

# AHPNW NEWSLETTER



All in Autumn!!!

## 内容

1. 関連ニュース (General, Policy, Technology, Market and Others)
2. 下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し

## GENERAL

### ■ ICR2015 を日本の横浜で開催

2015年8月16～22日に、国際冷凍協会（IIR）の第24回国際冷凍会議

（ICR2015）が横浜で開催された。日本冷凍空調学会（JS-RAE）により円滑に運営されたICR2015は、今年の冷凍関連行事であり、日本では初めての開催であった。4年に1度行われるICRの行事は、冷凍界のハイライトであり、今回のICR2015も例外ではない。本会議でのプレゼンテーション、テクニカルサマリー講演、すべての冷凍分野を網羅するポスター展示、日本で利用されている最新技術を知る手掛かりとなるテクニカルツアー、さまざまな日本文化を体験できる同伴者向けの魅力的な活動といった多様なプログラムにより、ICR2015は、すべての参加者の予想を上回る内容となった。ICR2015は、98人のパブリックフォーラム参加者と合わせて、56カ国から合計で1,183人が参加し、11の平行セッションでおよそ750件のプレゼンテーションが行われた。

## MARKET & POLICY

### ■ 2015年上半期の世界のエアコン市場に関するレビュー（アジア）

東南アジアの市場は国によって異なる。中間所得層の成長に伴い、RAC部門の成長が拡大した。東南アジア全体のエアコン市場は、前年比9.8%増の伸びを達成すると推定される。

#### インドネシア

1月と2月の気温が高かったために、RAC市場の急成長につながったが、3月には成長が鈍化した。5月の売上高は前年比7%減となった。しかし、1～6月

期のインドネシアのRAC市場は8.2%の伸びを記録した。

輸出量の低迷とルピーの価値が前年比で5%下落したため、国内の商品価格が上昇して先行き不透明となり、消費者の購買意欲が低下した。

投資への圧力の高まりは、国内経済の新たな障害となり、いくつかの商業建設プロジェクトが先送りされた。パッケージエアコン（PAC）の輸入コストが急上昇したことで、市場は15%低下した。

インドネシア市場は、冷房専用エアコンが圧倒的であり、インバータエアコンの普及率は近隣諸国を下回っていた。中間所得層の拡大に伴い、インバータエアコンは未開拓の市場潜在力を享受している。現在では、インドネシアのすべての主要ブランドが、自社の製品構成にインバータエアコンを加えている。

#### タイ

昨年5月の軍事クーデターから1年以上が経過して、市場も徐々に回復している。タイのエアコン市場は、2015年上半期に前年比2.1%の伸びを記録し、PACの伸び率は7.5%となった。しかし、国内市場のバブル経済の深刻化を理由に、今後の市場見通しは楽観できない。

タイ発電公社（EGAT）は2015年に、世界の試験基準を適用した5段階の等級格付けによって家電品の効率改善に着手した。季節エネルギー効率比率（SEER）は、等級5のインバータエアコンに採用される。

## ベトナム

2015年上半期のベトナムのエアコン市場は、その季節ごとの気候条件と好ましい経済状況により、東南アジアの他の市場に比べて大きく拡大した。ベトナムでは4月初め以降、すべての主要都市で猛暑が続いている。

RACの売上高は前年比18.5%増の伸びを記録しており、また、PACの売上高は前年比21%増となった。ベトナム南部では冷房専用エアコンが圧倒的である一方、北部地域ではヒートポンプ・エアコンが主流である。国内の若年層人口が大きいと、大きな市場潜在力を有する大都市に加えて、大都市周辺の市場も成長しつつある。

ベトナムの割高な電気料金は、インバータ式エアコン市場の普及拡大要因となっている。インバータエアコンのシェアは市場全体の20%を占め、近隣諸国を上回っている。このタイプのエアコンは、ハノイとホーチミンの2大都市でとくに人気がある。

## マレーシア

2015年4月1日からの物品・サービス税（GST）の実施に伴い、3月のエアコンの売上高が急増した。4月にGSTが導入されると、マレーシアのエアコン需要は急落した。この時期には商品価格も上昇し、RACに対する消費者の購買意欲はさらに低下した。GfKの統計値によると、マレーシアのRAC市場は、3月に前年比20%の伸びを示したが、4月には成長率が30%低下し、それ以降市場は低迷している。マレーシアは、RACについて64%の普及率を誇っている。したがって、未開拓の市場潜在力はそれほど大きくない。2015年上半期

のRACの売上高は、前年同期比で横ばいであった。

マレーシアは、今年7月から12月にかけての最初のR22エアコン段階的廃止計画の実施を延期し、これはエアコン産業に若干の混乱を招いた。伝えられるところでは、R22エアコンの売上は6月に急増した。

## インド

多くのインド企業は、今年上半期の予想を下回る業績に不満を抱いていた。4月の温暖な気候は、5月に気温が急上昇しはじめるまで、売上げの拡大を妨げていた。しかし、気温は、モンスーンの到来に伴い6月には再び低下した。

2015年上半期のインドのエアコン市場の成長率は、業界予想を大幅に下回る6%と推定される。PACの伸びは、前年同期をわずかに上回る程度であった。

エネルギー効率局（BEE）は、2018年にインバータエアコンを対象とする強制的なエネルギーラベル表示制度を導入する予定である。

## 韓国

韓国の企画財政部は、2015年の予想経済成長率を3.8%から3.1%に下方修正した。各種の公共事業が減少したものの、民間住宅市場は活発な動きを見せてつつある。

RACの売上高は、40%減と大幅な減少となった。室内機については、床置型が引き続き人気を維持し、60%のシェアを獲得した。韓国では、スマートRACも人気が高い。



商業用エアコン部門では、VRFが主流製品である。VRFの売上高は前年比10%の伸びを記録する一方、PACの売上高は10%減少した。

## ■ 2015年上半期の日本のエアコン売上高

日本冷凍空調工業会（JRAIA）のデータによると、2015年上半期の日本国内のルームエアコン（RAC）出荷台数は、前年同期比10.9%減の427万2,498台を記録した。

RACの出荷台数は、2015年1月から4月にかけて急減し、各月の減少率は前年同月比で22%、24.3%、14.4%、14.8%であった。こうした落ち込みの主な理由は、2014年4月1日からの消費税率引き上げ前の需要の急増に対する反動であった。

今年5月から7月に日本の気温は月ごとに変動し、これにしたがってRACの出荷台数も月ごとに変化した。日本では、今年5月に記録的な暑さとなった。東京では、5月の日中の平均気温が、過去140年間で最高を記録した。5月の国内出荷台数は、この暑さによるプラス影響を受け、1.9%増を再び記録した。しかし、6月には、季節外れの寒さによって気温が上昇することはなかった。国内出荷台数は低迷し、4.3%減となった。

7月に梅雨開けが発表されると、夏の強烈な熱波に見舞われ、消費者は小売チェーン店のエアコン売り場に殺到した。このため、出荷台数は全面回復の兆しを見せはじめた。

気象庁が発表した10月までの3カ月予報によると、日本のほとんどの地域で気温は平年並みか高くなる。したがって、RACの販売競争は、通常よりも長く続くと予想される。交換需要は、今年下半期に入っても比較的旺盛になると予想される。

RACの需要は、夏の気候に大きく左右される傾向にある。しかし、近年では、ヒートポンプRACは、主に日本の温暖な気候地域では冬季の暖房設備として受け入れられるようになっている。メーカー各社は、暖房能力を高めたヒートポンプRACの開発に取り組んでおり、また、小売店は、RACの売り場で年間を通じてこうした製品の販売を促進している。RACは現在、より長期間にわたって使用される傾向にある。

こうした好ましい状況により、2015年のRACの合計出荷台数は、800~850万台に達し、6年連続で800万台を上回る可能性がある。

## ■ ヒートポンプ産業の促進政策

中国の環境保護部によると、中国政府は、大気汚染の防止と規制のために過去3年間に総額263億人民元（40億米ドル）を割り当てた。こうした資金投入に加えて、大気汚染等級も確立され、改善された。政策支援により、空気熱源ヒートポンプ産業などのクリーンエネルギー産業は、急速に発展しようとしている。

いくつかの地方政府は、最近になって一連のヒートポンプ給湯器の促進政策および基準を発表した。2015年5月末までに、ヒートポンプ給湯器は、多くの省および市の政府が義務化し、ま

たは推奨する政策または基準の対象に含まれた。そうした政策や基準としては、「福建省グリーン建物設計基準」、「広東省低炭素グリーン建物技術および製品カタログ」、「湖北省建物省エネ製品、技術、および新規壁材利用ディレクトリ」、「湖南省環境配慮型省資源製品政府調達カタログ」、「江西省グリーン病棟評価基準」などがある。

青島市政府はこのほど、「クリーンエネルギー暖房の拡大促進に関する青島市の政策実施規則」を発表した。それぞれのクリーンエネルギー暖房プロジェクトは、最大で3,000万人民元（470万米ドル）の補助金を受給することができる。この規則は、2015年8月20日に発効し、2017年12月31日まで効力を維持する。

## OTHERS

### ■ HPTCJ、第2回 Fredrik Setterwall 賞を受賞

国際エネルギー機関（IEA）のエネルギー貯蔵を通じた省エネに関する実施協定の参加者として日本政府に指名された一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター（HPTCJ）は、日本の蓄熱技術の開発と普及を促進するために、大学や企業の研究者と協力して国際的な研究活動を実施している。

産業界との緊密な協力の中で実現された蓄熱技術に関する功績を認められて、HPTCJは今年5月、中国の北京で開かれた2015年国際蓄熱会議（Greenstock Conference 2015）で第2回 Fredrik Setterwall 賞を受賞した。



ヒートポンプ蓄熱センターを代表して、中部大学山羽教授が賞を受け取りました。  
（提供：JARN, 2015年7月25日）

## 下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し

—下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し—

大阪市立大学 特命教授 中尾正喜

関西電力お客さま本部 担当部長 中曽康壽

### 1.はじめに

ヒートポンプは、熱利用における再生可能エネルギーを利用した省エネルギーの切り札として注目されている。冷凍サイクルを利用したそのしくみ(図-1)により、原理的に目的とする利用温度と熱源の温度が近ければ近いほど効率が高くなるため、熱源の選択が重要である。また、温度レベルとともに、必要とする熱量が如何に少ない損失(熱媒体の搬送動力やヒートポンプの冷媒との温度差)で得られるかということも重要である(図-2)。

利便性の観点から言えば、立地条件によらず容易にアクセスできる大気を熱源とするのが有利であるが、必要量の水を直接、熱源として確保できるのであれば、空気と水ではその密度が1000倍も違うため、「水熱源」は大容量化に有利で、熱交換の際の冷媒との温度差も空気に比べ小さくできるため、能力の確保と性能向上に有効である。

図-3に再生可能エネルギーと未利用熱源の関係を整理した。また、右の未利用熱源の項目の一番上に熱源として利用できる各種水熱源をまとめた。地下水や河川水、海水、工場排水、下水など、意外に身近なところにアクセス可能な熱源がある。もちろん、製造プロセスなどでの熱回収も有効である。

ところで世界に視野を広げてみれば、地域によって未利用熱源と熱需要の種類や形態との関係は実にさまざまである。図-4のように、未利用熱源は、人工的なものを除き、その温度が気候条件に左右されるだけでなく、熱源へのアクセスの容易性などが異なるため、その選択はそれぞれ個別に判断していく必要がある。

### 2.ヒートポンプの利用効率向上と下水熱の位置付け

さて、本題の下水熱であるが、図-5の全国各地の月別平均気温と下水温度の関係に示したとおり、日本全体に限ってみても東京や大阪と札幌や仙台などでは、少し状況が異なっている。すなわち、札幌や仙台などでは、これまで言われているように、下水温度は気温に比べ、「夏冷たく冬暖かい」のであるが、東京や大阪などでは夜間の気温より下水温の方が高い。しかしながら、都市のヒートアイランド化の進行により気温が上昇しており、夏場の冷房ための下水熱の熱源としてのメリットは増加しつつある。

後ほど、お示しする大阪市立大学、中央復建コンサルタンツ、総合設備コンサルタント、関西電力が、2010年から2014年の都合4年間に掛けて共同実施したNEDOの研究資金による下水熱利用研究開発(以下NEDO下水熱研究)に関しても、大阪を拠点とした活動をしていたこともあり、給湯利用を中心に開発を進めた。もちろん、寒冷地における空調需要への下水熱の適用は有効であり、幕張や芝浦水再生センターの処理水を熱源とした大規模な事例など、高効率なシステムが

## 下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し

運用されているのも事実である。

このNEDO下水熱研究では、下水の熱的ポテンシャルの詳細な調査から始めた。図-6下に大阪における平均気温と下水温度の関係を示すが、その下水管路の上流にどのような種類の建物があるかによって時刻別の下水流量も大きく変化する。例えば深夜電力を使った蓄熱給湯では、ヒートポンプをいつ運転するか、その時必要な深夜帯の下水流量がどうなっているかを知ることが重要である。

また、詳しい算定法の説明は避けるが、大阪市内の下水の熱利用ポテンシャルを同じく図-6上に示した。この図にも示されるように、われわれが日頃過ごしている都市の足元には、意外に大量の熱源が眠っていることになる。

### 3. 下水熱利用の形態と方式

図-7に各種下水熱利用の方式を示す。この図に示した下水処理水は、取扱いが未処理下水に比べて簡単で、一般的に処理量が多いため、水量的な問題は少ないものの、利用範囲が下水処理場周辺に限られるという制約がある。

一方、未処理下水では、熱利用可能な地点が広がり、熱源の設置箇所近傍からの採熱となることから、建設費の低減や熱搬送のための動力、熱損失が小さくなることを見込めるが、未処理下水を扱うが故の問題、特に有機物と微生物による汚れを原因とする熱交換器の伝熱性能の劣化とその回復が課題として挙げられる。加えて、管路の上流側になるほど水量が低下し、上流にある建物の種別によっては、必要な水量を必要なタイミングで得ることが難しくなる。そのため、未処理下水の熱利用を考える場合には、利用箇所近くの下水管路での集水システムを事前に確認するとともに、下水の温度、流量について季節毎、時間帯毎の状況を把握しておく必要がある。

### 4. 国内外の事情

さきのNEDOの下水熱利用研究においては、技術的な課題や手戻りを避けるため、国内外の下水熱利用の調査を行った(図-8)。わが国と比べ、海外では、さまざまなタイプが開発、利用されている。

下水処理水を熱源とするものは、わが国の幕張の地域熱供給や、東京都の下水処理場構内等での空調利用があり、海外でも、スイスのチューリッヒ(図-9)やフィンランドのヘルシンキ(図-10)など、大規模な地域熱供給システムが導入されている。これらのシステムは、わが国で導入されているシステム(図-8上)と大差ない。ただし、図-11のチューリッヒ郊外の冬季のみ変温型地域熱供給システムは、建物の新增設に併せ新規設計された、わが国で類を見ない先進的なシステムである。

一方、同じく下水処理水の熱源利用については、カナダのウィスラーの選手村での事例(図-12)や、スイスでの複数の例(図-13左、図-14)など、熱の利用箇所が複数個所に散在、分散しているため、下水処理水を熱交換してヒートポンプの熱源水として活用している事例がある。地域



## 下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し

熱供給では、配管長が長くなれば放熱ロスがふえることから、ヒートポンプの熱源水のネットワーク利用は、エネルギーの面的利用の新形態と捉えることができる。このタイプは、これまでわが国での前例はなく、特に最近完成したチューリッヒ近郊の図-14のシステムは、省力化、低価格化、コンパクト化を実現している。

続く下水処理水の直接利用については、わが国では東京の後楽と盛岡の2箇所で、地域熱供給の熱源として活用した事例がある(図-8下)。未処理下水の熱源利用については、ドイツ、スイスが先行している(図-15)。スイスではエネルギー省が再生可能エネルギー技術の普及を進めるNPOを支援し、ドイツでは、地方自治体のインフラ管理部門であり全国に800以上ある都市公社の一部が、環境省の支援のもと、下水熱利用の普及を進めている。調査先としてドイツ、スイスを訪れたが、スイスのドイツ語圏とドイツの研究者の交流が盛んで、ほぼ同様の下水熱利用のためのガイドブックが、ドイツ環境省とスイスエネルギー省から発刊されている。

また、別の機会に訪れたベルリンで開催された下水熱利用に関する研究会では、大口径の鋼管を入れ子構造にした「現場築造型」の下水熱交換器を使ったシステムや、ドイツのフーバー社が開発した熱交換器をコンテナに収めたシステムなども稼働していた(図-16)。以上、国内外の事例の一部を紹介したが、熱源と各需要との関係を中心に利用形態を整理した(図-17)。

### 5.NEDO事業として取り組んだ内容

冒頭、紹介したように大阪市立大学、中央復建コンサルタント、総合設備コンサルタント、関西電力は、2010年から2014年の4年間、NEDOの研究資金による下水熱利用研究開発(NEDO下水熱研究)を進めた。新たな市場開拓と、普及が進んでいない分野における技術的課題解決の観点から、未処理下水を熱源とした1地点30～500kWの能力を想定した給湯利用を中心に低コスト化を目標に開発を進めた。

意外にもこれまで、未処理下水を対象にしたバイオフィーム(生物膜)生成にともなう性能劣化を含めたさまざまな材質、伝熱面形状に関する詳細な伝熱特性データは取られてこなかった。図-18左には、当時、大阪市千島下水処理場に設置した実験設備の構成と現場写真を示す。このような実験環境で、管路外方式と管路内方式の熱交換器(図-19)、管路外熱交換器に必須の低価格コンパクト型揚水スクリーン(図-20)の研究開発を進めた。各開発品の得失や伝熱性能の詳細は別の機会に譲る。

システムの簡単さから言えば可動部分のない管路内熱交換方式が有利であるが、大容量化を狙うのであれば管路外熱交換システムという選択になる。管路外熱交換器については、図-19にも示した流下液膜方式が、熱交換率がずば抜けて高く、伝熱管の表面を流れる未処理下水自身の洗浄効果により性能低下も少ない。この熱交換器の外観と伝熱特性のグラフを図-18右に示しておく。また、これと対になる揚水スクリーンは自動洗浄機能を組み込み、標準的な1,200mmφのマンホールに納まる製品を開発した。



### 6. 日本製品の特長

わが国工業製品の得意分野は、高性能なマスプロ製品であろう。製品の要求仕様が与えられれば、高性能で高機能な製品が期待できるが、最近の世界共通仕様のスマートホンに対して、ガラパゴス携帯と揶揄されるように、滅多に使わない機能や必要以上の性能を盛り込み主流となれなかった製品も多い。かつてわが国が市場を開いた製品であっても、中国、台湾、韓国に席卷されている事例は多々ある。欧米の先進企業のように、企画力やソフト化で先を越されることはあるが、アジア諸国の後塵を拝するのは如何なる故であろうか。曰く、特定の産業で先行するアジアの企業は、日本が開発したガラパゴス製品をリバースエンジニアリングによって解析し、不必要な機能を削り再構成することにより、また思い切った資本投下により競争力を確保しているとの説がある。

翻って、今回紹介した欧州を中心としたシステムについて、数百kWを超えるシステムは、そのほとんどが圧縮機や熱交換機など個別部品によりヒートポンプを構成しており、冷媒もアンモニアなどが使われているものもある。システム自体も一品料理で、システム個々のパーツの要求水準や信頼度を適切に評価し、お金を掛けるところは掛け、安く仕上げても良いところは良い意味で「手抜き」されている。また、性能評価のためのデータも、不具合が発生したときに備え、トレースできるようにされている。これらは「ラックビルダー」と呼ばれる技術者が担当しているケースが多い。

一方、熱源水ネットワークなど、各建物に設置されるヒートポンプには、日本メーカーのヒートポンプパッケージが使われていることも多い。日本製品の普及を考えた場合、価格や性能は当然ながら、各国のニーズに合わせられる柔軟性の高い製品の開発が望まれる。それらのニーズに応えるには、やはり設計者やエンジニアに対する導入事例を含む情報の提供と、現地のシステムエンジニアリングにどう踏み込んでいくかといった辺りが重要になるのではないだろうか。

### 7. ポテンシャルマップの整備による普及方策

下水熱利用システムの設計には下水管路における流量を用いるため、下水熱利用を計画する管路での流量を計測または推定する手法が必要となる。図20は下水ポンプ場など既存の計測値から熱利用を計画しているマンホールにおける流量を推定する概念を示している。ここでは集水域内の建物延床面積を用いて推定する手法を示しているが、建物種別の下水流量原単位なども活用できる。

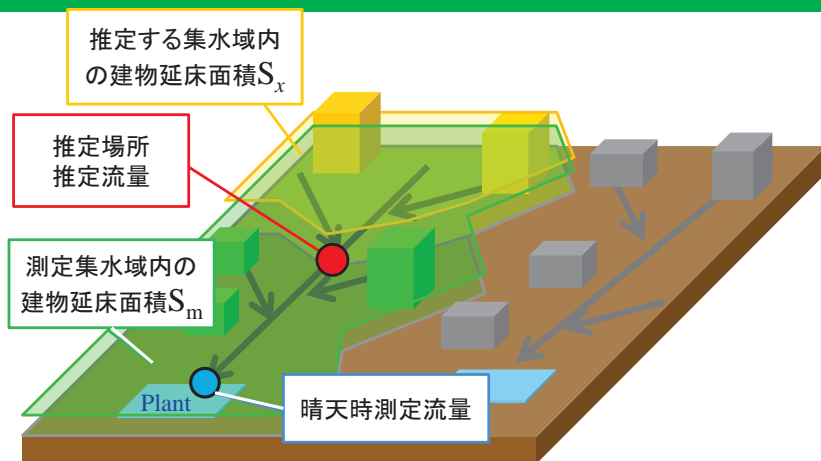


図21 下水流量の推定手法

環境省と国土交通省の共同事業として下水熱ポテンシャルマップの作成手法が整備された。この下水熱ポテンシャルマップは管路における下水熱の利用可能量を示すものであり、作成マニュアルは下水熱利用の機会を向上させ、企画設計を支援するツールとして、今後各自治体で活用予定である。

図4は検討イメージを示すための試算例に過ぎないが、我国で地域熱供給事業規模の約1/4の下水熱ポテンシャルを持つ下水幹線が大阪市域で約250kmあることを示している。より低いレベルの下水熱ポテンシャルを持つ管路まで含めると、管路近傍施設で利用する可能性は大きいと言えよう。

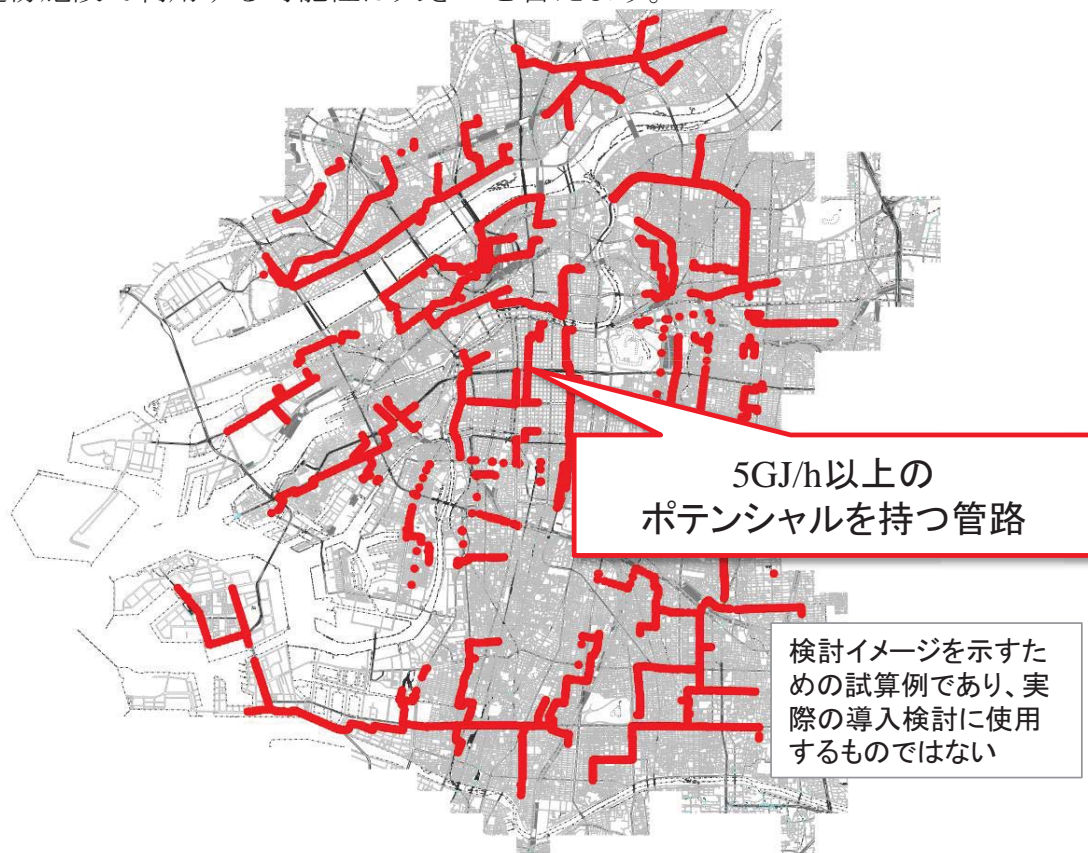


図22 都市内下水幹線における下水熱利用ポテンシャルの試算例

## 下水熱エネルギー利用システムの普及と今後の見通し

### 8.制度改革を踏まえた将来見通し

われわれが開発した未処理下水を熱源とする30～500kWクラスの下水熱利用システムのわが国における普及はこれからである。NEDOの研究に着手した2011年時点では、未処理下水に関しては都市再生法の特区内で汲み上げ方式に限り使用が認められていたが、その後、国土交通省と合同で行った上記の調査等により、下水道の所管官庁である同省で検討が進められ、下水熱利用に関する協議会が立ち上げられた。その後、低炭素街づくり法の中での利用計画への掲明により汲み上げ方式の利用が認められ、2015年に入っては下水道法の改正により、下水熱を利用する民間事業者が管路内熱交換器を設置して熱利用を行うことが可能となった。

また、同協議会では、わが国の各都市について下水熱利用のポテンシャルマップ作りや、下水熱利用の検討を行う自治体を対象にFS調査が認められるようになってきた。われわれ研究開発グループでは、既に何件かに実物件を対象にした導入検討を行ってきたが、引続き新規導入に向けた活動を進めていきたいと考えている。

以 上



## Asian Heat Pump Thermal Storage Technologies Network

To promote energy savings and combat global warming, there is an urgent need to spread efficient heat pump and thermal storage technologies on the demand side. Countries in Asia, which are enjoying rapid economic growth, should coordinate with one another to spread this technology. Five to ten years from now, Asia will become a global economic powerhouse and heat pump technologies will play a considerable role in all sectors. Asian countries will therefore need to address common issues and problems that have already been faced in Europe and North America. Concerning the building of connections and networks among countries, it is essential to share information on diffusion policies, technology trends, applications, etc., and then to make incremental improvements. Further, situations which can or should be handled through collaboration should be handled flexibly, on a case-by-case basis, with the collaboration of all countries. In order to encourage the use and development of heat pump and thermal storage technologies in Asian countries we have established AHPNW in 2011.

### Participating Countries and Entities

**CHINA:** China Academy of Building Research (CABR)

**INDIA:** The Energy and Resources Institute (TERI)

**JAPAN:** Heat Pump and Thermal Storage Technology Center of Japan (HPTCJ)

**KOREA:** Korea Testing Laboratory (KTL)

**VIETAM:** Hanoi University of Science and Technology (HUST)

**THAILAND:** King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)

**Please visit our website for more information.**

⇒<http://www.hptcj.or.jp/e/ahpnw/tabid/571/language/en-US/Default.aspx>

