

NSC定期勉強会「PFAS汚染に対し  
企業はどう取り組んでいくか」講演会

**3次元統合型水循環シミュレータ  
GETFLOWSを活用した  
表流水・地下水へのPFAS拡散実態把握／推定  
及び将来予測**

水を、未来を  
解き明かす。

2025年2月19日

 **株式会社地圏環境テクノロジー**  
Geosphere Environmental Technology Corp.

# 本日のご説明内容

- PFAS対策技術事業者概要  
□□ - <発生源特定技術 / 拡散将来予測> -
- GETFLOWS概要  
( 3次元統合型水循環シミュレータ ) □
- 国土情報プラットフォーム(国土水循環モデル)
- 地下水汚染関連 解析事例のご紹介
- 事業スキーム

# 1. PFAS対策技術事業者概要

- 弊社開発の3次元統合型水循環シミュレータGETFLOWS (General purpose Terrestrial fluid-FLOW Simulator) を用いて、表流水と淡水、塩水等を含む地下水流動を同時に解析し、その結果を可視化する技術を保有しています。
- 同解析ツールを用いて、PFAS汚染の拡散状況の実態把握・推定を行うとともに、表流水・地下水へのPFAS拡散の将来予測を行うことが可能です。

上記解析結果を用いて

- 1) 地下水汚染対策工法の比較効果・検証
- 2) 汚染対策工法の最適案の選定
- 3) 将来予測に基づく地下水汚染対策工のコスト削減 (経済効果) への提言

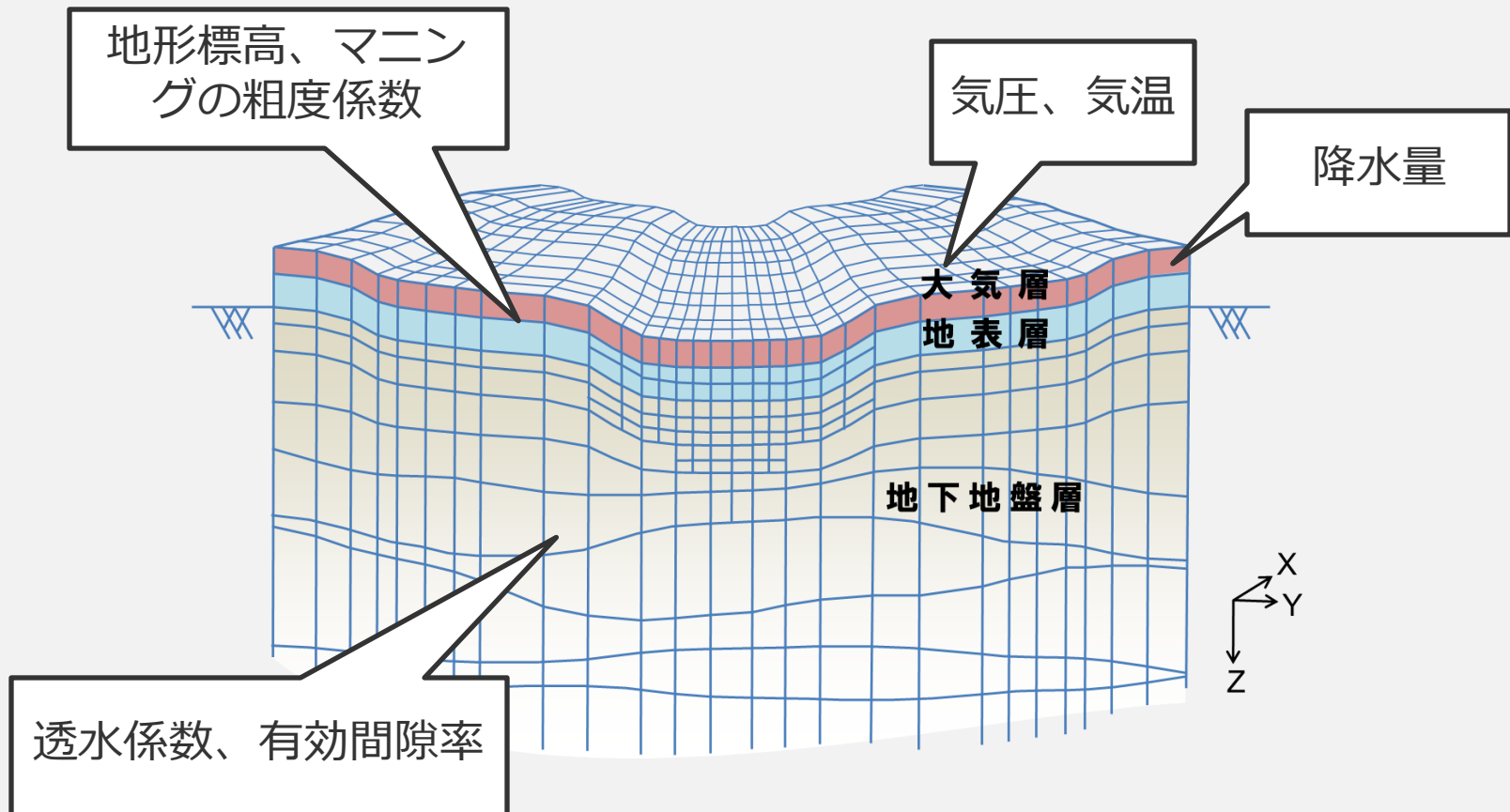


# 3次元統合型水循環シミュレータ (GETFLOWS)の概要

General pupose Terrestrial fluid-FLOW Simulator

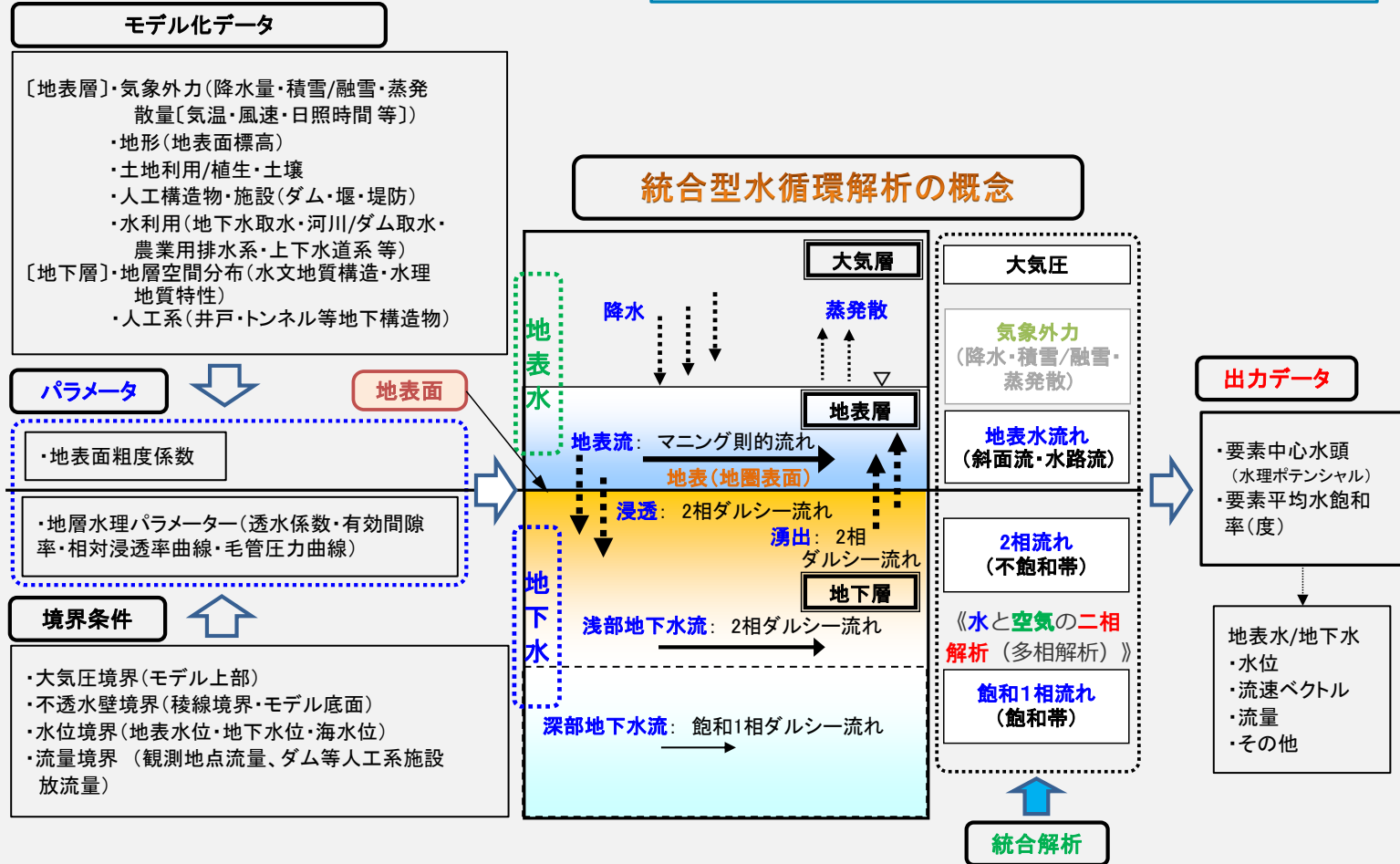
# 三次元格子システム

- 大気、地上、地下を3次元格子に細分化したメッシュベースのモデルのため、データ更新が容易であり、かつ継続的に利用することができる



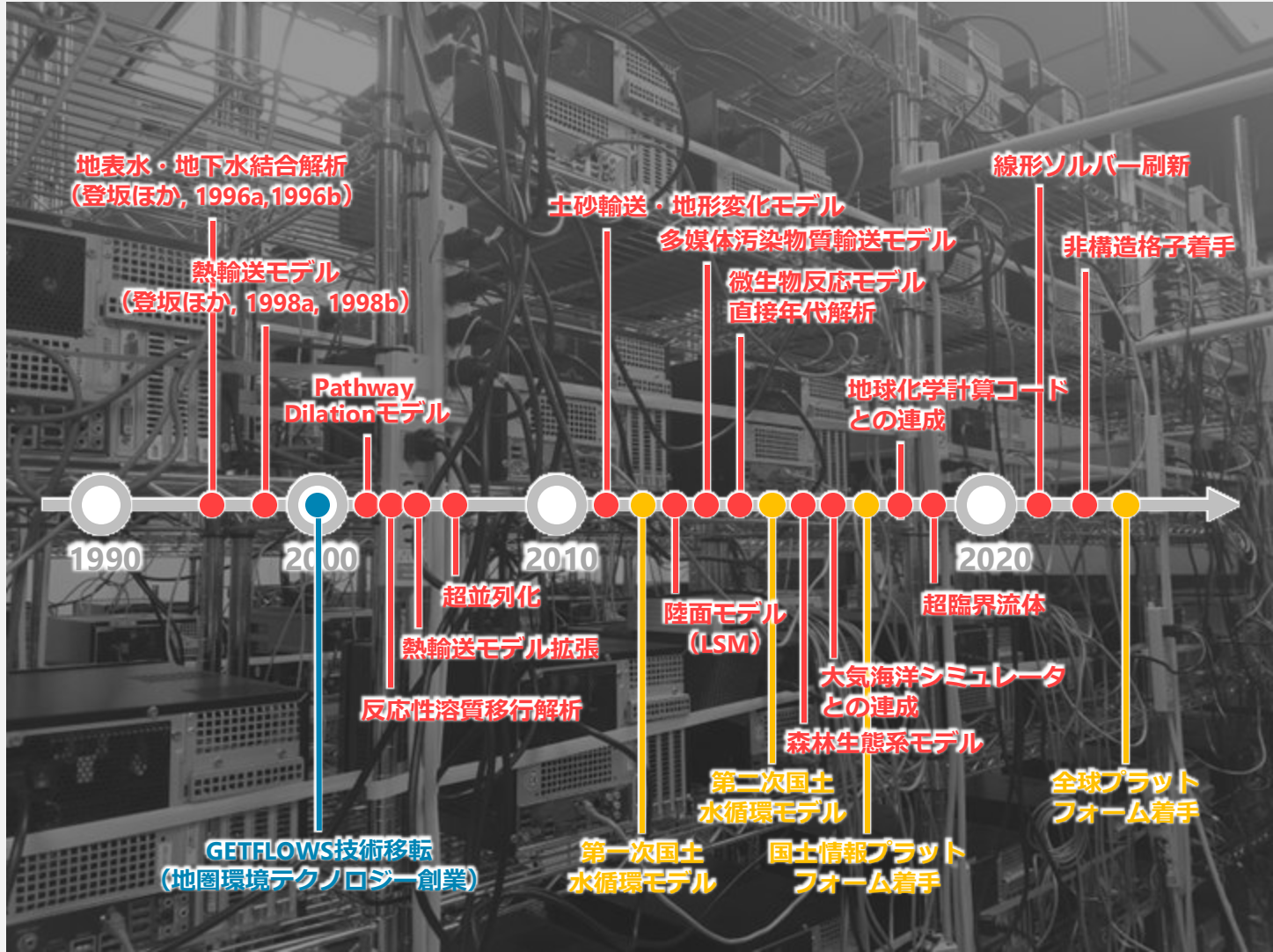
# 水理解析手法

## 地下水流れと地表水流れを統合・一体的解析 統合型水循環モデル



### 統合型水循環解析モデル (GETFLOWS) の概要

# GETFLOWS<sup>®</sup>の機能拡張経緯



# 世界の流域水循環シミュレーションツール



[Latest Earthquakes](#)

**SOFTWARE RELEASES**

## GSFLOW: Coupled Groundwater and Surface-Water Flow Model

February 24, 2021

[View Software Release](#)

# GSFLOW (USA)

**Overview of GSFLOW**

GSFLOW is a coupled Groundwater and Surface-Water Flow Model. It was developed to simulate coupled groundwater and surface water flow as one or more hydrologic models by simultaneously simulating flow across the land surface, within subsurface saturated and unsaturated materials, and within streams and lakes. Climate data consisting of measured or estimated precipitation, air temperature, and solar radiation, as well as groundwater stresses (such as withdrawals) and boundary conditions are the driving factors for a GSFLOW simulation.

GSFLOW operates on a daily time step. In addition to the MODFLOW variable-length stress period used to specify changes in stress or boundary conditions, GSFLOW uses internal daily stress periods for adding recharge to the water table and calculating flows to streams and lakes. Specified stream inflow over boundaries, internal stream-direction flow rates, and groundwater-pumping flow rates can be specified using time-series input files that allow these stresses to vary during each time step.

GSFLOW can be used to evaluate the effects of such factors as land-use change, climate variability, and groundwater withdrawals on surface and subsurface flow for watersheds that range from a few square kilometers to several thousand square kilometers, and for time periods that range from months to several decades.

**Contacts**

Richard G Niswonger  
Research Hydrologist  
Water Resources  
Email: rniswong@usgs.gov  
Phone: 650-349-6534

**Explore Search**

- Contaminant Transport Modeling
- Evapotranspiration
- Groundwater, Aquifers, Wells, and Springs
- Groundwater/Surface-Water Interactions
- Lakes and Reservoirs

[View All >](#)



GSFLOW screenshot showing hydrologic conductivity values used in groundwater model, Sageshen Creek watershed near Truckee, CA.

**Download Current Version of GSFLOW**



[HYDROGEOSPHERE](#)
[AGSAT](#)
[HGSRT](#)
[SERVICES](#)
[ABOUT](#)



## HydroGeoSphere - Integrated Hydrologic Models

HydroGeoSphere (HGS) is the world's most powerful integrated hydrologic modeling platform. HGS is a three-dimensional control-volume finite element simulator which is designed to model the entire terrestrial portion of the hydrologic cycle. It uses a globally implicit approach to simultaneously solve the 2D diffusion-wave equation for overland/surface water flow and the 3D form of Richards' equation for variably saturated groundwater flow.

HGS dynamically integrates key components of the hydrologic cycle and can incorporate land surface processes such as evaporation from bare soil, transpiration with evolving vegetation, unsaturated flow, flow in porous and/or discrete fractured media, and reactive solute and thermal energy transport within the overall hydrogeosphere. Macro pores, fractures, and the drains can be incorporated discretely or using a dual porosity, dual permeability formulation. The model can simulate water table fluctuations, streamflow, and groundwater recharge. It can also simulate and predict water resources at the watershed, basin, and continental scales.

**Request a Trial**

# HydroGeoSphere (Canada)

"SIMULATING NATURAL PROCESSES HAVE DONE A VERY GOOD JOB. IT'S VERY HELPFUL IN SOLVING COMPLICATED PROBLEMS. IT'S AN ACTUALLY, IT'S AHEAD OF ITS TIME. LOT OF MONEY"


— Dr. Ronjeet Nigam, Groundwater Scientist - MinksyPersons

Introduction to Integrated Hydrologic Modelling with HydroGeoSphere - NCGRT Webinar



**Finite Element Mesh**

- 15 Layers
- 220,000 Nodes / Layer
- 437,000 Elements / Layer
- 3,600,000 Total Nodes

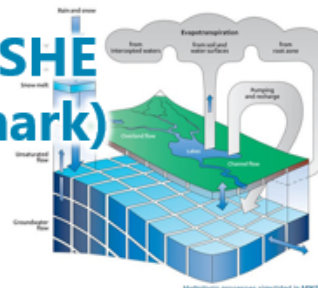


[Documentation](#)
[Training](#)
[New Features](#)
[Request info](#)

## Why MIKE SHE?

**Get insight into feedbacks and interactions across the entire hydrologic cycle**

MIKE SHE is built on coupled physics-based models for overland flow, unsaturated flow, ground dynamic channel flow, including all their interactions. MIKE SHE also includes processes such as vegetation-based evapotranspiration, irrigation, snowmelt and water quality.



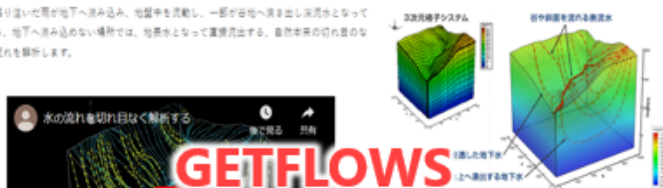
**MIKE SHE  
(Denmark)**

Hydrologic processes simulated in MIKE SHE

ホーム | 事業案内 | GETFLOWS | 企業情報 | 資料室 | 採用情報 | 水のおぼなし | お問い合わせ

### 水の流れを切れ目なく解析する

地上に降りた雨が地下へしみ込み、地盤中を流動し、一部が地表へ湧き出し浸透水となって流下する。地下へしみ込み、地盤中を流動し、一部が地表へ湧き出し浸透水となって流下する。地下へしみ込み、地盤中を流動し、一部が地表へ湧き出し浸透水となって流下する。地下へしみ込み、地盤中を流動し、一部が地表へ湧き出し浸透水となって流下する。



**GETFLOWS  
(Japan)**

水の流れを切れ目なく解析する

見る 共有

自然状態の初期化

流域モデルの計算開始時点は、一般に観測が開始される付近であり、シミュレーションではこの時の圧力・水飽和率の状態が必要ですが、しかし、全ての格子点に人間が指定することはできないので、GETFLOWSではこのような方法をとります。まずは、流域の地形を想定して初期状態を考えます。もっとも簡単な方法は、最初、地下水が飽和して、地表は水がなかった状態を設定することです。ここから一定の降雨をもとて計算を開始すると、標高の高い位置の地下水は地表にわだかまり河川となり、地下水位は地下を飽和させ、湧き出しを発生させ、地表水と地下水が繋がるとともに、流域の初期状態が完成します。



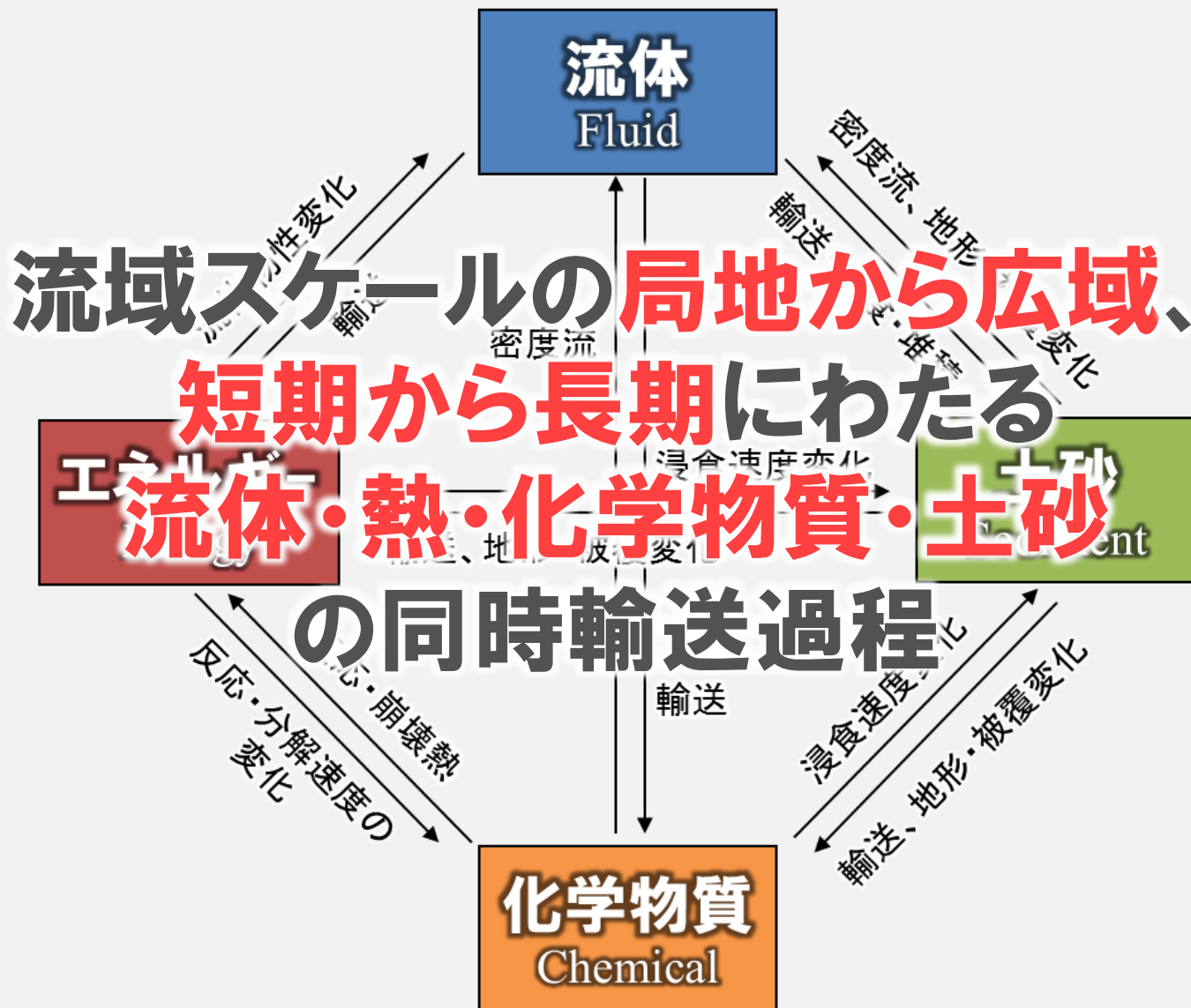
# 流域水循環シミュレーション ソフトウェア機能比較表

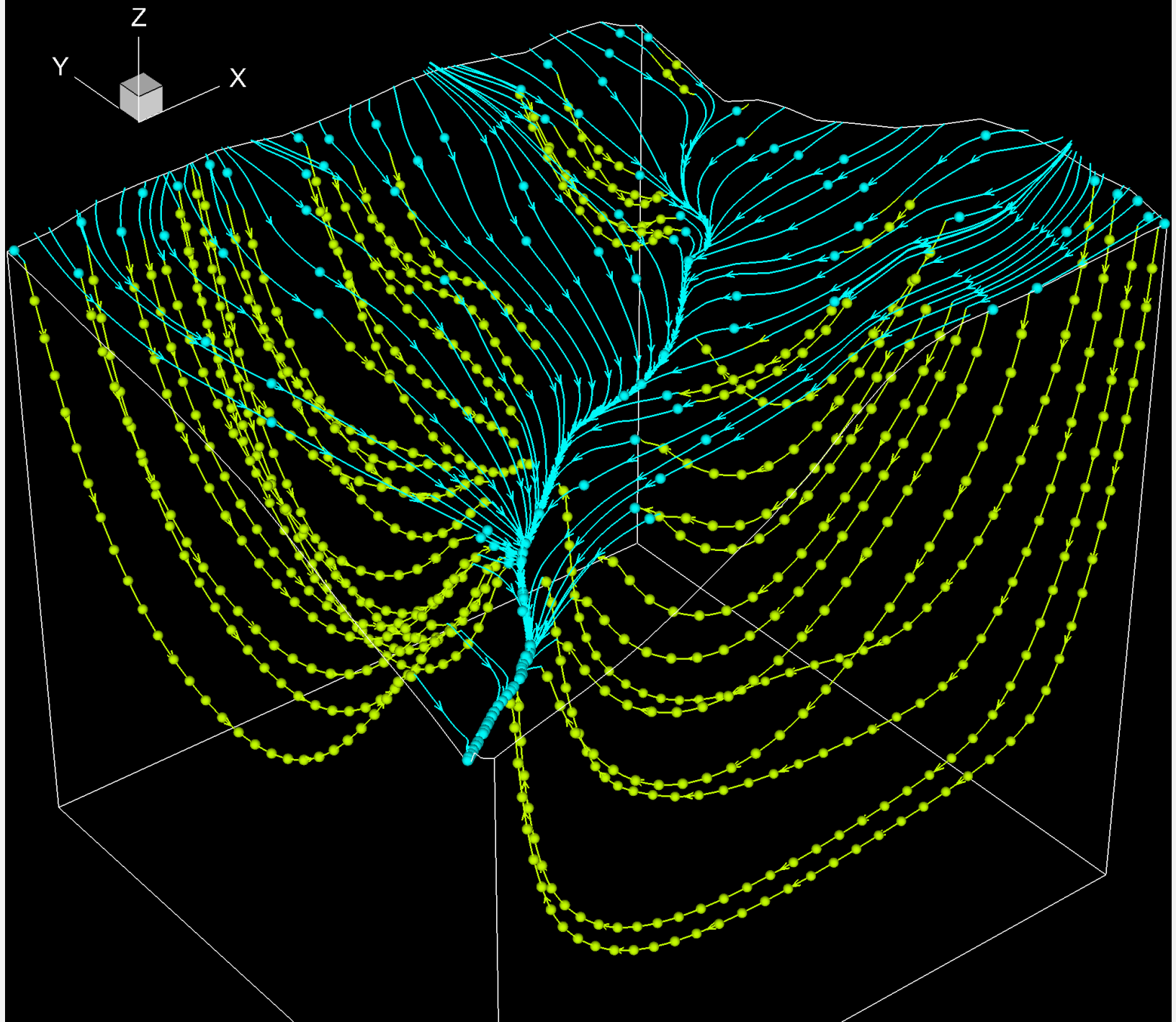
ソフトウェア	機関	次元	流体							物質輸送						熱輸送			離散化手法			ライセンス				
			地表流	地下水	空気	水蒸気	NAPL	密度流	圧縮性	粘性	移流	分散・拡散	吸着・脱着	放射性壊変	分解・吸収	溶解	沈殿	揮発	移流	伝導	放射		固液熱交換	相変化（水蒸気輸送）	空間	時間
GETFLOWS (Version 7)	GET Corp.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	IFDM	FI	○	有償
MIKE SHE	DHI	3	○	○						○	○	○	○										FDM	FI	○	有償
MODFLOW 6 (Version mf6.2.2)	USGS	3	○	○				○		○	○	○	○										FDM	FI	○	無償
HydroGeoSphere (Version 2356)	aquanty	3	○	○				○	○	○	○	○	○				○	○					CVFEM	FI	○	有償
Parflow (Version 3.9.0)	Juelich Research Centre, et al.	3	○	○						○	○	○	○										IFDM	FI	○	無償
HYDRUS (Version 3.04)	PC-PROGRESS	3		○					○	○	○	○	○				○	○					FEM	FI	○	有償
Dtransu-3D* EL	岡山大学 三菱マテリアル ダイヤコンサルタント	3		○				○		○	○	○	○										FEM	FI		無償
TOUGH3 (Version 1.0)	LBL	3		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○		○		IFDM	FI	○	有償
FEFLOW* (Version 7.4)	DHI	3		○				○	○	○	○	○	○				○	○					CVFEM	FI	○	有償

\* FEFLOWについては、MIKE 11(地表流)やPHREEQC-RM(化学反応)など他のコードと組み合わせて使用することが可能

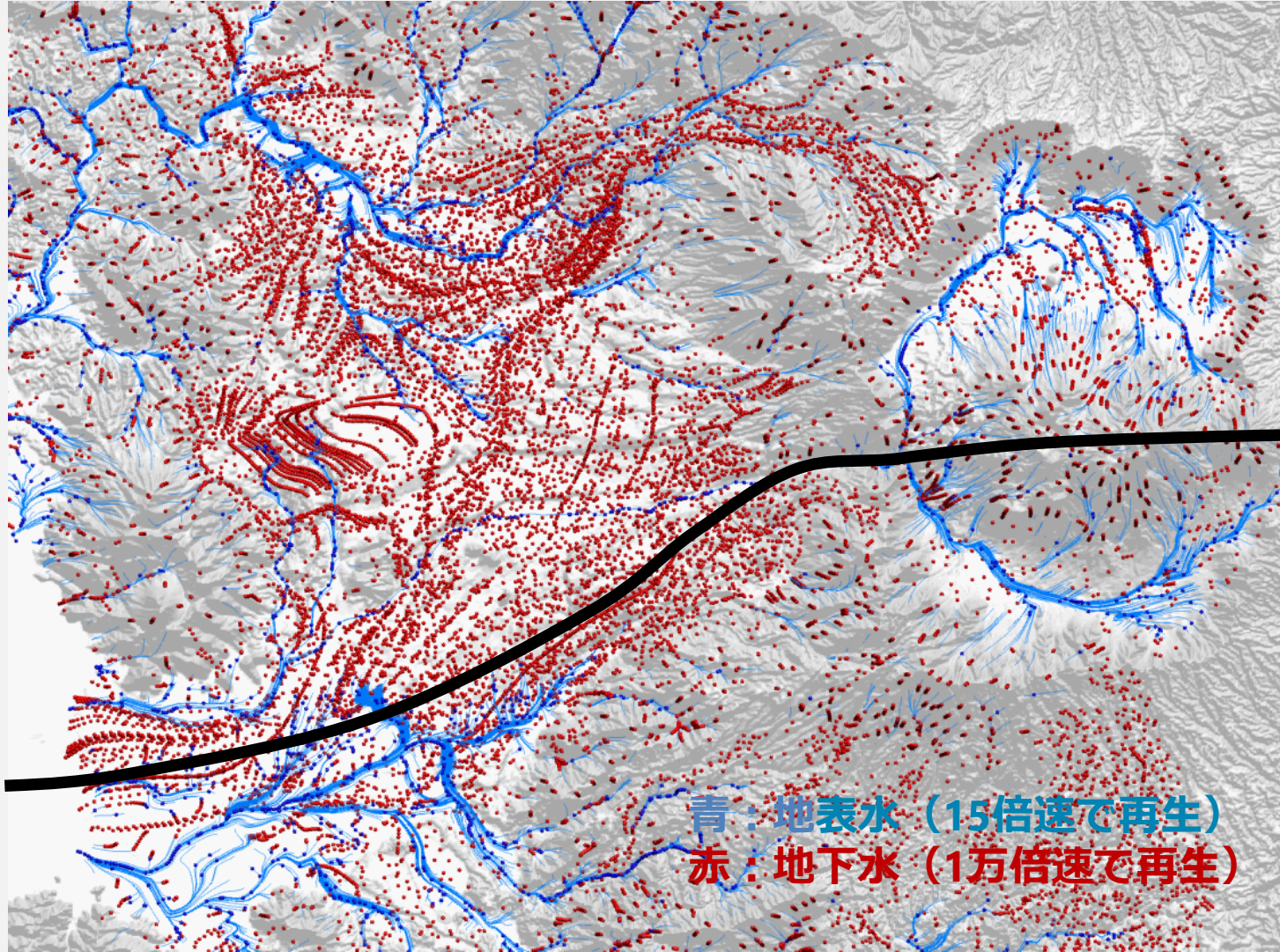
(株)地圏環境テクノロジー調べ(2022年2月)

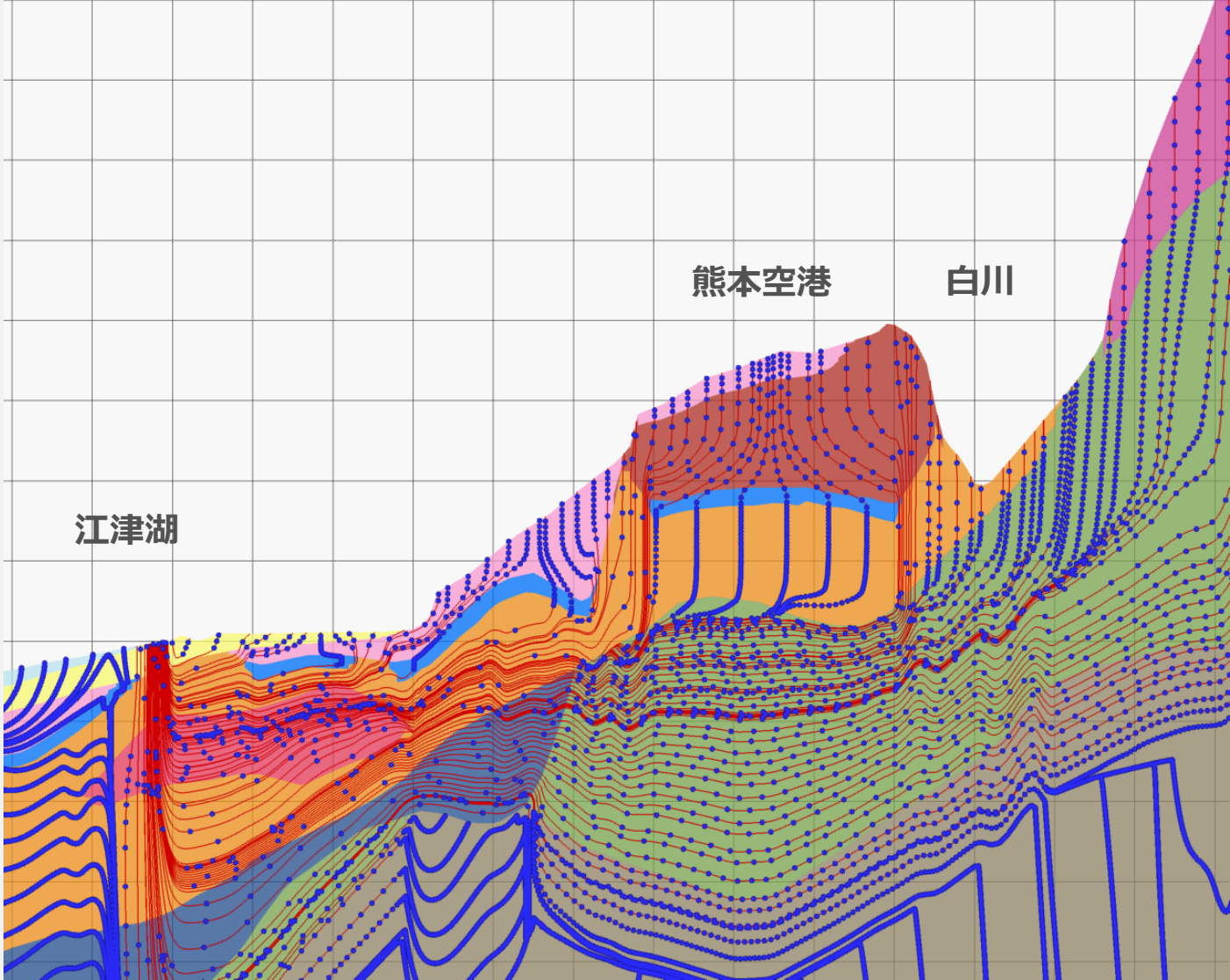
# 対象とする連成現象





# 熊本地域の表流水・地下水の流れ





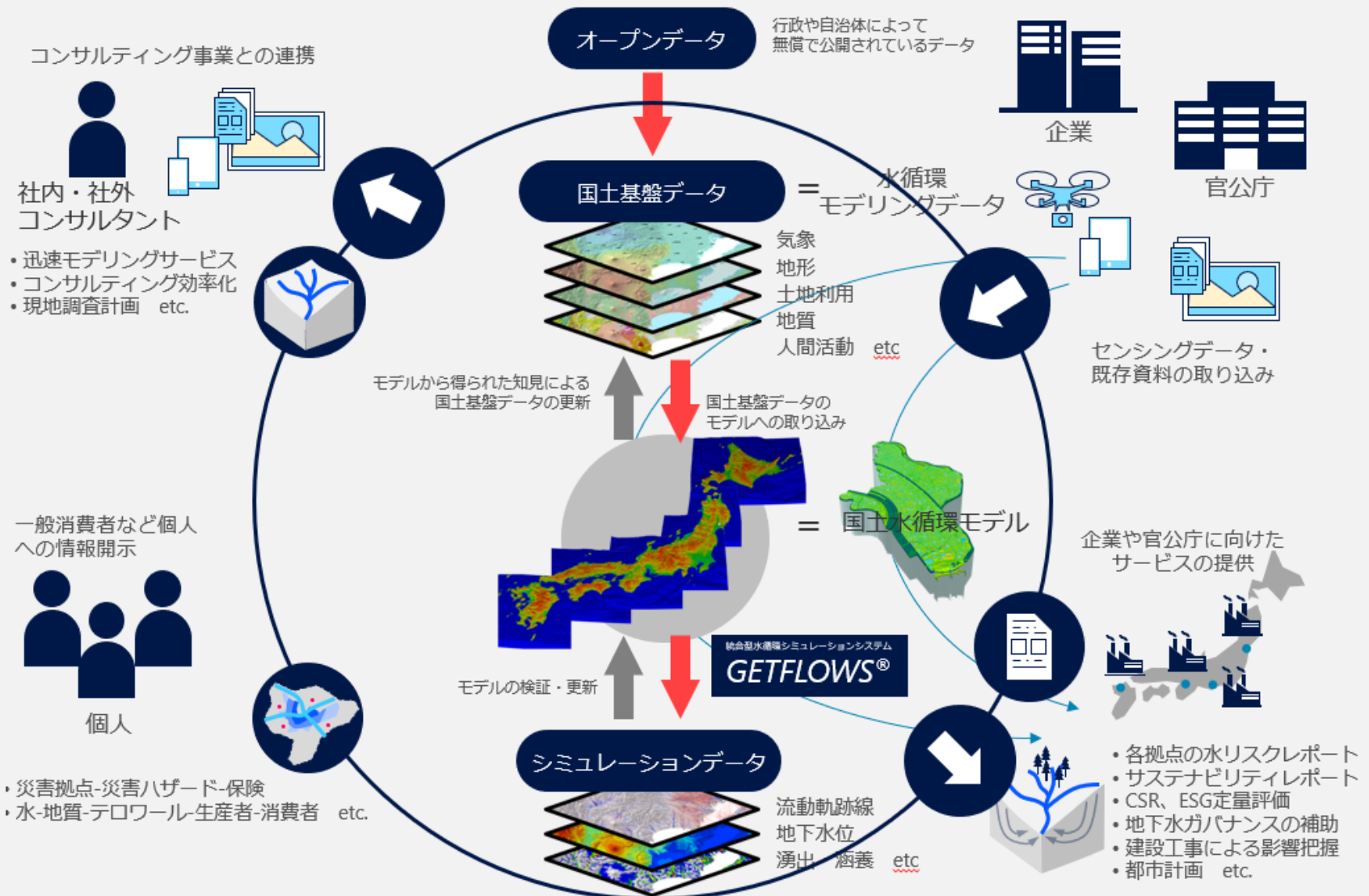
江津湖

熊本空港

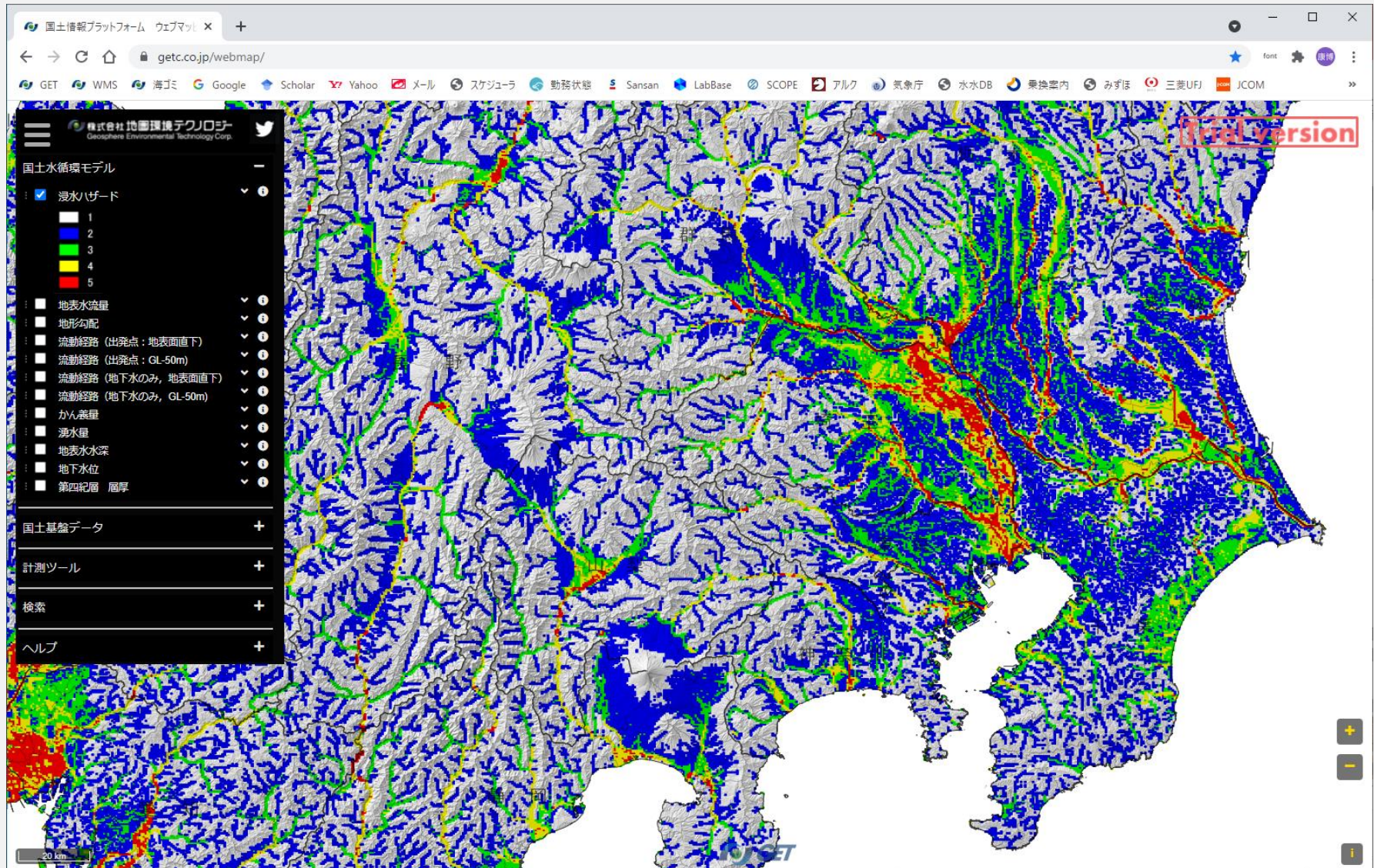
白川

## 2. 国土情報プラットフォーム (国土水循環モデル)

# 国土情報プラットフォーム



# WMS (Web Mapping System) による 国土情報プラットフォーム内のデータ公開





# 3. 表流水・地下水流動 解析事例のご紹介

# (1) 多摩地区の表流水・地下水解析

NHK『クローズアップ現代 追跡“PFAS”暮らしに迫る化学物質』にて、有機フッ素化合物（PFAS）の汚染源の可能性を、GETFLOWS解析結果を基に、地下水動画を可視化（動画）して提供した事例紹介です。

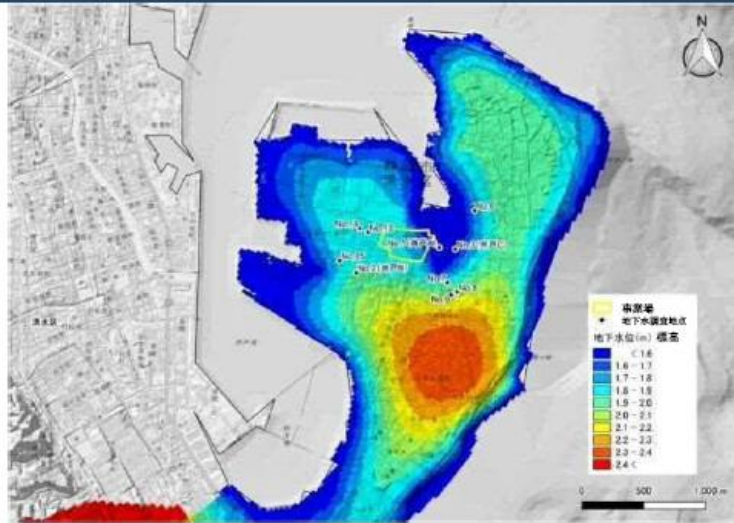
(注)

本資料は「国土水循環モデル」を活用して、水平解像度500mを250mに解析メッシュを細分化して、3次元水循環シミュレータ（GETFLOWS）を用いて解析した結果を可視化（動画）したものです。



# (2) PFAS等の化学物質の発生源特定、 拡散分析／将来拡散予測解析

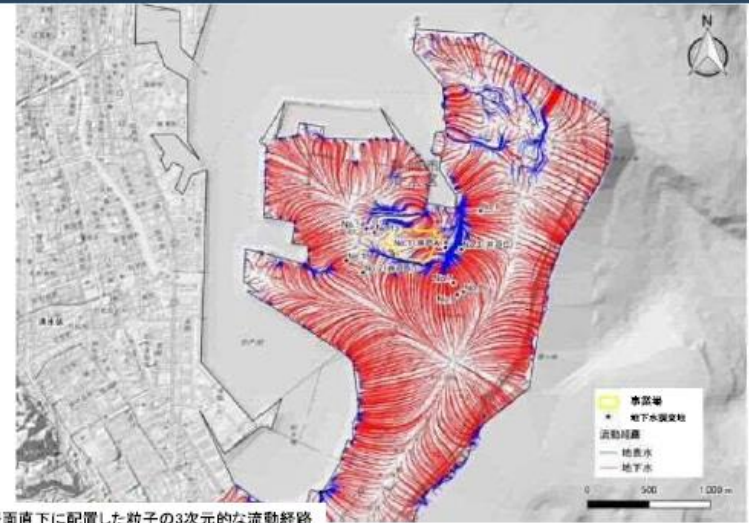
## 地下水流動場の可視化(自由地下水位)



自由地下水位を標高で表示したもの  
赤いところが地下水の標高が高い。赤いところから青いところに向けて水が流れる。

13

## 地下水流動場の可視化(流動経路)



地表面直下に配置した粒子の3次元的な流動経路  
を水平面に投影表示したもの。  
赤が地下水が流れる方向。青は地表水。

14

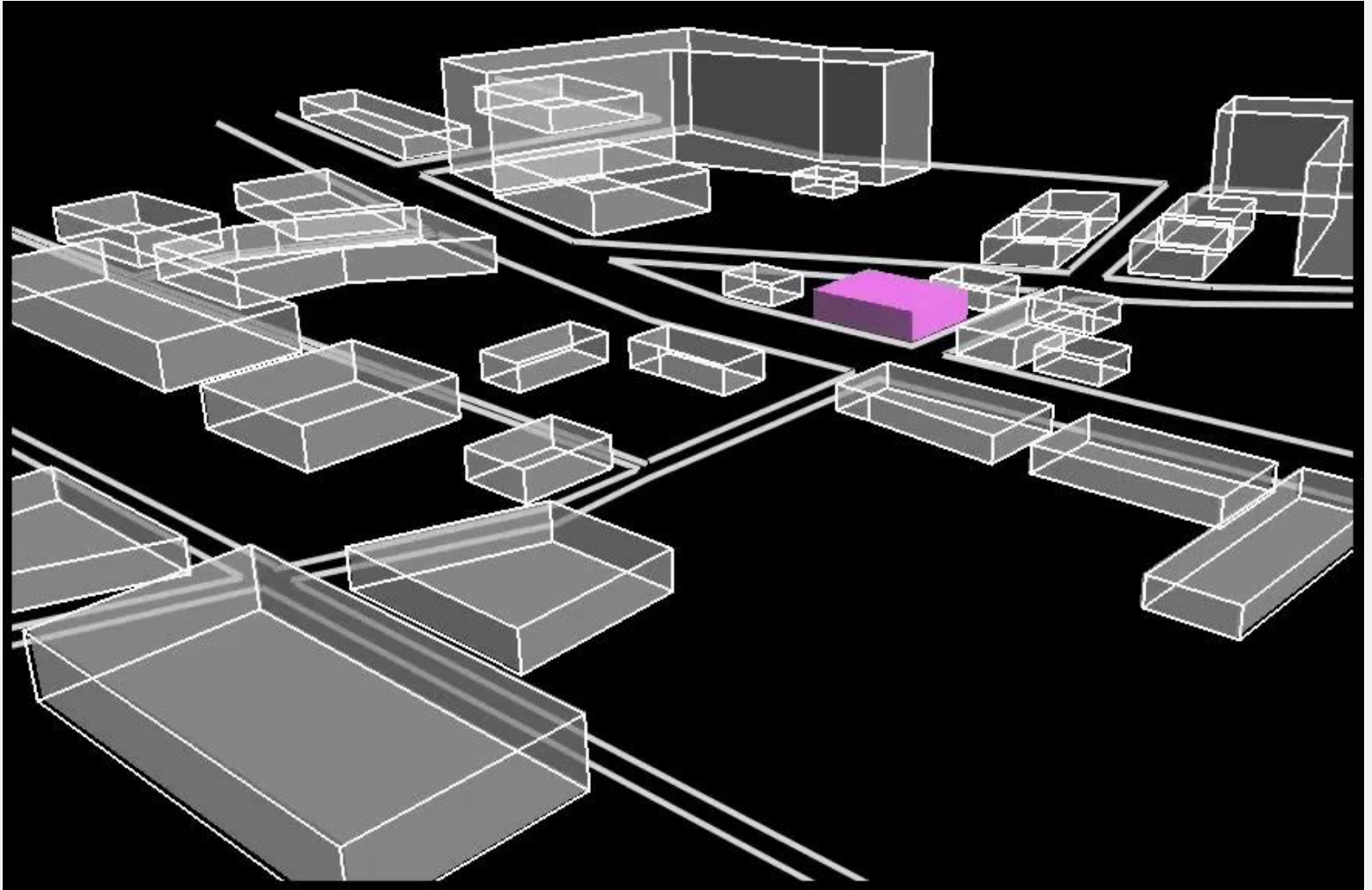
地下水コンター (高 (赤)、低 (緑→青))

表流水 (青)、地下水流動 (赤)

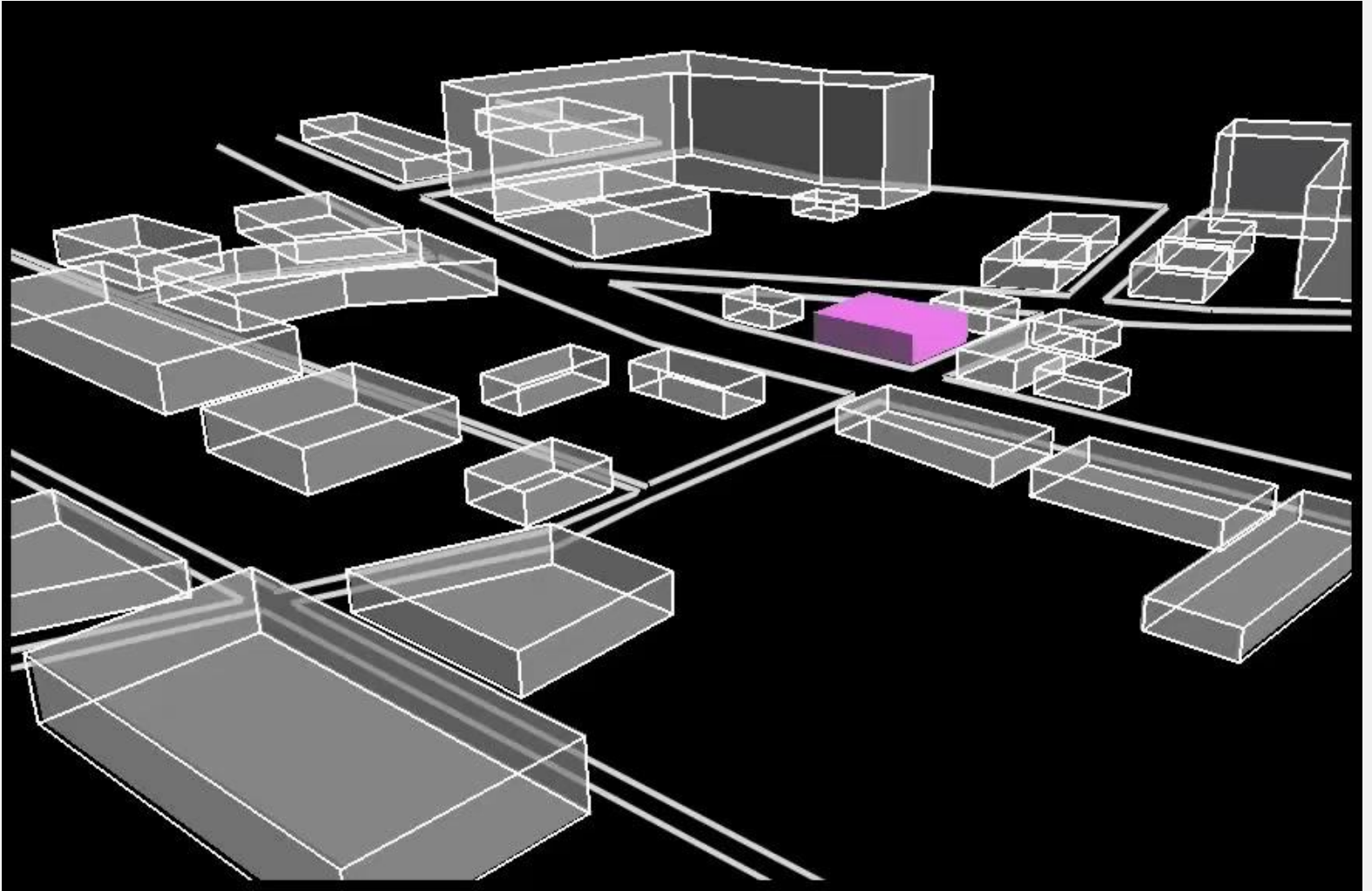
【出典】：令和5年12月12日市長記者説明

資料『5-2 地下水流動解析結果』

# (3-1) NAPL污染原液 漏洩解析 (动画)

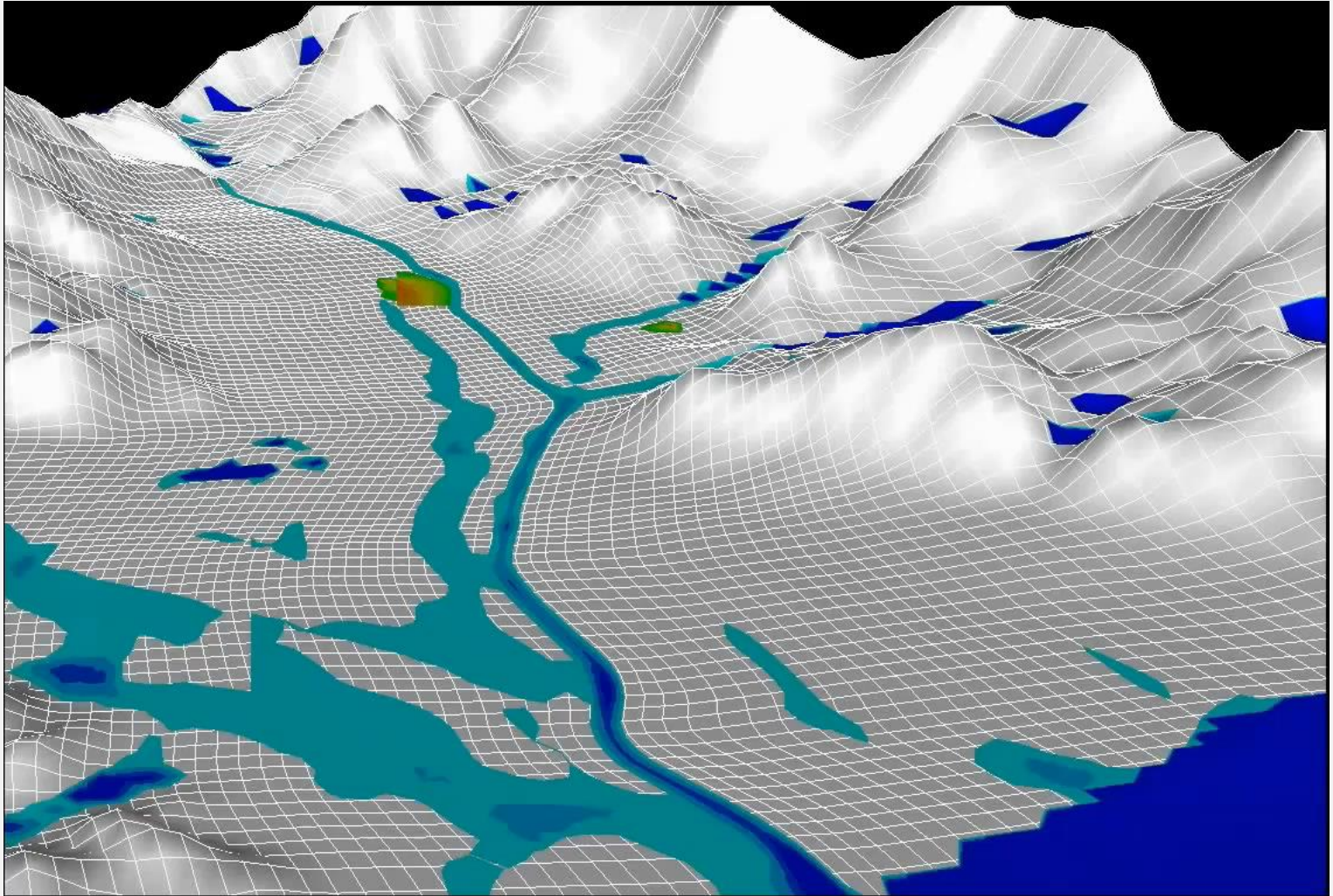


## (3-2) NAPL污染溶質 漏洩解析 (動画)

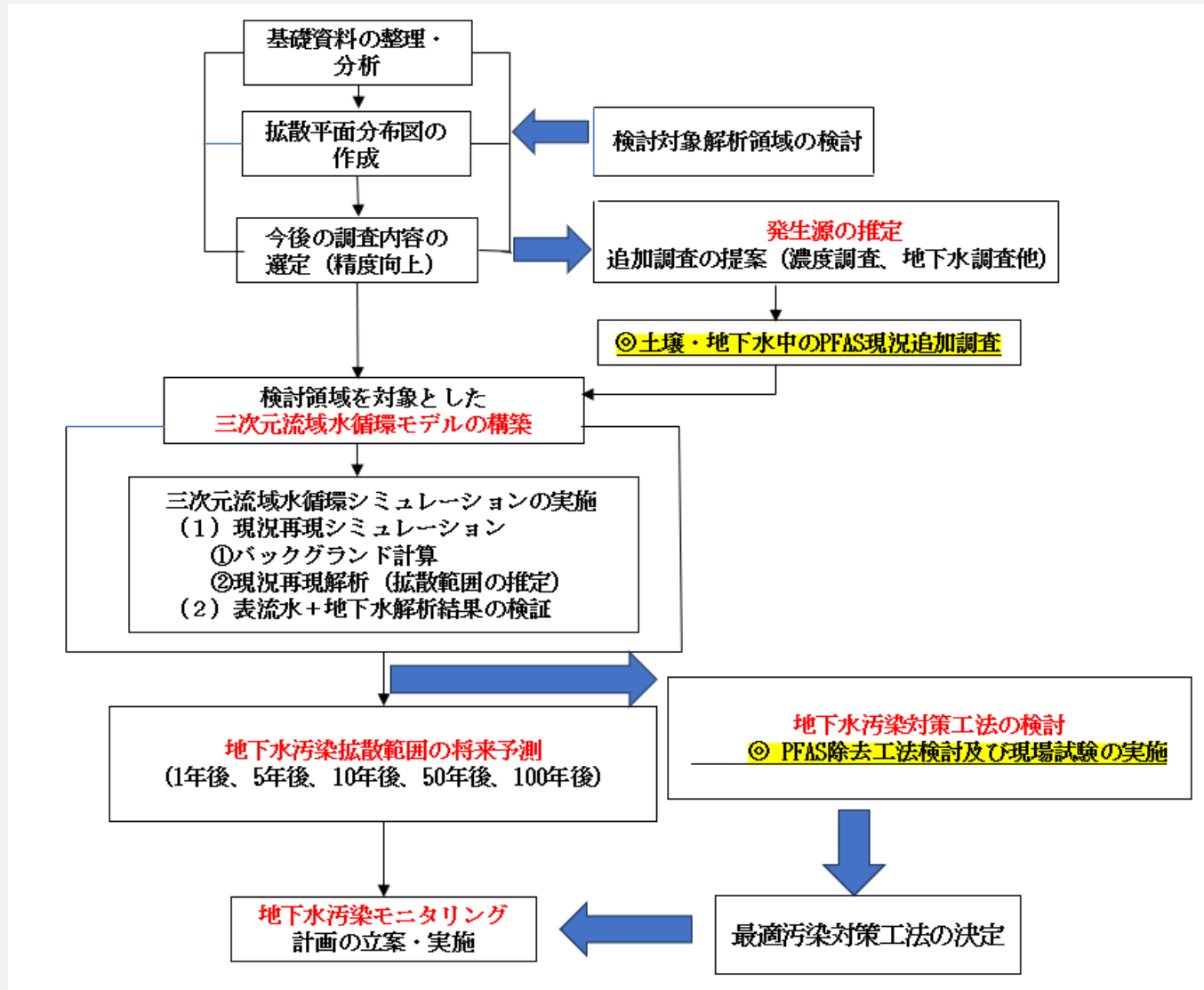


# (5) 硝酸性窒素の流動解析 (動画)

## □ □ □ 地下水から河川への拡散挙動



# 4. 事業スキーム





# ご清聴ありがとうございました



住所：東京都千代田区神田淡路町2-1 NCO神田淡路町3階

TEL：050-5364-7131

E-mail：[mitsunaga@getc.co.jp](mailto:mitsunaga@getc.co.jp)

URL：<https://www.getc.co.jp>

---