

平成23年度 技術開発成果報告  
戸建住宅・小規模建築用地中熱  
ヒートポンプシステムの開発  
(エネルギー分野)

- ・株式会社萩原ボーリング
- ・A-MEC株式会社
- ・株式会社東亜利根ボーリング
- ・高橋 豊

# 背景及び目的

## 地中熱ヒートポンプシステムの課題

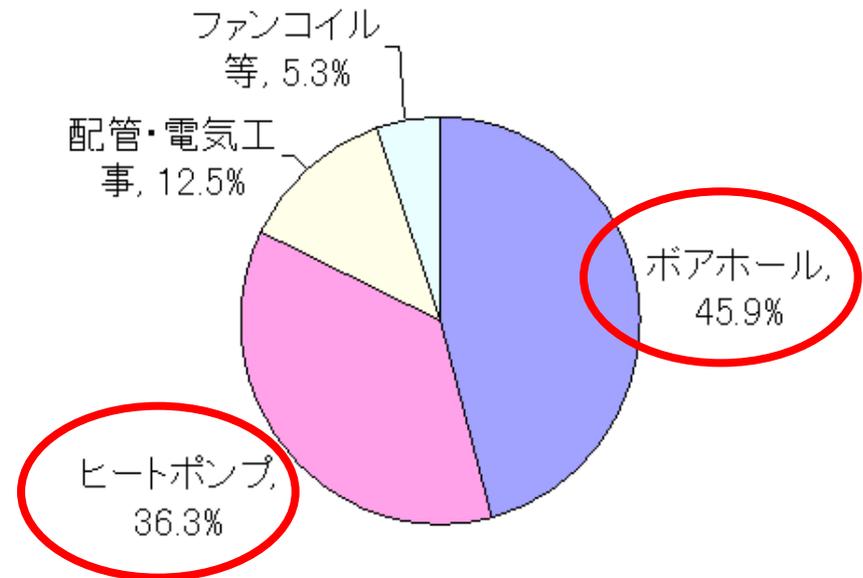
### 1.ヒートポンプコスト

HPは地中熱専用機を使用、量産普及機がなく、コスト高である。

### 2.ボアホール掘削コスト

住宅用では、100m<sup>2</sup>本以上の掘削が必要、工事は数日を要しコスト高。

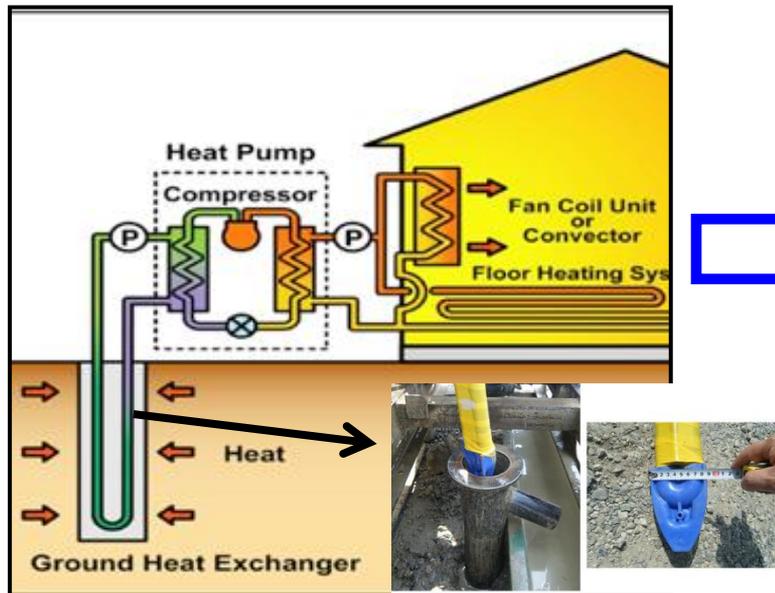
地中熱ヒートポンプシステムのコスト例



# 技術開発の概要1 直膨方式HPS

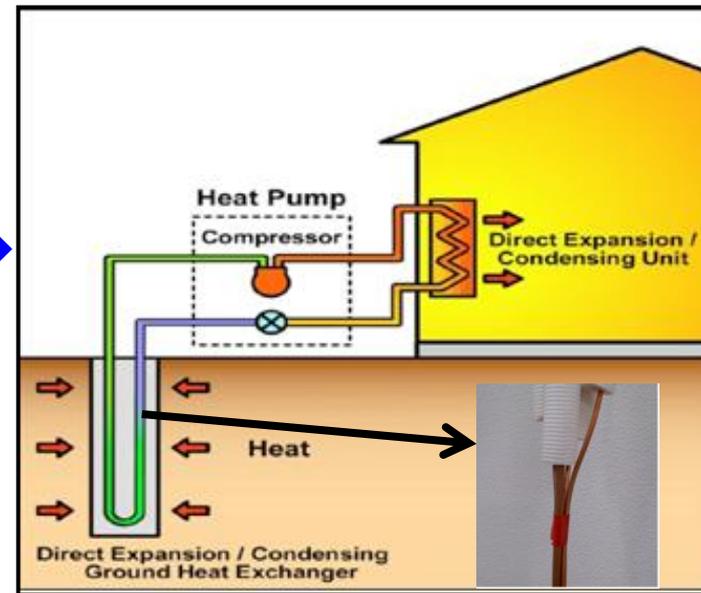
構造：ヒートポンプの冷媒を直接地中に循環させ採熱する方式、ボアホール内に銅管を配置する。

既存：Uチューブ内不凍液循環



1. 熱交換ロス(1カ所で25%)
2. 応答性の低下
3. HP専用機が必要→コスト高
4. 循環ポンプが必要

直膨方式：冷媒循環



1. 熱交換ロスの最小化(40%向上)
2. 応答性の向上
3. 量産のHP機が利用できる
4. 循環ポンプ不要

# 技術開発の概要2

## 改良型直膨方式地中熱HPS

### 開発課題

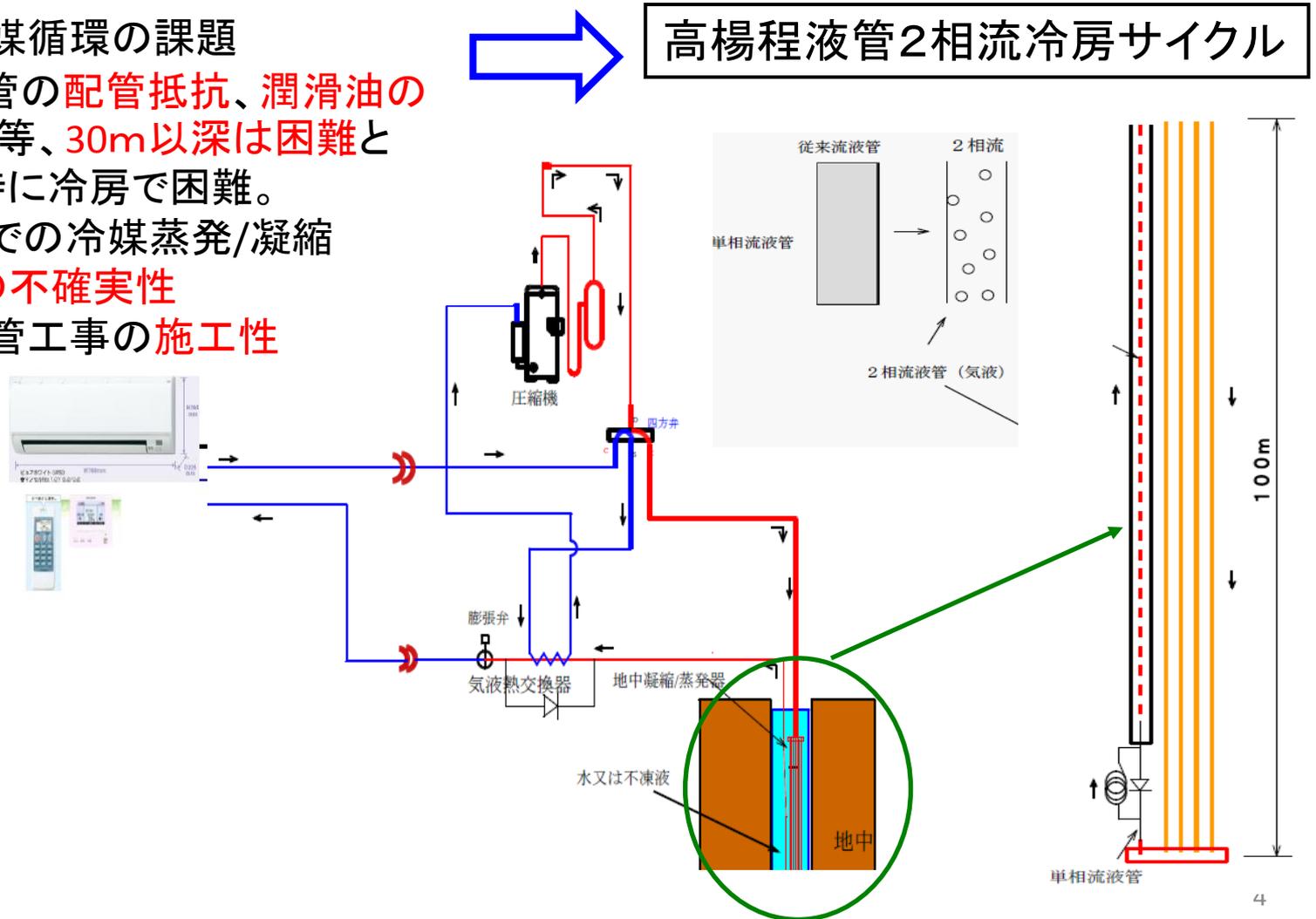
#### 1. 地中冷媒循環の課題

細い銅管の配管抵抗、潤滑油の底部滞留等、30m以深は困難とされる。特に冷房で困難。

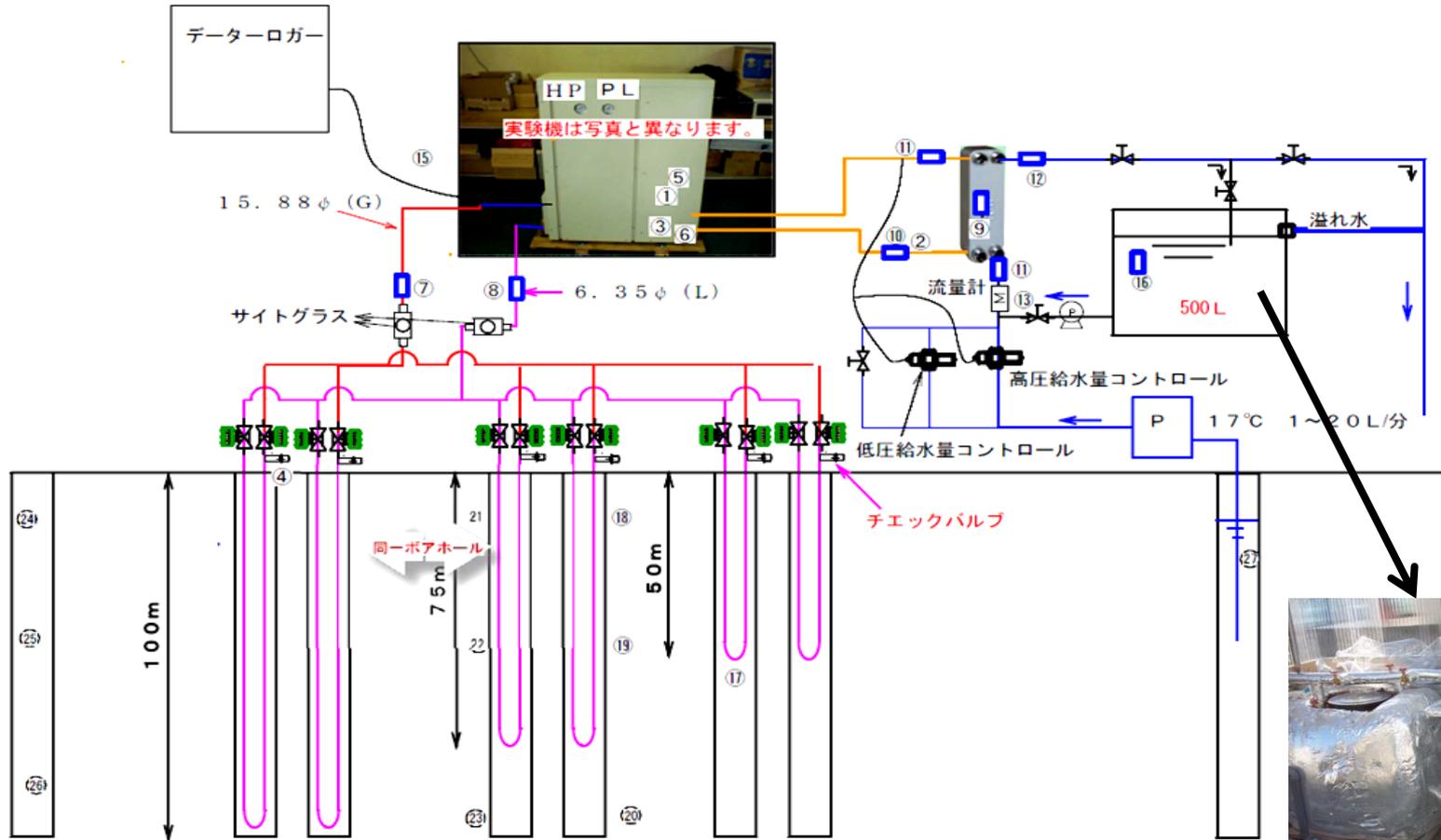
#### 2. 地中部での冷媒蒸発/凝縮

挙動の不確実性

#### 3. 地中配管工事の施工性



# 技術開発の概要3 実験システム



# 実験結果

戸建住宅用直膨方式HPS実験結果（期間平均COP）

※圧力比＝高圧/低圧を示す。 COP/圧力比の回帰式は本実験データから求めた。

ボアホール	サイクル	測定期間	平均COP	COP/圧力比 回帰式 (y:COP x:圧力比)	予測COP (圧力比2.0の場合)
50m	暖房	2012/1/29 15:00～ 2012/1/31 15:00	5.42	$y = -2.7773x + 11.728$	6.17
	冷房	2012/1/27 22:00～ 2012/1/29 12:0	5.03	$y = -4.3102x + 14.291$	5.67
75m	暖房	2011/12/13 18:00～ 2011/12/15 11:00	5.14	$y = -2.8888x + 12.138$	6.36
	冷房	2011/12/28 1:30:～ 2011/12/28 9:30	4.15	$y = -0.8586x + 6.1903$	4.47
100m	暖房	2012/1/21 18: 30～2012/1/23 14:30	5.21	$y = -2.5759x + 11.301$	6.15

# 技術開発成果

## (1) 技術開発成果の先導性

従来、直膨方式地中熱HPSでは、地中深度最大30～40m程度の実績であり、ボアホール工事の効率性のためにも、地中深度50～100mでの運転が確認出来れば、普及へのブレークスルーとなり得る。本実験において、ボアホール深度50～75mまで、高効率システムの構築が確認出来、実用化の目処をつけることができた。さらに、暖房(加温)サイクルに限定すると、100m深度まで高効率運転が確認出来、直膨方式の更なる可能性を示すことが出来た。

## (2) 技術開発の効率性

本開発においては、その効率性を高めるために、次の取組みを実施した。

- ①設計・試作・実験・評価の各プロセスにおけるリードタイムを徹底短縮し、開発期間の長期化によるコスト増を排除した。
- ②試作等の手配においては、詳細コストを十分検討して、最善の手段で実施した。
- ③定期的な開発会議の実施により、フォローを強化して、開発進捗に応じた機敏な対策を実施した。

## (3) 実用化・市場化の状況

技術開発の構成員及び協力企業は、直膨方式地中熱HPSの、営業展開を進めており、特に暖房需要の大きい北海道地域では、今後、施工実績が期待できるところである。

## (4) 技術開発の完成度、目標達成度

HPSエネルギー通年需要は、暖房+給湯が70～80%以上、冷房が30%以下と言われている。従って、暖房(加温)運転での高効率化は、省エネを実現する最大のポイントであり、その意味で、本実験は、大いに成果があったと評価できる。

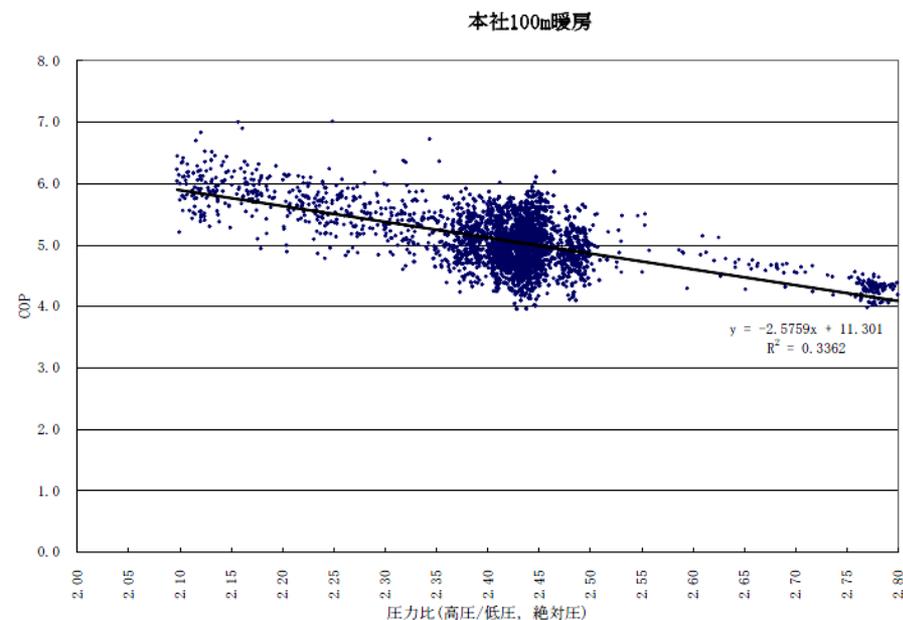
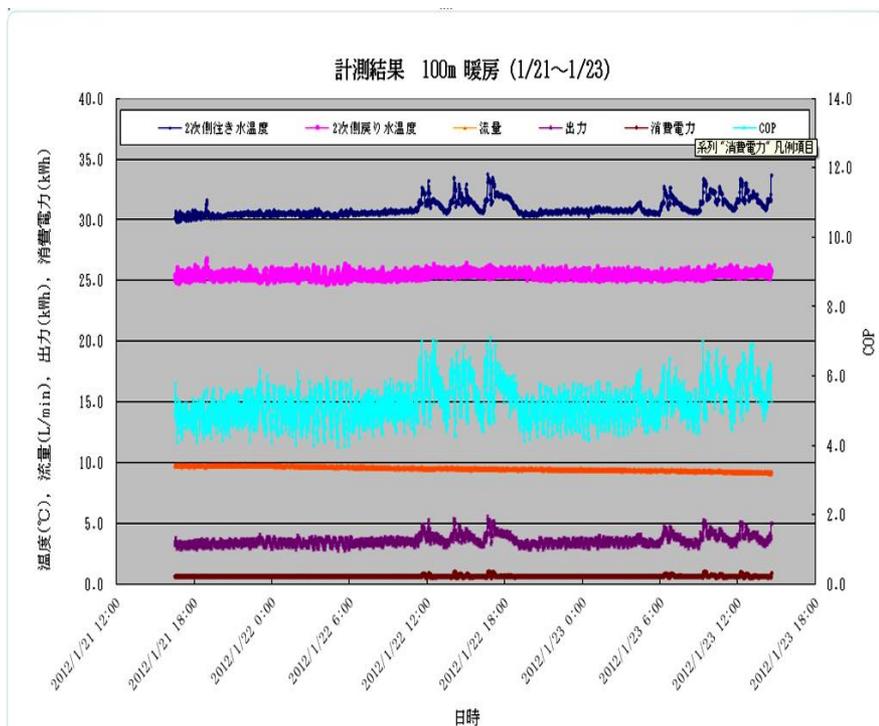
本実験においては、ボアホール深度50～75mまで、高効率システムの構築が確認出来、実用化の目処をつけることができた。さらに、暖房(加温)サイクルに限定すると、100m深度まで高効率運転が確認出来、直膨方式の更なる可能性を示すことが出来た。

## (5) 今後の見通し

暖房需要の大きい寒冷地(北海道等)での営業活動を強化している。

# 開発成果(成功点)

直膨方式HPSにおいて、ボアホール深度50~75mまで、高効率システムの構築が確認出来、実用化の目処をつけることができた。さらに、**暖房(加温)サイクルに限定すると、100m深度**まで高効率運転が確認出来、直膨方式の更なる可能性を示すことが出来た。      グラフ: 100m暖房運転結果



# 考察と課題(残された課題)

## 1.暖房サイクル高効率の原因

暖房HPサイクルは、圧縮→凝縮(加温)→膨張→蒸発(地中で採熱)→圧縮となる。従って、地中では蒸発サイクルとなり、75~100m深度でも、気化した冷媒の上昇力により、配管抵抗や位置エネルギーロスを相殺して、直膨方式本来の高効率な結果となっていると考察される。

## 2.冷房サイクル効率の比較低下の原因と対策成果

一方、冷房HPサイクルは、圧縮→凝縮(地中で放熱)→膨張→蒸発(冷却)→圧縮となる。従って、地中では凝縮サイクルとなり、放熱して液化した冷媒及び潤滑剤の底部への滞留等、位置エネルギーロスにより、効率低下となる。本開発では、新考案の**2相流混合方式**により、75m深度でも冷房COP4.15と実用上十分な好結果を得ることができた。

一方100m深度では、運転条件が確立できず今後の課題となった。