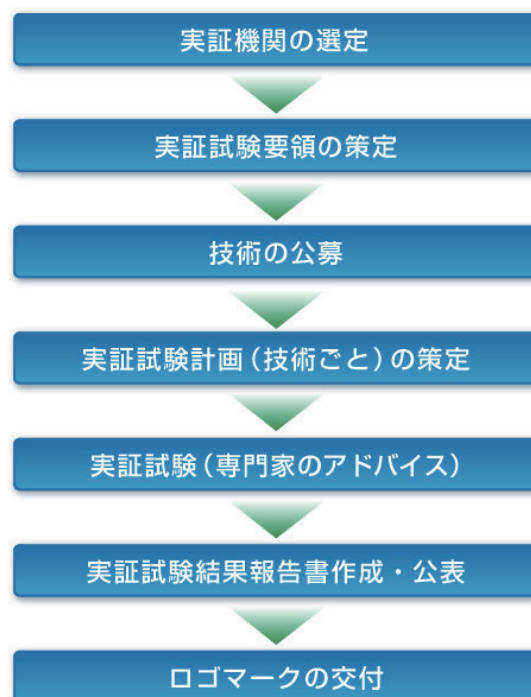


図 6-3：平成25年度における『環境技術実証事業』の流れ

■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25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。

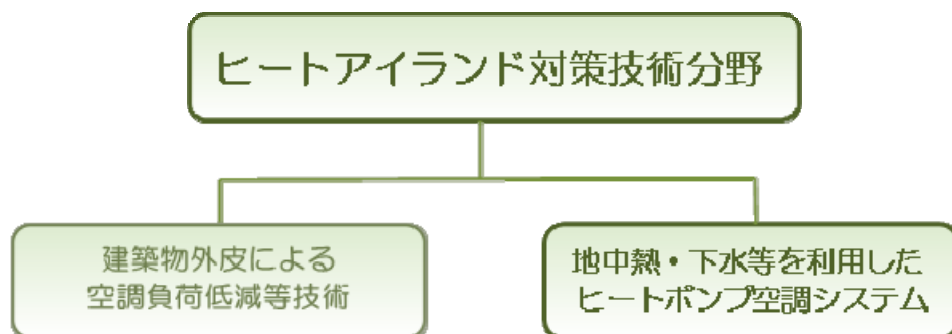


図6-4:ヒートアイランド対策技術分野の技術の種類

■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」については現時点では普及が十分ではないので、本事業で技術分野として位置づけ、普及を行うことが有効である。
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. 実証申請者として、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。



【平成25(2013)年度版表記例】

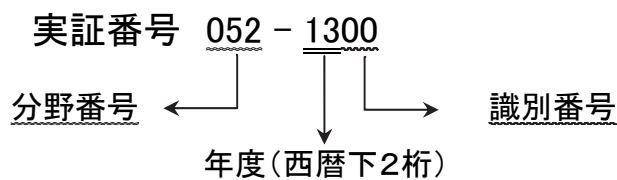


図6-5: 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）の例

■ 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
※平成 24 年 4 月 1 日に社団法人から一般社団法人へ移行。
- 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

<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)