

# 「第2回企業連携水循環ウェビナー」

2023年10月3日; 内閣官房水循環政策本部事務局

## 産官学連携による健全な水循環の 取組における課題と展望

産官学連携は、地下水ガバナンス(マネジメント)・  
流域水マネジメントの枠組で考えるのが良いのではないか

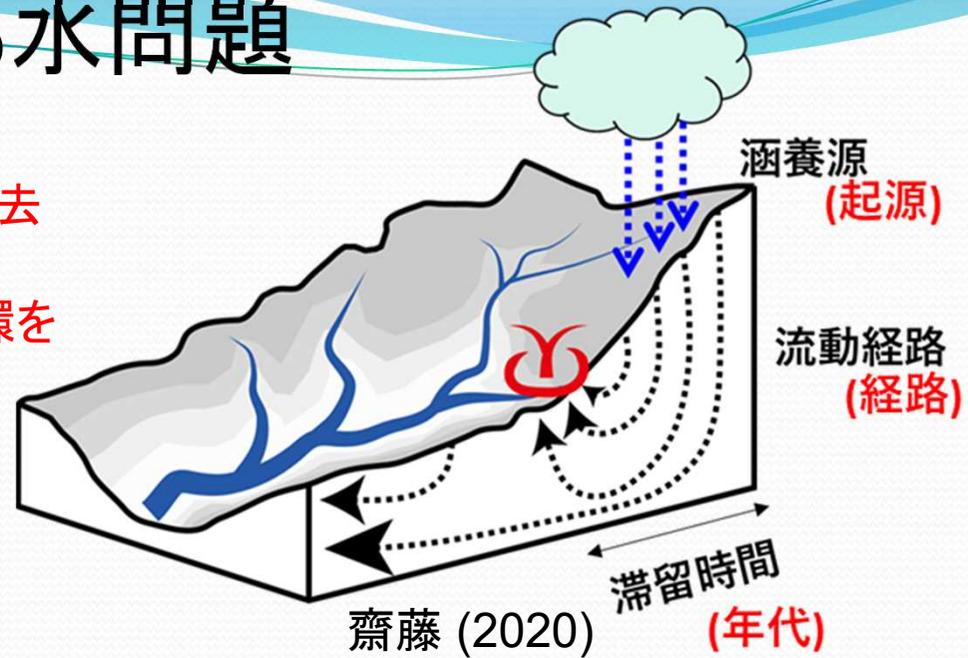
辻村 真貴

日本地下水学会・筑波大学 生命環境系

# 水循環の中で生ずる水問題

- 水問題は**水循環**の中で生ずる
- **問題の発端**は、水循環の**上流側**で、**過去**にある
- 問題を理解・解決するためには、**水循環を遡らなければならない**
- とくに、**地下水**がわかっていない

**水の起源・経路・年代**  
= **水循環の履歴情報**



この水は、**どこから**、**どこを**通って、**どの位の時間**をかけてやって来たのか

- 私たちは、どの位の**量**の水を使うことができるのか？
- この水は、どの位の**時間**で**きれい**になるのか？
- **気候変動**は、水資源にどのような**影響**を及ぼすのか？
- 世界**人口**を維持する**食料**生産には、**水資源**は十分か？

**日本、地球規模における水に関する課題解決に貢献**

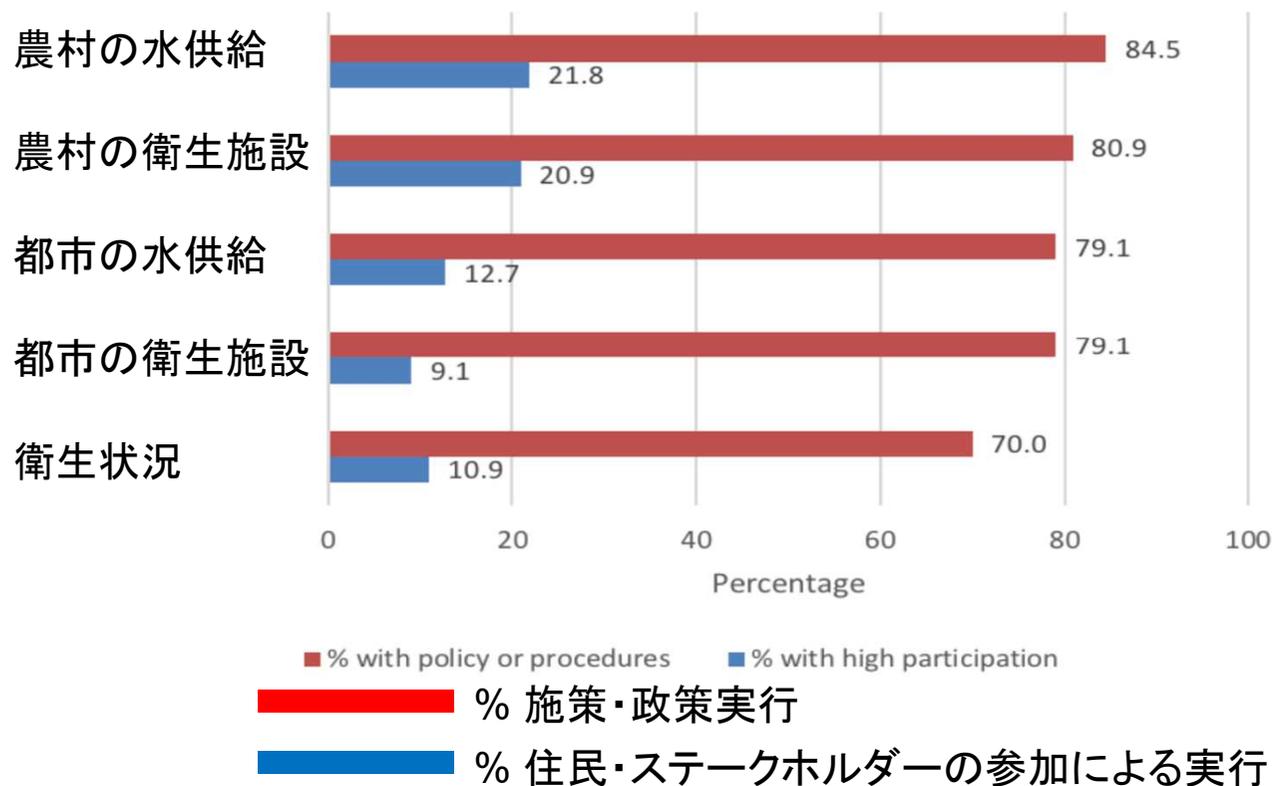
# 公益社団法人 日本地下水学会

- 地下水に関する総合的な学問の発展、ならびに地下水の開発・保全に関する研究、技術の広範な普及を目的とする。
- 地下水に関する多様な問題の解決のため、関連分野と横断的に連携し、新たな智と技術の創出をはかる。
- これら目的を達成するため、学会誌の刊行、講演会・シンポジウムの開催、講習会の開催等を行う。
- <http://jagh.jp/>

# Uhlenbrook (2017): UN SDG6 統合レポート

## Main Messages 5:

### 重要なのは適切なガバナンスである



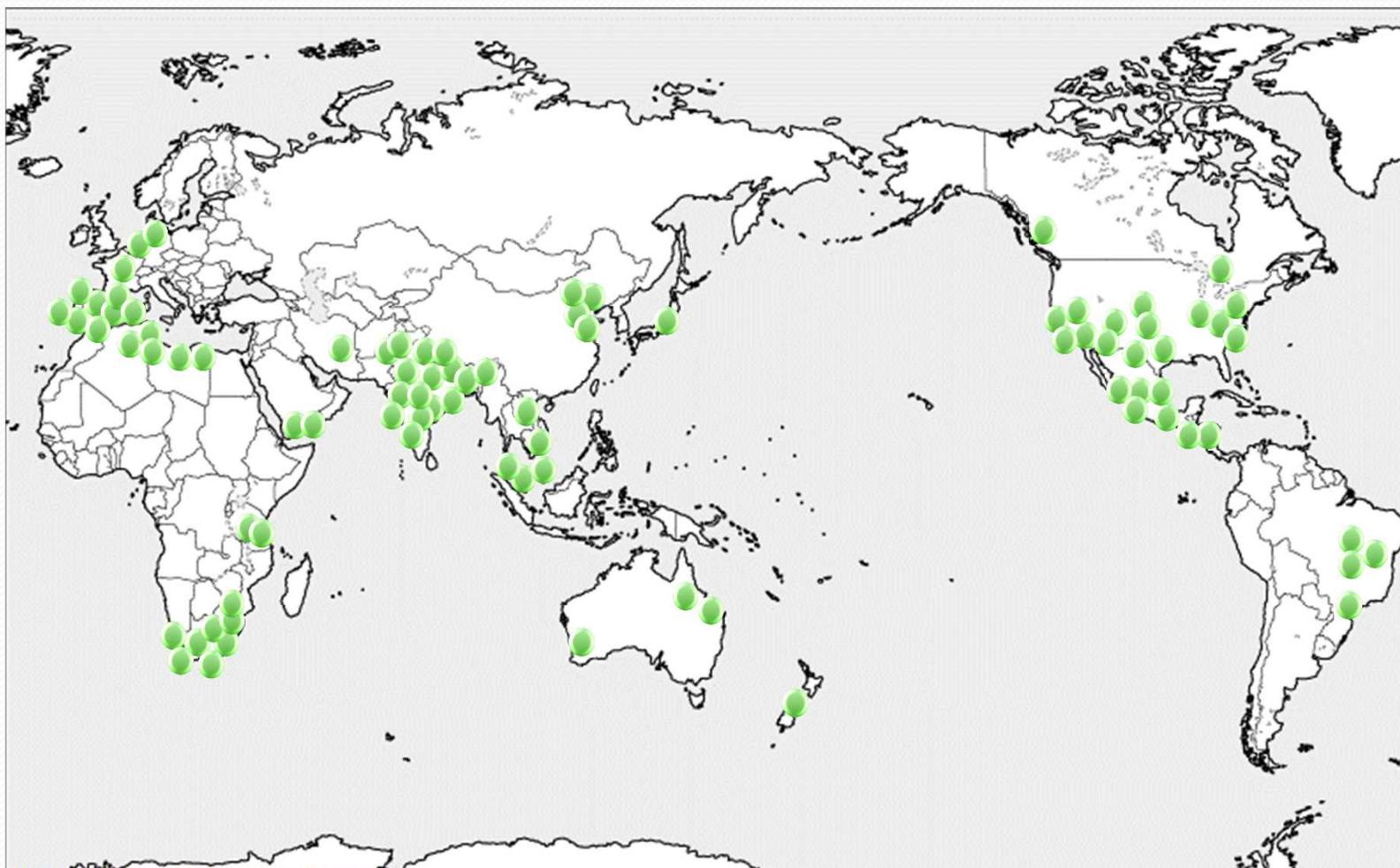
• トップダウン型の施策実行は進んでいるが、住民・ステークホルダー参加による実行はこれからの課題である。

# 地下水ガバナンス

- ガバナンス:民の公への関与(岩崎, 2011)
- 地下水ガバナンス (遠藤, 2023による整理)
  - 地下水ガバナンスとは多様なステークホルダーが垂直的・水平的に協働しながら, 科学的知見に基づき, 地下水の持続可能な利用と保全に関して意思決定し, 地下水を保全管理していく民主主義的プロセスである(千葉, 2019)
  - マルチ・アクター(多様なステークホルダー), マルチ・レベル(垂直的・水平的な協働), およびポリシー・ミックス(地下水とその関連領域における法制度的・政策的対応)という特徴を伴った, 地下水管理の変化をめぐるプロセスである(八木, 2020)

# 世界各国・地域における地下水ガバナンス研究

Groundwater Governanceをトピックに含む2000年以降公表論文の内、特定地域を対象にした論文の対象地域 (1999年以前は該当無し)

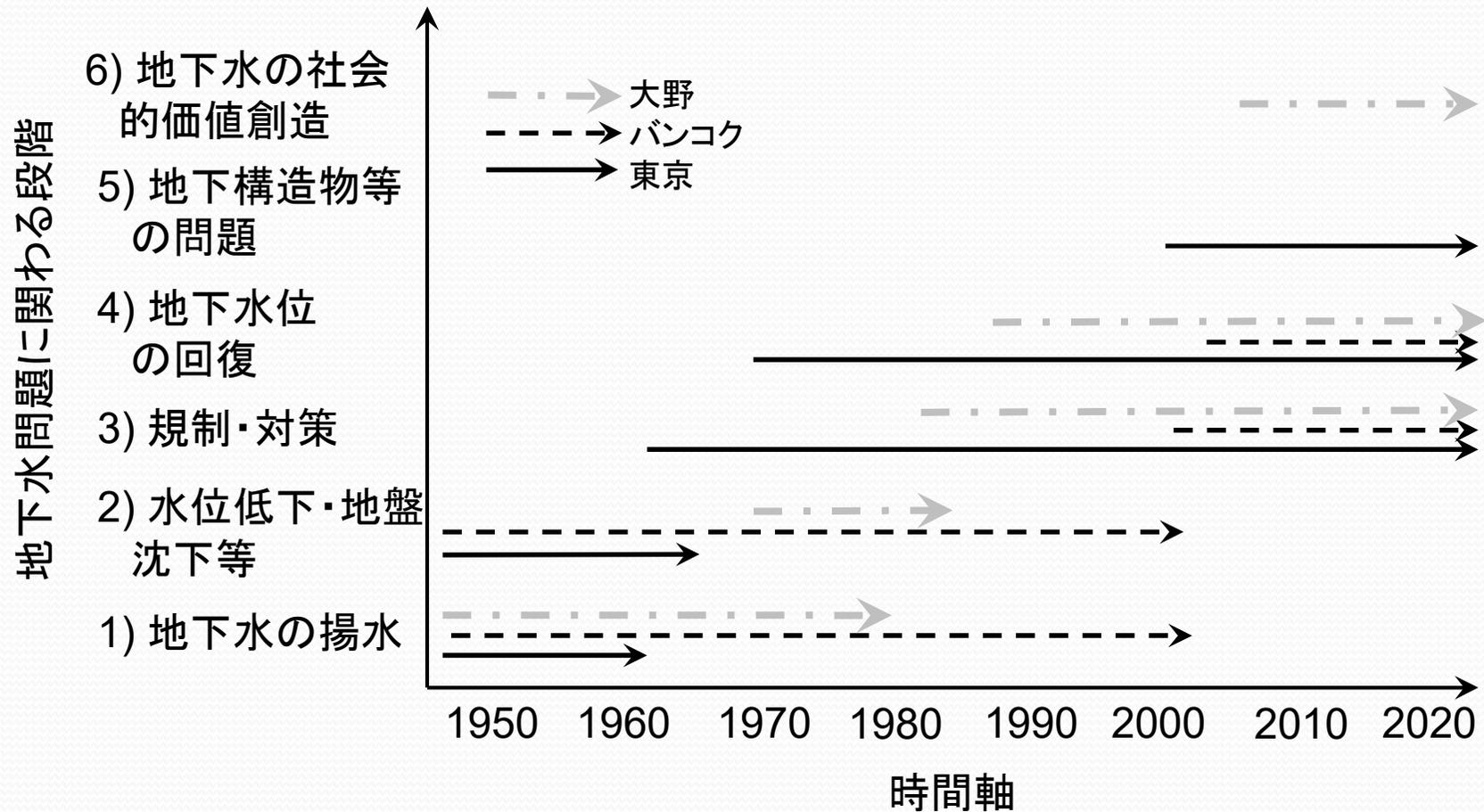


# 各国・地域における地下水ガバナンス研究の動向

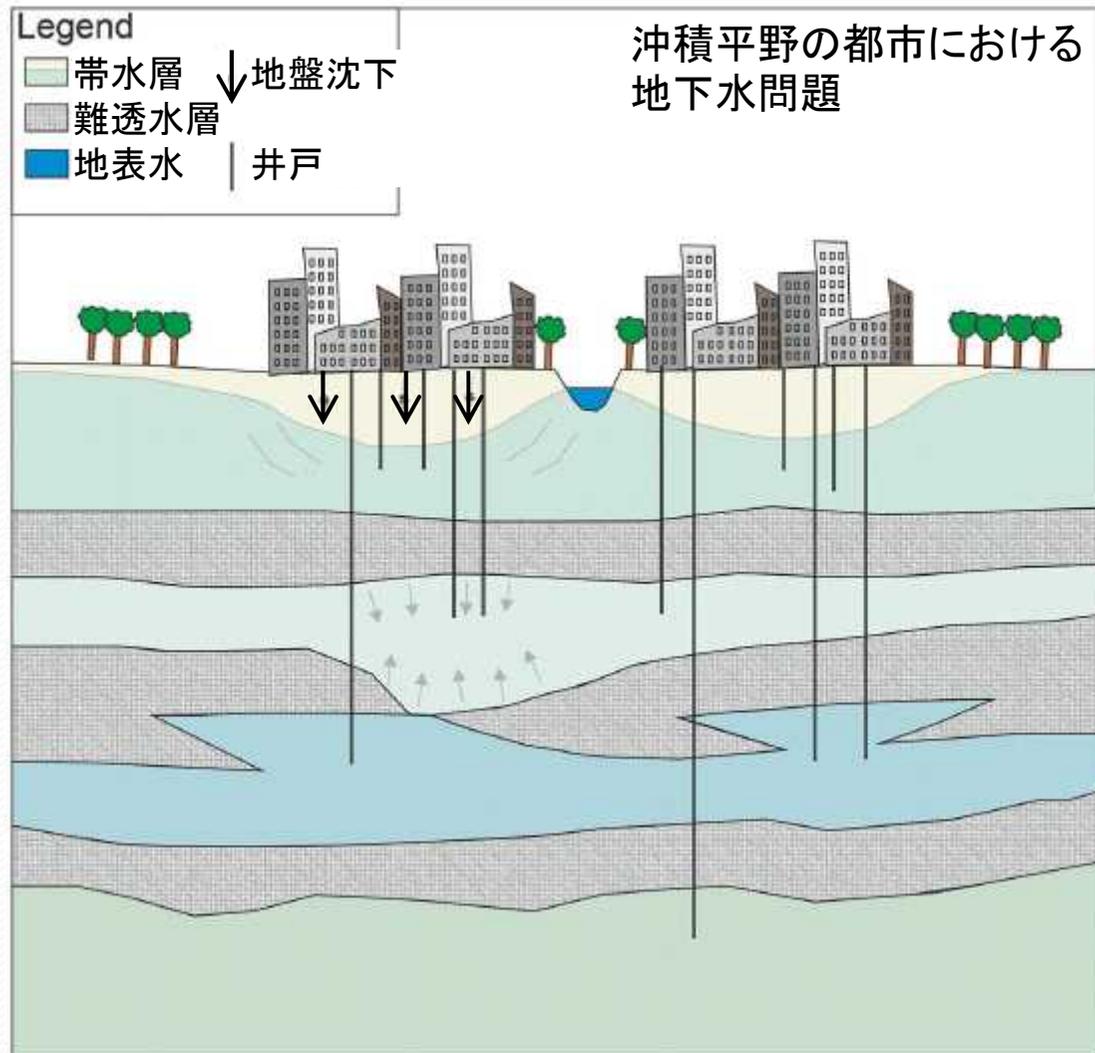
主要地域	量のコンフリクト	越境帯水層	質の管理	人工涵養	ステークホルダー参加	社会的価値
中部・北欧州				✓	✓	✓
南欧	✓		✓			
サブサハラ	✓	✓				
中南アフリカ	✓	✓	✓			
インド域	✓		✓			
南アジア	✓		✓	✓		
北米	✓		✓	✓	✓	
中南米	✓					
オセアニア	✓					
日本				✓	✓	✓

# アジアにおける地下水マネジメントの 歴史的経緯

— 問題の解決から付加価値まで —

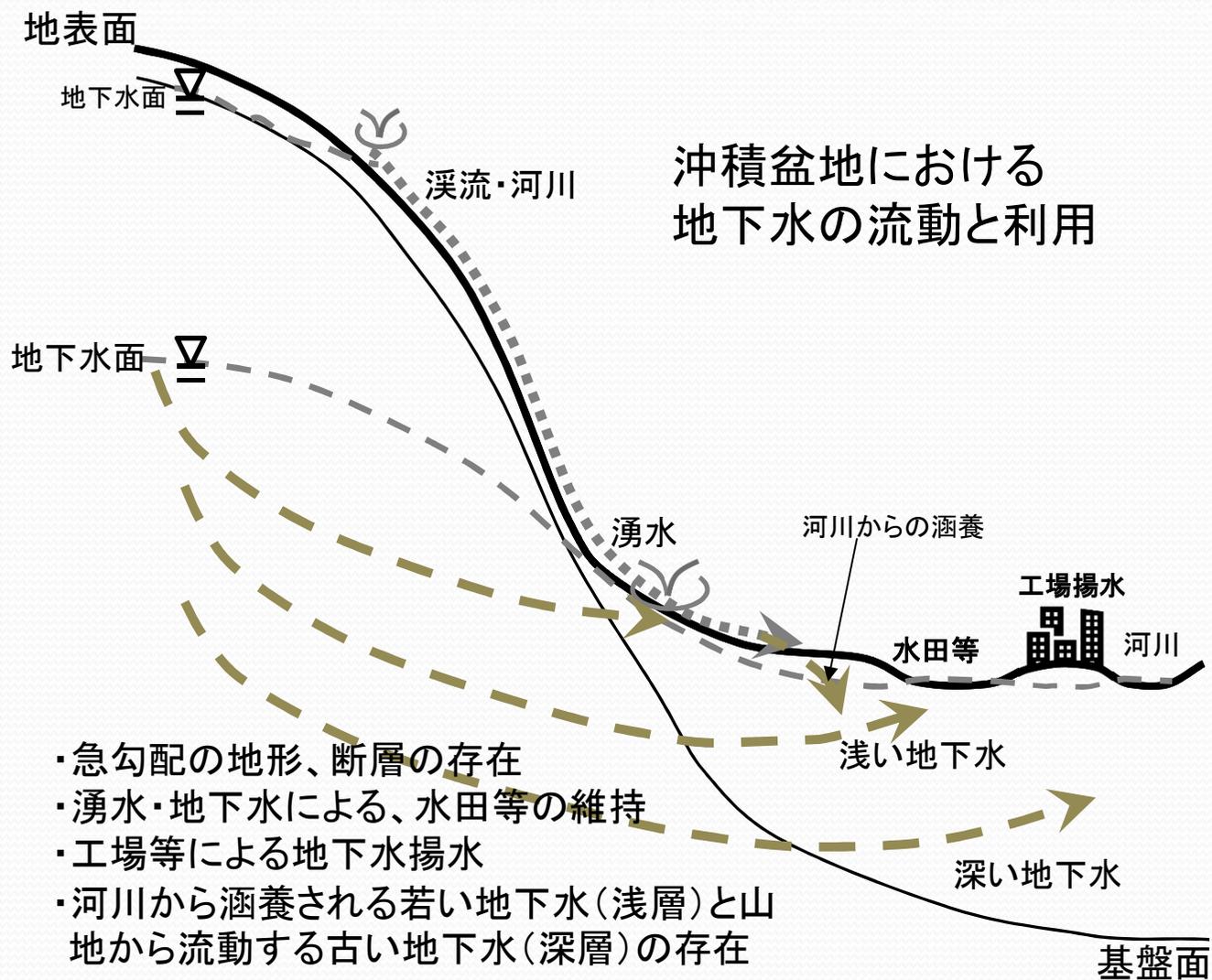


# 沖積平野の都市における地下水利用と問題

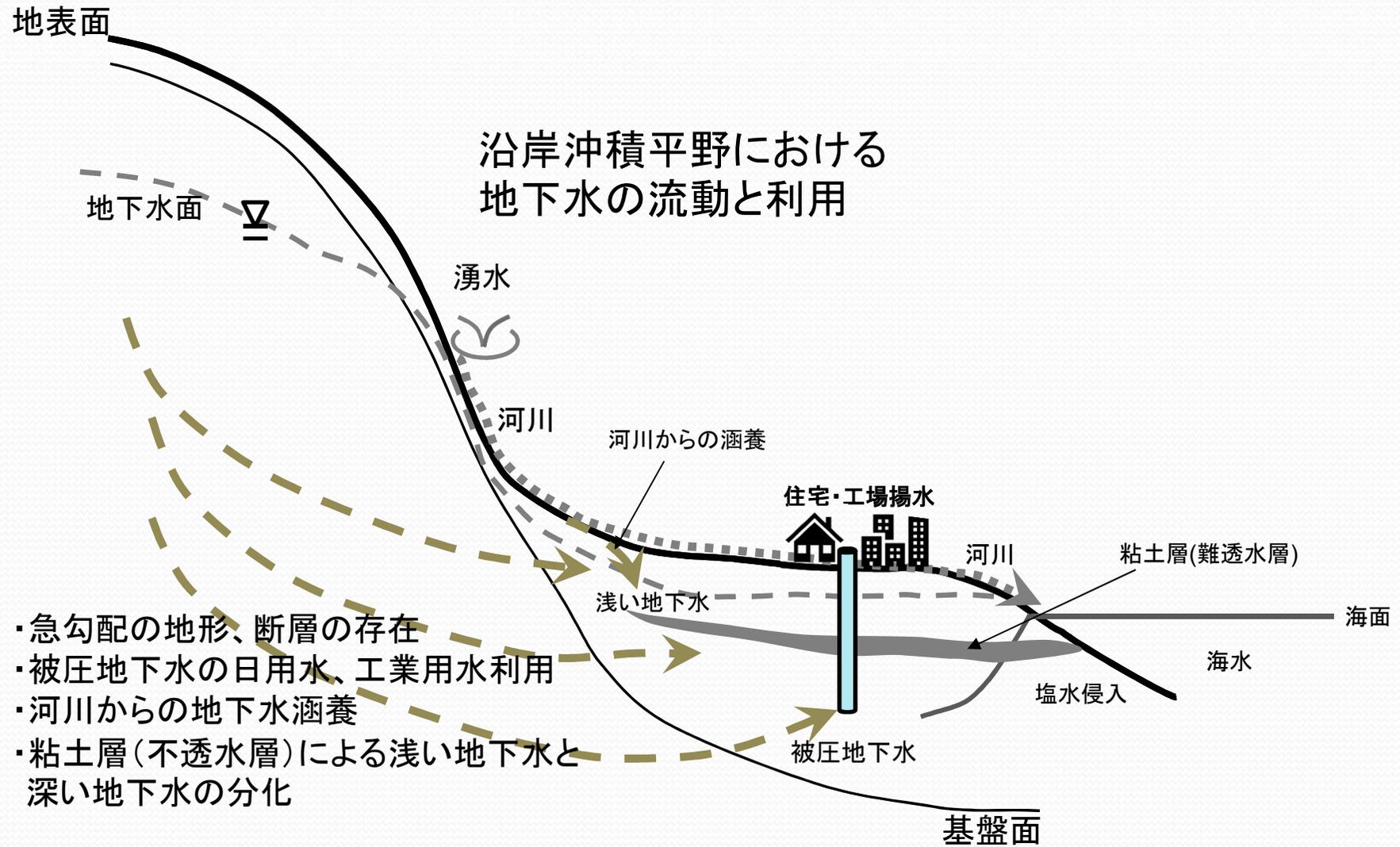


La Vigna, F. (2022): Review: Urban groundwater issues and resource management, and their roles in the resilience of cities. *Hydrogeology Journal*, 30, 1657-1683.

# 沖積盆地における地下水利用と問題



# 沿岸沖積平野における地下水利用と問題



# 産・官から学への要請→ well being

- 企業からの要請→ 利益・企業価値の向上
  - 工場(メーカー)上流側における水循環プロセスを理解したい
  - 地下水流動モデル構築における観測データ解析結果による概念モデルの生かし方について、指導してほしい
  - 地下水流動モデル構築における、前提条件等設定について指導してほしい
- 自治体からの要請→ より良い地域行政
  - 地域の地下水の年代を調べてほしい
  - 地域の地下水涵養源を調べてほしい
  - 地域の地下水流動系をトレーサー手法により調べてほしい
  - 流域水循環計画等策定への助言をしてほしい
- 政府からの要請→ より良い国家行政
  - 地下水マネジメント普及に資する啓発書策定への助言をしてほしい

# 環境経済的にみた地下水利用に係る便益とコスト (FAO, 2015に加筆)

- 地下水供給量が多いほど、利用の価値も高いというわけではない。
- 利用の価値には、水に関する付加価値も含まれ得る。
- 付加価値をどれだけ加え得るかは、供給量とは関係ないかもしれない。

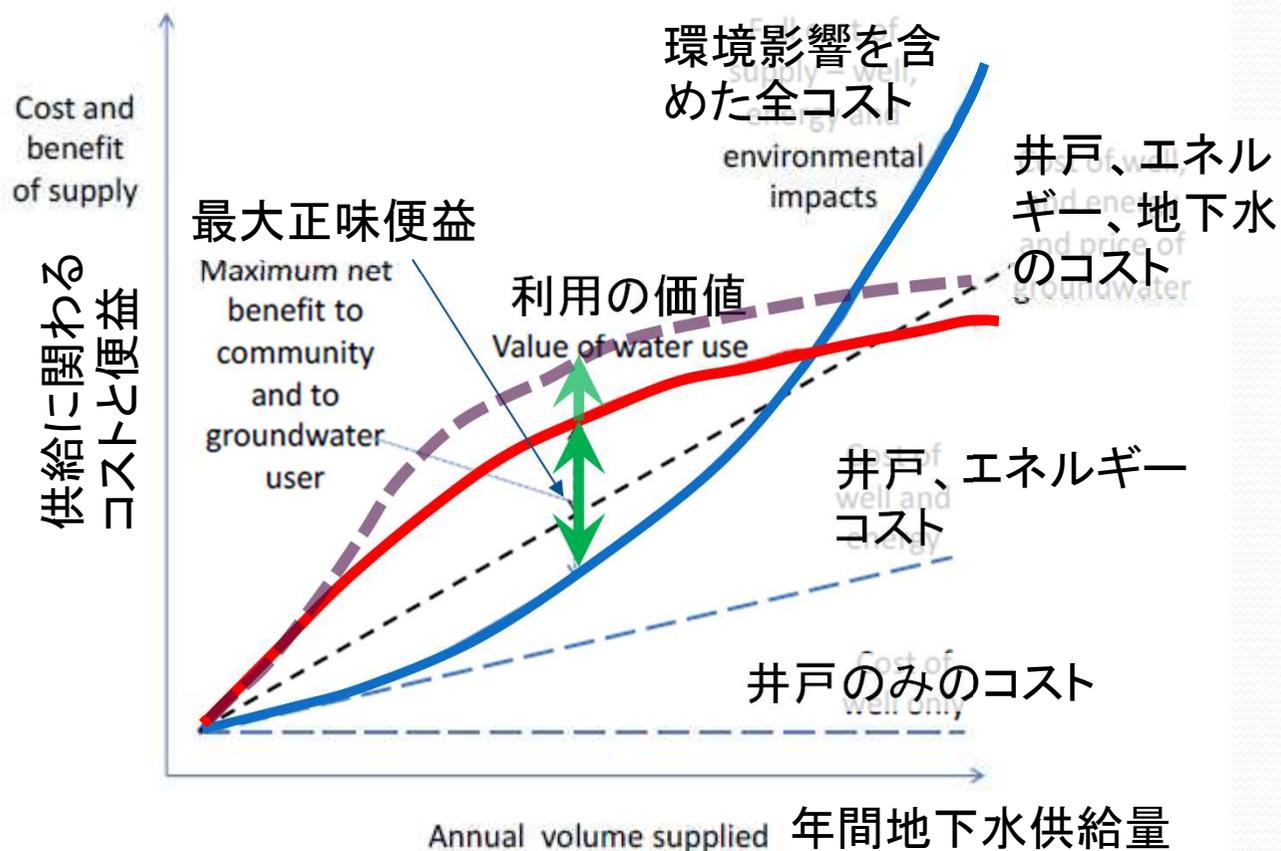


Figure 9. Costs and benefits of groundwater use in relation to volume of use as experienced by a single groundwater user, including a price of water so that user and community utility are maximized by their community and environment at large.

# 地下水ガバナンスを中心とした企業・行政・学識者等の役割と連携関係

		項目						
		法律・計画	施策・実行	調査研究	保全		利用	
ステークホルダー		基本法・基本計画	流域水循環計画・条例等	水文地質条件・地下水動態・水質	直接(涵養域の維持)	間接(付加価値)	直接(揚水)	間接(観光)
行政	政府	〇〇	○					
	自治体		〇〇		○	↑	○	○
企業	メーカー等			〇〇	○	〇〇	〇〇	○
	コンサルタント等		○	〇〇	○	○	○	○
市民	NGO等				〇〇	〇〇	○	○
	個人				〇〇	〇〇	○	○
学識者	大学	←	○	〇〇	○	○	○	→
	研究機関	○	○	〇〇	○	↓	○	○

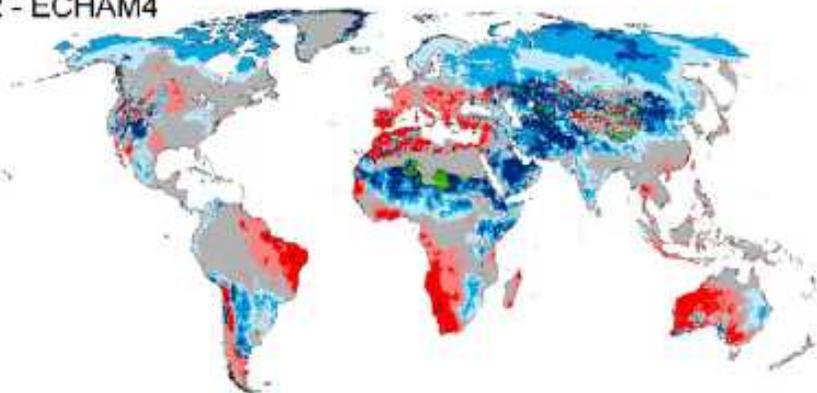
〇〇：主な主体    ○：副次的な主体

# 地下水流動の未解決問題

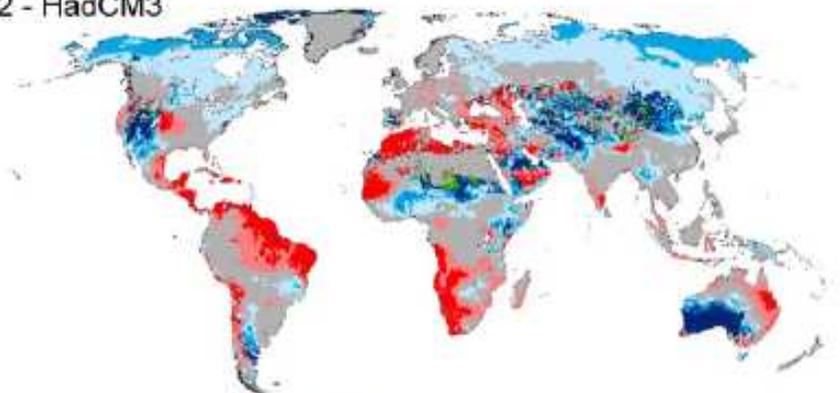
- 気候変動が地下水涵養、流動、質的变化に及ぼす影響
- 境界を越えた(越境)地下水流動
  - 水体を越えた地下水流動－河川⇔地下水
  - 地形単位を越えた地下水流動－山地→盆地・平野
  - 地質単位を越えた地下水流動－帯水層⇔帯水層

# 4つのシナリオにより予測された、気候変動による地下水涵養量の変化 (1961-1990年と2041-2070年の差の変化(%)) (Doll, 2009)

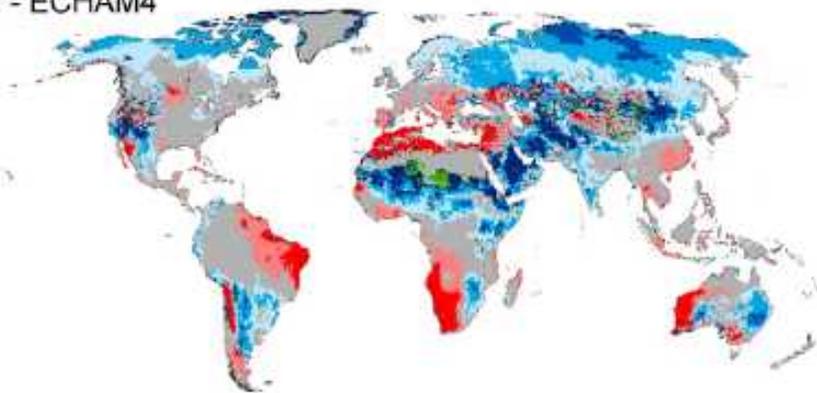
A2 - ECHAM4



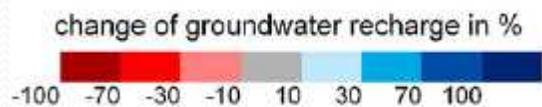
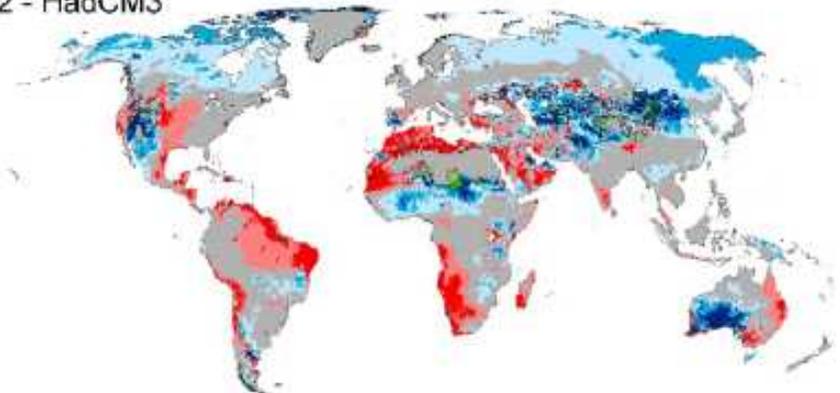
A2 - HadCM3



B2 - ECHAM4

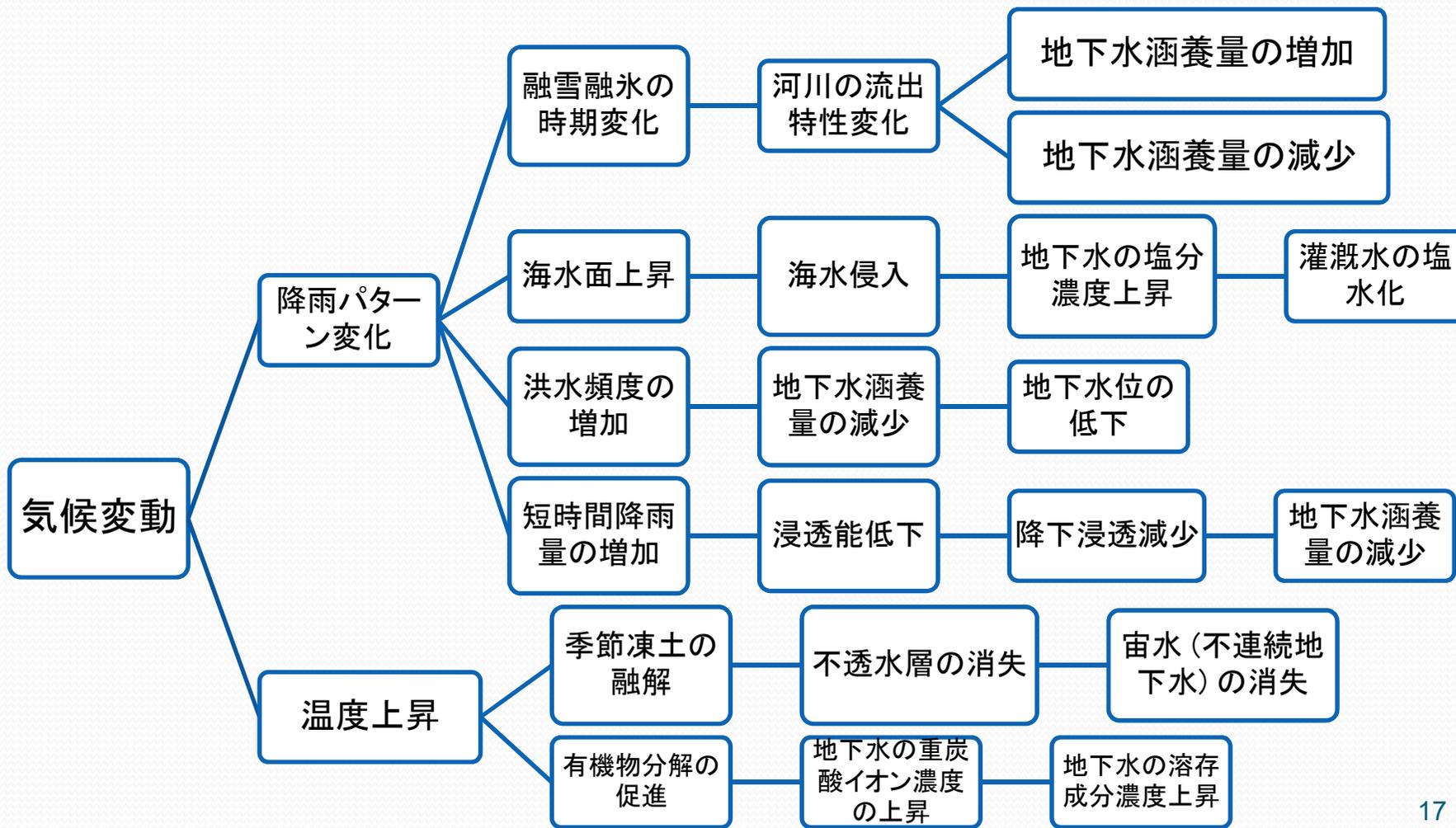


B2 - HadCM3



# 気候変動と地下水の関係

- 雨の降り方の変化は、雨水の地表面への浸透能を低下させ、その結果として地下水涵養量を低下させる可能性がある。
- 海面上昇は、沿岸域の地下水塩分濃度上昇をもたらすと予想される。
- 温度上昇は、地下水の溶存成分濃度の上昇をもたらす可能性がある。



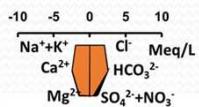
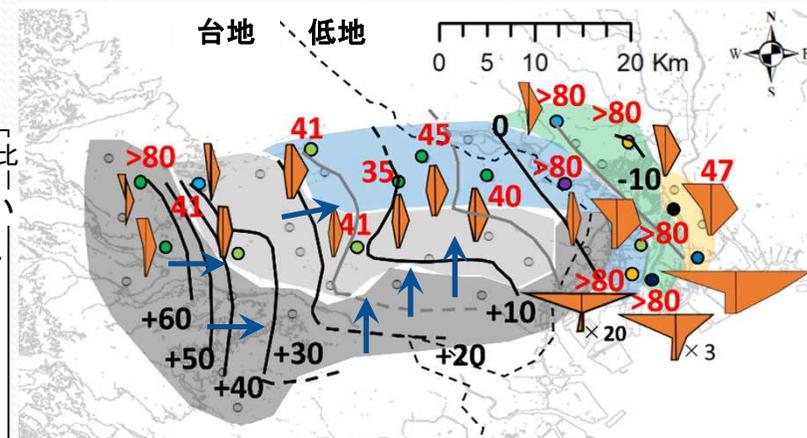
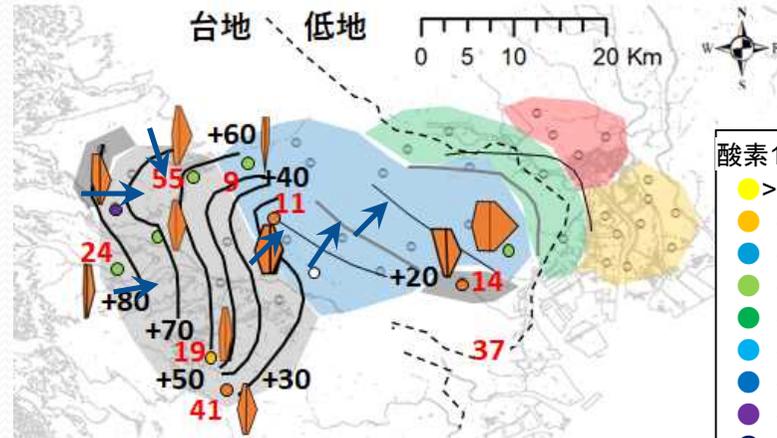
# 帯水層を越えた地下水流動の可視化(東京)

—東京都環境局・環境科学研究所との共同研究—

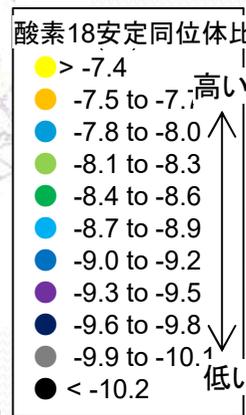
長野 倭介(2022)

浅い深度の地下水 (標高-25 m ~ 25 m)

深い深度の地下水 (標高-175 m ~ -125 m)

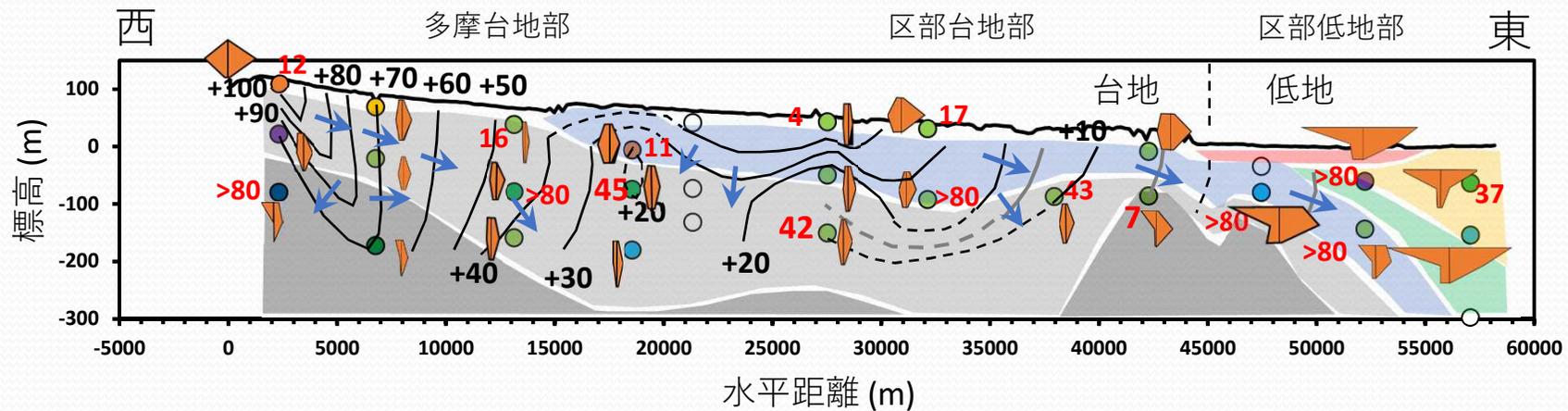


赤字数値：地下水の滞留時間(年)  
 地下水位の等高線 ( — :10m, - - :5m)  
 → 地下水の流動方向



## 東京都の地下水 施策への反映

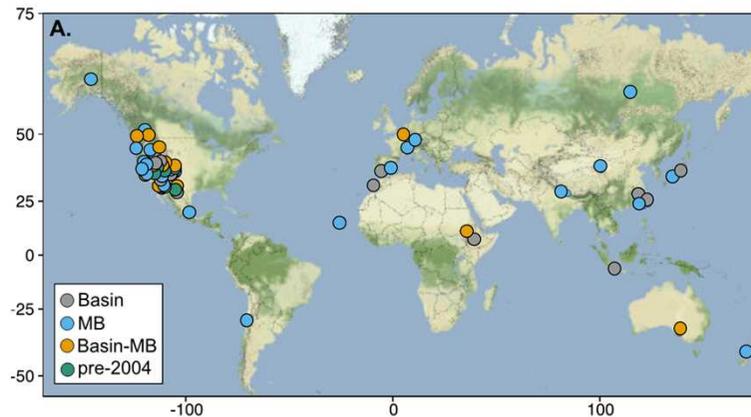
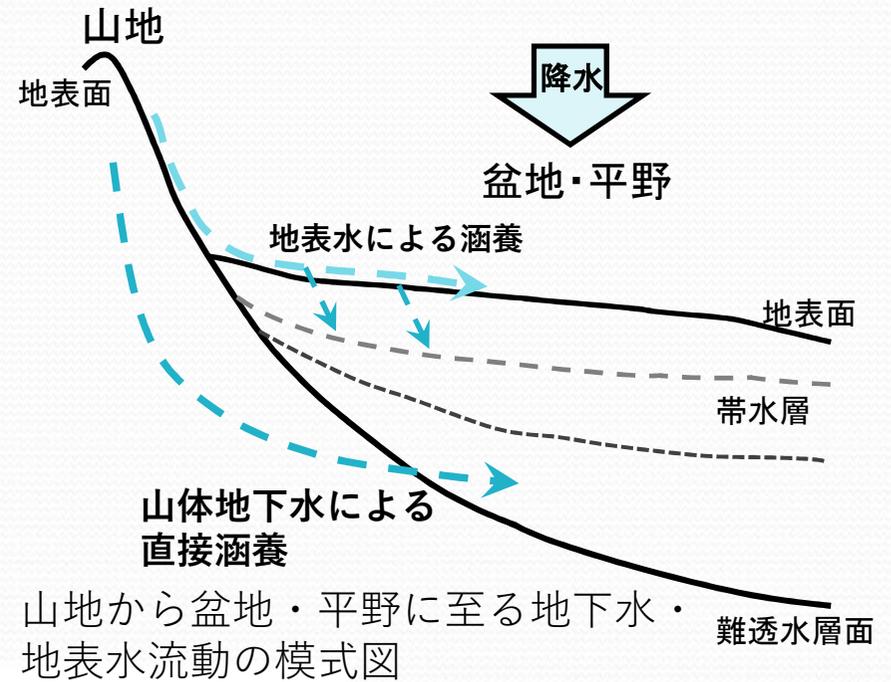
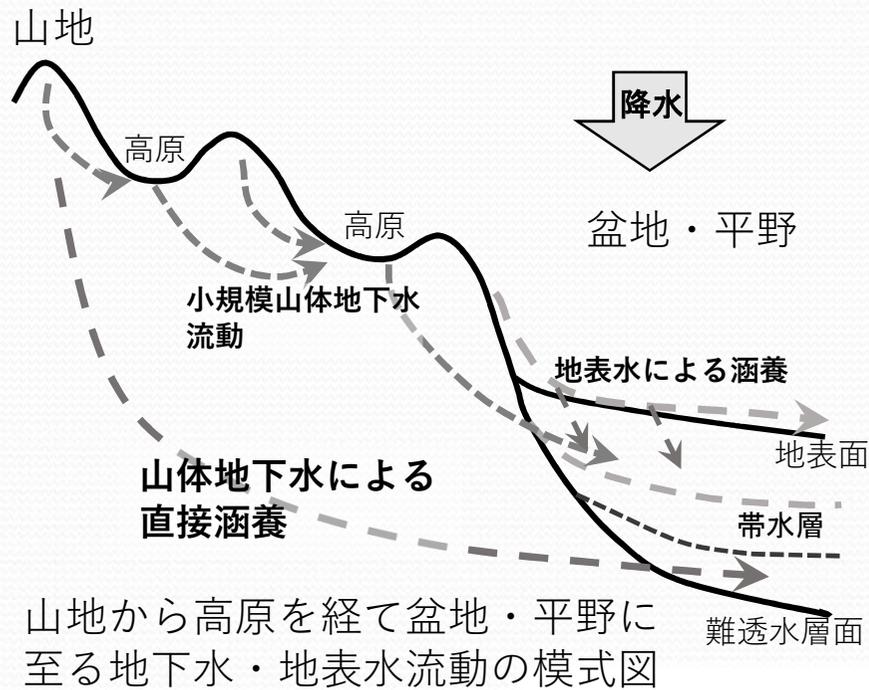
浅い層と深い層で、地下水の流れが異なる  
 —地下水施策にとって最重要の情報—



# 山→扇状地→平野における地下水のつながり

Markovich et al.(2019) Mountain-Block Recharge, WRR, 55, 8278

## ■ 山地平野変換域における地下水涵養プロセス



地形をまたがる地下水や地表水の動態について、研究が進んでいない

# 東京都の地下水行政への貢献

## 東京の地下水・地盤環境レポート

複雑な

## 東京の地下水を探る！

～持続可能な地下水の保全と利用に向けて～

### ゼロからわかる

地下水の基礎  
地盤沈下のメカニズム  
東京の地形の基礎

### 最新研究に迫る

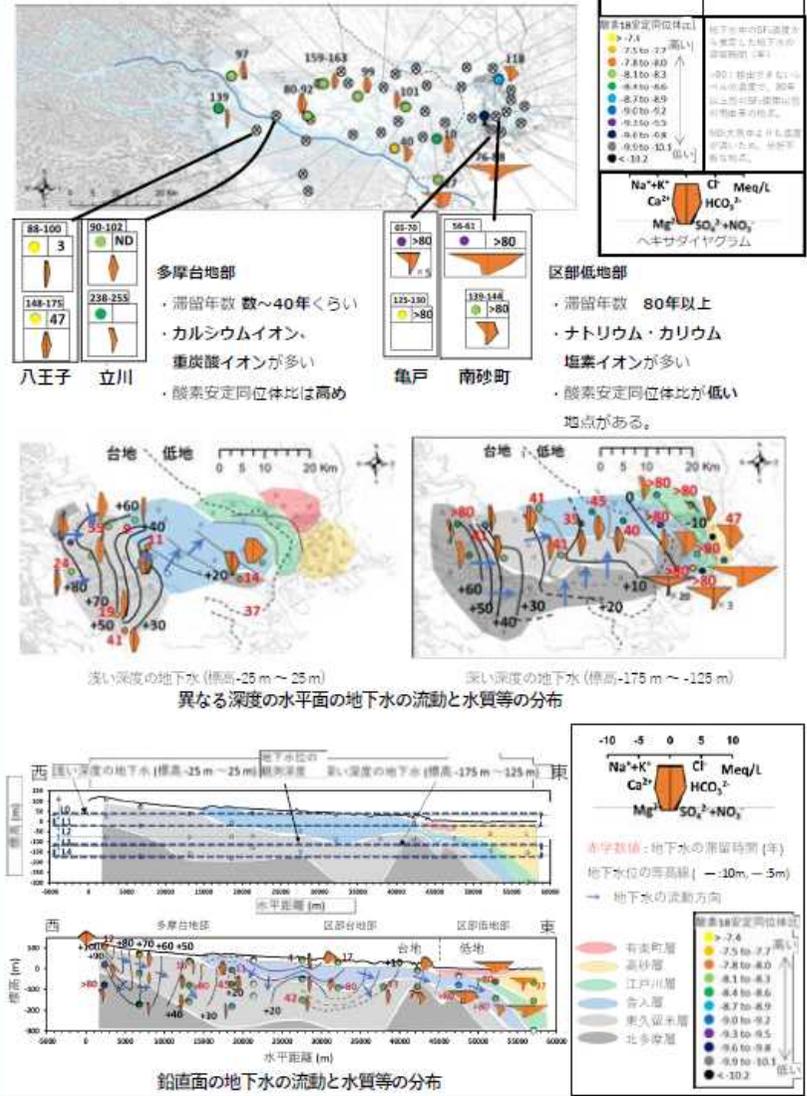
地下水流動系の解明  
地下水の揚水等の影響予測

### SDGs にみんなで貢献

地下水ガバナンス

- 第1章 大切な水資源
- 第2章 地下水の基礎知識
- 第3章 東京の地形・地質と地下水
- 第4章 最新の研究成果
- 第5章 持続可能な地下水の保全と利用

### 地下水流動系の解明調査の結果



# 安曇野市水環境基本計画

## 【マスタープラン】

～水は、次世代からの預かりもの～

2017～2026

中間見直し版



令和4年3月  
安曇野市

### コラム：山地から盆地への 地下水の流れと涵養

松本盆地は、北アルプス等の山々に囲まれています。山地にもたらされる降水は、溪流や河川により盆地に運ばれ、地表面から地下水を涵養します。一方、山地の地下深い部分から、盆地に直接流動する地下水もあります。これを山体地下水とよび、近年その重要性が世界各地で報告されています。

図 2.21 は、安曇野地域を対象に、盆地の地下水に対する、北アルプス等の山体地下水による涵養の寄与率を評価したものです。犀川の西側にある地下水では山体地下水からの涵養率が平均で 38%、犀川の東側では平均 59%と見積もられました。山地から直接流動してくる山体地下水は、盆地の地下水にとり重要な涵養源なのです。

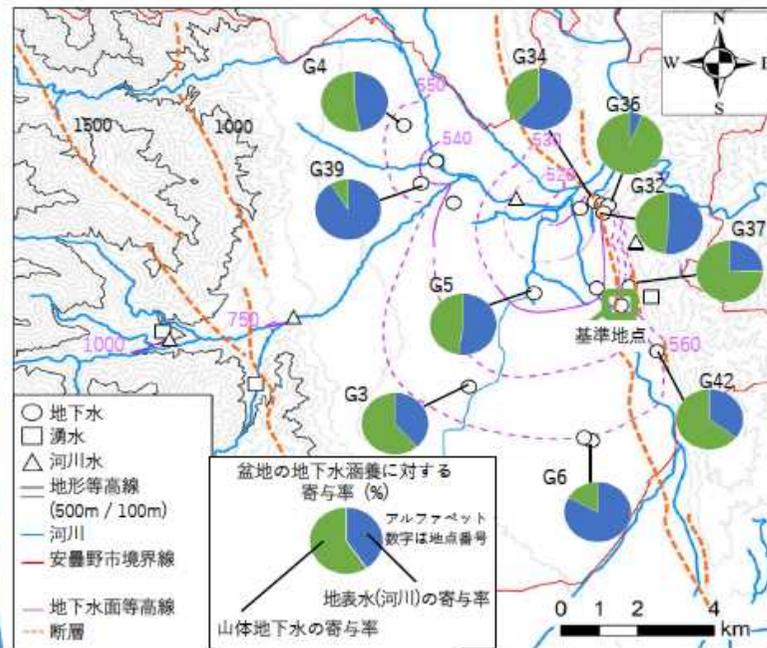
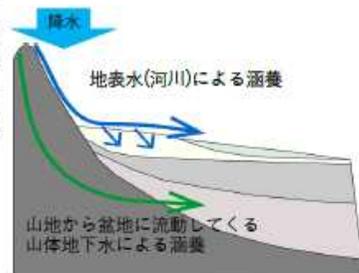
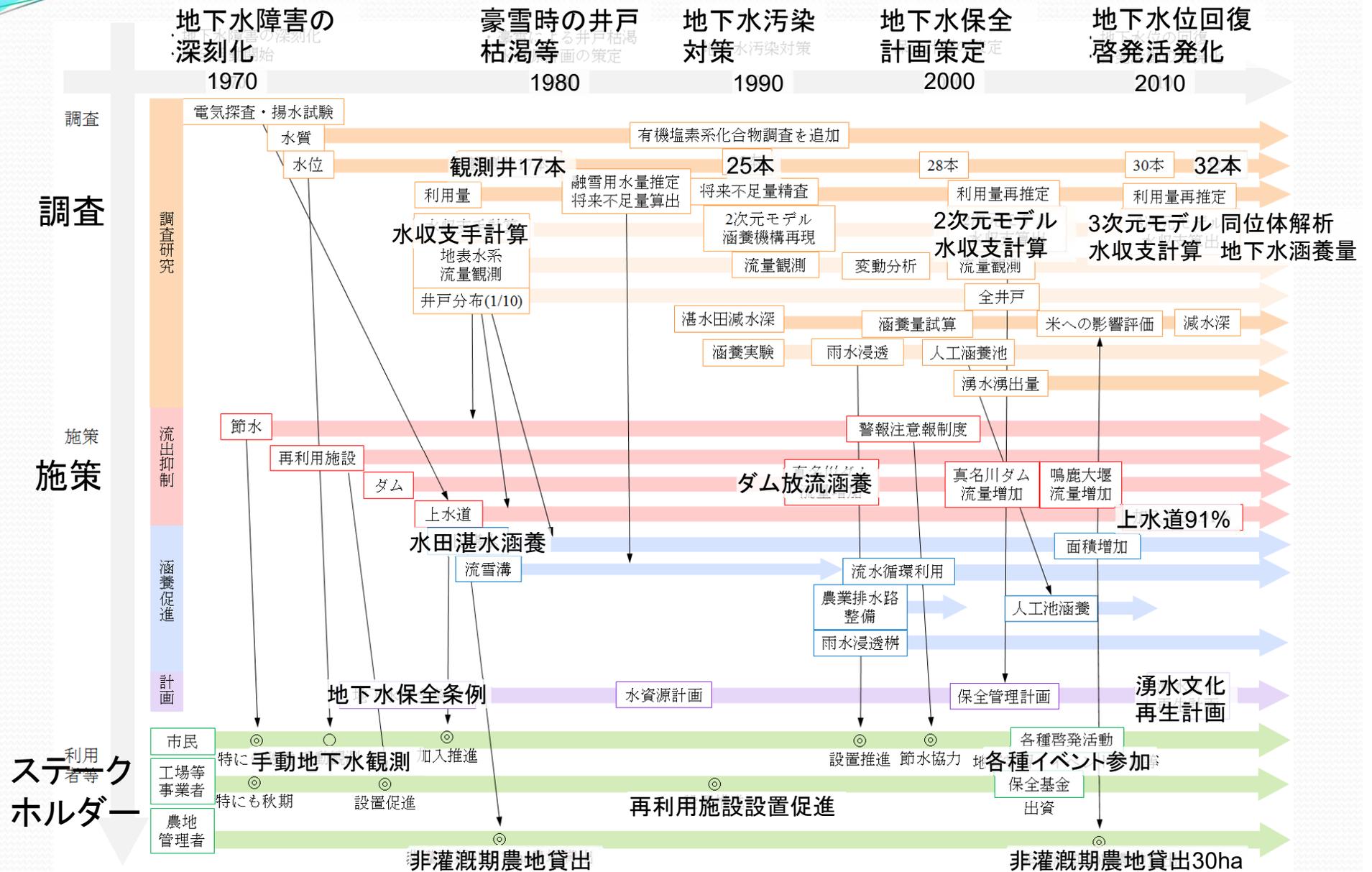


図 2.21 安曇野地域における山体地下水による盆地の地下水涵養評価の結果  
(出典：筑波大学・社村研究室・沼優里奈修士論文(2021))

# 大野市の水行政における産官学協働の歴史(千葉, 2018)



# まとめ

- 地下水を中心としてみた産官学協働は、地下水ガバナンス(マネジメント)の枠組で行うのが適切である。
- 地下水ガバナンス(マネジメント)は、過剰揚水・地盤沈下・汚染等の覚知、対策、問題解決というプロセスで進み、さらに地下水への価値付与段階に入っている。
- 地下水ガバナンス(マネジメント)をより良い形にするには、ステークホルダー(プレイヤー)の協働が鍵になる。
- 地下水流動における科学的未解決問題として、越境プロセス問題がある。これを解決するためにも、産官学協働は重要。
- 我が国からの発信という観点も重要。