

水文環境図「大阪平野」

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

地質調査総合センター

初期画面 説明書 PDF版 使い方 注意事項

地形・地質・地域の情報

Topography, geology and local information

水文地質情報 Hydrogeologic information

地下水水位情報 Groundwater level

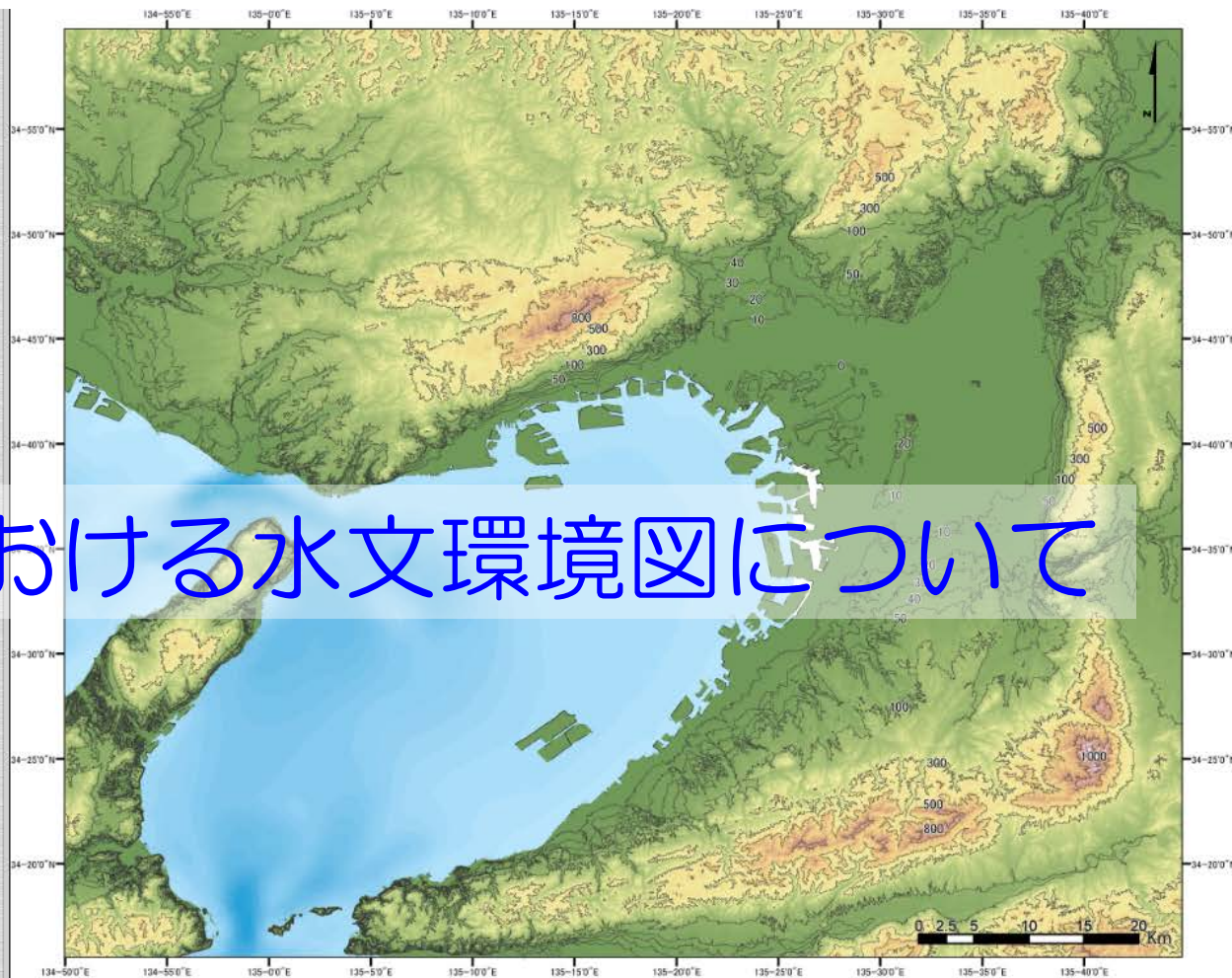
調査地点の位置図 Location of survey points

水温・水質 Water temperature・Water quality

同位体 Isotope

付図・付表 Appendix

大阪平野における水文環境図について



(国研) 産業技術総合研究所
地圏資源環境研究部門
地下水研究グループ
主任研究員 井川 怜欧

本日のTOPIC

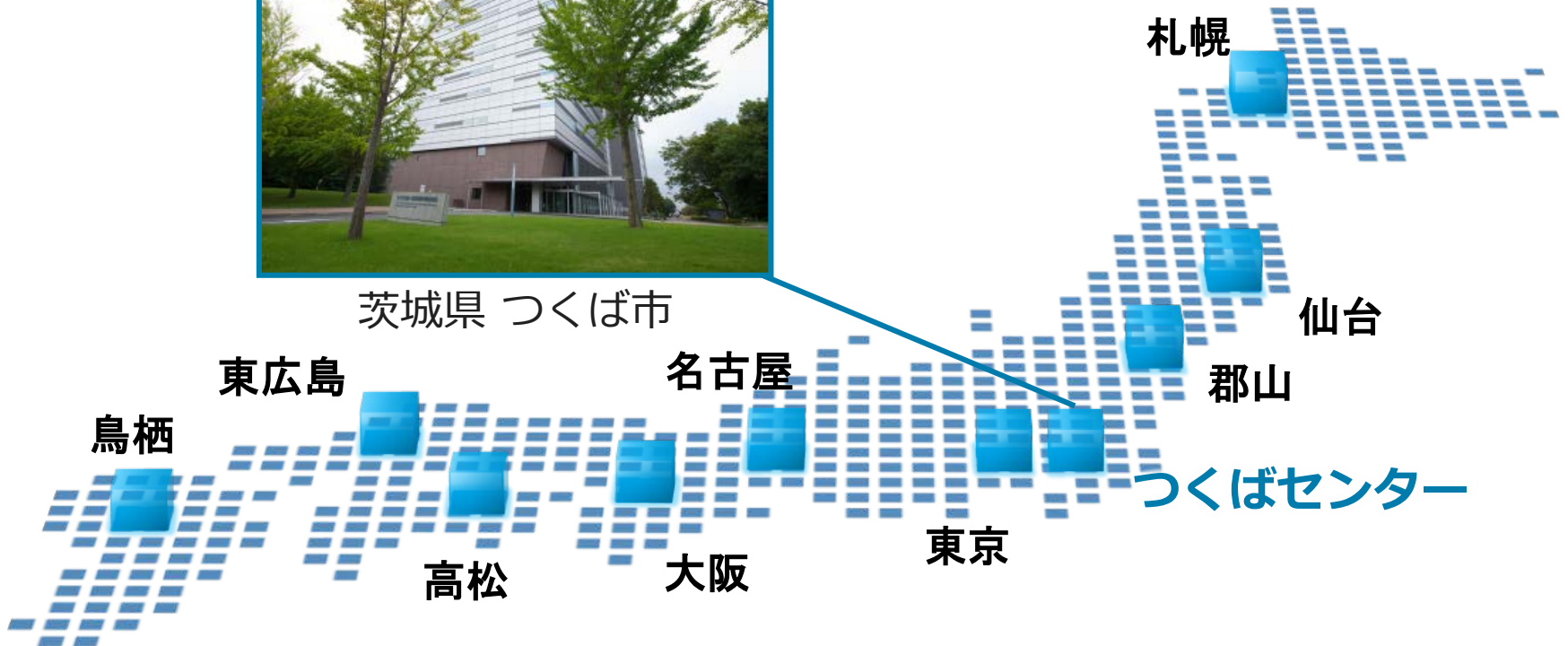
1. 産総研ならびに地質調査総合センターとは？
2. 水文環境図とは？
3. 水文環境図と地中熱ポテンシャルマップの関係は？
(地下水と地中熱との関係について)

産総研とは？

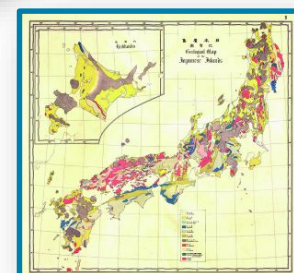
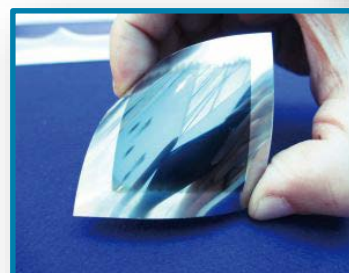
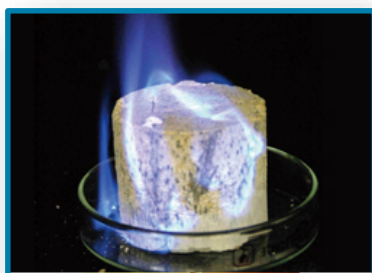
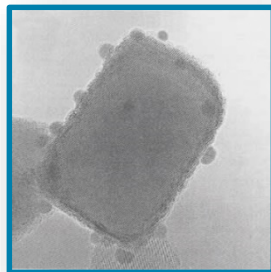
- 経済産業省所管の**日本最大**の研究所
- つくばを中心に**9つ**の地域センターをもつ
- 職員約**5,500**人（約6割が研究職員）



茨城県 つくば市



産総研における7つの研究領域



エネルギー・環境



創・蓄・省
エネルギー

生命工学



創薬・医療
生物生産

情報・人間工学



人工知能
ロボット

材料・化学



化学・プロセス
新素材

エレクトロニクス・
製造



ものづくり
IoT

地質調査



地震・火山・
資源調査

計量標準



標準整備
先端計測

地質調査総合センターとは

地質調査総合センター

FREA

地球熱ブロック

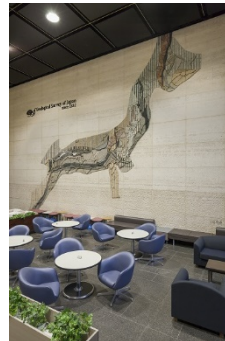
- ・地熱チーム
- ・地中熱チーム



(福島再生可能エネルギー研究センター)

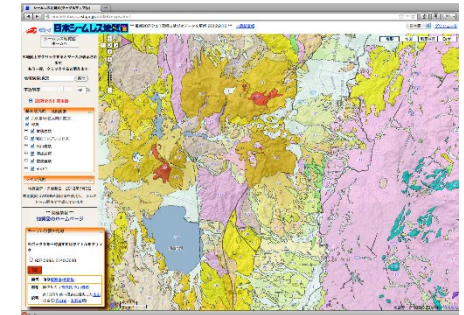
研究部門

- ・地質情報研究部門 (12グループ)
- ・地圏資源環境研究部門 (9グループ)
- ・活断層・火山研究部門 (11グループ)



地質情報基盤センター

- ・地質標本館 (アウトリーチ活動の拠点)

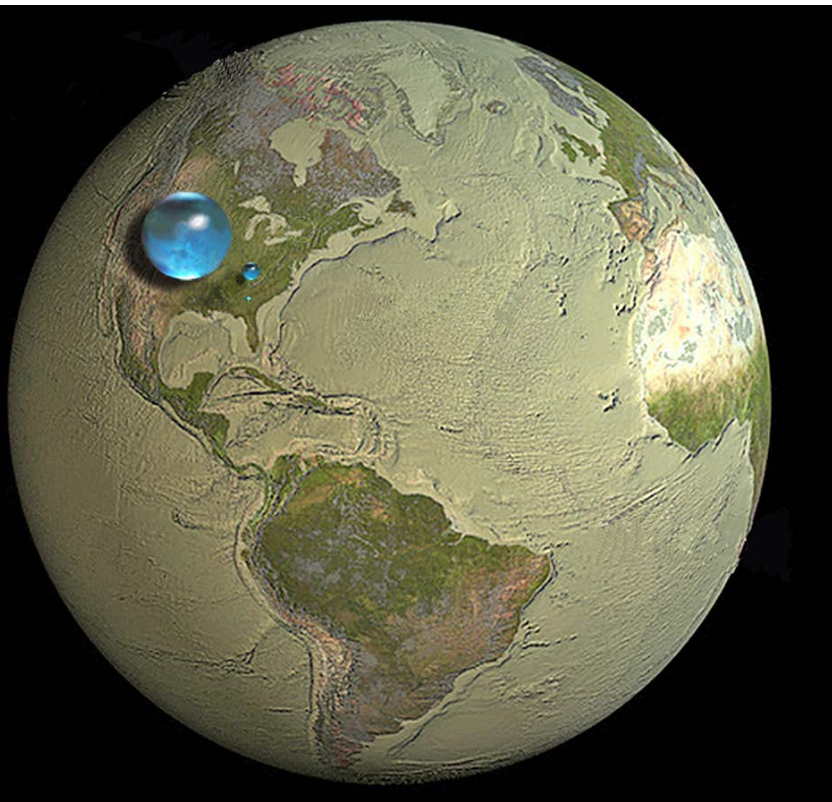


本日のTOPIC

1. 産総研ならびに地質調査総合センターとは？
2. 水文環境図とは？
3. 水文環境図と地中熱ポテンシャルマップの関係は？
(地下水と地中熱との関係について)

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

地球の体積と水の体積



地球上に存在する水のうち、

塩水：96.5%

淡水：3.5%



河川と湖沼：0.3%

地下水：30.8%

氷床：68.9%

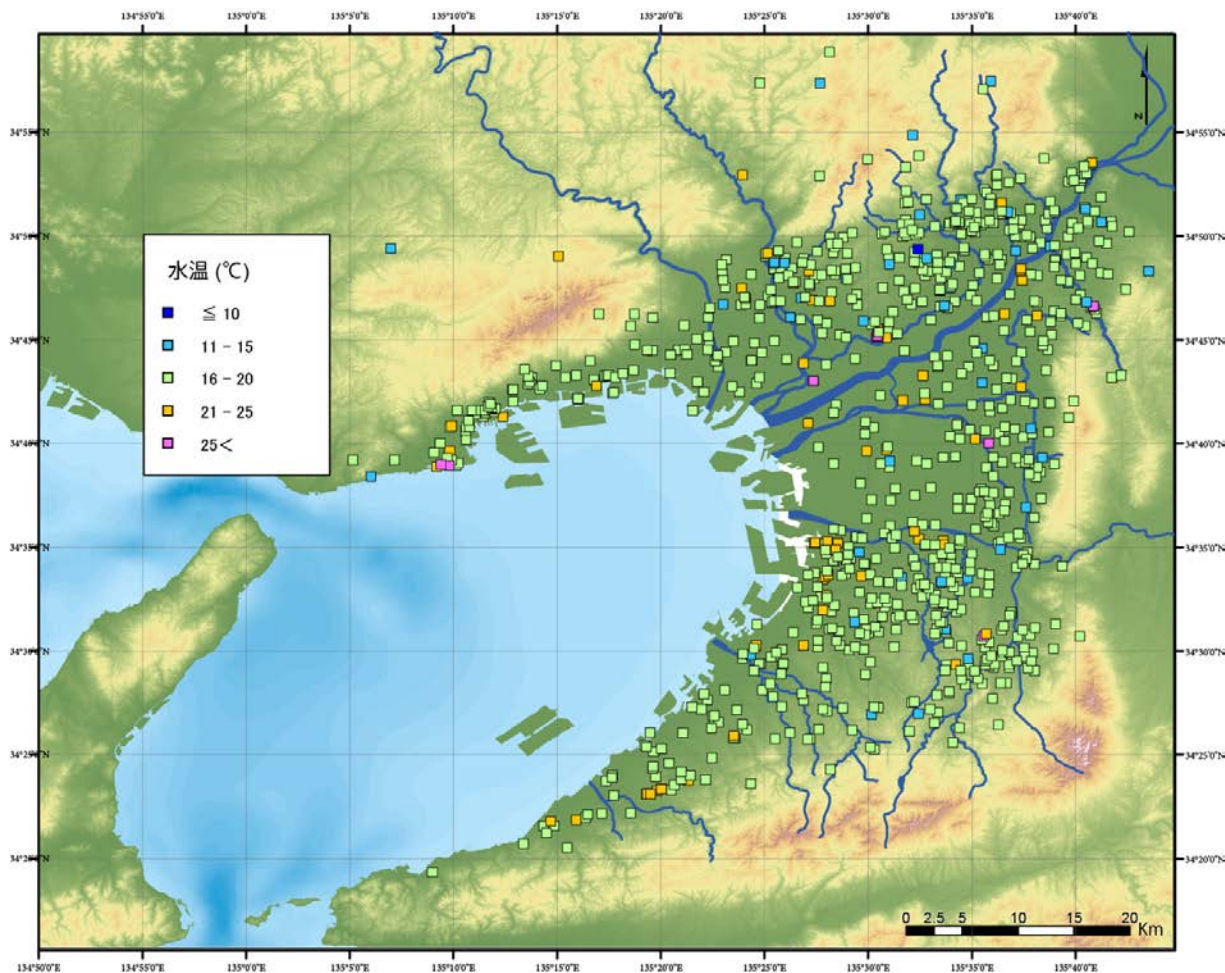
} 使える水
使えない水



地球上で“使える水”は
全体のたった1%程度。

しかも99%は地下水

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

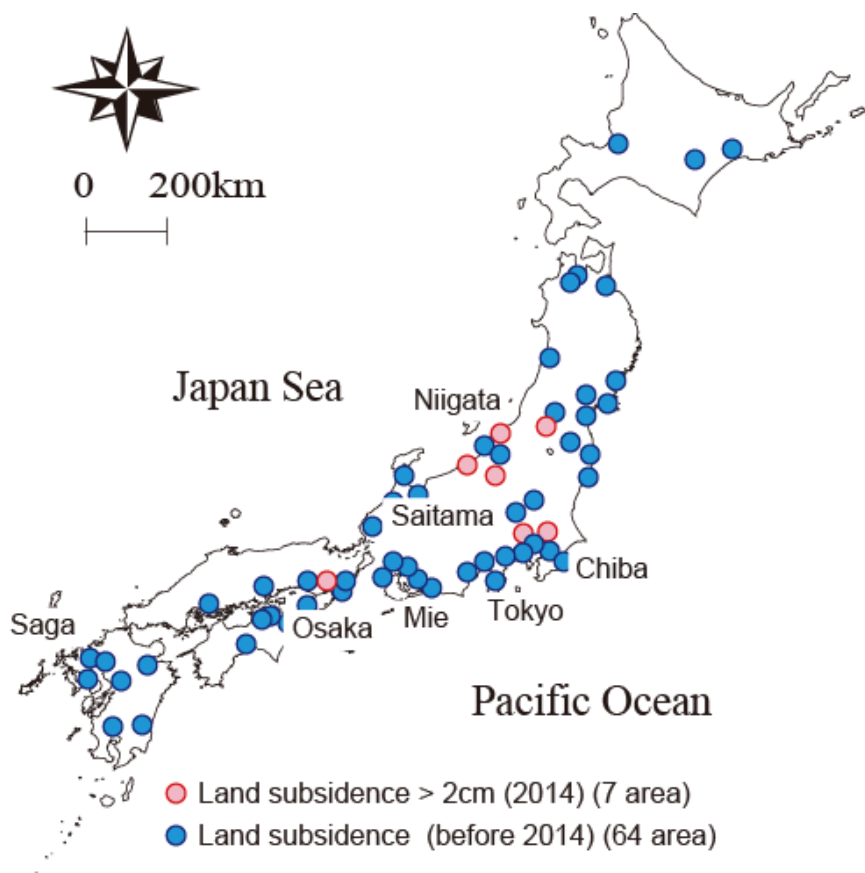


実際に日本でも井戸
(地下水) は主要な
水源はだった。

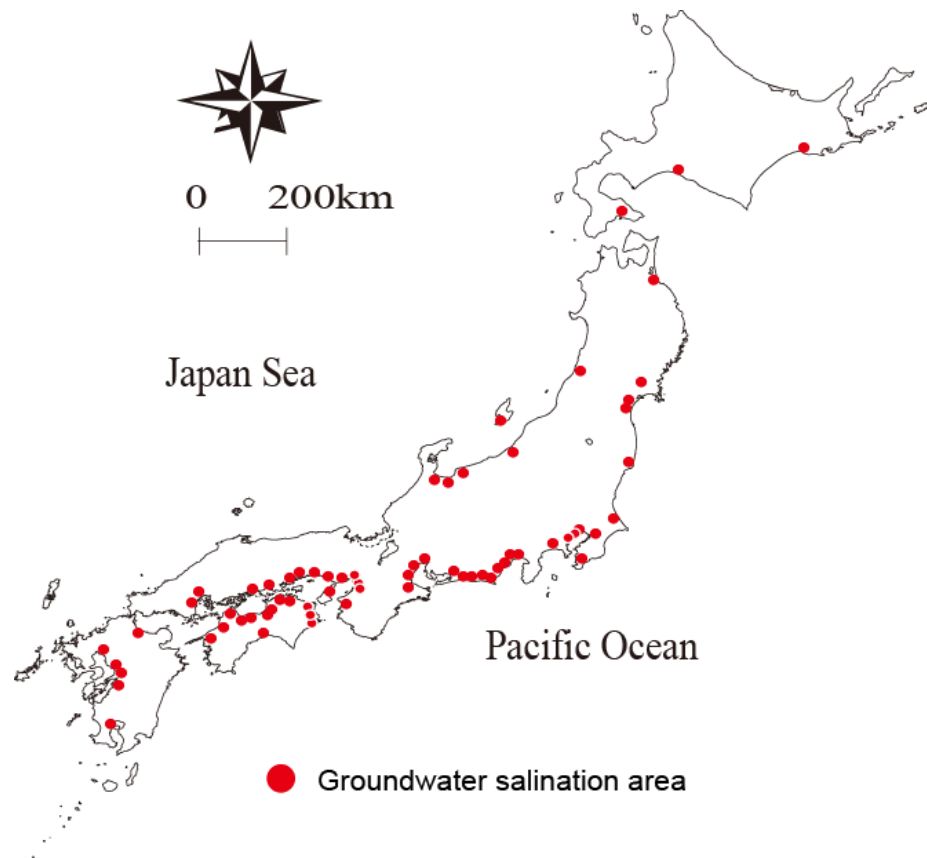
大阪平野でも全域で地下水を利用していた。
(1955-1980年における地下水の水温分布
水文環境図「大阪平野」より抜粋)

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

日本国内における地下水障害



地盤沈下



塩水化

沿岸地域を中心に日本全国で地下水障害が発生

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

地下水の揚水に関連する主な法律

工業用水法（昭和31年：1956年）

指定地域における工業の健全な発達と地盤沈下の防止に資することを目的とする。
対象：揚水機の吐出口の断面積が 6cm^2 を超えるもの

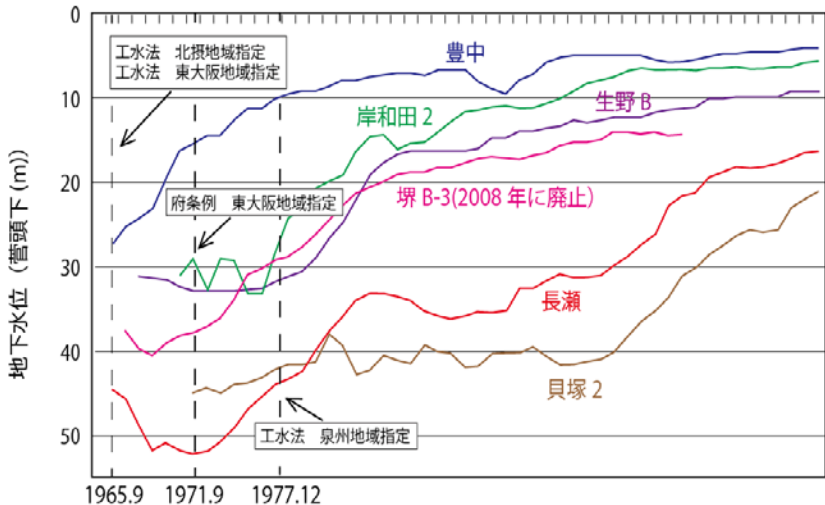
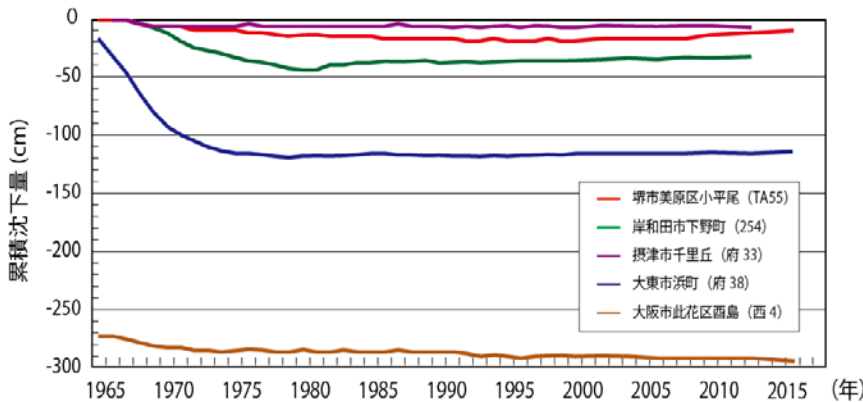
（大阪府：大阪市の一部など18市町村
 兵庫県：尼崎市など3市）

ビル用水法（昭和37年：1962年）

指定地域における建築物用地下水（冷房設備や水洗便所など）の採取による地盤沈下の抑制を目的とする。

対象：揚水機の吐出口の断面積が 6cm^2 を超えるもの

（大阪市）



大阪平野における地盤沈下量と地下水位
 （水文環境図「大阪平野」より抜粋）

なぜ揚水量ではなく、吐出口の断面積で規制しているのか？

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

地下水が見えないため。

どのくらいの地下水（量）が、
どこから入り（涵養域）、
どのくらいの深度で（帯水層深度）、
どこに向かって流れ（流動方向）、
どこで出ているのか（流出域）？
また入口から出口まで
どのくらいの時間がかかるのか（滞留時間）
が正確に把握できていないために
とりあえず量（揚水量）で規制するしかなかった。

地下水が「見えない水」と呼ばれる所以である。

そもそも地下水とはどんな存在なのか？

水循環基本法（2014年7月に施行）



- 水は国民共有の財産であり，**公共性の高いもの**である。
- 流域にかかる水循環は，流域として**総合的かつ一体的に管理**されなくてはならない。

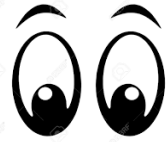


地下水を公共資源として適切に管理していくためには，「**みえない水**」である地下水を「**みえる化**」していくことが重要。

「地下水の見える化」

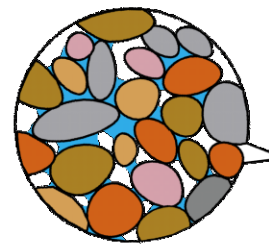


地下水を正しく理解する



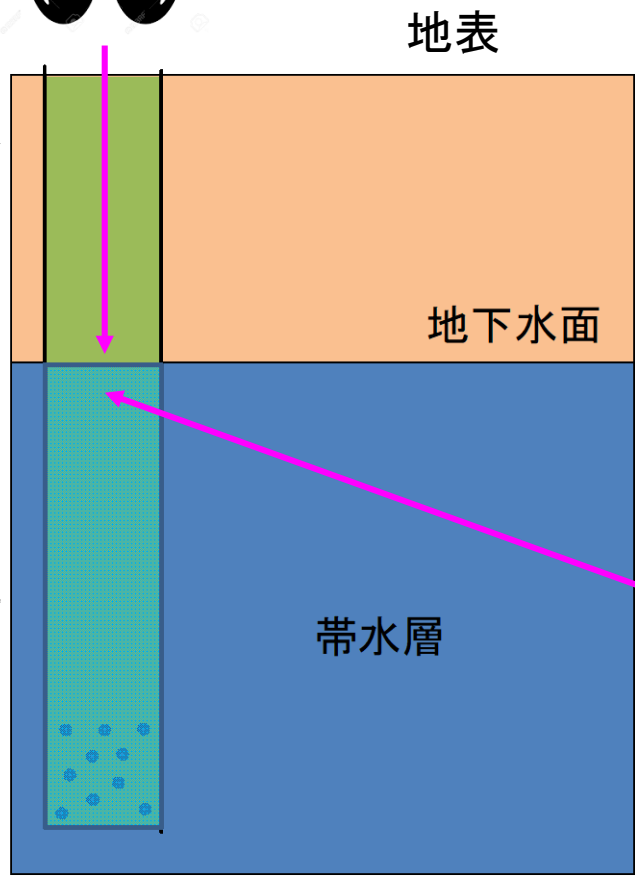
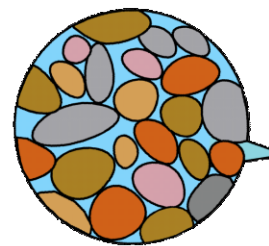
不飽和帯

地層の間隙が
水で満たされて
いない



飽和帯

地層の間隙が
水で満たされて
いる



地下水の存在状態



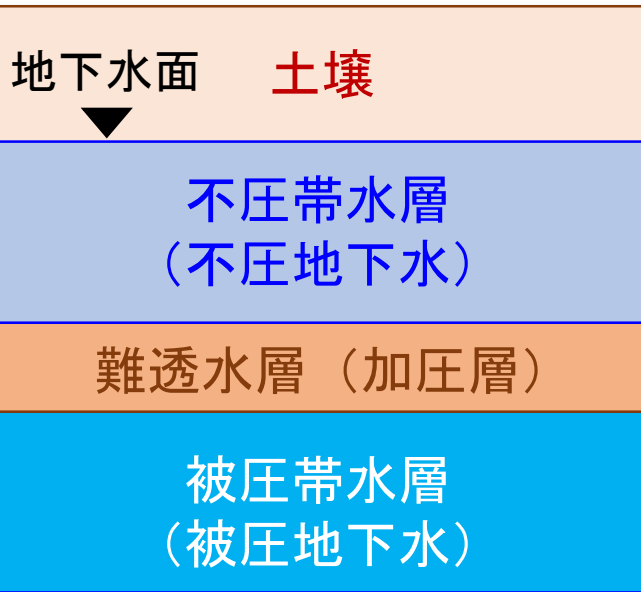
井戸の中を覗くと・・・



地下水面が見える

地下水に関する基礎知識

地表面



不飽和帯

飽和帯

帯水層：水が流れている地層

不圧地下水：地下水に大気圧以外の圧力がかかっていない地下水

➡ 自噴しない(庭の浅井戸)

難透水層：シルトや粘土など細かい粒子から構成される水を通し難い地層。

被圧地下水：地下水に大気圧以上の圧力がかかっている地下水

➡ 圧力が大きいと自噴する場合もある(深井戸や湧水)

礫層(帯水層)

粘土層(難透水層)

礫層(帯水層)



イメージ図

(注意)

難透水層だからといって、地下水が流れていないわけではない。

地下水に関する基礎知識

地表面

地下水面 土壌

不圧含水層
(不圧地下水)

難透水層 (加压層)

圧入含水層
(被圧地下水)

不飽和帯

飽和帯

(注意)

難透水層だからといって、地下水が流れていないわけではない。

地下水の流れる速度や量は違って
も地下水面より下、すなわち飽和
帯では地下水は流れている。

地下水の流れやすさを表す係数 = 透水係数

透水係数の目安

礫：100~1cm/秒 ➡ 126km~1.26km/年

砂：1~0.0001cm/秒 ➡ 1.26km~12.6m/年

シルト：0.0001~0.00000001cm/秒 ➡ 12.6m~1.26cm/年

実際には、**地下水の流速 = 動水勾配 × 透水係数**なので現実の**移動距離はもっと短くなる。**

地下水に関する基礎知識

地下水は地表水（河川水）と比べて非常にゆっくりした速度で動いている。



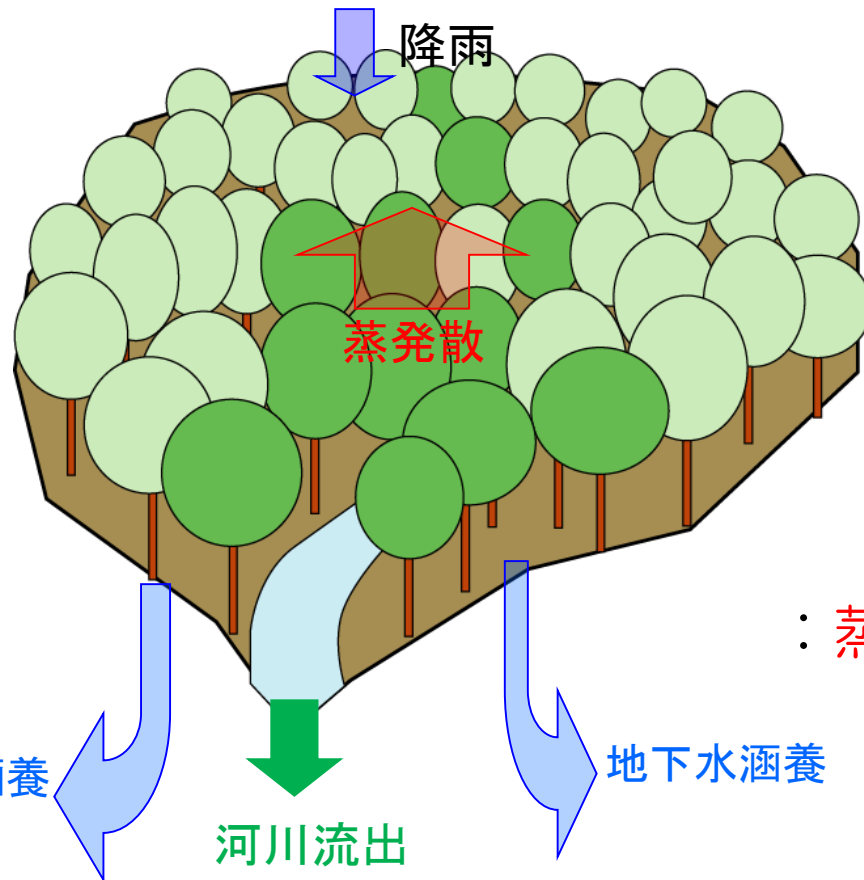
地下水の特性（水位の変動や水質の変化）を知るためには、非常に**長期間の観測が必要**となる。



地下水の変化は過去から現在に至るまでのデータを多く集めて集めて、比較することで、より明瞭になる。

地下水に関する基礎知識

流域：雨を起源とする地表水（河川水）が集まる範囲



水収支：

流域に出入りする水の量の関係

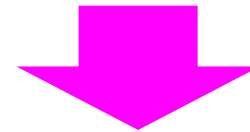
一般的に

Input（入ってくる水）

：降水（雨水）

Output（出ていく水）

：蒸発散、河川流出、地下水涵養



$$\text{降水量} = \text{蒸発散量} + \text{河川流出量} + \text{地下水涵養量}$$

地下水に関する基礎知識

$$\text{地下水涵養量} = \text{降水量} - \text{蒸発散量} - \text{河川流出量}$$

水収支式から地下水とは、降水量から蒸発散と河川流出を差し引いた余りの存在であることが分かる。



本当に地下水を理解するためには、流域単位で地下水を考える必要がある



地表からは見えない地下水のこと知るためには、一つの点（井戸）の情報だけは不可能。より多くの点（井戸）のデータを集めて、それを面的（広域）に捉えていく必要がある。



持続可能な地下水管理を実施する上では、**地域や自治体ごとに散在しているデータを一か所に集めて、誰でも見れるようにしておくことが重要**（←水文環境図を作る意義）。

全国水文環境データベースと水文環境図

<https://gbank.gsj.jp/WaterEnvironmentMap/main.html>

大阪平野の水文環境図

<https://gbank.gsj.jp/WaterEnvironmentMap/contents/osaka/osaka.htm>

本日のTOPIC

1. 産総研ならびに地質調査総合センターとは？
2. 水文環境図とは？
3. 水文環境図と地中熱ポテンシャルマップの関係は？
(地下水と地中熱との関係について)

水文環境図と地中熱ポテンシャルマップ

<前提>

両マップはともに、地下水のもつ特性を「見える化」したものである。



ただし以下の点において両者は大きく異なる。



- 水文環境図

地下水位・水質・水温など、現地調査に基づく実データを見える化したもの。

- 地中熱ポテンシャルマップ

実データに基づく、計算値を見える化したもの。

水文環境図と地中熱ポテンシャルマップ

なぜ、水文環境図が地中熱ポテンシャルマップをつくるのに役立つのか？



地中熱ポテンシャルマップを作るために必要な情報が収録されているから

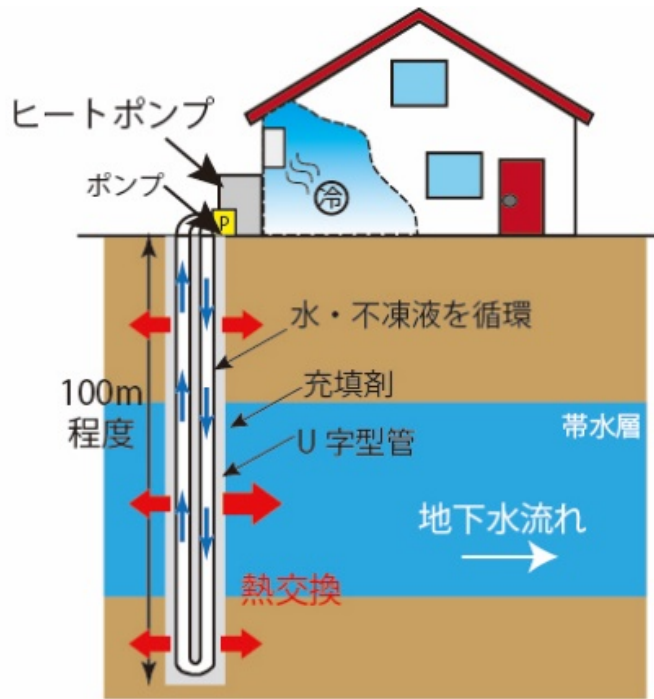


なぜ、地中熱ポテンシャルマップをつくるのに地下水の情報が必要なのか？

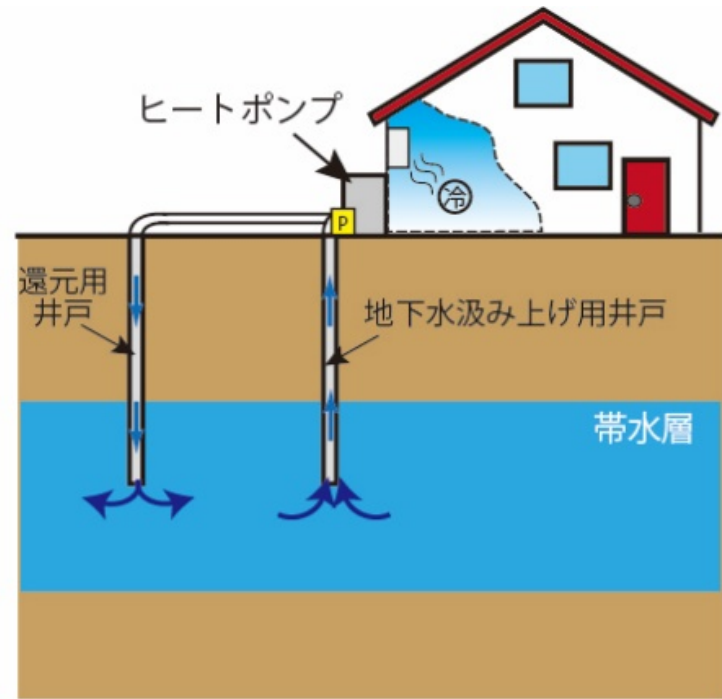


地下水が地下における熱の輸送に大きく影響を与えるから

地中熱利用システムの種類



クローズドループシステム



オープンループシステム

システムの
設計に重要な
地下情報

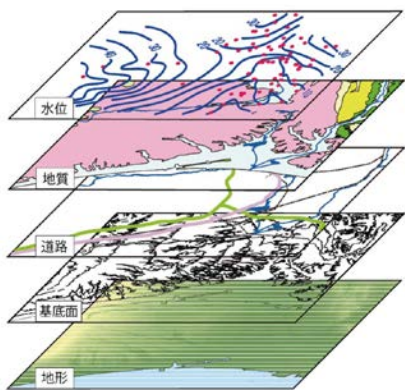
- ◆ 帯水層の存在
- ◆ 地下水の流れ
- ◆ 地下温度

- ◆ 帯水層の存在
- ◆ 地下水の水質
- ◆ 地下温度

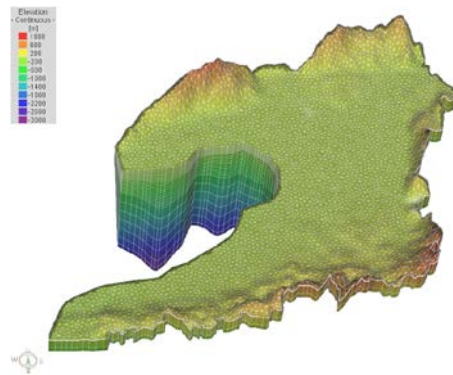
クローズドループ：地下水がある方が熱交換器の長さを短くできる。
 オープンループ：地表面近くに良好な帯水層があれば好都合

設置コストの軽減に繋がる

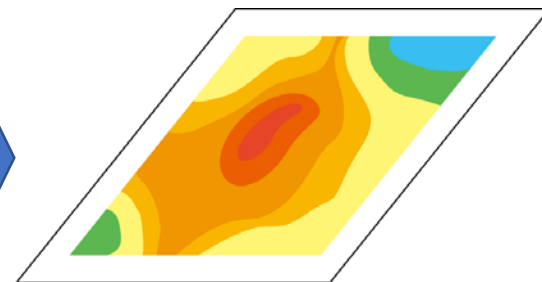
共に帯水層や地下水の有無が重要となる



水文環境図



地盤モデル



地中熱ポテンシャルマップ

水文環境図からポテンシャルマップへの流れ

水文環境図の作成過程で帯水層区分を決定



帯水層区分をもとに地盤モデルを作成



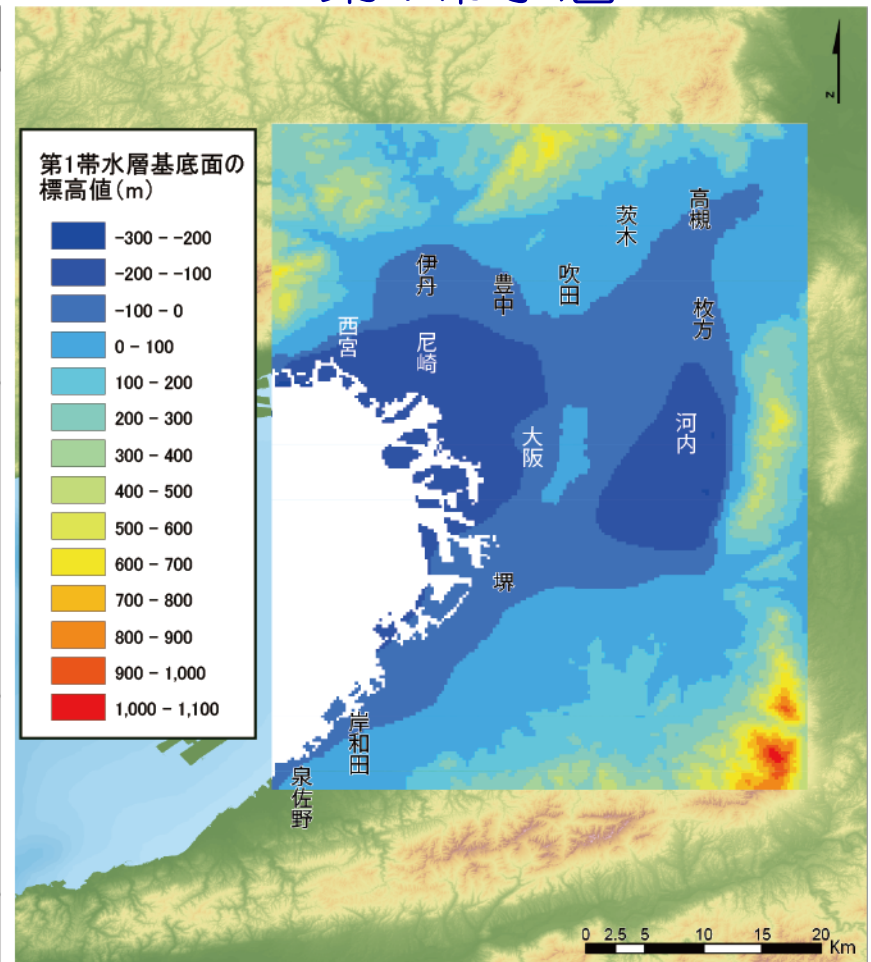
地盤モデルを用いた地下水流・熱輸送解析を実施
(水文環境図の地下水位や地温プロフィールデータを利用)



地下水ポテンシャルマップ

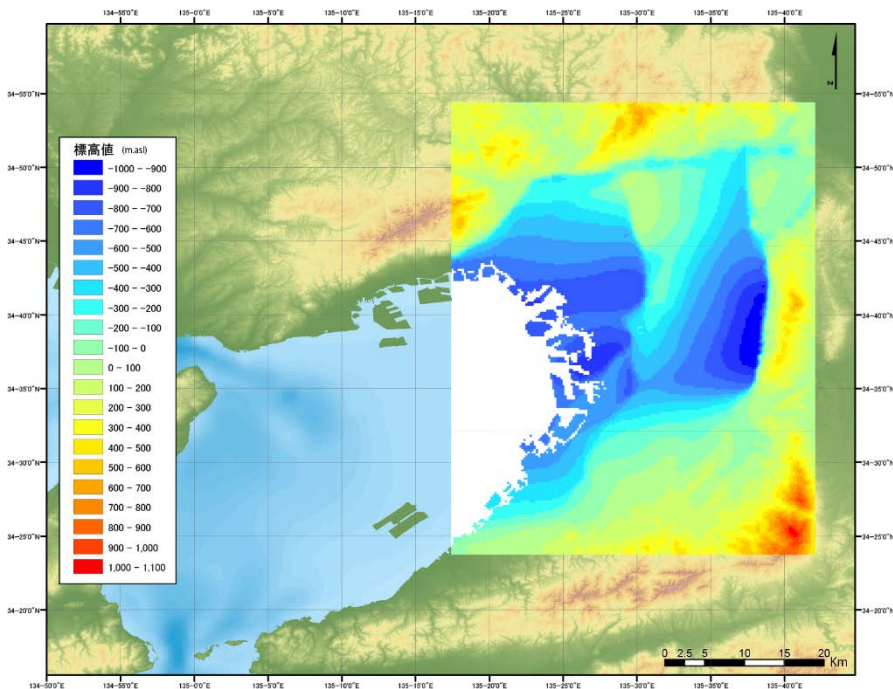
第1帯水層

| 年代 | | 層序 | | 帯水層区分 | | |
|-----|----|------------------------|---------------------|---|-------|-------|
| 完新世 | 後期 | 難波累層 (沖積層) | 最上部層 Ma13 | 第1帯水層 | | |
| | | | 下部・最下部層 | | | |
| 更新世 | 中期 | 田中累層 ↑ 大阪層群 ↓ | 天満累層 | | | |
| | | | 上町累層 Ma12 | | | |
| | | | Ma11 Ma10 Ma9 | | | |
| | 前期 | | 都島累層 | Ma8 Ma7 Ma6 Ma5 Ma4 Ma3 Ma2 Ma1 Ma0 Ma-1 | 第2帯水層 | |
| | | | | Ma : 海成粘土層 | 第3帯水層 | |
| | | | | 新第三紀以前 | 基盤岩類 | 第4帯水層 |

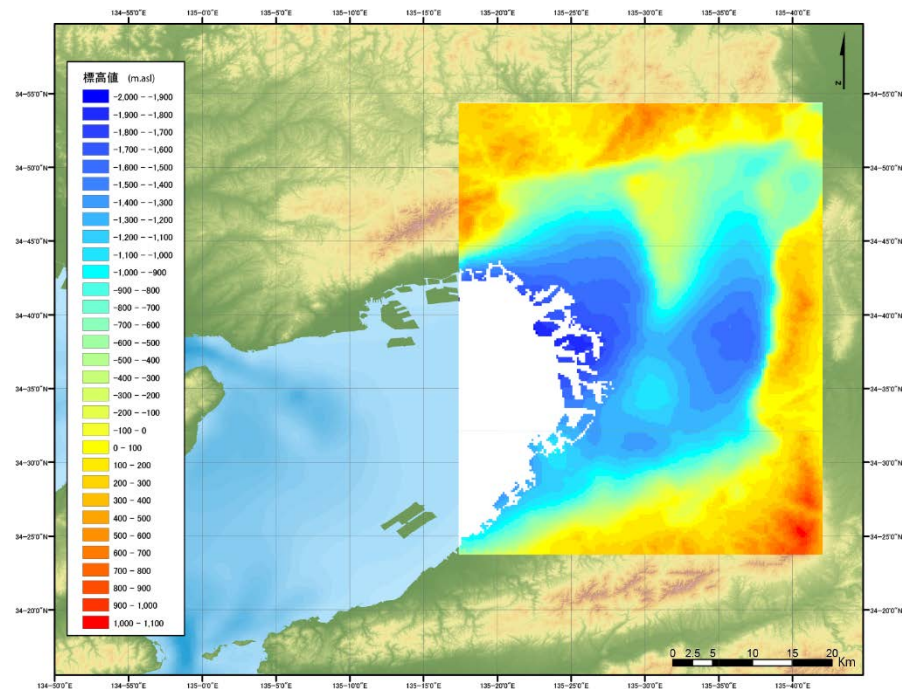


水文環境図「大阪平野」では平野内の粘土層の分布を考慮して4つの帯水層区分を実施しました。

第2帯水層



第3帯水層



大阪平野の下には深度1,500m以上の窪地（地下水が溜まりやすい構造）が東西に2つ存在している。

水文環境図を使うと、

- ①広範囲の地下水情報を一度に見ることができます。
- ②自分の見たい情報を選択的に見ることができます。
- ③過去と現在のデータを比較することができます。
- ④データの出典を調べることができます。



地下水は「地中熱利用」だけでなく、「防災時の非常用水源」や「水道水源」など様々な分野でその有用性が再認識されつつあります。また複数の自治体をまたぐ流域の水資源管理には、地下水の情報は不可欠です。

ぜひ、いろいろな方面で
水文環境図をご利用ください！



ご清聴ありがとうございました。