

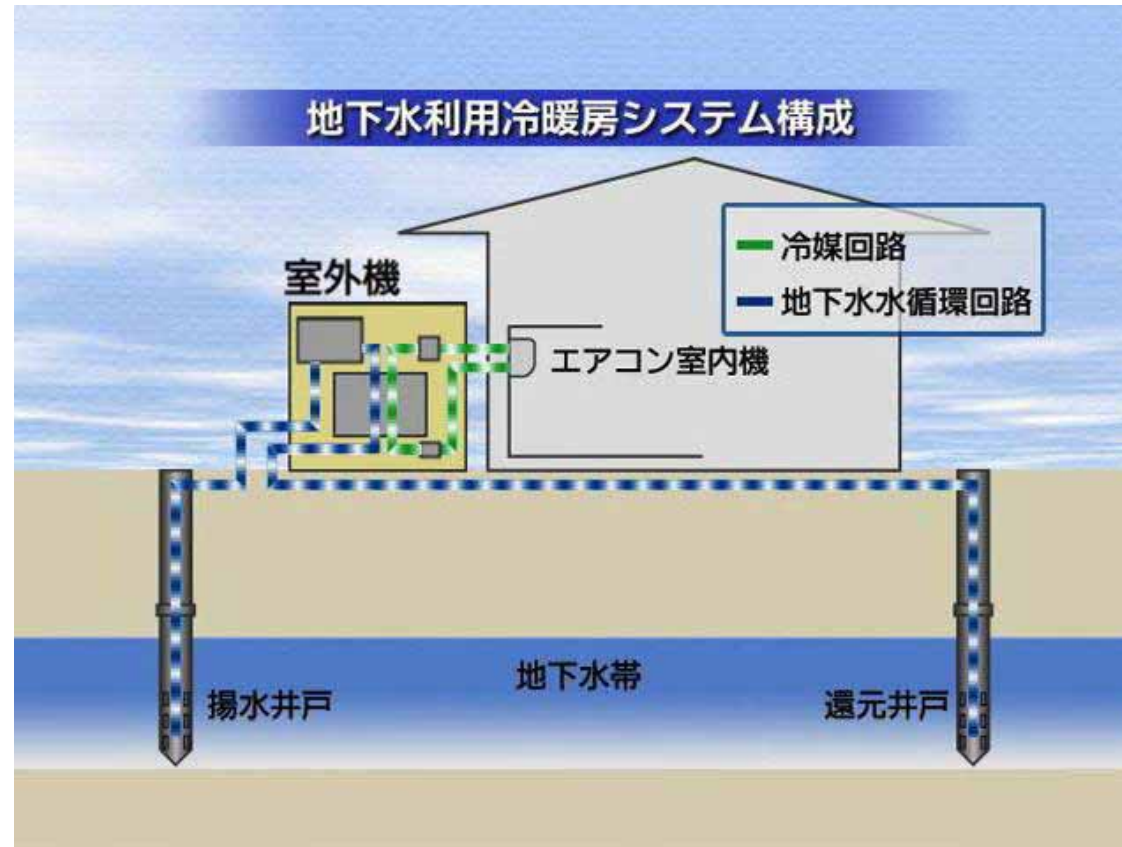
地下水利用ヒートポンプ空調システム 住宅への利用

積水ハウス(株) 温暖化防止研究所 平戸啓一郎

2007.10.24

地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発

地下水を用いて地熱を回収し、ヒートポンプの熱源に利用する家庭用の省エネルギー冷暖房システム



< 開発目標 >

1. 冷暖房・給湯用途のCO₂排出量を従来比60%削減
2. 家庭用として広範囲に普及（低コスト、適用範囲が広い）



地下水利用型地熱回収冷暖房システムの研究開発 研究開発経緯

平成12～16年度

経済産業省「資源循環型住宅技術開発プロジェクト」における
石特補助研究「高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発」
として実施

テーマ名「地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発」

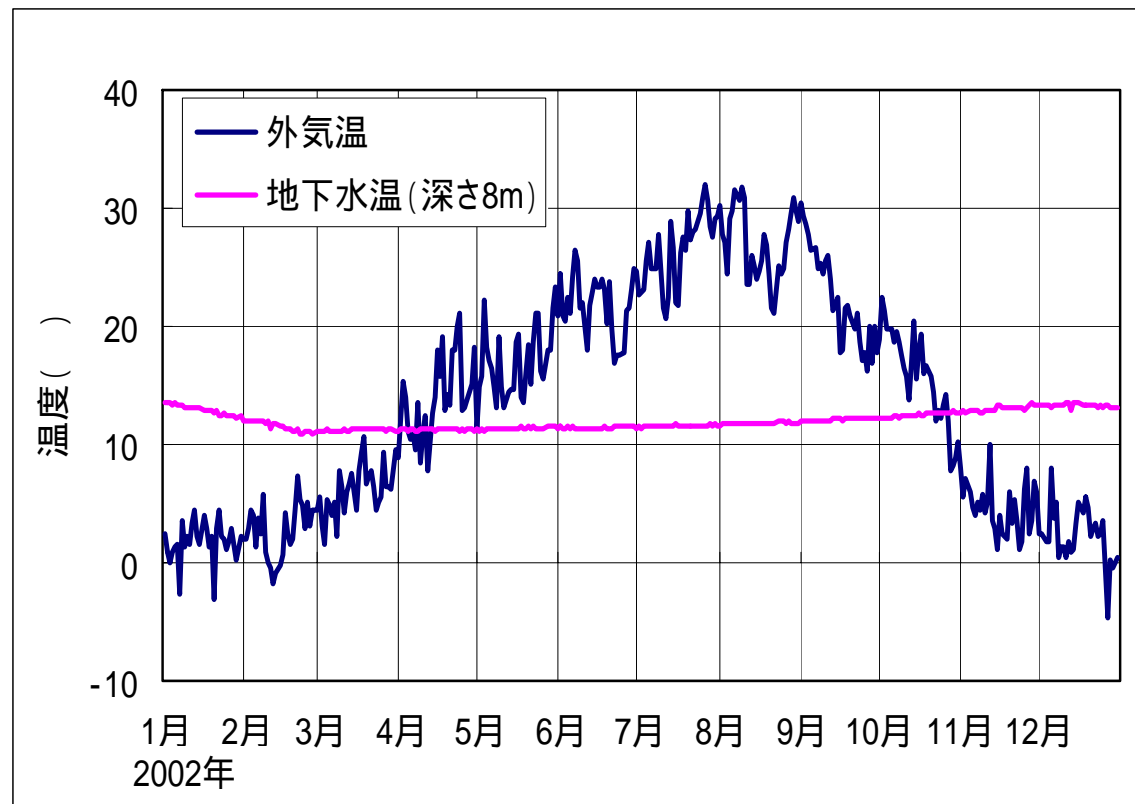
平成17年度～

上記成果をベースに
実用化研究開発を継続

地下水利用型地熱回収冷暖房システムの研究開発 原理

地下水は外気温に比べて年間温度が12～15℃と安定している。

夏は低温、冬は高温の熱源として利用することで、ヒートポンプのCOPを改善。



地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発 地中熱利用ヒートポンプのメリット

外気を熱源とした従来のヒートポンプに比較して、

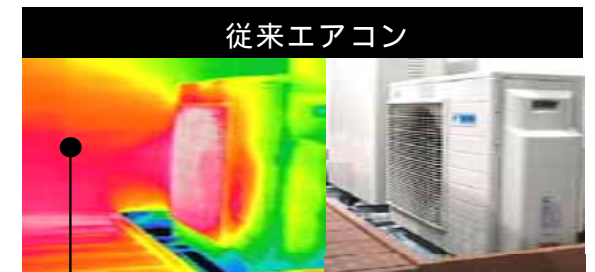
**年間を通して高いエネルギー消費効率(COP)を
安定的に発揮可能**

除霜運転が不要 特に寒冷地での家庭用エネルギー削減に有効

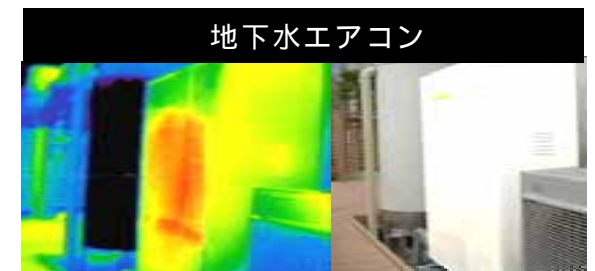
- ・・・氷点下を越える外気低温時には従来のヒートポンプが定期的に除霜(デフロスト)運転が必要な分、十分な性能を発揮できないのに対し、地熱利用では外気温度に左右されずに安定運転が可能。

不快な冷房排熱を外気に放出しない。

(都市部ではヒートアイランドの原因になりにくいという効果も期待できる)



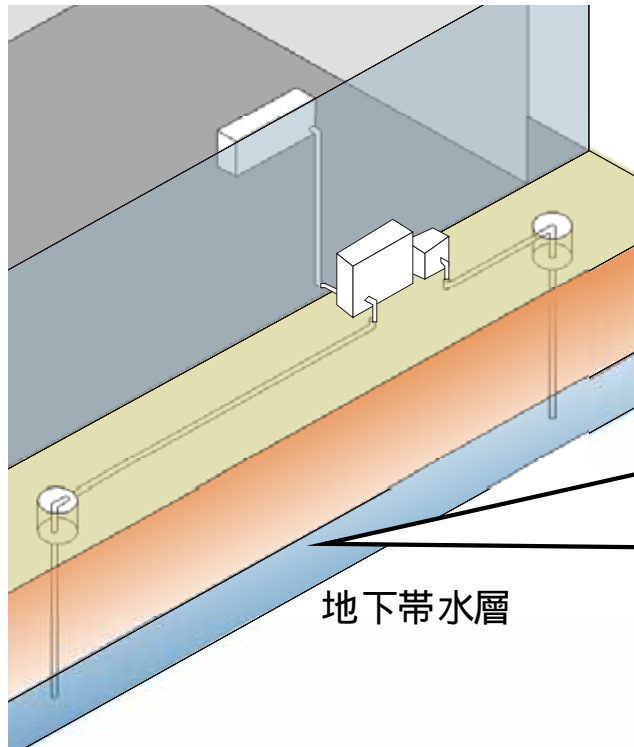
冷房時に室外機から熱風を吹き出す



地下水エアコンは熱風の吹き出しが無い

地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発 浅層地下水利用の狙い

地下水利用冷暖房給湯システム



井戸（8m）から地下水を
直接汲み上げることで
地熱を採熱。

広範囲に広がる地
下帯水層全体から
地熱を採熱。
連続運用での効率
低下少なく、高効率。

- ・井戸掘削費用が安価
- ・陸上ポンプユニットが安価で、消費電力も低く抑える事ができる
- ・機器が陸上にあるので、メンテナンス容易。

⇒ 一般家庭
向け
低コスト化

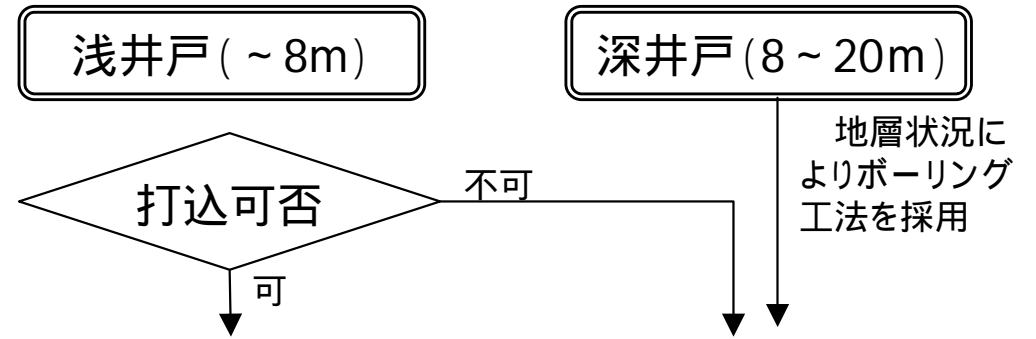
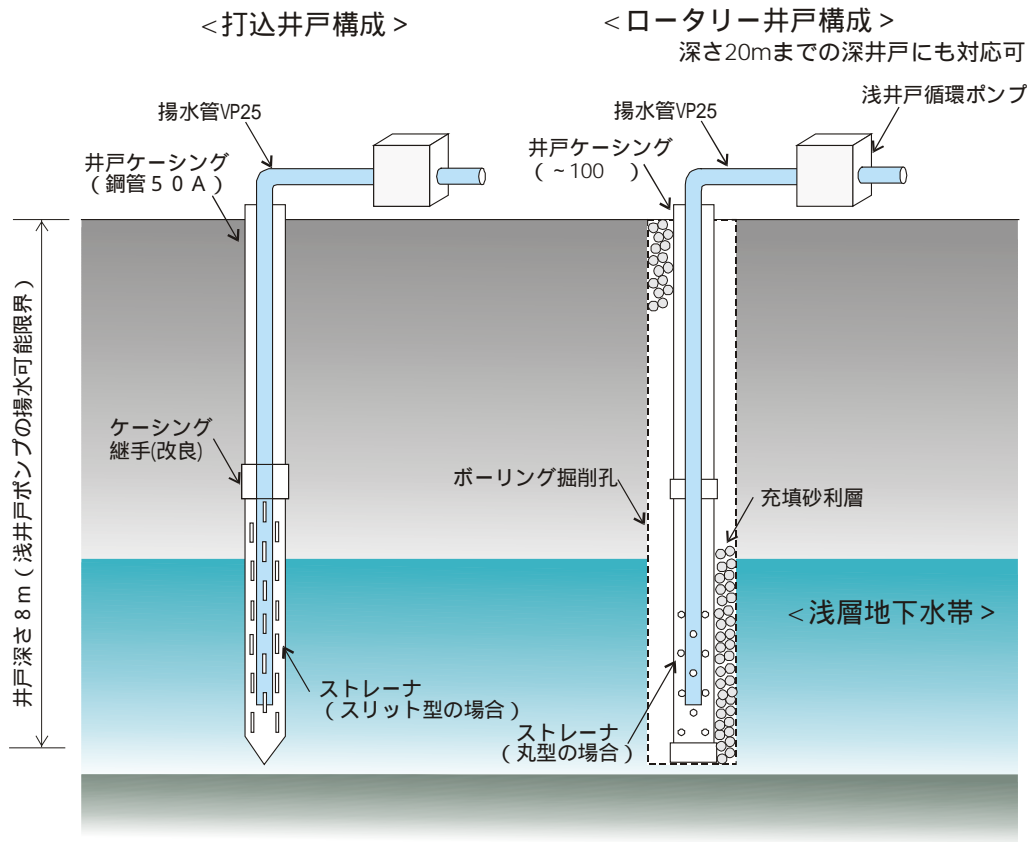
地下水利用冷暖房システムの研究開発の 課題

1. 低コスト・狭小地対応井戸施工
 2. 地下水量の安定確保
 3. 地下水温の安定確保
 4. 導入可否判断の方法
 5. 濁水対策
 6. あふれ対策
-

1. 低コスト、狭小地対応井戸施工手法

簡便・安価な井戸施工手法の設定
条件に応じて施工手法選択

敷地条件によらない井戸仕様の設定
(打込井戸)



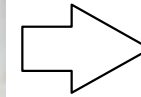
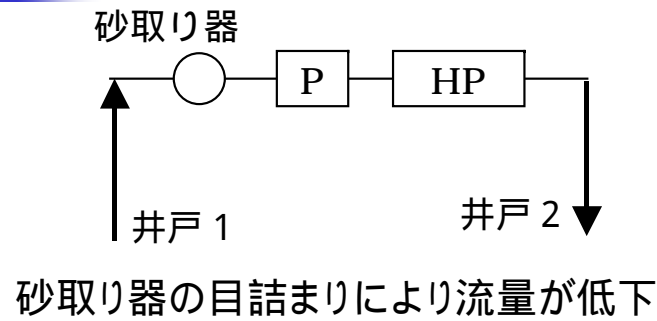
打込工法
安価・狭小地対応可



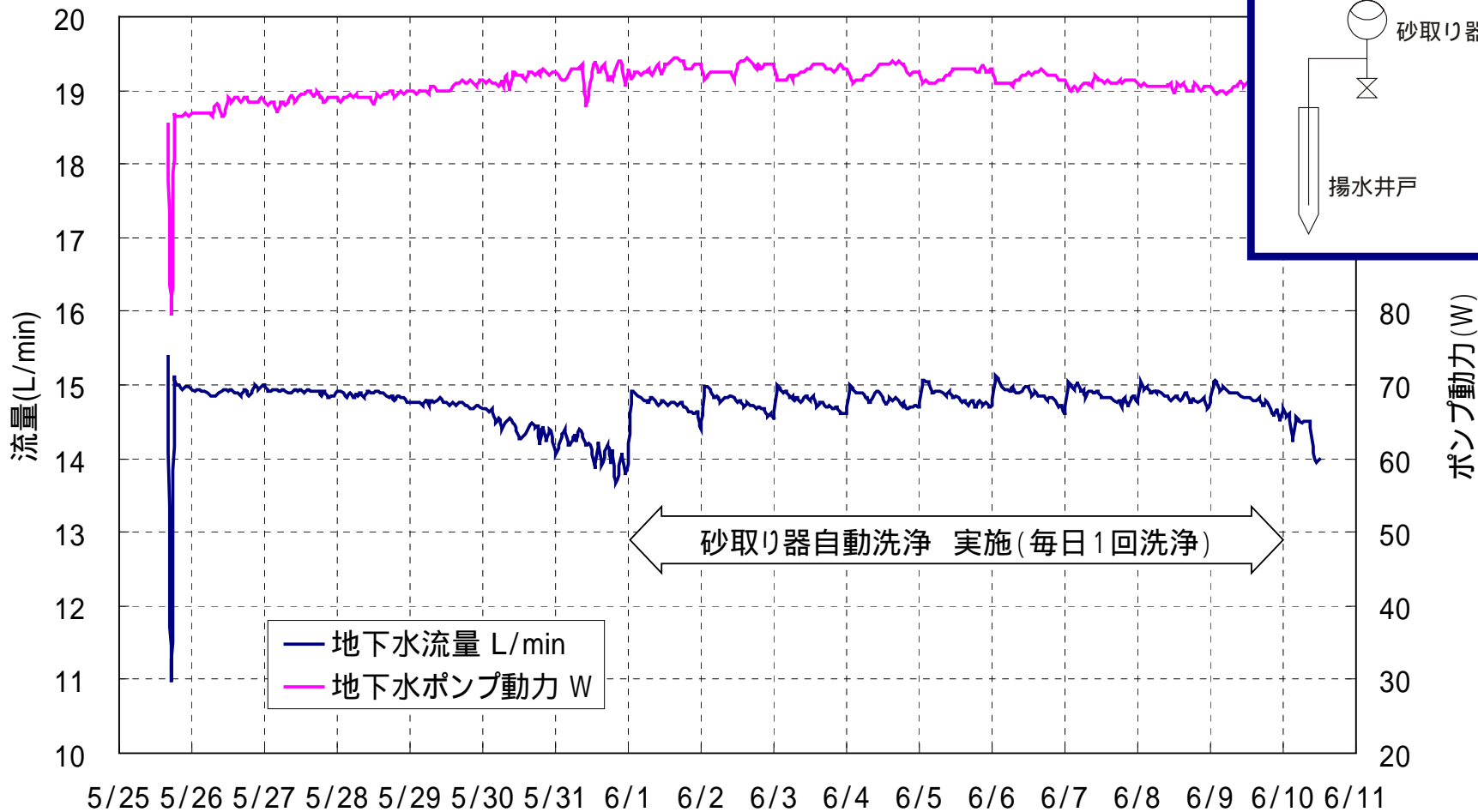
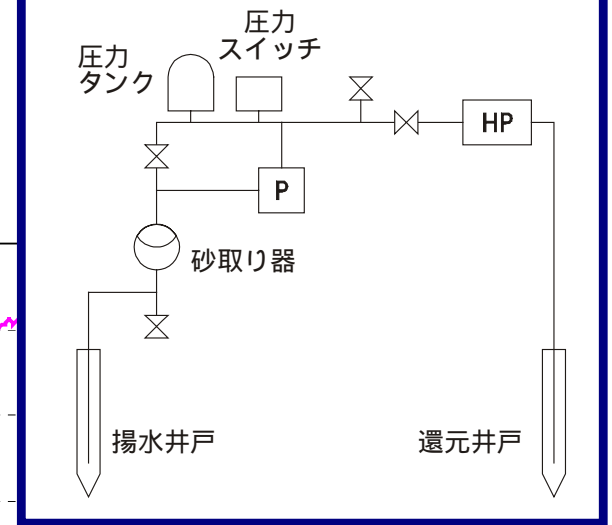
ロータリー工法
ボーリングより安価

2. 地下水流量の安定確保

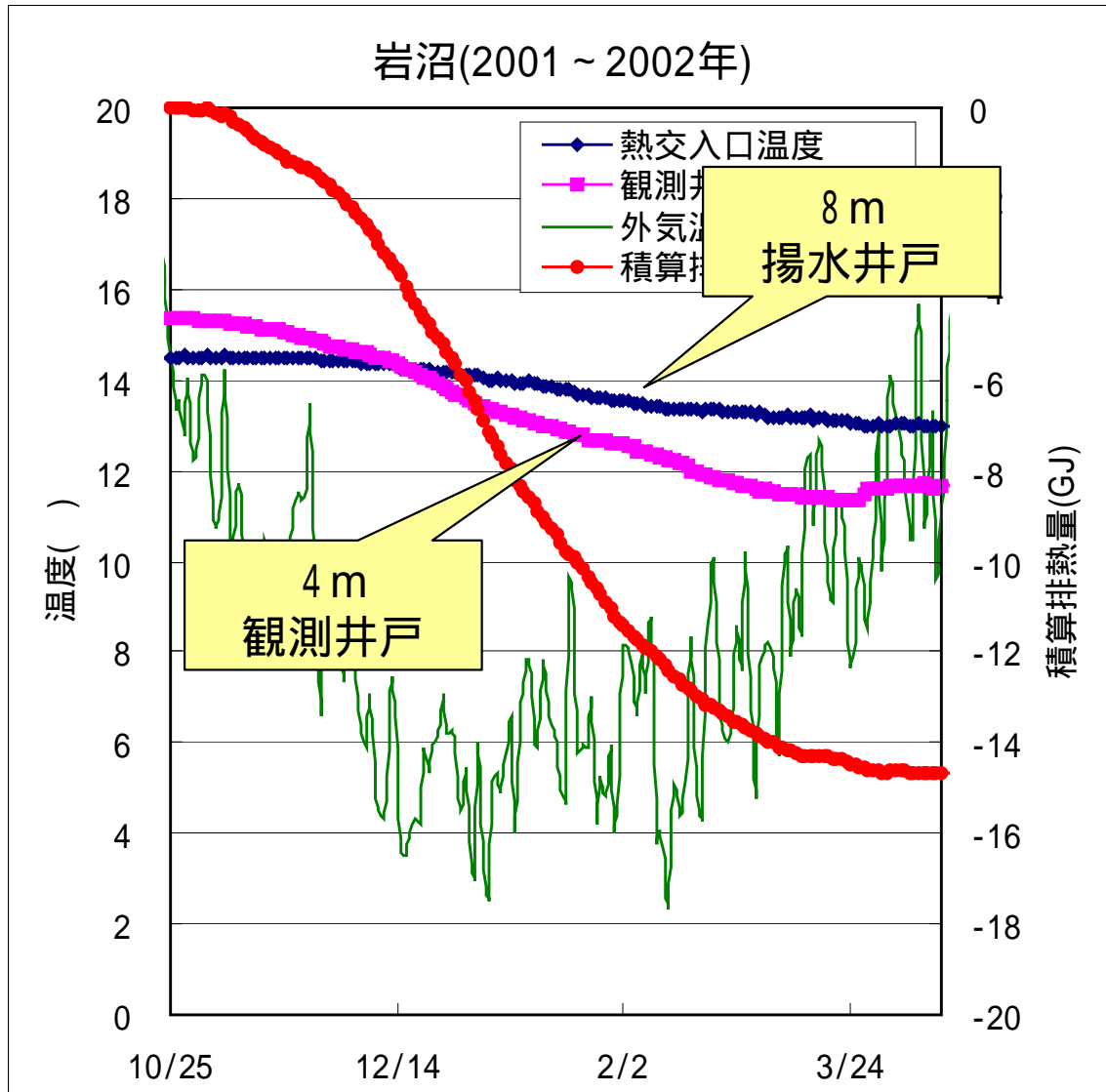
特許出願



< 砂取り器自動洗浄機構 >

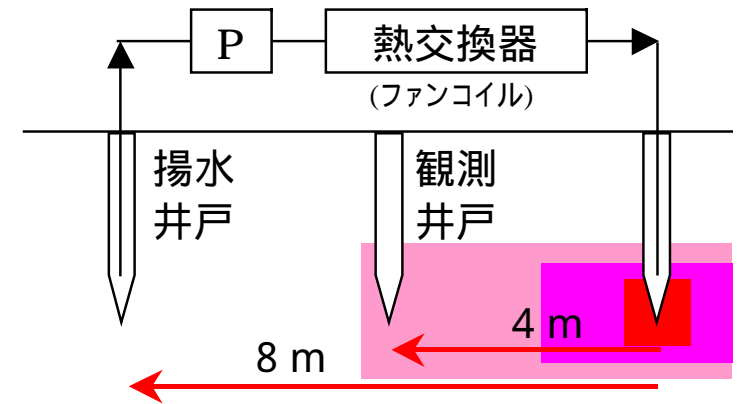


3. 地下水温の安定確保



地下水の熱交換還元

還元井戸周囲の地下水温度が変化
揚水温に影響が大きいと効率が低下



水温変動調査結果

観測井 4m : 5~6
揚水井 8m : ~2

井戸間隔 8mで排熱影響なし



4. 適用可否判断の方法

地下水の有無・深度は敷地毎に異なる

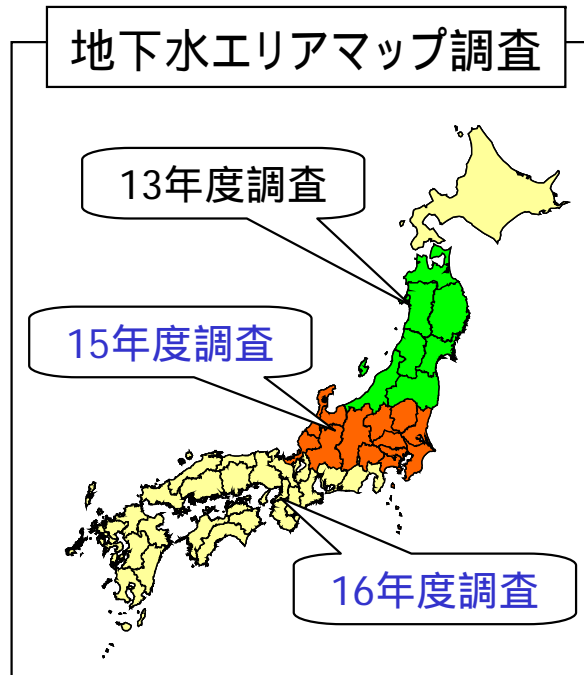
調査には費用と時間がかかる

事前に浅井戸利用可否を判断する仕組みが必要

掘削したが水量確保できなかった場合の扱い

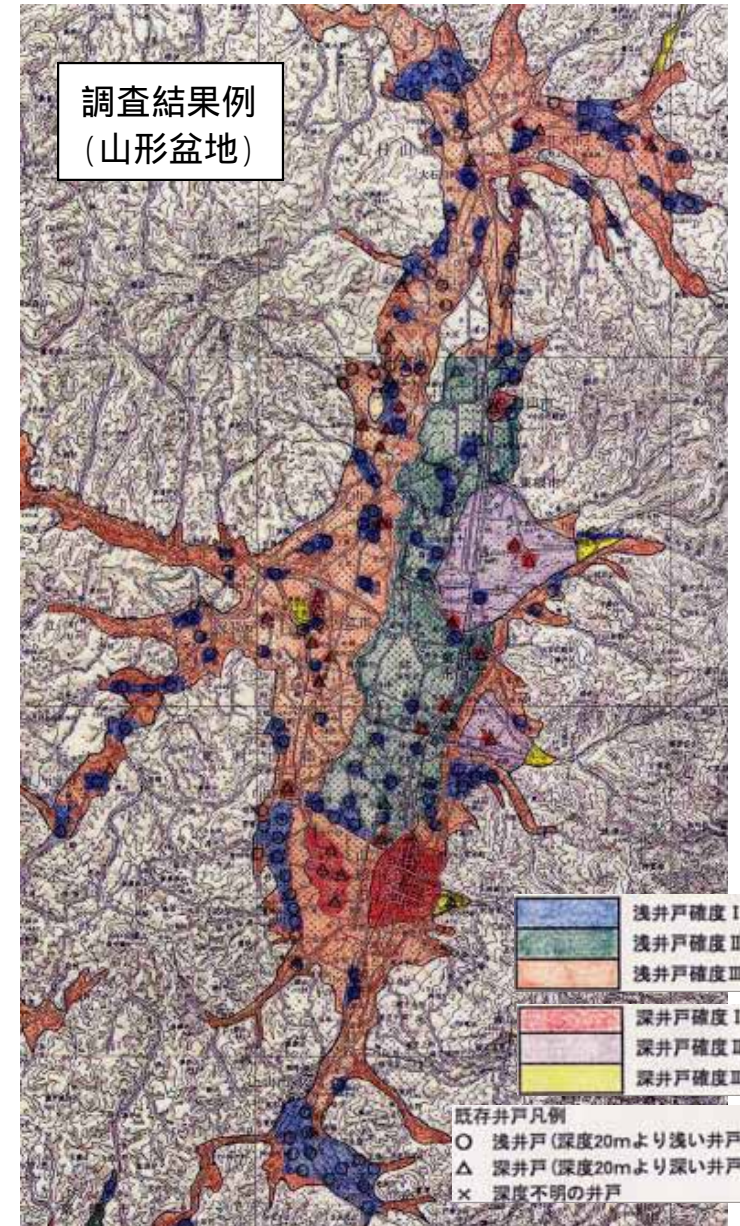
浅層地下水エリアの分布調査(資源循環PJ)

(日本地下水開発㈱協力)



既存井戸深度・水位
 地下水位記録
 さく井柱状図
 ボーリング柱状図
 地形・地質図
 等

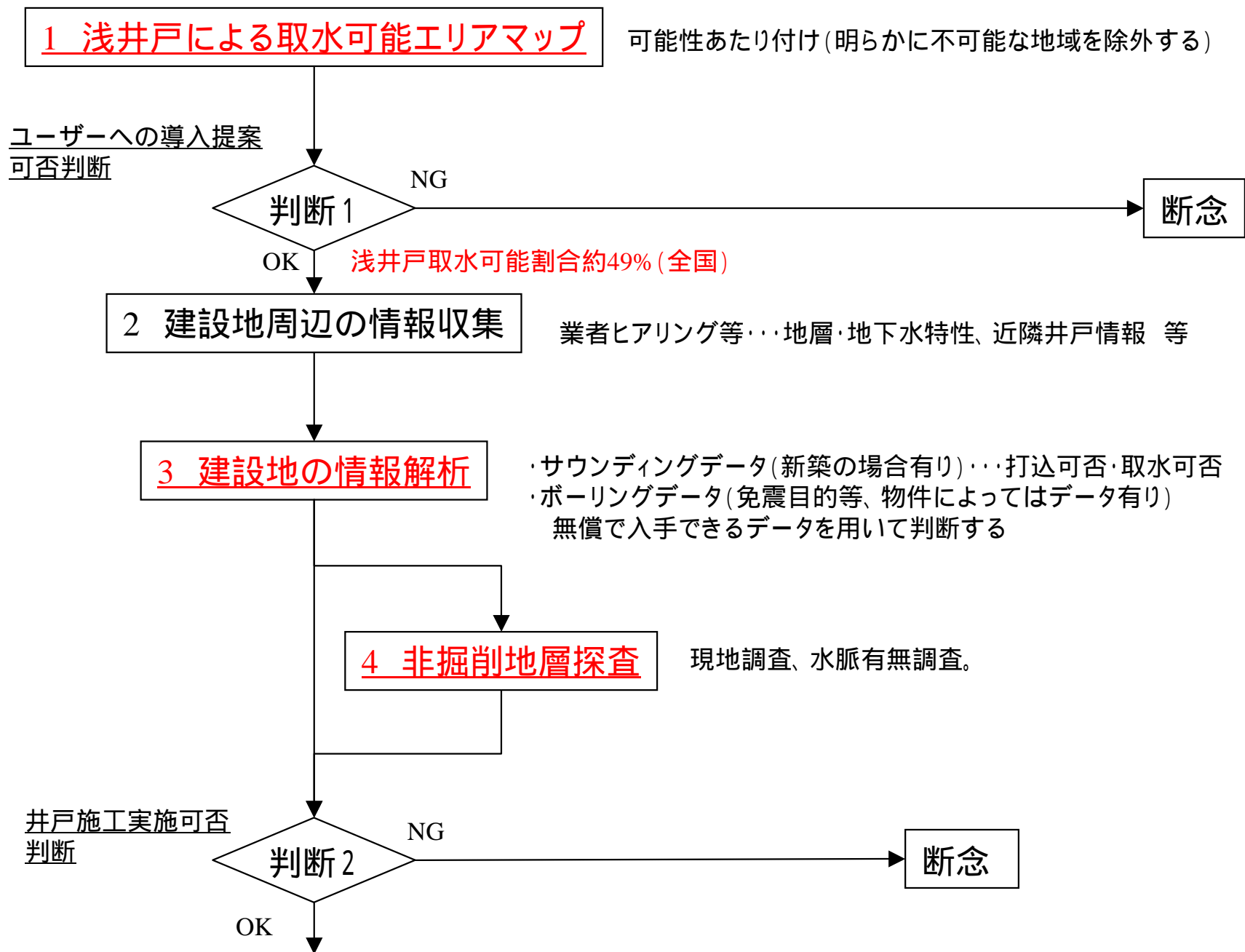
浅井戸(及び深井戸)エリアを色分け・マッピング
 全国調査(沖縄除く)

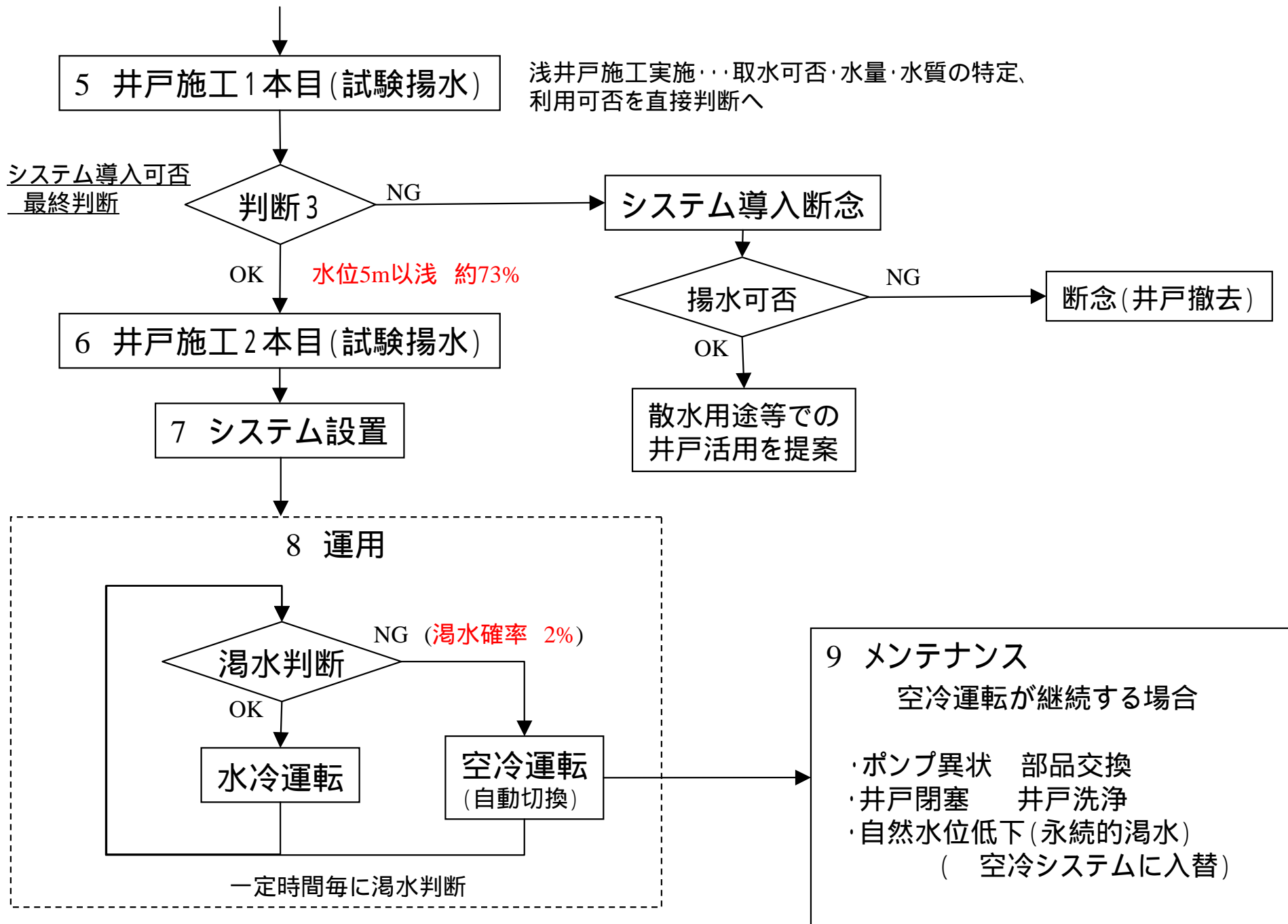


地域	総持ち家世帯数	浅層地下水利用可能割合	対象世帯数
北海道	1,252,437	42.2%	528,196
東北	2,792,312	65.3%	1,823,897
関東*1	7,023,889	42.7%	3,001,631
中部	4,688,338	51.3%	2,405,857
近畿	4,512,680	43.3%	1,953,489
中国	1,813,581	43.4%	787,582
四国	1,027,142	55.8%	573,063
九州	3,022,663	57.5%	1,736,890
総計	26,133,042	49.0%	12,810,605

*1: 東京都区内を除く

地下水利用システムの導入フロー







5. 渇水対策

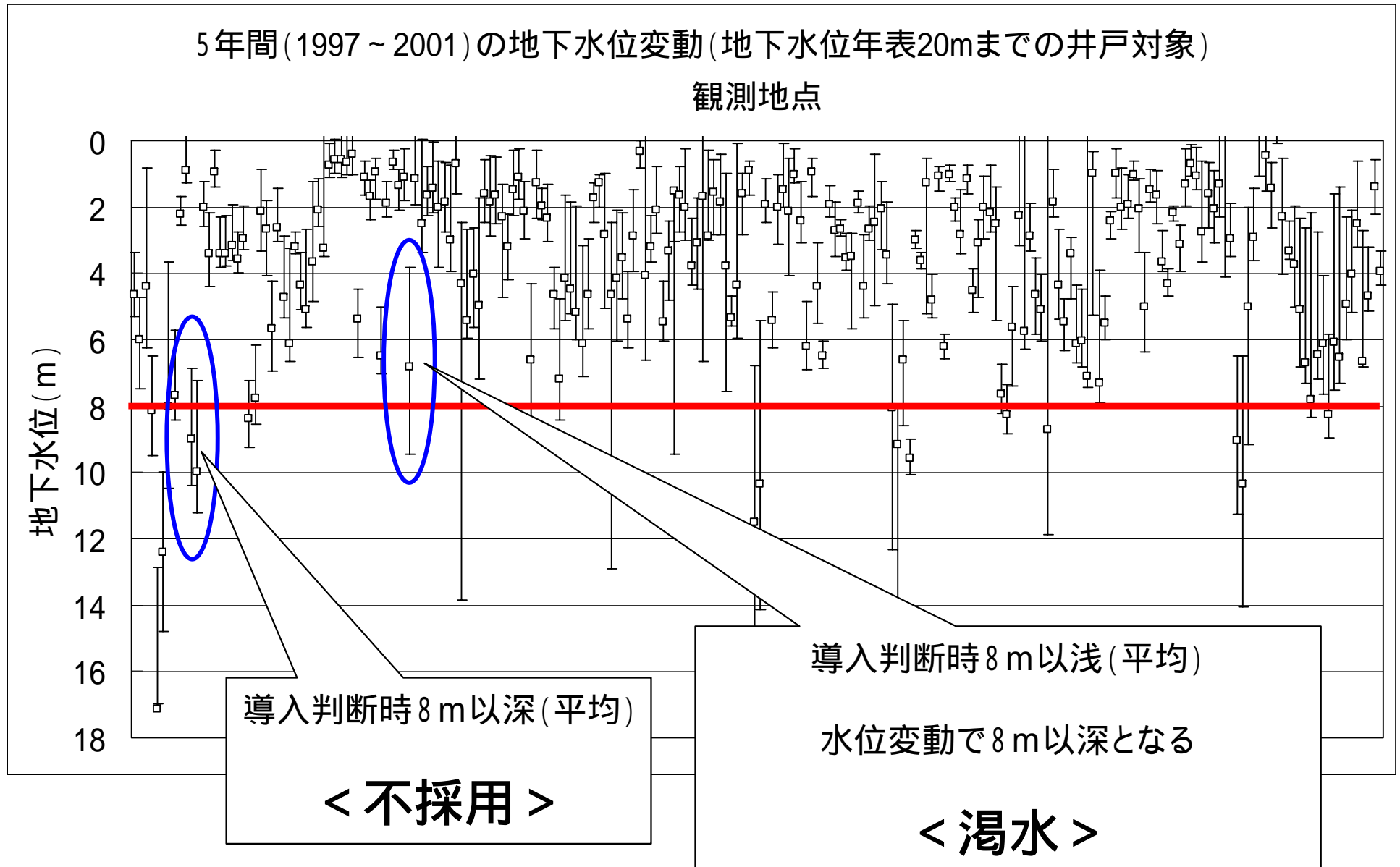
一時的な水位低下や恒久的渇水の可能性がある

危険性をできるだけ回避する方策

万が一、渇水した場合の対処

水位変動による湧水確率調査

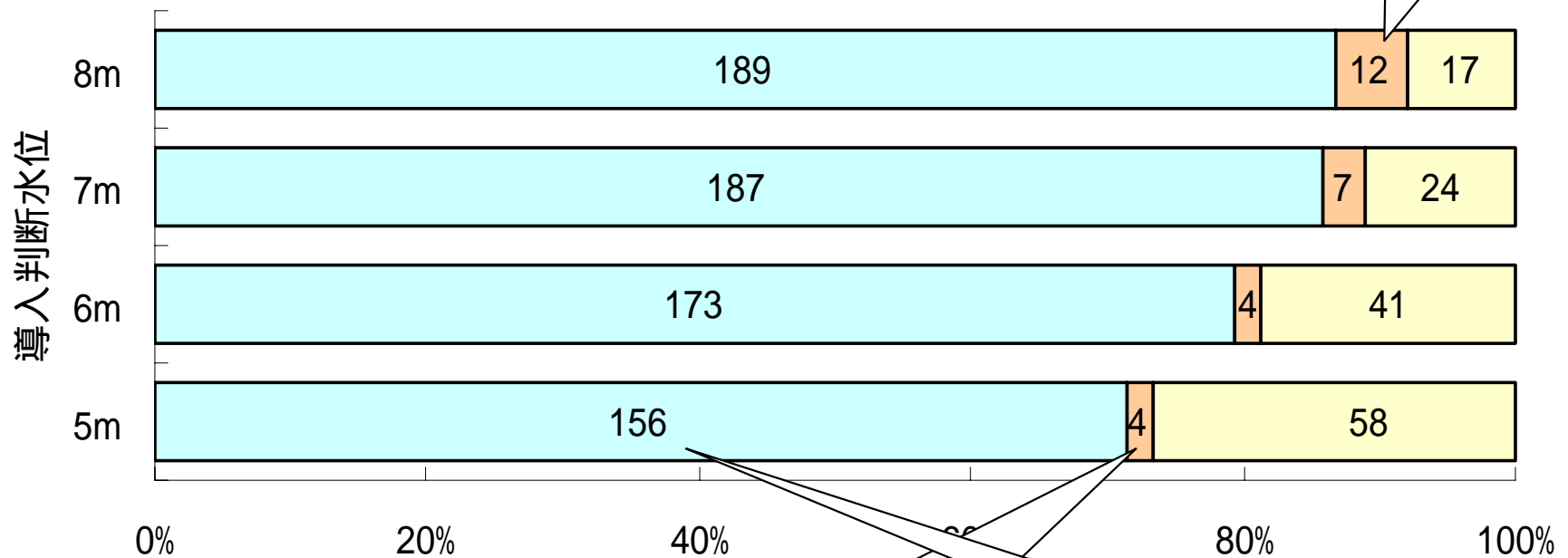
地下水位年表(国土交通省河川局発行)から浅井戸(20m以浅)を抽出、1997~2001年の5年間の水位変動を調査(対象井戸数218件)



浅井戸 (~ 8m) での安定取水・湧水地点数
 (地下水位年表20mまでの井戸対象(218件)、5年間の水位変動による判定)
 平均水位で判断

- 安定取水 (地下水位が常に8m以浅)
- 湧水 (5年間の最低水位が8m以深)
- 不採用 (平均水位が判断水位以深)

湧水確率 6%



判断水位 6 m・5 m で湧水確率 2% まで低減

ただし
採用件数は減る



湧水を完全になくす事は恐らく不可能

万が一、湧水が生じた場合の対策



空水冷自動切換え機構 (ゼネラルヒートポンプ工業(株)開発)

地下水の揚水量が低下すると自動的に判断し、空冷に切り替えて運転を継続。

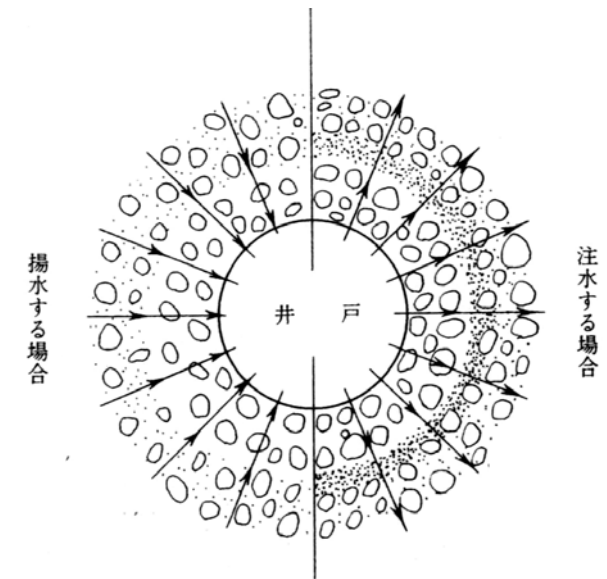
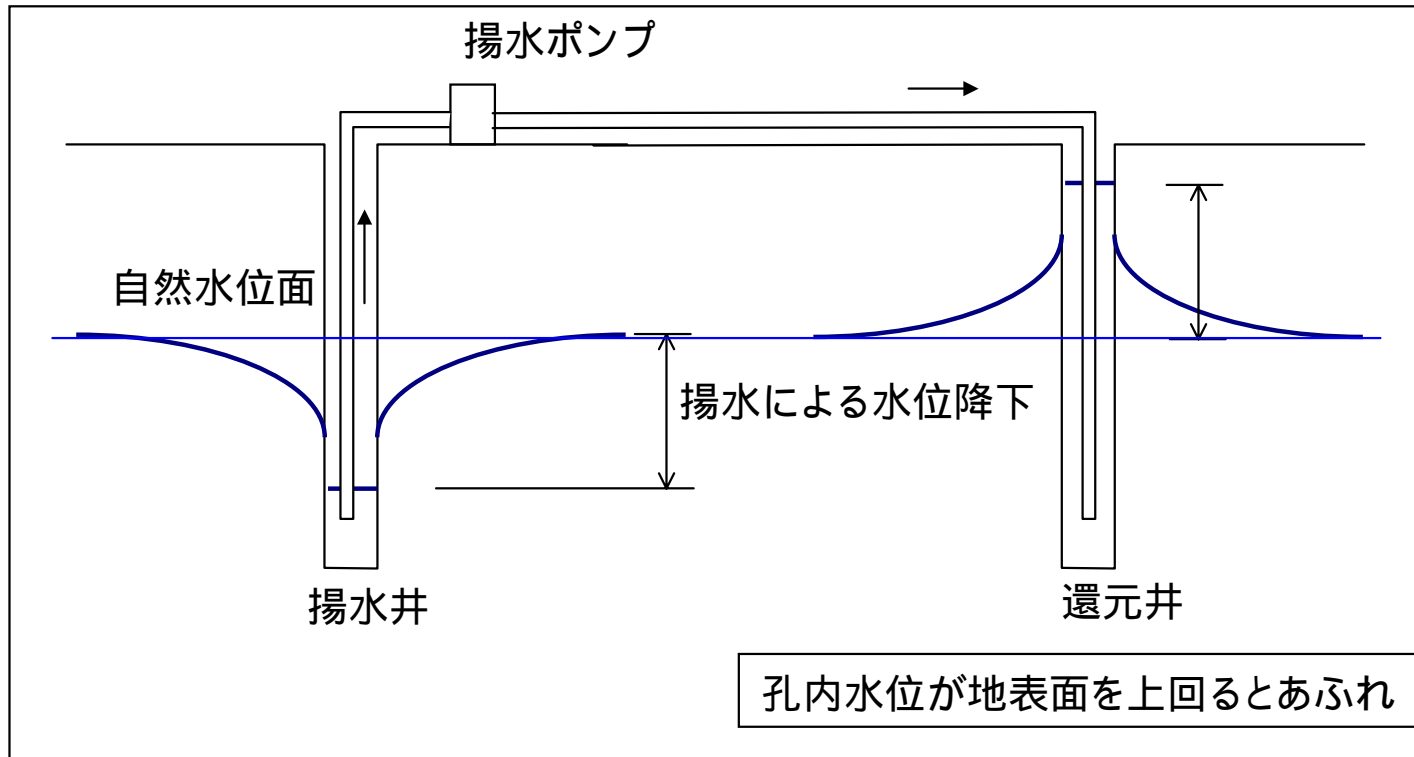
バックアップ空冷ユニット

地下水熱交換ユニット

6. あふれ対策

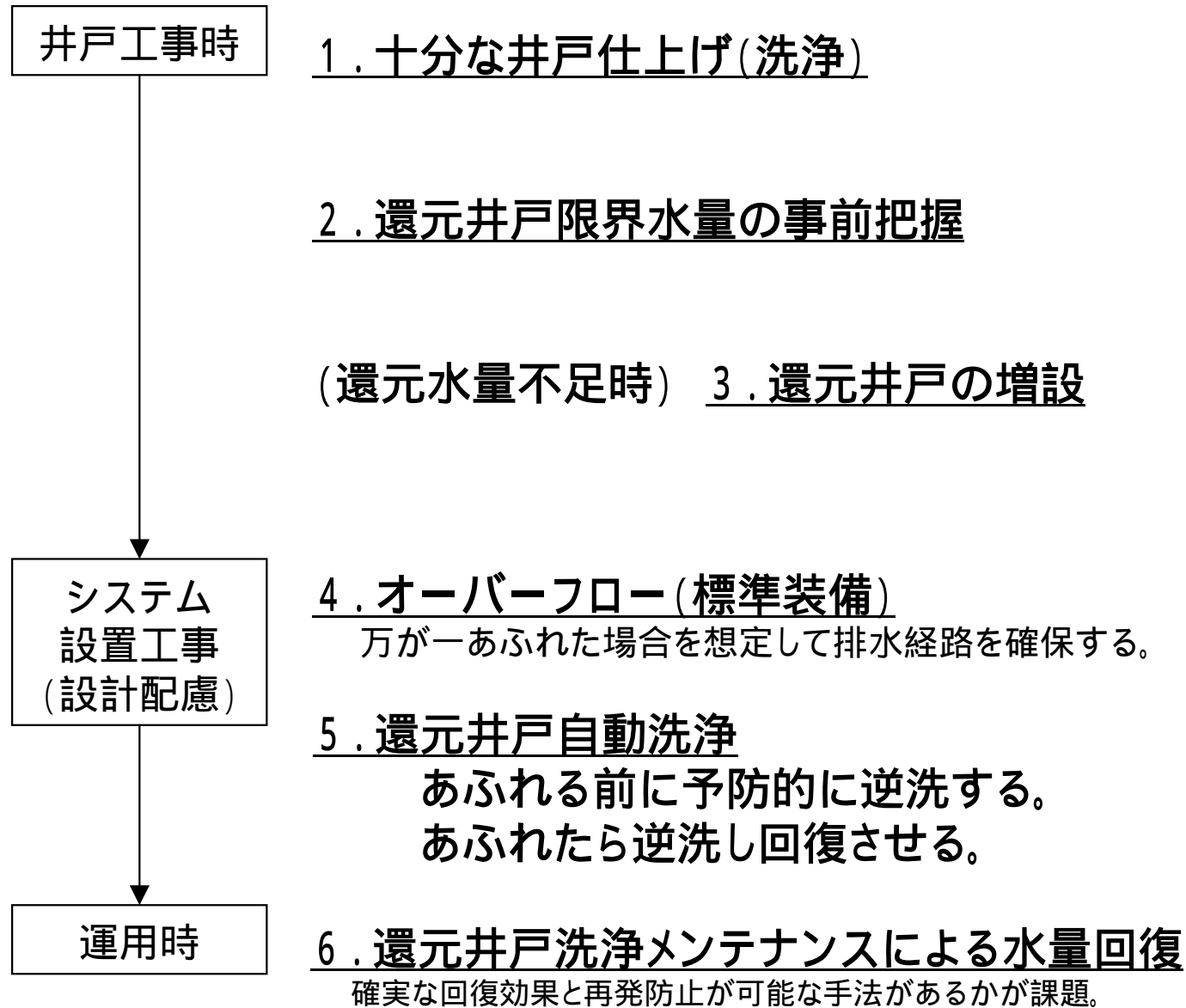
揚水量の全量を還元できない
ケースがある

あふれ



出典: 地下水ハンドブック P452

還元井戸あふれ対策 実運用の方針と課題(案)



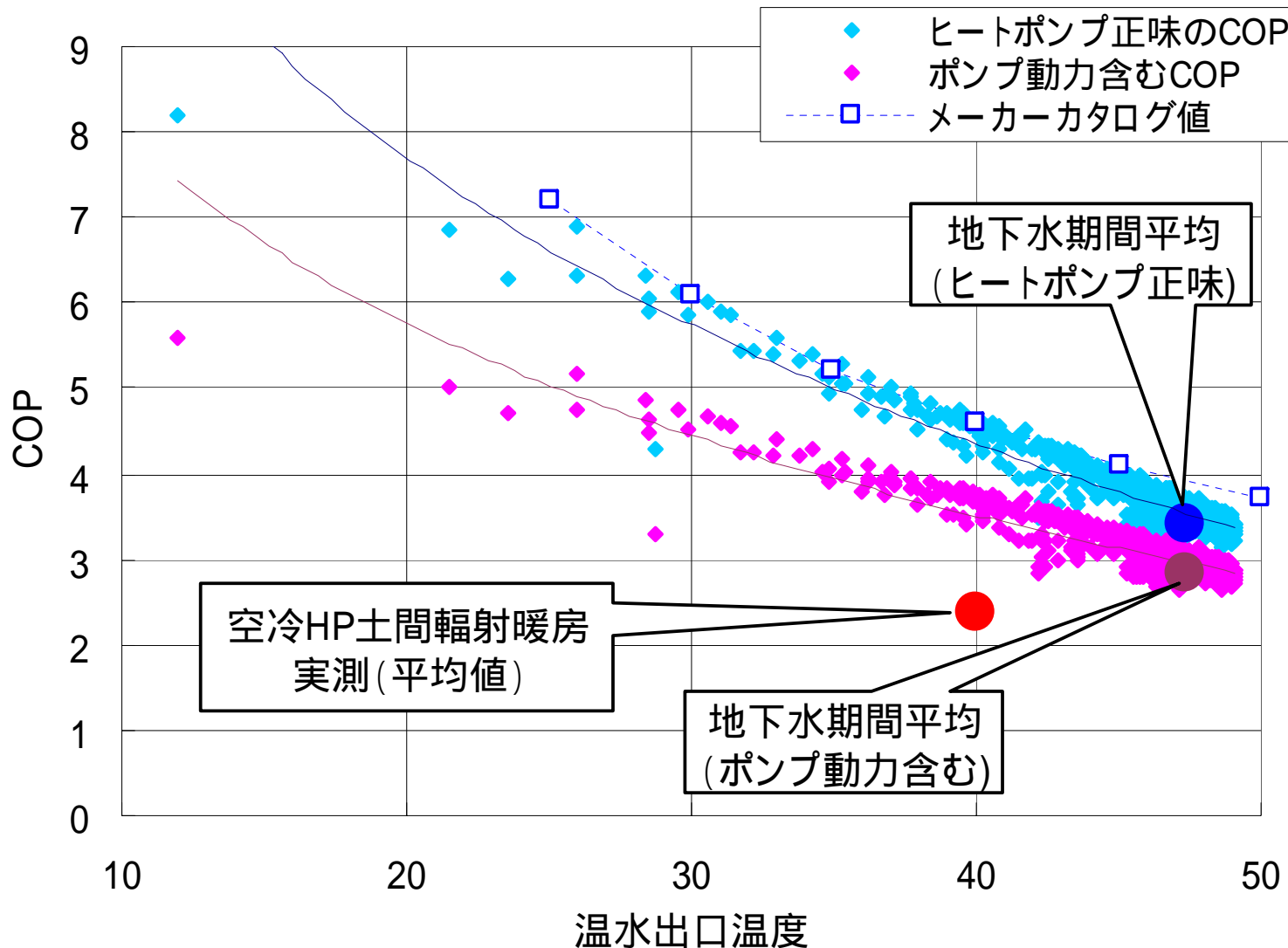
[検証事例]

詰まり進行すると
逆洗揚水不能に

エアブロー1ヶ月
でも初期値まで
回復せず

7. 性能

札幌での地下水ヒートポンプ温水暖房の実測結果



カタログ値は、熱交換後の熱源水温度9.2（実測平均値）でのCOP（熱交換温度差5 の場合）を示す。

講演時には、カタログ値に熱源水温度12 でのCOPを表示しており、実測COPとは条件が異なっておりました。関係方々には大変ご迷惑をお掛けしましたこと、この場を借りて訂正とお詫びさせていただきます。
(講演者追記)

地下水利用システムの実用化への課題

- 1) すべてのお客様に提供できない
浅井戸利用可能割合約1/2
× 地質・水質により適用できないケースがある
- 2) 揚水量・還元水量の事前予測が困難
井戸掘削後に断念する場合がある
- 3) 経年での水量不足・濁水・あふれのリスクがある
メンテナンス頻度・コストが未知数
- 4) 空冷ヒートポンプに対するランニングメリットが希薄
イニシャルの更なる削減が求められる