

# 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 051 - 1501

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 27

[www.env.go.jp/policy/etv](http://www.env.go.jp/policy/etv)

本ロゴマークは一定の基準に適合していることを  
認定したものではありません

## 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27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	
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27年度）・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5
■ ヒートアイランド対策技術（地中熱・下水等を利用した ヒートポンプ空調システム）とは？	
■ 「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	
■ 実証試験の概要	
■ 実証項目について	
IV. 平成27年度実証試験結果について・・・・・・・・	14
■ 実証機関	
■ 実証試験結果報告書全体概要の見方	
■ 実証試験結果報告書の概要	
V. これまでの実証対象技術一覧・・・・・・・・・・・・	35
VI. 「環境技術実証事業」について・・・・・・・・・・	37
■ 「環境技術実証事業」とは？	
■ 事業の仕組みは？	
■ ヒートアイランド現象と対策	
■ ヒートアイランド対策技術分野について	
■ 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？	
■ 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？	
■ 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）について	
■ 環境技術実証事業のウェブサイトについて	
■ 参考文献	



# 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 IV 以降をご覧ください。）

本冊子（広報資料）は、この事業において平成 27 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 26 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>)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 : 本冊子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
<p>&lt;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&gt;（続き）</p>	
<p>熱媒循環部 （U字管、Uチューブ）</p>	<p>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。</p>
<p>ヒートポンプ</p>	<p>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。</p>
<p>ヒートポンプの入口温度、出口温度</p>	<p>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、出口温度は行き温度ということもある。</p>
<p>ヒートポンプの一次側、二次側</p>	<p>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。</p>
<p>熱媒、熱媒体</p>	<p>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。</p>
<p>冷媒</p>	<p>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。</p>
<p>ブライン</p>	<p>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。</p>
<p>地中熱ヒートポンプシステム</p>	<p>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。</p>
<p>実証単位（A）システム全体</p>	<p>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。</p>
<p>実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ</p>	<p>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。</p>
<p>実証単位（C）地中熱交換部</p>	<p>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。</p>
<p>システムエネルギー効率（システムCOP）</p>	<p>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。</p>
<p>実証試験期間平均システムエネルギー効率（COP<sub>ETV</sub>）</p>	<p>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（通年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。</p>
<p>システムエネルギー効率（APF）</p>	<p>Annual Performance Factor の略称で、通年システムエネルギー効率（通年システムCOP）の年間の値を表す。</p>

用語	定義・解説
<p>&lt;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&gt;（続き）</p>	
<p>サーマルレスポンス試験（TRT）</p>	<p>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。</p>
<p>有効熱伝導率 [W/(m・K)]</p>	<p>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。</p>
<p>地中熱交換井の熱抵抗値[K/(W/m)]</p>	<p>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。</p>

### 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27年度）

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

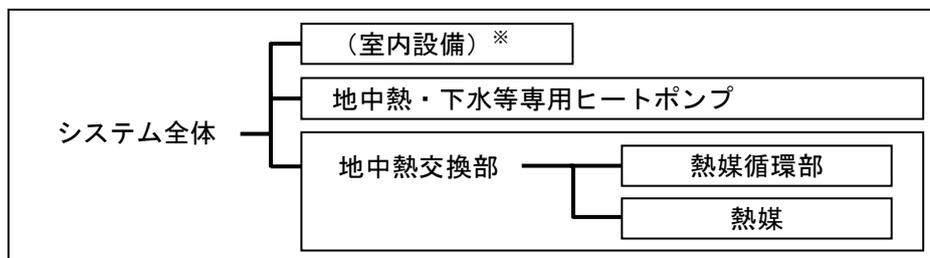
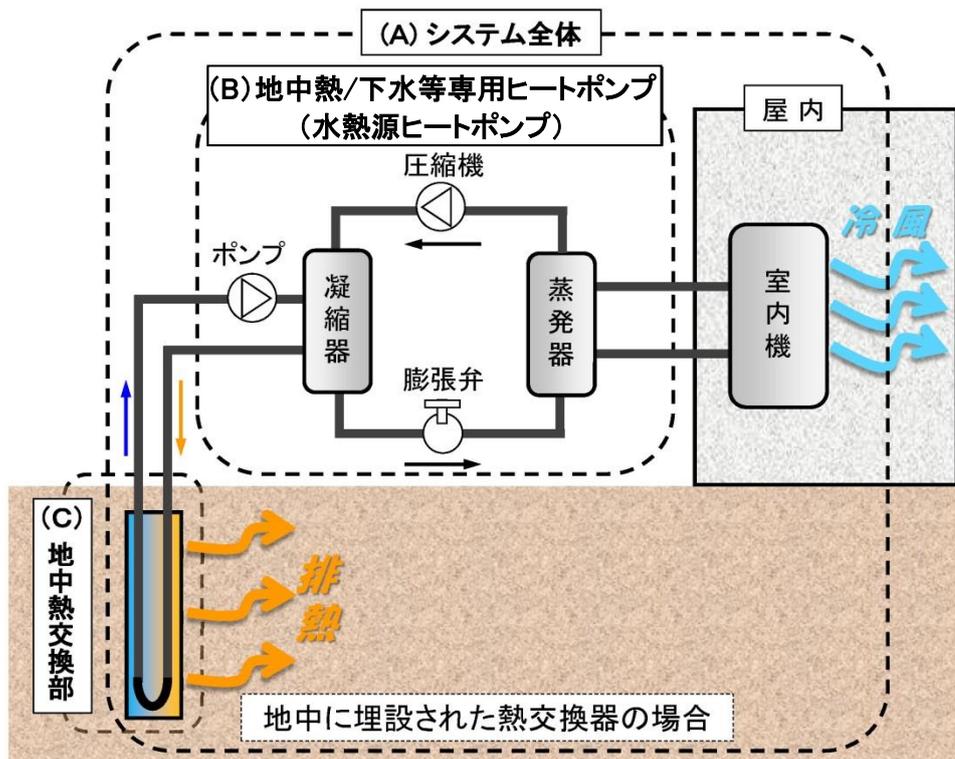


図3-1: 実証対象技術の全体像

※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27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27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)の技術のまとめ(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」(P9～13)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。

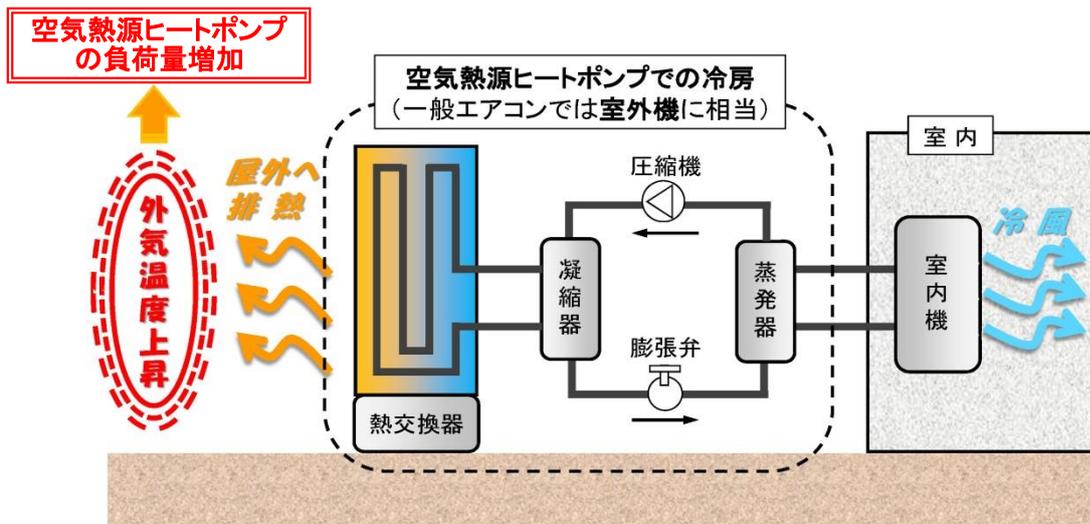
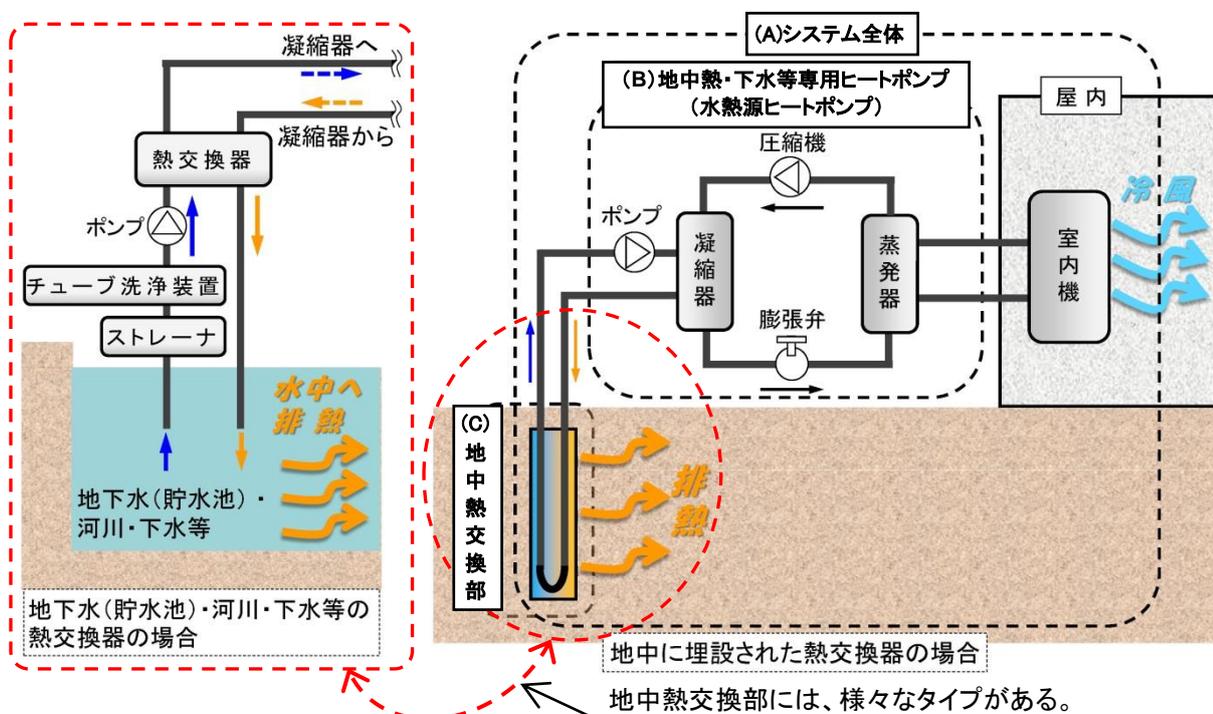


図3-3:室内から奪った熱を外気に排熱する空調システムでの冷房稼働の例(イメージ図)



※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、近年80万台前後で推移しており、平成12年（2001年）以降の出荷台数は平成27年までの累計で約1,124万台<sup>注）</sup>になる。

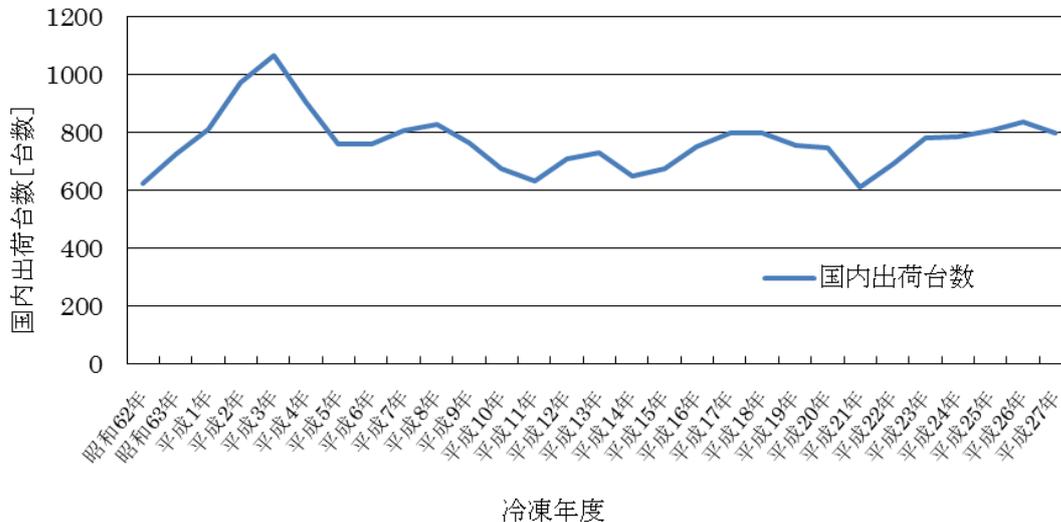


図3-5:業務用エアコン(パッケージエアコン)の国内出荷台数推

(出典：一般社団法人 日本冷凍空調工業)

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27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。

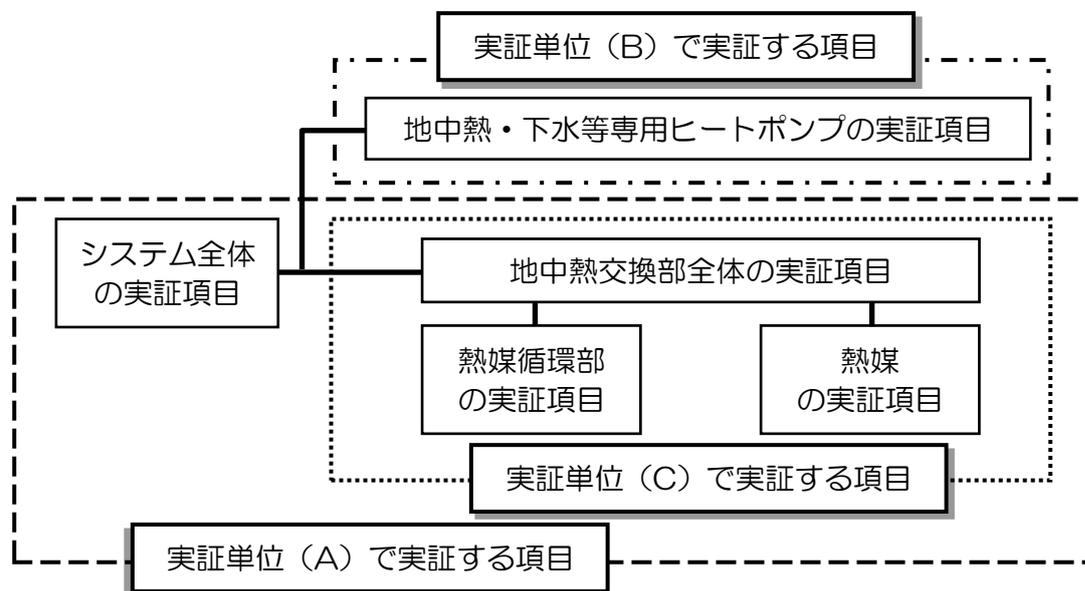


図3-6: 各実証単位の実証項目の構成

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实証項目」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实証項目」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实証項目」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」の実証項目における「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  $\text{システムCOP} = \frac{\text{冷房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{冷房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$ <p>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。</p>
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 <sub>ETV</sub> )	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。 ※  $\text{システムCOP} = \frac{\text{暖房期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{暖房期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}}$
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<sub>ETV</sub>)」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、ヒートポンプ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)	<p>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。</p> $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$ <p>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。</p>

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)	<p>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。</p> $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$

\*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。

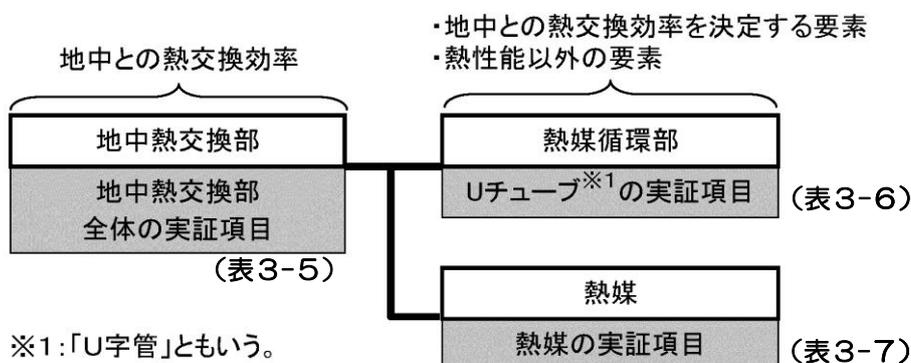


図3-7: 実証単位 (C) 地中熱交換部の実証項目の構成

実証単位（C）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

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。

実証単位（C）の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。
比重	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。
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27年度実証試験結果について

平成27年度は、手数料徴収体制<sup>\*</sup>で実施しました。 ※P38「(1) 事業の実施体制」参照。

### ■実証機関

【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

実証単位(A)システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
事務所における地中熱利用冷暖房システム  
日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



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)



ヒートアイランド対策技術分野  
実証番号 052-1501  
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 27  
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	山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社
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 27 年 7 月 7 日～平成 28 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

表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設名： 日本水資源開発株式会社 本社事務所 施設所在地： 山形県山形市高木 6-2 施設の用途： 事務所
施設の規模および空調方式	建物の構造：鉄骨スレート板張、空調面積：140m <sup>2</sup> 空調システム：事務所は一つの空間で、それを地中熱空調システムで空調している。(空気熱源エアコンも置いてあるが、使用していない)
地質データ	ボーリング柱状図がある。地表から深度 100m まで、砂礫を主体とし、所々粘性土を挟む地質。
地下水状況	地下水位 -5.25m。

1.3 実証試験時のシステムの全体構成

この地中熱利用設備はもともと各種探熱孔の性能試験のために設置されたもので、地中熱交換井はそれぞれ構造の異なるものが 4 本あり(探熱孔 A,B,C,D)、事務所横の駐車場スペースに一列に並んで 4m 間隔で掘削してある。ヒートポンプは 2 台あり、事務所横の屋外に建物に沿って設置してあり、覆いの小屋がついている。各ヒートポンプには二次側(利用側)の設備として 3 台のファンコイルユニットが接続しており、ファンコイルユニットは全部で 6 台ある。

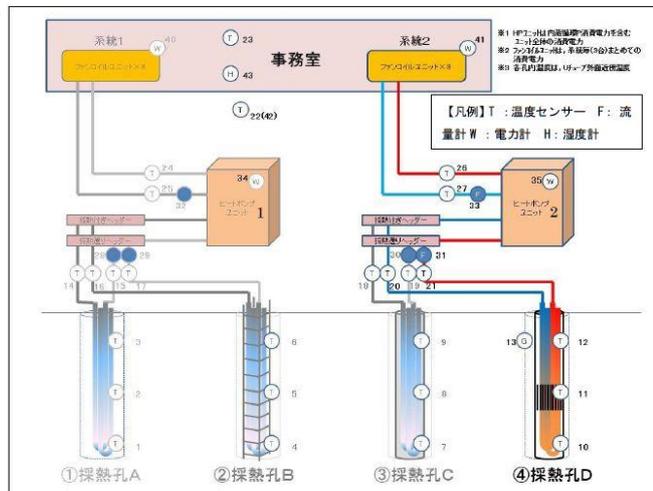
実証試験対象の実証対象技術は、探熱孔 D、地中熱ヒートポンプユニット 2 (1 台)、ファンコイルユニット (3 台) からなる独立したシステムである。なお、地中熱ヒートポンプユニット 2 には探熱孔 C の配管もつながっているが、ETV の実証試験期間中は探熱孔 C は使用していない。

(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)

実証対象技術の全体の構成概要を図1に、システム構成を表2に、それぞれ記載しています。(次ページへ続く)

実証単位(A)システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
事務所における地中熱利用冷暖房システム  
日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



(色の濃い部分が実証対象技術、番号は測点No。(表3と対応))

図1 実証対象技術の概要

表2 実証対象技術(探熱孔Dの系統)のシステム構成

【 】内は、事務室の冷暖房全体(探熱孔A,B,C,Dの全てを含む系統)のシステム構成

地中熱交換井	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深度および本数: 深度 100m×1本 (探熱孔D)。【深度 100m×4本、4m 間隔】</li> <li>・裸孔とストレーナ管の間の充填材: 豆砂利 (採取地: 山形県長井市平山 地内)</li> <li>・ストレーナ管とU字管の間隙は中空 (地下水)。・地下水位: -5.25m</li> <li>・U字管: 株式会社イノアック住環境製 Uボリバイ 25A、ダブルで挿入。</li> </ul>
地中熱用ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名: サンボット株式会社製 地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001</li> <li>・能力: 冷房、暖房とも 10kW ・台数: 1台 (ユニット2)、【2台】</li> <li>・制御: インバータ制御 ・冷媒: R410A ・タイプ: 2次側間接式</li> </ul>
循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次側、2次側ともに、地中熱用ヒートポンプに内蔵のもの。</li> </ul>
熱媒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次側: ショウワ株式会社製 ショウブライン PFP プロピレングリコール系 ショウブラインとして 50wt%</li> <li>・二次側: 同。 ショウブラインとして 20wt%</li> </ul>
室内機	<ul style="list-style-type: none"> <li>ファンコイルユニット</li> <li>・製品名: 三菱電機冷熱応用システム株式会社製 リビングマスターLV-WFE-C2 (200)</li> <li>・1台当り冷房能力: 1.81kW (全熱)、暖房能力: 2.59kW</li> <li>・台数: 3台 【6台】 【6台の冷房能力 10.86kW、暖房能力 15.54kW】</li> </ul>

(3) 3ページ目

実証単位(A)システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
 事務所における地中熱利用冷暖房システム  
 日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



実証試験時のシステムの全体構成  
 (前ページからの続き)

実証対象技術が設置された施設敷地内における設備の位置関係を図2に、地中熱交換井の構造を図3に、それぞれ記載しています。

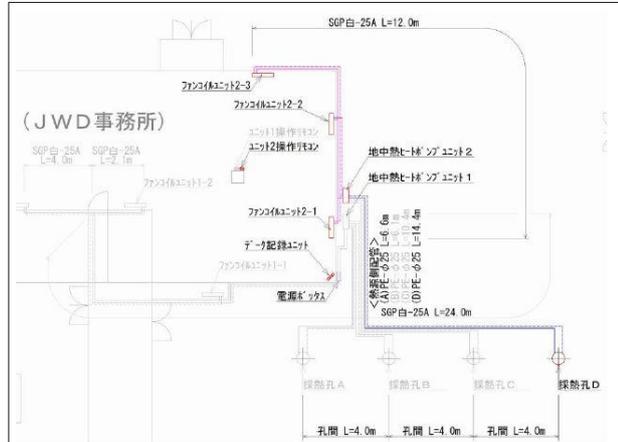


図2 地中熱交換井と配管の配置図 (色の濃い部分が実証対象技術)

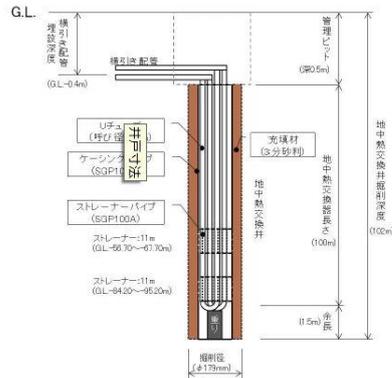


図3 地中熱交換井 (採熱孔D) の構造図

(4) 4ページ目

**実証試験の概要**

図1(前々ページ)に示した測定箇所の測定項目の詳細、その測定が必須か任意か、測定場所、センサー種別などについて、表3に示しています。

**実証試験結果**

実証試験結果を示しています。このページには試験期間を記載しています。(次ページに続く)

**2. 実証試験の概要**

**2.1 システム全体の实証試験**

実証対象技術(採熱孔Dとヒートポンプユニット2を含むシステム)に係るシステム全体の実証試験は、図1(p.2)、表3に示す各計測器で測定した数値をデータロガーにて記録保存した。なお、現地ではこれ以外にも多くの項目を任意で測定した。(本編詳細版p.28参照)

表3 実証対象技術の測定項目

計測項目	必須、任意	測点No.	測定場所	センサー種別等
採熱孔内温度	任意	10	採熱孔D-100m	熱電対(T型)
	任意	11	採熱孔D-50m	
	任意	12	採熱孔D-20m	
採熱孔水位	任意	13	採熱孔D-水位	水圧式水位センサー
ヒートポンプ	必須	20	採熱孔D行き温度	測温抵抗体
一次側熱媒温度	必須	21	採熱孔D戻り温度	
気温	任意	22	気温	
室温	任意	23	室温	
ヒートポンプ	必須	26	HP2室内行き温度	電磁流量計
二次側熱媒温度	必須	27	HP2室内戻り温度	
一次側熱媒流量	必須	31	採熱孔D流量	
二次側熱媒流量	必須	33	HP2負荷側流量	
ヒートポンプ	必須	35	HP2消費電力	電力モニター
消費電力				
室内機ファンコイル	任意	41	HP2ファンコイル	
室内湿度	任意	43	室内湿度	<相対湿度計測>

※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。

- ・実証試験期間(計測期間):平成27年7月7日~平成28年2月1日
- ・冷房期間:平成27年7月7日~平成27年9月30日
- ・暖房期間:平成27年10月26日~平成28年2月1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。

(5) 5ページ目

**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。

・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。

・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ができなかったため、既存のTRTデータを代替データとして示しました。

熱媒循環部(U字管)と熱媒の実証項目は、メーカーのカタログ等から引用したため参考項目として示したことが書いてあります。

実証単位(A) システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
 事務所における地中熱利用冷暖房システム  
 日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



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)	4.11
	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)	0.88kW
	c. 冷房期間の地中への排熱量	5.20kW
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 <sub>ETV</sub> <sup>※1</sup>	2.94
	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)	2.67 <sup>※2</sup>
	f. 暖房期間のシステム消費電力	2.17kW
	g. 暖房期間の地中からの採熱量	4.08kW

※1 COP<sub>ETV</sub>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(平成27年7月7日~28年2月1日)の約7ヶ月間のシステムエネルギー効率の平均値である。

※2 暖房期間では二次側熱媒往き温度を段階的に引き上げた。詳細は本編 p.36 参照。

表5 システム全体の实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	4.88	2.83
②地中熱交換井の長さ1メートル当たりの熱交換量	52.0W/m	40.8W/m

3.2 その他の実証項目

実証試験要領上、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している。

(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、現地の状況からTRTができなかった。規定により代替データとして、実証申請者が平成24年7月に独自に実施したTRTデータを示す。(本編 p.49 「6.1 地中熱交換部全体の实証項目」参照)。

表6 地中熱交換部全体の实証項目【代替データ】

項目	結果	備考
a. 地中熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	0.088	TRTは実証申請者が平成24年7月に実施。
b. 土壌部分の熱伝導率 [W/(m・K)]	2.09	熱抵抗は探熱孔D、熱伝導率は探熱孔Aでの値。

(2) 熱媒循環部(U字管)と熱媒の実証項目(参考項目)

熱媒循環部と熱媒のデータは商品カタログ等から引用したため、実証試験要領\*の規定に基づき、参考項目とした。詳細データは本報告書のp.50~53を参照。概要版には掲載を省略する。

\*平成27年5月11日付、p.36 表11及び表12の「実証方法」参照。

(6) 6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(事務所)横の駐車場スペースに地中熱交換井(採熱孔)が4本掘削されています。その状況を写真1に示しています。

地中熱交換井(採熱孔)の内部を写真2に示しています。

ヒートポンプと計測器類は事務所の横の小屋に設置されています。その状況を写真3に示しています。

実証単位(A) システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
事務所における地中熱利用冷暖房システム  
日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



4. 実証対象技術の設置状況写真



写真1 実証対象技術の全景  
奥の建物が冷暖房の事務所

写真2 採熱孔Dの内部



写真3 ヒートポンプと配管、計測器

(7) 7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。

○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。

・実証対象技術の名称

・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の設置条件です。

・メンテナンスの必要性・コスト・対候性・製品寿命等:実証申請者により申請されたメンテナンスなどの情報です。

・施工性:実証対象技術の施工上の特長です。

・コスト概算:実証対象技術の工事費、設備費を記載。

○その他実証申請者からの情報

実証申請者の会社の概要等を記載。

実証単位(A)システム全体 (H27) 山形県山形市の日本水資源開発株式会社  
事務所における地中熱利用冷暖房システム  
日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社



(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	山形県山形市の日本水資源開発株式会社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 Japan Water Resources Development Co., Ltd. office in Yamagata City, Yamagata Prefecture )		
製品名・型番	-		
製造(販売)企業名	日本地下水開発株式会社 (英文表記: Japan Groundwater Development Co., Ltd. )		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 023-688-6000	FAX : 023-688-4122
	ウェブサイトアドレス	http://www.jgd.jp/	
	E-mail	webmaster@jgd.jp	
設置条件	標記システムの地中熱交換井は、井戸へUチューブを挿入したのみの簡単な構造のため、ボーリング孔を新掘する他、既存井戸の活用も可能です。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等	循環媒体として不凍液を使用しますので、濃度管理(年1回程度)が必要となります。併せて、長期間使用の場合には、ヒートポンプユニット(ヒートポンプ本体と循環ポンプ)点検の実施が望まれます。その他は、基本的にメンテナンスフリーです。		
施工性	高速ボーリングマシン活用による地中熱交換井工事は、僅か1~2日程度で井戸掘削を完了することができ、自走可能なため、宅地内の様な限られた場所での施工性に優れます。また、ユニット化された熱源機器利用のため、省スペースで施工性に優れます。		
コスト概算	イニシャルコスト		
	機 器	数 量	
	(新規)地中熱交換井工事	一式(1本)	2,500千円
ヒートポンプユニット	一式	1,000千円	

○その他実証申請者または開発者からの情報

①日本地下水開発株式会社では、地下水や地中熱などの自然エネルギーを利用した消・融雪施設について、計画・施工・維持管理まで一貫した製品提供をしています。また、地下水を直接利用したオープンループ方式による空調施設についても、1980年代より自社社屋で実施してきております。実証対象技術は、日本地下水開発株式が計画・施工したものです。  
②日本水資源開発株式会社は、日本地下水開発グループの一員として、消・融雪施設関連資材の加工・販売を主な事業としており、実証対象技術の探熱孔Dのストレーナ加工は、自社で実施したものです。施設は、事前にお問い合わせ頂ければ、見学も可能です。

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。

## ■実証試験結果報告書の概要

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	日本地下水開発株式会社、 日本水資源開発株式会社	山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム	平成 27 年 7 月 7 日～ 平成 28 年 2 月 1 日	052- 1501	P23 ～29
	実証単位 (B) 地中熱・下水等 専用ヒートポンプ	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社	高効率大容量ヒートポンプ チラ-ZQHt-45W45st	平成 27 年 9 月 14 日 ～ 11 月 10 日	052- 1502	P30 ～34

### <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	山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	日本地下水開発株式会社、日本水資源開発株式会社
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 27 年 7 月 7 日～平成 28 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、冬場は外気よりも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

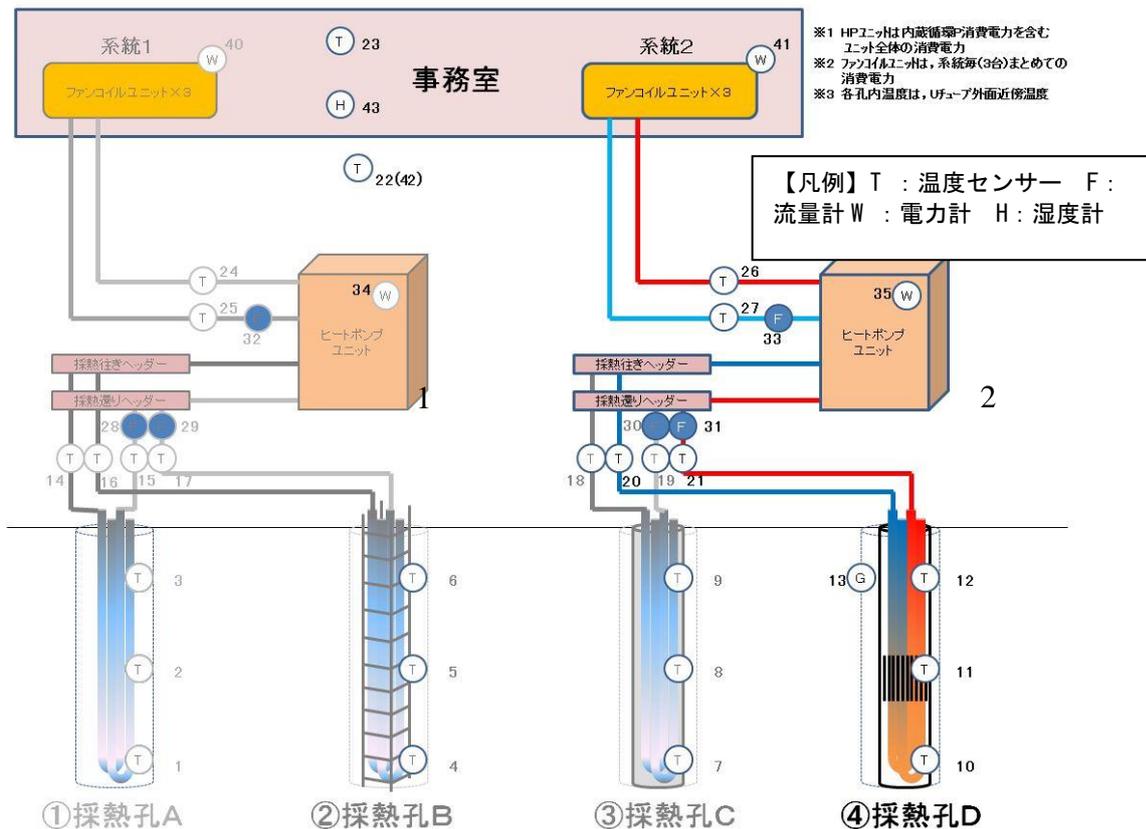
表 1 実証試験実施施設の概要

施設概要	施設名： 日本水資源開発株式会社 本社事務所 施設所在地： 山形県山形市高木 6-2 施設の用途： 事務所
施設の規模および空調方式	建物の構造：鉄骨スレート板張、空調面積：140m <sup>2</sup> 空調システム：事務所は一つの空間で、それを地中熱空調システムで空調している。(空気熱源エアコンも置いてあるが、使用していない。)
地質データ	ボーリング柱状図がある。地表から深度 100m まで、砂礫を主体とし、所々粘性土を挟む地質。
地下水状況	地下水位 -5.25m。

### 1.3 実証試験時のシステムの全体構成

この地中熱利用設備はもともと各種採熱孔の性能試験のために設置されたもので、地中熱交換井はそれぞれ構造の異なるものが 4 本あり(採熱孔 A,B,C,D)、事務所横の駐車場スペースに一列に並んで 4m 間隔で掘削してある。ヒートポンプは 2 台あり、事務所横の屋外に建物に沿って設置してあり、覆いの小屋がついている。各ヒートポンプには二次側(利用側)の設備として 3 台のファンコイルユニットが接続しており、ファンコイルユニットは全部で 6 台ある。

実証試験対象の実証対象技術は、採熱孔 D、地中熱ヒートポンプユニット 2 (1 台)、ファンコイルユニット (3 台) からなる独立したシステムである。なお、地中熱ヒートポンプユニット 2 には採熱孔 C の配管もつながっているが、ETV の実証試験期間中は採熱孔 C は使用していない。



(色の濃い部分が実証対象技術、番号は測点No. (表3と対応))

図1 実証対象技術の概要

表2 実証対象技術(採熱孔Dの系統)のシステム構成

【 】内は、事務室の冷暖房全体(採熱孔A,B,C,Dの全てを含む系統)のシステム構成

地中熱交換井	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深度および本数：深度 100m×1 本(採熱孔 D)。【深度 100m×4 本、4m 間隔】</li> <li>・裸孔とストレナ管の間の充填材：豆砂利(採取地：山形県長井市平山 地内)</li> <li>・ストレナ管と U 字管の間隙は中空(地下水)。</li> <li>・地下水位：-5.25m</li> <li>・U 字管：株式会社イノアック住環境製 U ポリパイ 25A、ダブルで挿入。</li> </ul>
地中熱用ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：サンポット株式会社製 地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001</li> <li>・能力：冷房、暖房とも 10kW</li> <li>・台数：1 台(ユニット 2)、【2 台】</li> <li>・制御：インバータ制御</li> <li>・冷媒：R410A</li> <li>・タイプ：2 次側間接式</li> </ul>
循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 次側、2 次側ともに、地中熱用ヒートポンプに内蔵のもの。</li> </ul>
熱媒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次側：ショーワ株式会社製 ショウブライン PFP プロピレングリコール系 ショウブラインとして 50wt%</li> <li>・二次側：同。 ショウブラインとして 20wt%</li> </ul>
室内機	<p>ファンコイルユニット</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：三菱電機冷暖応用システム株式会社製 リビングマスターLV-WFE-C2 (200)</li> <li>・1 台当り冷房能力：1.81kW(全熱)、暖房能力：2.59kW</li> <li>・台数：3 台【6 台】 【6 台の冷房能力 10.86kW、暖房能力 15.54kW】</li> </ul>

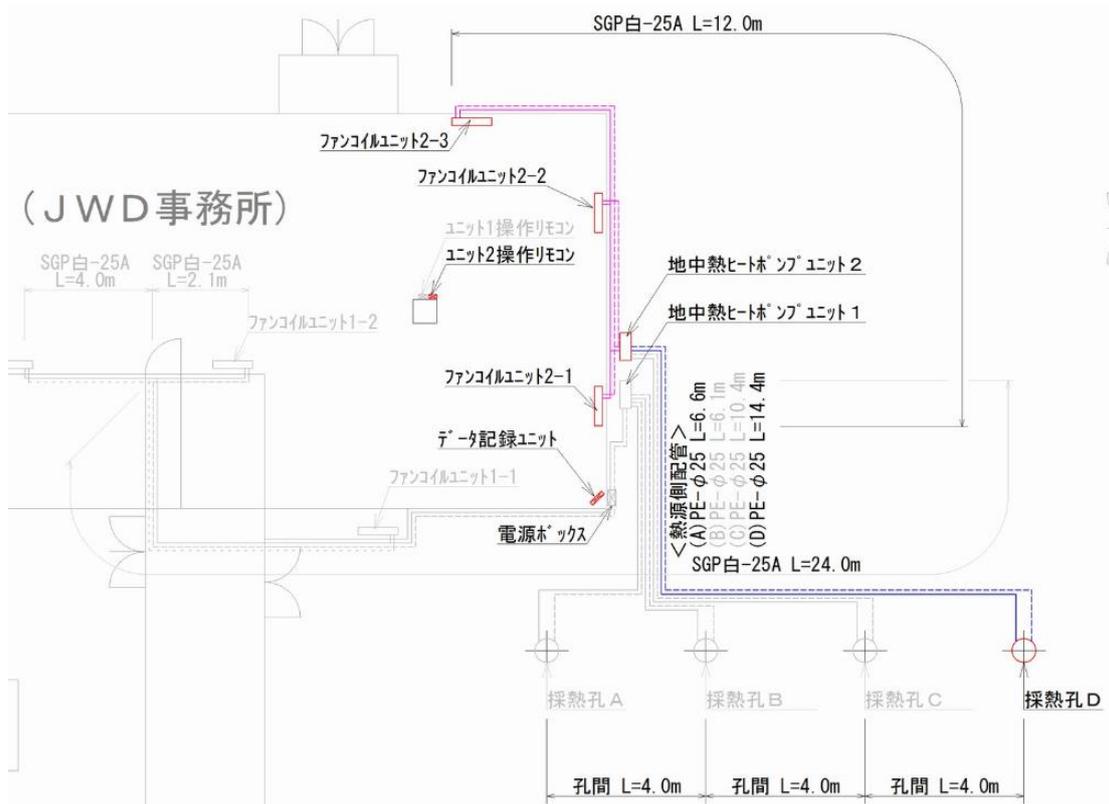


図2 地中熱交換井と配管の配置図 (色の濃い部分が実証対象技術)

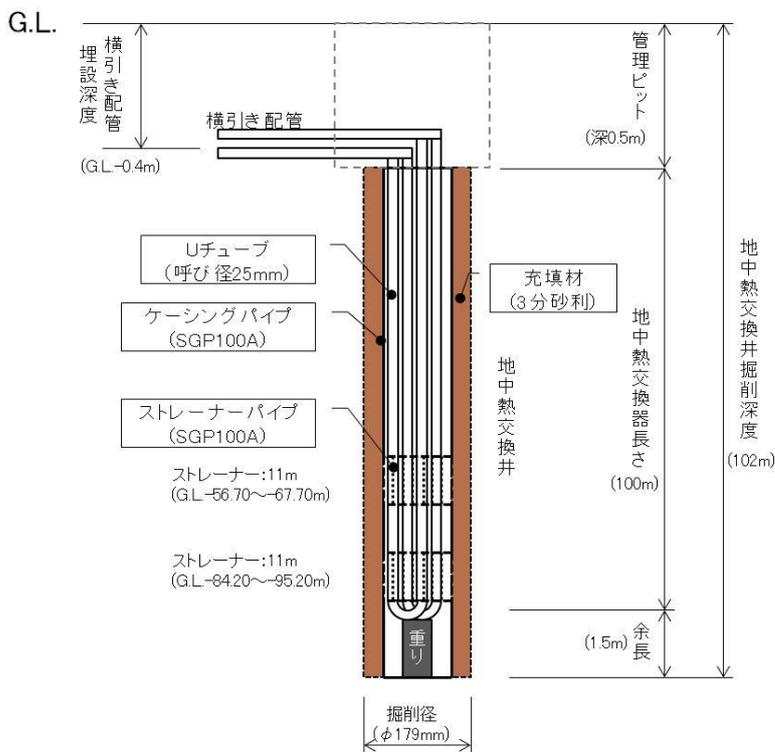


図3 地中熱交換井 (採熱孔D) の構造図

## 2. 実証試験の概要

### 2.1 システム全体の实証試験

実証対象技術（採熱孔 D とヒートポンプユニット 2 を含むシステム）に係るシステム全体の实証試験は、図 1 (p.2)、表 3 に示す各計測器で測定した数値をデータロガーにて記録保存した。

なお、現地ではこれ以外にも多くの項目を任意で測定した。（本編詳細版 p.28 参照）

表 3 実証対象技術の測定項目

計測項目	必須、任意	測点No.	測定場所	センサー種別等
採熱孔内温度	任意	10	採熱孔D-100m	熱電対 (T型)
	任意	11	採熱孔D-50m	
	任意	12	採熱孔D-20m	
採熱孔水位	任意	13	採熱孔D-水位	水圧式水位センサー
ヒートポンプ	必須	20	採熱孔D行き温度	測温抵抗体
一次側熱媒温度	必須	21	採熱孔D還り温度	
気温	任意	22	気温	
室温	任意	23	室温	
ヒートポンプ	必須	26	HP2室内行き温度	電磁流量計
二次側熱媒温度	必須	27	HP2室内還り温度	
一次側熱媒流量	必須	31	採熱孔D流量	電力モニター
二次側熱媒流量	必須	33	HP2負荷側流量	
ヒートポンプ	必須	35	HP2消費電力	電力モニター
消費電力				
室内機ファンコイル	任意	41	HP2ファンコイル	
電力				
室内湿度	任意	43	室内湿度	<相対湿度計測>

※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。

- ・実証試験期間（計測期間）：平成 27 年 7 月 7 日～平成 28 年 2 月 1 日
- ・冷房期間：平成 27 年 7 月 7 日～平成 27 年 9 月 30 日
- ・暖房期間：平成 27 年 10 月 26 日～平成 28 年 2 月 1 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。

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)	4.11
		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)	0.88kW
		c. 冷房期間の地中への排熱量	5.20kW
	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 <sub>ETV</sub> * <sup>1</sup>	2.94
		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)	2.67* <sup>2</sup>
		f. 暖房期間のシステム消費電力	2.17kW
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	4.08kW

※1 COP<sub>ETV</sub> 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 (平成 27 年 7 月 7 日～28 年 2 月 1 日) の約 7 ヶ月間のシステムエネルギー効率の平均値である。

※2 暖房期間では二次側熱媒行き温度を段階的に引き上げた。詳細は本編 p.36 参照。

表 5 システム全体の实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	4.88	2.83
②地中熱交換井の長さ 1メートル当たりの熱交換量	52.0W/m	40.8W/m

### 3.2 その他の実証項目

実証試験要領上、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している。

#### (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、現地の状況から TRT ができなかった。規定により代替データとして、実証申請者が平成 24 年 7 月に独自に実施した TRT データを示す。(本編 p.49 「6.1 地中熱交換部全体の实証項目」参照)。

表 6 地中熱交換部全体の实証項目【代替データ】

項目	結果	備考
a. 地中熱交換井の熱抵抗 [K/(W/m)]	0.088	TRT は実証申請者が平成 24 年 7 月に実施。熱抵抗は採熱孔 D、熱伝導率は採熱孔 A での値。
b. 土壌部分の熱伝導率 [W/(m・K)]	2.09	

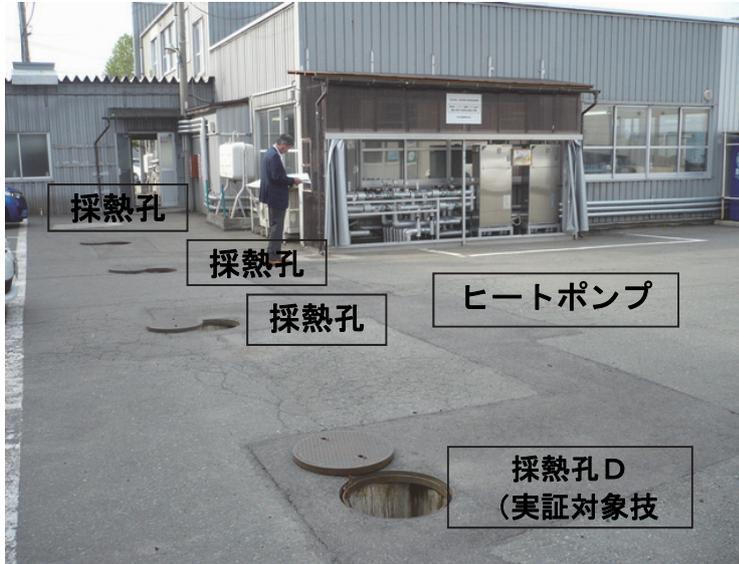
#### (2) 熱媒循環部 (U字管) と熱媒の实証項目 (参考項目)

熱媒循環部と熱媒のデータは商品カタログ等から引用したため、実証試験要領\*の規定に基づき、参考項目とした。詳細データは本報告書の p.50～53 を参照。概要版には掲載を省略する。

\*平成 27 年 5 月 11 日付、p.36 表 11 及び表 12 の「実証方法」参照。

#### 4. 実証対象技術の設置状況写真

写真1 実証対象技術の全景



奥の建物が冷暖房の事務所

写真2 採熱孔Dの内部



■ (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		山形県山形市の日本水資源開発株式会社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 Japan Water Resources Development Co., Ltd. office in Yamagata City, Yamagata Prefecture )		
製品名・型番		—		
製造(販売)企業名		日本地下水開発株式会社 (英文表記: Japan Groundwater Development Co., Ltd. )		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 023-688-6000 FAX : 023-688-4122		
	ウェブサイトアドレス	http://www.jgd.jp/		
	E-mail	webmaster@jgd.jp		
設置条件		標記システムの地中熱交換井は、井戸へ U チューブを挿入したのみの簡単な構造のため、ボーリング孔を新掘する他、既存井戸の活用も可能です。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		循環媒体として不凍液を使用しますので、濃度管理 (年 1 回程度) が必要となります。併せて、長期間使用の場合には、ヒートポンプユニット (ヒートポンプ本体と循環ポンプ) 点検の実施が望まれます。その他は、基本的にメンテナンスフリーです。		
施工性		高速ボーリングマシン活用による地中熱交換井工事は、僅か 1~2 日程度で井戸掘削を完了することができ、自走可能なため、宅地内の様な限られた場所での施工性に優れます。また、ユニット化された熱源機器利用のため、省スペースで施工性に優れます。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数 量	
		(新規) 地中熱交換井工事	一式 (1 本)	2,500 千円
		ヒートポンプユニット	一式	1,000 千円

○ その他実証申請者または開発者からの情報

- ①日本地下水開発(株)では、地下水や地中熱などの自然エネルギーを利用した消・融雪施設について、計画・施工・維持管理まで一貫した製品提供をしています。また、地下水を直接利用したオープンループ方式による空調施設についても、1980年代より自社社屋で実施してきております。実証対象技術は、日本地下水開発(株)が計画・施工したものです。
- ②日本水資源開発(株)は、日本地下水開発グループの一員として、消・融雪施設関連資材の加工・販売を主な事業としており、実証対象技術の採熱孔 D のストレーナ加工は、自社で実施したものです。施設は、事前にお問い合わせ頂ければ、見学も可能です。

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。



ヒートアイランド対策技術分野  
 実証番号 052 - 1502  
 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 27  
[www.env.go.jp/policy/etv](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	高効率大容量ヒートポンプチラー ZQht-45W45st
実証申請者	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
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 27 年 9 月 14 日～11 月 10 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

本実証対象技術の特長は次のとおりである。

- ① ラインが使用可能な地中熱源対応の水冷式ヒートポンプである。冷却能力は 96.8kW (通称 45 馬力) で、主にビルなどの大規模施設での冷暖房に利用するものである。冷媒には R 407C を使用している。
- ② ジュール方式を採用しており、単位モジュールを連結することにより最適な負荷に対する容量の設計が可能である。1 台のヒートポンプの中に、一式の凝縮器、蒸発器、膨張弁に対して 2 台の圧縮機を並列でつないでいる。このため、モジュールを連結して大きな負荷に対応する場合、1 台の圧縮機を持つヒートポンプに比べて連結台数が少なく済み、経済的となるように設計製作されたものである。
- ④1 冷媒系統の 2 台の圧縮機はそれぞれインバータ制御が可能で、また負荷が少ない時には 1 台の圧縮機のみでの運転となるので、大負荷から小負荷まで効率的に対応できるように設計製作されたものである。

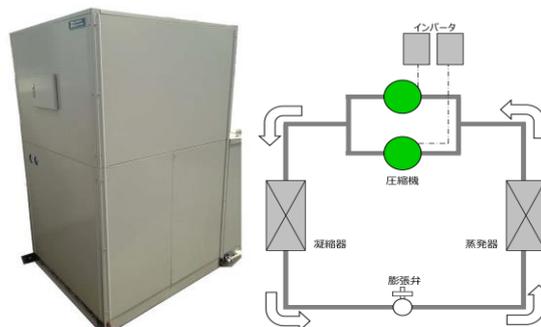


写真1 実証対象技術 図1 内部構造の概略図のヒートポンプ

表 1 実証対象技術 (ZQHt-45W45st) の主な仕様

型式	ZQHt - 45W45st	
名称	高効率大容量ヒートポンプチラー	
電源	三相 200V 60Hz /50Hz	
消費電力	冷却 21.9kW、加熱 44.3kW	
最大消費電力	45.2kW	
性能	冷却(kW)	96.8kW
	加熱(kW)	122kW
外形寸法 高×幅×奥 (mm)	1,900×1,050×1,500 (機械+機側盤)	
製品重量 / 運転重量 (kg)	1,000kg / 1,050kg	
圧縮機	形式、台数	INV 全密閉型スクロール式 ×2 台
熱交換器		SUS 製 プレート式熱交換器×2
冷媒		HFC-407C

仕様の温度条件：冷却：二次側入口温度 12℃、出口温度 7℃；一次側入口温度 20℃、出口温度 25℃  
 加熱：二次側入口温度 40℃、出口温度 45℃；一次側入口温度 15℃、出口温度 10℃

## 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

使用した設備は、ゼネラルヒートポンプ工業株式会社第二工場に設置された試験設備である。  
 8m<sup>3</sup>の冷水タンクと温水タンク、恒温用空冷ヒートポンプを有し、大容量の試験が可能な設備である。

試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のように構成されている。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
ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 第二工場内	<ul style="list-style-type: none"> <li>・恒温用空冷ヒートポンプ：50kW 1台</li> <li>・水タンク：8kℓ 2基</li> <li>・循環ポンプ：5台</li> <li>・制御盤：1台</li> <li>・試験コントロール・記録用パソコン 1台</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測温抵抗体：4</li> <li>・電磁流量計：3 (流量の大小で切替え)</li> <li>・電力計：1</li> <li>・データロガー：1</li> </ul>

### 2.2 実証試験の実証項目

実証試験は実証試験要領の規定に基づいて実施した。規定されている実証項目は表 3 のとおりである。なお、今回の試験では、温度条件および部分負荷運転条件を任意で追加して試験を行った。

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：実証試験要領に規定する温度条件の他、一つの暖房任意温度条件を加えて試験を行った。
- (3) 部分負荷条件：実証試験要領の規定条件は負荷率 100%（定格条件）であるが、冷房、暖房とも 2 ケースずつの部分負荷任意条件での試験も行った。

表 4 試験の温度条件

	2次側（利用側）熱媒温度[°C]		1次側（熱源側）熱媒温度[°C]	
	入口	出口	入口	出口
冷房温度条件 1	12	7	20	25
冷房温度条件 2	12	7	25	30
冷房温度条件 3	12	7	30	35
暖房任意温度条件	40	45	20	15
暖房温度条件 1	40	45	15	10
暖房温度条件 2	40	45	10	5

※1：ETV 規定の必須項目、 ※2：ETV 規定任意項目、 ※3：ETV 規定外の任意条件

表 5 各部分負荷試験時の実証対象技術の運転条件

	圧縮機運転台数 [台]	圧縮機運転周波数 [Hz]
ETV規定負荷条件（部分負荷率100%）	2	60
部分負荷任意条件 1	2	40
部分負荷任意条件 2	1	40

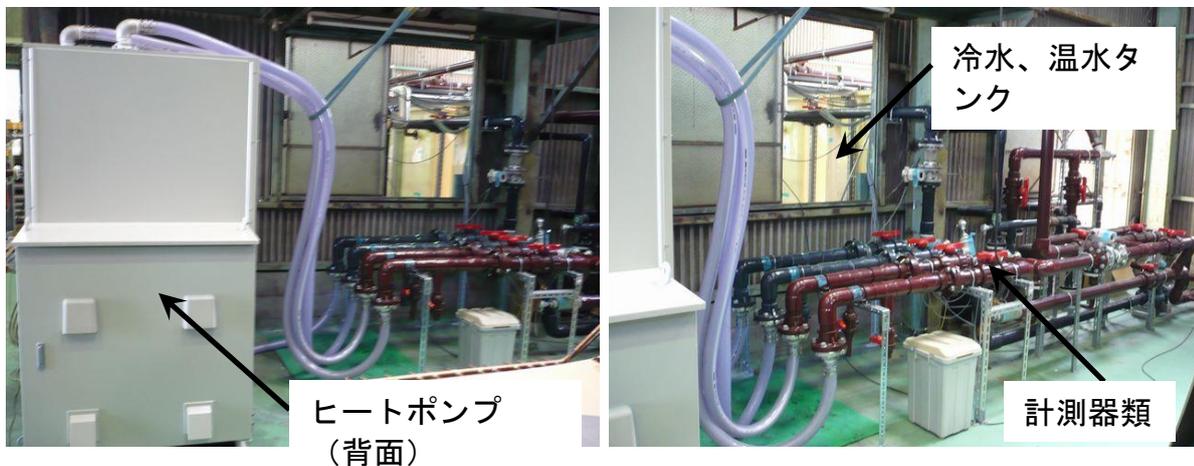


写真 2 ヒートポンプ試験の状況

### 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特性グラフは次ページの表 6、図 2、表 7、図 3 のとおりである。

なお、表のCOP欄の（ ）内は部分負荷率の数値。

表 6 各温度条件における冷房エネルギー効率 (冷房 COP)

温度条件		冷房温度 条件 1	冷房温度 条件 2	冷房温度 条件 3	備考
熱源側 (一 次側) 熱媒 温度	入口温度	20℃	25℃	30℃	
	出口温度	25℃	30℃	35℃	
冷房COP[-]		<b>4.8</b> (100%)	<b>4.1</b> (100%)	<b>3.2</b> (100%)	ETV 規定負荷条件
		6.0 (77%)	4.8 (82%)	4.0 (87%)	部分負荷任意条件
		7.3 (43%)	6.2 (43%)	5.1 (45%)	部分負荷任意条件

利用側 (二次側) 熱媒温度 : 入口 12℃、出口 7℃。COP欄の ( ) 内は部分負荷率の数值。

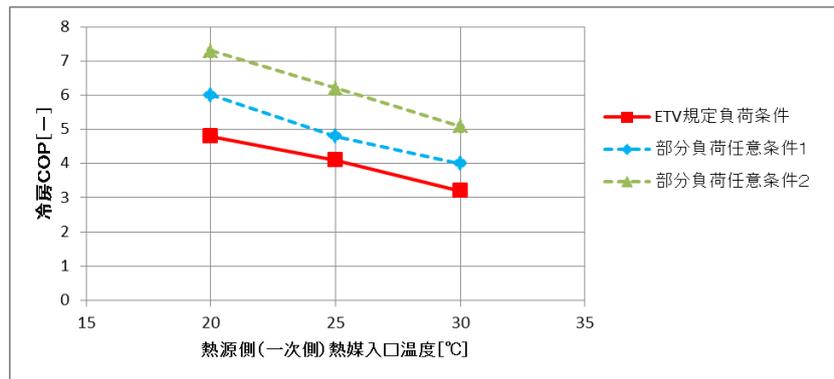


図 2 各温度条件における冷房 COP

表 7 各温度条件における暖房エネルギー効率 (暖房 COP)

温度条件		暖房温度条 件 2	暖房温度条 件 1	暖房任意温 度条件	備考
熱源側 (一 次側) 熱媒 温度	入口温度	10℃	15℃	20℃	
	出口温度	5℃	10℃	15℃	
暖房COP[-]		<b>2.96</b> (100%)	<b>3.42</b> (100%)	<b>3.98</b> (100%)	ETV 規定負荷条件
		3.28 (80%)	3.84 (81%)	4.57 (82%)	部分負荷任意条件
		3.91 (38%)	4.53 (38%)	5.37 (39%)	部分負荷任意条件

利用側 (二次側) 熱媒温度 : 入口 40℃、出口 45℃。COP欄の ( ) 内は部分負荷率の数值。

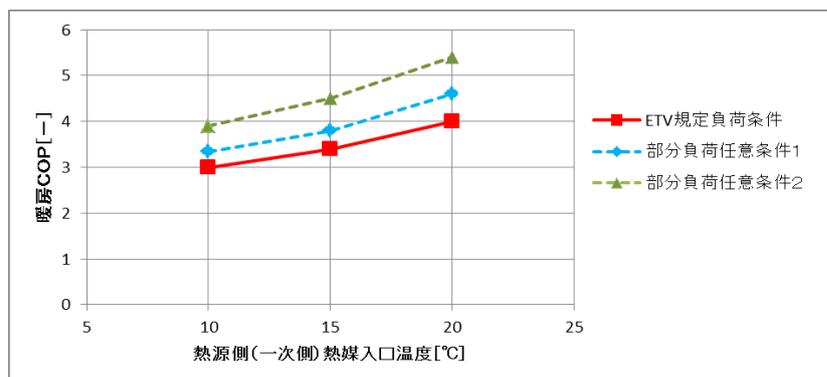


図 3 各温度条件における暖房 COP

(参考情報)

項目		実証申請者 記入欄
製品名・型番		高効率大容量ヒートポンプチラー ZQHt - 45Wst
製造（販売）企業名		ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
連絡先	TEL/FAX	052-624-6368 / 052-624-6095
	Web アドレス	<a href="http://www.zeneral.co.jp/">http://www.zeneral.co.jp/</a>
	E-mail	daihyou@zeneral.co.jp
設置条件		屋外設置、屋内設置可能 エレベータ搬入可能（条件による）
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期点検推奨</li> <li>・耐用年数は 15 年</li> <li>・従来型の 45 馬力と比べて低コスト</li> <li>・耐塩害仕様および耐重塩害仕様対応(オプション)</li> </ul>
施工性		<ul style="list-style-type: none"> <li>・複数モジュール連結可能</li> <li>・従来型の 45 馬力と比べて省スペース</li> <li>・不凍液対応</li> </ul>
技術上の特徴		<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 冷媒系統に対し 2 台のインバータ圧縮機を並列設置することにより、1 モジュールで 45 馬力の大容量化を実現</li> <li>・圧縮機のインバータ制御×台数制御により幅広い部分負荷に対応し、従来型よりも高効率な運転が可能</li> <li>・四方弁内蔵</li> </ul>
コスト概算		定価

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27年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1501	実証単位(A)システム全体	山形県山形市の日本水資源開発株式会社事務所における地中熱利用冷暖房システム	日本地下水開発株式会社 日本水資源開発株式会社
		052-1502	実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプ	高効率大容量ヒートポンプチラー ZQHt-45W45st	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
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
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	東京都港区高輪福社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27年度は、以下の8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) 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、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。ロゴマークのついた製品の購入・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、前年度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。

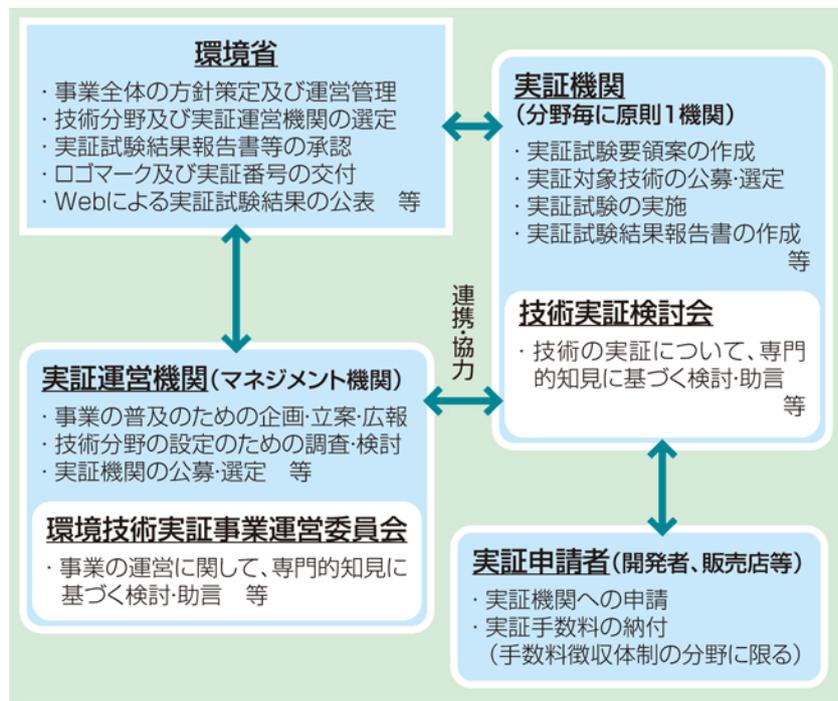


図6-2：平成27年度における『環境技術実証事業』の実施体制

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間（分野立ち上げ後最初の2年間程度）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27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、有識者からなる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27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、実施すべき具体的な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](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27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。

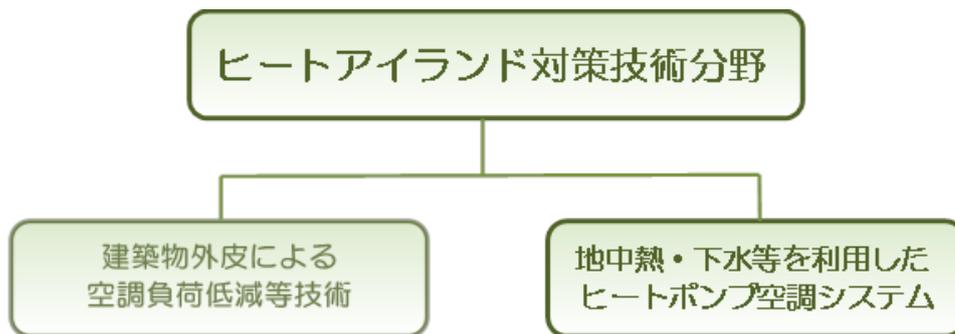


図6-4:ヒートアイランド対策技術分野の技術の種類

## ■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要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\\_O2.pdf](http://www.kan-ed.co.jp/db/db_O2.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）について

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）を交付しています。これらの変更により、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。



縦型



横型

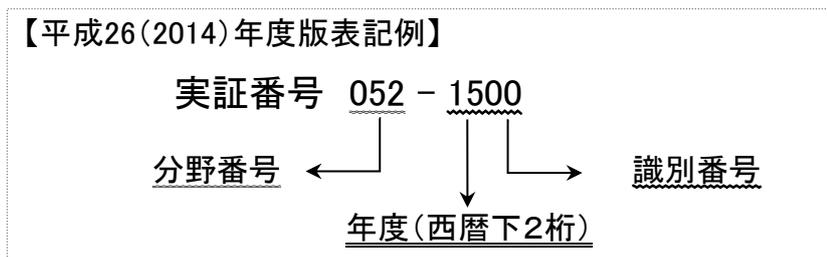


図 6-5 : 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク (個別ロゴマーク) の例

## ■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検討会、分野別WG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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_4.pdf)
- 15) 平成 26 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（26 年 5 月 1 日改訂）  
[http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09\\_H26.pdf](http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_H26.pdf)
- 16) 平成 27 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（27 年 5 月 11 日改訂）  
[http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09\\_H27.pdf](http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_H27.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

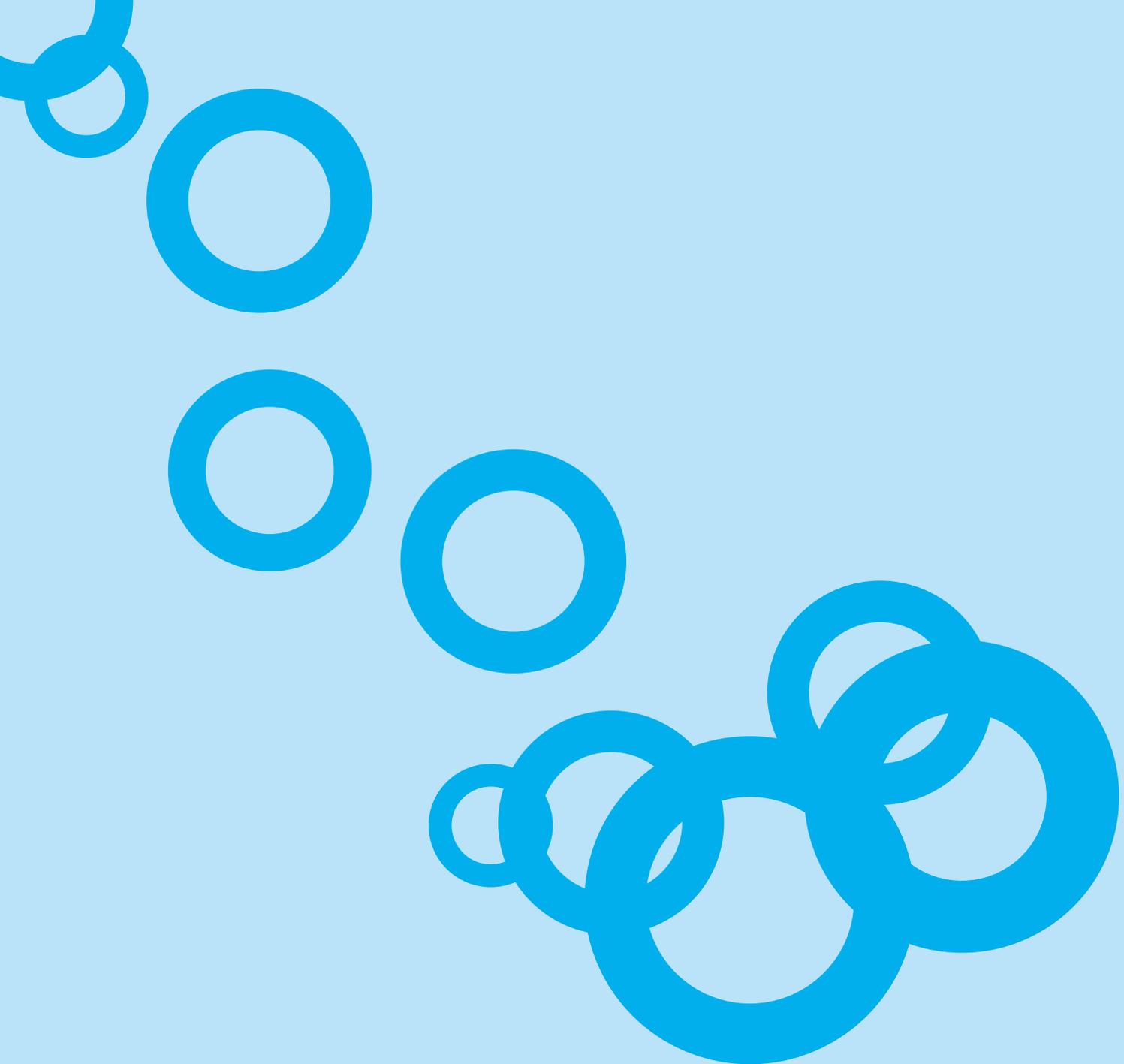
環境省 水・大気環境局総務課 環境管理技術室

## <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)