

平成 25 年 9 月 14 日

白井市長 伊澤史夫様

白井市庁舎建設等検討委員会委員長 川岸梅和様

白井再生可能エネルギー協議会会長 横山久雅子

(要 望 書)

市庁舎改修計画への再生可能エネルギーの導入について

世界的に気候変動が進行する中で地球温暖化防止が叫ばれ、従来型のエネルギー利用の在り方を見直すことが求められております。私達白井再生可能エネルギー協議会は、平成 24 年 9 月に設立して以来、自然エネルギーの地産地消にむけた取り組みや省エネルギー推進に関する活動を行ってまいりました。

この度、白井市庁舎改修計画を進める中で、再生可能エネルギー導入や省エネルギーについても考慮されることは存じておりますが、なお私達の知識の範囲で特にご検討いただきたい事柄を申し上げ要望いたします。

まず、庁舎内で消費するエネルギーの大半が比較的低温な冷暖房、給湯等の熱エネルギーであることを勘案しますと、エネルギー代替に有為性のある再生可能エネルギーとしては太陽熱と地中熱であると考えました。一般的に使われる電気につきましては、冷暖房や給湯と言った熱エネルギーを電気で賄うことは「バターをチェーンソーで切るようなもの」と非効率なものの喩えにもなっており、当協議会としては推奨出来ません。さらに、風力、水力、バイオマス、廃材燃焼などは白井市の地勢や気象の点から、再生可能エネルギー資源としての利用は難しいと判断いたしました。

地中熱の利用については、他国に比べ日本での導入が進んでいませんでしたが、地中温度が季節や天候の変化に係らず一定温度を保っていることや、どこでも採用可能であることから、最近では東京スカイツリーなどの大きな施設においても導入され、更に新たな技術の開発も進んできました。

また、太陽熱につきましては、古くから広く利用されている太陽熱温水器に加え、吸収式冷凍機を用いた冷暖房・給湯システムは、世界に先駆け日本が開発した技術であり、冷媒の冷質への吸収能を動力源とするため、駆動用の電力を必要としないなど省エネルギー効果はより高く、長期間にわたり安定した稼働状況を保ち環境汚染等自然界への影響が殆ど無いことなど、優れた特徴を有しております。

以上のような考え方に基づき、本協議会として下記の方策を提案いたしますので、ご検討をお願い申し上げます。

記

1. 地中熱を利用した冷暖房・給湯システムの導入
2. 太陽熱を利用した冷暖房・給湯システムの導入

地中熱および太陽熱利用について（資料編）

市庁舎改修にあたり、自然エネルギーの導入や省エネルギーの推進について十分に検討され、積極的に導入されることを願っておりますが、ここでは要望書に述べた太陽熱と地中熱の利用の仕組みや事例についてまとめましたので、参考にいただければ幸いです。

1. 地中熱利用

地中の温度は、季節や天候の変化による影響を受けず、地下 10～15 m の深さになりますと年間を通じて 15 度から 17 度で一定です。このため、地中熱は日本中のどこでも夏は冷房熱源、冬は暖房熱源として利用することが出来ます。

地盤(土壌)は、空気よりも熱容量が大きく、地下水が存在すれば更に大きくなります。地盤の温度と外気や事務所等の室内空気温との間の差を基にヒートポンプ等の熱変換システムを用いて熱のやり取りすることによって、従来の空気を熱源とするエアコンよりも効率的(10～25%の省エネルギー)に利用できるようになります。空気を熱源とするエアコンと異なり、熱を外気に放出しませんので、ヒートアイランド現象の緩和にもなります。地中熱利用ヒートポンプは、地中との熱のやり取りの方法によって、クローズドループ方式とオープンループ方式に分けられます。(方式の呼び方は、環境庁資料「地中熱の利用にあたってのガイドライン」による)。クローズドループ方式(狭義に地中熱利用システムと称することもある)は、熱媒体を地中に循環させ地下水や地盤と熱のやり取りを行うもので、オープンループ方式(狭義に地下水熱利用システムと称することもある)に比べて熱換の効率は劣るものの、どのような地盤においても立地可能です。また、地下水を揚水しないため、地下水の揚水規制ある地域でも導入が可能です。一方、オープンループ方式は、熱効率が良く、設置場所の地下に豊富な地下水脈が走っていたり、地下の帯水層が厚い場合には廃熱をいち早く系外に逃せませし、豊富な地下水の潜熱をいち早く利用することができること、揚水した地下水から熱を取り出した後、再び地下に環水すれば地盤沈下の恐れもありませんので、地中熱利用としてすぐれています。反面、地中への地下水の環水が困難な場合や揚水規制のある地域では採用出来ない場合があります。地中熱の利用としては、上記2つの方式の他、ヒートポンプを用いない方式として、舗装面や建物外壁への地下水の散水などがあります。

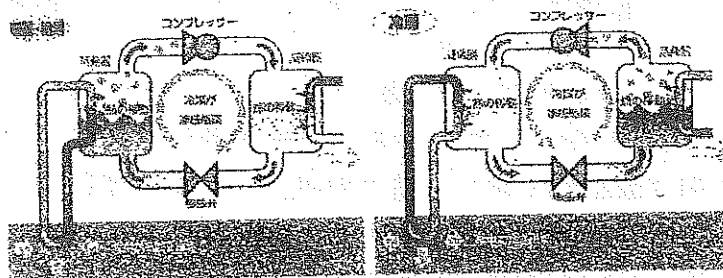


図 1 ヒートポンプで地中と熱のやり取りをする仕組み

次いで、地中熱利用ヒートポンプの省エネ効果についてみますと、夏季、冬季には大きな温度差となること、同じ容積の空気に対して約 3500 倍の熱を蓄えることが可能で、小さな容量で より多くの熱を蓄えることができます。環境省が平成18～22 年度に実施した実証調査では、クローズドループ方式では従来の冷暖房に比べて約 10～30%、オープンループ方式では約 20～30%の省エネルギー効果があったとされており、

地中熱利用ヒートポンプを導入する場合、イニシャルコストでは、熱交換井の掘削に費用がかかるため、通常の冷暖房システムよりコストが高くなる傾向があります。一方、ランニングコスト では熱源となる燃料が不要で電力に係る経費が少なく済むこと、基本的にメンテナンスフリーで耐用年数も長いことから、他の冷暖房設備に比べてコストを低減できます。設備導入に関しては、様々な助成制度を活用することによって全体コストを抑えることが期待できます。

地中で熱交換するための動作流体としては、プロピレングリコールを水に添加した不凍液を用います。

1. 1 クローズドループ方式 (地下水や地盤の熱エネルギーとヒートポンプの組み合わせ)

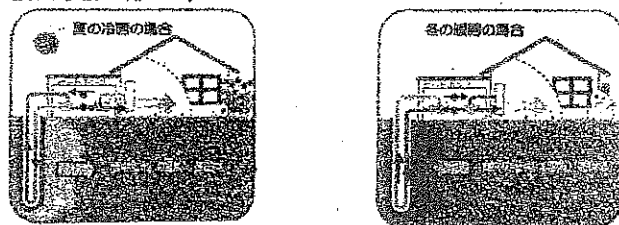


図 2 クローズドループ方式の概要図

いろいろな様式の設定があるので、ここでは、当会で見学した東京都千代田区1番町の笹田ビルの設備について説明します。同ビルは6階建てで1階から3階までを事務所として使用しており、地中熱はこの事務所の延べ303㎡の冷暖房用に利用されています。屋上にパッケージ型のヒートポンプが設置されており、熱源水(17%のプロピレングリコール水溶液：不凍液)は、循環ポンプによって毎分100リットルが掘削井(ボアホール)の中の熱交換チューブに送られます。

ボアホールは深さ75メートルで、2m 間隔で8本掘られており、総延長は600mです。1本のボアホールの中にチューブが2往復する形で挿入されていて、8本のチューブはヘッダーによって並列に繋がれており、屋上のポンプによって送り出された熱源水は地盤中の温度との差により集熱したり、放熱して屋上のバックアップタンクを経てヒートポンプに戻ります。ヒートポンプによって空調系との熱交換を行なった後再びポンプで地中に送られ、循環します。立地条件は必ずしも良いとは言えない

地区ですが、2008年以降のデータでは、システムの成績係数(COP)が高く、特に熱負荷の最大となる7月から8月にかけて7.5程度という高い値を示しています。空調にかかる電力消費を過去3年間の空気熱源の実績データと比較すると、一年間を通して約半分(省エネ率49%)となっています。暖房に比べて冷房での省エネ効果が高く、省エネ率69%になっています。このことは地中熱利用が真夏の電力のピークカットに大きく貢献していることとなります。

また敷地6万 m^2 、建物3万 m^2 という大規模店舗であるIKEA福岡新宮店でも地中熱を利用した冷暖房システムを採用しています。100mのボアホール70本で50kW(熱量換算)、30%の省エネを達成しています。最近では、東京スカイツリービルに地中熱利用がされていることも有名であり、建物の基礎孔(18.6m、6本 \times 10)とボアホール(120m、21本)とに熱交換器をつけ46%の省エネを実現しています。さらに、比較的浅い地下にコイル状の熱交換器を這わせる水平方式もあり、小田急線では世田谷区の3駅をこの方式で冷暖房する計画で、30%の省エネを予定しています。この方式は三菱マテリアルテクノが環境省の「地球温暖化対策等技術開発事業」を通じて実用化したもので、ボアホール方式に比べ工事が簡単に済む特徴があります。

1.2 オープンループ方式(地下水の熱エネルギーとヒートポンプの組合わせ)

オープンループ方式は「帯水層蓄熱冷暖房方式」ともいえるシステムで、システムの概様図を図5に示します。オープンループは、掘削した井戸と地上部の建物内に設置されたヒートポンプ及びヒートポンプによって作り出された冷水又は温水を室内の冷暖房を行う室内機とを結ぶループからなっています。地下水の熱を利用するためには、地下水を汲み上げて熱を取り出した後、再び地下水を帯水層に還水する方式と下水や河川等に放流する方式があります。地下水は地盤に比べて熱伝導率が高く、さらに、伏流水など地下水流がある場合には、廃熱をいち早く系外に放出できます。井戸の深さ、井戸の数は、帯水層までの深さや地下水の流量等によって決まり、概して地盤から熱を得るクローズドループ方式より浅い井戸で済む場合が多いです。必要な熱量が得られない場合には何層かの帯水層を貫通する深い井戸を掘る必要があります。また、地下水の水量が豊富なところでは、環水用の井戸を掘らずに地表に放流ことも考えられますが、この場合、地下水位の低下を招く恐れもあり、揚水規制のある地域では採用できません。そして、地下水に有害物質を含む場合にはとくに注意が必要です。地下水を再び地下の帯水層に還水する方式では水質汚濁防止法や都道府県・市町村で定められた基準に従う必要があります。

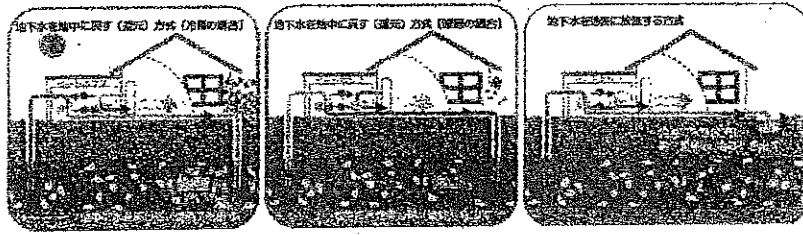


図 3 オープンループ方式の概要図

オープンループ方式の事例としては、高崎市中央地区における「地下水熱利用地域冷暖房システムJ」があります。ここでは地下水が豊富にあるという地域特性を活かし、地下水を熱源とする地域冷暖房を平成5年から行っています。同地区は高崎駅の西側の新幹線と国道17号線の間位置し、高崎市庁舎建設予定地を中心に、簡易裁判所、検察庁、高崎シティーギャラリー、業務・商業施設等を含む18.1 haです。

直径400 mm、深さ120 mの揚水井2本から深井戸用揚水ポンプによって揚水された地下水は、プラント屋上のクッションタンク30 m³に一時的に貯留され、タンク中の地下水は地下1階に設置されたヒートポンプの稼働に伴い重力で供給されます。ヒートポンプでは地下水が冷却運転時には冷却水として、加熱運転時には熱源水として利用され、その後、地下水は還水井を通じて再び地中の帯水層に還水されます。地下水は、掘削井戸に切られたストレーナー部分から揚水あるいは還水されますが、周辺の小規模井戸(浅井戸)への影響を考慮して、それらの揚水井より深くしてあります。省エネルギー効果としては整備途中の1997年の時点で空気熱源ヒートポンプ方式と比べA重油換算で年間250 klの節減となり、地下水利用の有効性を示しております。

1. 3 雨水貯槽の雨水の熱の利用

白井市市役所では、雨水の有効利用の観点から保健福祉センターの地下に雨水貯留槽設備(貯水量1000トン)を備えております。貯水槽の水温と外気温との温度差を利用すれば、貯水槽に流入する雨水も地中熱の利用と同じように潜在的熱源の一つとして活用できる可能性があります。その場合、貯水槽に専用の熱交換のためのコイルを装備する必要があります。

2. 太陽熱利用

太陽熱利用の特徴としては、日照エネルギーの約40～50%を熱に変換でき(太陽光発電では10～20%)、単位面積当たりの熱への変換効率が高いことです。そのため、集熱器の設置スペースが少なく済むこと、集熱器の一部が陰になってもその部分の集熱だけが低下するだけでシステム全体への影響が小さいこと、設備投資の回収年数が短い(東京都の「集合住宅等太陽熱導入事業補助金1/2」を活用した

場合は7～10年)、環境汚染等の心配が殆んど無いことなどです。一方、マイナス面もあり、太陽熱は雨天など天候の悪い日には利用することが出来ないため、不足するエネルギーを電力やボイラー等で補完する必要があります。

太陽熱利用のシステムは、太陽熱集熱器、蓄熱槽、太陽熱が不足する時に必要な温水ボイラーやヒートポンプなどの「補助機器」、夏季に太陽熱を冷熱に変換する「冷凍機」等で構成されています。

※ヒートポンプ

水や空気などの低温の物体から熱を吸収し、高温の物体に移送する装置。冷暖房や蒸発装置などに応用。熱ポンプとも云う。ヒートポンプは圧縮機、熱交換機、膨張弁、冷媒からなり、ヒートポンプの内部ではアンモニアやフロンなどの冷媒が、減圧されて低温になる状態と加圧されて高温になる状態を繰り返しながら循環している。ヒートポンプを暖房や給湯に利用する場合は、低温の冷媒を外気や水などと間接的に接触させて熱を取り込み、更に冷媒をコンプレッサーで圧縮して高温にしてから、室内の空気や給湯用の水を温める。一方冷房に利用する場合は、高温の冷媒を外気などで間接的に接触させて熱を放出し、更に膨張弁で減圧してから空気を冷却する。電力はコンプレッサーを駆動するために消費されるが、その消費量に比べてより大きな熱を得ることができる。このように冷媒を圧縮して循環させる圧縮式と冷媒を臭化リチウムなどの冷質に吸収されるとききの気化熱を利用する吸収式のヒートポンプがある。

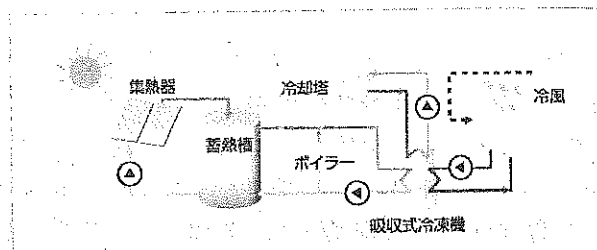


図4 太陽熱利用システムの構成図

吸収式冷凍機を用いる太陽熱利用システムは1974年に世界に先駆け日本で開発された技術で、冷凍機の駆動に物質の吸着能を利用するため、冷媒を圧縮するための圧縮機など駆動用の電力を必要としません。このため、レシプロ型の冷凍機やヒートポンプより省エネ効果が大きいと言えます。

吸収式の原理

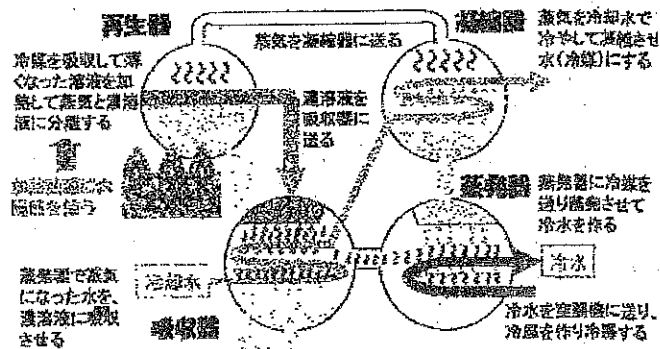


図 5 温水から冷水を作る吸収式冷凍機の作動原理

太陽熱の導入効果は大きく、東京都環境局がまとめた「実例!太陽熱導入ガイドブック」に記載されている中高層住宅50世帯の導入効果を試算したモデルケースでは、給湯負荷に対する太陽熱利用率は約46%で、太陽熱の投資費用を削減された燃料代で単純に割り戻した投資回収年は約10年になり、一戸当たりの設備工事費は年間14,000円、同メンテナンス費4,000円、ガス代の削減費9,000円になるとの試算もあります(東京都集合住宅等太陽熱導入促進事業補助率1/2で算出)。

太陽熱利用システムに関する地方公共団体等を対象にした補助制度は、経済産業省の「地域再生可能エネルギー導入促進対策事業(補助対象経費の1/2)」、環境省の「地方公共団体対策技術率先導入補助金(設備の導入に必要な経費の1/2)」等があり、白井市の庁舎改修にも活用することができると考えています。

太陽熱を利用した冷暖房・給湯システムとして特徴のある事例を挙げますと、浜松町プレスタワー(地上17階地下1階)の吸収式冷凍機があります。この設備は昭和60年に設置されて以来、28年間にわたって稼働しています。また、東京ガス港北NTビル(地上4階棟屋1階・事務所ビル)は平成8年に建設され、その後に改修によりビル内の一次エネルギー(火力発電や原子力発電による電力)使用量をゼロにする「ZEB化」を目指している建物です。2010年の改修により再生可能エネルギーと都市ガスの融合により太陽光発電20kw、太陽熱冷暖房・給湯99.6kw(熱量換算)、ガスエンジンコージェネレーション発電51kwを備えました。公共施設として設置された例としては、国立市の「くにたち中央図書館」(地上3階地下1階1,510m²)の冷暖房設備があります。集熱面積92m²、吸収式冷凍機35.2kw(熱量換算)が設置されております。このほかにも校舎、公民館、高齢者施設などへの太陽熱利用の事例は多数あります。