

# 第62回試錐研究会

## 地下水熱（オープンループ方式） 利用の現状と課題

2024年 2月19日

株式会社 アクアジオテクノ  
技術部 資源開発グループ 岩佐 大  
地盤環境グループ 若狭 靖之

# 本日の話題

1. はじめに
2. 再生可能エネルギーである地中熱利用のメリット
3. オープンループ方式のメリットを最大限に活用
4. オープンループ方式導入計画の留意点
5. アクアジオテクノの地下水熱利用システム
6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術
7. 旧社屋の地下水熱利用
8. おわりに

# 1. はじめに

わが国には各地に豊富な地下水が賦存しています。地下水の温度が年間を通じて安定していることに着目し、地下水を水資源としてだけでなく、冷暖房や給湯など熱資源としても利用することで、省エネによる燃料代・電気代の削減、さらにはCO<sub>2</sub>排出量抑制による地球環境保全に繋げることができます。

ここでは、弊社の地下水熱利用システムについて、ご紹介いたします。



# 参考資料

## 資料1

『地中熱利用にあたってのガイドライン(第4版)』令和5年3月(2023)

：環境省 水・大気環境局 水環境課 地下水・地盤環境室

上記ガイドラインの中で、「オープンループ方式の詳細については、下記をご参照下さい。」と記載されている。

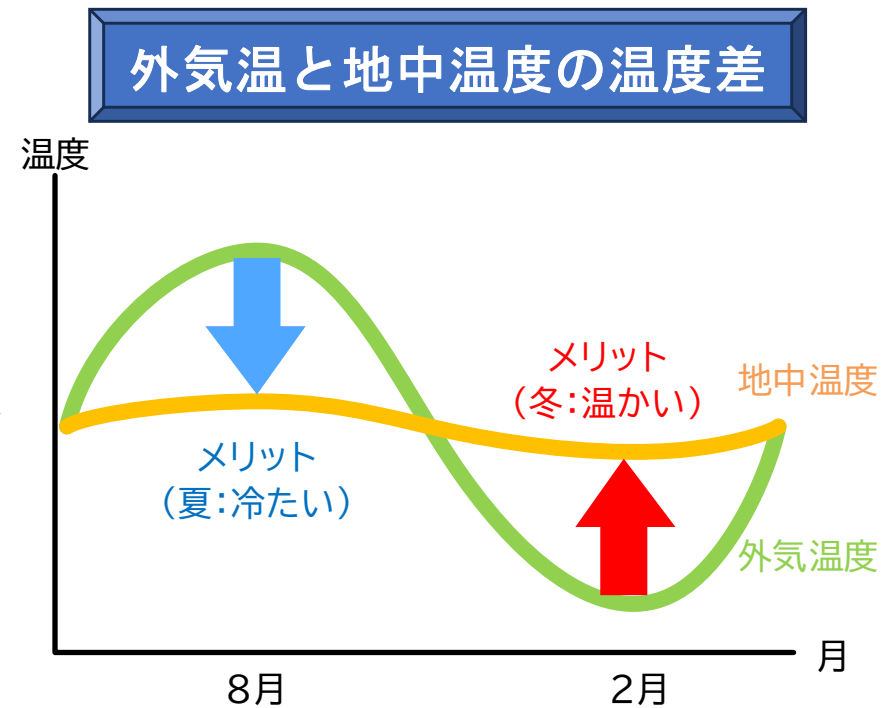
## 資料2

『地中熱ヒートポンプシステムオープンループ導入ガイドライン 第1版』(2017)

：特定非営利活動法人地中熱利用促進協会、一般社団法人全国さく井協会

## 2. 再生可能エネルギーである地中熱のメリット

- 再生可能エネルギー (Renewable Energy) とは、石油や石炭、天然ガスなどの有限な資源である化石エネルギーとは違い、太陽光や地熱、バイオマスなどの自然界に常に存在するエネルギーのことです。
- 「温室効果ガスを排出しない」、「枯渇しない」、「どこにでも存在する」といった特徴があります。
- 多くのエネルギーを輸入に頼る日本において、再生可能エネルギーは、国内で生産可能なエネルギーでもあります。
- 再生可能エネルギーの一つである地中熱は、地中温度が外気温度に比べ年間を通して温度変化が小さい特性から、夏は冷熱源、冬は温熱源として、空気を熱源とするエアコンなどよりも効率的 (10~25%程度) なエネルギー利用が可能です。

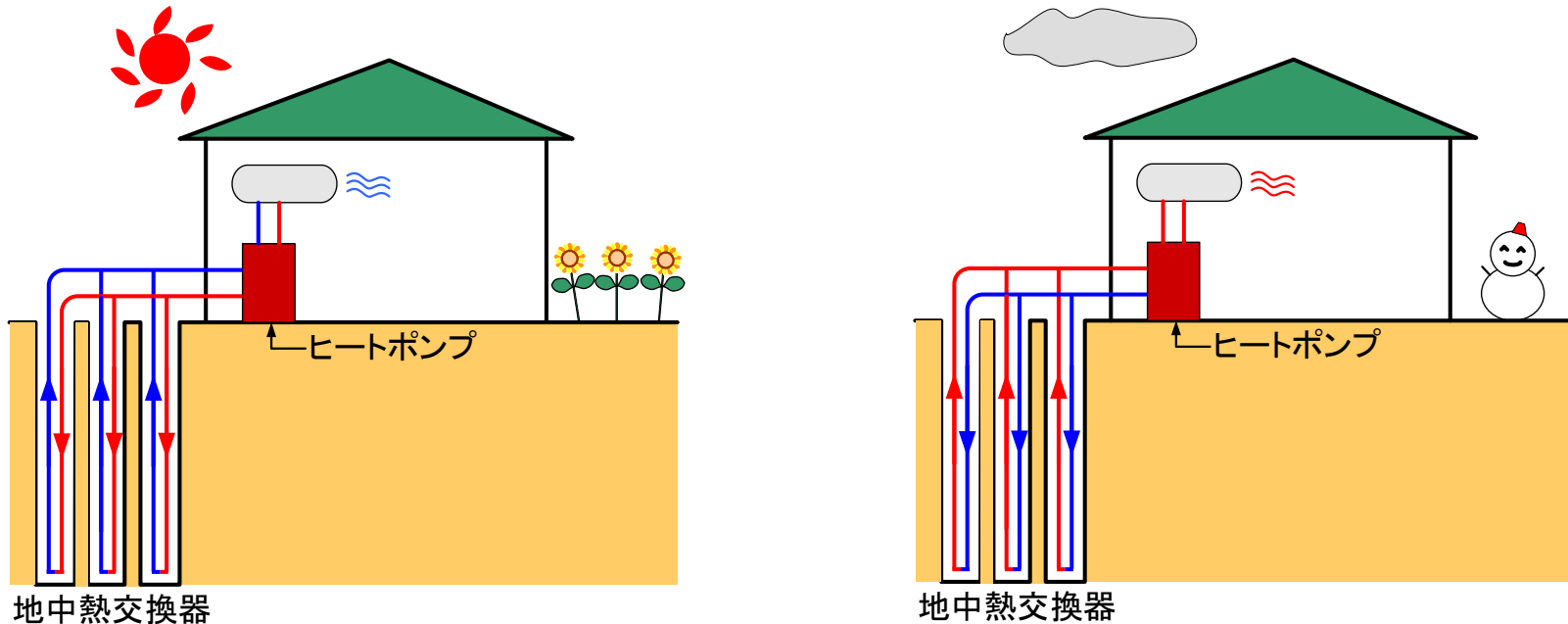


# 3. オープンループ方式のメリットを最大限に活用

## クローズドループ方式

- 熱媒体を地中に循環させて地下水や地盤と熱のやり取りを行います。
- オープンループ方式に比べて熱交換の効率は低いものの、地下水を揚水しないため、揚水規制のある地域でも導入可能で、場所を問わず利用できます。

### ヒートポンプシステム



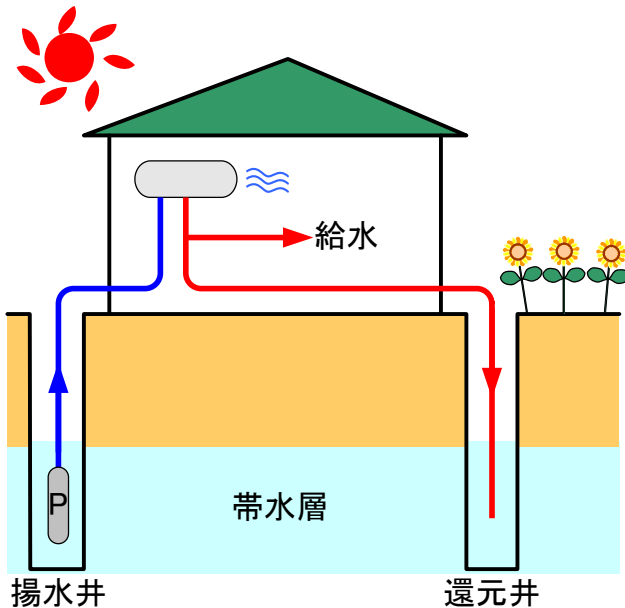
- この方式は、冷暖房の排熱を循環させるので運転時間により熱源温度が変動し、冷暖房の熱収支バランスの崩れが発生すると、その効率が低下することが懸念されます。

# 3. オープンループ方式のメリットを最大限に活用

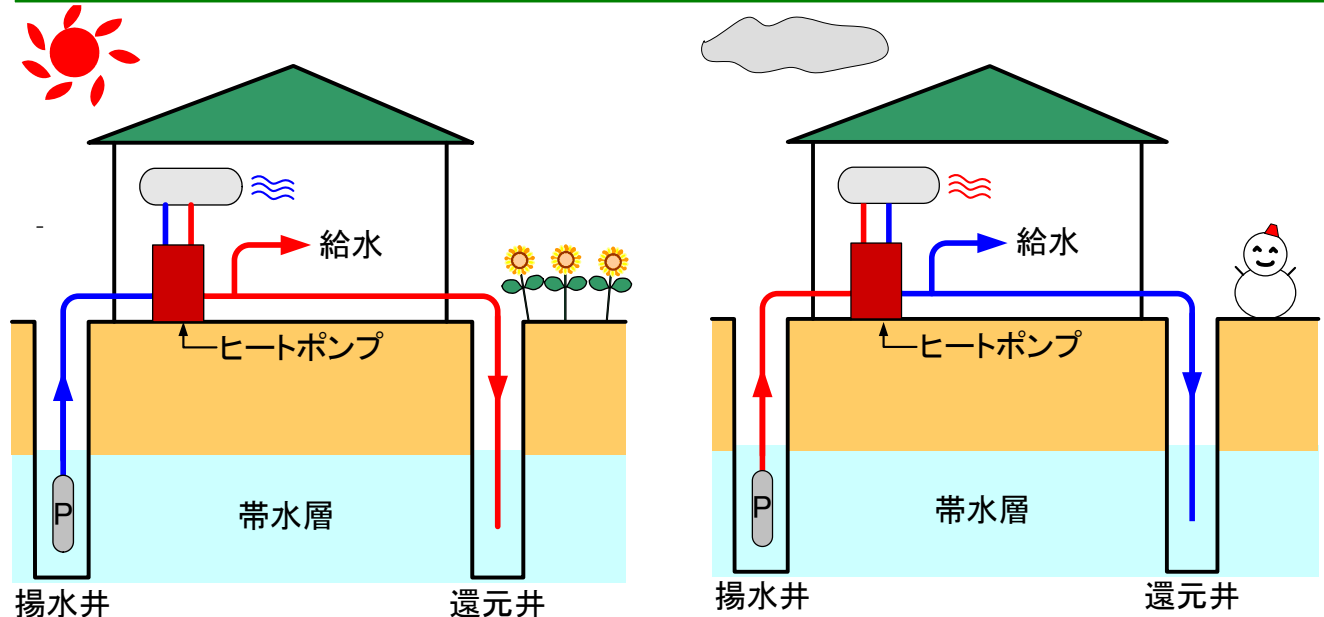
## オープンループ方式

- ▶ 既存・新規井戸で揚水した地下水と熱をやり取りし、その後水源として利用、余った地下水は地中に戻す（還元する）または地上で放流します。
- ▶ 地下水の温度は年間ほぼ一定であり、揚水量の調整により熱負荷に対応した採熱量のコントロールが可能であり、熱利用システムのイニシャルコスト低減や大規模化に適したシステムです。

### 地下水直接利用



### ヒートポンプシステム



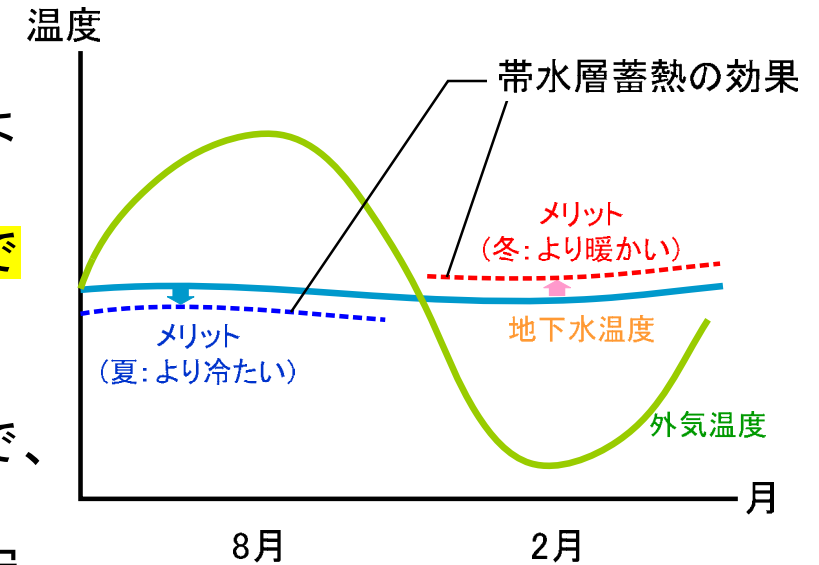
- ▶ オープンループ方式は、水温がほぼ一定である地下水を直接利用するため、熱収支バランスの崩れによる効率低下の心配はありません。
- ▶ 熱利用した地下水を還元する帯水層蓄熱方式を採用すれば、効率のさらなる向上が期待できます。
- ▶ また、災害時には防災用水源としても活用できます。

# 3. オープンループ方式のメリットを最大限に活用

## 帯水層蓄熱 (Aquifer Thermal Energy Storage) のシステム概要

ATESには下記のような特長があります。

- 夏季と冬季で揚水井・還元井を入れ替えることにより、熱源としての熱交換効率が向上
- 夏季はより冷たい地下水をフリークーリング回路で利用
- 井戸の逆洗効果により目詰まりを抑制
- 熱のみを取り、直接空気に触れないシステムなので、地下水の水質等への環境影響を最小化
- システム全体でブライン利用を必要とせず、高い安全性と高いメンテナンス性を確保





# 3. オープンループ方式のメリットを最大限に活用

## オープンループ方式利用に最適な水質

オープンループ方式では良質な水質の地下水を使用することが井戸及び設備の長寿命化にもつながります。

弊社ビルシステムでは、水質・水温ともに良好な地下水を利用しています。

原水の水質をモニタリングすることで、万が一の状況にも素早く対応できます。

水質項目	水質基準	水質検査結果
鉄及びその化合物	0.3 mg/L以下	0.03 mg/L未満
マンガン及びその化合物	0.05 mg/L以下	0.016 mg/L
色度	5 度以下	0.3 度
濁度	2 度以下	0.2 度

## 熱源の性能評価(速報)

熱源の性能評価：SPF(期間成績係数)を使います。

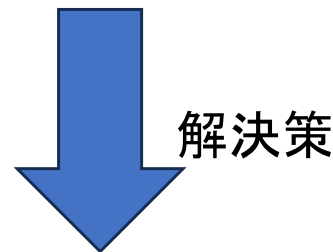
既存のエアコン(システムSPF<sub>c</sub> 3程度)と比較して、アクア新社屋は7月実績でSPF<sub>c</sub>(フリークーリング)で『7.3』と2.4倍となっており、高効率であることを示しています。

冬の評価はまだですが、帯水層蓄熱によりさらに高い性能評価を期待しています。

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

『地中熱ヒートポンプシステムオープンループ方式導入ガイドライン 第1版』(2017)によるとオープンループ方式は地下水を揚水して利用するシステムなので、下記に示す障害に対し多面的な検討が求められている。

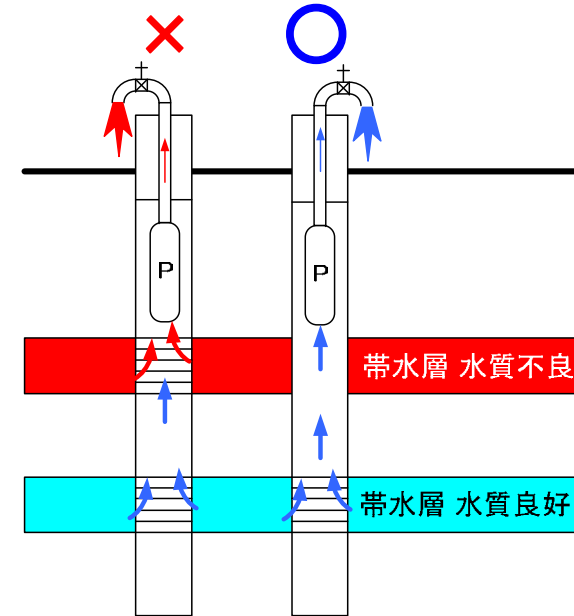
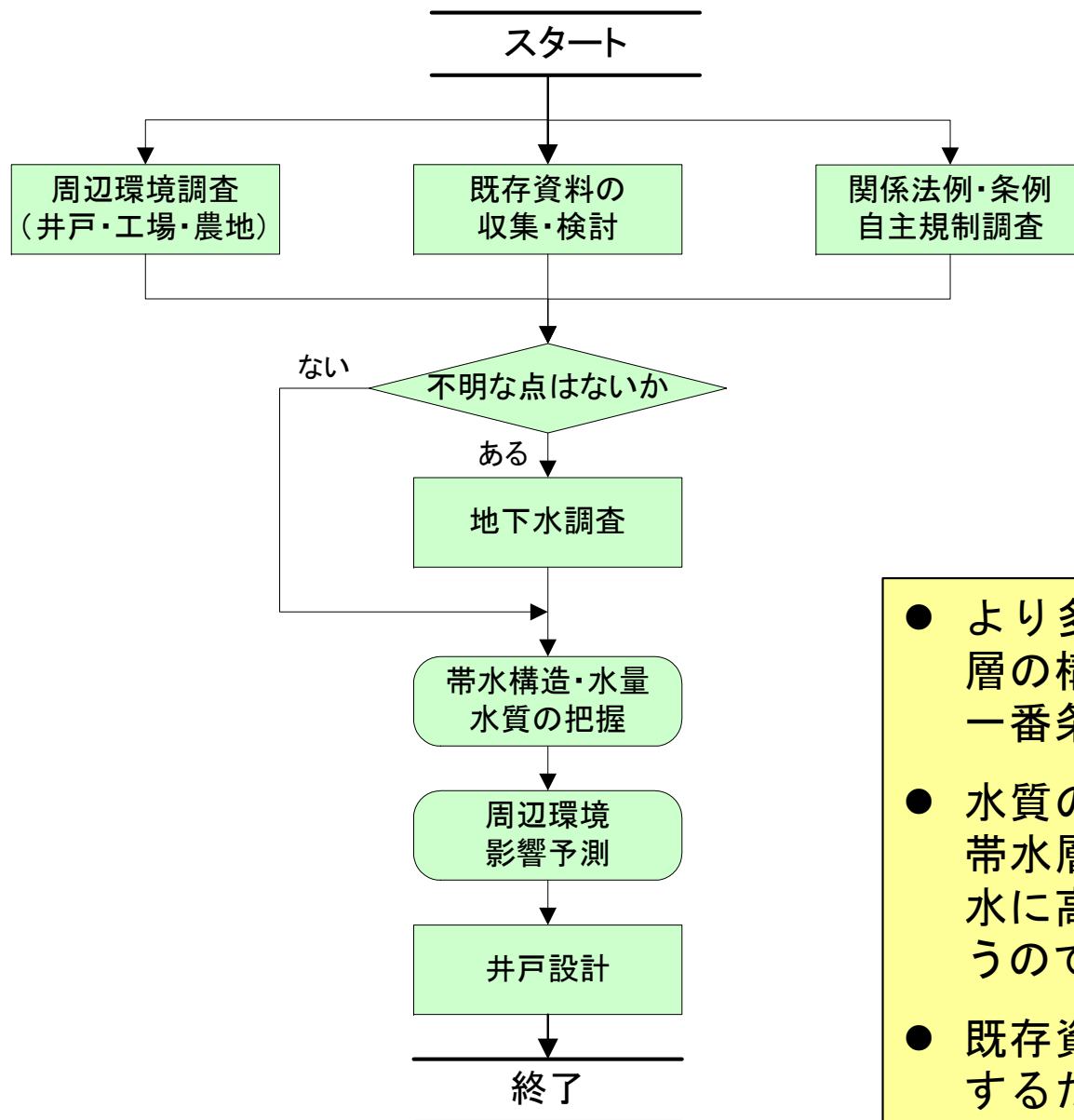
- 地下水障害(地下水位低下、地盤沈下、地下水塩水化など)  
⇒主に過剰揚水が原因
- 機械設備障害(スクリーンの目詰まりによる揚水・還元能力低下、熱交換器及び配管内のスケール付着による流量・熱交換能力低下など)  
⇒主に水質に起因する



- 地下水障害⇒障害を発生させない解析技術が確立されている(安全揚水量)
- 機械設備障害⇒水質が良好であれば心配はいらない

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

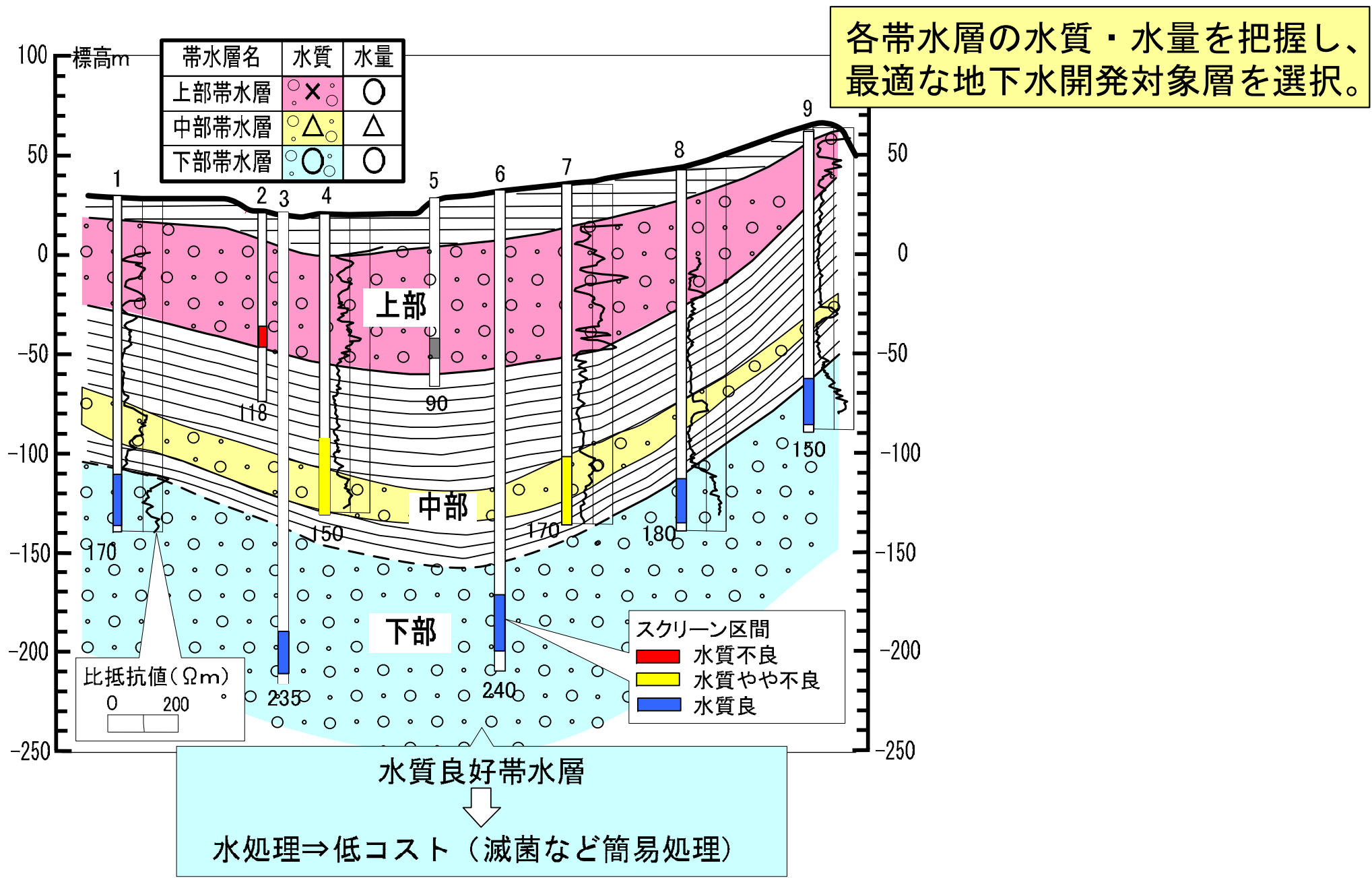
## 解決策⇒井戸設計の手順



- より多くの既存資料を収集・検討して、帯水層の構造や水質・揚水能力を的確に把握し、一番条件の良い地下水開発対象層を選択する。
- 水質の良好な帯水層があっても、水質不良な帯水層も選択してしまうと、水質不良な地下水に高額な処理費を要することになってしまうので注意が必要。
- 既存資料が不足な場合、不明な点を明らかにするための地下水調査を実施し、本井戸の設計に臨む必要がある。

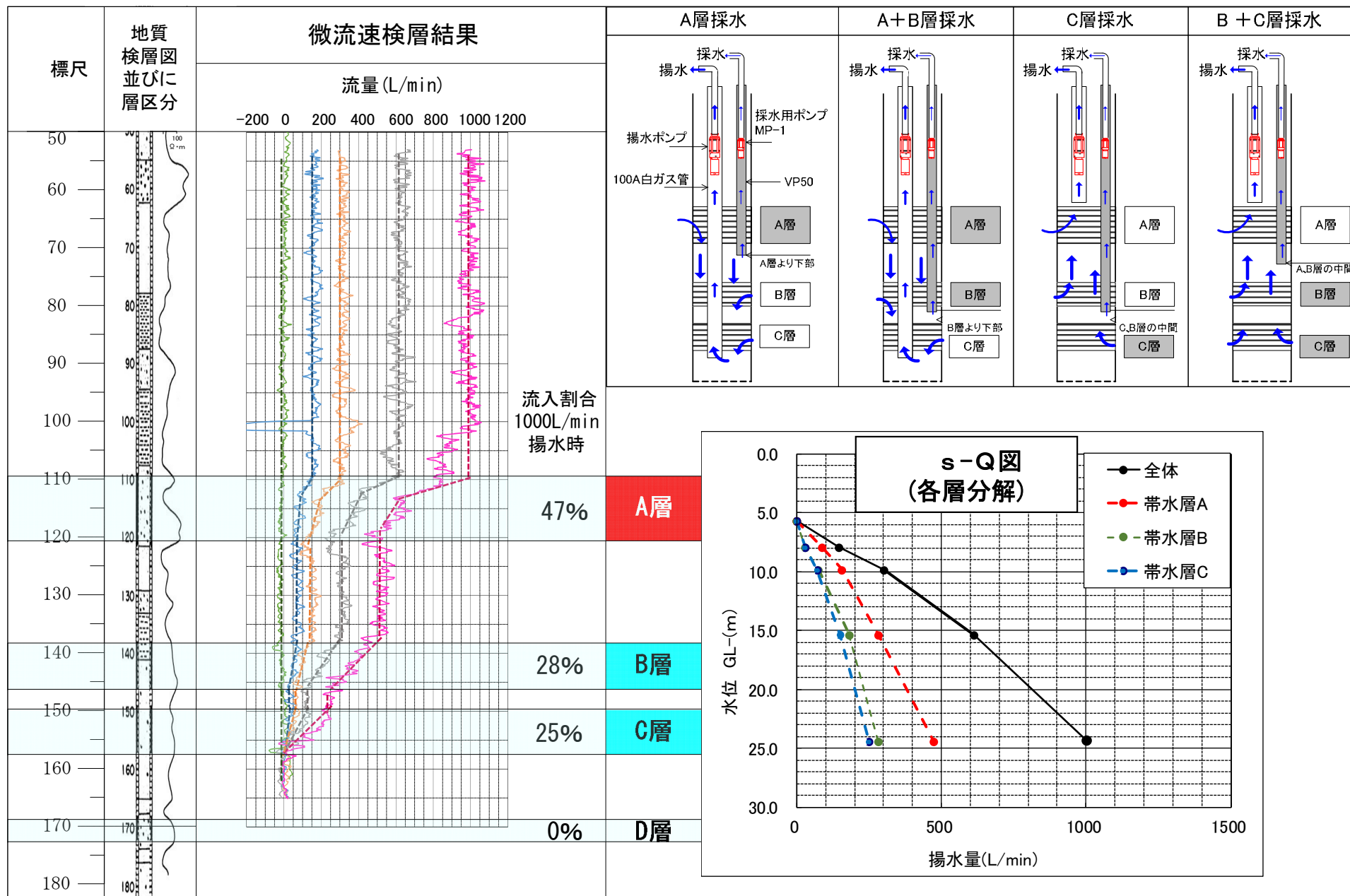
# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

解決策⇒既存資料の収集・検討(井戸データベース活用事例)



# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

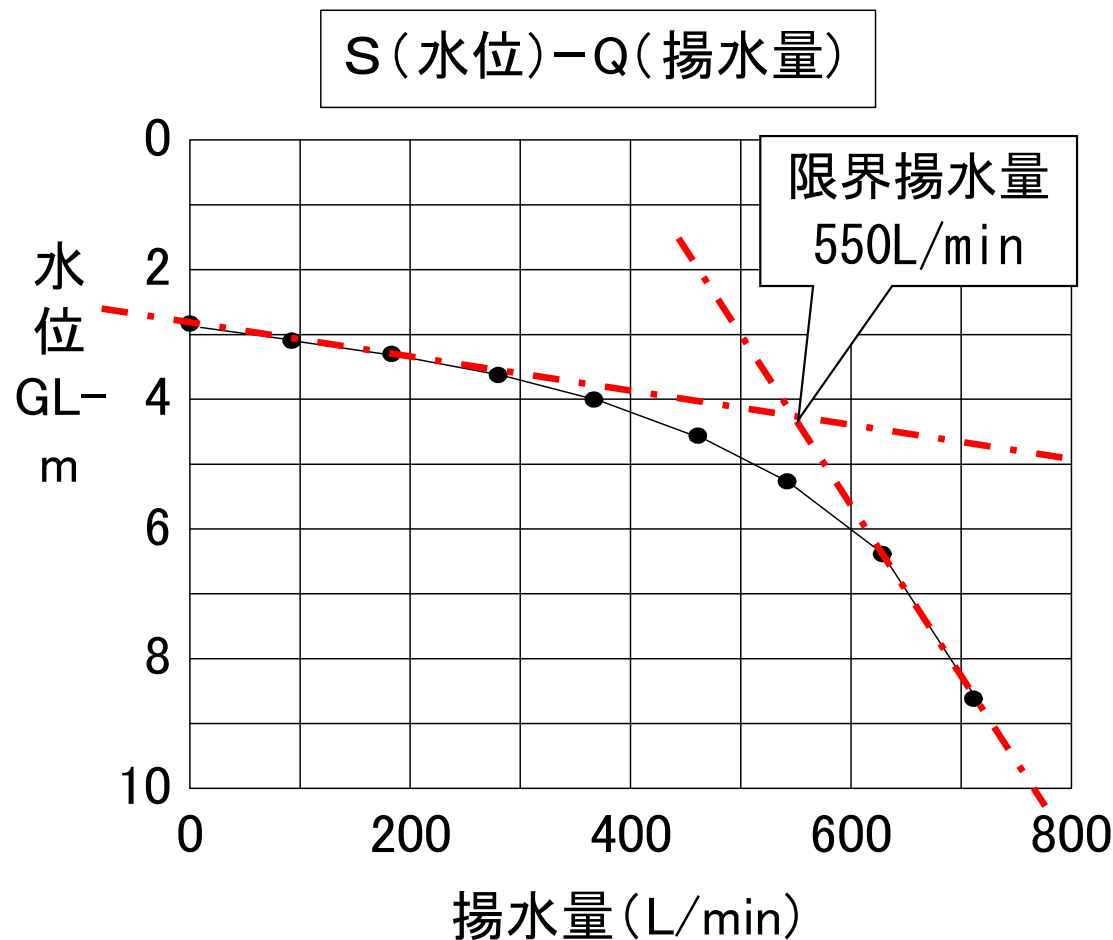
## 帯水層調査の事例 (微流速検層・深度別サンプリング)



# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

解決策⇒健全な地下水資源活用のための井戸能力評価方法の確立

限界揚水量の70% → **適正揚水量** → 長期的安定的に揚水可能な量とは限らない



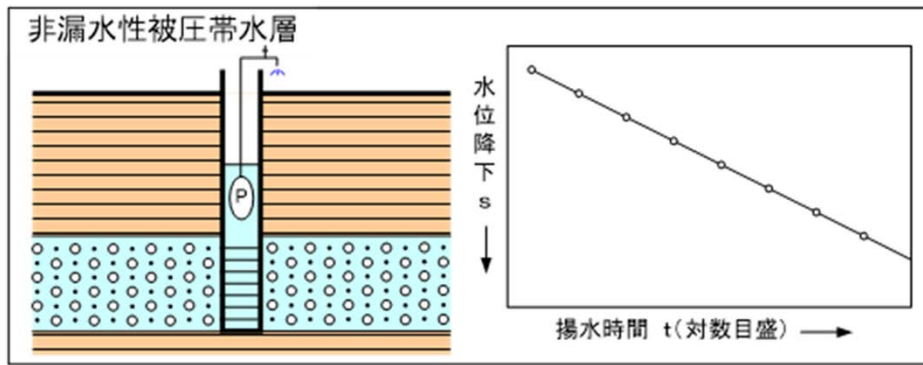
長期揚水においても  
許容低下水位を超えない

↓  
長期的水位低下予測

↓  
安全揚水量の決定

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

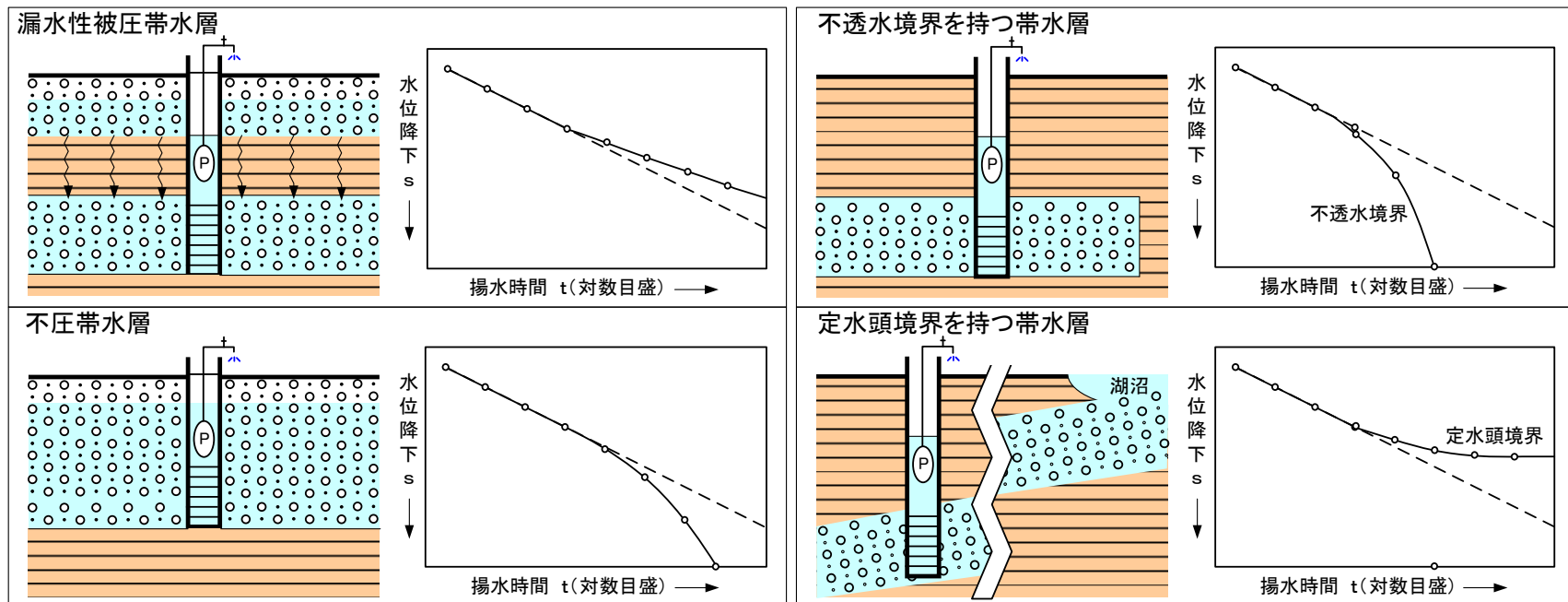
## 長期的水位低下予測の方法



ヤコブ (Jacob) の直線解析法の理論は、左図に示すように同一帯水層が連続・無限の広がりを持ち、他層からの漏水はないという条件下で成り立っており、水位降下と揚水時間の関係は直線で近似される。

ヤコブの直線解析法の理論における水位降下と揚水時間(対数目盛)模式図

他層から漏水がある帯水層や不圧帯水層、境界を持つ帯水層など帯水層系に違いがある場合には、直線で近似されない場合がある。その例を下図の模式図に示す。

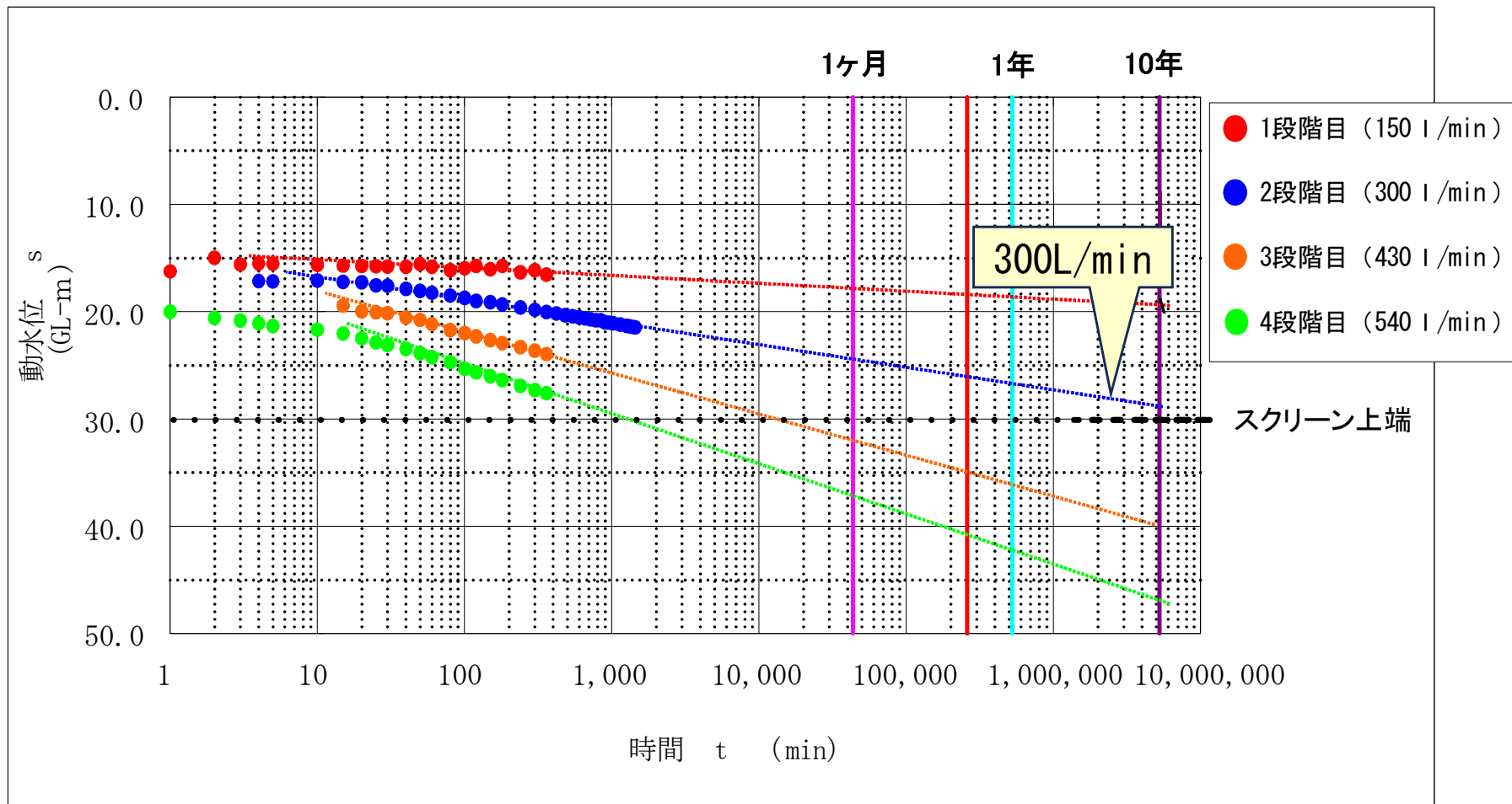


帯水層系の違いによる水位降下と揚水時間(対数目盛)模式図

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## 安全揚水量の検討(長期的水位低下予測の事例)

段階式揚水試験を6時間揚水と18時間回復の1日1段階として4段階実施。  
許容低下水位をスクリーン上端のGL-30mとすると、10年後も安定して揚水できる量として300 L/minを安全揚水量とした。

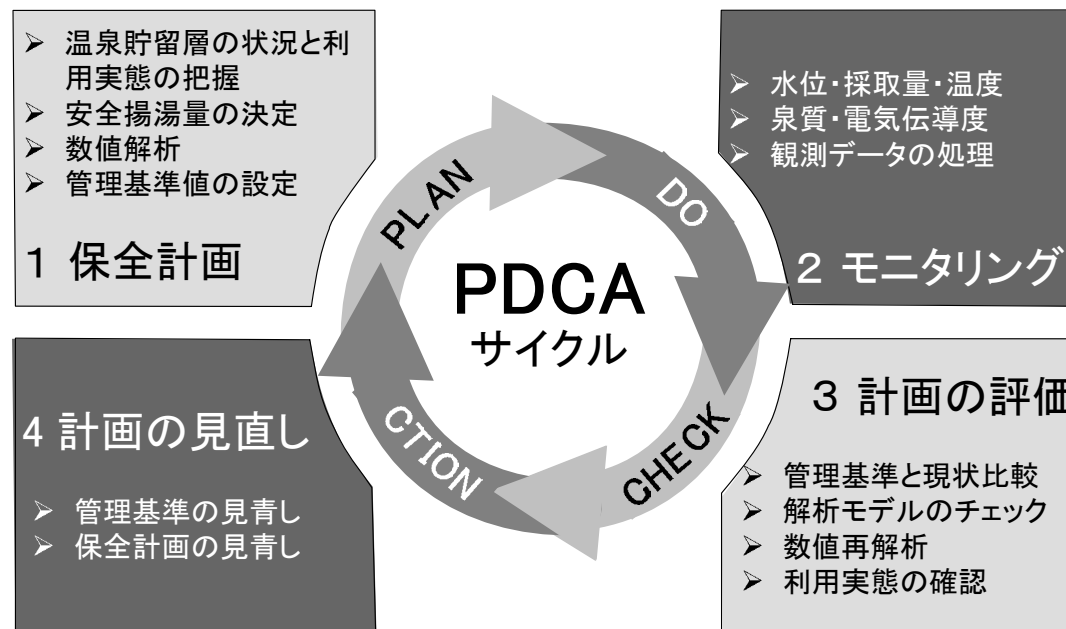




# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## 健全な地下水資源活用の手順(案)

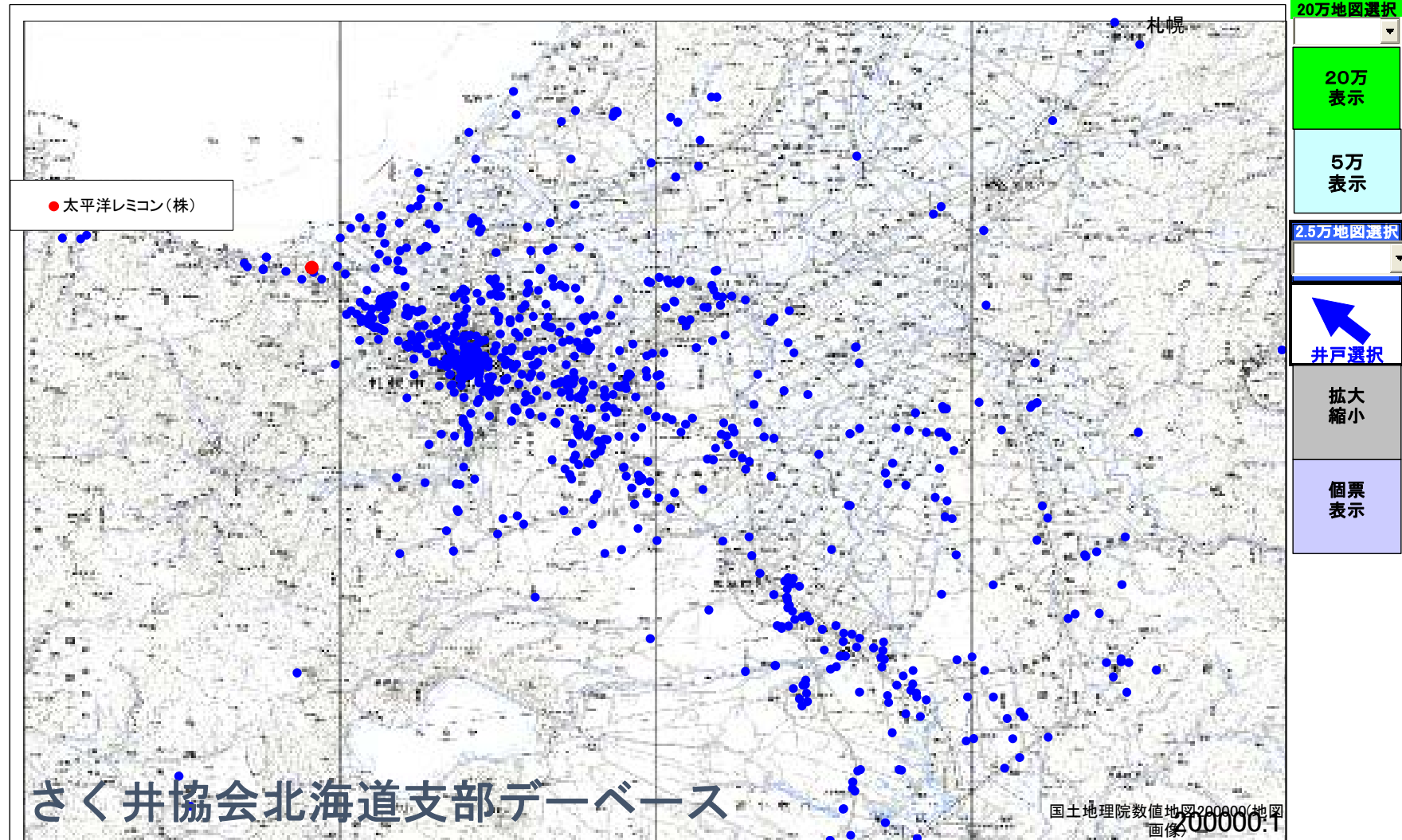
- 一般に、地下水に関するデータ整備や利用実態の把握は十分進んでいるとは言えない。また、健全な水収支を保つための管理基準値(水位・利用可能量等)を設定するための数値シミュレーションモデルを活用した実践例も限られており、当初から精度の高い将来予測は困難である。
- このため、適切な地下水の利用・保全に当たっては、最初は過去の地下水障害を教訓として実測値や経験則に基づいて計画を立案し、実際に運用しながら評価・見直しを重ねていくPDCAサイクル(下図)を継続的に行うことで、精度を高めていくことが重要である。



適切な地下水の利用・保全のためのPDCAサイクル

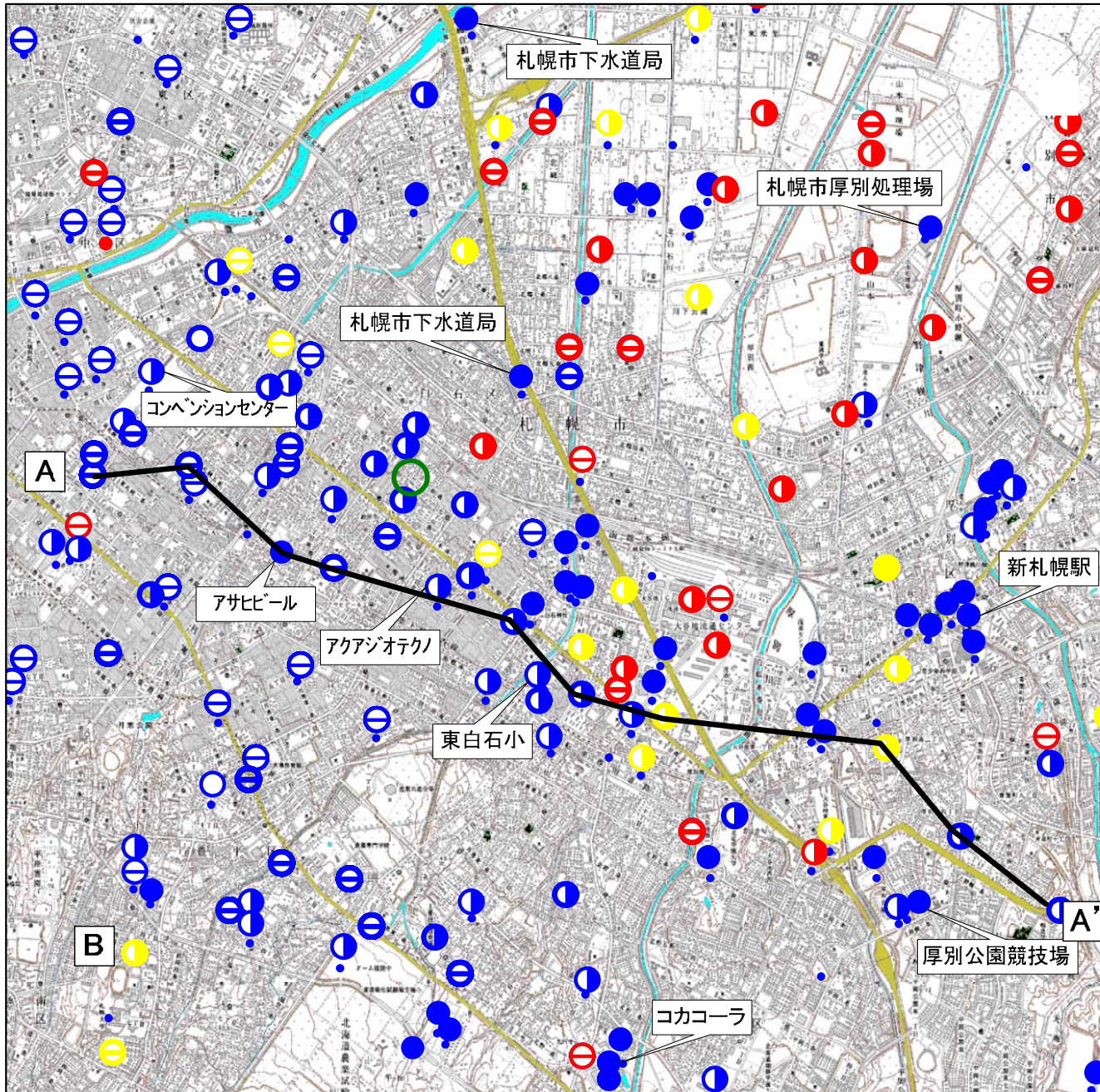
# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## アクアジオテクノの取水・還元帯水層の検討



# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

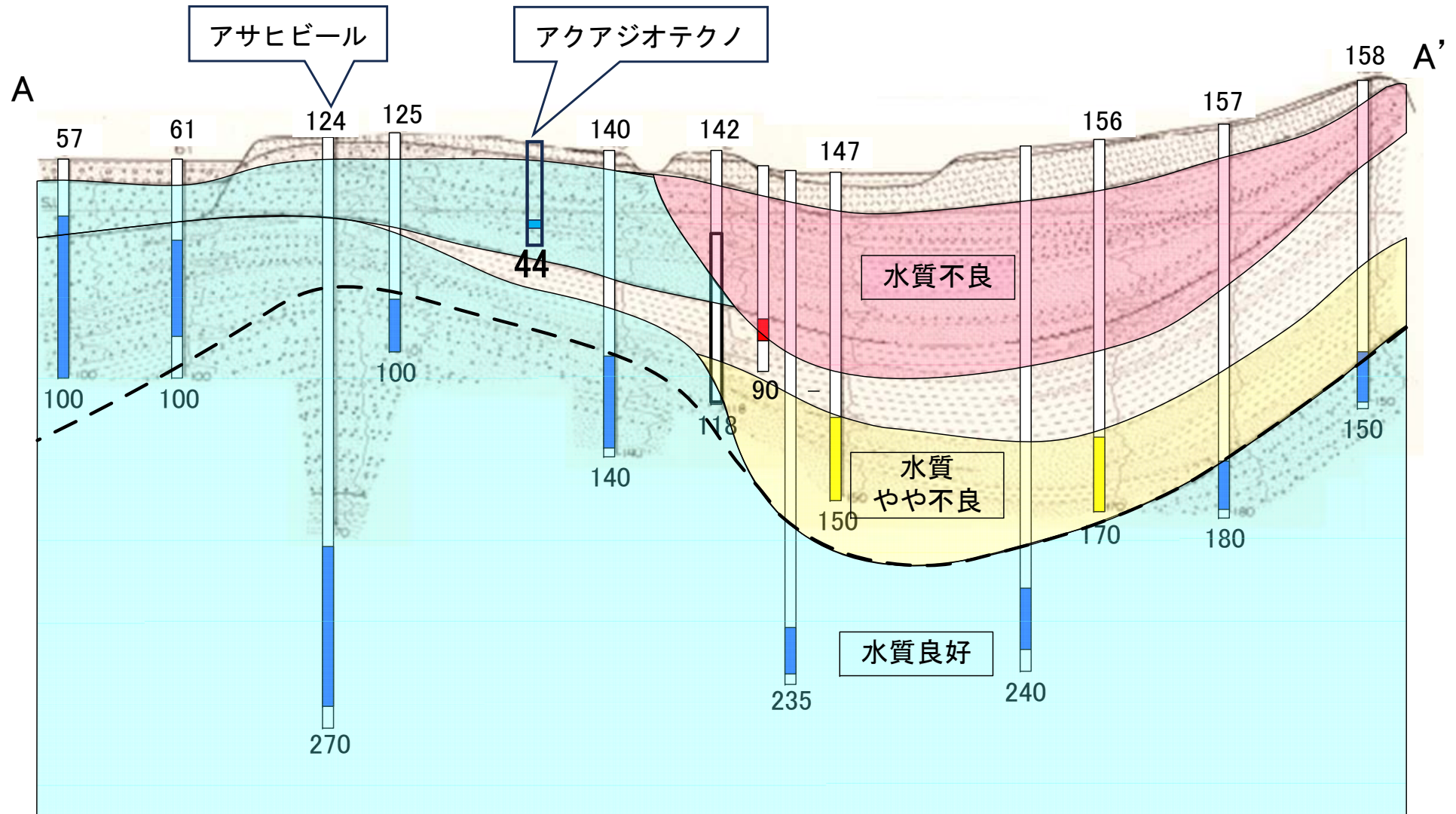
## アクアジオテクノの取水・還元帯水層の検討



	成分	良好	やや不良	不良
水質	Cl (mg/l)	~200	201~500	501~
	Fe (mg/l)	~0.30	0.31~1.00	1.01~
	KMnO4消費量(mg/l)	~10.0	10.1~30.0	30.1~
	色度 (度)	~5	6~20	21~
井戸深度 (m)	~30	○	●	●
	31~100	⊖	⊖	⊖
	101~200	⊖	●	●
	201~	●	●	●

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## アクアジオテクノの取水・還元帯水層の検討

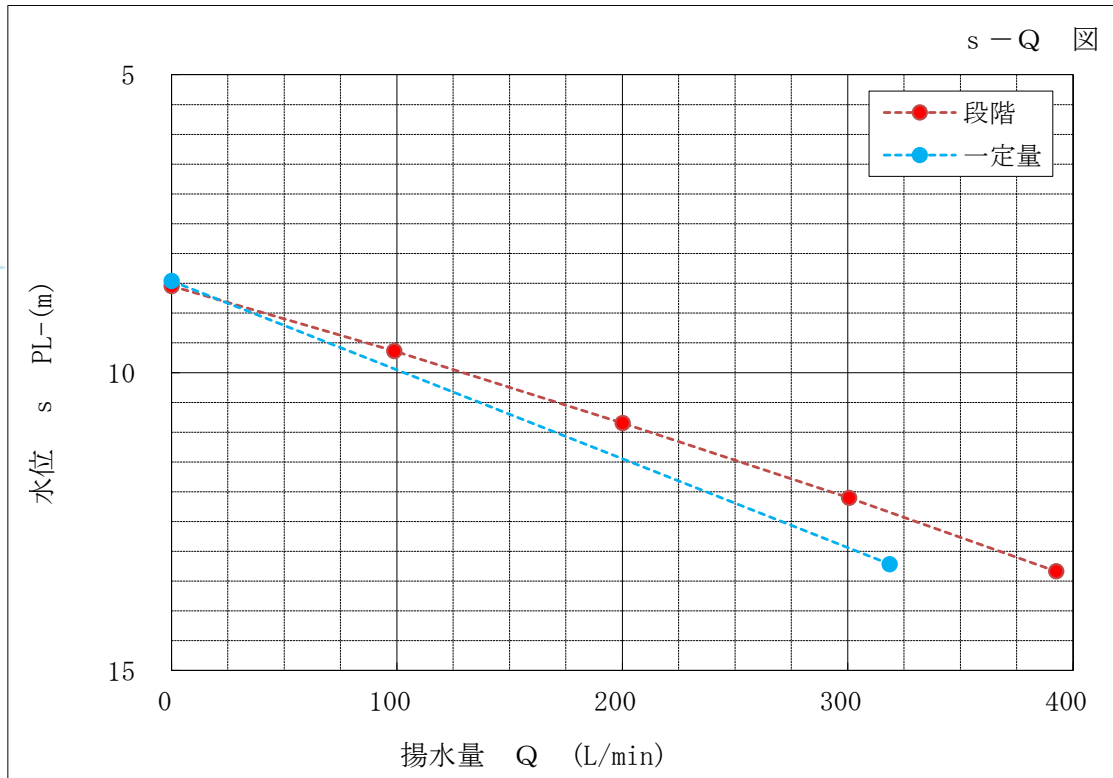
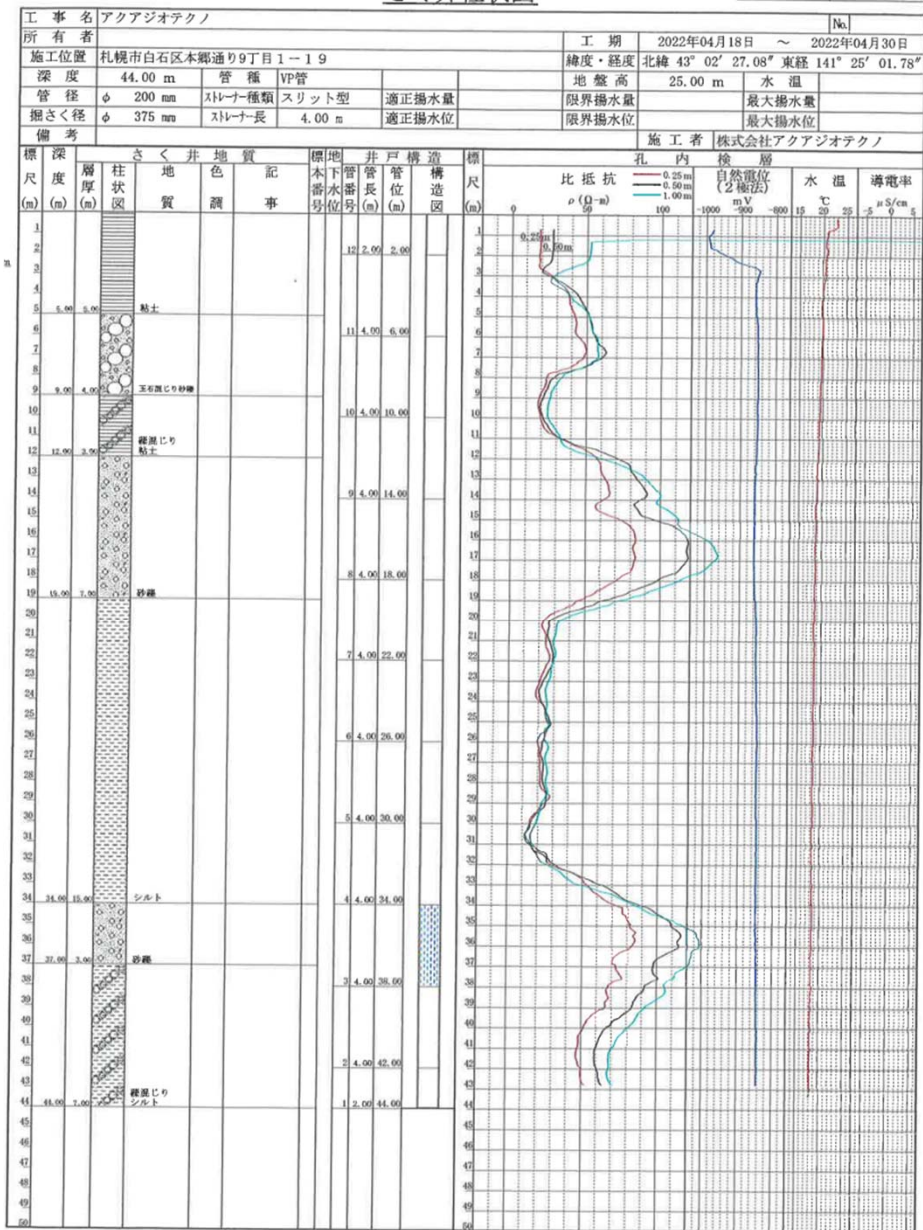


# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## アクアジオテクノ本社ビル 井戸柱状図・水位s-揚水量Q特性

さく井柱状図

ボーリングNo. 0000000#029



試験名	揚水量 (L/min)	動水位 PL-(m)	水位標高 (m)	水位変動量 (m)	比湧出量 (L/min/m)	温度 (°C)	電導度 (mS/m)	時間 (min)
初期水位	-	8.545	-	-	-	-	-	-
1段階目	98.9	9.634	-	1.089	90.8	11.2	15.3	120
2段階目	200.2	10.847	-	2.302	87.0	11.1	14.3	120
3段階目	300.6	12.103	-	3.558	84.5	11.0	13.9	120
4段階目	392.5	13.336	-	4.791	81.9	0.0	0.0	120
初期水位	-	8.464	-	-	-	-	-	-
一定量	318.6	13.213	-	4.749	67.1	11.1	13.88	360
回復	-	9.092	-	0.628	-	-	-	60

# 4. オープンループ方式導入計画の留意点

## アクアジオテクノ本社ビル 水質分析結果

件名	新設井戸No.2さく井工事				
採水場所	No.2井戸	(住所) 札幌市白石区本郷通9丁目北4-5			
採水者	高橋昂甫	(所属) (株) アクアジオテクノ			
採水日時	2023年3月17日 14時45分	天候	晴れ	水温	11.3 °C
種別	地下水	遊離残留塩素	— mg/L	気温	3 °C

2023年3月17日 依頼された上記試料の検査結果は下記のとおりです。

No.	項目	基準値	検査結果
1	一般細菌	1mL中100個以下	0 個/mL
2	大腸菌	検出されないこと	不検出
3	カドミウム及びその化合物	0.003 mg/L以下	0.0003 mg/L 未満
4	水銀及びその化合物	0.0005 mg/L以下	0.00005 mg/L 未満
5	セレン及びその化合物	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
6	鉛及びその化合物	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
7	ヒ素及びその化合物	0.01 mg/L以下	0.004 mg/L
8	六価クロム化合物	0.02 mg/L以下	0.002 mg/L 未満
9	シアン化物イオン及び塩化シアン	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
10	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10 mg/L以下	0.48 mg/L
11	亜硝酸態窒素	0.04 mg/L以下	0.004 mg/L 未満
12	フッ素及びその化合物	0.8 mg/L以下	0.11 mg/L
13	ほう素及びその化合物	1.0 mg/L以下	0.1 mg/L 未満
14	四塩化炭素	0.002 mg/L以下	0.0002 mg/L 未満
15	1,4-ジオキサン	0.05 mg/L以下	0.005 mg/L 未満
16	ジス,トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
17	ジクロロメタン	0.02 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
18	テトラクロロエチレン	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
19	トリクロロエチレン	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
20	ベンゼン	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L 未満
21	塩素酸	0.6 mg/L以下	— mg/L
22	クロロ酢酸	0.02 mg/L以下	— mg/L
23	クロロホルム	0.06 mg/L以下	— mg/L
24	ジクロロ酢酸	0.03 mg/L以下	— mg/L
25	ジブロモクロロメタン	0.1 mg/L以下	— mg/L
26	臭素酸	0.01 mg/L以下	— mg/L
27	トリクロロ酢酸	0.03 mg/L以下	— mg/L
28	ブロモジクロロメタン	0.03 mg/L以下	— mg/L
29	ブロモホルム	0.09 mg/L以下	— mg/L
30	総トリハロメタン	0.1 mg/L以下	— mg/L

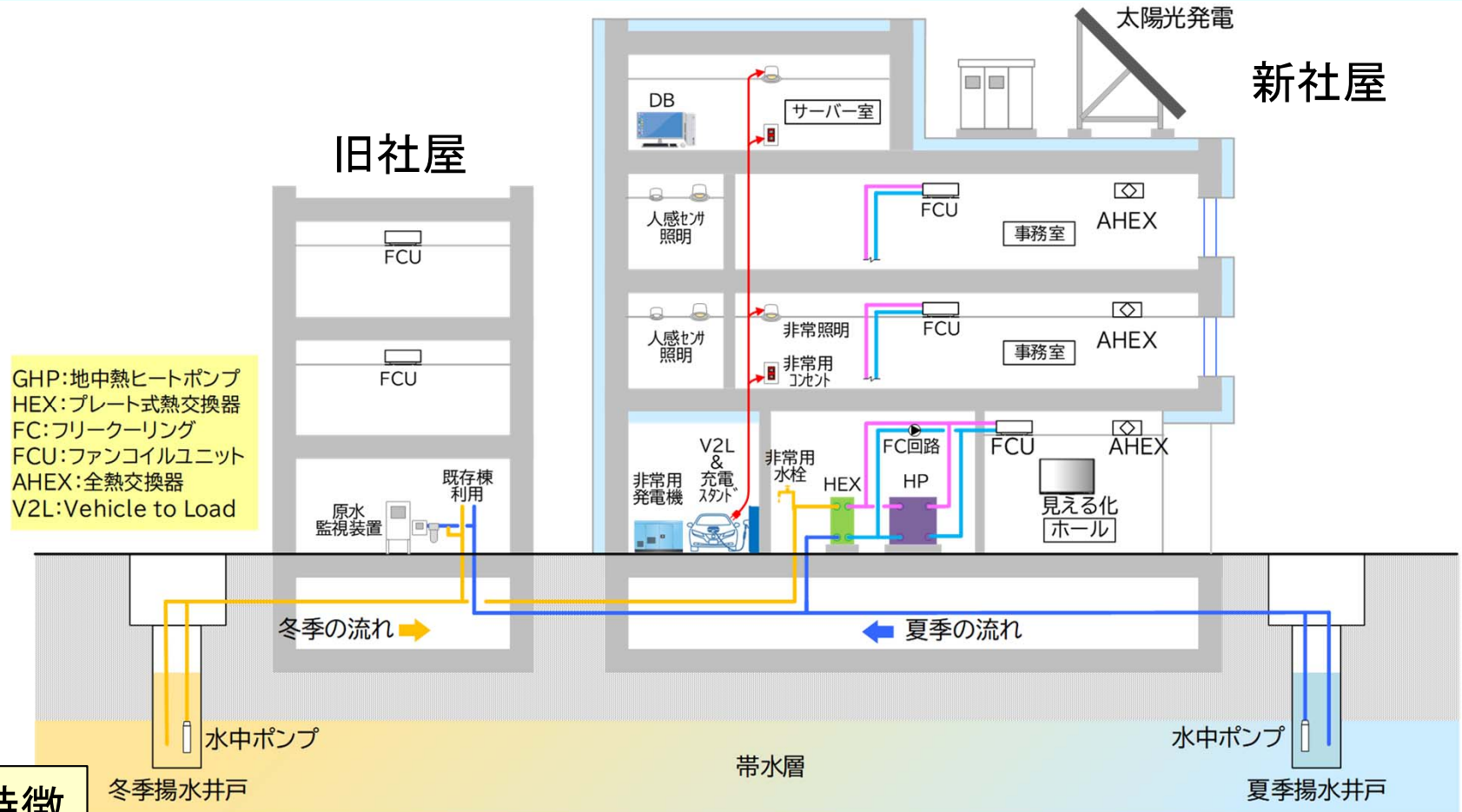
判定：検査項目については水質基準に適合しています。

検査担当者 理化学担当：扇谷 学 細菌担当：青井 慎二郎

No.	項目	基準値	検査結果
31	ホルムアルデヒド	0.08 mg/L以下	— mg/L
32	亜鉛及びその化合物	1.0 mg/L以下	0.01 mg/L 未満
33	アルミニウム及びその化合物	0.2 mg/L以下	0.02 mg/L 未満
34	鉄及びその化合物	0.3 mg/L以下	0.04 mg/L
35	銅及びその化合物	1.0 mg/L以下	0.01 mg/L 未満
36	ナトリウム及びその化合物	200 mg/L以下	7.6 mg/L
37	マンガン及びその化合物	0.05 mg/L以下	0.024 mg/L
38	塩化物イオン	200 mg/L以下	10 mg/L
39	カルシウム・マグネシウム等(硬度)	300 mg/L以下	48 mg/L
40	蒸発残留物	500 mg/L以下	130 mg/L
41	陰イオン界面活性剤	0.2 mg/L以下	0.02 mg/L 未満
42	ジオスミン	0.00001 mg/L以下	0.000001 mg/L 未満
43	2-メチルイソボルネオール	0.00001 mg/L以下	0.000001 mg/L 未満
44	非イオン界面活性剤	0.02 mg/L以下	0.005 mg/L 未満
45	フェノール類	0.005 mg/L以下	0.0005 mg/L 未満
46	有機物(TOC)	3 mg/L以下	0.3 mg/L 未満
47	pH値	5.8以上8.6以下	7.2
48	味	異常でないこと	異常なし
49	臭気	異常でないこと	異常なし
50	色度	5 度以下	0.3 度
51	濁度	2 度以下	0.1 度 未満
52	アンモニア態窒素	— mg/L以下	0.02 mg/L 未満
	以下余白		

No.1～No.51の基準値は、平成15年厚生労働省令第101号による(水道法)。

# 5. アクアジオテクノの地下水熱利用システム



## 本システムの特徴

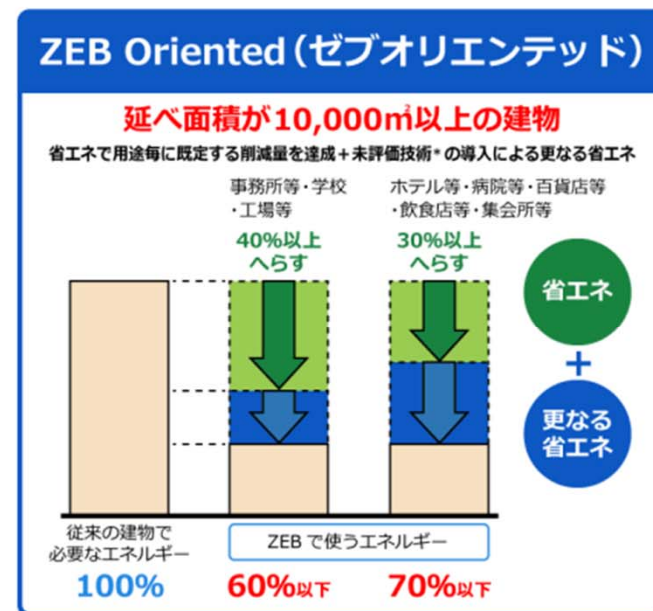
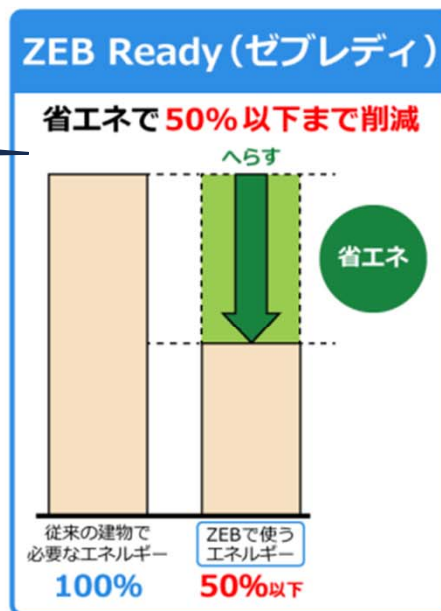
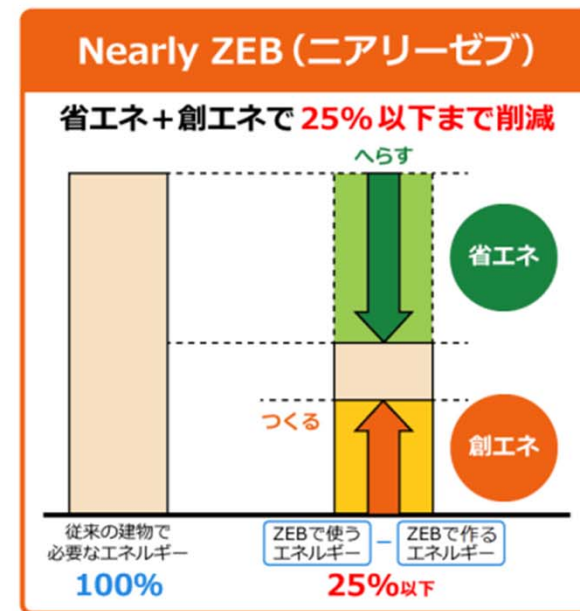
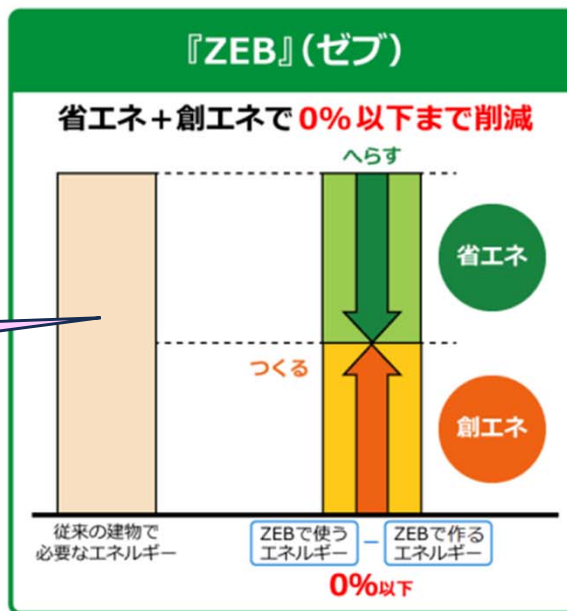
- オープンループ方式なので熱収支バランスの崩れによる効率低下の懸念がない
- 帯水層蓄熱 (Aquifer Thermal Energy Storage) による熱利用効率向上
- 浅井戸 (口径200mm × 深度42m) を熱源とすることによる初期コストの低減
- 災害時の防災井戸としての機能確保 (外部接続発電機の給電による)
- フロア別小型ヒートポンプによる省エネ運転
- 夏季のフリークーリングによる超省エネ運転
- システム省エネ効果及び井戸 (水位・水量・水温・水質) の「見える化」の導入による最適運用
- ゼロエネルギービルディング (ZEB) による熱負荷抑制

# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## ZEBの定量的な定義

従来の建物で必要なエネルギー

ZEBは ZEB Ready



名称	定義
『ZEB』	年間の一次エネルギー消費量が正味ゼロまたはマイナスの建築物のこと。
Nearly ZEB	『ZEB』に限りなく近い建築物として、ZEB Readyの要件を満たしつつ、再生可能エネルギーにより年間の一次エネルギー消費量をゼロに近付けた建築物のこと。
ZEB Ready	『ZEB』を見据えた先進建築物として、外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた建築物のこと。
ZEB Oriented	ZEB Readyを見据えた建築物として、外皮の高性能化及び高効率な省エネルギー設備に加え、更なる省エネルギーの実現に向けた措置を講じた建築物のこと。

\*WEBPROにおいて現時点で評価されていない技術



# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## 建物概要とZEB導入技術



### 建物概要

構造：鉄筋コンクリート造  
階数：地上4階  
延床面積：597m<sup>2</sup>  
竣工：2023年4月  
認証：建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS)  
最高ランク☆☆☆☆☆獲得  
ZEB認証 (ZEB Ready)



### ZEB導入技術

#### 再生可能エネルギー活用

- ・地下水熱利用熱源システム (ATES)
- ・太陽光発電システム

#### アクティブ手法

- ・人感センサ照明制御

#### パッシブ手法

- ・RC外断熱
- ・Low-e複層ガラス (空気層12mm)

#### その他機能

- ・V2L、外部発電機による災害時機能確保



太陽光発電



人感センサ照明



外断熱



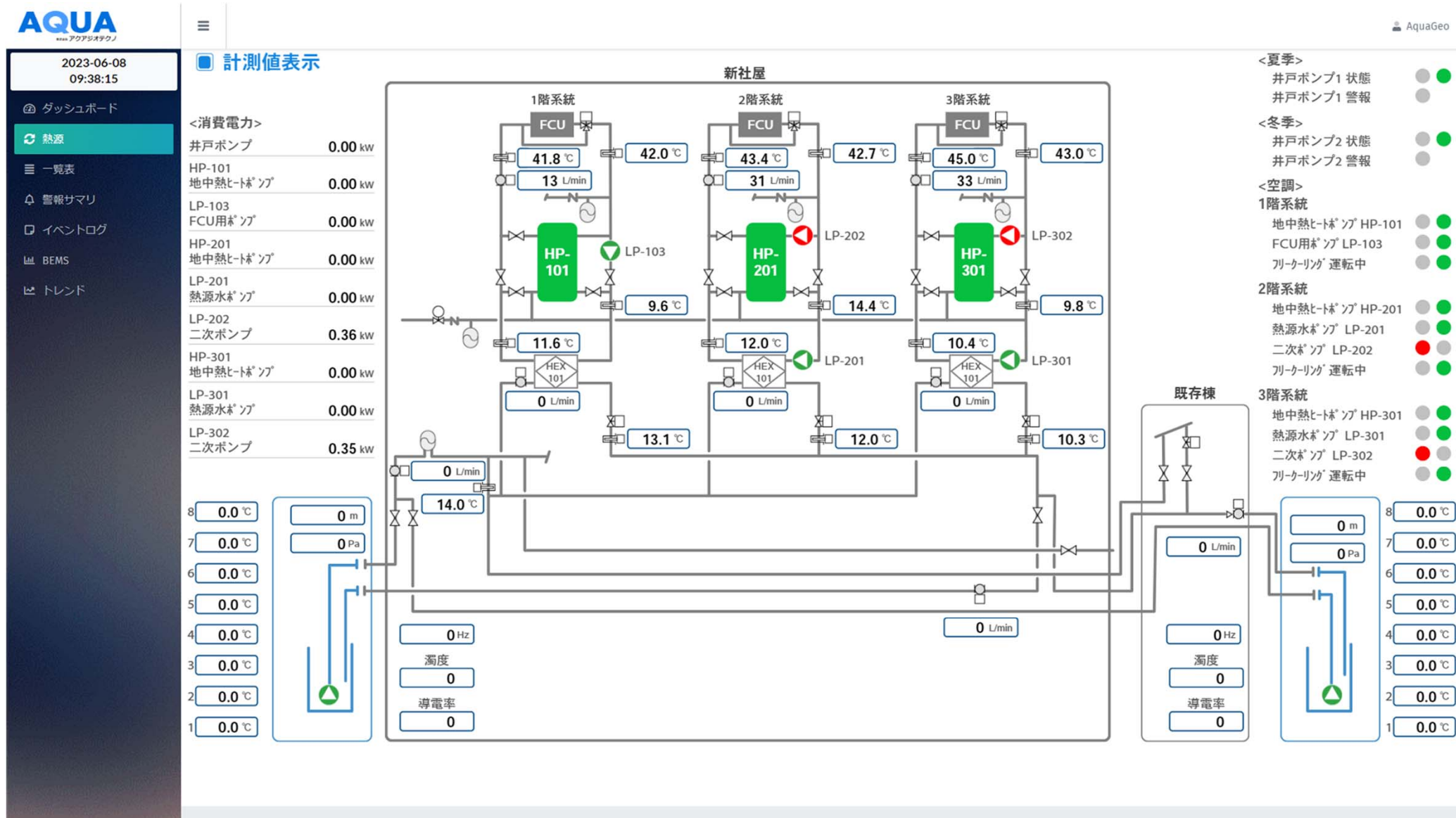
Low-e複層ガラス



EVスタンド

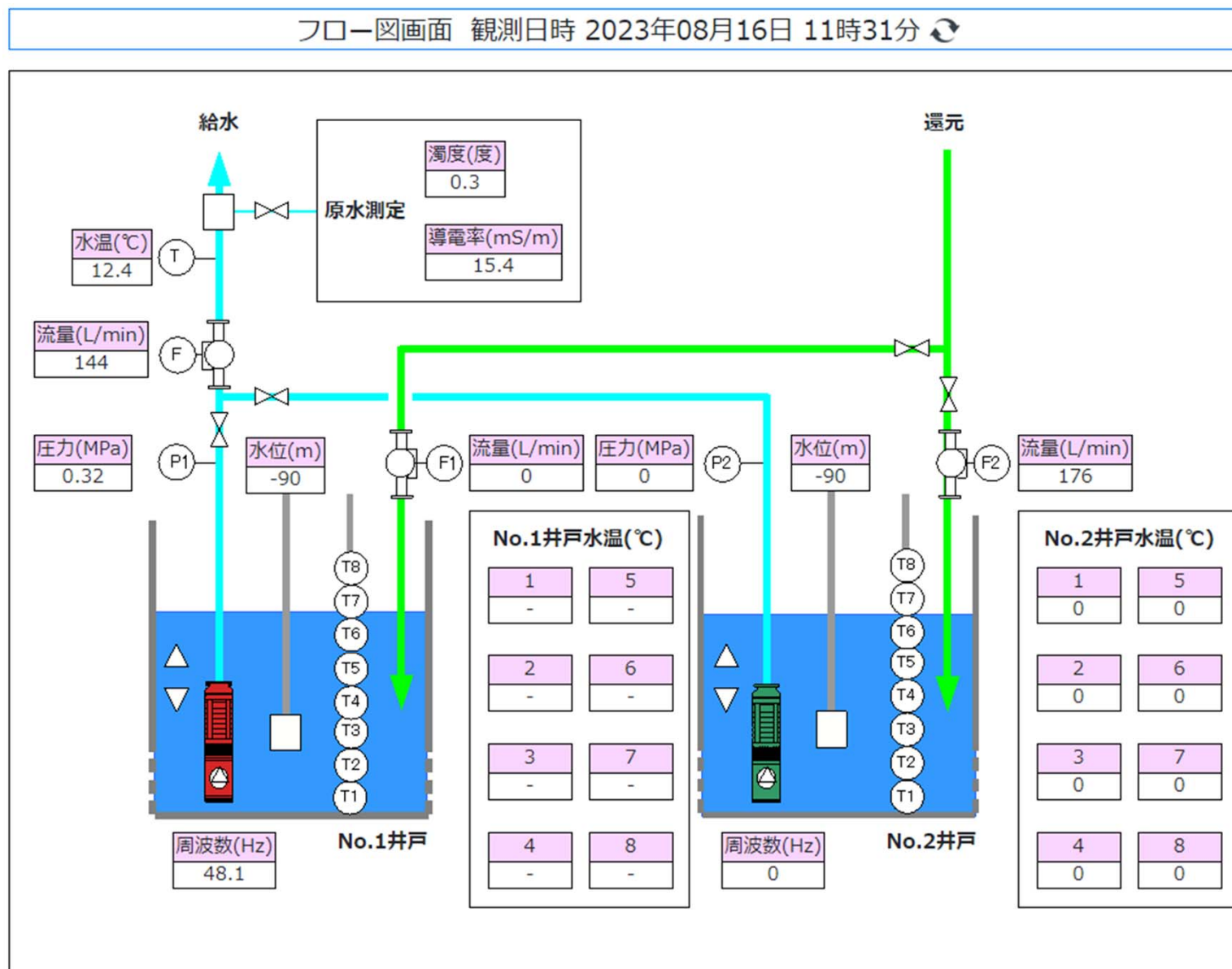
# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## システム省エネ効果の見える化



# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## 地下水の水位・水量・水質・水温の見える化



井戸内の温度は光ファイバーできめ細かく測定

# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## 井戸内・室内温度の見える化

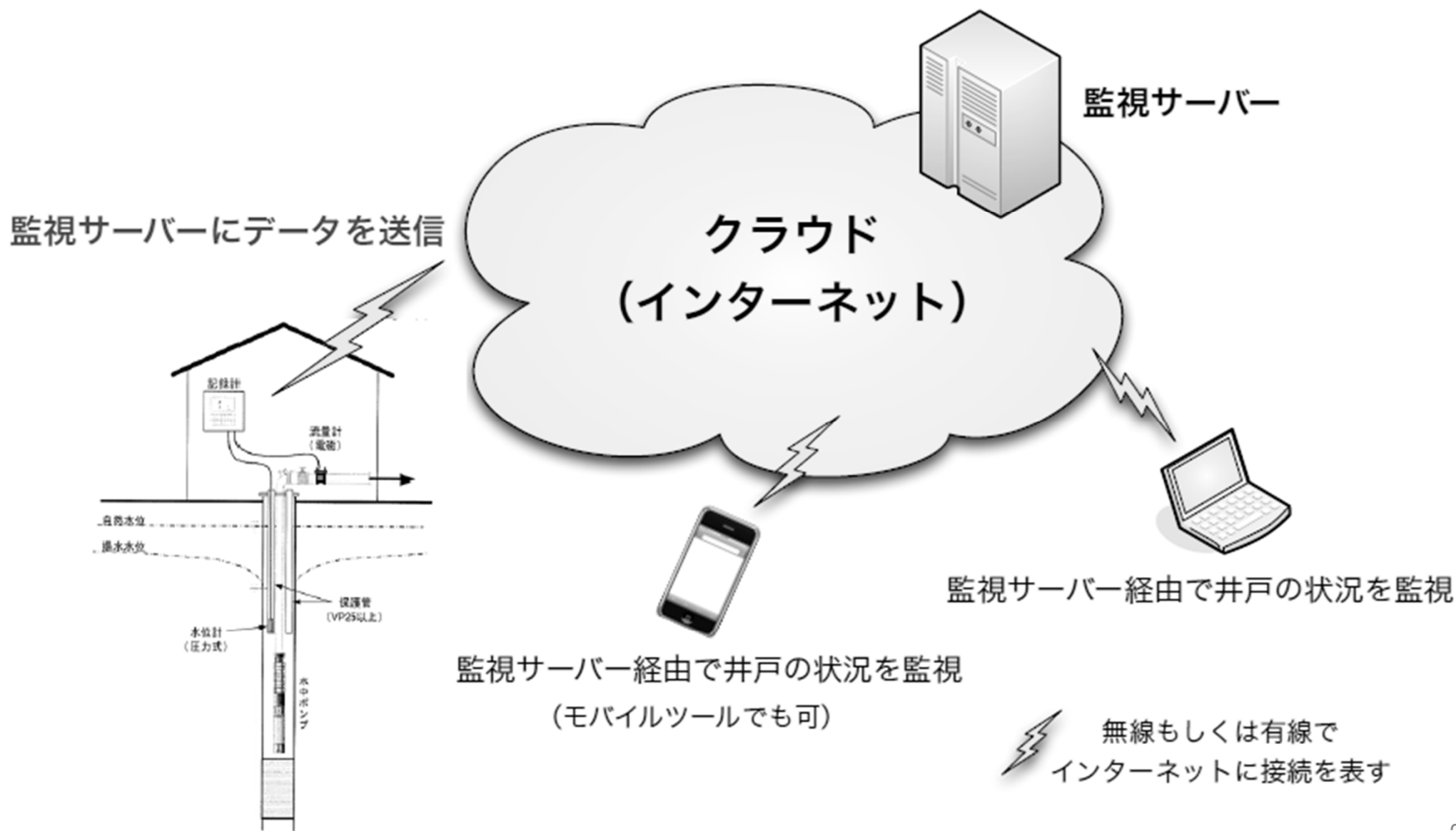


室内の温度も光ファイバーできめ細かく測定

# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

地下水の水位・水量・水質・水温の見える化

※参考資料 井戸監視システム



# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

地下水の水位・水量・水質・水温の見える化

※参考資料 井戸維持管理の委託について

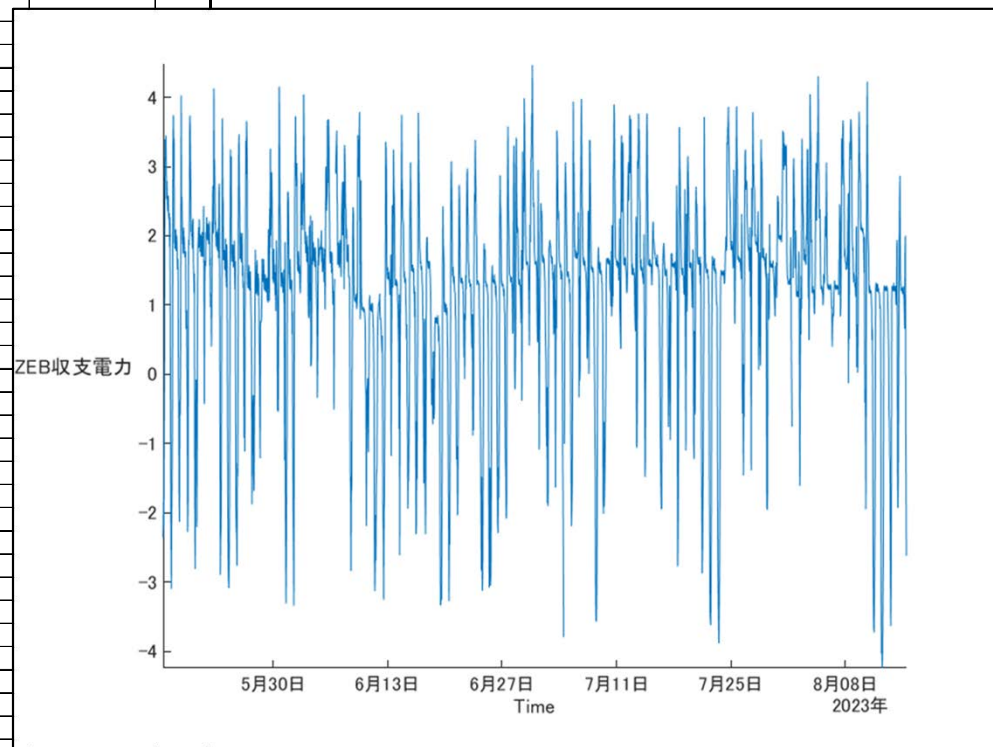
## 井戸維持管理委託契約の内容(事例)

項目	内容
日常点検	井戸稼働記録をインターネットに接続し、監視サーバーにて常時監視。
緊急対応	緊急対応体制の確立
現地 定期点検 (4回/年)	1.水中ポンプの絶縁抵抗測定・電流値・電圧値・ポンプ圧・締切圧・地上部目視・INV周波数 2.井戸の静水位・動水位・揚水量・揚水時間 3.計装設備の動作点検・調整
報告書	現況報告4回/年、報告書1回/年

# 6. ZEB (Zero Energy Building) を構成する要素技術

## 測定データ

HYD_AC_195	HYD_PV_1953	Ido_PV_1961	OutSide_1950	PM_AC_1935	PM_PV_1932	ZEB_AC_1967	ZEB_PV_1964	
1階系統2次側積算熱量	熱源水往温度(1階系統)	井戸濁度	外気温度	受電電力量(新+既)	受電電力量	1階熱源電力量	1階熱源電力量	
2階系統2次側積算熱量	熱源水往温度(2階系統)	井戸導電率	日射量	電灯盤電力量(新+既)	受電電圧	二次ポンプ電力量	二次ポンプ電力量	
3階系統2次側積算熱量	熱源水往温度(3階系統)	井戸No. 1濁度		動力盤電力量(新+既)	受電電流	1階熱源全体電力量	1階熱源全体電力量	
井水積算流量(全体)	熱源水還温度(1階系統)	井戸No. 1導電率		新棟電灯盤電力量	受電電率	1階空調全体電力量	1階空調全体電力量	
井水積算流量(新棟空調用)	熱源水還温度(2階系統)	井戸No. 1ポンプ1NV周波数		既存棟電灯盤電力量	電灯盤電力量	全館空調電力量	全館空調電力量	
井戸空調利用積算熱量	熱源水還温度(3階系統)	井戸No. 1水位		新棟動力盤電力量	電灯盤電圧	全館換気電力量	全館換気電力量	
1階系統1次側積算熱量	冷温水往温度(1階系統)	井戸No. 1還元瞬時流量		既存棟動力盤電力量	電灯盤電流	全館照明電力量	全館照明電力量	
2階系統1次側積算熱量	冷温水往温度(2階系統)	井戸No. 1圧力		4階系統電力量	電灯盤力率	全館給湯電力量	全館給湯電力量	
3階系統1次側積算熱量	冷温水往温度(3階系統)	井戸No. 1温度1(GL-35m)		4階非常用装置類電力量	動力版電力量	全館コンセント電力量	全館コンセント電力量	
	冷温水還温度(1階系統)	井戸No. 1温度2(GL-30m)		4階誘導灯電力量	動力版電圧	全館その他電力量	全館その他電力量	
	冷温水還温度(2階系統)	井戸No. 1温度3(GL-25m)		4階照明電力量	動力版電流	ZEB収支電力量	ZEB収支電力量	
	冷温水還温度(3階系統)	井戸No. 1温度4(GL-20m)		4階コンセント電力量	動力版力率	建物全体収支電力量	建物全体収支電力量	
	冷温水流量(1階系統)	井戸No. 1温度5(GL-15m)		4階換気電力量	新棟電灯盤電力量	太陽光発電電力量	太陽光発電電力量	
	冷温水流量(2階系統)	井戸No. 1温度6(GL-10m)		4階パワコン電力量	既存棟電灯盤電力量	1階衛生電力量	1階衛生電力量	
	冷温水流量(3階系統)	井戸No. 1温度7(GL-5m)		3階非常用装置類電力量	新棟動力盤電力量			
	1階系統2次側瞬時熱量	井戸No. 1温度8(井戸ビット内)		3階照明電力量	既存棟動力盤電力量			
	2階系統2次側瞬時熱量	井戸No. 2濁度		3階衛生電力量	4階系統電力量			
	3階系統2次側瞬時熱量	井戸No. 2導電率		3階コンセント電力量	4階非常用装置類電力量			
	井水往温度	井戸No. 2ポンプ1NV周波数		3階空調電力量	4階誘導灯電力量			
	井水還温度(1階系統)	井戸No. 2水位		3階換気電力量	4階照明電力量			
	井水還温度(2階系統)	井戸No. 2還元瞬時流量		2階非常用装置類電力量	4階コンセント電力量			
	井水還温度(3階系統)	井戸No. 2圧力		2階照明電力量	4階換気電力量			
	井水還温度(新棟空調系統)	井戸No. 2温度1(GL-35m)		2階衛生電力量	4階パワコン電力量			
a		井戸No. 2温度2(GL-30m)		2階コンセント電力量	3階非常用装置類電力量			
b		井戸No. 2温度3(GL-25m)		2階空調電力量	3階照明2電力量			
c		井戸No. 2温度4(GL-20m)		2階換気電力量	3階衛生電力量			
d		井戸No. 2温度5(GL-15m)		2階その他電力量	3階コンセント電力量			
	井水流量(新棟空調用)	井戸No. 2温度6(GL-10m)		1階非常用装置類電力量	3階空調電力量			
	井戸空調利用瞬時熱量	井戸No. 2温度7(GL-5m)		1階照明1電力量	3階換気電力量			
	1階系統1次側瞬時熱量	井戸No. 2温度8(井戸ビット内)		1階照明2電力量	2階非常用装置類電力量			
	2階系統1次側瞬時熱量			1階コンセント電力量	2階照明電力量			
	3階系統1次側瞬時熱量			1階空調電力量	2階衛生電力量			
	HP-101 COP			1階換気電力量	2階コンセント電力量			
	HP-201 COP			1階その他電力量	2階空調電力量			
	HP-301 COP			1階換気(有圧扇)電力量	2階換気電力量			
	1階系統システムCOP			HP-101電力量	2階その他電力量			
	2階系統システムCOP			HP-201電力量	1階非常用装置類電力量			
	3階系統システムCOP			HP-301電力量	1階照明1電力量			
	全系統システムCOP			LP-103電力量	1階照明2電力量			
	井水流量(1階空調系統)			LP-201電力量	1階コンセント電力量			
	井水流量(2階空調系統)			LP-202電力量	1階空調電力量			
	井水流量(3階空調系統)			LP-301電力量	1階換気電力量			
	井水流量(全体)			LP-302電力量	1階その他電力量			
				井戸ポンプ1NV制御盤電力量	1階換気(有圧扇)電力量			
				塩素注入装置電力量	HP-101電力量			
					HP-201電力量			
					HP-301電力量			
					LP-103電力量			
					LP-201電力量			
					LP-202電力量			
					LP-301電力量			
					LP-302電力量			
					井戸ポンプ1NV制御盤電力量			
					塩素注入装置電力量			
9	43	30	2	45	54	14	14	211



ZEB収支電力

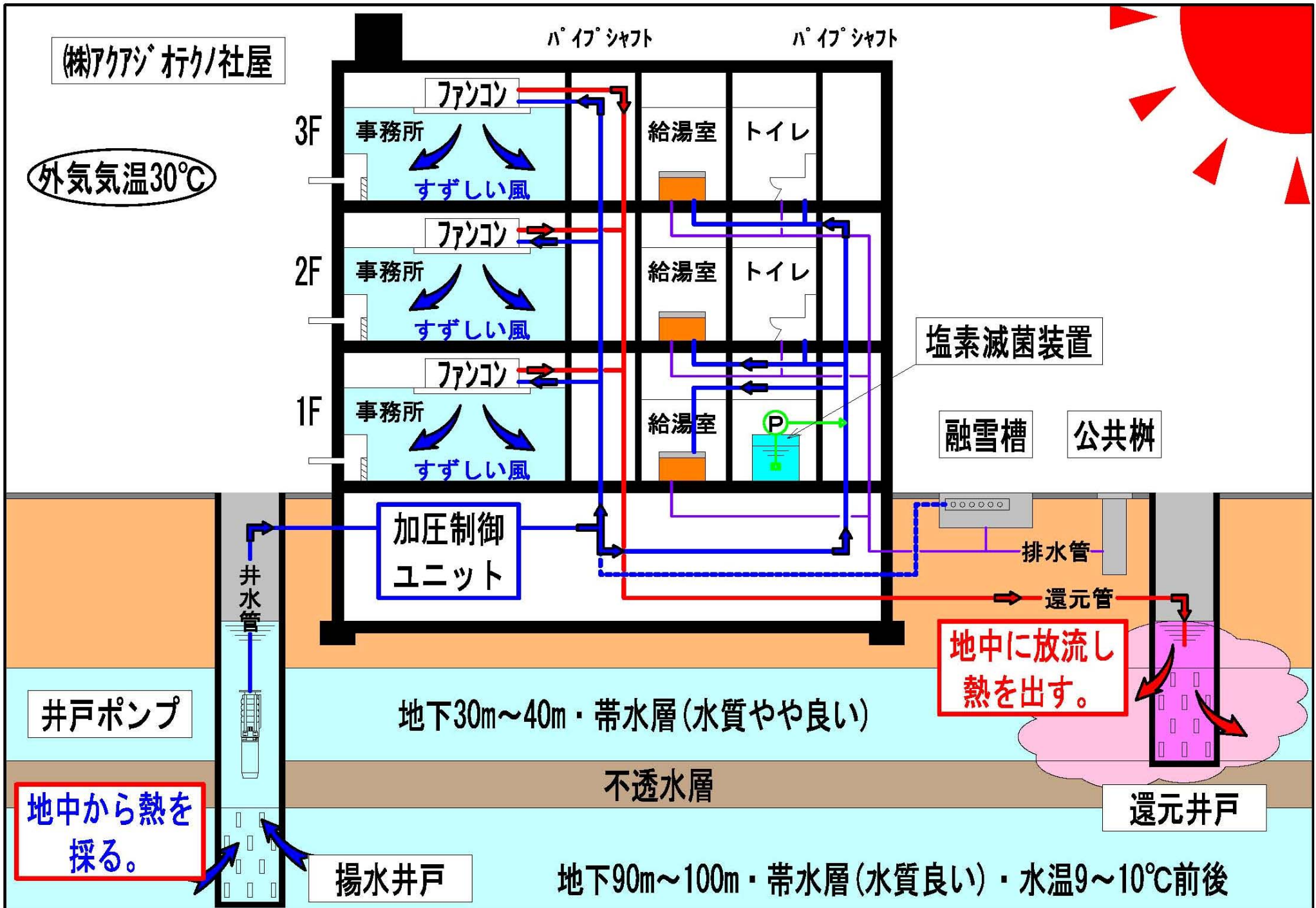
# 7. 旧社屋地下水利用システム(平成14年施工)

## システム概要

- 施設規模  
鉄骨造 3階建 延床面積 270m<sup>2</sup>
- 井戸方式  
揚水井 : 口径150A × 104m  
還元井 : 口径150A × 40m
- 利用期間  
通年(飲料、生活用水利用)  
別紙システム図参照
- 夏季の冷房利用(ファンコイルユニットによる直接利用)
- 冬季の融雪利用



# 7. 旧社屋地下水利用システム(平成14年施工)



# 7. 旧社屋地下水利用システム(平成14年施工)

## 揚水システム

- 揚水システムは配管圧力制御方式で、配管内の圧力の増減によって水中ポンプが運転停止する。
- インバーターを併用した、圧力一定の回転制御システムであるので、揚水量に見合った電気代となるので、省エネ効果が高い。



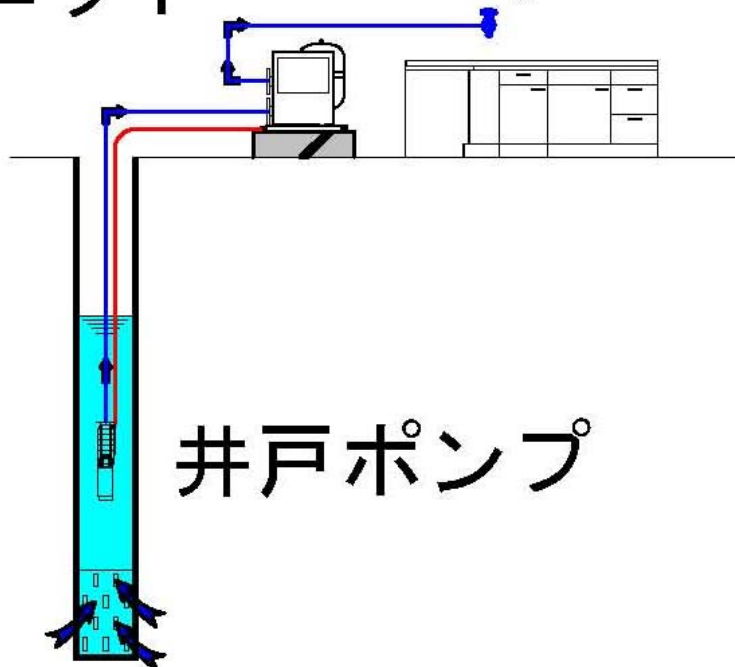
圧カタンク



電磁流量計

加圧制御  
ユニット

カラン

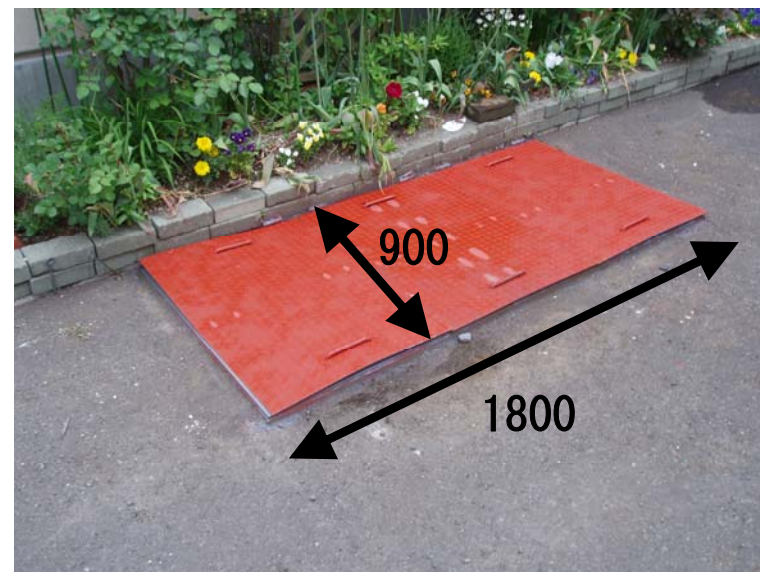


インバーター盤

# 7. 旧社屋地下水利用システム(平成14年施工)

## 融雪槽

- 札幌市は、融雪のための下水道排水は無料



# 7. 旧社屋地下水利用システム(平成14年施工)

## 導入の効果(平成15年試算)

### ・飲雑用水利用比較一覧表

※平均1ヶ月使用量を23.3m<sup>3</sup>/月とした。(下水道料金は除く)

項目	井戸水		上水道	
	内容	金額	内容	金額
水道基本料金		0 円/月	25mm	4,300 円/月
水道使用料金		0 円/月	13.3 m <sup>3</sup> × 265 円/m <sup>3</sup>	3,525 円/月
薬品(塩素滅菌)	0 本/月 × 2000 円	0 円/月		0 円/月
電気基本料金	冷房・融雪に含む	0 円/月		0 円/月
電気使用料金	101.4 kwh × 11.6 円/kwh	1,176 円/月		0 円/月
小計		1,176 円/月		7,825 円/月
年間(1)	使用期間 12 ヶ月	14,115 円/年	使用期間 12 ヶ月	93,894 円/年

100%

15%

### ・冷房用利用比較一覧

※エアコンの想定については、同等の能力機種で選定した。

( エアコン 13.6 kw × 日稼動時間 9 時間/日 × 日数 25 日/月 × 力率 80%

項目	井戸水		空冷式パッケージ	
	内容	金額	内容	金額
電気基本料金	5 kw × 1228.5 円/月	6,143 円/月	18 kw × 1228.5 円/月	22,113 円/月
電気使用料金	350 kwh × 11.6 円/kwh	4,060 円/月	2448 kwh × 11.6 円/kwh	28,397 円/月
小計		10,203 円/月		50,510 円/月
年間(2)	使用期間 3 ヶ月	30,608 円/年	使用期間 3 ヶ月	151,529 円/年

100%

20%

### ・融雪用利用比較一覧

項目	井戸水		外注	
	内容	金額	内容	金額
電気基本料金	5 kw × 1228.5 円/月	6,143 円/月		0 円/月
電気使用料金	57.5 kwh × 11.6 円/kwh	667 円/月		0 円/月
除雪作業費		0 円/月	1 ヶ月 × 30000 円/月	30,000 円/月
小計		6,810 円/月		30,000 円/月
年間(3)	使用期間 3 ヶ月	20,429 円/年	使用期間 3 ヶ月	90,000 円/年

100%

23%

ランニングコスト合計(年間(1)+年間(2)+年間(3))	65,151 円/年	335,423 円/年
-------------------------------	------------	-------------

19%

差額  
270,273 円/年

100%

## 8. おわりに

- オープンループ方式導入計画の留意点として、地下水を揚水して利用するシステムなので、地下水障害および機械設備障害について多面的に検討することが求められています。
- 現在地下水の保全技術は進歩しており、更に弊社水源の水質は極めて良好なので、障害の発生の可能性は極めて低いと判断されます。
- 今後は、弊社の見える化観測システムで、省エネ効果(省エネルギーやCO<sub>2</sub>排出量削減効果)、地下水・地盤環境への負荷(環境負荷の発生)や地下水障害および機械設備障害の発生状況を確認することを目的として、モニタリングを継続していく所存です。
- 結果は、改善点を加えて定期的にご報告させて頂きたいと考えております。
- 最後に、弊社地下水熱利用システム構築に当たり、多大なるご指導を頂きました金沢大学地盤工学研究室の 阪田義隆 准教授、三建設備工業株式会社技術統括本部 開発G ZEBチーム リーダー 佐藤英樹 様に、深く感謝申し上げます。

ご清聴、ありがとうございました。