HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	札幌市の炭酸ガス排出削減策としての地熱地域暖房の提案
Author(s)	俣野, 恭寛
Description	第11回衛生工学シンポジウム（平成15年11月6日（木）-11月7日（金） 北海道大学学術交流会館） . 企画セッション2 . 産学官連携によるエネルギー有効利用の推進をめざして . 「産」の視点から(2)
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 11, 31-34
Issue Date	2003-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7041
Type	departmental bulletin paper
File Information	11-PS2-2_p31-34.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

企画セッション

札幌市の炭酸ガス排出削減策としての地熱地域暖房の提案

俣野恭寛（地熱暖房研究室）

1. はじめに

地球温暖化防止のため、二酸化炭素(CO_2)排出の削減が現下の問題となつている。大気中の二酸化炭素濃度は化石燃料の使用増加つれて増大しており、この 二酸化炭素の排出削減の方策が求められている。何か良い方策は無いだろうか。日本には地熱エネルギーがあり、一般に、地熱は二酸化炭素を極く僅かしか出さないエネルギーとして期待されている。日本は地熱に恵まれた国である。やり様によっては地熱エネルギーで化石燃料使用を減らせる。北海道のような北国では、地熱による地域暖房の建設により、暖房用の化石燃料を大幅に減らし、二酸化炭素の排出を削減することができる。

2. 札幌市の二酸化炭素削減問題

2-1. 二酸化炭素の排出量： 札幌市の位置は北緯43度、東経41度にあり、その面積1,121 km^2であり、2002年現在、人口は約184万人（約80万世帯）である。札幌市での二酸化炭素（CO_2）排出量は、年々増加傾向を示して、1997年度にCO_2換算1,245万tと推計されている。 その二酸化炭素排出量を部門別の構成比で見ると、民生部門が55.9%、運輸部門28.7%、廃棄物部門8.7%、産業部門5.9%、エネルギー転換部門0.7%である。全国平均と比較して、民生部門の二酸化炭素の割合が高く，冬期の暖房用燃料消費のためと考えられる。札幌市の環境基本計画では、平成22年(2010年）度のCO_2削減の目標値を表１に示す様に、平成２年度の実績値から６%削減した値1,172万 t/年としている。この目標達成には相当の対策が必要である。

表 1 札幌市の二酸化炭素排出量と削減目標等 （札幌市温暖化対策推進計画より、CO_2重量に換算）

	基準年		中間目標年次	最終目標年次
年次	平成2 (1990)	平成9 (1997)	平成22 (2010)	平成29 (2017)
人口	1,671,742	1,790,886	*1985614	*2049943
a 二酸化炭素総排出量（推移）co2ton	10,501,932	12,449,564	*14753058	*15243168
市民一人当り排出量 co2ton/人年	6.283	6.950	7.431	7.435
一人当り6%削減目標値 co2ton/人年			5.905	—
一人当り10%削減目標値 co2ton/人年			—	5.655
b 目標達成時総排出量 co2ton			11,725,264	11,590,021
必要削減量（a-b）co2ton			3,027,794	3,653,147

* 中間目標年次および最終目標年次の人口と二酸化炭素総排出量は推計値

2-2. 暖房での二酸化炭素排出量： 札幌市において、どの程度の暖房用熱量が必要か、1972年～1973年の集合住宅と独立住宅のエネルギー使用量調査結果を見ると、建物の種類と暖房方式により使用熱量に差がある。使用燃料は灯油として、その平均値は中央暖房の独立住宅で、灯油4,800 l /戸年、CO_2排出量12,960kg/戸年、 石油ストーブ暖房の独立住宅で、灯油2,000 l /戸年、CO_2排出量5,400kg/戸年、 地域暖房の独立住宅では灯油換算で1,625 l /戸年、CO_2排出量4,387kg/戸年 となっている。

3. 自然エネルギー・地熱利用の可能性

3-1. 地熱エネルギーと地温勾配： 地中に深く穴を掘ると深くなるに従い地温が上昇していく。平均的には100m深くなると3℃温度上昇する、この場合に地温勾配3℃/100mと言っている。 地温勾配は地域により2℃/100mから10℃/100m以上の値で分布している。各地の地熱・温泉ボーリング井、石油・天然ガス井や鉱山深部の岩盤内温度等の測定データの収集・整理によ

り、各地の地温勾配図が作られており、地熱探査や温泉探査に利用されている。

3-2. 札幌市の地熱資源の概要： 札幌市は石狩平野の西部に位置し、その面積1,121 k m^{2}の約３分の1が石狩平野にあり、そこに主な市街地がある。市の西部と南部が山地となっている。平野部の地下には地熱資源の一つである深層熱水が賦存し、山地には火山性の地熱が賦存している。北海道の地温勾配図よれば、札幌市は西方の山地に向かうにつれ地温勾配は大きくなり、地温勾配が10℃/100m以上の地域が見られる。地下の恒温層（札幌では深さ約10mで8℃）からの温度上昇であるから、地温勾配10℃/100mの所では、地下1000mで8℃＋100℃＝108℃になることを示している。図１参照

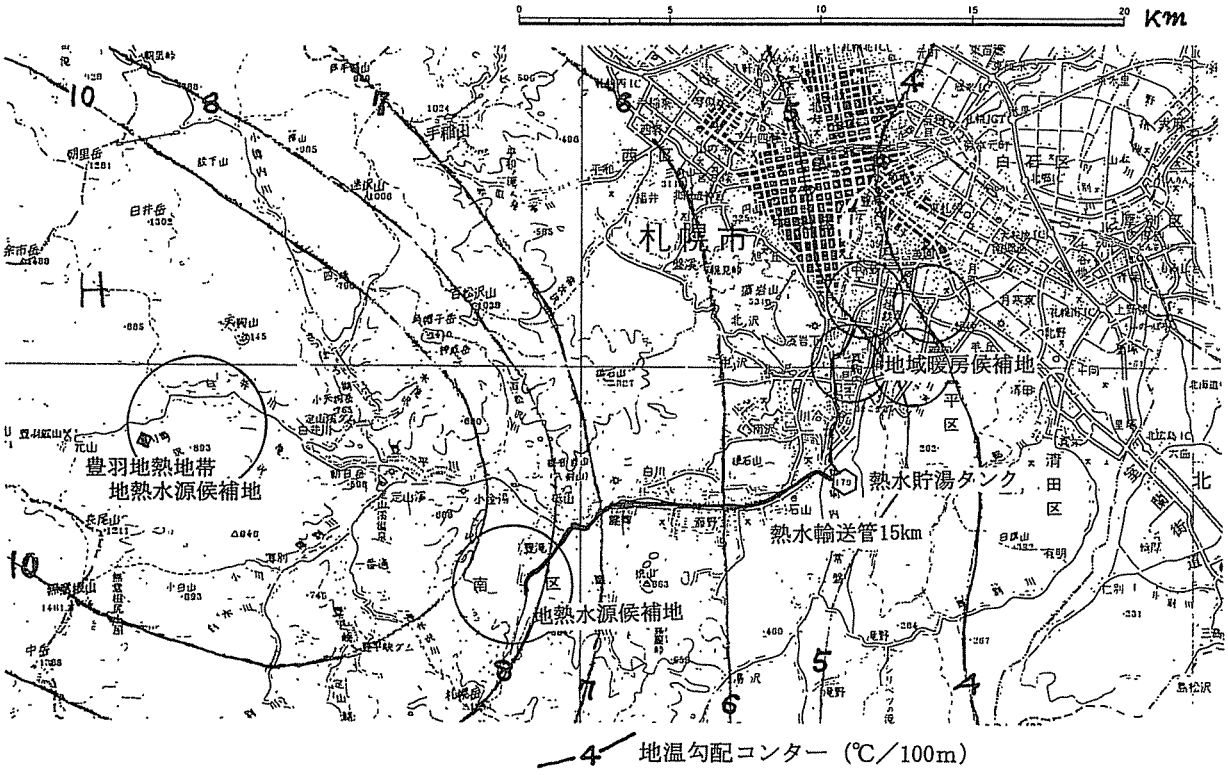

図１ 札幌市の地温勾配と地熱地域暖房の開発計画（案）

資料：北海道地温勾配図（１/60万）（道立地下資源調査所, 1995）. 1/20万地勢図（国土地理院, 1988）

札幌駅から南西の方角18kmの位置に定山渓温泉が約80℃の温泉水を自噴しており、一大温泉郷となって利用されている。定山渓温泉の西方10kmには豊羽鉱山があり、この一帯は地温勾配10℃/100mの等温線の内側にある地熱地帯で、長年の地熱調査の結果、地下1,000mの温度が200℃以上の地域が広がつていることが確認され、地熱発電の候補地となつている。この地域で掘削された地熱調査井は14本を数え、その中の調査井N59-TH-2は深さ1,500 mで309℃を記録し、N61-TH-6では深さ 1,002mで266℃、熱水量28.1t/hと蒸気6.5t/hの噴出を記録している。

この高温地熱地帯の外側を囲う周辺地帯も地温勾配5～10℃/100mの地域が広がつており、地熱調査により80℃以上の熱水を生産する地域を発見する可能性は大きい。

一方、平野部の札幌市街地では13本の温泉井掘削の記録がある。例えば、「北2条東4丁目」で1,200mの温泉井を掘削した記録では、深層熱水の採取地層は望来層で、坑底温度が48.5℃であり、39℃の温泉水260 l/分を揚水することが出来た。札幌の平野部は深層熱水地域となっており、その 地質層序と 3.5℃/100mの地温勾配から推定すると、深さ2,200mで約80℃の熱水が

得られることになる。この地熱水の水質は塩分濃度が高いため、暖房・給湯には直接使えず，熱交換器にとおして清水を加熱して造成熱水としたものを供給する。温度の下がった地熱水は別に掘削した還元井を通じて地下深部の地層へ還元してやれば良い。

4. 札幌市での地熱地域暖房開発手順

4-1. 市街地での小規模開発から開発地域の分散拡大： 二酸化炭素削減を目的とした地熱地域暖房の建設は、札幌市の平野部にある深層熱水を熱源とし、住宅地を中心とした低温地域暖房の配管網の建設と地熱井の掘削、還元井の掘削、および供給プラントの建設を行う。供給プラントは地熱井の生産能力（熱水の温度、水量、水質）に応じ熱交換器、補助ボイラー、揚水ポンプ、および還元井等の設置を検討する。図2. 図3

低温地域暖房の要点は（1）80℃以下の熱水を地域に供給し、二次側（住宅）の放熱器で40℃以下まで放熱する方式にすること。（2）熱水使用量の測定のためには、温水メーターを設置し、利用者の負担を小さくすること等である。このことのより、温水の温度利用幅を大きく採ることになり、地域配管の管径を比較的小とし、ポンプ動力を小とすることが出来る。

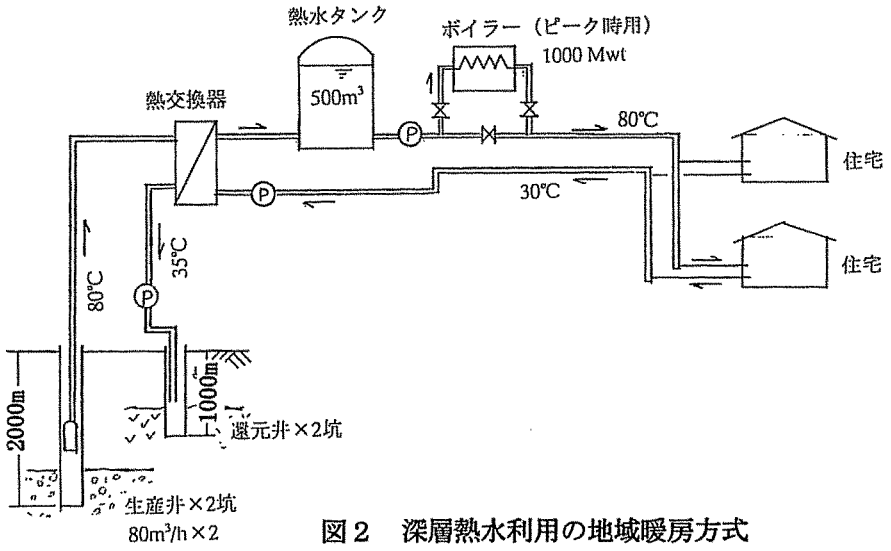

図２　深層熱水利用の地域暖房方式

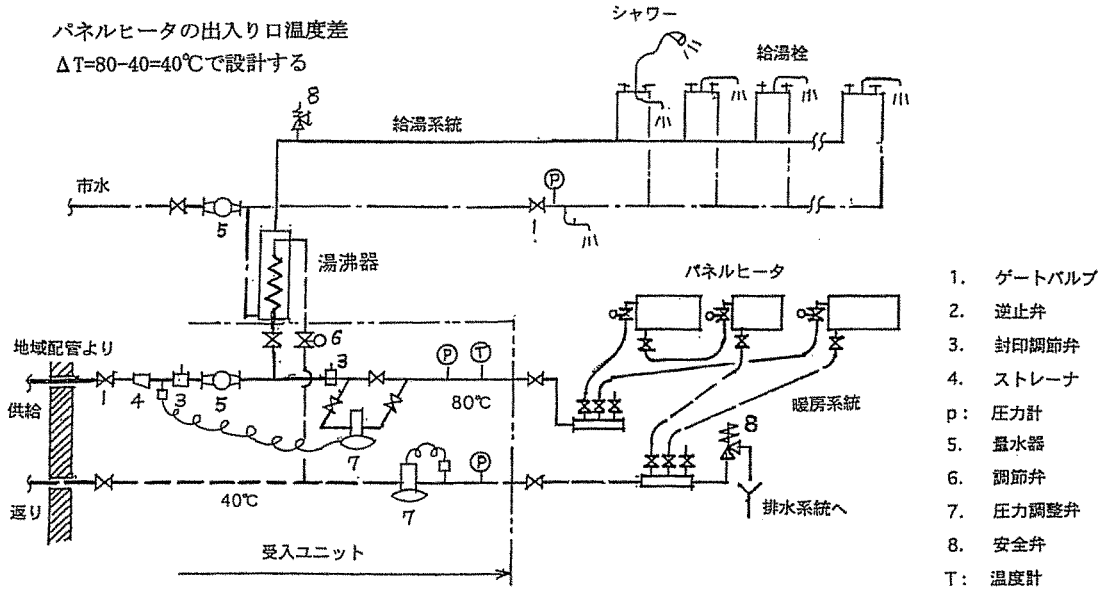

図３　住宅の暖房・給湯システムと地域配管との接続法

4-2. 南部・西部の火山性地熱地帯の開発と熱水輸送管建設：上記のような地域暖房供給地域を段階的に拡大していき、さらに熱供給地域が広がり、熱水供給量の不足が予測される段階になったなら、札幌市の南部や西部の地熱地帯で地熱生産井を掘削し、高温の地熱水を大量に生産出来る様に計画し，実施する。大量の地熱水が採取される様になったなら、地熱水で清水を加熱して造成熱水とする施設を作り、そこで造成した熱水を市街地近くまで運ぶため約15ｋｍ～30ｋｍ、直径500～800ｍｍの熱水輸送管を建設する。その熱水を札幌市南部の真駒内地域まで輸送し、貯湯タンクとポンプ場に連絡する。さらに札幌市内に建設されている地熱地域暖房の配管網に接続して、地熱水供給の拡大をはかる。段階的に地熱地域暖房を拡大することにより、札幌市は石油燃焼による大気汚染と二酸化炭素排出量の低減を計ることが出来る。

5. 二酸化炭素排出削減の予測

一月の平均気温は北緯43度の札幌市で-4.9℃、北緯64度のレイキャヴィーク（アイスランド）で-0.4℃、北緯59度のストックホルムで-3.0℃である。札幌の冬は北欧の寒さに匹敵し、暖房の必要性は関東以南とは大きな差がある。暖房用灯油消費量は札幌の場合、石油ストーブ使用の一般住宅で1世帯当たり、平均2,000ｌ/年とみて、その二酸化炭素排出量は5,400kg/戸年である。全世帯、約80万世帯の家庭の暖房による二酸化炭素排出量は432万t/年と推定される。これは1997年の札幌市の二酸化炭素排出量1,245万ｔ/年の34％に相当している。全世帯の10％、8万世帯に地熱地域暖房を供給できれば、二酸化炭素排出削減量は43.2万t/年×0.9＝38.9万t/年（補助燃料分の10％を割引）となり、1997年度の排出量の3％を削減することになる。

3,000戸の個建住宅地域での深層熱水による地域暖房の建設費は概算で26.5億円となつた。これは30年前に建設された札幌市光星地域の約3,000住戸の集合住宅団地の灯油焚き地域暖房の建設費12億円と比較するとより高額である。今回の場合は個建住宅団地を想定しているので、供給地域が広く、地域配管の長さが集合住宅団地型よりも長くなったこと、地熱井の掘削に費用が掛かることが割高の理由である。しかし、地熱地域暖房は燃料費がわずかしか掛からないので、長期的に見て熱水料金は既存の地域暖房の料金と同等か、それ以下に成るであろう。また、集合住宅団地の様に密集した所では地域配管費はより低く抑えることが出来るので、有利となる。この様な地熱地域暖房の地域を増加させ、配管網を連結し拡大していく。

平行して、札幌南部や西部の地熱開発を進め、熱源地帯の確保と大型の熱水輸送管の建設により、大量の熱水を輸送し、市街地の配管網に連絡する。地熱地域暖房が拡大していけば、暖房機材の価格も低減し、より経済的なものに成るであろう。

札幌市は市内に地熱資源を持つ利点を生かし、地熱資源の更なる探査、地熱地域暖房技術の向上、投資資金調達の研究などにより、地熱地域暖房の具体化を進めることにより、二酸化炭素排出削減のモデル都市となる可能性を持っている。 さらに、地域暖房がもつ効果として、火災の防止、室内環境の向上、各種熱源の利用による輸入燃料の節減等、多くの効果が期待される。このような方式は北海道や東北地方の他の地熱資源に恵まれた市町村にも普及することが出来、二酸化炭素排出削減が促進される。

空気調和衛生工学と地熱資源工学との連係や関係市町村との協力により、地熱地域暖房を普及することで、日本の二酸化炭素削減による温暖化対策を推進することができる。

謝辞： 資料を提供頂いた方々、札幌市環境局と都市局、新エネルギー財団、北海道立地質研究所、北海道熱供給公社、および北海道地域暖房（株）の関係者に感謝いたします。

文献：（1）60万分の1北海道地温勾配図と説明書、（1995）北海道立地下資源調査所

（2）俣野恭寛（2003）：地球温暖化対策としての地熱地域暖房 地熱エネルギー Vol.28,No.2, Ser.102