

鈷山閉山措置に向けての 広域バックグラウンド分析評価 及び 安全評価シナリオ解析

(2021.3.18 鈷山跡措置技術委員会 資料)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

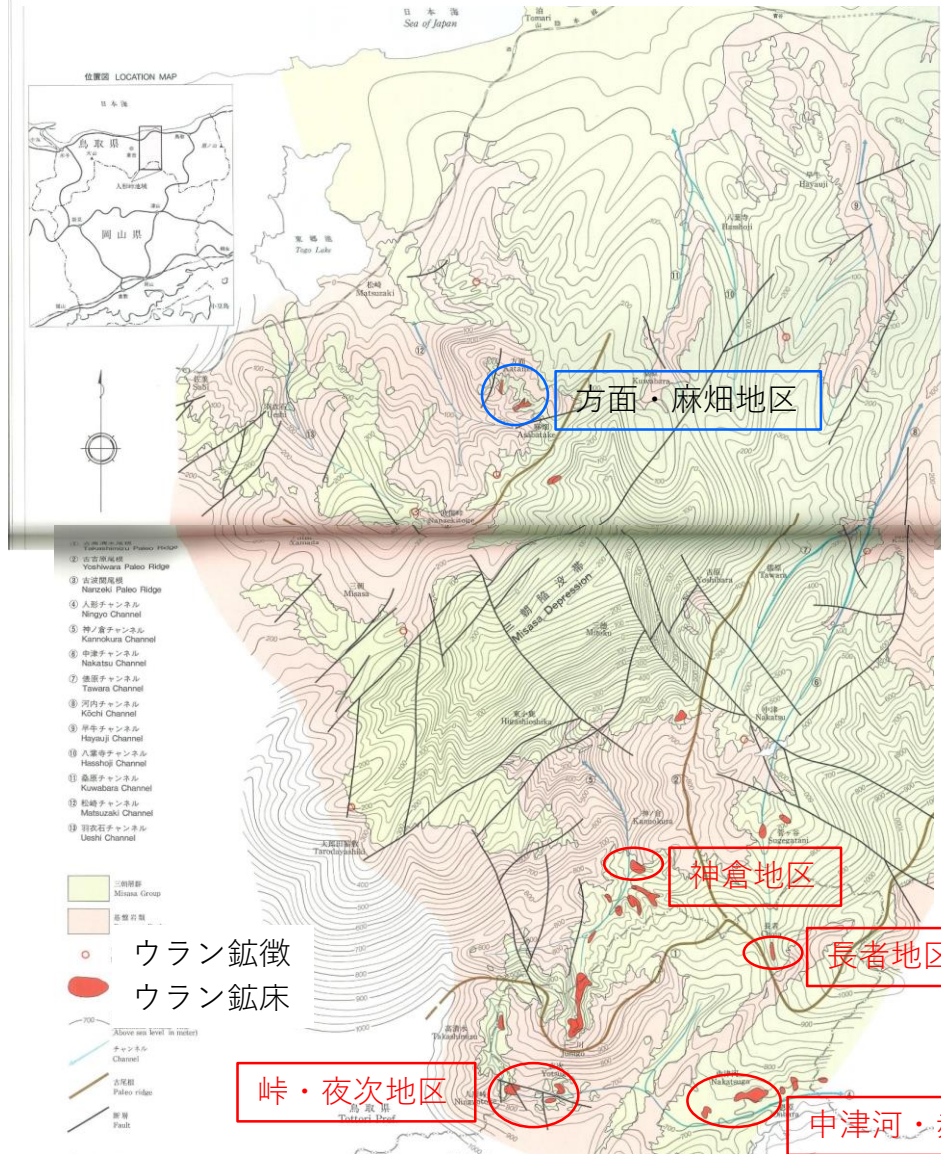
核燃料・バックエンド研究開発部門

人形峠環境技術センター

環境保全技術開発部 環境保全技術開発課

人形峠鉱山及び東郷鉱山の位置





○人形峠鉦山

申津河・赤和瀬地区

出典：日本ウラン資源II(動力炉・核燃料開発事業団,1988)

安全評価シナリオ解析

ウラン鉱山の閉山措置は、地域の特徴を踏まえた安全評価シナリオ解析が必要である。

- ウラン鉱山という特徴から放射性物質も対象となる。
- 自然由来・人為影響の区別が困難であることが特徴の一つ。
- 鉱山からの物質の拡散の主たる経路は水の流れである。
- 大気中への拡散は常温で気体物質であるラドンが存在するが、拡散希釈を考慮して、予測評価の対象としていない。

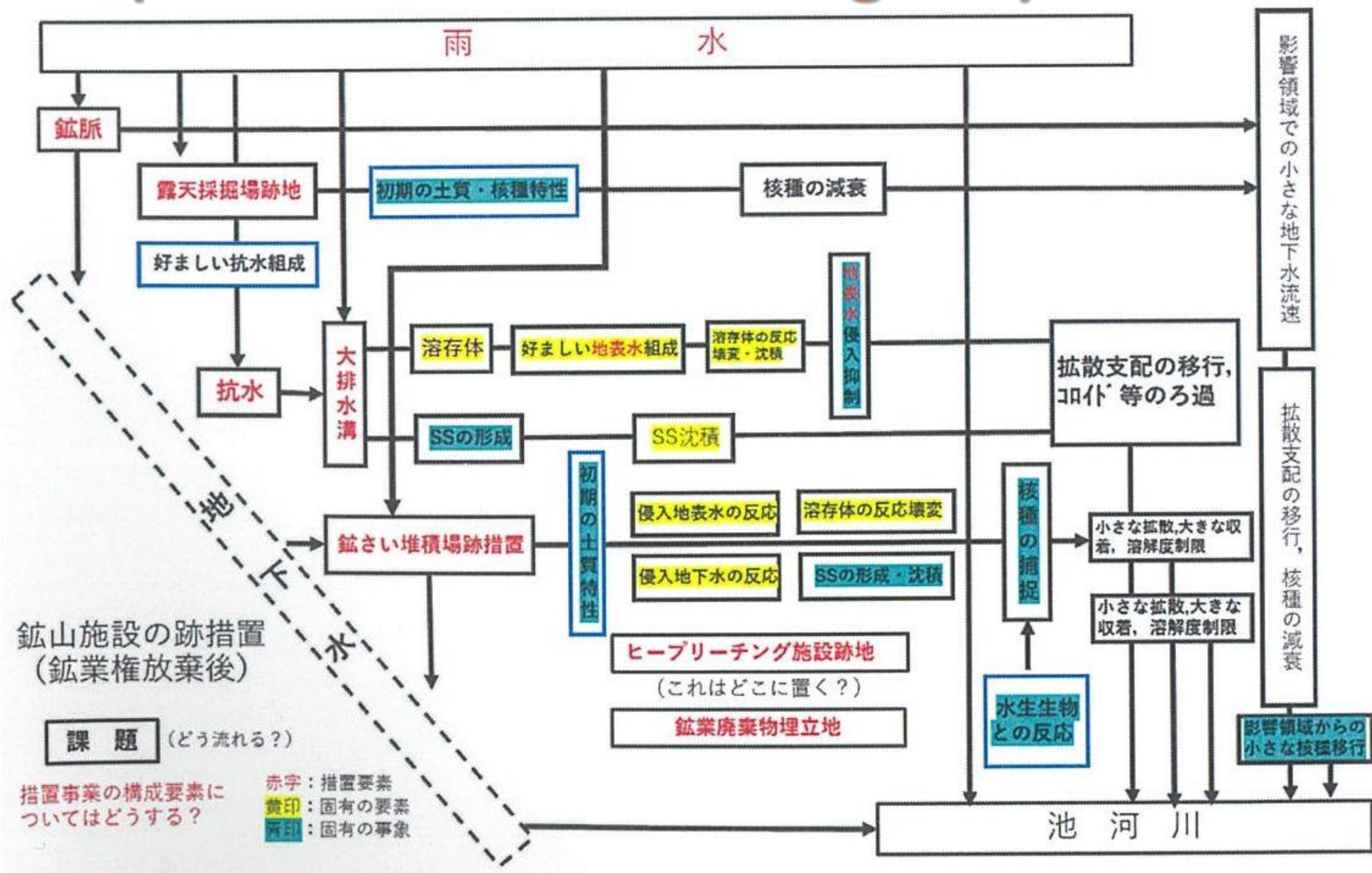


**鉱山からの放出物質の拡散を予測し、その影響を
評価する環境影響評価**

考え方

- **水（地下水、河川水）** を輸送媒体としたシナリオを前提
広域の数値シミュレーションで流動を予測する。
- **「移行経路」** は、同定モデルによるシミュレーション結果を
参照する
- **「暴露対象」** の推定は、対象地域における実際の水利用状況
を反映する⇒国土交通省が公開する主要水系調査（利水現況
図）を用いる
- **「発生源」** には、対象地域内の全ての鉱山（人形峠鉱山、
東郷鉱山、倉吉鉱山）のほか、未開発鉱床（高清水、三徳山、
飯盛山、羽衣石、十二川、辰巳峠、倉見東部ほか）も含める。
- これらに、流域スケールの**上流、中流、下流における地域的特
徴及び相互関係**を加味する
- **P I D** を作成して関連づける。

PID(Process Influence Diagram)の作成例



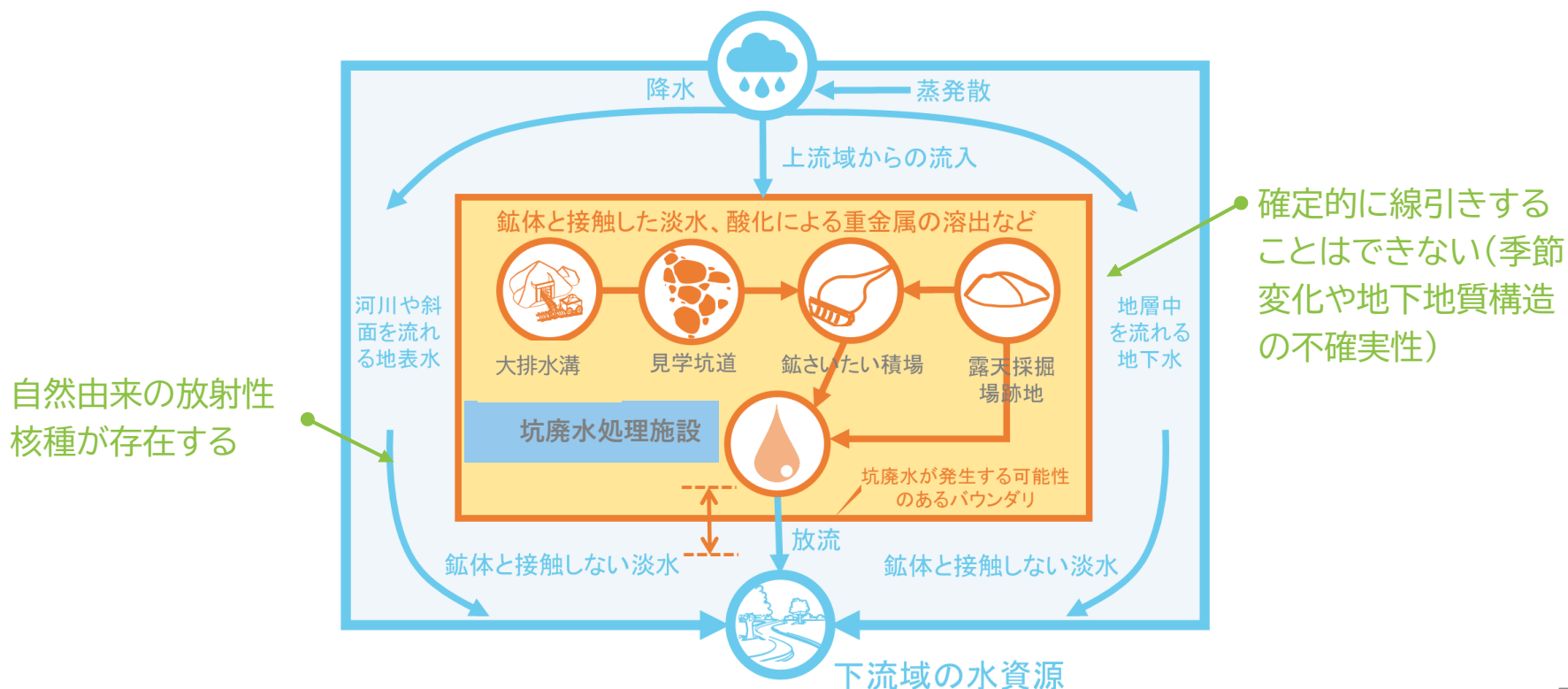
バックグラウンド評価の重要性



- バックグラウンドを把握することにより事業による発生負荷を把握できる。
- バックグラウンド把握のために過去のモニタリングデータ整理が必要

バックグラウンド評価の重要性

- 事業対象地域は**自然由来（バックグラウンド）**の**放射性核種**が存在する。
- 自然・人為由来**の場合は重なっており、両者の**区別は困難**である。
- 鉱山閉山事業の周辺環境に対する影響や対策効果は、坑廃水が発生・出現する可能性のある範囲（**事業バウンダリ**）を重点的にモニタリングすると共に、自然由来の変化をベースとする必要がある。



データ一元化

	分類	データ例
1.	気象	気象庁、国交省水文水質DB
2.	地形	国土地理院、国土数値情報、鏡野町、安全管理課
3.	土地利用	国土数値情報
4.	地質	試錐検層柱状図(人形峠、神ノ倉、三徳山、方面、飯盛山、麻畑、羽衣石、八葉寺、十二川、中津河、長者、恩原、辰巳峠、倉見東部、倉吉、歩谷ほか)、20万分の1地質図(鳥取)、5万分の1地質図(倉吉、奥津)、鉤さいたい積場付近の基盤基底線図
5.	○一般公表データも利用できるデータは多いです。	
6.		

地

データ一元化

データ項目	数量	測定期間(頻度)	備考
河川流量	19地点	1993-2017(日)	国土交通省
	1地点	2014-2016(日)	JAEA、池河川
	1地点	2005-2019(日)	JAEA、峠5号
地下水位			、露天
ボーリング			削時
坑排水			学坑、露天
鉱さい堆積			
環境放射線			、 ²²² Rn
堆積場環境			
	8地点	1996-2019(四半期毎)	溶解性鉄
	6地点	1996-2019(四半期毎)	溶解性マンガン
	11地点	1996-2019(四半期毎)	²³⁸ U、 ²³⁴ U
	9地点	1996-2019(四半期毎)	²³⁵ U
	11地点	1996-2019(四半期毎)	²²² Rn
	11地点	1996-2019(四半期毎)	²²⁶ Ra
	2地点	1996-2019(四半期毎)	砒素
	2地点	1996-2019(四半期毎)	全 α 、 β
	1地点	1996-2019(四半期毎)	ふっ素

○人形峠で蓄積してきたデータです。

○河川流量、環境放射線監視データは国、県の観測結果も利用します。

データ一元化

気象、地象、水文、放射線量、
鉱山施設等の基礎データ



生データ

デジタル化

データモデル(共通データ)

point

polyline

polygon

地図上の位置情報をもつ点、線、面のオブジェクトと時間情報をもつデータ本体を関連付ける

モデリング・可視化技術

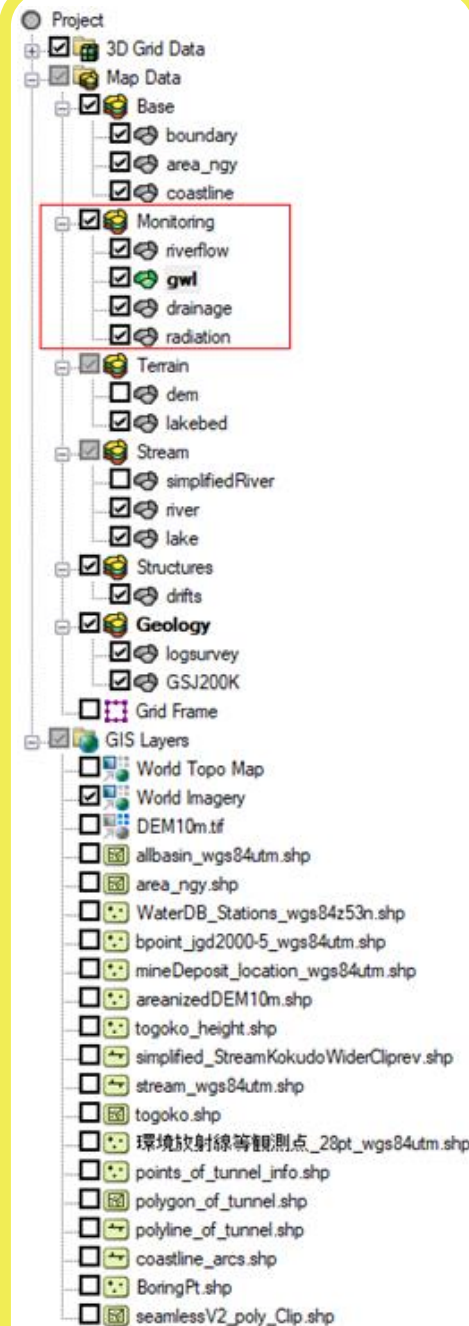
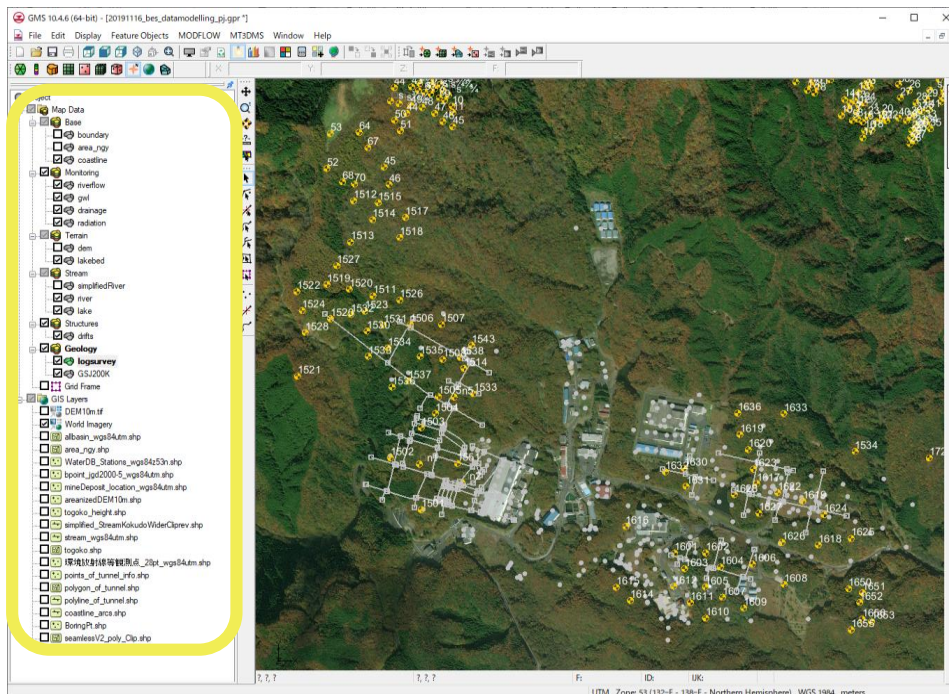
データ駆動型モデル

タンクモデル、機械学習、統計・確率モデルほか

プロセス型モデル

地下水流動モデル、気液二相流モデル、地球化学モデルほか

- 地図上の点、線、面とデータ本体を紐付けた**データ一元化**
- 可視化、分析及びシミュレーション他での迅速なデータ利用
- 一般的な**GISソフトウェア**との互換性があり、データ蓄積に伴う拡張性も高い



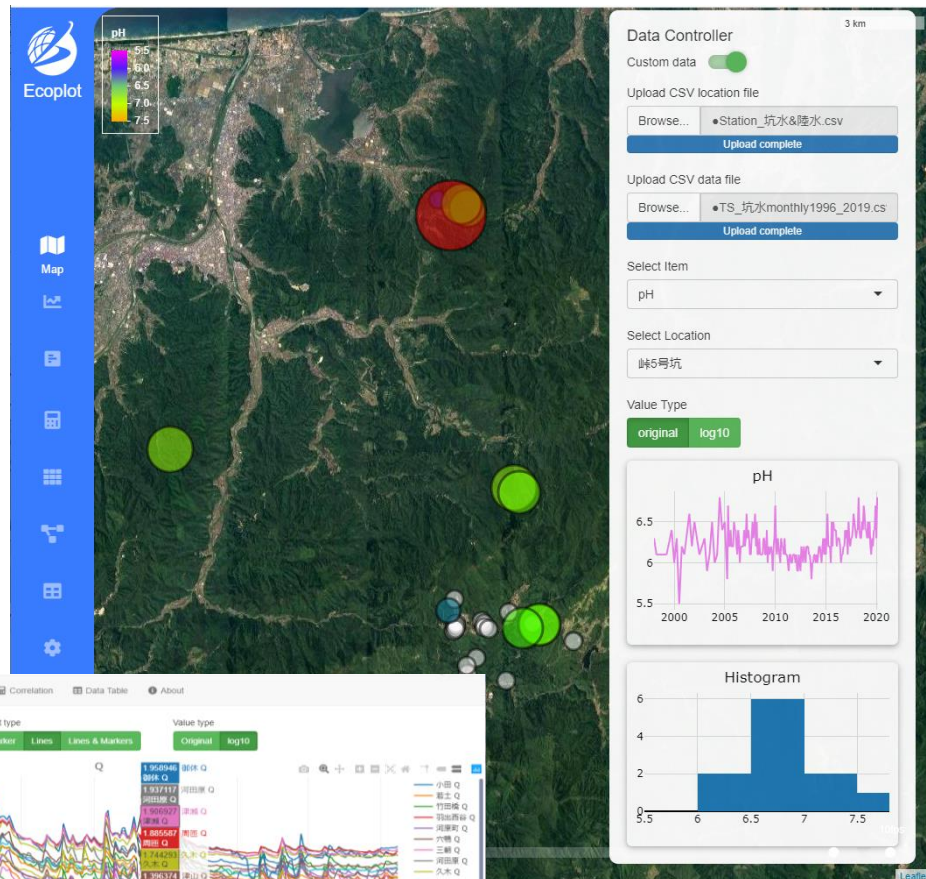
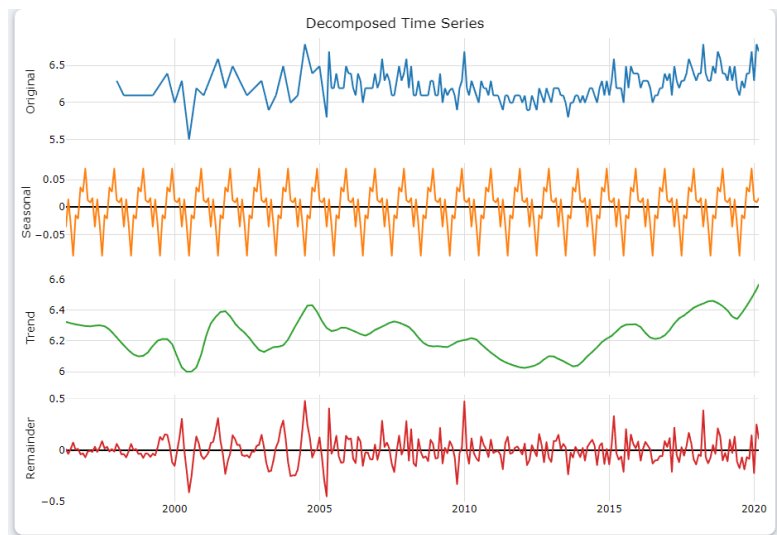
データ分類毎
にデータ収録

GISデータ

一元化したデータの可視化、分析

データ可視化・分析

- 一元化されたデータは、クラウド上で可視化、分析が可能
- ボックスプロット、成分分解、相関分析等





-1998

20～30年以上前

1999～2008

10～20年前

2009～2018

直近10年間

2020～

現在～

pH

人形峠5号

神倉1、2号、麻畑1-3号、
赤和瀬、歩谷

中津河坑

方面下1号

6.2～6.4の範囲で横ばい

6から6.4へやや増加傾向

6.5～7.0の範囲で横ばい

6.4から7を超過してほぼ単調な上昇傾向

6.25～6.75の範囲で横ばい

6.75から6.25へやや低下傾向

SS

人形峠5号

神倉1、2号、麻畑1-3号、赤和瀬、
歩谷、方面下1号

7.4mg/Lから指数的に減少

1mg/L以下でほぼ横ばい

5.0mg/Lより小さい範囲で横ばい

溶解鉄

人形峠5号、麻畑3号

神倉1号、麻畑1,2号、中津河坑

神倉2号

約1mg/Lから指数的に減少

0.1mg/Lを下回りほぼ横ばい

0.1mg/Lより小さい範囲で横ばい

NA

NA

0.1～3.4mg/Lでばらつく(測定値少ない)

溶解マンガン

人形峠5号、麻畑3号

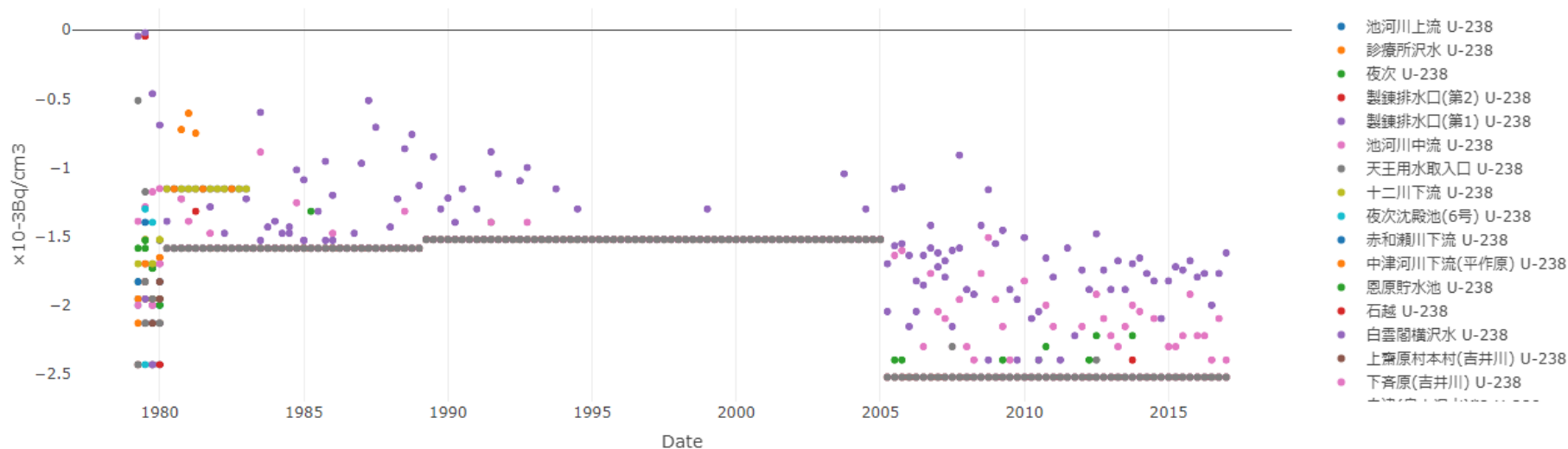
麻畑1、2号、中津河坑、
方面下1号

約1mg/Lから指数的に減少

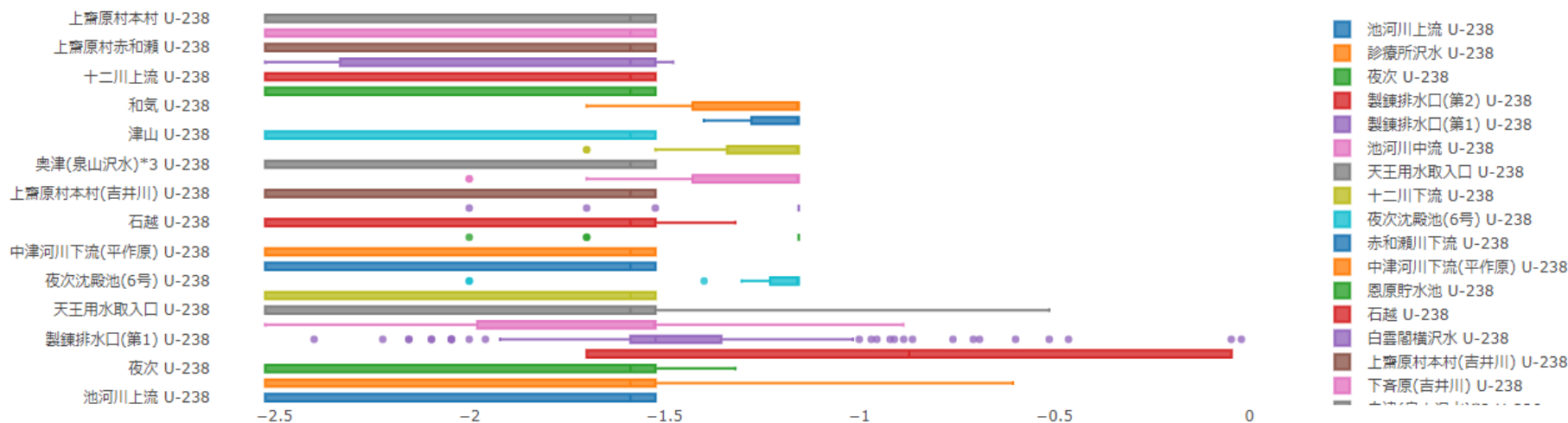
0.1mg/Lを下回りほぼ横ばい

0.1mg/Lより小さい範囲で横ばい

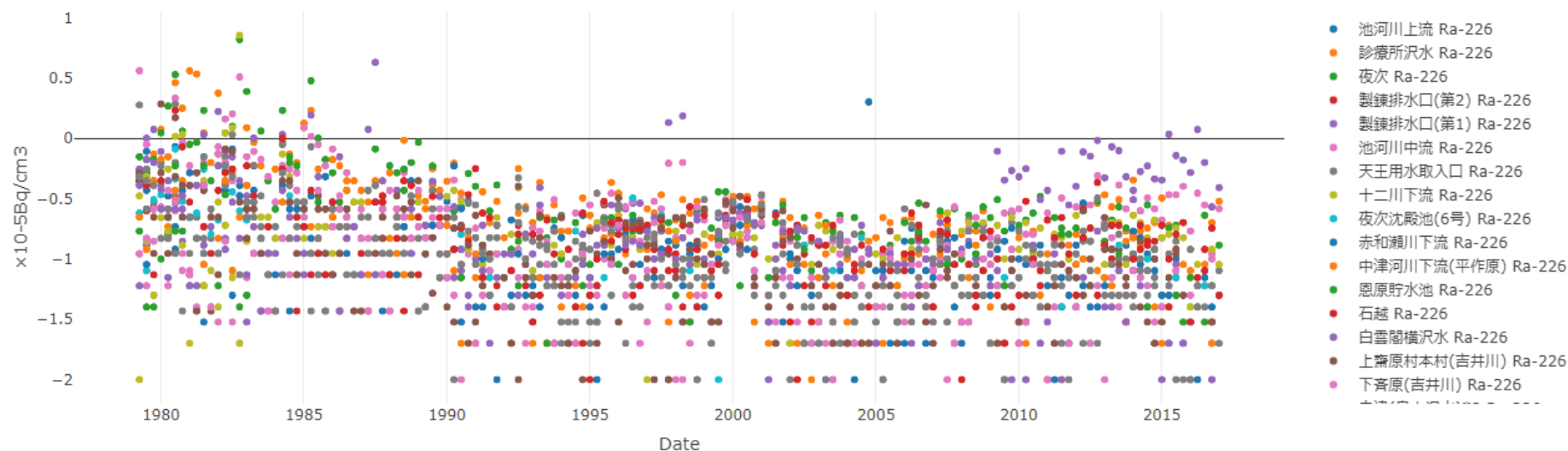
238 U



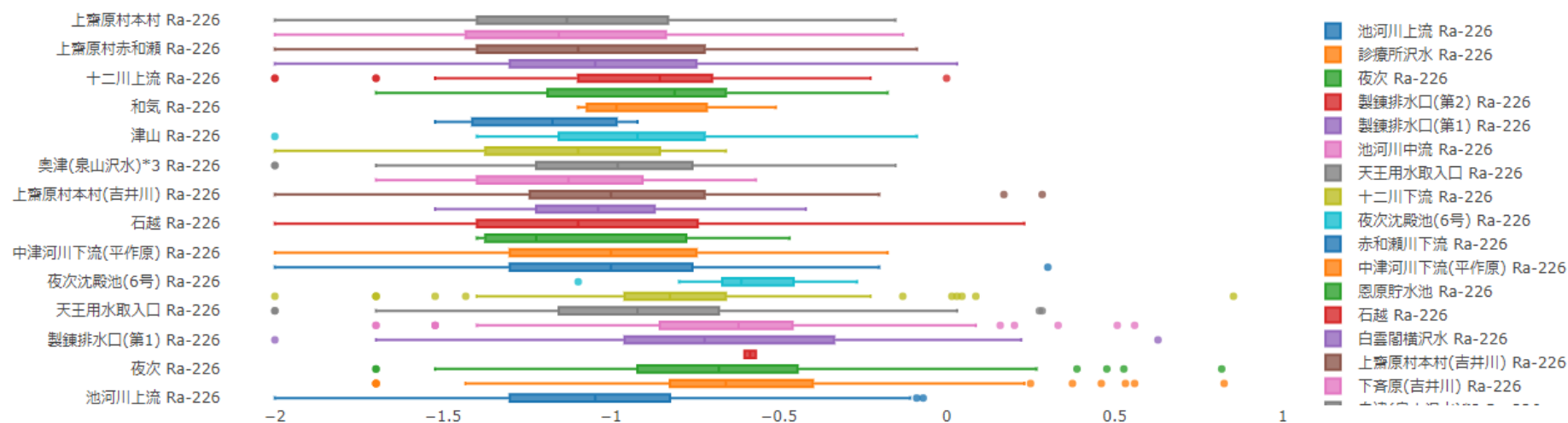
Times: **All**



226Ra

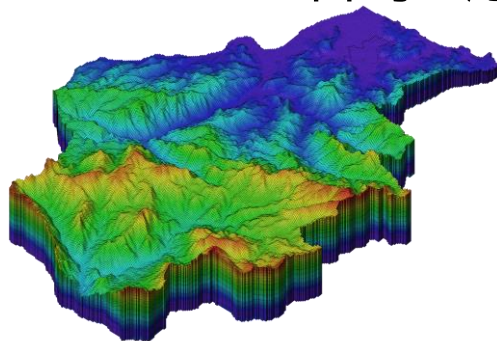


Times: All



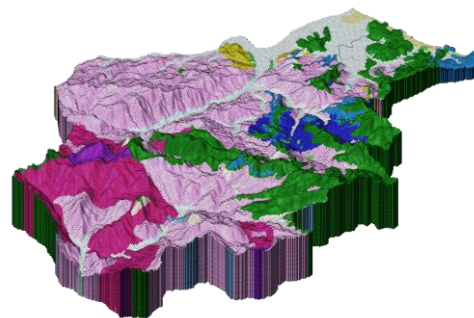
数値シミュレーション

同一のデータソースから目的に応じた複数の解析コードでの利用



地表水・地下水流動解析

Dtransu3D-EL, TOUGH3, GETFLOWS, MODFLOW, FEFLOWS他

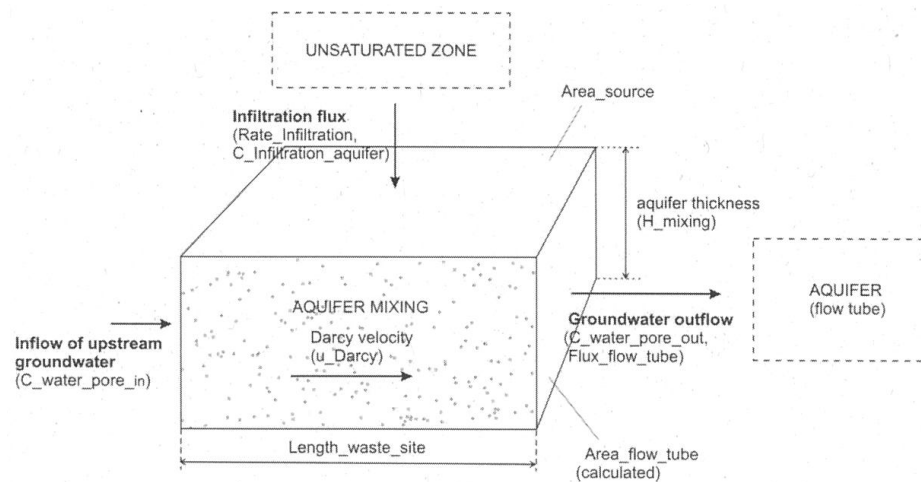


核種移行解析

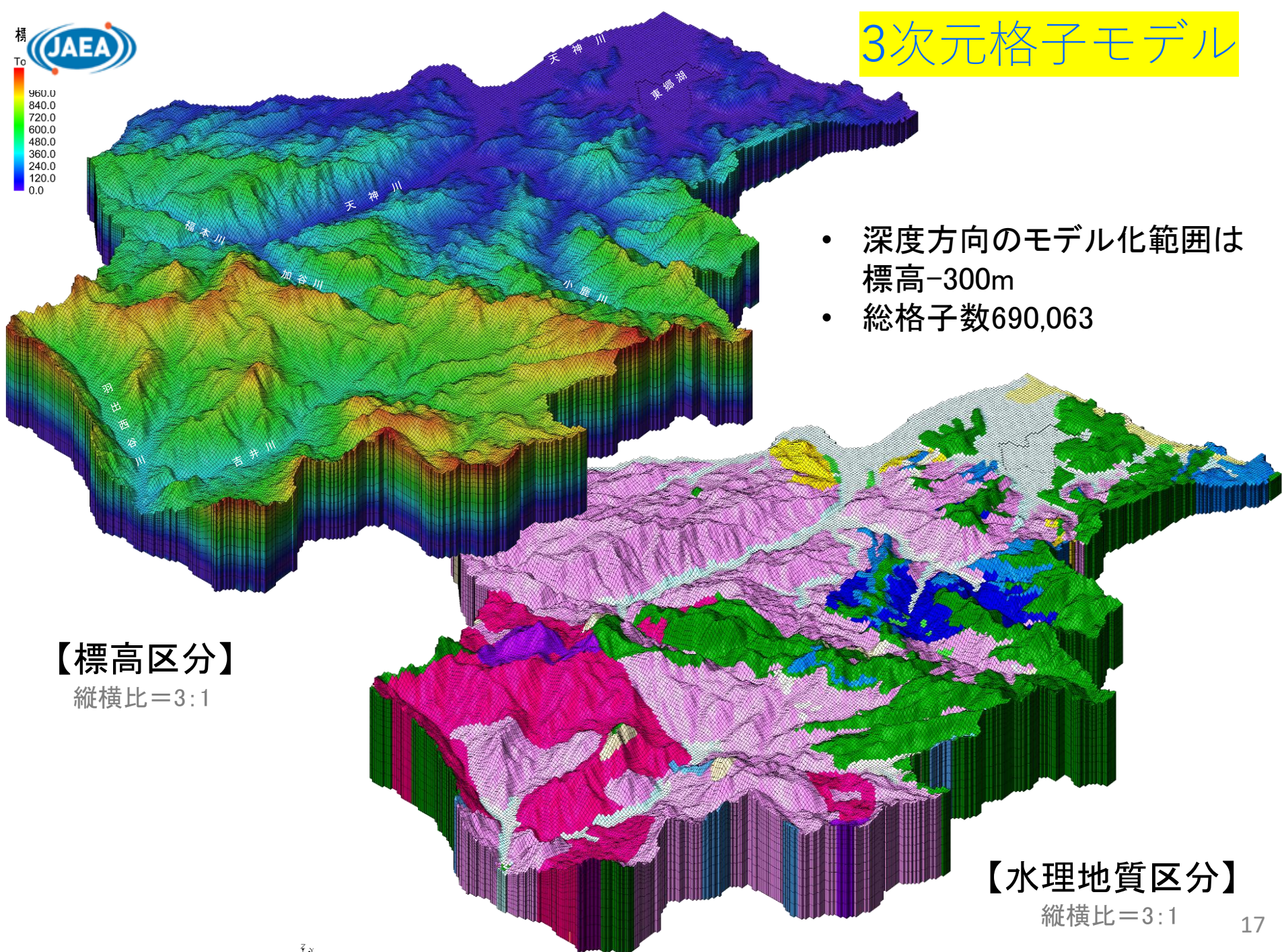
GoldSim, NORMALYSA他



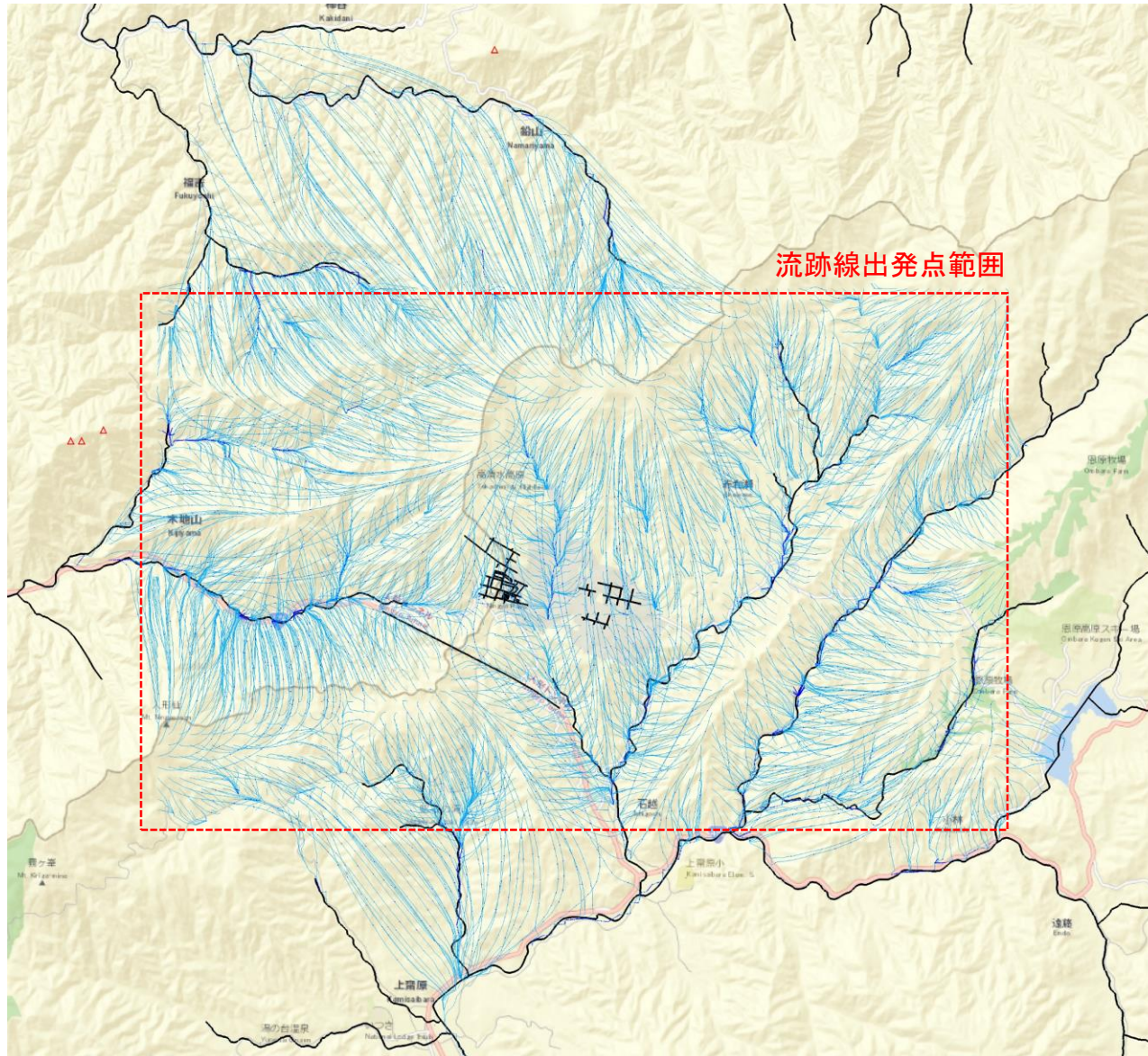
流跡線解析



出典：User's Manual for NORMALYSA v.2.1(2018)

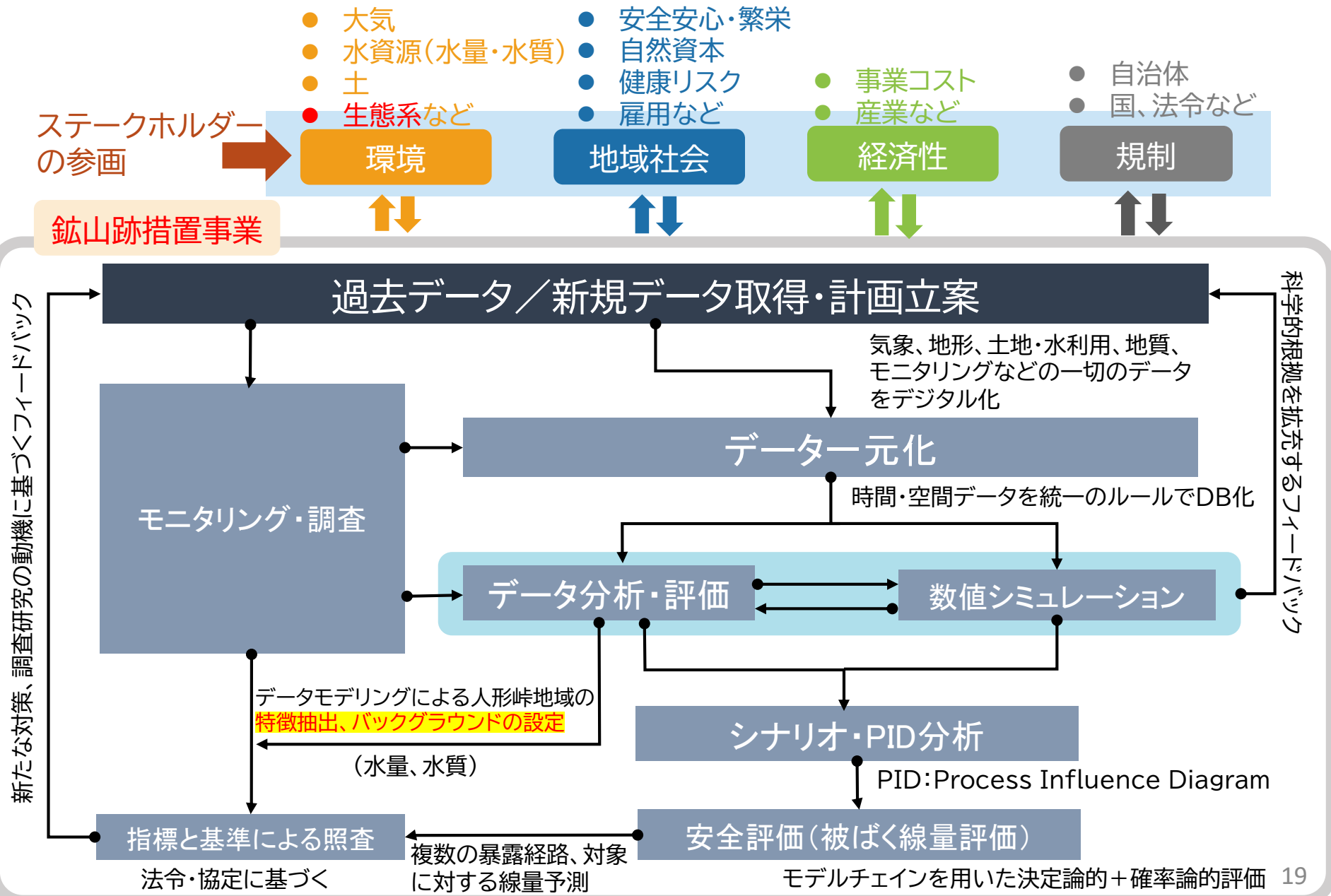


解析結果：人形峠周辺の流跡線



閉山措置における事業フレームワーク

対策・予測・監視・検証の反復的PDCAの整備と実装(データを眠らせない、絶えず使っていく取り組み)



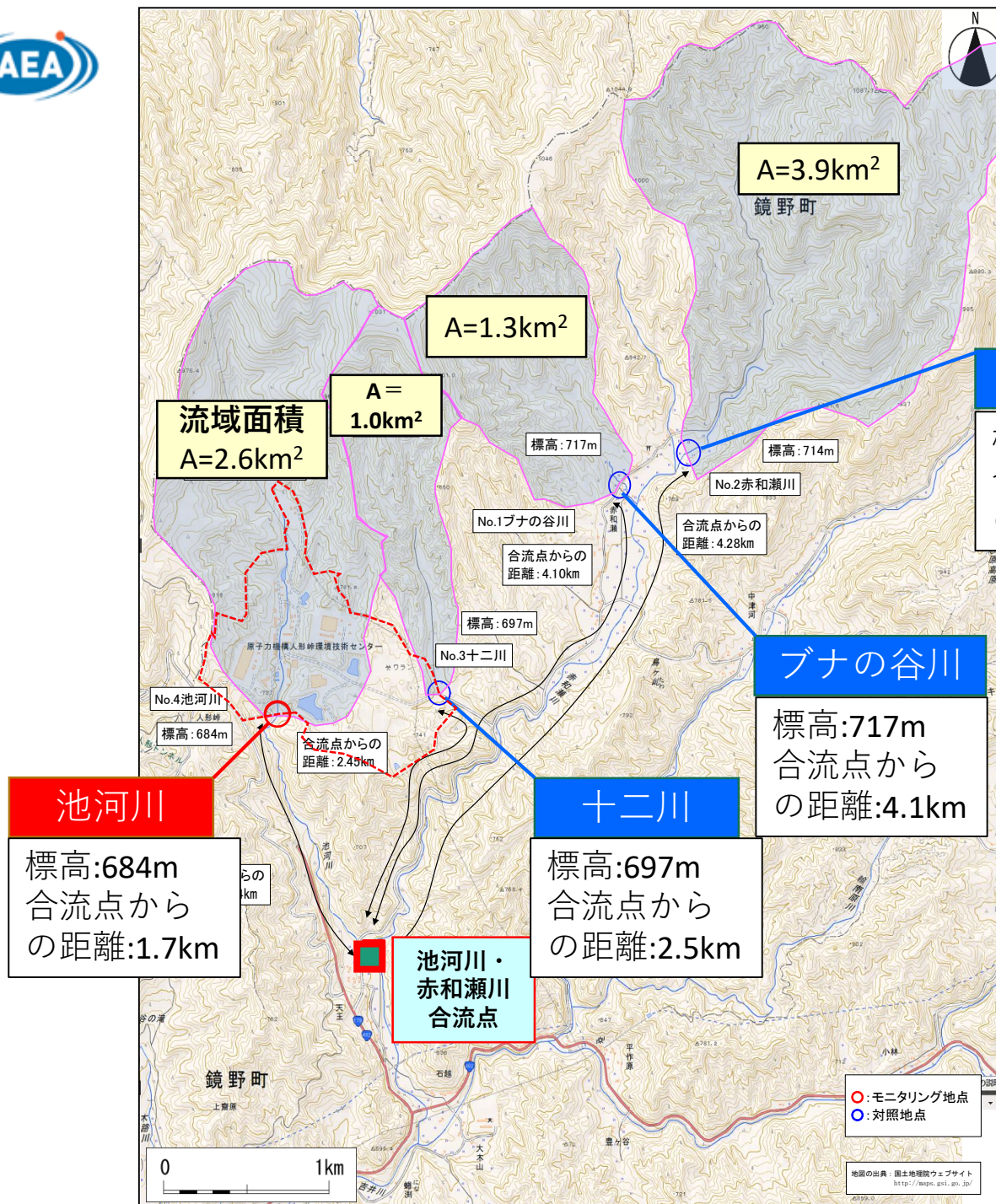
水生生物調査

新しい環境データの取得

これまでの環境モニタリングは、水質、土壌、空間線量、農作物など、人への直接・間接的な影響に関する調査を行って参りましたが、生態系への影響把握としての調査は行ってきておりませんでした。

生態系に関する調査として、水質に敏感な生物である水生昆虫などの水生生物調査を平成30年より行ってきております。

水生生物 調査地点



人形峠環境技術センター

○ モニタリング地点
○ 対照地点

調査対象河川の流域

地図の出典:
国土地理院ウェブサイト
<http://maps.gsi.go.jp>

水生昆虫確認種



シロハラコカゲ ㇿ



カミムラカワゲ ㇿ属



オオヤマシトビゲ ㇿ



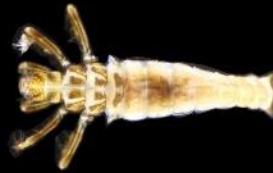
オオブ ヌ属



ミヤマタニガ ワカゲ ㇿ属



オナシカワゲ ㇿ属



キタミトビゲ ㇿ



アシマダ ラブ ヌ属



ヒラタカゲ ㇿ属



ヘビ トンボ

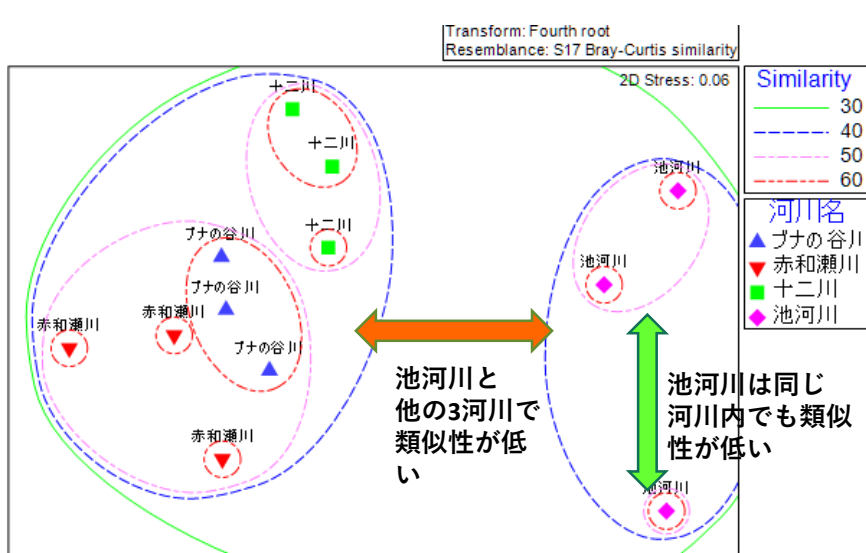


ムカシトンボ

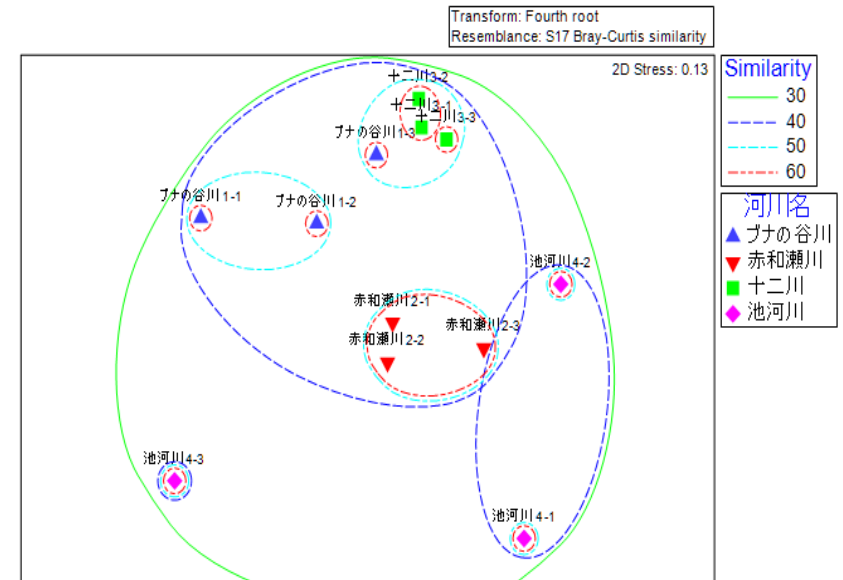


オオメナミアミカ

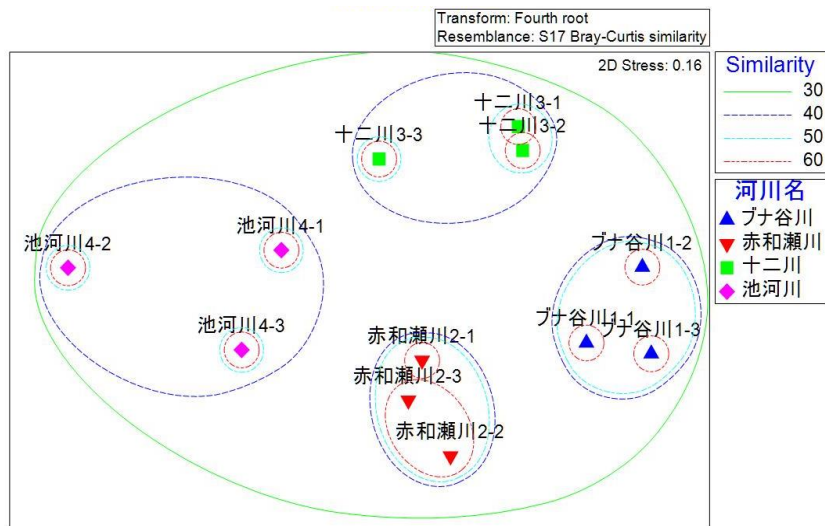
水生生物調査 解析結果の一例



春2019年5月



秋2019年12月



夏2020年8月

Bray-Curtis指数の
非計量的多次元尺度構成法
(nMDS) 解析結果

※地点間の水生生物の分布状況が似ているかどうかを比較するための解析

まとめ

人形峠環境技術センターとで鉱山閉山措置にむけて今後、取り組んでいく安全評価シナリオ解析の方向性について説明しました。

●**水(地下水、河川水)**を**輸送媒体**とした広域の数値シミュレーションで流動を予測する。人形峠流域600km²を対象にした広域の流動解析とする。物質移行解析や放射線核種移行解析を合わせて実施し、懸念物質の拡散を予測する。

●安全評価のためには、**バックグラウンドデータの評価**が重要であり、これまで蓄積したデータや一般公開データの**データ一元化**する作業を進めている。

【今後の計画】

○移動経路、利水状況を整理して、PIDを作成し、シナリオ解析を実施する。

○環境監視体制を組み入れた閉山措置の事業フレームワークを構築を目指す。