



朝霞市みどりの基本計画策定のための 水循環シミュレーション

2025年2月18日

於：朝霞市生物多様性市民懇談会

2

- モデル化・解析の概念について
- 朝霞市水循環モデルについて
- 解析結果について

- モデル化・解析の概念について
- 朝霞市水循環モデルについて
- 解析結果について



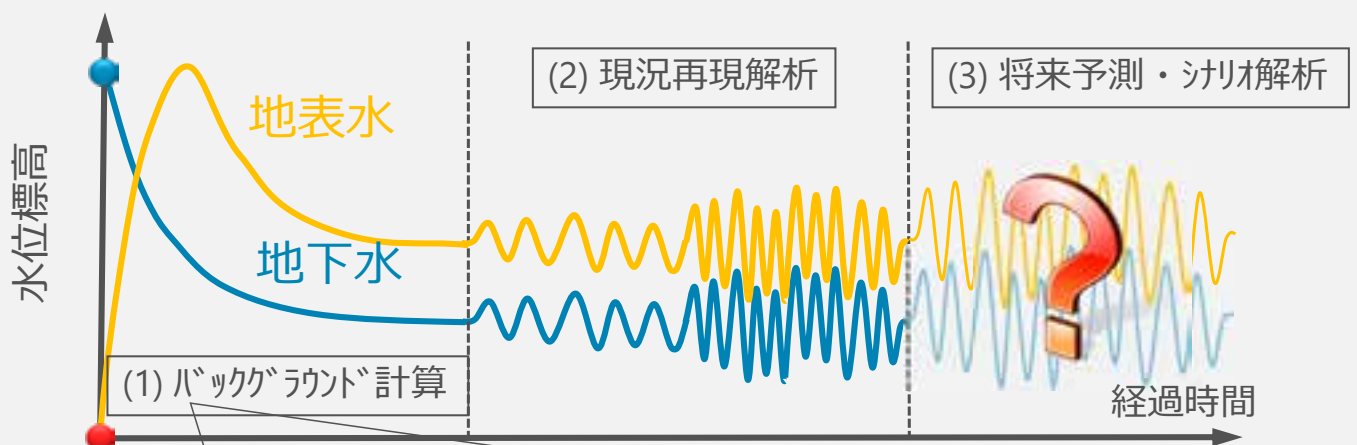
直接表現タイプ：GETFLOWS

- コンピュータ上にもう1つの世界を創り上げる
- 対象とする領域を丸ごとシミュレーションするため、水などの**流れはシミュレーションの結果として現れてくる**
- 反面、地下水とは流動する速さが大きく異なる**地表水流**を同時に取扱い、加えて、**空気と水が混在する地下不飽和帯**も同時に計算するため、計算が複雑になりやすく、**計算時間が長くなる傾向**
- 水の流れがシミュレーションの結果として現れてくるため、**実態把握や、人間の行動によって何が起こるか**を理解・予測するのに非常に有用

※縦横比3倍

6

GETFLOWS Simulation Procedure



- 地盤内を完全に飽和した初期状態から出発し、流域の平均降水量等を与え続けた水・空気2相流系の平衡計算を行う

- 地上・地下流体の相互交換挙動は、気象、地形、地質等の流域固有の条件とバランスする平衡状態に達する



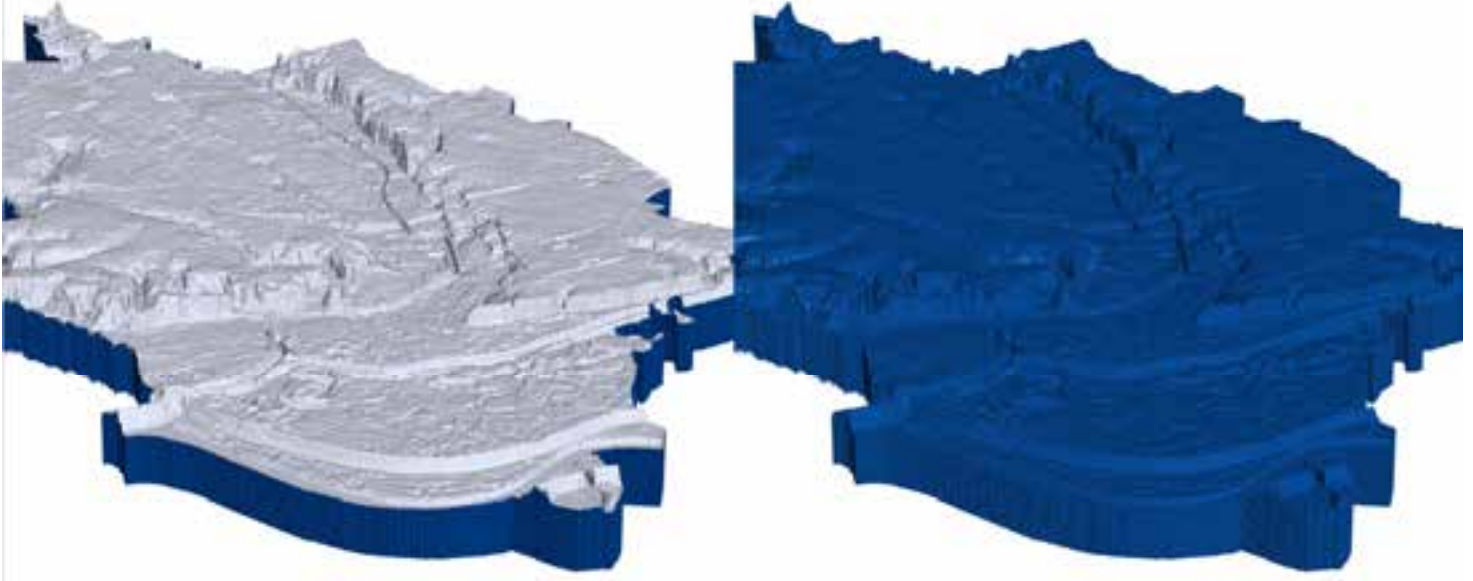
不飽和帯では、地下水面の低下と共に地上から空気を引き込み、水・空気相互置換が生じる

計算の進展と共に、河川、湖沼、湿地帯等が自然に形成される



バックグラウンド計算例

Time = 0.01 days



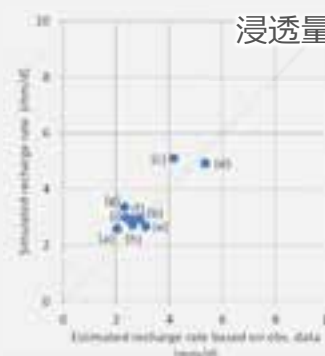
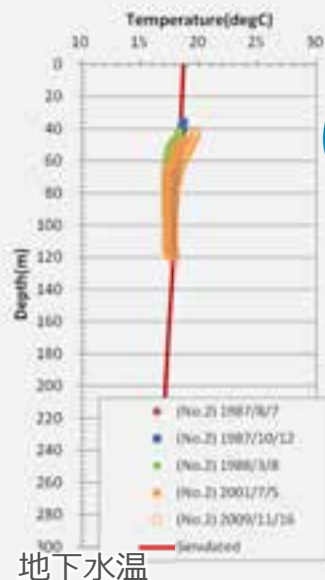
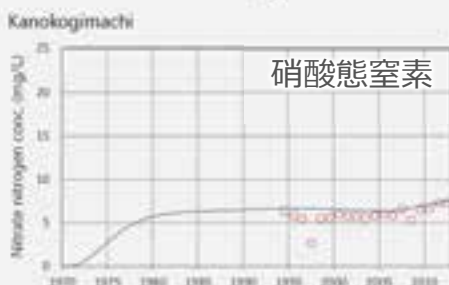
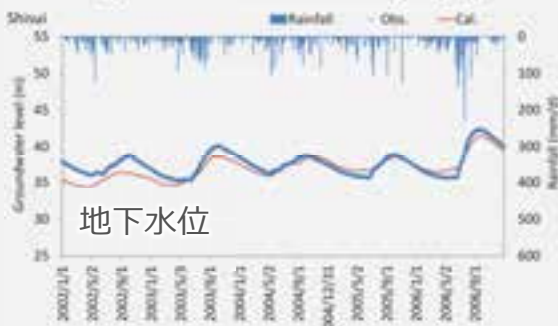
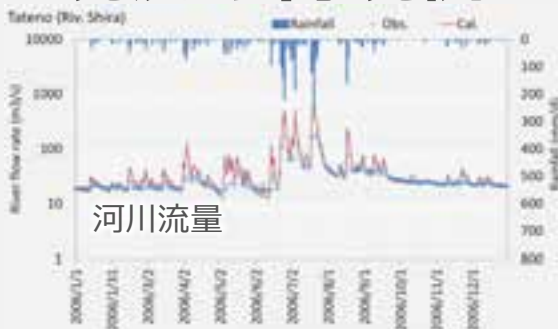
地表水形成プロセス

地下水が低地に湧出し河川を形成する過程

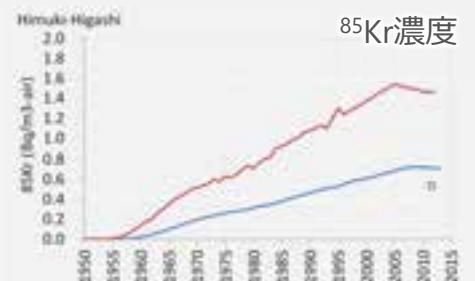
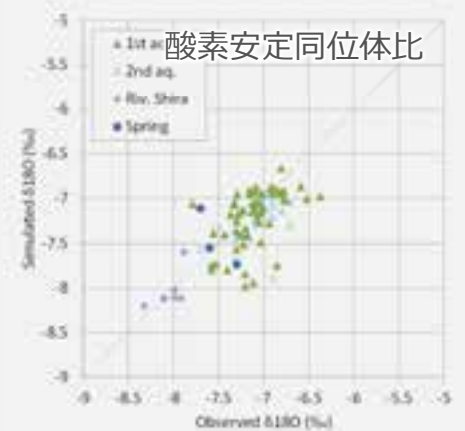
地下水形成プロセス

地下水面が低下し不飽和帯が発達する過程

現況の再現例



観測値と計算値の比較
によりモデルの妥当性を検証

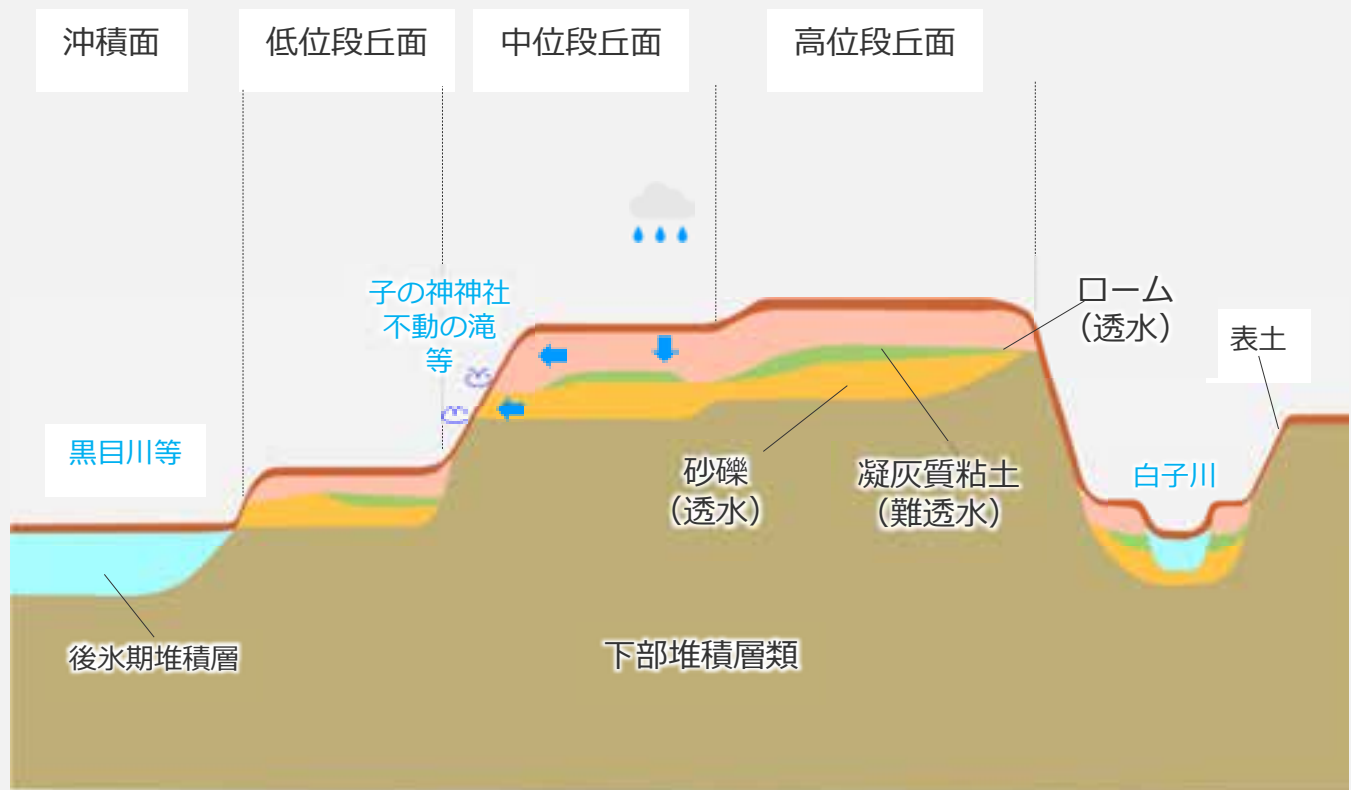


- モデル化・解析の概念について
- 朝霞市水循環モデルについて
- 解析結果について

使用データ一覧

分類	データ項目	管理者	資料名	データ期間/発行年	データ頻度	空間解像度/地点数
気象	降水量	気象庁	メッシュ平年値2020	1991-2020	30年 平年値	1km
	気温	気象庁	メッシュ平年値2020	1991-2020	30年 平年値	1km
地形	標高	国土地理院	基盤地図情報数値標高モデル 5mメッシュ	2024年10月時点最新	—	5m
		国土地理院	基盤地図情報数値標高モデル 10mメッシュ	2024年10月時点最新	—	10m
土地利用 土地被覆	土地利用 土地被覆	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター	高解像度土地利用 土地被覆図日本域10m解像度 【2022年】（ver.23.12）	2023年3月発行	—	10m
		地球スケッチ様	朝霞市GIマップ	—	—	—
地質	地質図	産業技術総合研究所	日本シームレス地質図	2015	—	1/200,000
	ボーリング 柱状図・ 地下水位	アサヒ地水探査 株式会社	G-Space（日本全国の 地質地盤情報データベース）	2024年10月時点	—	多数
		埼玉県	埼玉県ボーリング柱状図	2023年4月	—	多数
	学術研究成果	大学・その他 研究機関	学術論文文献	既往調査	—	—
水文観測	地下水位	アサヒ地水探査 株式会社	G-Space（日本全国の 地質地盤情報データベース）	2024年10月時点	—	15地点

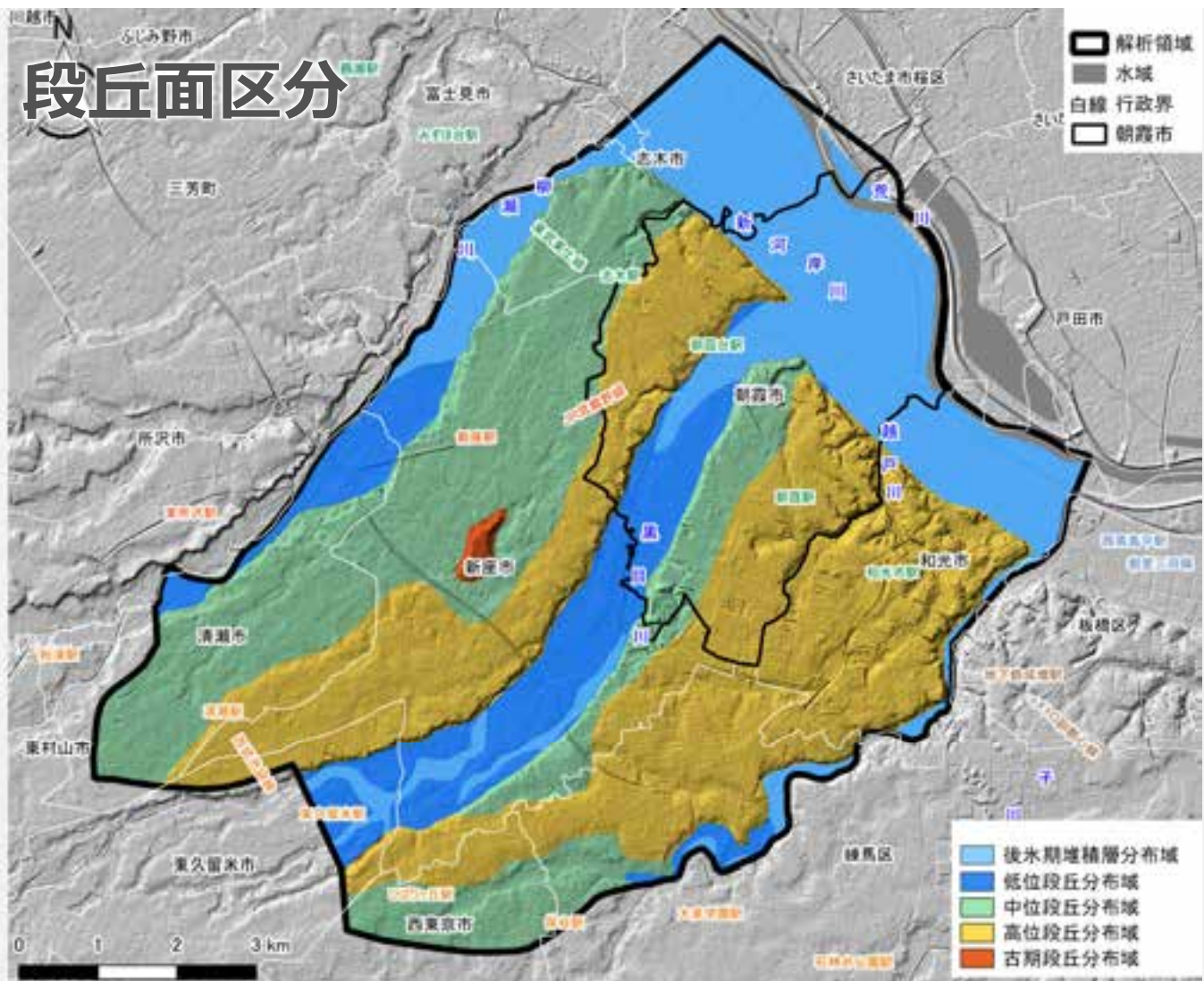
対象地域の地質模式図



- 主に中位段丘面や高位段丘面のロームや砂礫から湧水が確認されている
- 砂礫層からの湧水は下部堆積層類の上面の形状に大きく影響を受けている

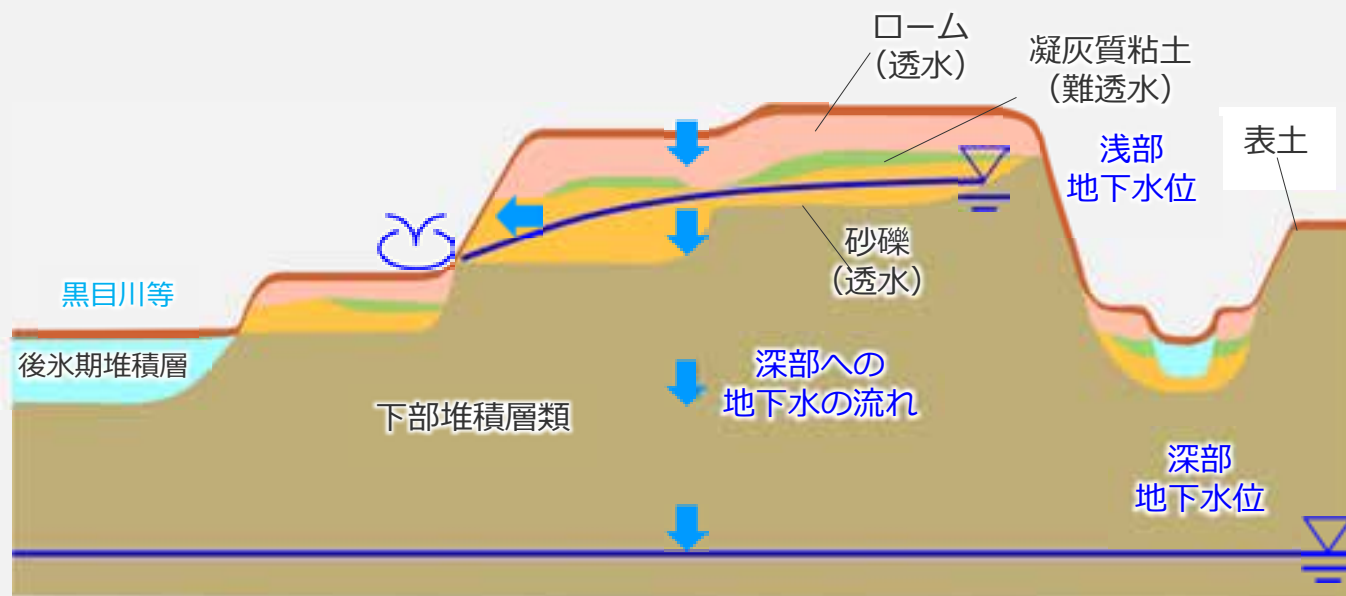
Geosphere Environmental Technology Corp.

2025/3/23



武蔵野台地の地下水位について

- 武蔵野台地には湧水が発生している**浅部の帯水層**（砂礫層がメイン）と**深部の帯水層**が存在し、**浅部帯水層と比較し深部帯水層の地下水位が低下**している
- 深部帯水層のは**大宮台地地域を中心とした長年の地下水揚水**により地下水位が低下している
- 地表から涵養された地下水**は、**台地の縁辺に湧出**するものと、**地下深部に浸透**して行くものに振り分けられる。これらの配分の検証には、地下水位だけでなく、**地表水流動量による検証**（観測河川流量と計算河川流量の比較等）が必要。



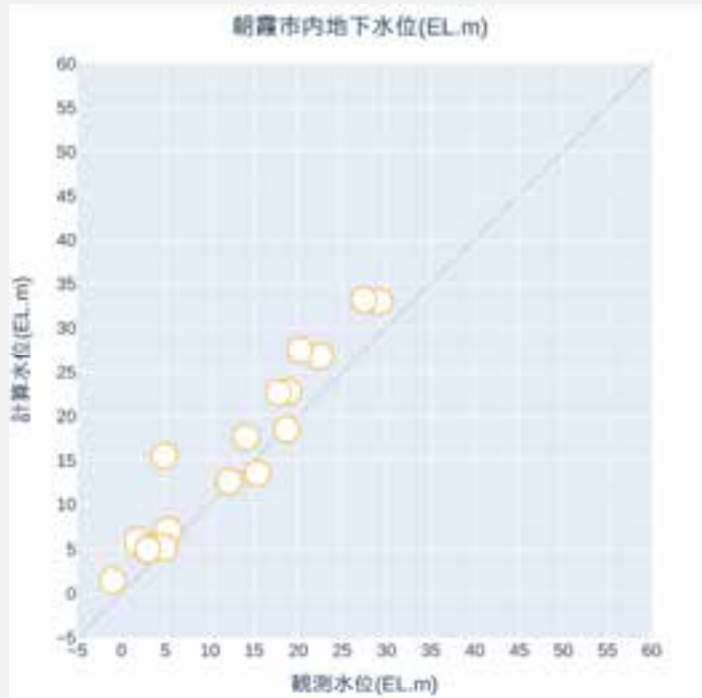
Geosphere Environmental Technology Corp.

2025/3/23

朝霞市水循環モデルの検証（初期）

- 朝霞市内で掘削された井戸の**ボーリング坑内水位と計算地下水位を比較**し、朝霞市**水循環モデルの妥当性**を評価
- 朝霞市水循環モデルに与えた**地層のパラメータ(透水係数等)**を調整し、観測水位を再現するように**モデルを較正**

主要な地層		透水係数 (m/s)
沖積面	後氷期堆積層	1.0×10^{-7}
	砂礫	1.0×10^{-5}
低位段丘面堆積層	砂礫	1.0×10^{-5}
	粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	1.0×10^{-5}
中位段丘面堆積層	砂礫	1.0×10^{-5}
	凝灰質粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	1.0×10^{-5}
高位段丘面堆積層	砂礫	1.0×10^{-5}
	凝灰質粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	1.0×10^{-5}
下部堆積層類		4.5×10^{-7}



初期解析結果

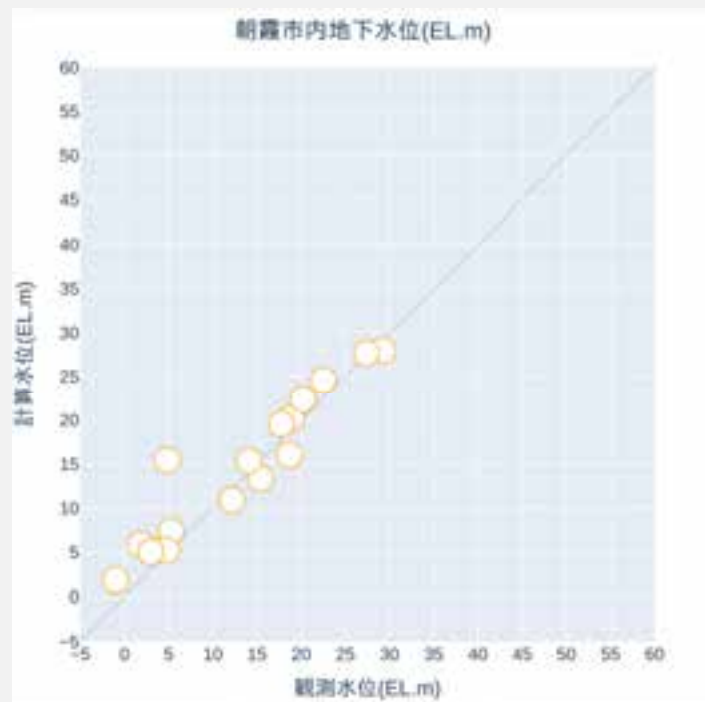
Geosphere Environmental Technology Corp.

2025/3/23

朝霞市水循環モデルの検証（較正後）

- 朝霞市内で掘削された井戸のボーリング坑内水位と計算地下水位を比較し、朝霞市水循環モデルの妥当性を評価
- 朝霞市水循環モデルに与えた地層のパラメータ(透水係数等)を調整し、観測水位を再現するようにモデルを較正

主要な地層		透水係数 (m/s)
沖積面	後氷期堆積層	1.0×10^{-7}
低位段丘面堆積層	ローム	1.0×10^{-6}
	粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	5.0×10^{-4}
中位段丘面堆積層	ローム	1.0×10^{-6}
	凝灰質粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	5.0×10^{-4}
高位段丘面堆積層	ローム	1.0×10^{-6}
	凝灰質粘土	1.0×10^{-8}
	砂礫	5.0×10^{-4}
下部堆積層類		5.0×10^{-7}



較正後解析結果

- モデル化・解析の概念について
- 朝霞市水循環モデルについて
- 解析結果について

解析結果のイメージ



Geosphere Environmental Technology Corp.

2025/3/23

流動経路

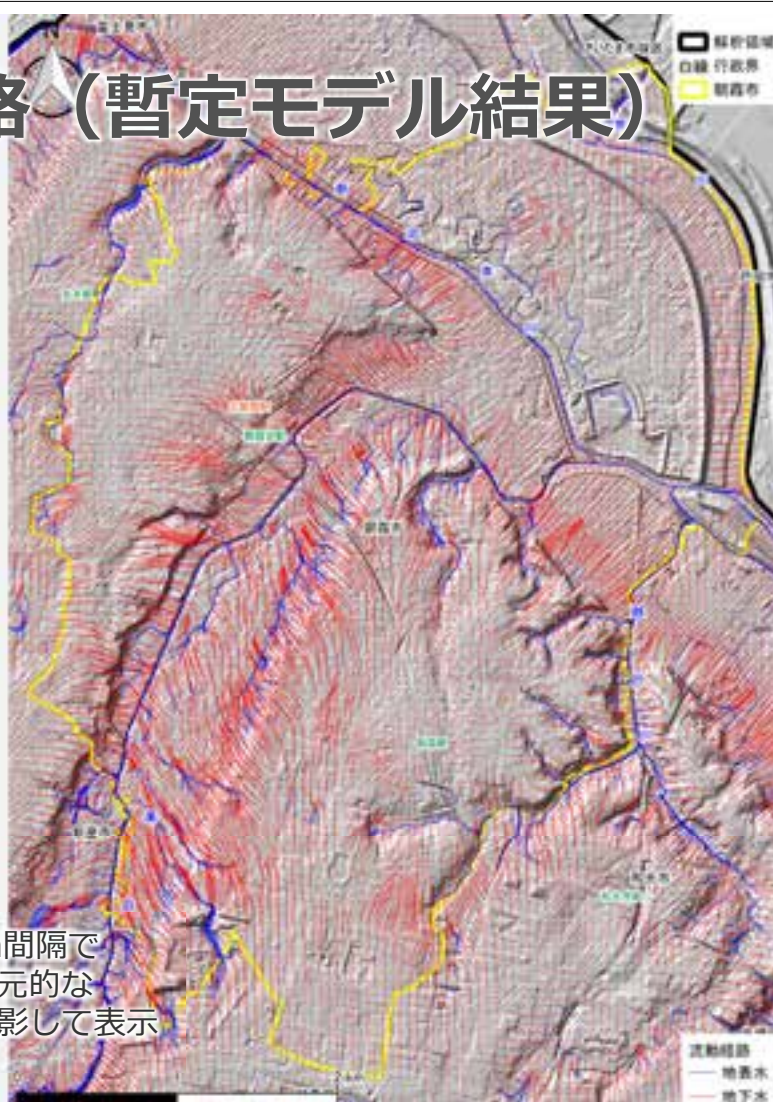


※表土層直下に50m間隔で配置した粒子の三次元的な流動経路を上から投影して表示

2025/3/23

流動経路（暫定モデル結果）

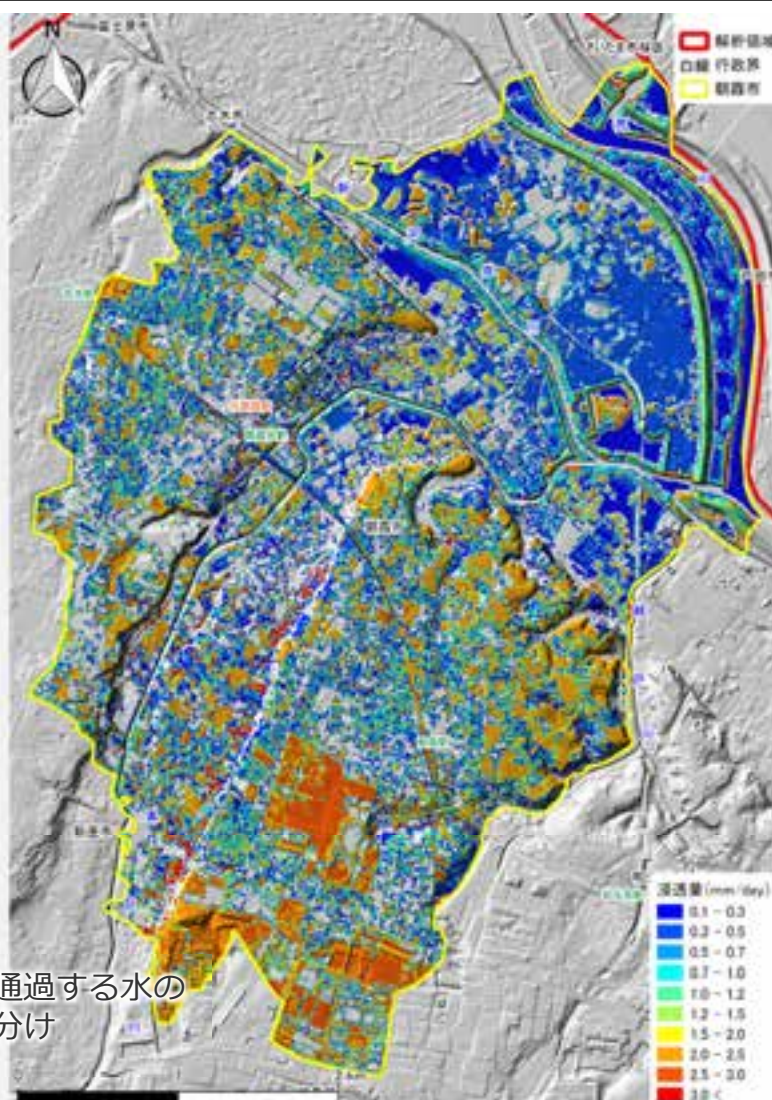
※表土層直下に50m間隔で
配置した粒子の三次元的な
流動経路を上から投影して表示



2025/3/23

浸透量

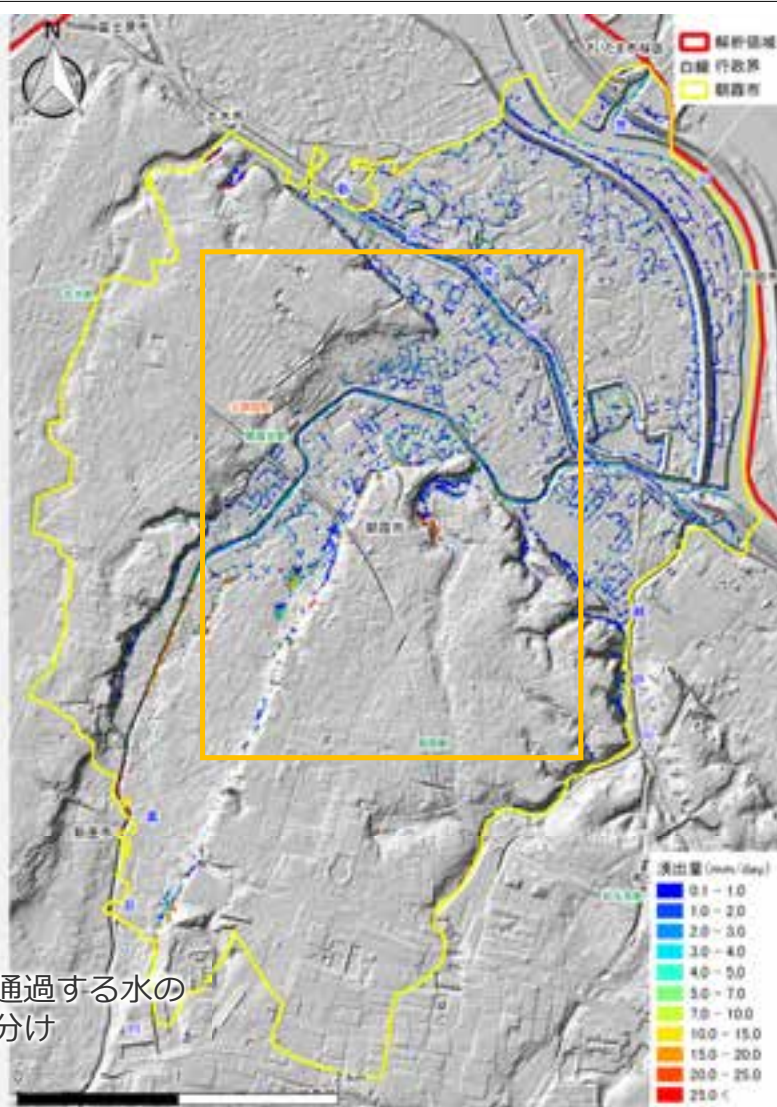
※地表面を下向きに通過する水の
流動量の大きさに色分け



20

2025/3/23

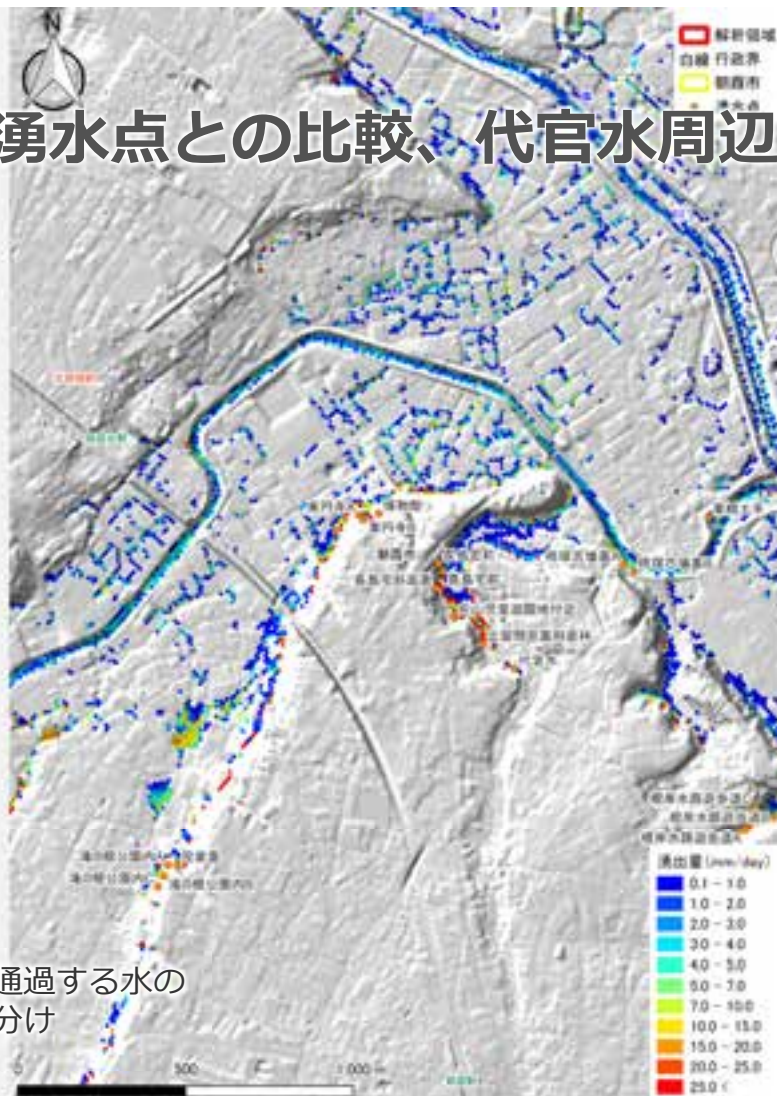
湧出量



※地表面を上向きに通過する水の
流動量の大きさを色分け

2025/3/23

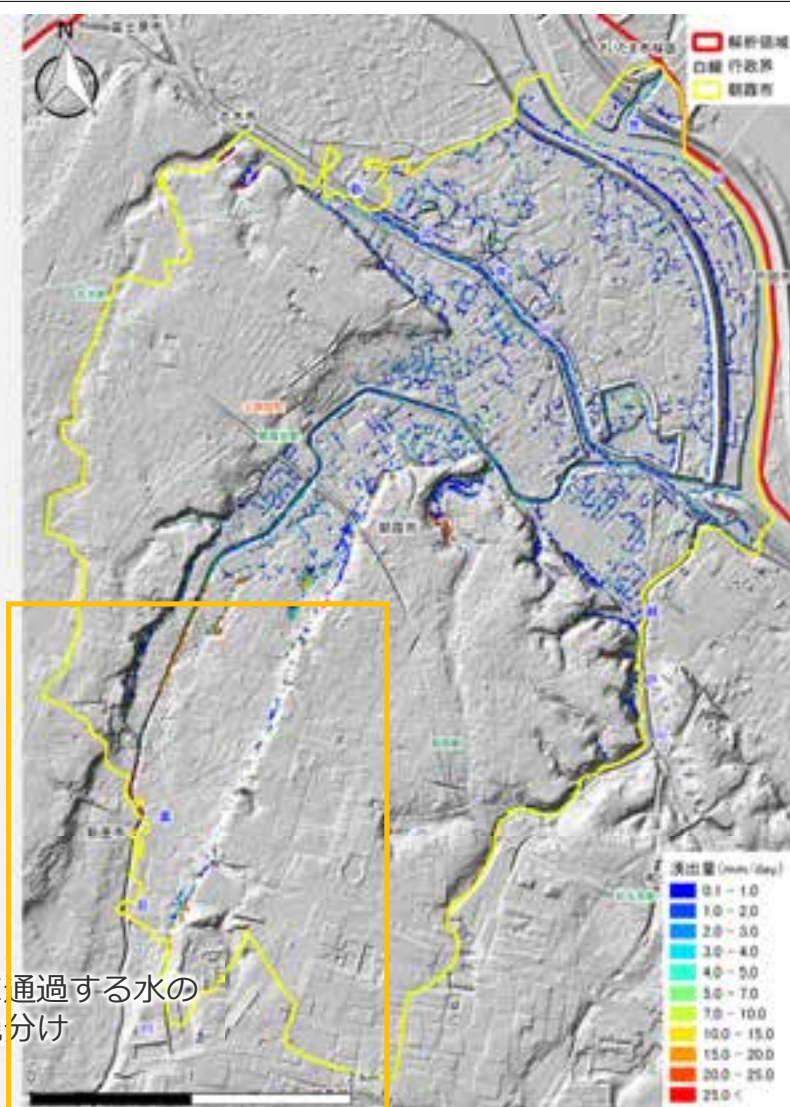
湧出量 (主要な湧水点との比較、代官水周辺)



※地表面を上向きに通過する水の
流動量の大きさを色分け

2025/3/23

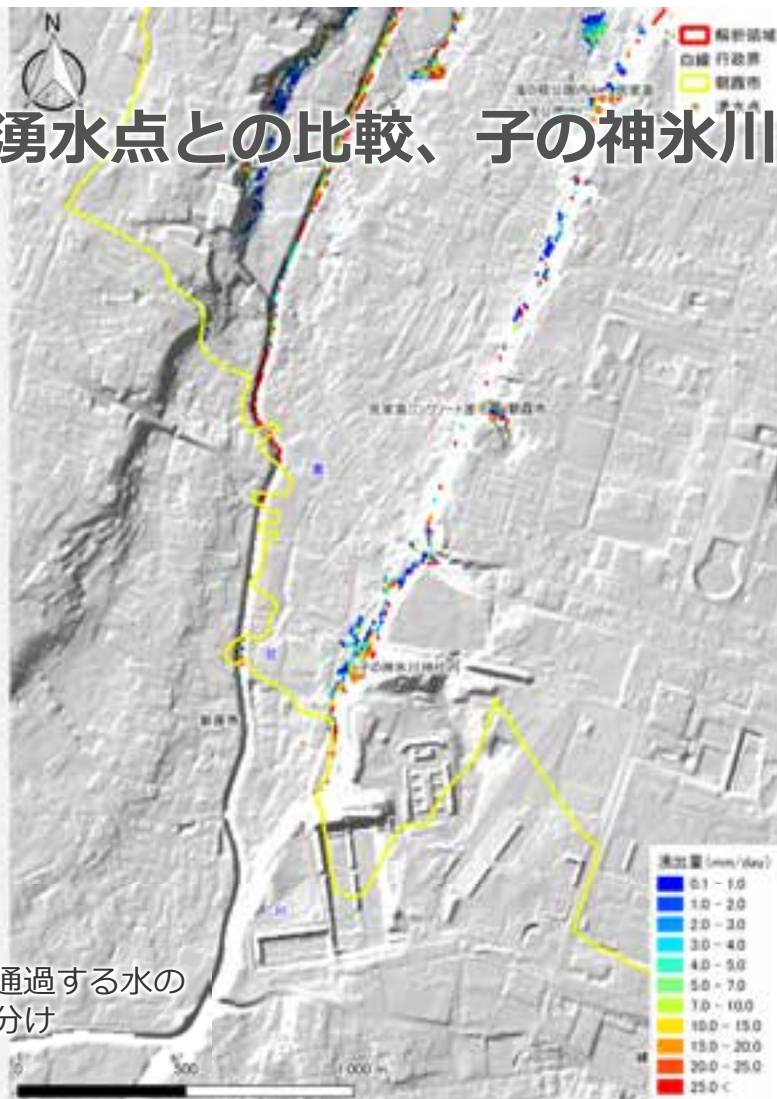
湧出量



※地表面を上向きに通過する水の
流動量の大きさを色分け

2025/3/23

湧出量 (主要な湧水点との比較、子の神氷川神社周辺)

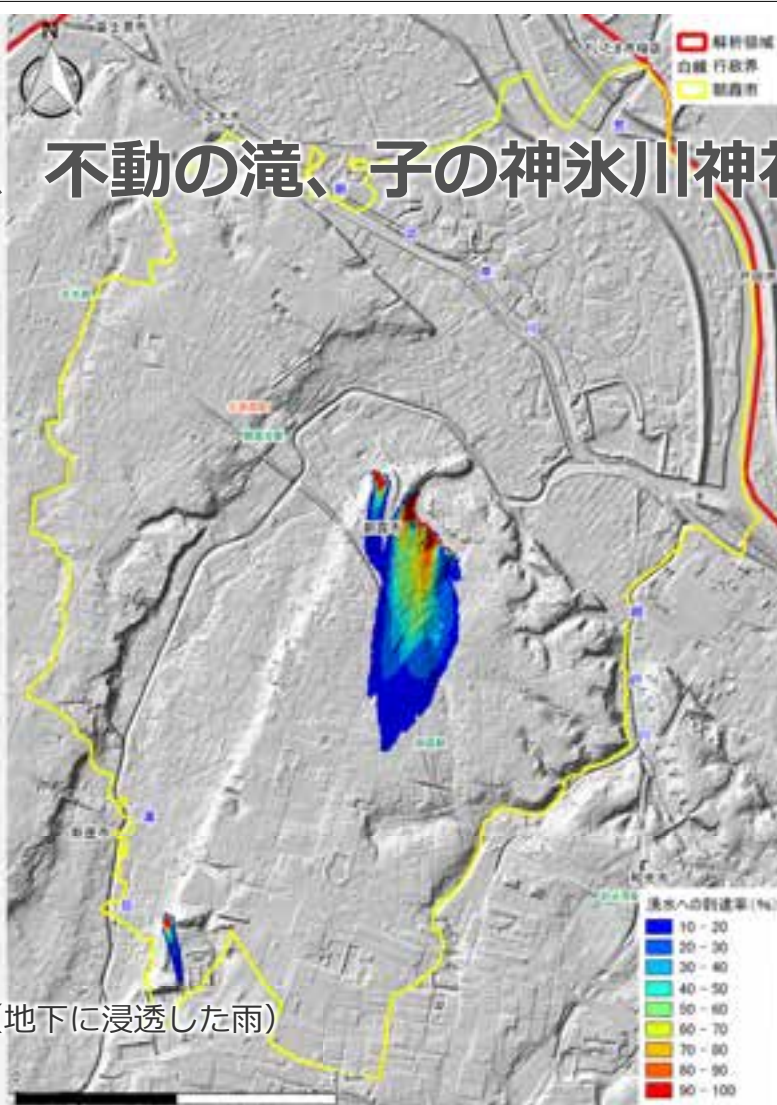


※地表面を上向きに通過する水の
流動量の大きさを色分け

2025/3/23

浸透起源 (代官水、不動の滝、子の神氷川神社)

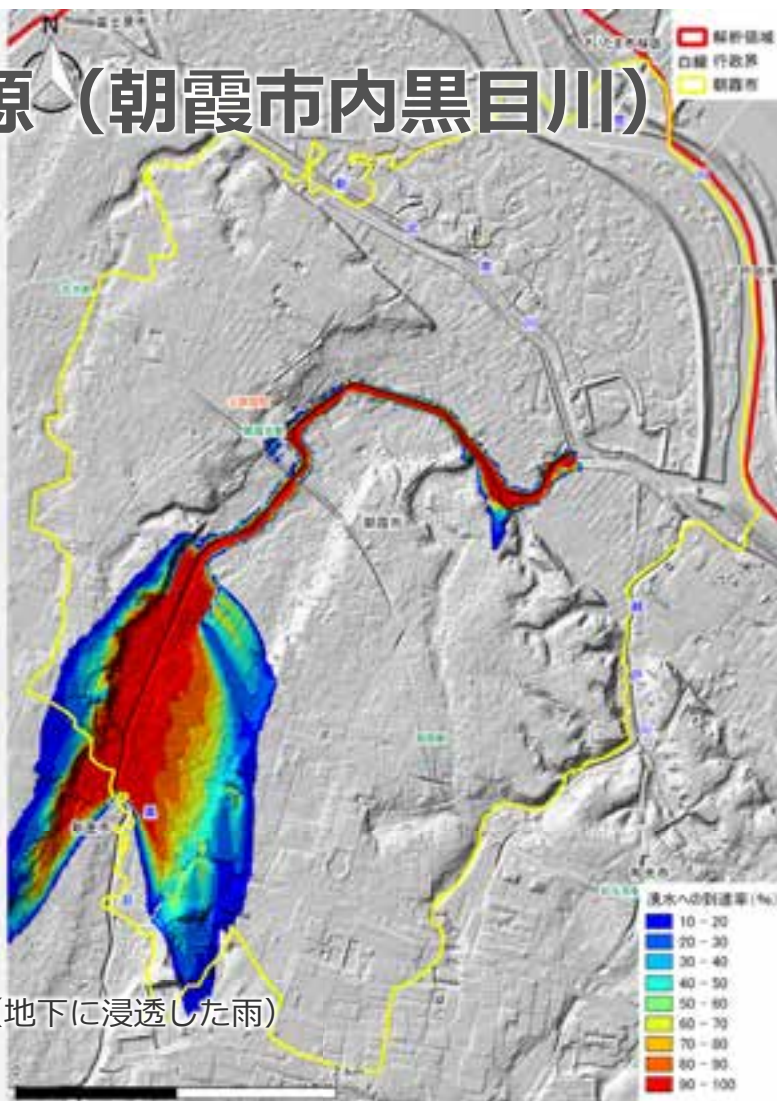
※各地点に降った雨（地下に浸透した雨）
の湧水への到達割合



2025/3/23

浸透起源 (朝霞市内黒目川)

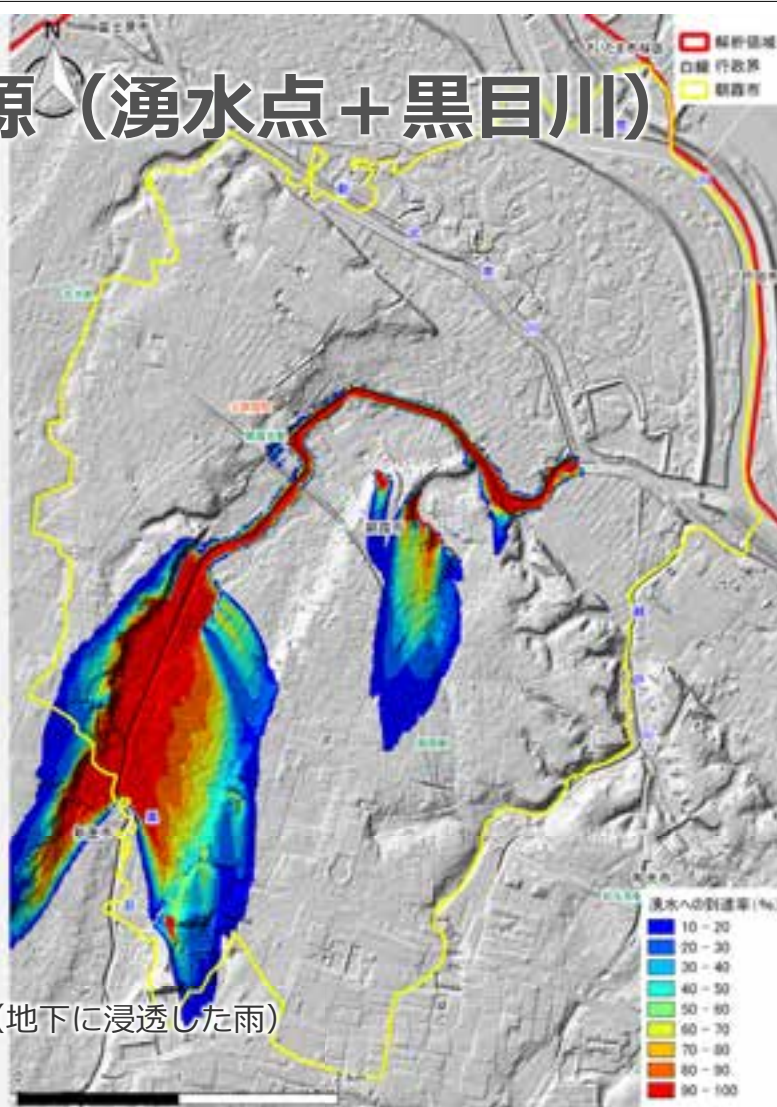
※各地点に降った雨（地下に浸透した雨）
の湧水への到達割合



26

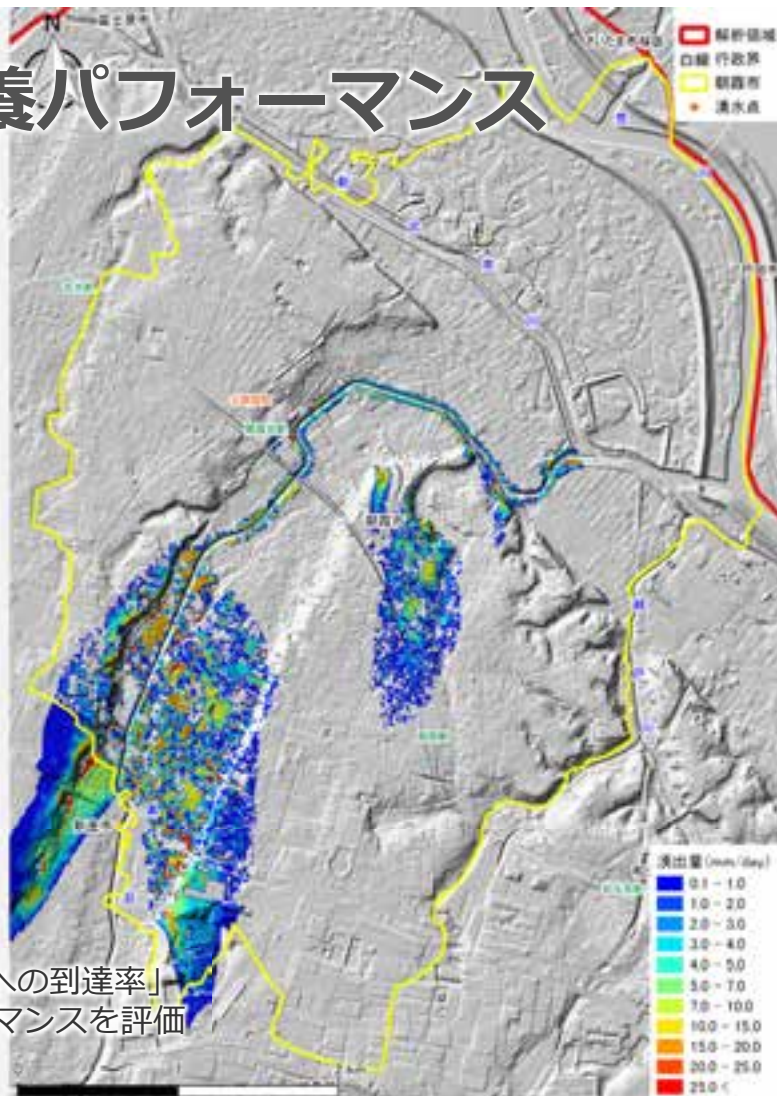
2025/3/23

浸透起源（湧水点＋黒目川）



2025/3/23

湧水涵養パフォーマンス

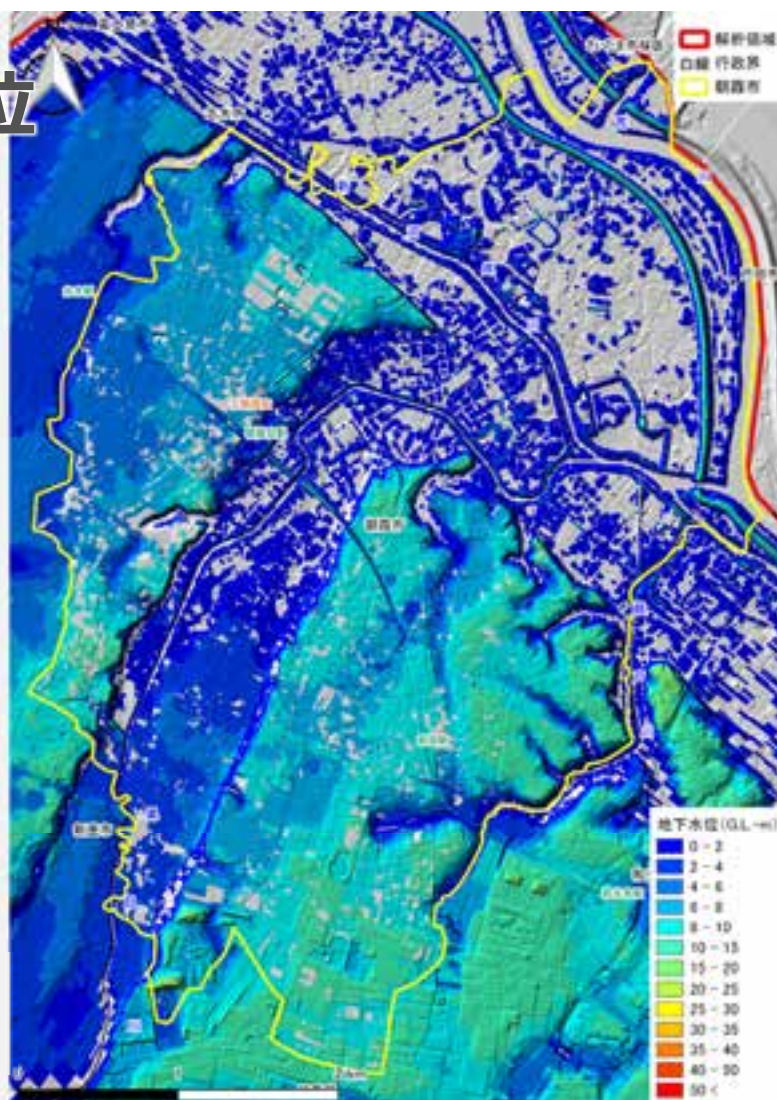


2025/3/23

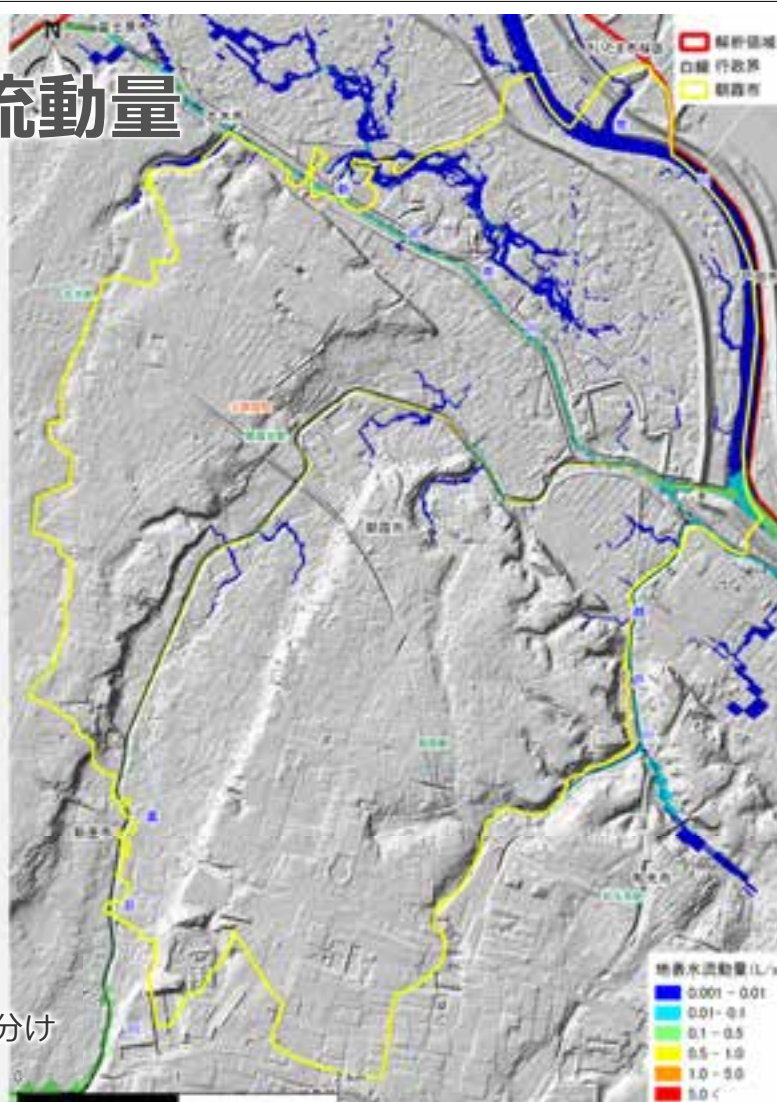
付録

地下水位

※地表から
地下水面までの距離



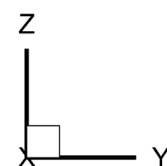
地表水流動量



※地上を流れる水の
流動量の大きさで色分け

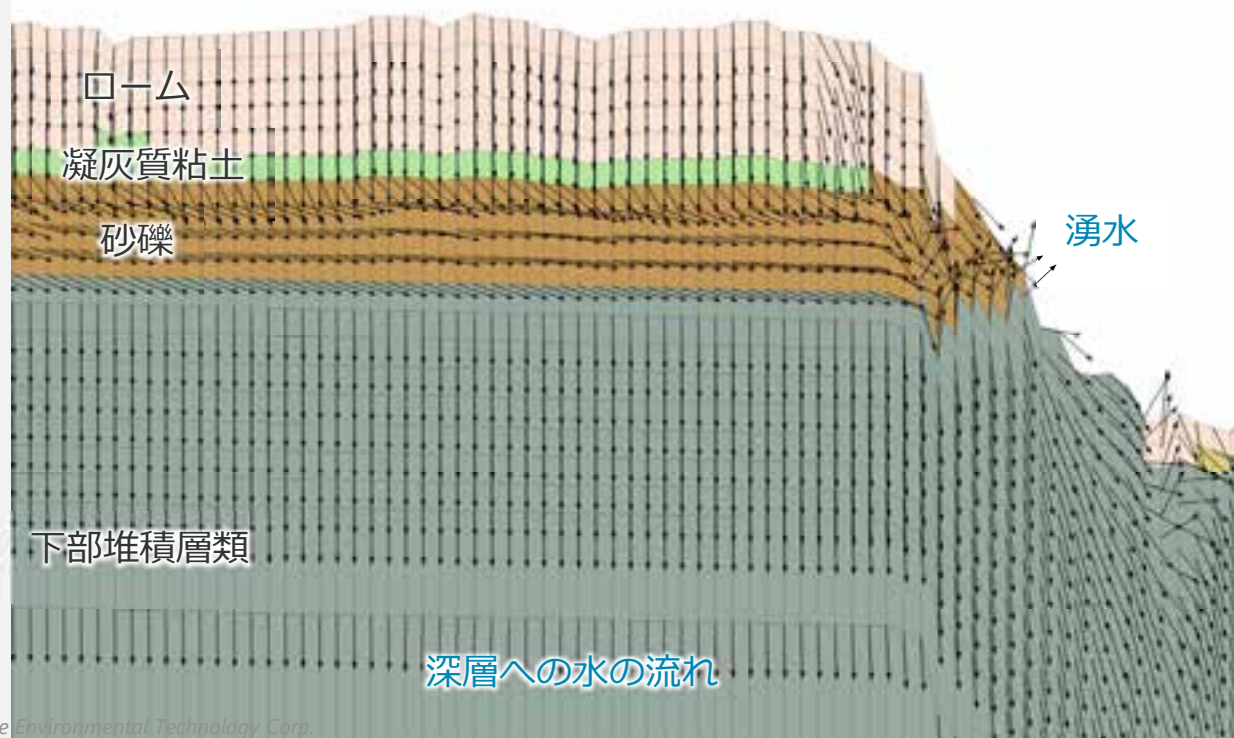
2025/3/23

モデル上での水の流れ



32

地下に浸透した水が湧水と深層へと流れる水に振り分けられている



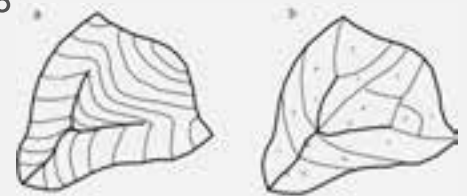
2025/3/23

2つのシミュレーション手法

- 流域を河川などの水路や斜面などの地表、地下の不飽和帯、地下飽和帯のように**特徴の異なる複数のコンポーネントに分割**して、**コンポーネント間でデータをやり取り**しながら計算を行う
= **コンポーネント分割タイプ**
- 地表面から地下までを含めた流域全体を多数の四面体や六面体などによって空間的に細分化し、それらの連結によって**直接表現**し、流域における水などの流れを**1つのモデル（模型）の中で計算**する = **直接表現タイプ：GETFLOWS®**

コンポーネント分割タイプ 水のルーティングが必要

- 流域内の山地斜面、河川、帯水層を平板、チャンネル、鉛直カラム等の要素に**分離**し、それらを**再結合**する**水のルーティング（経路の決定）**によって全体を解析する
- 分離された要素を再結合する際に必要となる**経験的パラメータの評価**が極めて重要となる
- コンポーネント毎に独立に計算していくため、直接表現タイプを用いたシミュレーションと比較して、多くの場合、**計算時間が短くなる**
- 解析者が対象とする流域に対してコンポーネントを決定し、コンポーネント間のデータのやり取りを設計していく必要があるため、コンポーネントの選び方や、コンポーネント間のつながりが**実際の流域における水などの流れに対応していないと現実とは大きく異なる結果となる**場合がある



EUROSEM
(Morgan, et al., 1998)

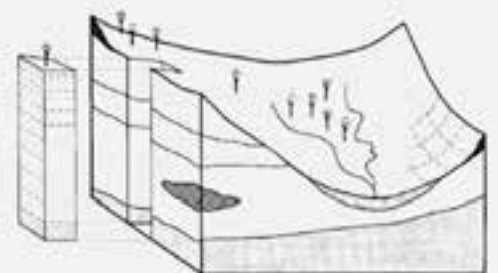
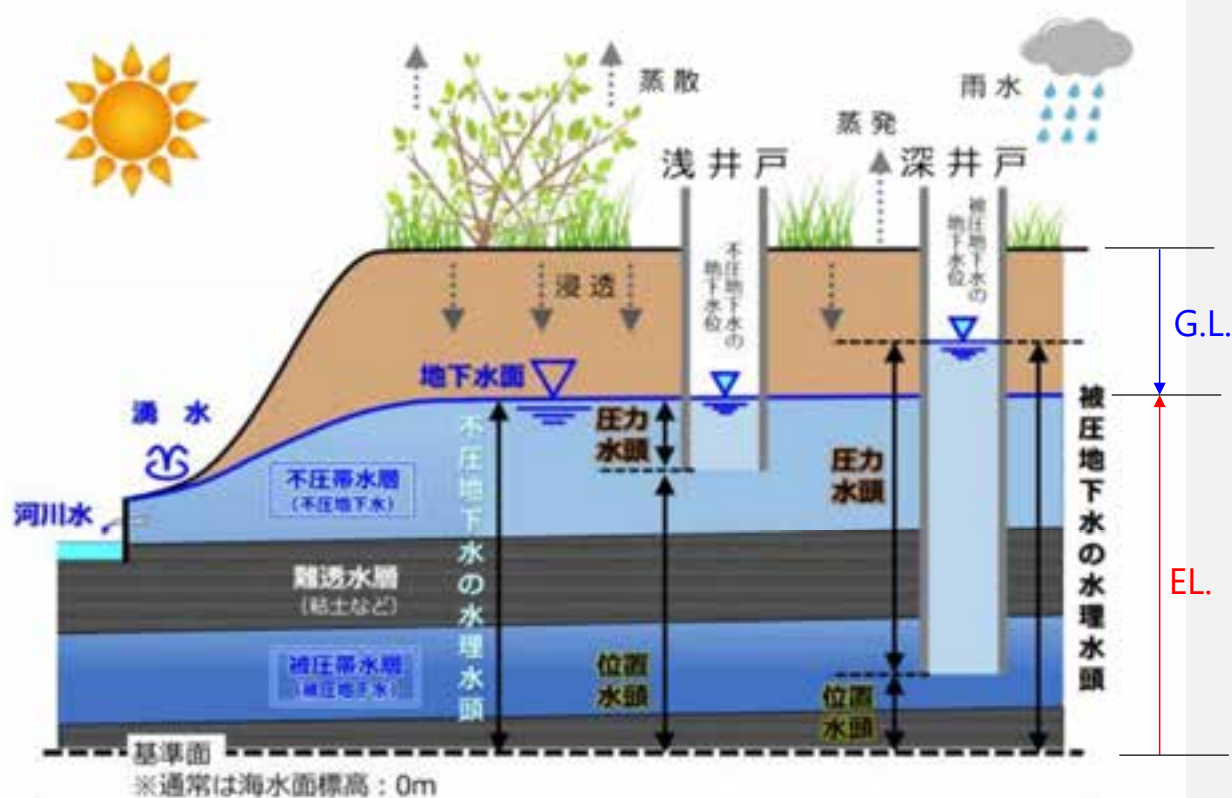


FIG. 3. Schematic Illustration Showing SHETRAN Column and its (Sub-Column) Cells

SHETRAN
(Ewen et al., 2000)

参考：地下水位について



データ出典：持続可能な地下水の保全と利用に向けて

(地下水・地盤沈下検証結果報告書) 図 5-1 地下の地質構造と地下水流動の概念図
(東京都環境局)

Geosphere Environmental Technology Corp.

2025/3/23