

地中熱利用シンポジウム(福岡)

地中熱利用システムの概要

デザイン学部建築学科

成田 樹昭

西日本工業大学

主な内容

1. 地中熱とは
2. 地中熱源ヒートポンプとは
3. 地中熱源ヒートポンプシステムの基本構成
4. // の導入効果
5. // の普及状況

地中熱利用とは？

地中熱

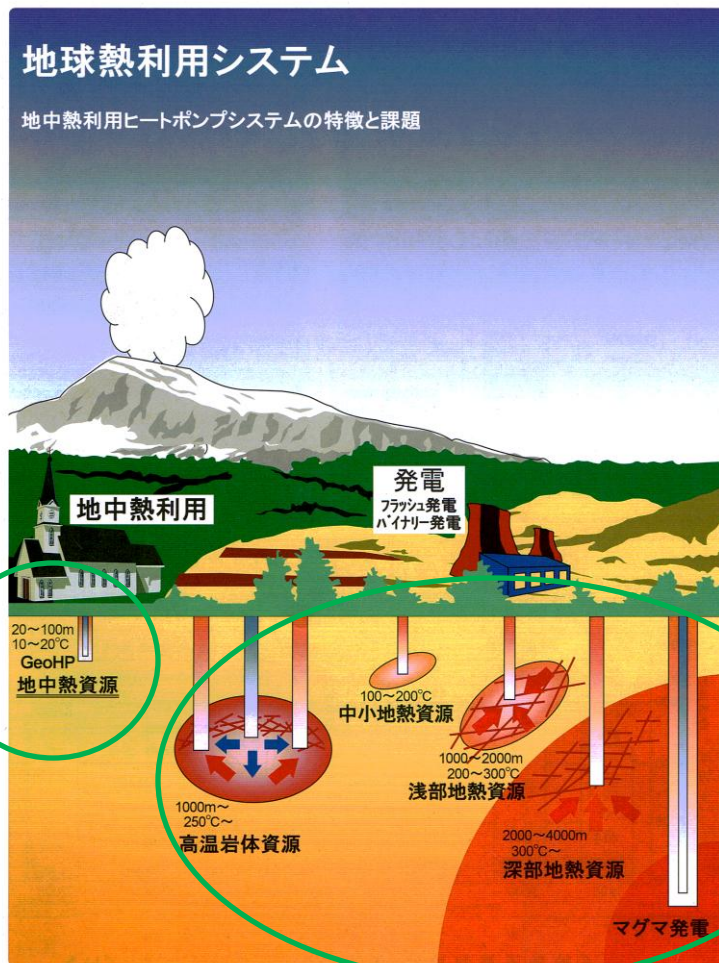
GL ~200m

10°C~20°C

主としてヒートポンプ熱源

地球熱利用システム

地中熱利用ヒートポンプシステムの特徴と課題



地熱

GL 2千m以上

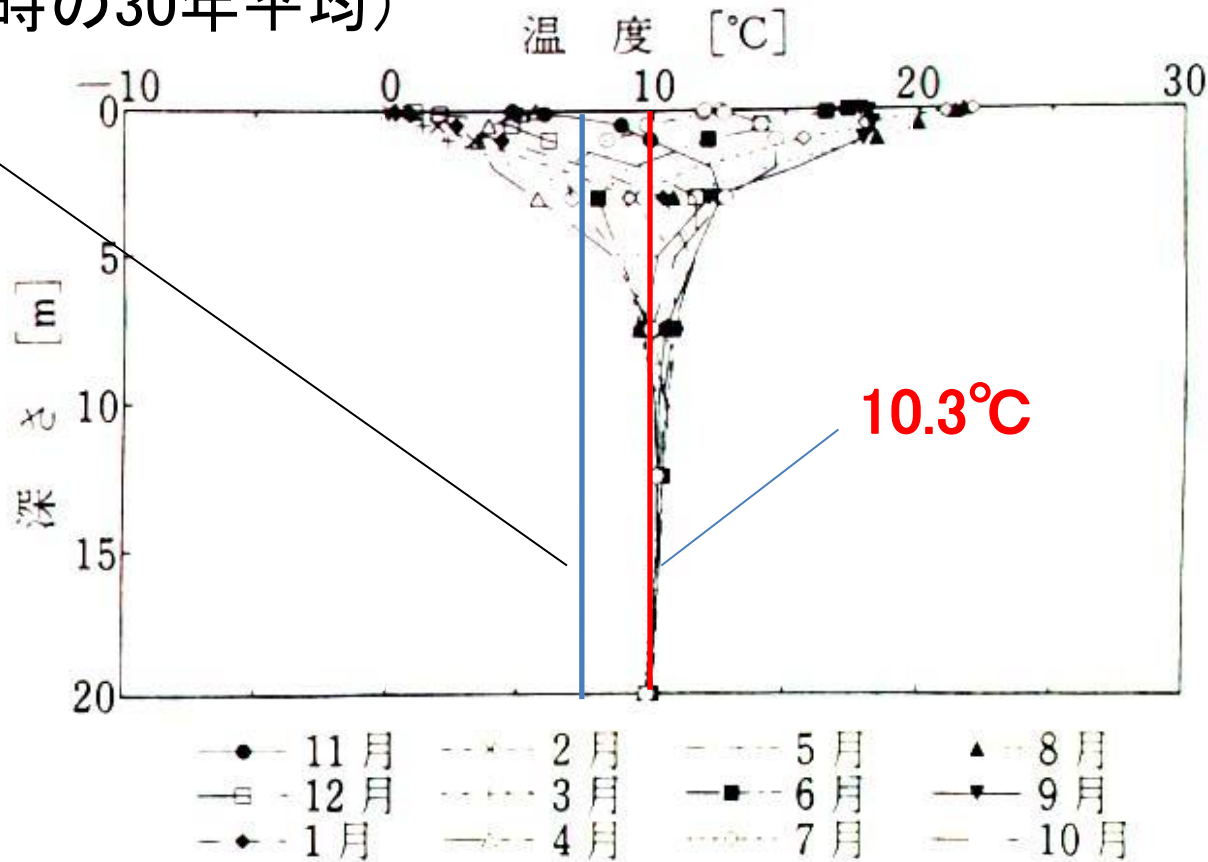
数百°C

主として発電

地中温度(不易層温度)

札幌市の年平均気温
(1990年時の30年平均)

8.1°C



札幌市中央区の実測例(1994~1996年)

地中熱利用の方法

地中熱を直接利用するもの
(フリークーリング、クールチューブetc)

地中熱をヒートポンプの熱源として利用するもの

=GROUND SOURCE HEAT PUMP SYSTEM
(GSHP)

身近なヒートポンプ エアコン

夏

冬

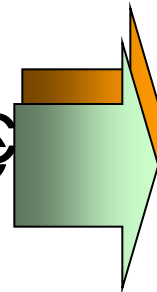
22°C



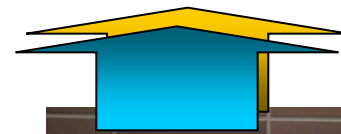
36°C

ヒートポンプ

32°C



40°C



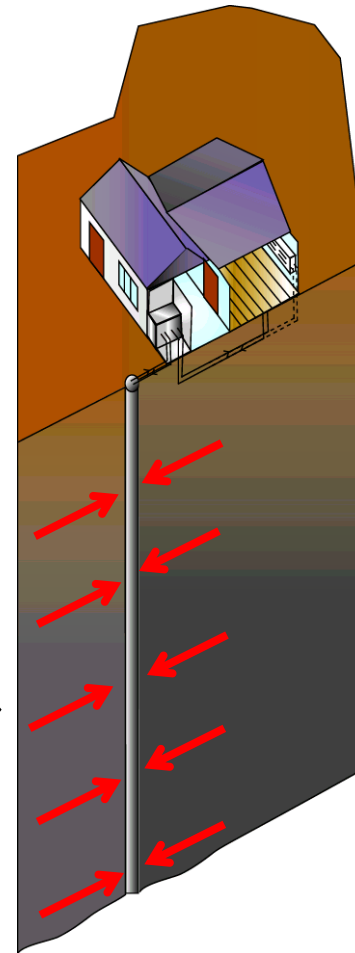
エコキュート



地中熱ヒートポンプ (GSHP) とは



空気から採熱 = 室外機

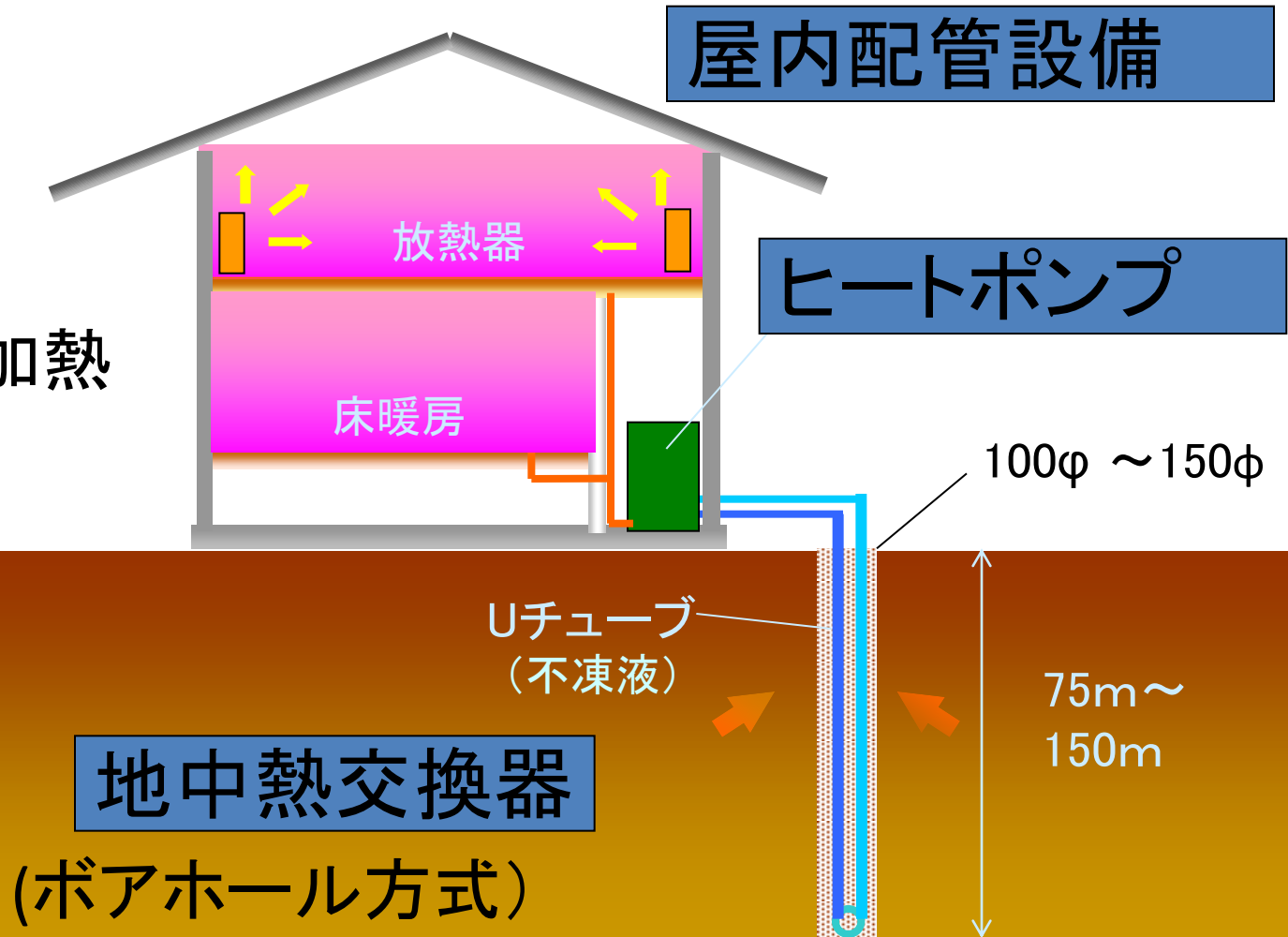


地中熱
交換器

= 土壌
から採熱

GSHPの構成

- 暖冷房
- 給湯
- 融雪
- プール加熱
- 温室



サンポット GSHP-1001 (住宅用)



オールインワン型(補機をすべて組み込み)
インバータ制御によりバッファータンク不要

ゼネラルヒートポンプ工業 ZQH



出力 30KW～

水-水 ヒートポンプ
10馬力～54馬力の10種の
モジュールがある

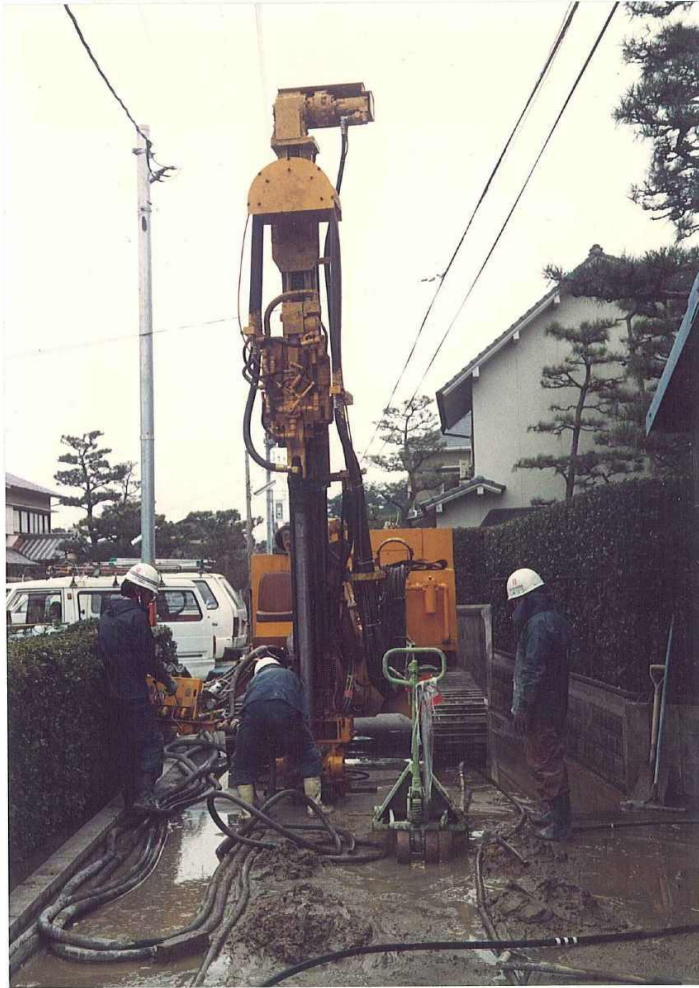
水平埋設型の例



(三菱マテリアルテクノ(株)提供)



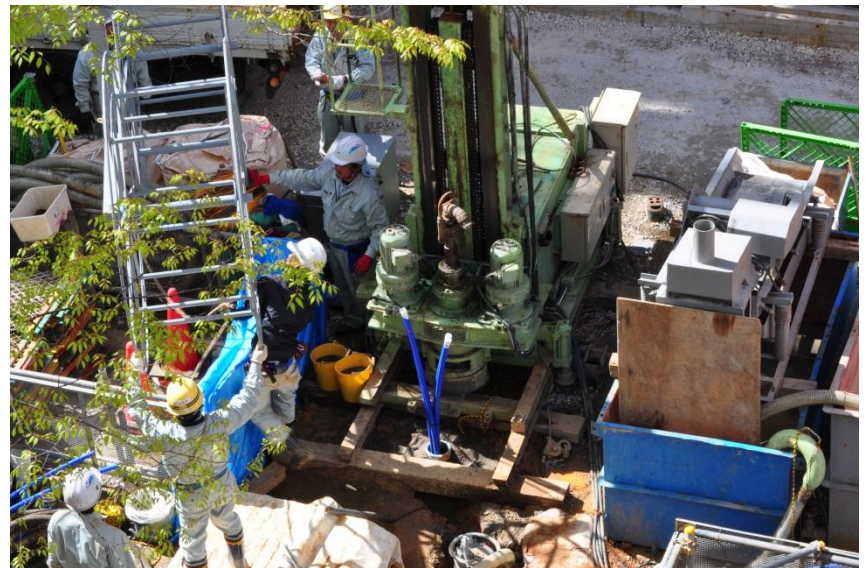
掘削工法



ロータリーパーカッション式

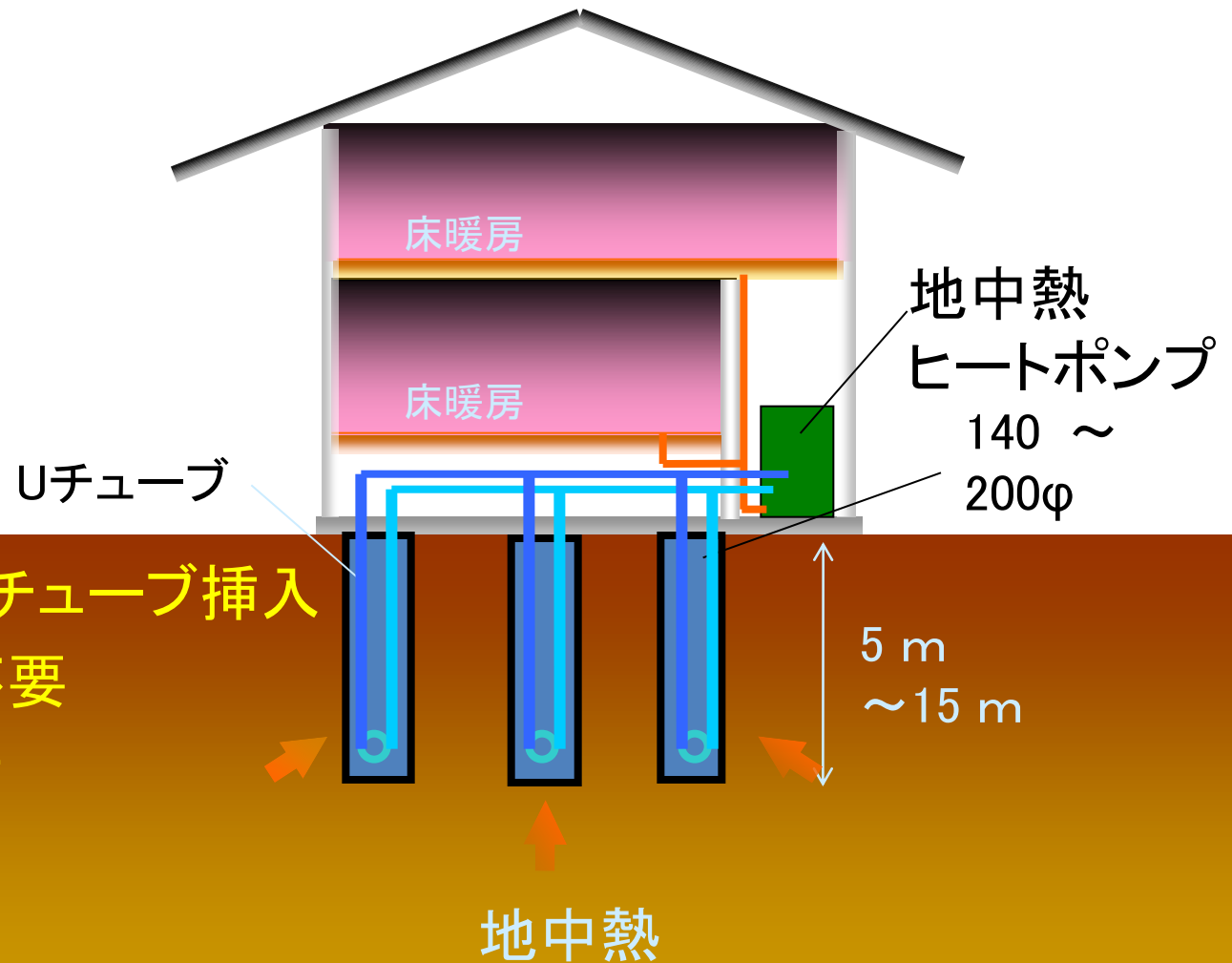


振動式



ダウンザホールハンマー

地中採熱方法 ～建築基礎杭～



- 基礎杭内部にUチューブ挿入
- 地中掘削費が不要
- 地下水流に期待
- 合理的

PHC杭の利用



場所打ち杭の利用



鉄筋かごの内側に
Uチューブをはわせる

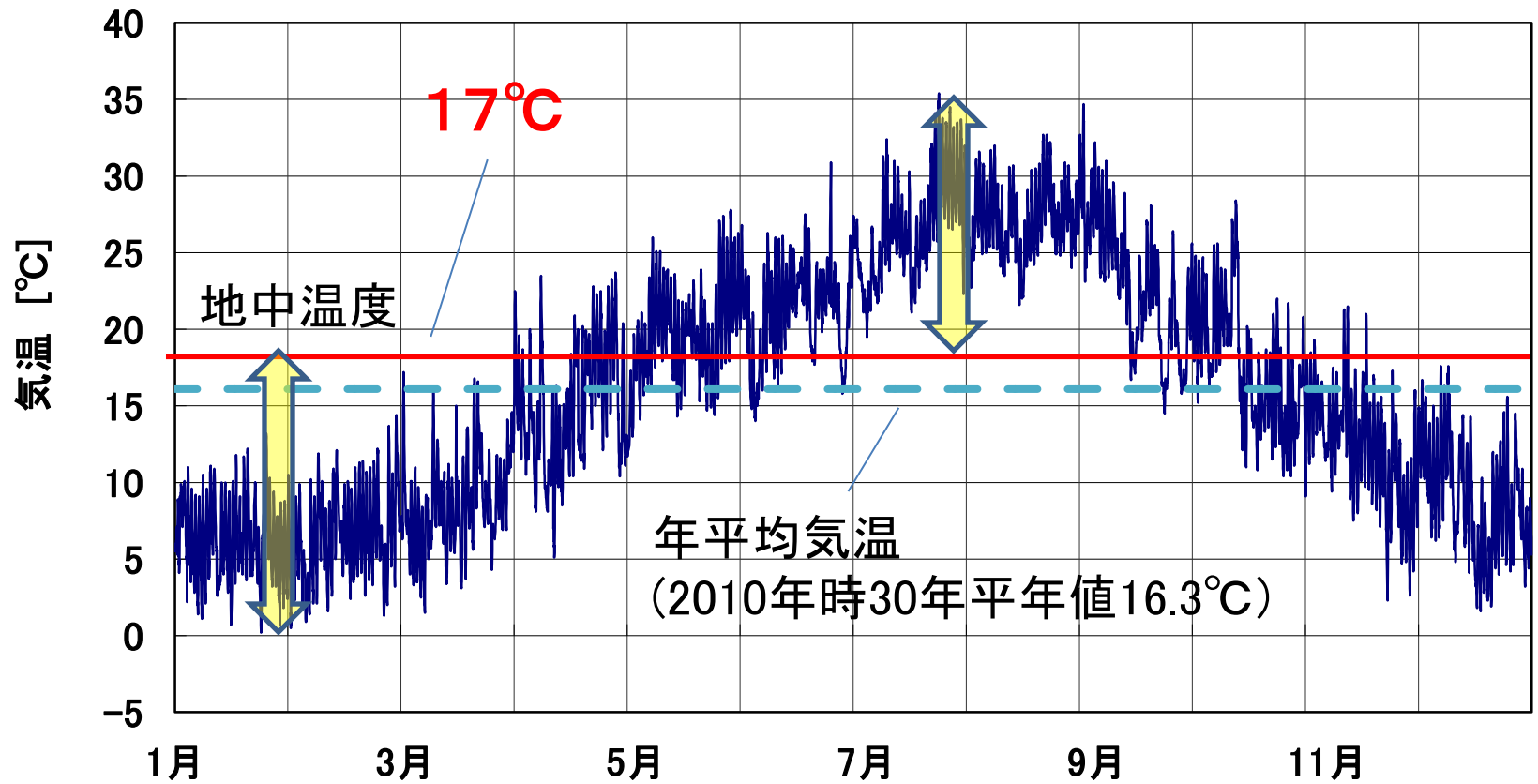


鉄筋かごの外側に
Uチューブをはわせる

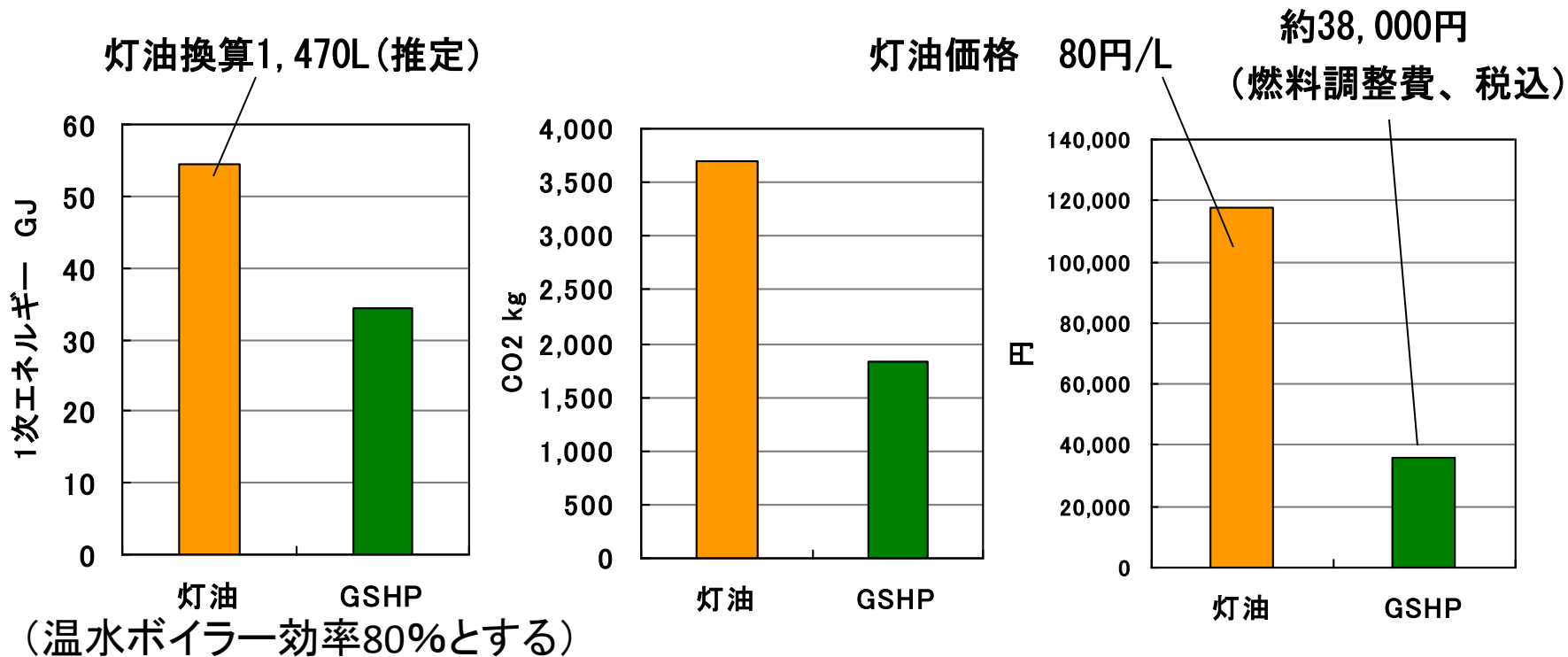
地中熱源ヒートポンプのメリット

- 地中温度は年間を通して温度が一定(平均気温 + 1~3°C)なので、空気熱源ヒートポンプより**使用電力が少なくてすむ**。
- 厳寒期の暖房でも出力・効率が低下しない。
- **デフロスト運転が不要**なので、さらに高効率。
- 積雪寒冷地では特に有利。
- 冷房ではヒートアイランド対策になる。
- 機器の集約化および小型化、屋内設置が可能。

時刻別気温と地中温度(東京)



灯油暖房に対するGSHPの効果



省エネルギー性

2/3

環境性

1/2

経済性

成績係数 (Coefficient Of Performance)

= ヒートポンプの効率 通常 3 ~ 6

$$\text{暖房 COP}_H = \frac{\text{暖房出力 (加熱量)}}{\text{ヒートポンプ使用電力}}$$

$$\text{冷房 COP}_C = \frac{\text{冷房出力 (冷却熱量)}}{\text{ヒートポンプ使用電力}}$$

空気熱源ヒートポンプ(ASHP)に対する GSHPの効果

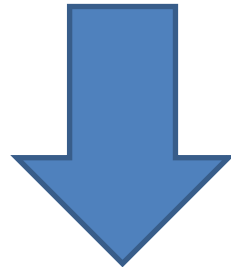
$$\frac{\text{GSHPの使用電力}}{\text{ASHPの使用電力}} = \frac{\text{ASHPのCOP}}{\text{GSHPのCOP}}$$

暖房 $\frac{3.0}{4.5} = \frac{2}{3}$ **33%以上省エネ!**

冷房 $\frac{3.0}{5.0} = \frac{3}{5}$ **40%省以上エネ!**

地中熱利用のデメリット

- イニシャルコストが高い(地中熱交換器部分)
- 参入業者が少ない
- 地中熱源ヒートポンプのメーカーが少ない



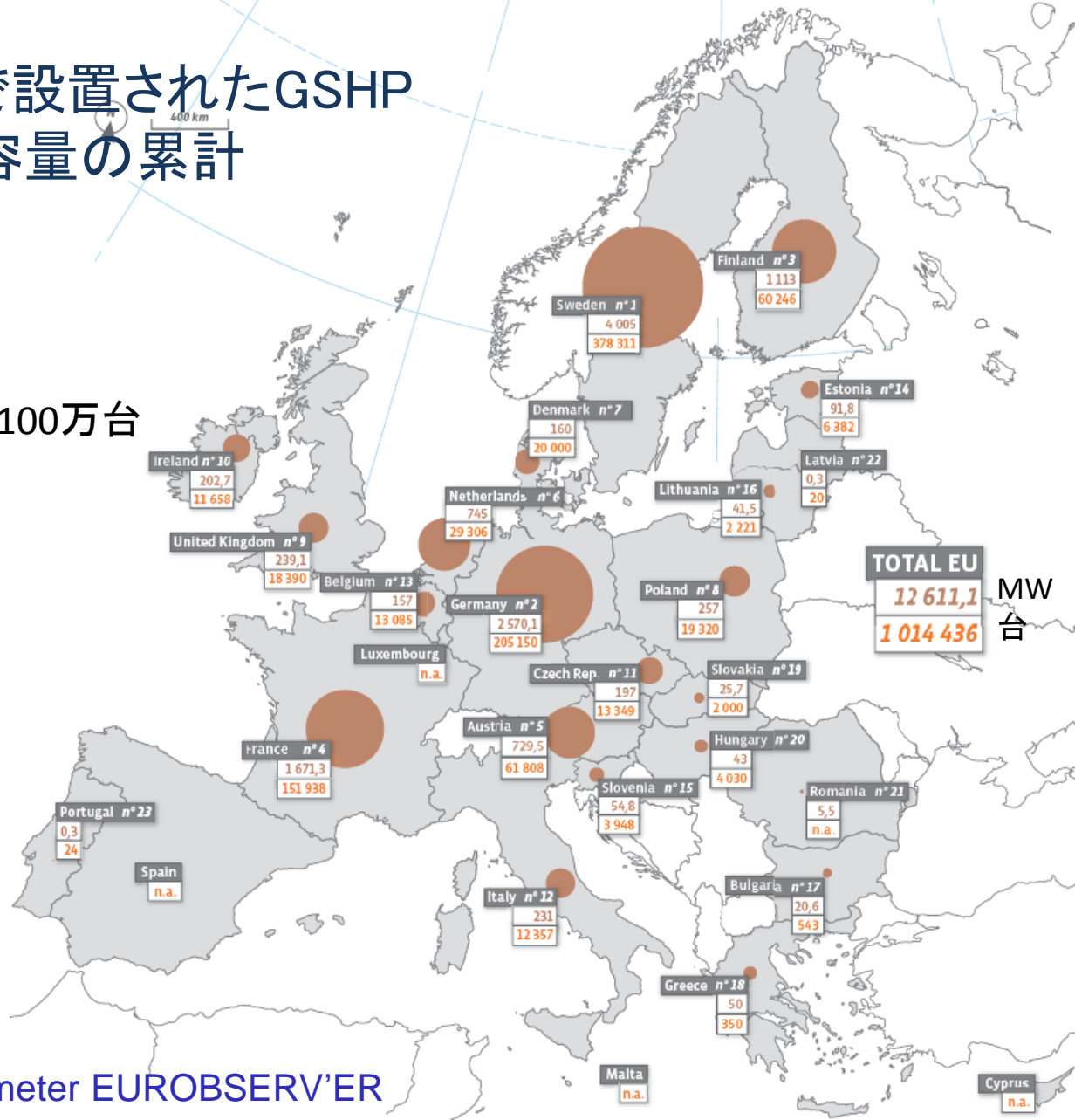
需要の増大で解決！

GSHPの歴史

- 1912年スイスで特許広報
- オイルショック後、中欧・北欧・北米で開発・普及が加速
- EUでは2010年までEUで累計1,014千台、年間10万台設置されている。
- 最も普及しているのは米国（2005年で累計70万台）
- 欧米ではコスト競争力のある省エネルギーシステムとして認知されている。
- 近年では中国における普及が著しい

2010年まで設置されたGSHP ユニットと容量の累計

2010年まで累計100万台
年間10万台/年



from:
Heat Pump Barometer EUROBSERV'ER
September 2011

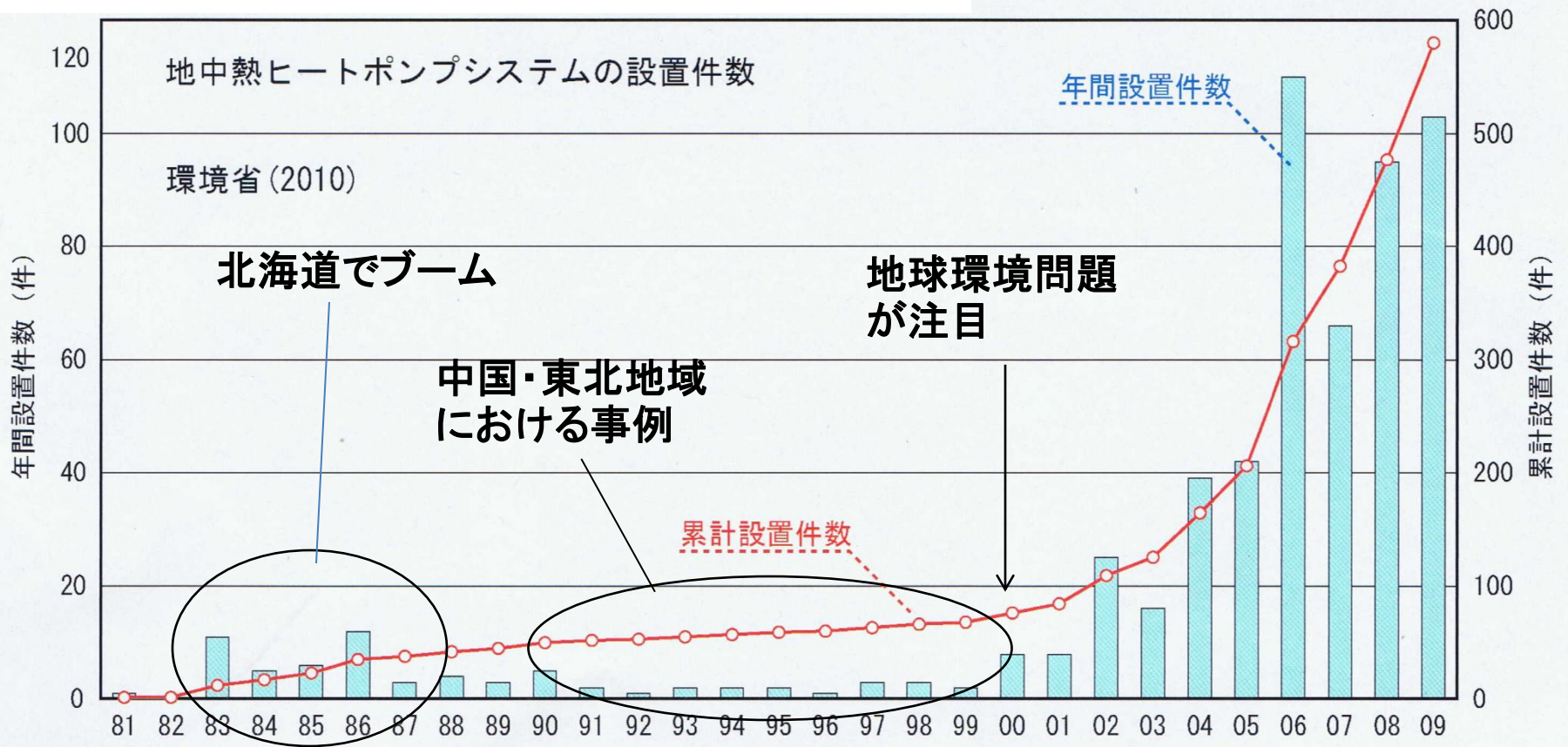
中国の巨大GSHP施設



中国・北京九華山荘

- 地上13階、地下1階 延床面積13.1万m²
- スクリー型ヒートポンプ×5基 (Carrier社製)
(合計冷房/暖房出力 6,255kW/7,115kW)
- ボアホール **100m×700本** (@6m、W-Uチューブ)

日本のGSHPの普及状況



福岡県における展開



**福岡大学附属大濠高校
(福岡市 2010年、基礎杭方式)**

福岡県における展開



新日鉄エンジニアリング 北九州技術センター
ボアホール 80m×50本
(北九州市、2011)

福岡県における展開



イケア新宮店

**ボアホール 100m × 70本(日本最大のGSHP施設)
(新宮市、2012年)**

まとめ

- 地中熱とは、地表から深さ200m程度までの土壤が持つ熱で、主にヒートポンプの熱源として利用される。
- ヒートポンプとはルームエアコンやエコキュートを動かしている原理で、冷凍機や冷蔵庫と同じ。
- GSHPは、地中熱交換器、ヒートポンプ本体、冷暖房などの利用側設備の3つのパートで構成されている。ただし、地中を循環している水が直接加熱・冷却されて冷暖房に使われているのではない。
- 地中温度は年平均気温 $+1\sim 3^{\circ}\text{C}$ で年間を通して一定なので、GSHPは空気熱源よりも使用電力が少なくて済む。空気熱源ヒートポンプに対し、30%~40%以上の省エネルギーが期待できる。
- GSHPは欧米では一般的な省エネシステムであり、日本でも注目されている。特に近年、九州において採用事例が増えている。