

# 地質情報提供の進化

— 多様な利活用に向けた持続可能なデータ基盤構築 —

内藤一樹

産業技術総合研究所 地質情報基盤センター

# 本日の内容

---

1. はじめに
2. 地質情報のデジタル化と公開の流れ
3. 地質図Naviの公開と基盤技術
4. 地質図Naviの活用事例
5. データ基盤の整備
6. データの信頼性・永続性
7. まとめ

# 1. はじめに

# GSJの地質情報提供の目指すもの

## 産総研(GSJ)の業務

- ・地質情報の整備
- ・資源、環境、自然災害などの問題解決のための技術開発
- ・整備された情報の提供・普及

## 目指すもの

- ・地質情報の活用により、安全・安心な社会をつくる

→誰もが地質情報を活用できるように

地質学の普及

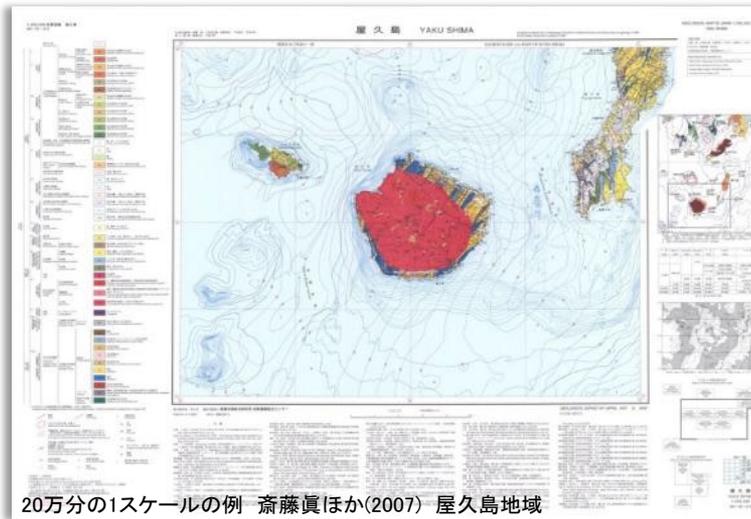
→誰もが地質情報を活用できるための情報提供

情報基盤の整備

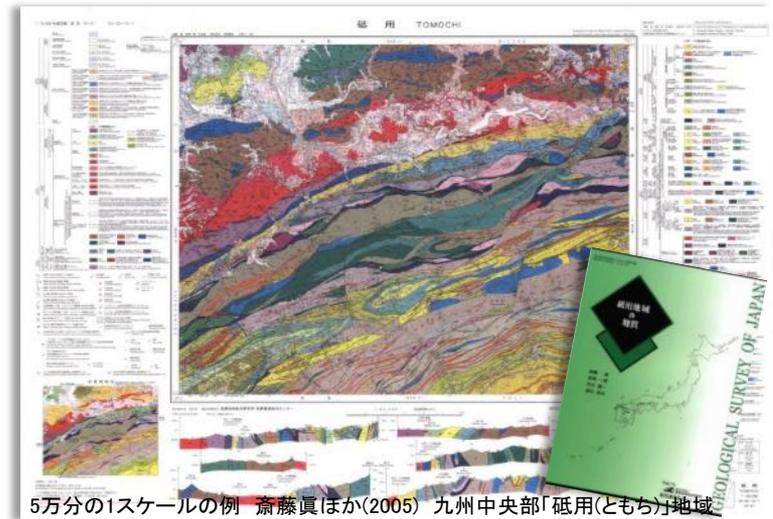
# 産総研の「地質情報」

- **地質図** 各縮尺の地質図幅、海洋、水理、火山、環境...
- **資源の情報** 油ガス田、炭田、鉱物資源...
- **防災に関する情報** 活断層、噴火活動、津波堆積物...
- **地盤の物性** 岩石物性、標準試料...
- **地球物理・化学情報** 重力、地殻応力、化学組成...
- **文献情報** 地質文献...
- **地球科学に関する知見**  
など

# 「地質図」とは

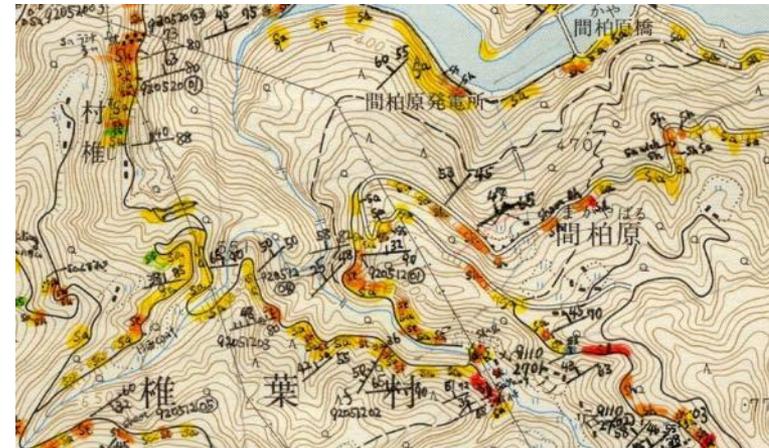


20万分の1スケールの例 斎藤真ほか(2007) 屋久島地域



5万分の1スケールの例 斎藤真ほか(2005) 九州中部「砥用(ともち)」地域

- ・表土の下にある岩石や地層の種類・分布・相互関係を地形図上に示した地図。
- ・植生や建造物, 表土などは無視



研究者が徒歩で調査して作成

# 現在の地質図の活用場面

## 土木・建設の資料として

道路, ダム, 発電所, ビル, 橋などの建設, 住宅地の購入 など

## 防災の資料として

活断層, 火山噴火, 河川の氾濫, 地盤沈下, 地すべり, 軟弱地盤 など

## 資源開発の資料として

石油, 天然ガス, 石炭などのエネルギー資源, 地熱資源, 温泉開発, 地下水資源, 金属, 粘土などの鉱物資源, 石材, 骨材などの資源, 各地の名勝の説明のため(観光資源)

観光資源の  
資料として

ジオパーク  
地質百選 など

## 地球環境対策の資料として

地下水の流動, 放射性廃棄物・有害廃棄物の地層処分

## 学術資料として

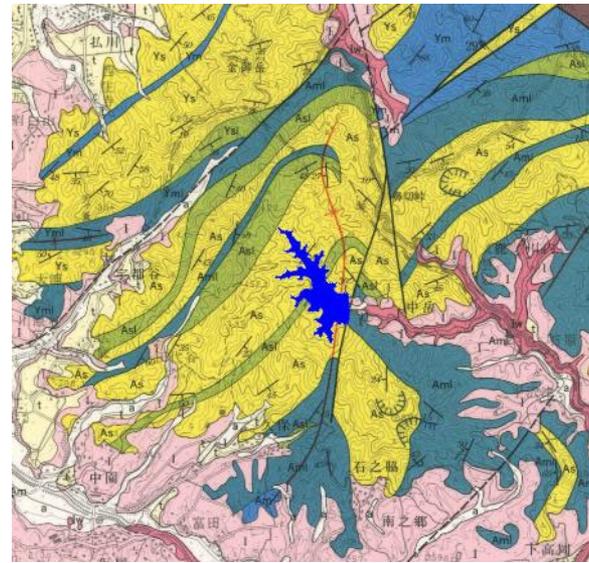
日本列島のなりたちの解明, 地球環境の変遷の解明  
シームレス(継ぎ目のない)地質図の基本情報

## その地域の地質のスタンダード

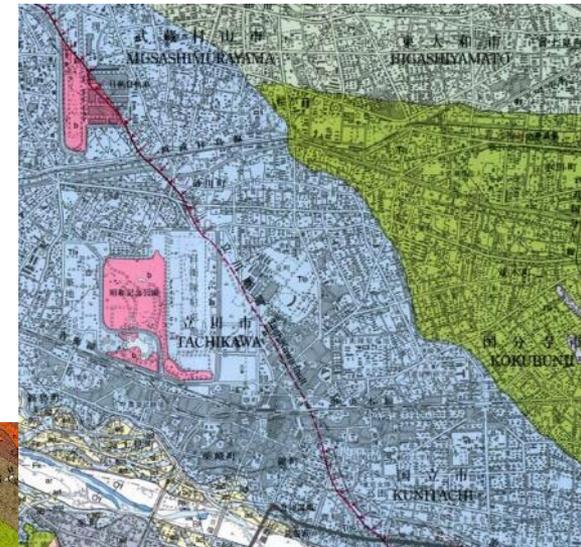
最先端の研究成果  
と表裏一体

# 地質図の活用： 利用例

## 土木・建設の資料



ダム(中岳ダム) 5万分の1「末吉」

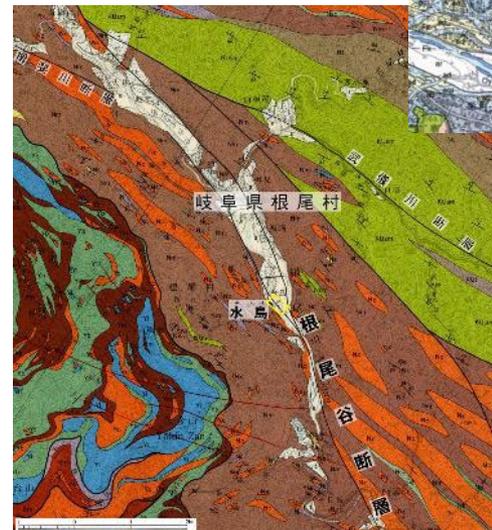


活断層 5万分の1「青梅」  
(立川断層)

橋(明石海峡)  
5万分の1「須磨」



大崩壊地  
(立山)  
5万分の1「立山」



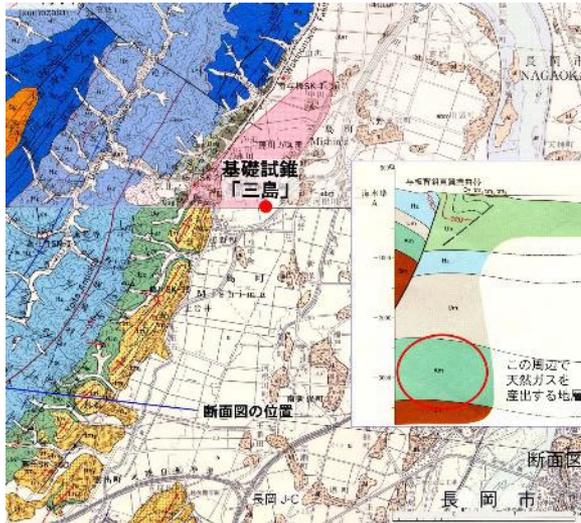
活断層 5万分の1「谷汲」  
(濃尾地震の震源断層)

## 防災の資料

# 地質図の活用： 利用例(2)

## 資源開発の資料

地質図の活用で「新たな探鉱・探査の可能性」や「調査期間の短縮」が期待できる

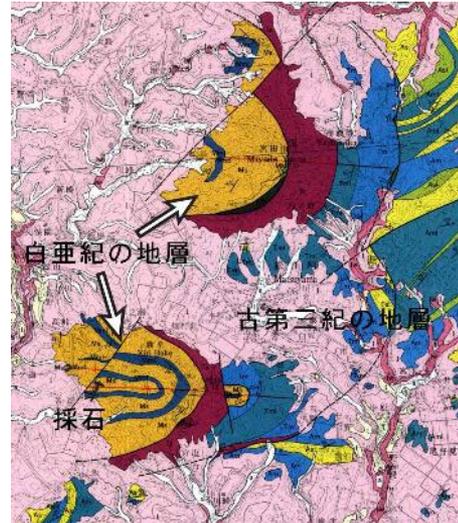


天然ガス 5万分の1「三条」・「長岡」

石油天然ガス



5万分の1「戸賀及び船川」(第2版)

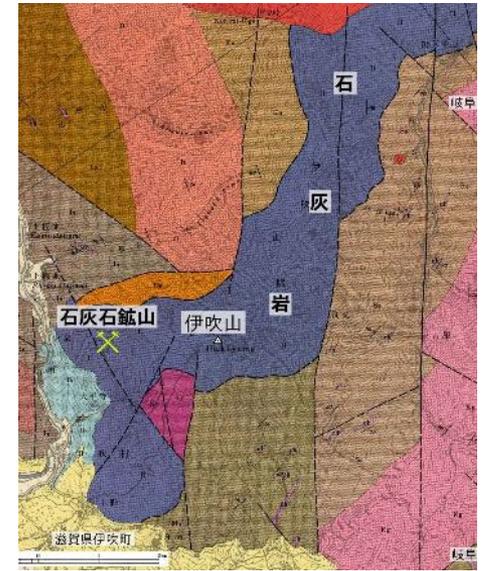


採石 5万分の1「末吉」



地熱発電 5万分の1「宮原」

石灰石 5万分の1「近江長浜」



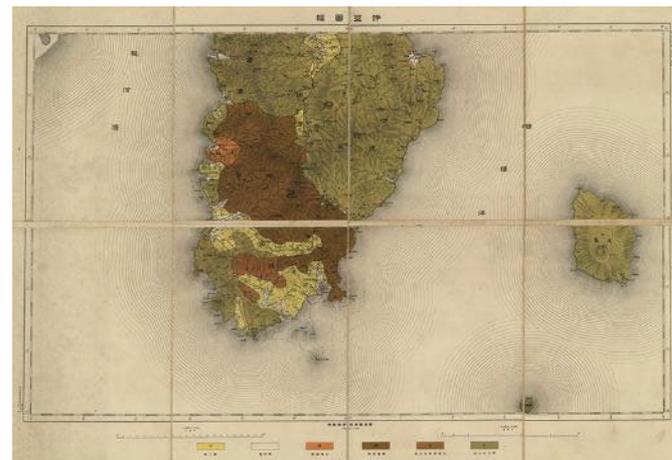
## 2. 地質図のデジタル化と公開の流れ

# GSJの地質情報整備の歴史

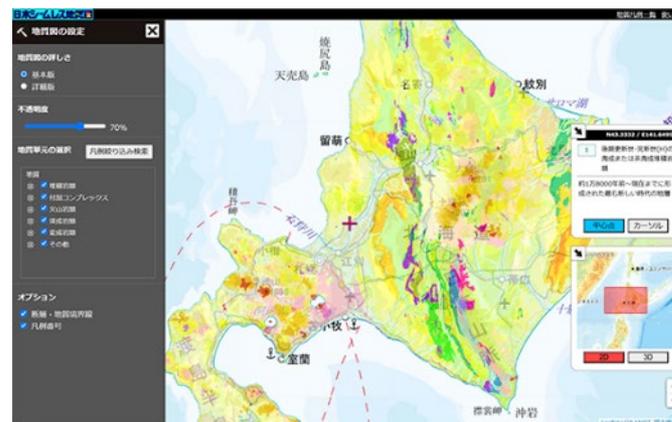
- 1885 ○ 地質調査総合センター(GSJ)による最初の地質図「二十万分一伊豆圖幅」発行
- 1899 ○ 日本初の全国版地質図「百萬分一大日本帝國地質圖」
- 1922 ○ 1/7万5千地質図幅
- 1952 ○ 1/5万地質図幅
- 1955 ○ 1/20万地質図幅
- 1990 ○ コンピュータ編集による日本地質図
- 2005 ○ 20万分の1日本シームレス地質

データ配信  
ウェブサービス

1885年発行  
『二十万分一伊豆圖幅』



2005年公開  
『20万分の1日本シームレス地質図』



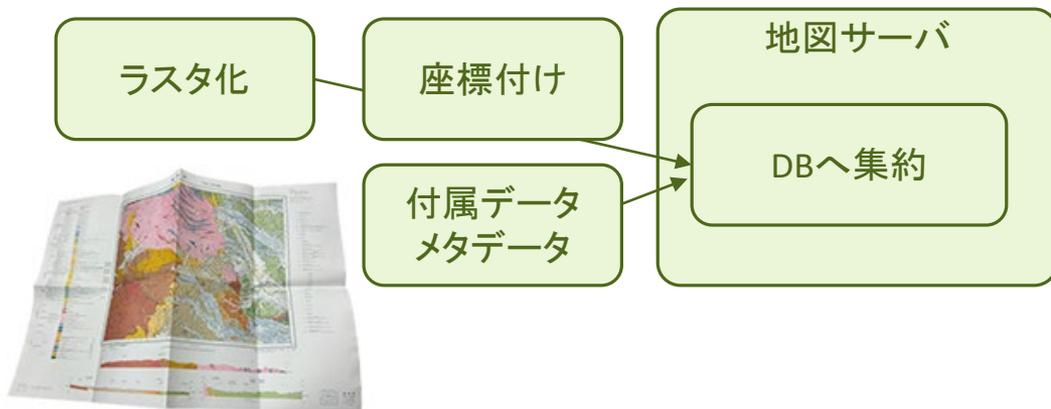
# 所内用デジタルアーカイブの構築と課題

課題：紙地質図の扱いにくさ

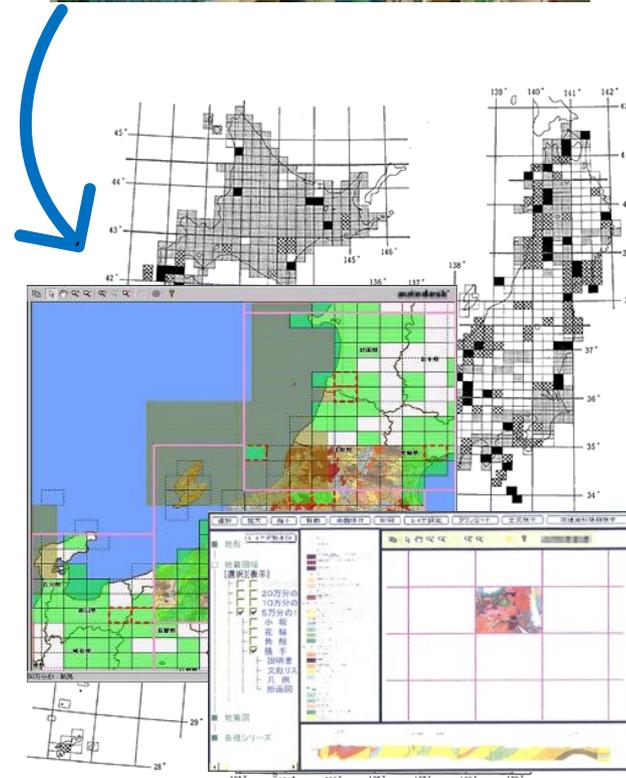
→ デジタルアーカイブを構築することで、利便性向上、  
研究を効率化



## 地質図データ化作業



運用して直面した課題：ソフトウェアの継続性



# 所内用デジタルアーカイブシステムの結末

## 2003 「地質図デジタルアーカイブシステム」作成

地図サーバ、実行言語ともに商用ソフト  
クライアントのブラウザには専用のPlug-inが必要

機能追加などの開発を継続しながら運用していたものの・・・

2007

メーカーでの地図サーバの開発終了

2010

サーバOSのサポート終了迫る  
新サーバOSには地図サーバは対応せず

専用Plug-inがクライアントの新ブラウザに  
対応せず

2011.3

手間ひまかけて構築したプログラムは、  
ここで終了決定

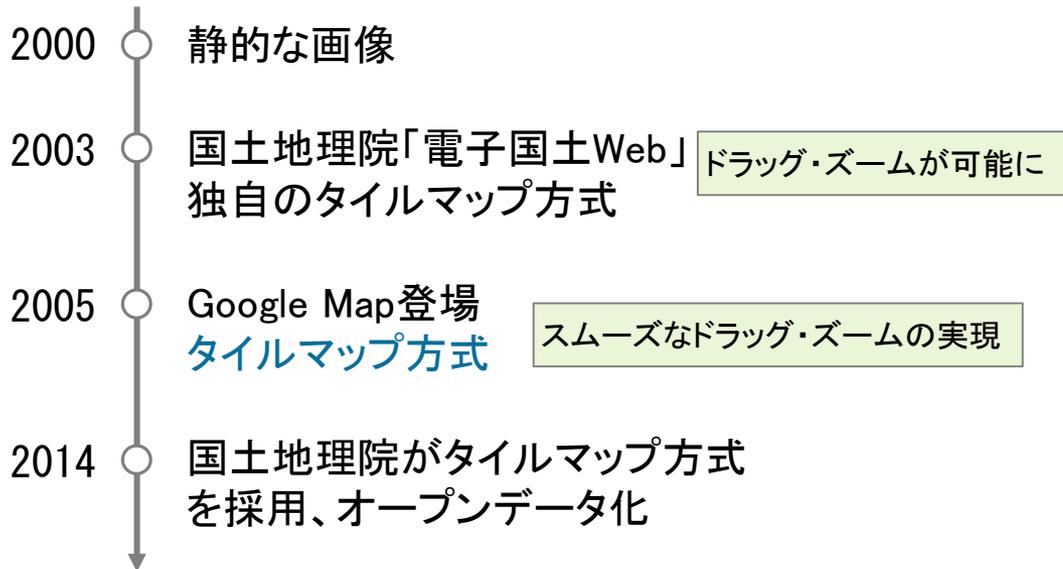
→ 地質図Naviの開発へ

！ 長期的なシステム運用のためには、特定のベンダーに依存しない  
システム設計とフォーマットの標準化が大切

# オープンデータへの取り組みと地図配信方式の変化

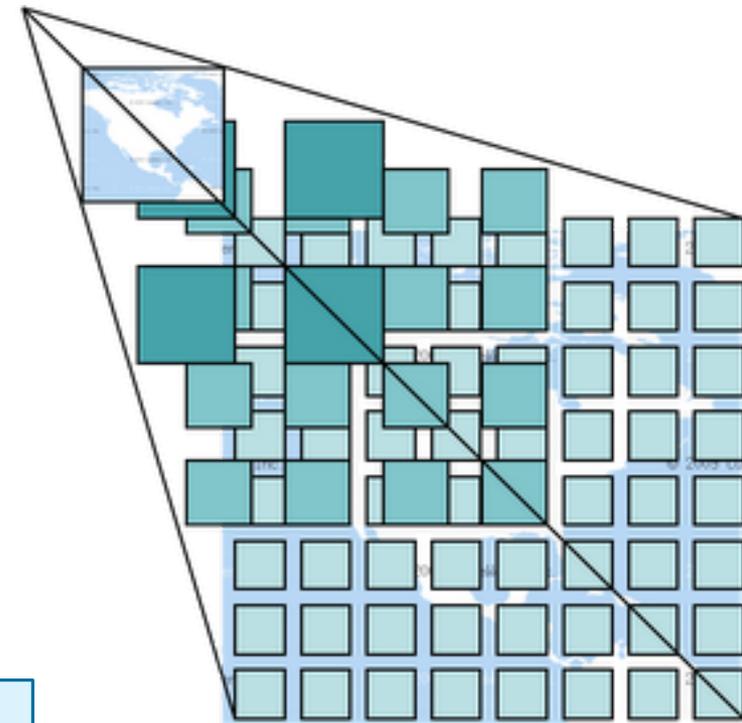
デジタルアーカイブと並行して、ウェブでの地図配信方式も進化。  
静的な画像からタイルマップ形式へ移行し、自由にスクロールやズームができ、地質図をはじめ他の地図情報との重ね合わせも容易に

## ウェブ地図配信方式の進化



タイルマップ方式の  
地図配信が拡大

GSIでも採用  
地質図のオープンデータ化へ



世界地図をタイル上に分割して、  
タイルごとの地図画像を配信する

## 地質情報の利用ガイドライン

- ・著作権法の認める自由利用の範囲
  - ・2013年： クリエイティブ・コモンズ ライセンスを採用
- 
- ・2016年： 「政府標準利用規約(第2.0版)」準拠のライセンスを導入  
出典を明示することで、改変を含む自由な二次利用が可能

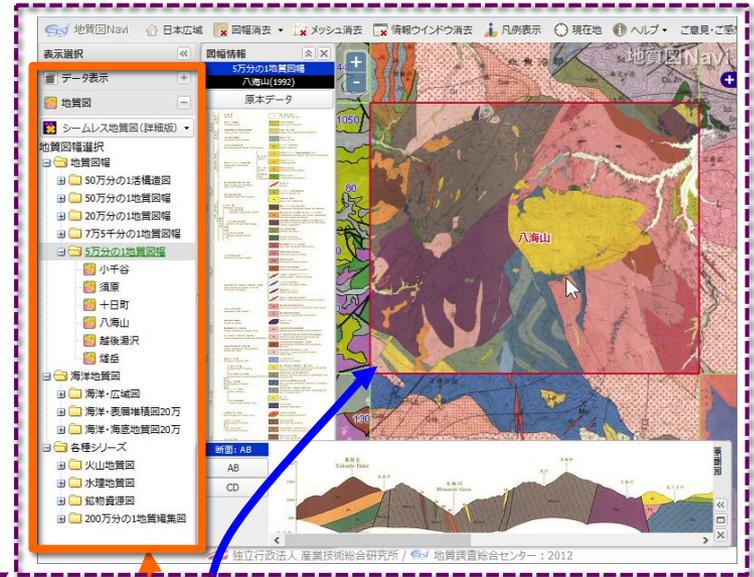
### 3. 地質図Navi の公開と基盤技術

# 地質図Naviのしくみ

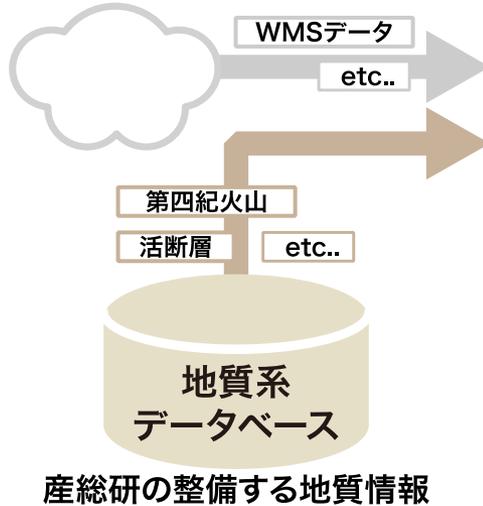
## 地質図Navi の使用している利用ライブラリ

- 標準配信形式で公開されている地図系データの呼び出し、表示
- 表示階層操作による重ね合わせ
- 位置情報から検索される情報のリンク(活断層、火山等)
- 関連データ(断面図、報告書、文献メタデータ)等の表示

これさえあれば、公開済みの地質情報のすべてを、「検索」、「表示」、「重ね合わせ」て、さらに他機関・外部データベースとも「リンク」して利用できる、ワンストップ窓口

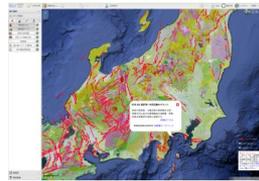


インターネットを通じて  
配信される様々な情報



産総研の整備する地質情報

地質図Navi(本体プログラム) ①



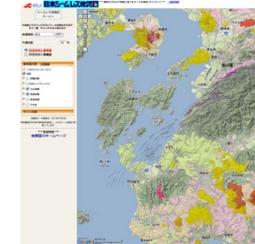
地質図データ  
利用ライブラリ ②

地質図データ  
配信サービス ③

3つのコア技術



活断層 DB への  
リンク



20万分の1日本  
シームレス地質図  
へのリンク

## コンテンツ

▶ TOP

▶ 地質図Naviを表示

▶ 地質図Naviについて

▶ データ内容

▶ 簡単 使い方ガイド

▶ 操作デモ [mp4]

▶ 更新記録ほか

▶ よくあるご質問  
(FAQ)

## ご利用について

▶ 免責事項

▶ 地質図類の利用条件

▶ URLパラメータ

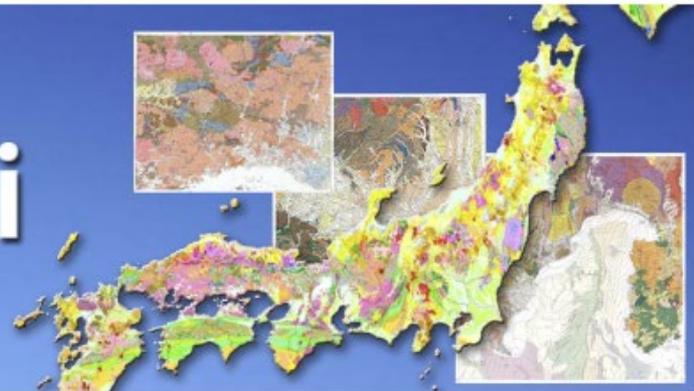
▶ 配信情報の利用

## お問い合わせ

▶ お問い合わせ窓口

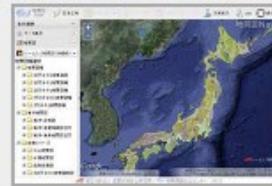
地質図表示システム

## 地質図Navi



## 地質図をみる

地質図Navi を表示 :



## お知らせ

## 新規データ追加

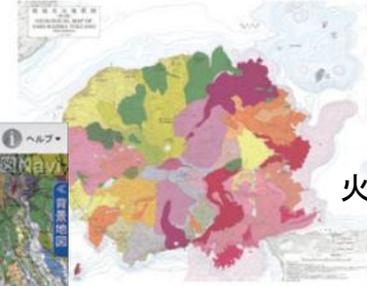
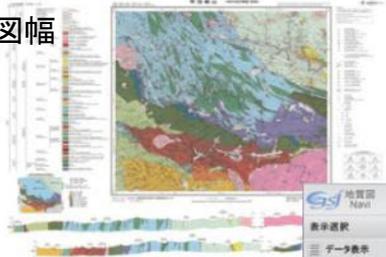
## ■ 表層土壌評価図レイヤを追加しました

- 土壌評価図シリーズ (E7:高知県地域、E8:四国地域、E9:九州・沖縄地方、E10:中国地方) を表示

GSJ発行の各種地質図を閲覧可能:

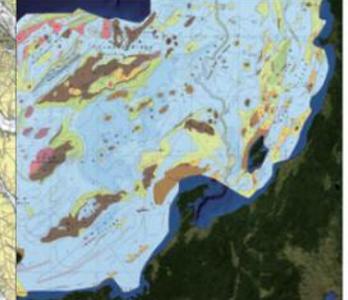
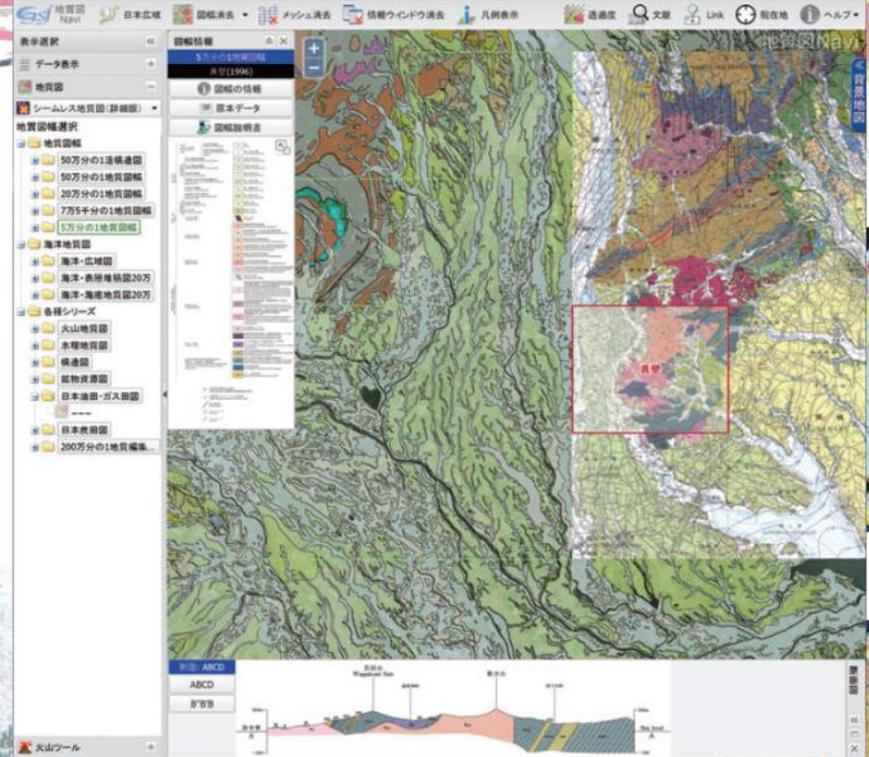
- ・1/5万地質図幅(旧地下資源研究所、旧北海道開発庁の地質図幅含む)
- ・1/20万地質図幅、ほか各種シリーズ

1/20万地質図幅



火山地質図

活断層ストリップマップ



海洋地質図

油田・ガス田図



鉱物資源図

## 5万分の1地質図幅を表示・・・見たいメッシュをクリック(複数可)

GSJ 地質図 Navi 日本広域 メッシュ消去 情報ウィンドウ消去 凡例表示 地質断層 文献 Link 現在地 ヘルプ

表示選択 << 1 + -

データ表示 +

地質図 -

シームレス地質図 (詳細版)

地質図幅選択

- 地質図幅
  - 50万分の1活構造図
  - 50万分の1地質図幅
  - 20万分の1地質図幅
  - 7万5千分の1地質図幅
  - 5万分の1地質図幅
- 海洋地質図
  - 海洋・広域図
  - 海洋・表層堆積図20万
  - 海洋・海底地質図20万
- 各種シリーズ
  - 火山地質図
  - 水理地質図
  - 鉱物資源図
  - 200万分の1地質図幅集図

Google  
画像 ©2013 TerraMetrics - 利用規約

地質図 Navi の基図 (ベースマップ) として使用している Google マップ<sup>TM</sup>の地図の表記は、産総研の公式な見解ではありません

## 5万分の1地質図幅を表示・・・再クリックで非表示

GSJ 地質図 Navi 日本広域 図幅消去 メッシュ消去 情報ウィンドウ消去 凡例表示 地質断層 文献 Link 現在地 ヘルプ

表示選択  
データ表示  
地質図  
シームレス地質図 (詳細版)  
地質図幅選択  
地質図幅  
50万分の1活構造図  
50万分の1地質図幅  
20万分の1地質図幅  
7万5千分の1地質図幅  
5万分の1地質図幅  
海洋地質図  
海洋・広域図  
海洋・表層堆積図20万  
海洋・海底地質図20万  
各種シリーズ  
火山地質図  
水理地質図  
鉱物資源図  
200万分の1地質編集図

図幅情報  
5万分の1地質図幅  
岐阜(1999)  
図幅の情報  
原本データ  
図幅説明書

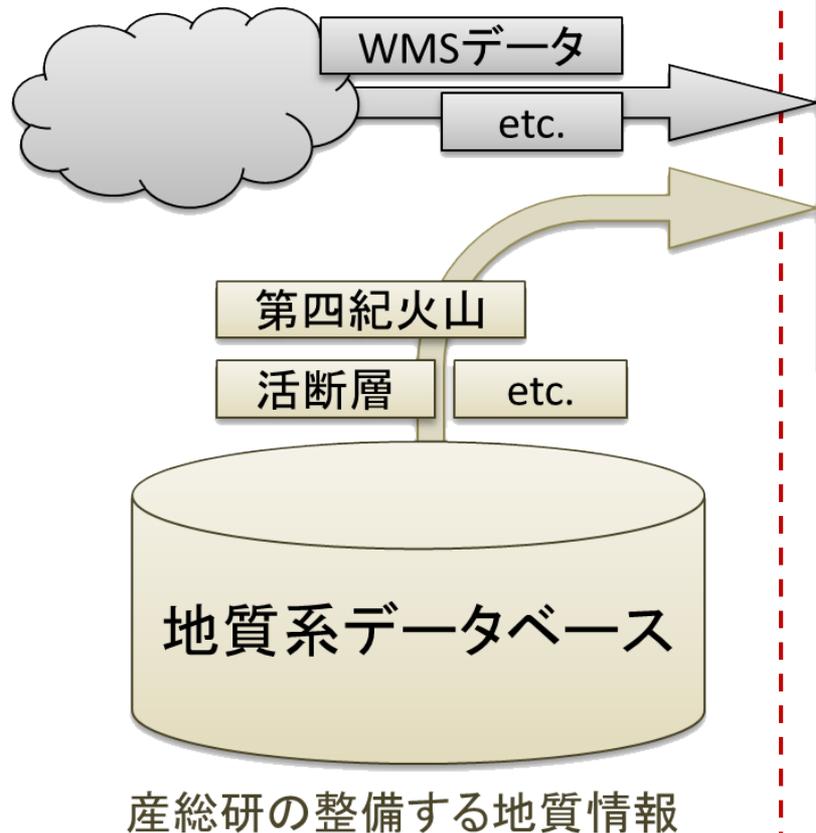
断面: AB  
AB  
CD  
EFGH

500m  
名鉄美濃町田神線  
海水準  
A  
長良川  
Nagara Gawa  
Kc  
Km  
Ks  
Kt  
岩井  
梅原断層  
Umebara Fault  
奥跡  
B  
Sea level  
-500m

背景地図

- 地質図Naviでは、データ配信サーバとビューアを分離し、APIを公開することで外部利用を促進。
- サーバ側の維持管理により長期運用を可能とし、ビューア側は多様なUI開発を可能に。

インターネットを通じて  
配信される様々な情報



## 地質図Navi (本体プログラム)



地質図データ  
利用ライブラリ

API

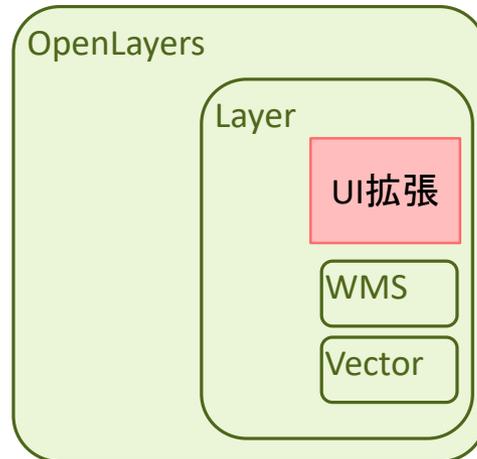
地質図データ  
配信サービス

3つのコア技術

# 地質図Naviのカスタムレイヤ機能

地質図Naviは、地図ライブラリ(OpenLayers)のレイヤ機能により標準形式(WMS、タイルマップ等)の地図データを扱う。

レイヤ機能に対して独自のUI拡張を行うことで、レイヤ自体にユーザ入力を扱う機能を追加。これにより、表示内容を動的に切り替えるカスタムレイヤの作成が可能となり、多様なデータの利用を実現。



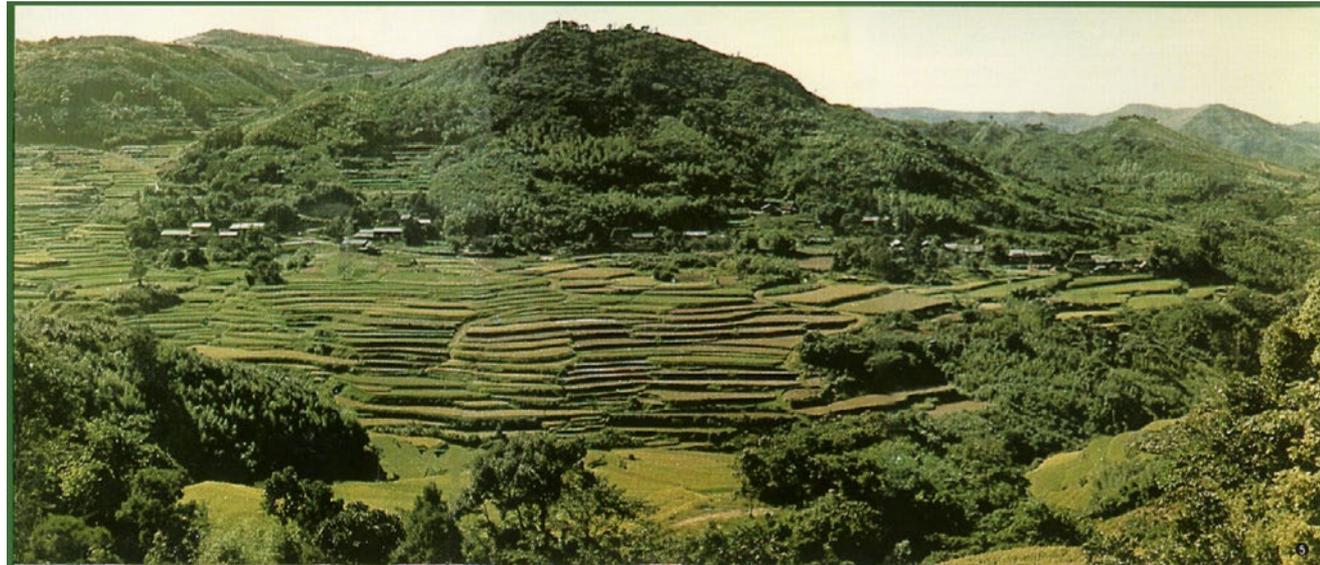
コマンドボタン、入力フォームなどのユーザ入力をレイヤ自体に追加することで、レイヤ外に影響を与えずに機能を組み込んだカスタムレイヤの作成が可能  
柔軟なレイヤ追加の実現

## 4. 地質図Naviの活用事例

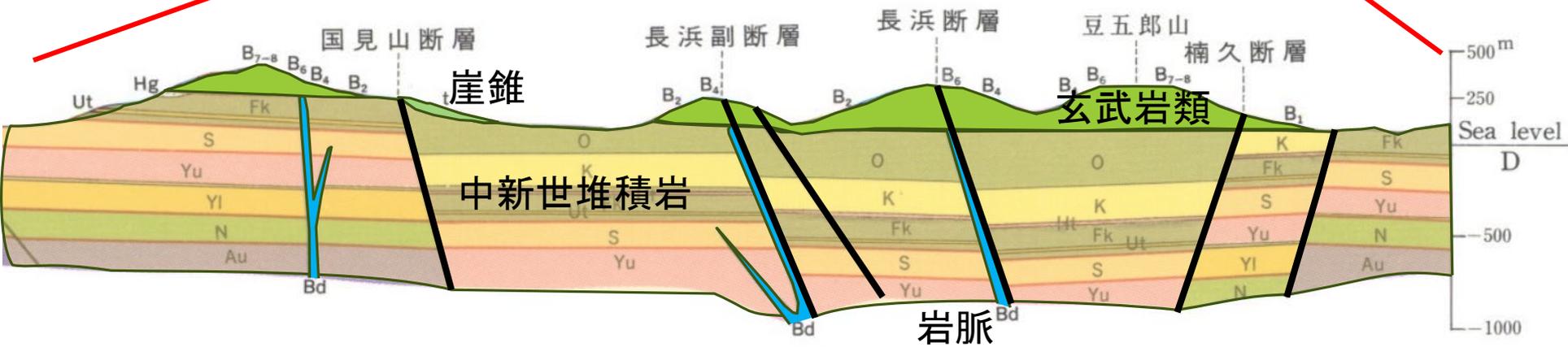
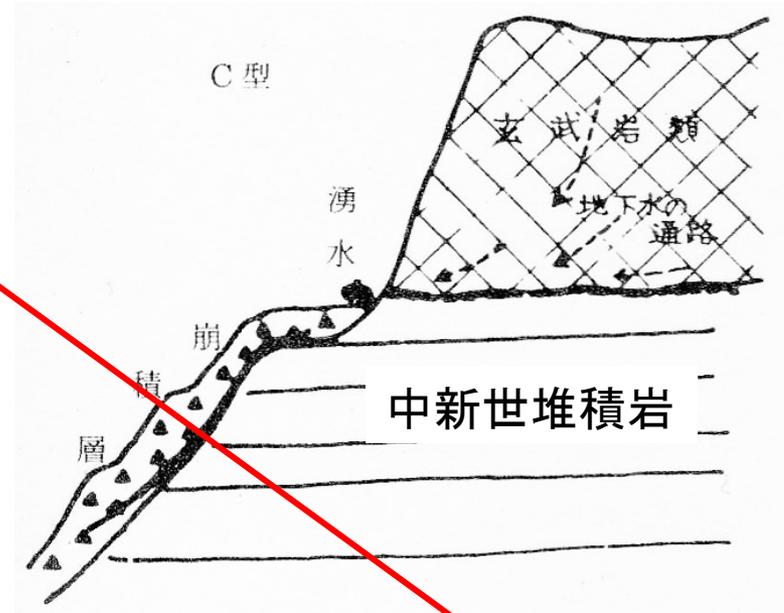
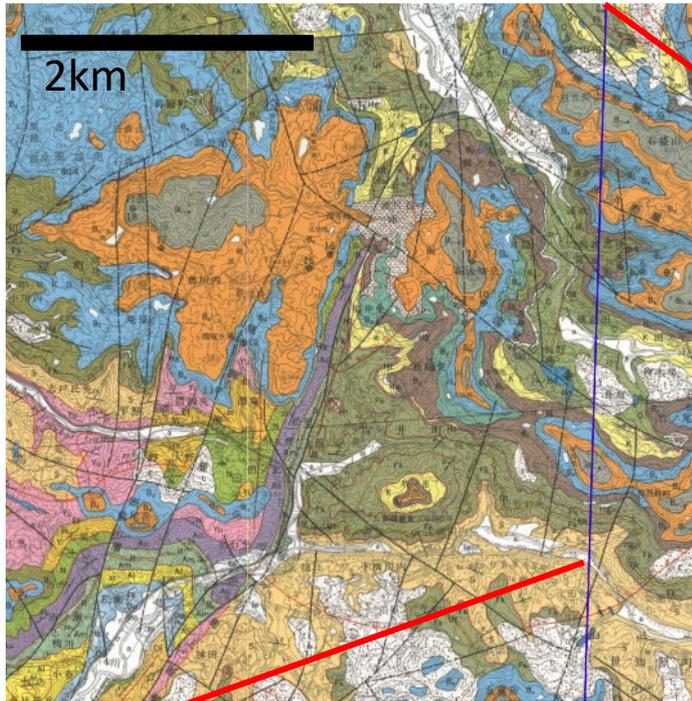
# 活用例:地すべり(長崎県北松地域)の事例

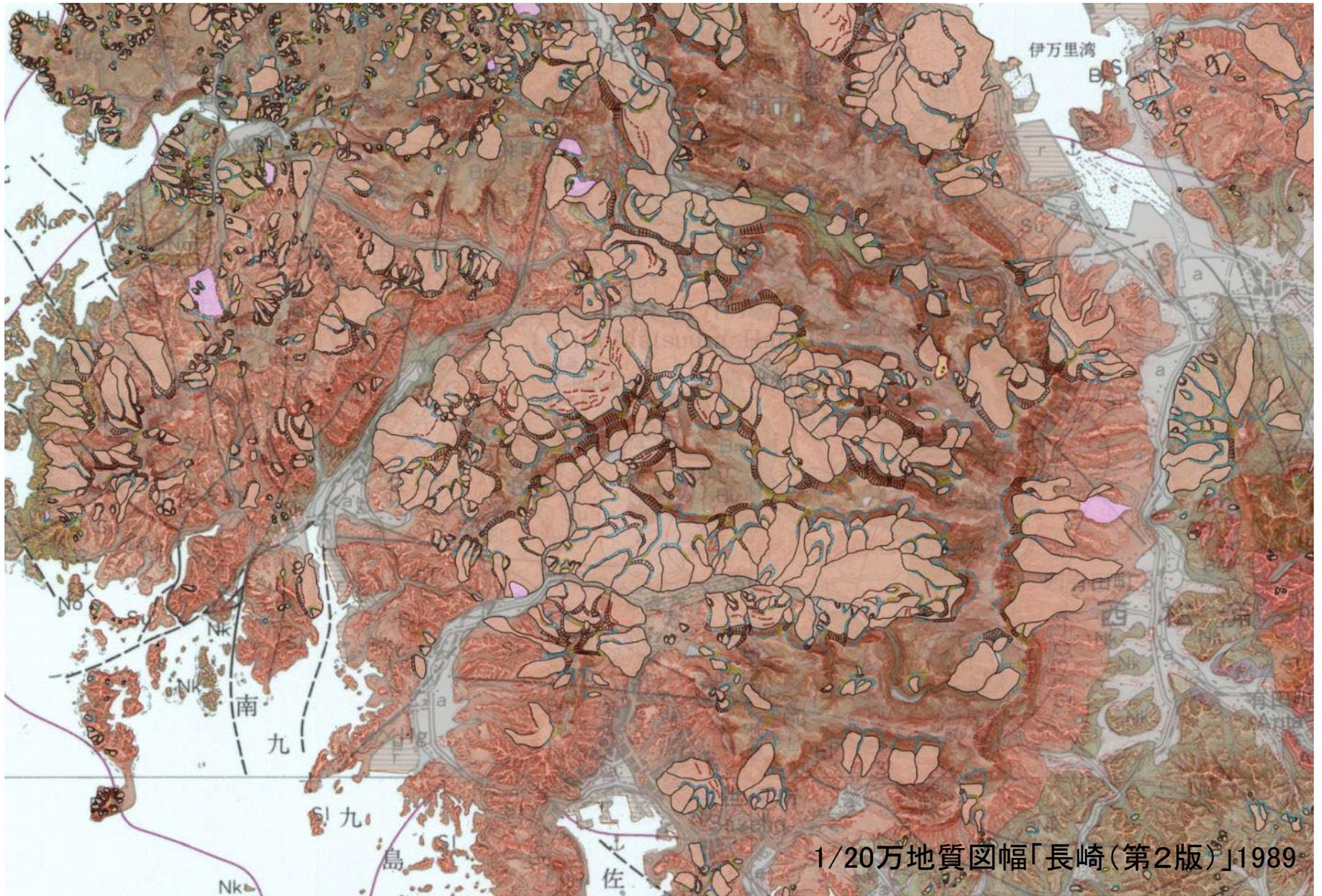
## 平山地すべり

平山地すべりは1961年6月に地すべり脚部に、1963年愛宕山周辺に亀裂が発生し、陥没した。写真は同じ場所から撮影したもので、愛宕山がなくなり、棚田部分が舌端部となっている。



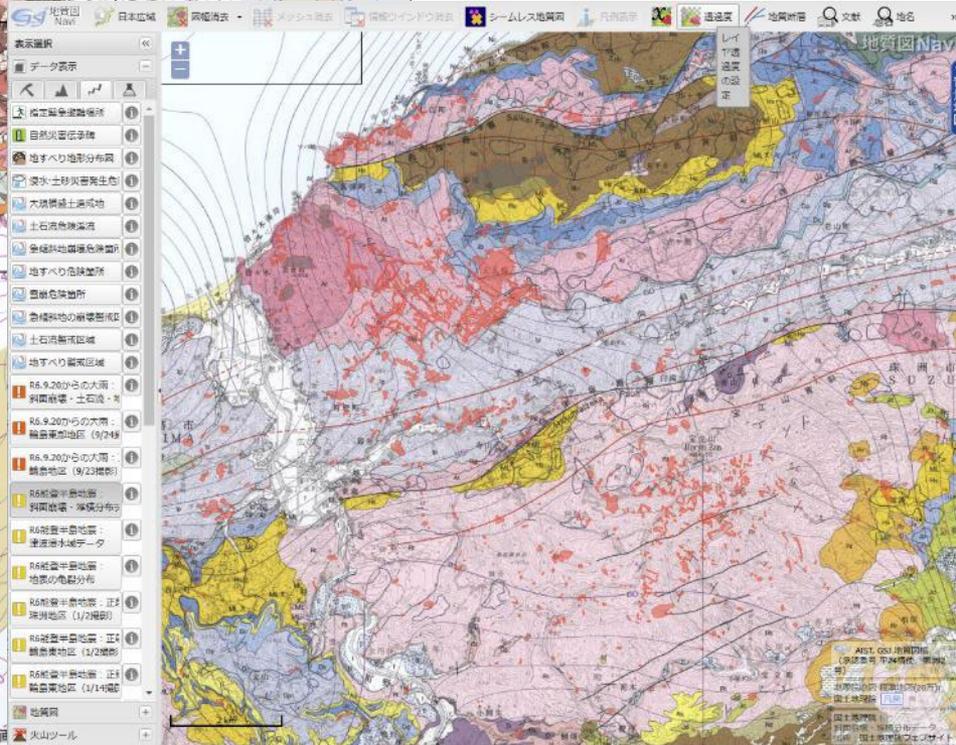
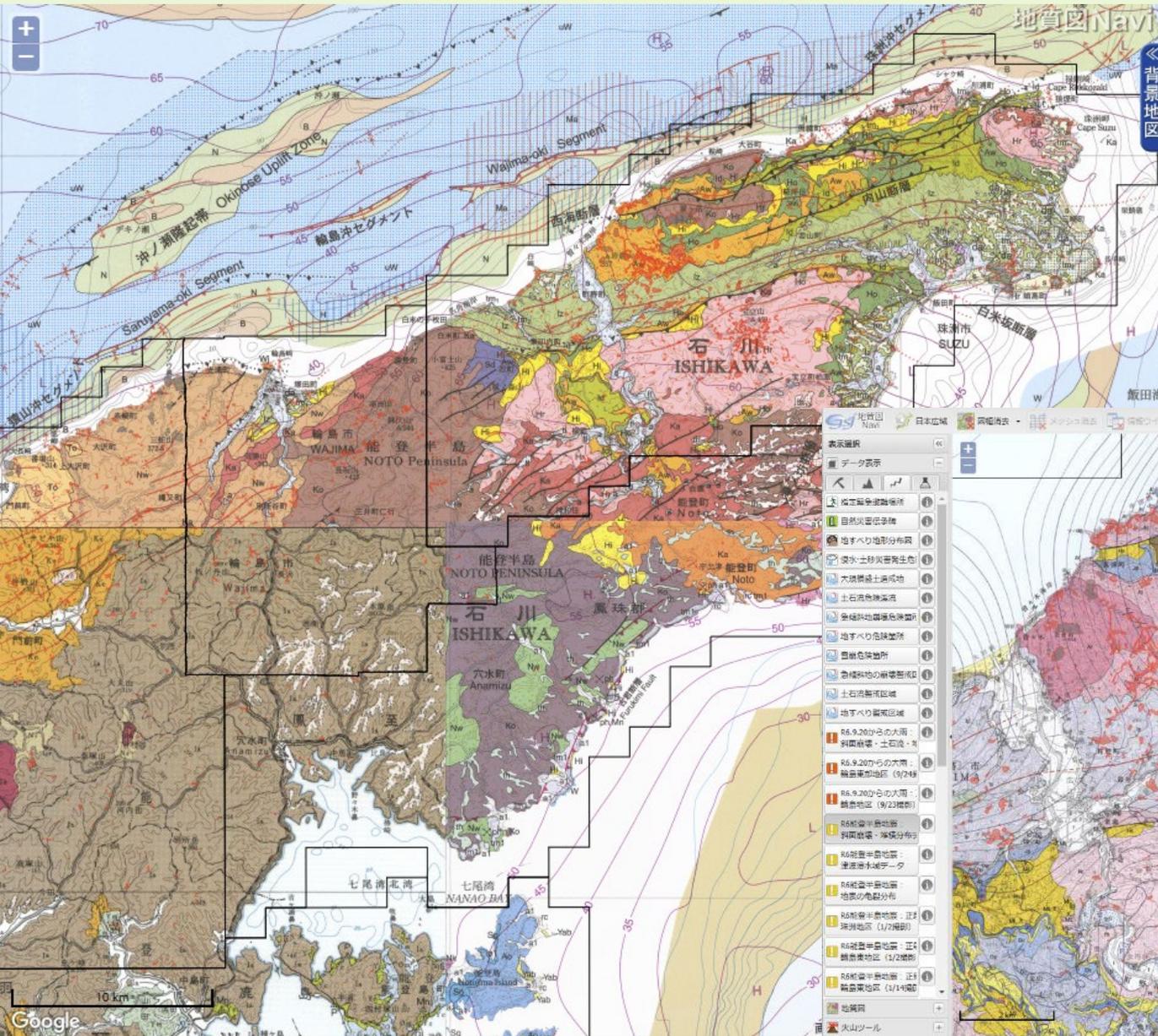
# 平山地すべり

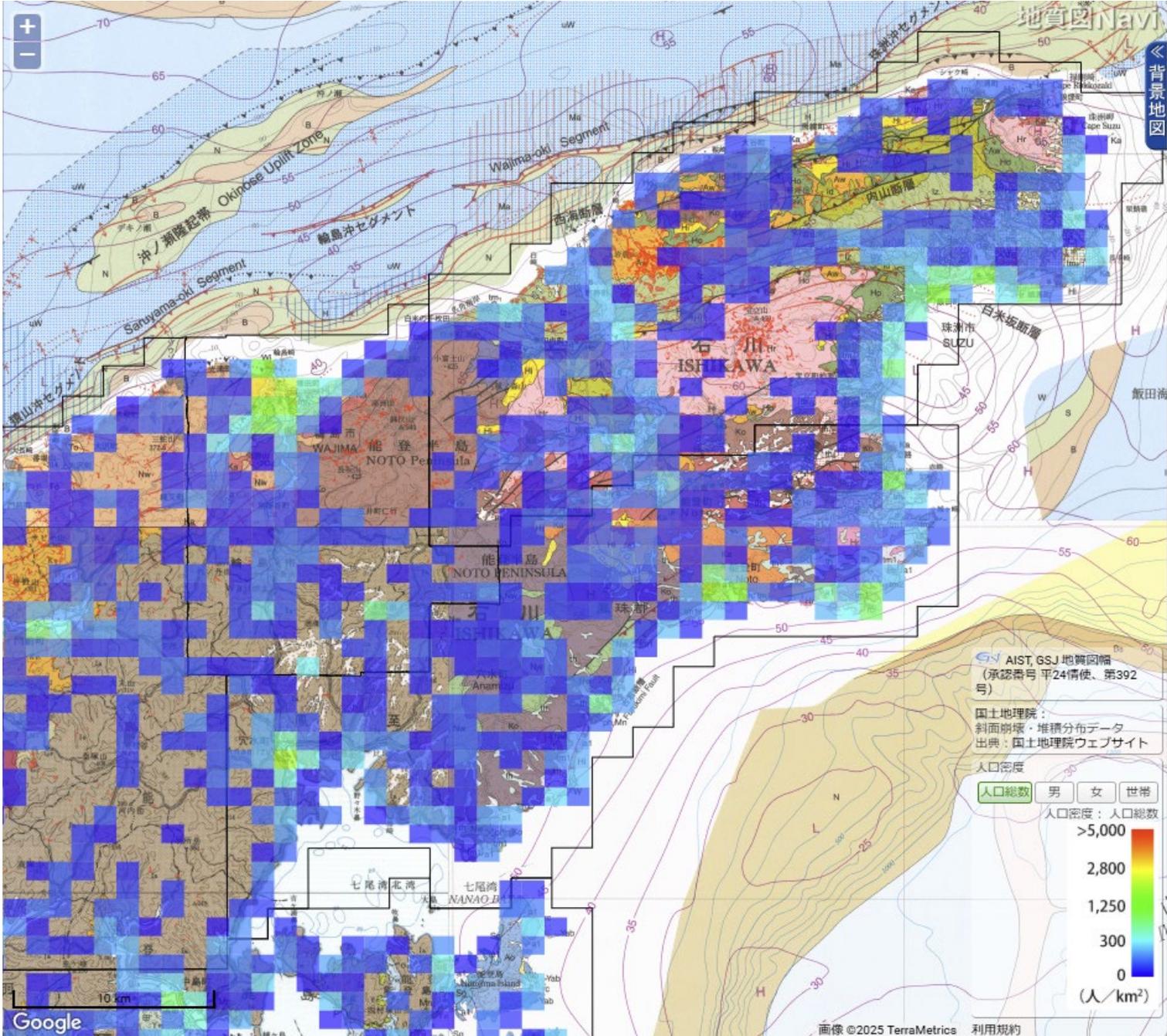




1/20万地質図幅「長崎(第2版)」1989

# 活用例：能登半島地震の事例

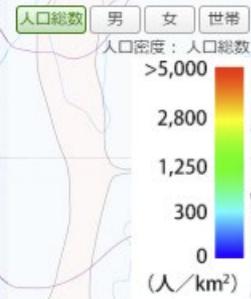


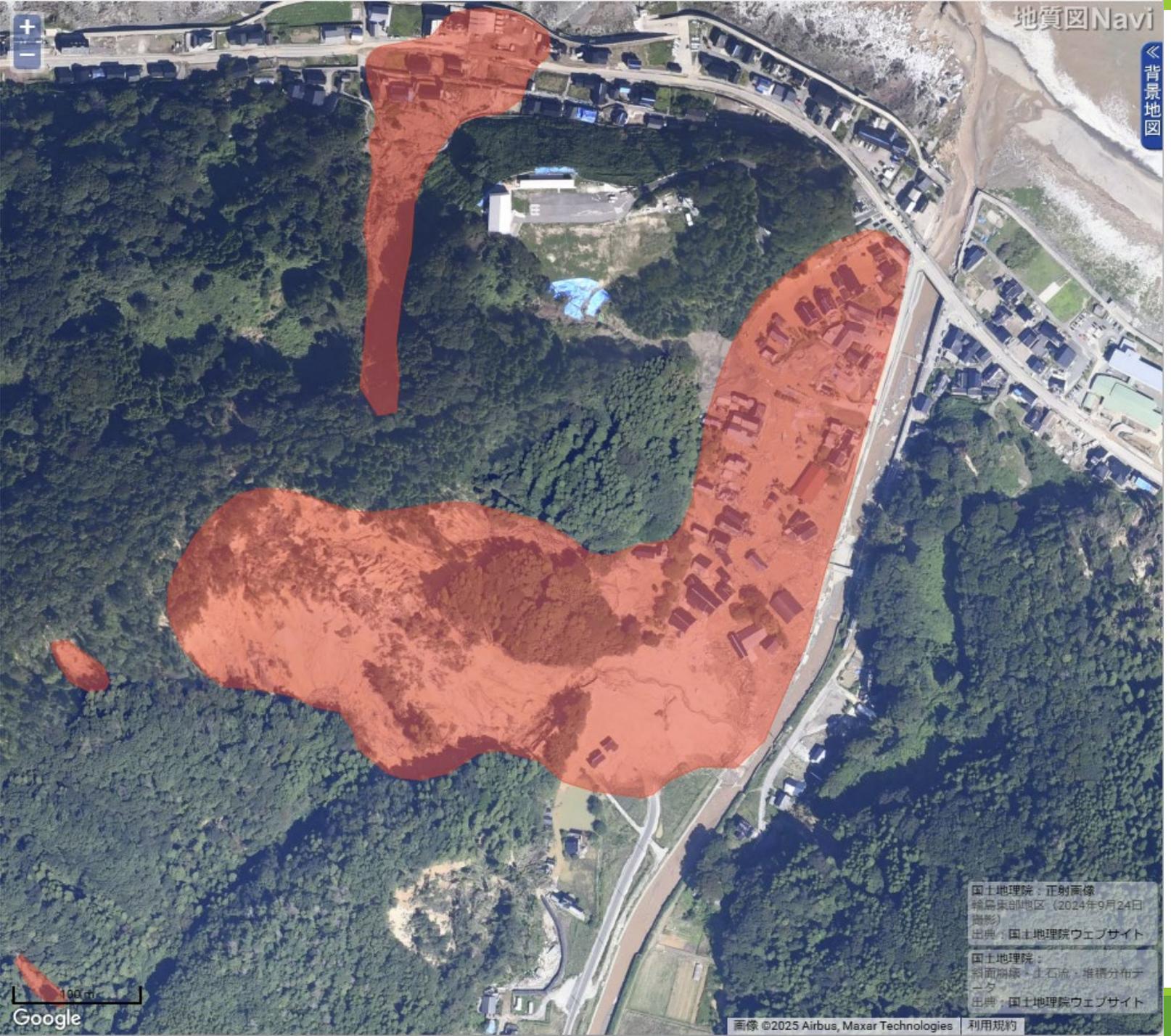


GN AIST, GSJ 地質図幅  
 (承認番号 平24情使、第392号)

国土地理院：  
 斜面崩壊・堆積分布データ  
 出典：国土地理院ウェブサイト

人口密度





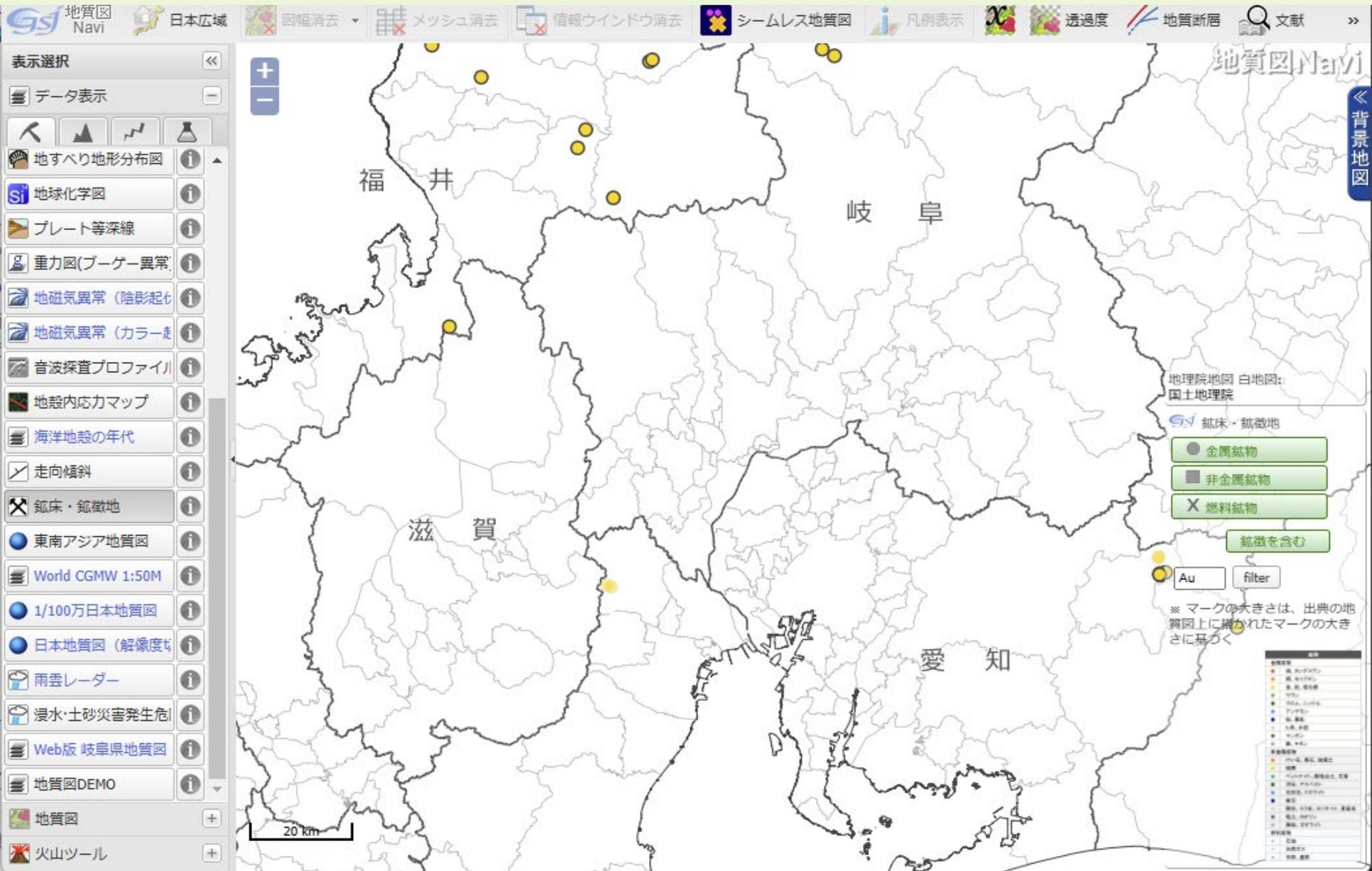
Google

国土地理院：正射画像  
輪島半島地区（2024年9月24日  
撮影）  
出典：国土地理院ウェブサイト

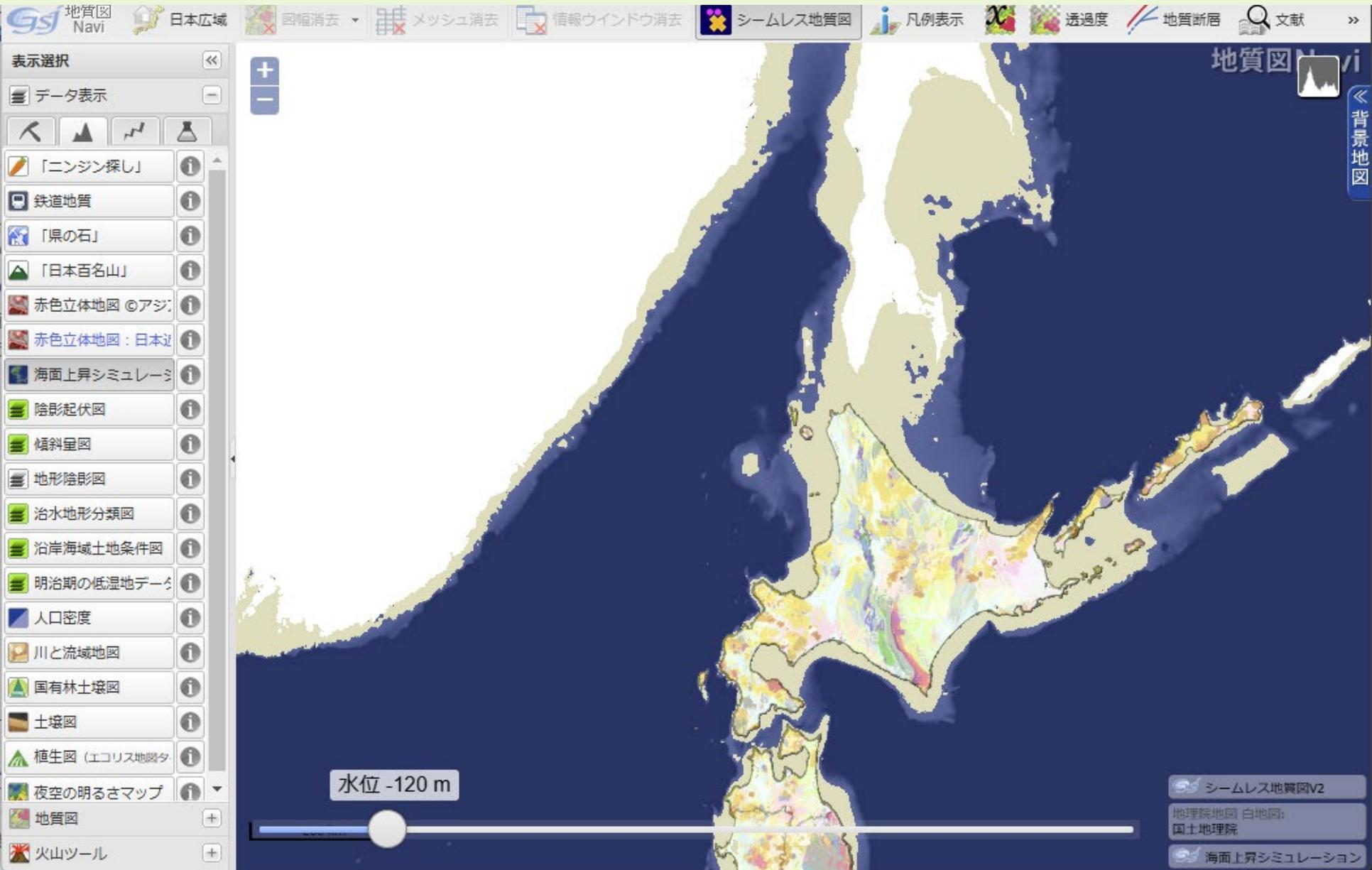
国土地理院：  
斜面崩壊・土石流：堆積分布デ  
ータ  
出典：国土地理院ウェブサイト



# カスタムレイヤ例：鉱床・鉱徴地



# カスタムレイヤ例：海面上昇シミュレーション



# カスタムレイヤ例:シームレス地質図V2 (ベクトル)

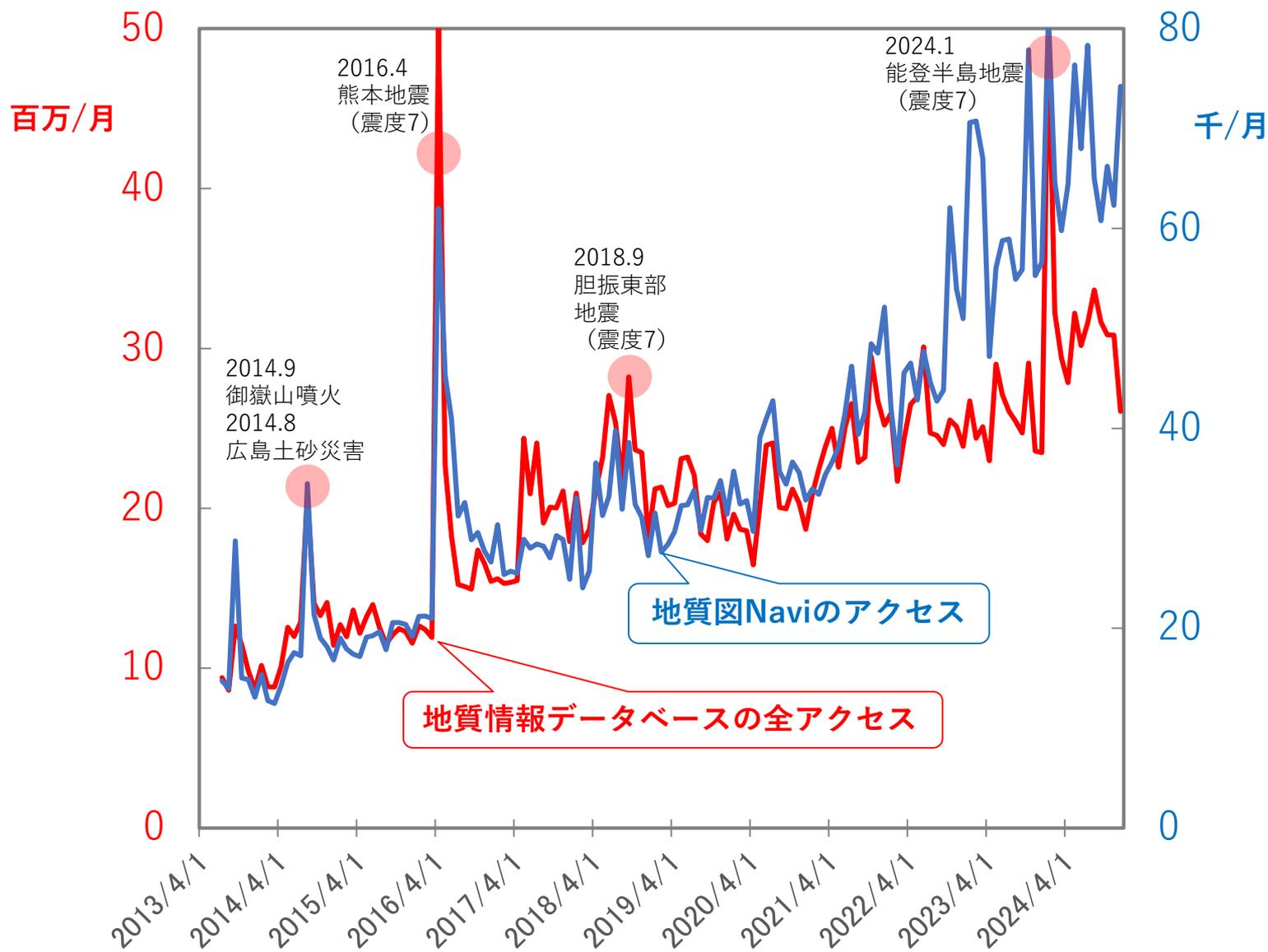
The screenshot displays the GSI Navi web application interface. The top toolbar contains icons for map navigation and layer management. The left sidebar shows a tree view of map layers, with 'シームレス地質図V2 (f)' selected. The central map area shows a seamless geological map of Japan with a custom layer overlay. The right-side configuration panel for the selected layer is titled '日本シームレス地質図V2' and includes the following settings:

- Layer ID: K22\_vas\_ap
- 岩相 (Lithology): 火成岩 (Igneous rock)
- 形成時代 (Formation Age): 中生代 後期白亜紀 カンパニアン期~マーストリヒチアン期 (Cretaceous Late Cretaceous Campanian~Maastrichtian)
- 岩相 (Lithology): 火山岩 テイサイト・流紋岩 大規模火砕流 (Volcanic rock Tephrite, Basalt, Large-scale pyroclastic flow)
- ツール (Tools): Clear
- フィルタ (Filter): 年代 (Age) 白亜紀 (Cretaceous) (包含) (Include)
- 岩相 (Lithology): [Empty field]
- 地層の配色 (Layer Color): 標準 (Standard) 簡略 (Simplified) 超簡略 (Ultra-simplified) 年代 (Age) 単色 (Monochrome)
- 表示 (Display):  ポインタの乗った岩相をハイライト (Highlight lithology where the pointer is over)

The map shows a seamless geological map of Japan with a custom layer overlay. The overlay is a brownish color, representing igneous rocks. The map is displayed in a vector format. The background map is a seamless geological map of Japan. The interface is in Japanese.

地理院地図 白地図:  
国土地理院  
シームレス地質図V2

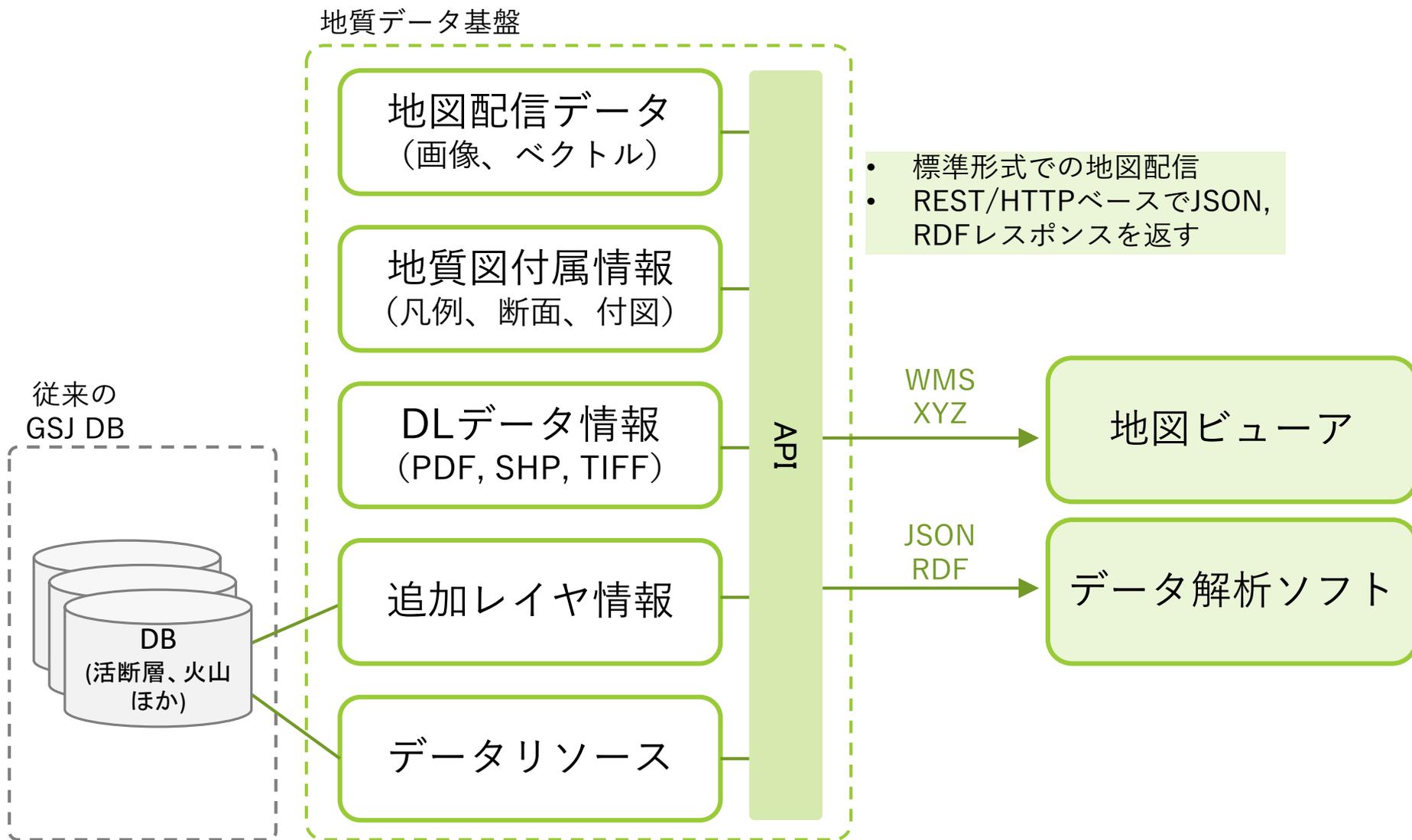
# 利用者数の推移



## 5. データ基盤の整備

# データ基盤の整備

## データ基盤の全体像



# データとビューアの分離

ビューアはAPIから取得したデータを描画する役割に限定

分離のメリット：

- ・他システムからのデータ利用が容易
- ・システム寿命の延長 --- Webアプリと比較してサーバ機能は延命しやすい（データ提供期間を長く）

## データ（サーバ機能）

地質データ基盤

API

## ビューア（利用者の端末）

Webアプリ（Webブラウザで利用）

アプリ管理  
(URL、言語、表示)

レイヤ管理

OpenLayers（地図ライブラリ）

高機能レイヤコンポーネント  
(ユーザ入力機能、凡例表示機能など)

API

データ毎のカスタマイズ

- ・重ね合わせ（地図画像 + 断層画像 …）
- ・内容の切り替え
- ・ベクトルデータの表現方法
- ・アニメーション
- ・getFeatureInfo等の取得データの表現

API

他機関の配信情報

- ・土壌図
- ・防災科研の各種情報  
(地すべり地形分布図ほか)
- ・国土地理院の各種情報
- ・総務省統計情報
- ・...

# FAIR原則への対応

---

データセットの整備にあたっては、FAIR原則への対応を考慮

To be Findable: (見つけられるために)

- F1. (メタ)データが、**グローバルに一意で永続的な識別子(ID)**を有すること。
- F2. データがメタデータによって十分に記述されていること。
- F3. (メタ)データが**検索可能なリソース**として、登録もしくはインデックス化されていること。
- F4. メタデータが、データの識別子(ID)を明記していること。

To be Accessible: (アクセスできるために)

- A1. **標準化された通信プロトコル**を使って、(メタ)データを識別子(ID)により入手できること。
  - A1.1 そのプロトコルは公開されており、無料で、実装に制限が無いこと。
  - A1.2 そのプロトコルは必要な場合は、認証や権限付与の方法を提供できること。
- A2. データが利用不可能となったとしても、メタデータにはアクセスできること。

To be Interoperable: (相互運用できるために)

- I1. (メタ)データの知識表現のため、形式が定まっていて、到達可能であり、共有されていて、広く適用可能な記述言語を使うこと。
- I2. (メタ)データがFAIR原則に従う語彙を使っていること。
- I3. (メタ)データは、**他の(メタ)データへの特定可能な参照情報**を含んでいること。

To be Re-usable: (再利用できるために)

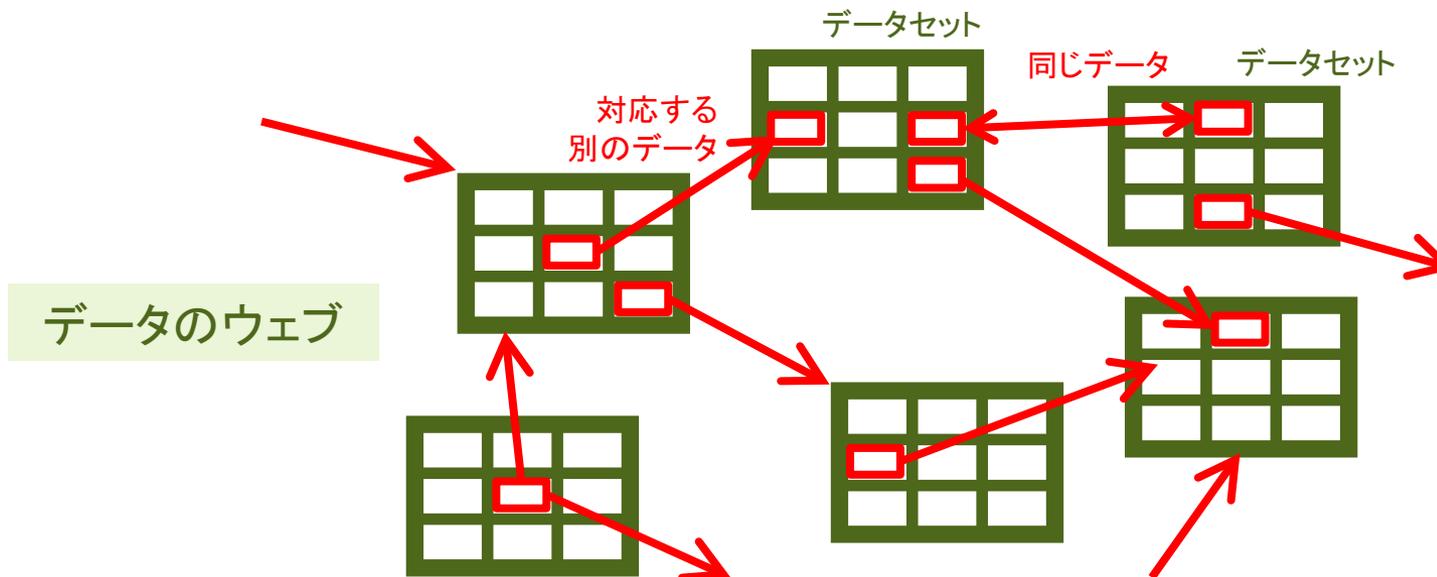
- R1. メタ(データ)が、正確な関連属性を豊富に持つこと。
  - R1.1 (メタ)データが、明確で**アクセス可能なデータ利用ライセンス**と共に公開されていること。
  - R1.2 (メタ)データが、その来歴と繋がっていること。
  - R1.3 (メタ)データが、分野ごとのコミュニティの標準を満たすこと。

# Linked Data技術の活用

## 多種のデータの統合:

地質情報は、地質、活断層、火山など種類の異なる多様なデータセットの集合  
→ あちこちに分散したデータセットから必要なデータ集めたい

- 多数のデータセットを跨いで関連データを効率的に取り出すことのできる仕組みとして、Linked Data技術を活用
- データ相互のリンクを作ることで、異なるデータセット間のデータの結合を実現



# Linked Data について

---

## Linked Dataの原理

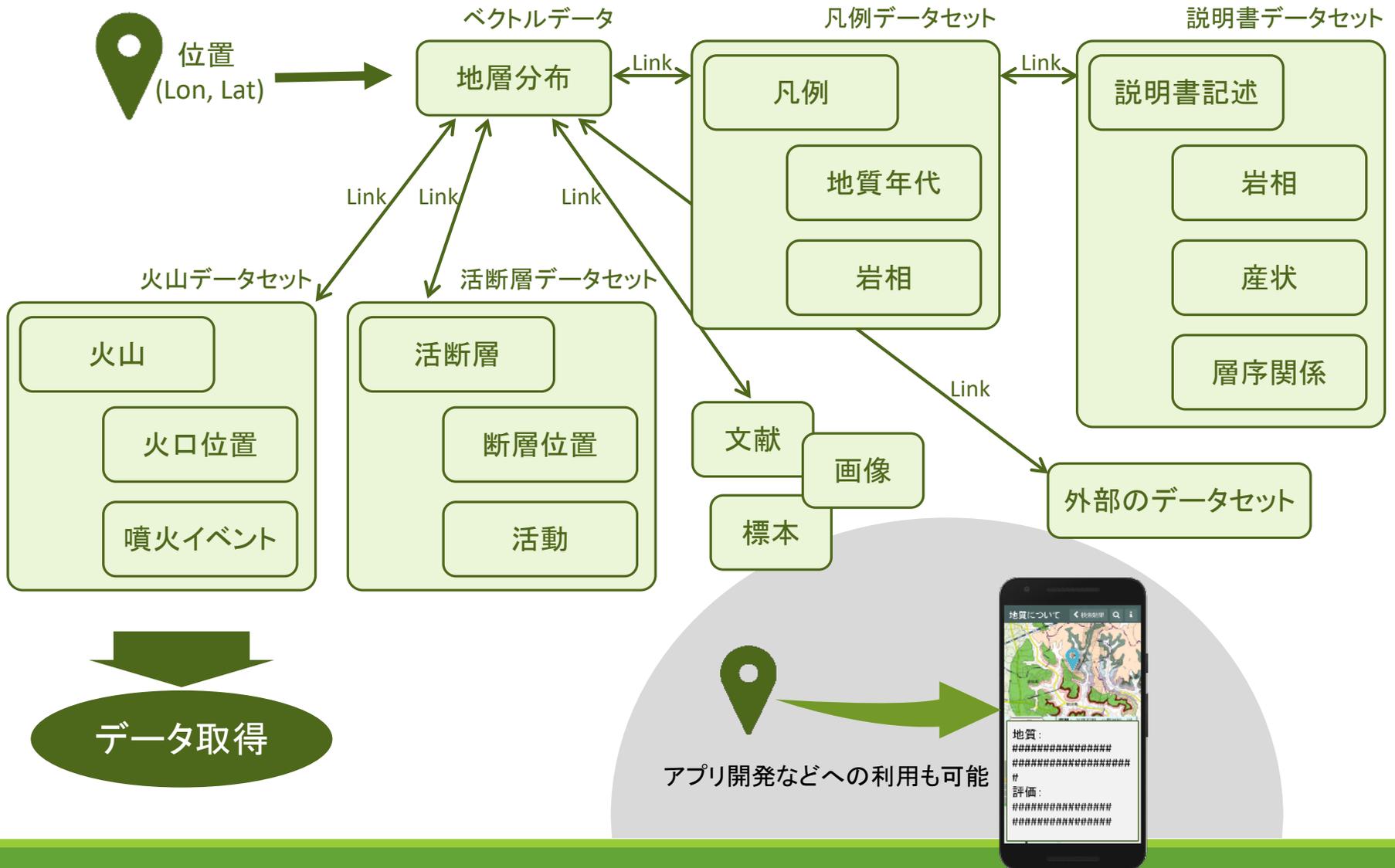
- データの構造化: 高度なデータ処理を可能とする
- 分散したデータをつなぐハイパーリンク: データ単位のリンク
- 分散したデータセットをグローバルなデータ空間へ統合

## Linked Dataの原則

- 事柄(データ)の名前にURIを使う
- 名前の参照がHTTP URIでできる
- URIを参照したときに、事柄(データ)についての情報が取得できるように、機械可読なデータを提供
- 関連情報を発見できるように外部データへのリンクを含める

# Linked Data によるデータ統合のイメージ

地層分布情報を起点としてデータを利用する場合のデータセットのイメージ



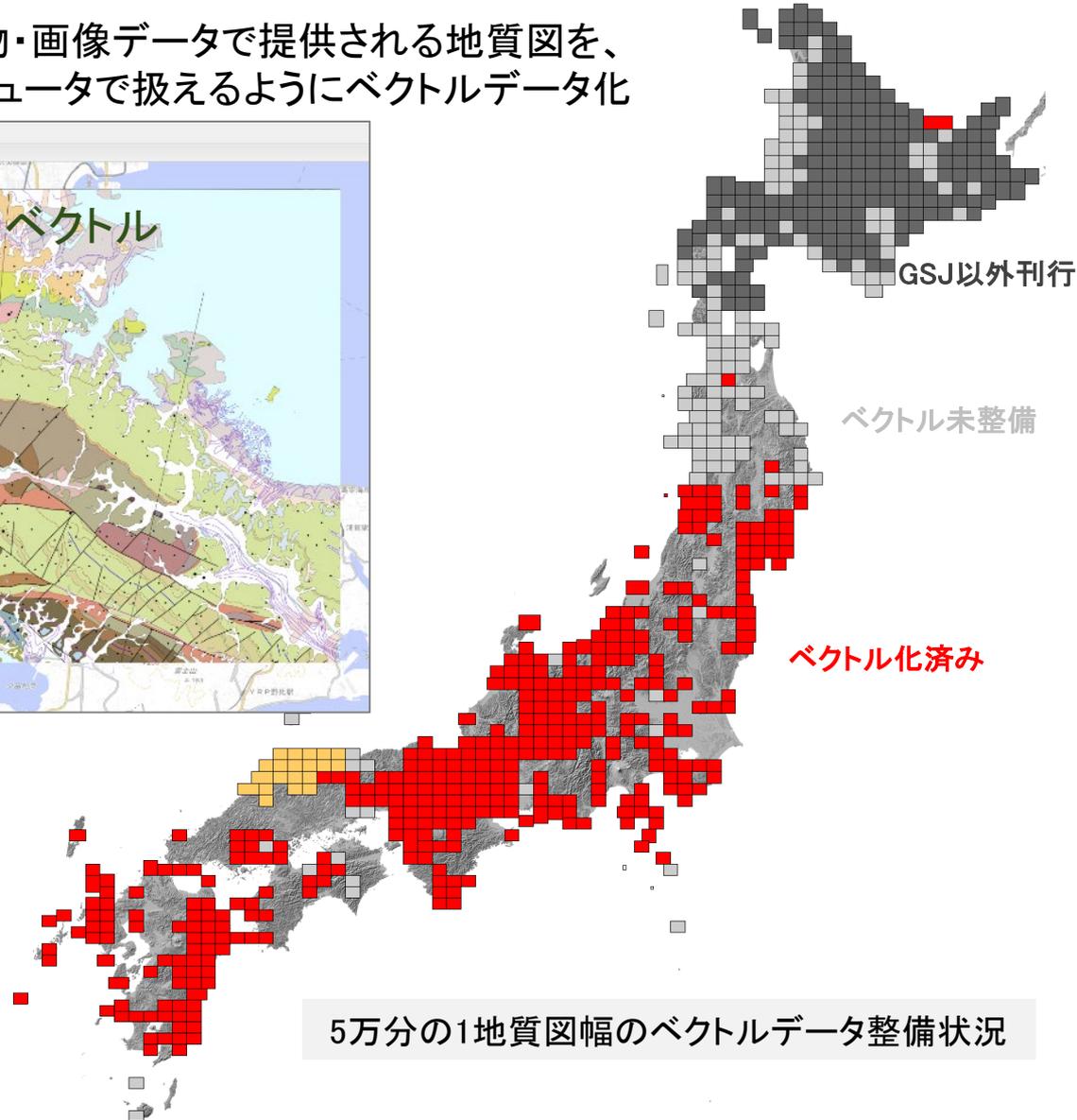
# 解析可能なデータ(Analysis-Ready Data: ARD) の提供に向けて

従来は人が読むための情報が中心だったが、機械処理に対応することも必要となる。ベクトル化や構造化データ化を進め、今後はAIや機械学習に容易に活用できる“解析にすぐ使える地質データ”を整備することが重要。

- ベクトルデータ化： 地質図のポリゴン、ライン
- 属性情報の構造化： XML、JSON等
- 地質凡例や分類コードの規格化： 地質JIS等

# 地質図のベクトルデータ整備

印刷物・画像データで提供される地質図を、  
コンピュータで扱えるようにベクトルデータ化



ベクトル化の利点:

- ・地質図の情報をGIS等で活用可能に
- ・地層ポリゴンごとの属性情報の付与が可能に

→ 検索、他ソースのデータとの結合などの機械処理用途が拡大

5万分の1地質図幅のベクトルデータ整備状況

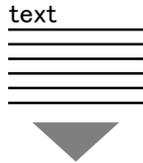
# 地質図説明書のXMLデータ整備

読む文書 → 参照・結びつけ可能な活用度の高いデータへ

現在の地質図説明書

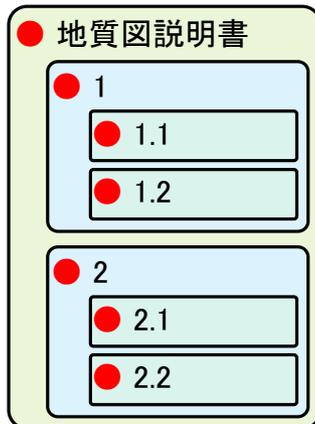


テキストデータ



構造化データ

構造化 + 識別子



人が読むための文書:

自動処理に利用できない(データの活用性が低い)

- 機械で利用可能なテキストを取り出せない
- 章、段落等の文書構造がデータ化されていない

説明書を構造化テキストデータ(XMLデータ)に変換

構造化テキストデータ(XMLデータ)

- 章、段落等の文書構造をデータ化
- 構成要素の内容・属性の識別データを付与
- 構成要素に参照用の識別子を付与することで、外部のデータから個々の要素を参照可能とする

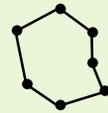
●: ネット上どこからでも参照可能な識別子

# 地質図ベクトルデータと説明書XMLデータの統合

地質の分布や説明書の記載情報を機械利用に適したデータに変換し提供

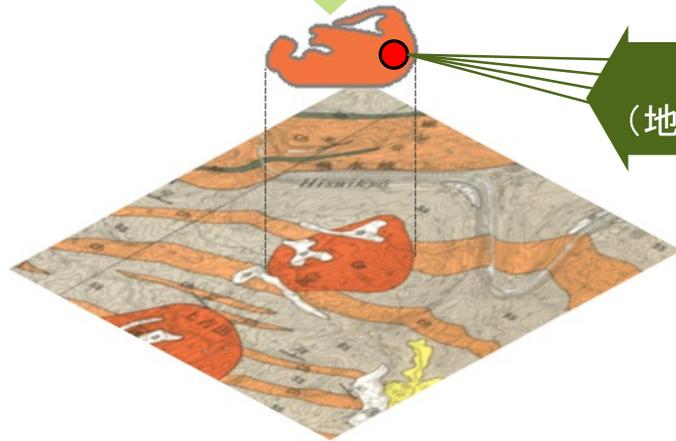


ベクトル化：  
地層の分布範囲データ



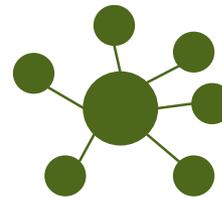
説明書XML化：  
地層に対応する属性・記載データ

```
<?xml version="1.0"?>
<birds>
  <owl id="0000">
    <name>00</name>
    <region>00</region>
  </owl>
  <owl id="0000">
    <name></name>
    <region>00</region>
  </owl>
</birds>
```



要素のリンク  
(地図と説明の統合)

- 記載 (説明書データに基づく詳細記述)
- 岩石記載 (説明書データに基づく属性値)
- 年代 (説明書データに基づく属性値)
- ...



データ結合

地層分布と詳細記述データの機械利用が可能に

# 他機関とのデータ連携の強化

## データカタログを通じたメタデータ流通によるデータ連携



### ◀ G空間情報センター:

さまざまな地理空間情報の流通を図るデータ流通プラットフォームに、メタデータを供給することで連携中。

### ▶ 基盤的防災情報ネットワーク(SIP4D):

今後、災害対応の現場への防災情報流通を目指す SIP4D へのメタデータ供給を通じたデータ連携(システム接続)を目指す。

G空間情報センターより  
<https://front.geospatial.jp/>

SIP4D情報公開サイトより  
<https://www.sip4d.jp/>



## 6. データの信頼性・永続性

# 信頼性と品質の確保の重要性

- データ品質の確保:

生成AIなどでのデータ利用が拡大する中で、学習元のデータの信頼性と品質の確保の重要性が高まっている

→ GSJとして信頼性と品質の高い地質データを提供することで、AI技術の精度と信頼性の向上に貢献する

信頼性と透明性

改竄への対策

- GSJの役割:

国の基盤的地質情報の整備を担う機関として、正確な地質情報を整備し、継続的に供給し続けることは、DX社会やデータ駆動型社会の発展に不可欠な役割

高品質な  
学習用データ

# 永続性と保存戦略

- データの永続化を目指す：

地質情報は100年後でも価値がある情報。一方、ウェブサービスはサーバ維持費や組織体制の変化によって停止や廃止のリスクがある。

整備したデジタルデータは、動的なシステムの中に置くだけではなく、データ出版物にして信頼性の高い公共リポジトリに登録することで、長期保管を目指すべき。

組織の予算・人員が無くなった場合にも、データは失われることの無い仕組みを検討し続けることが重要。

- オープンフォーマット：

データは、仕様の公開されたフォーマットで保存することで、長期保存時の再利用性が高まる。

長期保存

分散保管

オープン  
フォーマット

## 7. まとめ

- ・地質情報のデジタル化と公開

所内用デジタルアーカイブを再構築・発展させた地質データ基盤で、地質データ公開システムを運用中

- ・地質図Navi

地質データ基盤の情報を紹介する役割も持つ地質情報閲覧システムとして開発。

- ・データ基盤

データ提供用のAPIで地質データの利用拡大を目指す。AI・機械学習への対応も視野に入れて、解析可能データの整備に取り組んでいく。

- ・データの信頼性・永続性