

地中採熱ヒートポンプシステムに関する中華人民共和国の視察

小原 伸哉*

Inspection of the People's Republic of China about geothermal heat pump system

Shin'ya OBARA

Abstract

Development of unused energy is activating from environment and the energy-saving problem. There is use of underground space as the example. Authors are the requests of the professor of the Harbin Institute of Technology of the People's Republic of China, and inspected the heat pump technology of various parts of the country, and the situation of business. The prevalence of the heat pump technology in the country to which economic development goes is reported.

key word : Heat pump, underground space, unused energy, the People's Republic of China

1.はじめに

筆者らは、2002年8月4日から11日までの8日間、中国での地中採熱ヒートポンプ技術の展開の可能性を調査する目的で現地視察を行った。本視察に際しては、Harbin Institute of Technology（ハルビン工科大学）のLi Bing Xi教授らのご尽力があり、多数の現地自治体関係者と企業関係者を紹介していただいた。視察には、筆者の他に掘削技術を有する日本の中小企業経営者1名も同行した。



図1 視察地

視察地の略図を図1に示す。図中に示すように、中華人民共和国（以下、中国と略す）北部のハルビン市と大慶市、及び、南部の上海市（写真1）とニンボー市（写真2）を訪問した。

今回の視察目的を以下に列記する。

- (1)地中採熱形式のヒートポンプについて、現地企業はどの程度認識し、さらにその市場性をどのように考えているかを知ること。
- (2)地中採熱を行うためのボーリングにかかる費用



写真1
上海市中心の一部



写真2
ニンボー市の一角

の調査と、ヒートポンプ構成部品の現地調達の可否を知ること。

(3)地中採熱ヒートポンプシステムについての新しいニーズの調査を行うこと。

(4)現地の大学ならびに企業との、共同研究及び技術開発の実施方法を具体化すること。

また、Li Bing Xi教授の計らいで、ハルビン工科大学大学院において、当研究室の進めている研究開発について講演を行い、特に「エネルギー機器の複合最適化」の進行状況について説明した（写真3）。Li Bing Xi教授らの研究グループは（写真4）、2000年度から本格的なヒートポンプの研究と普及を進めており、筆者らとの共同研究の実績がある。

*助教授 機械工学科



写真3 ハルビン工科大学大学院での講演

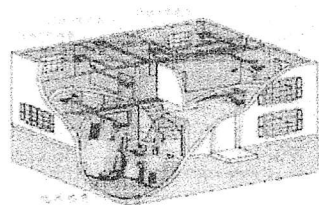


写真4 ハルビン工科大学のスタッフらと

地源热泵应用方式

地源热泵的应用方式从应用的建筑物对象可分为家用和商业两大类,从输送冷热量方式可分为集中系统、分散系统和混合系统。

家用系统



集中系统

热泵布置在机房内,冷热量集中通过风道或水路分配系统送到各房间。

用户使用自己的热泵、地源和水路或风管输送系统进行冷热供应,多用于小型住宅、别墅等户式空调。

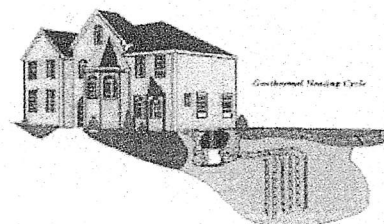


図2 中国企業A社による地中採熱ヒートポンプの資料より

2. 中国でのヒートポンプ技術の動向

2.1 地中採熱ヒートポンプの市場性

日本国内では河川や下水,さらに地下鉄の排熱などを熱源とする熱回収式ヒートポンプシステムが広く導入されており,従来の空気熱源に対して未利用エネルギーを活用することから,地球温暖化の防止に寄与するものと考えられている。一方,中国でも,急速な経済発展と国際化に伴って,環境問題に対する意識は高まってきており,法整備も広まりつつあることから,企業ベースで様々な熱源の開拓が検討されている。ここに来て,地下水や井戸水を蓄熱利用するような,バッチ式熱源でのヒートポンプについては,環境への影響を考慮して規制される方向にある。

2.2 中国での住宅事情と暖房方式

現在の中国での市民生活に,社会主義性を見つけることは難しい。しかし,その痕跡の一つは,中国での住宅事情に現れている。元来,中国国内の土地は国の財産であったことから,個人による土地の所有という考え方は広まっておらず,人々は所得に関係なく集合住宅で生活するケースがほとんどである。また,住居(建造物)そのものを所有するといった考え方も薄く,市街では,個別

住宅はほとんど見当たらない。したがって,暖房については集合住宅の機械室に設置した暖房機から各部屋に熱供給する集中方式が多く,また,隣接する複数の集合住宅にも熱供給する地域暖房方式が数多く見られる。

暖房方式としては,北部地域のハルビン市では石油焚きのボイラによる蒸気供給や温水供給が多く,個別住宅では石炭や灯油によるストーブが一般的である。ハルビン市に近い大慶市は屈指の油田地帯であるが,天然ガスのパイプラインによる個別供給は行われておらず,暖房方式はハルビン市と同じ様子である。

南部地域の上海市やニンボー市は温暖な気候であり,冷房は普及しているものの,近年まで本格的な暖房装置の導入は珍しかった。しかし,外国企業の進出が数多く進み,これに伴う経済発展と生活水準の向上から,暖房装置の導入要求は拡大しつつある。

以上に述べたように,北部と南部では暖房条件などに地域差こそあるものの,現地でのエネルギービジネスの展開を考えると,もはや先進各国と同様に,環境問題や省エネルギー問題を優先して考えなくてはならない。

2.3 現地企業の動向

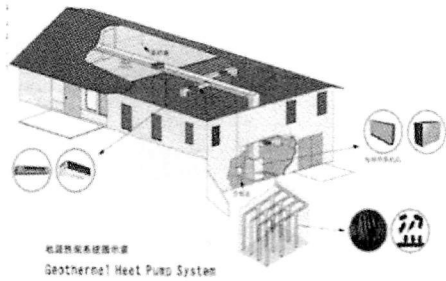


図3 中国B社の製品案内より

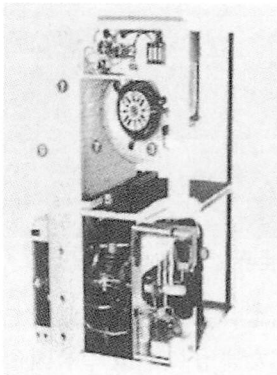


写真5 中国企業B社でOEMを予定している米国製ヒートポンプシステム

地中採熱を含む様々な熱回収ヒートポンプシステムの製造・製品展開を進めている中国企業（A社）があり、販売台数は年々およそ10%の伸びであるという。現地で行った施設の機械室を視る機会があったが、いずれもこの企業の製品が設置されていた。システムの熱効率は外国製品と比べて劣るものの、外国製品に比べて安価であり、サービス網も充実しているとのことである。図2は、A社の製品案内に付随されている資料から抜粋したもので、資料にはこの他に、従来の空気熱源式に比べていかにCOPが高く、しかも運転コストが安いかが詳細に記載されている。地下水を熱源とするA社のヒートポンプの導入事例として、ハルビン市環境局のオフィスビル（暖房面積6000㎡）で2000年から稼働しているシステムを視察した。22kWのヒートポンプが5台設置されており、およそ70m掘り下げた水温0～7℃の地下水を熱源として利用しており、設備費用は井戸の掘削費を含めて2000万円ほどである。この設備は冷房にも利用されており、部分負荷時には段数制御で対応している。年間を通したランニングコストの実績は、およそ150万円であるという。この例のような地下水などの水熱源方式では、熱交換器の腐食防止と、砂や鉱物などによるフィルタの目詰まりの対策が問題となることがある。

ニンボー市の某自動車部品企業グループ（B社、写真6）では、河川、井戸、及び上水を熱源とす



写真6 ニンボー市自動車部品企業



写真7 大慶市石油掘削企業

るヒートポンプシステムの普及を、米国企業の製品を委託生産して進める計画である。この企業では、地中採熱ヒートポンプシステムを注目製品の1つとして企業案内に掲載している（図3及び写真5参照）ものの、本格的な製品開発については、1万台程度のまとまった顧客が明確になるまで待機している状況だという。また、自動車部品の製造で培った技術を生かし高効率な熱交換器の開発を進めており、現在の保有技術でスクロールコンプレッサの製造も可能であるという。

2.4 ヒートポンプシステムの新しいニーズ

2.2節でも述べたが、大慶市は中国屈指の油田地帯である。写真8は、石油掘削に関する現地エンジニアリング企業D社（写真7）による、原油くみ上げ施設の写真である。大慶市には規模は様々であるものの、このような施設がおよそ3万ヶ所あるという。原油は元々粘性が高く、そのままではポンプなどによる搬送が困難であることから、温水を原油のある地下に注入して、容積比でおよそ9対1（温水対原油）で1日50tをくみ上げる。地上にくみ上げた原油と温水の混合物は、後工程で分離されて、原油だけをパイプラインで送るという仕組みである。原油を除いた後の温水は年間を通して10℃前後である。温水の水源は地下水で、現在のところ、これを電気ヒータで加熱して利用している。D社や市当局（写真9）では、

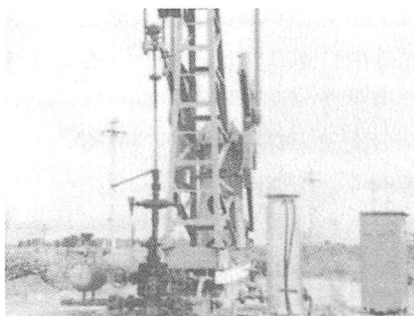


写真8 大慶市での石油掘削施設

原油と混合する地下水の加熱、及び分離後の温水による居住施設の暖房について、ヒートポンプの可能性を模索している。特に地下水の加熱については、地中採熱ヒートポンプの導入試験の早期実現を望んでおり、エネルギーコストの削減幅と運転の信頼性がポイントとなる。

3. 中国企業との共同技術開発について

3.1 大学の果たす役割

ハルビン工科大学では、大学スタッフによる起業や兼業が奨励されており、そのモチベーションとなる1つとして、外部研究費のおよそ1割が研究者にインセンティブとして与えられる制度がある。また、周辺の自治体では、企業が大学や外国企業からの技術導入を行う際に、資金の助成を行う制度もある。大学教授は自治体の関係者と協力して、地元企業の技術的な問題解決とビジネスの発展を支援しており、これが成功することで大学には研究資金が入ることとなる。このようにハルビン周辺では、大学を中心としたビジネスの展開が目ざましく、同大学の研究資金のおよそ6割がこのような外部資金によるものである。中国での大学を中心とした企業支援制度は、全土的な傾向であるようで、同大学ではすでに3社を上場させている。

加えて、社会制度が実質上の自由競争に変わってきており、国外の技術や制度を学んできたエリート層らが30代後半～40歳代半ばになっており(写真10)、大学運営やビジネスでの中心に座していることが、活性化と経済発展を促している。

3.2 共同研究及び技術開発協力

2010年のオリンピック誘致と都市生活の国際化を目指して、ハルビン市や大慶市では積極的に外国の技術導入を画策しており、特に、オフィスビルや工場などの冷暖房設備よりも、集合住宅や工業団地でのエネルギー設備の改善を要望している。この傾向は、ニンボー市などの南部地域でも同様で、未利用エネルギーの活用を実現するためのパート

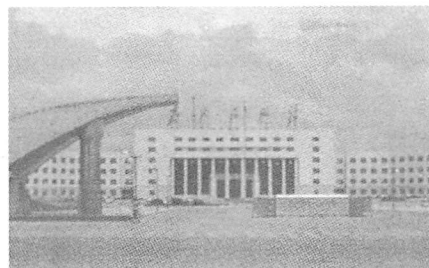


写真9 大慶市役所



写真10 世界で活躍する中国のエリート達と

ナーを募集していることが印象的であった。ただし前章で述べたように、既に米国企業からの激しいアプローチが始まっており、彼らに対して勝るものでなくてはならない。また、今のところは一部のようであるが、ビジネスの手法が欧米と遜色のない経営者も確実に出現しており、これまでの中国に対する印象とはずいぶん異なる感がある。

ヒートポンプの展開を検討している現地企業では、システム構成部品の製造だけではなく、技術開発や設計などを含めたコンサルティング、及びメンテナンスなどを行うサービス分野のビジネスについても大変興味を持っている。

4. 地中採熱ヒートポンプの普及課題

日本国内と同様に、システムの普及課題は設備費用にある。特に掘削にかかる費用の増加分に対して、他の熱源方式と比較したときに、運転費用の優位性と回収年数の短期化が不可欠である。中国の多くの地質は北欧のような岩盤ではなく、土壌地盤である。この掘削費用は、日本国内では2～6万円/mである。一方、中国では、人件費は削減されるものの、それでもシステムの投資回収年数はおよそ11年と見積もられることから、この期間を半分にするような改善を要する。

謝 辞

一連の研究活動は北海道大学の工藤一彦教授と共同で行われている。同氏から多大なるご支援・ご指導を受けており、紙面上で感謝の意を表する次第である。

(平成14年11月26日受理)