

自然エネルギーの活用に関する  
提言書（素案）

松 本 市 議 会

## 1 はじめに

先の東日本大震災によって引き起こされた未曾有の原子力災害により、原子力発電をはじめとした電力のあり方、また、節電意識の高まりから来る省エネルギーの実践、延いては、日本のエネルギーセキュリティなど、エネルギー問題に対して、国民の関心が非常に高まっています。

現在、松本市では、「松本市地球温暖化対策実行計画」において、再生可能エネルギーの利用促進を図ることとし、基本施策の中でも、太陽光発電の普及促進、バイオマス活用の推進を重要施策として位置付け、取り組んでいます。

今年度、経済環境委員会は、松本市として今後取り組むべき方向を課題と捉え、「自然エネルギー（新エネルギー）の活用」をテーマと定め、調査研究を行いました。

松本市議会は、この委員会の調査研究結果に基づき、松本市の特色を活かした新たな自然エネルギーについて提言をするものです。

## 2 松本市として取り組むべき新エネルギー

### (1) 着目の視点

松本市では、一般的に再生可能エネルギー（※1）といわれる太陽光、太陽熱、風力、地熱、バイオマス、廃棄物等のほか、燃料電池、天然ガスコージェネレーション、クリーンエネルギー自動車等を新エネルギーとして位置付けています。

また、東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて、再生可能エネルギーへの転換によるエネルギー政策の見直しが求められています。

今後、新エネルギーの導入を一層進めていくことが必要であり、更なる推進が期待されています。

再生エネルギーの中で、風力、燃料電池については、導入していくことに課題があります。

まず、風力の発電量は、ローター、つまり風車の半径の2乗、風速の3乗に比例するといわれています。松本市においては、風力発電に適する安定した風力（6メートル毎秒）が期待できず、また、風速を補おうとしてローターを大きくしていけば、本市の観光資源である山岳景観を乱してしまう恐れがあるため、松本市に本格的な風力発電設備を導入していくことは難しいと思われる。

次に、燃料電池については、導入コストが桁違いに高価という問題があります。燃料電池の価格は、最新設備でも100キロワット、約1億円程度といわれ、今後、研究開発が更に進み、コストパフォーマンスが整うまでは、導入は現実的な選択ではありません。

このようなことから、太陽光発電をはじめ、小水力やバイオマス、廃棄物発電・熱利用、BDF等、現在、積極的に推進が図られている事業も含め総合的に検討し、今後取り組むべき自然エネルギーとして相応しいものを調査していくこととし、「地中熱」に着目しました。

(※1) 再生可能エネルギーとは、永続的に利用できるエネルギーを指し、具体的には太陽光、太陽熱、風力、地熱、バイオマス等が代表的なものである。

一方、いわゆる自然エネルギーである「新エネルギー」とは、日本における新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネルギー法）において定義され、同法に基づき政令で指定されるもののことを指す。現在、政令により指定されている新エネルギーは、太陽光、太陽熱、風力、地熱、バイオマス、雪氷熱などであり、すべて再生可能エネルギーとほぼ同義の扱いがされている。

つまり、自然エネルギーとは新エネルギーであり、再生可能エネルギーと呼んで差し支えない。

## (2) 地中熱は再生可能エネルギー

地中熱とは、地上との温度差を利用した熱エネルギーを指し、地熱（※2）とは定義を異にします。

地中熱活用とは、地下5メートルから150メートル程度の熱を利用することを指します。この熱は太陽によって土に熱が徐々に伝わり、伝わった熱は、土の断熱効果によって放出が極めて緩やかで、温度が安定していることが特徴で、まさに再生可能エネルギーです。

また、少し奇異に感じるかもしれませんが、夏の暑い時期の熱が徐々に伝わる結果、地下5メートル程度の場所は冬に一番温度が高く（長野15℃程度）、逆に夏場が一番低く（長野12℃程度）なります。井戸水が「夏冷たく冬暖かい」ことは、経験上誰しもが知るところですが、これは外気温と水温の差はもちろんのこと、実際に地中熱も「夏冷たく冬暖かい」のです。

一方、松本市はこれまで、約40億トンともいわれる豊富な地下水を観光資源とし、「水めぐりのまちづくり」を展開していますが、この豊富な地下水を利活用していくことは松本の特性を活かすことにつながります。

そこで、地中熱の利活用にあたっては「地下の熱」と「地下水」双方から検討を深めることとしました。

(※2) 地熱とは、地球内部で発生する熱を指し、これは、天然放射性元素が崩壊する時の熱に由来、地熱の45から85パーセントは地殻に含まれる元素の放射性崩壊から発生していると言われている。地熱の主な利用形態は、地熱発電、温泉などである。

### (3) 地中熱利用の形態

地中熱の利用方法としてまず挙げられるのは、熱をそのまま利用する方法で、これは古くは竪穴式住居にみられるように、地面を掘り下げて熱を利活用するものです。卑近な例では、動物の冬眠も地中熱によって暖をとっているといえます。

次に挙げられるのは、「ヒートパイプ」と呼ばれる装置を用いることによって熱を効率よく伝え、ロードヒーティングとして活用する方法です。これは、パイプの一端を高温に保ち、他の一方を低温に保つと、高温部で管内の流体が蒸発し、大量の熱をもつ蒸気になり、管内の中空部を流れて低温部に移動します。そして、低温部で蒸気が凝縮して大量の熱を放出するという理論によっています。

次に、最も一般的な例であるヒートポンプがあります。ヒートポンプとは、読んで字のごとく、熱を汲み上げる装置であり、家庭用のエアコンが代表例です。普通のエアコンは大気から熱を吸収し、電気エネルギー1に対し3倍の出力を発生させますが、これを大気ではなく夏冷たく冬暖かい（15℃程度に安定している）地中熱を活用することにより、それ以上の効率を得ようとするものです。

### (4) 採用すべき地中熱の活用方法

地中熱の利用形態としては前述のとおりですが、採用すべき形態は「ヒートポンプ」と位置付けます。

これは、各家庭や中小工場等設置に対する汎用性が高く、また、高効率のメリットを設置する各々が享受することができ、全体としての省エネルギーが達成できること、また、本システムの導入に伴って、地球温暖化対策としてのCO<sub>2</sub>削減に寄与していくことが、今後のエネルギー政策として極めて重要と考えるからです。

なお、地中熱をそのまま熱伝導の形で活用していく方法は、住宅の新築時等でなければ活用が難しいこと、また、ヒートパイプはロードヒーティングする場所が一定程度限られること等、汎用性に乏しいことから、こうした方法は専門的な扱いが可能な箇所等に譲ることとします。

### (5) 地中熱ヒートポンプ

地中熱ヒートポンプは前述の通り、① 高効率、② 省エネルギー、③ 再生可能エネルギーの利用を兼ね備えるものです。具体的な用途としては、家庭用空調・給湯、業務用空

調・給湯、工業用空調・加熱、農業用温室空調・加湿、水産用養殖池温度管理等々、一定の加熱冷却であればすべて対応が可能です。

地中熱を活用したヒートポンプシステムとしては、①「クローズドループ」と呼ばれる地中熱交換型と、②「オープンループ」と呼ばれる地下水利用型の2種類があります。

#### ア クローズドループ（地中熱交換型）

地中で熱交換するために流体（水あるいは不凍液）を循環させる方式です。地中熱交換機の設置が必要であり、通常は「ボアホール」と呼ばれるボウリング孔、あるいは、基礎孔の中にチューブを挿入したものが用いられます。これを垂直型熱交換器と呼び、さらに地下5メートル程度の比較的浅い地中から熱を取り出す水平型熱交換器の二つの種類があります。

#### イ オープンシステム（地下水利用型）

揚水した地下水と熱交換する方法です。揚水した地下水を同じ帯水層に戻す方法のほか、別の帯水層に注入する方法もあります。ここでは地下水の熱だけを取り出し、水そのものは元の地下水へと還元させることで、地下水に影響を与えないように活用を図ります。

なお、一例を挙げれば、出力10kwのヒートポンプは30L/minの水量を必要とします。

#### ウ ヒートポンプの効果

ヒートポンプは熱を取り出すのに非常に優れた性能を発揮します。地中熱ヒートポンプの成績係数COP（※3）は、おおむね3.5～4程度と非常に高いエネルギー効率です。しかも、この値は外気温の条件がいい時（室内と外気の温度差が少ない時）のみの値ではなく、一年を通じてほぼ安定しています。効率が良いということはつまり、空気を利用したヒートポンプとの比較において、冬場では約2割、夏場では約4割の節電も期待できます。

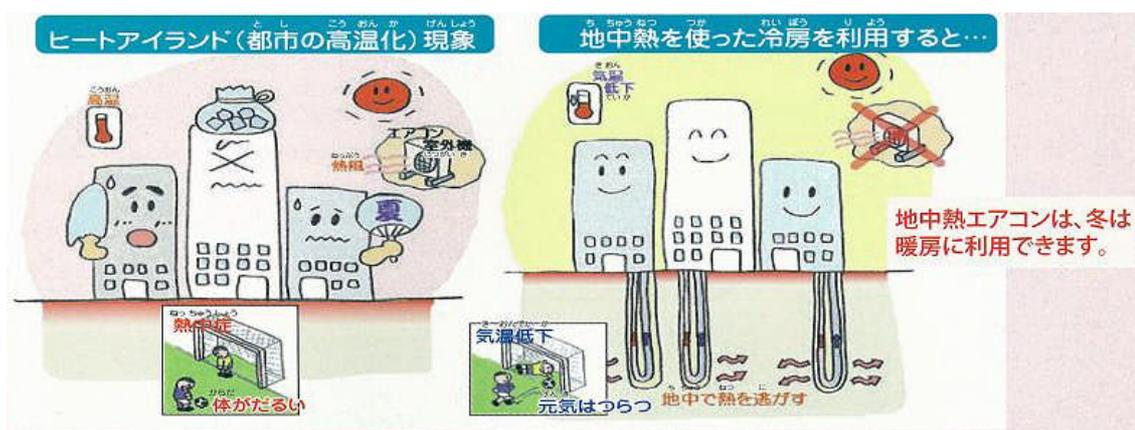
さらに、空気を利用したヒートポンプは、夏場室内の熱を取り出し室外に放出するためヒートアイランド現象を助長すると疑われていますが、地中熱を利用したヒートポンプでは、排熱は地中に行われるため、ヒートアイランド現象の緩和につながると期待されています。

また、空気を利用したヒートポンプは、冬場の暖房時には低い外気温によるデフロスト（※4）をはじめとする効率低下の問題を抱えていましたが、地中熱を利用したヒートポンプでは、一年を通じ温度が安定しているだけでなく、人間の快適温度に比較的近い地中の熱を利用するためこの問

題は発生しません。

(※3) COP：(Coefficient Of Performance) とは成績係数(動作係数)とも呼ばれる冷暖房器具のエネルギー消費効率をチェックするための係数のこと。消費電力1kwに対しての冷却能力、暖房(加熱)能力を示す値のこと。

(※4) デフロスト：中低温エアコンは、庫内温度が10℃以下になると蒸発器に霜付きが生じ、フィンが目詰りする。この霜を取ることをデフロストという。



出典(環境省)

### 3 提言事項

#### (1) 地中熱ヒートポンプの活用について

地中熱利用については、一昨年政府のエネルギー基本計画に取り上げられ、再生可能エネルギーの一つとして認められています。

前項でも述べたとおり、地中熱をヒートポンプによって汲み上げエネルギーとして活用していくことのメリットは計り知れません。高効率かつ再生可能エネルギーであり、CO<sub>2</sub>の発生も抑制し、地球環境的にも優れていることに加え、ヒートアイランドをも抑制する効果がある地中熱ヒートポンプの活用を松本市が進めるべき「自然エネルギー(新エネルギー)の活用」に相応しい施策の一つと位置付け、積極的に進めてください。

#### (2) 普及促進について

高効率で環境性に優れた地中熱ヒートポンプですが、すでに実用化が図られているにもかかわらず導入が進まない背景には、地中熱に対しての認知度が低いこと、さらに導入コストの問題があるものと考えられます。わが国では諸外国に比べ普及が進んでおらず、このため初期コストは約300万円程度と高めです。

しかし、環境省の補助金に加え、現在では経済産業省の補助金も活用が可能となりました。一般の民間事業者を対象にした再生可能エネルギー事業者支援対策事業（3分の1補助）と地方公共団体や非営利民間団体等を対象にした地域再生可能エネルギー熱導入促進対策事業（2分の1補助）の2つが新設された経済産業省の助成制度です。（補助事業者：（社）新エネルギー導入促進協議会）

また、平成23年度まではNEDOが担当していた住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（補助事業者：（社）環境共創イニシアチブ）も利用することができました。

今後の導入促進にあたっては、まずは行政施設への導入により認知度を高めるとともに、一般家庭、事業所等に拡大していくよう、住宅用太陽光発電システム導入補助金と同様、市単独補助制度の創設についても検討してください。

併せて、ヒートポンプに留まらず、あらゆる地中熱利用の方法も検討していただくようお願いします。

## 4 おわりに

地中熱利用については、地下水が豊富な松本市にとって地域特性に合った新エネルギー施策です。もちろん、地下水でなく地中の熱を活用する方法も、冬の寒さが厳しい松本市にとって有効な施策となります。

このように優れた潜在能力を持つ「地中熱ヒートポンプ」を導入していくことは、「健康寿命延伸都市・松本」をめざし、基本構想に掲げる「人にやさしい環境を保全し自然と共生するまち」にまさに即応した施策であると確信しています。

天候に左右されず、確実に省エネルギーと地球温暖化対策に直結する最も松本市の特色を活かした人と地球にやさしい施策であることを付言し、提言とします。

## (参考) 調査研究の内容

### 1 先進地視察

- (1) 日時場所 平成23年8月3日(水) 稚内新エネルギー研究会  
平成23年8月4日(木) 稚内市メガソーラー
- (2) テーマ 「新エネルギー活用による地球環境に優しいまちづくりについて」  
「大規模電力供給用太陽光発電実証研究について」

### (3) 感想

#### ア 稚内新エネルギー研究会

##### (ア) 風力発電について

当施設を含め稚内市内には74基、約76,000kWの風力発電設備が存在する。

これは稚内の地域特性ともいうべき風が、年間平均風速7m毎秒と安定していることからこれに着目、数多くの設備が稼働することとなった。

また、海の近くでもあり、比較的平坦な地域に設備が林立しているが、自然環境的に特に問題にはならない景観であるとも考えられる。

これを松本市に設置することを仮定すると、松本は安定した風が吹かないことに加え、景観上も課題があると考えられ、風力発電設備を形成していくことは難しいと判断する。

##### (イ) 燃料電池について

当施設には、7kWの燃料電池システムがある。この燃料電池システムにおいては燃料となる水素を、風力発電で発生した電気によって、水を電気分解して作り供給している。その意味では、設備費を別とすれば燃料コストは極めて低い。

ただし、先にも触れたが、安定した風が吹くからこそその風力発電であり、これがなければこの方式をとることはできない。また、起こした電気を使って水素を作るとは、電気から水素、水素から電気を作るという、2度にわたる効率面での課題も残る。

さらに、燃料電池システム本体の導入コストはまだまだ高く、本施設では7kWの設備が約6,000万円ということであり、こうした



